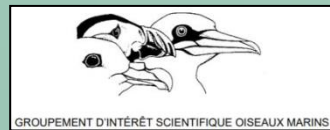


Utilisation des oiseaux marins pour évaluer le bon état écologique des eaux françaises sur la contamination du milieu marin

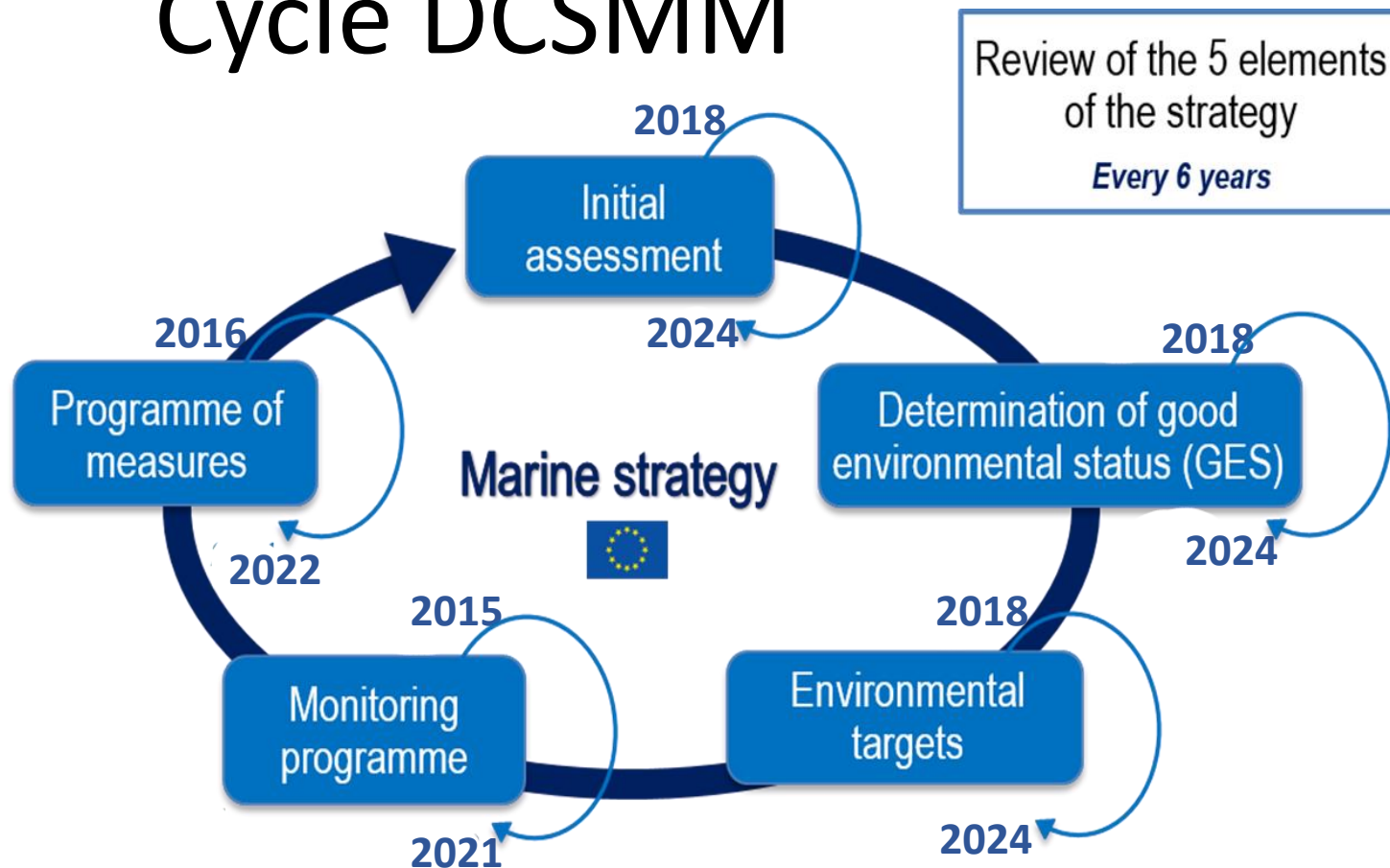
Rencontres Nationales RESOM
10 mars 2022



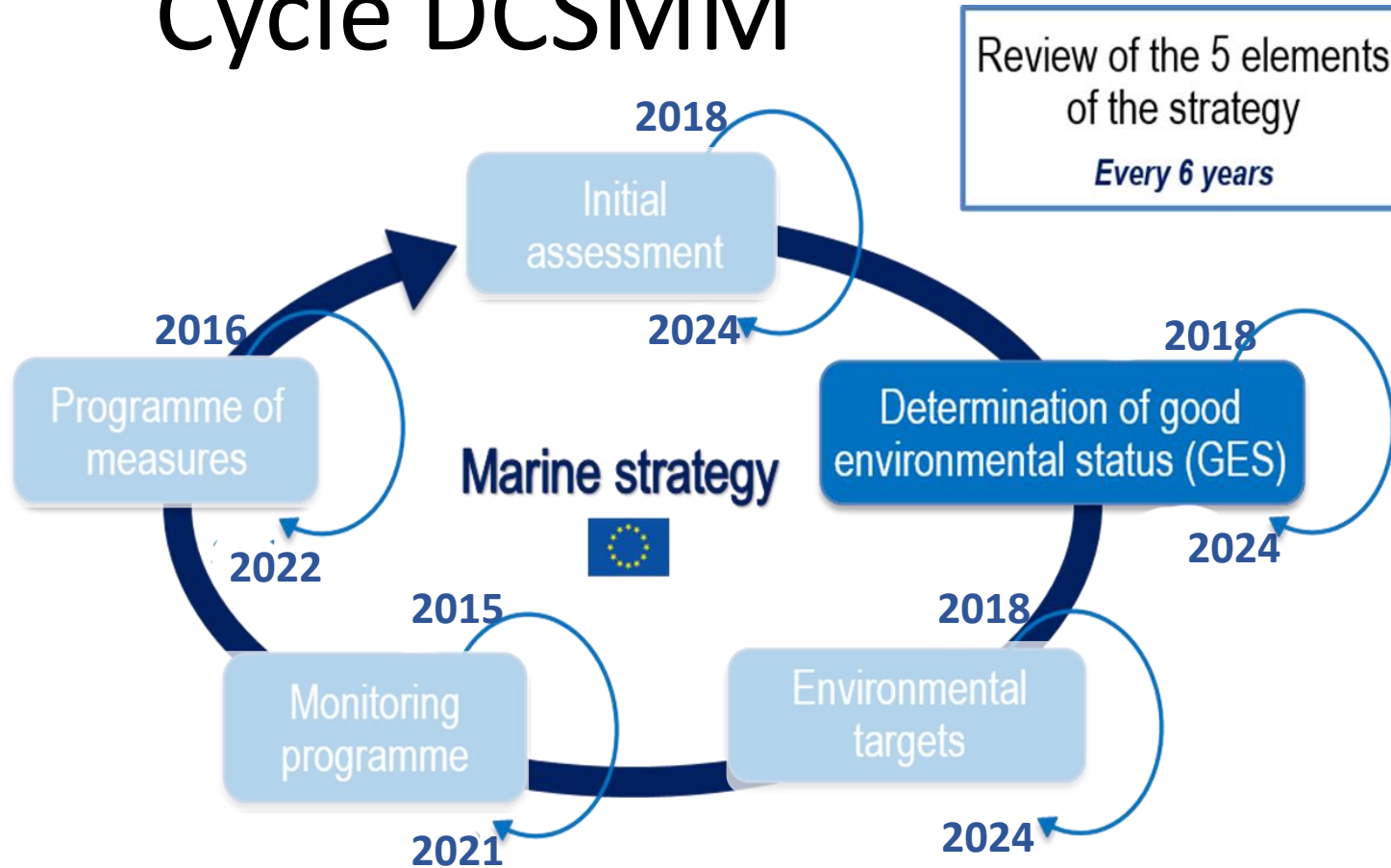


Contexte DCSMM

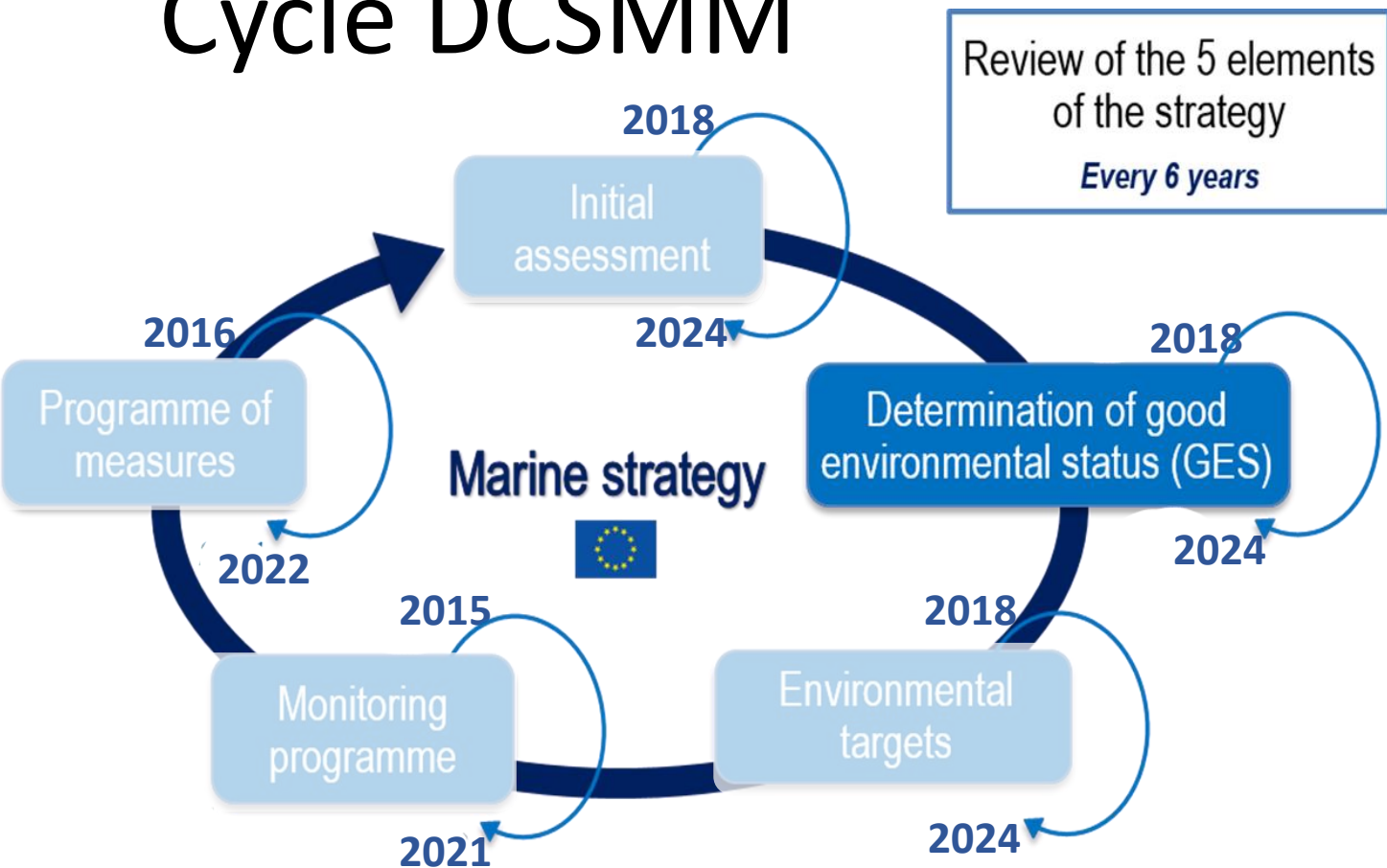
Cycle DCSMM



Cycle DCSMM



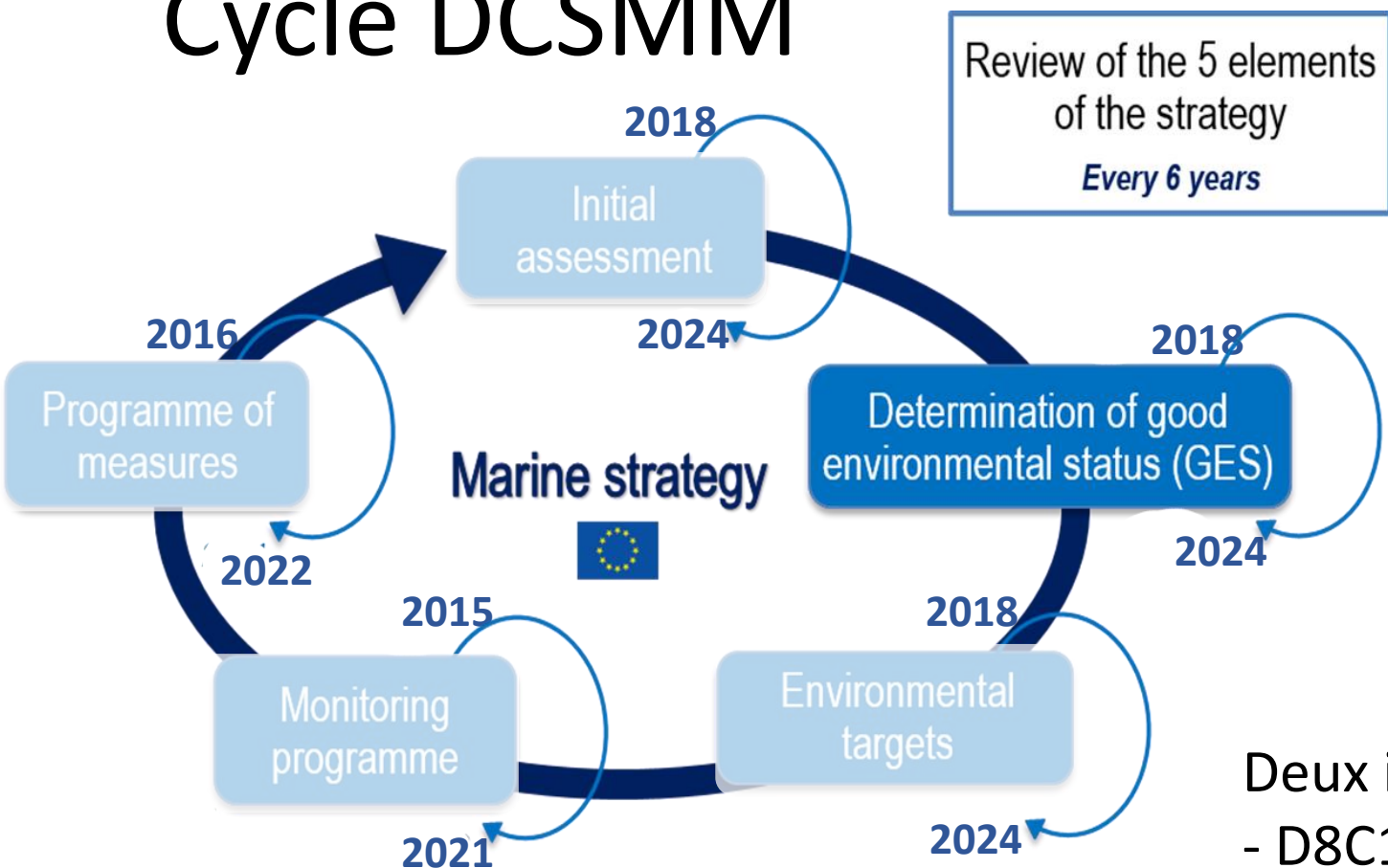
Cycle DCSMM



- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. Biological diversity
MNHN/AAMP | 7. Hydrographical conditions
SHOM |
| 2. Non-indigenous species
MNHN | 8. Contaminants
Ifremer |
| 3. Commercially exploited species
Ifremer | 9. Health issues
ANSES |
| 4. Marine food webs
CNRS INEE | 10. Marine litter
Ifremer |
| 5. Eutrophication
Ifremer | 11. Marine energy
SHOM |
| 6. Sea-floor integrity
BRGM | |
- Steering : Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB)
Coordination : DEB / Ifremer / AAMP



Cycle DCSMM



1. Biological diversity MNHN/AAMP	7. Hydrographical conditions SHOM
2. Non-indigenous species MNHN	8. Contaminants Ifremer
3. Commercially exploited species Ifremer	9. Health issues ANSES
4. Marine food webs CNRS INEE	10. Marine litter Ifremer
5. Eutrophication Ifremer	11. Marine energy SHOM
6. Sea-floor integrity BRGM	

Steering : Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB)
Coordination : DEB / Ifremer / AAMP

Deux indicateurs :

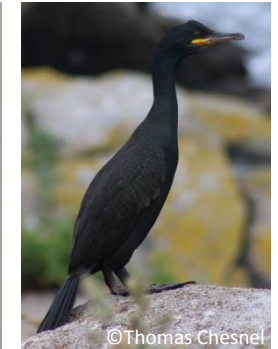
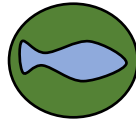
- D8C1 : Concentrations en contaminants
- D8C2 : Effets des contaminants

Indicateurs existants : bivalves et gastéropodes
→ manque d'informations pour les autres compartiments du réseau trophique



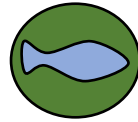
Stratégie - Espèces

Piscivores côtiers (sterne pierregarin, sterne caugèk, cormoran huppé)



Stratégie - Espèces

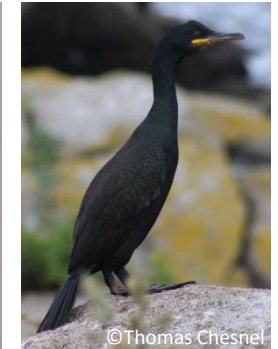
Piscivores côtiers (sterne pierregarin, sterne caugek, cormoran huppé)



©Loup Carrière



©Franck Péricat

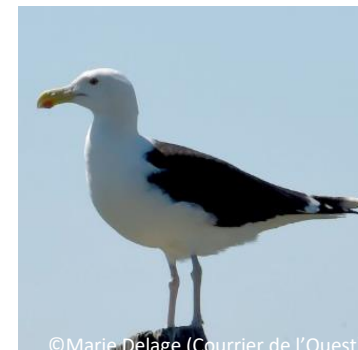


©Thomas Chesnel

Généralistes côtiers (goélands brun, marin, leucophée et argenté)



©Thomas Chesnel



©Marie Delage (Courrier de l'Ouest)



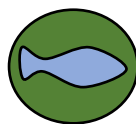
©Alexandre Voz



©Loup Carrière

Stratégie - Espèces

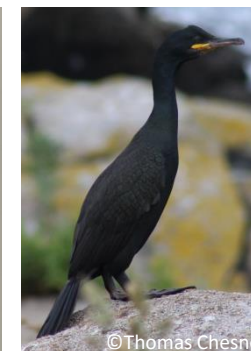
Piscivores côtiers (sterne pierregarin, sterne caugek, cormoran huppé)



©Loup Carrière



©Franck Péricat



©Thomas Chesnel

Généralistes côtiers (goélands brun, marin, leucophée et argenté)



©Thomas Chesnel



©Marie Delage (Courrier de l'Ouest)

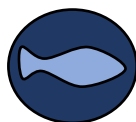


©Alexandre Voz



©Loup Carrière

Piscivores hauturiers (mouette tridactyle, puffin de Scopoli, fou de Bassan)



