

# Aide à la gestion des populations de poissons migrateurs

Nouvelles approches de modélisation  
intégrative pour évaluer et prédire



**Etienne Prévost, Guillaume Dauphin & Cyril Piou**

UMR INRA/UPPA ECOBIOP – St Pée sur Nivelle



# Les poissons (grands) migrateurs (amphihalins)



Saumon atlantique



Truite "de mer"



Alose(s)



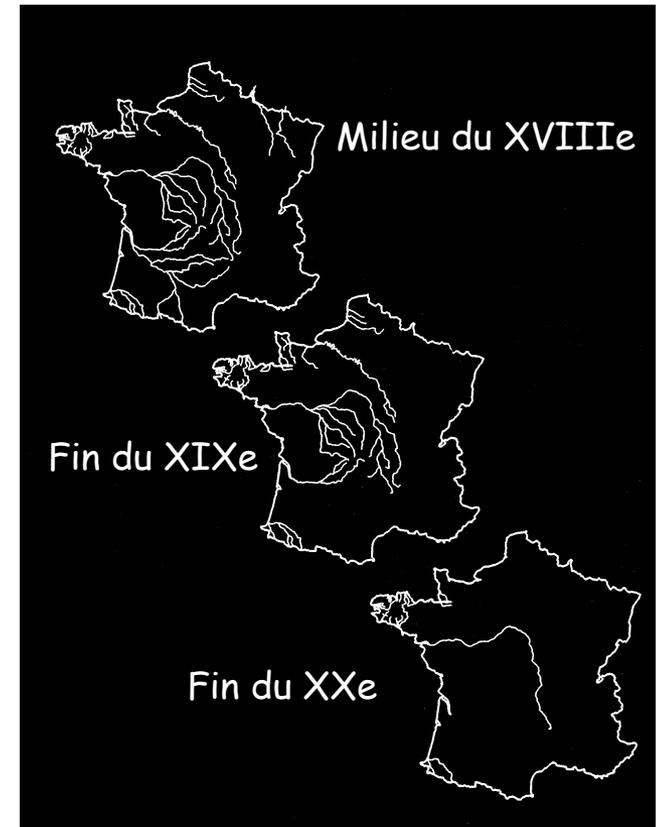
Lamproie marine



Anguille européenne

# Des espèces d'intérêt particulier

- Patrimoines naturels emblématiques et menacés
  - Reconnus comme tels par l'UE (Directive habitat)
  - Fortes régression au cours des 3 derniers siècles



***Evolution des cours d'eau colonisés par le saumon en France***

# Des espèces d'intérêt particulier

- Sensibles aux activités humaines
  - Fragmentation (barrages)
  - Pollution (physique et chimique)
  - Changement climatique
  - Pêche
  - Repeuplement



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



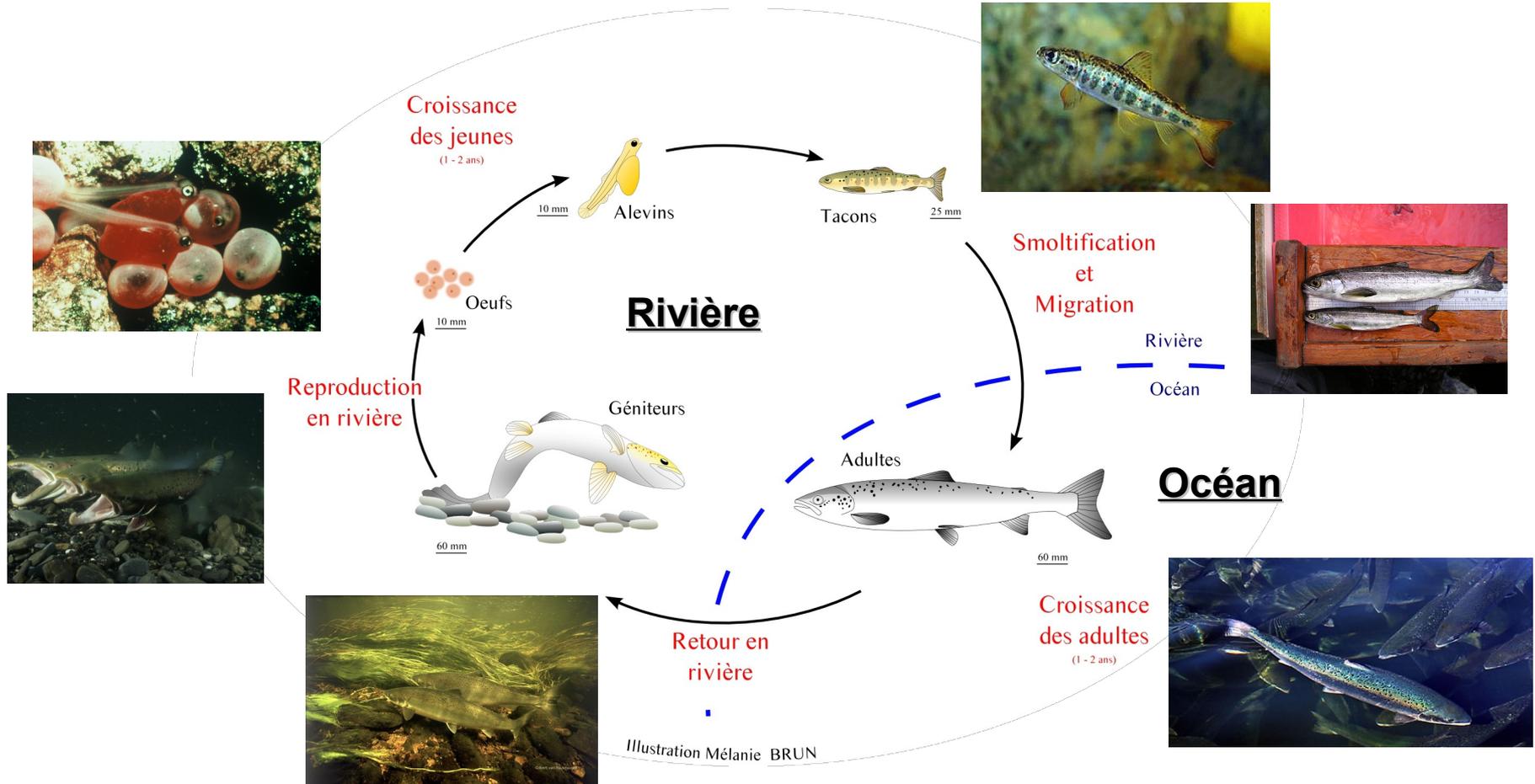
- Statut migrateur → ≠ milieux à ≠ stades → large éventail de pressions et de modalités d'actions

# Les travaux de l'INRA

- Evolution des effectifs et des caractéristiques des populations sous l'effet des changements environnementaux → démographie évolutive
  - Étude des mécanismes fondamentaux
  - Intégration des connaissances → fonctionnement des populations
  - Application pour la gestion : diagnostic, pronostic, aide à la décision
- Innovation : nouvelles approches de modélisation réconciliant concepts, théorie et observation de terrain
- Quelques illustrations sur le saumon atlantique

