

écologique des eaux françaises sur la contamination du milieu marin



© Audren Morel

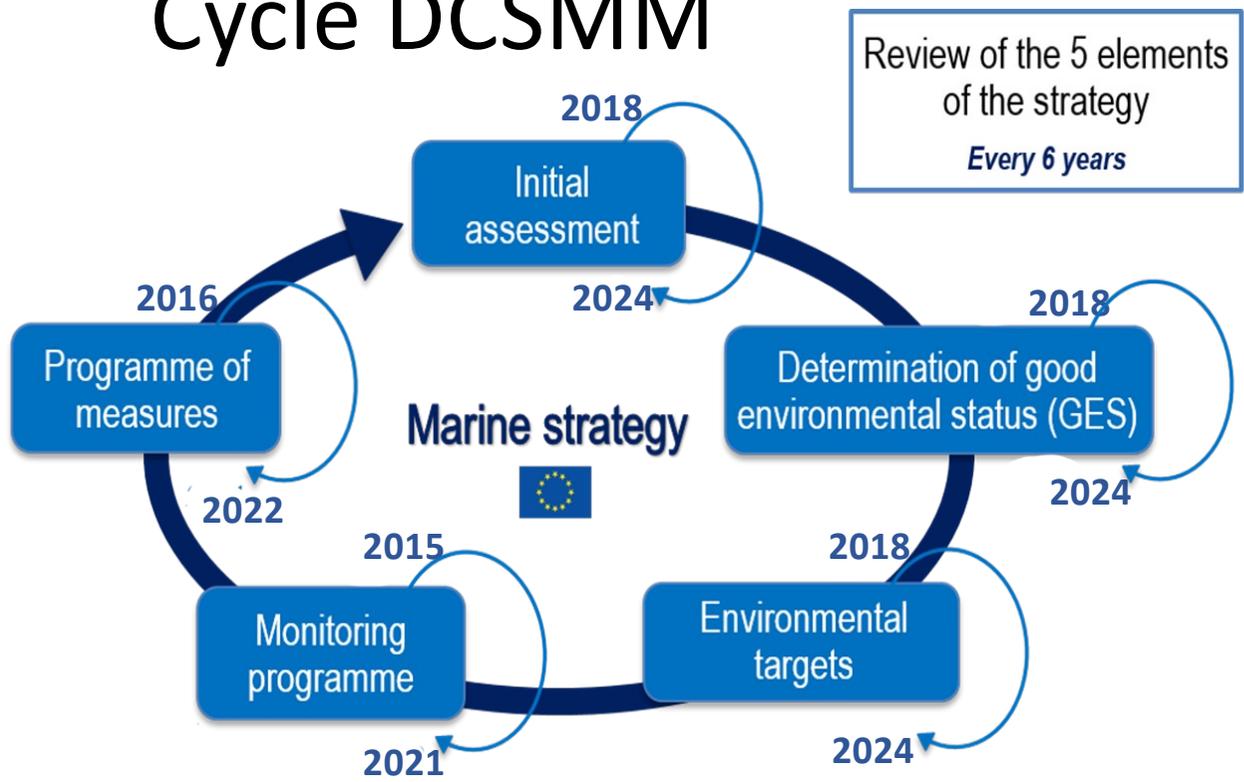
Journées du RESOM
24 mars 2023



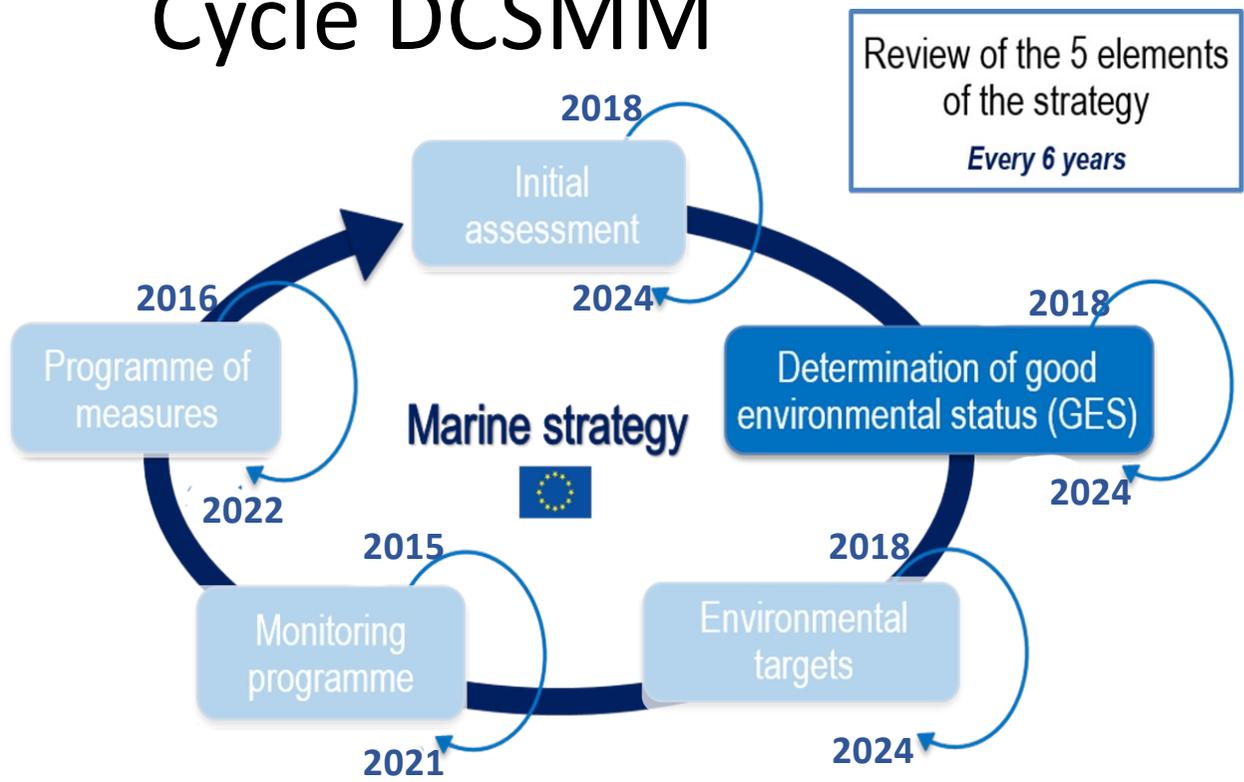
OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ



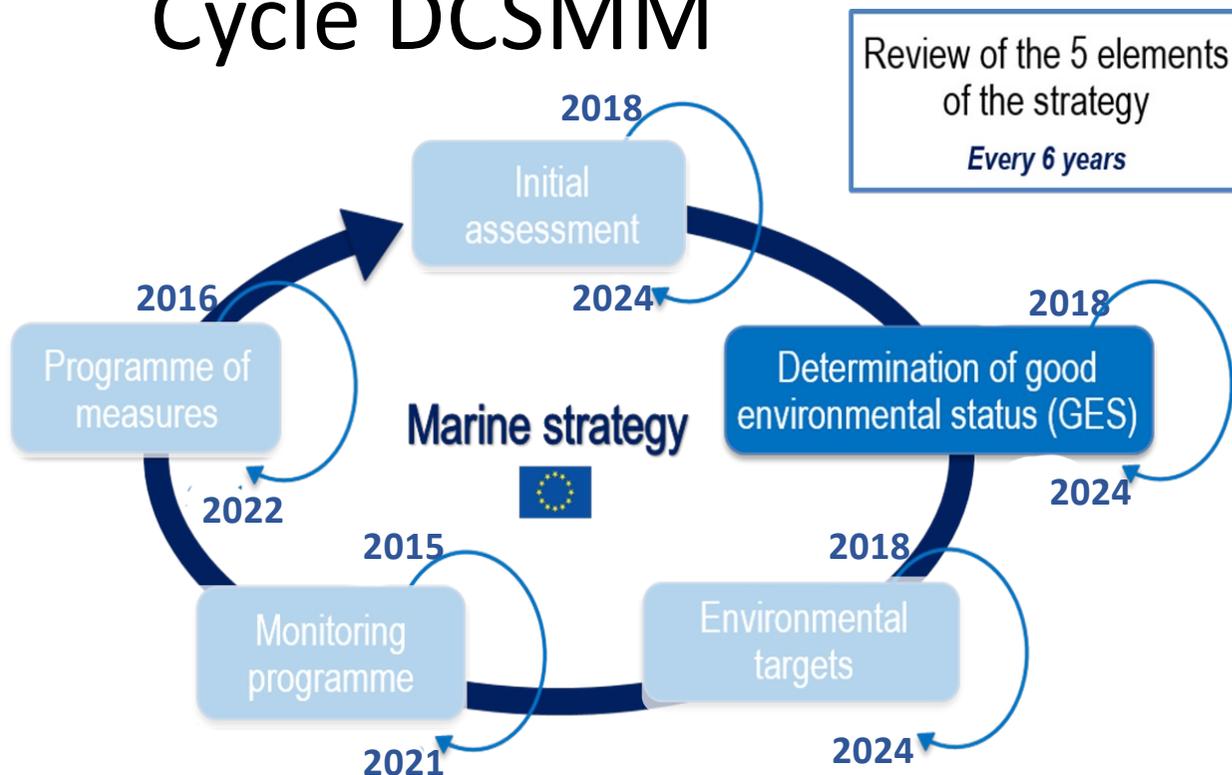
Cycle DCSMM



Cycle DCSMM



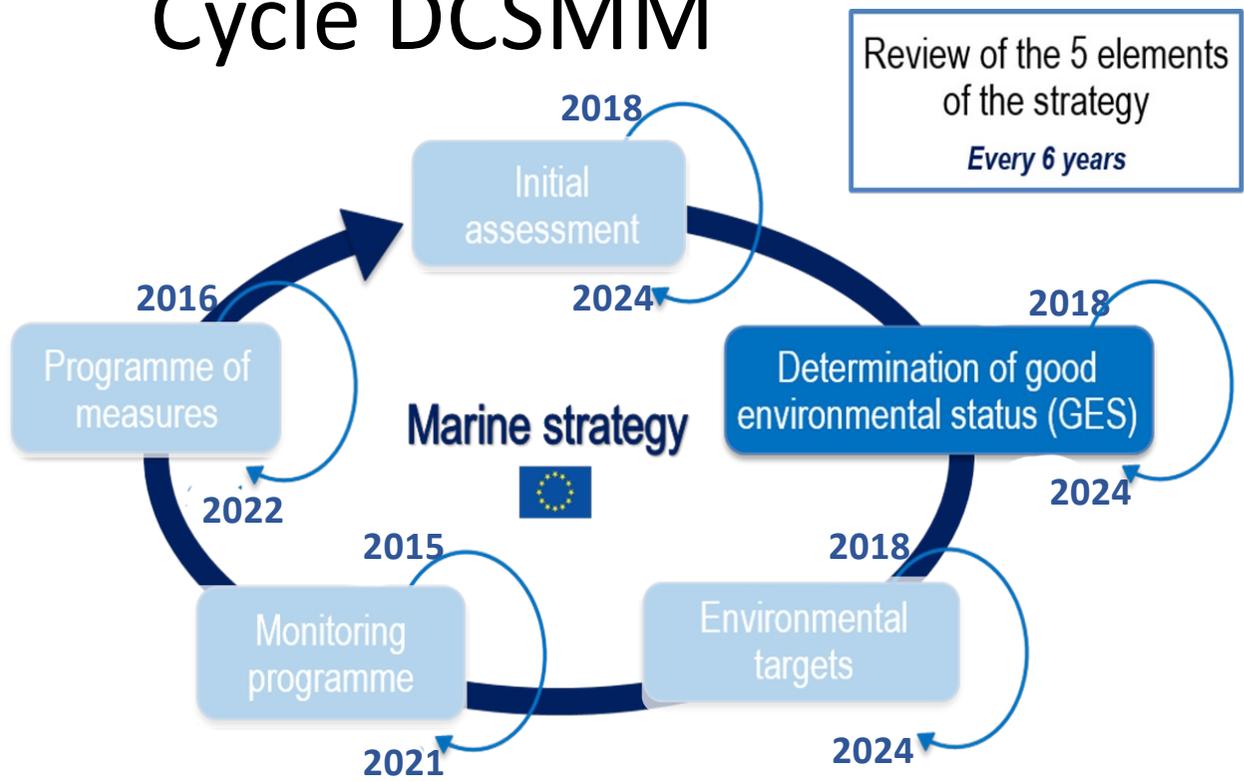
Cycle DCSMM



- | | |
|--|--------------------------------------|
| 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



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 :

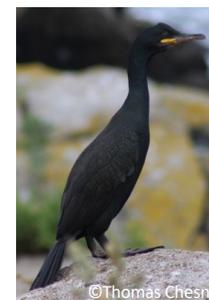
- D8C1 : Concentrations en contaminants
- D8C2 : Effets des contaminants

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



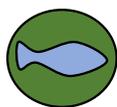
Stratégie - Espèces

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



Stratégie - Espèces

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



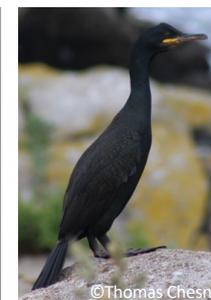
Généralistes côtiers (goélands brun, marin, leucophée et argenté)



©Loup Carrière



©Franck Péricat



©Thomas Chesnel



©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)



