

Mytilus sp et leurs hybrides: différences de bioaccumulation et marqueurs écotoxicologiques

Tiphaine Chouvelon, Yann Aminot, Anne Grouhel, **Rossana Sussarellu**
Unité Biogéochimie et Ecotoxicologie

Estival ROCCH 2019

18 Octobre 2019

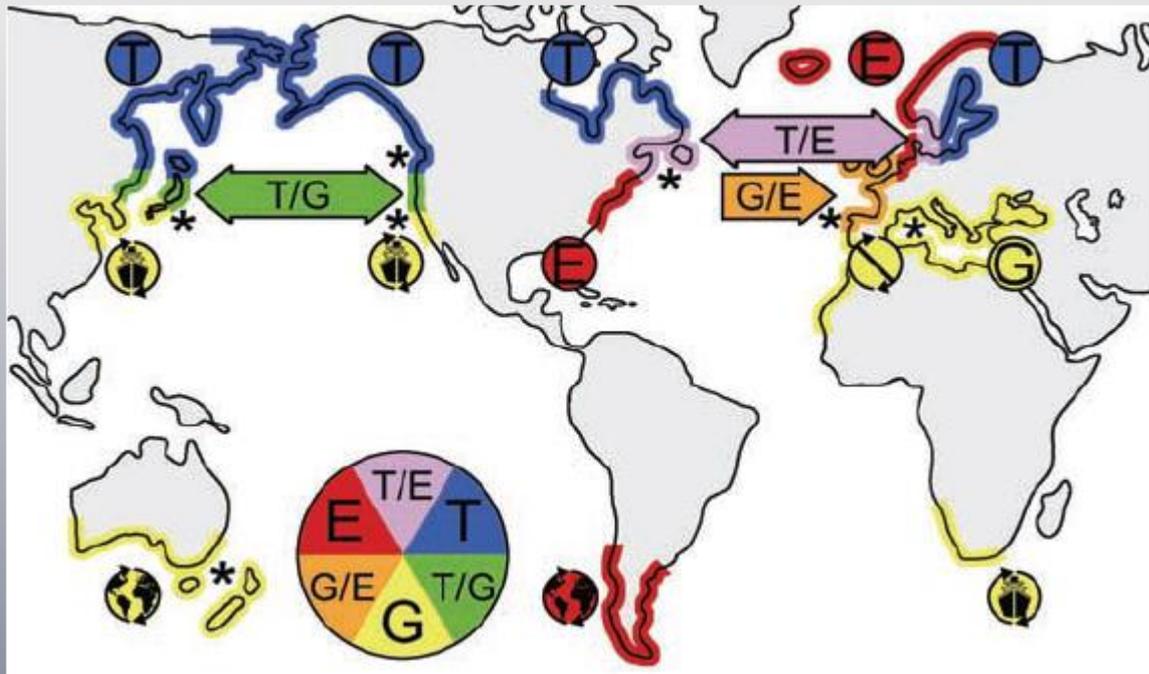


Moule bleue - *Mytilus* spp.

Genre reparti sur l'ensemble de la planète :

- *Mytilus trossulus*
 - *Mytilus edulis*
 - *Mytilus galloprovincialis*
- } Divergé 3.5 M années
- } Divergé 2.5 M années

Plusieurs zones « hybrides »



Genre *Mytilus* sur la côte Atlantique

➤ Zones « mosaïques » :

- Décrites dès les années 80 (Skibinski et al. 1983)
- *M. galloprovincialis* jusqu'au Pays Basque
- 3 zones hybrides en France (Bierne et al. 2003)
- *M. edulis* au Nord de la Normandie



Moule bleue et biosurveillance

- L'hybridation est un paramètre mesuré sur une base volontaire par certains pays du CEMP d' OSPAR.

Au niveau physiologique, des différences déjà démontrées entre les espèces :

- Reproduction et pontes asynchrones (Secor et al. 2001)
- Taux de croissance différents (Lobel et al. 1990; Fuentes et al. 2002)
- Charge en parasites différente (Secor et al. 2001)
- Différentes réponses à la température et à la salinité (Locwood and Somero 2010, 2012)

→ Quel impact sur la bioaccumulation?



Moule bleue et biosurveillance

Bioaccumulation et différences entre les espèces du genre *Mytilus* :

1. Etude *in situ* (Canada, Lobel 1990):

→ différences de bioaccumulation entre *M. edulis* et *M. trossulus*

→ dues aux différents taux de croissance ?

Element	Concentration (ppm, µg/g)		Significance of difference (p)
	<i>M. trossulus</i>	<i>M. edulis</i>	
Lithium	0.587 (0.098)	0.453 (0.045)	0.04
Boron	22.5 (3.8)	21.2 (3.1)	n.s.
Sodium	37,100 (6,700)	25,600 (2,400)	0.01
Magnesium	4,210 (660)	3,240 (390)	0.04
Aluminum	26.2 (13.4)	16.6 (5.4)	n.s.
Potassium	12,500 (2,500)	11,100 (300)	n.s.
Calcium	9,440 (8,050)	3,010 (1,180)	n.s.
Vanadium	0.692 (0.117)	0.540 (0.146)	n.s.
Manganese	6.33 (1.18)	6.73 (0.12)	n.s.
Copper	7.94 (5.50)	5.61 (0.56)	n.s.
Zinc	101 (28)	68.7 (9.5)	n.s.
Arsenic	13.2 (3.6)	9.51 (2.26)	n.s.
Selenium	6.07 (0.99)	4.76 (1.34)	n.s.
Rubidium	5.88 (1.22)	5.84 (0.40)	n.s.
Strontium	60.7 (32.1)	25.9 (2.3)	0.04
Yttrium	0.141 (0.014)	0.062 (0.006)	<0.001
Molybdenum	0.656 (0.161)	0.406 (0.048)	0.01
Silver	0.0866 (0.0266)	0.0474 (0.0051)	0.02
Cadmium	2.26 (0.30)	0.891 (0.084)	<0.001
Cesium	0.0176 (0.0022)	0.0162 (0.0030)	n.s.
Barium	0.871 (0.279)	0.579 (0.078)	n.s.
Lanthanum	0.271 (0.045)	0.0935 (0.0130)	<0.001
Cerium	0.303 (0.058)	0.120 (0.018)	<0.001
Lead	1.11 (0.23)	0.955 (0.259)	n.s.
Uranium	0.146 (0.017)	0.0556 (0.0077)	<0.001

Moule bleue et biosurveillance

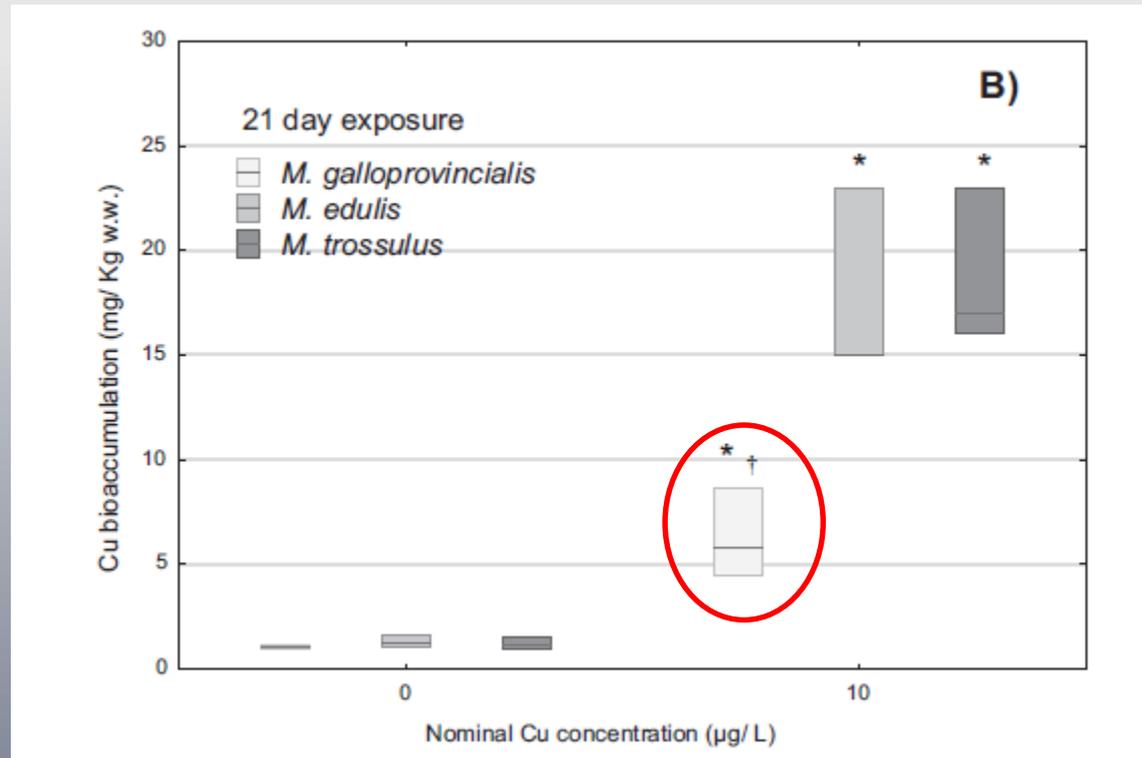
Bioaccumulation et différences entre les espèces du genre *Mytilus* :