J.P. Siblot



©Robert Balestra



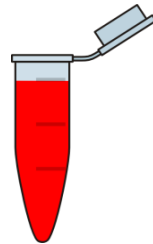
©Yann Planque



Stratégie - Echantillons



Plumes

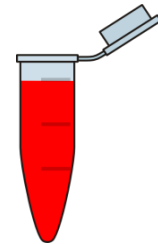


Sang

Stratégie - Echantillons



Plumes



Sang

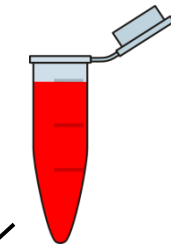


Hg + isotopes
stables

Stratégie - Echantillons



Plumes



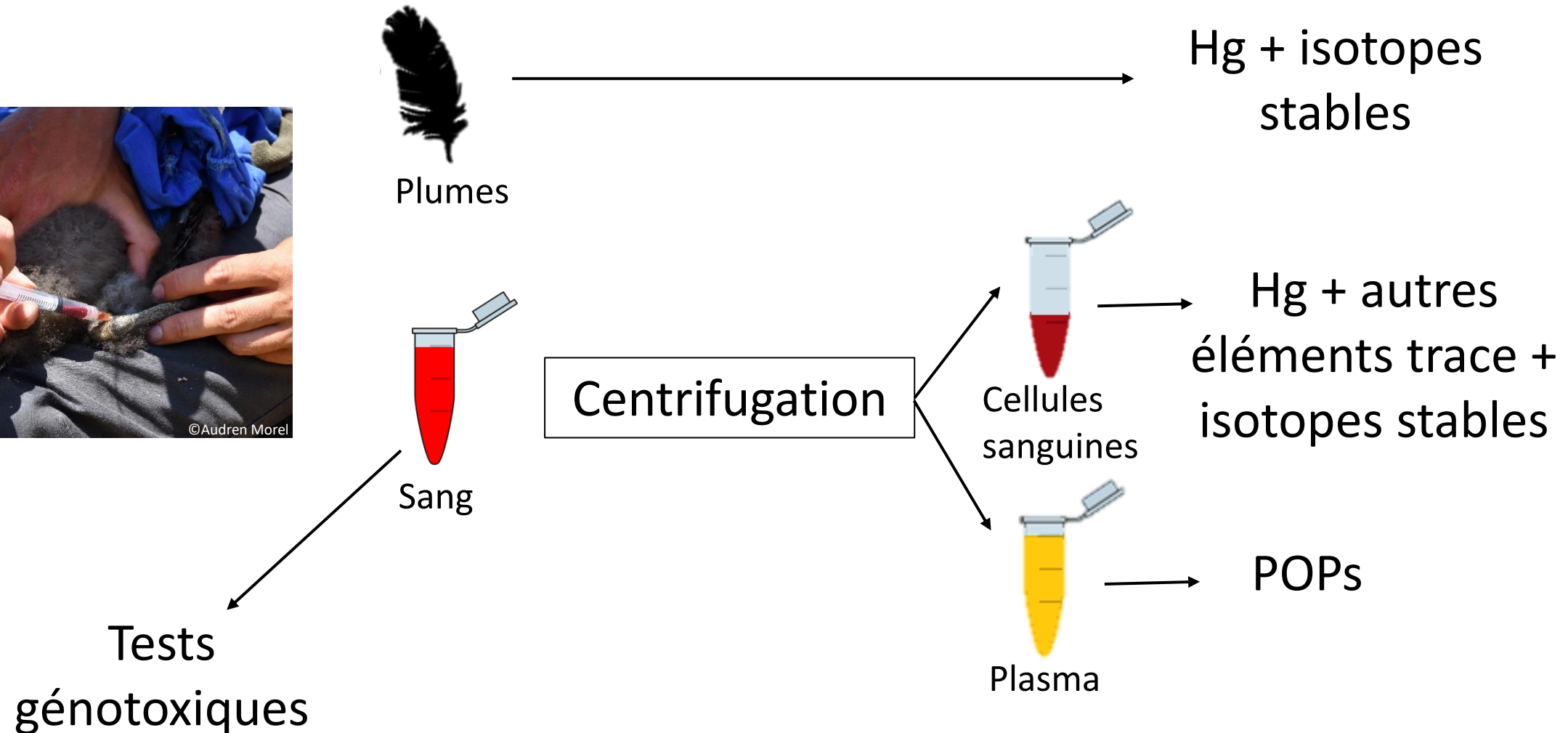
Sang



Hg + isotopes stables

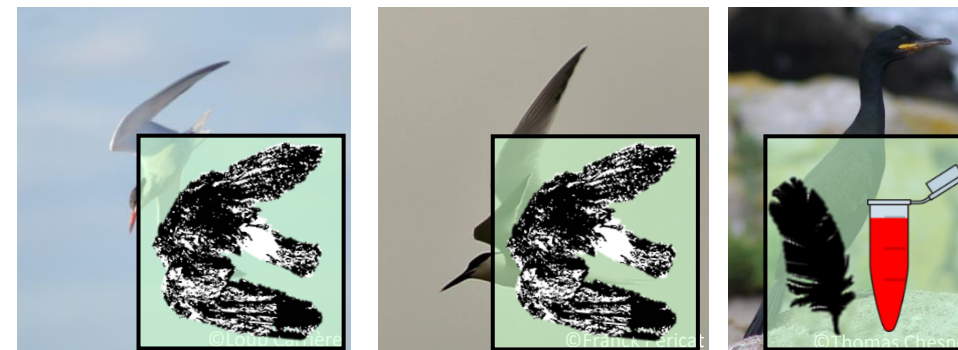
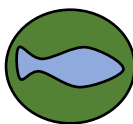
Tests
génotoxiques

Stratégie - Echantillons

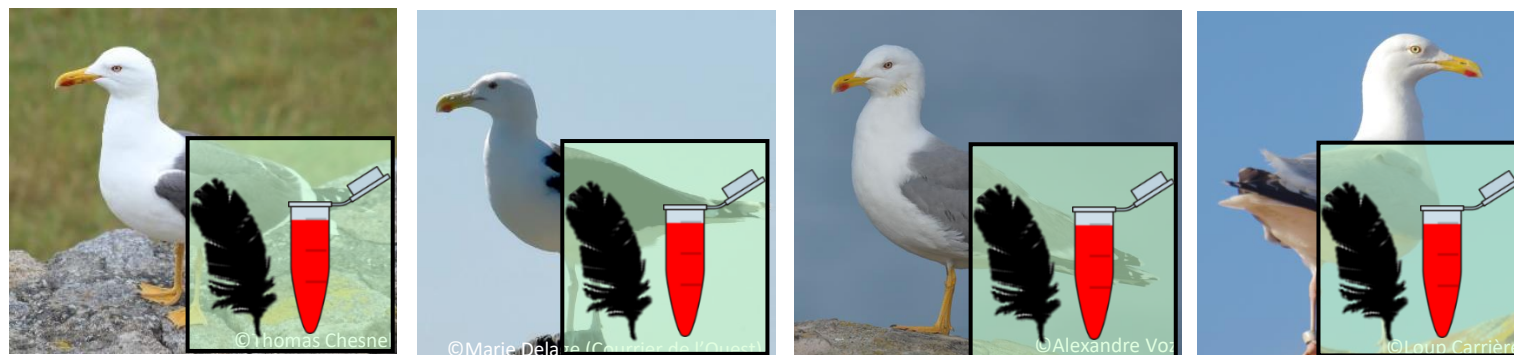


Stratégie - Espèces

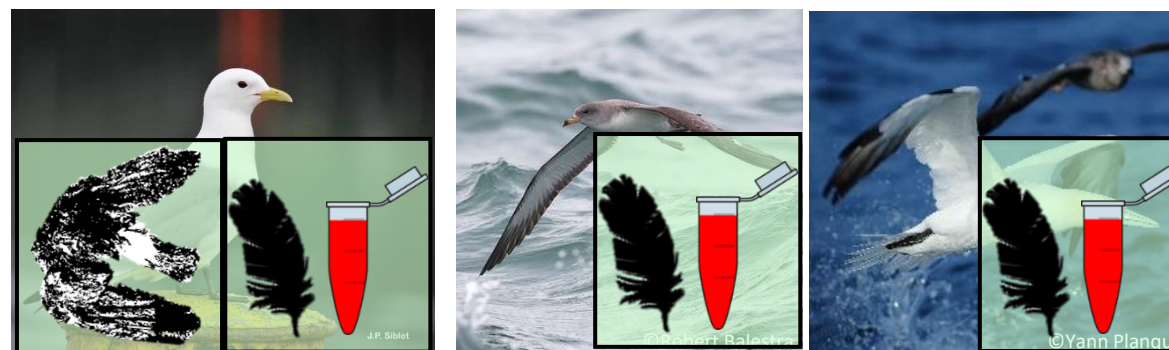
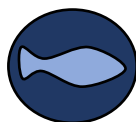
Piscivores côtiers (sterne pierregarin, sterne caugek, cormoran huppé)



Généralistes côtiers (goélands brun, marin, leucophée et argenté)



Piscivores hauturiers (mouette tridactyle, puffin de Scopoli, fou de Bassan)



Stratégie – Contaminants et biomarqueurs

Éléments traces (Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, V et Zn)

Tableau périodique des éléments chimiques

Le tableau périodique des éléments chimiques est présenté avec les éléments traces suivants mis en évidence par des rectangles rouges :

- 23 V (Vanadium)
- 24 Cr (Chrome)
- 25 Mn (Manganèse)
- 26 Fe (Fer)
- 27 Co (Cobalt)
- 28 Ni (Nickel)
- 29 Cu (Cuivre)
- 30 Zn (Zinc)
- 47 Ag (Argent)
- 48 Cd (Cadmium)
- 80 Hg (Mercure)
- 82 Pb (Plomb)
- 33 As (Arsenic)
- 34 Se (Sélénium)

Le tableau inclut également des légendes pour les groupes d'éléments (Alcalins, Alcalino-terreux, etc.) et des informations de base sur les éléments (numéro atomique, symbole chimique, etc.).

Stratégie – Contaminants et biomarqueurs

Éléments traces (Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, V et Zn)

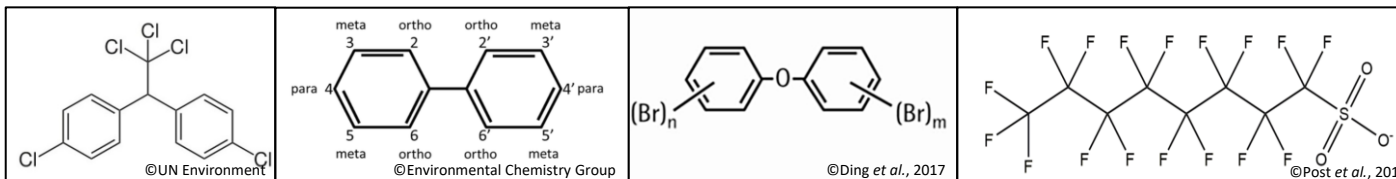
Tableau périodique des éléments chimiques

Le tableau périodique des éléments chimiques est présenté, avec les éléments traces suivants mis en évidence par des rectangles rouges :

- V (Vanadium)
- Cr (Chrome)
- Mn (Manganèse)
- Fe (Fer)
- Co (Cobalt)
- Ni (Nickel)
- Cu (Cuivre)
- Zn (Zinc)
- Ag (Argent)
- Cd (Cadmium)
- Hg (Mercure)
- Pb (Plomb)
- As (Arsenic)
- Se (Sélénium)

©Scaler, MichkaB

POPs (DDT, PCBs, PBDEs, PFASs)



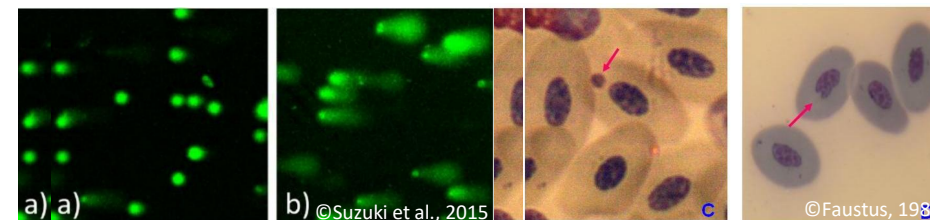
Stratégie – Contaminants et biomarqueurs

Éléments traces (Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, V et Zn)

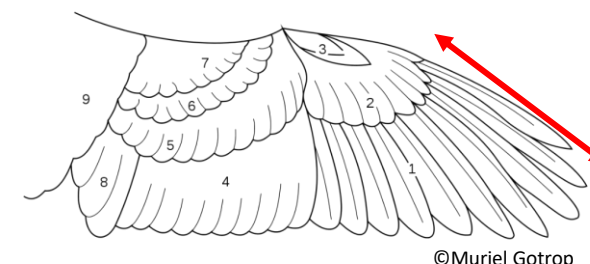
Tableau périodique des éléments chimiques

©Scaler, Michka8

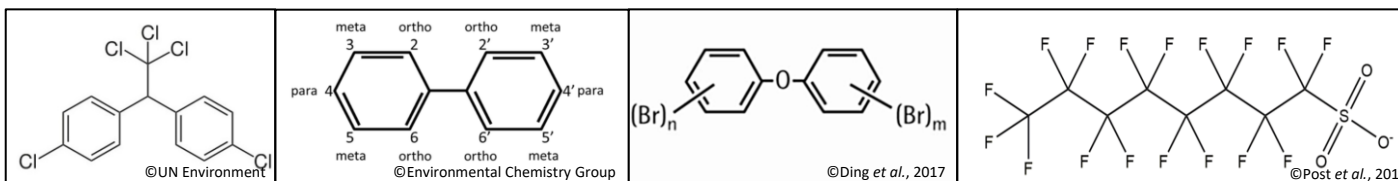
Tests génotoxiques (comètes, micronoyaux)




Biométries (asymétrie)

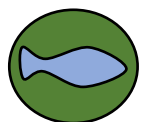


POPs (DDT, PCBs, PBDEs, PFASs)

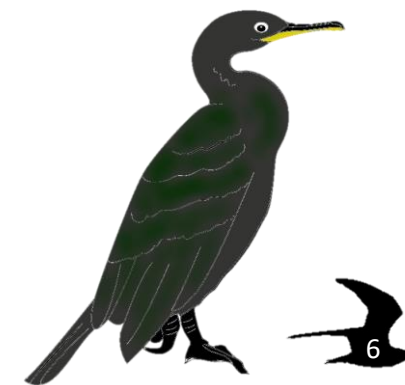
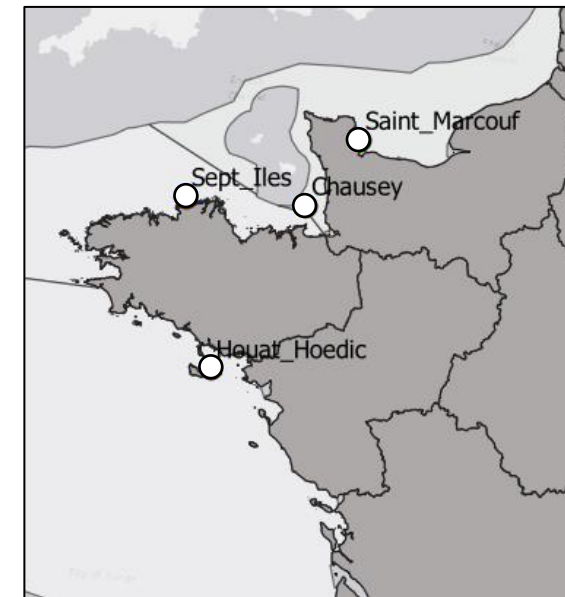
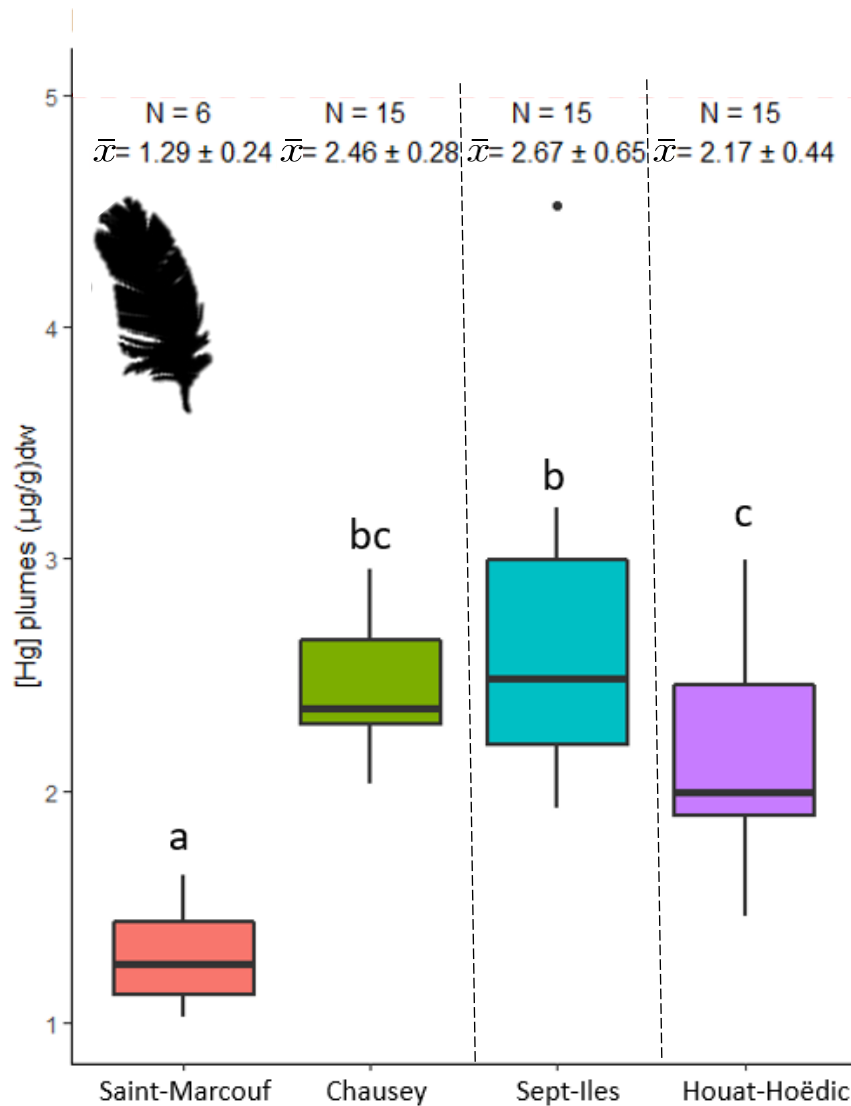


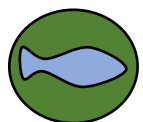
A photograph of two seabirds, likely boobies, flying over a blue ocean. The bird in the foreground is in full flight, showing its white body and dark wings. The second bird is visible in the background, also in flight. The text 'Contamination des oiseaux au mercure' is overlaid on the right side of the image.

Contamination
des oiseaux au
mercure

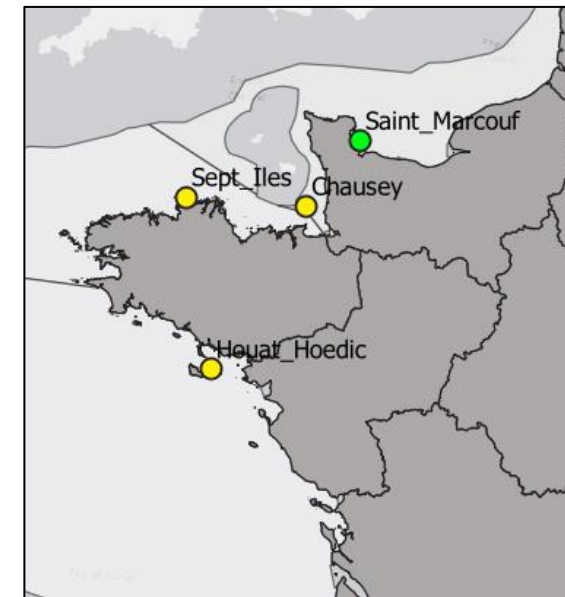
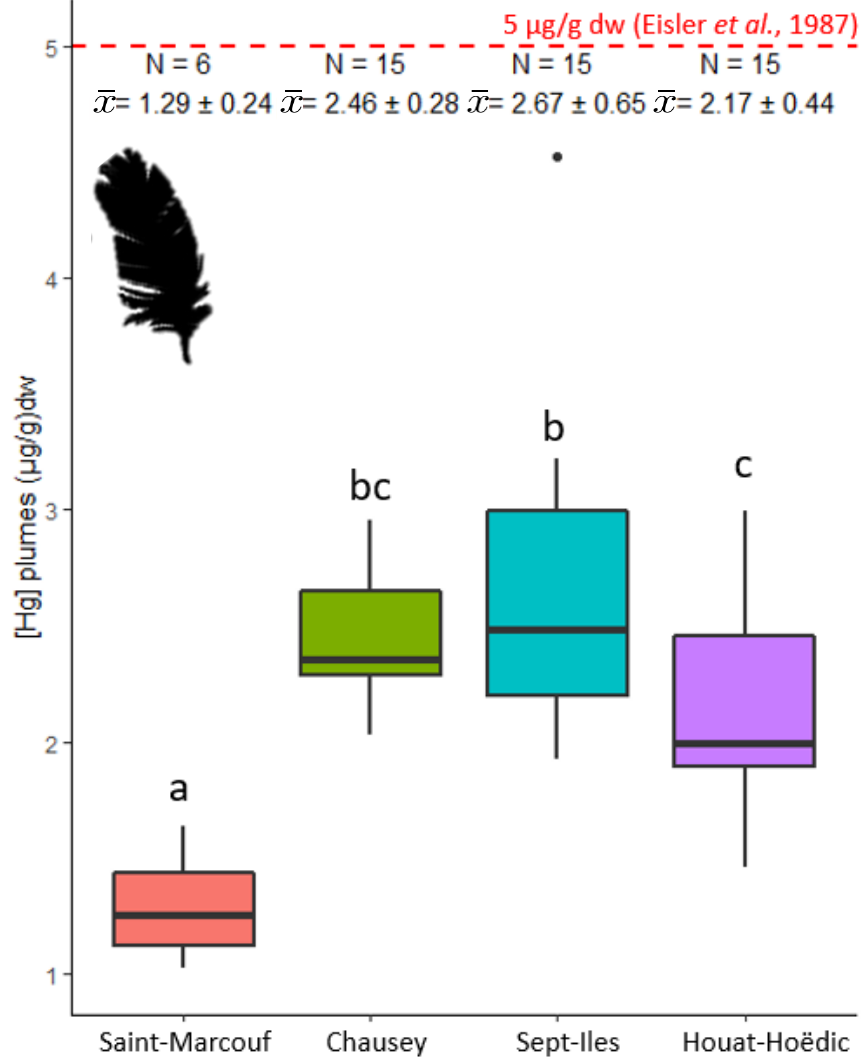