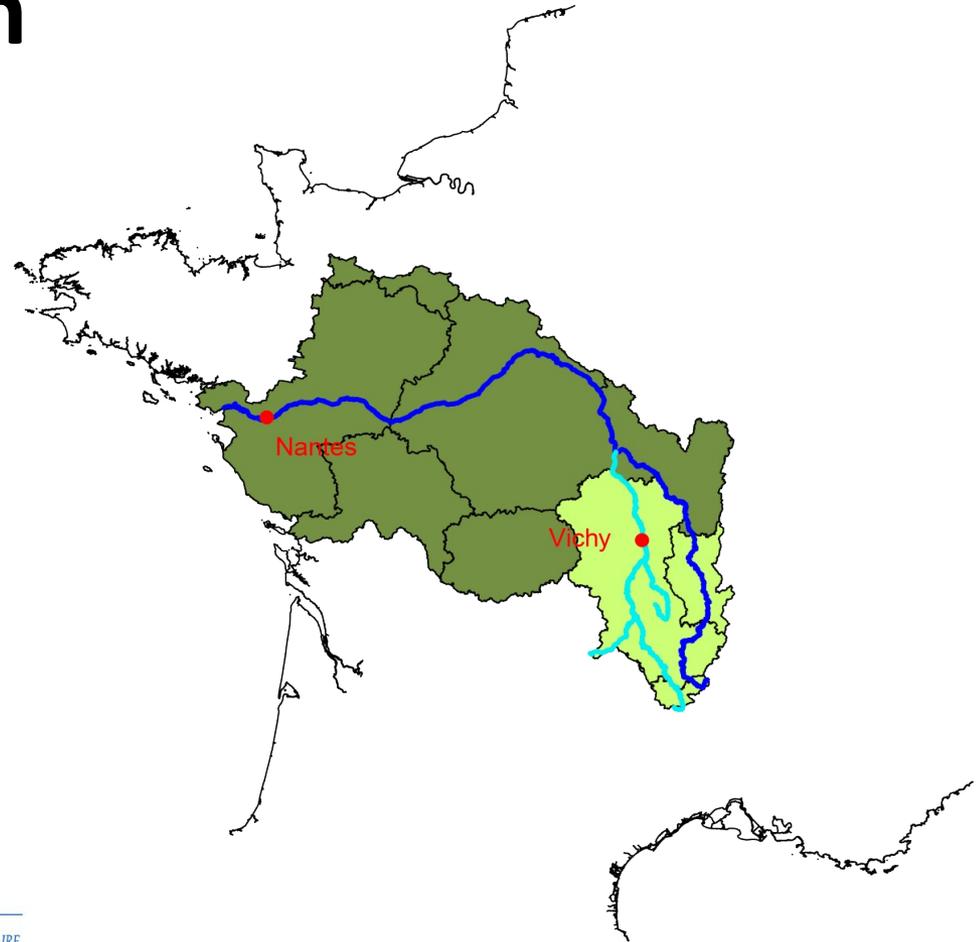


# Cycle biologique du saumon



# Effet du repeuplement sur viabilité d'une population

- Cas du saumon de l'axe Loire-Allier : patrimoine naturel remarquable

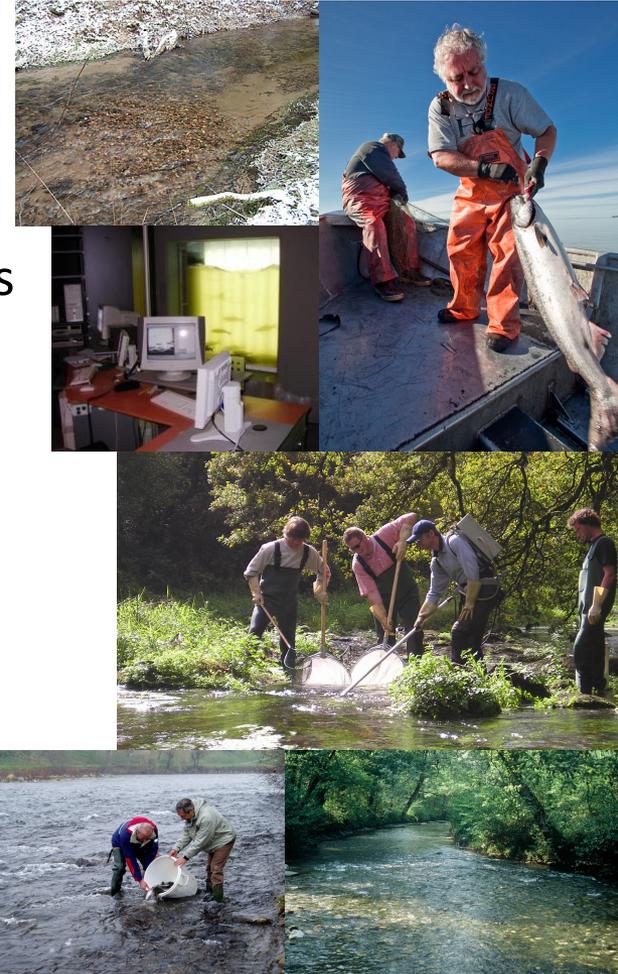


# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population

- Postulats initiaux des acteurs de la gestion :
  - Population en danger d'extinction à court terme
  - Repeuplement pour reconstituer une population viable
- Des actions de repeuplement sont menées depuis plus de 30 ans
- Les données disponibles confirment/infirmement les postulats initiaux ?

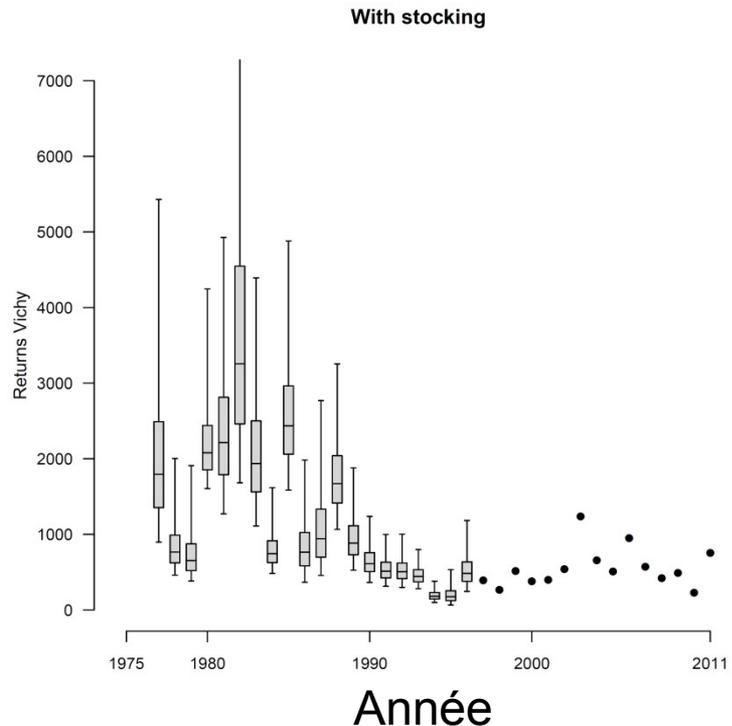
# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population

- De l'information rétrospective sur 35 ans
- Des sources de données multiples et hétérogènes
  - Captures  $\neq$  pêcheries
  - Dénombrement de frayères
  - Abondance des juvéniles en rivière
  - Comptage d'adultes
  - Effectifs des repeuplements
  - Cartographie des habitats
- Comment assimiler & synthétiser ces données ?
- ***Innovation méthodologique  $\rightarrow$  Modélisation bayésienne hiérarchique***