2. **Approche expérimentale** (Brooks et al. 2015):

→ *M. edulis*, *M. galloprovincialis* et *M. trossulus*

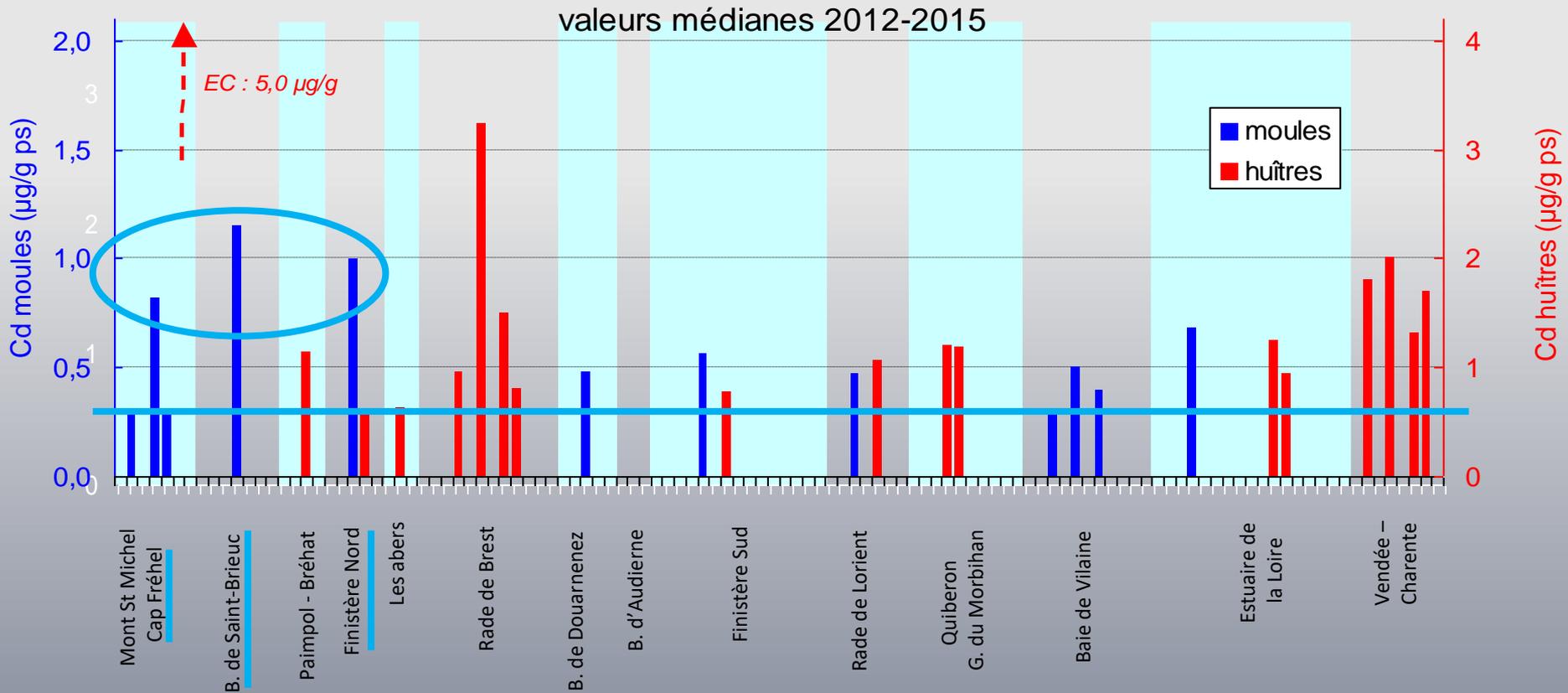
→ bioaccumulation du cuivre

→ biomarqueurs (micronoyeux, stabilité lysosomale)



ROCCH en Bretagne nord

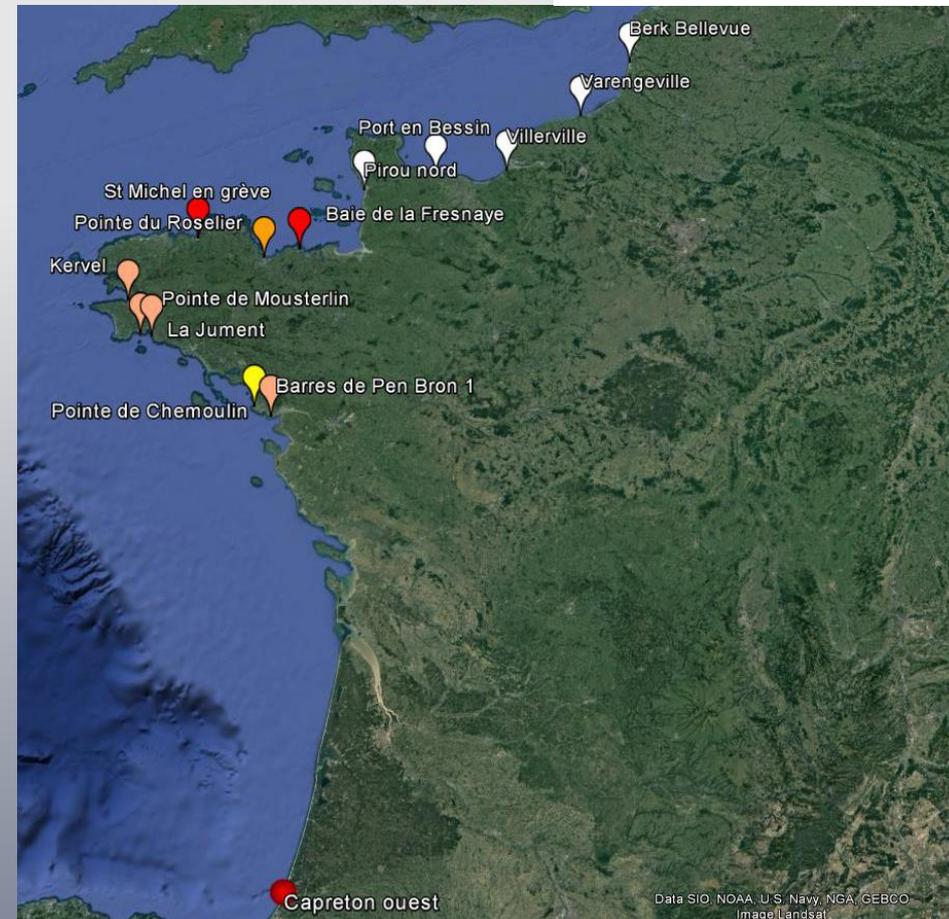
Valeurs de bioaccumulation « anormales »



Projet ONEMA « Moules Hybrides » (2016 - 2017)

