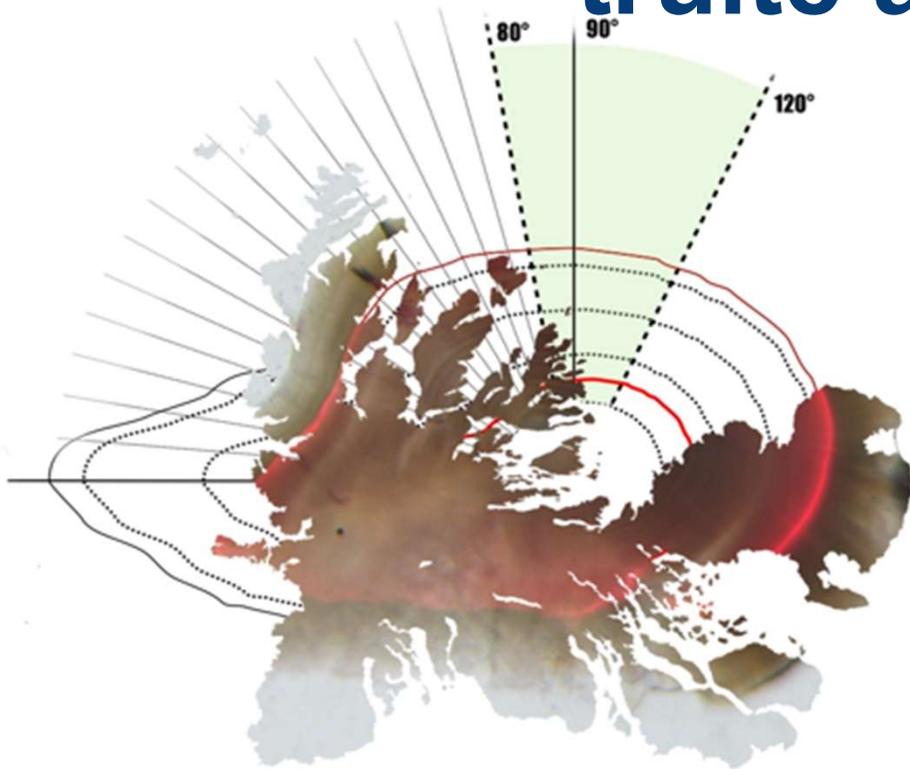
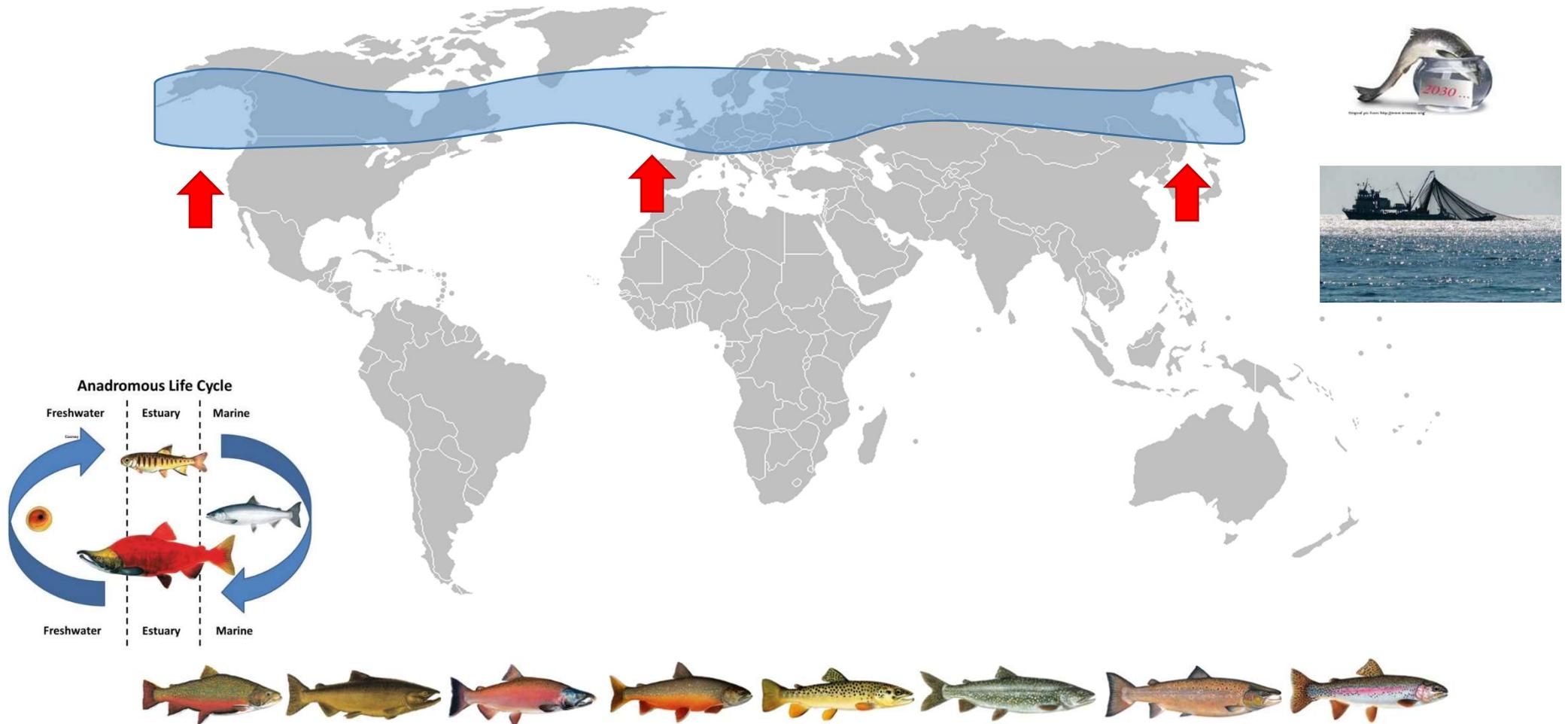


# Leçons de l'expansion de la truite à Kerguelen

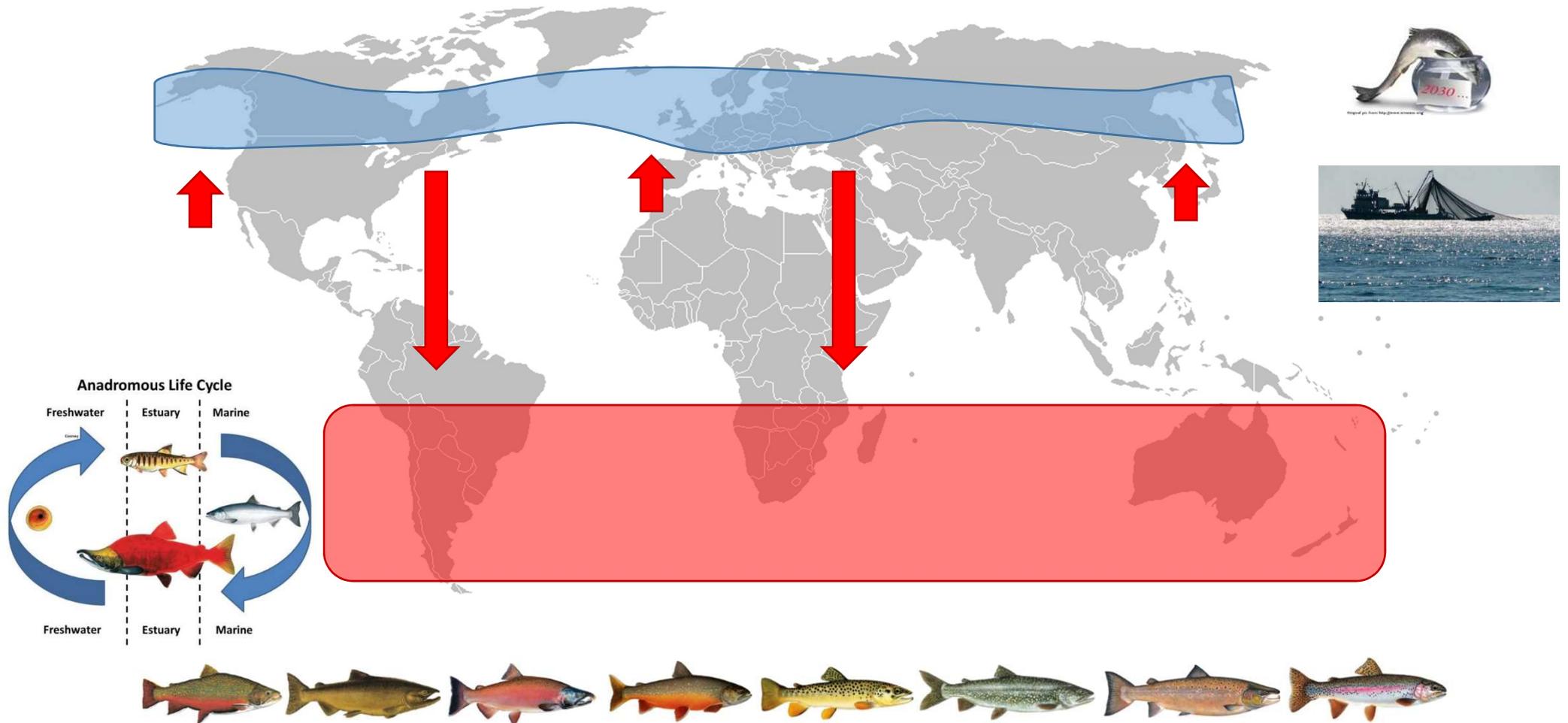


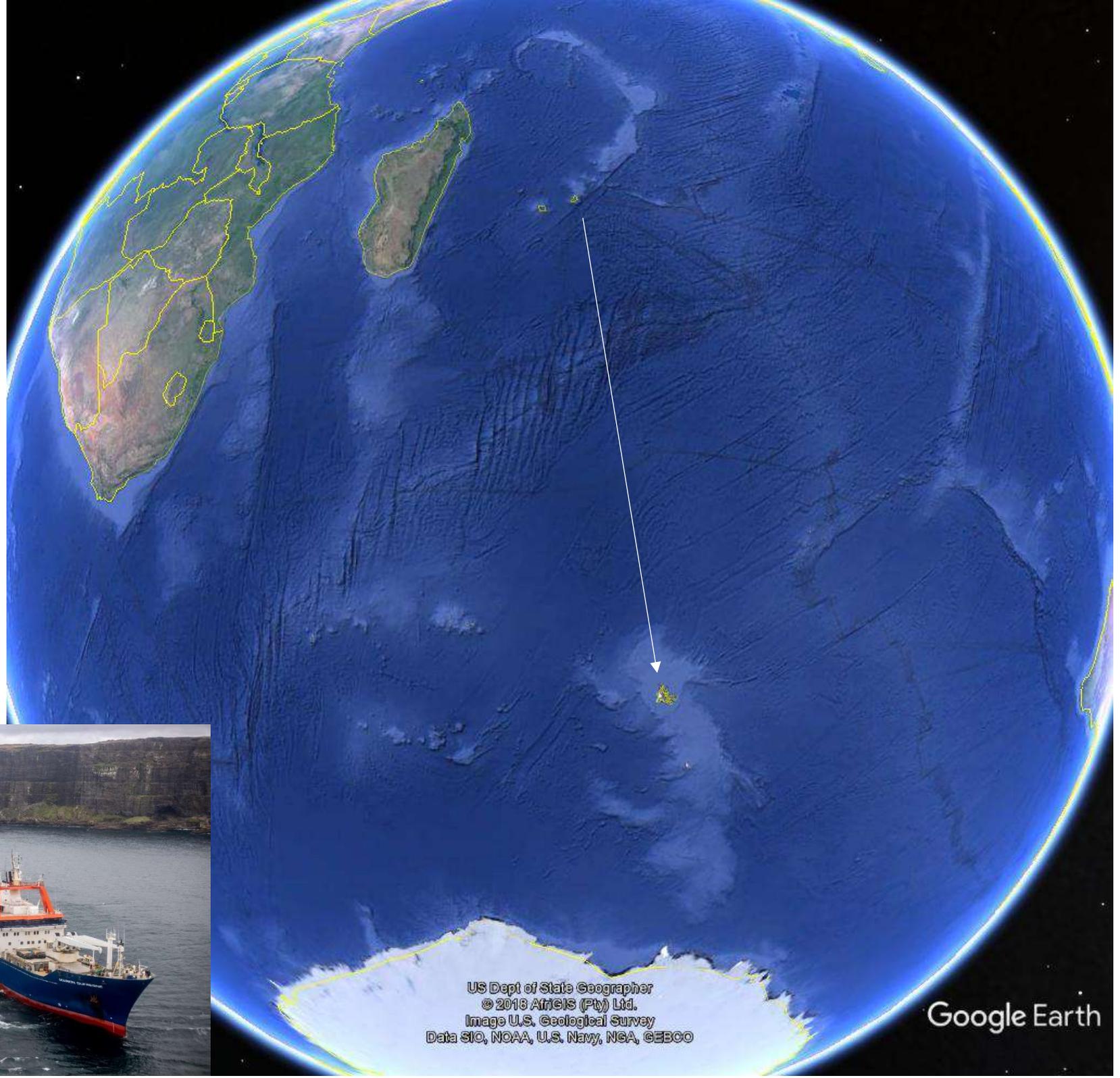
BRAHY Gaëlle  
BUORO Mathieu  
GUERAUD François  
MANICKI Aurélie  
MURATORIO Sylvie  
LABONNE Jacques

# Un génome dans son environnement



# Un génome dans son environnement ?





US Dept of State Geographer  
© 2018 AfrGIS (Pty) Ltd.  
Image U.S. Geological Survey  
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Google Earth

# Un peu d'histoire

① Rapports HEURGON (Journal chef de District - Archives de PAF) Juin 1959 - Nov. 1962 - Oct. 63

28 Oct. 59 - Beaucoup de Nuits dans le bassin de PAF (A. de la Ferrière) : Nuits gonjon, certaines minuscules  
1 de 15 cm.

