

Journée technique BGM

**RACONTER LE SAUMON,
MODÉLISER L'AVENIR**



SESSION 2 : Eog, une histoire et un avenir

Adaptation et persistance du saumon face au changement climatique

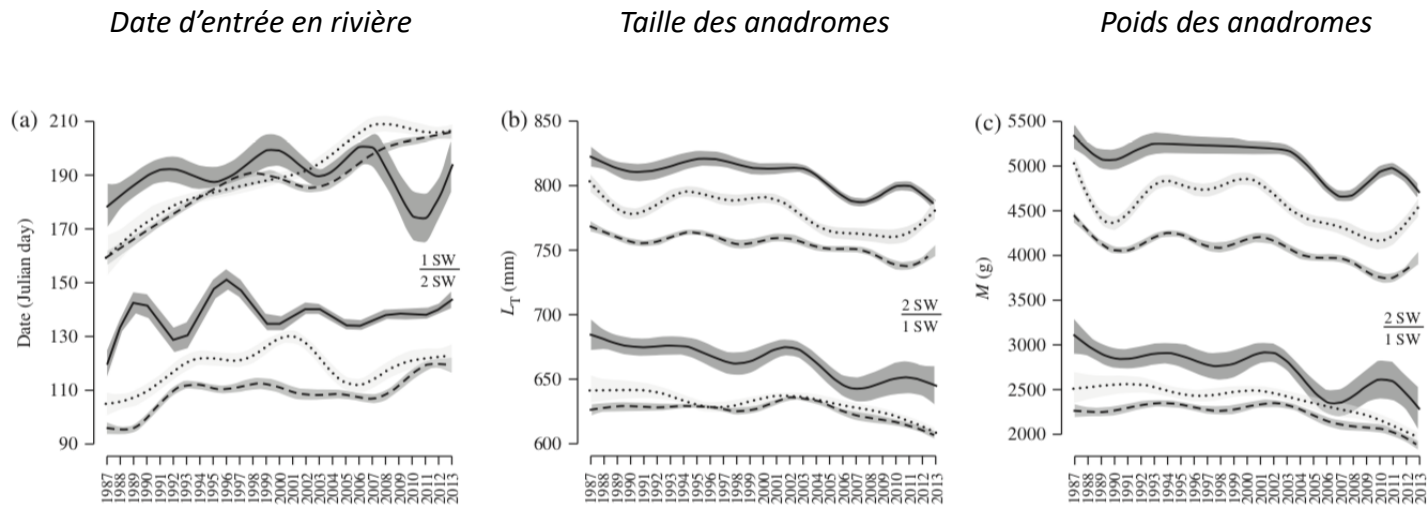
MATHIEU BUORO, INRA

Contexte: changements démographiques



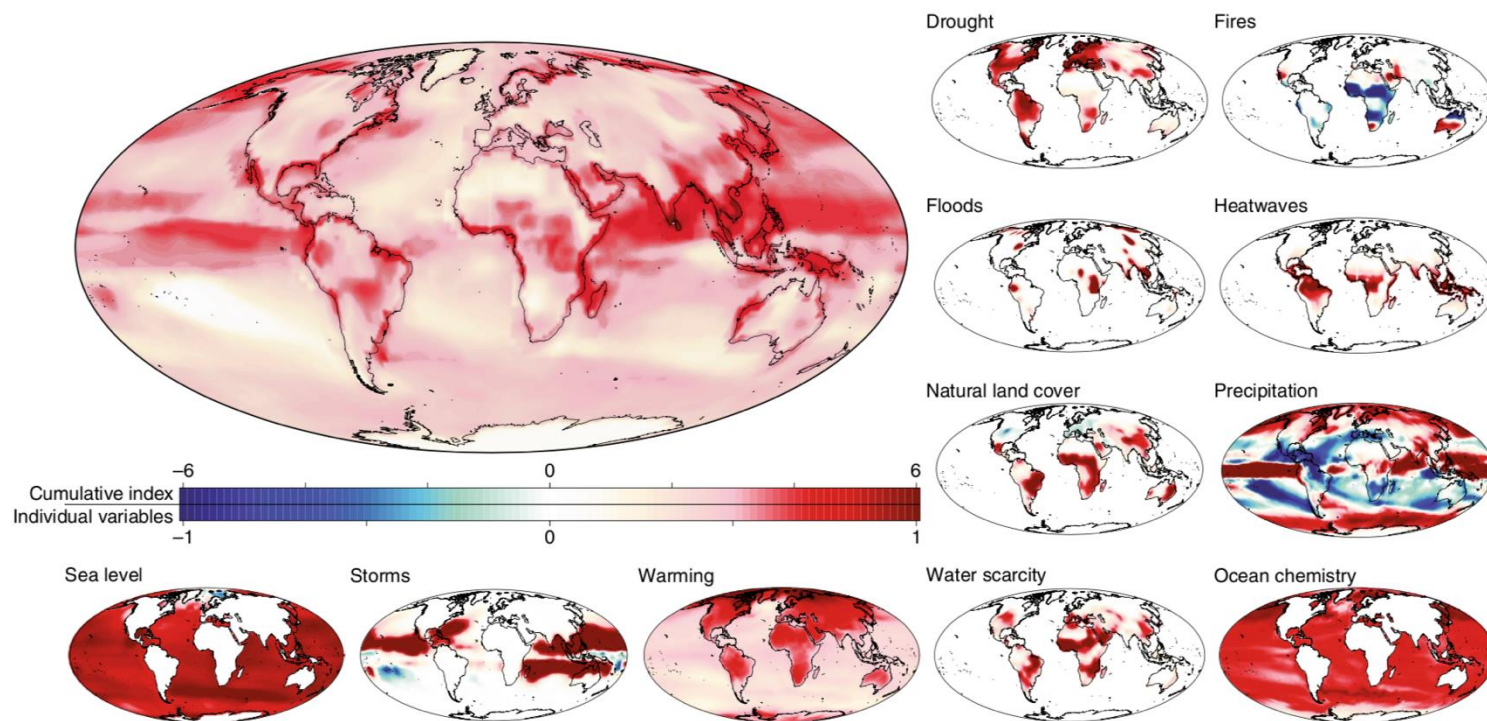
@M. Thibault

Contexte: changements phénologiques & phénotypiques



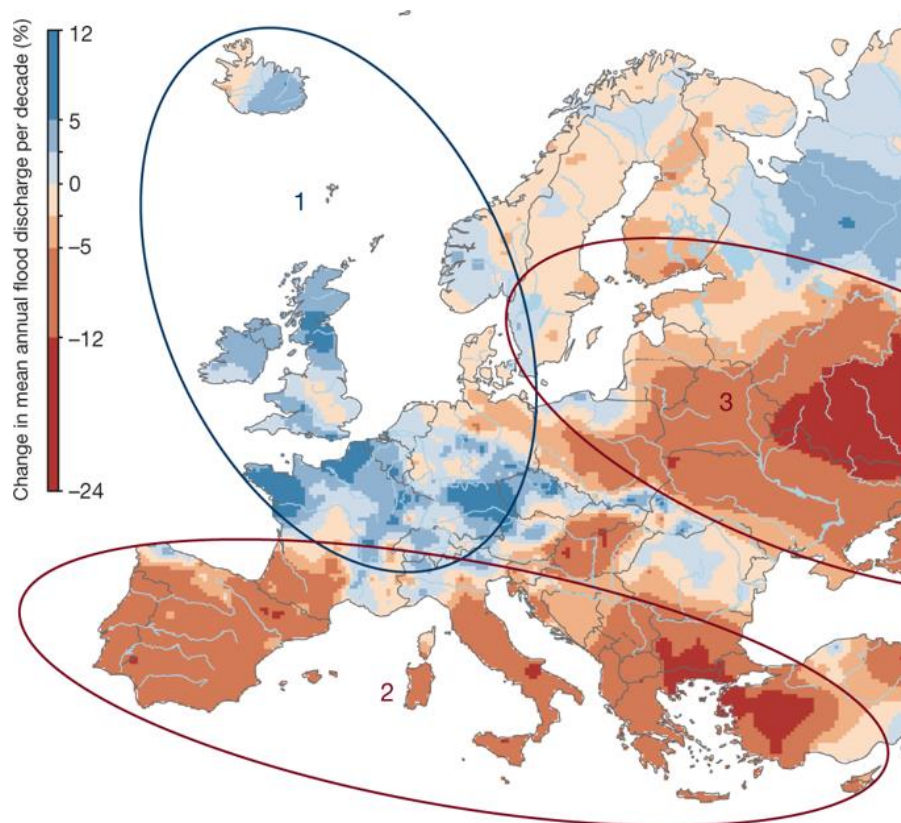
Bal et al. 2017 J. Fish Biol.

Contexte: changements environnementaux



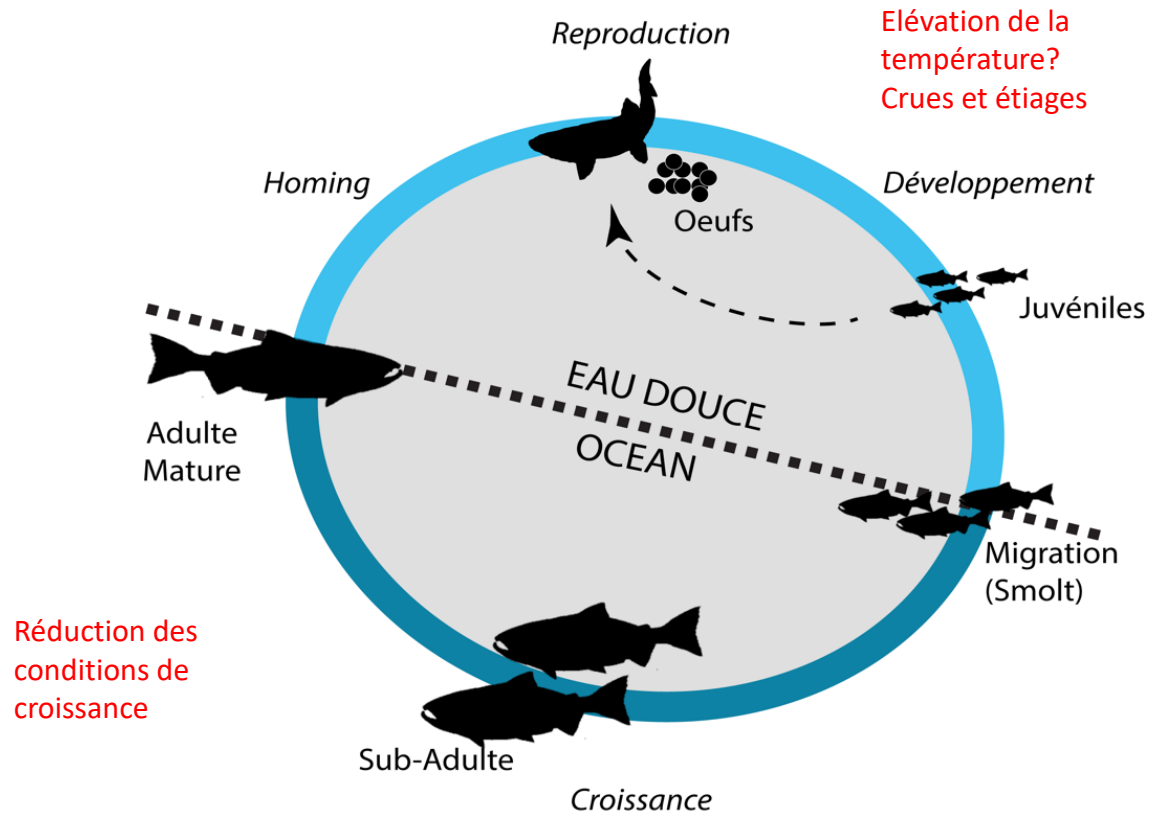
Des évènements (crues, sécheresses) plus extrêmes et plus fréquents

Contexte: changements environnementaux



Blosch et al. 2019, Nature, Changing climate both increases and decreases European river floods

Contexte: impacts des changements environnementaux



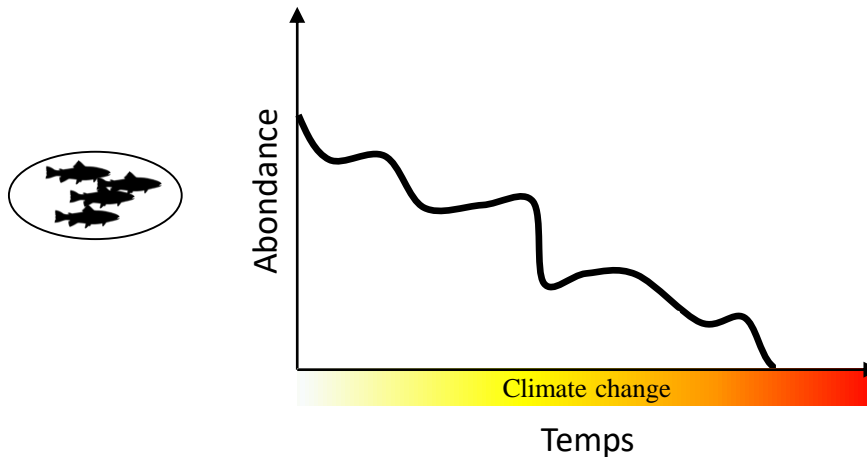
Comment les populations vont-elles répondre aux changements environnementaux?