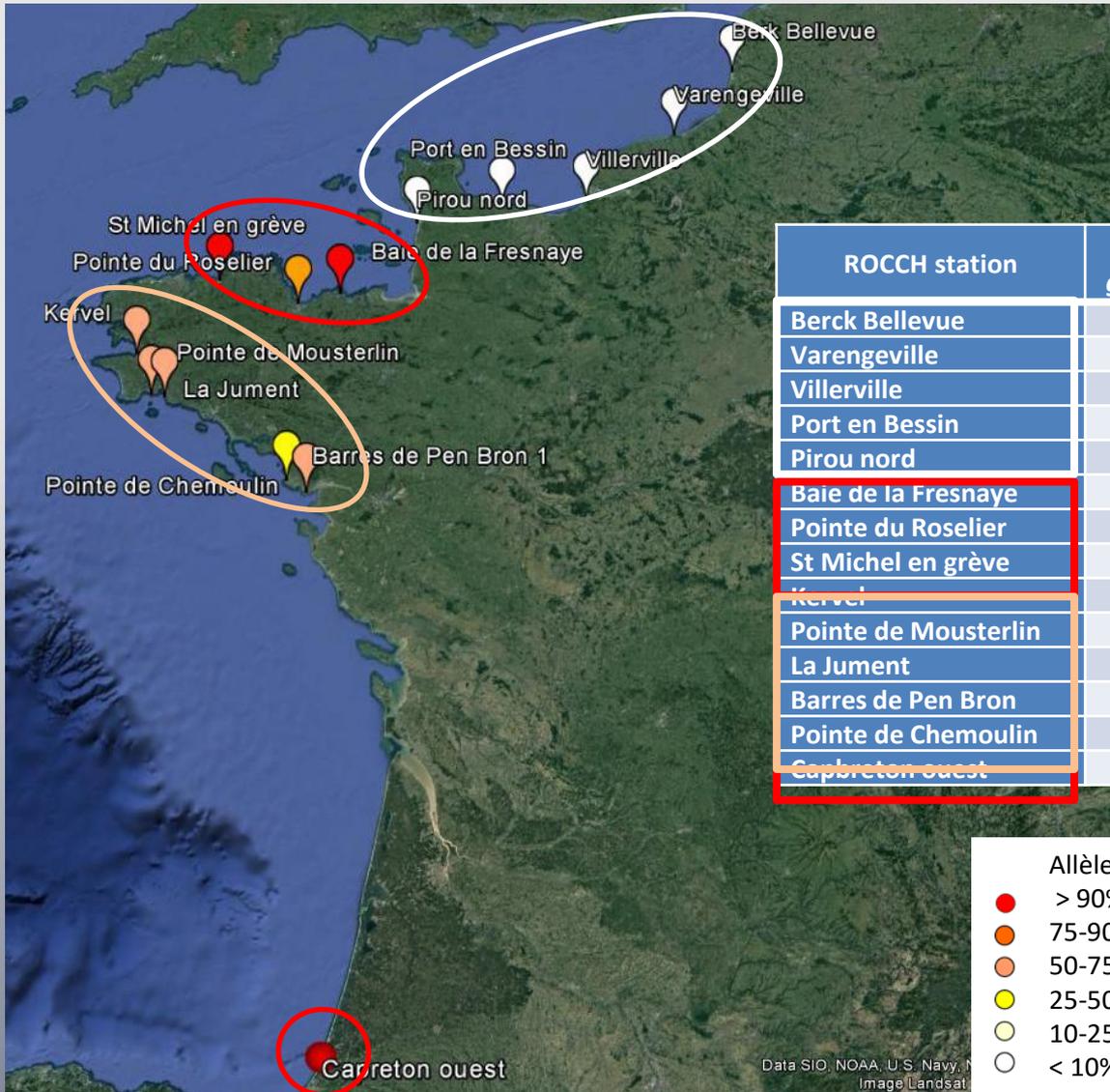


- Echantillonnage: 14 stations ROCCH (30 ind/station)
- Identification des espèces par des marqueurs génétiques



Approche marqueur GLU-5'

GLU-5' (gène codant pour la *Foot protein*) : délétion de 54 pb chez *M. galloprovincialis*



ROCCH station	Homozygote <i>galloprovincialis</i>	Homozygote <i>edulis</i>	Heterozygote <i>galloprovincialis/edulis</i>
Berck Bellevue		100%	
Varengerville		100%	
Villerville		100%	
Port en Bessin		100%	
Pirou nord		93%	7%
Baie de la Fresnaye	87%		13%
Pointe du Roselier	77%	6%	17%
St Michel en grève	97%		3%
Kervel	50%	17%	33%
Pointe de Moustierlin	47%	13%	40%
La Jument	40%	10%	50%
Barres de Pen Bron	20%	33%	47%
Pointe de Chemoulin	35%	34%	31%
Capbreton ouest	93%		7%

Allèles *galloprovincialis*

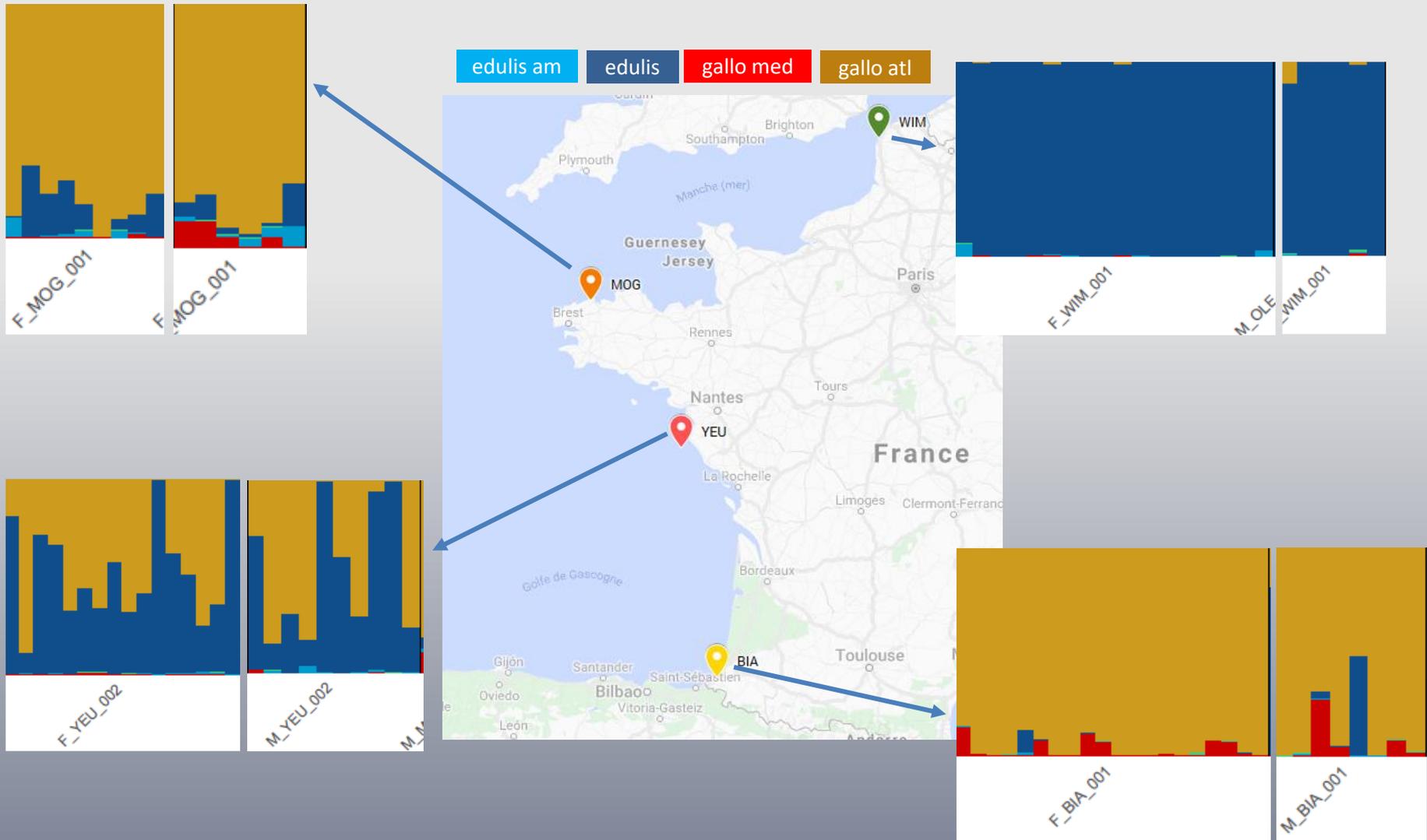
- > 90%
- 75-90%
- 50-75%
- 25-50%
- 10-25%
- < 10%

Compréhension de l'hybridation des moules du genre *Mytilus* en Atlantique et implications pour la biosurveillance (2018-2019)

- Comparaison de la bioaccumulation *in situ* via le caging de moules caractérisées génétiquement
 - Objectif 1 : comparer plusieurs espèce de moules par rapport à la bioaccumulation des contaminants
 - Objectif 2 : évolution temporelle de la bioaccumulation (1 an)

Etude *in situ*

- Utilisation de moules issues de géniteurs caractérisés génétiquement (projet DPMA Morbleu) => déployées sur le site de La Tremblade pendant 1 an

