

Analyse de la diversité génétique et de la démographie des saumons atlantique du bassin de l'Allier

Guillaume Evanno et Sabrina Le Cam
INRA, UMR ESE, Rennes



Objectifs du projet

- 1) Identifier l'origine (sauvage / repeuplement) des géniteurs remontant dans l'Allier
- 2) Caractériser la structure génétique spatiale et temporelle de cette population
- 3) Caractériser la diversité génétique du système immunitaire (CMH)



Caractère unique du saumon de l'Allier

Isolement des sites de reproduction (>700 km de l'estuaire).

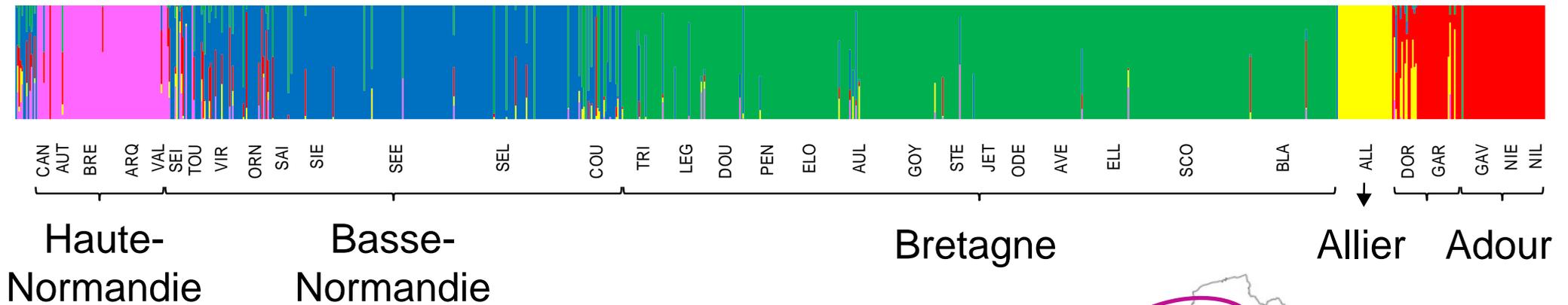
Quasiment 100 % d'individus à long séjour marin (2-3 ans en mer).

Phénologie de migration : 1ères arrivées en estuaire en automne (1 an avant la reproduction).

Différenciation génétique forte avec les autres populations européennes.



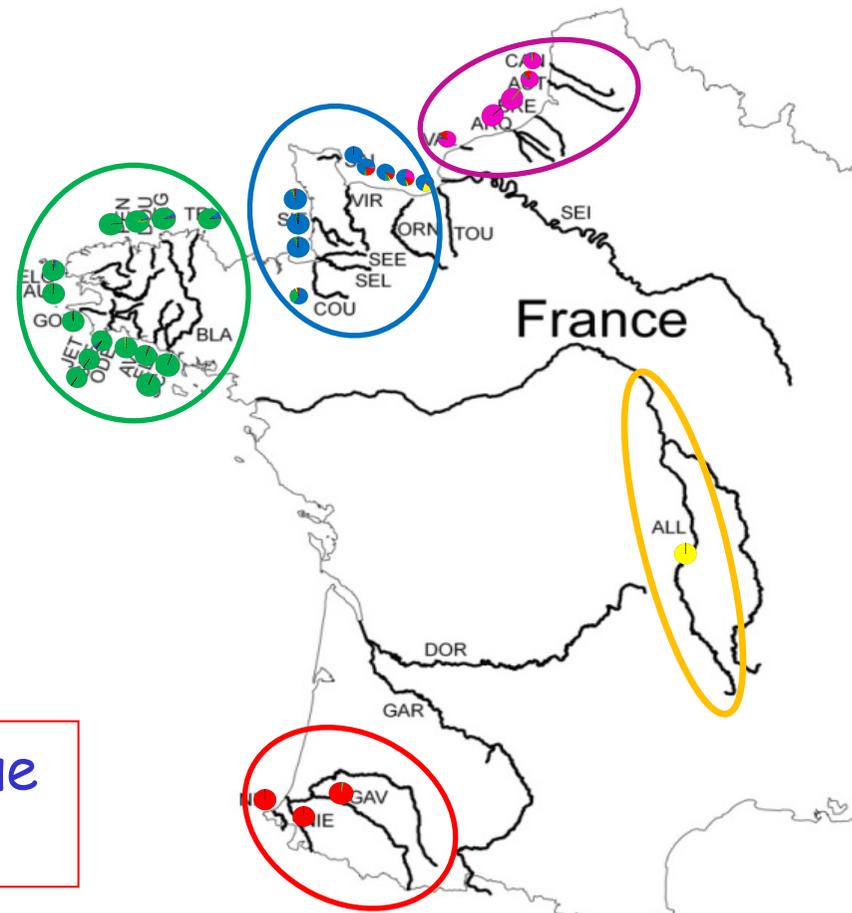
Structure génétique des populations françaises de saumon atlantique