Cela va dépendre de :

- 1) l'**intensité** et la **vitesse** des changements environnementaux (et/ou anthropiques);
- 2) Les capacités d'**adaptation** et de **résilience** de l'espèce



Comment les populations vont-elles répondre aux changements environnementaux?



Si changements environnementaux **rapides et intenses** et/ou **capacités d'adaptation** réduites:

- Déclin des populations
- Extinction plus précoce des petites populations

Comment les populations peuvent-elles s'adapter aux changements environnementaux?

L'adaptation via les processus évolutifs :

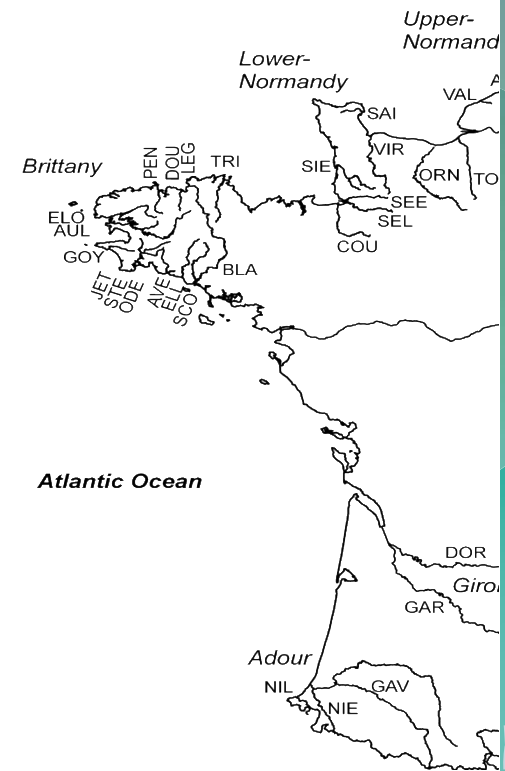
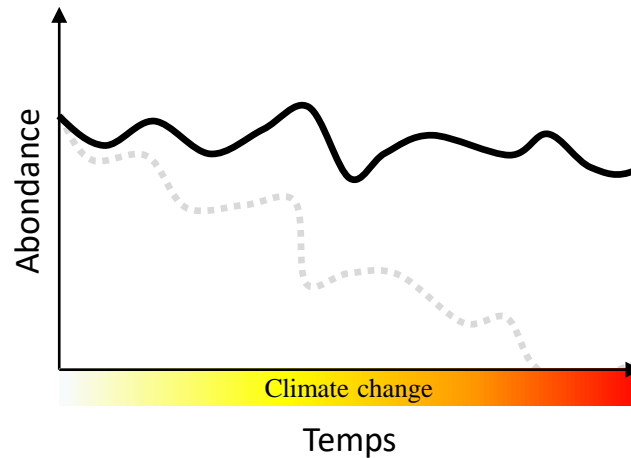
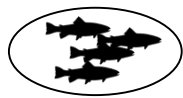
1. Accommodation/Plasticité phénotypique

- Comportement (refuge thermique,...)
- Histoires de vie (phénologie, migration/maturation)

2. Adaptation génétique

- Déterminisme génétique de l'âge la migration/maturation

Comment les populations peuvent-elles s'adapter aux changements environnementaux?



Enjeux



Comprendre le **fonctionnement** des populations pour mieux appréhender leur devenir

Evaluer les pressions de sélection et les capacités d'**adaptation** (processus & mécanismes évolutifs)

Evaluer des pratiques de gestion pour assurer ces **capacités d'adaptation**, la **stabilité** et la **résilience** des populations

Problèmes



Original pic from <http://www.wiscass.org/>

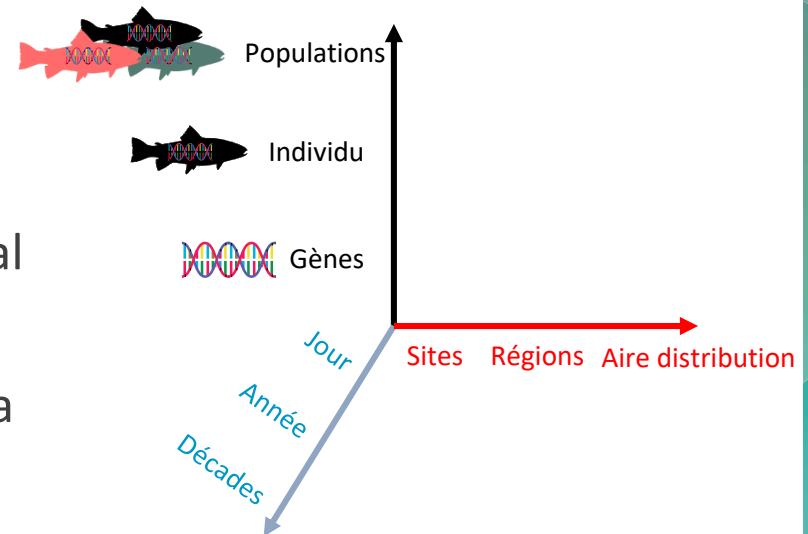
Cycle de vie complexe du saumon atlantique

Intéactions complexes entre processus éco-évolutifs

Mécanismes éco-évolutifs encore mal connus

Approche multi-échelle (du gène à la population, sur le long-terme)

Expérimentations en milieu naturel **impossible!**



Acquisition des connaissances

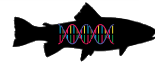
Observatoire (ORE-DiaPFC)



Gènes & Expression



Populations



Individu



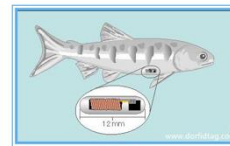
Gènes

Jour

Année

Décades

Sites Régions Aire distribution



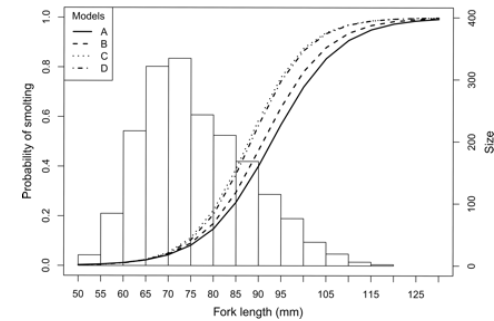
INVESTIGATING EVOLUTIONARY TRADE-OFFS IN WILD POPULATIONS OF ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR*): INCORPORATING DETECTION PROBABILITIES AND INDIVIDUAL HETEROGENEITY

Mathieu Buoro^{1,2,3} Etienne Prévost^{2,4,5} and Olivier Gimenez^{1,6}



AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Communauté Basque
EUSKAL ELKARROA



SalmoClim
INRA-ACCAF



SALMOCLIM
Survival cost of growth in a changing climate: evidence, consequences and opportunities for wild Atlantic salmon adaptation
ACCAF metaprogramme
Final report: results for the period 2013 – 2016
English version



juin 2016 - 2018

Intégration des connaissances

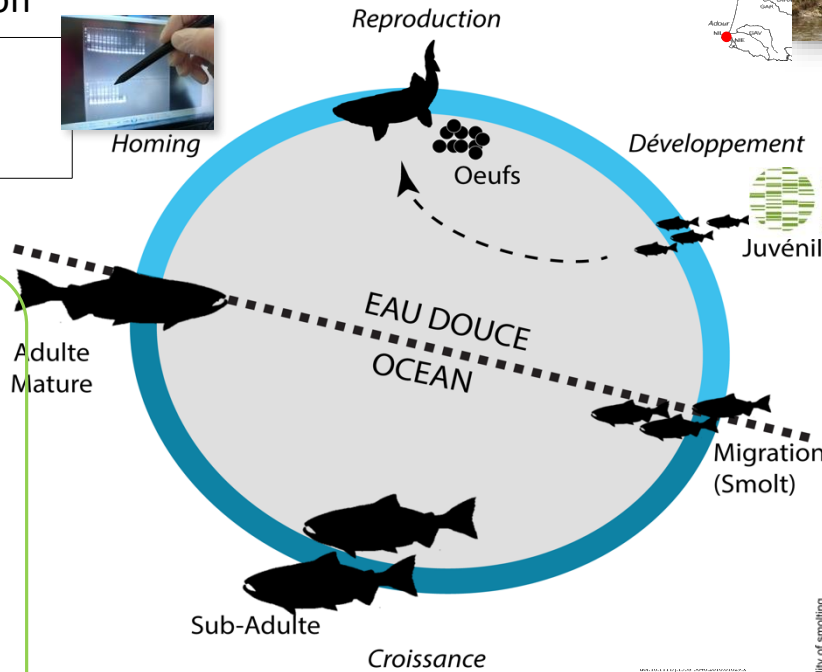
Observatoire (ORE-DiaPFC)



Gènes & Expression



Homing



AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Communauté Basque
EUSKAL Elkargoa