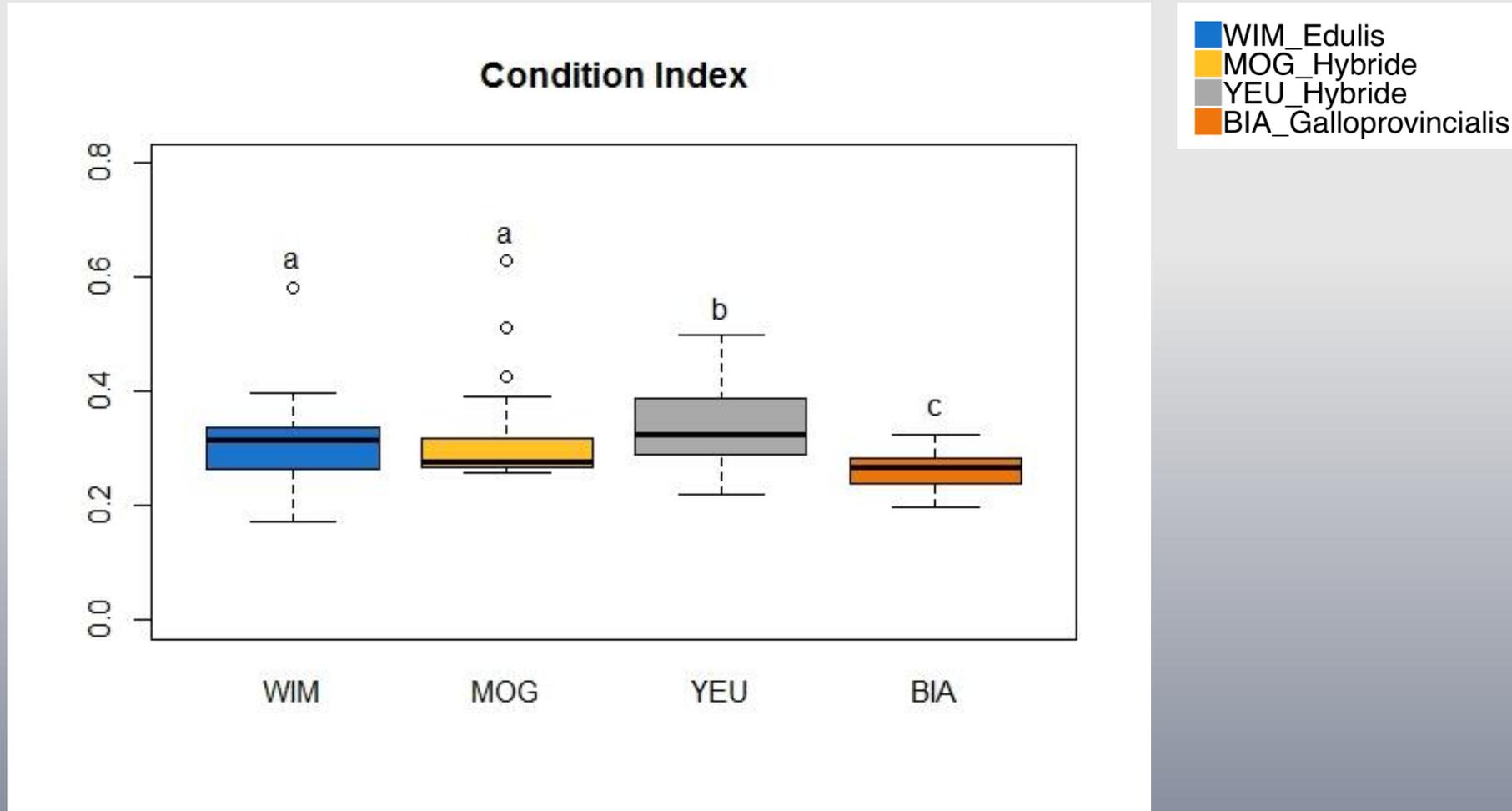


Etude *in situ*

- Déploiement La Tremblade
- Prélèvements :
 - T0 – Octobre 2017 (Bouin)
 - T5 – Mars 2018
 - T12 – Novembre 2018
- Chimie:
 - Métaux (ETM) ROCCH, C/N (LBCM, LIENSs)
 - HAP, PCB, PBDE (LABERCA)
- Biologie:
 - ✓ Indice de condition, mortalité
 - ✓ Génotoxicité: comet test (LEX), micronoyaux (Toxem)
 - ✓ Metallothioneines (UMR EPOC)
 - ✓ Histologie gonade (UMR BOREA)
 - ✓ Ache (LEX)
 - ✓ Stabilité lysosomale (Univ. Bilbao)

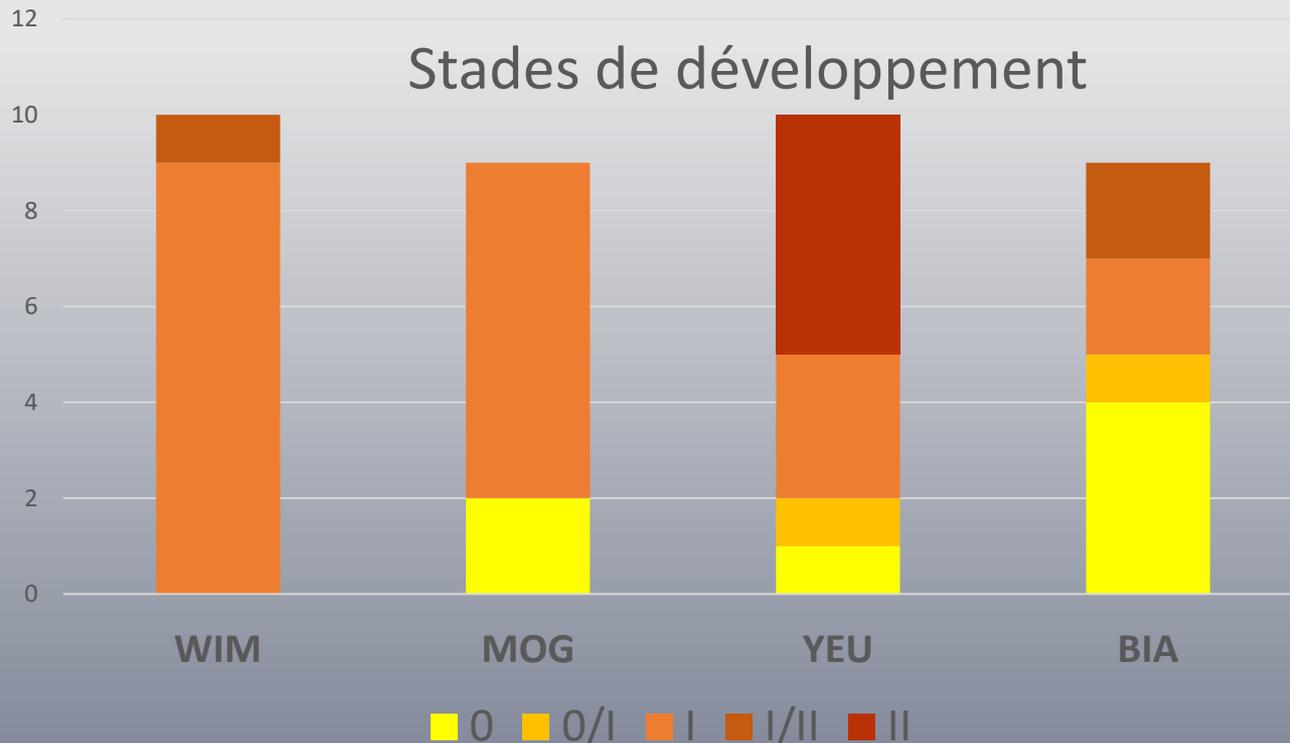
Biométrie

- Indice de condition : croissance plus importante YEU (Zone hyb « 50-50 »)



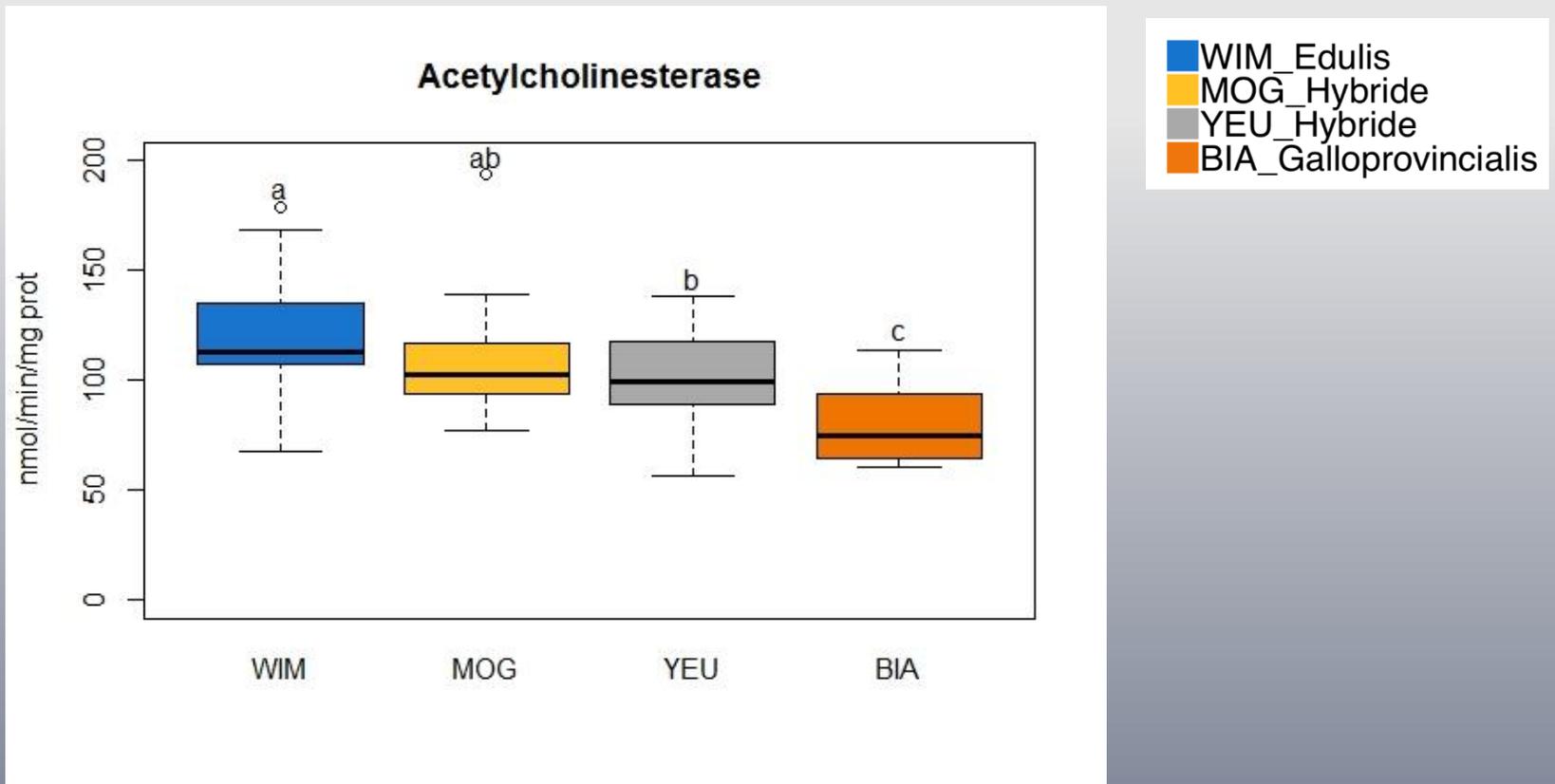
Histologie de la gonade

- BIA (*M. galloprovincialis*) : plus de stades indifférenciés
- YEU (Zone hyb « 50-50 ») : stades de gamétogénèse plus avancés
- Mais effectifs faibles (10 individus)