©Adrien Lambrechts



©Adrien Lambrechts



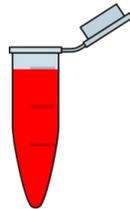
©Yann Planque



Stratégie - Echantillons



Plumes

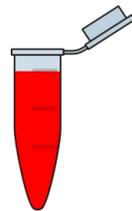


Sang

Stratégie - Echantillons



Plumes



Sang

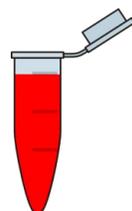


Hg + isotopes
stables

Stratégie - Echantillons



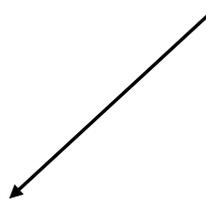
Plumes



Sang

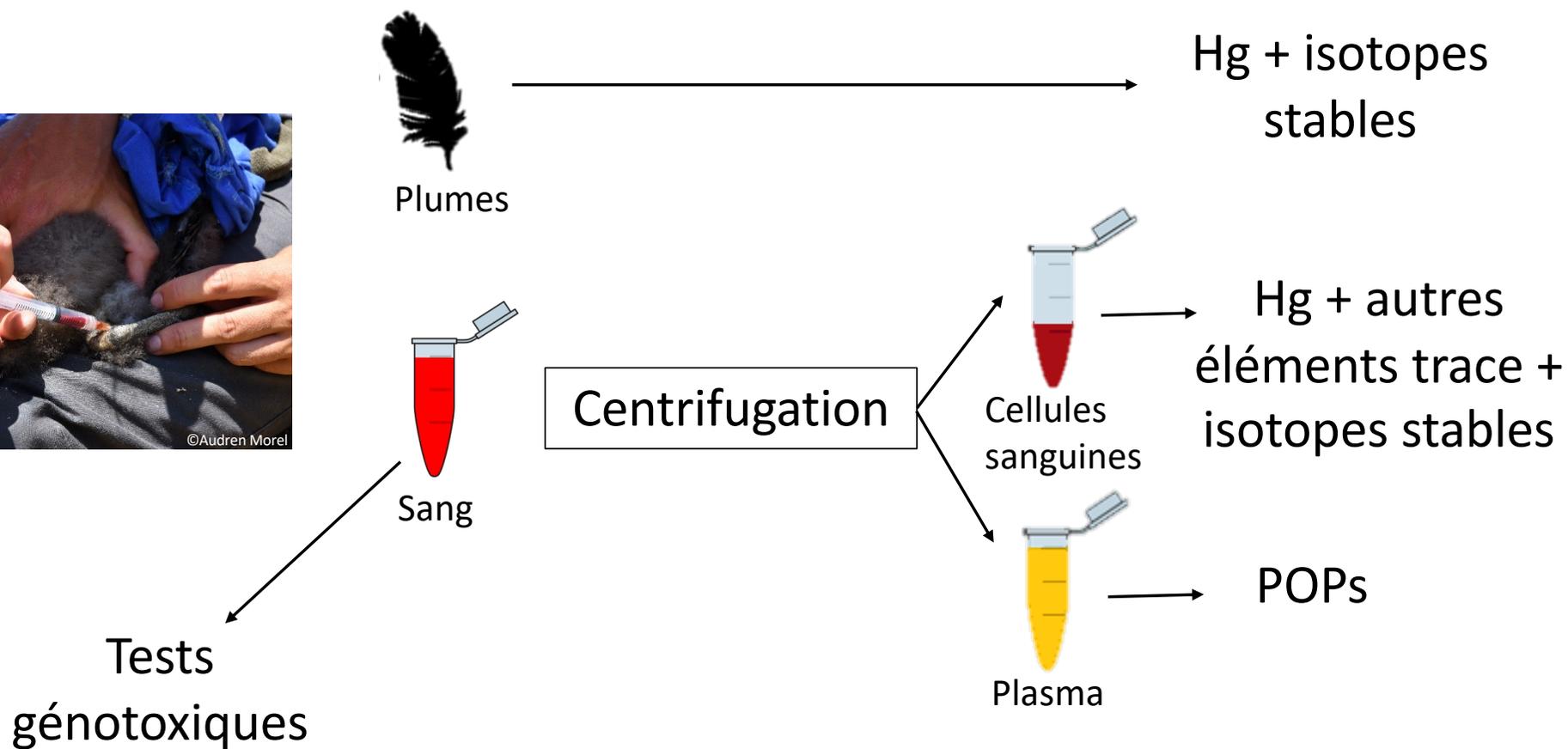


Hg + isotopes stables

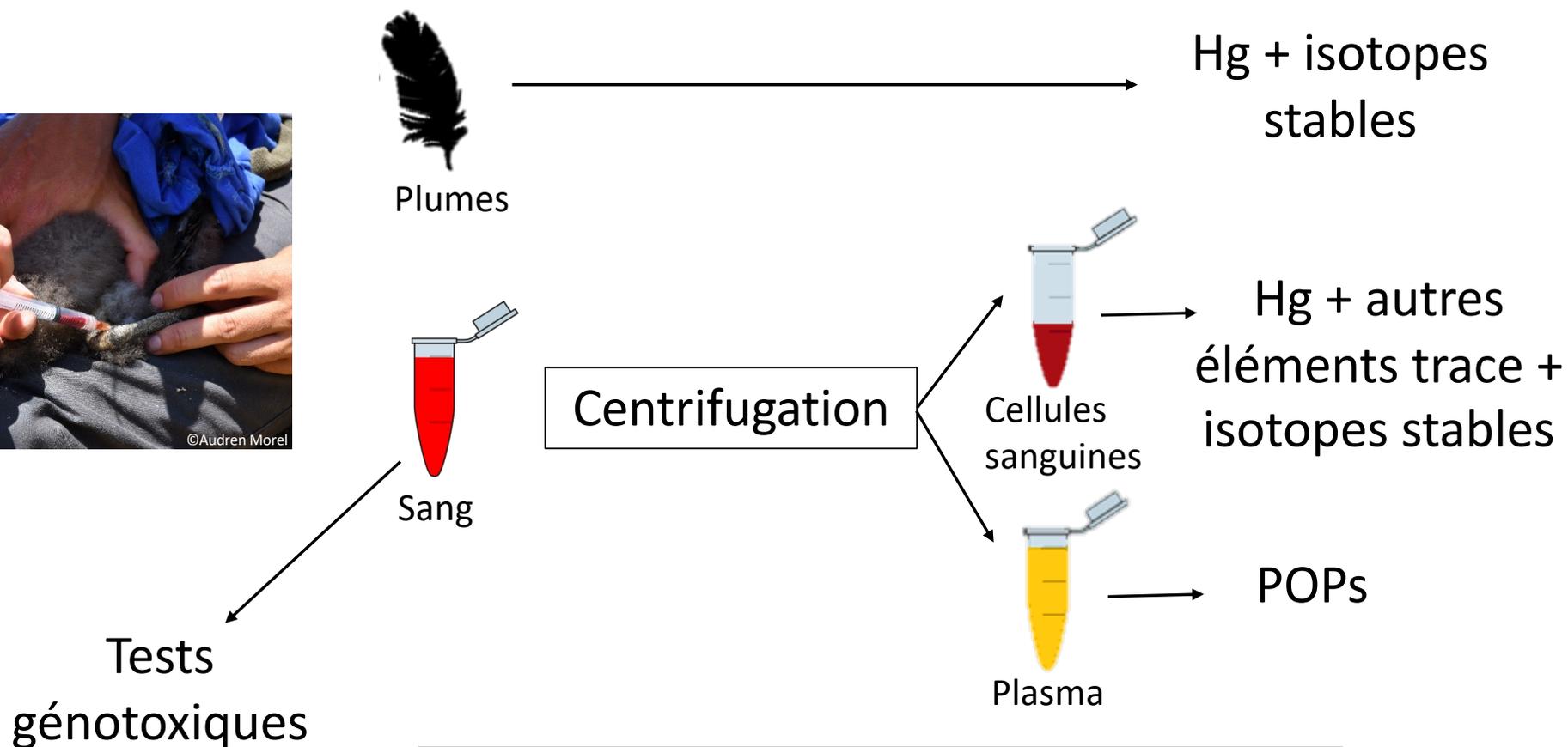


Tests génotoxiques

Stratégie - Echantillons



Stratégie - Echantillons



Sang de poussin : contamination locale



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 :

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

Le tableau inclut également des légendes pour les groupes d'éléments (Alcalins, Alcalino-terreux, etc.) et des informations sur les données (nom, numéro atomique, masse atomique relative).



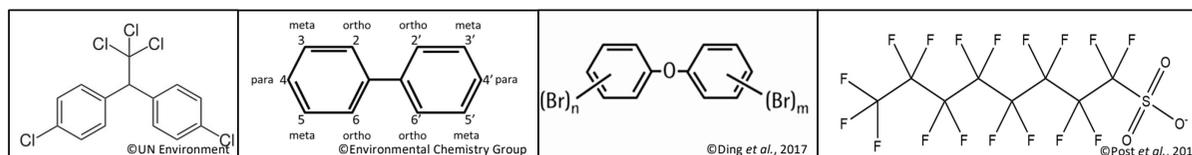
Stratégie – Contaminants et biomarqueurs

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

POPs (DDT, PCBs, PBDEs, PFASs)

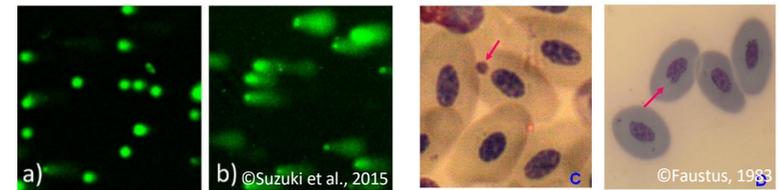


Stratégie – Contaminants et biomarqueurs

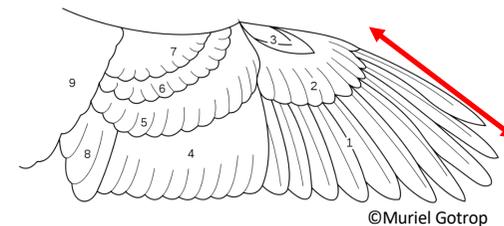
Éléments traces (Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, V et Zn)

Tableau périodique des éléments chimiques. Les éléments traces Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, V et Zn sont mis en évidence par des cadres rouges.

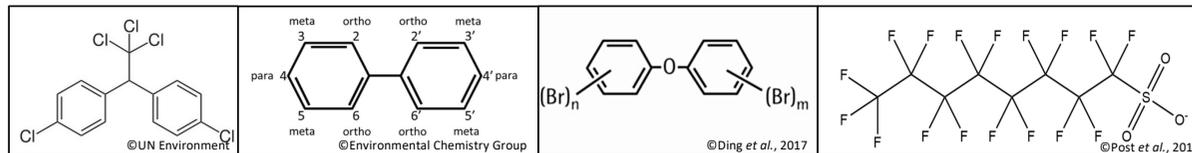
Tests génotoxiques (comètes, micronoyaux)



Biométries (asymétrie)



POPs (DDT, PCBs, PBDEs, PFASs)



Mercure (Hg)

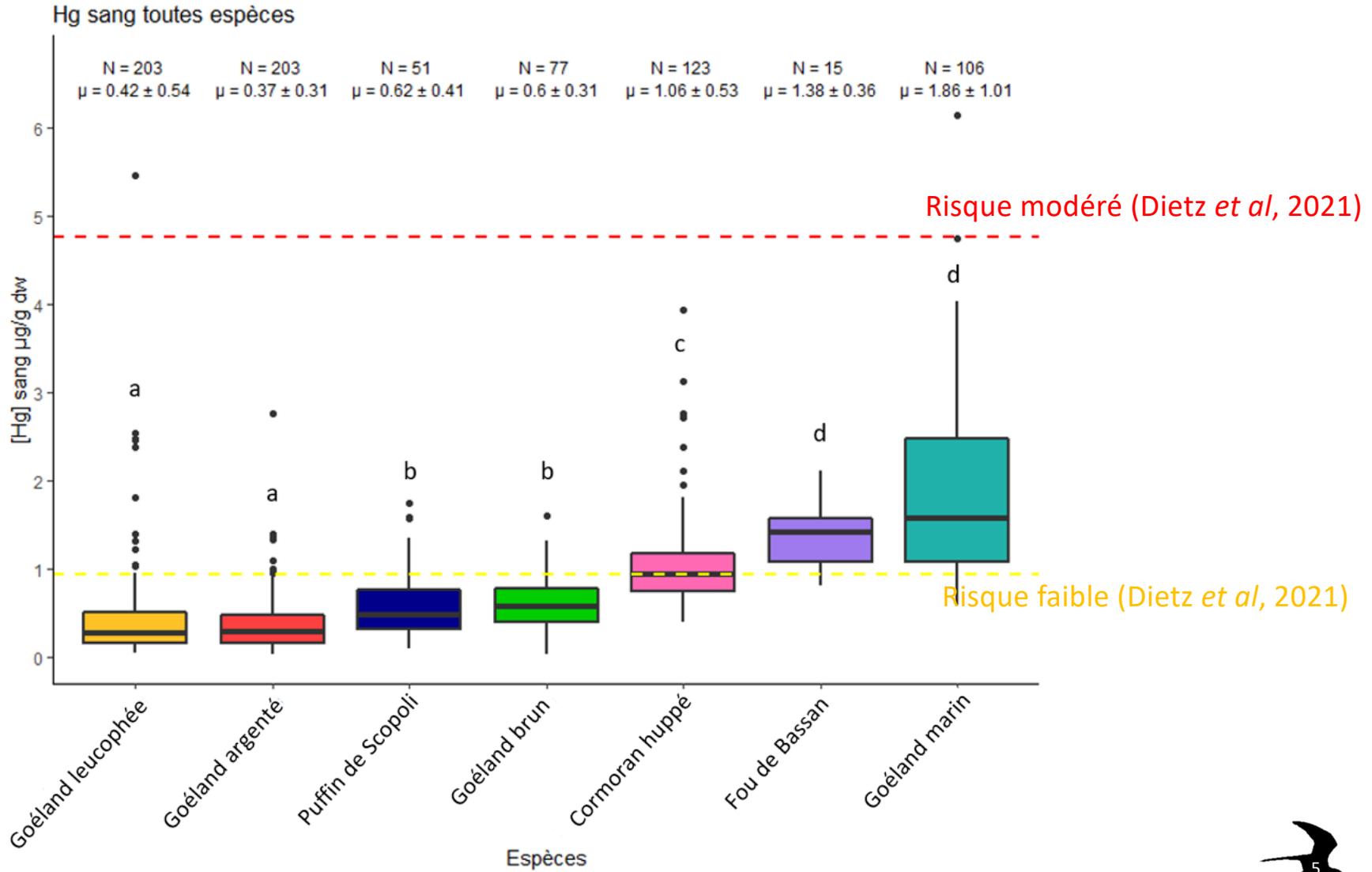
Sources naturelles (volcanisme, feux de forêts, dégazage écorce terrestre) et **anthropiques** (combustion énergies fossiles, des ordures, orpillage)



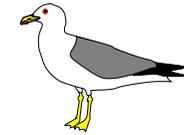
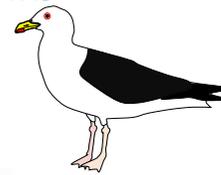
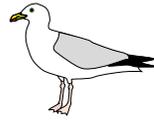
NON ESSENTIELS



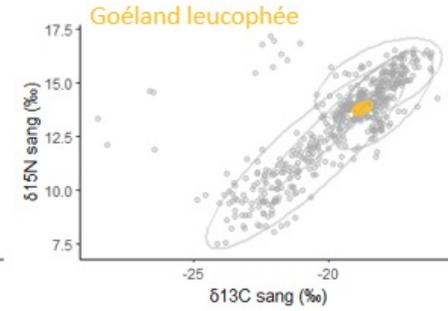
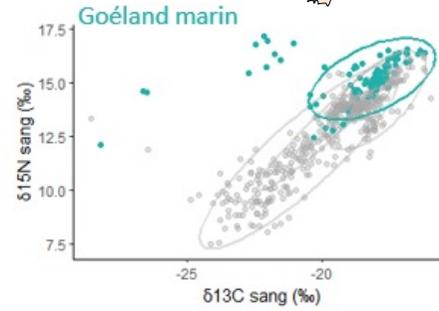
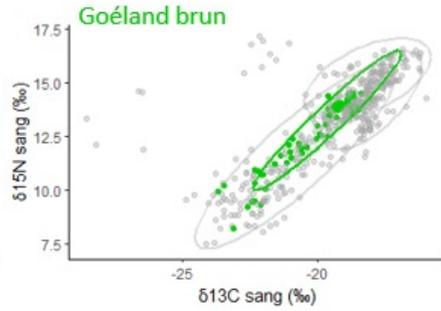
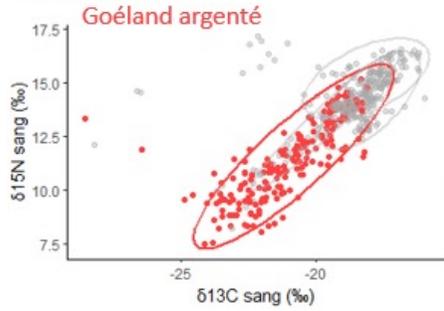
Différences entre espèces



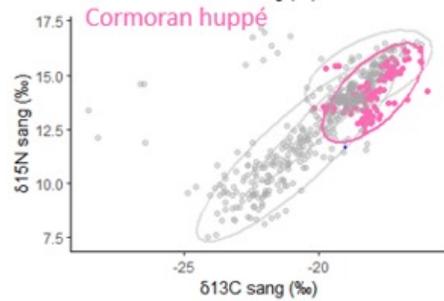
Atlantique



Généralistes

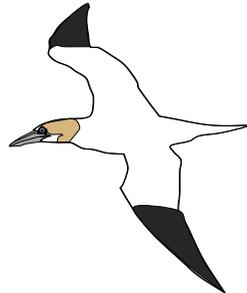
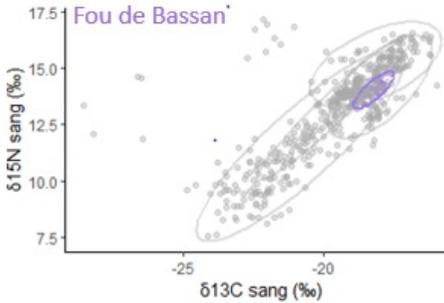


Piscivore côtier



Isotopes stables : marqueurs d'écologie trophique

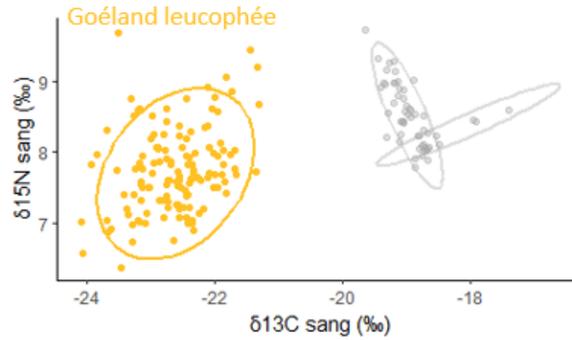
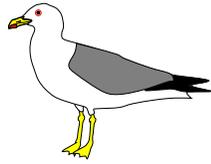
Piscivore hauturier