INRA
SCIENCE & IMPACT

56
FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE PÊCHE

64
FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE PÊCHE

Bretagne
Grands Migrateurs

MIGRADOUR

SalmoClim
INRA-ACCAF



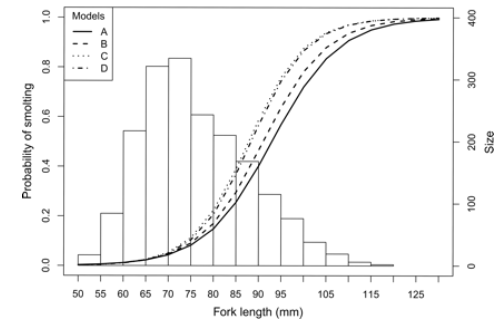
SALMOCLIM
Survival cost of growth in a changing climate: evidence, consequences and opportunities for wild Atlantic salmon adaptation
ACCAF metaprogramme
Final report: results for the period 2013 – 2016
English version



juin 2016

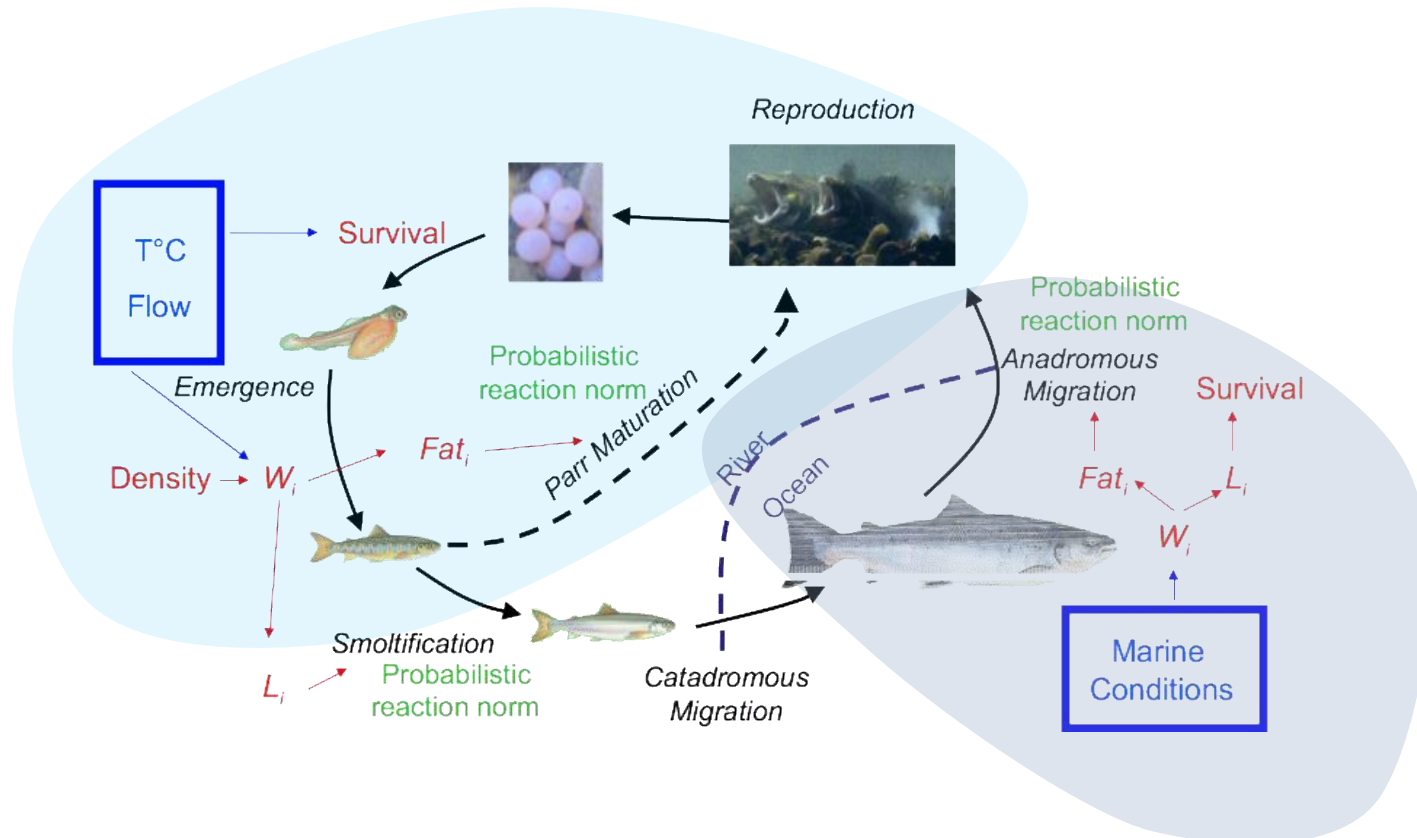
INVESTIGATING EVOLUTIONARY TRADE-OFFS IN WILD POPULATIONS OF ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR*): INCORPORATING DETECTION PROBABILITIES AND INDIVIDUAL HETEROGENEITY

Mathieu Buoro^{1,2,3} Etienne Prévost^{2,4,5} and Olivier Gimenez^{1,6}





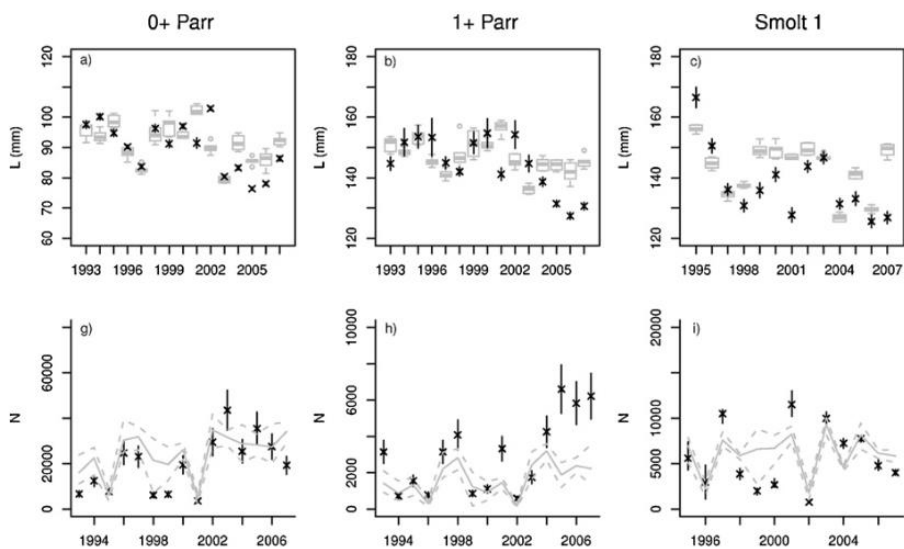
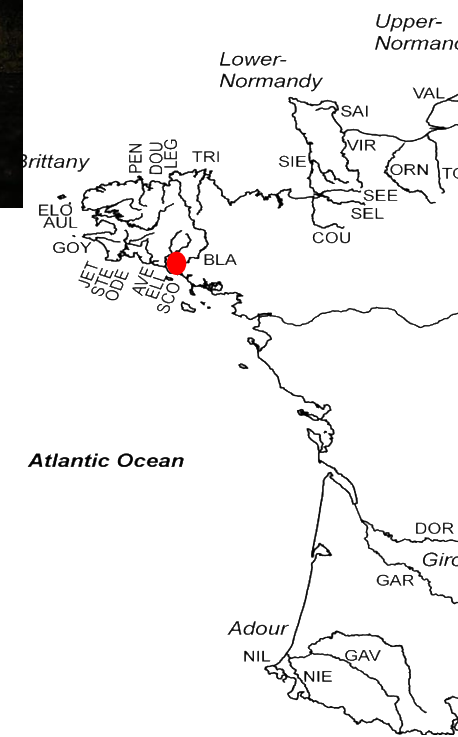
Simulation d'une population virtuelle



<http://ibasam.github.io/IBASAM/>

Piou & Prévost, 2012. Ecological Modelling, 231: 37-52

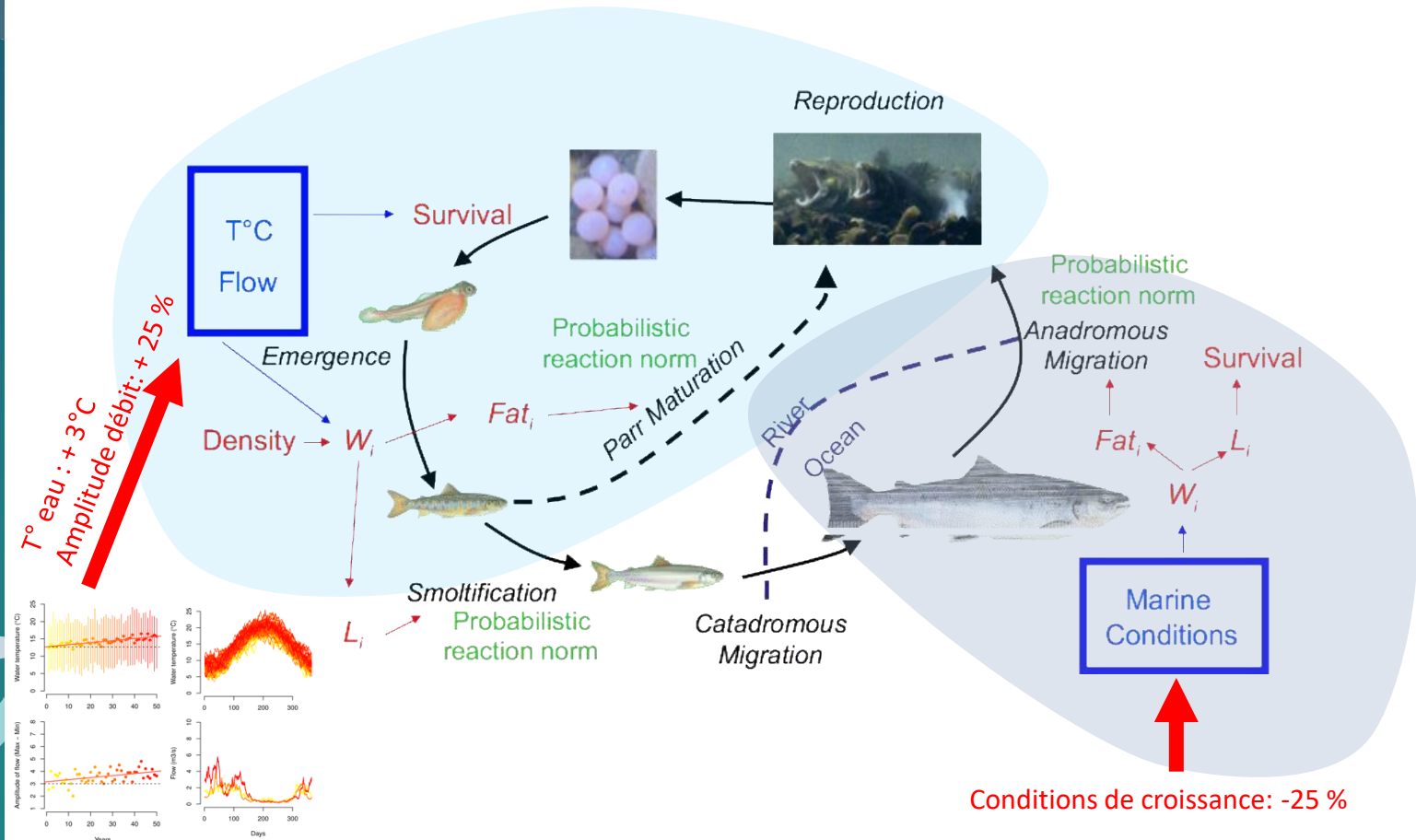
Simulation d'une population virtuelle



Simulations (gris)
Observations du Scorff (noir)