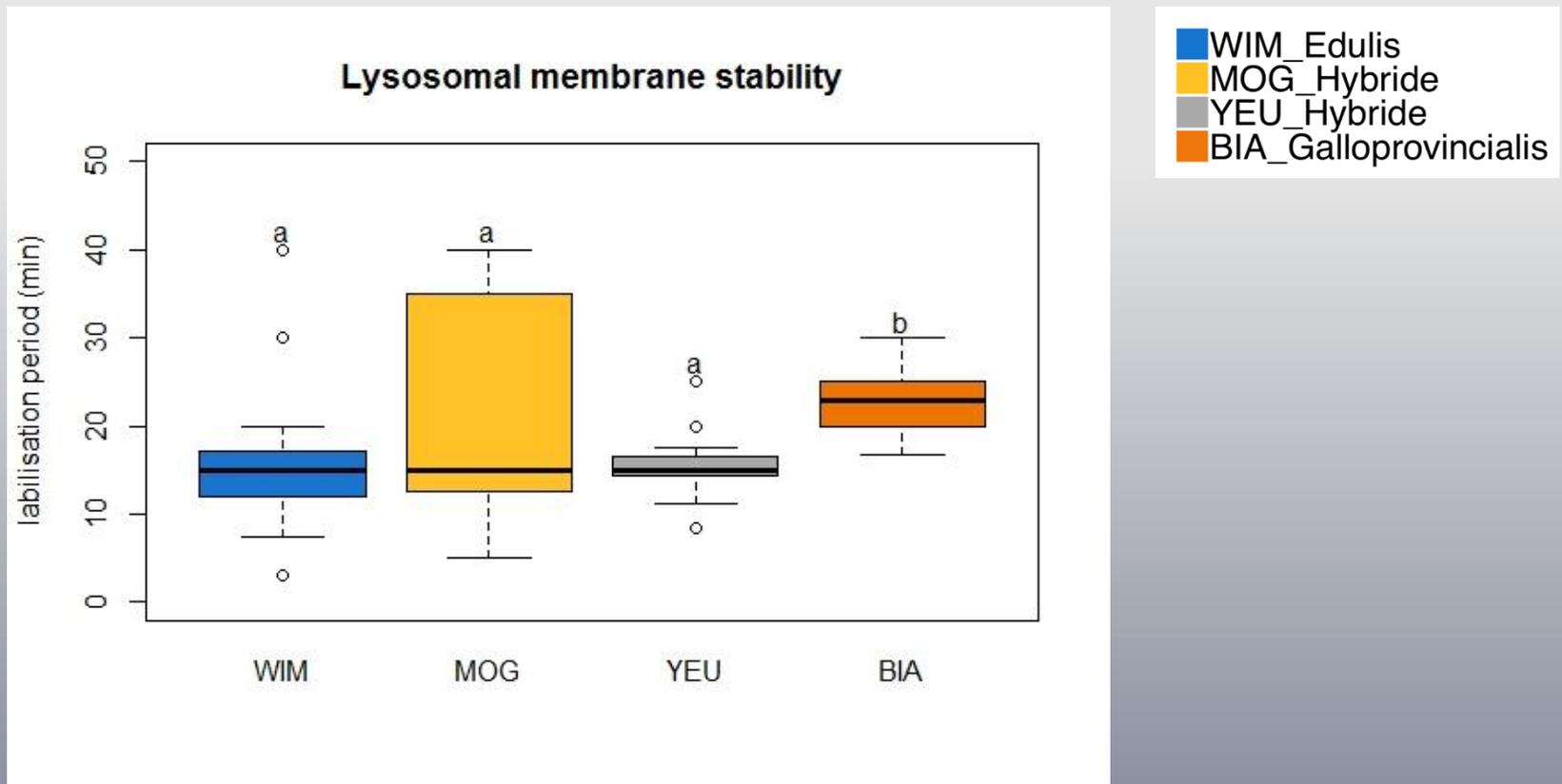
Marqueurs écotoxicologiques

- Génotoxicité (comet test et micronoyaux) : pas de différence, niveaux faibles
 - Neurotoxicité (Acétylcholinestérase) : plus faible activité chez BIA (*M. galloprovincialis*)
- majeure sensibilité de BIA ?



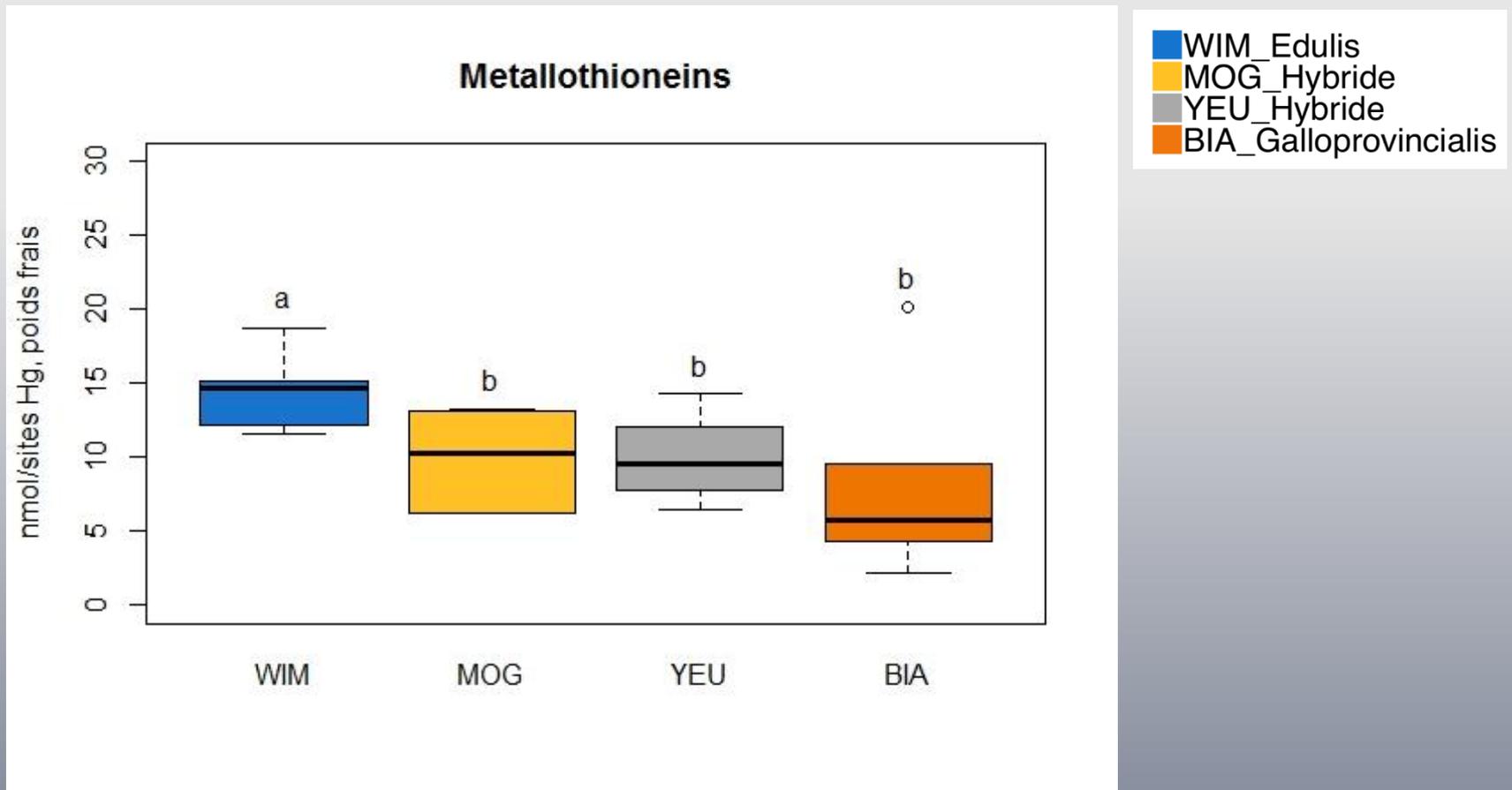
Marqueurs écotoxicologiques

- Stabilité lysosomale : plus importante chez BIA (*M. galloprovincialis*)
→ meilleure capacité à faire face au stress chimique ?