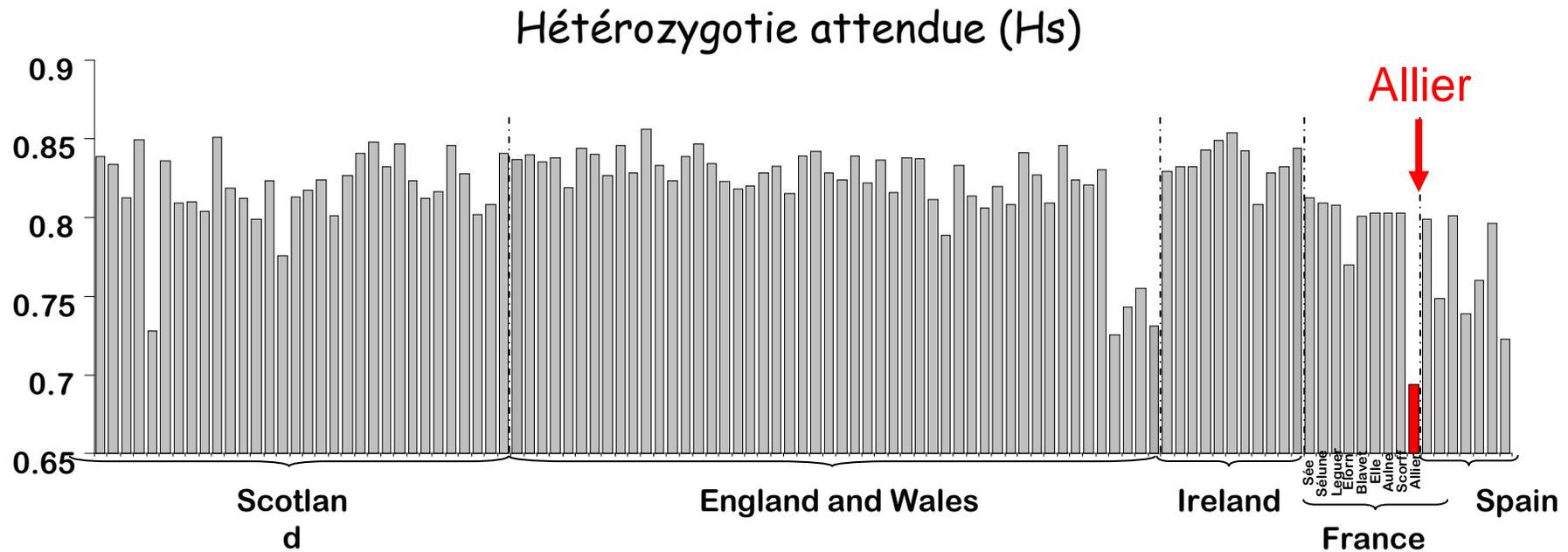
Thèse Charles Perrier (2007-2010) :

- 34 populations
- 977 individus (cohortes 1995-2005)
- Echantillons d'écaillés
- 17 marqueurs microsatellites

Structure hiérarchique
en 5 groupes



Diversité génétique des populations européennes de saumon atlantique



-> Diversité relativement faible

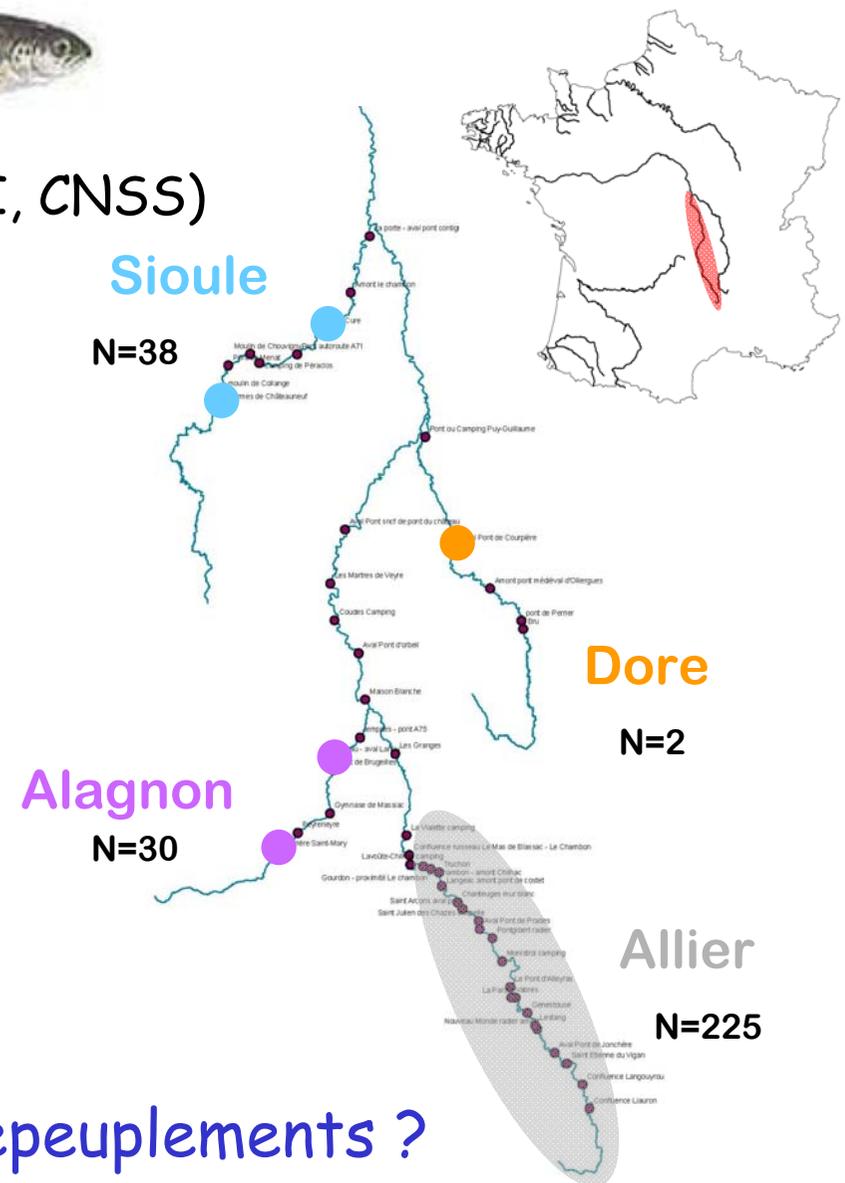
Structuration génétique spatiale des juvéniles : l'Allier *versus* ses affluents



- 30 stations non alevinées
- 295 tacons échantillonnés en 2009 (LOGRAMI, CNSS)
- Génotypage à 15 marqueurs microsatellites

Différenciation génétique (F_{st}) entre
l'Allier et ses affluents :

| | Alagnon | Allier | Sioule |
|---------|---------|--------|--------|
| Alagnon | | 0,8%* | 2,15%* |
| Allier | | | 1,1%* |
| Sioule | | | |



Différenciation très faible, effet des repeuplements ?