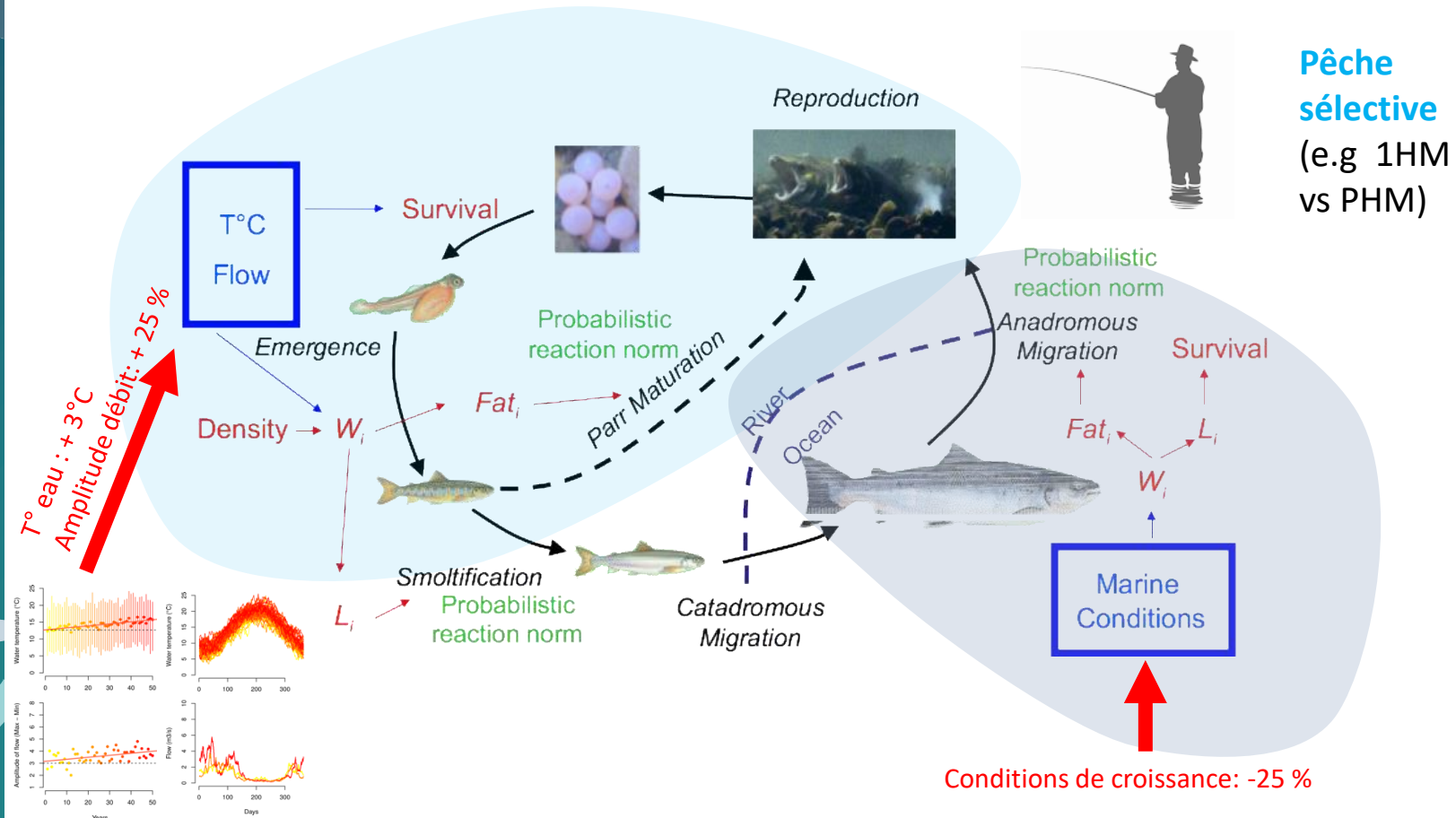


Simulation des effets du CC

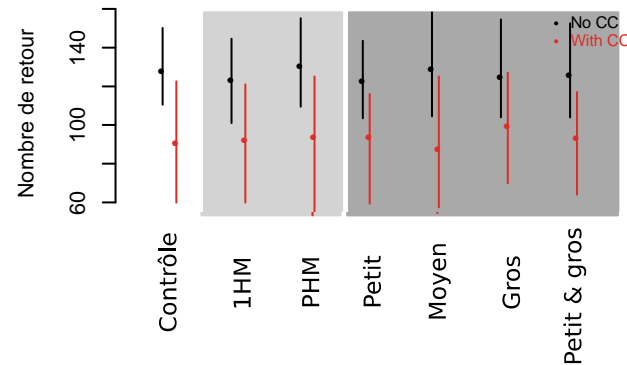
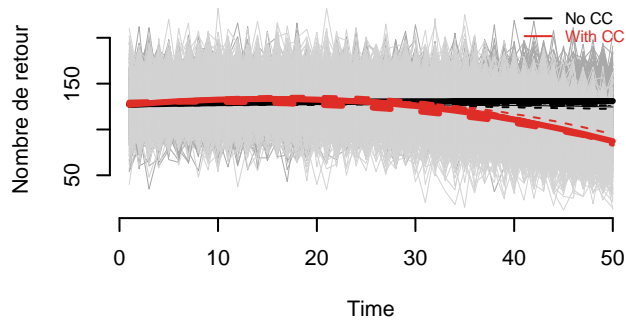




Simulation des effets de l'exploitation

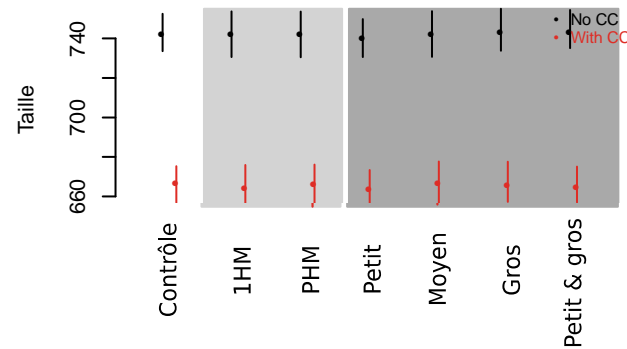
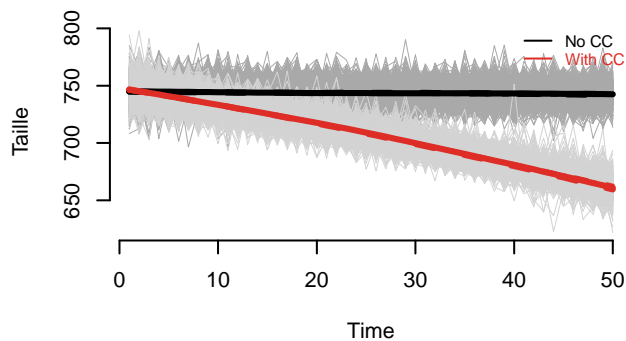


Simulation des effets du CC & de l'exploitation



Diminution des effectifs sous l'effet du CC

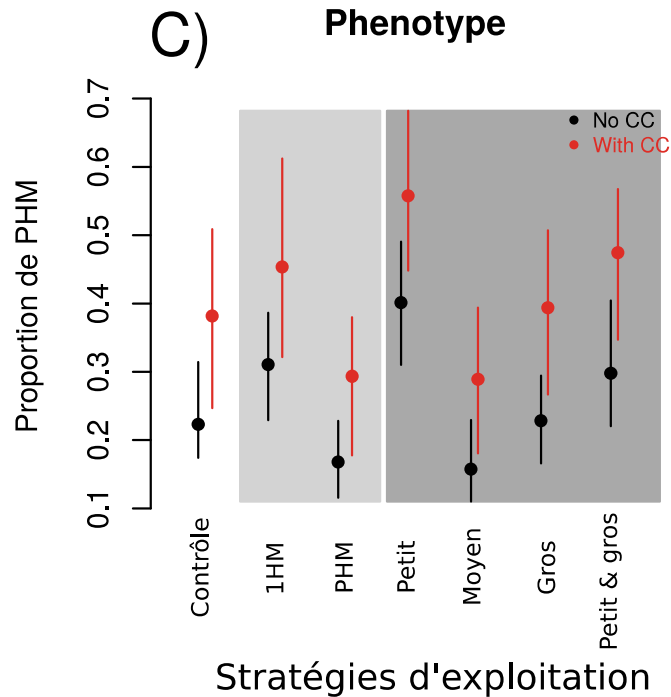
Stratégies d'exploitation



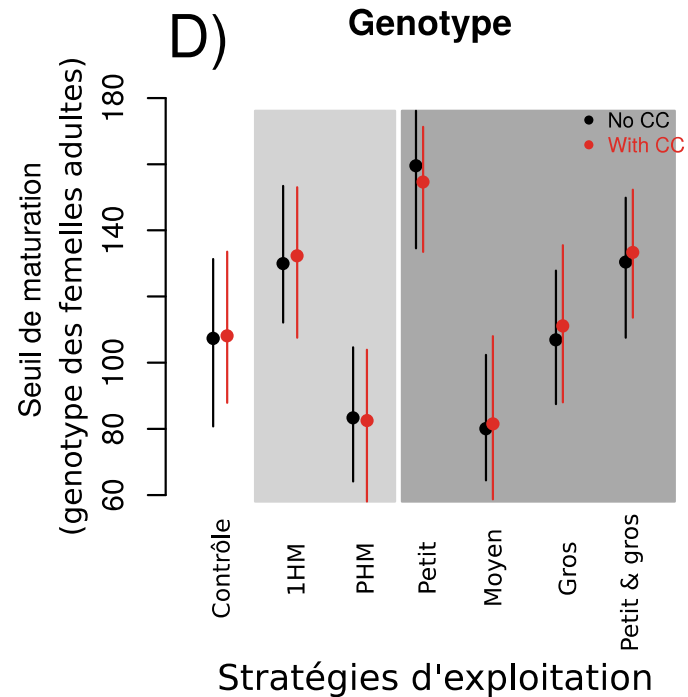
Diminution des tailles des anadromes sous l'effet du CC

Stratégies d'exploitation

Simulation des effets de l'exploitation

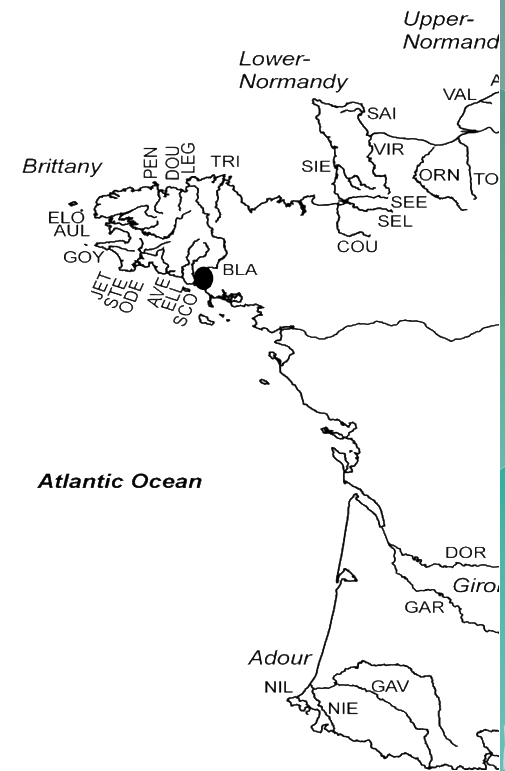
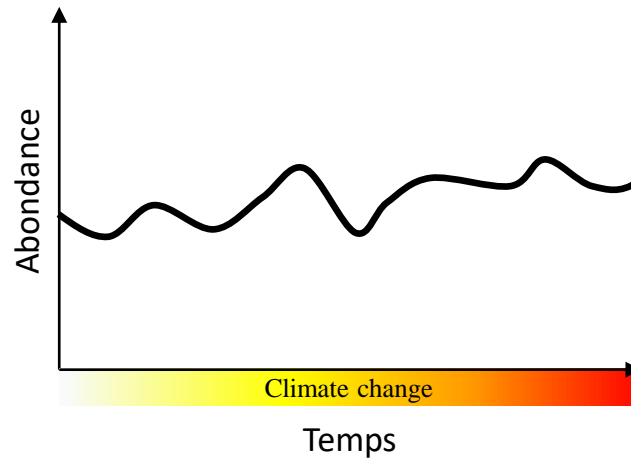
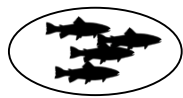


Changements dans la composition de la population sous les effets du **CC** et **pêche sélective**