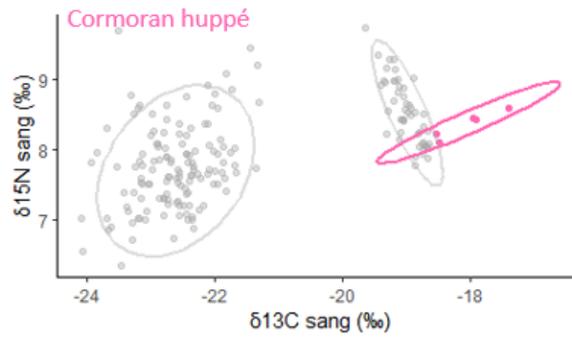
$\delta^{13}C$: géographique, terrestre – marin
 $\delta^{15}N$: niveau trophique



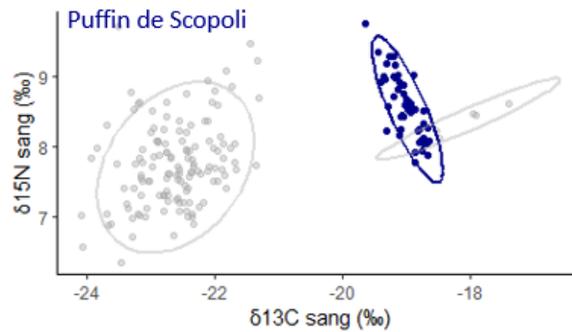
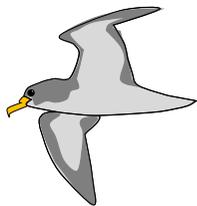
Méditerranée



Généralistes



Piscivore côtier



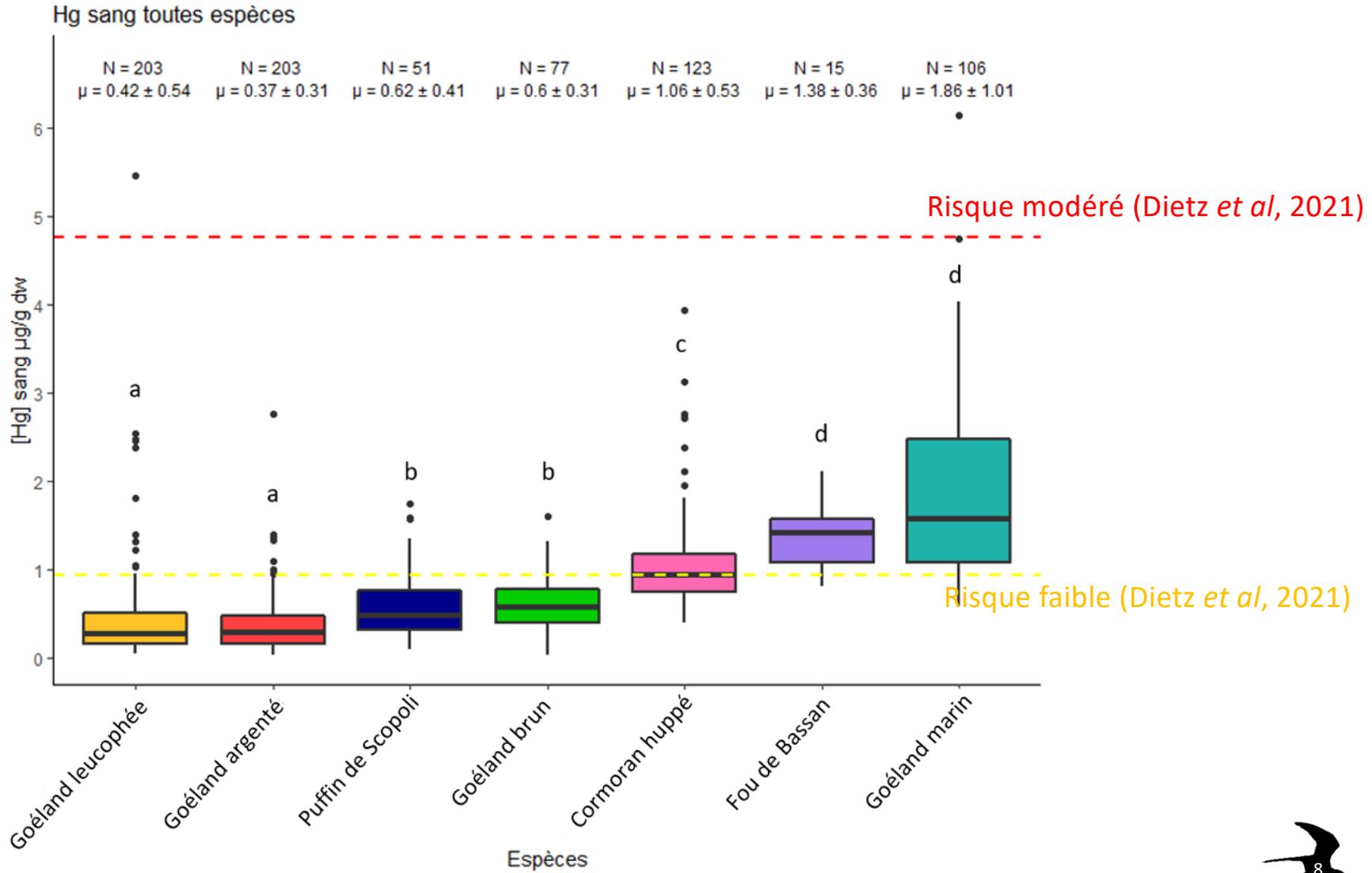
Piscivore hauturier



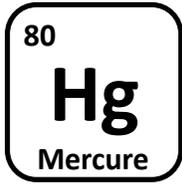
NON ESSENTIELS



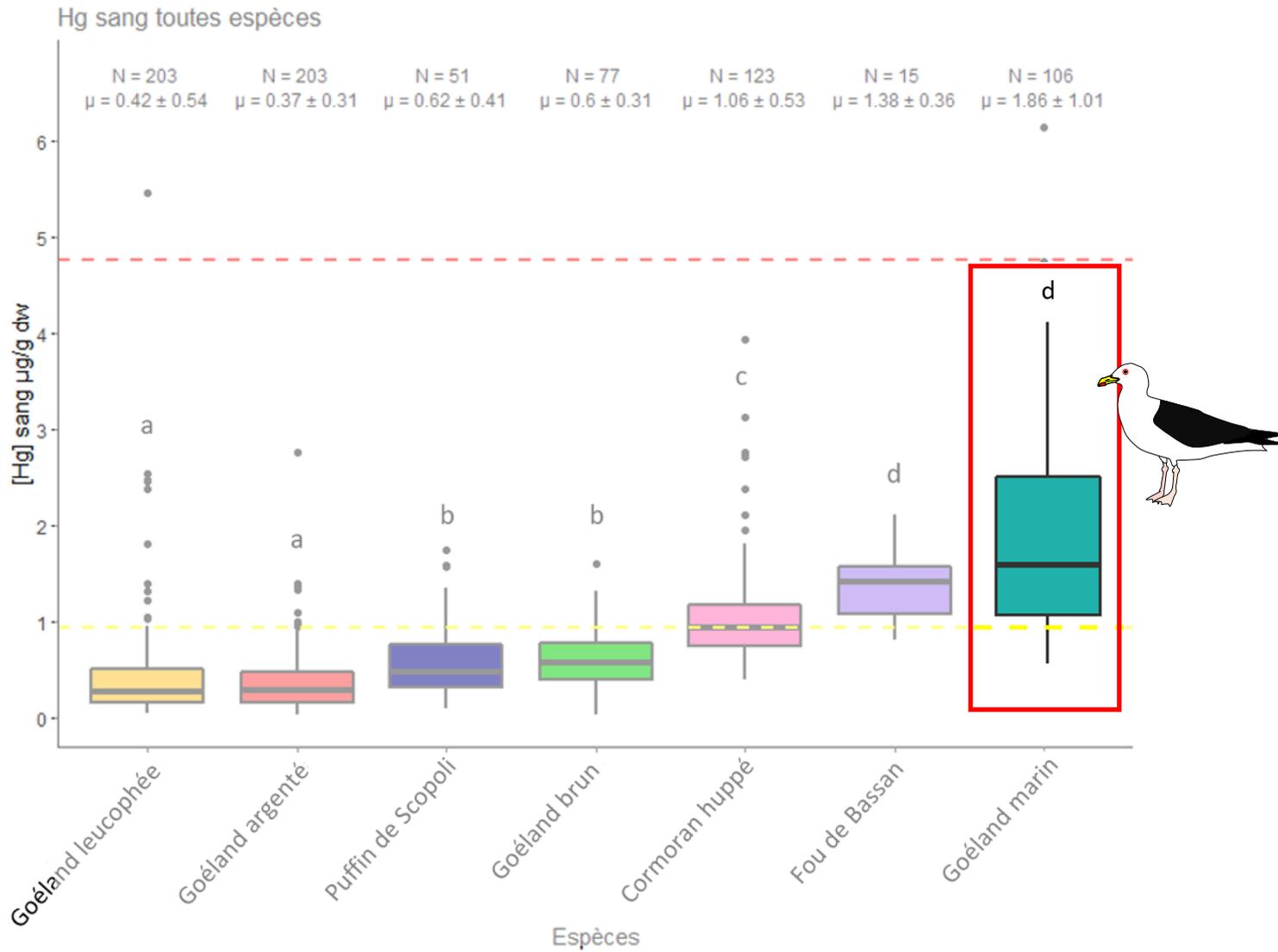
Différences entre espèces



NON ESSENTIELS



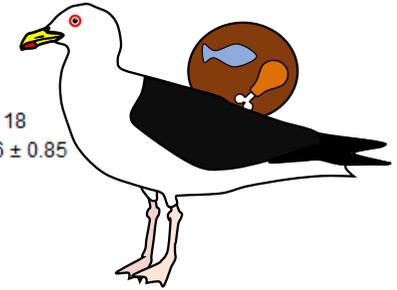
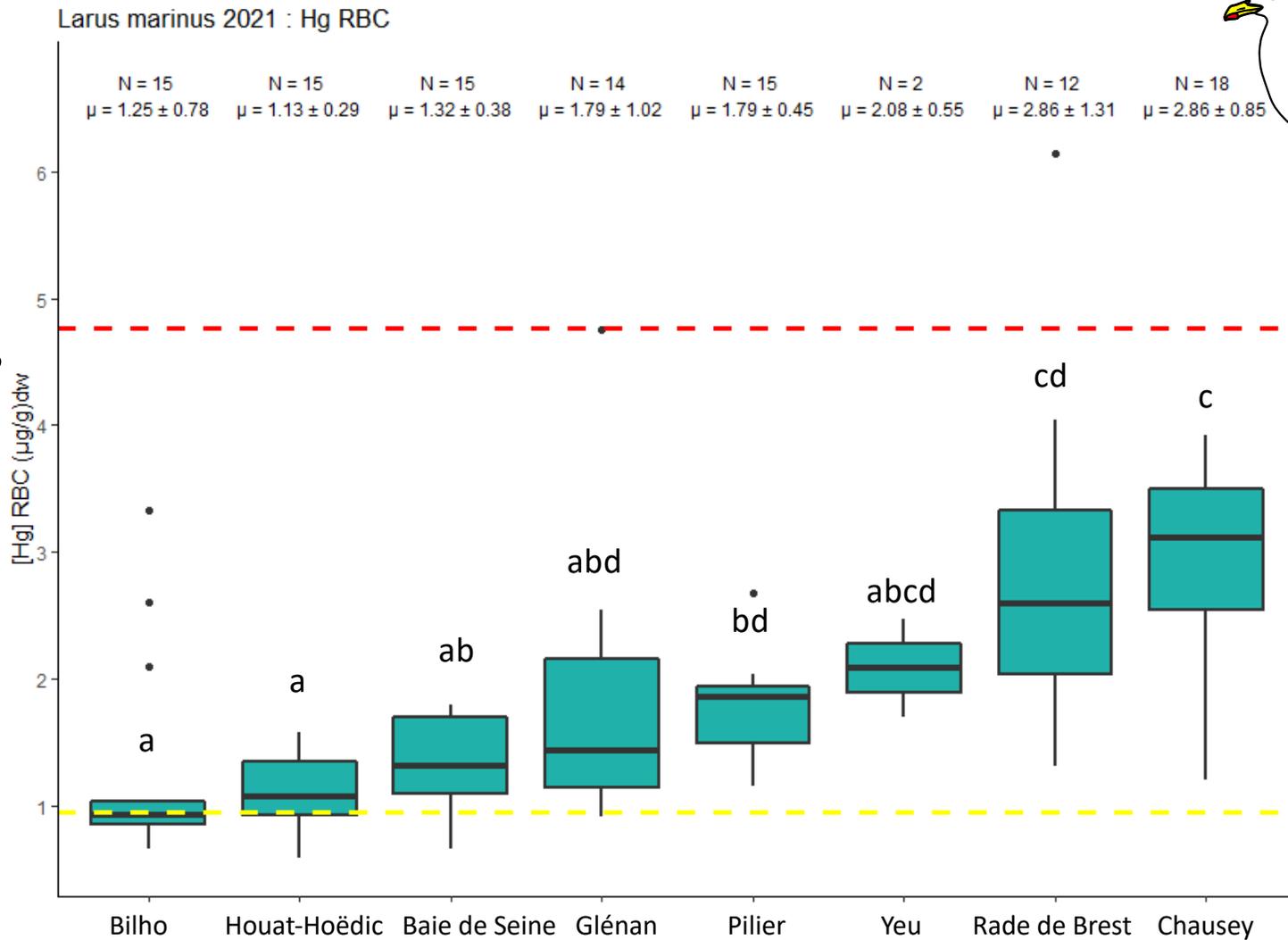
Différences entre espèces