30 Oct 59 - 3 Nuits de 15 à 18 cm mes dans le bassin (expedition de mars 58, journées en bassin (196) effectuées 213 - 223 du 1er Mars au 59 au nov. 58)

31 Oct 59 - nombreuses Nuits mes dans le bassin, presque Nuits ont 10 cm, quelques unes 6 cm, les gonjons 13-14 robe jaune olive, points noirs sur le dos, flancs argentés (Nuits fauve probablement)

12 Dec 59 - comptage à vue d'1 centaine de Nuits dans le bassin : 1 de 20 cm, certaines 4 cm.

28 Dec 59 - 3 Nuits mortelles trouvées près du bassin : 9,5 cm, 14,4 cm, 14,5 cm

29 Dec 59 - 4 Nuits mortelles au sein du bassin : 1 de 20 cm, elles sont mortes

24 Janv. 60 - Goûte à la bouche de la 1<sup>ère</sup> Nuite de Verguilen, dans le bassin.  
une 1 Nuite de 25 à 30 cm

▶ 1954: premiers envois

▶ 1962: premières reproductions naturelle en rivière

▶ 1967: première prise de données régulière

RECU COMMUNICATION VOTRE TELEGRAMME DU 31 MARS 1965 SUR EVOLUTION SALMONIDES RESEAU STUDDER -STOP- TANT QUE AVENIR PAS ASSURE PAR REPRODUCTION ET DENSITE SUFFISANTES DE JEUNES EVITER SUREXPLOITATION -STOP- QUELQUES PECHES DE CONTROLE A EFFECTUER EN RELEVANT EXACTEMENT ESPECE LONGUEUR POIDS DEVELOPPEMENT SEXUEL -STOP- PRELEVER 20 A 30 ECALLES SUR COTE POISSON AU DESSUS LIGNE LATERALE NIVEAU AVANT NAGEOIRE DORSALE -STOP- CONSERVER ESTOMAC DANS 10 POUR CENT FORMOL OU DANS ALCOOL -STOP- EVITER DE PERDRE CES ECHANTILLONS EN COURS DE RCUTE COMME PRECEDEMENT -STOP- LES FAIRE PARVENIR BIARRITZ

FM DISKER  
TO MEDETON TAAF PARIS  
NR .....MICROBIO 49/67

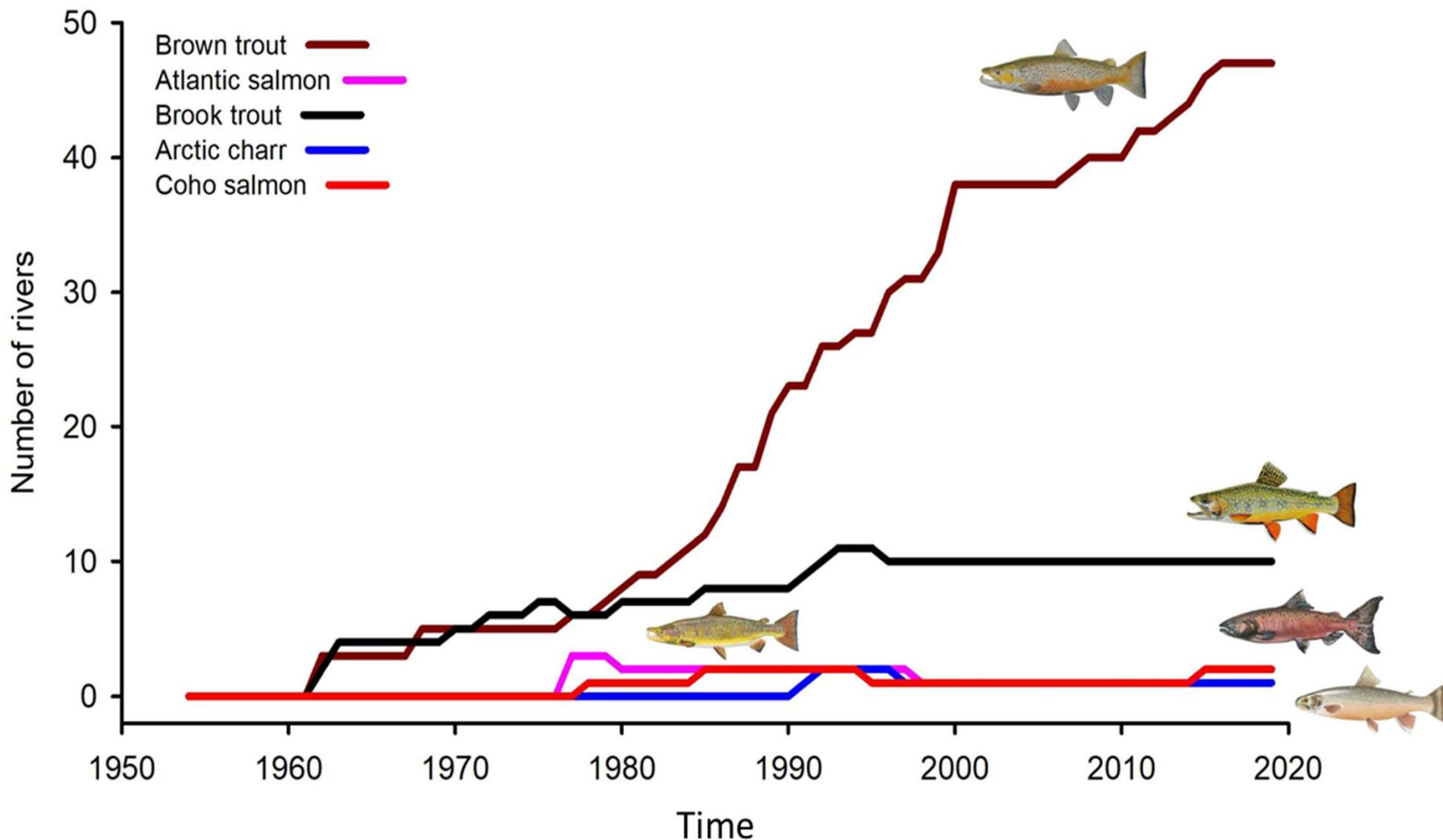
26 DEC. 1967

ATTENTION BS TRANSMETTRE MONSIEUR VIBERT LABORATOIRE HYDROBIOLOGIE CONTINENTALE BIARRITZ STOP  
VOUS COMMUNIQUE DETAILS DIFFERENTS PRELEVEMENTS EFFECTUES SUR SALMONIDES DEPUIS AVRIL 1967 STOP CODE TG POUR TRUITE COMMUNE STOP RA POUR TRUITE ARC EN CIEL STOP SF POUR SAUNON DE FONTAINE STOP

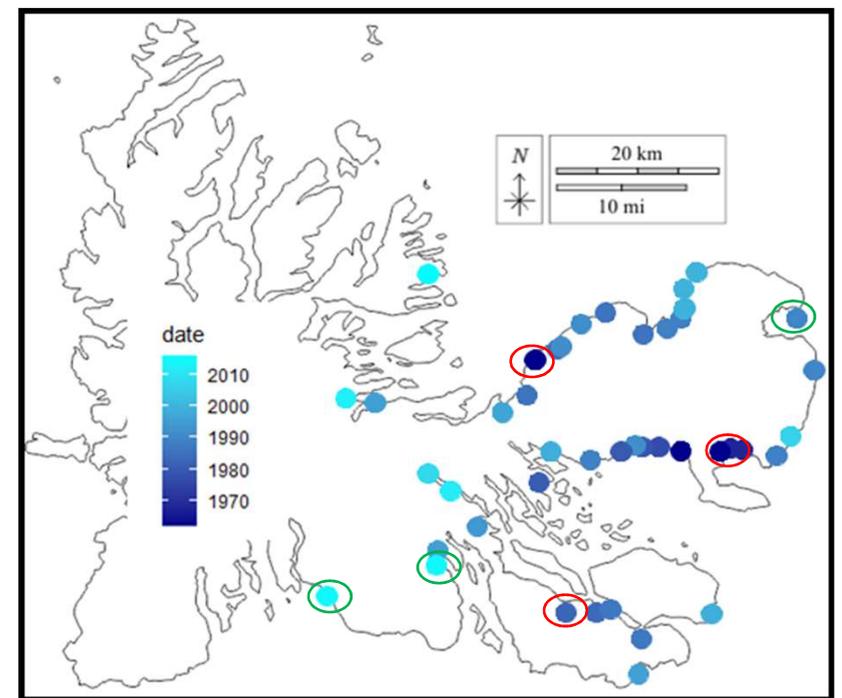
10/5 STUDDER 3 TG  
1/7 PAF 3 TG MOHOUUE SUR BERGE  
23/8 RIVIERE DU SUD 3 SF

# Un peu d'histoire

*Number of rivers colonized by five introduced salmonid species at Kerguelen*



# Quelques grands faits.



- ▶ Pas de poissons dans les eaux douces de Kerguelen initialement
- ▶ 12 introductions pour la truite commune
- ▶ Près de 40 colonisations naturelles
- ▶ Environ 12 générations écoulées
- ▶ Soit plusieurs nouvelles colonisations par génération (hein Amaïa)
- ▶ Une tactique marine immédiate et dominante, malgré une origine domestique « résidente ».
- ▶ Des poissons qui peuvent vivre assez vieux, et se peuvent se reproduire un nombre de fois important.