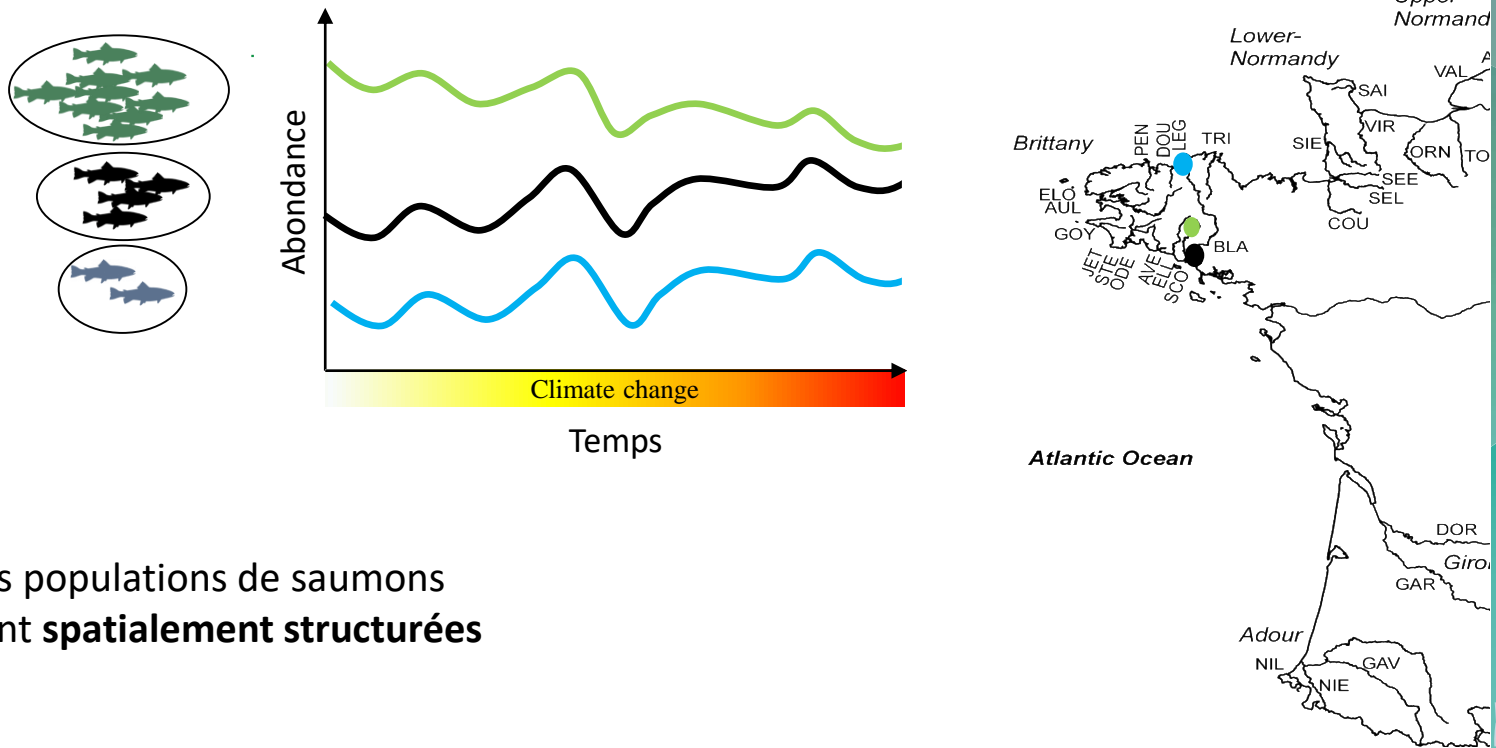


Pas d'effet du **CC** mais changements génétique induits par la **pêche sélective** (sélection contre les PHM)

Comment les populations peuvent-elles s'adapter aux changements environnementaux?

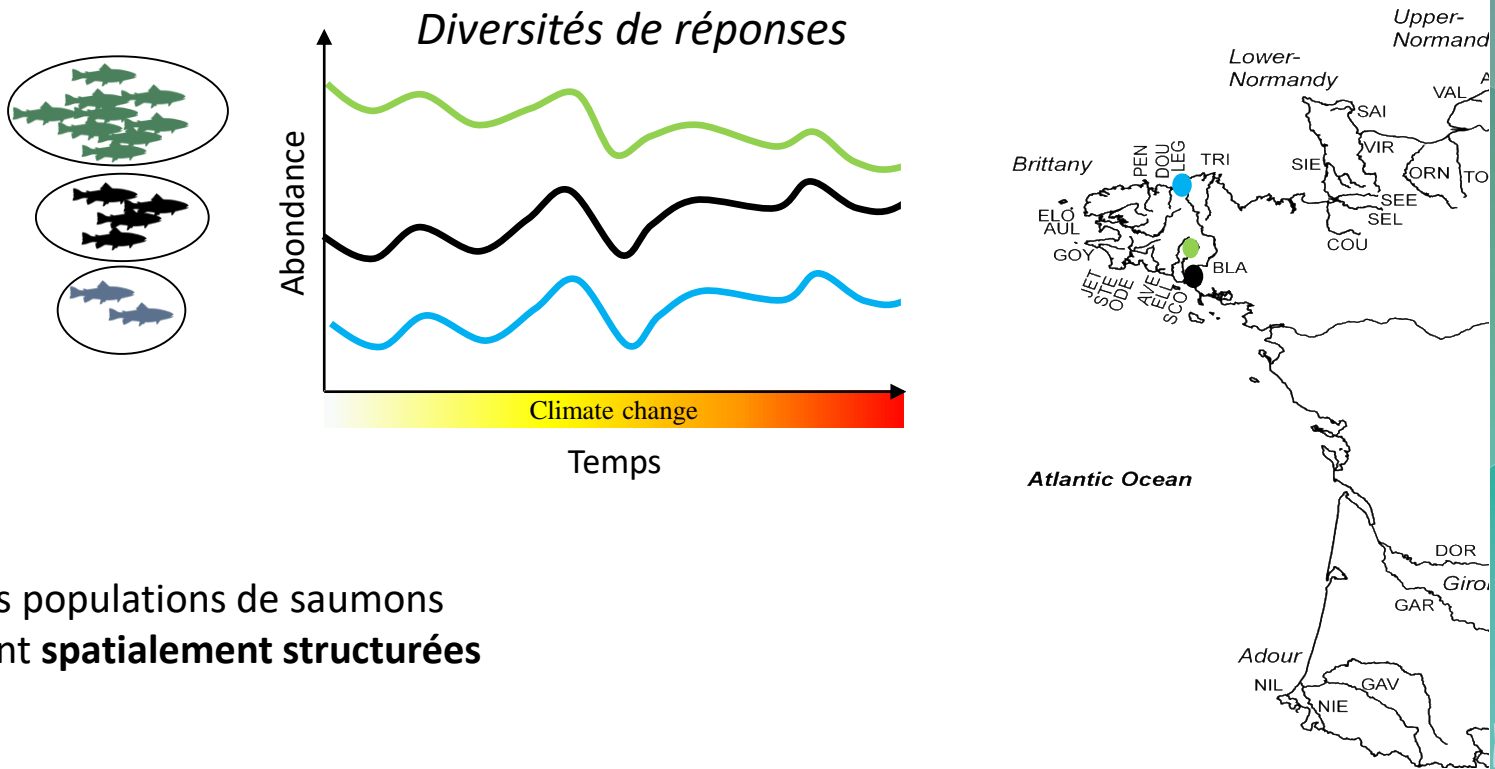


Structuration spatiale des populations



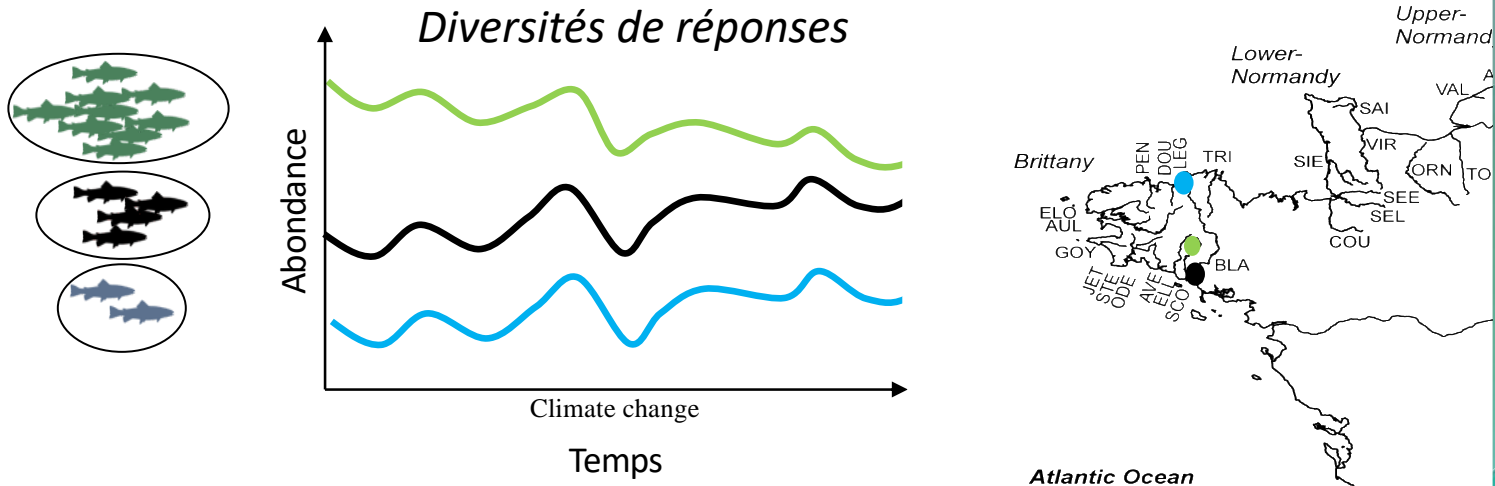
Les populations de saumons sont **spatialement structurées**

Structuration spatiale des populations, diversité de réponses



Les populations de saumons
sont **spatialement structurées**

Structuration spatiale des populations, diversité de réponses et dispersion



Les populations de saumons sont **spatialement structurées**, **connectées** par le mouvement d'individus entre elles

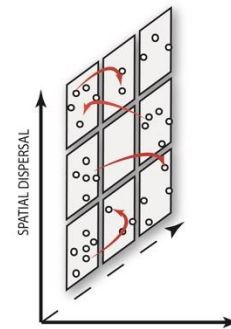


Métapopulation

Comment les populations peuvent-elles s'adapter aux changements environnementaux?