Cormoran huppé

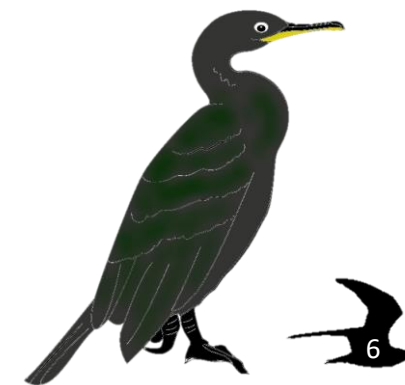


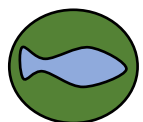


Cormoran huppé

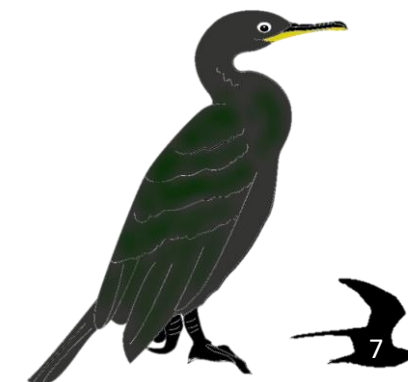
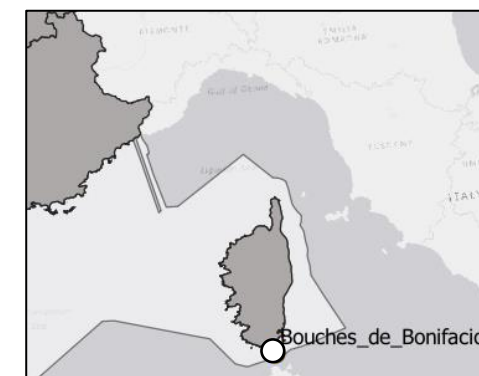
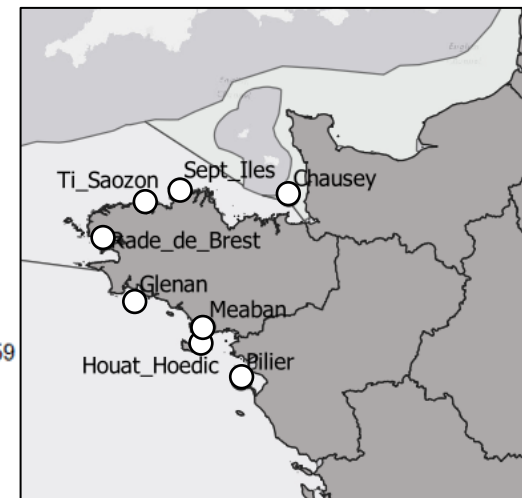
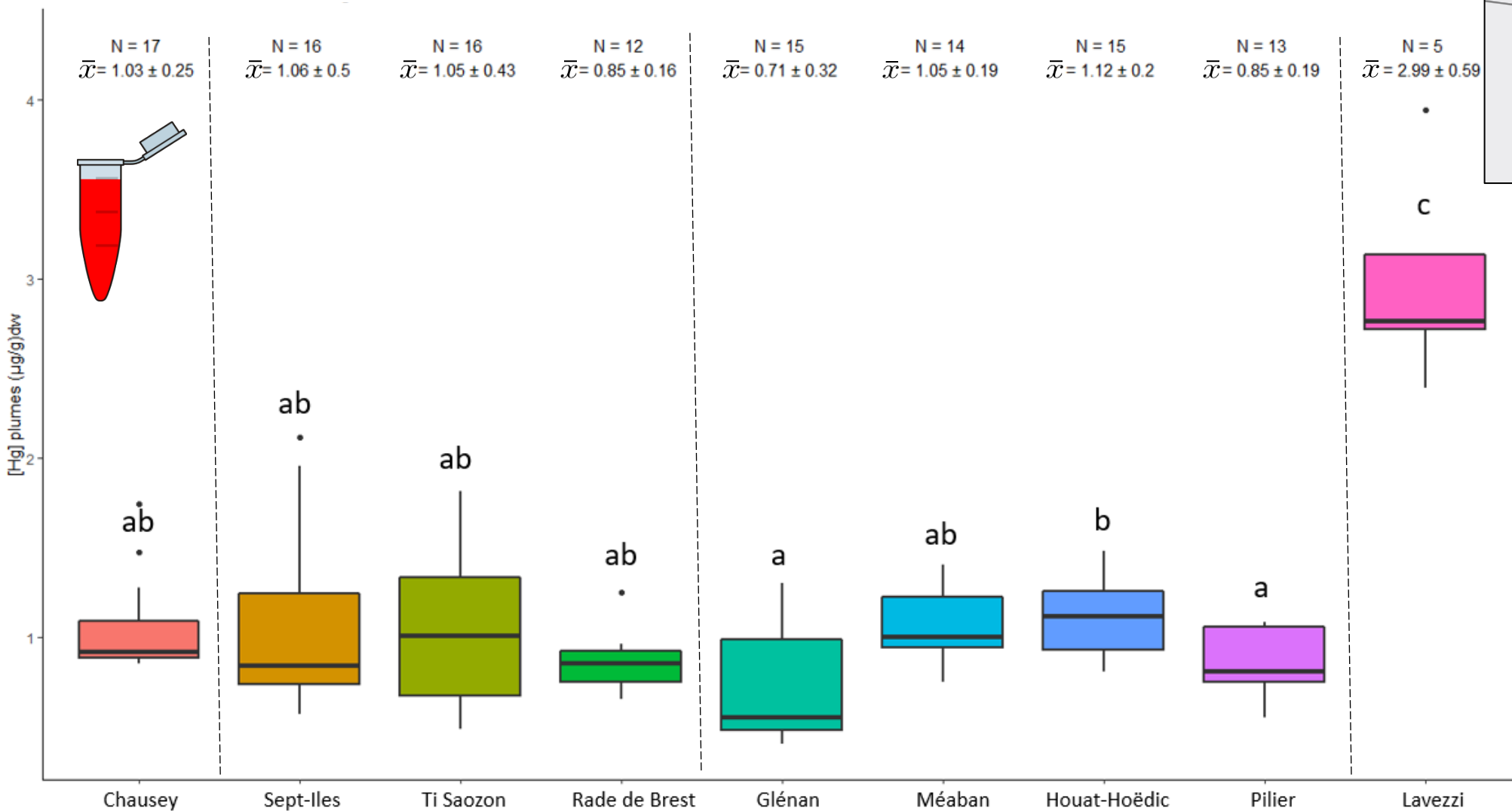


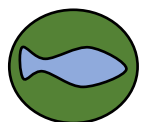
- No Risk
- Low Risk
- Moderate Risk



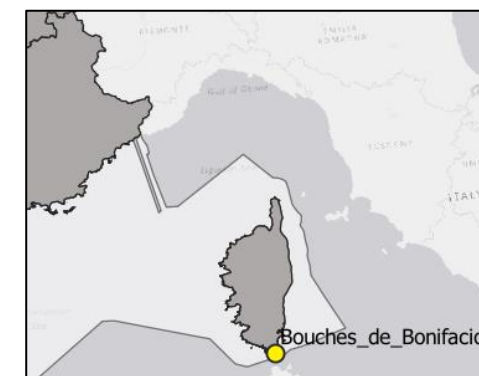
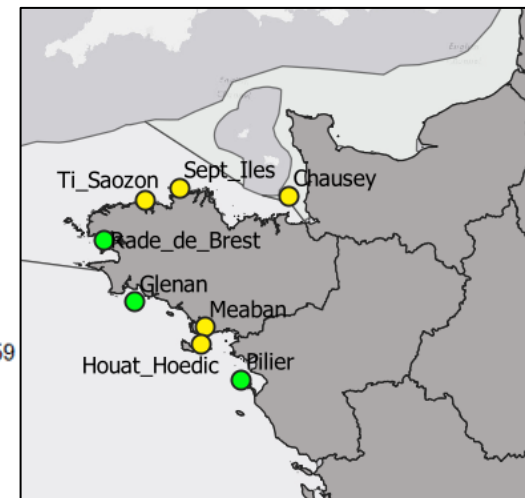
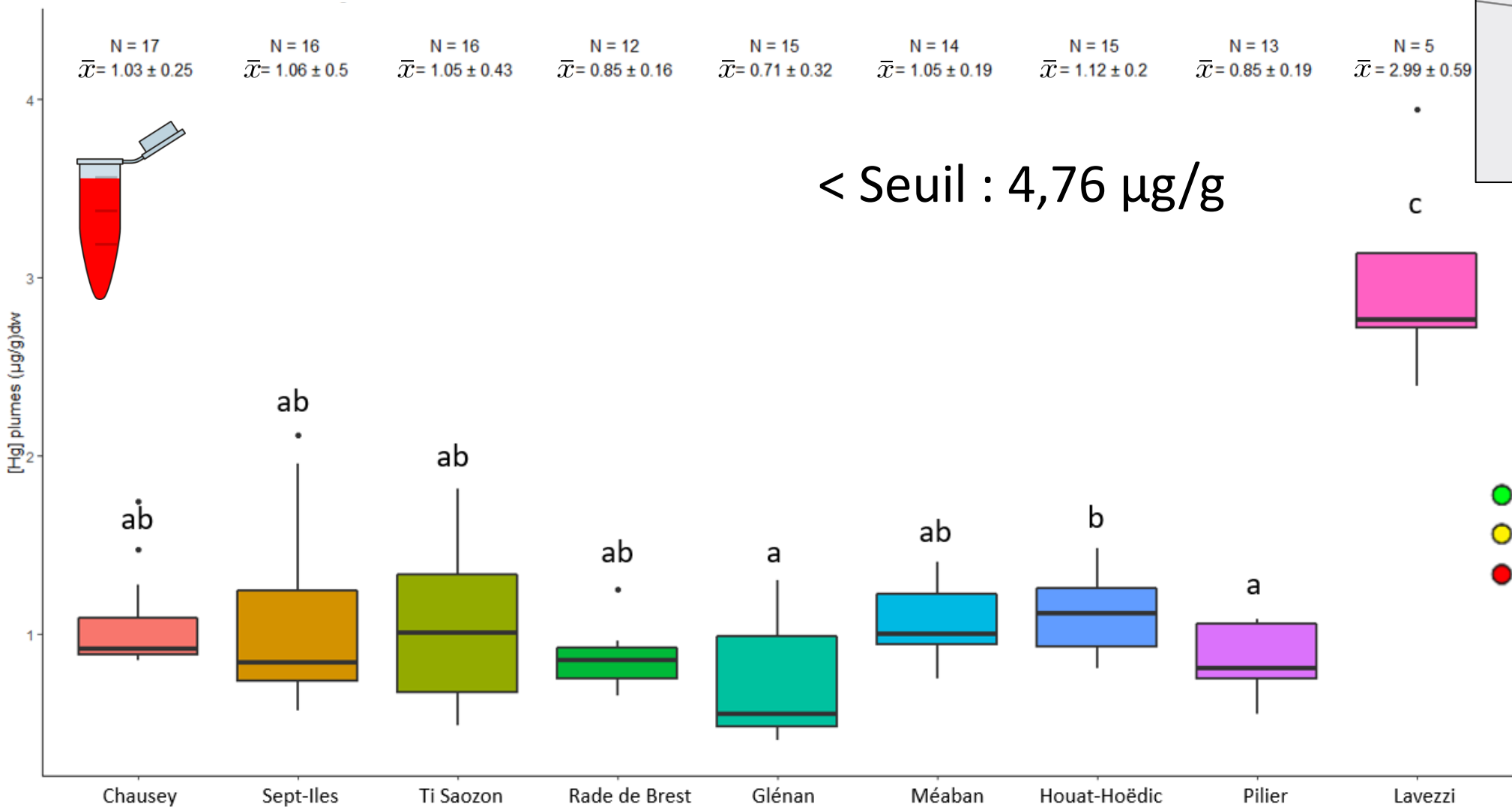


Cormoran huppé





Cormoran huppé

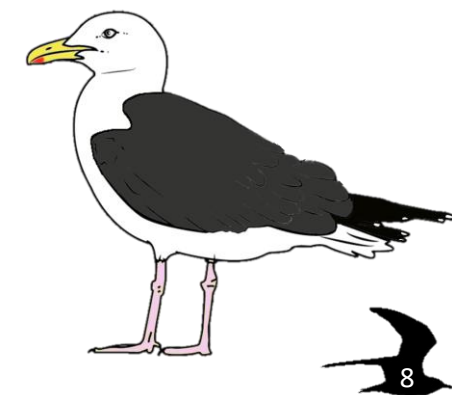
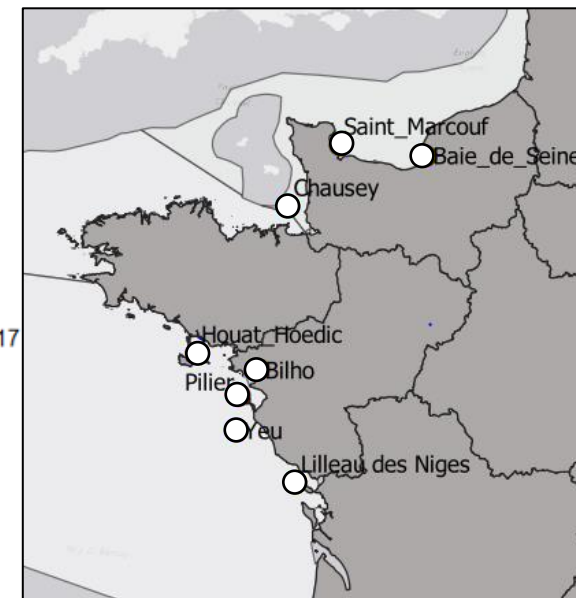
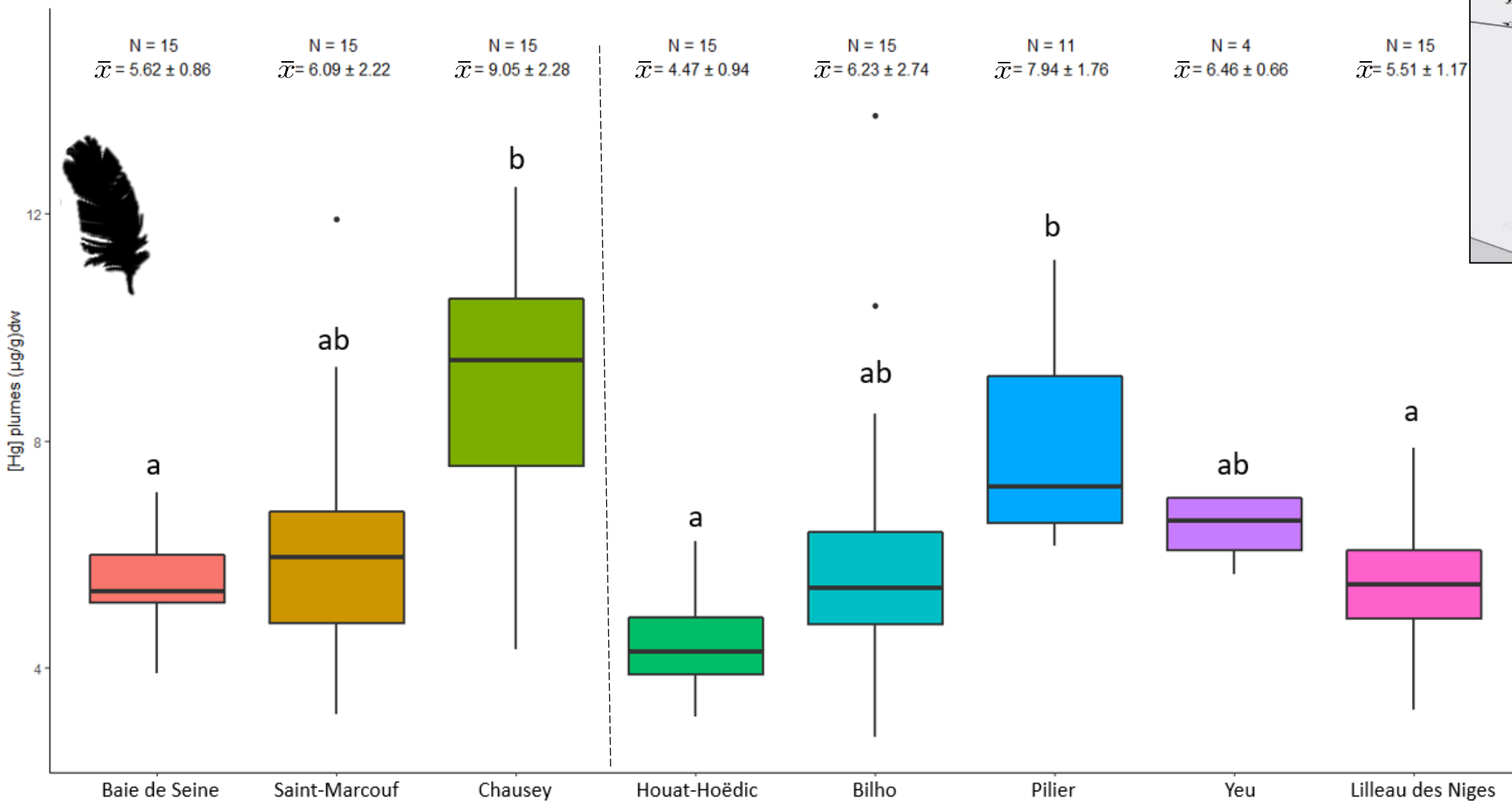