Caractérisation de la diversité génétique du système immunitaire



Problèmes sanitaires observés sur les géniteurs

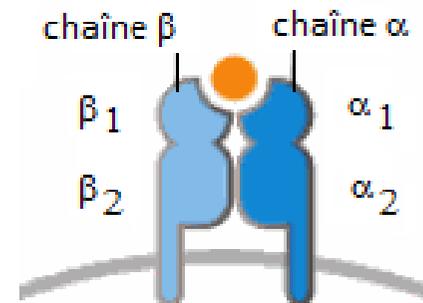
Etude du gène du Complexe Majeur d'Histocompatibilité (CMH)

-> implication dans l'adaptation locale / potentiel évolutif

Evolution de la diversité du CMH de la population de l'Allier en 30 ans ?

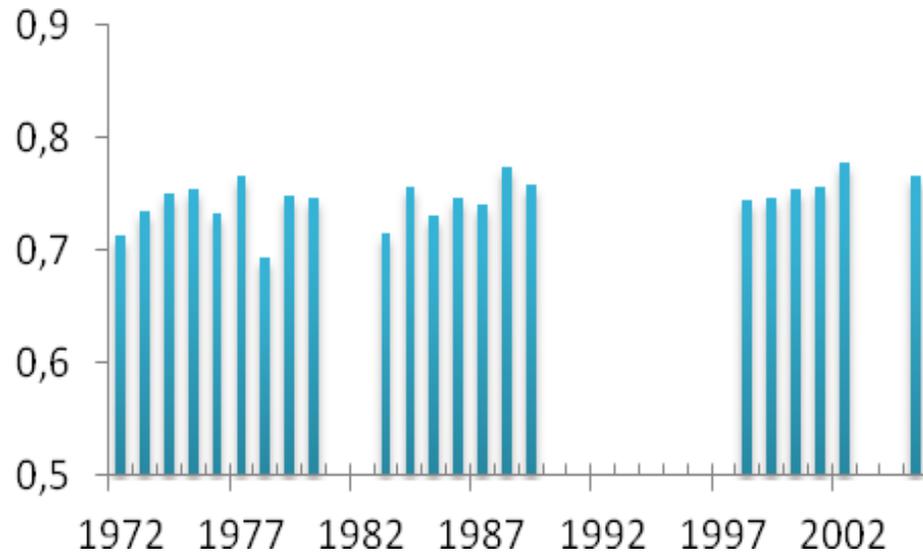
Echantillonnage et analyses moléculaires :

- 529 individus (écailles 1976-2009)
- 22 cohortes
- 15 loci microsatellites (neutres)
- Séquençage d'un locus du CMH de classe II beta (sous sélection)

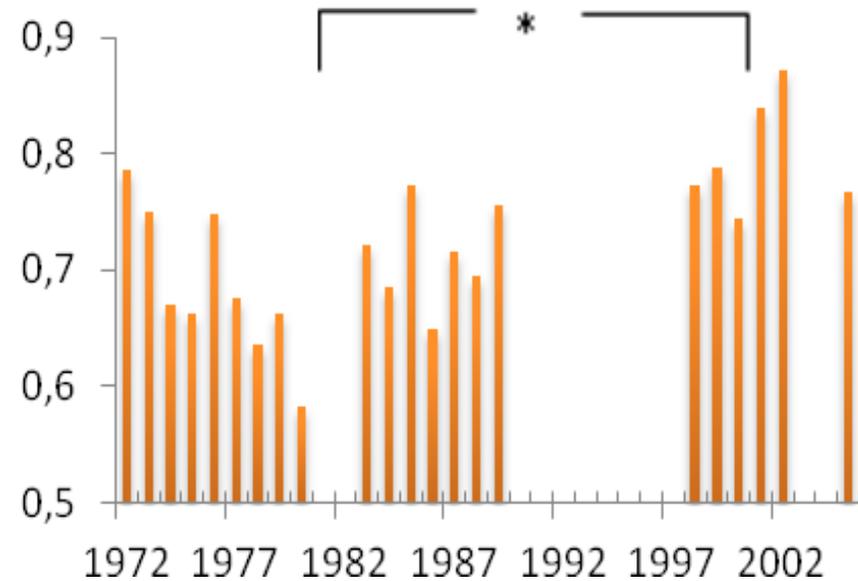


Evolution de la diversité génétique des cohortes de 1972 à 2005

Hétérozygotie (Hs)



Microsatellites
(diversité neutre)