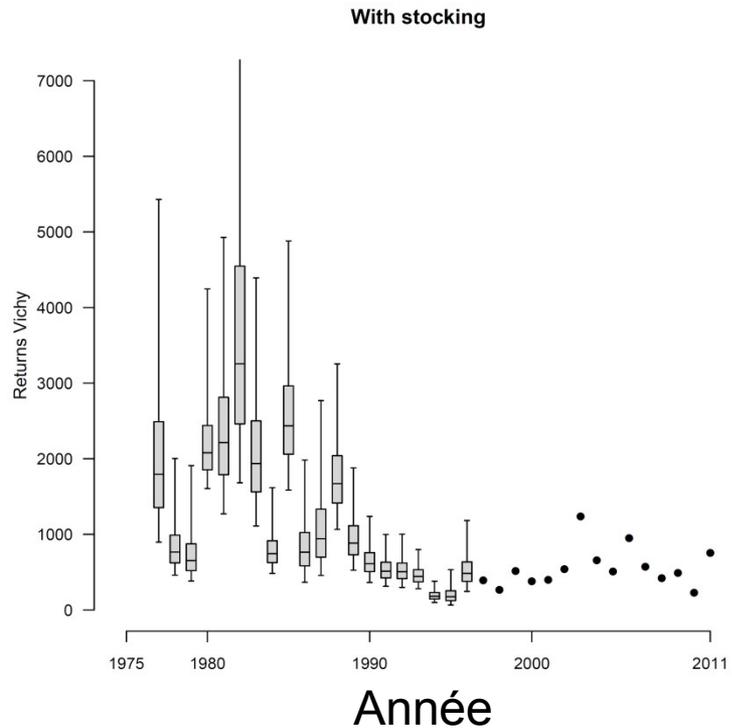
# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population

- Evolution des effectifs d'adultes depuis 1977 sous l'effet du repeuplement



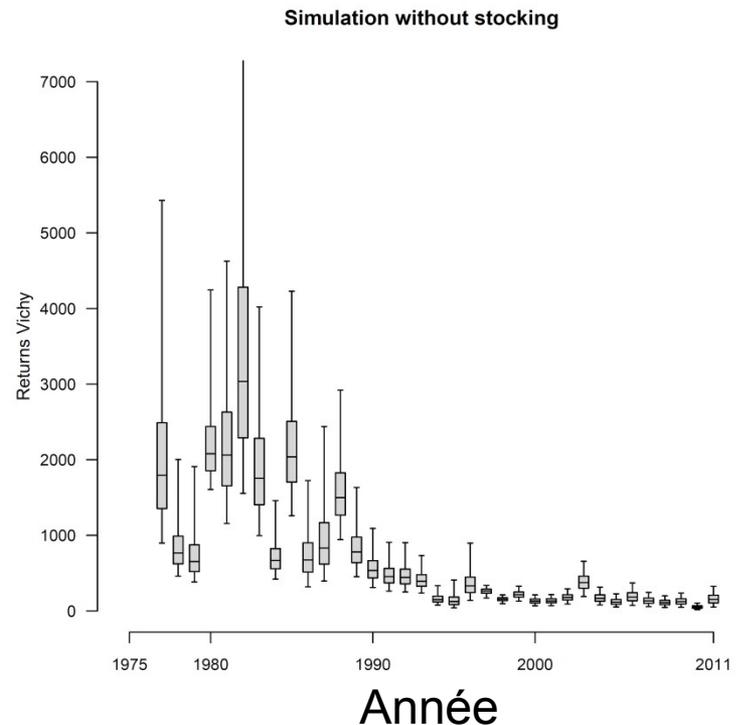
# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population

- Quel a été l'apport des repeuplements ?

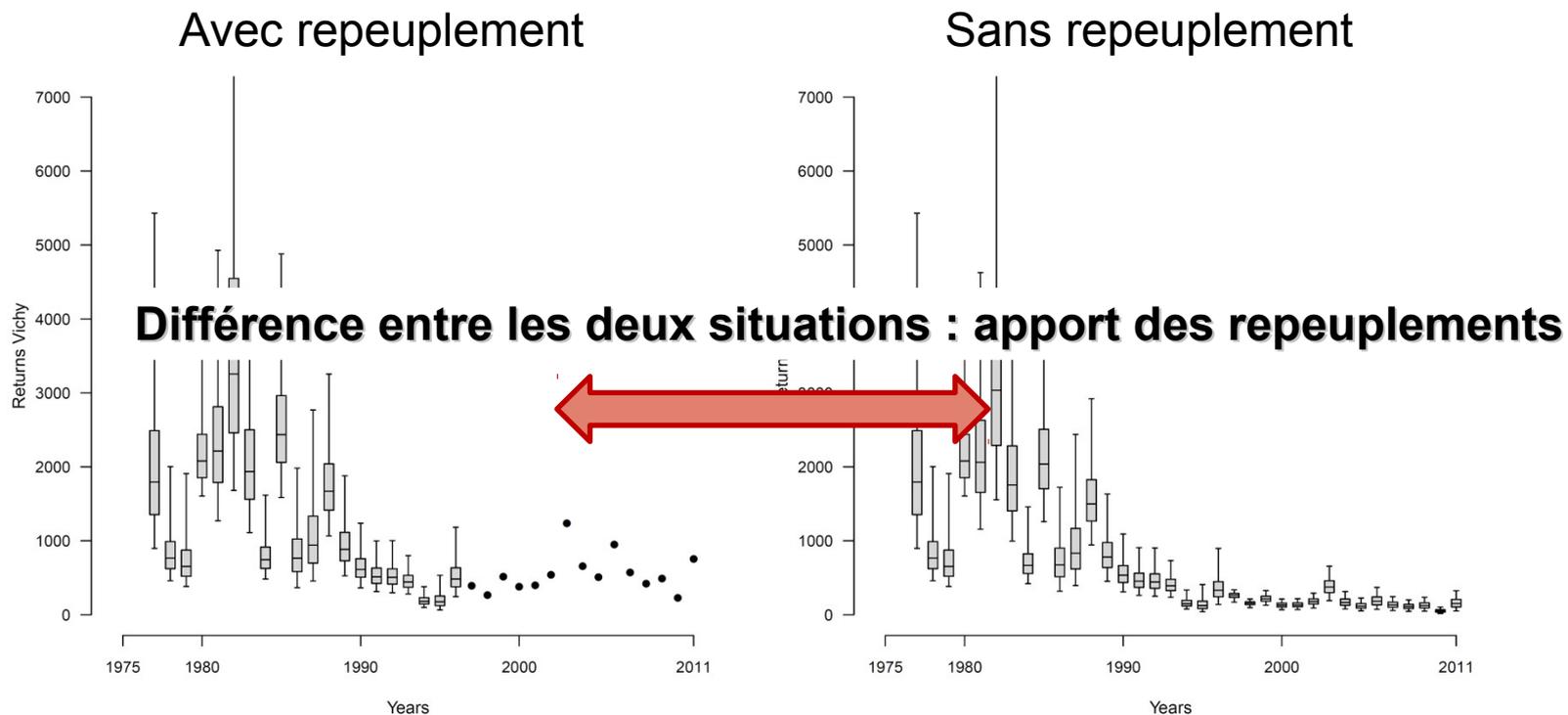


# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population

- Reconstitution des effectifs d'adultes si aucun repeuplement n'avait été effectué