- No Risk
- Low Risk
- Moderate Risk



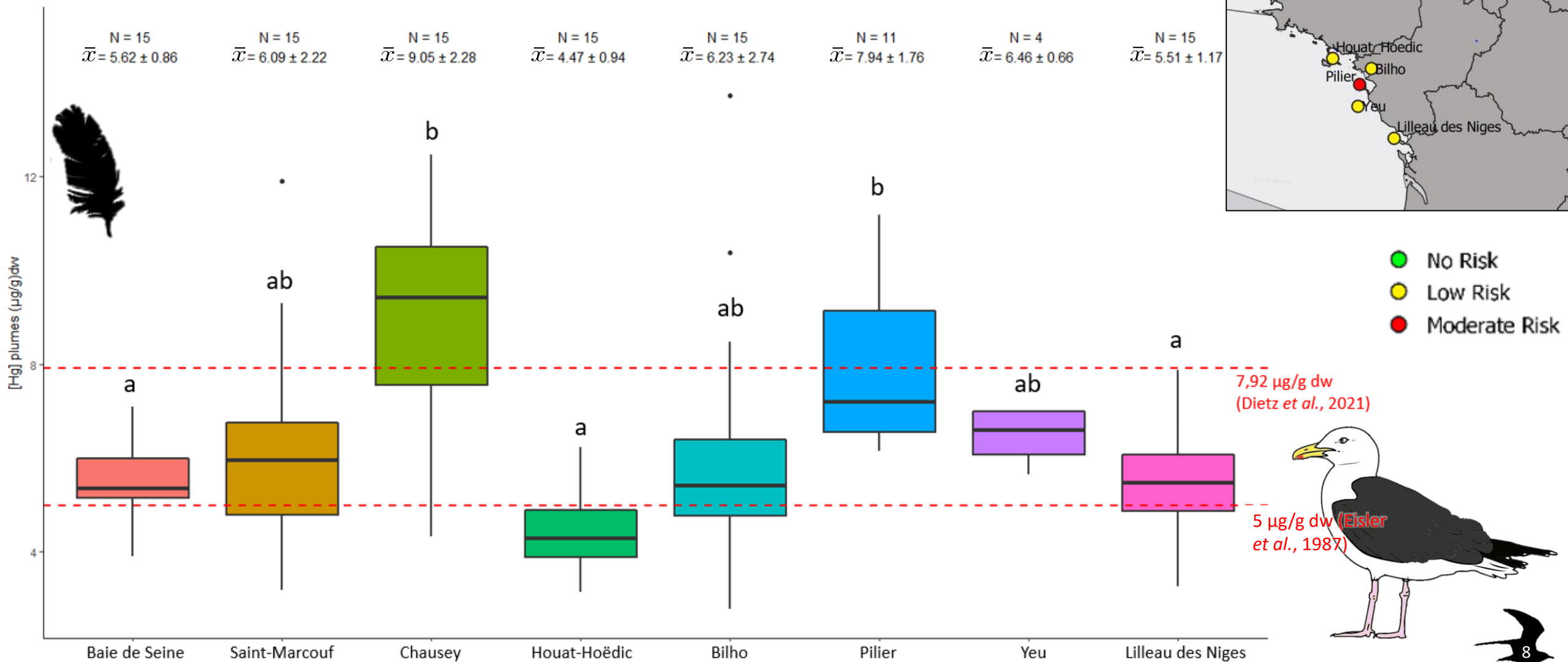


Goéland marin



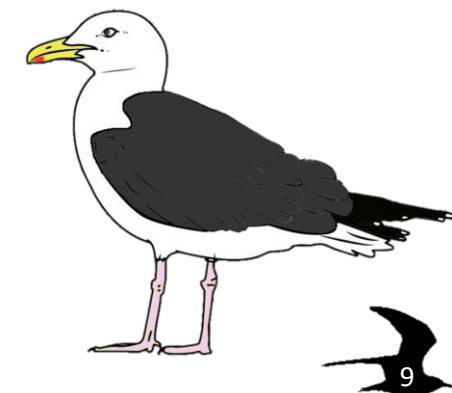
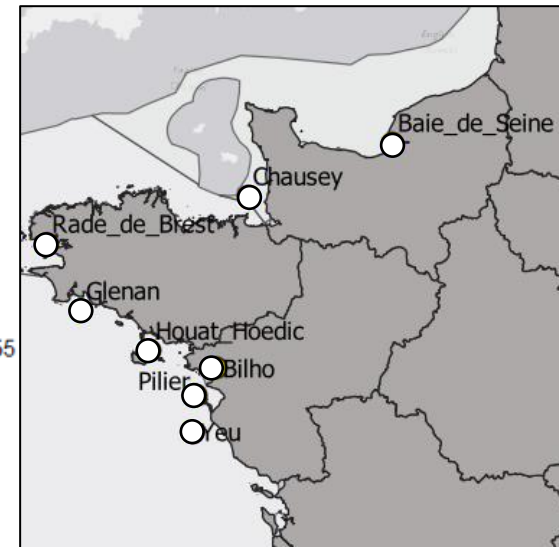
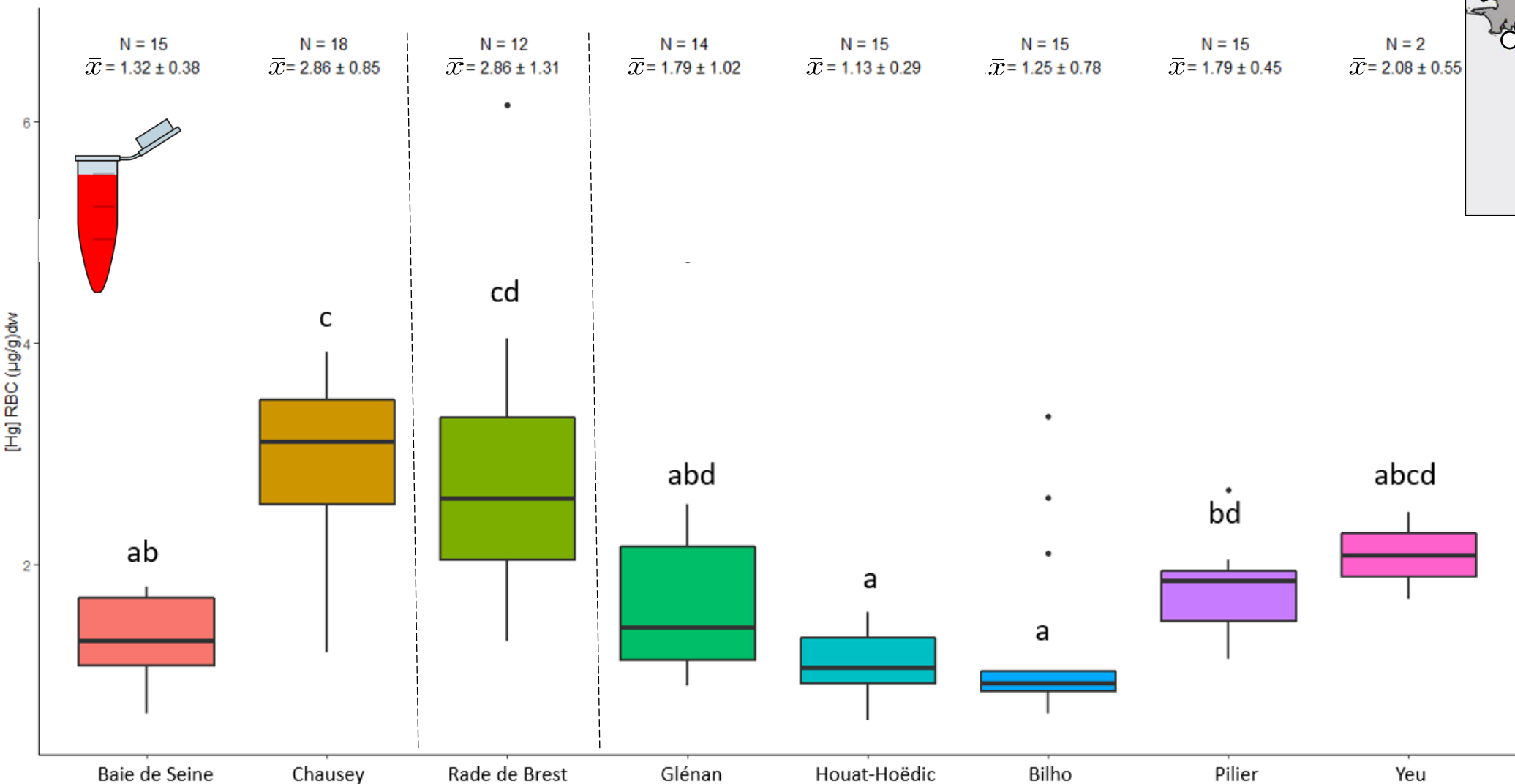


Goéland marin



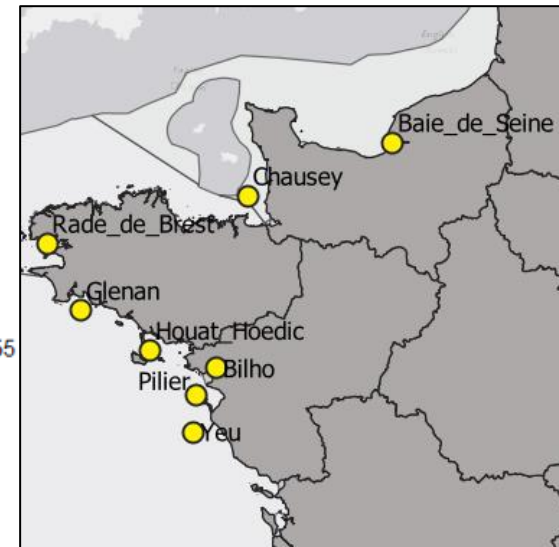
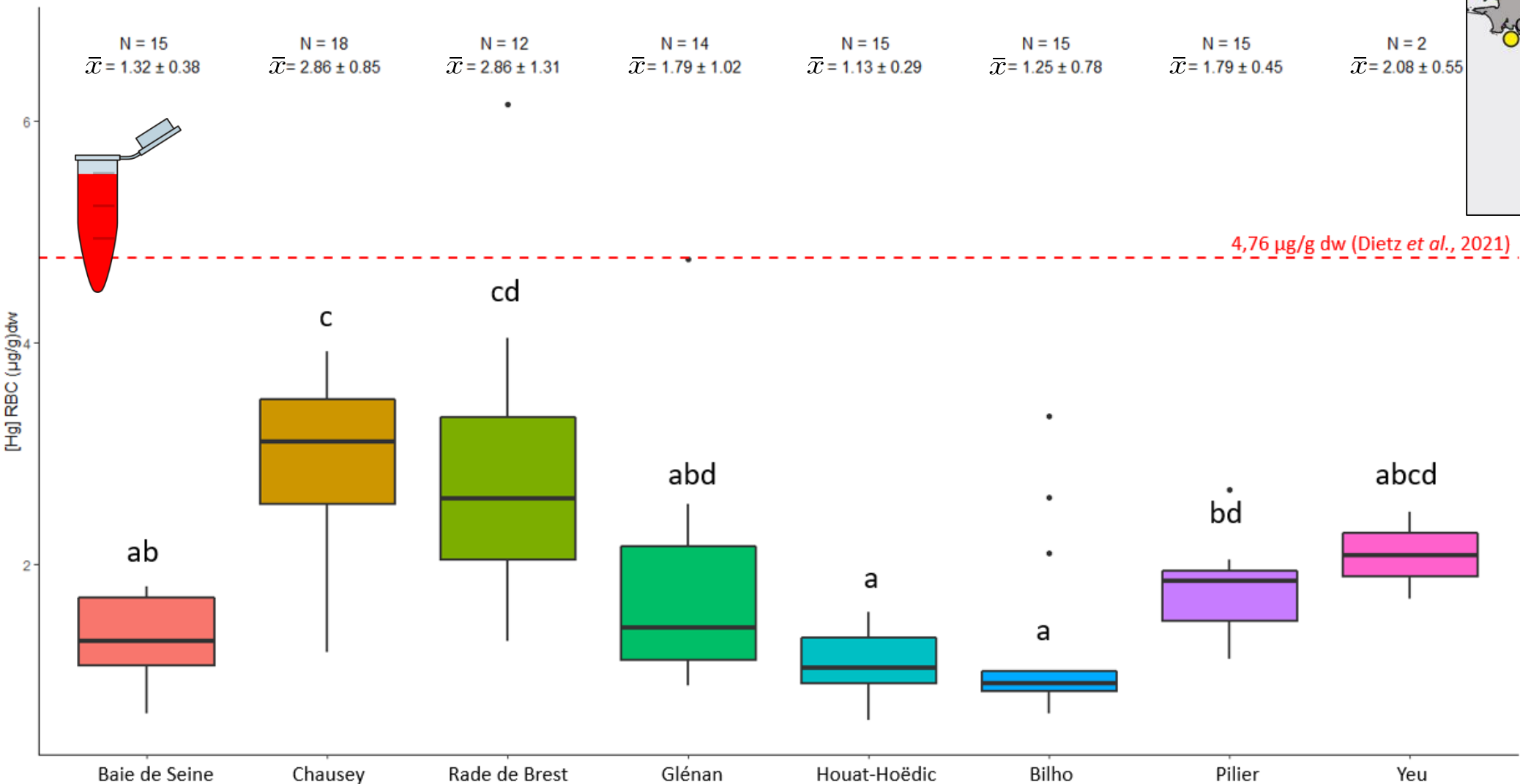


Goéland marin

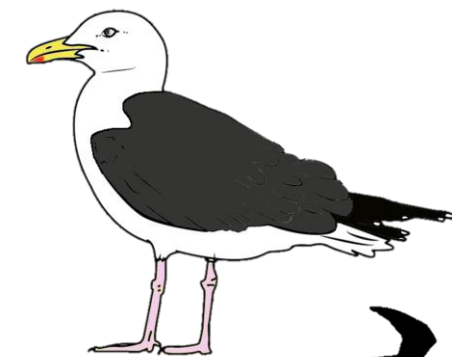




Goéland marin

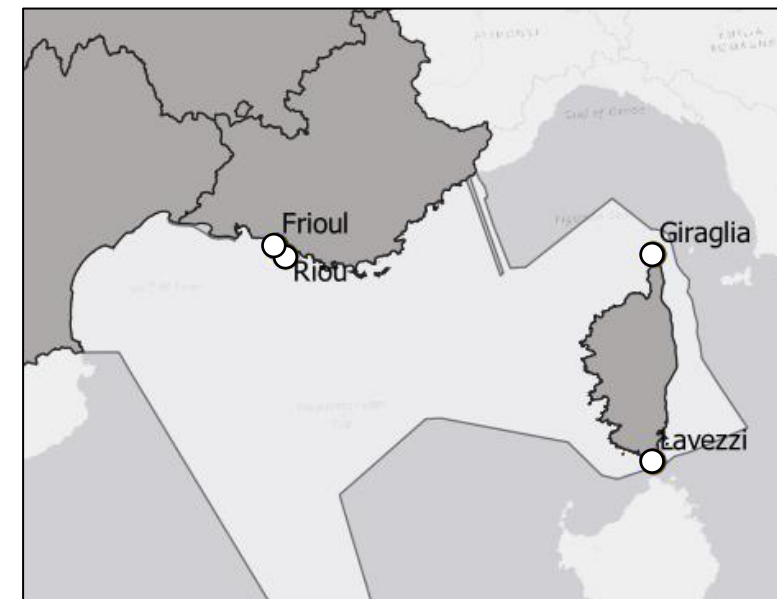
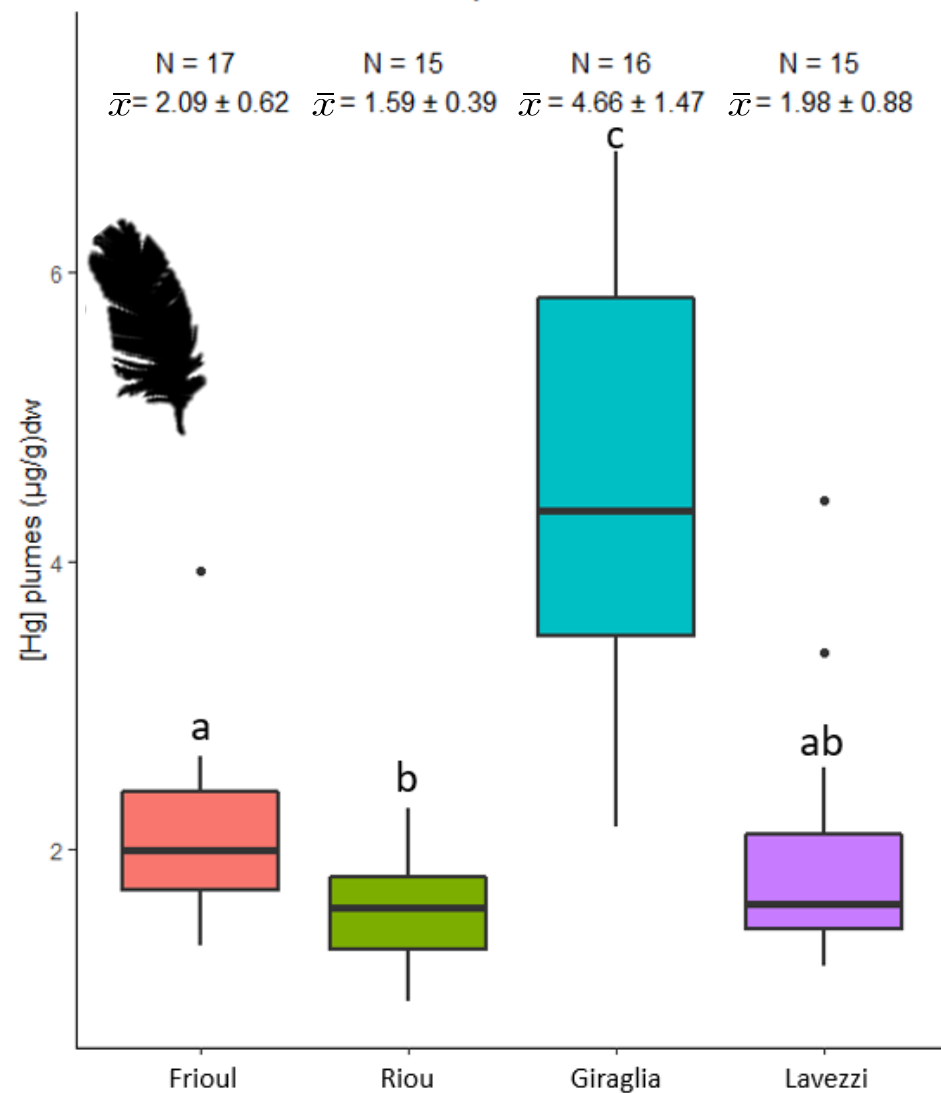


- No Risk
- Low Risk
- Moderate Risk



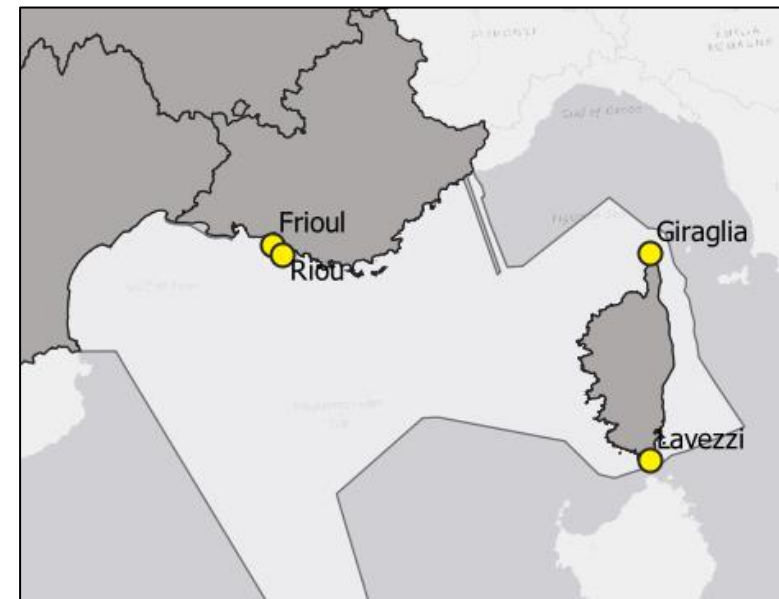
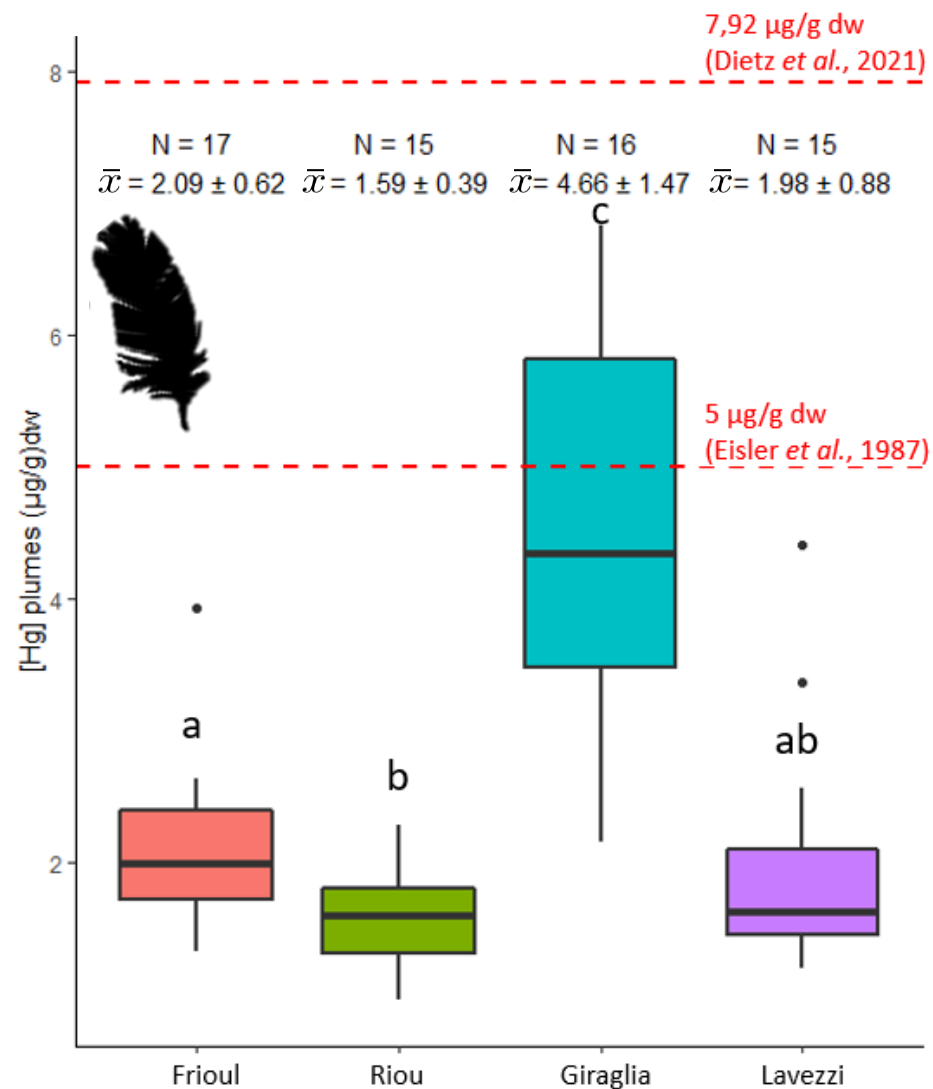