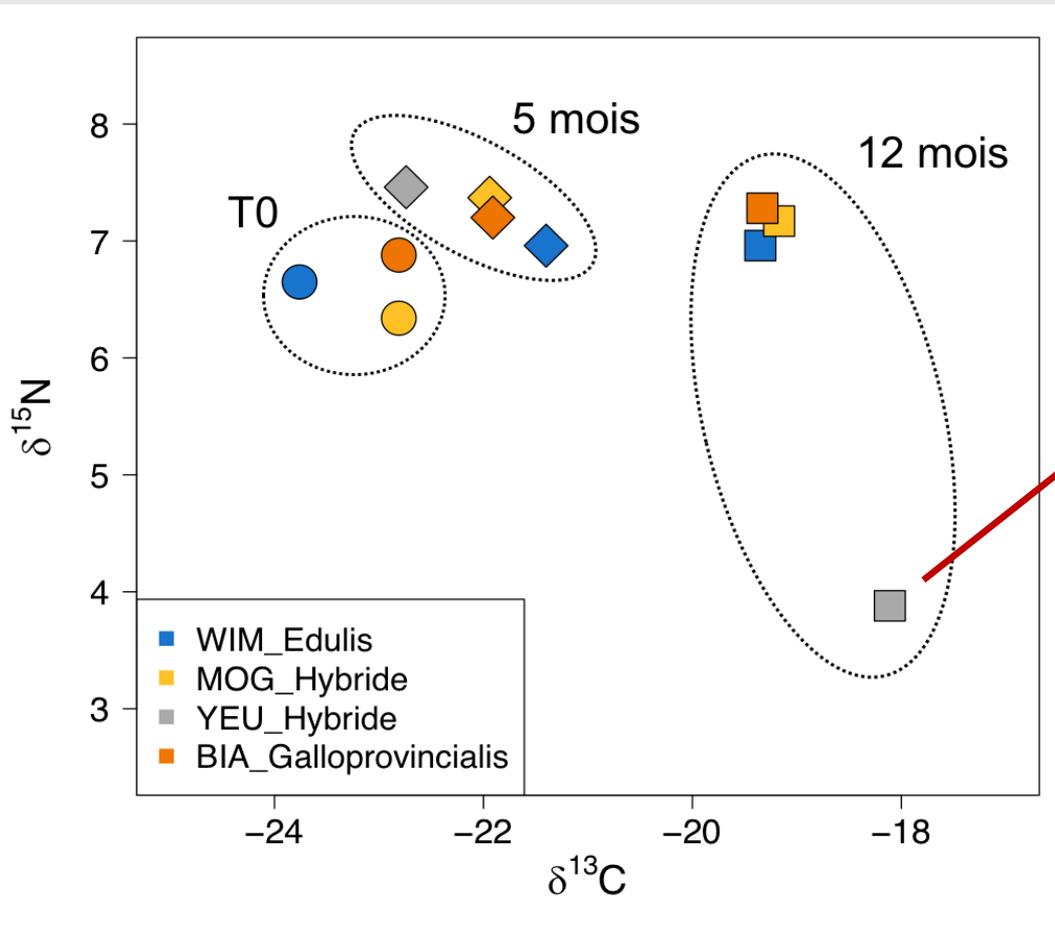


Marqueurs écotoxicologiques

- Métallothioneines (homéostasie ETM essentiels, et/ou détoxification ETM non-essentiels) : activité/présence plus élevée chez WIM (*M. edulis*)



Isotopie C et N

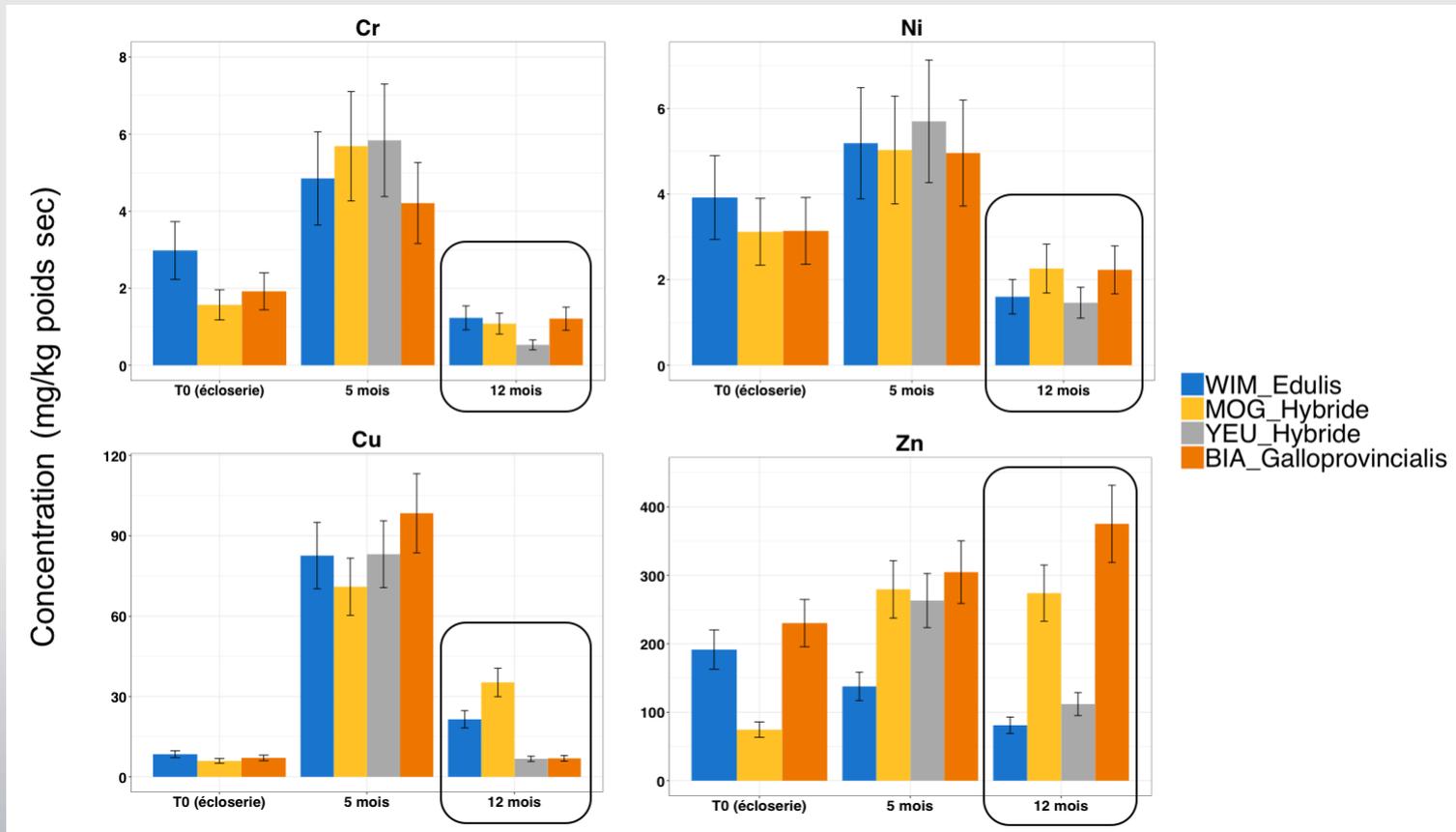


- Lots très proches à T 12 mois
→ Sources trophiques similaires ?