NON ESSENTIELS



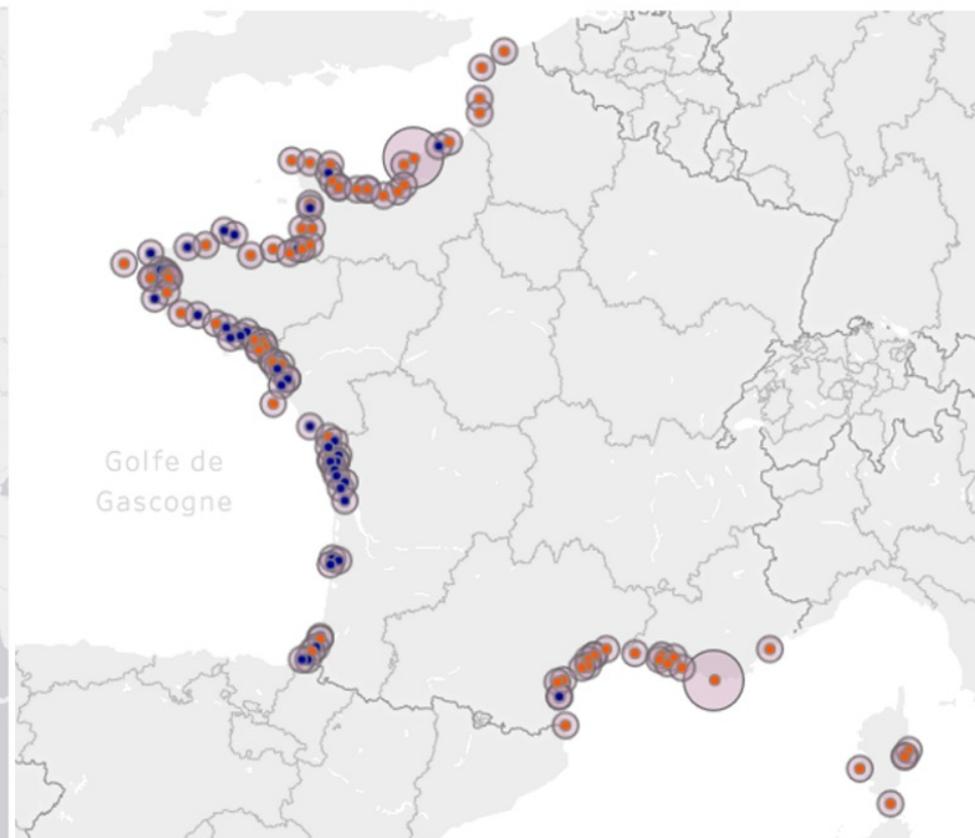
Différences entre sites



**NON
ESSENTIELS**

80
Hg
Mercur

Goéland marin : médiane locale / médiane nationale



Hg GM
● 0 - 2

0 100 200 km

■ Huitre
■ Moule

Rapport de la médiane locale à la médiane nationale

[0 - 2[
[2 - 4[
[4 - 6[
≥ 6

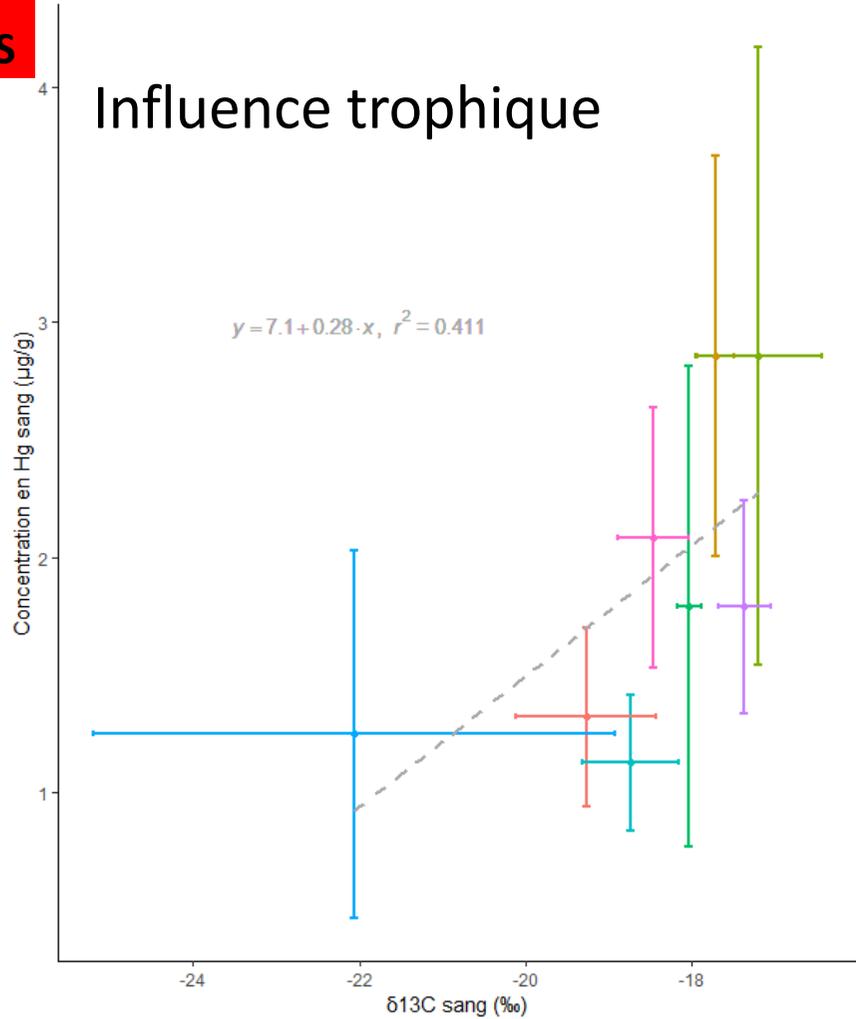


NON ESSENTIELS

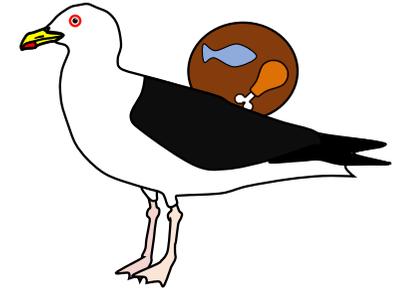
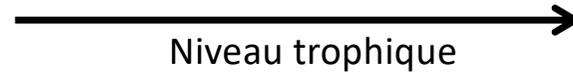
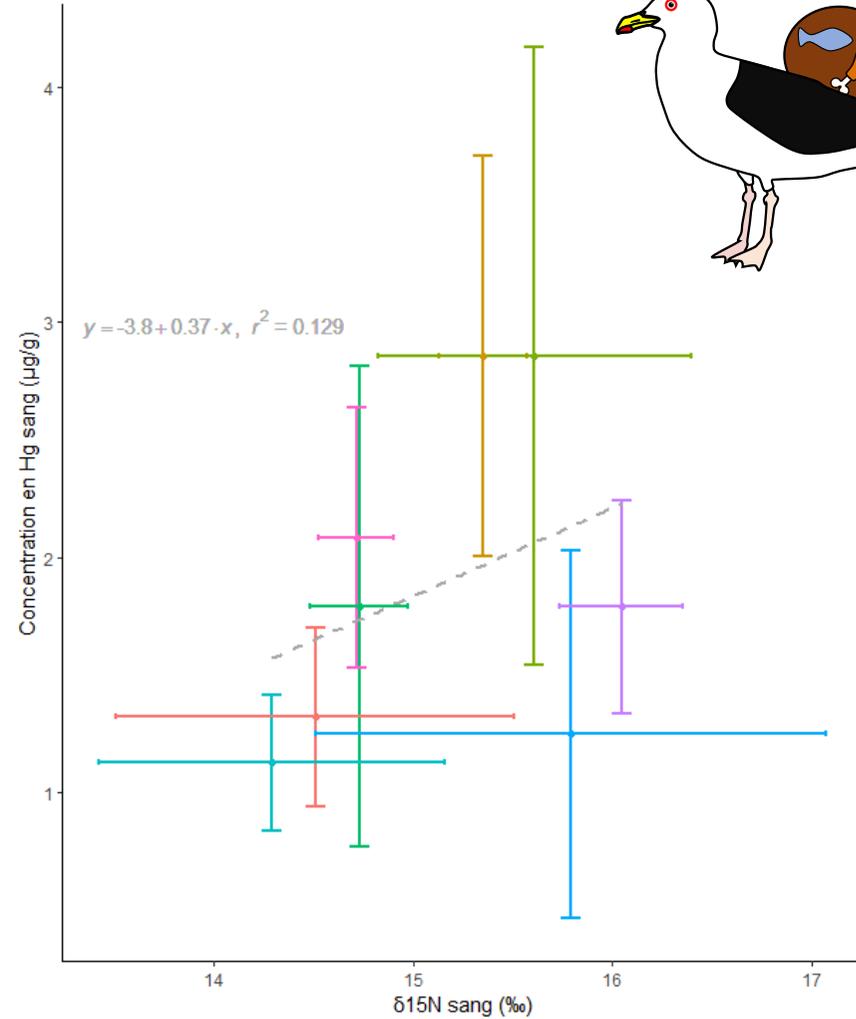


Larus marinus 2021 : [Hg] vs δ13C sang

Influence trophique



Larus marinus 2021 : [Hg] vs δ15N sang



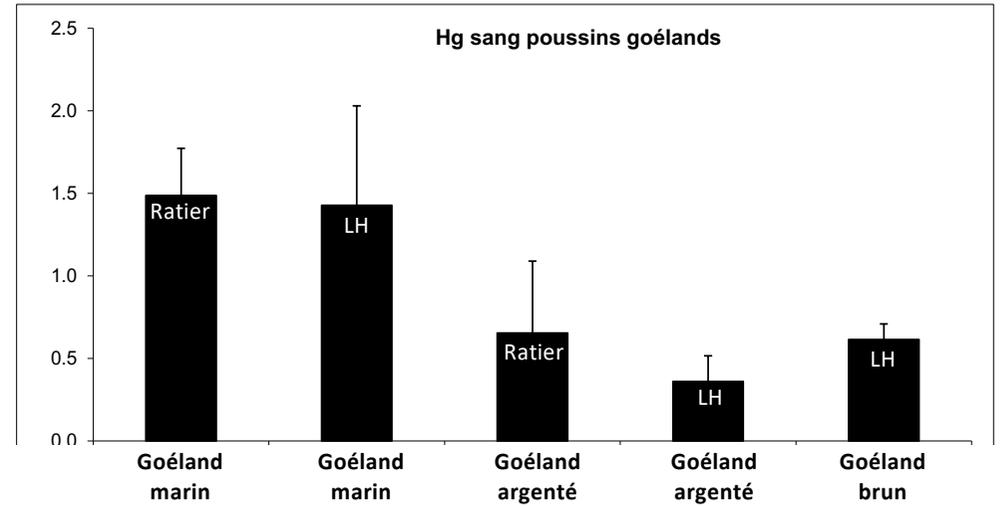
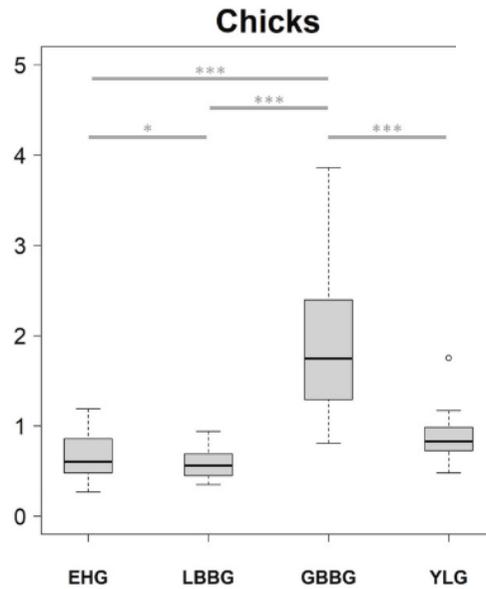
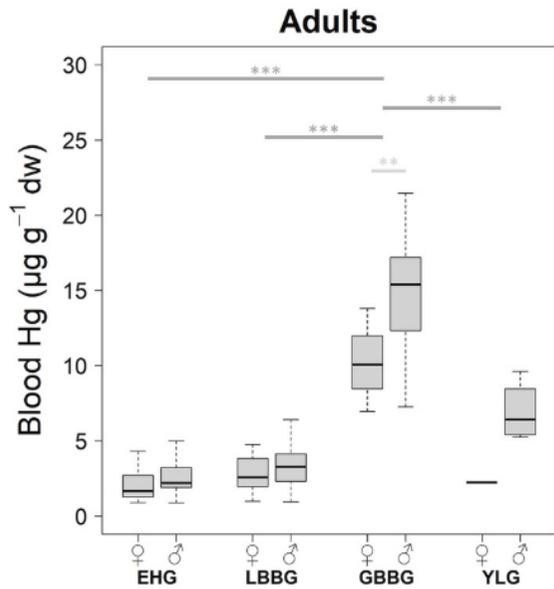
- site
- 03Baie_de_Seine
 - 04Chausey
 - 09Rade_de_Brest
 - 10Glenan
 - 13Houat_Hoedic
 - 16Bilho
 - 17Pilier
 - 18Yeu

NON ESSENTIELS



Comparaison autres études

Jouanneau *et al.*, 2022



Xuereb *et al.*, 2019
Binkowski *et al.*, 2021

Plomb (Pb)

Accumulateurs, batteries

Industrie chimique (peintures)

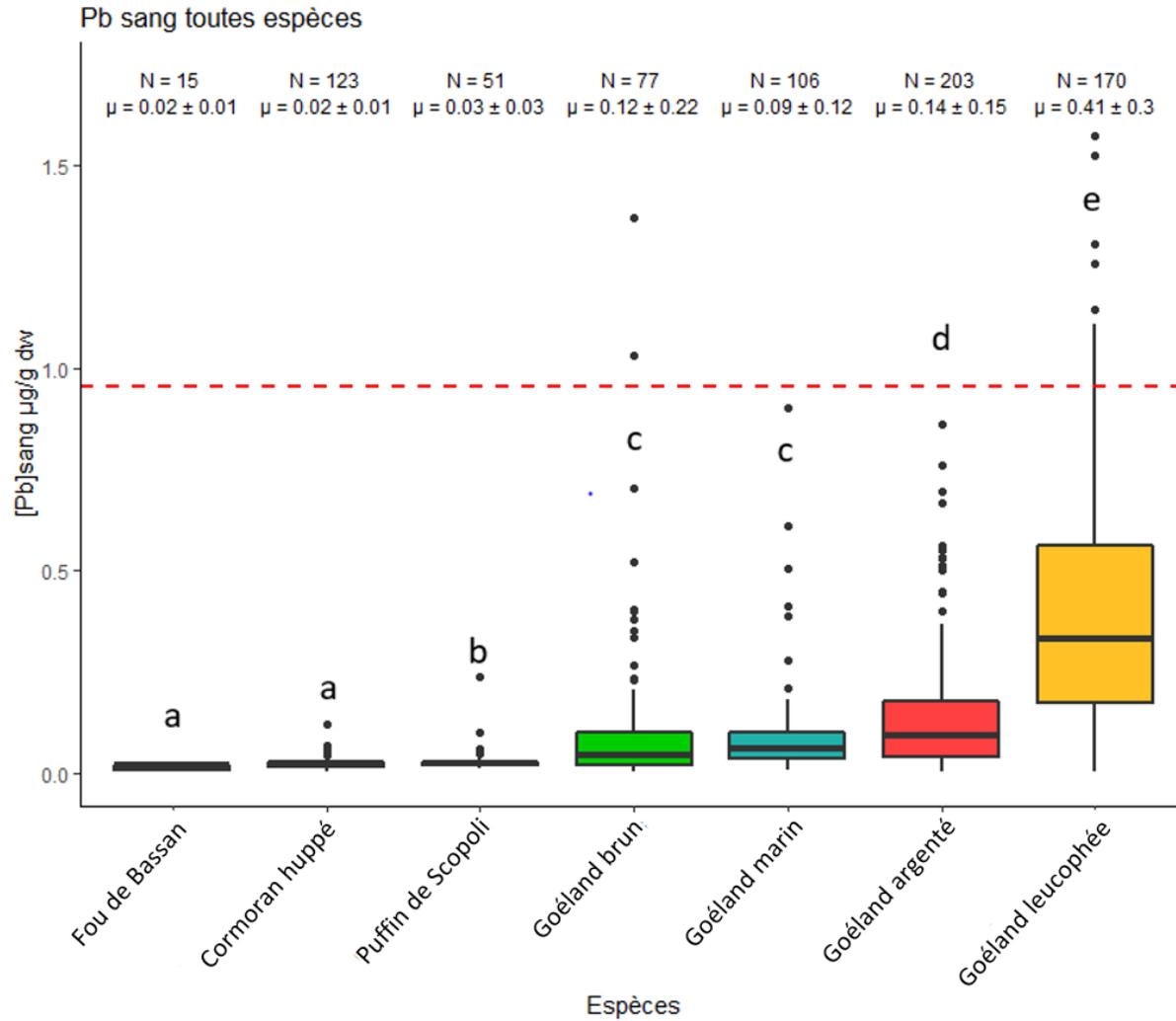
Historiquement dans les carburants



NON ESSENTIELS

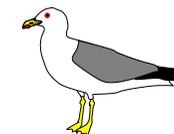
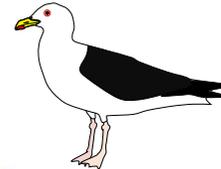
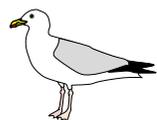


Différences entre espèces

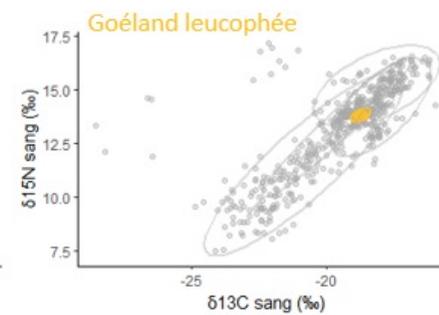
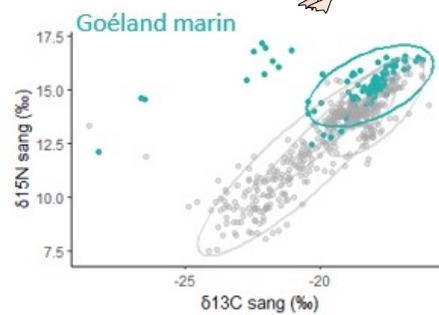
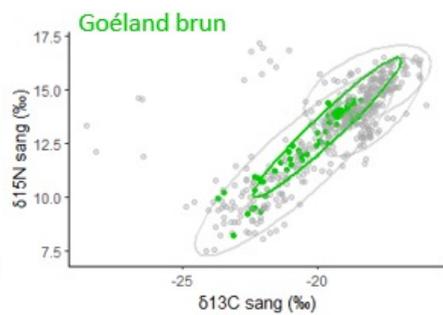
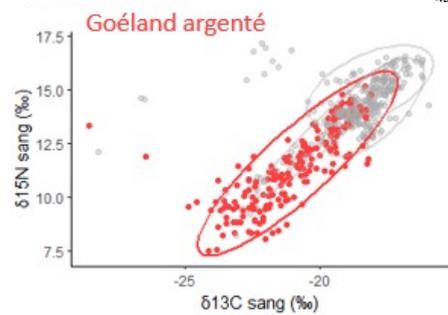