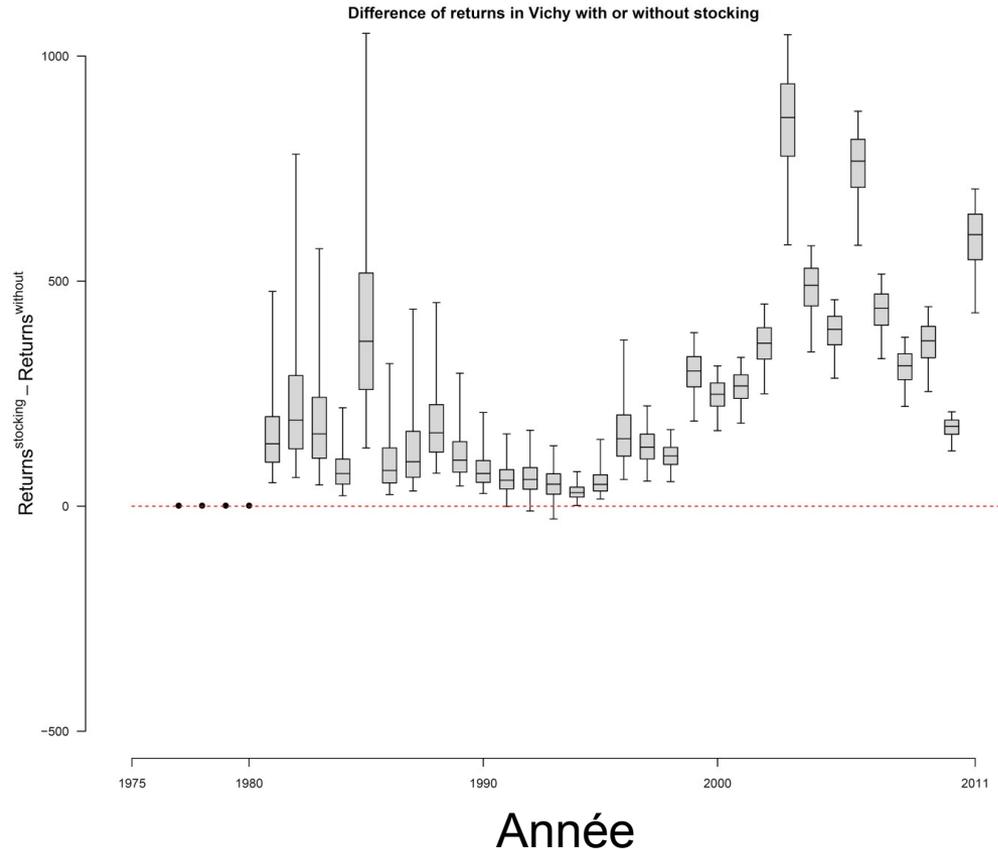


# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population



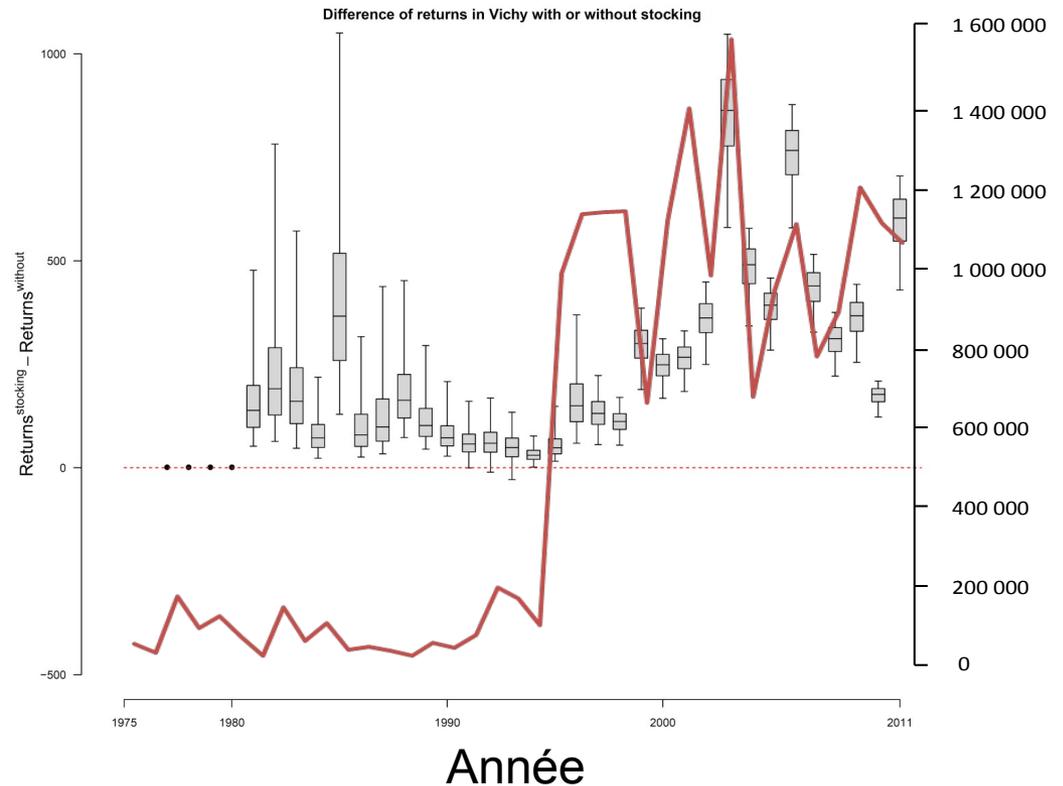
# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population

- Contribution significative (X00 adultes) des repeuplements depuis la fin des années 90



# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population

- En lien avec l'intensification significative de l'effort de repeuplement depuis le fin des années 90

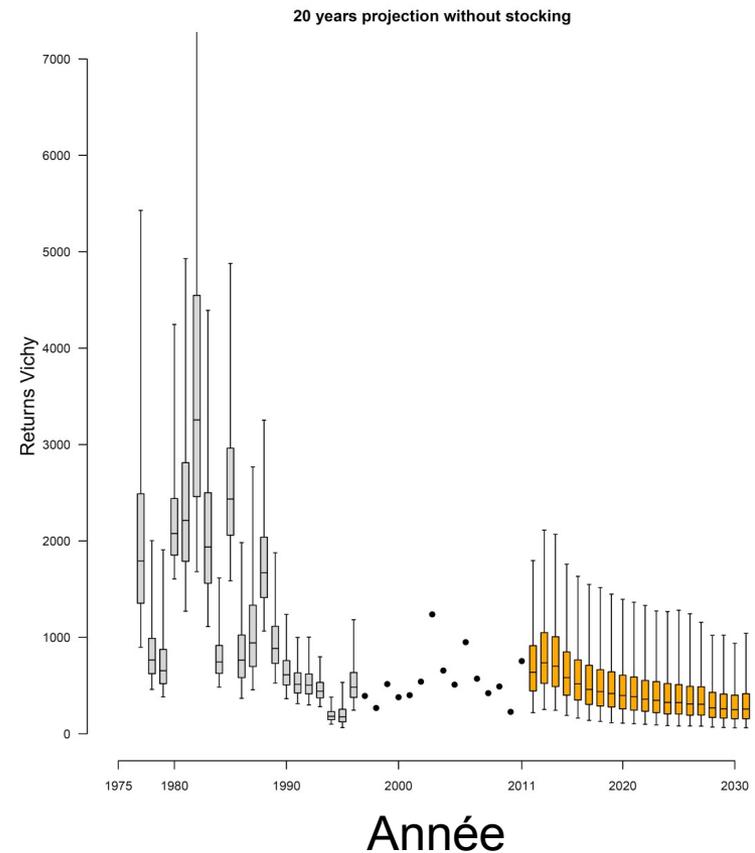


# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population

- Les repeuplements ont un effet immédiat
- Quel impact différé sur la viabilité de la population à l'horizon de 20 ans si on arrête le repeuplement ?

# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population

- Prédiction des retours à 20 ans sans repeuplement
- Le "soufflé" retombe : retour à une petite population
  - $P(N < 100) = 10\%$
  - $P(N < 500) = 85\%$



# Effet du repeuplement sur la viabilité d'une population

- Éléments d'éclairage utiles pour la gestion :
  - La population de saumon de l'Allier n'aurait pas disparu sans repeuplement
  - Repeuplement massif augmente les retours d'adultes
  - Post-repeuplement : la population resterait petite avec un risque d'extinction faible
  - Postulats initiaux invalidés :  
repeuplement = "cache misère"

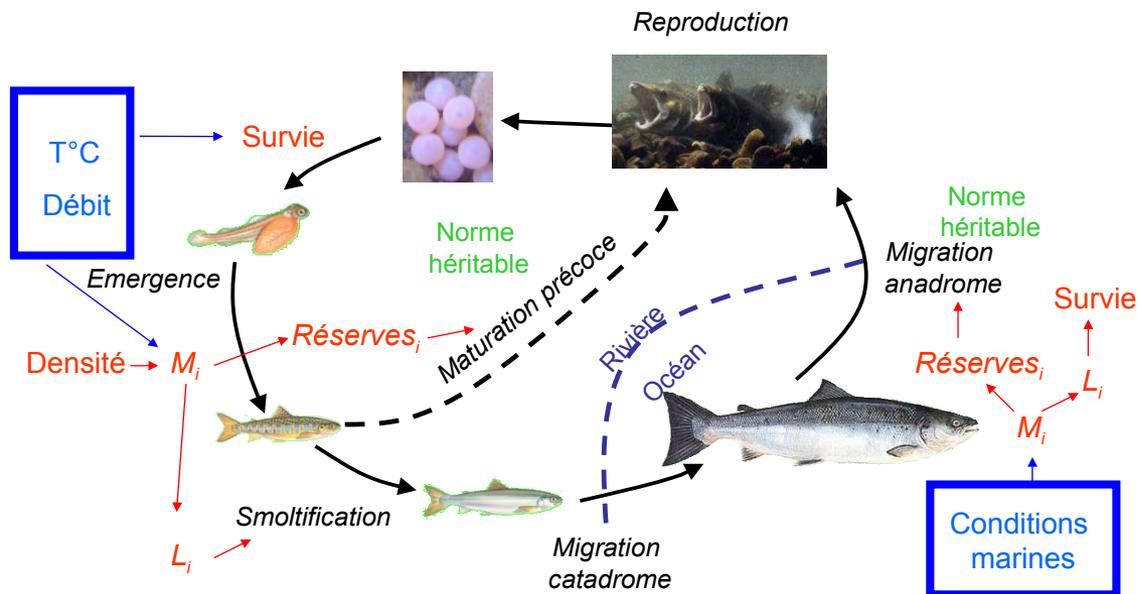
# Effet du CC sur la viabilité des populations

- CC multiforme
  - ↗ T° de l'eau
  - ↗ variabilité des débits
  - ↘ des conditions de croissance en mer
  - ...
- Exploration des conséquences de scénarios de CC
- ***Innovation : simulateur de population pour étude des effets du CC***



# Effet du CC sur la viabilité des populations

- IBASAM : modèle démo-génétique individu-centré
  - Synthèse des connaissances sur écologie, évolution et adaptation du saumon à son environnement
  - Calibration : données d'observation à long terme collectées sur l'ORE Petits fleuves côtiers



## IBASAM

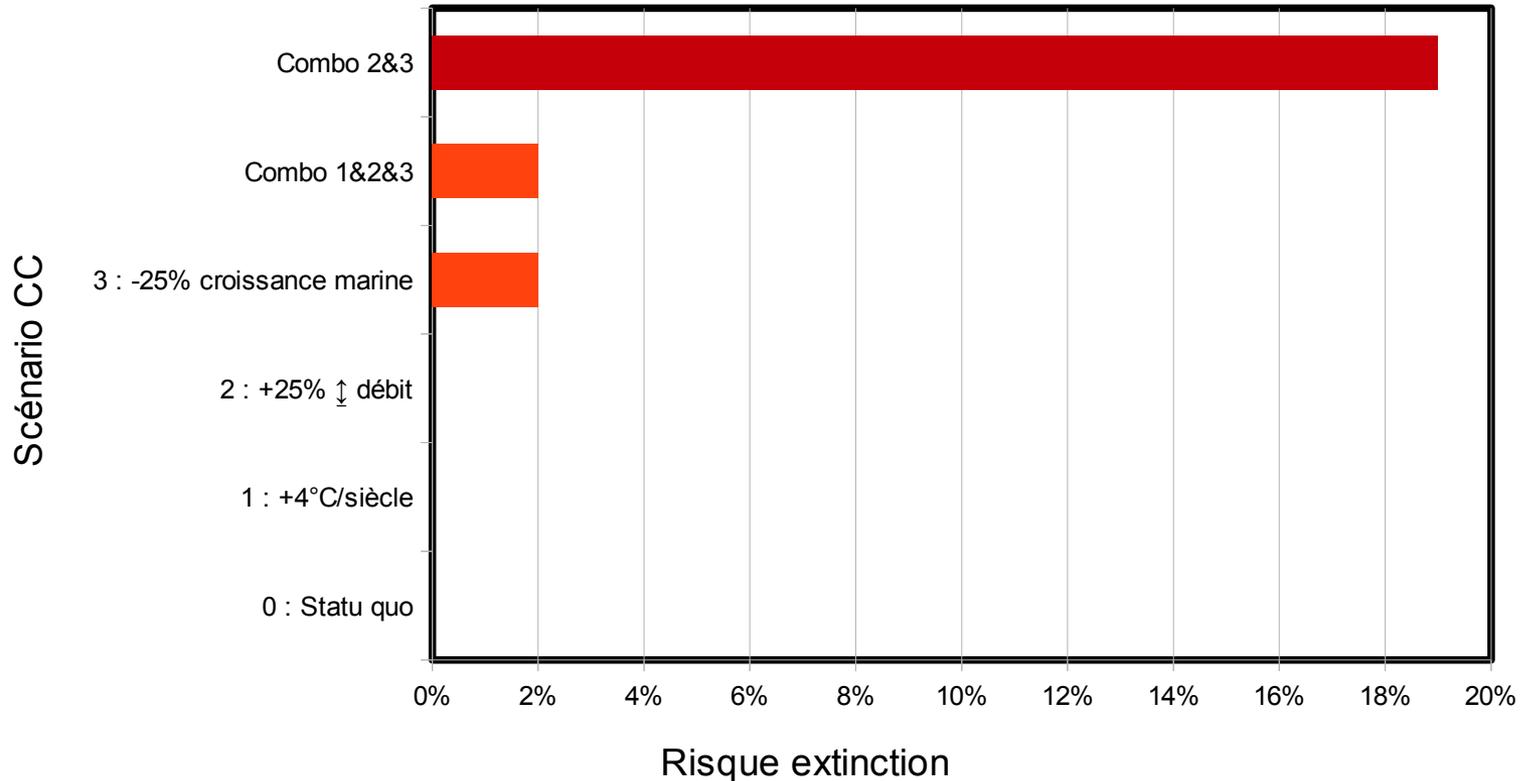
 **ONEMA**  
Office national de l'eau  
et des milieux aquatiques