L'adaptation via les processus évolutifs :

1. Accommodation/Plasticité phénotypique
 - Comportement (refuge thermique,...)
 - Histoires de vie (phénologie, migration/maturation)
2. Adaptation génétique
3. **Dispersion**
 - **Migration vers une autre population**



Homing



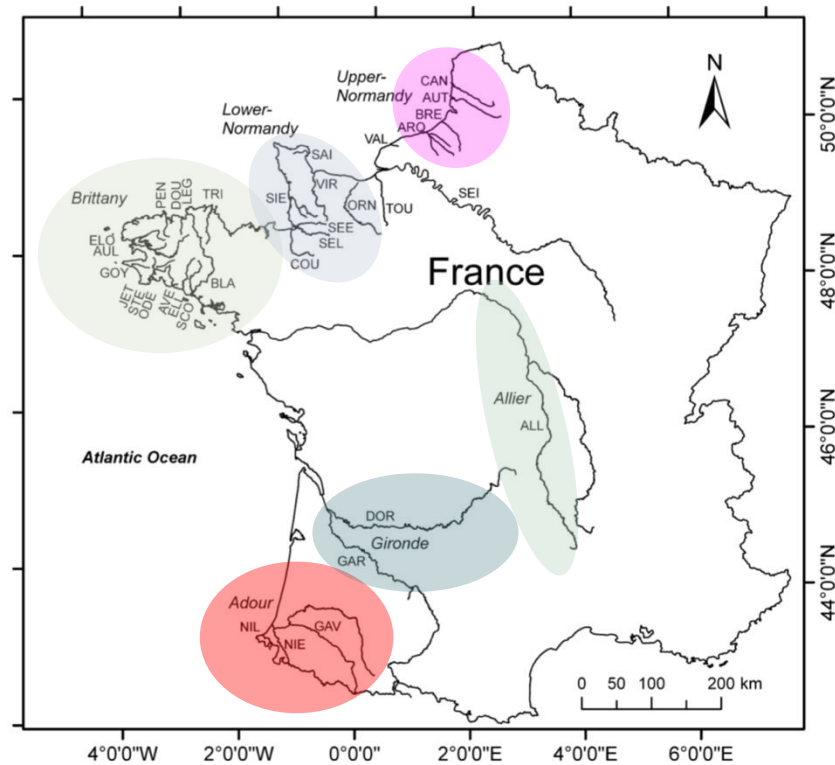
Homing



Strayers



De la dispersion chez le saumon atlantique?



Modified from Perrier et al. 2011 Mol. Ecol.

De la dispersion chez le saumon atlantique?

Objet : saumon marqué sur la Vilaine

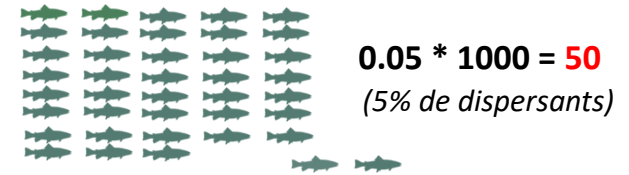
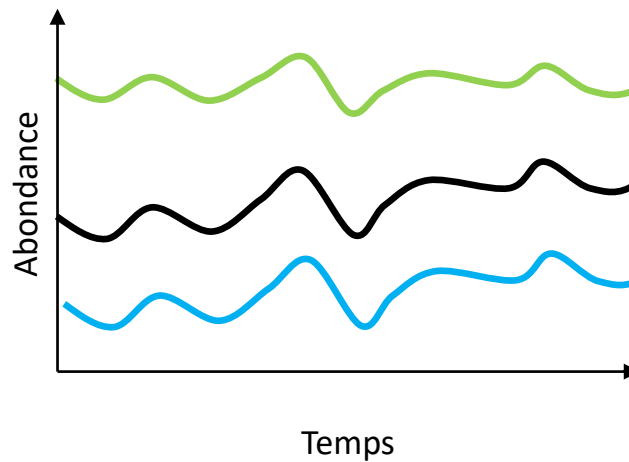
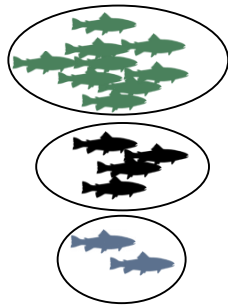
Nous avons observé un saumon marqué sur notre installation de la passe à bassins d'Arzal. A part chez vous, je ne vois pas trop d'où il pourrait venir ... :

- Saumon de 66 cm passé le 9 juillet 2019, n° 982-00365421883



Il a été **marqué au stade smolt le 8/04/2018** au Leslé, il mesurait 133 mm pour 23,2 g et nous lui avons pris des écailles et lu sont âge, 1+. Castillon donc 1an d'eau douce et 1+ de mer !

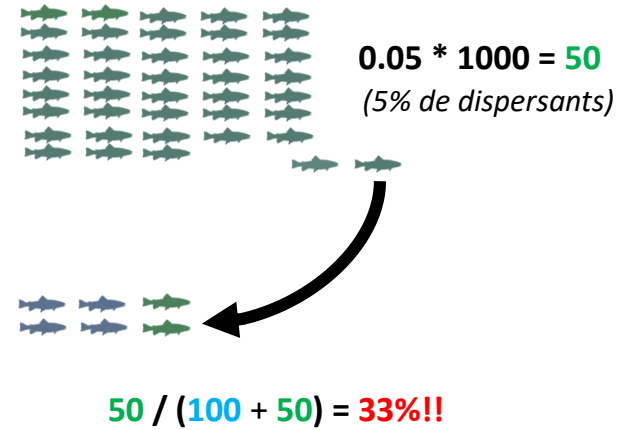
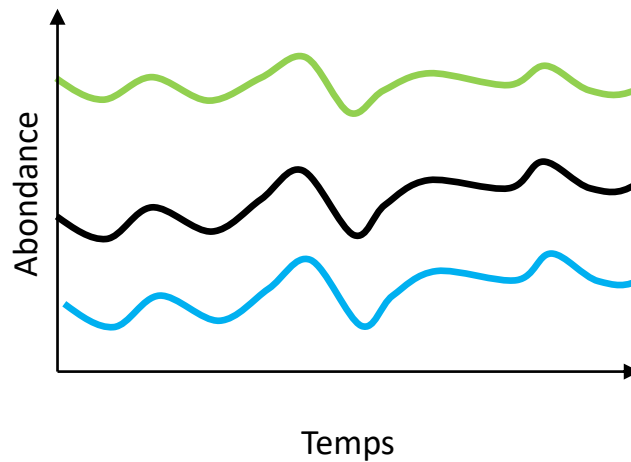
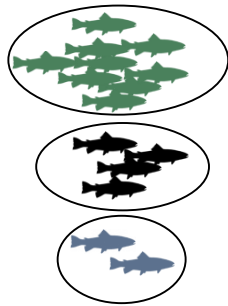
Rôle de la dispersion?



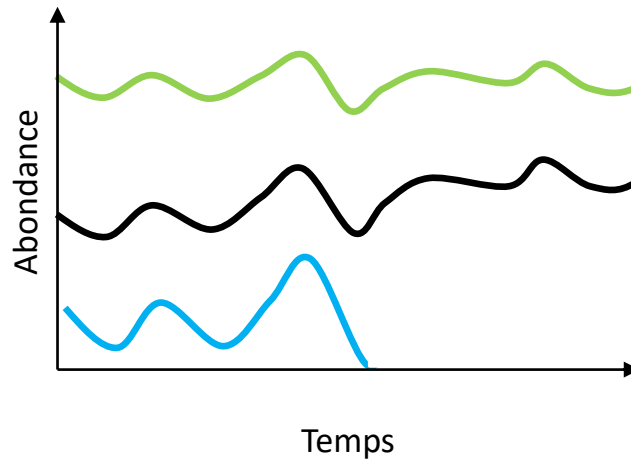
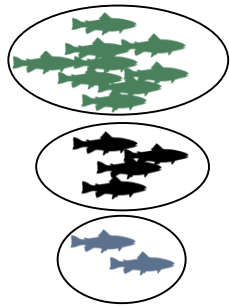
« strayers » (errants)



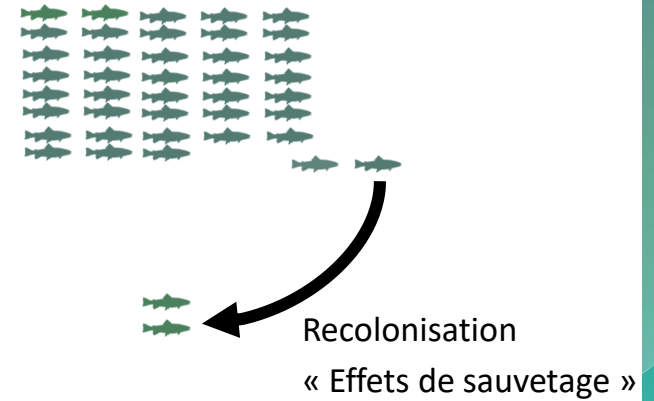
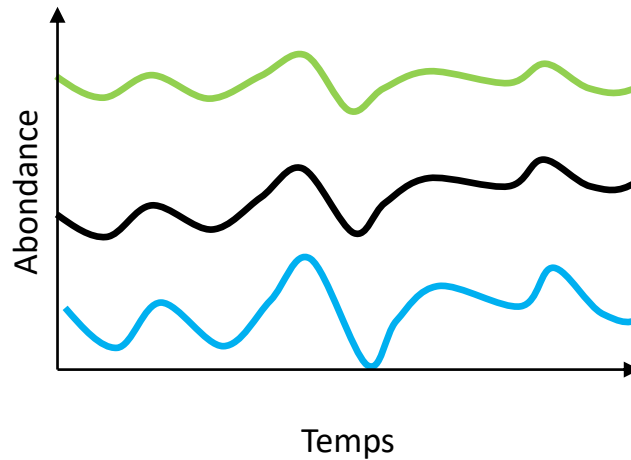
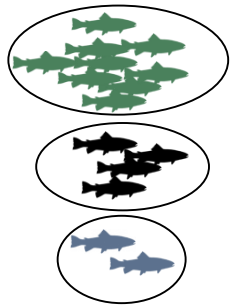
Rôle de la dispersion?



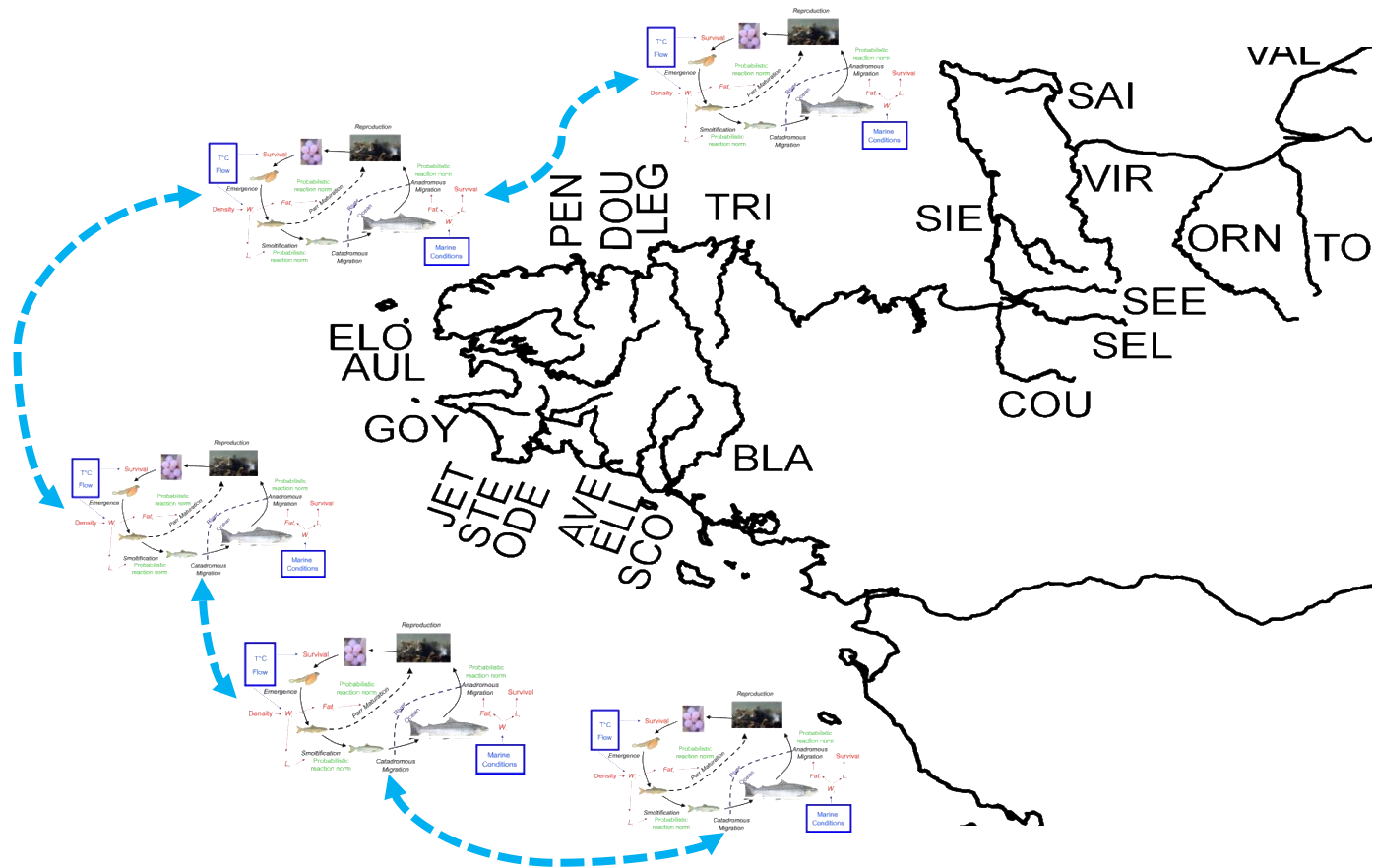
Rôle de la dispersion?