Empoisonnement subclinique (Franson et Pain, 2011)

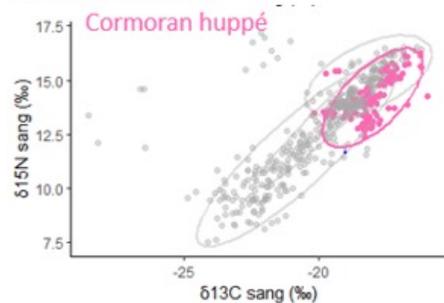
Atlantique



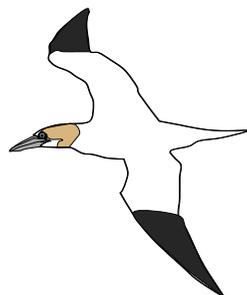
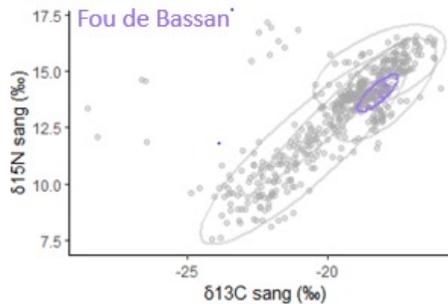
Généralistes



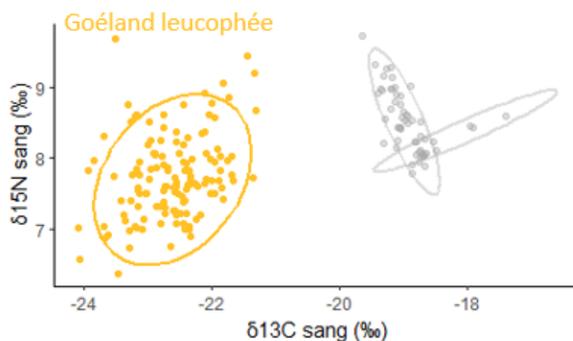
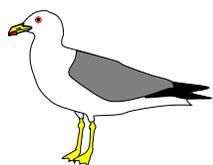
Piscivore côtier



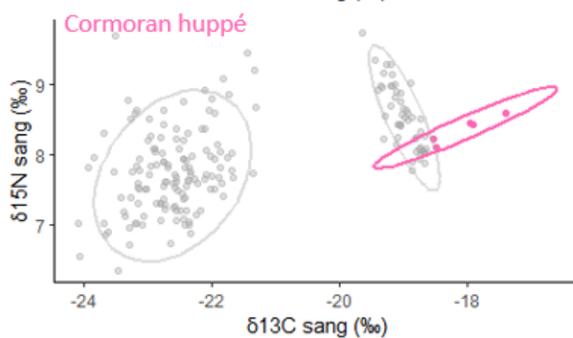
Piscivore hauturier



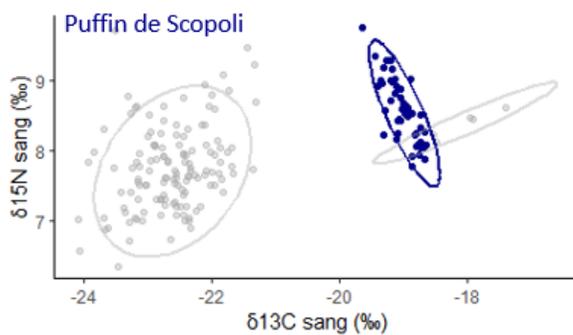
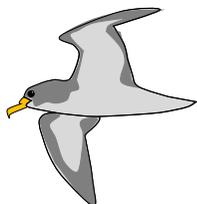
Méditerranée



Généralistes



Piscivore côtier

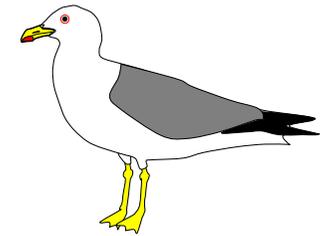
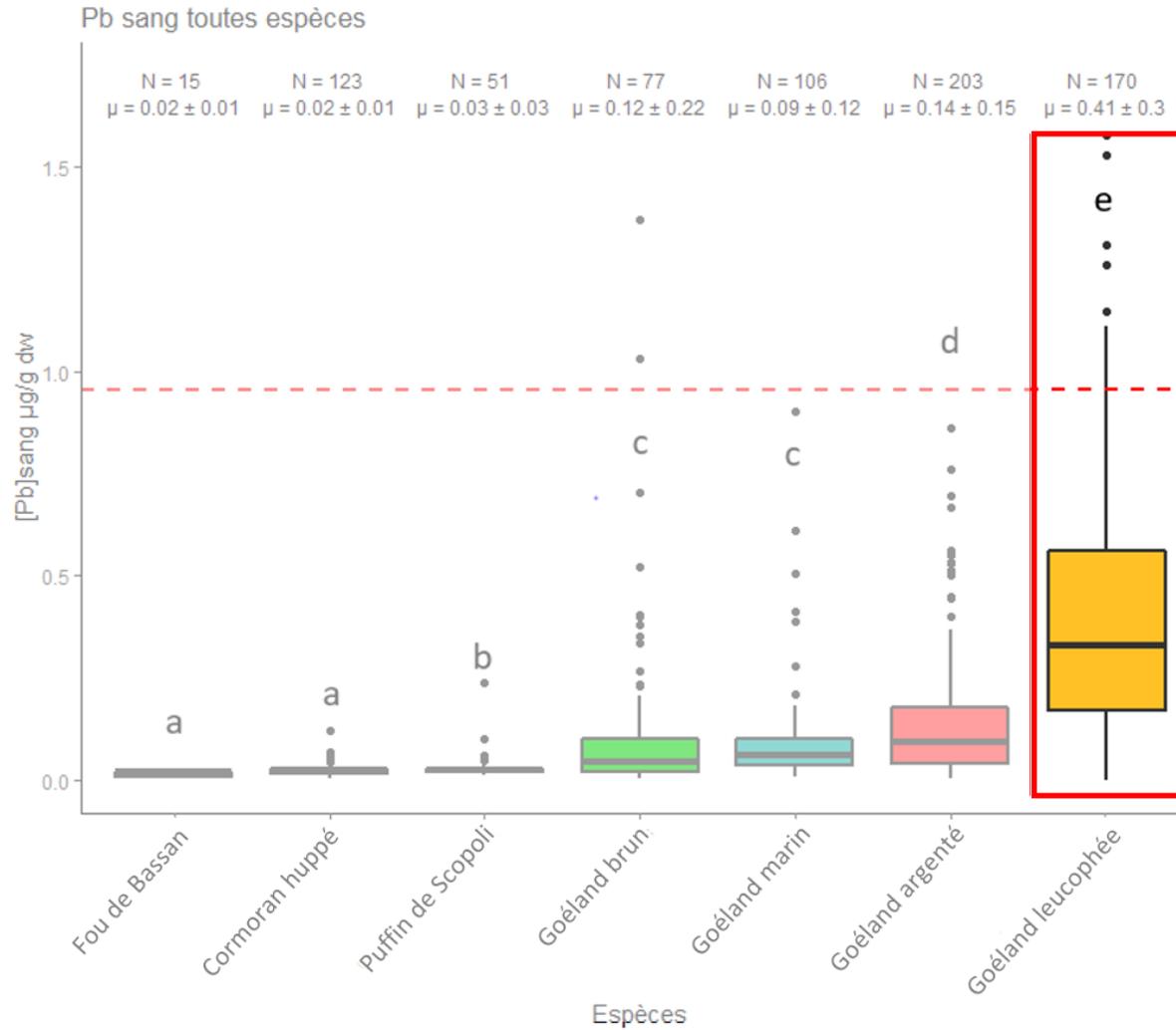


Piscivore hauturier

NON ESSENTIELS



Différences entre espèces

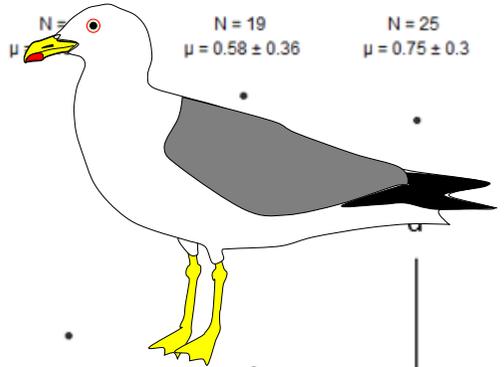
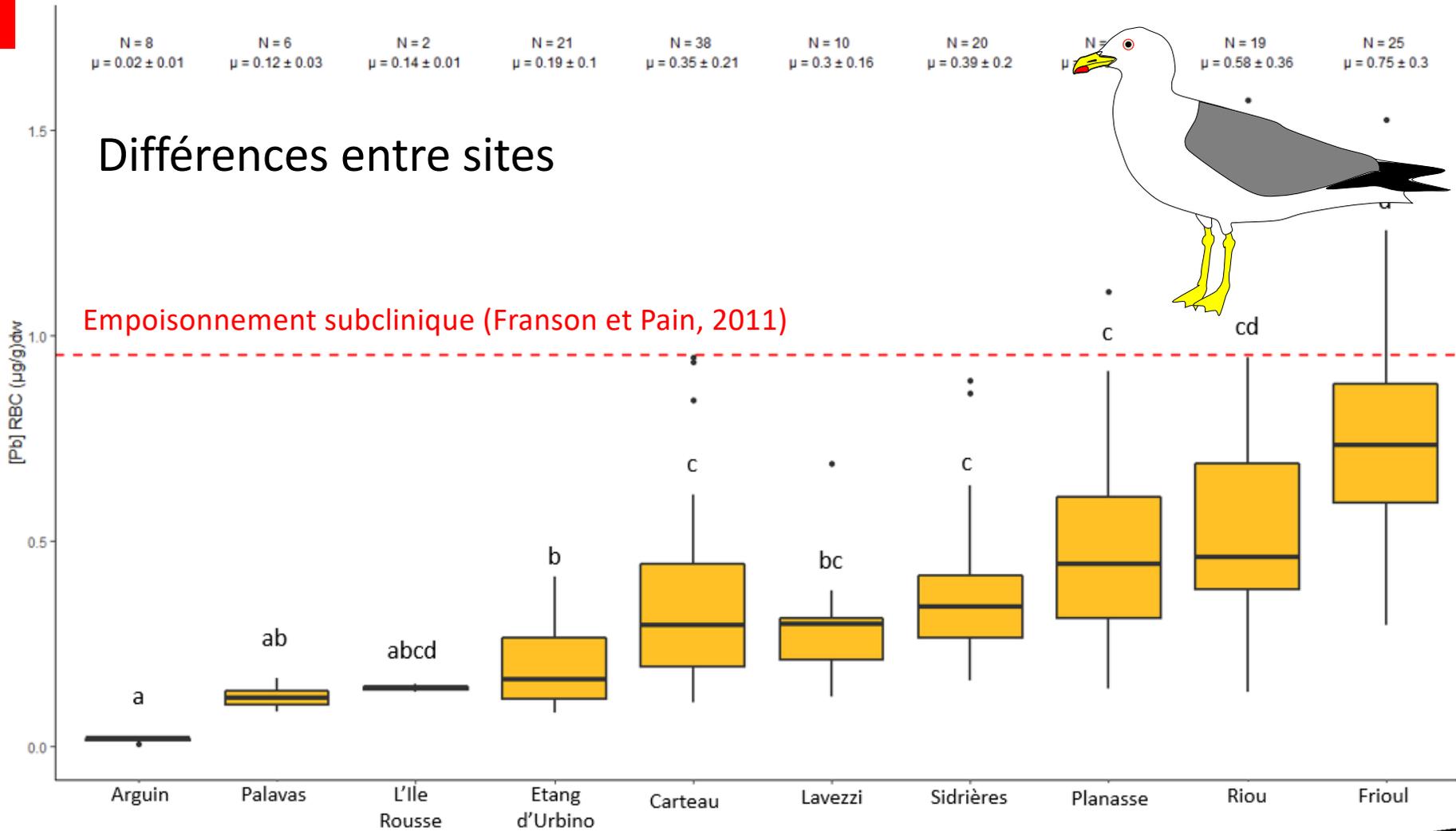


Empoisonnement subclinique (Franson et Pain, 2011)