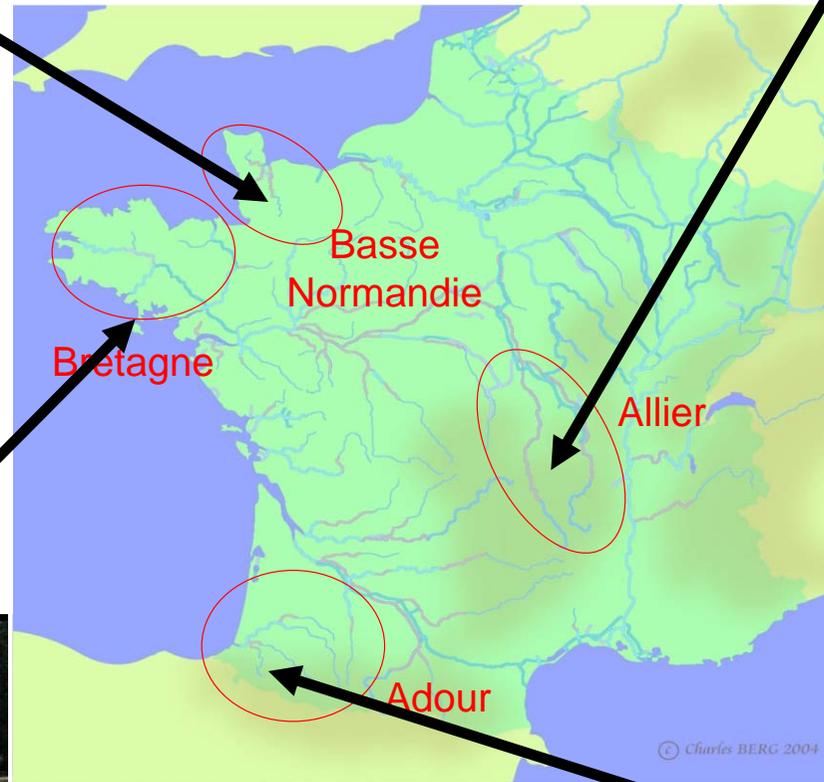
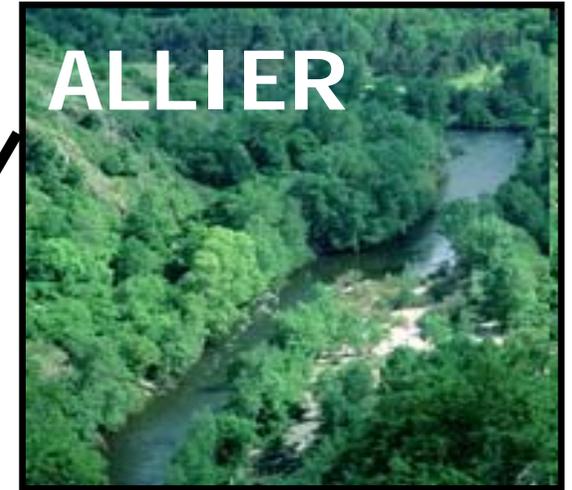
CMH
(diversité sous sélection)

-> Stabilité de la diversité génétique neutre

-> Augmentation significative de la diversité du CMH et changement des fréquences alléliques au cours du temps.

Adaptation aux stress environnementaux chez le saumon atlantique : comparaison des performances au stade embryonnaire de 4 populations à des conditions d'hypoxie

Thèse de Jessica Côte (2009-2012)



Adaptation aux stress environnementaux chez le saumon atlantique



Croisements pour chaque population :