Sauf YEU (Zone hyb « 50-50 »)

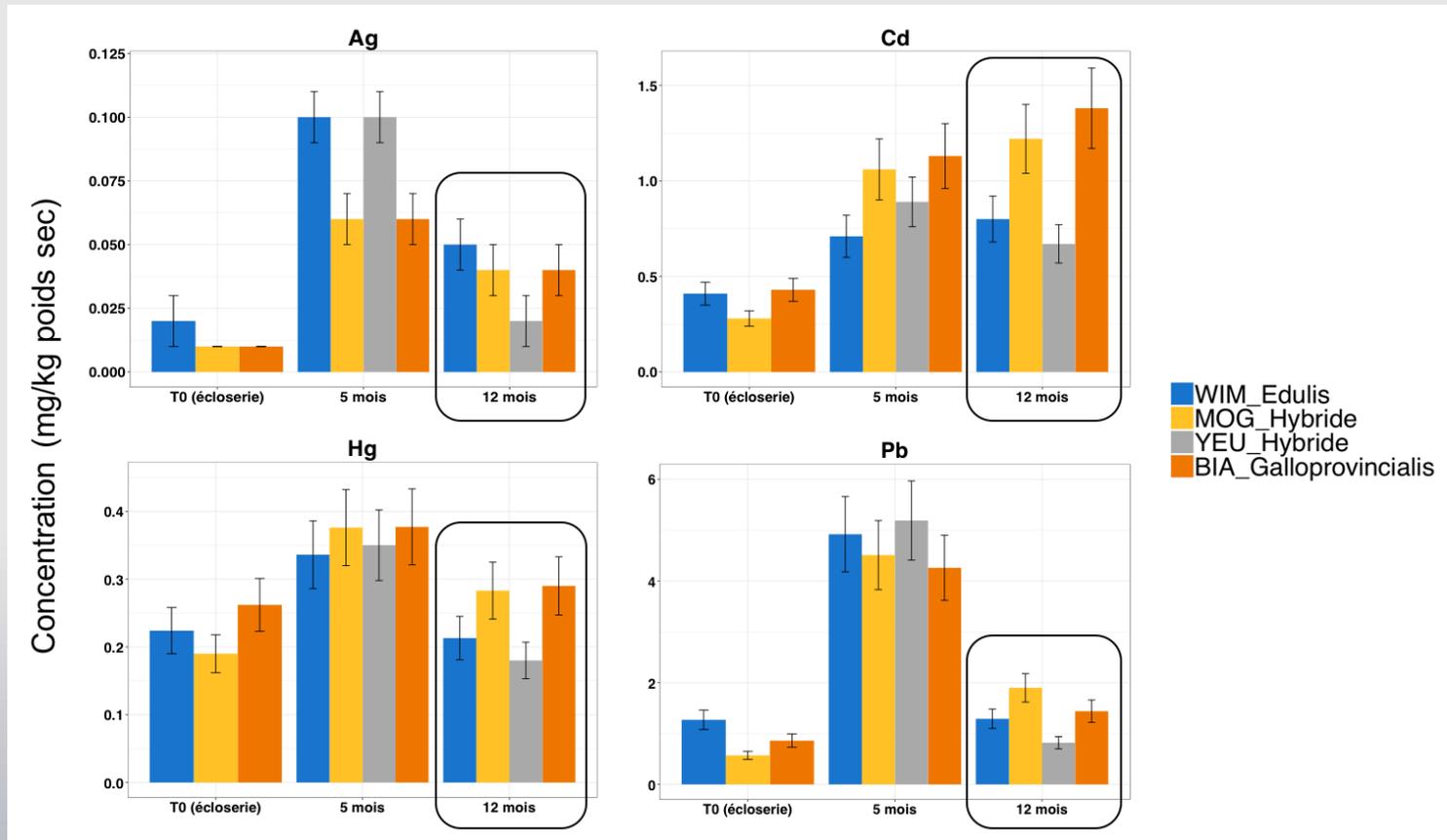
- Sources trophiques différentes ?..
- Et/ou physiologie et taux de filtration différent induisant fractionnement isotopique différent ?

ETM essentiels : Cr, Ni, Cu, Zn



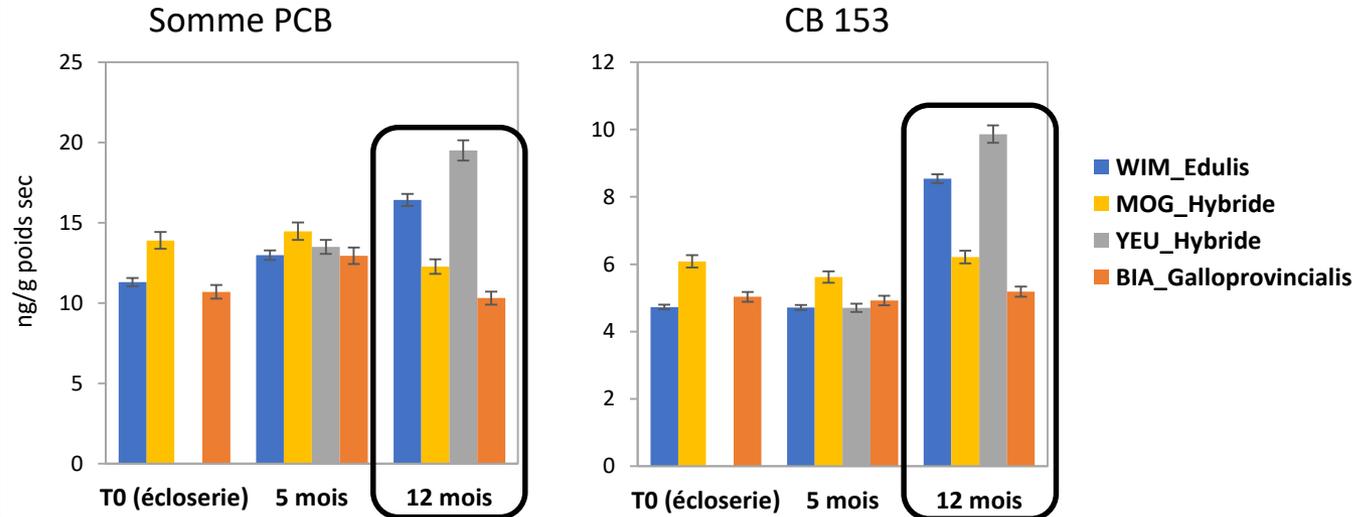
- 5 mois > 12 mois pour la plupart des lots et ETM : biodilution ? apports ETM moindres ? régulation (élimination) compensant bioaccumulation ?...
- Différence marquée pour **Zn** : WIM (*edulis*) < BIA (*gallo*) ; et dans une moindre mesure pour **Cu** (inverse)
- MOG généralement proche BIA (*gallo*) ; YEU un moins contaminée (meilleure condition et plus grande = biodilution + marquée?)

ETM non-essentiels : Ag, Cd, Hg, Pb



- 5 mois > 12 mois pour la plupart des lots et ETM : biodilution ? apports ETM moindres ? régulation (élimination) compensant bioaccumulation ?...
- Différence marquée pour **Cd** : WIM (*edulis*) < BIA (*gallo*) ; et dans une moindre mesure pour **Hg** (même tendance)
- MOG généralement proche BIA (*gallo*) ; YEU un peu moins contaminée (meilleure condition et plus grande = biodilution + marquée?)

PCB



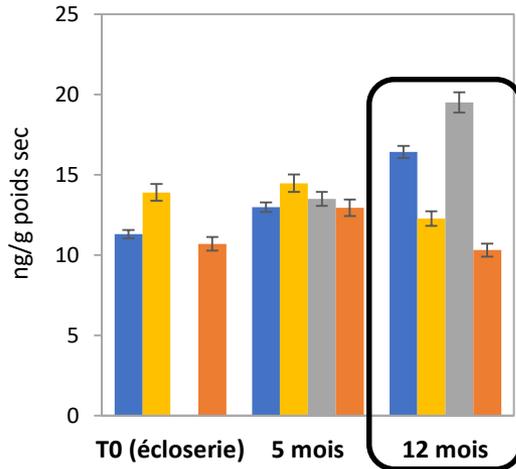
→ Bioaccumulation des PCB (CB 153 majo.)

→ Acquisition des capacités d'accumulation spécifiques

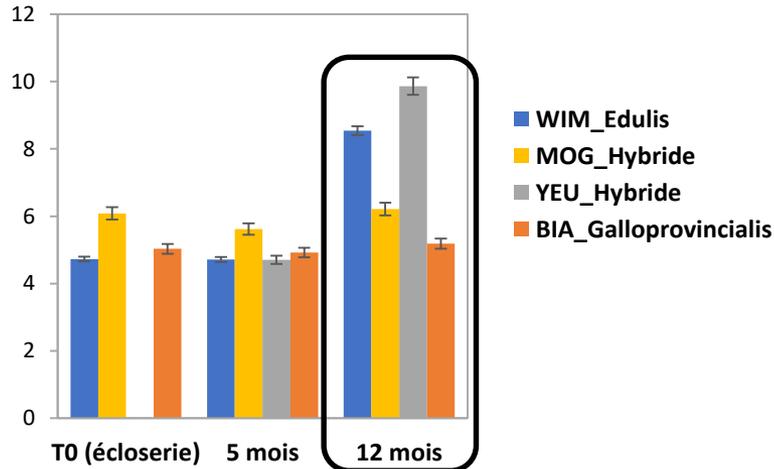
PCB et PBDE

- Bioaccumulation des PCB (CB 153 majo.)
- Acquisition des capacités d'accumulation spécifiques