Puffin de Scopoli





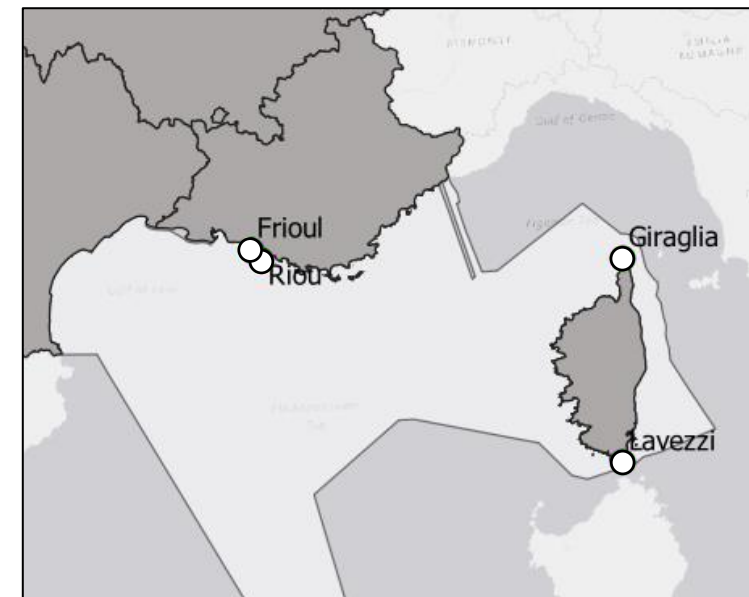
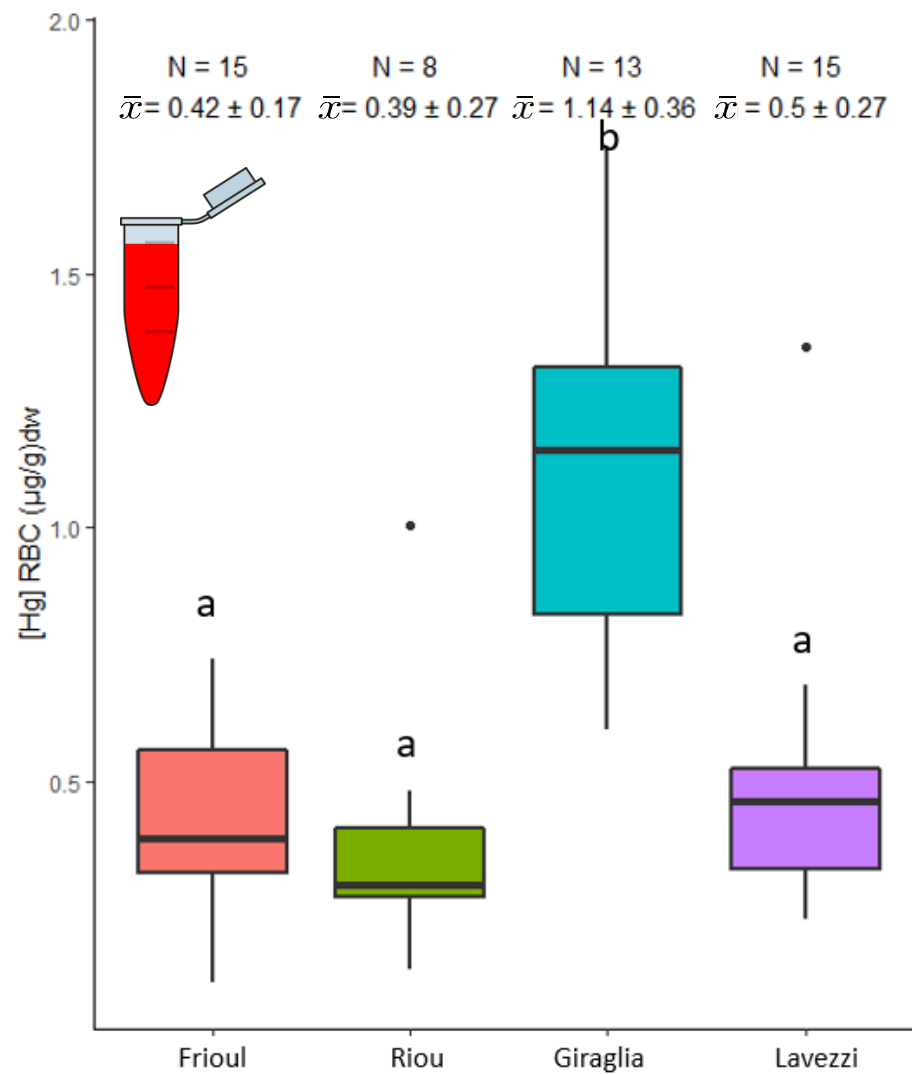
Puffin de Scopoli

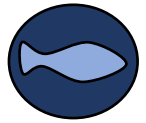


- No Risk
- Low Risk
- Moderate Risk

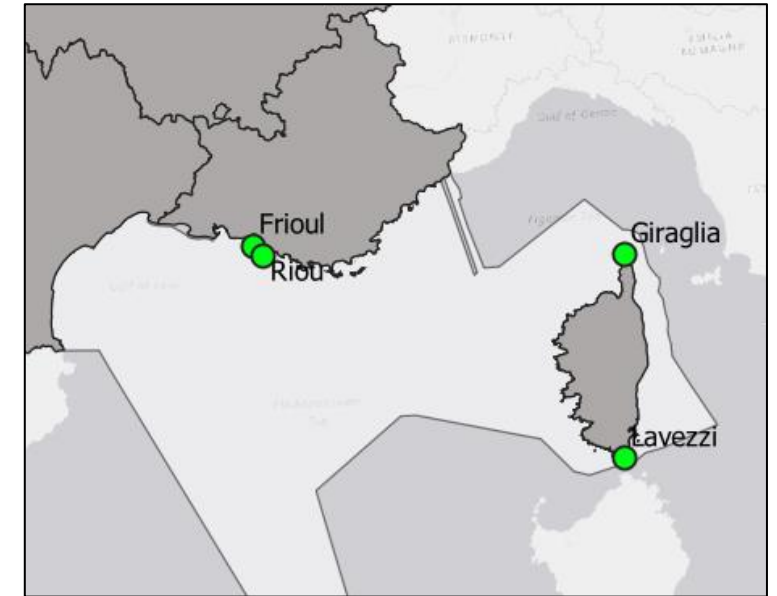
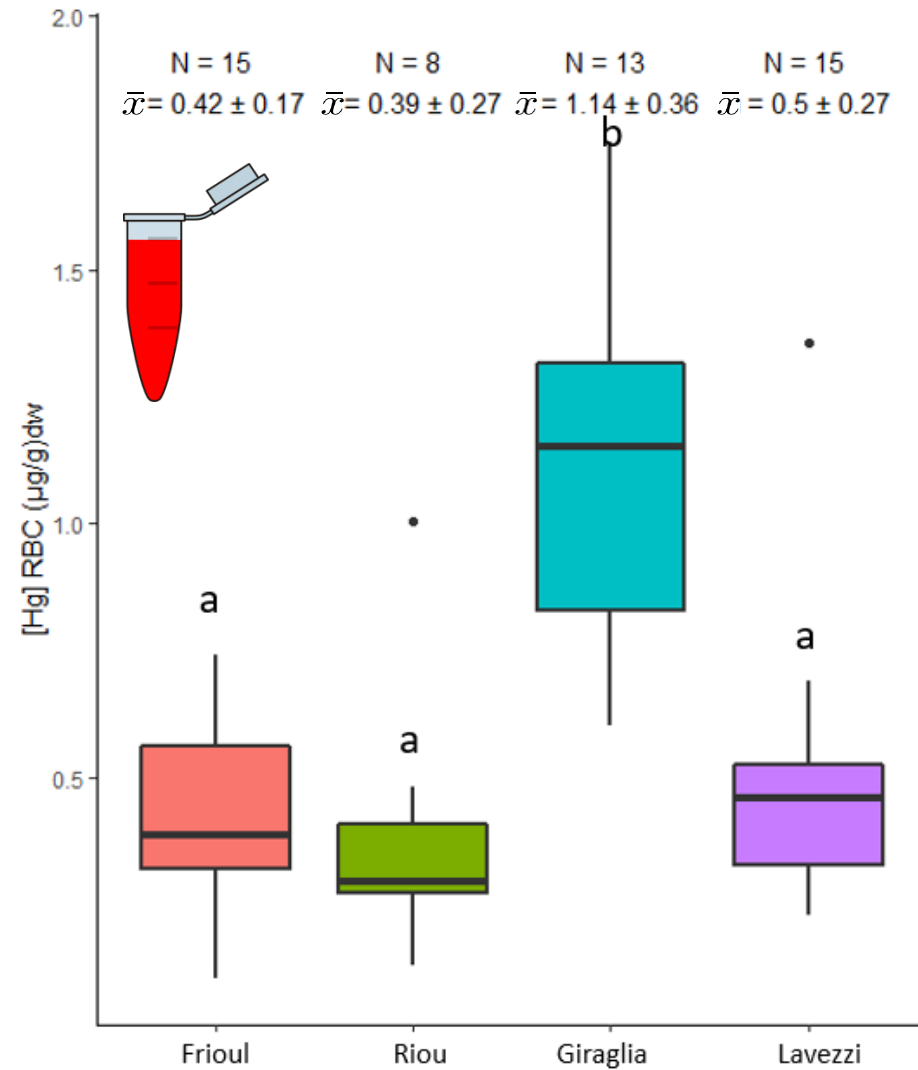


Puffin de Scopoli





Puffin de Scopoli

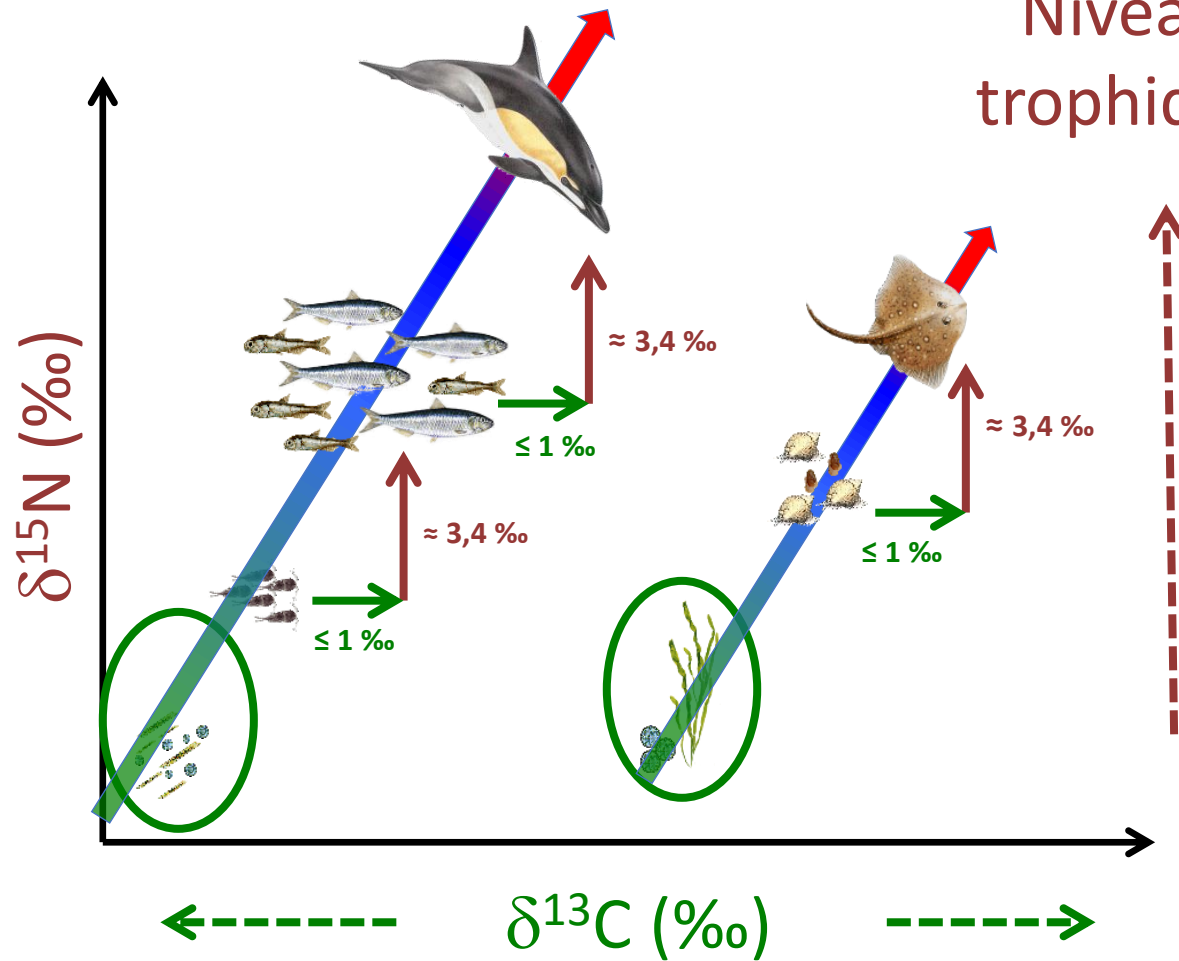


- No Risk
- Low Risk
- Moderate Risk

< Seuil : 4,76 µg/g

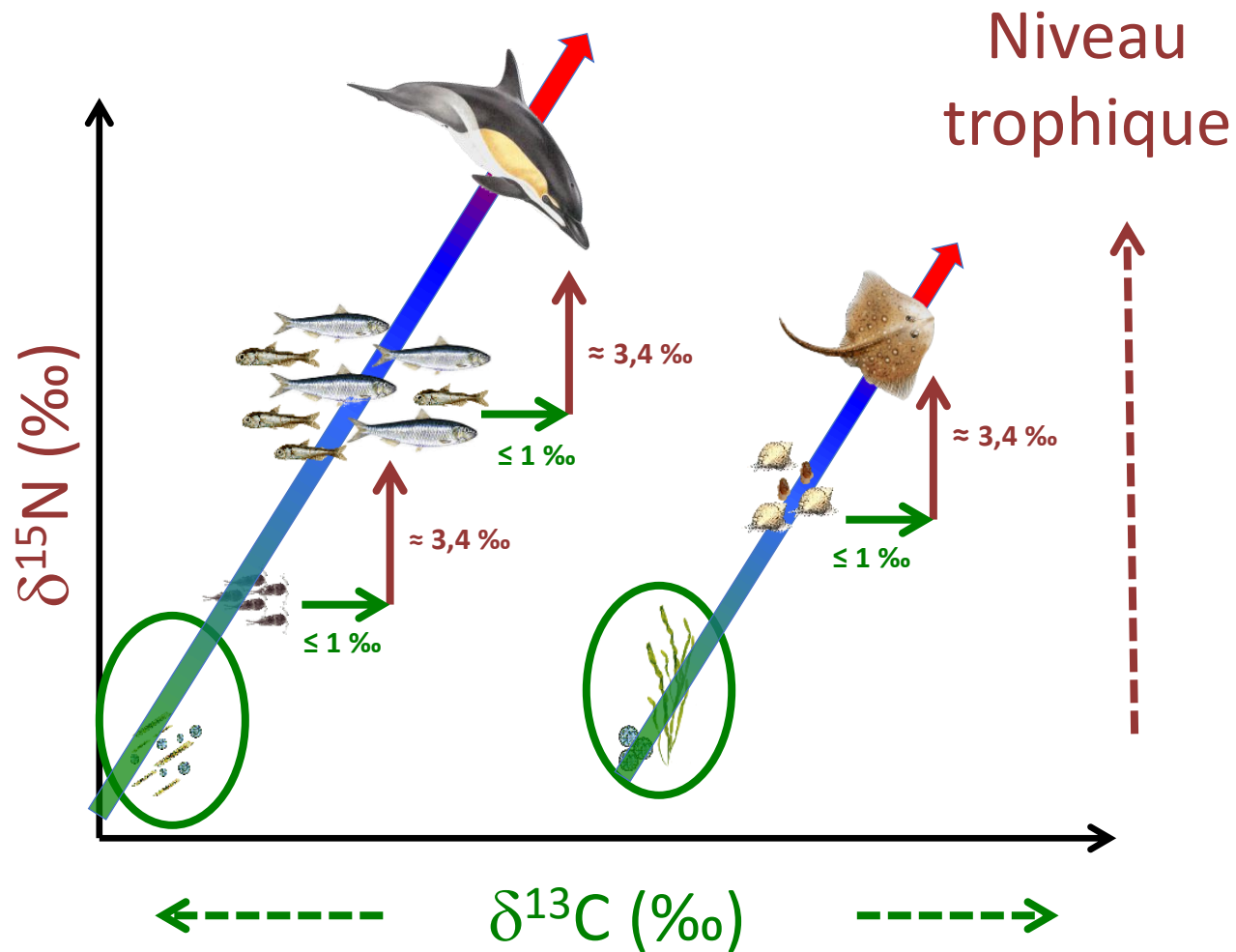
Influence de l'écologie trophique





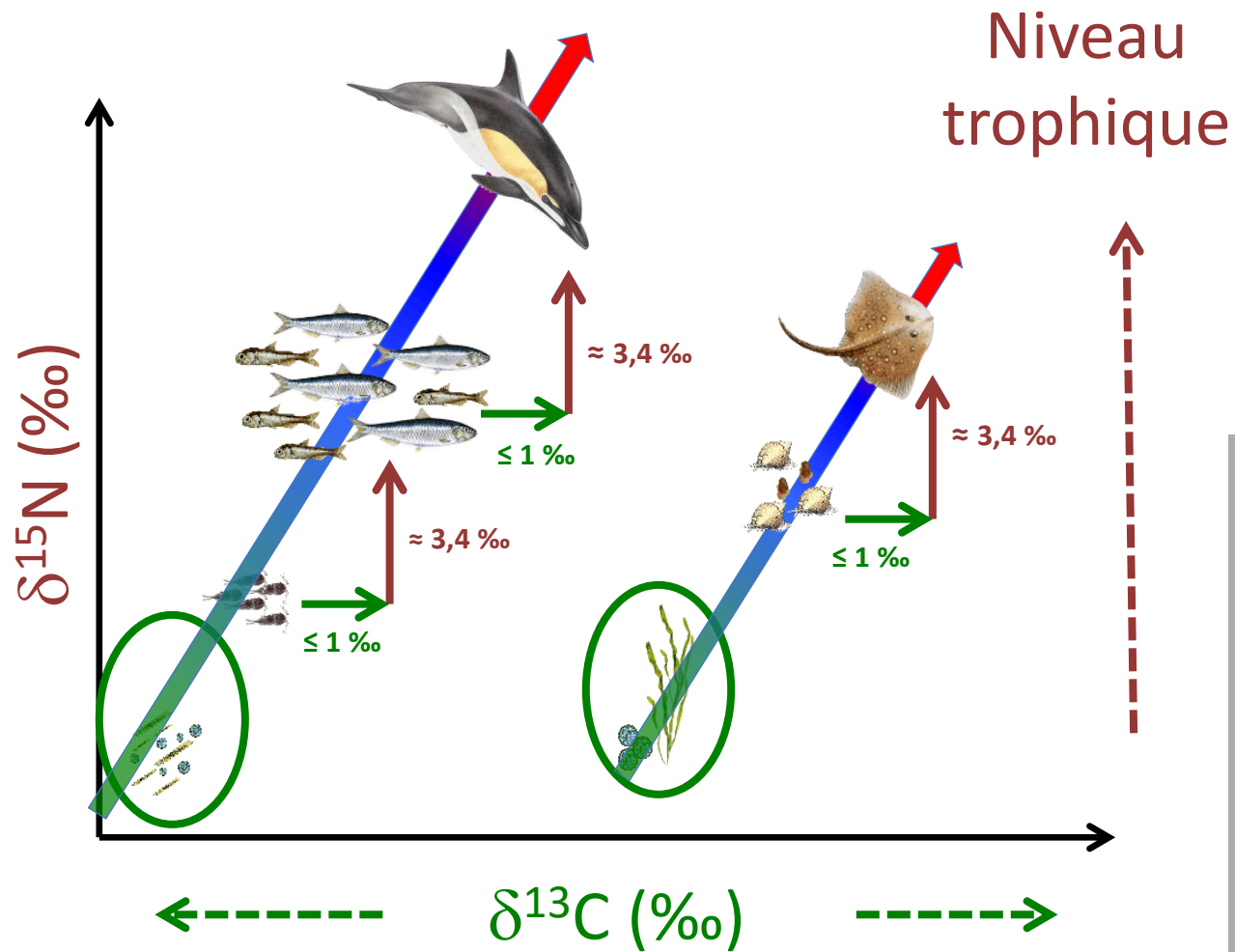
Niveau
trophique

Contamination influencée par régime alimentaire → isotopes stables



Contamination influencée par régime alimentaire → isotopes stables

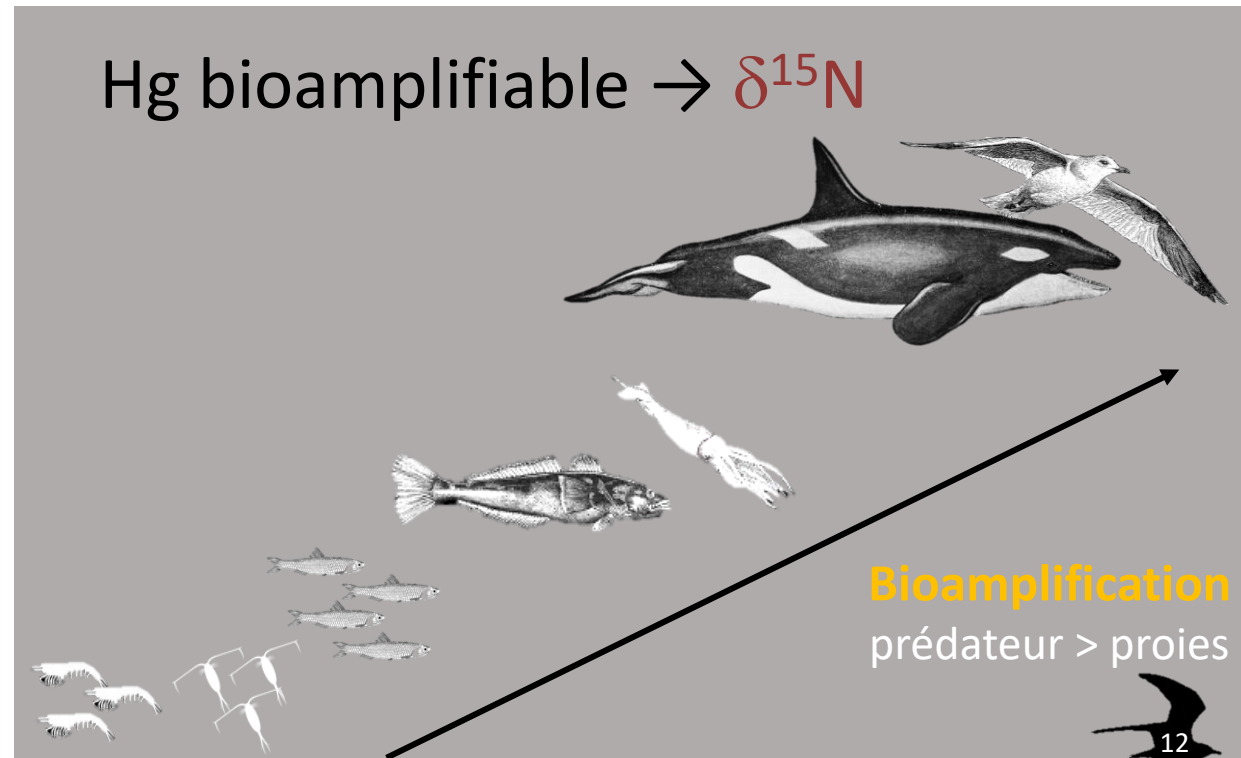
Hg présent en milieu marin → $\delta^{13}\text{C}$