- 4 femelles x 4 mâles = 16 familles

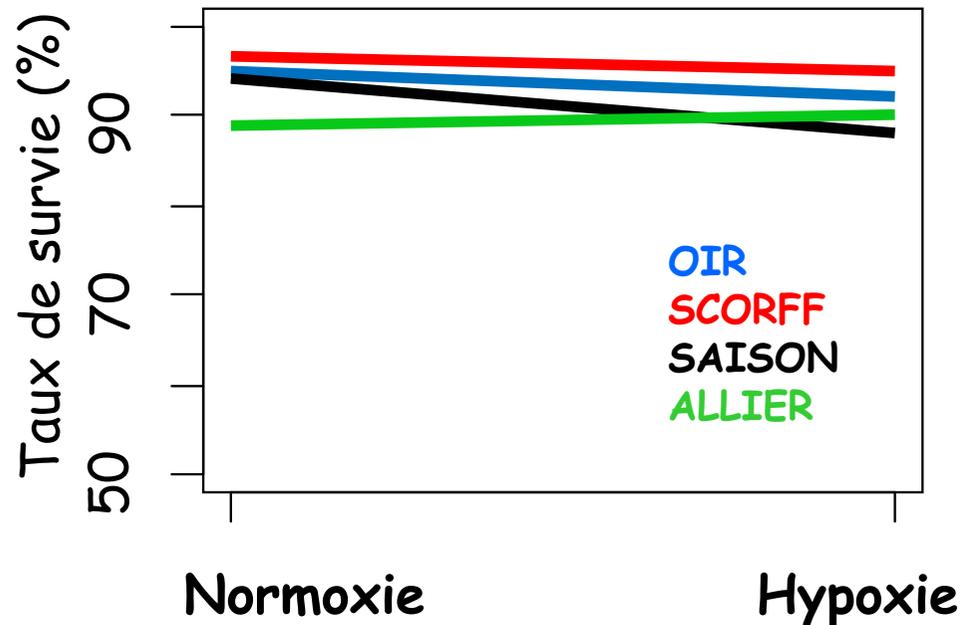
Conditions d'incubation

- T°C : 10°C

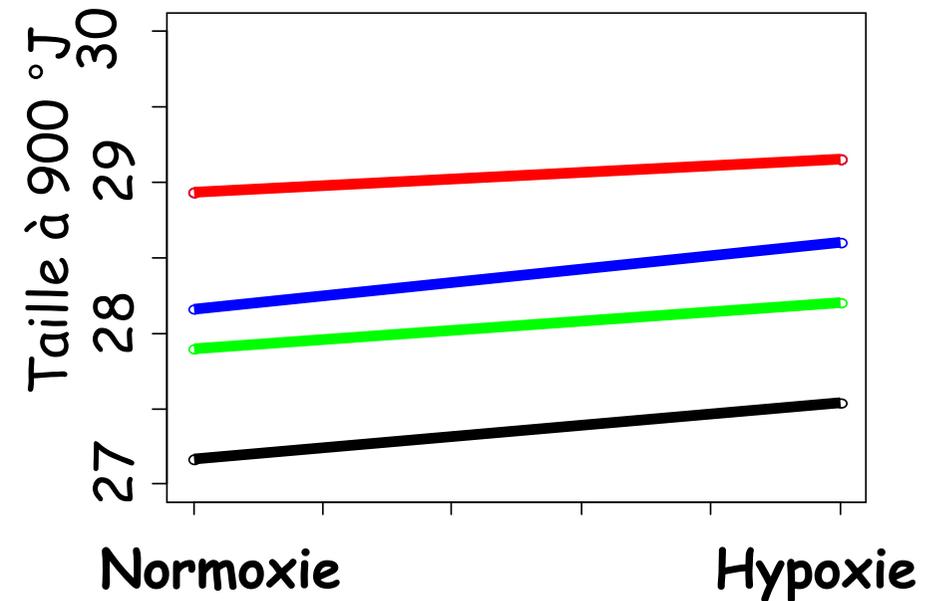
- Traitement 4.5 (hypoxie) et 10 mg d'O₂ / L (normoxie)

Adaptation aux stress environnementaux chez le saumon atlantique

Taux de survie



Taille à 900°J



-> La survie et la taille des embryons de l'Allier sont similaires à celles des autres populations : bonne performances à 10°C même en conditions d'hypoxie !

-> pas de problème « intrinsèque » à la population de l'Allier



Identification de l'origine des géniteurs remontant dans l'Allier

Rempoissonnements réalisés par le CNSS

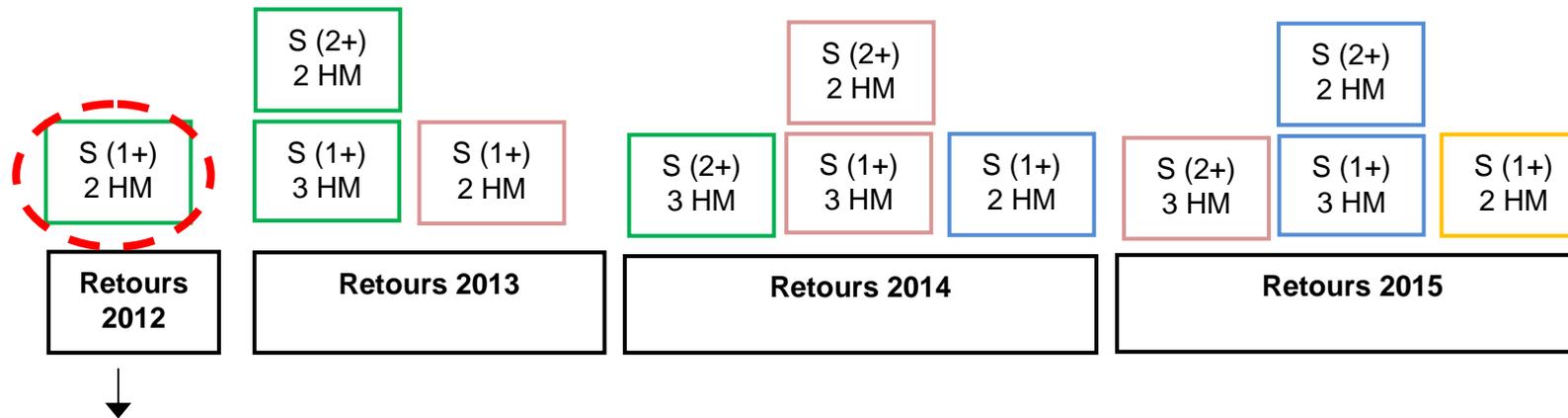
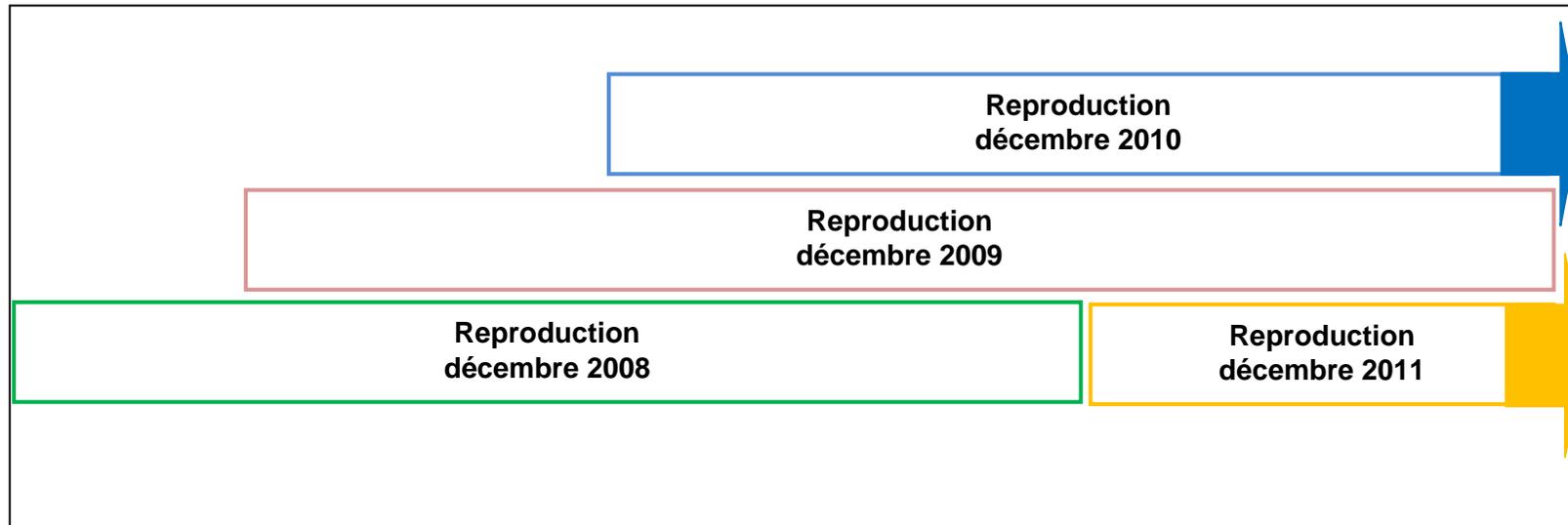
- > smolts marqués (retours très faibles)
- > embryons + alevins **non marqués**