NON ESSENTIELS



Larus michahellis 2021 : Pb RBC



**NON
ESSENTIELS**

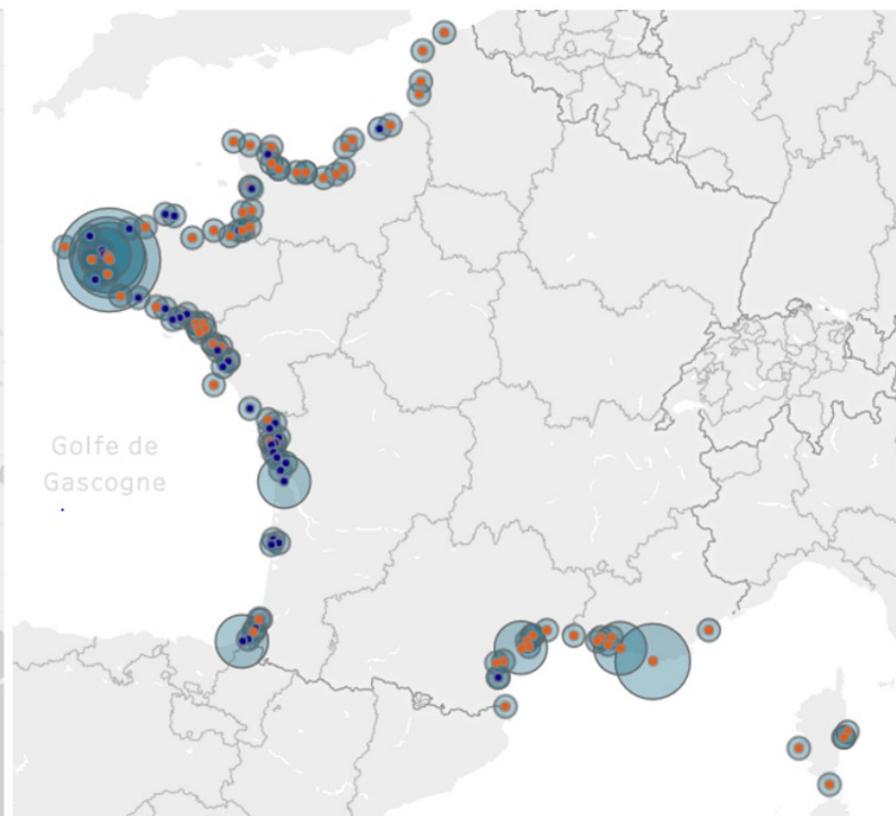
82
Pb
Plomb

Goéland leucopnée : médiane locale / médiane nationale



Pb GL
● 0 - 2
● 2 - 4

0 100 200 km



■ Huitre
■ Moule

Rapport de la médiane locale à la médiane nationale

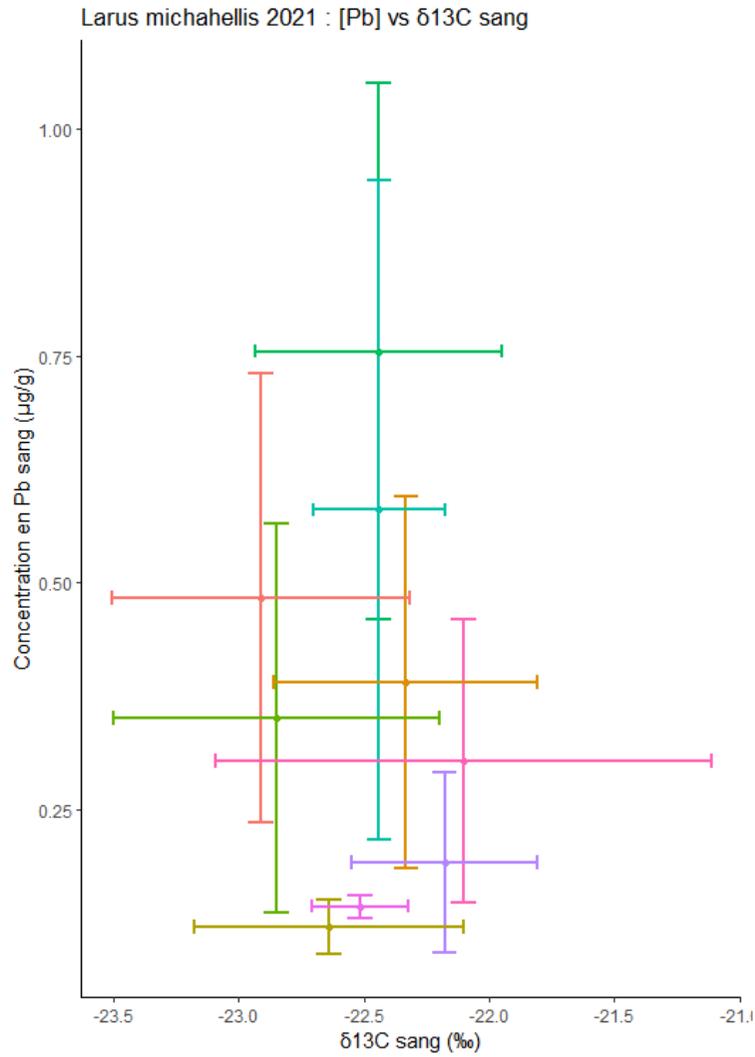
[0 - 2[
[2 - 4[
[4 - 6[
≥ 6



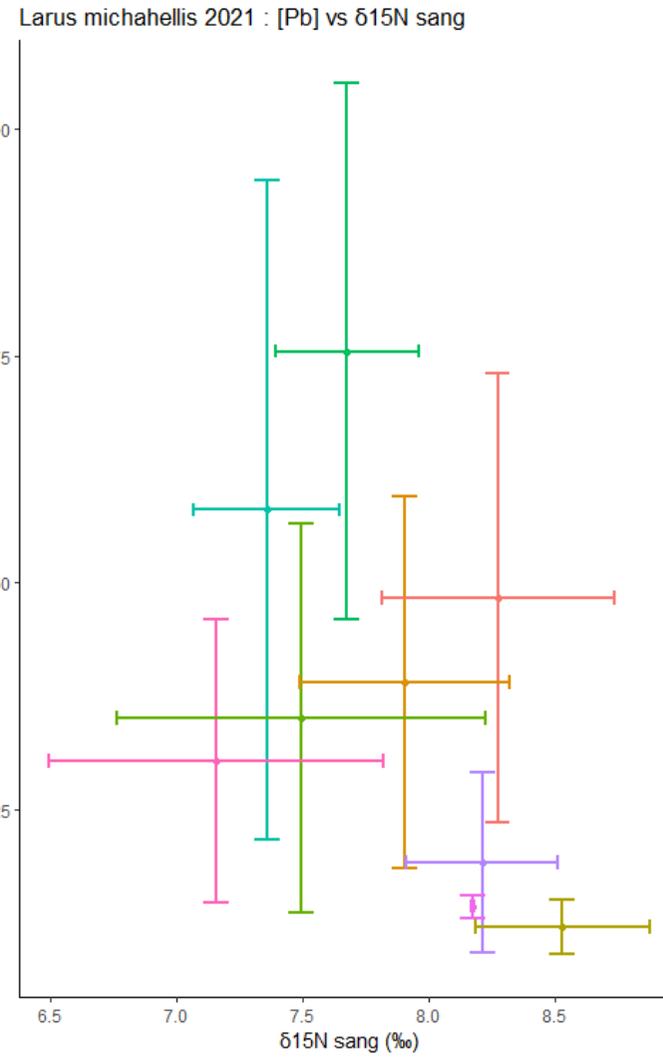
NON ESSENTIELS



Influence trophique



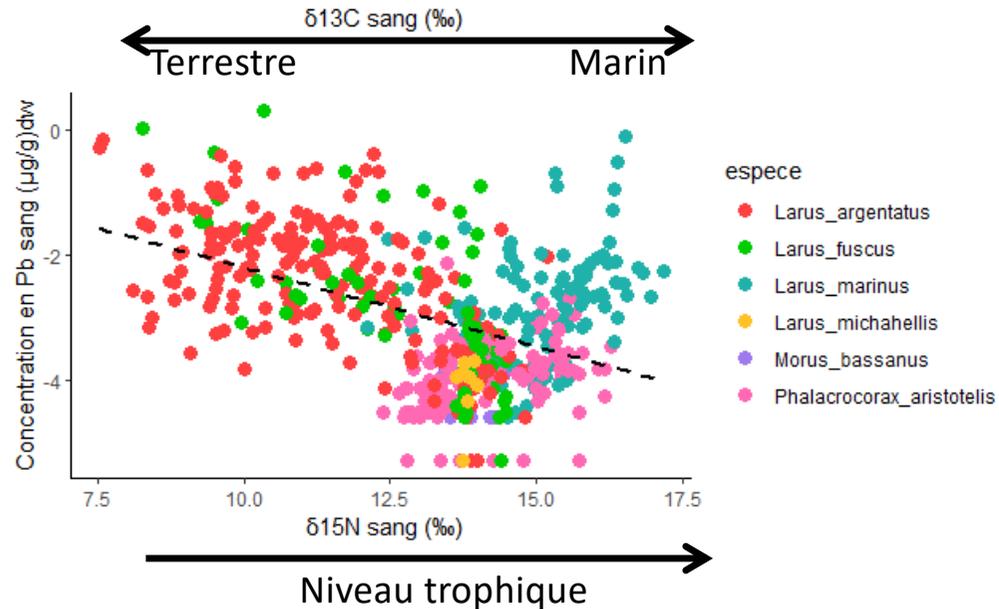
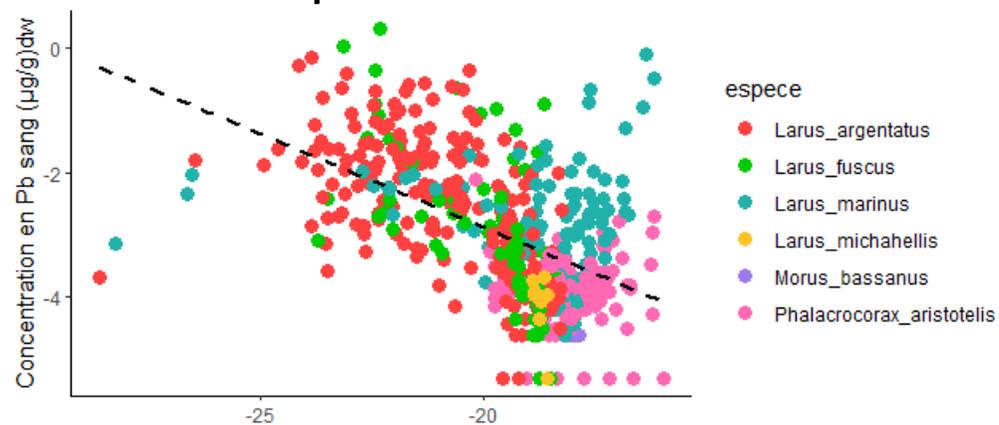
← Terrestre → Marin →



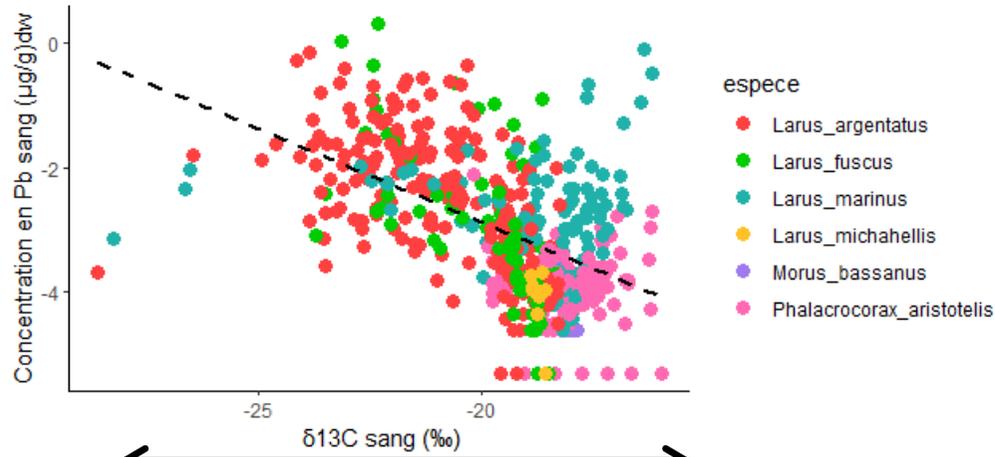
← Niveau trophique →

- site
- 20Narbonnaise_en_Mediterranee
 - 21Sidrières
 - 22Palavas
 - 23Golfe_de_Fos
 - 24Frioul
 - 25Riou
 - 26Porquerolles
 - 27Port_Cros
 - 28Etang_Urbino
 - 29L_Ile_Rousse
 - 30Bouches_de_Bonifacio

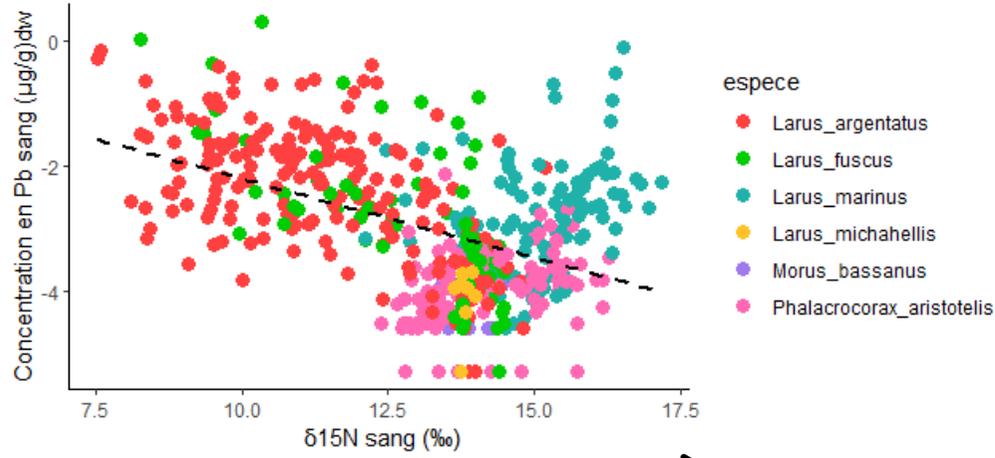
Atlantique



Atlantique

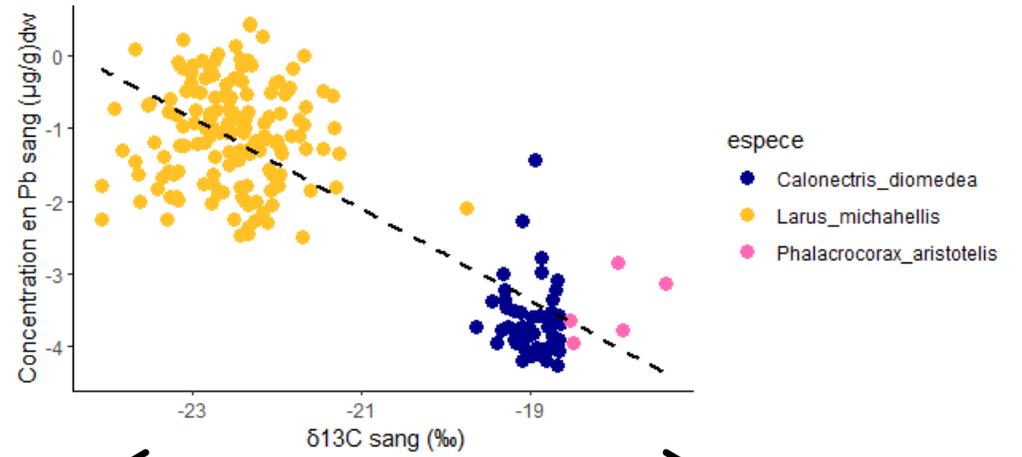


← Terrestre → Marin

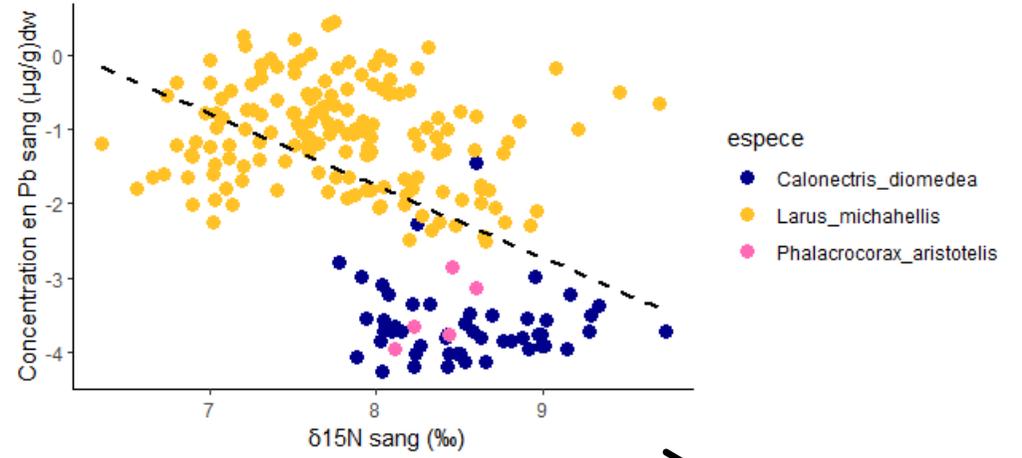


→ Niveau trophique

Méditerranée



← Terrestre → Marin



→ Niveau trophique



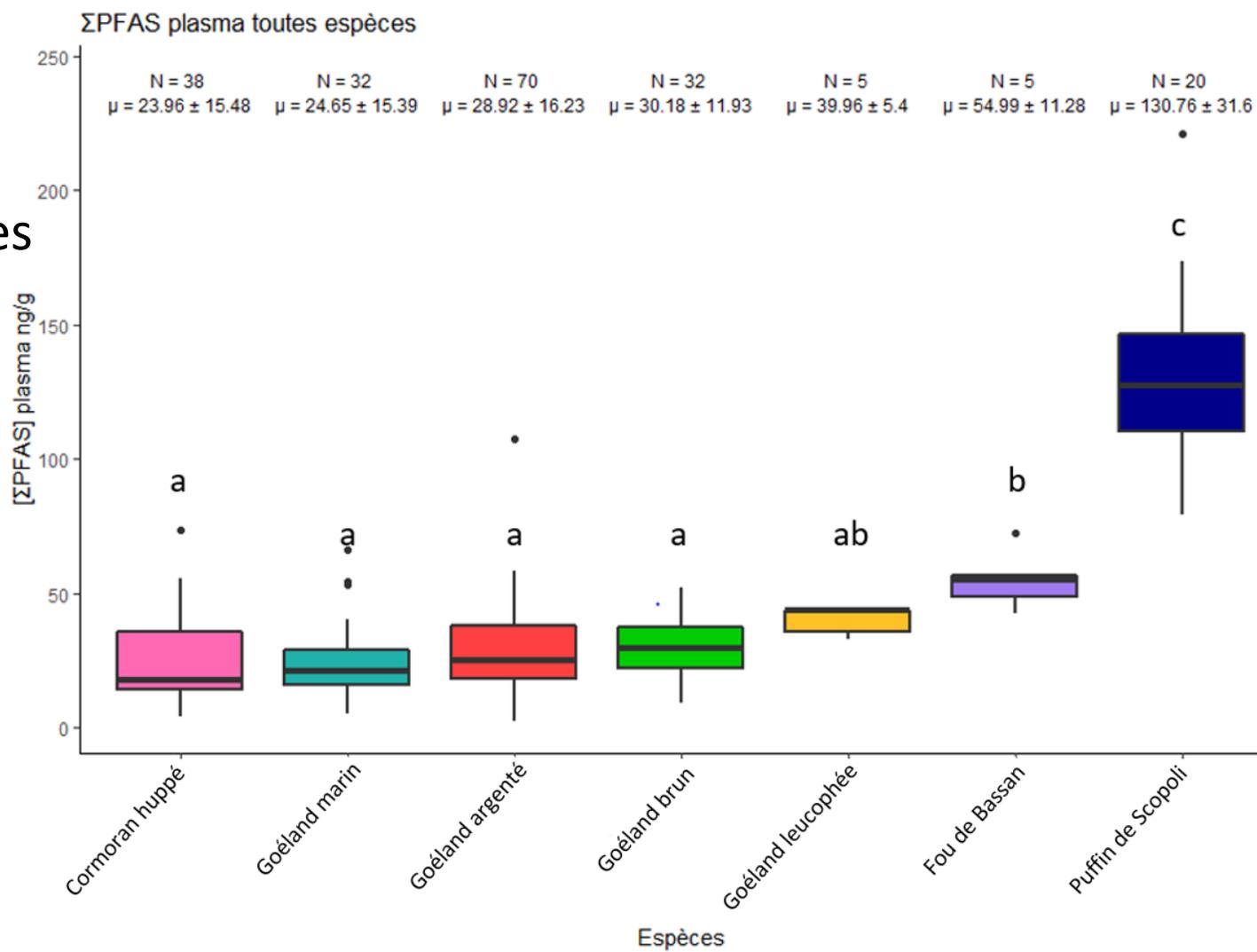
Poly- et per- fluorés (PFAS)

Très nombreux usages industriels : revêtements antiadhésifs (poêles, emballages alimentaires), agents imperméabilisants (vêtements outdoor, textiles antitaches)



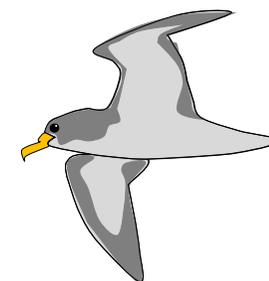
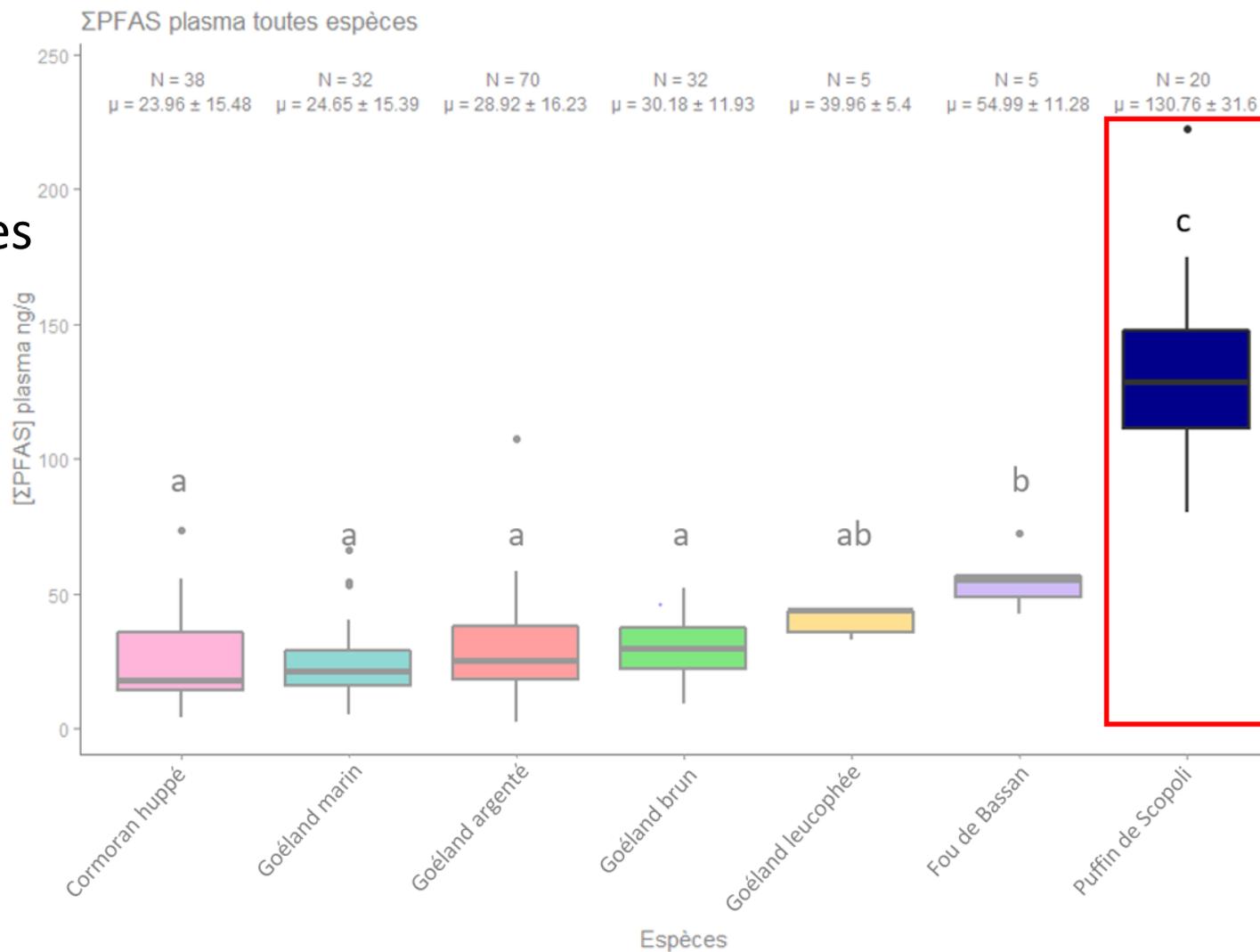
PFAS

Différences
entre espèces

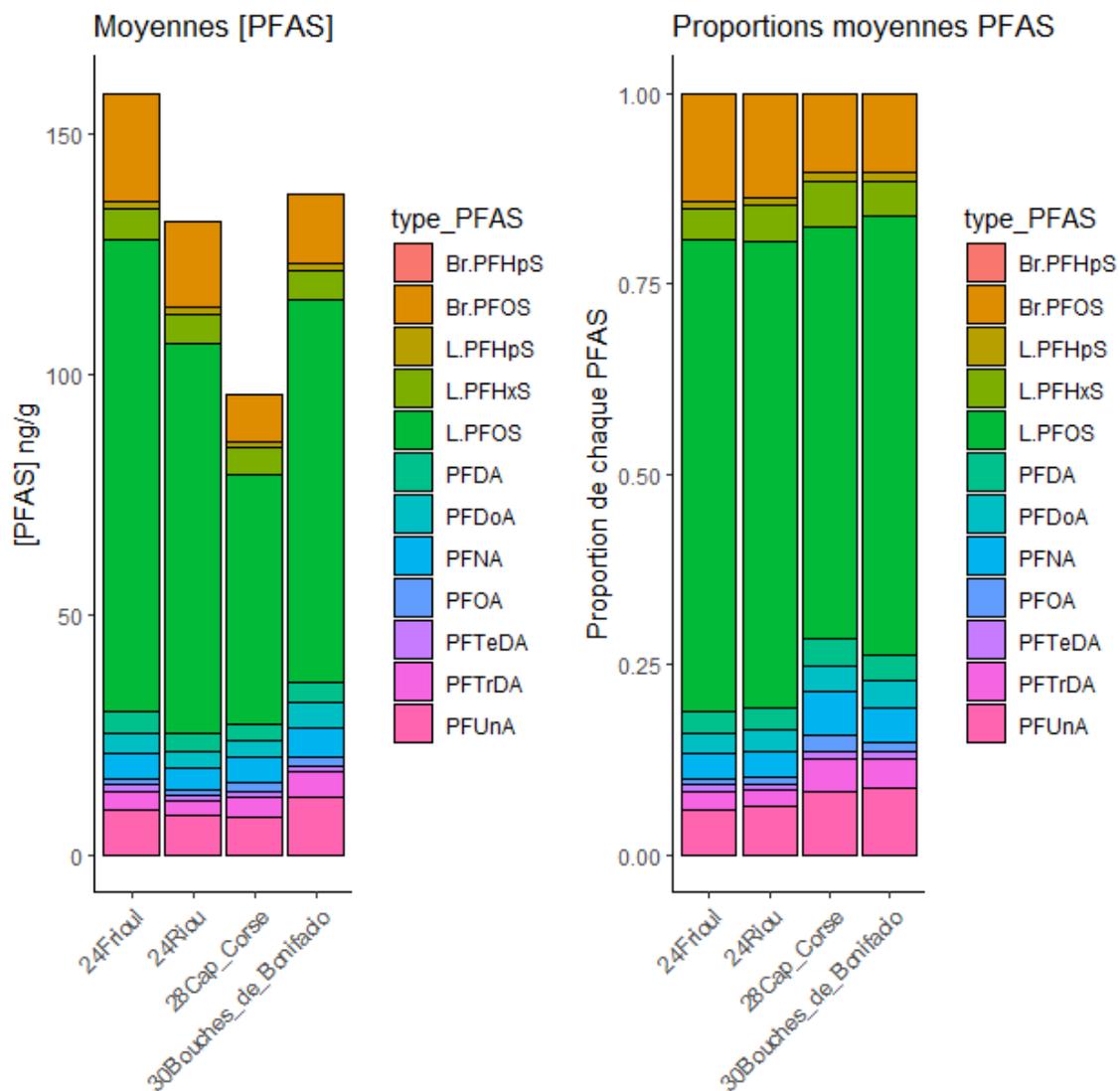


PFAS

Différences
entre espèces



Différences entre sites



Moyenne = 77,5 ± 21,8 ng/g ww

Moyenne = $77,5 \pm 21,8$ ng/g ww

- $13,3 \pm 6,6$ (♂) et $29,8 \pm 79,8$ (♀) ng/g ww, goélands bourgmestres, Svalbard

Sebastiano et al., 2020

Moyenne = 77,5 ± 21,8 ng/g ww

- 13,3 ± 6,6 (♂) et 29,8 ± 79,8 (♀) ng/g ww, goélands bourgmestres, Svalbard

Sebastiano et al., 2020

- 13,4 ± 6,2 (♂) ng/g ww, mouettes tridactyles, Svalbard

Costantini et al., 2019

Moyenne = $77,5 \pm 21,8$ ng/g ww

- $13,3 \pm 6,6$ (♂) et $29,8 \pm 79,8$ (♀) ng/g ww, goélands bourgmestres, Svalbard

Sebastiano et al., 2020

- $13,4 \pm 6,2$ (♂) ng/g ww, mouettes tridactyles, Svalbard

Costantini et al., 2019

- $13,82 \pm 2,0$ (♂) et $30,44 \pm 4,31$ (♀) ng/g, ww goélands argentés

$21,09 \pm 2,06$ (♂) et $60,23 \pm 4,44$ (♀) ng/g ww, goélands bruns

$13,45 \pm 1,52$ (♂) et $46,55 \pm 13,74$ (♀) ng/g ww, goélands marins, île de Ré

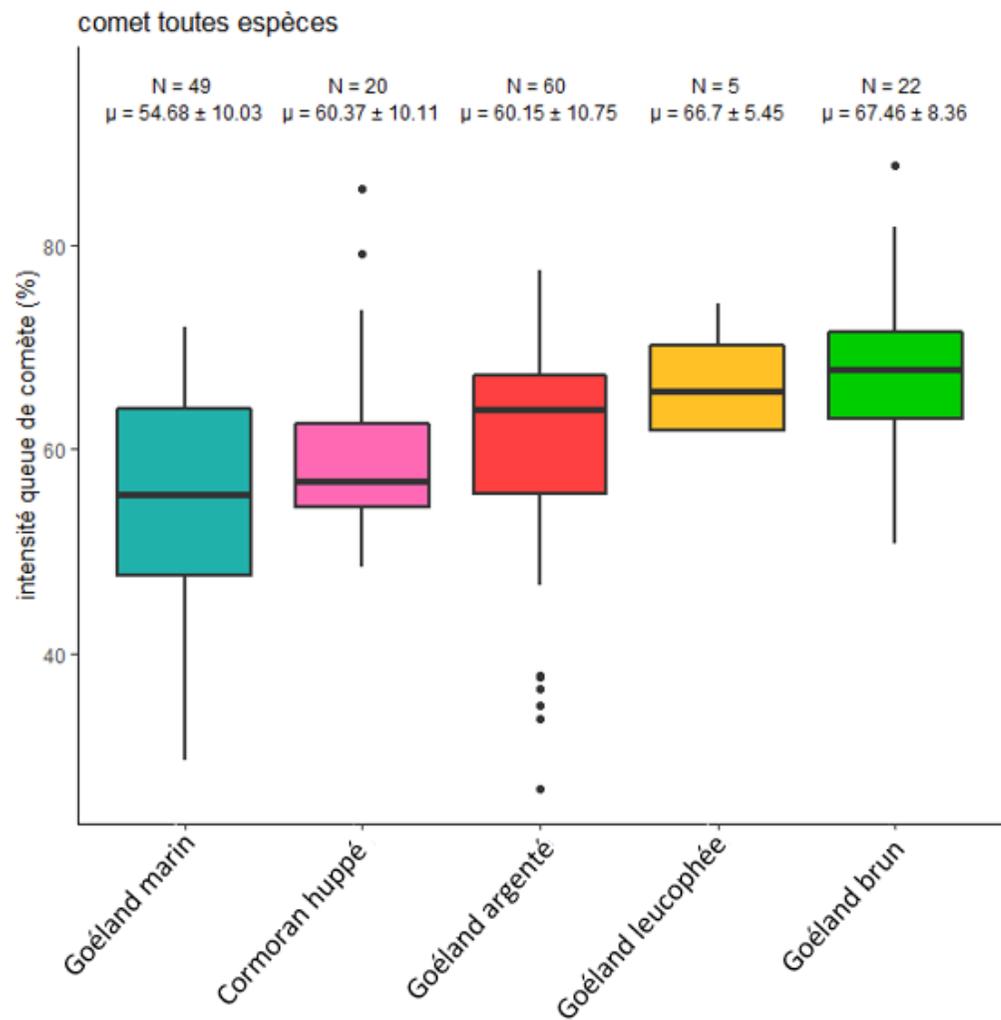
Sebastiano et al., 2021



Biomarqueurs d'effets



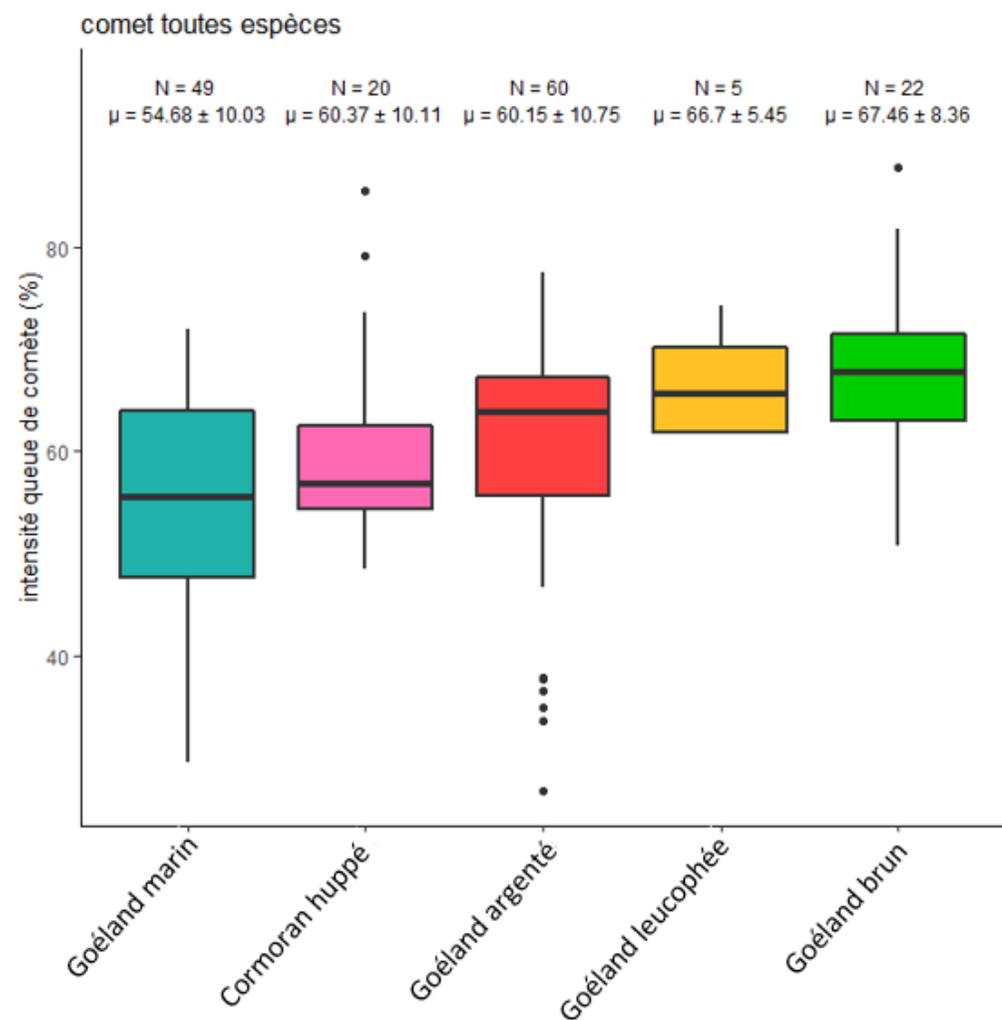
Tests génotoxiques : marqueurs de dégradation du matériel génétique