# Effet du CC sur la viabilité des populations

- 27 scénarios de CC testés combinant :
  - ↗ T° de l'eau (3 modalités)
  - ↗ variabilité des débits (3 modalités)
  - ↘ des conditions de croissance en mer (3 modalités)
- Simulation d'une population type petit fleuve côtier français
- Horizon temporel : 3 prochaines décennies (2040)

# Effet du CC sur la viabilité des populations



# Effet du CC sur la viabilité des populations

- Éléments d'éclairage utiles pour la gestion
  - Hors scénario le plus défavorable, le risque d'extinction est faible (→ 2040)
  - Dans les scénarios testés → 2040 :
    - ↘ croissance marine : effet majeur
    - ↗ variabilité des débits : effet secondaire synergique
    - ↗ T° : effet atténuateur des deux autres

# Diagnostics & pronostics → aide à la gestion des poissons migrateurs

- Des progrès importants dans l'intégration de l'information
  - Connaissances scientifiques, savoir d'expert, données...
  - Modélisation Bayésienne hiérarchique ou Individu-centrée
- Aide à la gestion des populations au cas par cas fondée sur deux piliers :
  - Théorie, connaissances et méthodes génériques
  - Données et savoir contexte dépendants
- Prise en compte des incertitudes : crucial pour l'aide à la gestion
  - Quantification du risque
  - Diagnostics rétrospectifs & pronostics à court et moyen terme

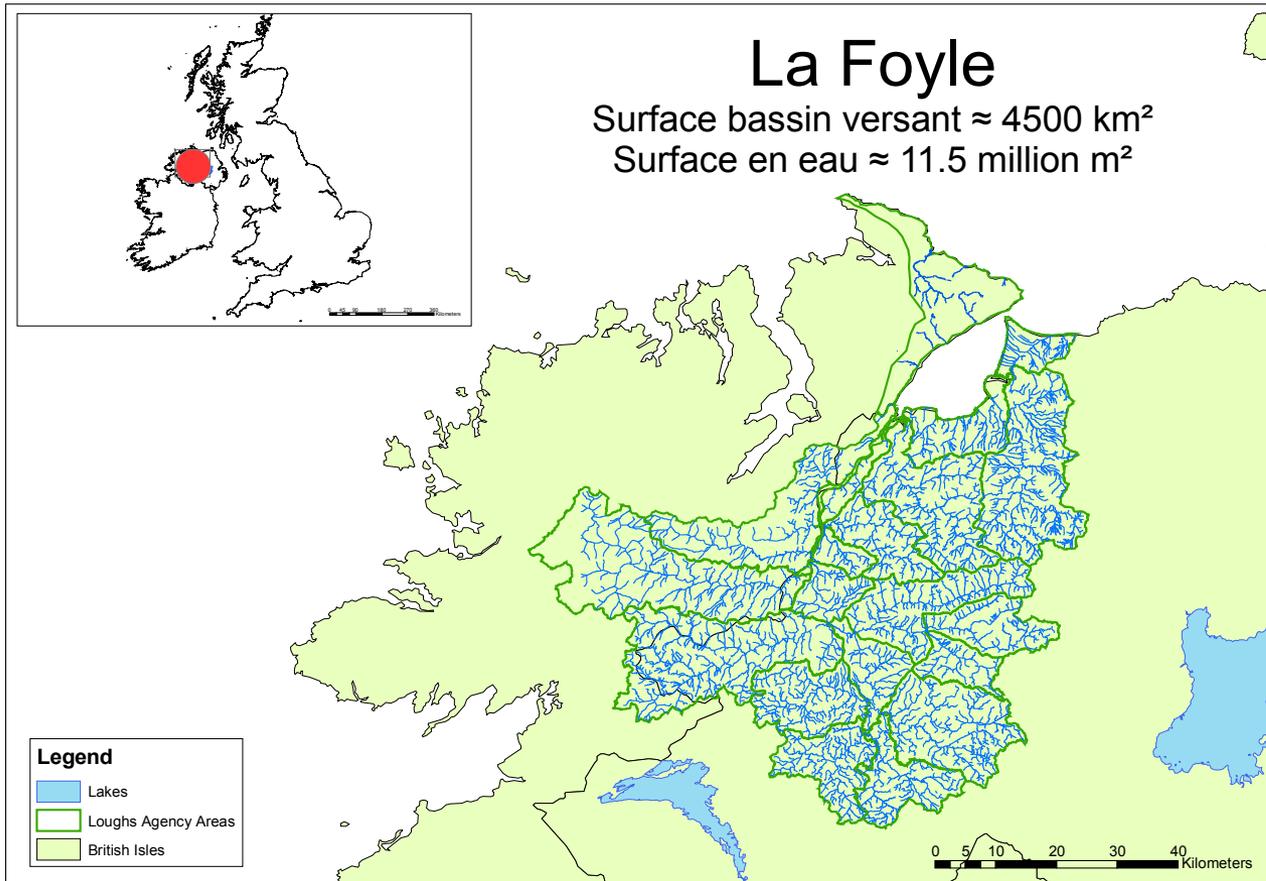
# Diagnostics & pronostics → aide à la gestion des poissons migrateurs

- Rester prudent et critique face aux simplifications et "pseudo"-évidences
  - Changement environnemental global (dont CC) en cours sans équivalent par le passé et déroulement futur est très incertain
  - Les populations naturelles sont des systèmes complexes → réseau d'interactions multiples et non-linéaires
  - Impact changement environnemental → résultante de forces contradictoires
- Rechercher des stratégies de gestion robustes vis à vis des événements imprévus

# Diagnostics & pronostics → aide à la gestion des poissons migrateurs

- Pierre Dac reste pertinent :
  - *"Rien n'est moins sûr que l'incertain"*
  - *"Les prévisions sont difficiles, surtout lorsqu'elles concernent l'avenir"*
- ***Les travaux de recherche appliquée et partenariale : plus que jamais utiles pour éclairer les décisions de gestion***

# Diagnostic : effet de la pêche sur le renouvellement des populations



Bassin de la Foyle : la plus grande population de saumon d'Europe de l'ouest

# Diagnostic : effet de la pêche sur le renouvellement des populations

- Analyse rétrospective sur 50 ans
- Des sources de données multiples et hétérogènes



Captures  $\neq$  pêcheries (50 ans)

Dénombrement de frayères (50 ans)

Abondance des juvéniles en rivière ( $\sim$  10 ans, X00 points)