Quelle est la proportion des individus issus de la pisciculture parmi les individus adultes qui remontent sur l'axe Loire / Allier ?
-> Mesure 58 Plagepomi 2009-2013

Méthodes :

- > Génotypage (15 marqueurs microsatellites) des géniteurs enfermés et sauvages utilisés en 2008 (2056 femelles et 560 mâles enf.) puis d'adultes sauvages capturés à la remontée à partir de 2012 (n=93).

Identification de l'origine des géniteurs remontant dans l'Allier



Individus « assignables » en 2012
: n = 24 sur les 93 ind. capturés

-> Nécessité de poursuivre ce programme sur plusieurs années

Identification de l'origine des géniteurs remontant dans l'Allier

Sur 21 Individus 1ED2EM de la cohorte 2009 : 9 issus du CNSS

-> 43% (5 capturés à Vichy et 4 sur la Sioule)

-> FAIBLE NOMBRE D'ECHANTILLONS : Nécessité de poursuivre ce programme sur plusieurs années, analyses en cours des 1ED3EM et 2ED2EM de la cohorte 2009 capturés en 2013. Poursuite sur plusieurs années : cohortes 2010

Résumé

- Diversité génétique neutre relativement faible mais temporellement stable de la population.
- Performances des embryons de l'Allier face au stress hypoxique comparables à celle des autres populations.
- Changements temporels de fréquences alléliques au CMH potentiellement dus à des variations dans la communauté de pathogènes et / ou au repeuplement.
- Proportion significative d'individus issus des repeuplements parmi les géniteurs ayant une nageoire adipeuse intacte mais nombre d'échantillons faible : Nécessité d'un suivi pluriannuel pour confirmer cette tendance.

Dynamique de la population sur 35 ans et étude prospective

Etienne Prévost & Guillaume Dauphin

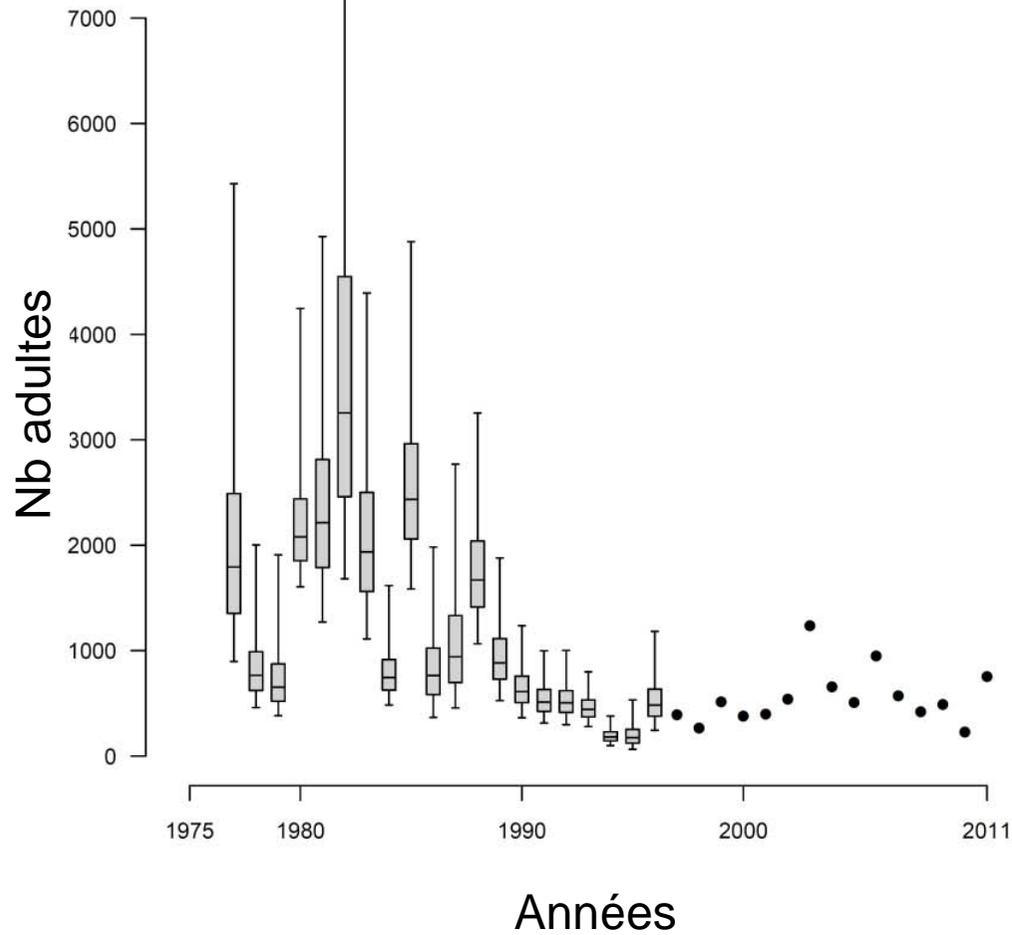
INRA – UMR 1224 Ecobiop – St Pée s/ Nivelle

Objectifs :