# Des environnements variés, trophiquement (très) pauvres en milieu terrestre, (très) riches en milieu marin.

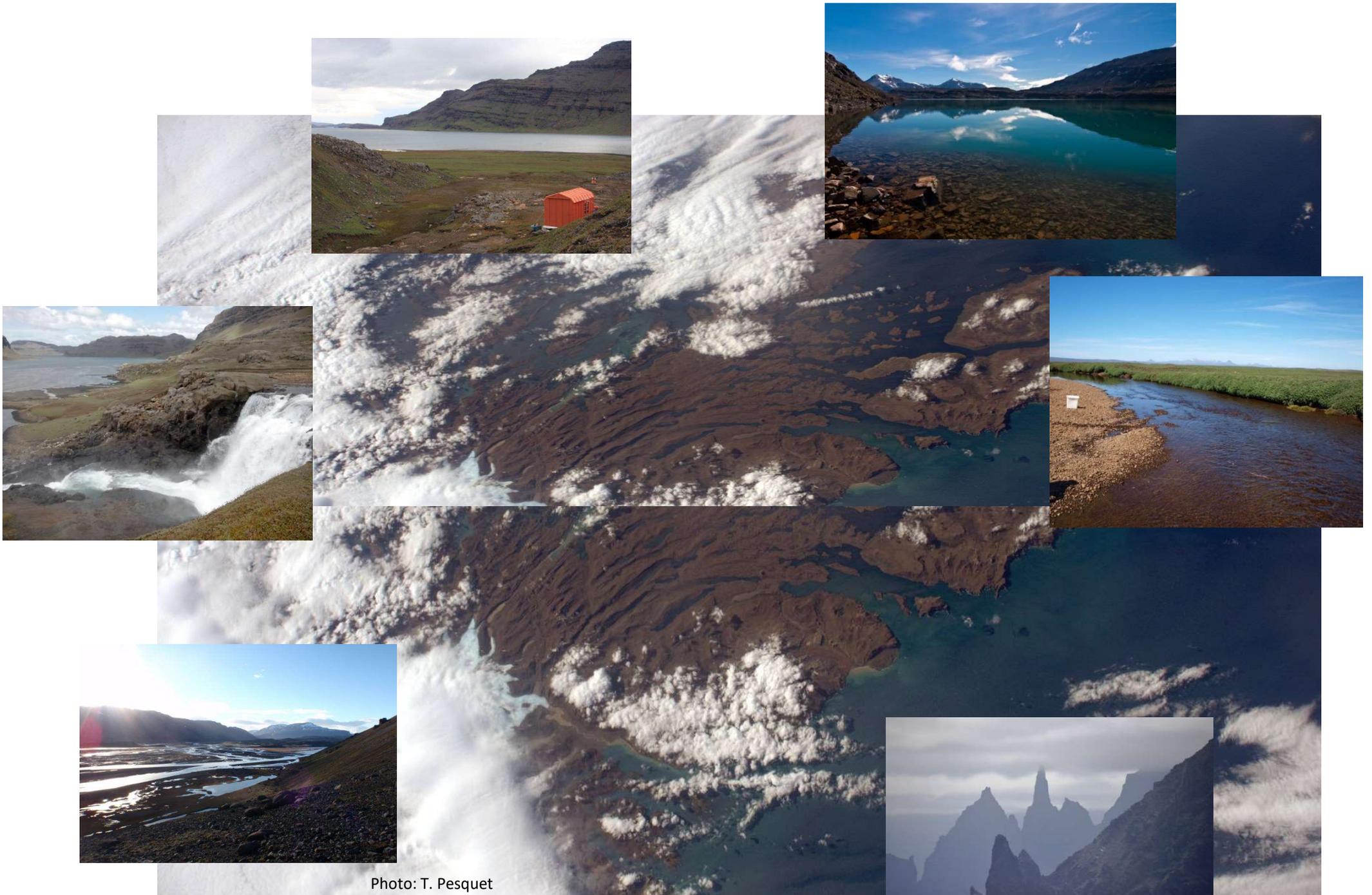
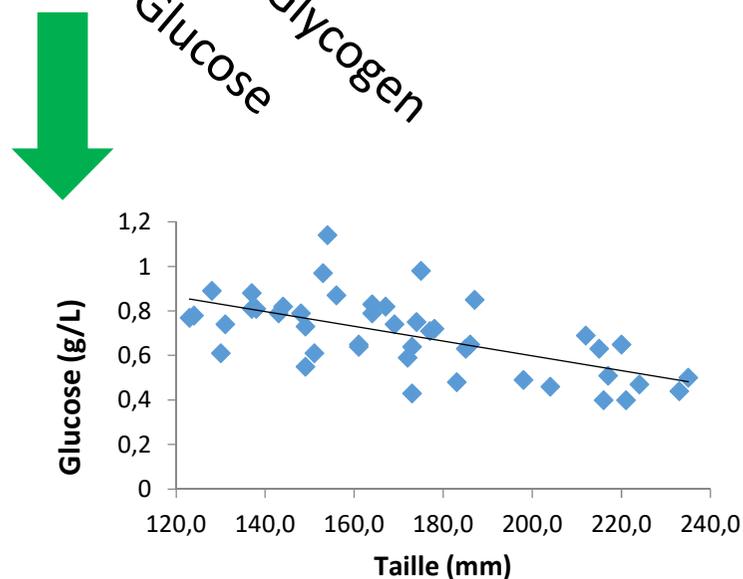
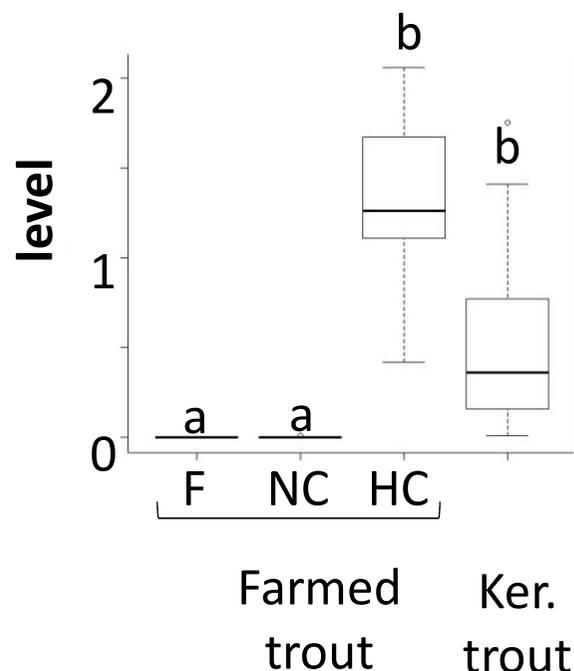
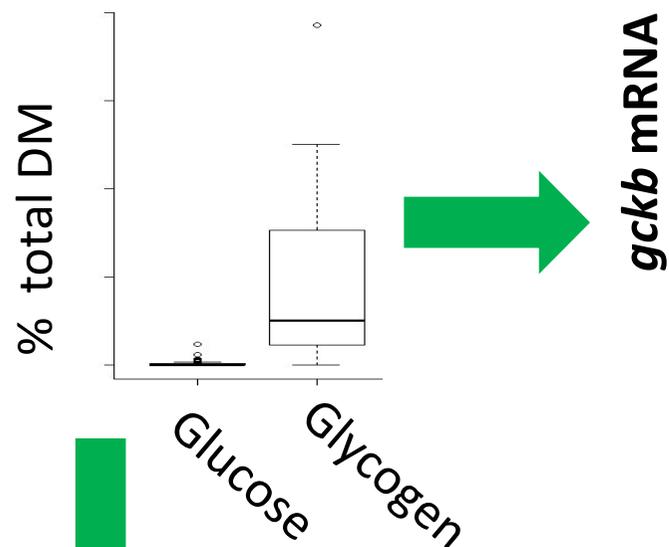
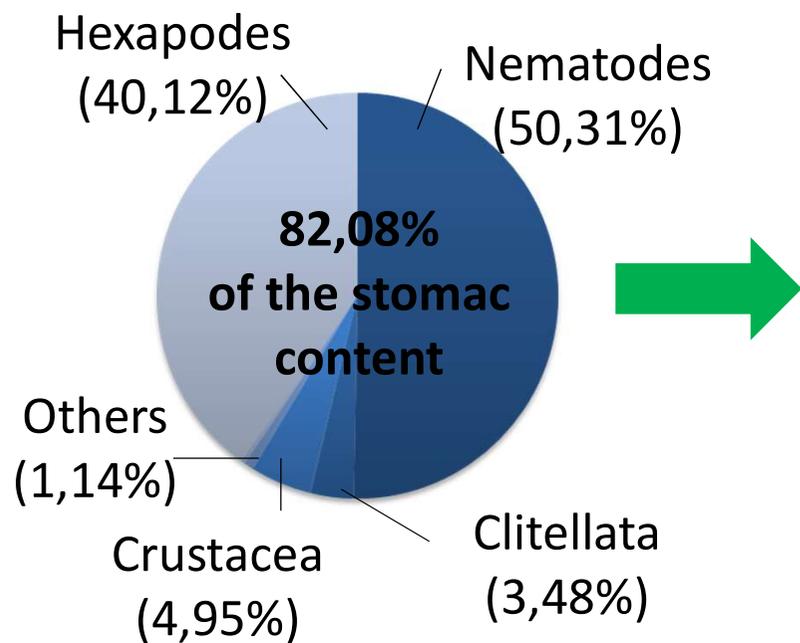


Photo: T. Pesquet

17/06/2024

# Un milieu d'eau douce limitant

► Les truites ingèrent, métabolisent et utilisent des sucres en quantité forte.



# Un milieu marin riche...

- Croissance rapide pour les deux sexes
- Stabilité de cette croissance sur 1970-1990

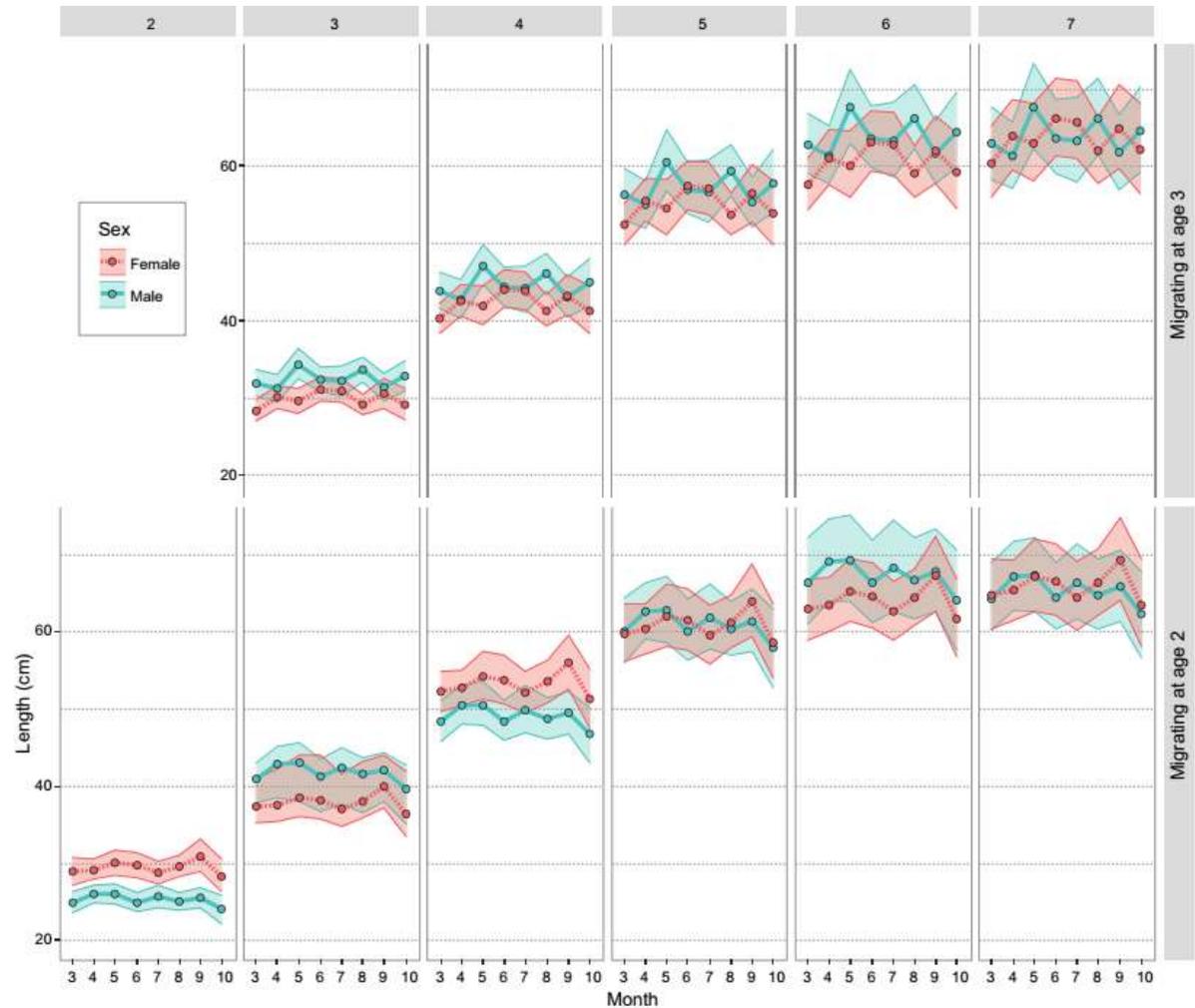
Polar Biology  
<https://doi.org/10.1007/s00300-018-2253-1>

ORIGINAL PAPER



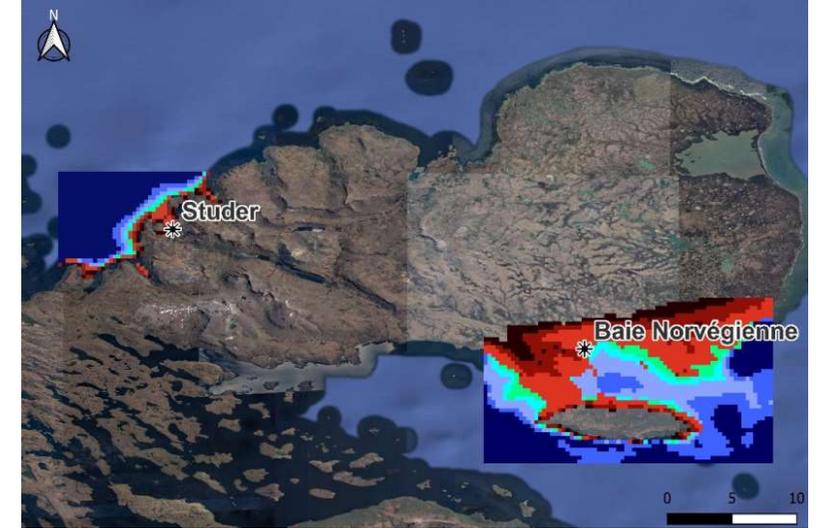
## Sea trout (*Salmo trutta*) growth patterns during early steps of invasion in the Kerguelen Islands

Marc Jarry<sup>1</sup> · Edward Beall<sup>1</sup> · Patrick Davaine<sup>1</sup> · François Guéraud<sup>1</sup> · Philippe Gaudin<sup>1</sup> · Jean-Christophe Aymes<sup>1</sup> · Jacques Labonne<sup>1</sup> · Matthias Vignon<sup>1</sup>



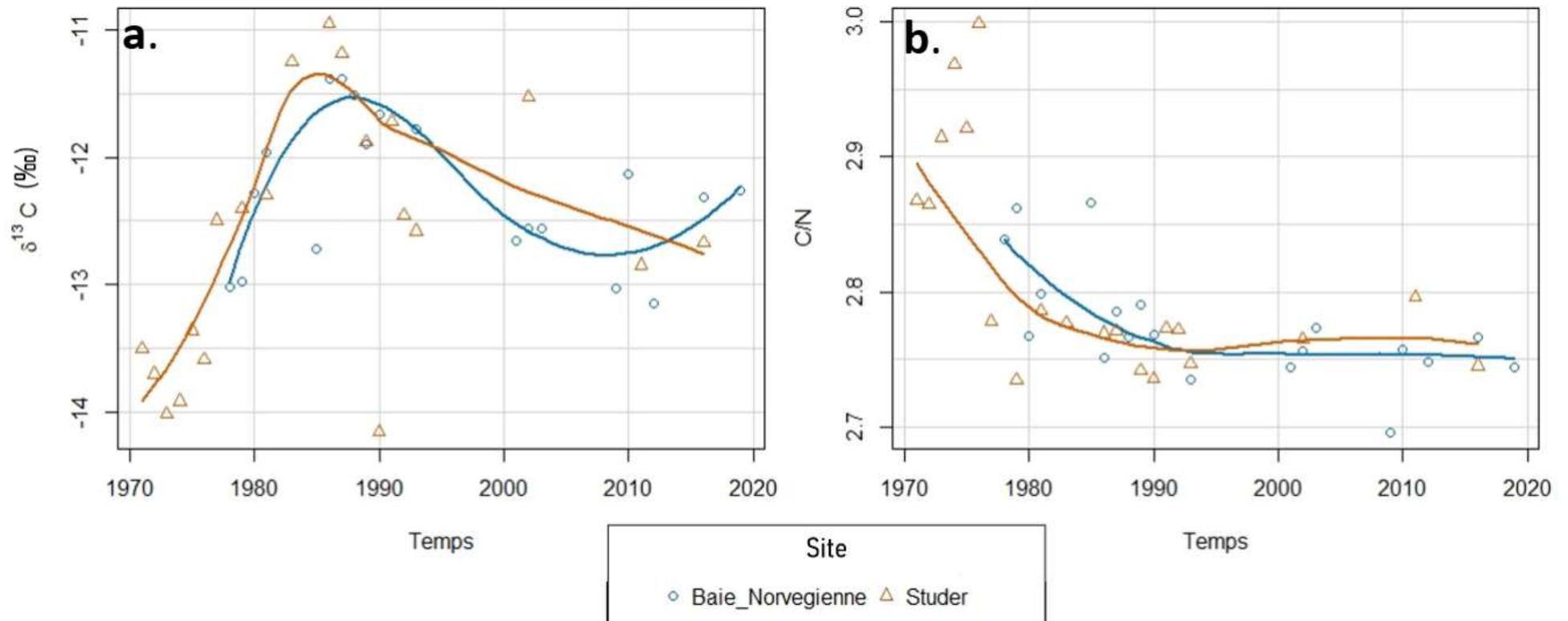
# ... mais variable ?

► Recherche en cours



Exploration of ecological niche during the sea phase using scale collections over five decades

(Guénard, Aymes & Daverat, work in progress)





# Une diversité génétique suffisante ?

## ► Une diversité similaire à celle trouvée en Europe

### Role of Introduction History and Landscape in the Range Expansion of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in the Kerguelen Islands <sup>FREE</sup>

Sophie Launey, Geraldine Brunet, René Guyomard, Patrick Davaine [Author Notes](#)

*Journal of Heredity*, Volume 101, Issue 3, May-June 2010, Pages 270–283, <https://doi.org/10.1093/jhered/esp130>

## ► Une consanguinité qui ne semble pas limiter l'expansion démographique

*Evolutionary Ecology Research*, 2016, **17**: 21–34

---

### From the bare minimum: genetics and selection in populations founded by only a few parents

Jacques Labonne<sup>1</sup>, Renaud Kaeuffer<sup>2</sup>, François Guéraud<sup>1</sup>, Mingsha Zhou<sup>2</sup>, Aurélie Manicki<sup>1</sup> and Andrew P. Hendry<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INRA, UMR 1224, Ecologie Comportementale et Biologie des Populations de Poissons, Saint-Pée sur Nivelle, France and <sup>2</sup>Redpath Museum and Department of Biology, McGill University, Montreal, Quebec, Canada

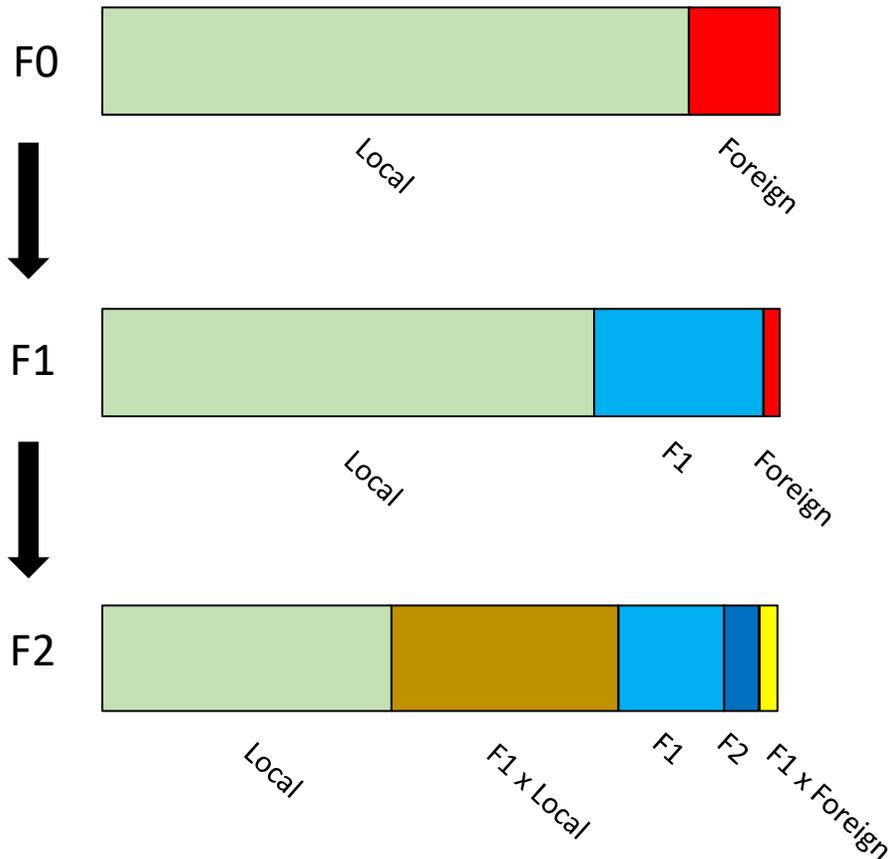
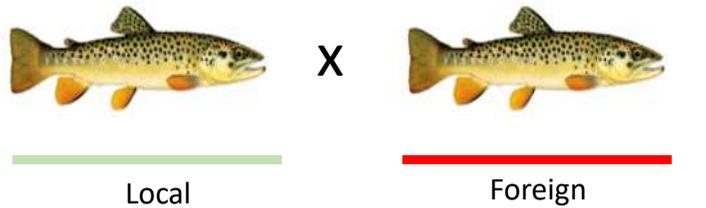
---

# L'adaptation locale ?

Article

Using Reciprocal Transplants to Assess Local Adaptation, Genetic Rescue, and Sexual Selection in Newly Established Populations

Jacques Labonne <sup>1,\*</sup>, Aurélie Manicki <sup>1</sup>, Louise Chevalier <sup>1</sup>, Marin Tétillon <sup>1</sup>, François Guéraud <sup>1</sup> and Andrew P. Hendry <sup>2,\*</sup>



2010-2012

2012

2018



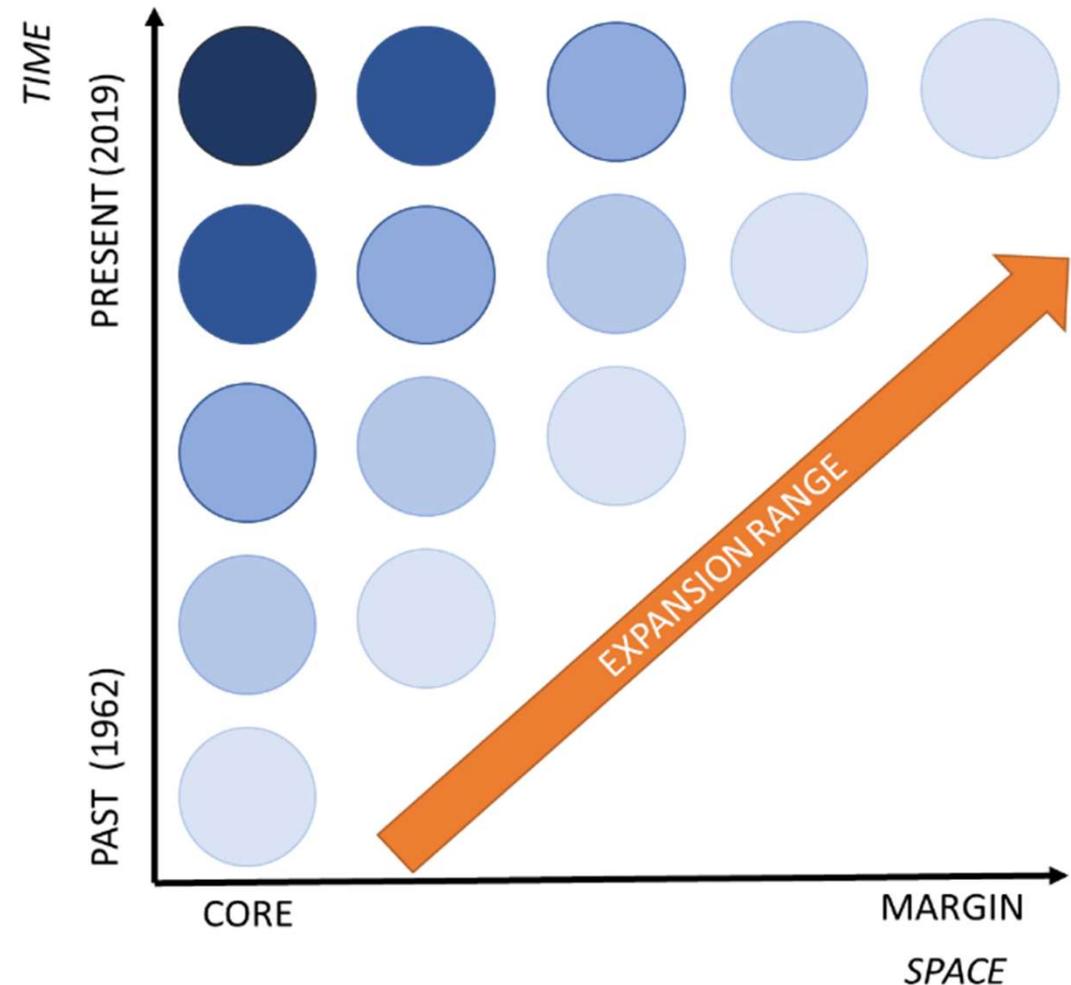
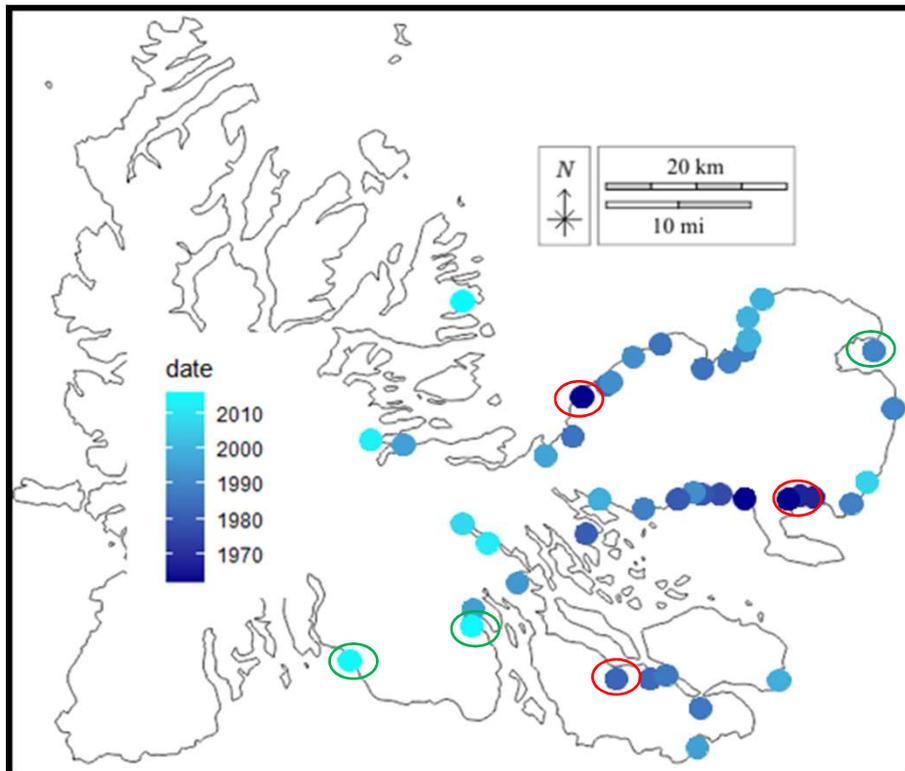
-> Pas d'adaptation locale détectée sur 3-4 génération (Foreign = Local)

-> Pas non plus d'effet « genetic rescue » (Hybrids = Local)

-> La variation de succès reproducteur s'explique dans ce cas principalement par le fait d'être un partenaire sexuellement attractif.

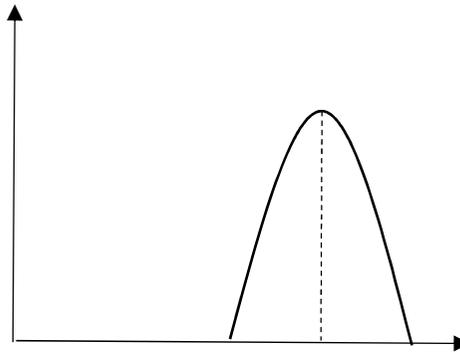
# Une métapopulation en expansion, c'est quoi ?

- ▶ Sans évacuer la question des variations d'environnements non social entre populations...
- ▶ Quels sont les grandes forces qui gouvernent la dynamique et l'évolution dans les métapopulations en expansion rapide ?



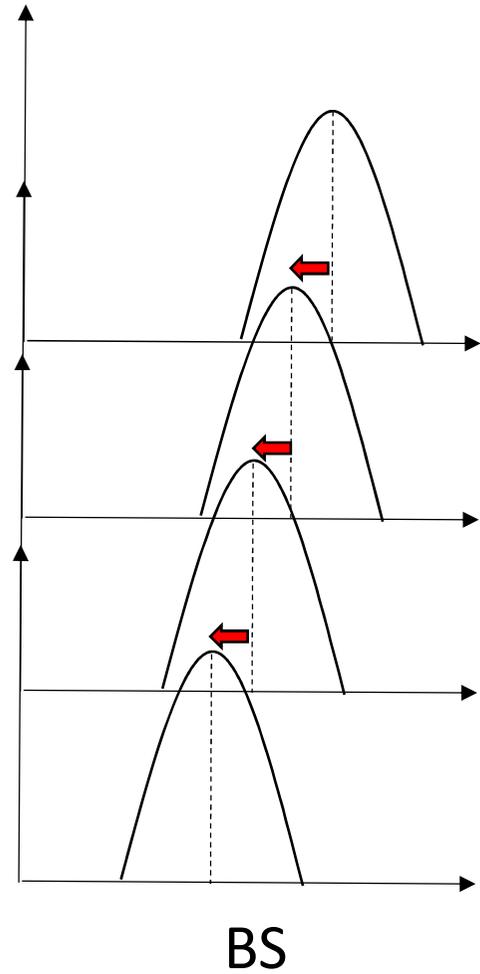
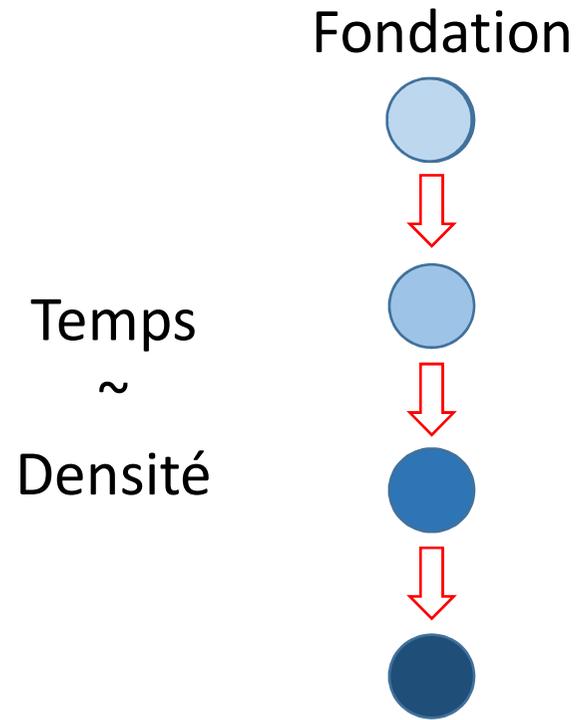
## ► Evolution des traits

Fondation



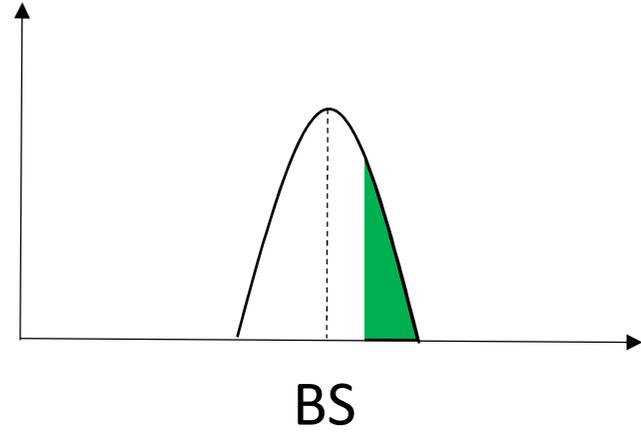
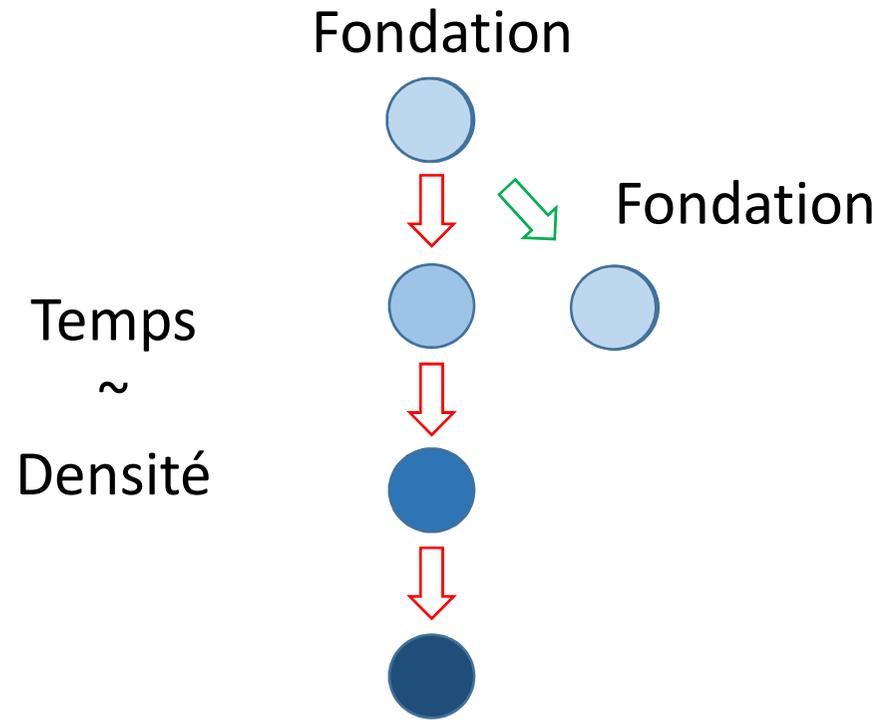
BS

# ► Evolution des traits



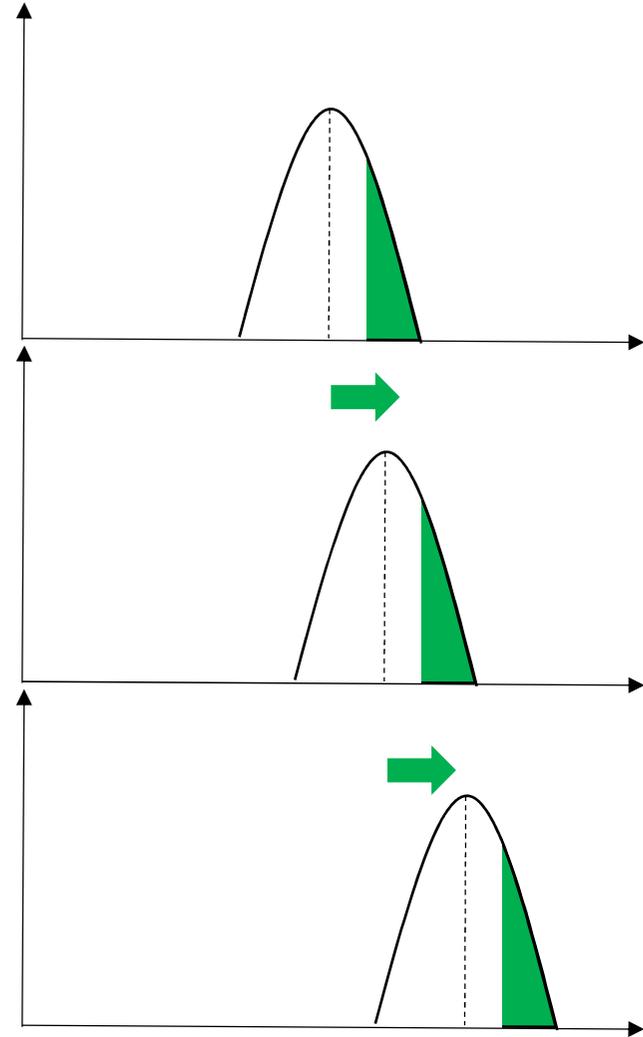
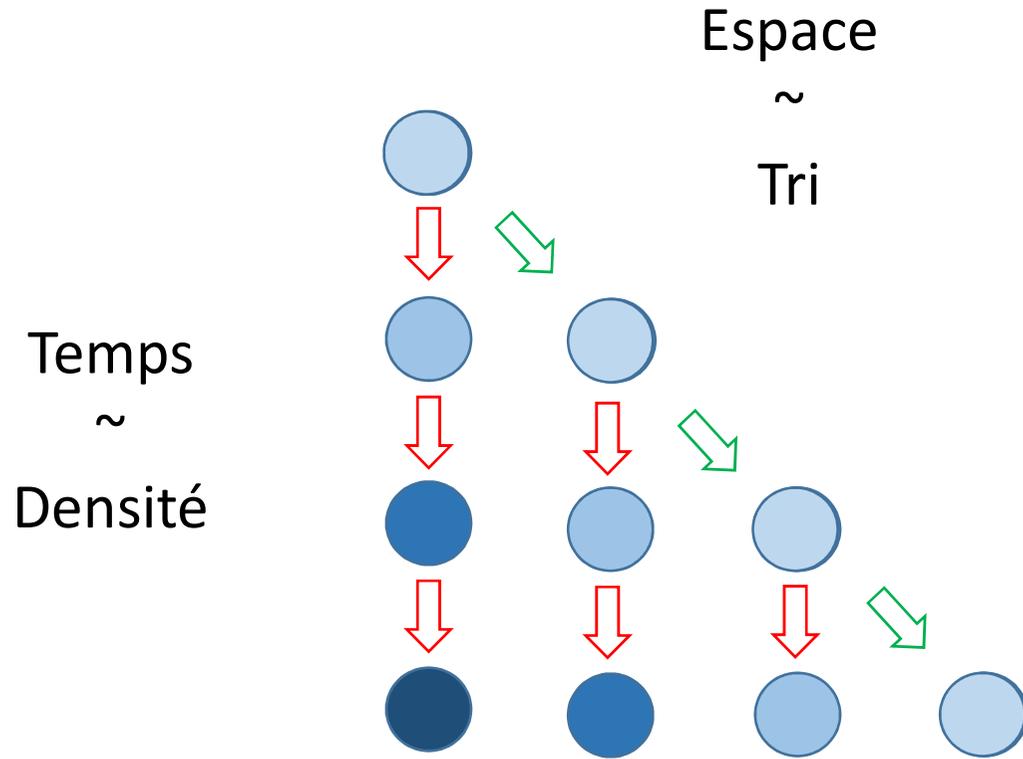
Diminution de la taille en lien avec la compétition pour les ressources

# ► Evolution des traits



Dispersion non-aléatoire

# ► Evolution des traits



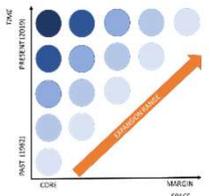
BS

Peut générer des gradients de traits le long du front de colonisation

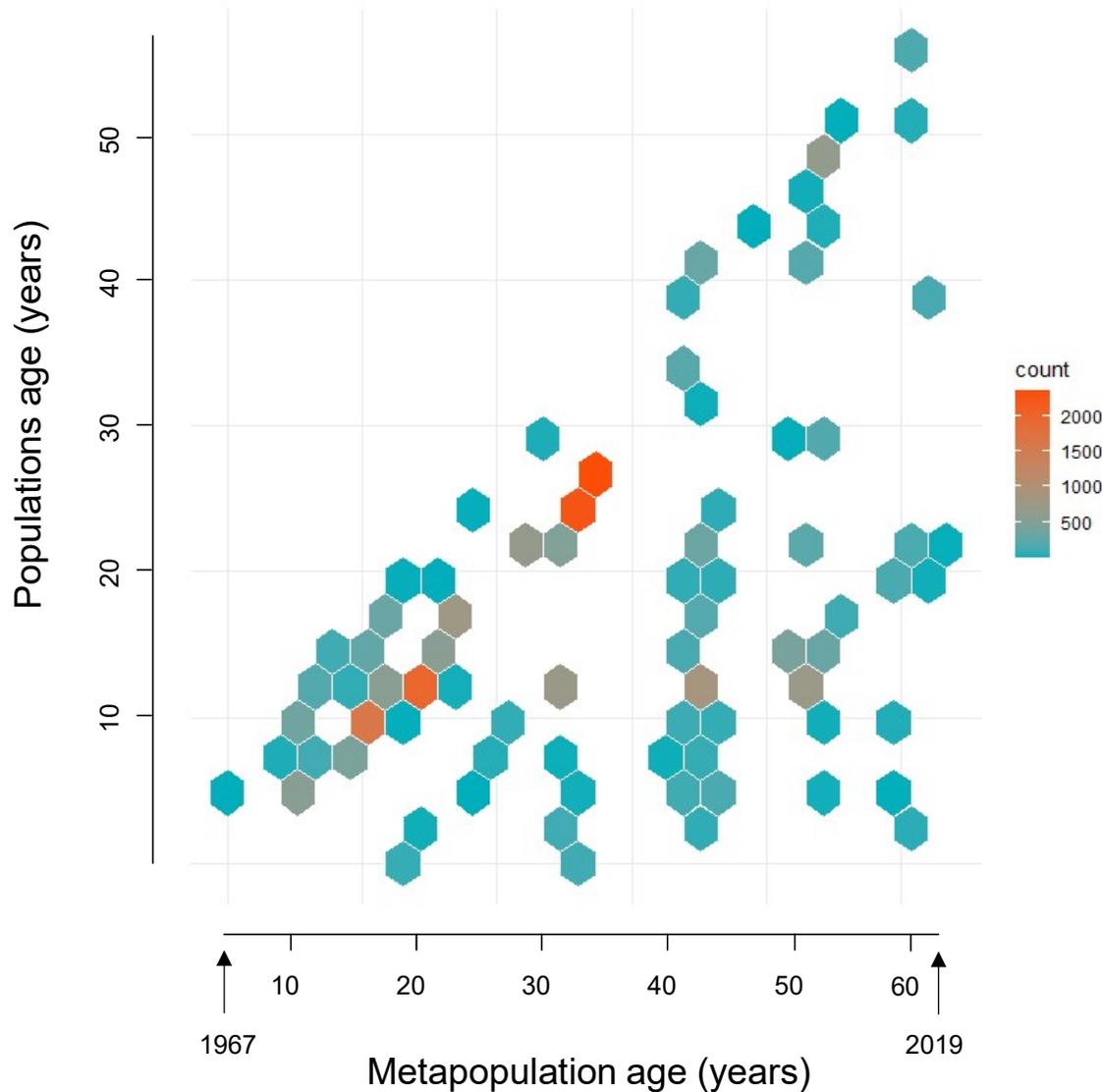
# Une métapopulation en expansion, c'est quoi ?

- ▶ Certains traits pourraient être sous sélection forte, mais l'optimum se déplacerait le long du front d'expansion
  
- ▶ Le trait de dispersion, qui lui-même est lié à la migration marine, viendrait contrôler la variation disponible à la fondation.

# ► Evolution des traits



## ► Exemple avec l'âge à 1 an



► Croissance en eau douce, qui dépend de la ressource locale mais aussi de la densité

21639 body size/ capture dates for 1+ brown trout, distributed over 45 rivers, samples from 1967 to 2019

17/06/2024

**BIOLOGY LETTERS**

royalsocietypublishing.org/journal/rsbl

Research



Cite this article: Aulus-Giacosa L, Guéraud F, Gaudin P, Buoro M, Aymes JC, Labonne J, Vignon M. 2021 Human influence on brown

Evolutionary biology

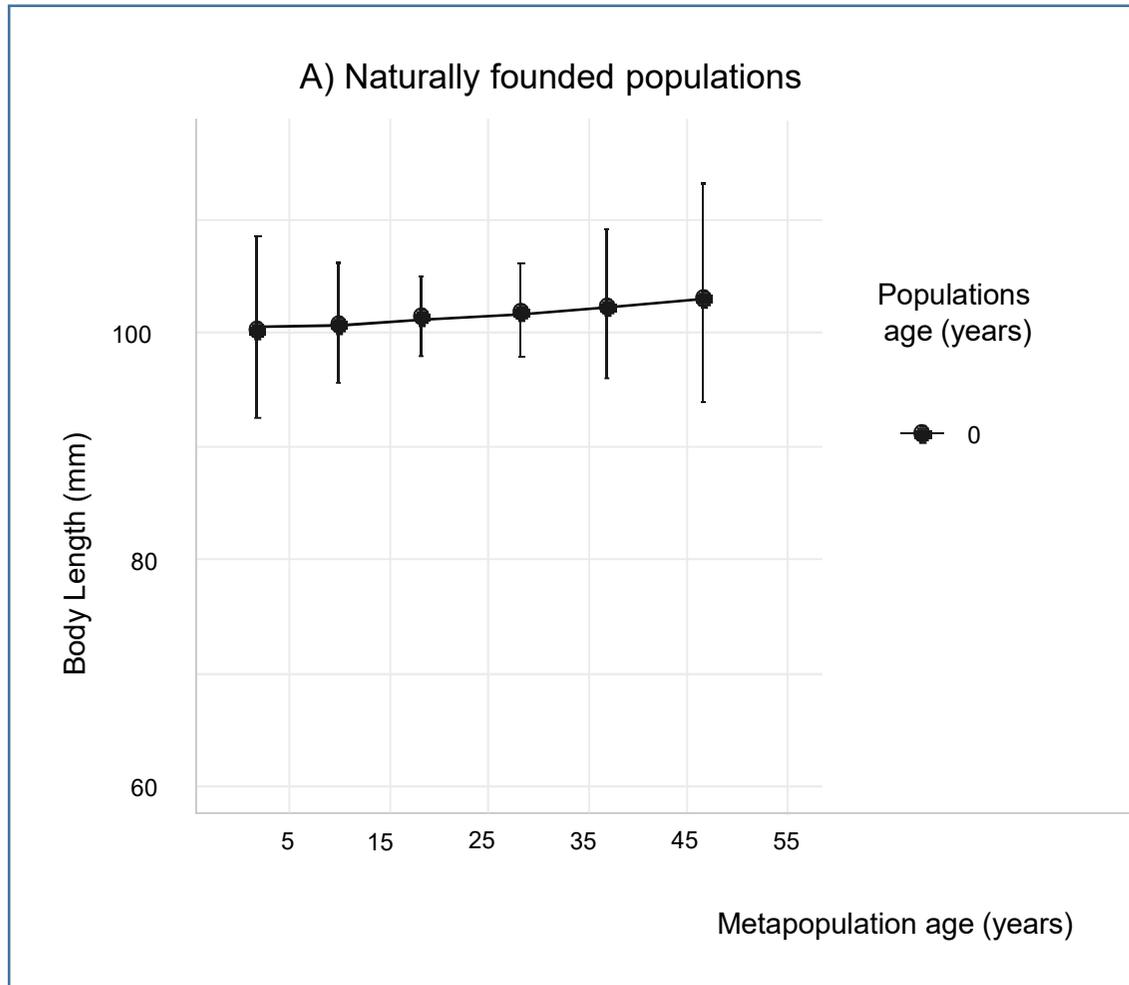
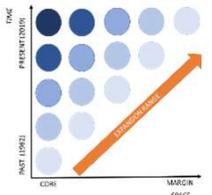
Human influence on brown trout juvenile body size during metapopulation expansion

L. Aulus-Giacosa, F. Guéraud, P. Gaudin, M. Buoro, J. C. Aymes, J. Labonne and M. Vignon

Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, INRAE, ECOBIOP, Saint-Pée-sur-Nivelle ou Anglet, France

LA-G, 0000-0003-1566-2237

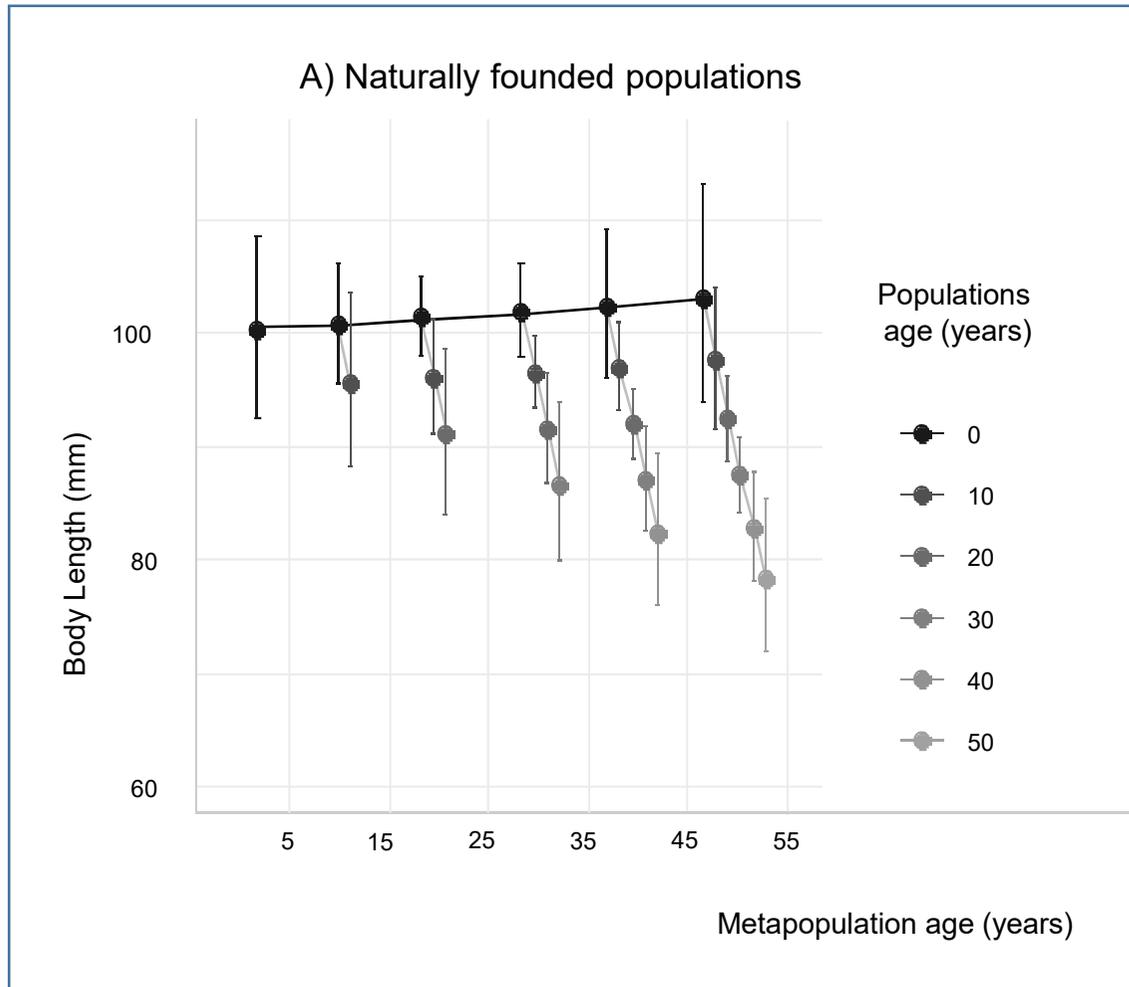
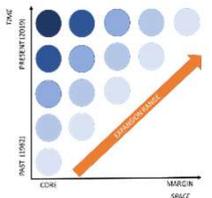
# ► Evolution des traits



► Simple effet d'une dispersion non aléatoire ?

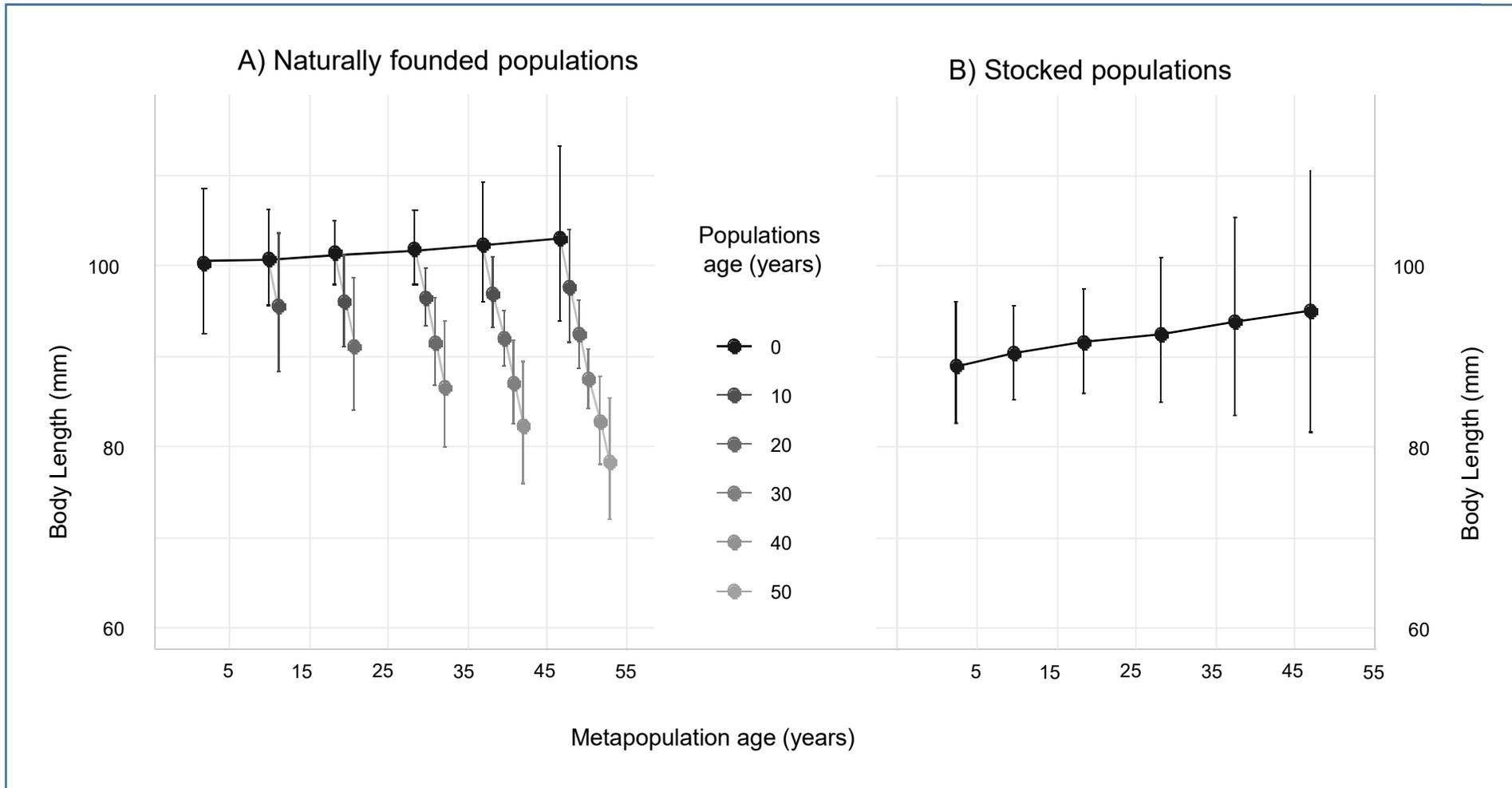
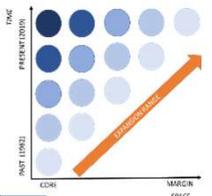
► Ou bien évolution vers des phénotypes adaptés aux faibles densités ?

# ► Evolution des traits

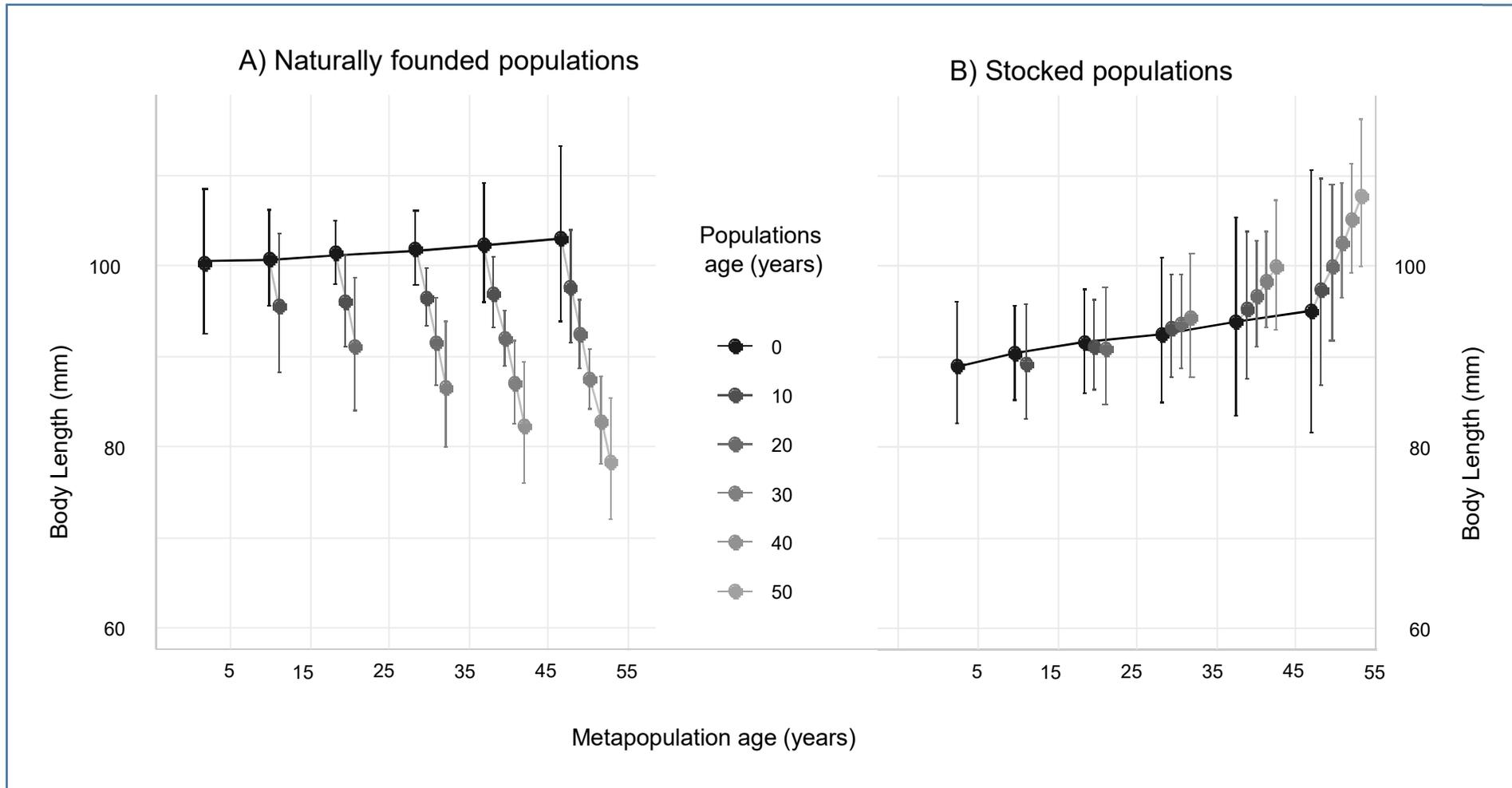
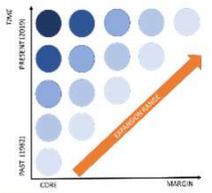


► Un effet massif de la supposée augmentation de la densité sur la croissance

# ► Evolution des traits

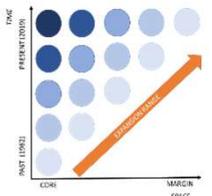


# ► Evolution des traits

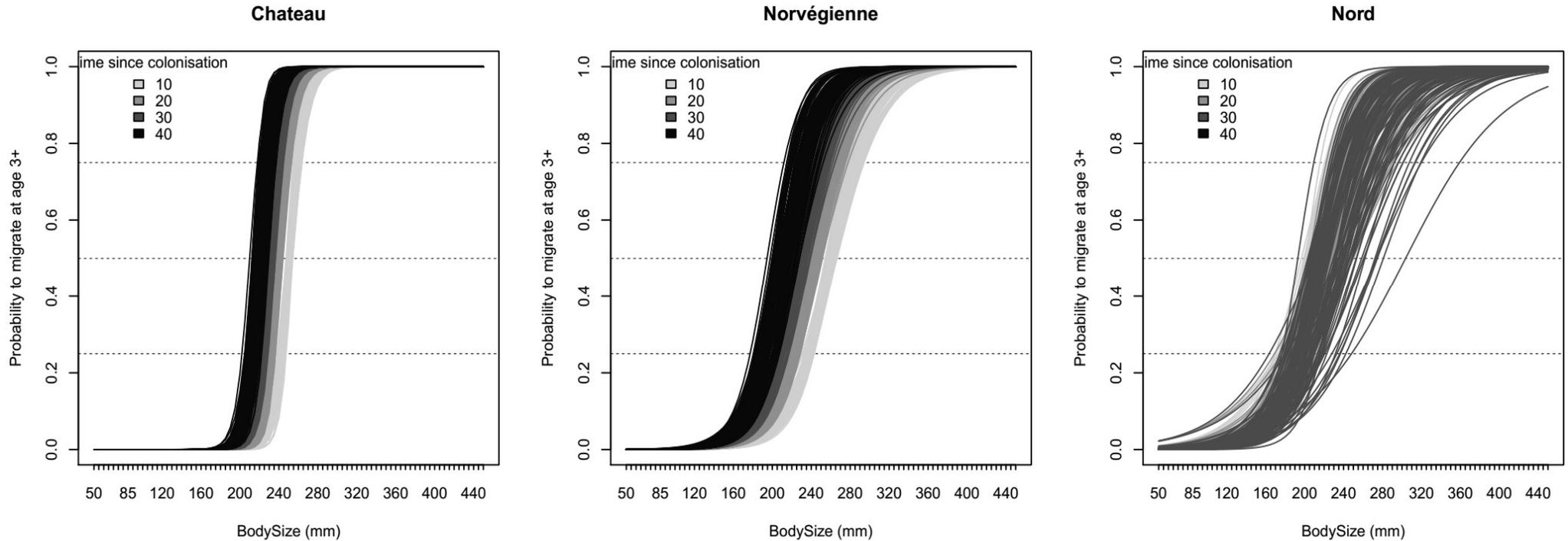


► Des chemins évolutifs différents entre les populations introduites et celles qui sont naturellement fondées ?

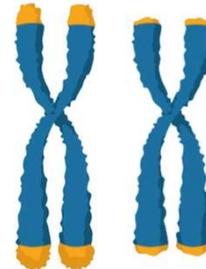
# ► Evolution des traits: la suite (thèse Gaëlle Brahy)



- Taille à l'âge pour tous les âges
- Evolution des normes de réactions
  - A la première reproduction
  - Au départ en mer



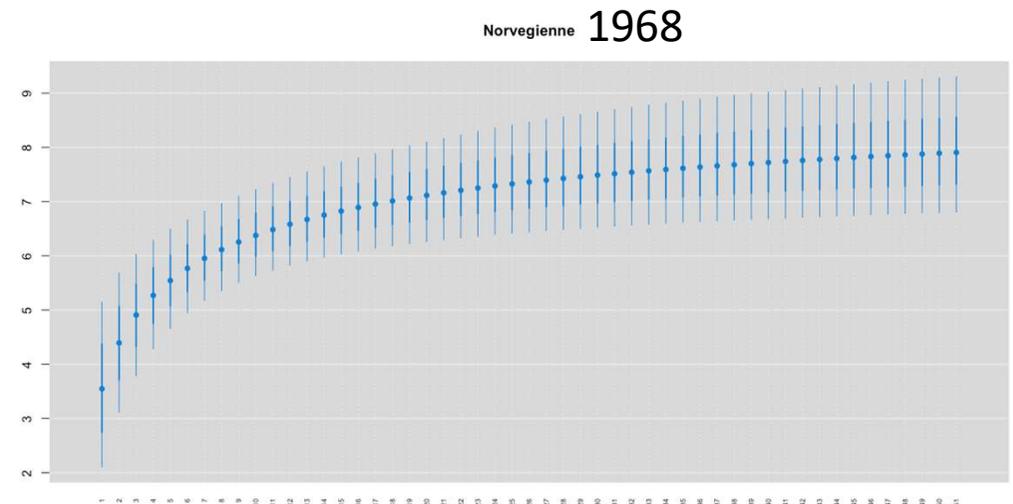
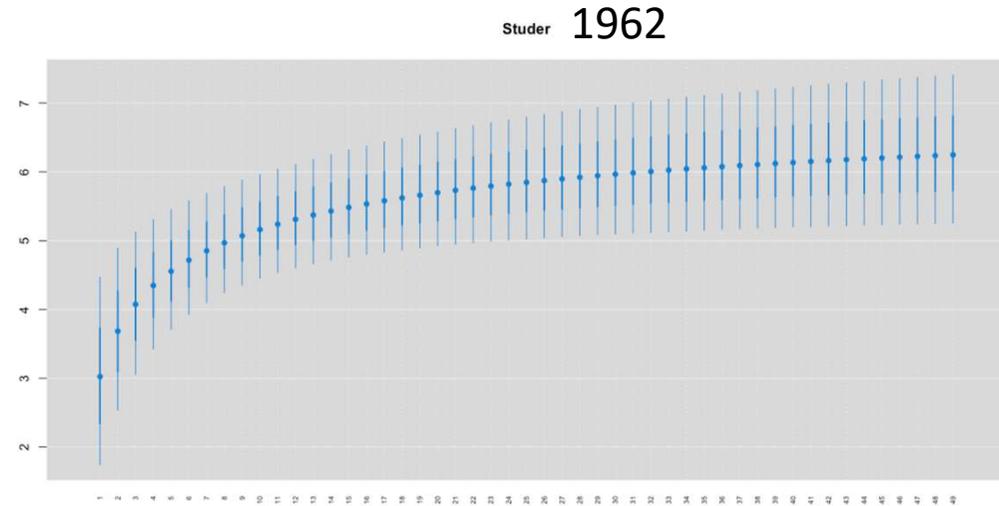
## ► Evolution des coûts physiologiques?



Relative telomere length (RTL)  
Naslund et al., 2015; McLennan et al., 2021

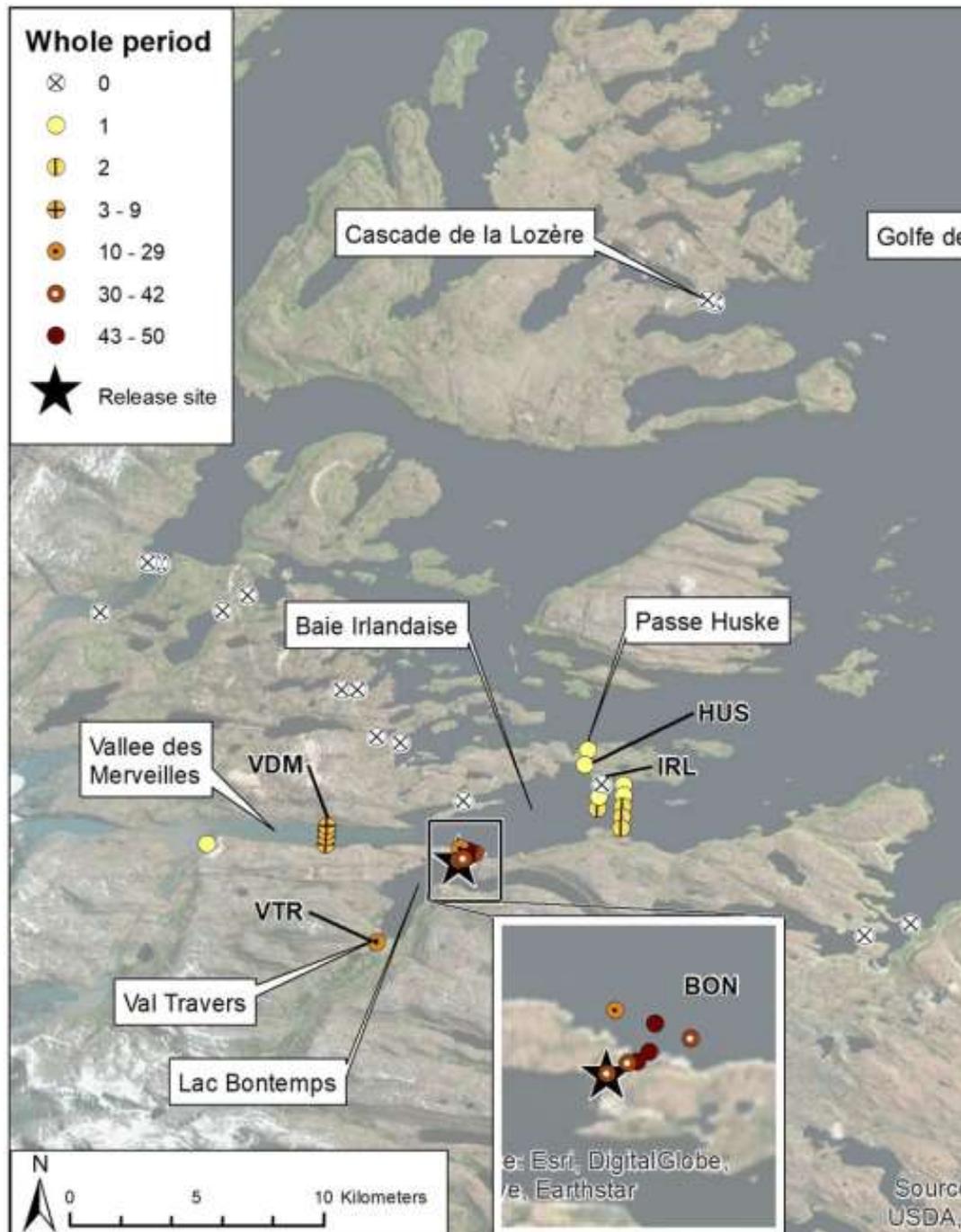
# Les années qui passent, la densité qui monte ? L'effet de la démographie

- ▶ 2000 + points d'échantillonnage de densité (De Lury, Petersen, etc.)
- ▶ Ces données devraient permettre de mesurer le taux de croissance démographique
- ▶ Les premières estimations montrent la vitesse de saturation
- ▶ Nous espérons contraster cette vitesse entre les populations, ainsi que les densités maximum
- ▶ Ces variations temporelles et spatiales de la densité sont peut être le facteur le plus structurant du contraste écologique entre les populations.
- ▶ Ici, on peut noter que la capacité d'accueil est inférieure sur la rivière introduite par rapport à celle fondée naturellement. A suivre !
- ▶ Work in progress (G. Brahy, M. Buoro)



# Une vision de la dispersion

► Tracking en mer



scientific reports

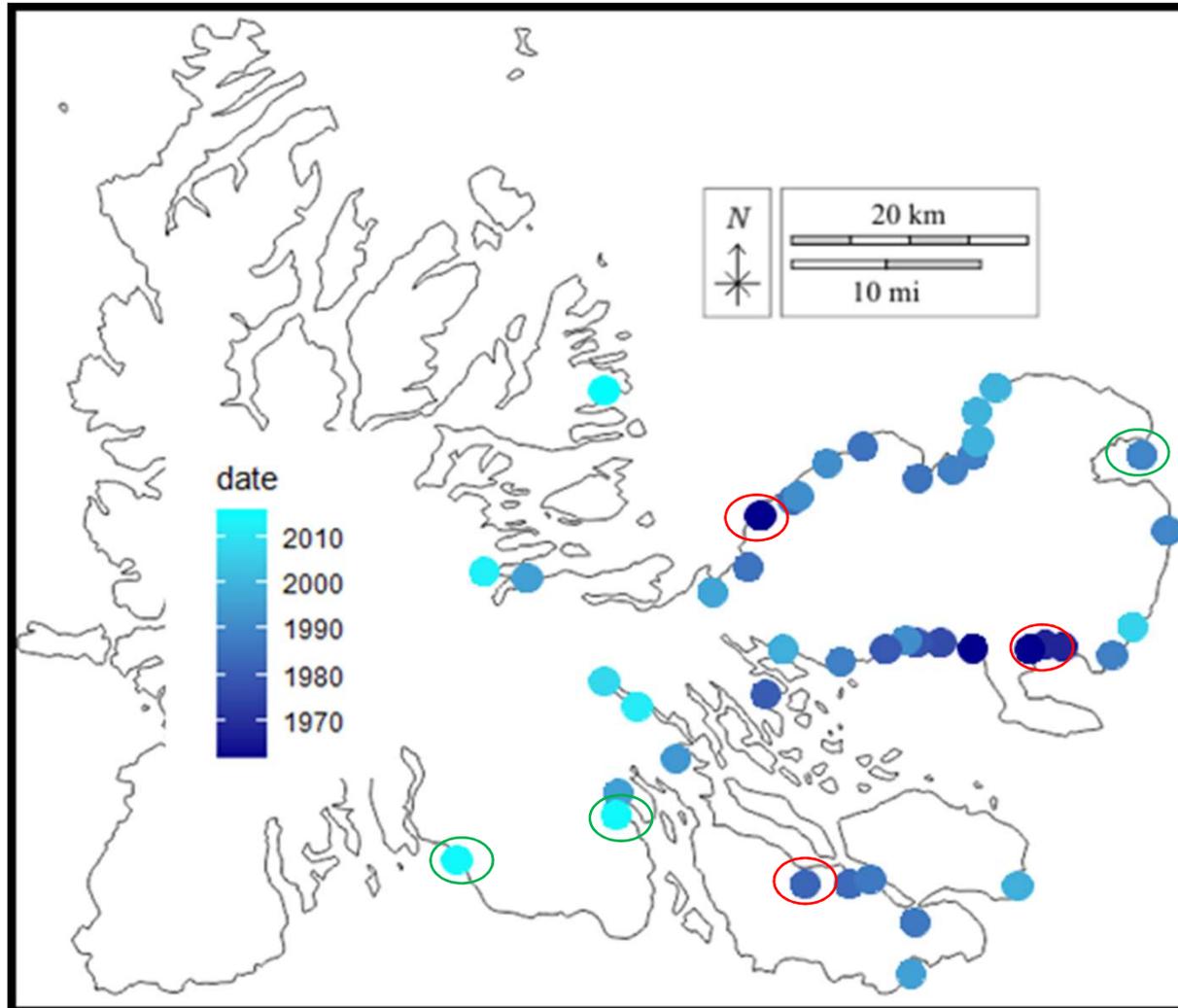
**OPEN** Marine habitat use and feeding ecology of introduced anadromous brown trout at the colonization front of the sub-Antarctic Kerguelen archipelago

Jan Grimsrud Davidsen<sup>1,2</sup>, Xavier Bordeleau<sup>2,3</sup>, Sindre Håvarstein Eldey<sup>4</sup>, Frederick Whoriskey<sup>4</sup>, Michael Power<sup>5</sup>, Glenn T. Crossin<sup>2</sup>, Colin Buhariwalla<sup>6</sup> & Philippe Gaudin<sup>7</sup>

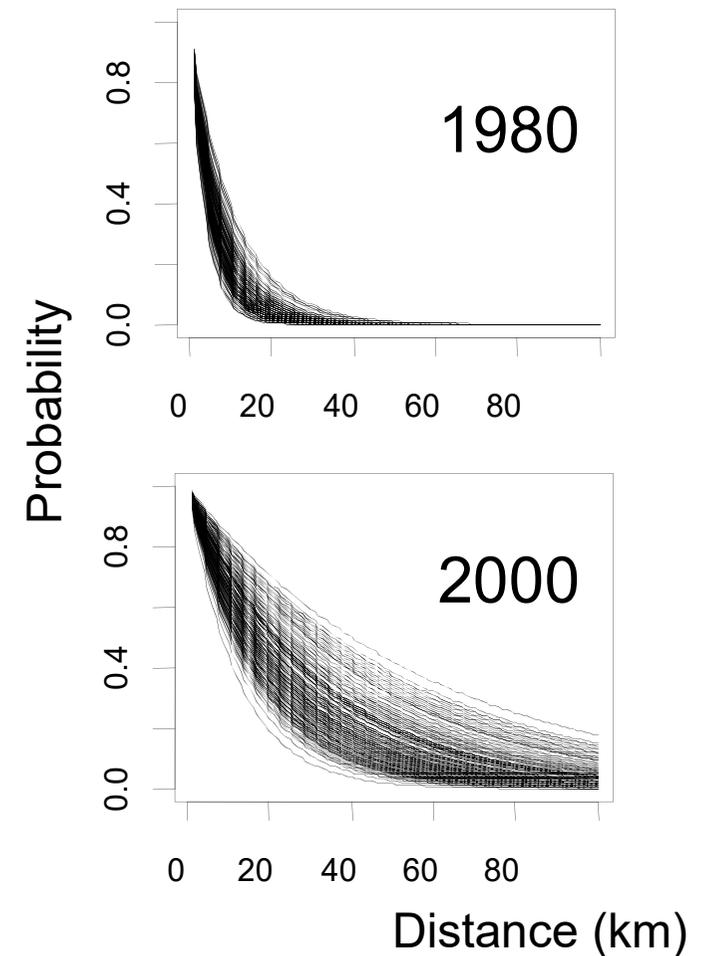
Check for updates

# Une autre vision de la dispersion

- Inférence à partir d'un modèle d'expansion de métapopulation (1962-2013)

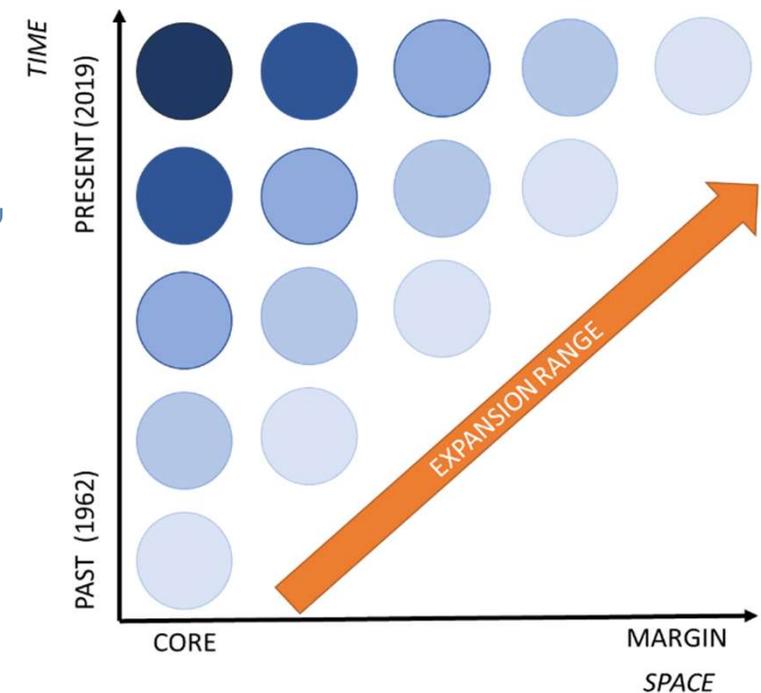
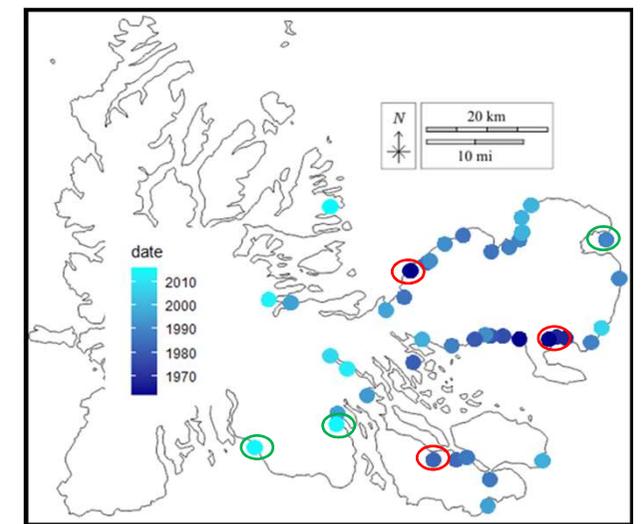


## ► Kernel



# Une autre vision de la dispersion

- ▶ Inférence à partir de la génétique et génomique des populations
- ▶ Pose la question de bases génétiques impliquées dans la dispersion.
- ▶ On peut utiliser des modèles démogénétiques pour simuler la dispersion, et trouver les formes qui maximisent la vraisemblance des observations:
  - ▶ Patrons de colonisation
  - ▶ Patrons de variation génétique et génomique



Miguel de Navascuez

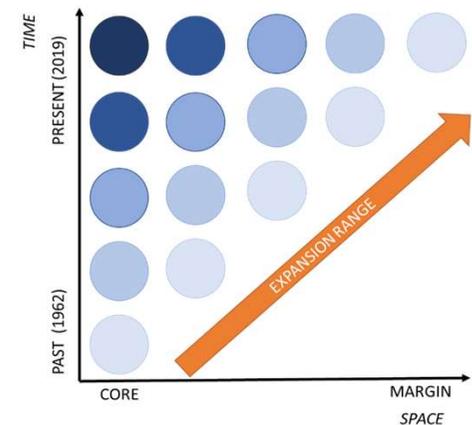
INRAE CBGP

Laura Vallée

M2 - March – August 2024

# Mais au final ...

- ▶ **La variation phénotypique : est-ce de la nouvelle diversité?**
  - ▶ Plasticité ? -> Difficile d'expliquer la tendance observée sur le front
  - ▶ Compromis ? Variation de fitness ?
  - ▶ Evolution génétique ? -> DG-ABM+ Inférence
  - ▶ Boucle rétro-active avec l'écosystème ?

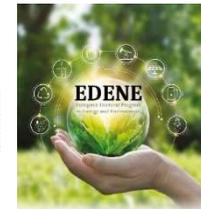


# Mais au final ...

- ▶ **La variation phénotypique : est-ce de la nouvelle diversité?**
  - ▶ Plasticité ? -> Difficile d'expliquer la tendance observée sur le front
  - ▶ Compromis ? Variation de fitness ?
  - ▶ Evolution génétique ? -> DG-ABM+ Inférence
  - ▶ Boucle rétro-active avec l'écosystème ?

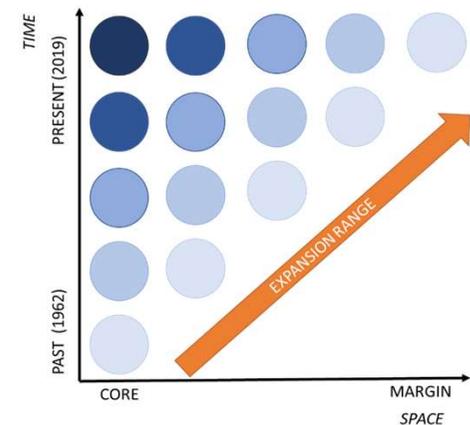


Thèse de Gaëlle Brahy



Stages :

Emilie Raynard  
Maika Minjou  
Laura Vallée



# Mais au final ...

## ► La variation phénotypique : est-ce de la nouvelle diversité?

- Plasticité ? -> Difficile d'expliquer la tendance observée sur le front
- Compromis ? Variation de fitness ?
- Evolution génétique ? -> DG-ABM+ Inférence
- Boucle rétroactive avec l'écosystème ?



Programme SALMEVOL-1041

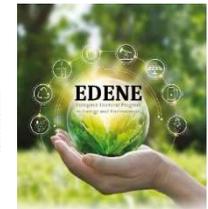


Collabs :

Maite Arroita  
Arturo Elosegui

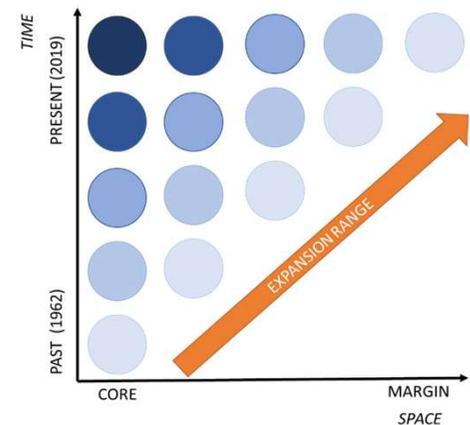


Thèse de Gaëlle Brahy



Stages :

Emilie Raynard  
Maika Minjou  
Laura Vallée





**Merci de votre attention**