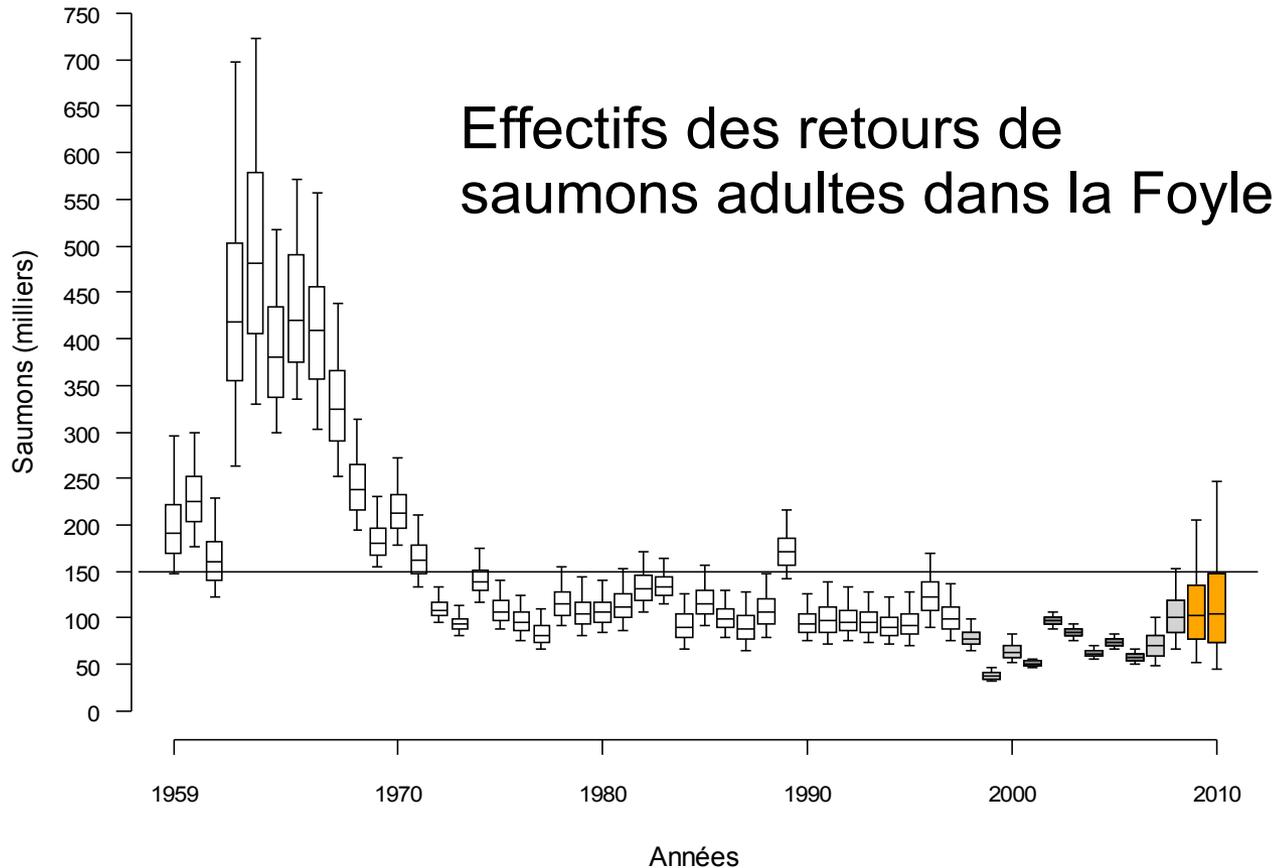
Comptage automatiques d'adultes ( $<$  10 ans)

Cartographie des habitats

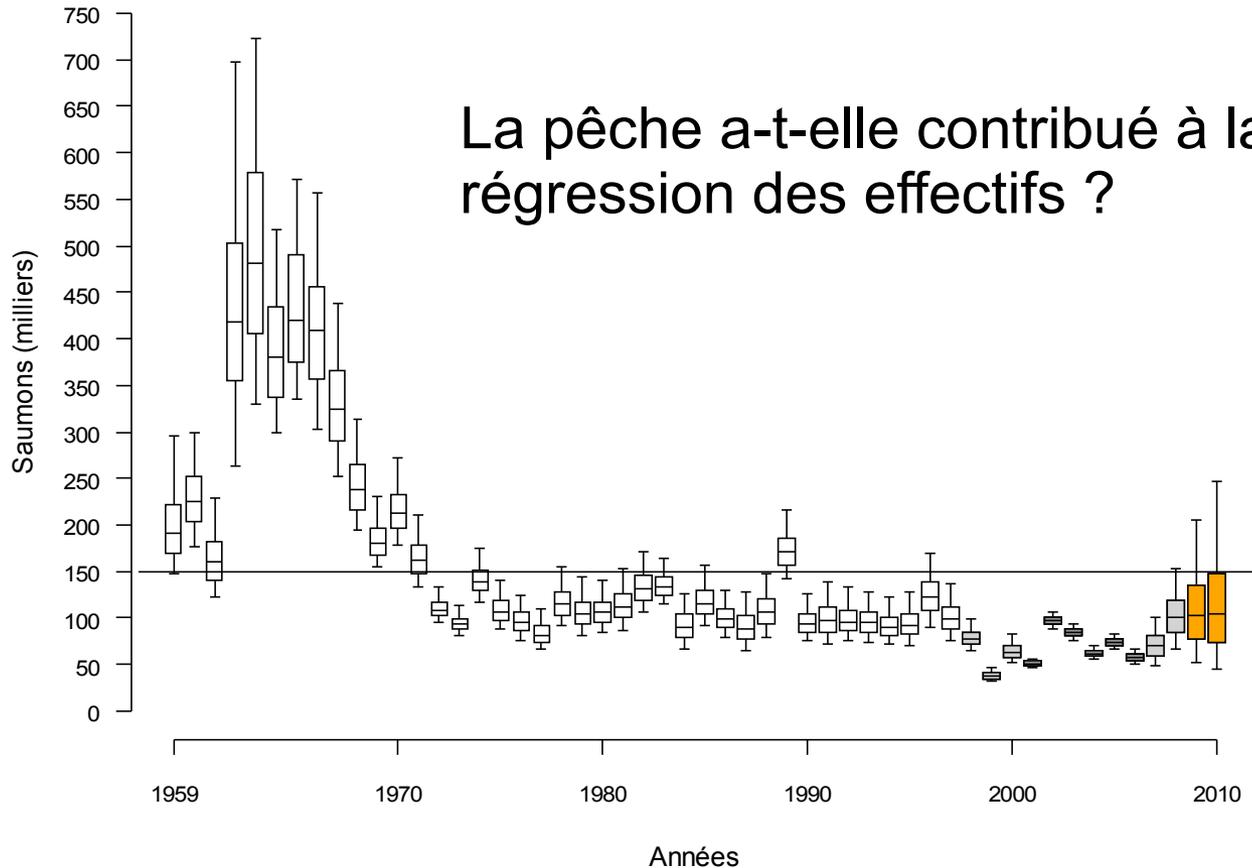
- Comment assimiler et synthétiser ces données
- ***Innovation méthodologique  $\rightarrow$  Modélisation bayésienne hiérarchique***