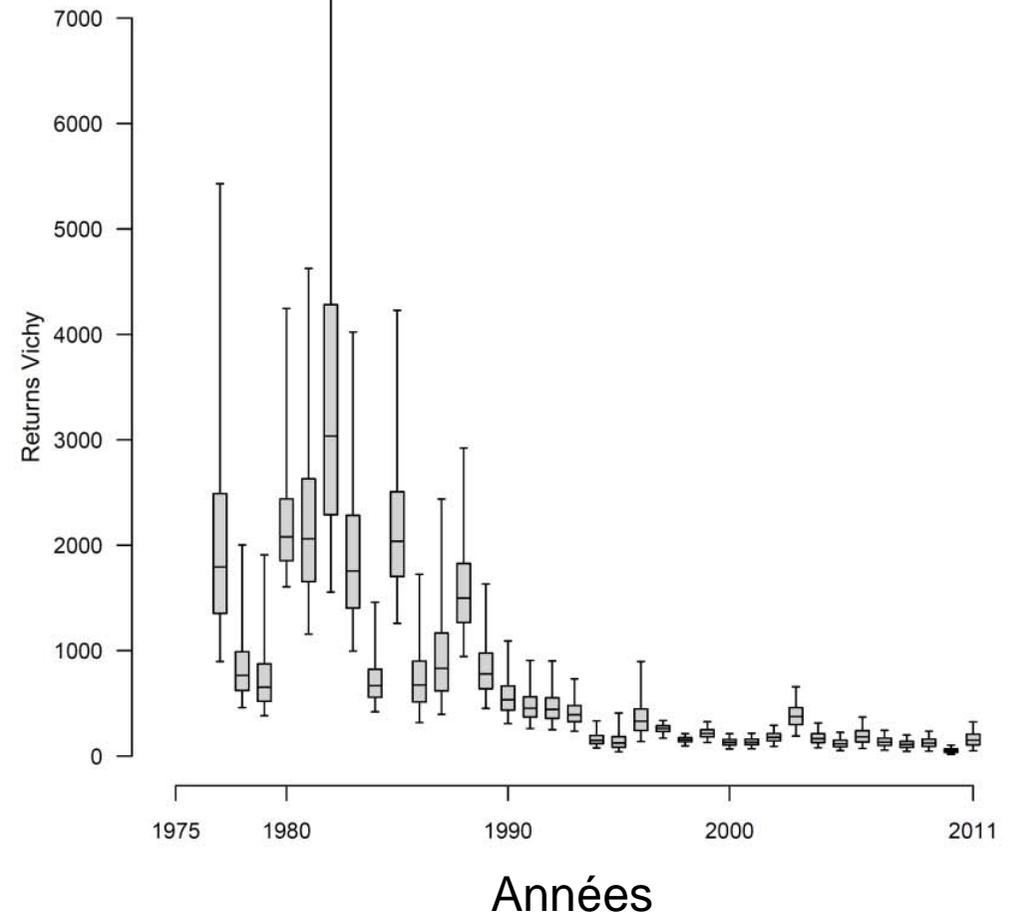
- Fournir une analyse rétrospective de la dynamique de population du saumon de l'allier des années 70 à nos jours.
 - Identifier les conditions requises (d'ordre naturel ou anthropique) pour assurer la viabilité de la population « sauvage » de saumon atlantique dans le bassin de l'Allier.
 - **Double postulat consensuel à l'origine des repeuplements :**
 - Population en danger d'extinction à court terme
 - Repeuplement nécessaire pour reconstituer une population viable
- > Des actions de repeuplement sont menées depuis plus de 30 ans*
- Les données disponibles confirment/infirmement ces postulats initiaux ?