Rôle de la dispersion?



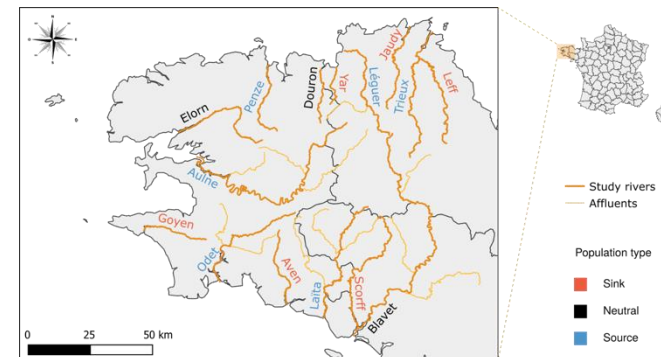
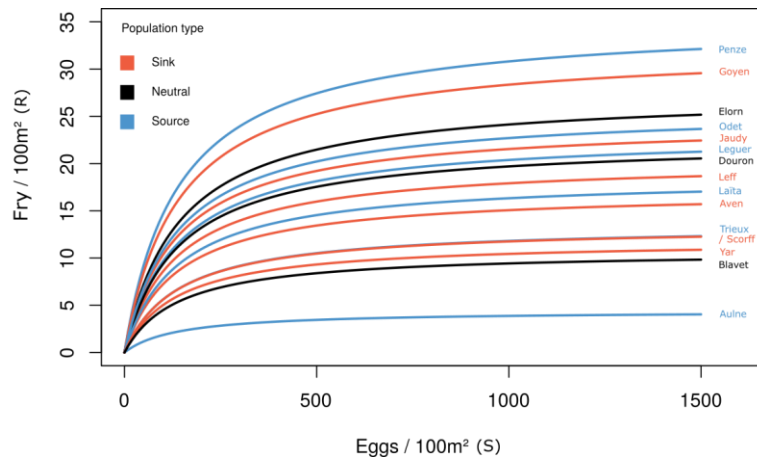
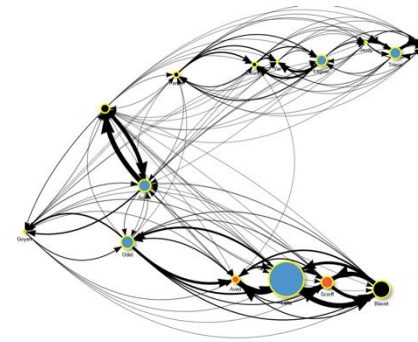
Simulation d'une metapopulation



Simulation d'une metapopulation

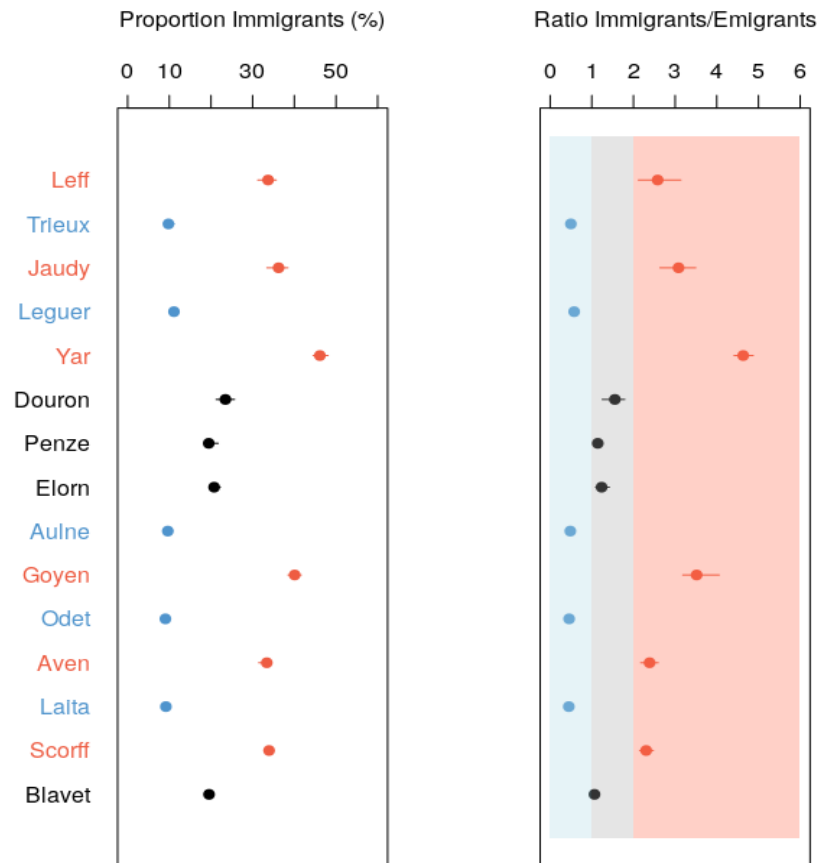
Intégration des connaissances:

- Aires de production de juvéniles
- Paramètres de la relation stock-recrutement (issues du projet RenoSAUM)



Rôle de la dispersion?

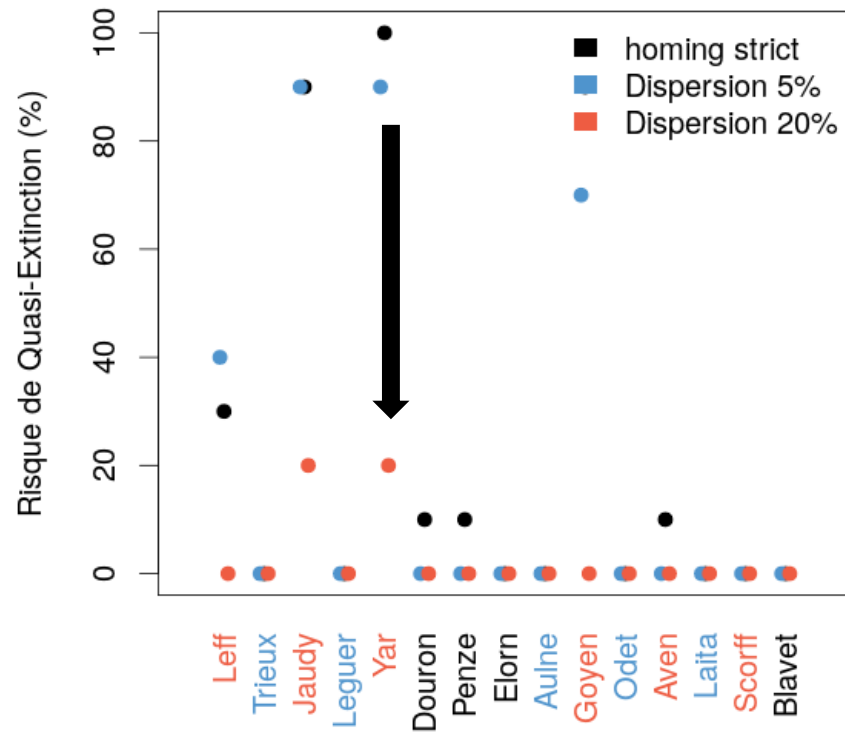
Simulations avec
20% de dispersion



Rôle de la dispersion?

Risque d'extinction plus élevé pour les petites populations

Dispersion réduit ce risque



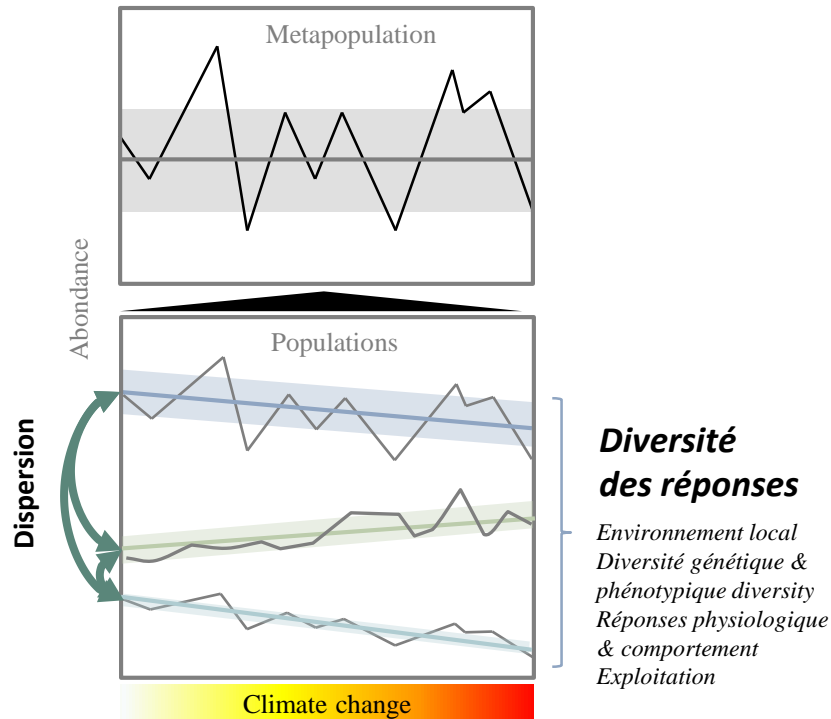
Conclusion

- La taille et la composition des populations de saumon pourraient être gravement affectées par le CC et **aucune stratégie d'exploitation sélective n'atténue les effets du CC**
- Mais **l'exploitation sélective** actuelle de PHM pourrait aggraver les effets du CC
- Les **populations locales** ne peuvent pas être traitées comme des **systèmes isolés**
- Importance de la **dispersion** pour le maintien des « petites » populations
- Explorer le potentiel de **stratégies de gestion non sélectives** et augmentant la biodiversité intrapopulation, favorisant la **stabilité** et la **résilience** aux CC.