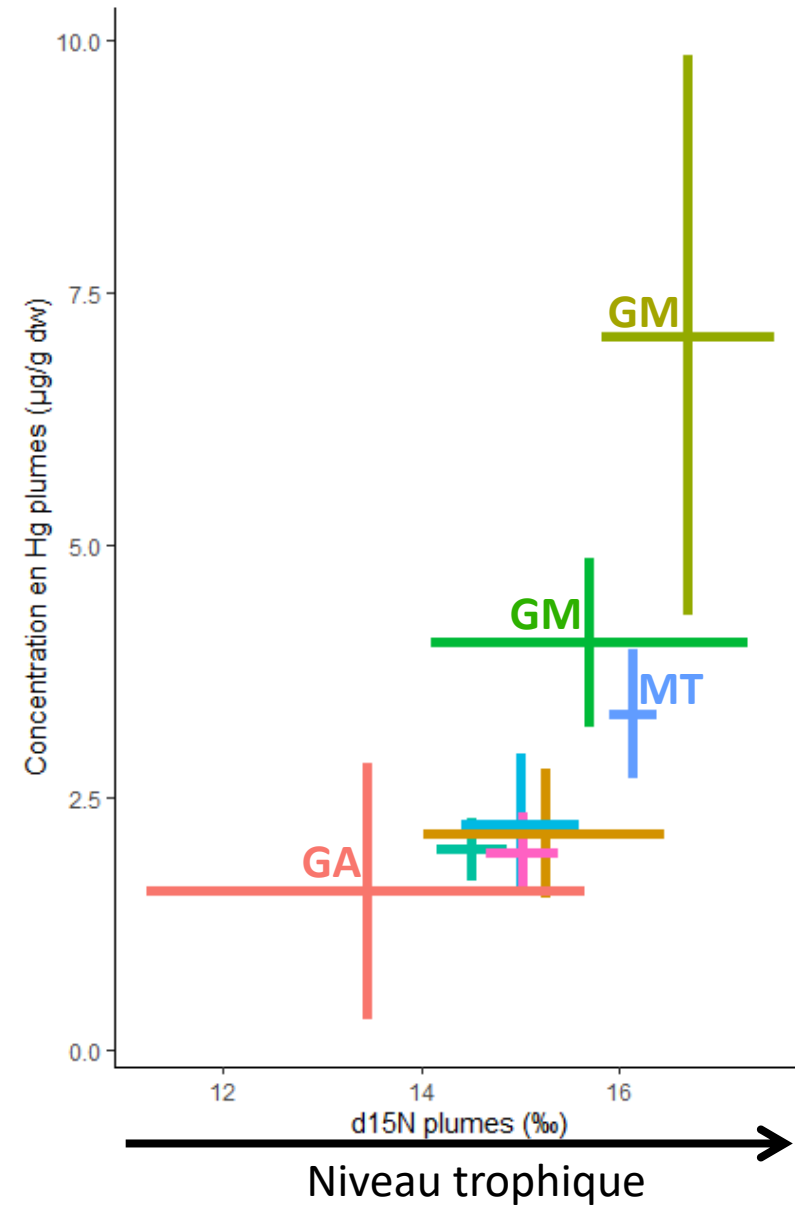
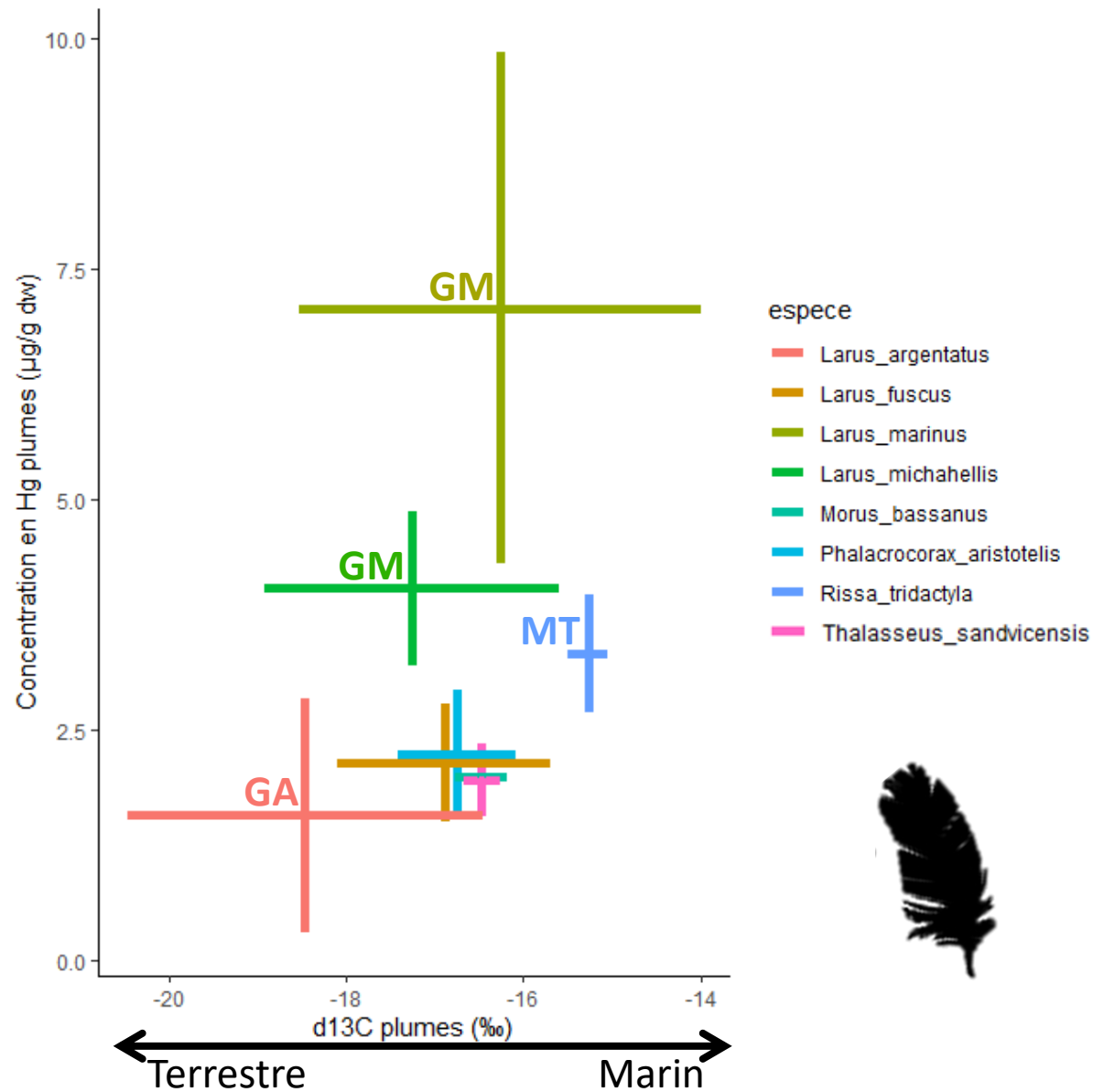
Contamination influencée par régime alimentaire → isotopes stables

Hg présent en milieu marin → $\delta^{13}\text{C}$

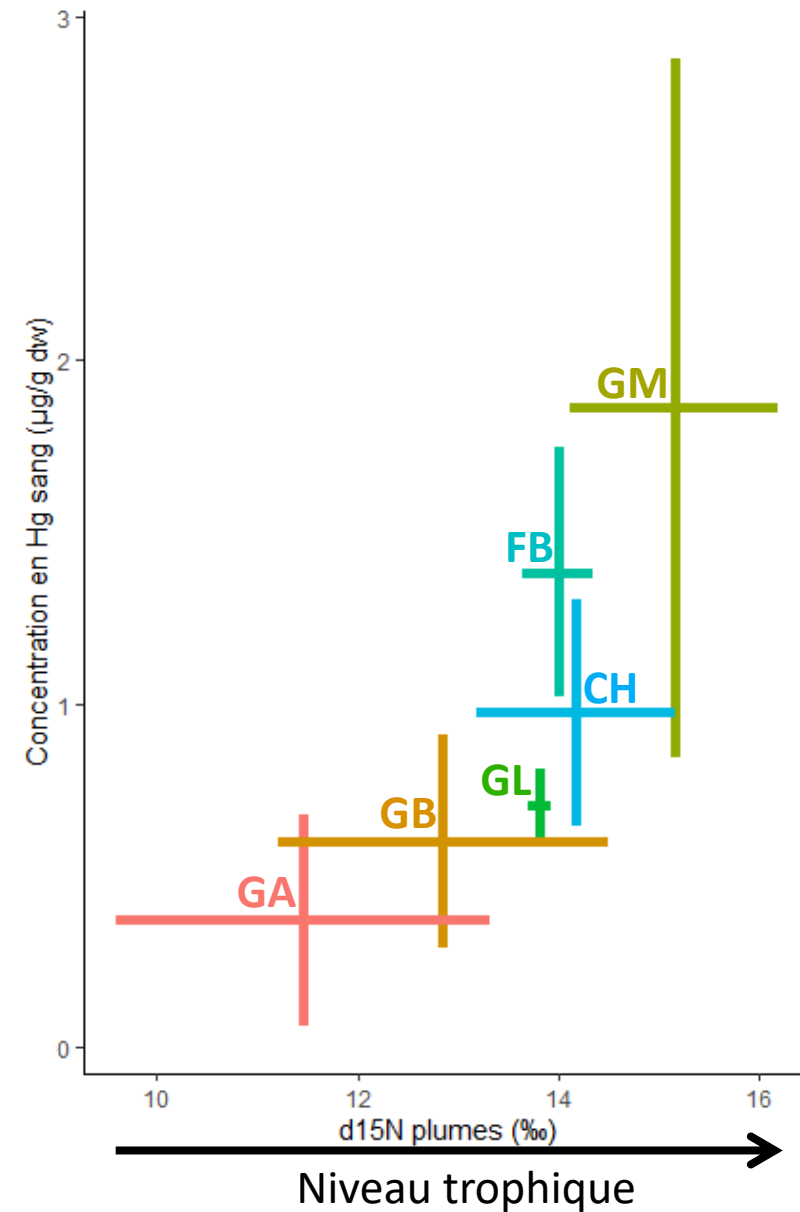
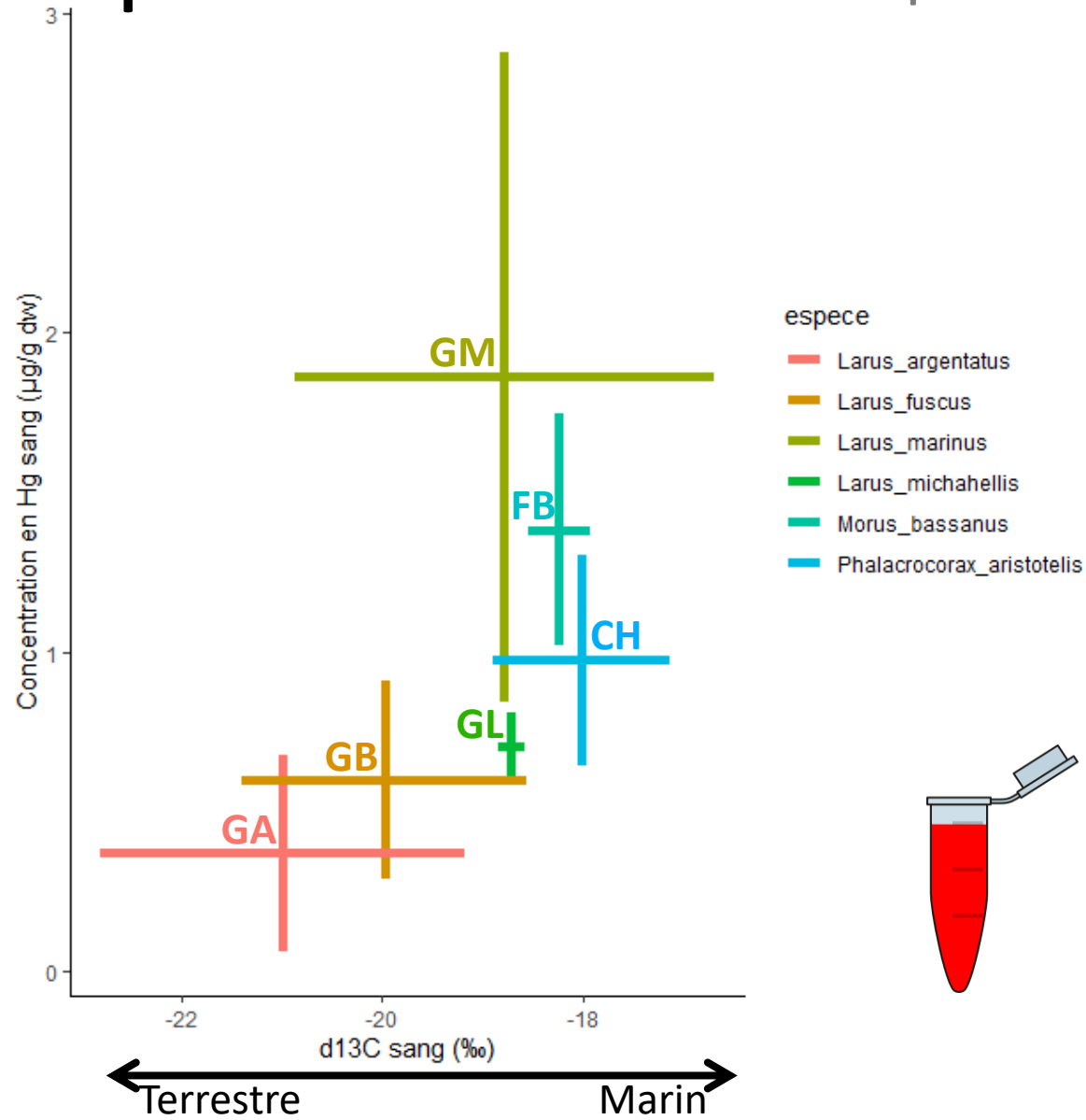
Hg bioamplifiable → $\delta^{15}\text{N}$



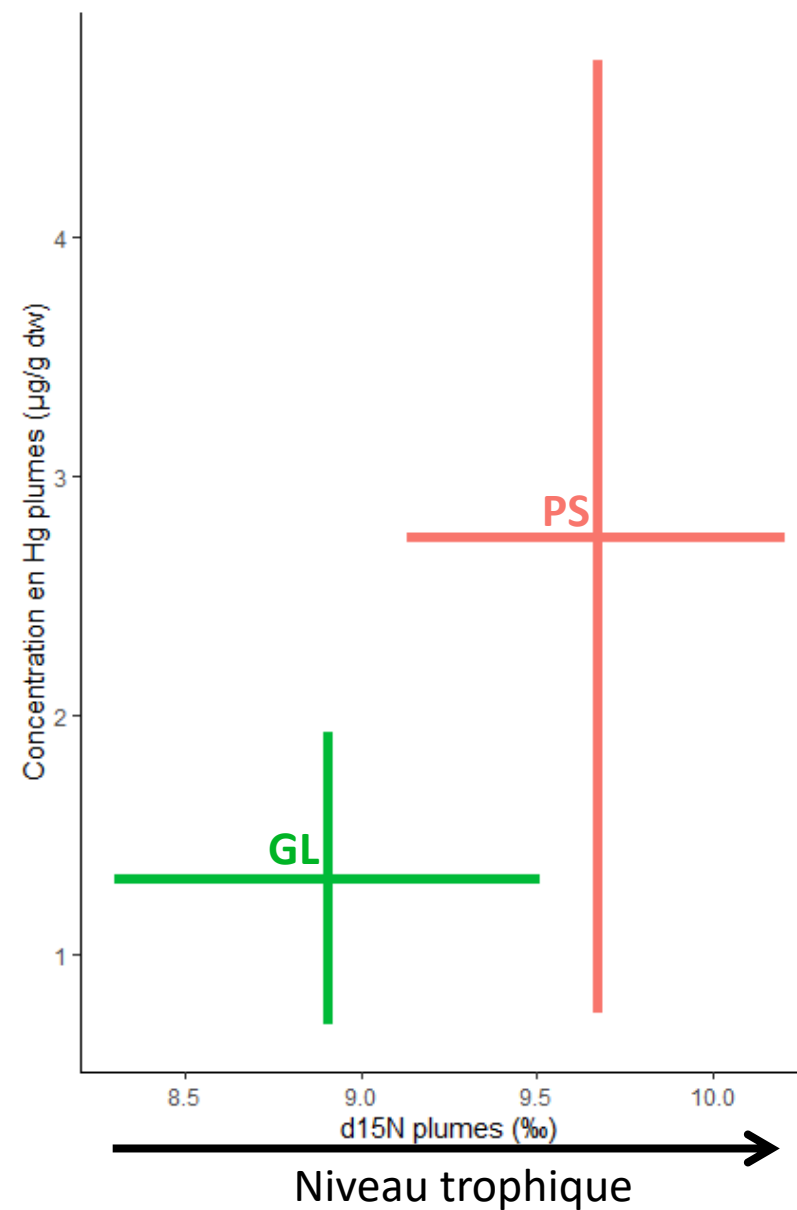
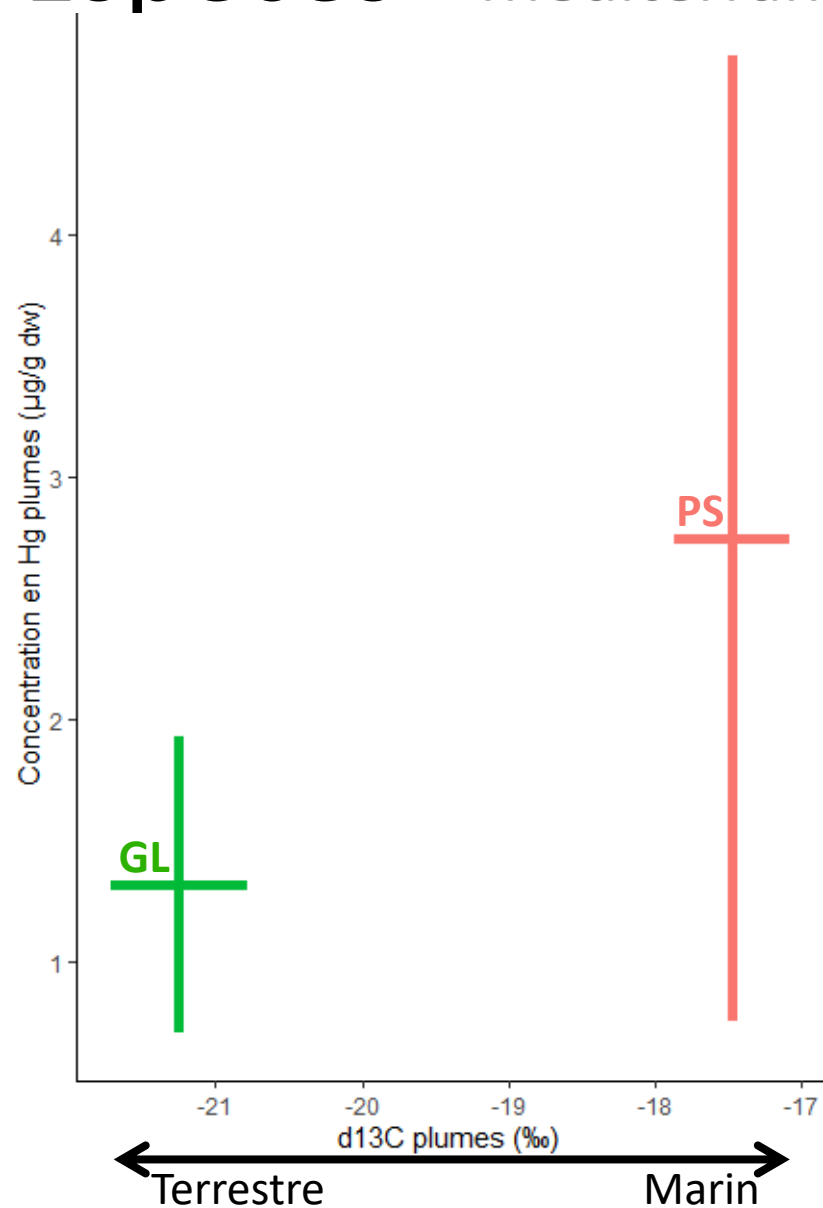
Espèces – Manche-Atlantique