Somme PCB

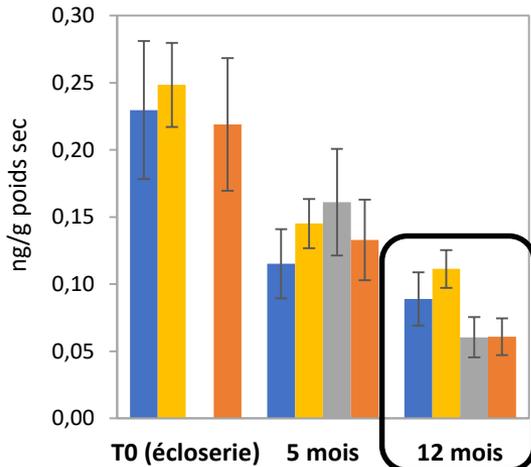


CB 153

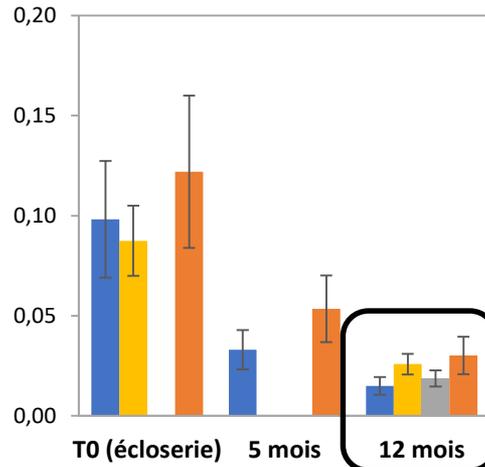


- WIM_Edulis
- MOG_Hybride
- YEU_Hybride
- BIA_Galloprovincialis

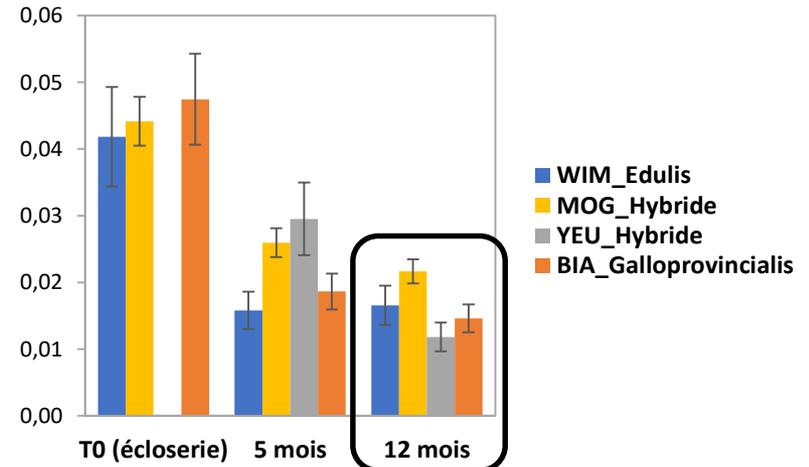
BDE 47



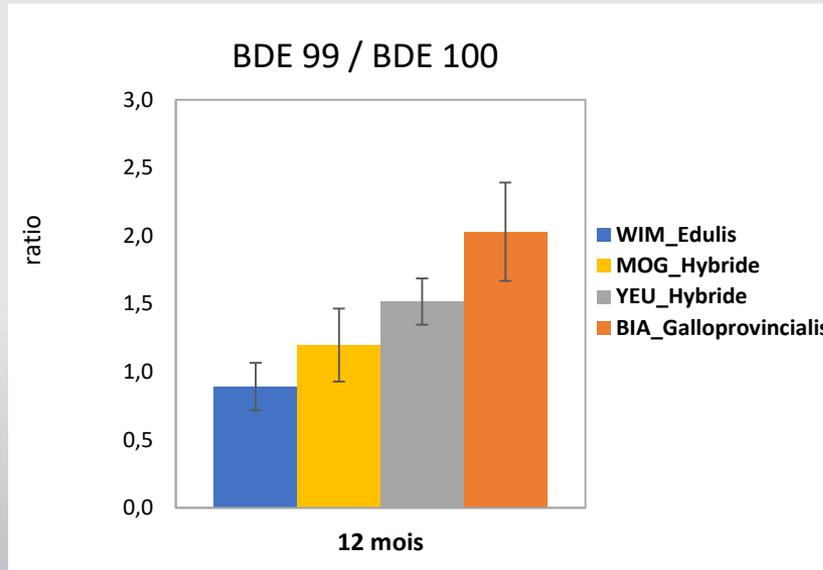
BDE 99



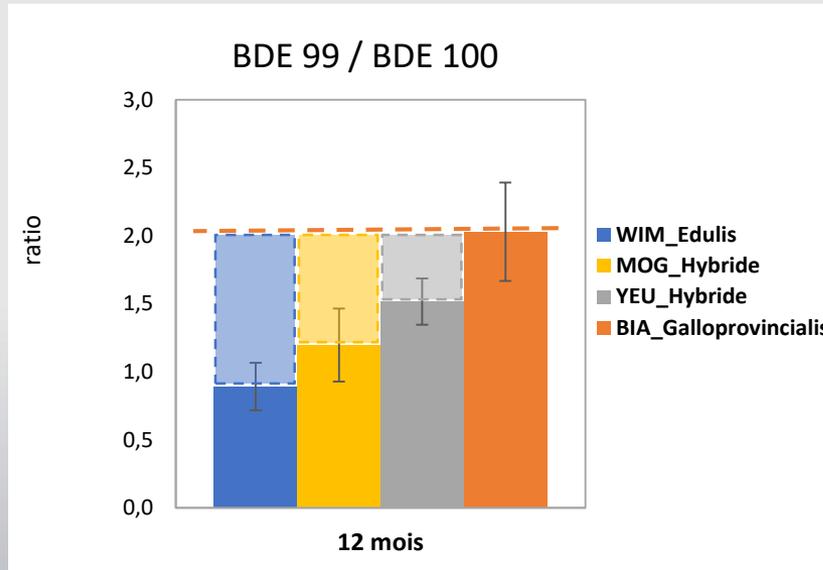
BDE 100



PCB et PBDE

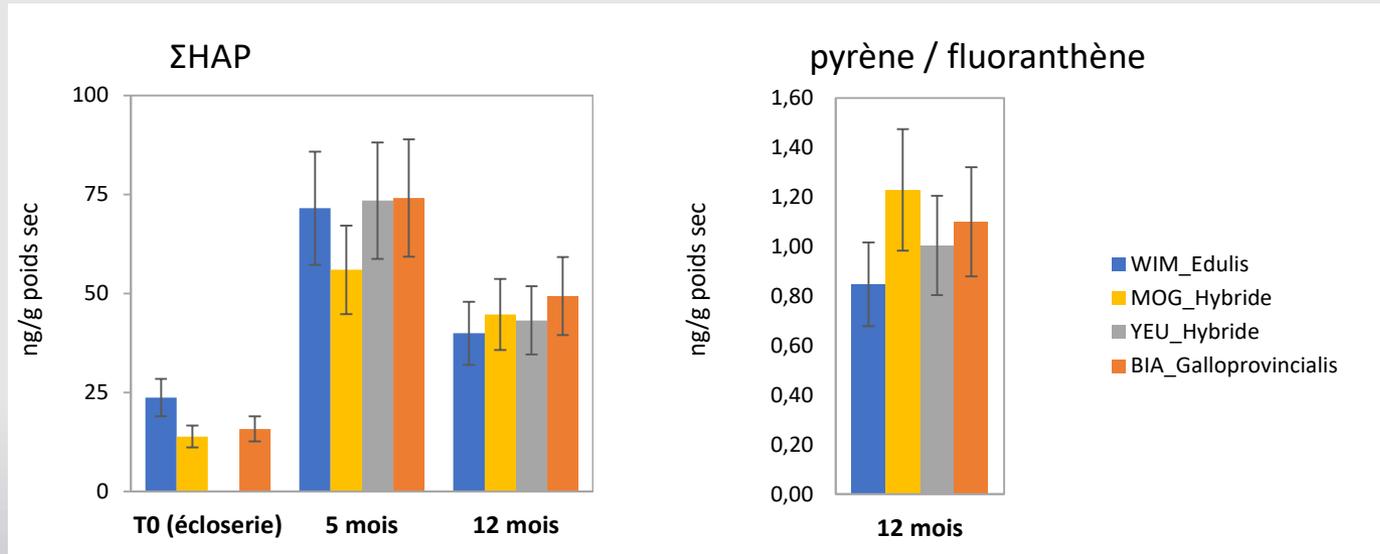


PCB et PBDE



→ Capacité de biotransformation de WIM (Edulis) supérieure ?

HAP



- Bioaccumulation des HAP : régulation 5-12 mois ?
- Différences entre espèces moins évidentes, mais différences entre isomères pourraient suggérer des capacités métaboliques différentes

Conclusions & perspectives

- Différences de bioaccumulation, marqueurs écotoxicologiques et physiologiques entre les différentes espèces et leur hybrides
 - Pas de tendance spécifique d'une espèce à bioaccumuler plus qu'une autre (dépendant des substances)
 - Facteur important à prendre en compte dans le biomonitoring (surveillance)
 - Annotation des espèces dans les bases de données
 - Annotation si sites mytilicoles ou pas



- **1ères données à valider sur d'autres sites** → Projet COMMENRADE (Rade de Brest)
- Données à valider sur des moules de la même taille que le ROCCH, et prélevées au même moment

Merci



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT