

1- Les oiseaux marins bioindicateurs de la contamination chimique

Paco Bustamante



2- Conséquences physiologiques et démographiques de l'exposition aux contaminants chez les oiseaux marins

Olivier Chastel



3- Projet de suivi des contaminants dans les oiseaux marins des côtes françaises dans le cadre de la DCSMM

Stage Gauthier Poiriez (2018)





Les oiseaux marins bioindicateurs de la contamination chimique

Paco Bustamante

Université de La Rochelle
pbustama@univ-lr.fr



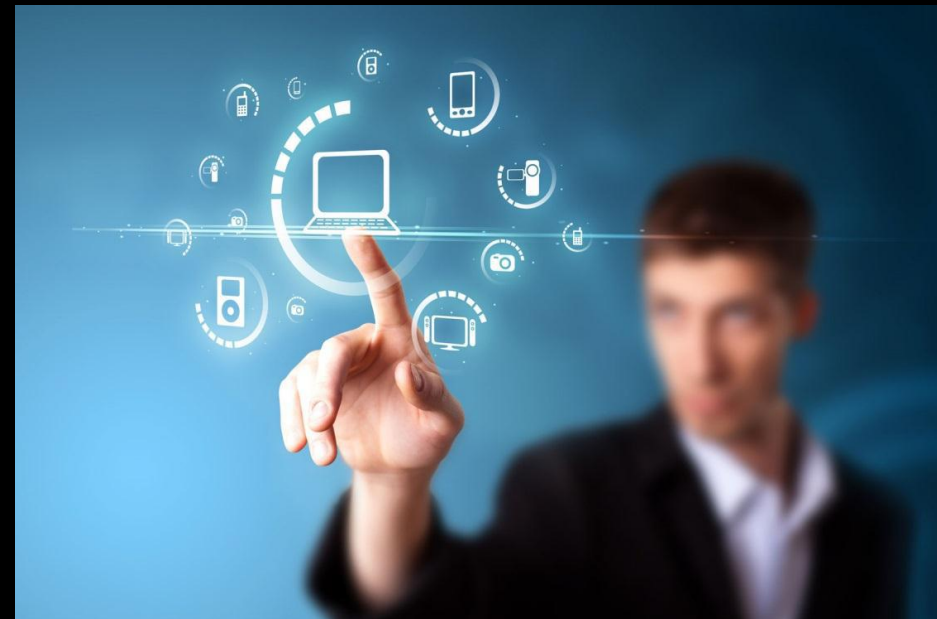
Activités humaines ➡

**Impact sur
l'environnement**

**Augmentation de la
population**



**Développement
technologique**



Contamination environnementale

Tragédie de Minamata, Japon



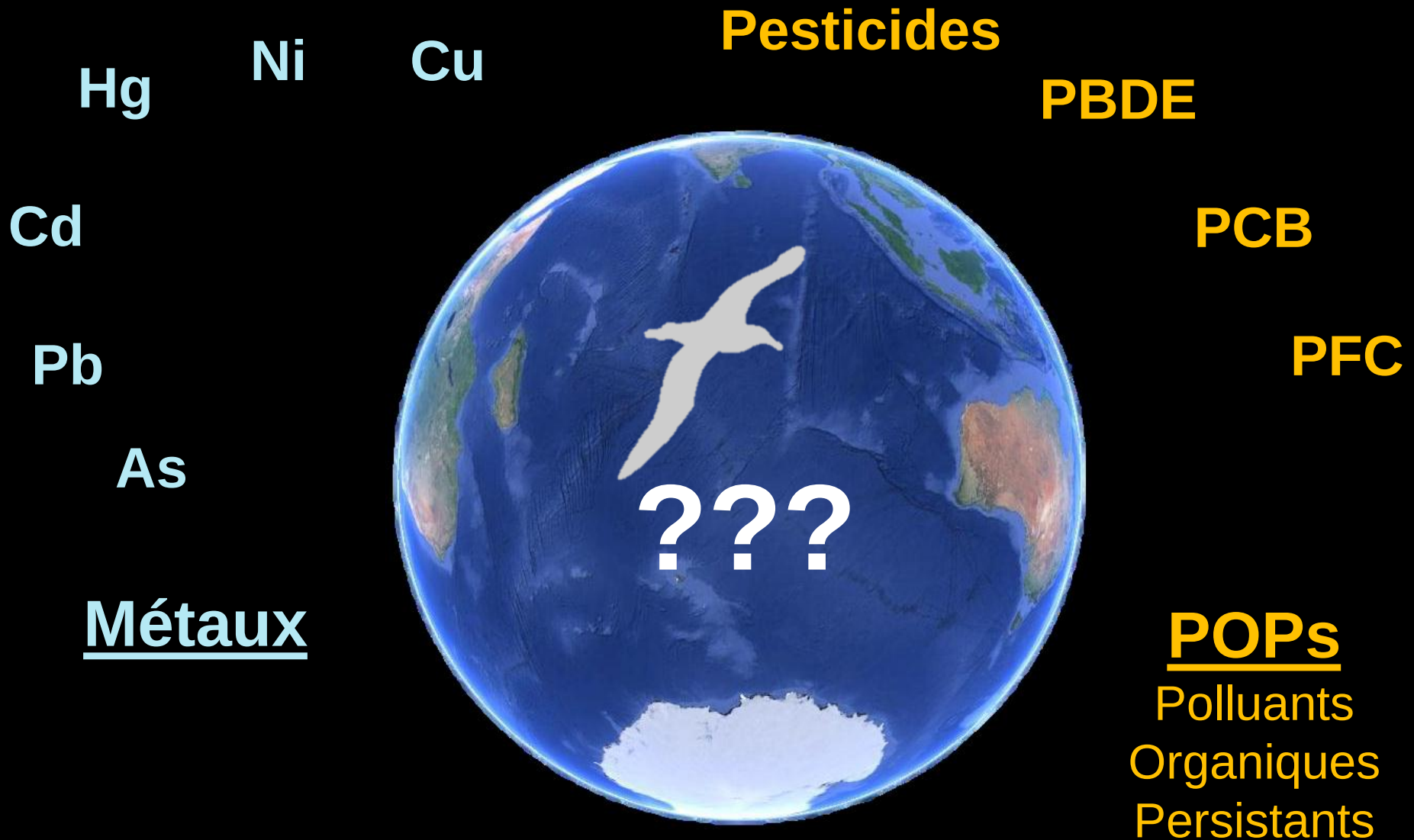
- Pollution industrielle au mercure
- Plusieurs milliers de victimes



Contamination environnementale



Contamination environnementale



Hg Un métal non-essentiel



Une origine naturelle



- Volcanisme
- Erosion des sols

Activités de l'Homme



- Combustion du charbon, du pétrole, etc.



- Mines

POPs



Origine anthropique

Dispersion des pesticides

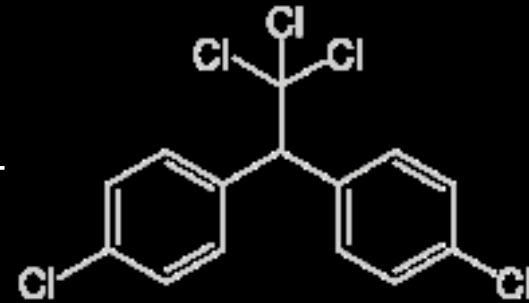


Pesticides organochlorés

DDT, Mirex, Dieldrin....

DDT

dichlorodiphenyl-
trichloroethane



POPs



Origine anthropique

Dispersion des pesticides

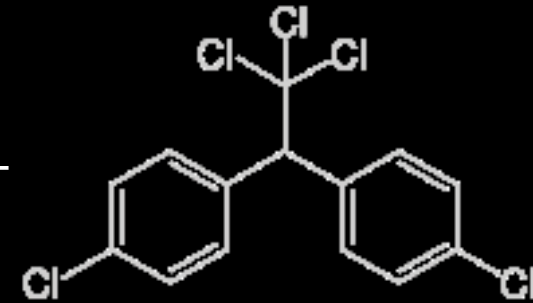


Pesticides organochlorés

DDT, Mirex, Dieldrin....

DDT

dichlorodiphenyl-
trichloroethane



Equipements
électriques



Textiles

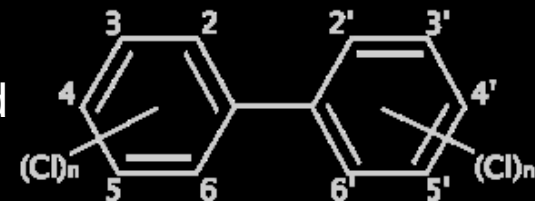


Produits industriels

PCBs, PBDEs, PFCs

PCB

polychlorinated
biphenyls



Hg

POPs

1) Toxiques

Hg

POPs

1) Toxiques

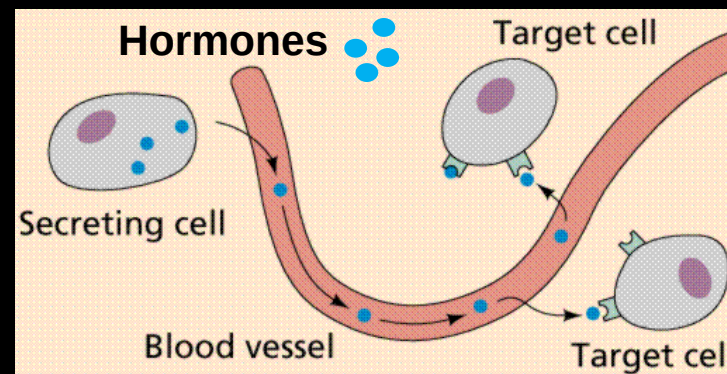


**Système
nerveux**



© T. Lacombe

Système endocrinien



**Homme
Animaux**



**Développement
embryonnaire**

Comportement

Hg

POPs

1) Toxiques

2) Persistants

Hg

POPs

1) Toxiques

2) Persistants

Traités internationaux



2013



2001

Hg

POPs

- 1) Toxiques
- 2) Persistants
- 3) Mobiles



Hg

POPs

- 1) Toxiques
- 2) Persistants
- 3) Mobiles



**Circulation
océanique**

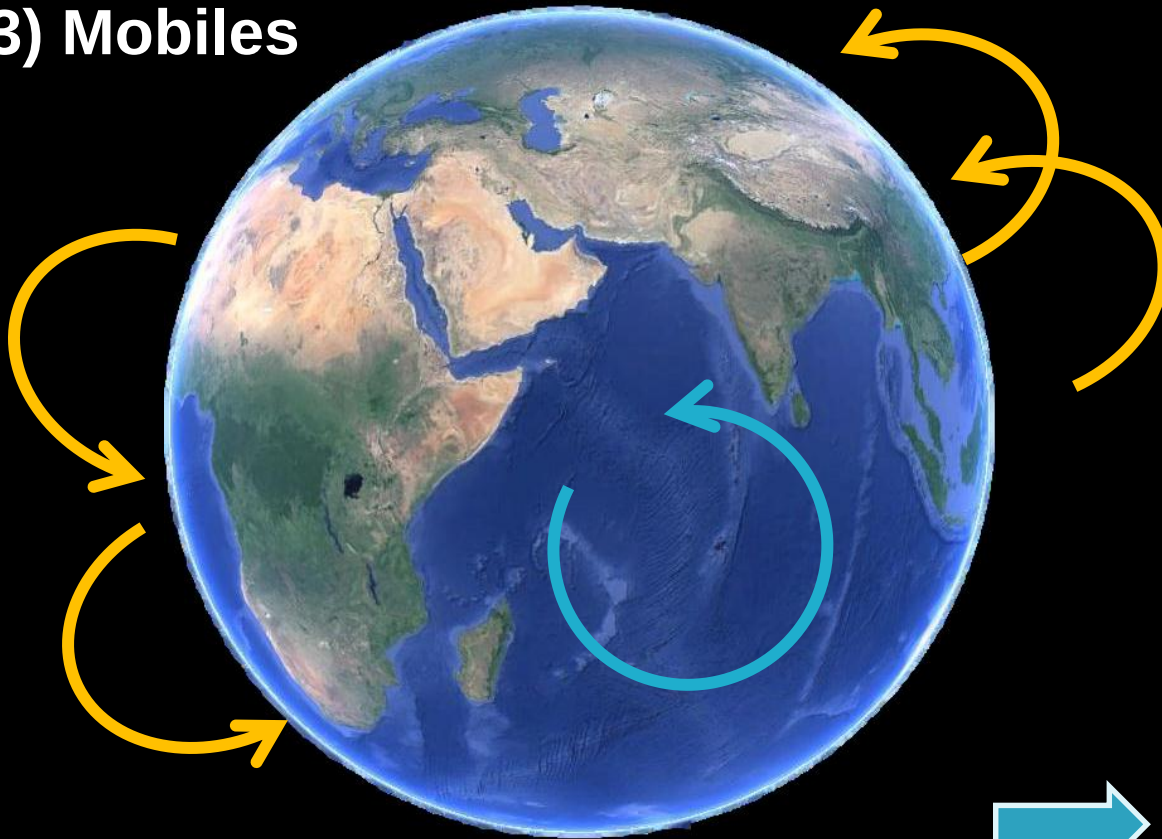
Hg

POPs

1) Toxiques

2) Persistants

3) Mobiles



**Transport
atmosphérique**

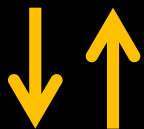
**Circulation
océanique**

**Redistribution
globale**

Hg POPs

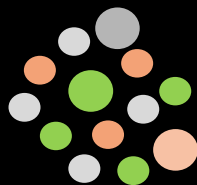
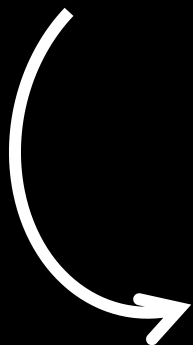
Dépôts
atmosphériques

Océan



Hg POPs

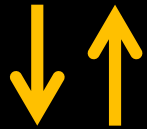
Matière particulaire



Hg POPs

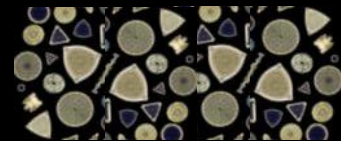
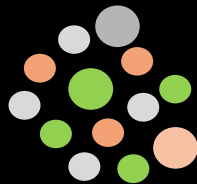
Dépôts
atmosphériques

Océan



Hg POPs

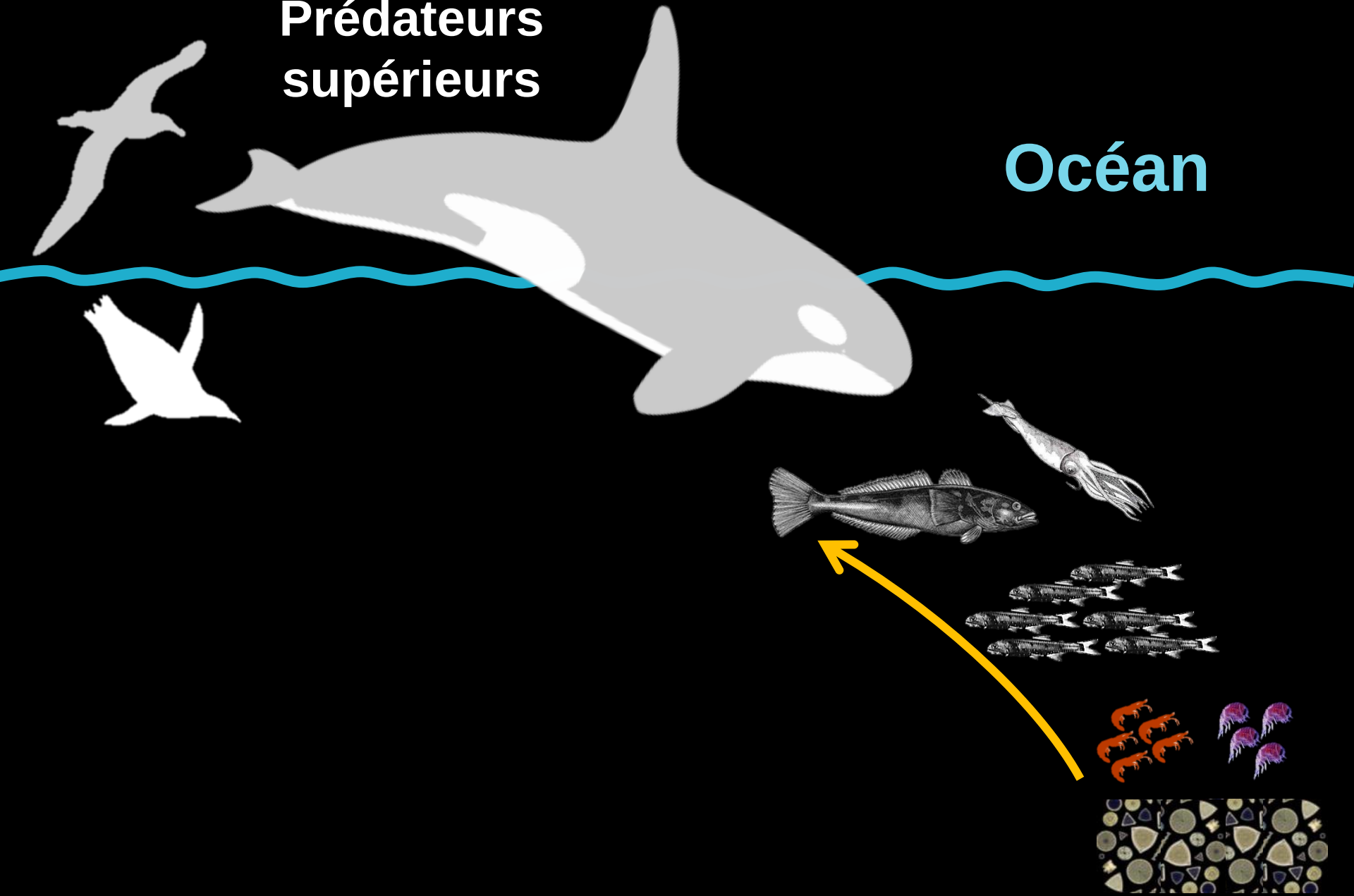
Matière particulaire



Bioaccumulation

**Prédateurs
supérieurs**

Océan



**Prédateurs
supérieurs**

**Bioindicateurs de
la contamination**

Hg

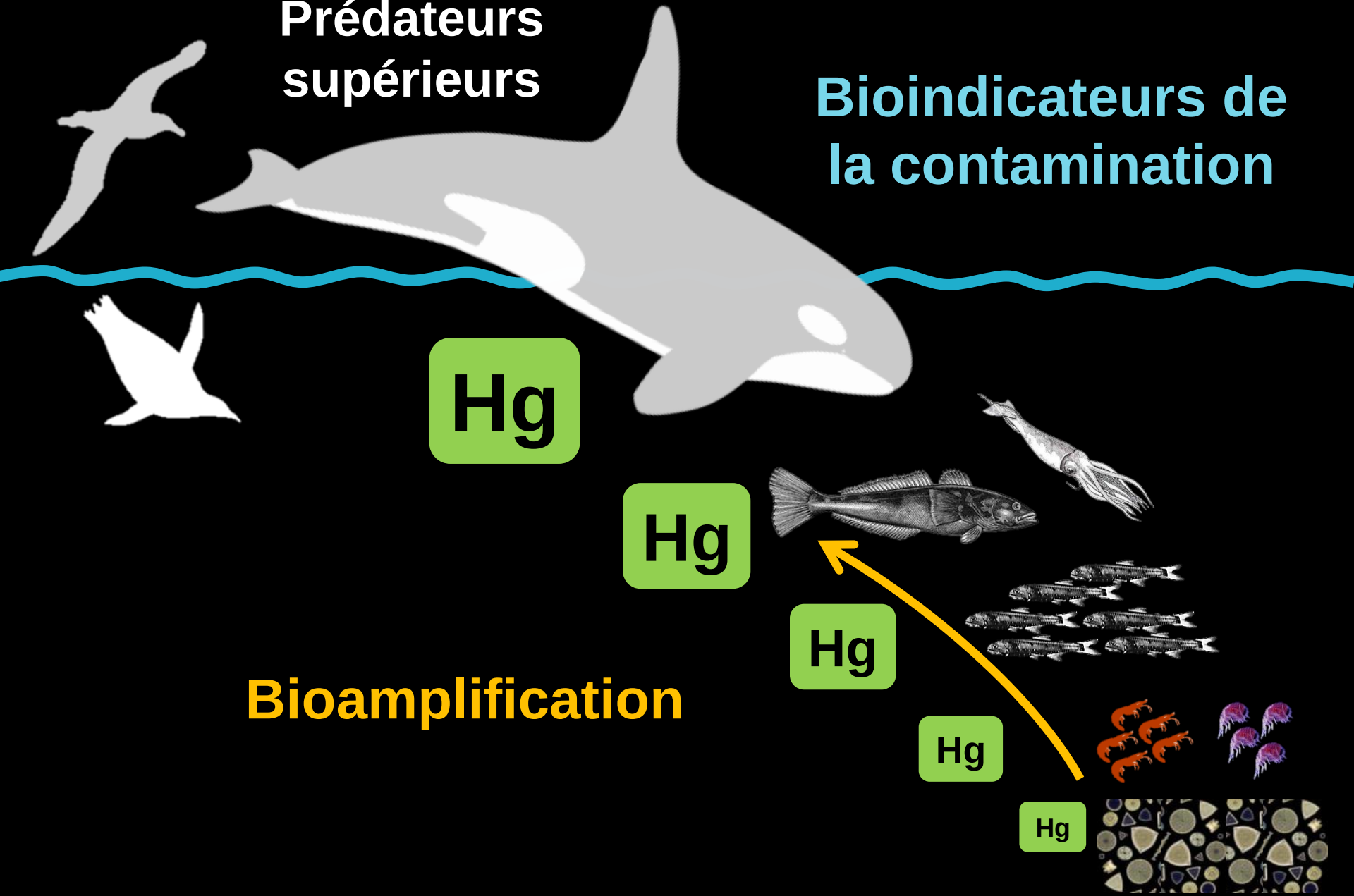
Hg

Hg

Hg

Hg

Bioamplification



Les oiseaux comme bioindicateurs de la contamination

Quels avantages ?



- Prédateurs de hauts niveaux trophiques
→ **bioamplification**
- Durées de vie longues
→ **bioaccumulation**
- Forment des colonies
→ **accessibles**



Les oiseaux comme bioindicateurs de la contamination



- Ecologies trophiques contrastées
→ reflètent différents compartiments de l'écosystème



epipelagic

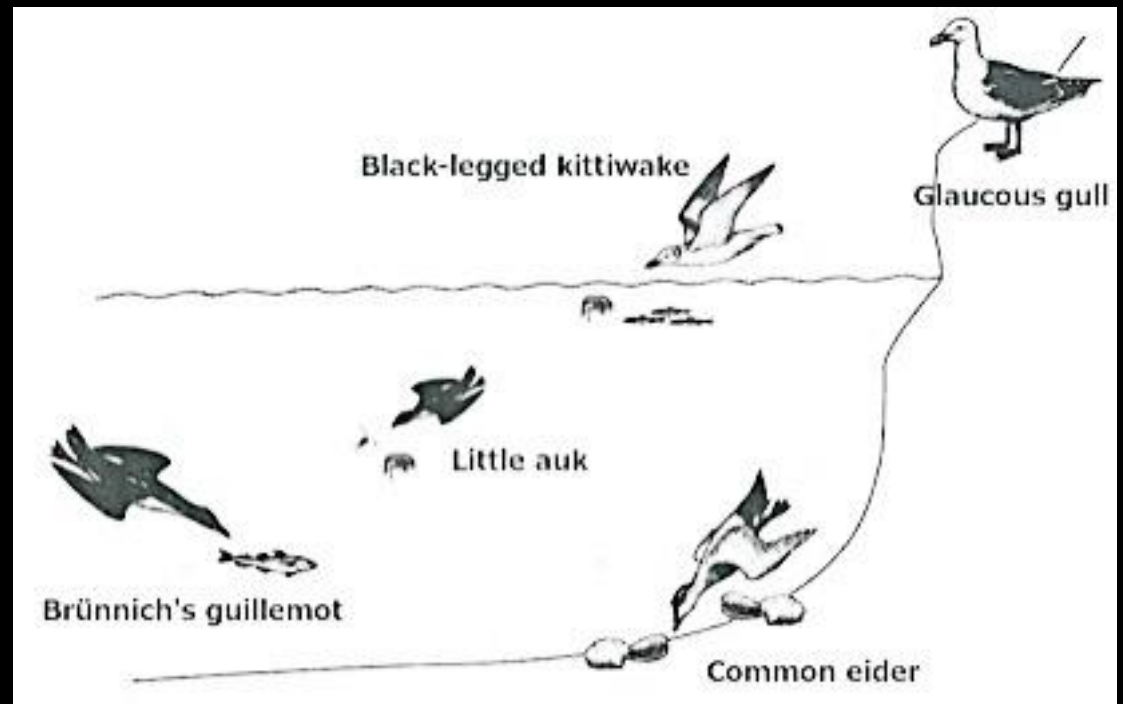
mesopelagic

benthic

oceanic

coastal

terrestrial





**Oiseaux comme
Bioindicateurs**



**Sources de
variation**





Oiseaux comme Bioindicateurs



Sources de variation

Facteurs intrinsèques

Espèce, individu

Sexe

Age

Physiologie





**Oiseaux comme
Bioindicateurs**



**Sources de
variation**

Facteurs intrinsèques

Espèce, individu

Sexe

Age

Physiologie

Facteurs extrinsèques

Environnement

**Type de
proie**

Habitat

Saison



Les oiseaux comme bioindicateurs de la contamination

Quels tissus utiliser ?

- Tissus internes (foie, reins, muscle, cerveau)
→ cadavres



Les oiseaux comme bioindicateurs de la contamination

Quels tissus utiliser ?

- Tissus internes (foie, reins, muscle, cerveau)
→ **cadavres**
- Plumes et sang
→ **animaux vivants**



Plumes



Sang



Les oiseaux comme bioindicateurs de la contamination

Quels tissus utiliser ?

Œufs



Plumes



Sang



TAAF Terres Australes et Antarctiques Françaises



TAAF Terres Australes et Antarctiques Françaises



Une diversité d'espèces

Manchots

Gorfou
sauteur du
nord



Papou

Sauteur
du sud



Macaroni

Royal

Adélie

Empereur



La plus grande
biomasse

Restreints à
l'océan austral

Zone
Subtropicale

Zone
Subantarctique

Zone
Antarctique

Une diversité d'espèces

Albatros, pétrels

Albatros à nez
jaune



Albatros
d'Amsterdam



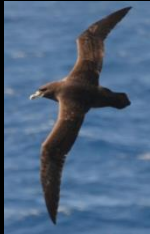
Le plus
diversifié

Zone
Subtropicale

Albatros
à sourcils
noirs



Pétrel à
menton
blanc



Grand
albatros



Prion
antarctique

Zone
Subantarctique

Des migrations à
large échelle

Pétrel des neiges



Zone
Antarctique

Un état des lieux de la contamination en Hg



Iles Kerguelen

34 espèces d'oiseaux → 27 espèces
(N = 461)
Vaste communauté



Pelecanoididae



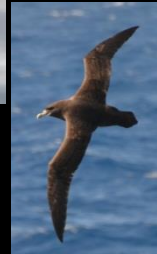
Chionididae



Laridae



Hydrobatidae



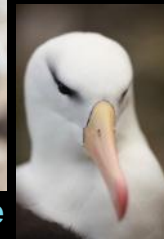
Procellariidae



Spheniscidae



Phalacrocoracidae

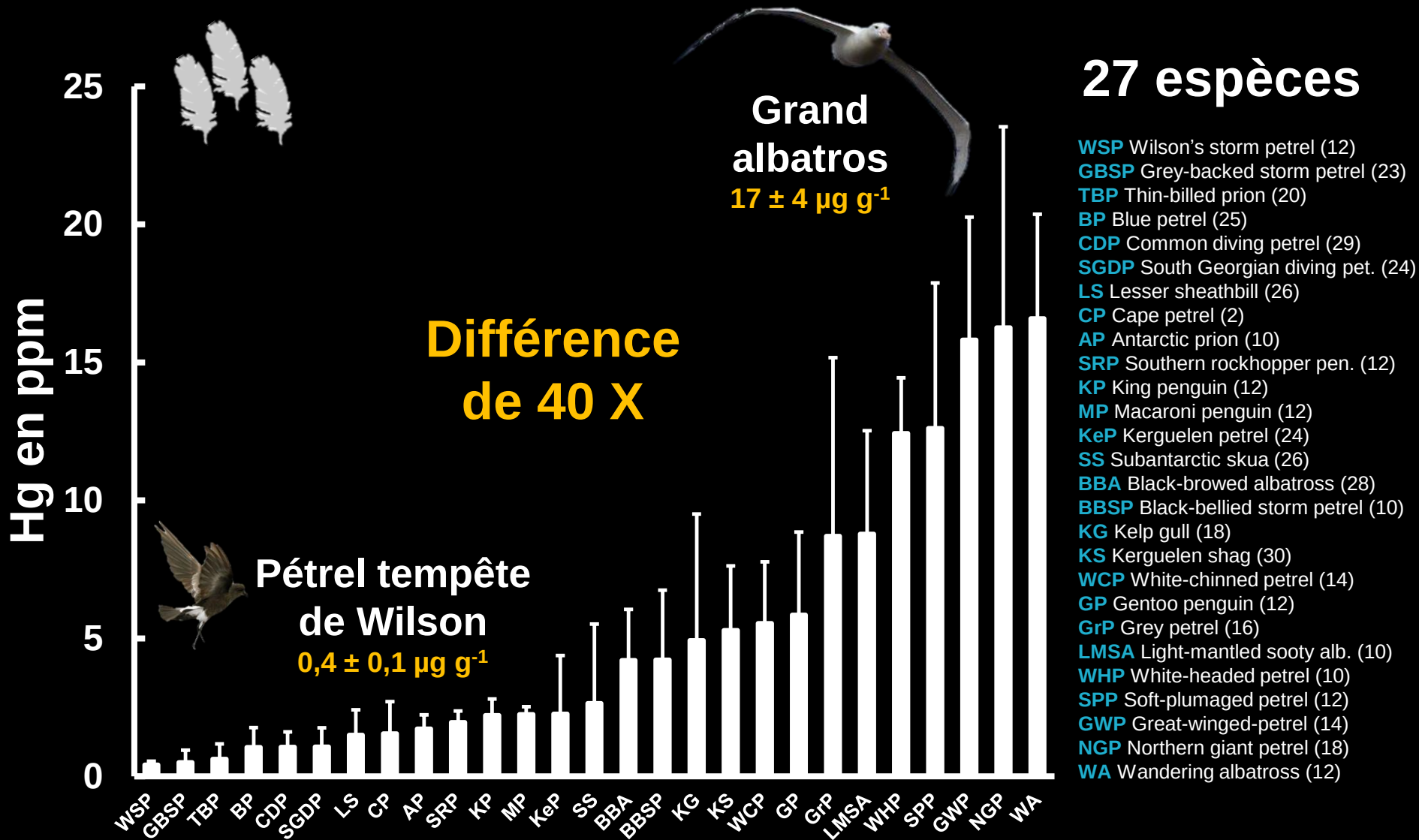


Diomedidae



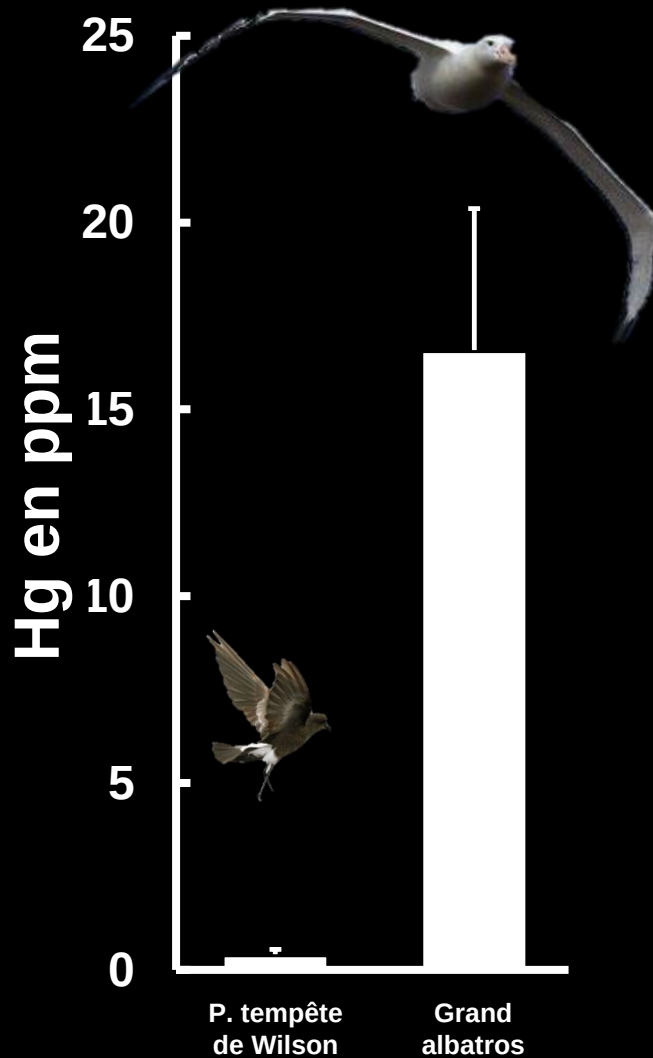
Stercorariidae

Un état des lieux de la contamination en Hg



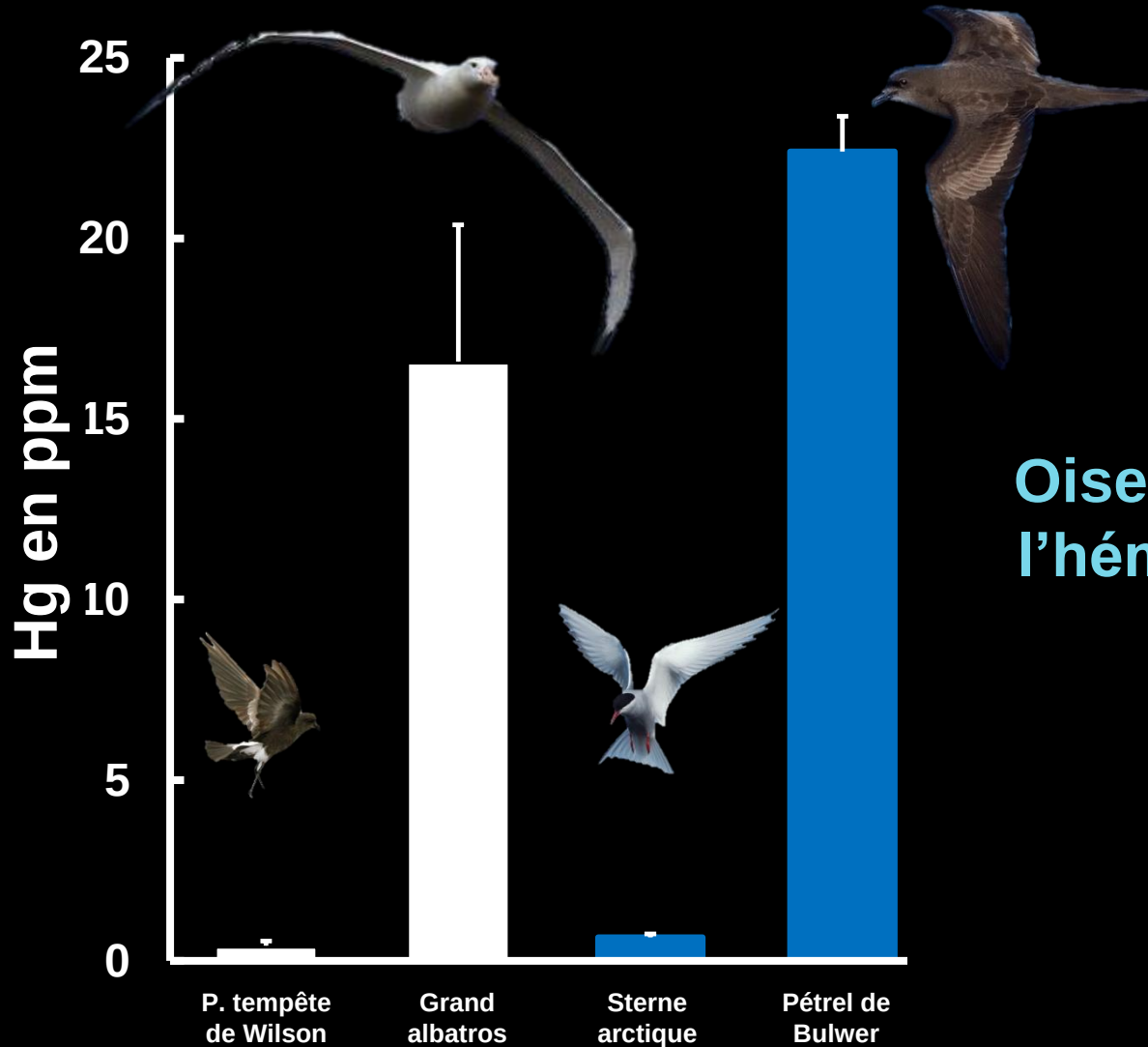


Comparaison avec d'autres espèces





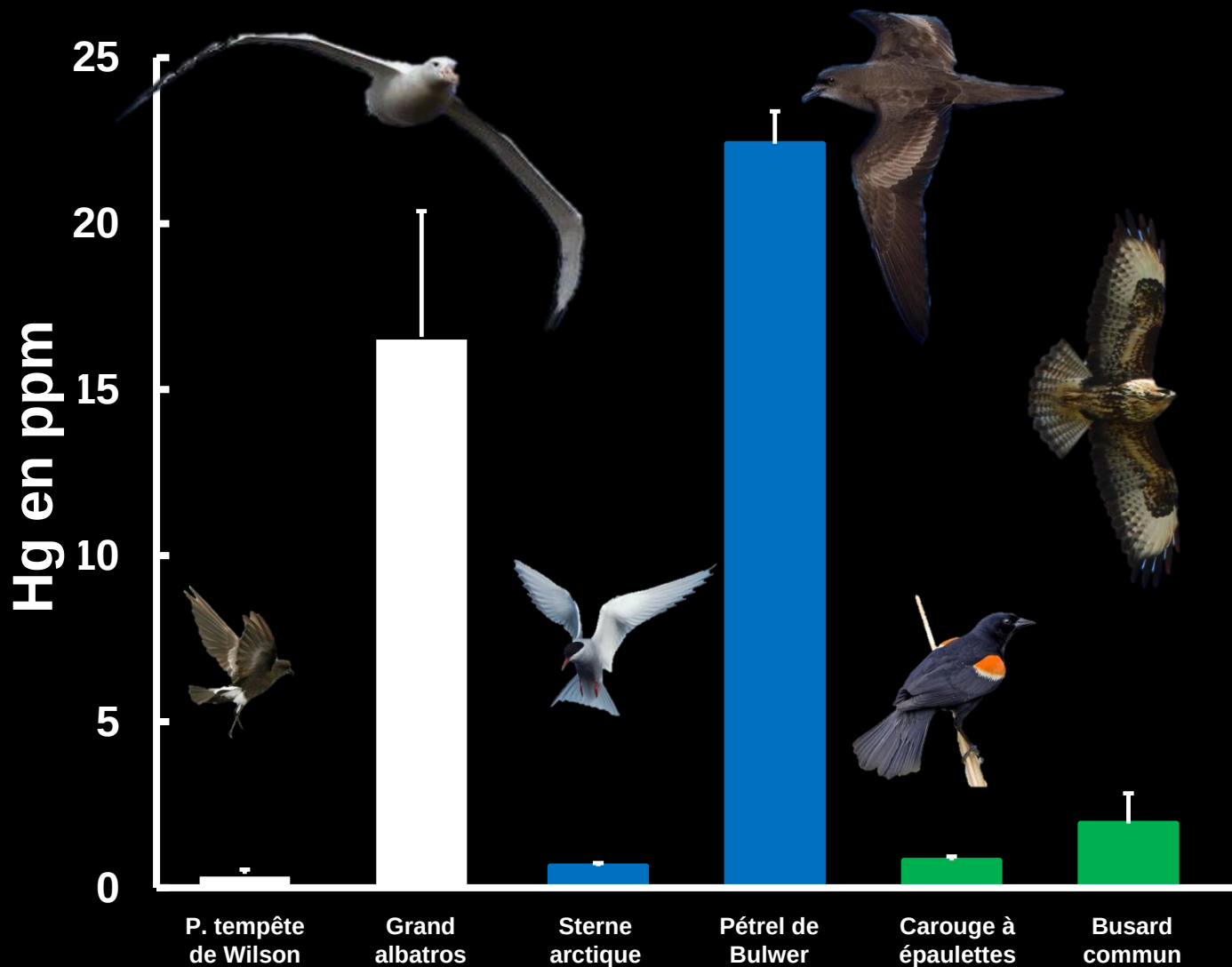
Comparaison avec d'autres espèces



Oiseaux marins de l'hémisphère Nord



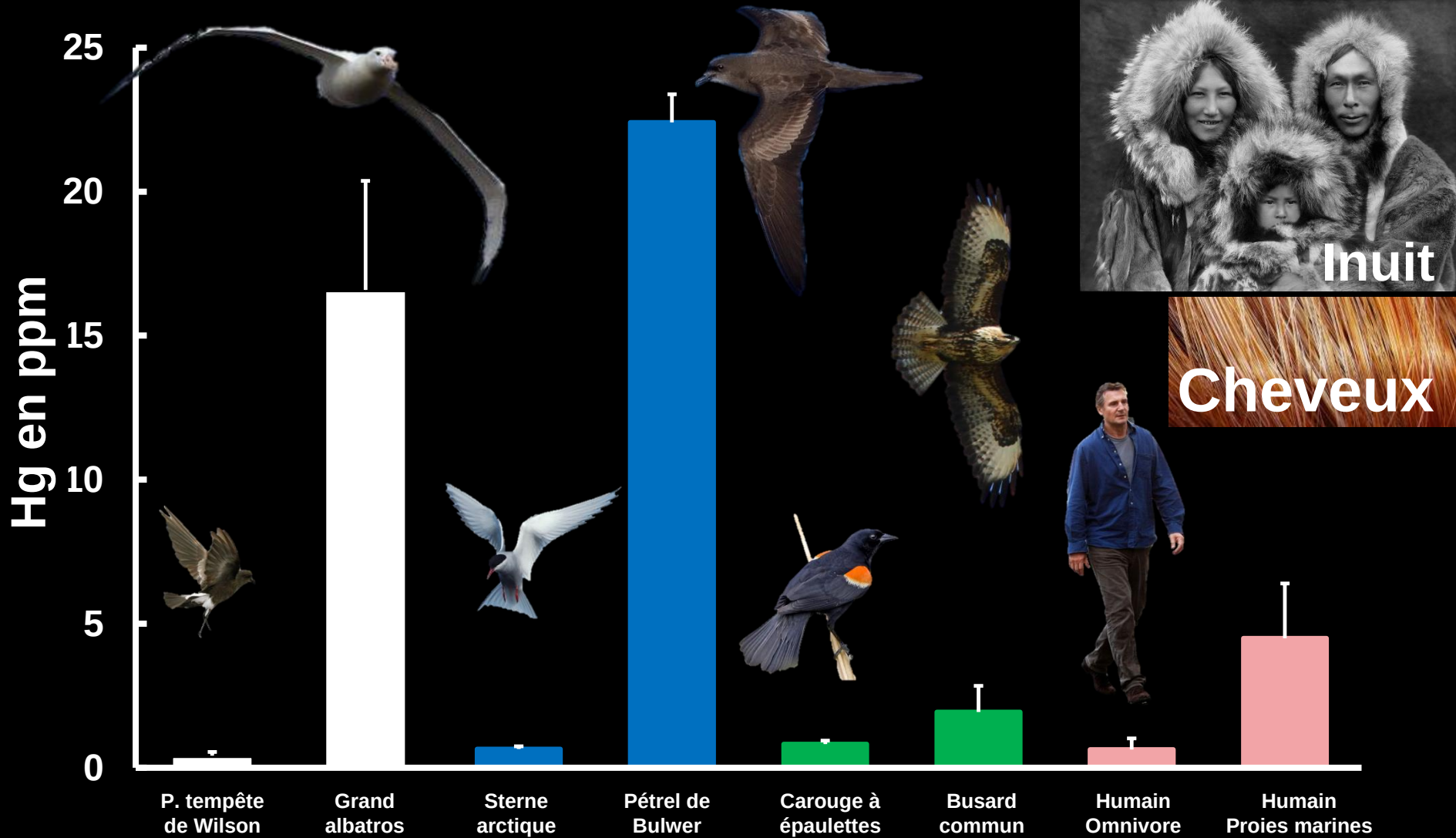
Comparaison avec d'autres espèces



Oiseaux
terrestres de
l'hémisphère
Nord

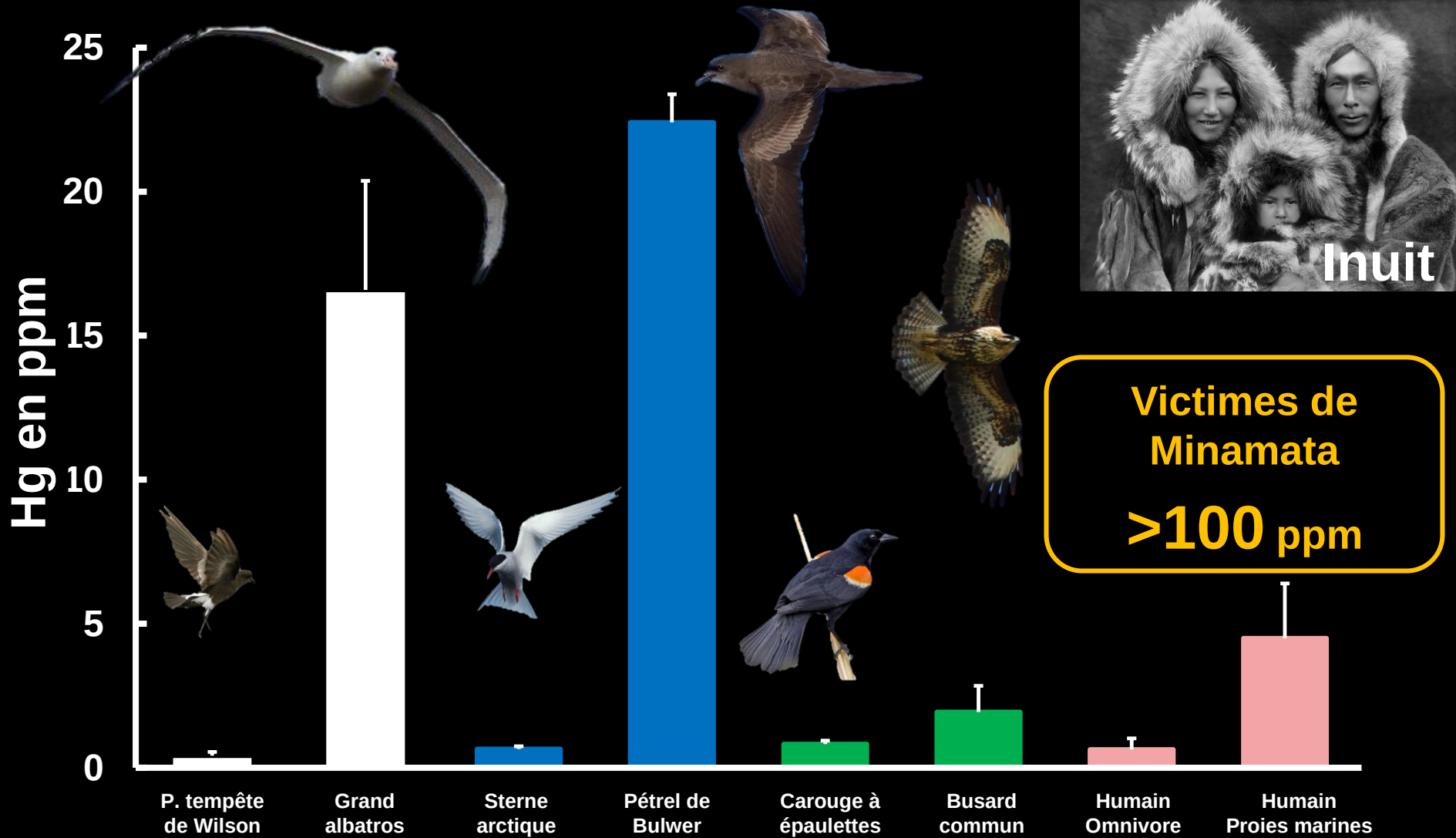


Comparaison avec d'autres espèces





Comparaison avec d'autres espèces



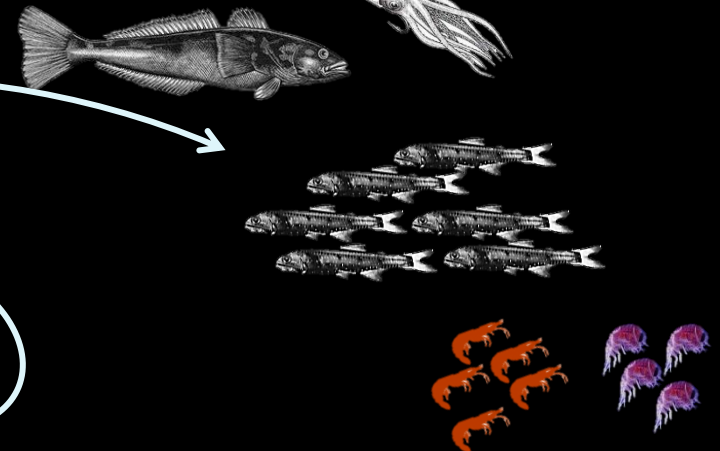
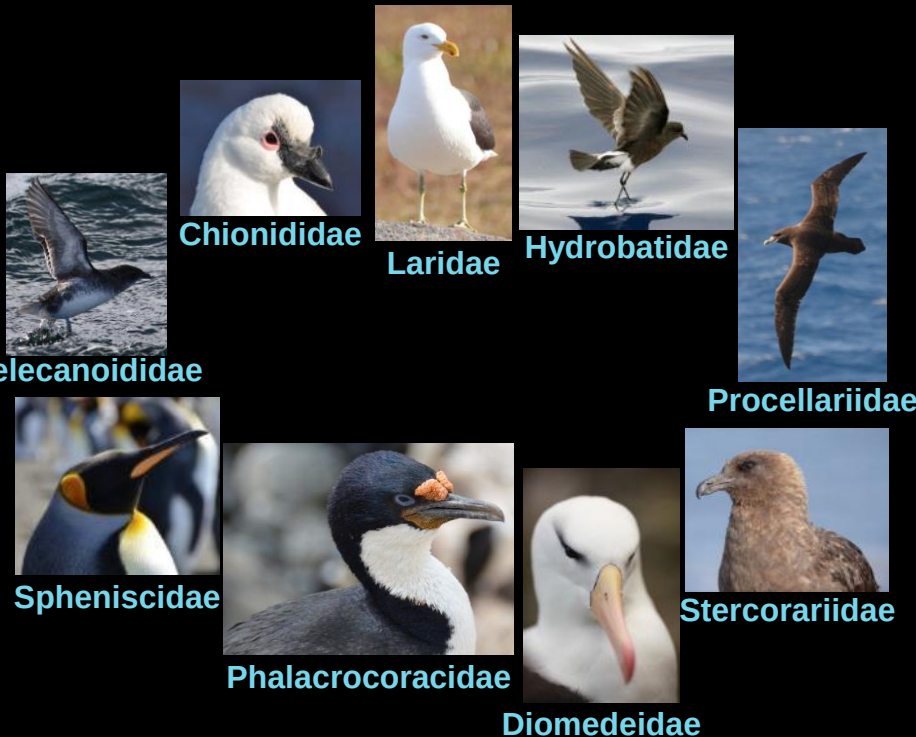
Pourquoi ces variations entre espèces ?

Communauté de Kerguelen

- Différents groupes phylogénétiques
- Différentes adaptations écologiques

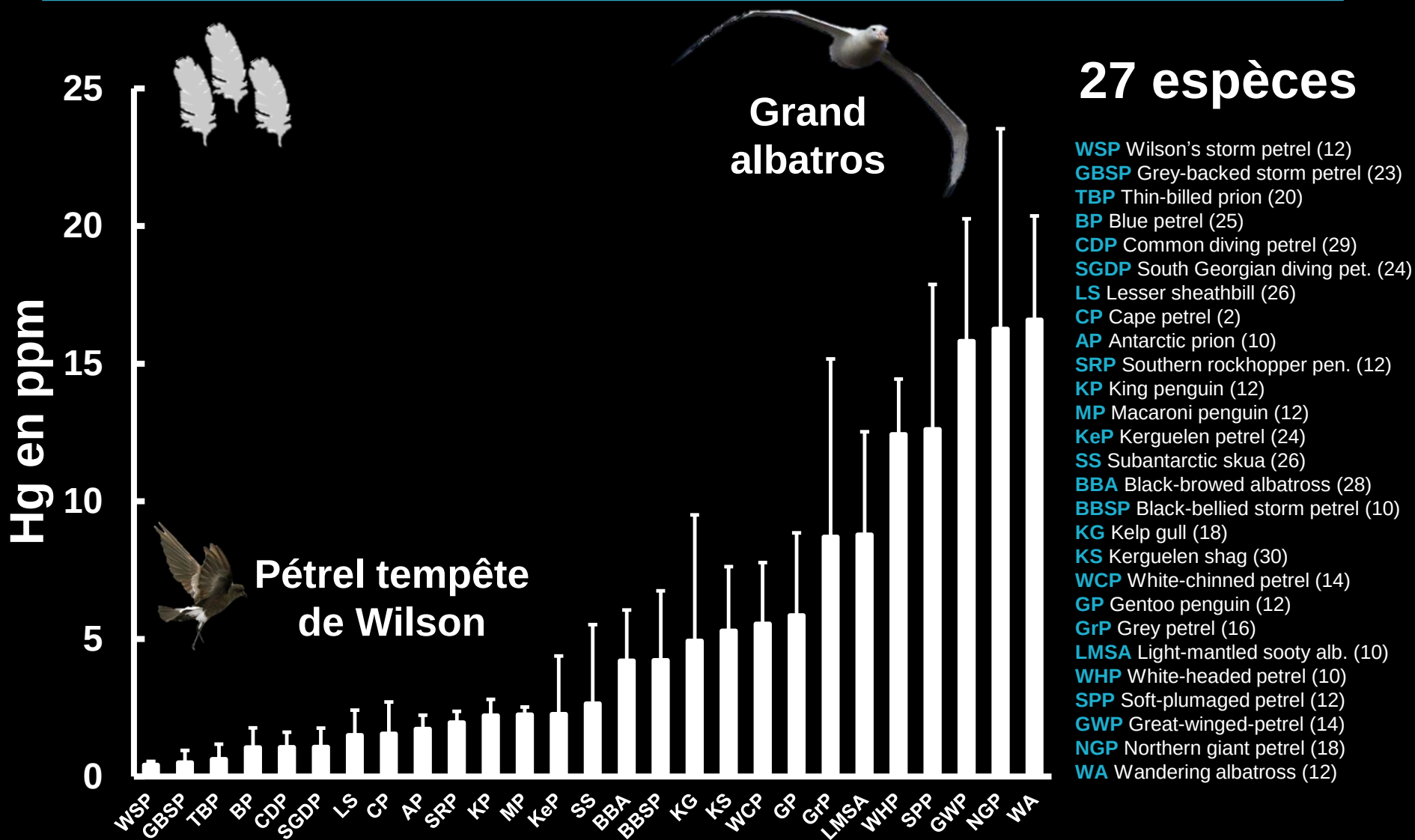


Iles Kerguelen

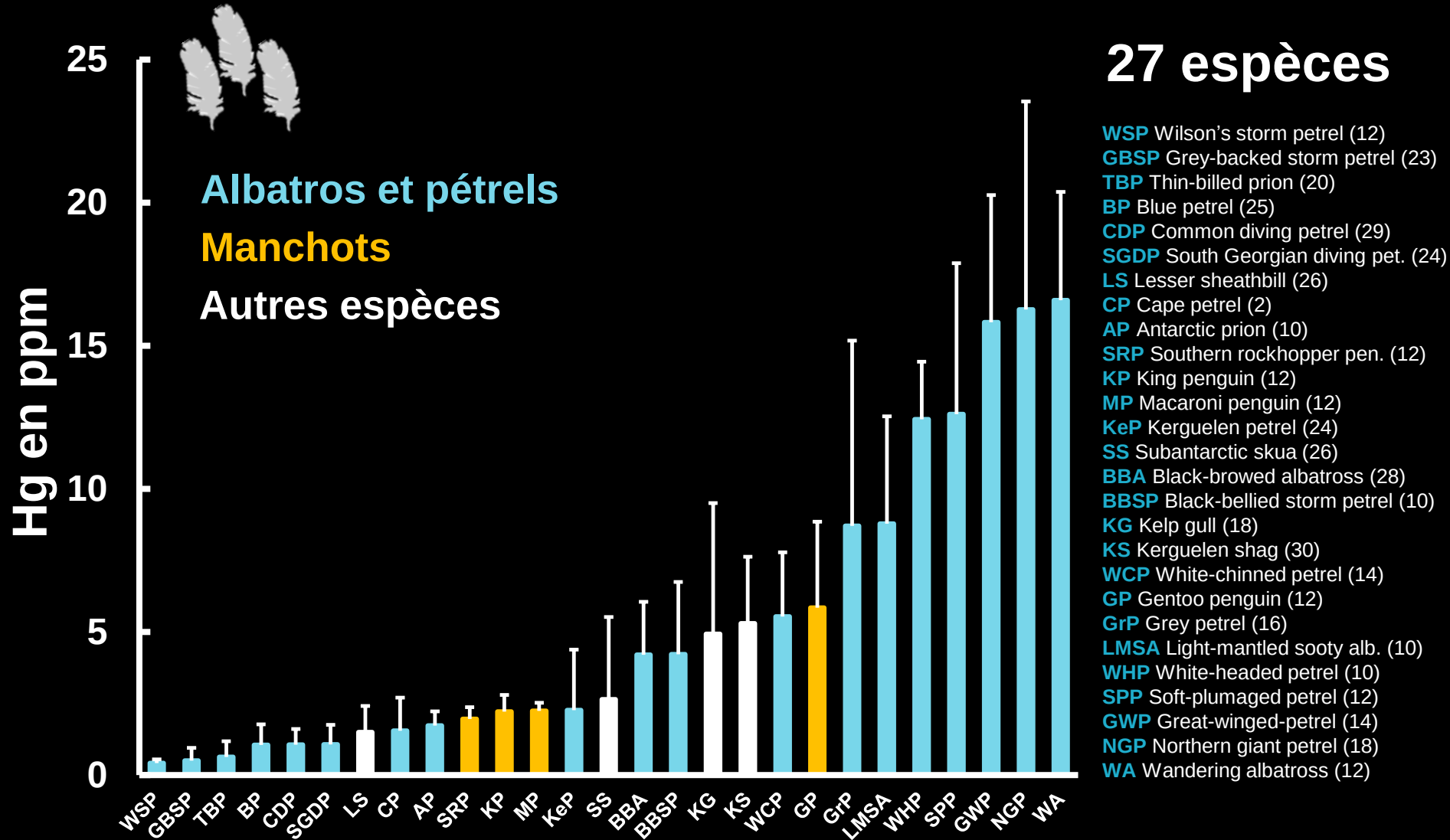


Hg

Pourquoi ces variations entre espèces ?



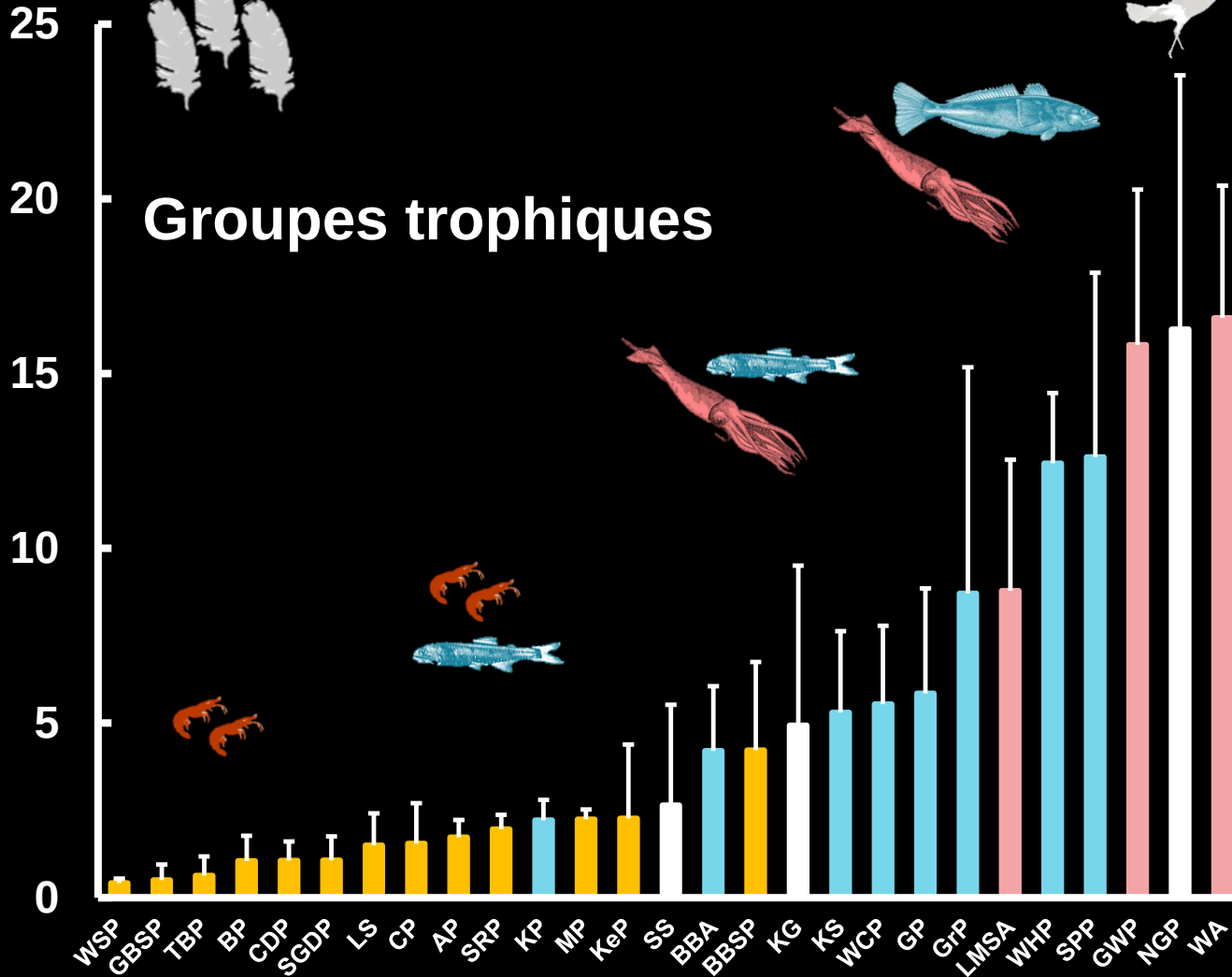
Influence de la phylogénie



Influence du régime alimentaire

Groupes trophiques

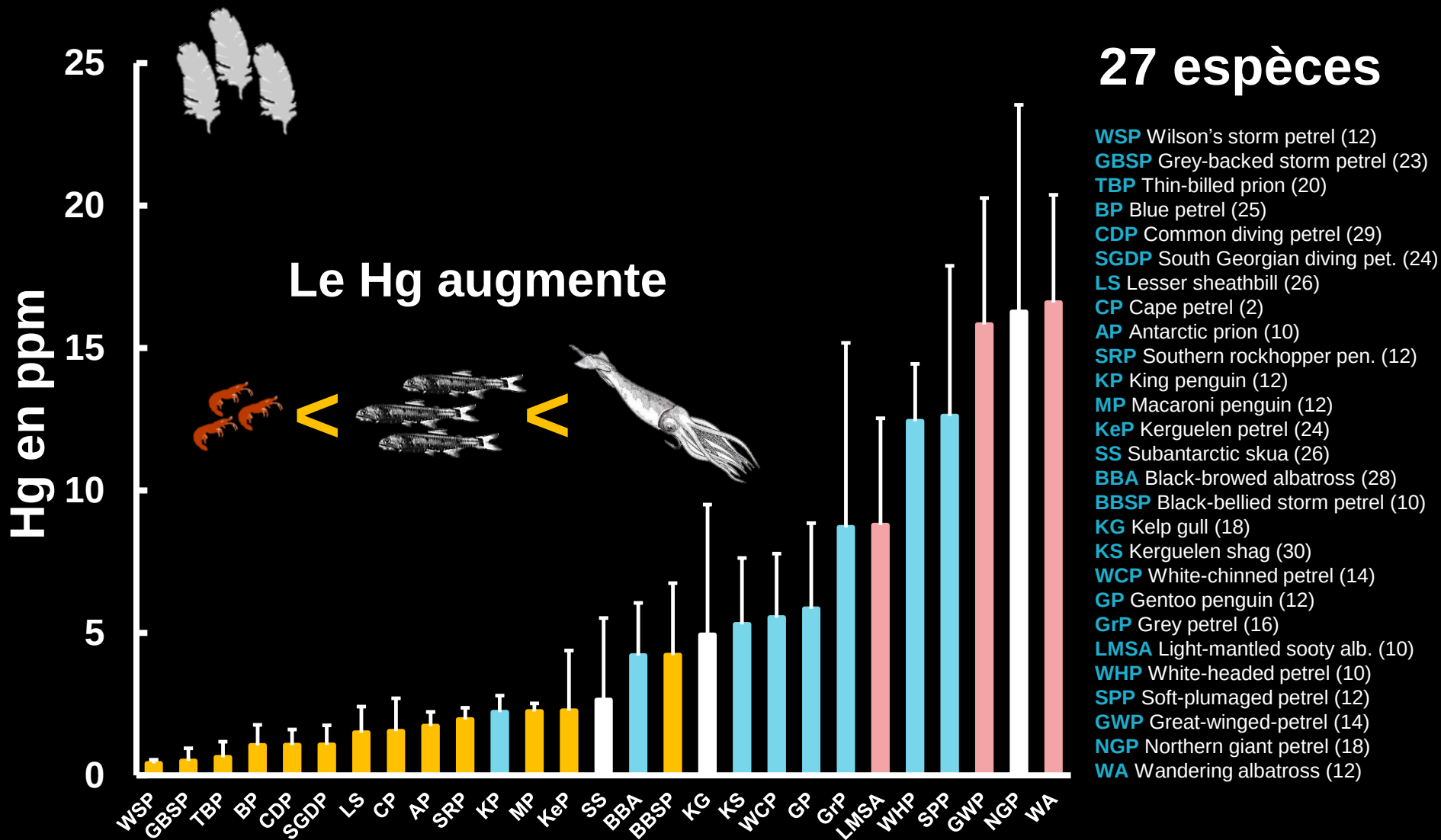
Hg en ppm



27 espèces

- WSP** Wilson's storm petrel (12)
- GBSP** Grey-backed storm petrel (23)
- TBP** Thin-billed prion (20)
- BP** Blue petrel (25)
- CDP** Common diving petrel (29)
- SGDP** South Georgian diving pet. (24)
- LS** Lesser sheathbill (26)
- CP** Cape petrel (2)
- AP** Antarctic prion (10)
- SRP** Southern rockhopper pen. (12)
- KP** King penguin (12)
- MP** Macaroni penguin (12)
- KeP** Kerguelen petrel (24)
- SS** Subantarctic skua (26)
- BBA** Black-browed albatross (28)
- BBSP** Black-bellied storm petrel (10)
- KG** Kelp gull (18)
- KS** Kerguelen shag (30)
- WCP** White-chinned petrel (14)
- GP** Gentoo penguin (12)
- GrP** Grey petrel (16)
- LMSA** Light-mantled sooty alb. (10)
- WHP** White-headed petrel (10)
- SPP** Soft-plumaged petrel (12)
- GWP** Great-winged-petrel (14)
- NGP** Northern giant petrel (18)
- WA** Wandering albatross (12)

Influence du régime alimentaire

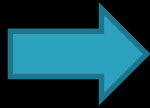
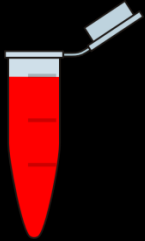


Influence de l'âge

Hg

POPs

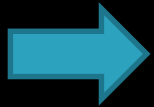
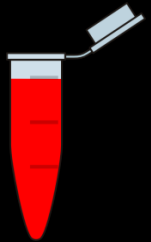
Hypothèse : bioaccumulation avec l'âge



Reflète les tissus internes

Influence de l'âge

Hg **POPs** Hypothèse : bioaccumulation avec l'âge



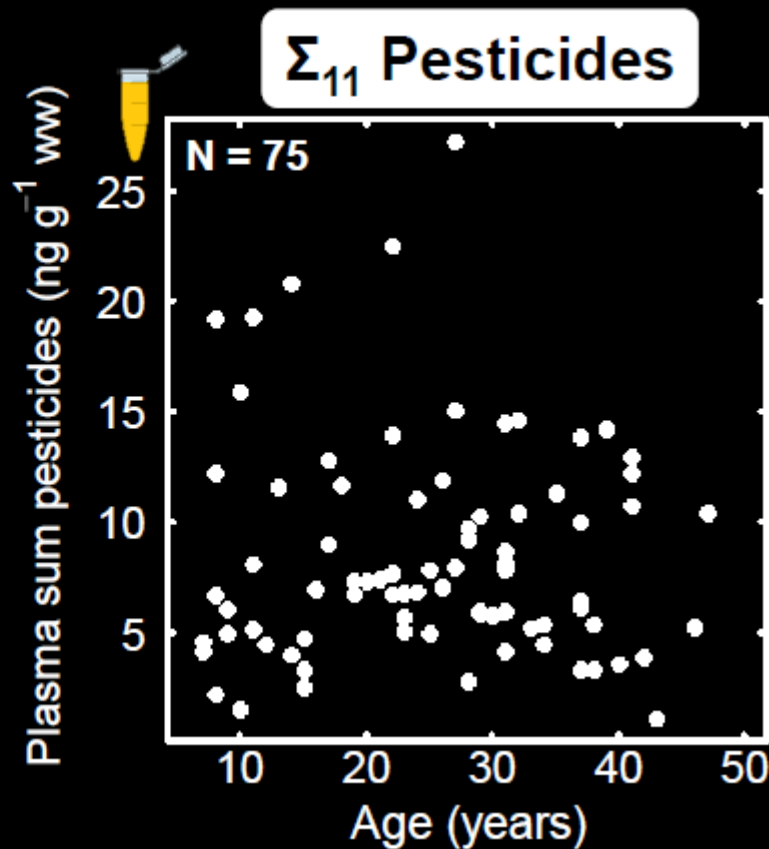
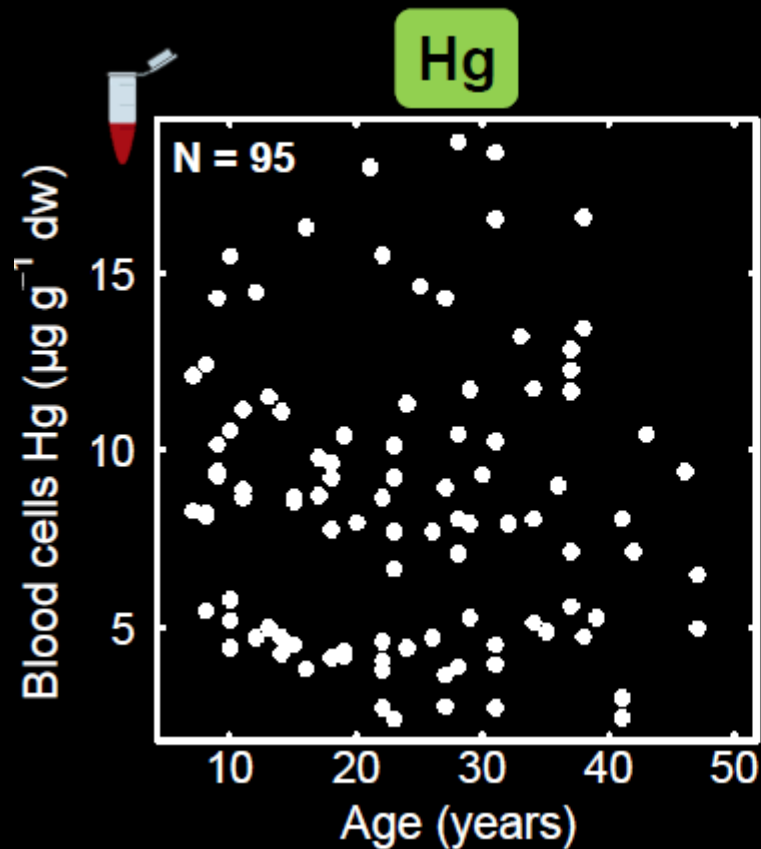
Reflète les tissus internes

Le grand albatros, un modèle d'étude idéal

- Top prédateur
→ bioamplification
- Longévif (> 50 ans)
→ bioaccumulation
- Spécialisation
alimentaire par sexe et
par âge



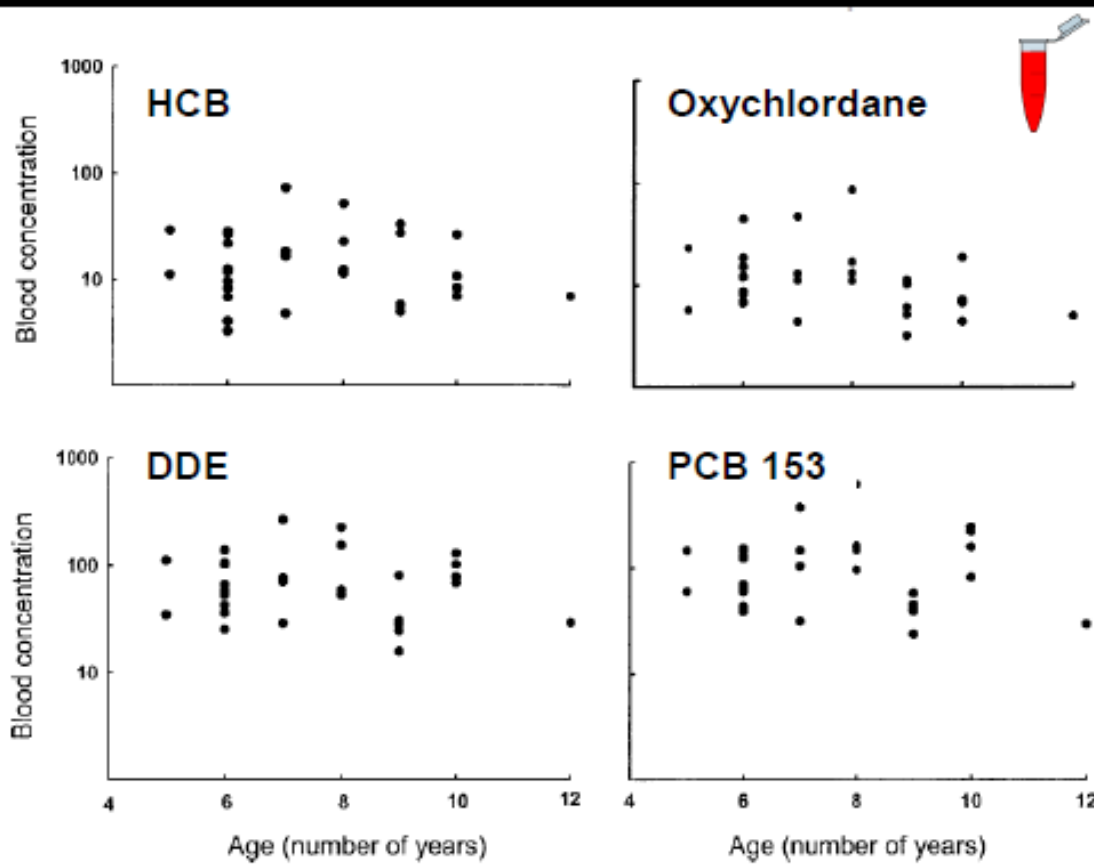
Influence de l'âge



Pas d'effet de l'âge

Influence de l'âge

Cohérent avec d'autres études



Glaucous gull

POPs

Arctic

(Bustnes et al. 2003)



Hg, Se,
Cd, Pb

Giant petrel

Subantarctic

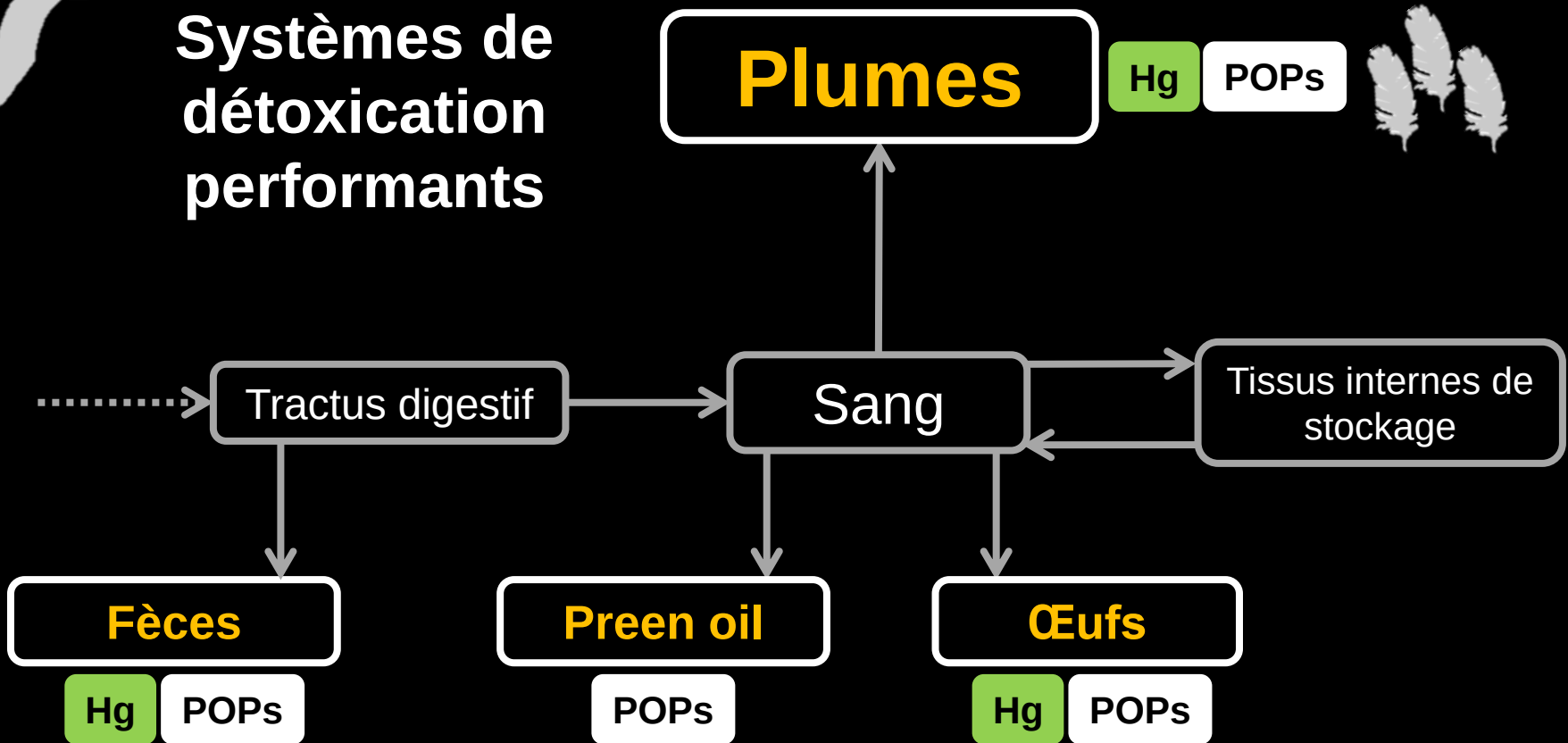
(Gonzales-Solis et al. 2002)

Influence de l'âge



Oiseaux marins

Systèmes de
détoxification
performants



Adultes

Mue

~ 1 an

Mue

~ 1 an

Mue

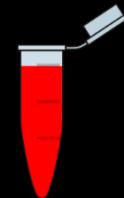
bioaccumulation

excretion

Charge
en Hg

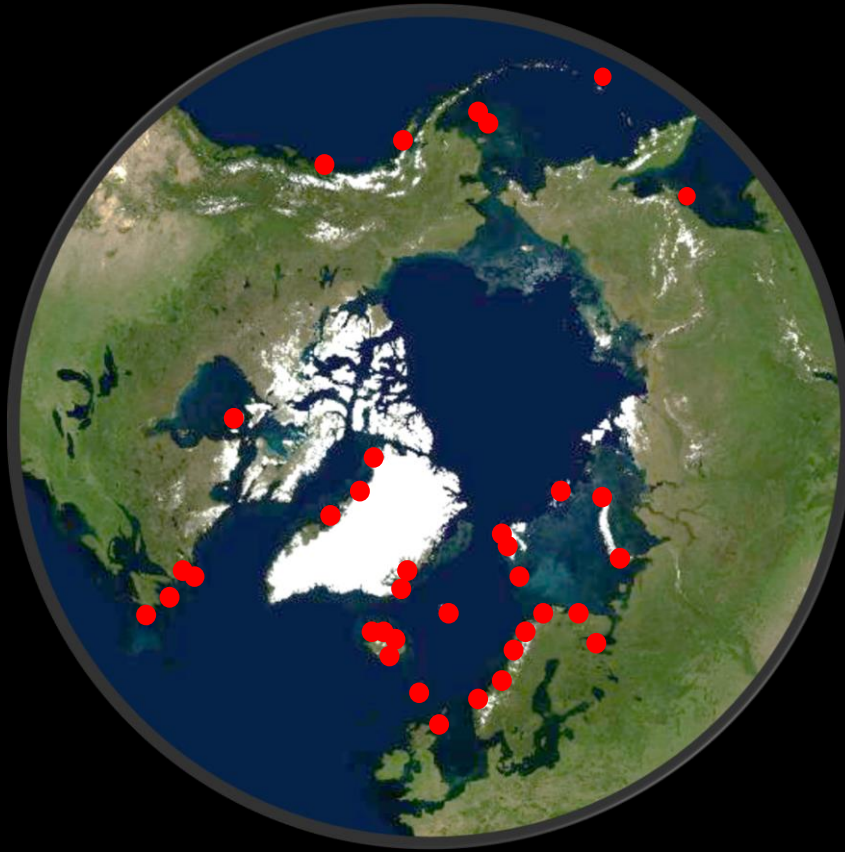
Temps

Pas d'augmentation du Hg avec l'âge



Les oiseaux comme bioindicateurs de la contamination

- Suivi dans l'espace



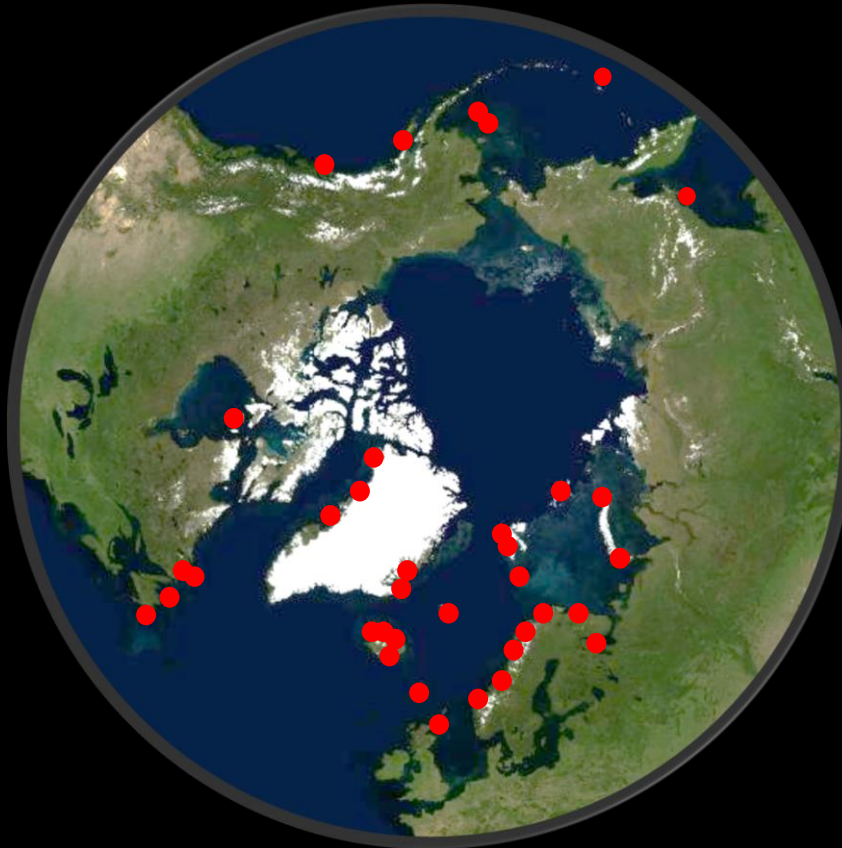
**Réseaux de 55 stations de
prélèvements en Arctique**



Jérôme Fort, LIENSs

Les oiseaux comme bioindicateurs de la contamination

- Suivi dans l'espace



Réseaux de 55 stations de
prélèvements en Arctique

- Suivi dans le temps



Oiseaux de musée

Jérôme Fort, LIENSs

Quels effets toxiques ?



Hg

Effets toxiques ???



Chez l'Homme



Hg

Effets toxiques ???



Œufs : 1,5–18 ppm

→ Malformations des embryons, moindre survie des poussins...

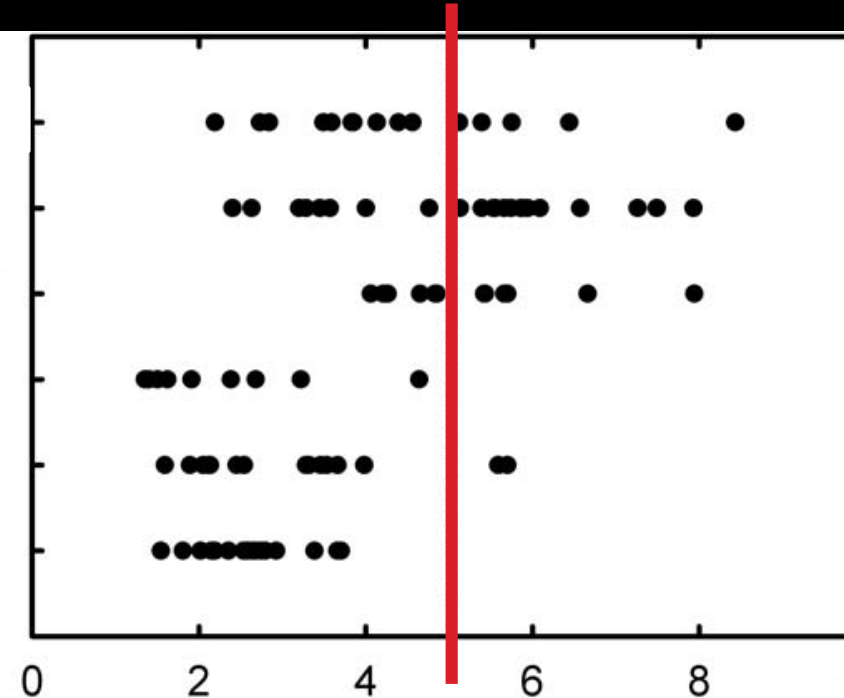
Plumes : 18–40 ppm

→ Des altérations comportementales à l'infertilité complète (effet espèce)



Limite la plus courant utilisée :
5 ppm

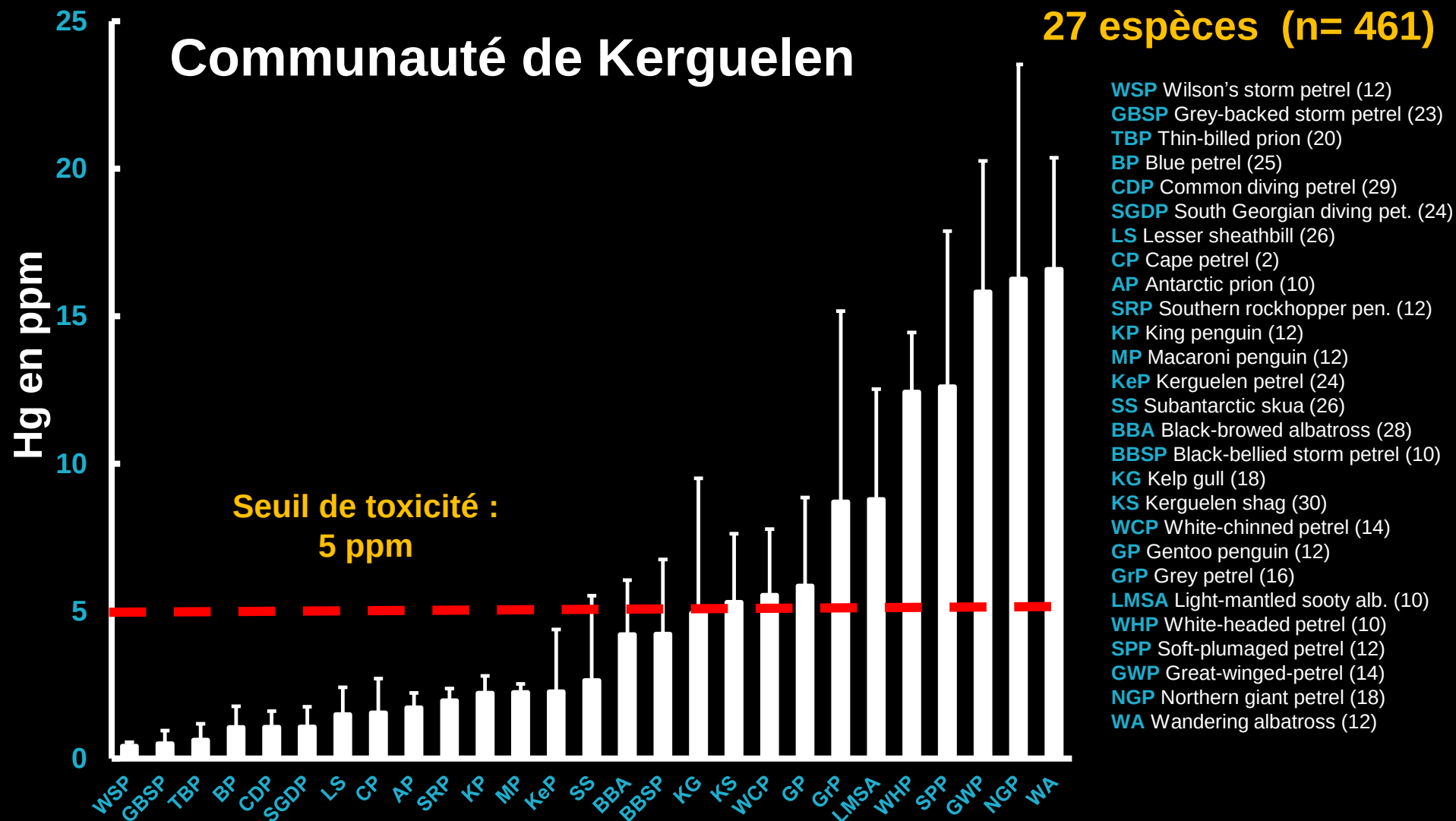
Grand albatros
Labbe subantarctique
Pétrel géant
Cormoran de Kerguelen
Pétrel gris
Albatros à
sourcils noirs



Hg dans les plumes de poussins

Hg

Effets toxiques ???



Effets toxiques ???

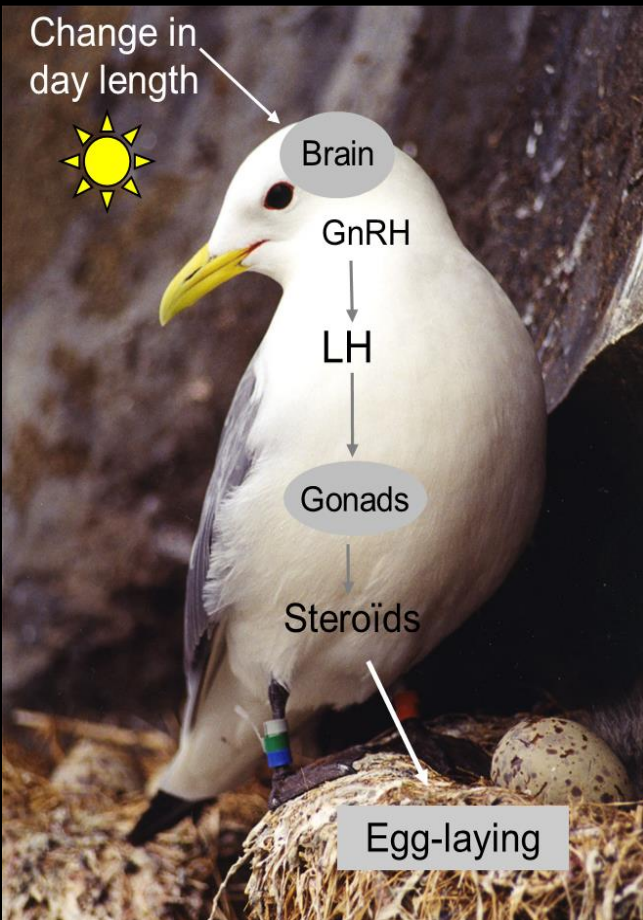


A l'échelle individuelle ?
- survie

A l'échelle populationnelle
- Succès de reproduction

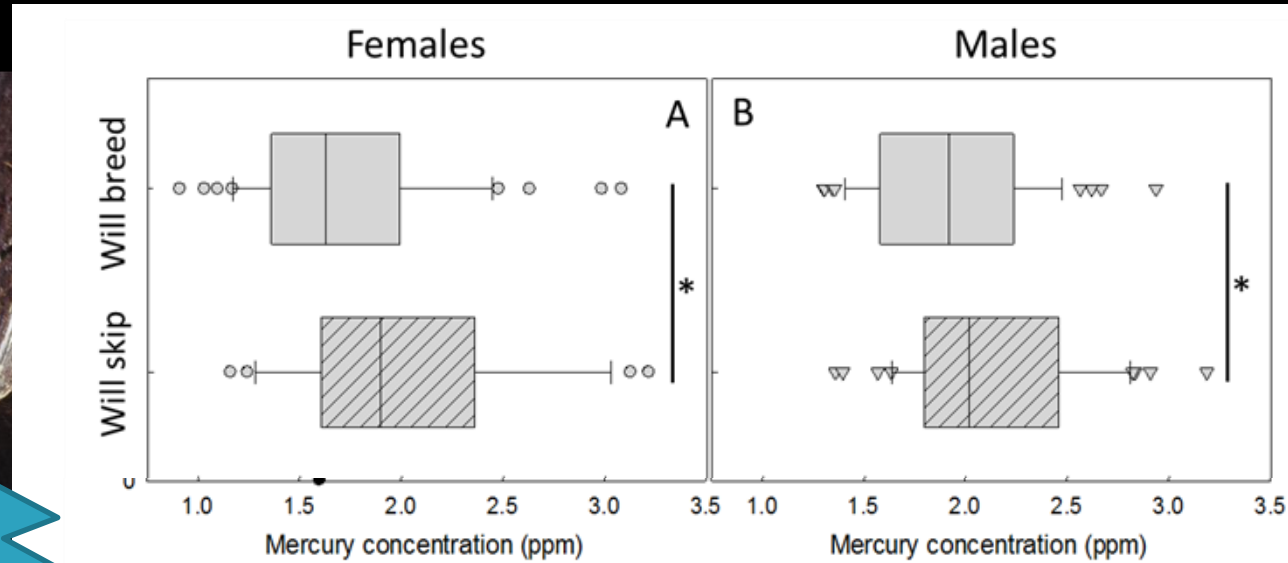
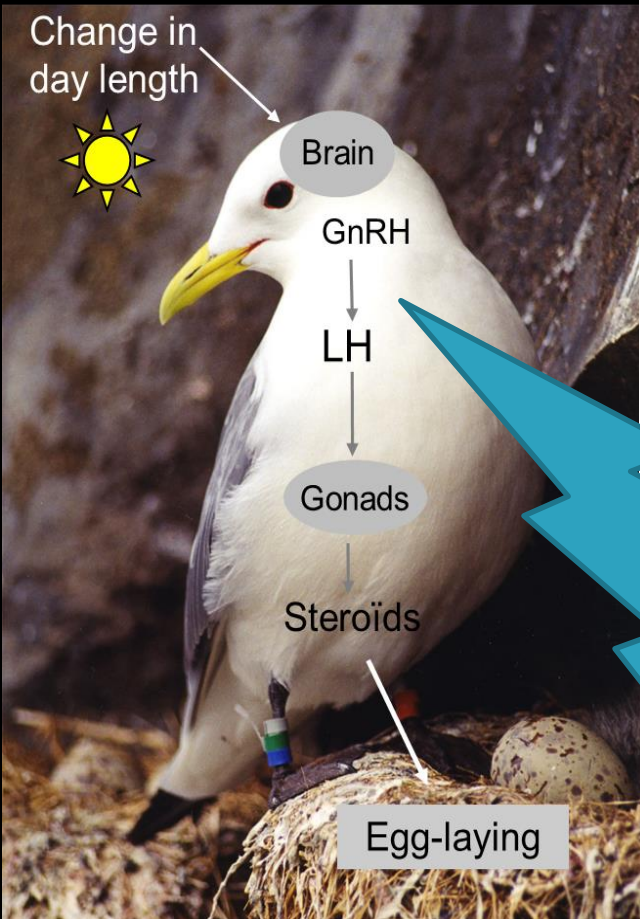
Hg

Effets sur la décision de se reproduire



Hg

Effets sur la décision de se reproduire



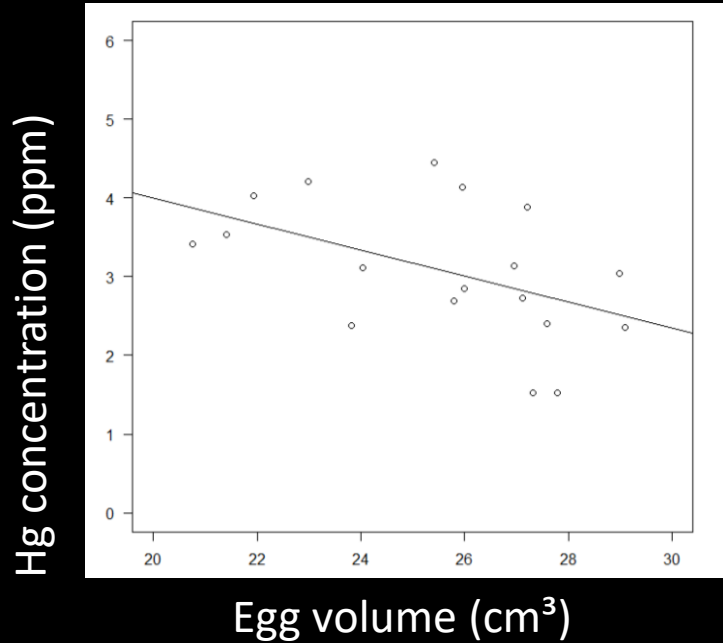
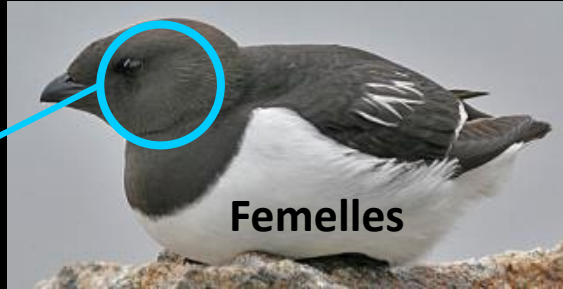
Hg

LH : luteinizing hormone

GnRH : gonadotropin-releasing hormone

Hg

Effets sur la descendance



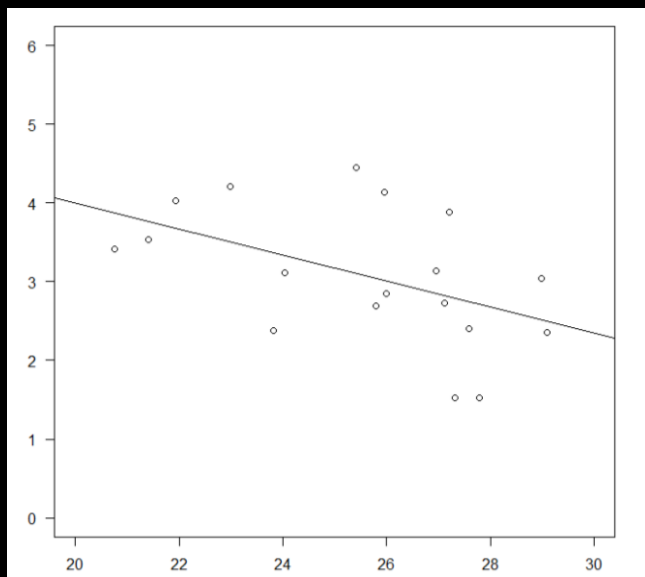
Hg

Mergule nain



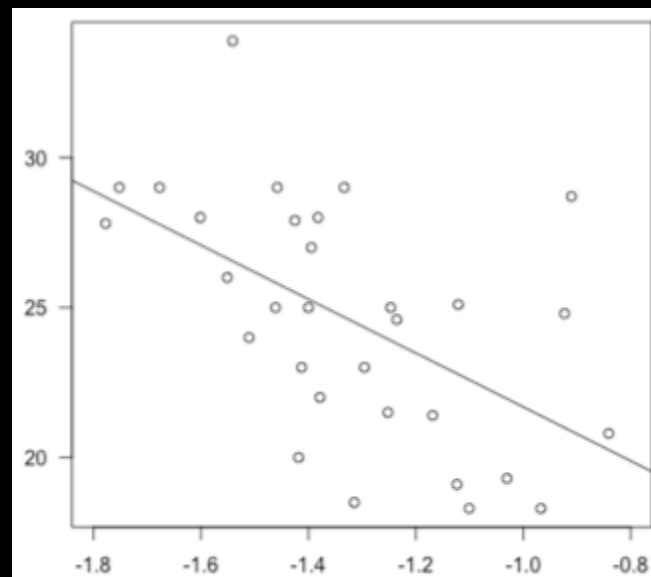
Egg volume the following breeding season

Hg concentration (ppm)



Egg volume (cm³)

Hatching mass (g)



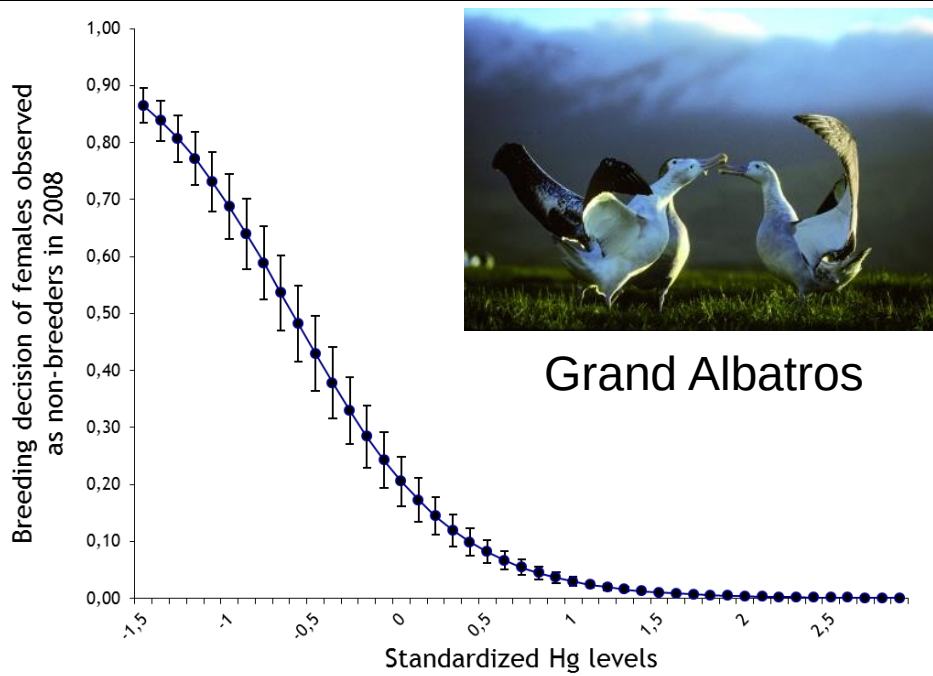
Log-Egg Hg concentration (ppm)

Exposition avant la reproduction a des effets sur le volumes des œufs et la taille des poussins à l'éclosion

Hg

Effets sur la décision de se reproduire

Probabilité de se reproduire

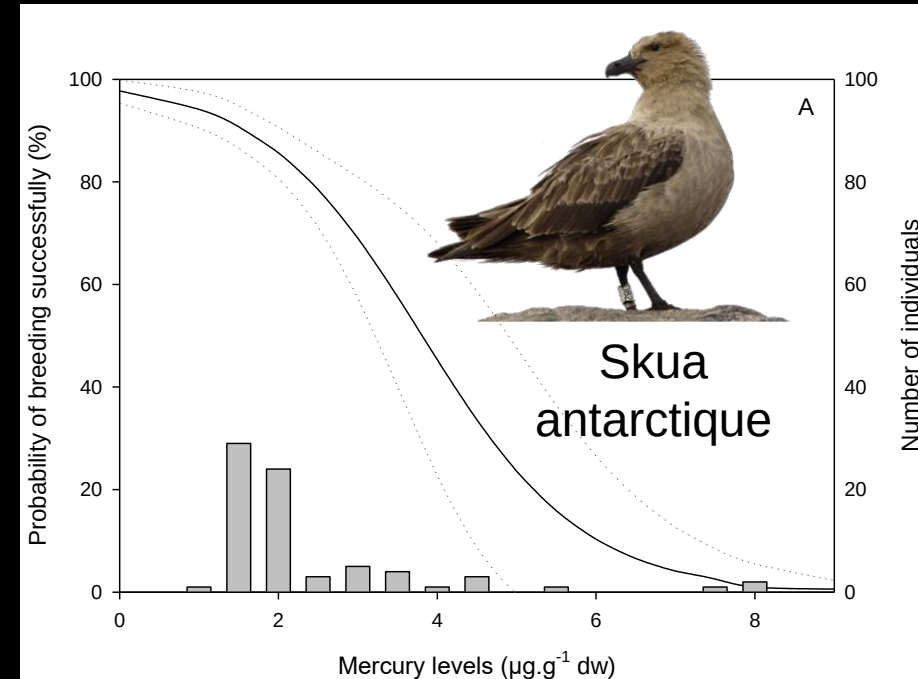
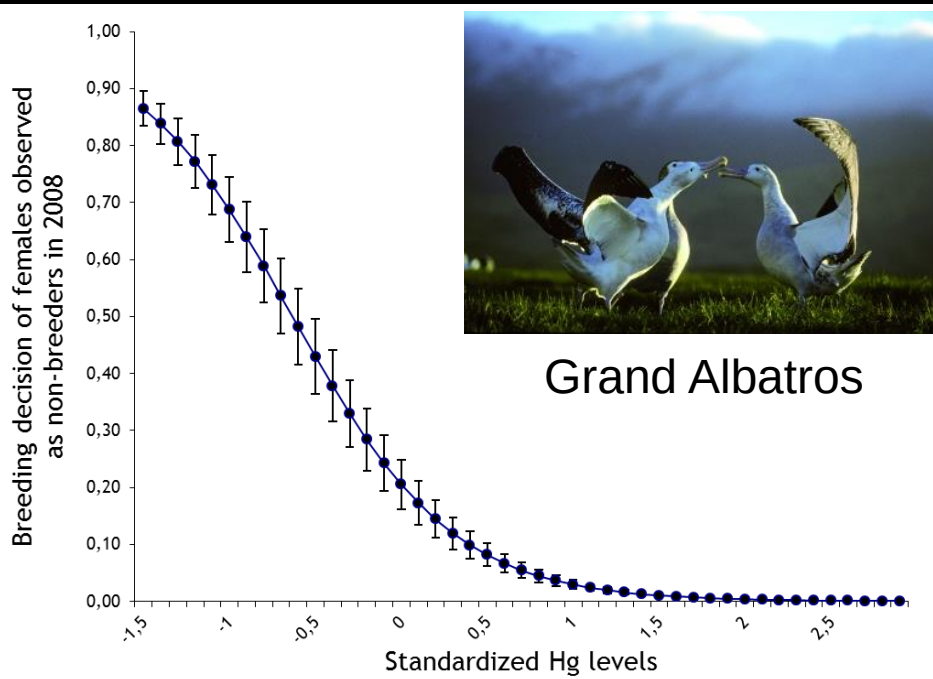


Hg

Effets sur la décision de se reproduire

Probabilité de se reproduire

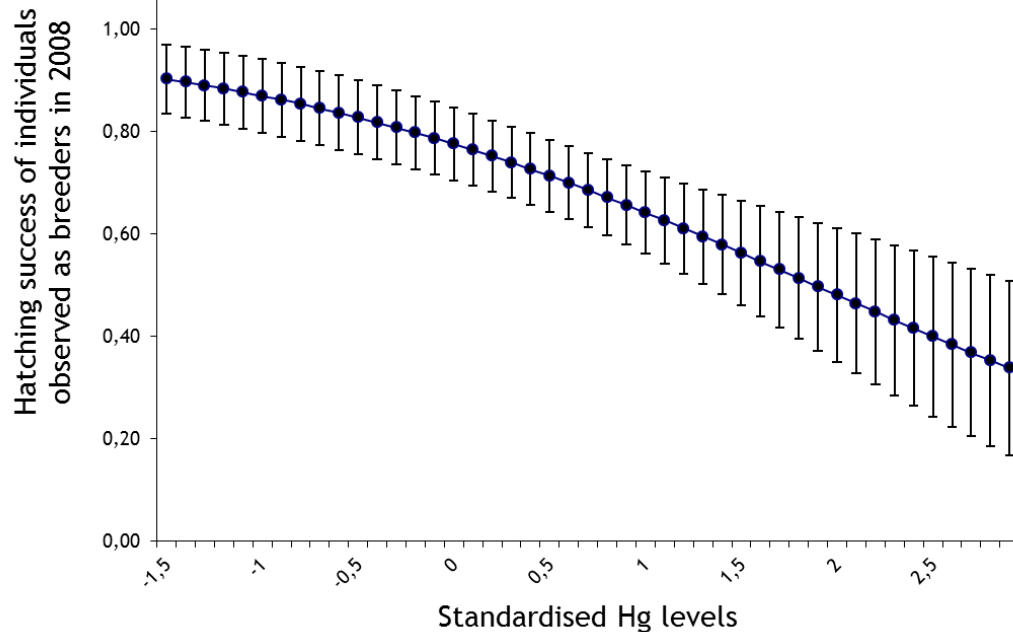
Probabilité du succès de reproduction



La probabilité de se reproduire diminue avec les concentrations de Hg

Hg

Effets sur le succès d'éclosion



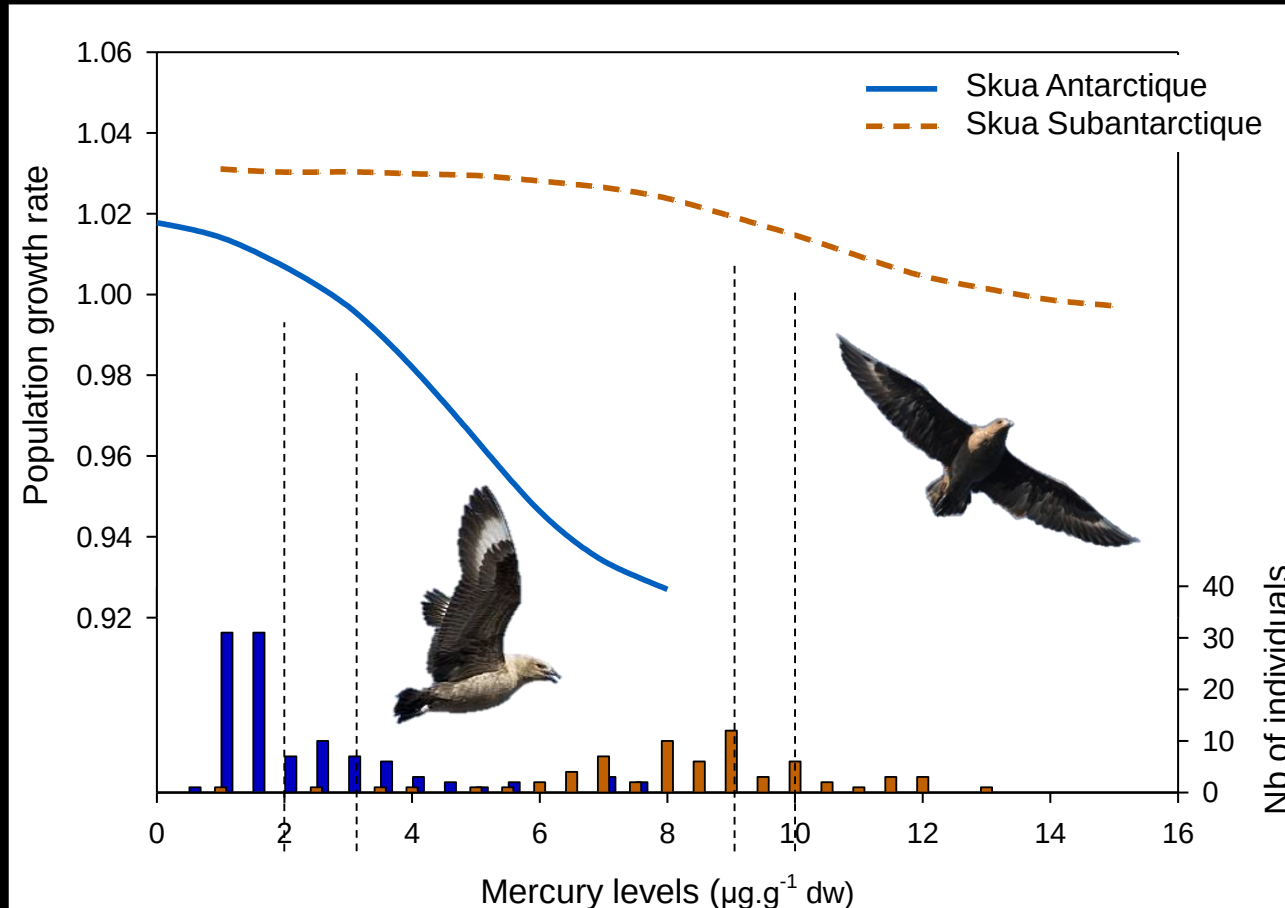
Succès d'éclosion impacté mais pas le succès à l'envol

Conséquences au niveau populationnel

Hg

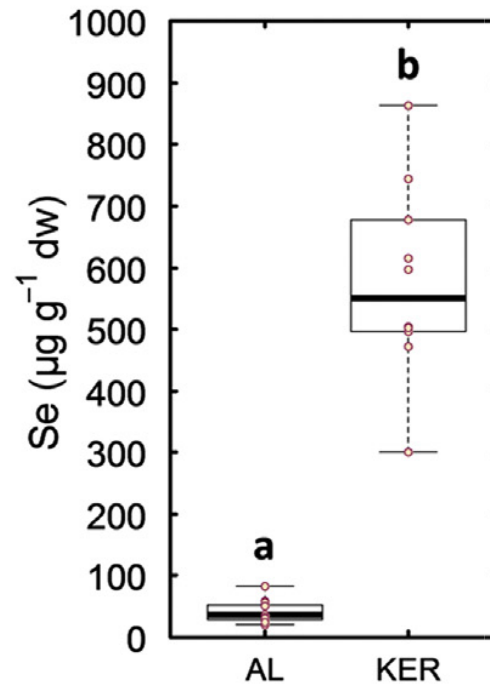
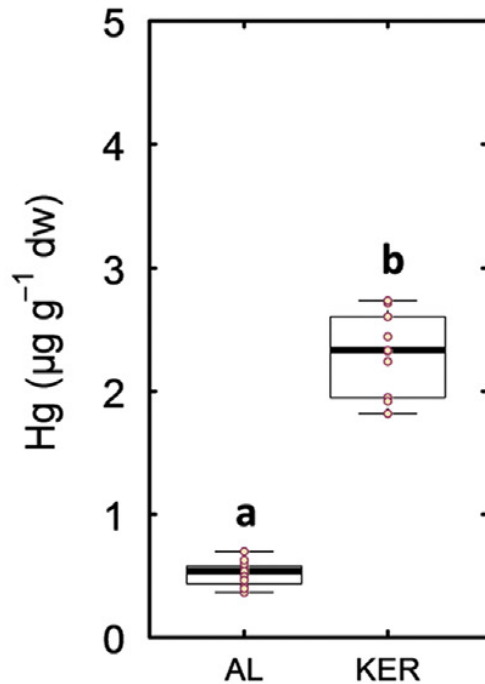
Conséquences au niveau populationnel

→ Utilisation de modèle de dynamique de populations



Effet du Hg plus marqué chez le skua antarctique

Interaction entre Hg et Se chez les skuas



AL: Terre Adélie (skua antarctique)

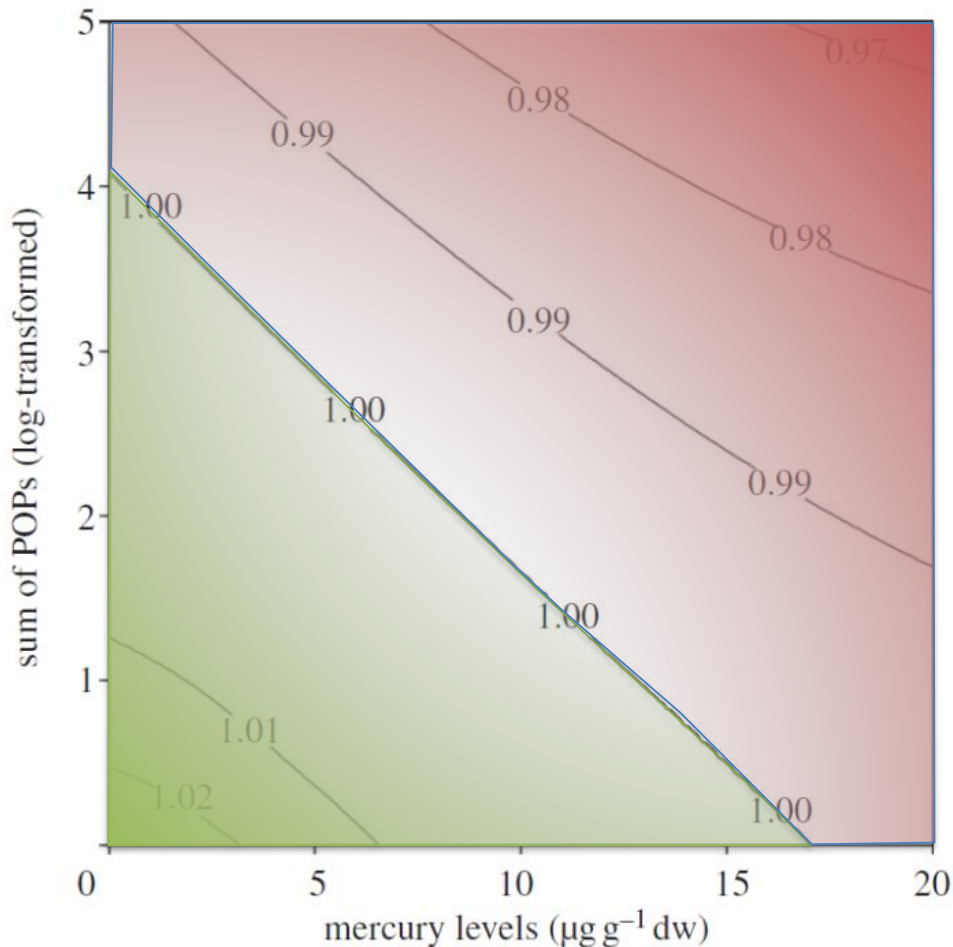
KER: Iles Kerguelen (skua subantarctique)

Hg

Co-exposition entre contaminants

POPs

Effets conjoints sur l'évolution de la population
des grand albatros de Crozet



En résumé

- 1) **Ecologie alimentaire** est un facteur majeur modulant l'exposition aux contaminants à la fois en termes de **type de proies** et **habitat d'alimentation**
→ Doit être pris en compte pour le biomonitoring



Diet



Bioindicators

En résumé

- 1) **Ecologie alimentaire** est un facteur majeur modulant l'exposition aux contaminants à la fois en termes de **type de proies** et **habitat d'alimentation**



Bioindicators

Diet



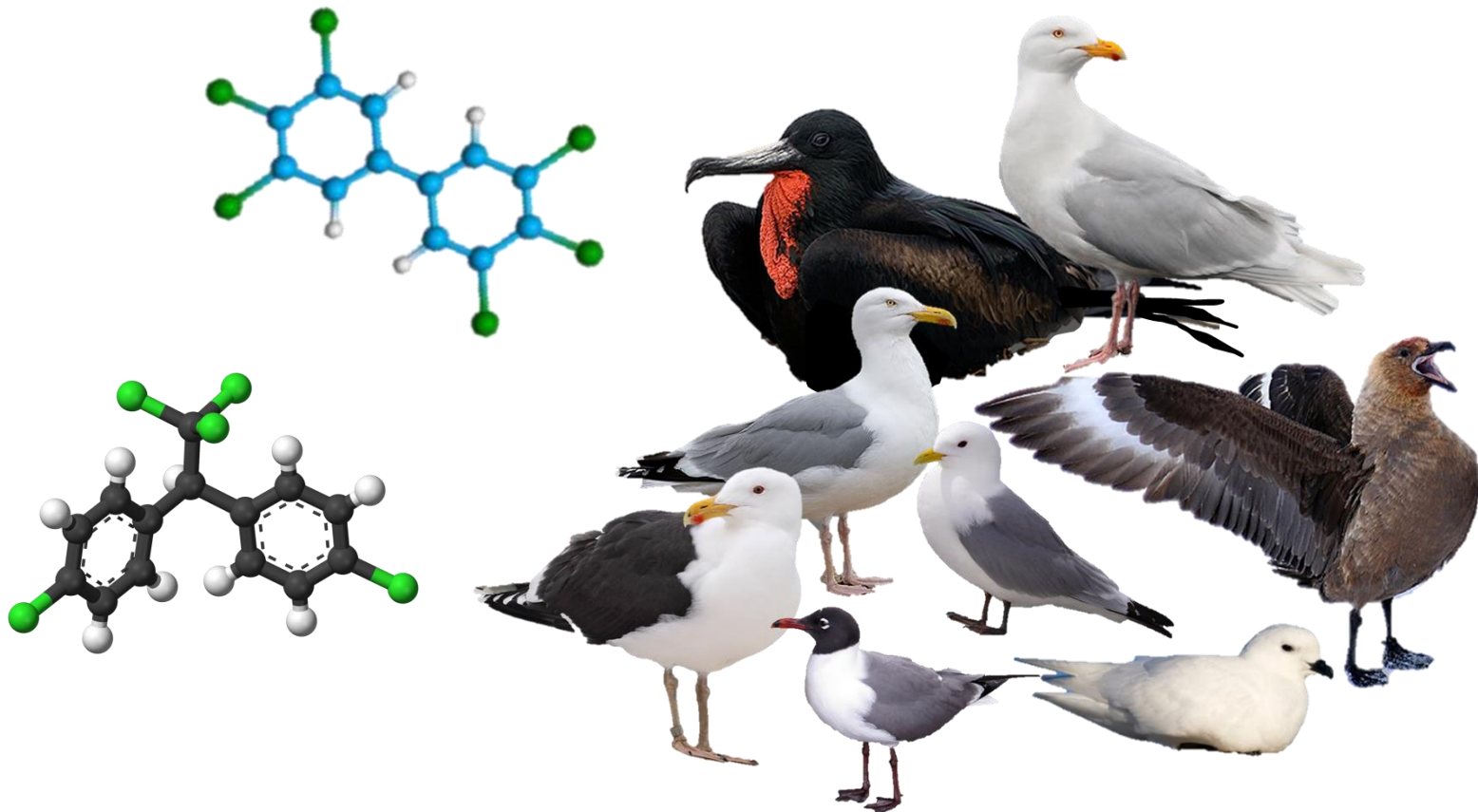
- 2) Les effets des contaminants sont confirmés **chez les oiseaux aux niveaux individuels** et **populationnels**

Co-exposition

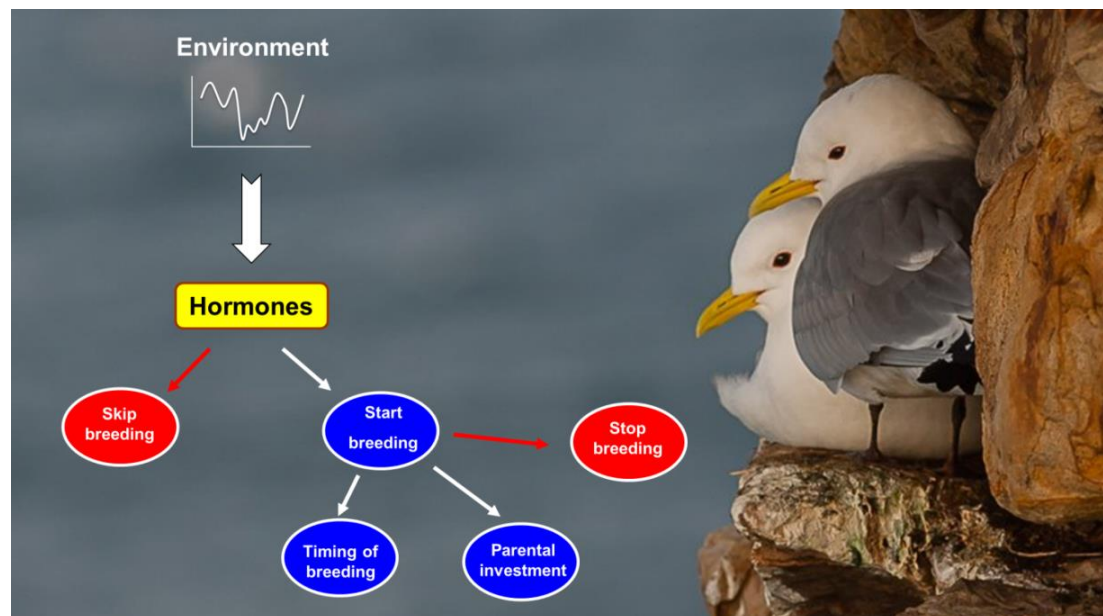
Effets protecteur du Se

Conséquences physiologiques et démographiques de l'exposition aux contaminants chez les oiseaux marins

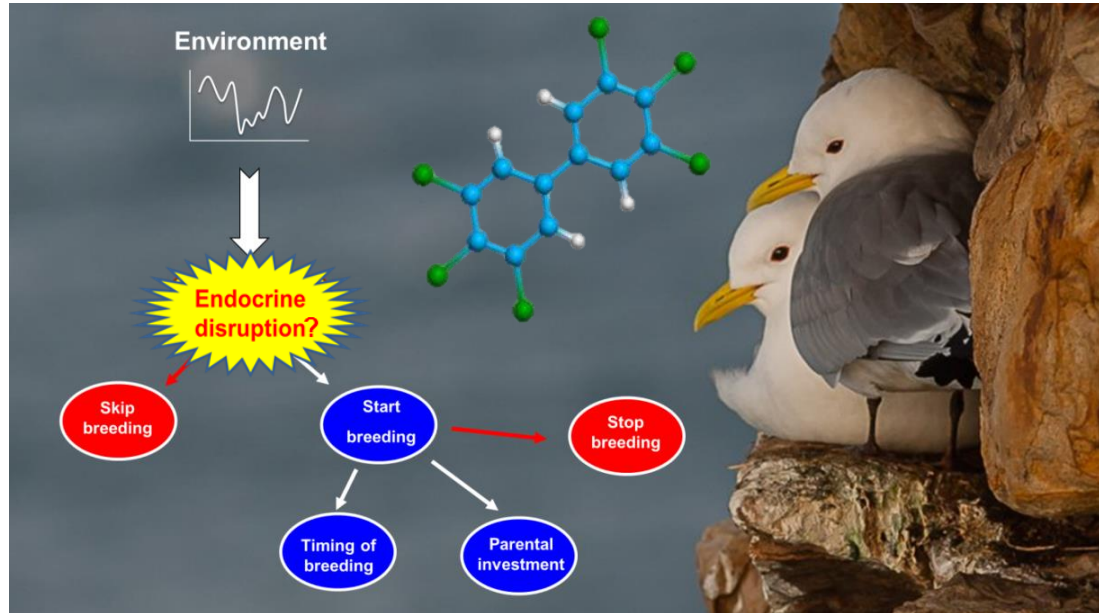
Olivier Chastel



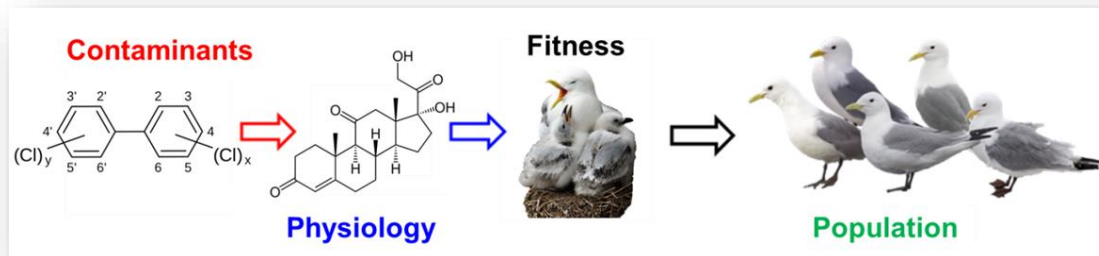
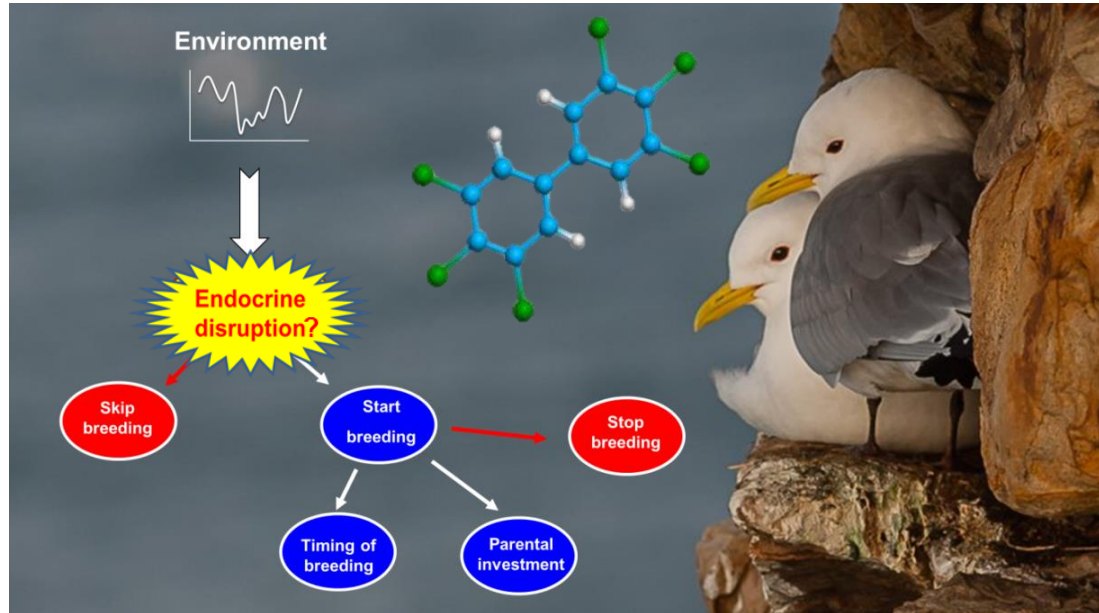
Effets des contaminants chez les oiseaux marins - l'approche écophysiological



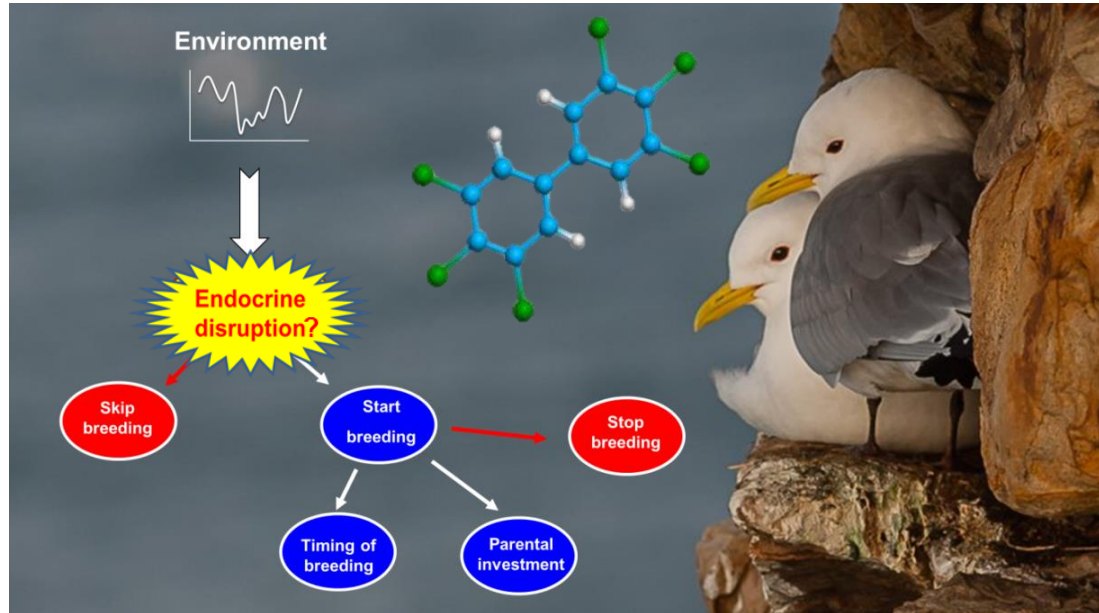
Effets des contaminants chez les oiseaux marins - l'approche écophysiological



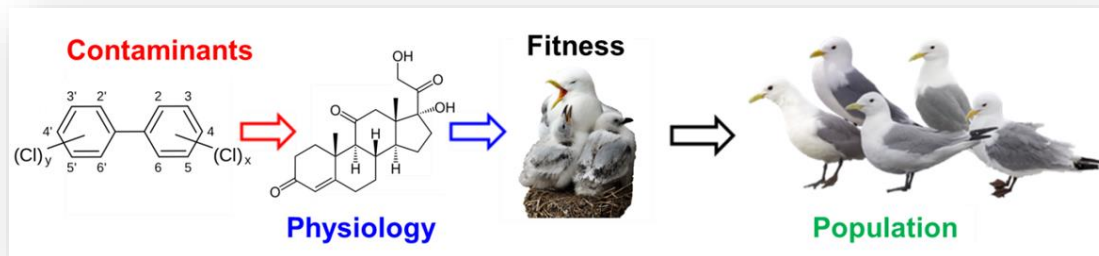
Effets des contaminants chez les oiseaux marins - l'approche écophysiologique



Effets des contaminants chez les oiseaux marins - l'approche écophysiologique



Capture-Mark-Recapture

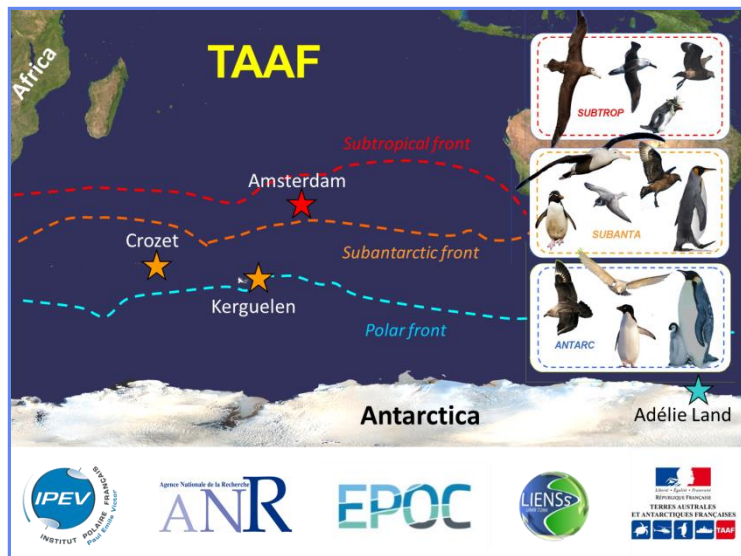


Dosages hormones, télomères



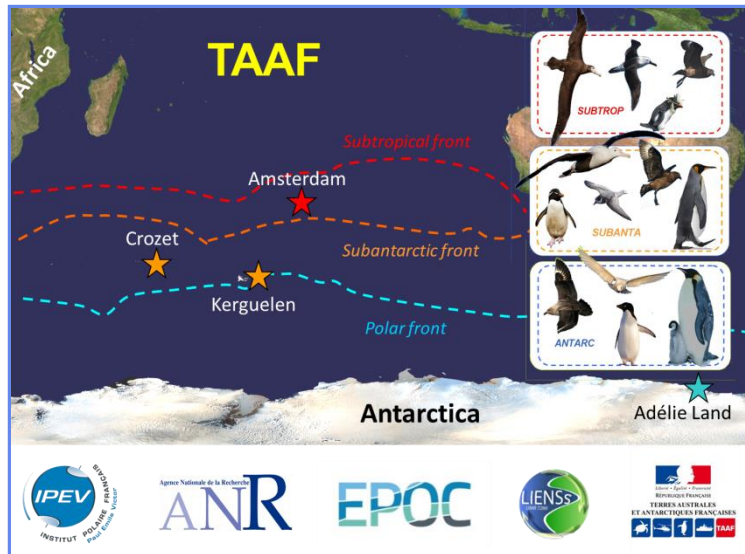
Effets des contaminants chez les oiseaux marins

- Les programmes du CEBC



Effets des contaminants chez les oiseaux marins

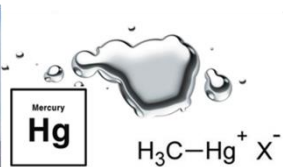
- Les programmes du CEBC



Eléments traces (Mercure)



Eruptions volcaniques



Combustion charbon



Cimenteries

Effets des contaminants chez les oiseaux marins

- Principaux contaminants étudiés

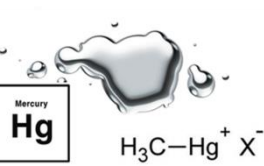
Eléments traces (Mercure)



Eruptions volcaniques



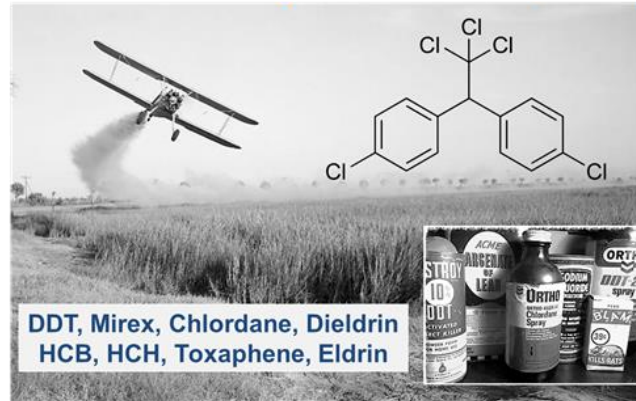
Combustion charbon



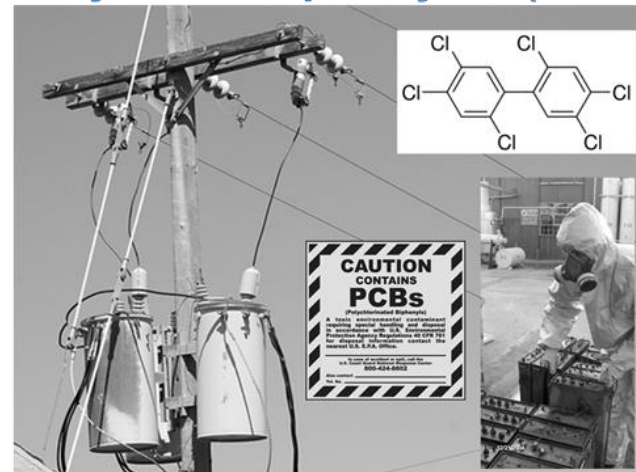
Cimenteries

POPs historiques

Pesticides organochlorés (OCP)



Polychlorobiphényles (PCB)



Effets des contaminants chez les oiseaux marins

- Principaux contaminants étudiés

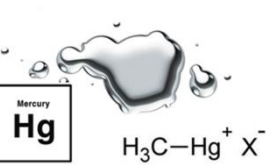
Eléments traces (Mercure)



Eruptions volcaniques



Combustion charbon



Cimenteries



Composés perfluorés (PFAS)



Poêle anti-adhésive



Anti-tâches



Vestes goretex



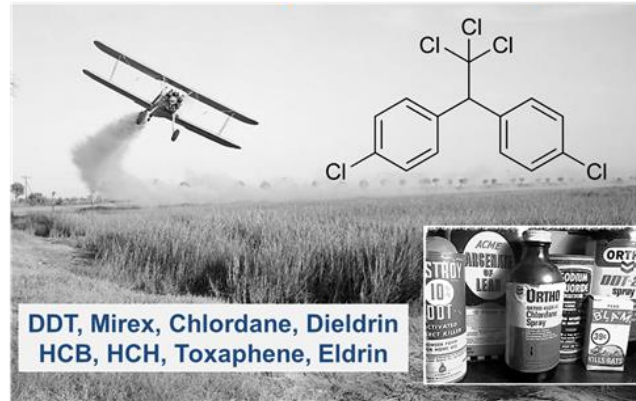
Emballages fast food



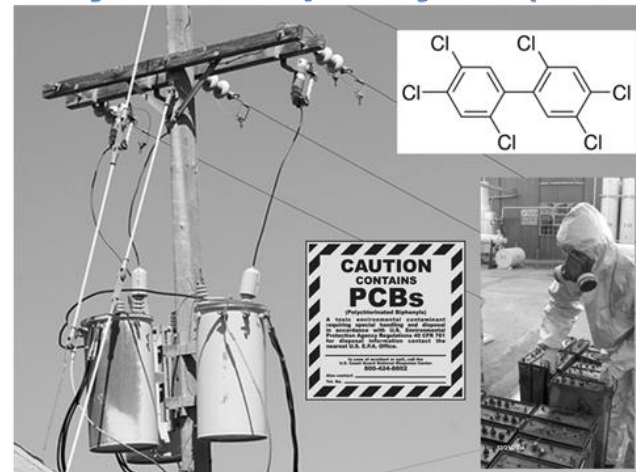
Mousses anti-incendie

POPs historiques

Pesticides organochlorés (OCP)



Polychlorobiphényles (PCB)



Effets des contaminants chez les oiseaux marins - Principaux contaminants étudiés

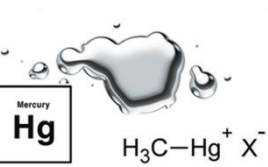
Eléments traces (Mercure)



Eruptions volcaniques



Combustion charbon



Cimenteries



Poêle anti-adhésive



Anti-tâches



Vestes goretex



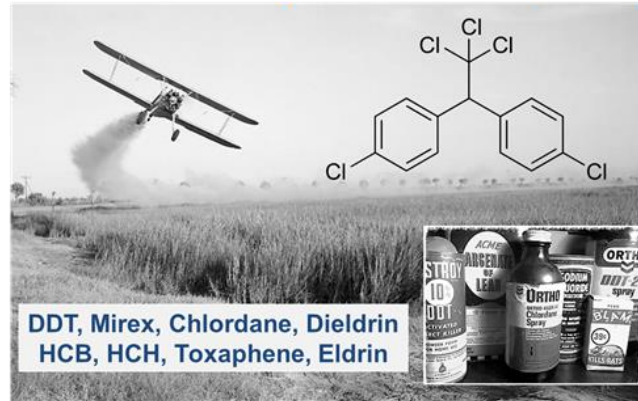
Emballages fast food



Mousses anti-incendie

POPs historiques

Pesticides organochlorés (OCP)



Approche non destructrice (ex: sang)

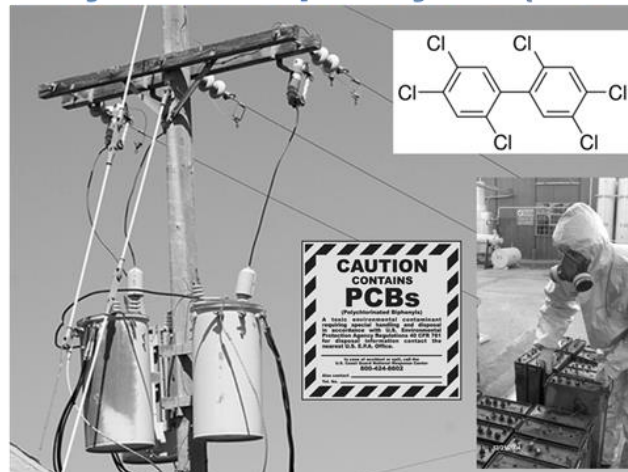


Mercure
POPs
PFASs

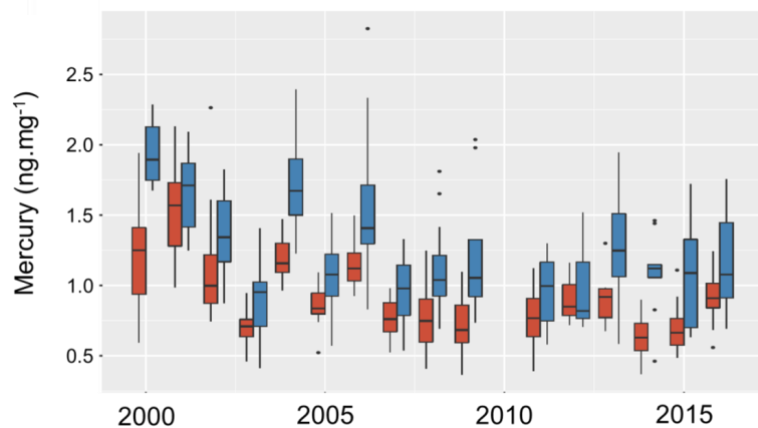
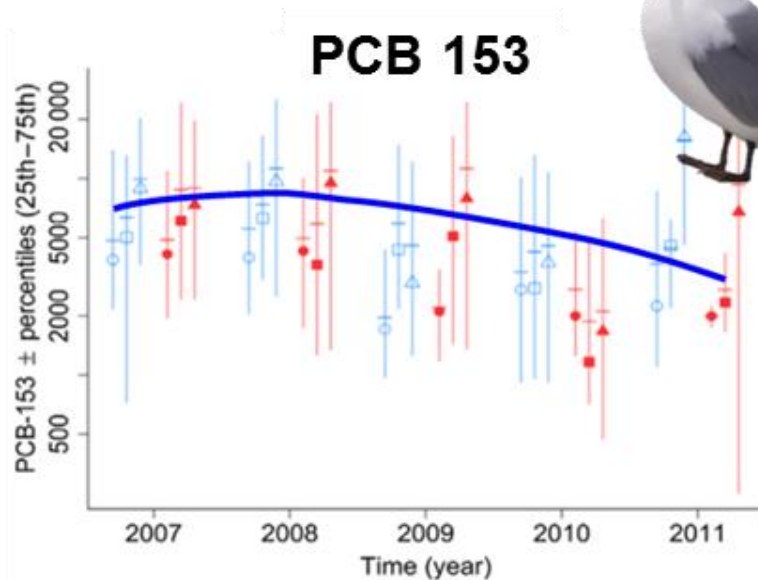
Isotopes stables
Sexage

Hormones
Télomères

Polychlorobiphényles (PCB)



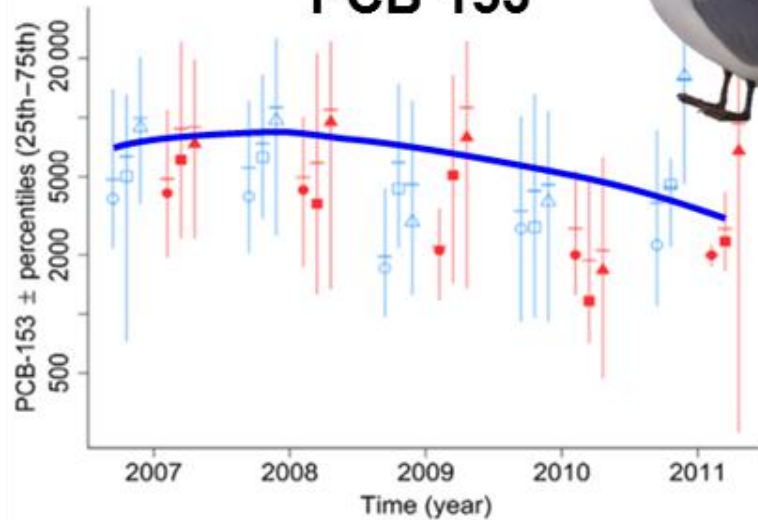
Effets des contaminants chez les oiseaux marins - Suivis à long terme



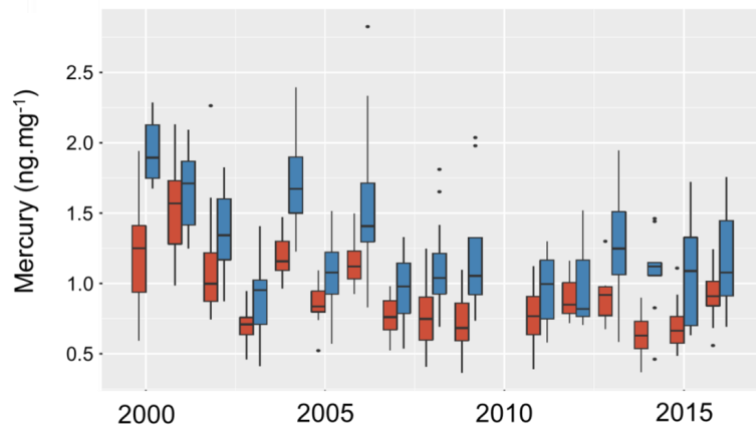
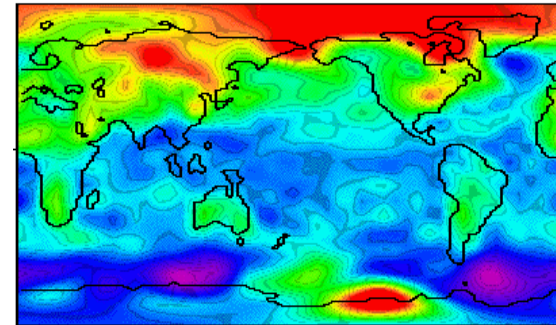
Effets des contaminants chez les oiseaux marins - Suivis à long terme



PCB 153



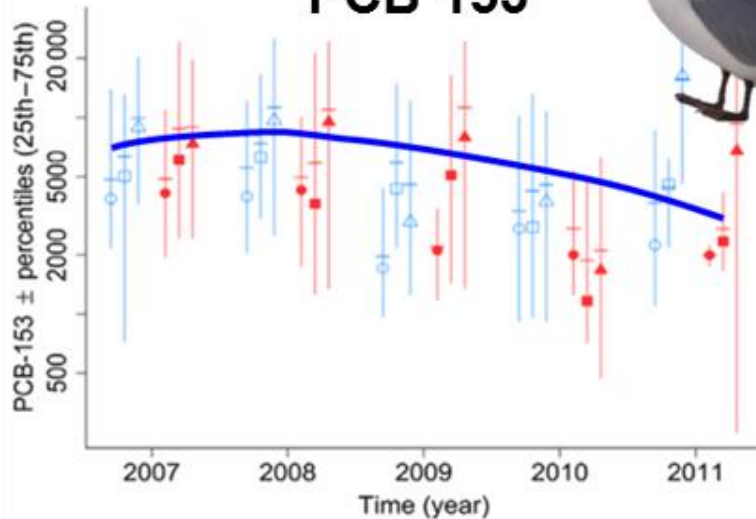
Plusieurs POPs sont en déclin dans l'Arctique. Mais le changement climatique pourrait favoriser le retour de certains polluants historiques.



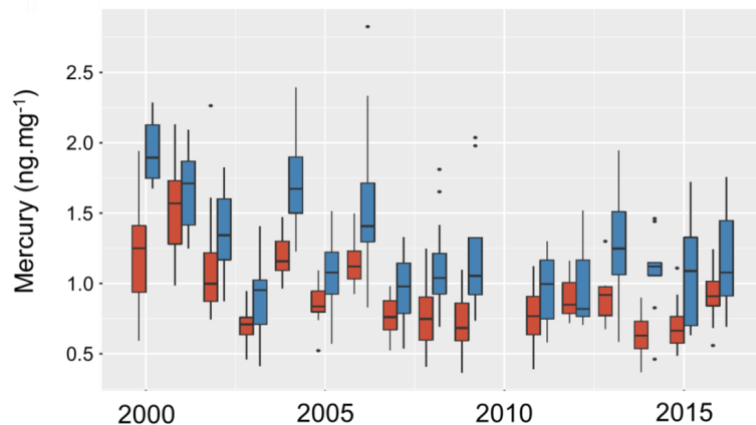
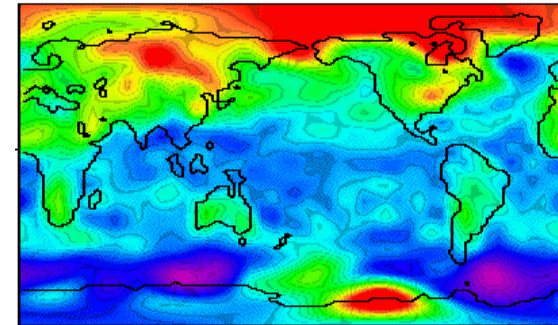
Effets des contaminants chez les oiseaux marins - Suivis à long terme



PCB 153



Plusieurs POPs sont en déclin dans l'Arctique. Mais le changement climatique pourrait favoriser le retour de certains polluants historiques.

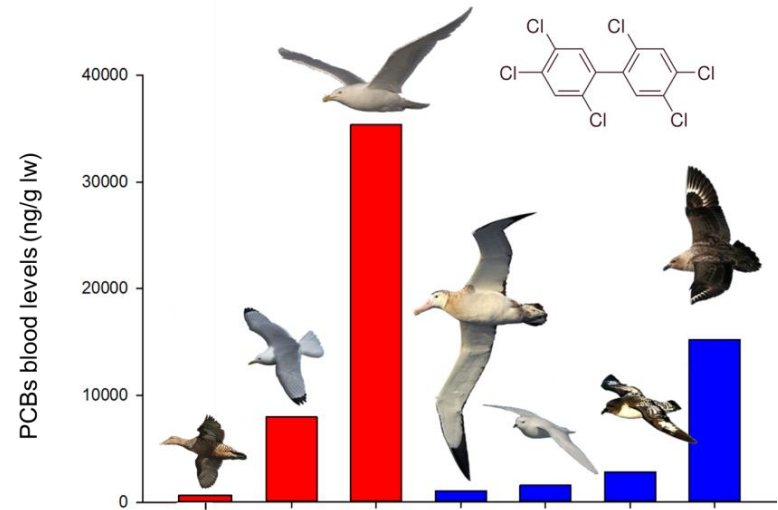
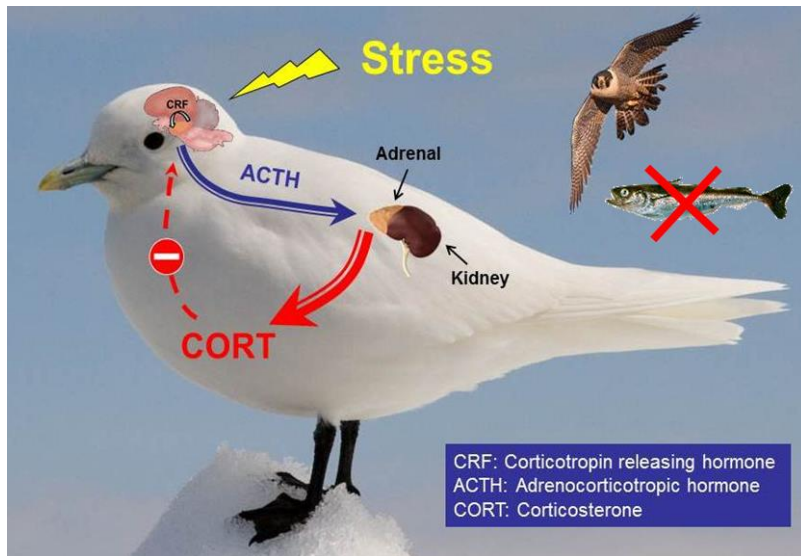


PFASs en augmentation dans l'Arctique, détectés dans les TAAF

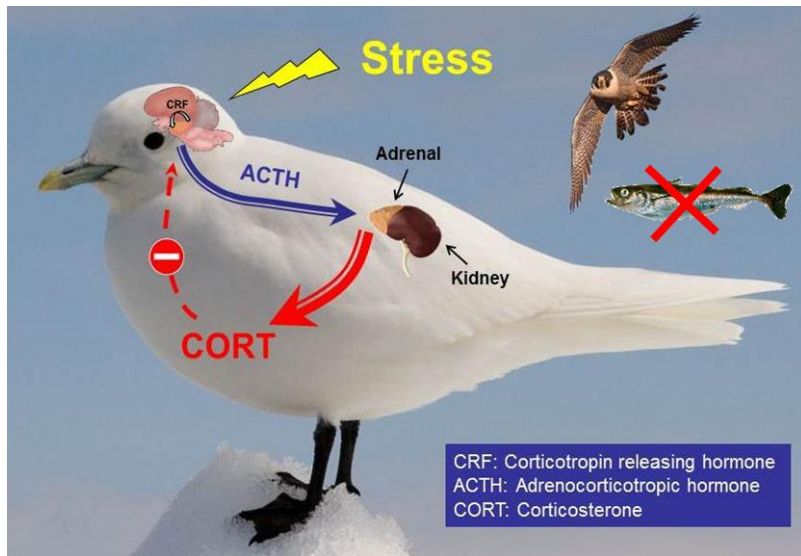
Bustnes, Bårdsen, Moe, Herzke, Hanssen, Sagerup, Bech, Nordstad, Chastel, Tartu, Gabrielsen (2016) *Environ Toxicol Chem*

Munoz, Labadie, Geneste, Pardon, Tartu, Chastel, Budzinski (2017) *J. Chromato A*

Effets des contaminants chez les oiseaux marins - Mécanismes hormonaux



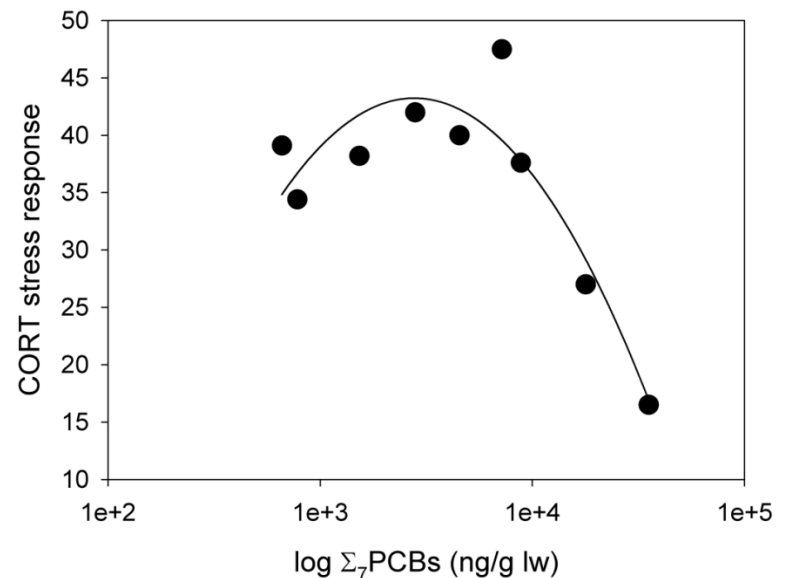
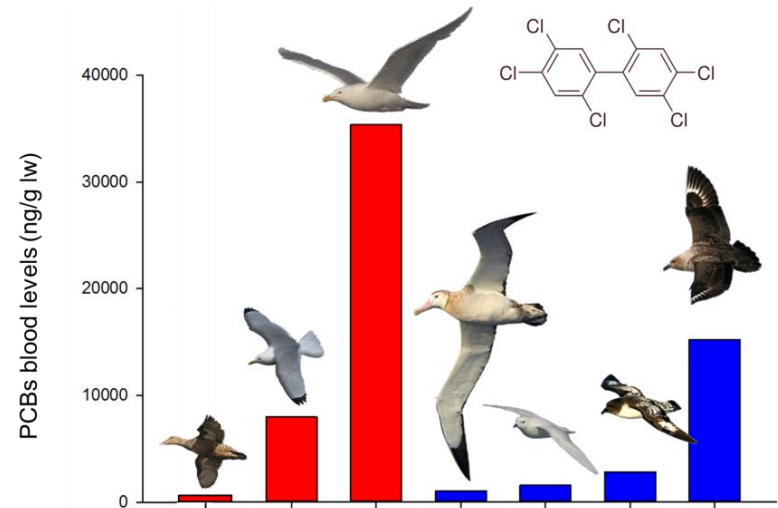
Effets des contaminants chez les oiseaux marins - Mécanismes hormonaux



L'exposition aux PCB affecte la sensibilité au stress : stimulation de la sécrétion d'hormone corticostérone chez les espèces faiblement contaminées, suppression chez les espèces très contaminées

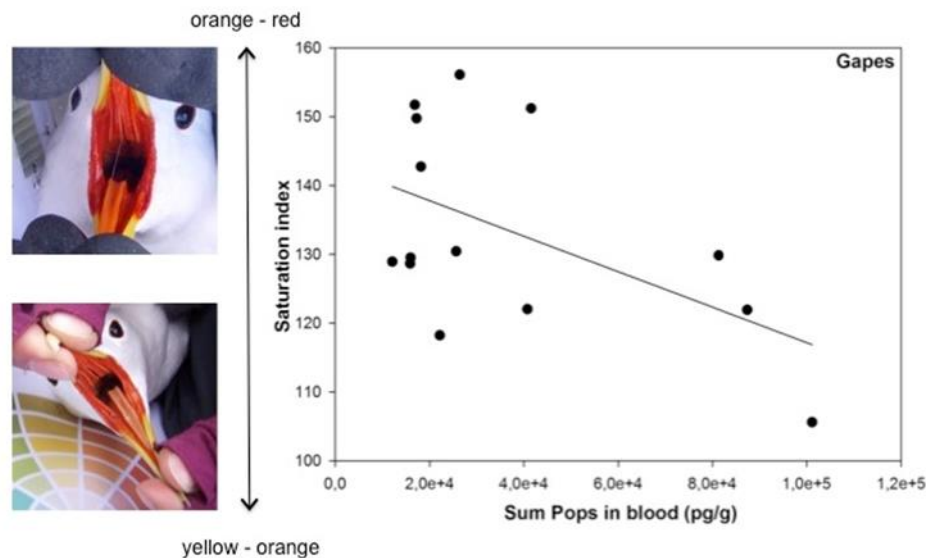
Tartu, Angelier, Bustnes, Moe, Hanssen, Herzke, Gabrielsen, Bustnes, Verboven, Verreault, Budzinski, Labadie, Wingfield, Chastel (2015) *Envir Poll.*

Tartu, Wingfield, Bustamante, Angelier, Budzinski, Labadie, Bustnes, Weimerskirch, Chastel (2015) *STOTEN*



Effets des contaminants chez les oiseaux marins

- Ornementations, vieillissement cellulaire

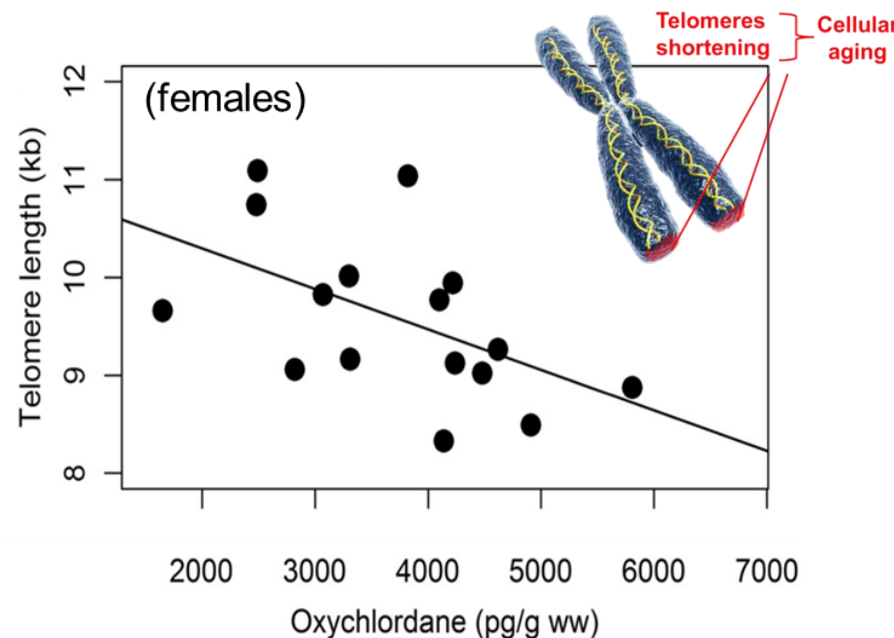
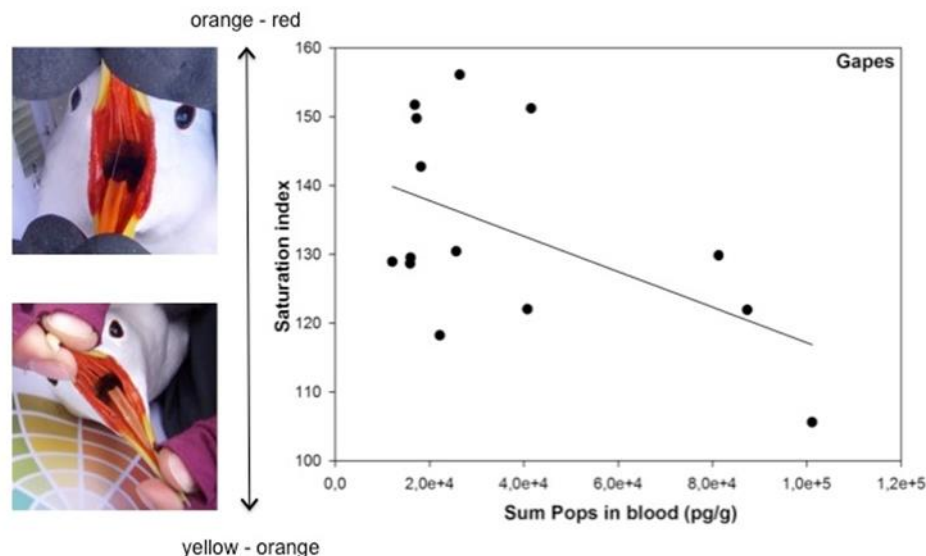


Une forte exposition aux POPs ($\Sigma\text{OCP} + \text{PCB}$) semble affecter les colorations pendant les parades nuptiales



Effets des contaminants chez les oiseaux marins

- Ornémentations, vieillissement cellulaire



Une forte exposition aux POPs ($\Sigma\text{OCP}+\text{PCB}$) semble affecter les colorations pendant les parades nuptiales

Une forte contamination par un pesticide organochloré s'accompagne d'un vieillissement cellulaire accru (érosion des télomères)

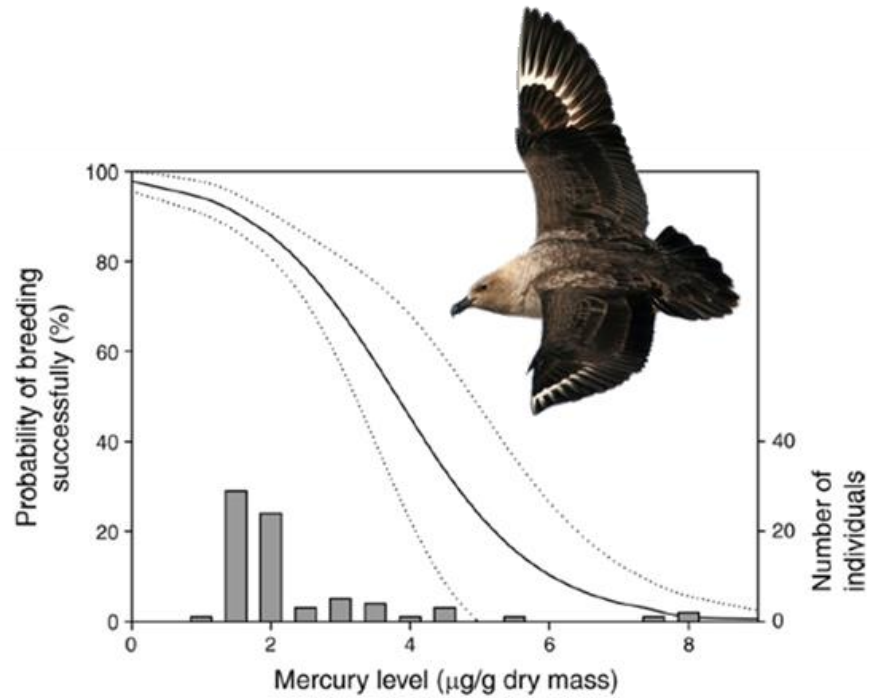
Blévin, Tartu, Angelier, Leclaire, Bustnes, Moe, Herzke, Gabrielsen, Chastel (2014) *STOTEN*

Blévin, Angelier, Tartu, Ruault, Bustamante, Herzke, Moe, Bech, Gabrielsen, Bustnes, Chastel (2016) *STOTEN*



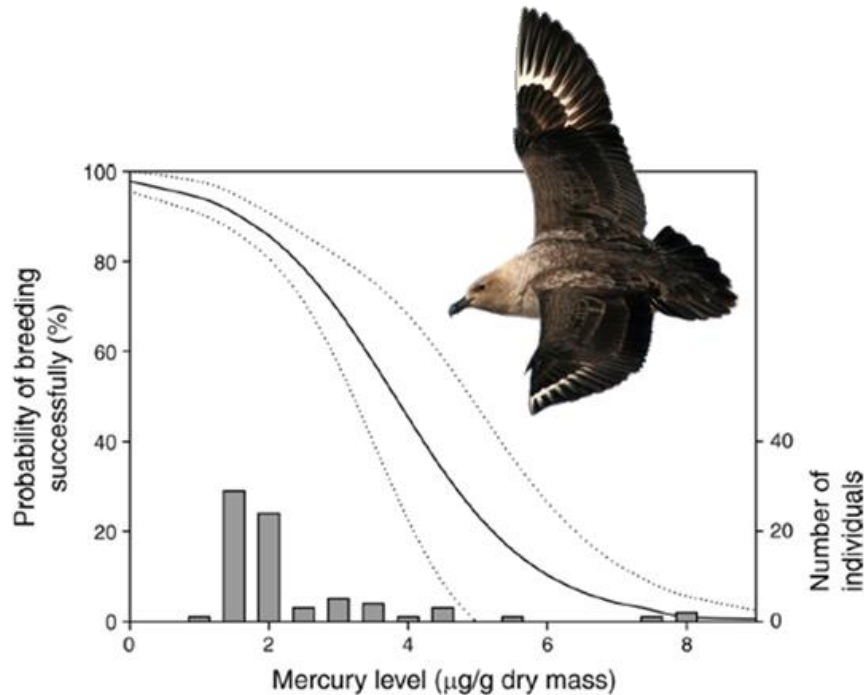
Effets des contaminants chez les oiseaux marins

- Démographie, dynamique des populations

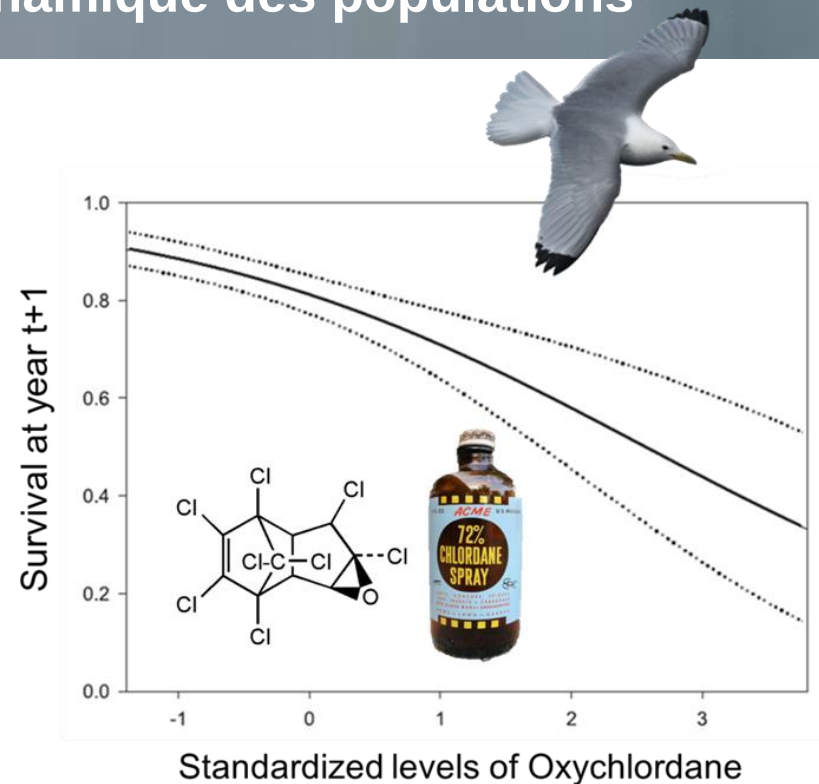


Effets des contaminants chez les oiseaux marins

- Démographie, dynamique des populations



Croisement des données de CMR avec des suivis de contaminants (Hg, POPs) => mise en évidence des effets démographiques à long-terme (fécondité, survie)



Tartu, Goutte, Bustamante, Angelier, Moe, Clément-chastel, Bech, Gabrielsen, Bustnes, Chastel. (2013) *Biol. Letters*

Goutte, Barbraud, Herzke, Bustamante, Angelier, Tartu, Clément-Chastel, Moe, Bech, Gabrielsen, Bustnes, Chastel (2015) *Envir Poll*

Goutte, Bustamante, Barbraud, Delord, Weimerskirch, Chastel (2014) *Ecology*

Goutte, Barbraud, Meillère, Carravieri, Bustamante, Labadie, Budzinski, Delord, Cherel, Weimerskirch, Chastel (2014) *Proc Roy Soc B*

Oiseaux marins de France: quel niveau de contamination?



Goélands: sentinelles contamination:

- Niveau trophique élevé
- Coloniaux
- Large distribution
- Suivis CMR



Suivi des contaminants environnementaux chez les goélands de la Réserve naturelle nationale de Lilleau des Niges



Larus marinus
Larus argentatus
Larus fuscus graellsii
Larus michaelis



CMR (bagues darvick)

Projet MULTISTRESS



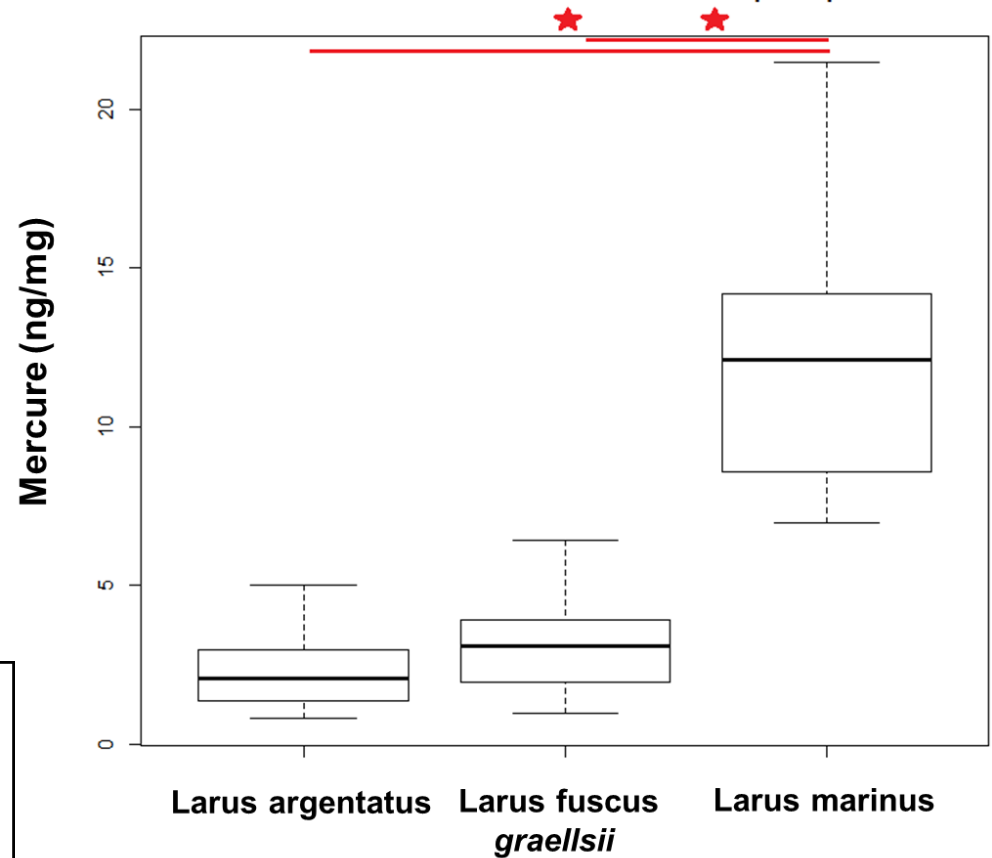
EPOC



Adultes 2016-2017-2018

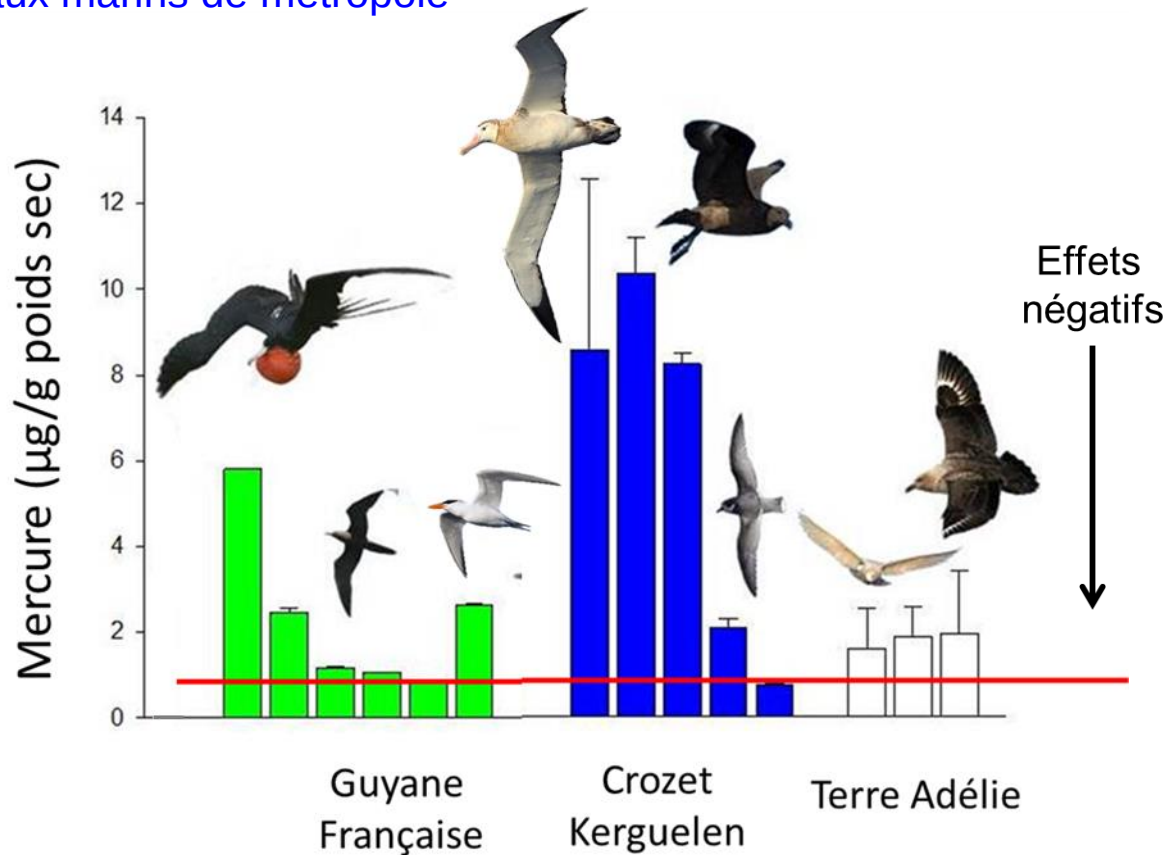


	Moyenne+/- écart-type	Min-Max
Marins	12.1 +/- 0.7 ng/mg, n=29	[7-21.5]
Bruns	3.0 +/- 0.2 ng/mg, n=43	[1-6.4]
Argentés	2.3 +/- 0.2 ng/mg, n=36	[0.8-5]
Leucophées	5.8 +/- 2.1 ng/mg, n=3	[2.3-9.6]



Niveaux de mercure sanguin élevés chez les adultes (très élevés pour *L. marinus*!)

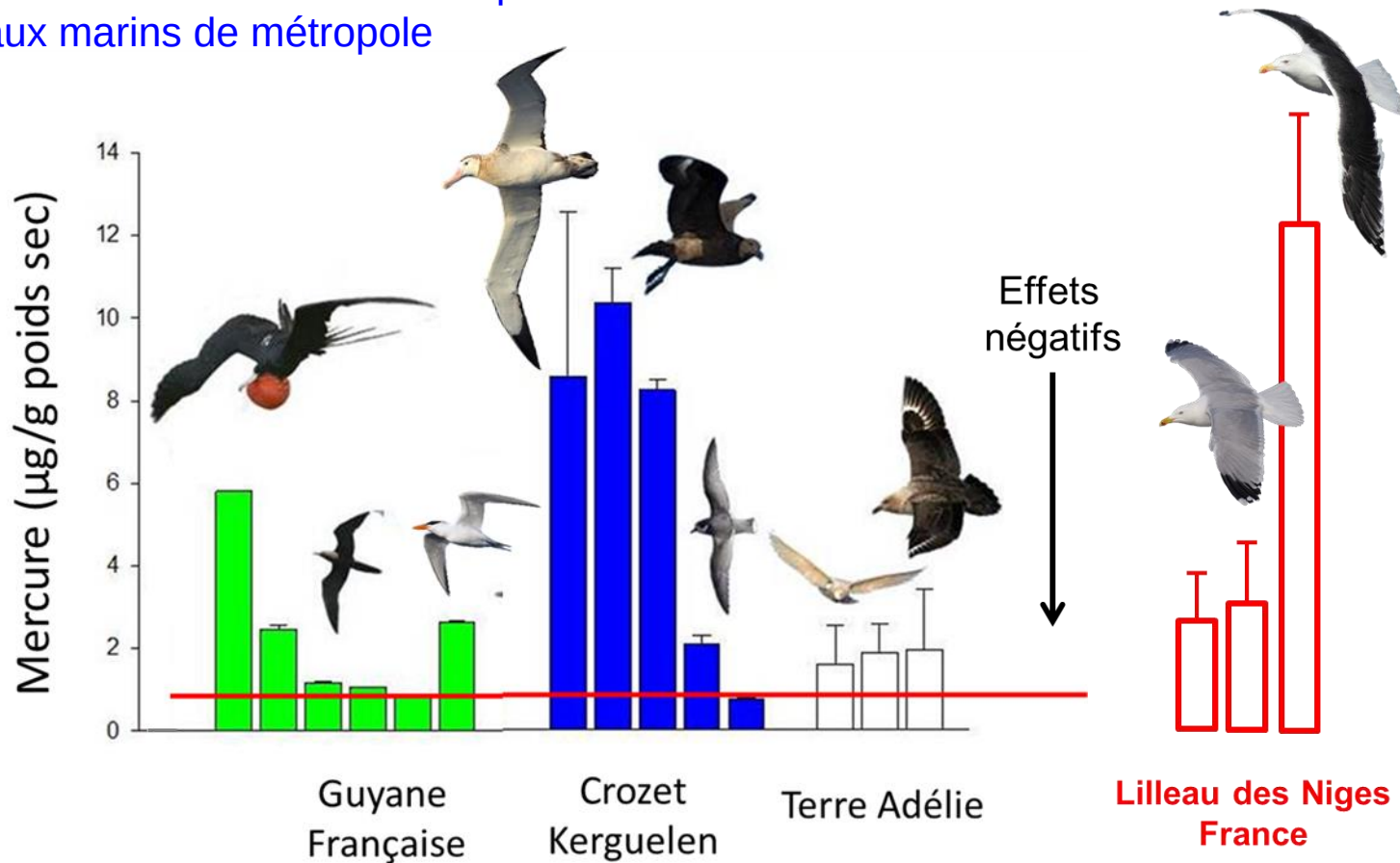
Les études menées dans les DOM-TOM pour interpréter les niveaux et risques chez les oiseaux marins de métropole



Carravieri, Bustamante, Tartu, Meillère, Labadie, Budzinski, Peluhet, Barbraud, Weimerskirch, Chastel, Cherel (2014) *EST*

Sebastiano, Bustamante, Eulaers, Malarvannan, Mendez-Fernandez, Churlaud, Blevin, Hauselmann, Covaci, Eens, Costantini, Chastel (2017) *Envir Poll*

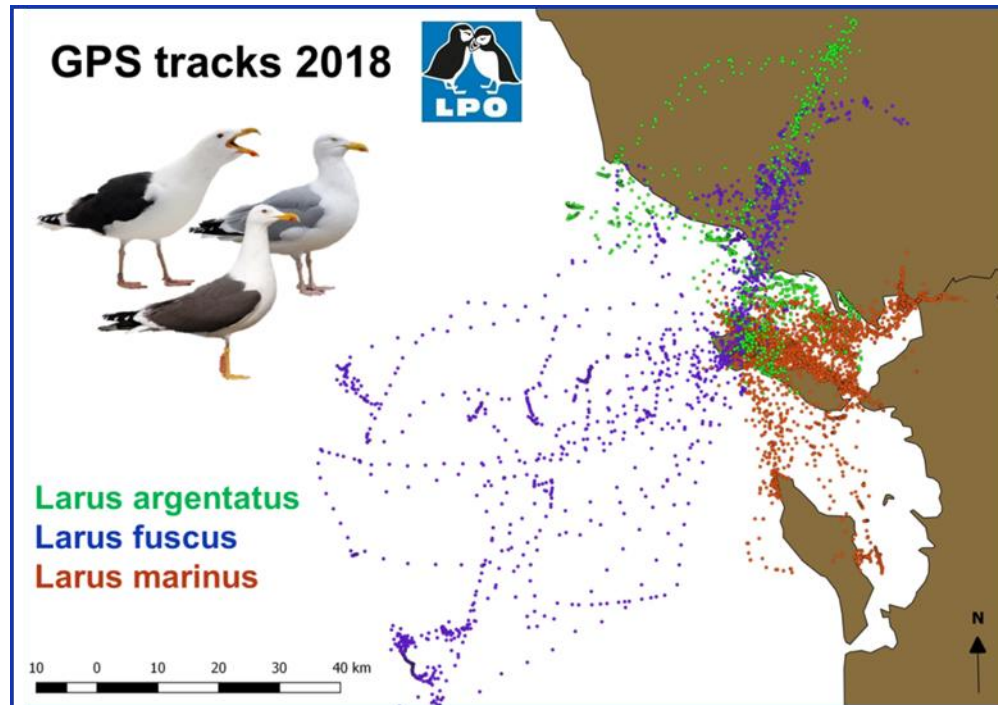
Les études menées dans les DOM-TOM pour interpréter les niveaux et risques chez les oiseaux marins de métropole



Carravieri, Bustamante, Tartu, Meillère, Labadie, Budzinski, Peluhet, Barbraud, Weimerskirch, Chastel, Cherel (2014) *EST*

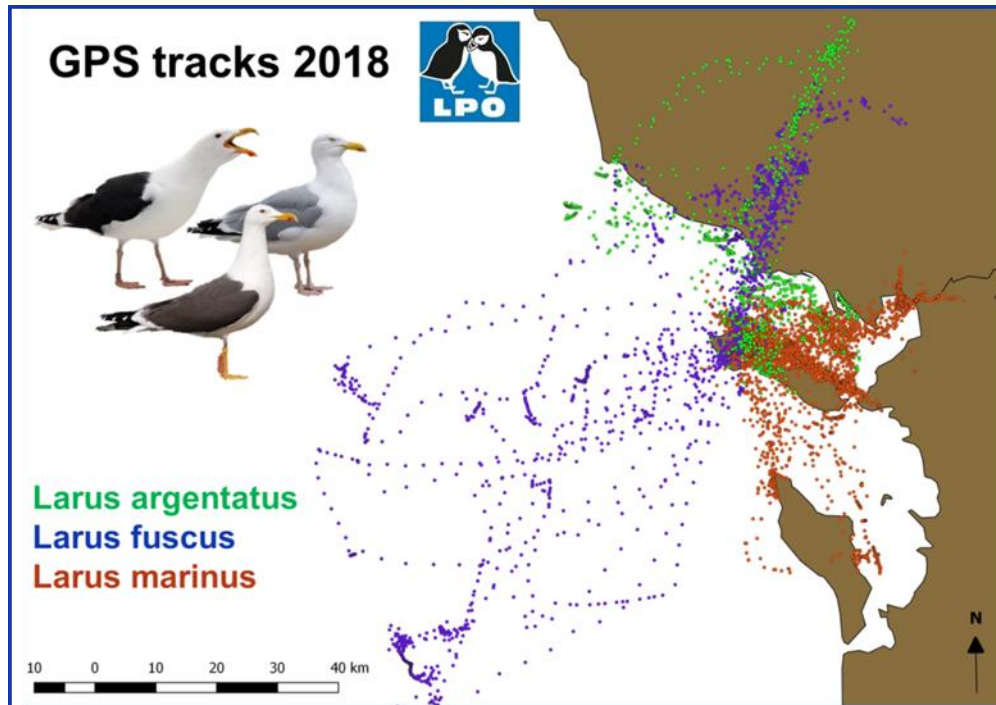
Sebastiano, Bustamante, Eulaers, Malarvannan, Mendez-Fernandez, Churlaud, Blevin, Hauselmann, Covaci, Eens, Costantini, Chastel (2017) *Envir Poll*

1) Interpréter les niveaux de la contamination



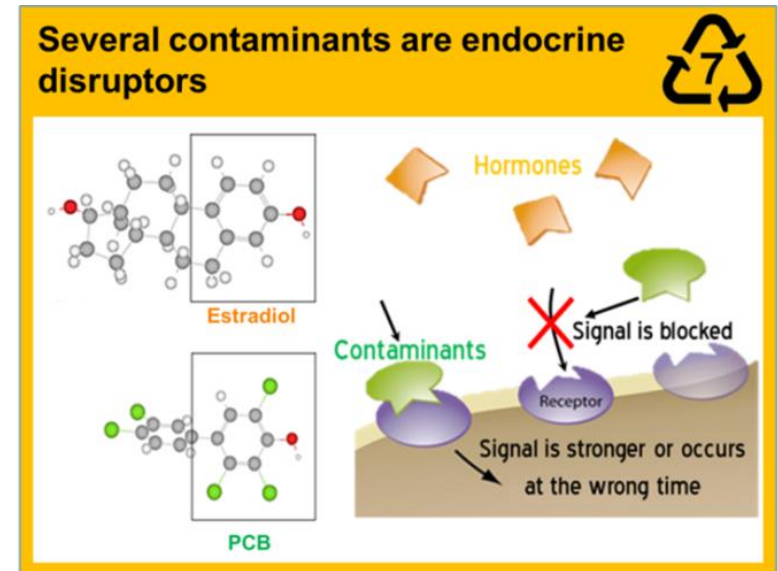
- Ecologie spatiale (suivis GPS)
- Isotopes stables (carbone, azote, soufre)

1) Interpréter les niveaux de la contamination



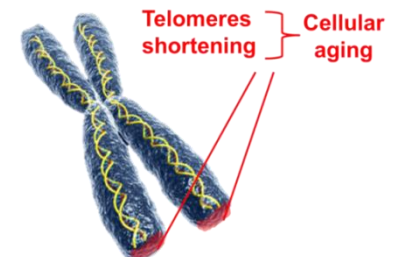
- Ecologie spatiale (suivis GPS)
- Isotopes stables (carbone, azote, soufre)

2) Mesurer les effets de la contamination



Hormones
Prolactine
Thyroïdiennes

Téломères



Suivi des contaminants chimiques chez les goélands et cormorans huppés de l'estuaire de la Seine et des Iles Chausey

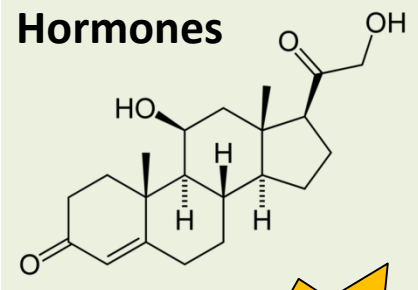
Projet ECOTONES
(2015-2018)



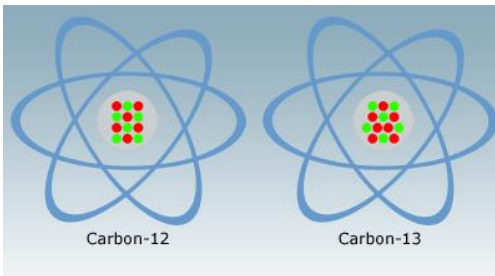
Objectifs :

- 1) Etat des lieux des niveaux des polluants
- 2) Faire le lien contaminants - effets - écologie

Hormones

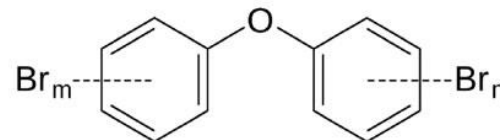
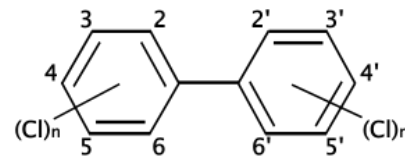


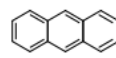
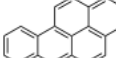
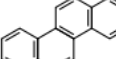
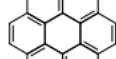
**Stress
Oxydant**

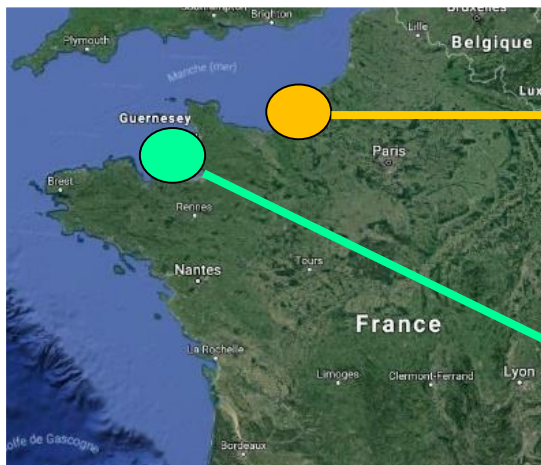


Isotopes stables

Tableau périodique des éléments

Chemical compound		Chemical compound	
Anthracene		Benzo[a]pyrene	
Chrysene		Coronene	



Antifer
Ville du Havre
Estuaire de la Seine

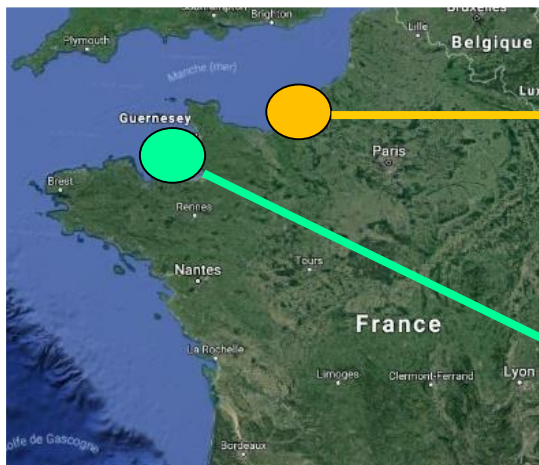


Iles Chausey



Poussins

Cormoran huppé
Goéland marin
G. argenté
G. brun



Antifer
Ville du Havre
Estuaire de la Seine



Iles Chausey



Poussins

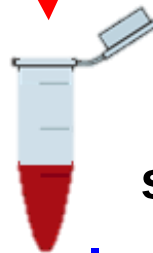
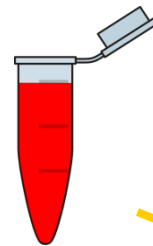
Cormoran huppé
Goéland marin
G. argenté
G. brun



Plumes et Sang



Isotopes stables
Elements traces



Cellules sanguines
Isotopes stables
Elements traces

Plasma

PCBs, OCPs,
PBDEs, APs
PFAs, HAPs
Stress oxydant,
Corticostérone



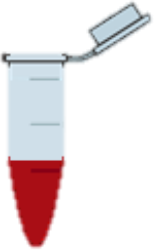
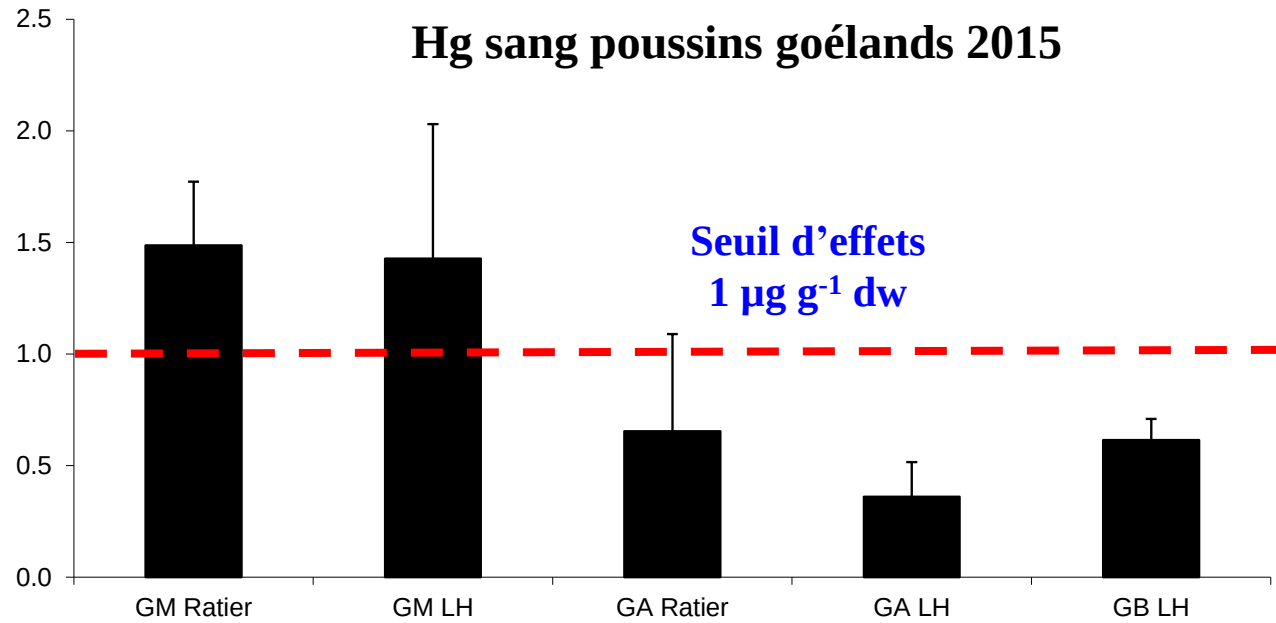
Quelques résultats

I. Eléments traces métalliques

- Concentrations de Ag, Cd, Co, Cr, Ni et V inférieures à la limite de détection
- Pas de différences entre espèces ou sites pour le Cu ($1,3 \pm 0,2 \mu\text{g/g}$), le Fe ($2300 \pm 170 \mu\text{g/g}$) et le Zn ($29 \pm 3 \mu\text{g/g}$)

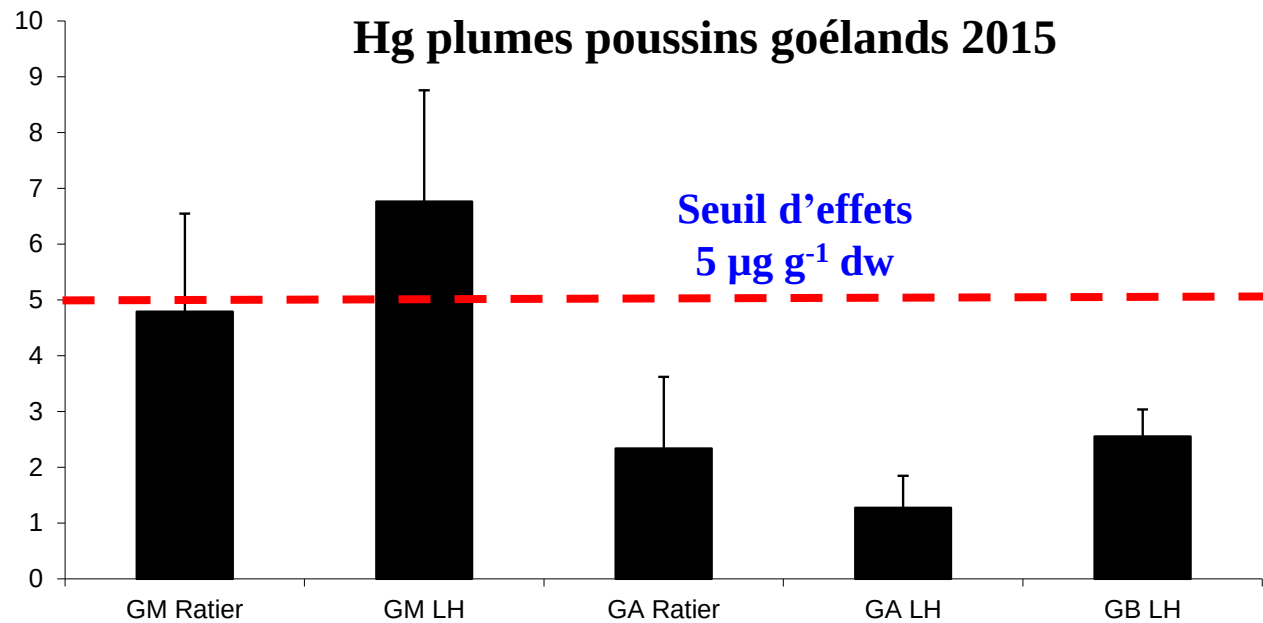
Hg sang poussins goélants 2015

Mercure total ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ dw}$)



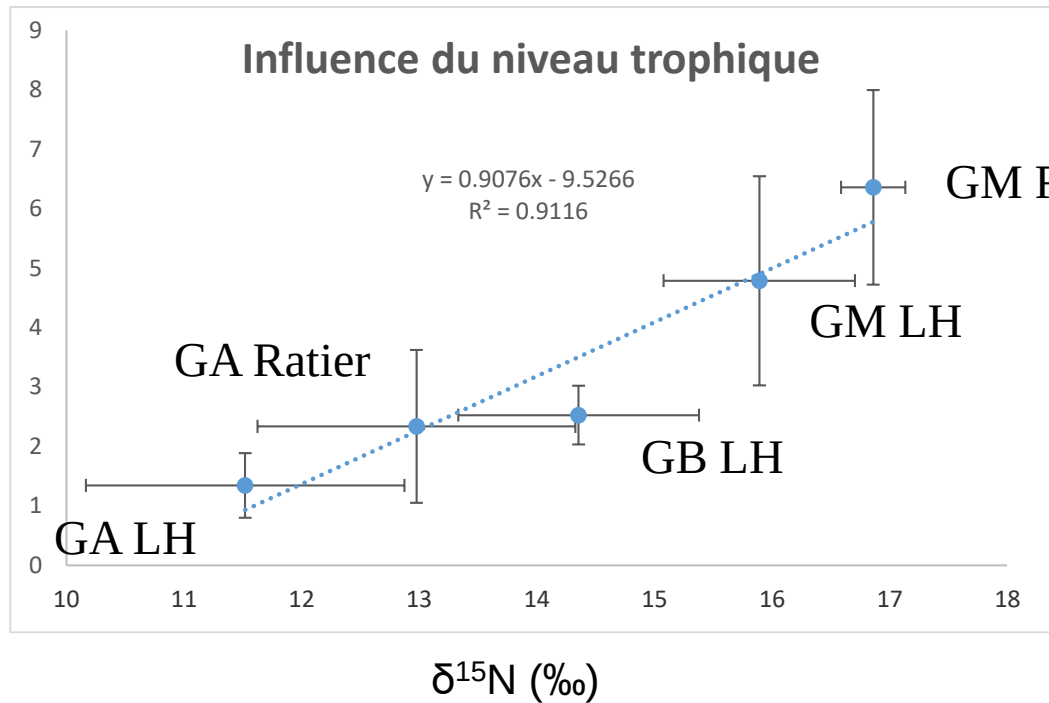
Hg plumes poussins goélants 2015

Mercure total ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ dw}$)



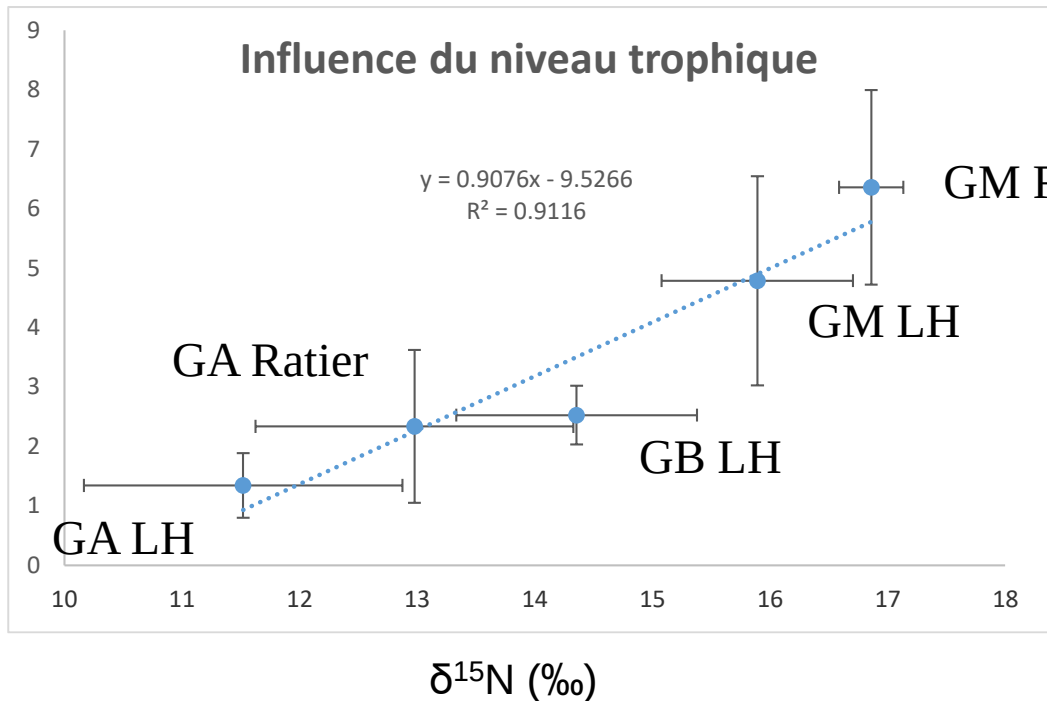


Mercure total ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ dw}$)

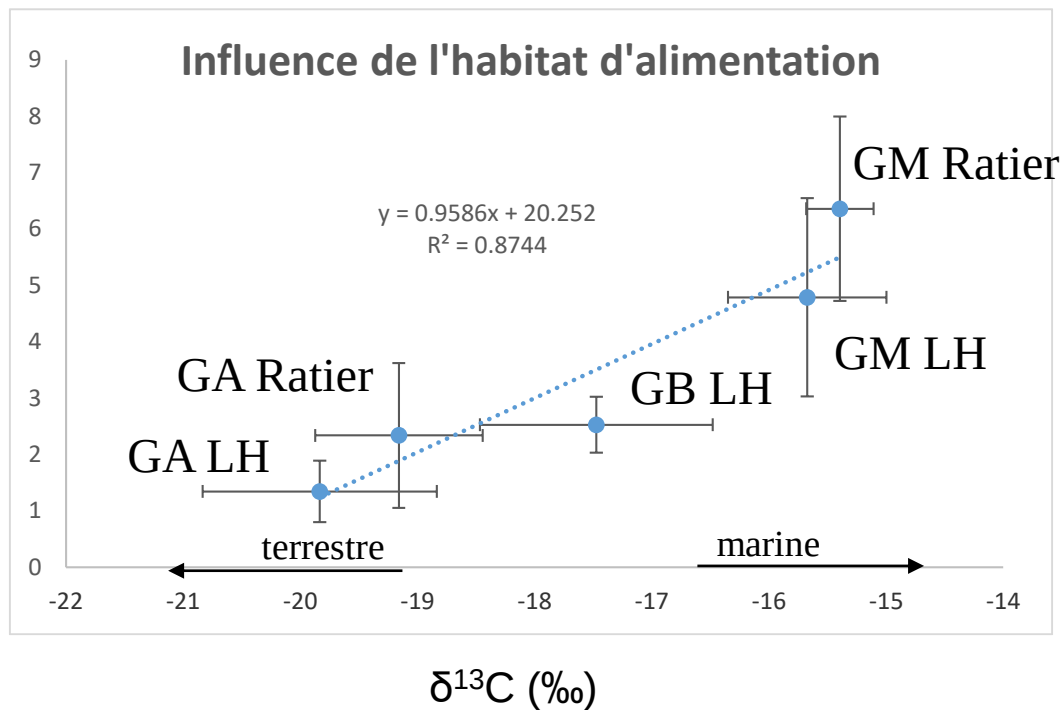




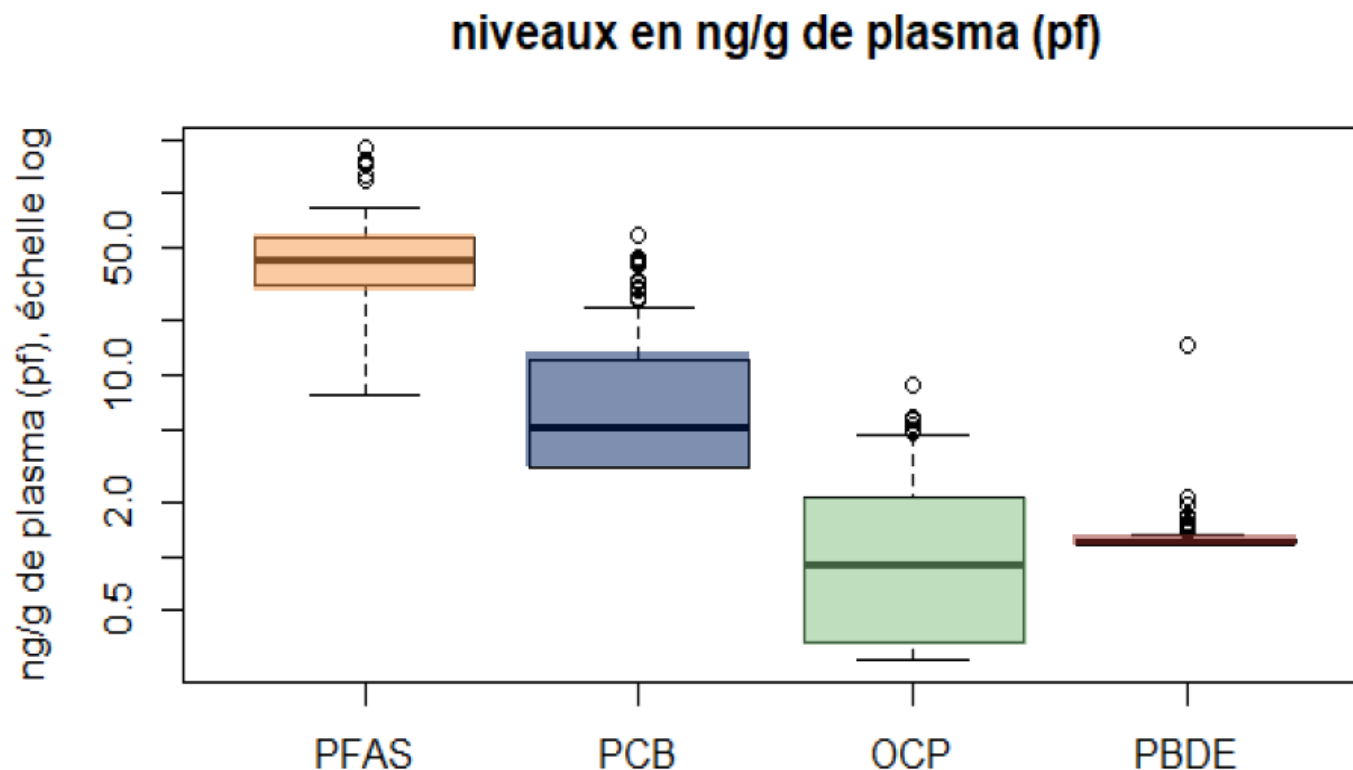
Mercure total ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ dw}$)



Mercure total ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ dw}$)

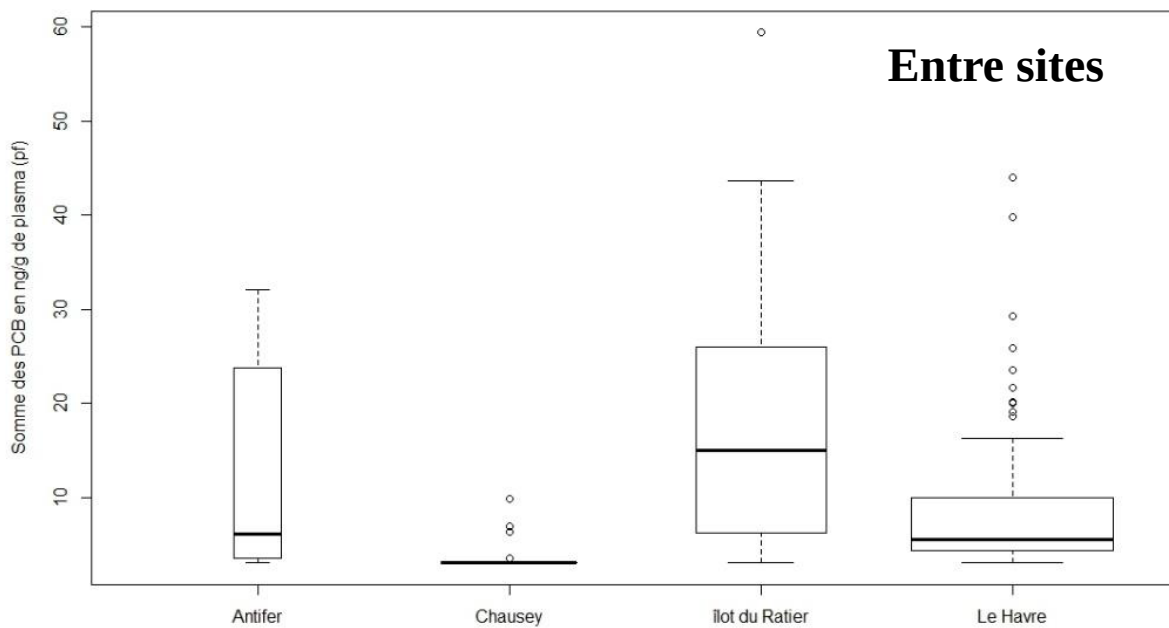
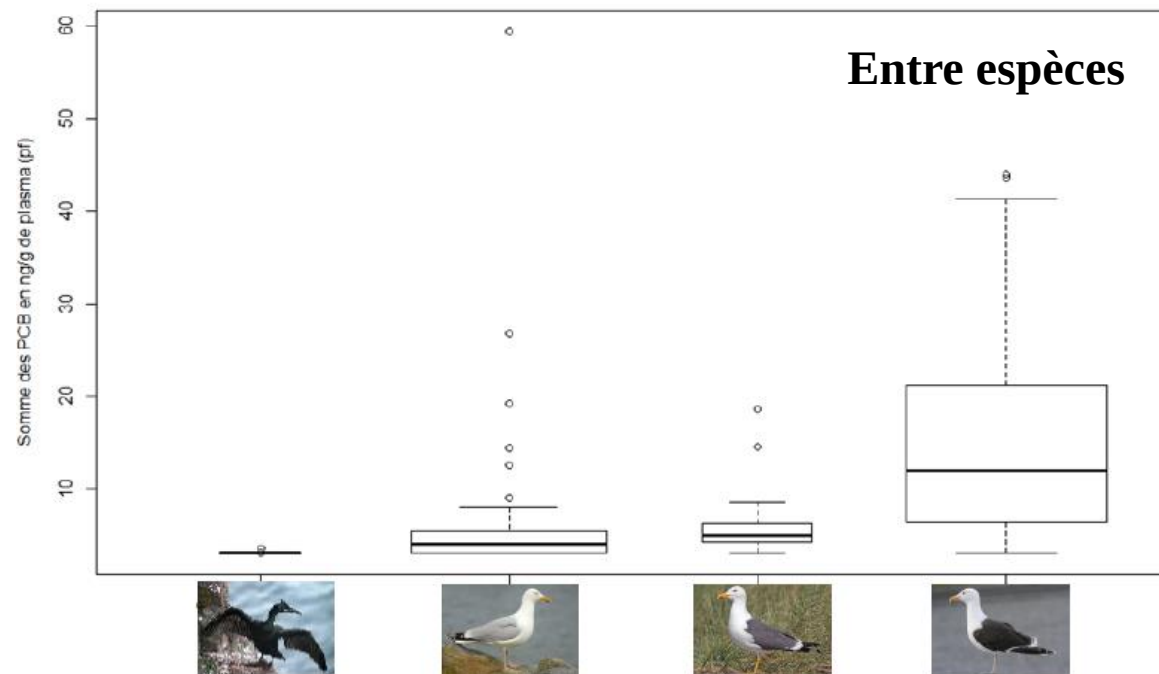


II. Polluants Organiques Persistants (POPs)



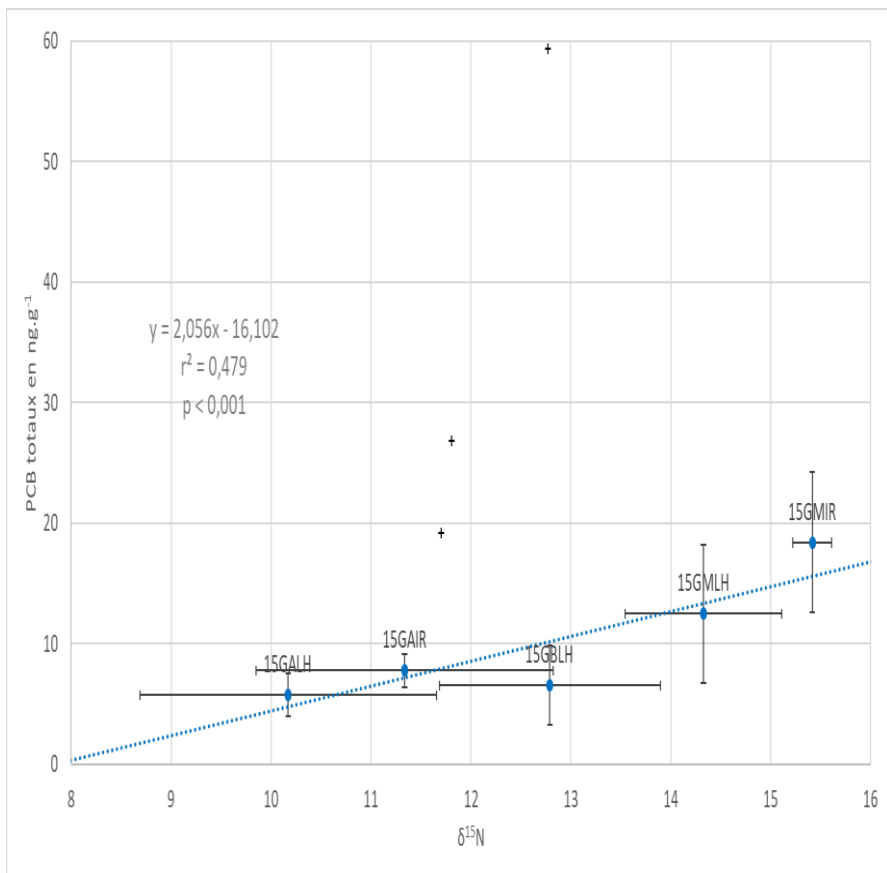
- PFAS très élevés
- PBDEs proches de la limite de détection

Concentrations des PCBs

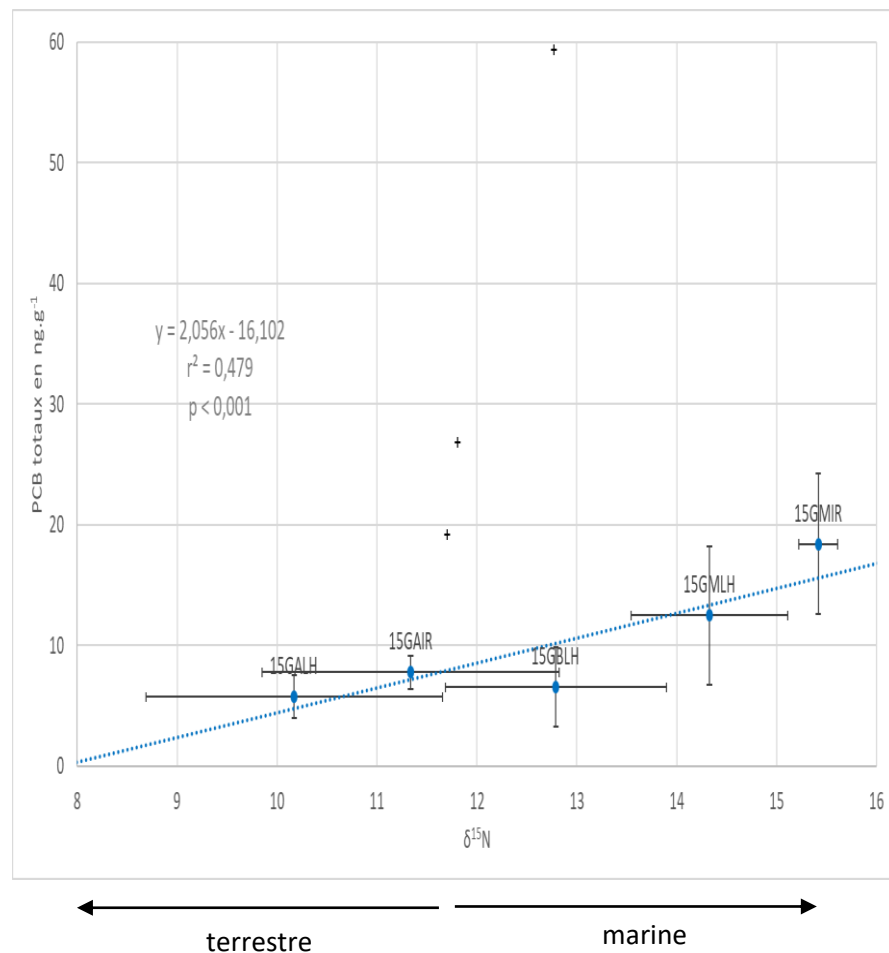


Suivi des contaminants chimiques chez les goélands et cormorans huppés de l'estuaire de la Seine et des Iles Chausey

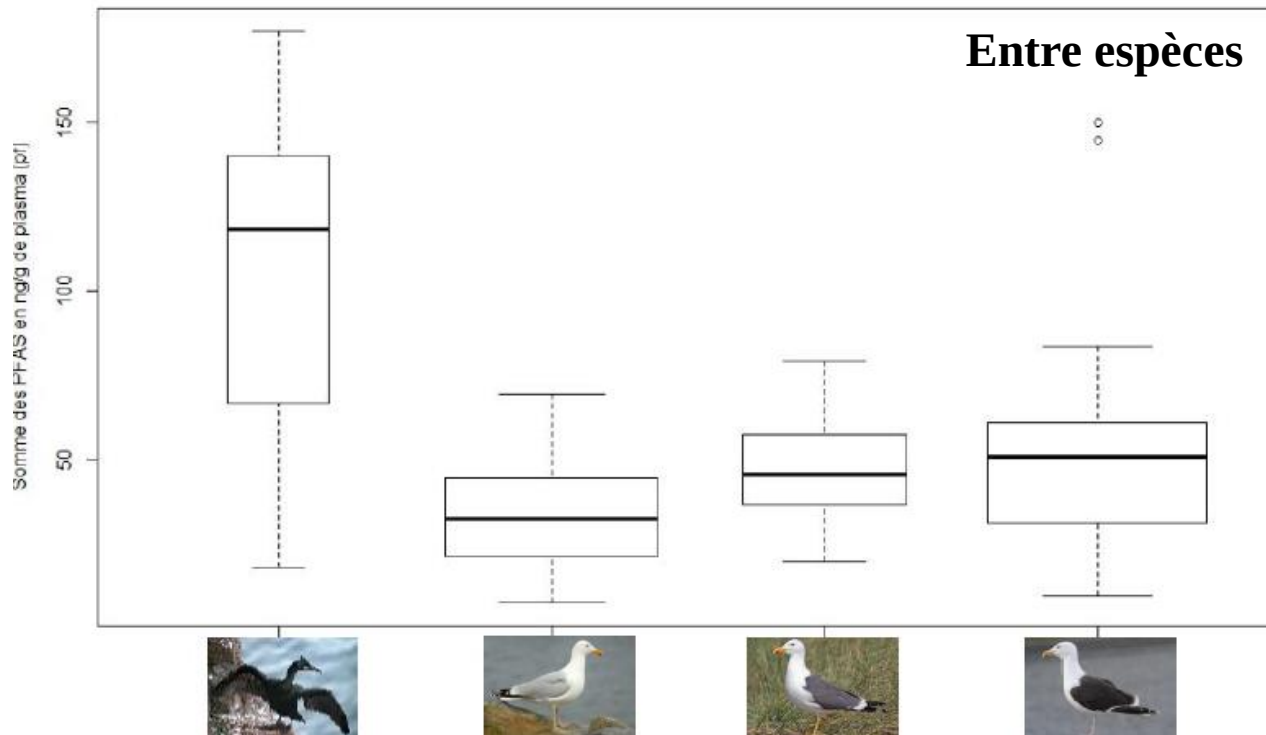
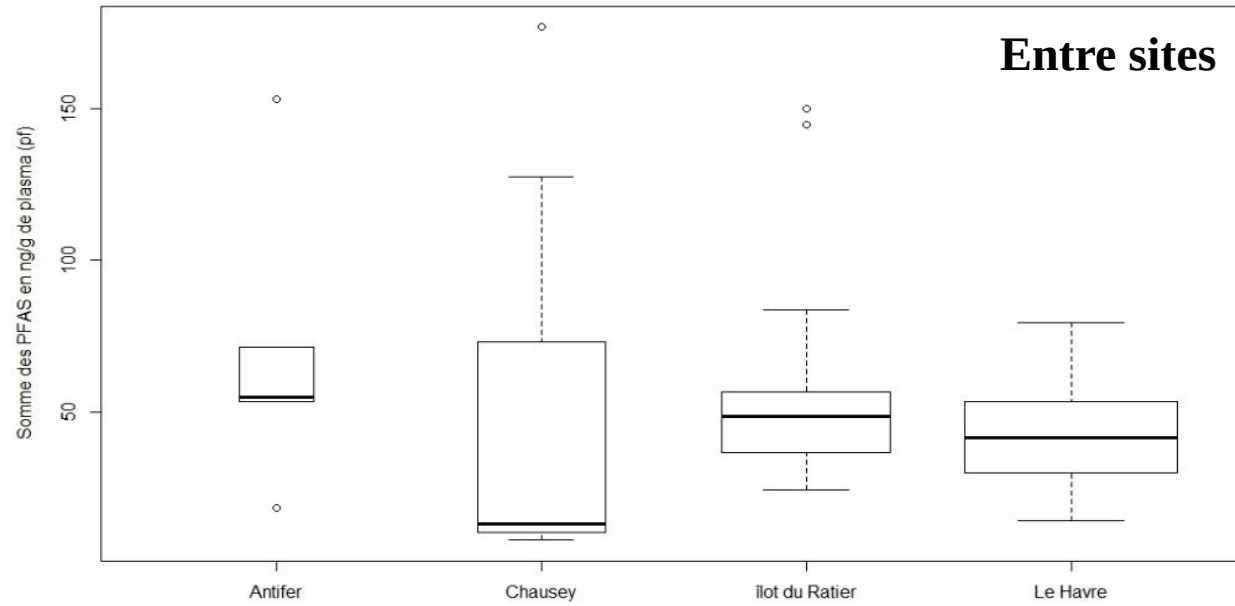
Influence du niveau trophique



Influence de l'habitat d'alimentation



Concentrations des PFAS



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



Gauthier Poiriez

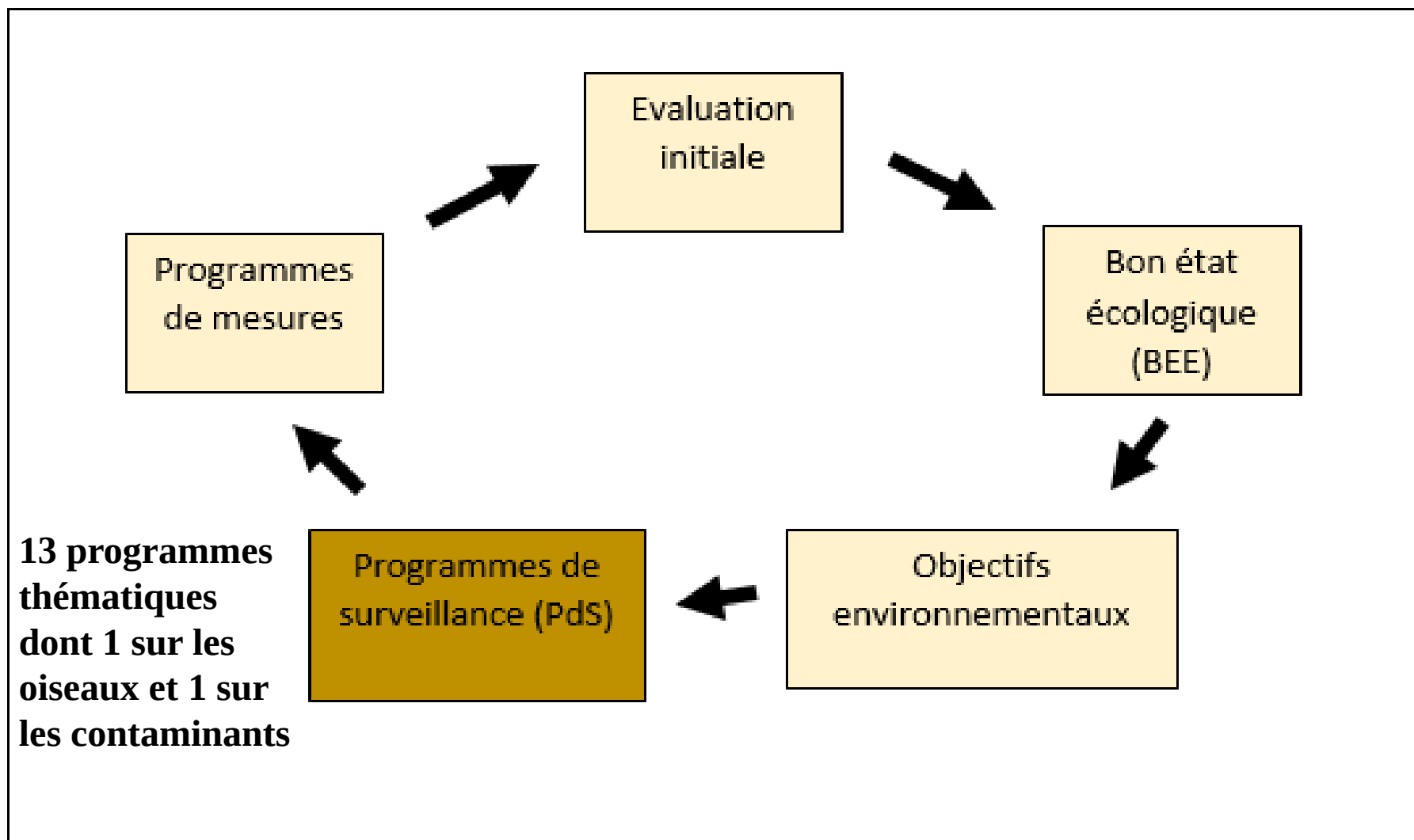
M2 Sciences Pour l'Environnement, parcours
Gestion de l'Environnement et Ecologie Littorale

Université de la Rochelle



Contexte

DCSMM : mise en place d'un Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM)



Objectifs

- Elaboration d'une stratégie de suivi
- Création d'indicateurs
 - niveaux des contaminants
 - effets des contaminants
- Conditions de mise en œuvre opérationnelle des suivis

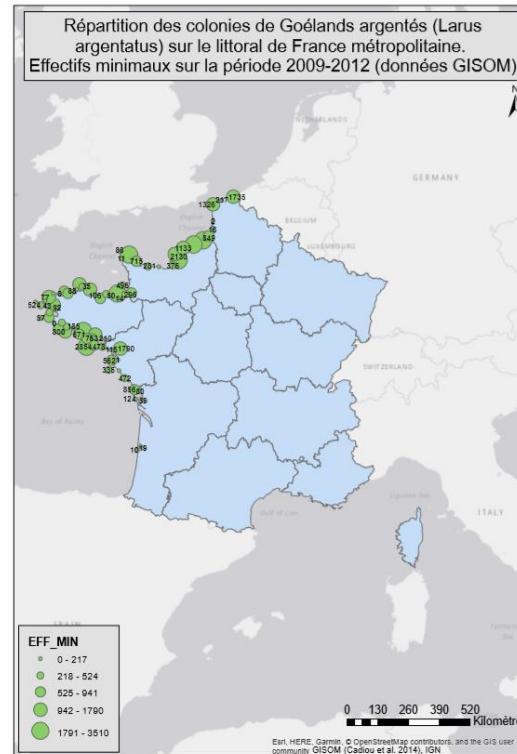
Choix des espèces

Critères :

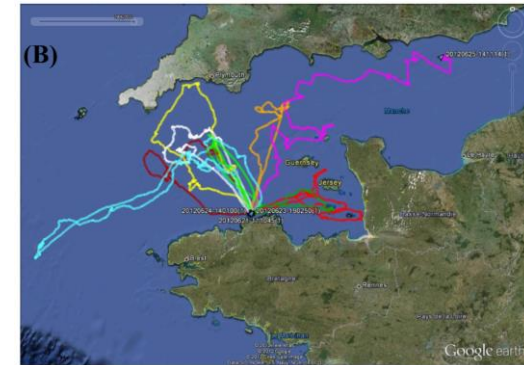
Régime alimentaire



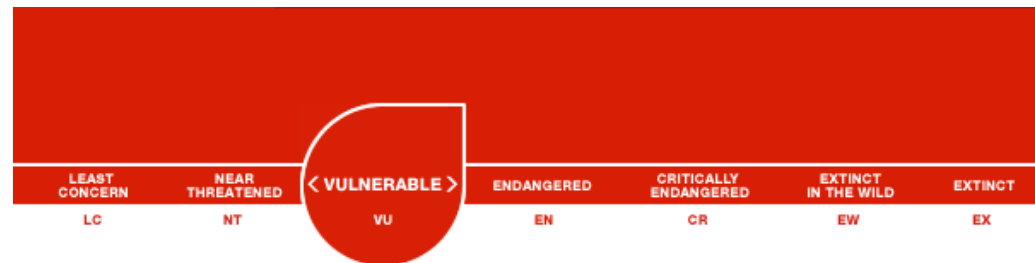
Répartition



Zones d'alimentation



Statut de conservation et tendance de population



Espèces sélectionnées

- Généralistes côtiers : goélands marin, brun et leucophée



- Spécialistes côtiers (sternes caugek et pierregarin, cormoran huppé)



- Spécialistes hauturiers (fou de Bassan, puffin cendré)



Exemple des généralistes côtiers : goélands brun, marin et leucophée

Sites sélectionnés pour la mise en place de l'indicateur DCSMM de contamination des oiseaux marins :
Goéland brun



Sites sélectionnés pour la mise en place de l'indicateur DCSMM de contamination des oiseaux marins :
Goéland marin

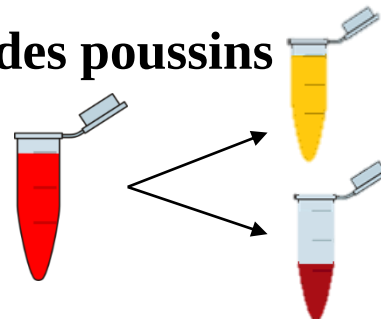


Sites sélectionnés pour la mise en place de l'indicateur DCSMM de contamination des oiseaux marins :
Goéland leucophée



Pose de balise, bagage des poussins

Métaux, isotopes,
sexage



POPs, hormones, stress oxydant

Métaux, isotopes, télomères,
sexage

Exemple des généralistes côtiers : goélands brun, marin et leucophée

Sites sélectionnés pour la mise en place de l'indicateur DCSMM de contamination des oiseaux marins :
Goéland brun



Sites sélectionnés pour la mise en place de l'indicateur DCSMM de contamination des oiseaux marins :
Goéland marin



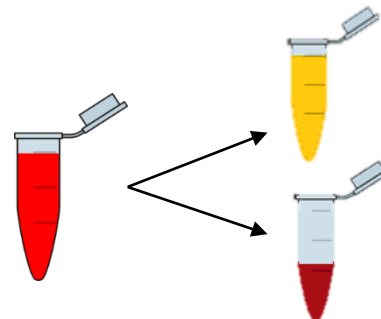
Sites sélectionnés pour la mise en place de l'indicateur DCSMM de contamination des oiseaux marins :
Goéland leucophée



Contaminants



Hg, isotopes



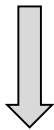
PCBs, PFAS, DDTs, PBDEs

Métaux, isotopes, sexage

En pratique : lancer une étude pilote « faisabilité » en 2019

Stratégie :

Couverture géographique maximale
Quelques espèces représentatives



Travail avec les acteurs locaux
(associations, réserves, etc...)

« voilure réduite » en
contaminants
→ Hg uniquement



Stockage des échantillons pour
analyses ultérieures

- Recrutement d'un chargé de mission
- Formation d'opérateurs



En conclusion

- 1) Les oiseaux marins sont de bons bioindicateurs du niveau de contamination chimique (mais bien prendre en compte leur écologie...)
- 2) Les contaminants ont des effets avérés sur les oiseaux marins aux niveaux individuels et populationnels
- 3) Encore très peu d'études ont été entreprises sur les contaminants chez les oiseaux marins en métropole que cela soit pour documenter l'exposition (temps et espace) ou pour évaluer leurs effets

Merci pour votre attention!