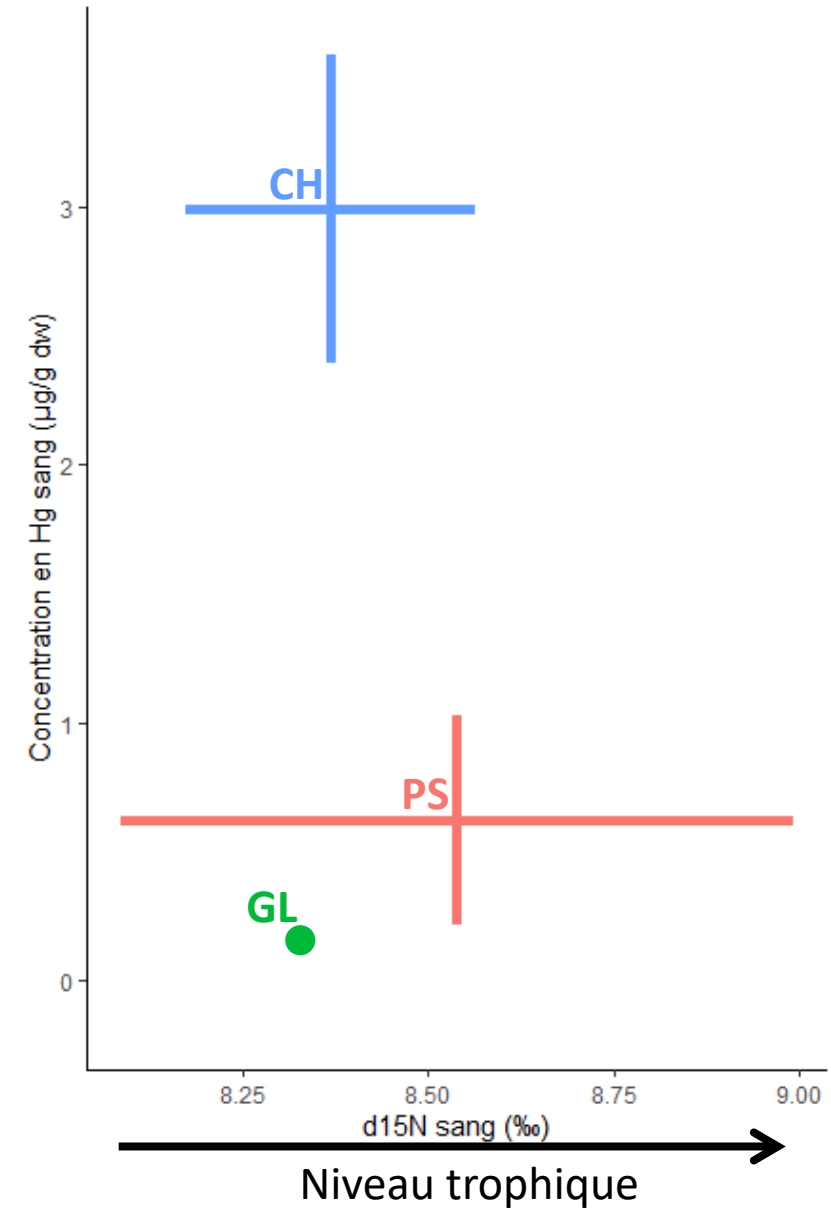
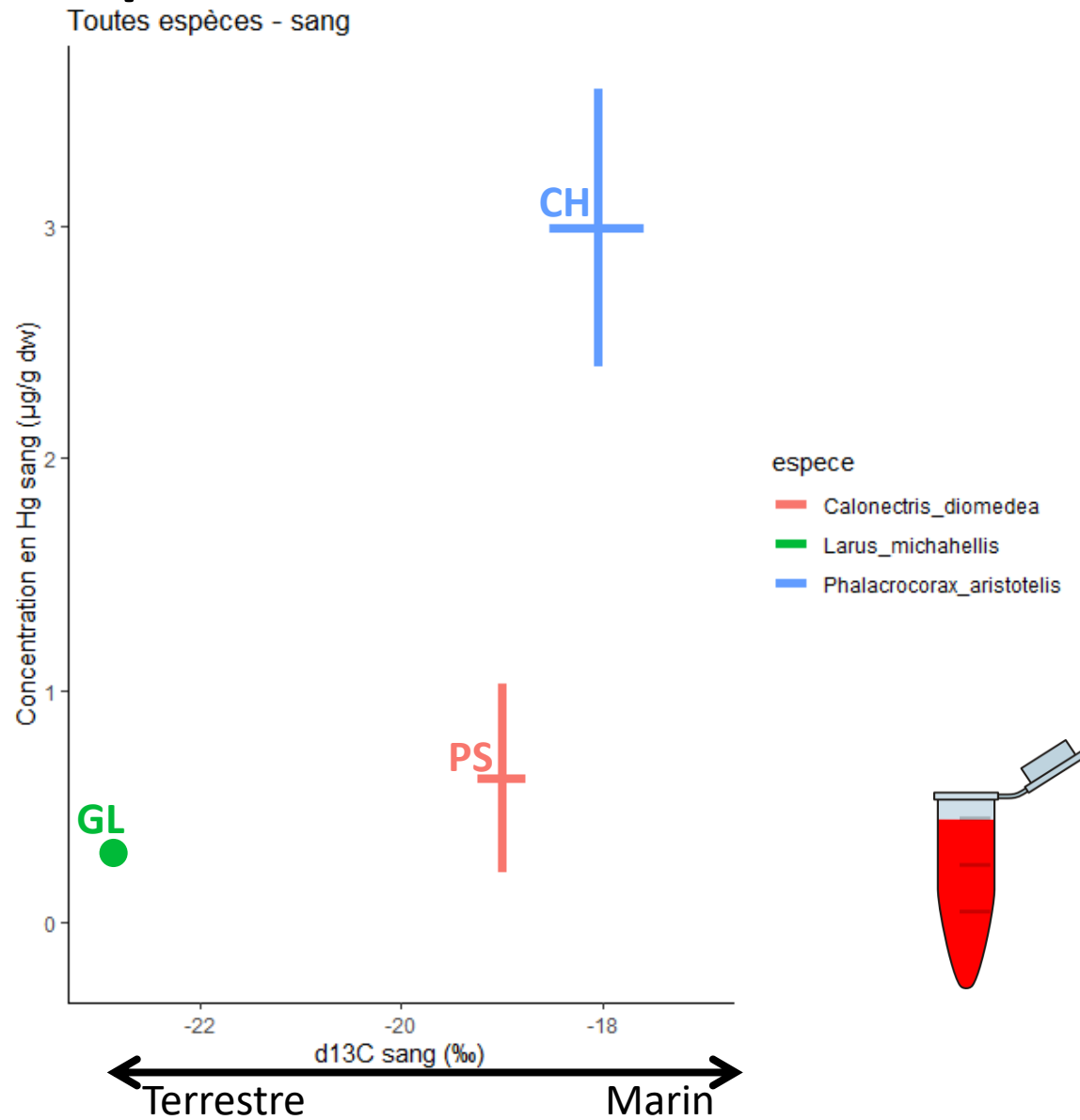
Espèces – Manche-Atlantique



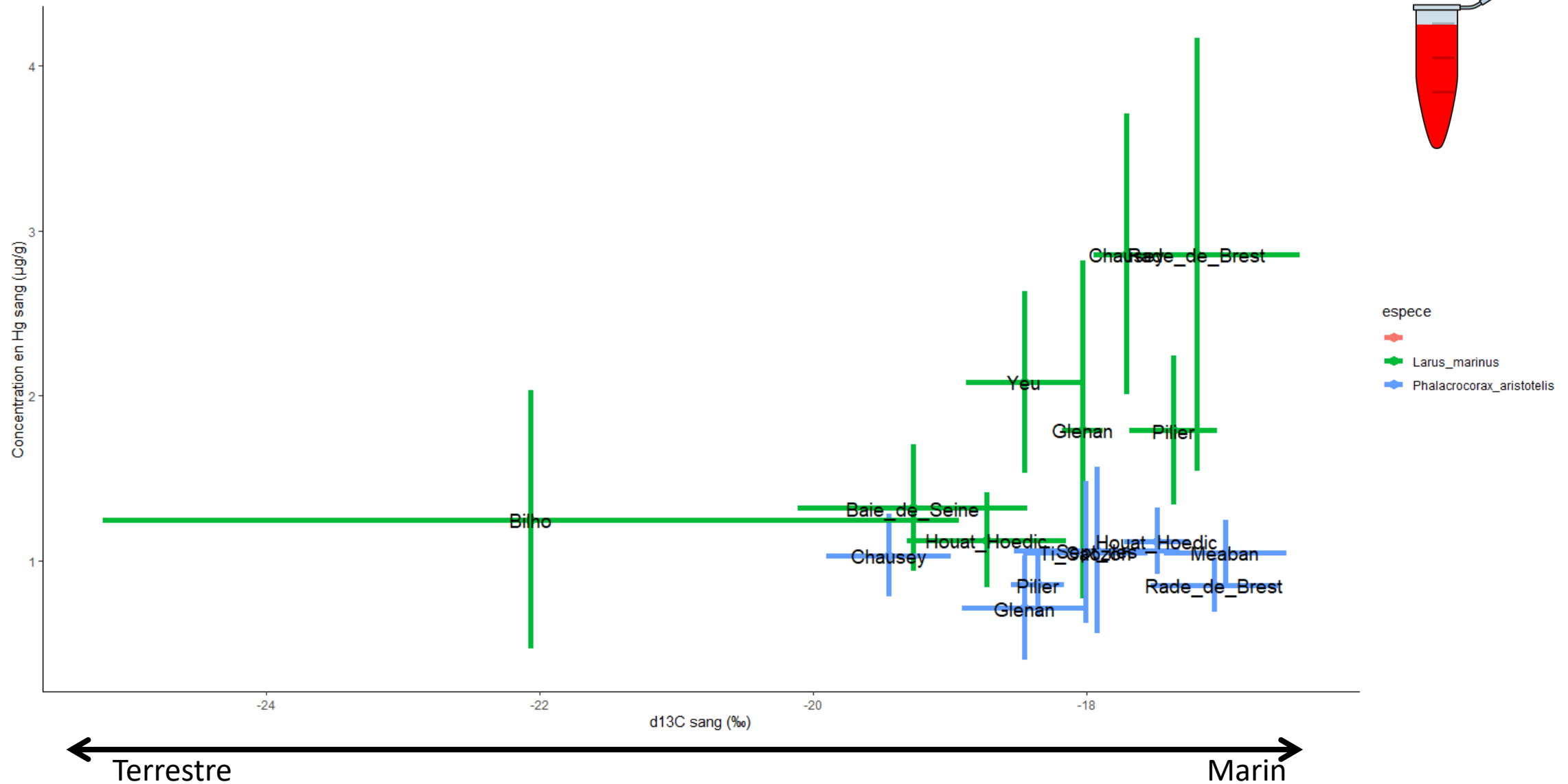
Espèces – Méditerranée



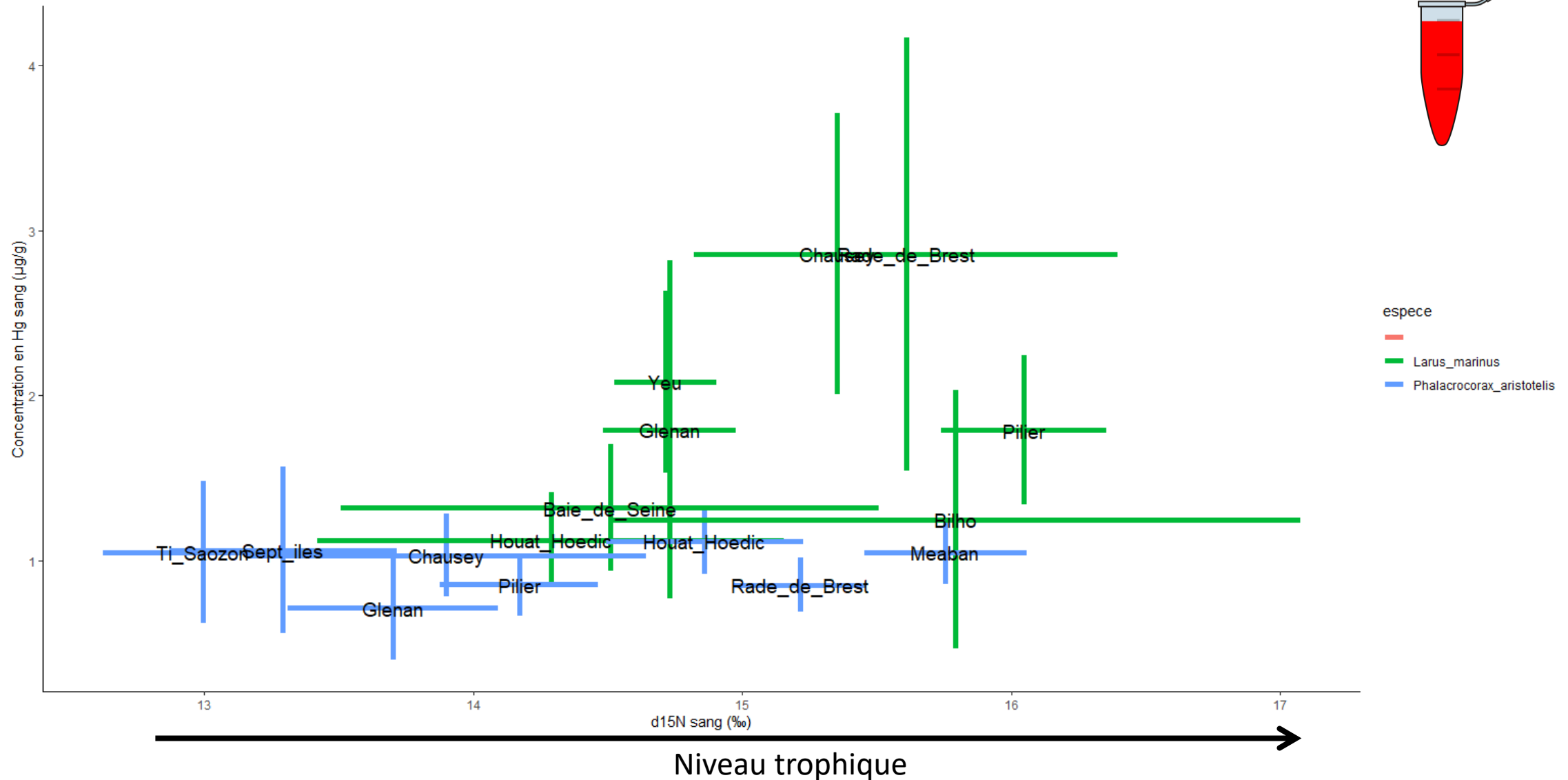
Espèces – Méditerranée



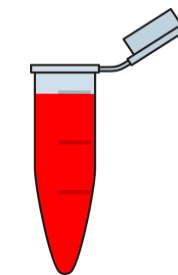
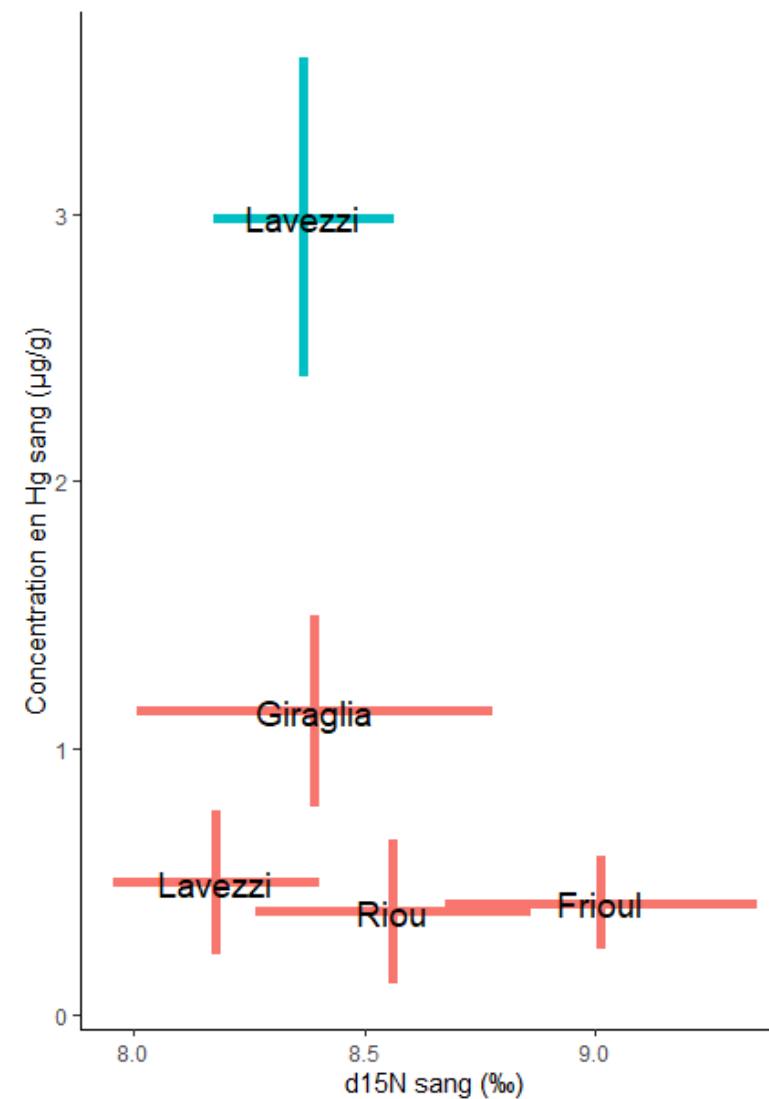
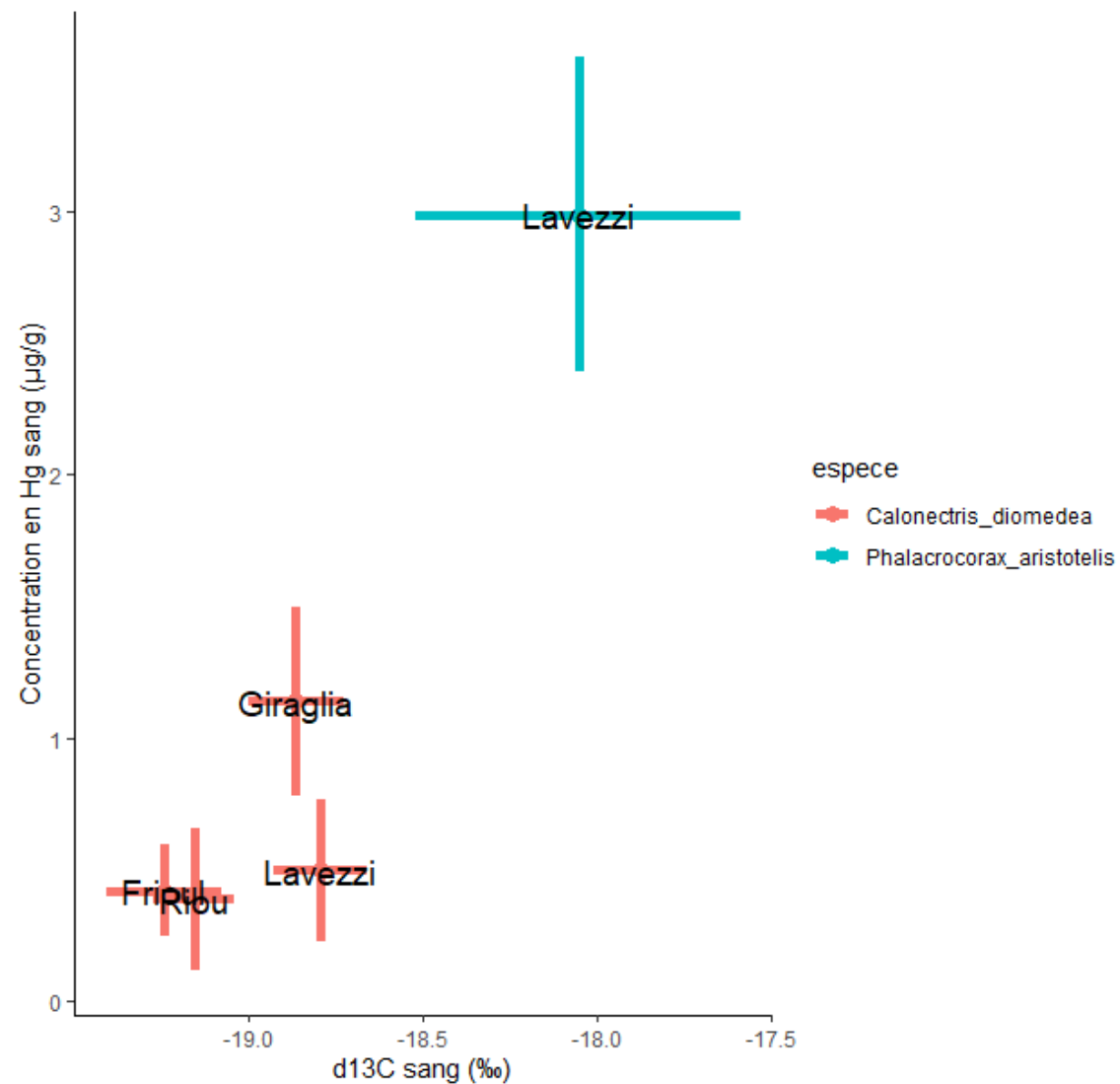
Sites – Manche-Atlantique