Conclusion

Réponse des populations face au **CC** dépend de nombreux mécanismes éco-évolutifs peu ou mal connues, d'interactions complexes entre traits d'histoire de vie, des contraintes écologiques et évolutives, et vitesse/direction des pressions sélectives qu'elles subissent et de la structuration spatiale des populations

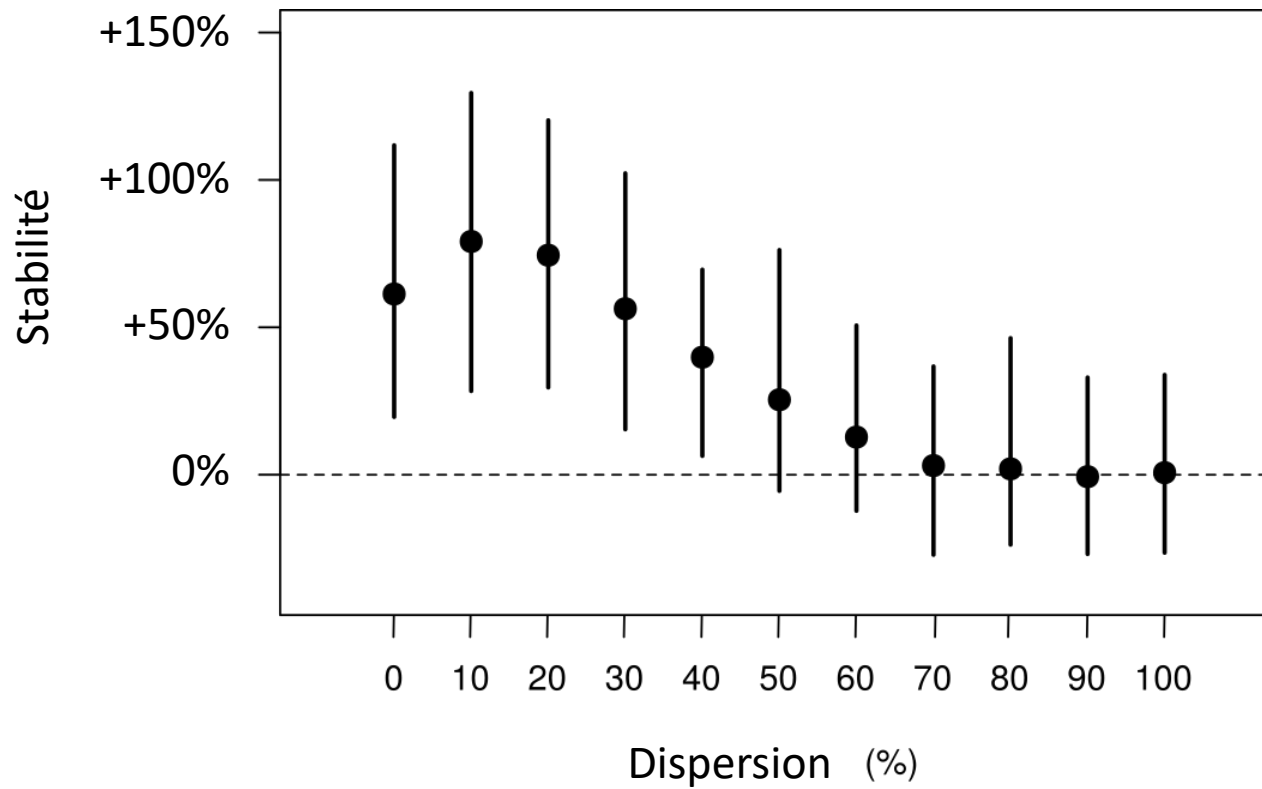
Vers une approche intégrative: l'approche portfolio



La **diversité** des réponses au sein et entre populations **interconnectées** favorise la **stabilité** et **résilience** des populations

Favoriser les **réseaux adaptatifs** en utilisant l'**approche portfolio** pour générer des options écologiques et **évolutives** qui favorisent l'**adaptation** par **acclimatation** et **sélection naturelle**

Vers une approche intégrative: l'approche portfolio



Remerciements



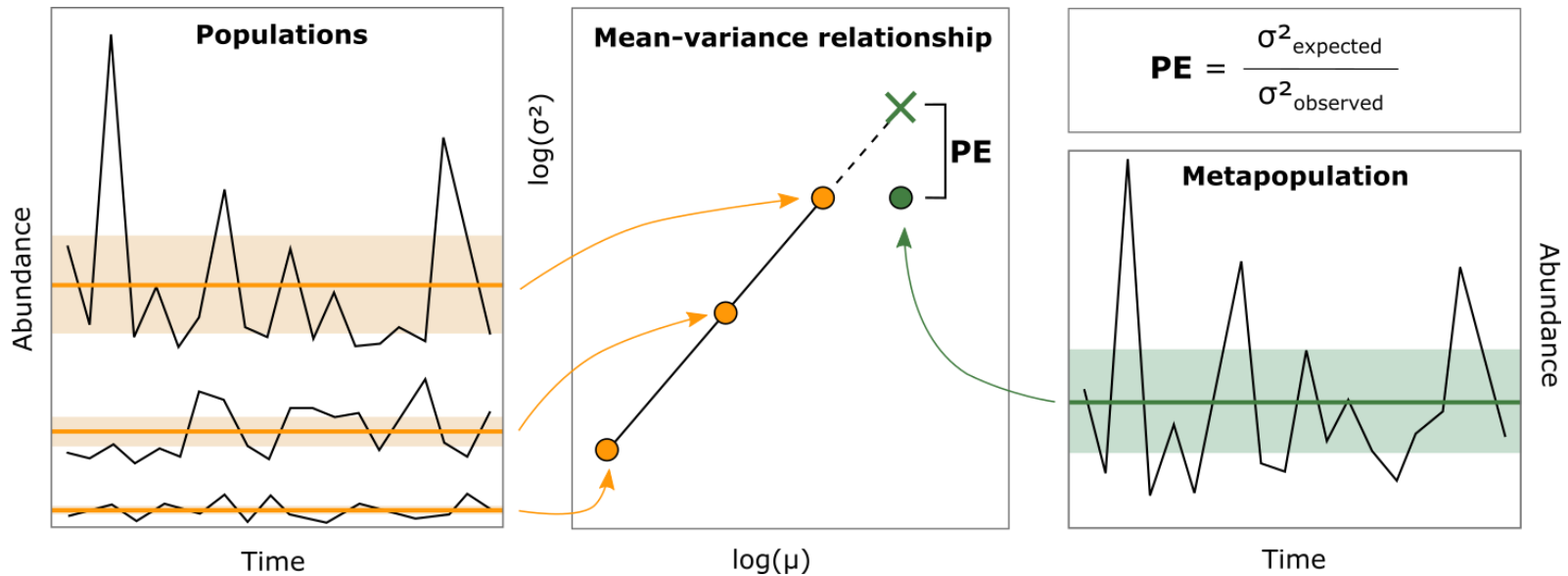
Thèse 2019-2022

Adaptation et gestion des populations exploitées de saumons face au changement climatique

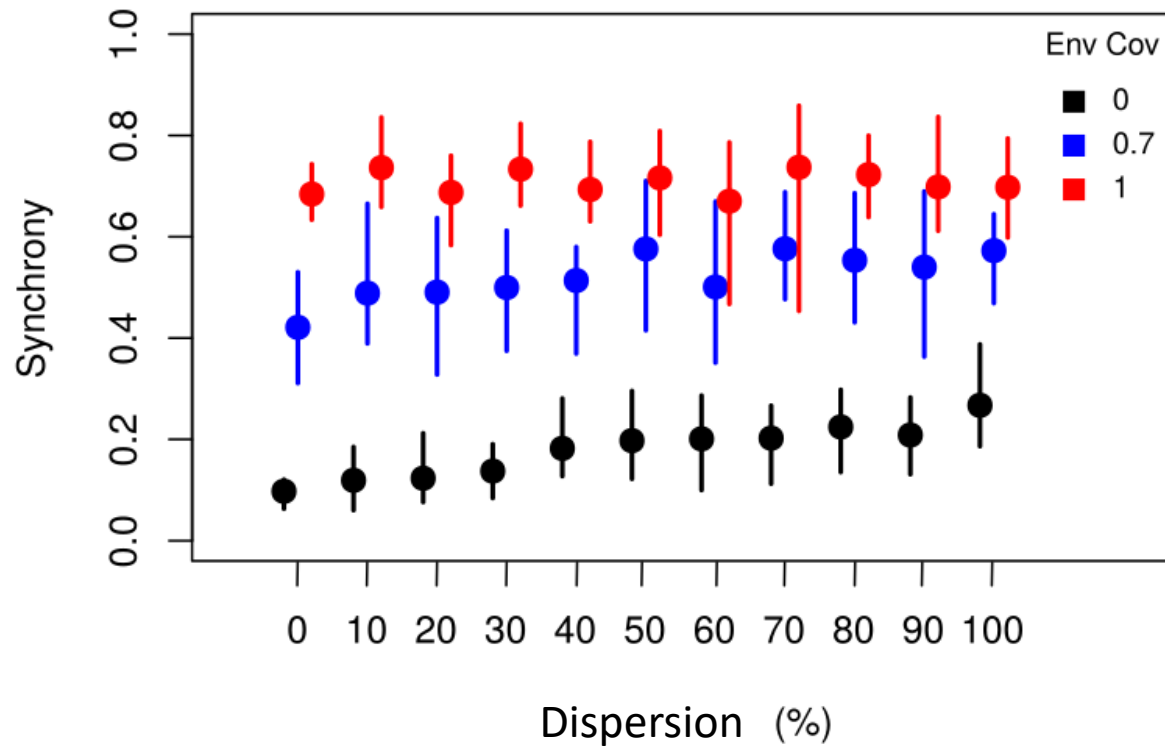


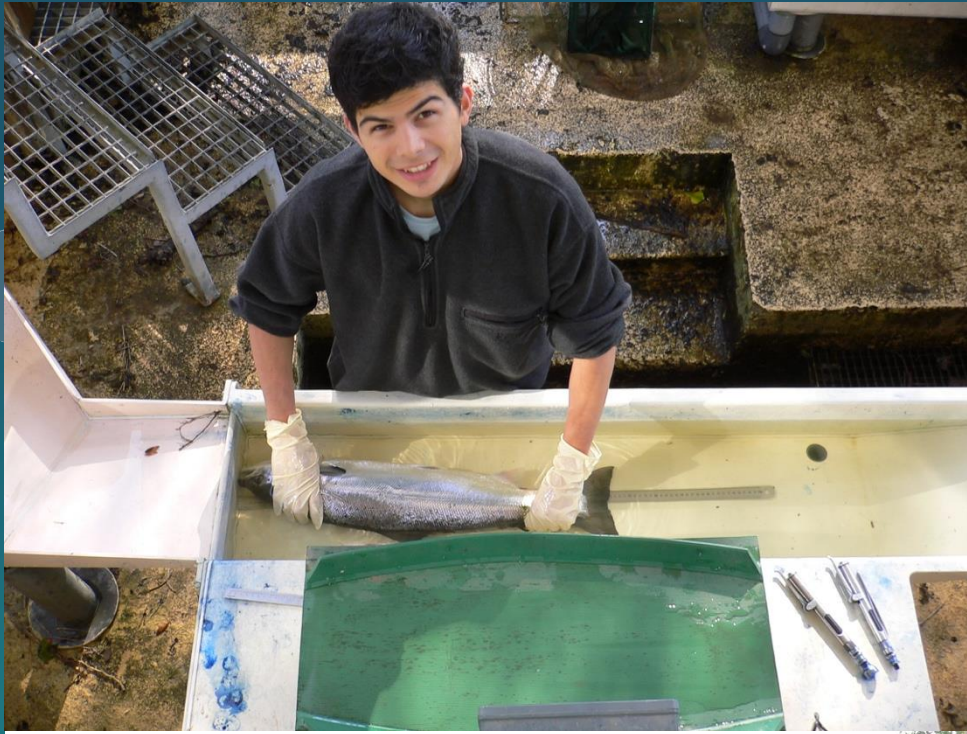
Cyril Piou
Etienne Prévost
Amaïa Lamarins
Florèn Hugon
Clément Lebot
Julien Papaïx
Stephanie Carlson

Vers une approche intégrative: l'approche portfolio



Rôle de la dispersion?





JT BGM - 8 octobre 2019 - Raconter le saumon, modéliser l'avenir !