Tests génotoxiques : marqueurs
de dégradation du matériel
génétique

Niveaux hauts

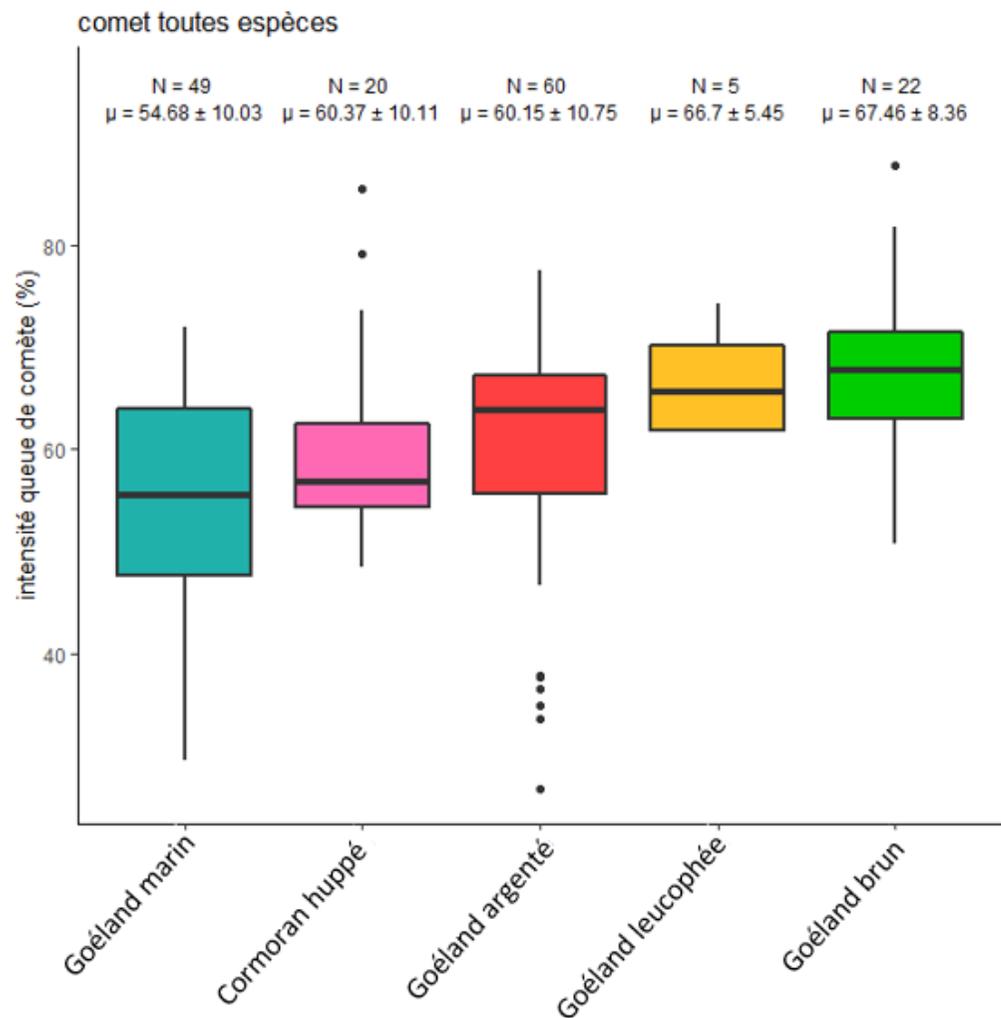
Pas de différences significatives



Tests génotoxiques : marqueurs
de dégradation du matériel
génétique

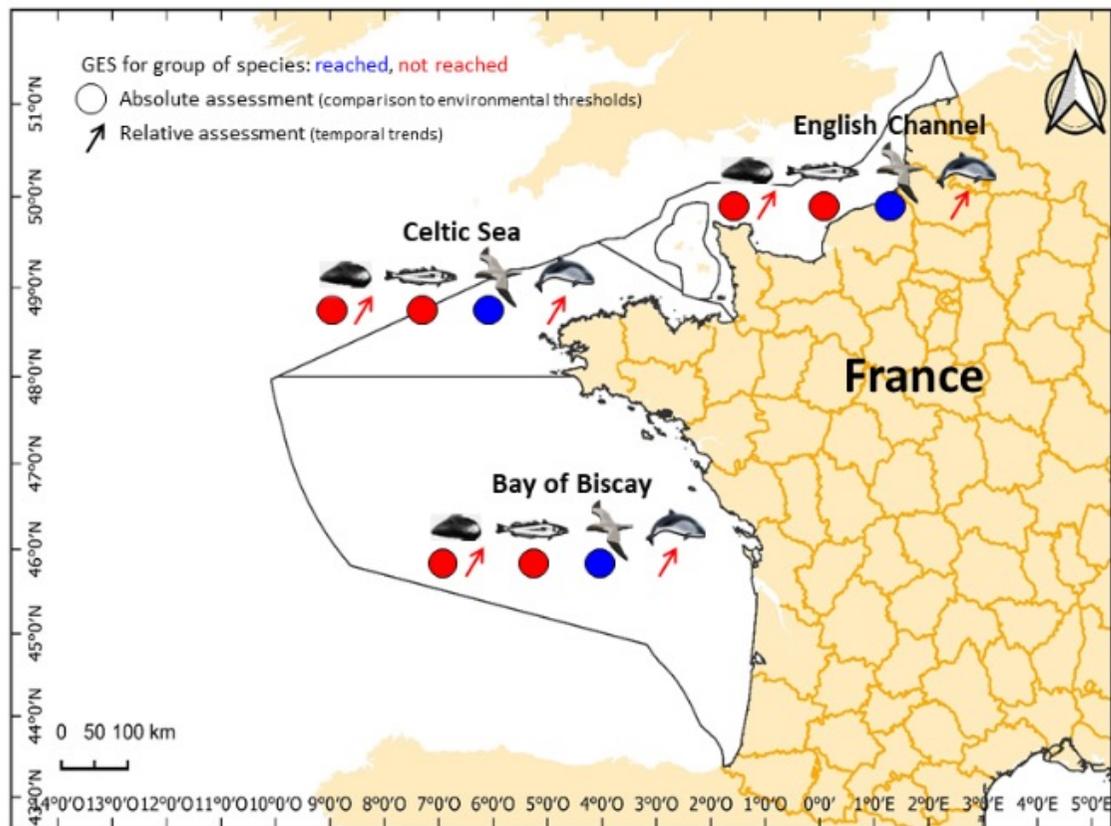
Niveaux hauts
Pas de différences significatives

Manque de sensibilité ?
Technique de comptage ?

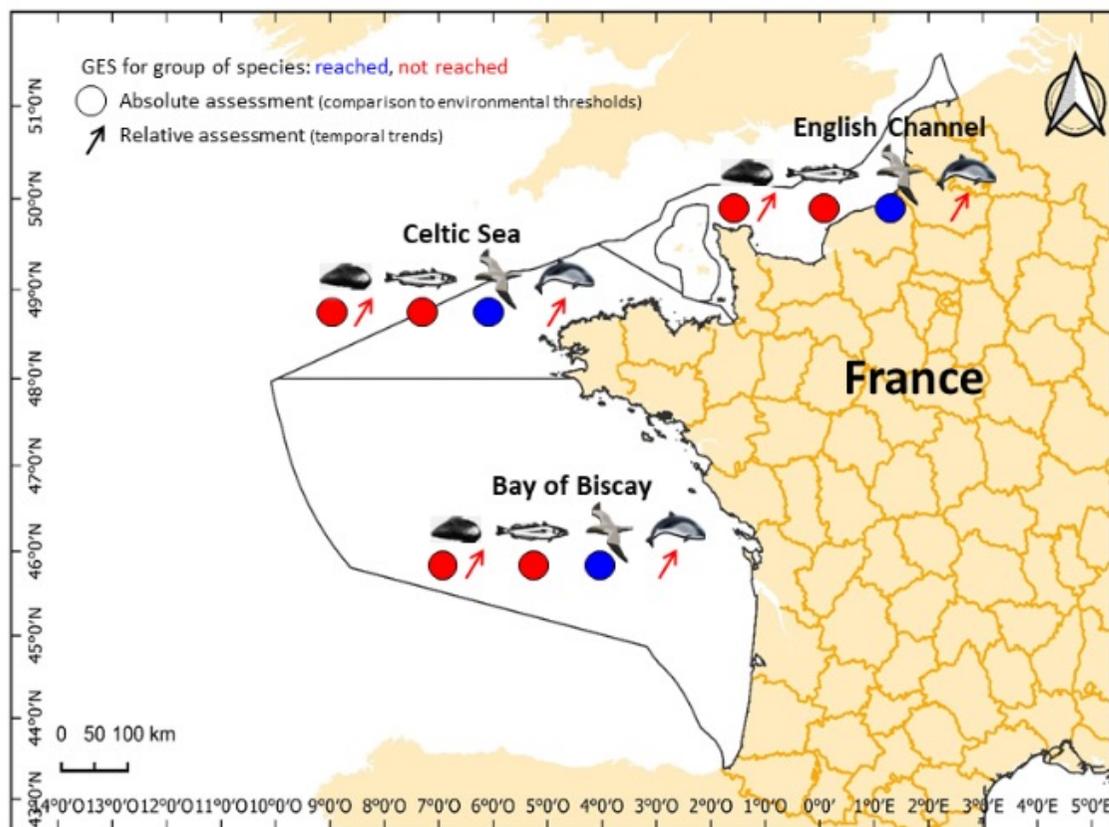


Valorisation



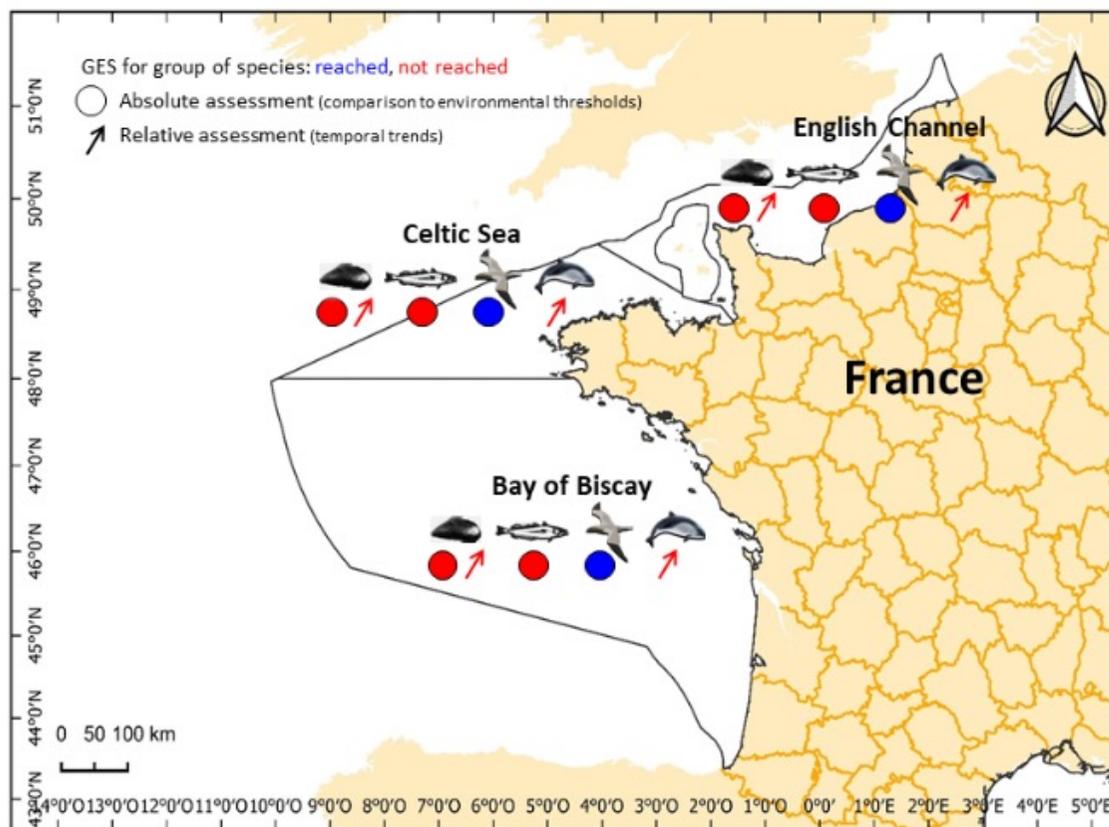


Fiches indicateurs Hg (agrégation biote)



Fiches indicateurs Hg
(agrégation biote)

+ article en cours (Mille *et al.*,
STOTEN)



Fiches indicateurs Hg
(agrégation biote)

+ article en cours (Mille *et al.*,
STOTEN)

Thèse Prescillia (articles Hg et
PFAS)

Conclusion

Différences :

Conclusion

Différences : entre espèces

Conclusion

Différences : entre espèces
entre sites

Conclusion

Différences : entre espèces
entre sites
par type de contaminant

Conclusion

Différences : entre espèces
entre sites
par type de contaminant

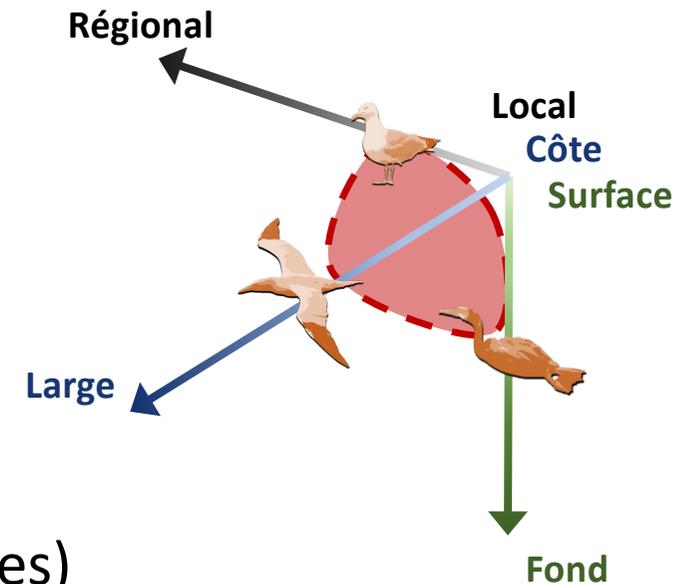
→ explication en partie par l'écologie (isotopes stables)

Conclusion

Différences : entre espèces
entre sites
par type de contaminant

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

Oiseaux marins : **bioindicateurs pertinents, intégrateurs, complémentaires aux autres suivis**



Remerciements