Sites – Manche-Atlantique



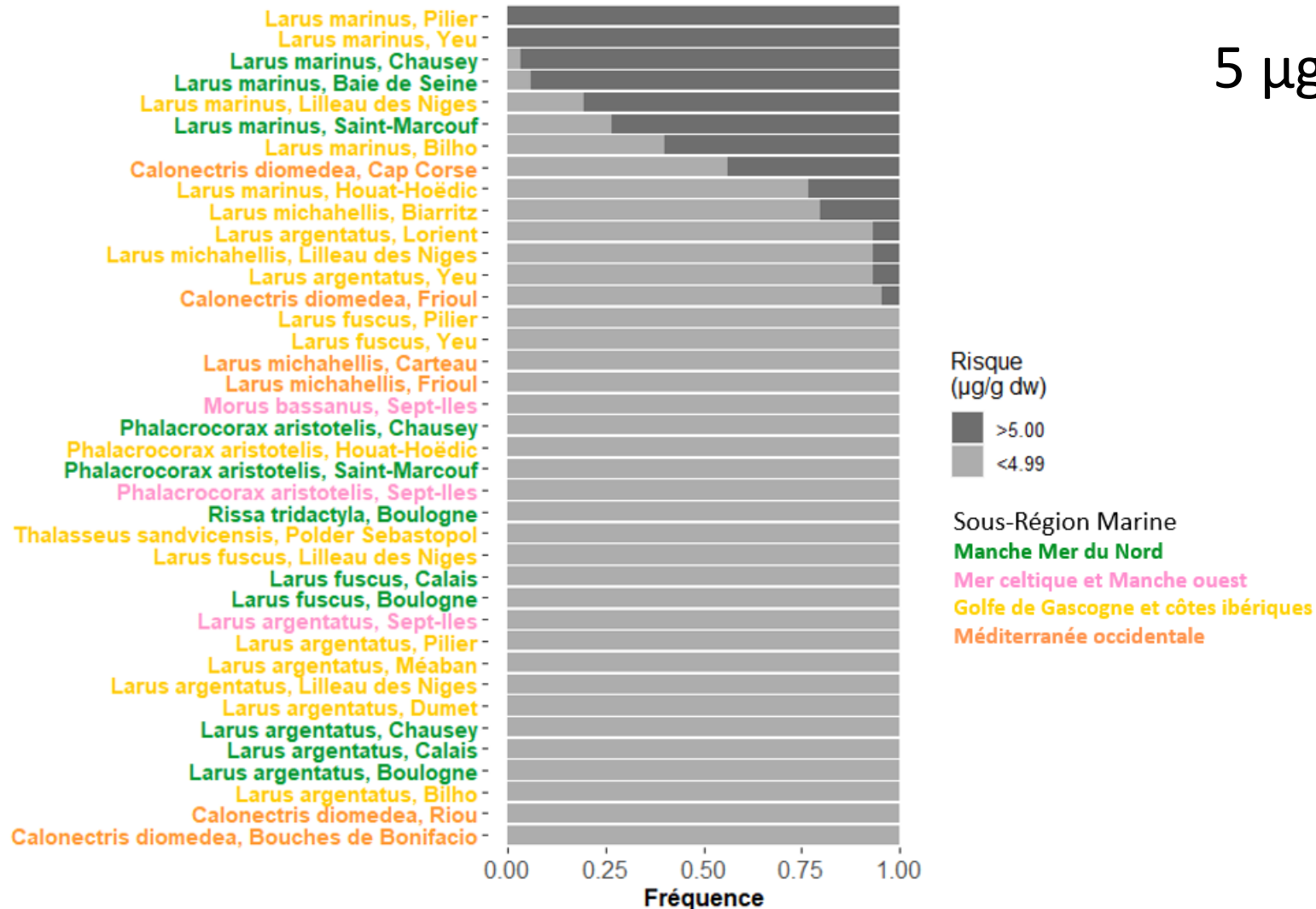
Sites – Méditerranée



Risques associés



Seuil d'apparition des effets - Plumes



5 µg/g (Eisler *et al.*, 1987)

Perspectives

Résultats montrés :

Hg

Isotopes stables

Perspectives

Résultats montrés :

Hg

Isotopes stables

Résultats à venir :

Autres éléments

traces

POPs

Biomarqueurs

Perspectives

Résultats montrés :

Hg

Isotopes stables

Résultats à venir :

Autres éléments

traces

POPs

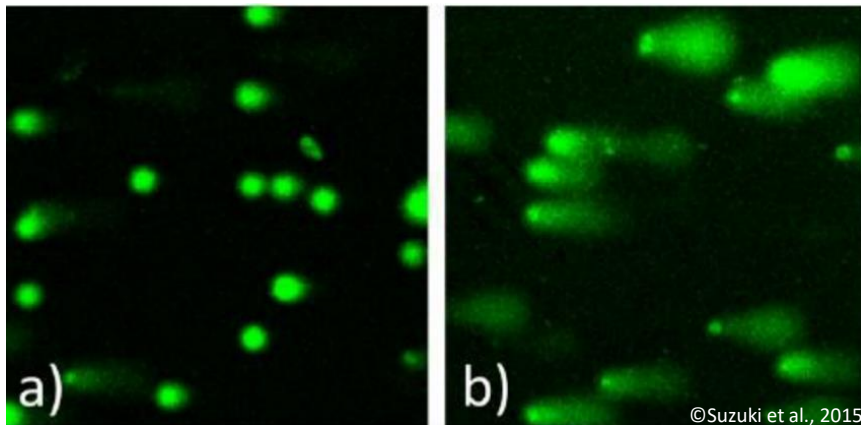
Biomarqueurs

Changement de point de vue → EFFETS

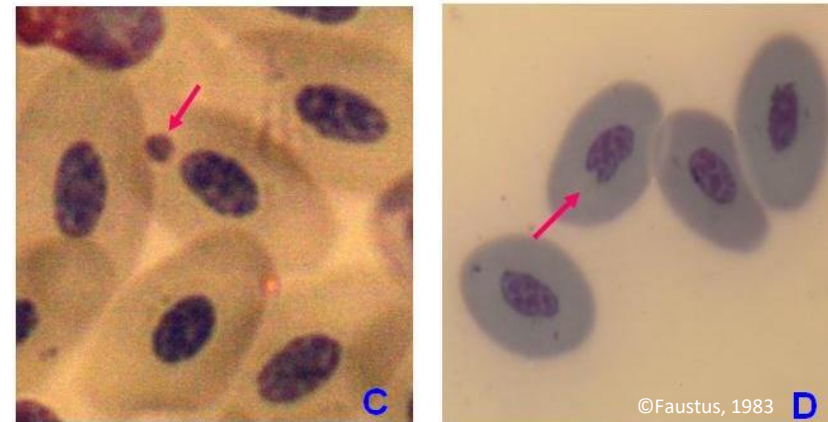
Essais tests génotoxiques

Altération ADN

COMET



Micronoyaux

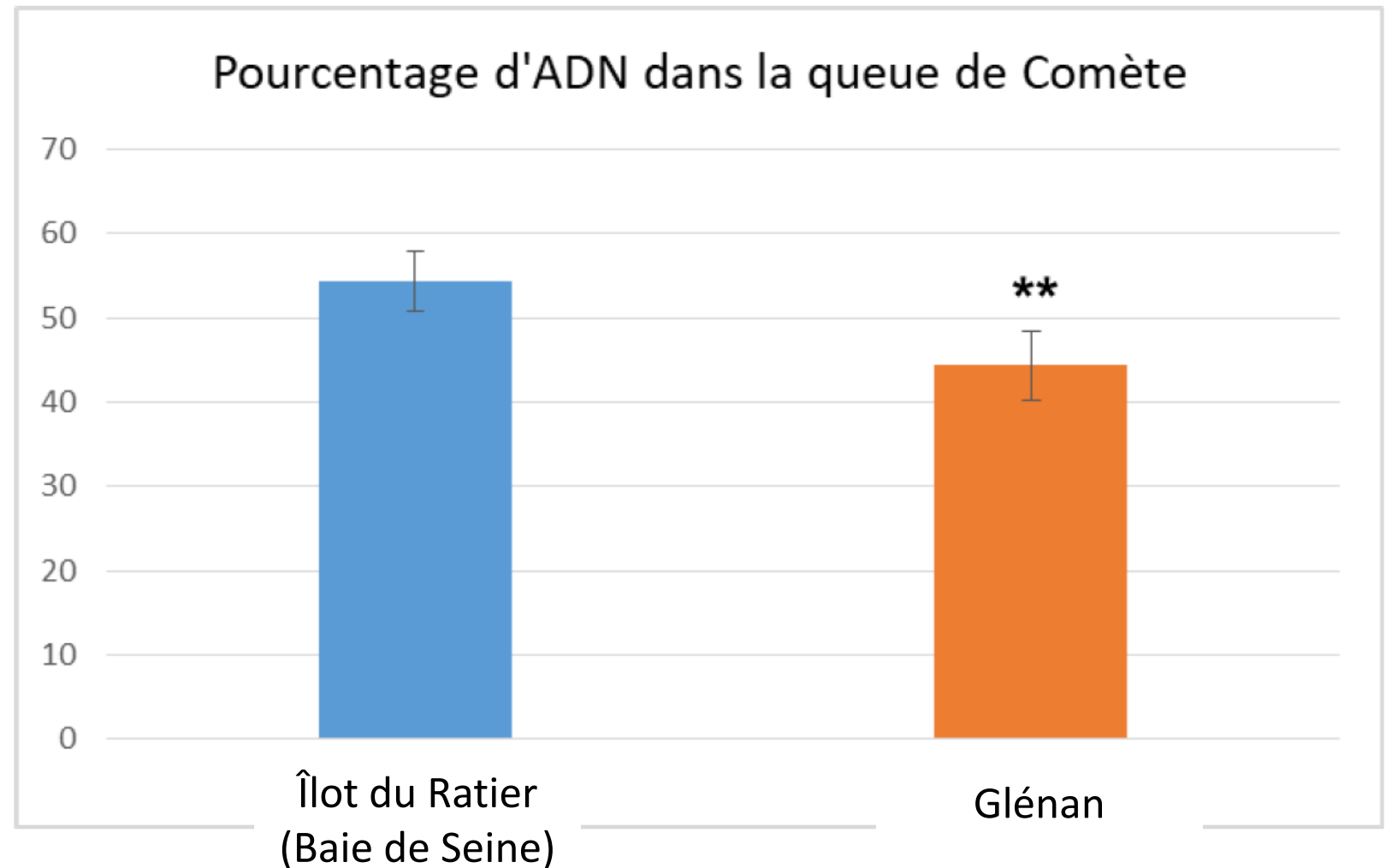
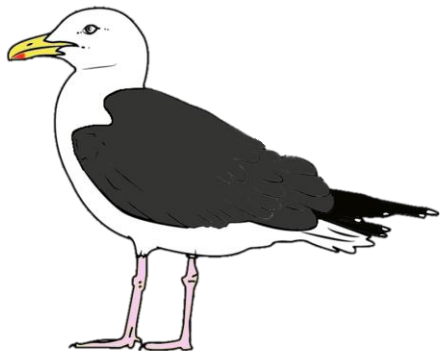


Essais tests génotoxiques - COMET

Altération ADN

Site « pollué »

Site « éloigné »



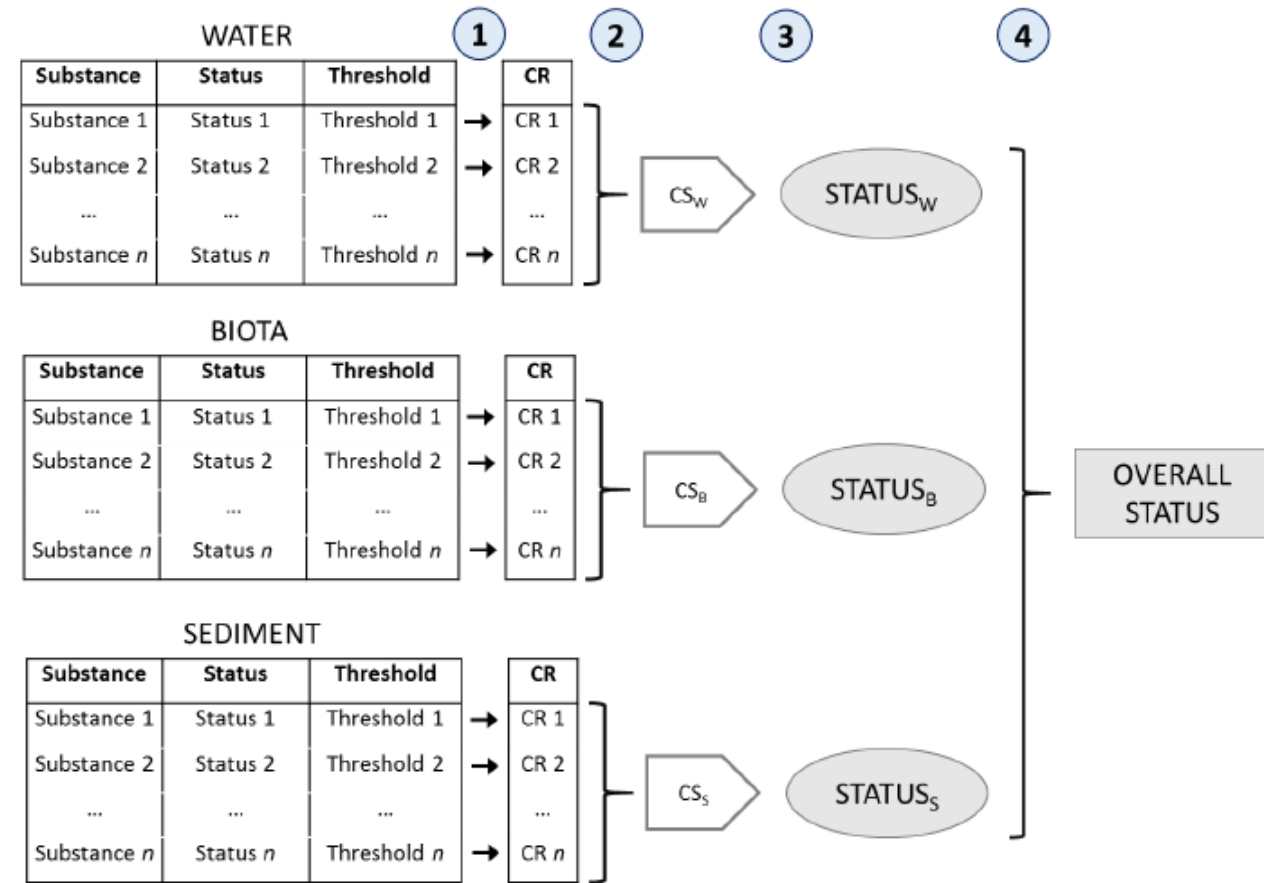
Indicateur et évaluation du BEE



Méthode CHASE

OSPAR

Permet intégration des différents compartiments



Méthode CHASE

1. C_{sp} EGE

Espèce * EGE * Élément


EGE = colonie → plusieurs
EGE/SRM

Ex:

Colonie Lilleau des Niges (Fiers
d'Ars, île de Ré)

- C_{sp} Goéland argenté 
- C_{sp} Goéland brun 
- C_{sp} Goéland leucophée 
- C_{sp} Goéland marin 

Colonie Houat-Hoëdic (Mor
Braz)

- C_{sp} Cormoran huppé 

...

Méthode CHASE

1. C_{sp} EGE

Espèce * EGE * Élément


EGE = colonie → plusieurs
EGE/SRM

Ex:

Colonie Lilleau des Niges (Fiers
d'Ars, île de Ré)

- C_{sp} Goéland argenté 
- C_{sp} Goéland brun 
- C_{sp} Goéland leucophée 
- C_{sp} Goéland marin 

Colonie Houat-Hoëdic (Mor
Braz)


- C_{sp} Cormoran huppé 

...

2. C_{sp} UMR






Agrégation spatiale :
Espèce * UMR * Élément

Ex: SRM Golfe de
Gascogne

-  $C_{goéland\ argenté}$
-  $C_{goéland\ brun}$
-  $C_{goéland\ leucophée}$
-  $C_{goéland\ marin}$
-  $C_{cormoran\ huppé}$
-  $C_{sterne\ caugek}$

Méthode CHASE

1. C_{sp} EGE

Espèce * EGE * Élément	
EGE = colonie → plusieurs EGE/SRM	
Ex:	
Colonie Lilleau des Niges (Fiers d'Ars, île de Ré)	
- C_{sp} Goéland argenté	
- C_{sp} Goéland brun	
- C_{sp} Goéland leucophée	
- C_{sp} Goéland marin	
Colonie Houat-Hoëdic (Mor Braz)	
- C_{sp} Cormoran huppé	
...	

2. C_{sp} UMR

Agrégation spatiale : Espèce * UMR * Élément	
Ex: SRM Golfe de Gascogne	
	$C_{\text{goéland argenté}}$
	$C_{\text{goéland brun}}$
	$C_{\text{goéland leucophée}}$
	$C_{\text{goéland marin}}$
	$C_{\text{cormoran huppé}}$
	$C_{\text{sterne caugek}}$

3. Ratios de contamination CR

$$CR_{\text{goéland argenté}} = C_{\text{goéland argenté}} / \text{seuil}$$

$$CR_{\text{goéland brun}} = C_{\text{goéland brun}} / \text{seuil}$$

$$CR_{\text{goéland leucophée}} = C_{\text{goéland leucophée}} / \text{seuil}$$

$$CR_{\text{goéland marin}} = C_{\text{goéland marin}} / \text{seuil}$$

$$CR_{\text{cormoran huppé}} = C_{\text{cormoran huppé}} / \text{seuil}$$

$$CR_{\text{sterne caugek}} = C_{\text{sterne caugek}} / \text{seuil}$$

Méthode CHASE

1. C_{sp} EGE

Espèce * EGE * Élément	
EGE = colonie → plusieurs EGE/SRM	
Ex:	
Colonie Lilleau des Niges (Fiers d'Ars, île de Ré)	
- C_{sp} Goéland argenté	
- C_{sp} Goéland brun	
- C_{sp} Goéland leucophée	
- C_{sp} Goéland marin	
Colonie Houat-Hoëdic (Mor Braz)	
- C_{sp} Cormoran huppé	
...	

2. C_{sp} UMR

Agrégation spatiale : Espèce * UMR * Élément	
Ex: SRM Golfe de Gascogne	
	$C_{\text{goéland argenté}}$
	$C_{\text{goéland brun}}$
	$C_{\text{goéland leucophée}}$
	$C_{\text{goéland marin}}$
	$C_{\text{cormoran huppé}}$
	$C_{\text{sterne caugek}}$

3. Ratios de contamination CR

$$CR_{\text{goéland argenté}} = C_{\text{goéland argenté}} / \text{seuil}$$

$$CR_{\text{goéland brun}} = C_{\text{goéland brun}} / \text{seuil}$$

$$CR_{\text{goéland leucophée}} = C_{\text{goéland leucophée}} / \text{seuil}$$

$$CR_{\text{goéland marin}} = C_{\text{goéland marin}} / \text{seuil}$$

$$CR_{\text{cormoran huppé}} = C_{\text{cormoran huppé}} / \text{seuil}$$

$$CR_{\text{sterne caugek}} = C_{\text{sterne caugek}} / \text{seuil}$$

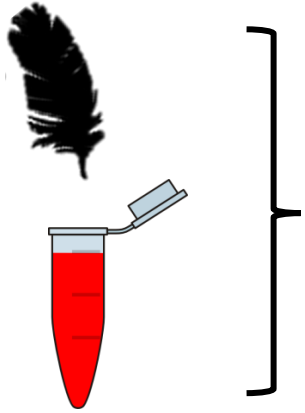
4. Score de contamination CS

$$CS = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=0}^n CR_i$$

BEE

Élément	Paramètre	UMR	Valeur <i>CS</i> du paramètre dans l'UMR (seuil = 1)
Hg	Concentration dans le biote - Oiseaux	Manche - Mer du Nord	0,85
		Mer Celtique	0,61
		Golfe de Gascogne	0,77
		Méditerranée occidentale	0,64

Conclusion

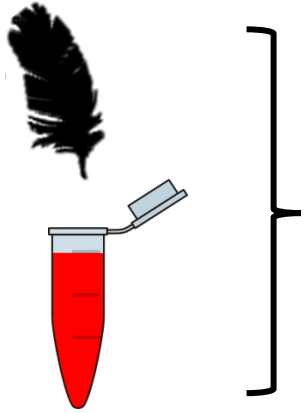


Informations sur contamination au Hg

→ différences entre espèces et entre sites

→ explication en partie par l'écologie (isotopes stables)

Conclusion



Informations sur contamination au Hg

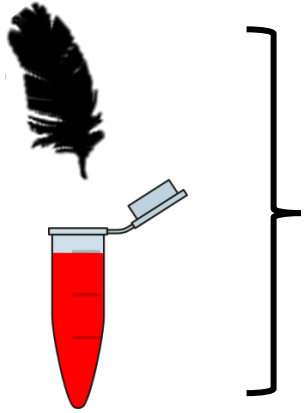
→ différences entre espèces et entre sites

→ explication en partie par l'écologie (isotopes stables)

Seuils → risques pour les oiseaux

Risques vus aussi par tests génotoxiques

Conclusion



Informations sur contamination au Hg

→ différences entre espèces et entre sites

→ explication en partie par l'écologie (isotopes stables)

Seuils → risques pour les oiseaux

Risques vus aussi par tests génotoxiques

BEE atteint pour le Hg MAIS → risques détectés

→ attente des autres résultats

Remerciements