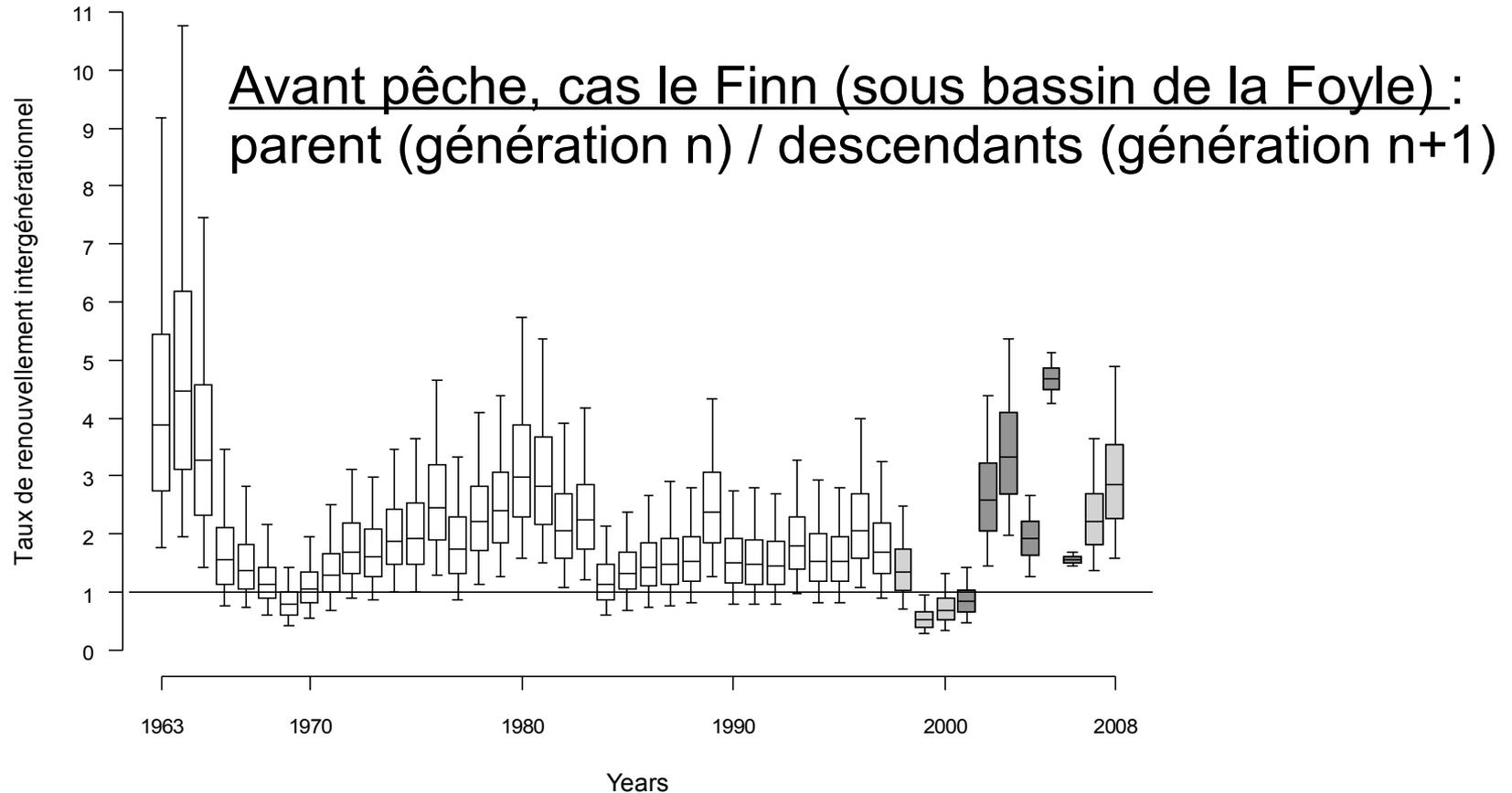
# Diagnostic : effet de la pêche sur le renouvellement des populations



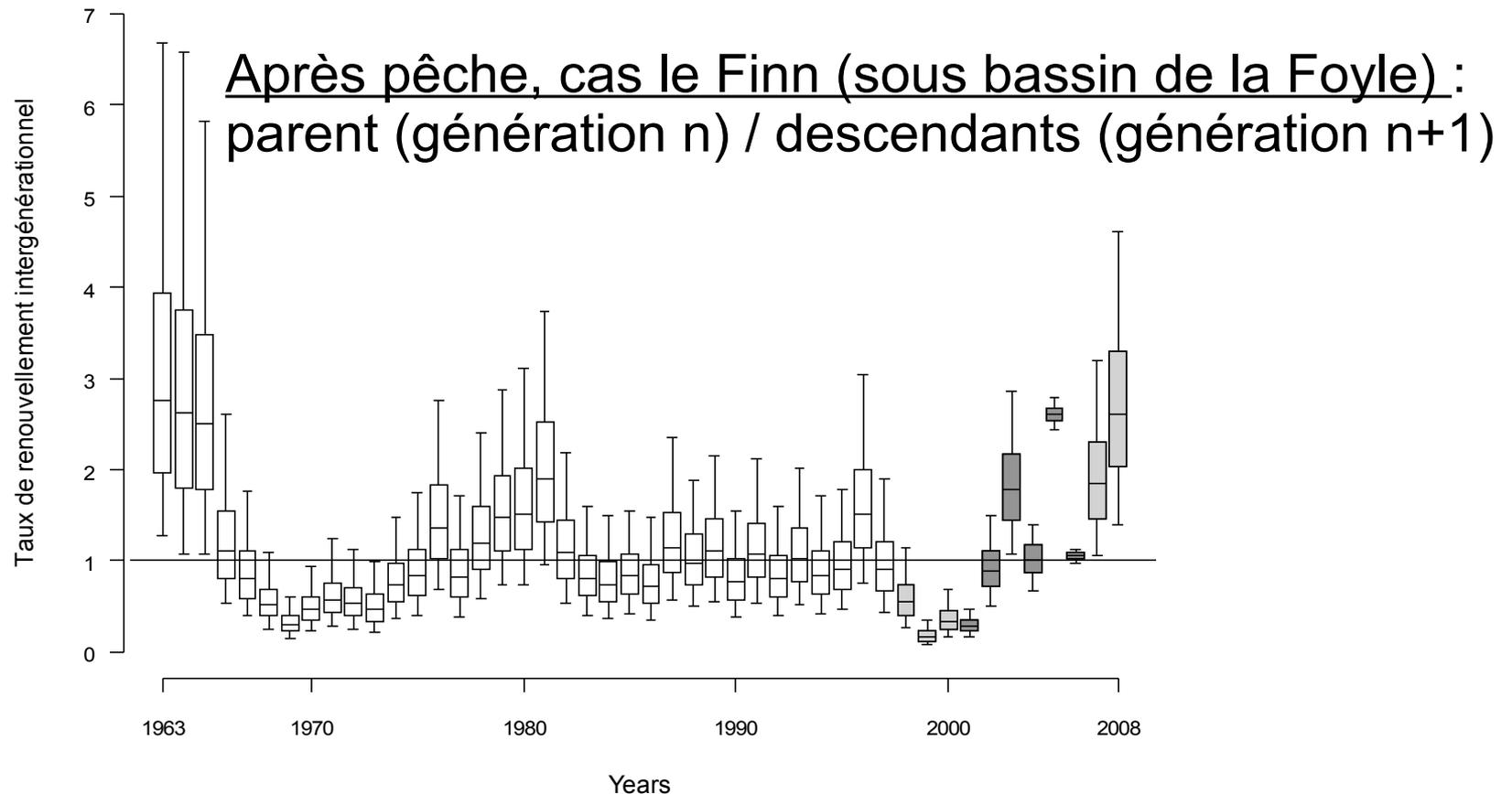
# Diagnostic : effet de la pêche sur le renouvellement des populations



# Diagnostic : effet de la pêche sur le renouvellement des populations



# Diagnostic : effet de la pêche sur le renouvellement des populations



# Diagnostic : effet de la pêche sur le renouvellement des populations

- La pêche a contribué à la régression de la population
  - Cause première : changement environnemental
- Effet des mesures de régulation de l'exploitation : seul le rachat de licence a eu un effet significatif