Effectifs adultes comptés ou estimés à Vichy

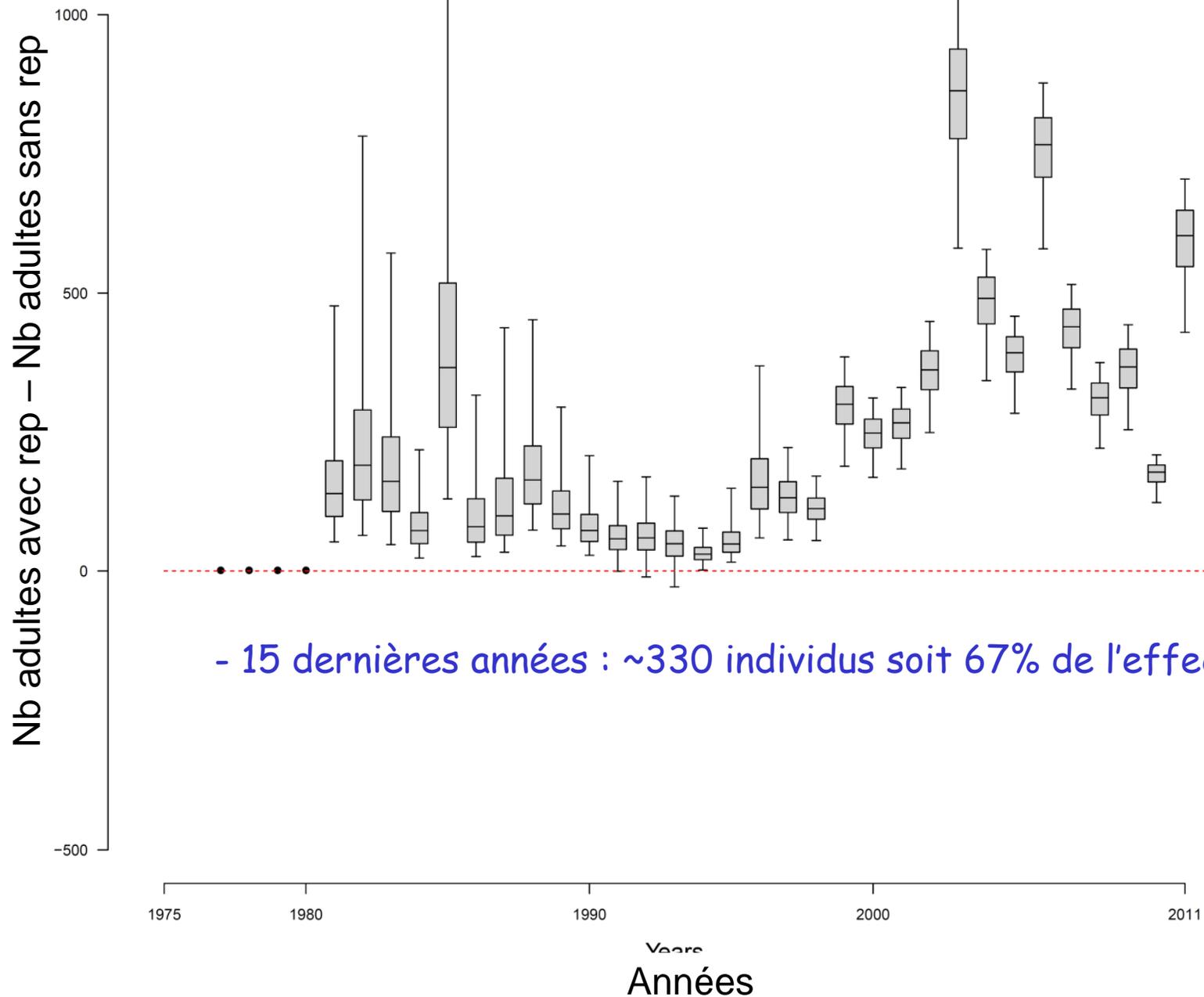
Avec repeuplement



Sans repeuplement

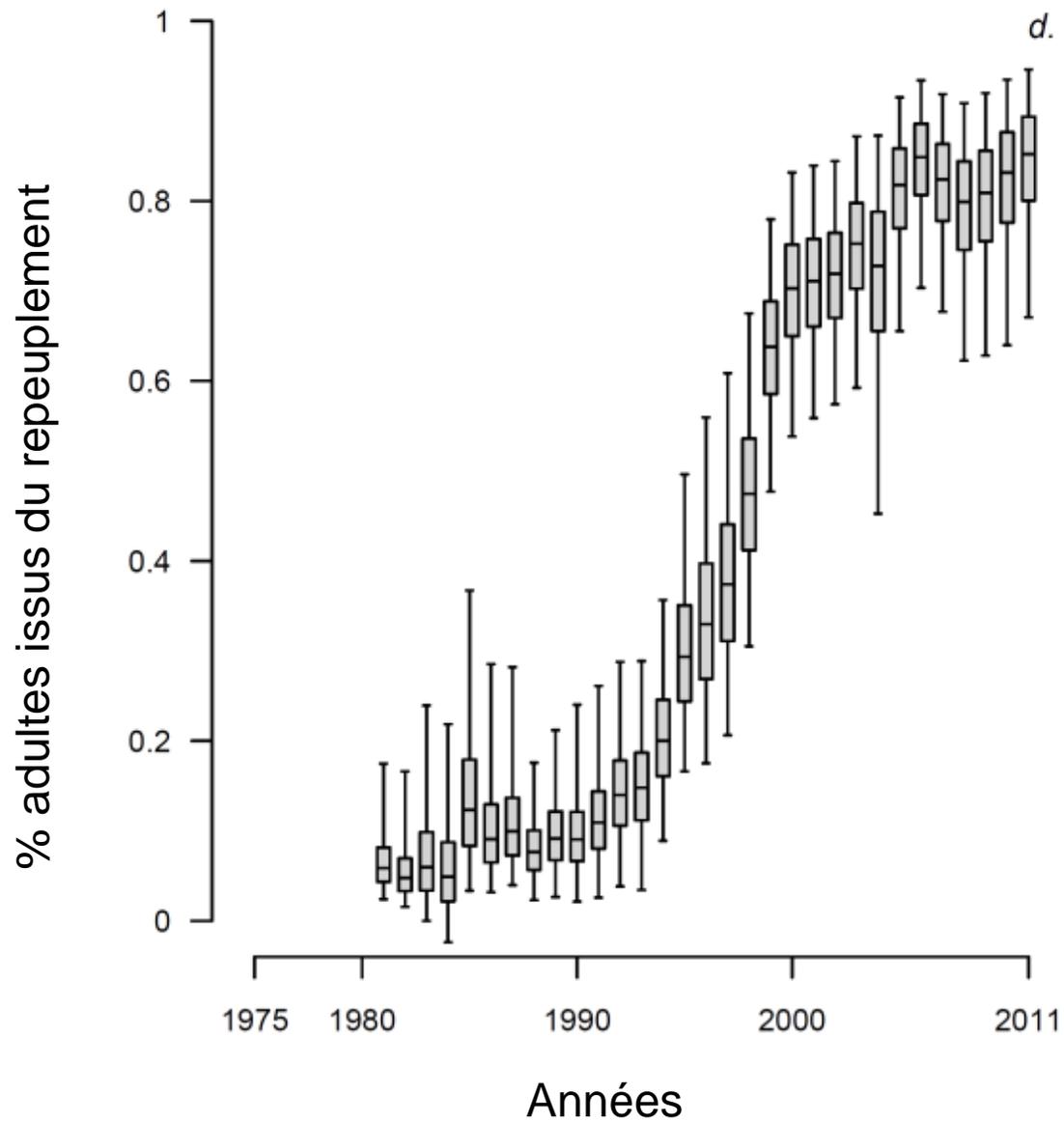


Contribution du repeuplement aux effectifs comptés à Vichy

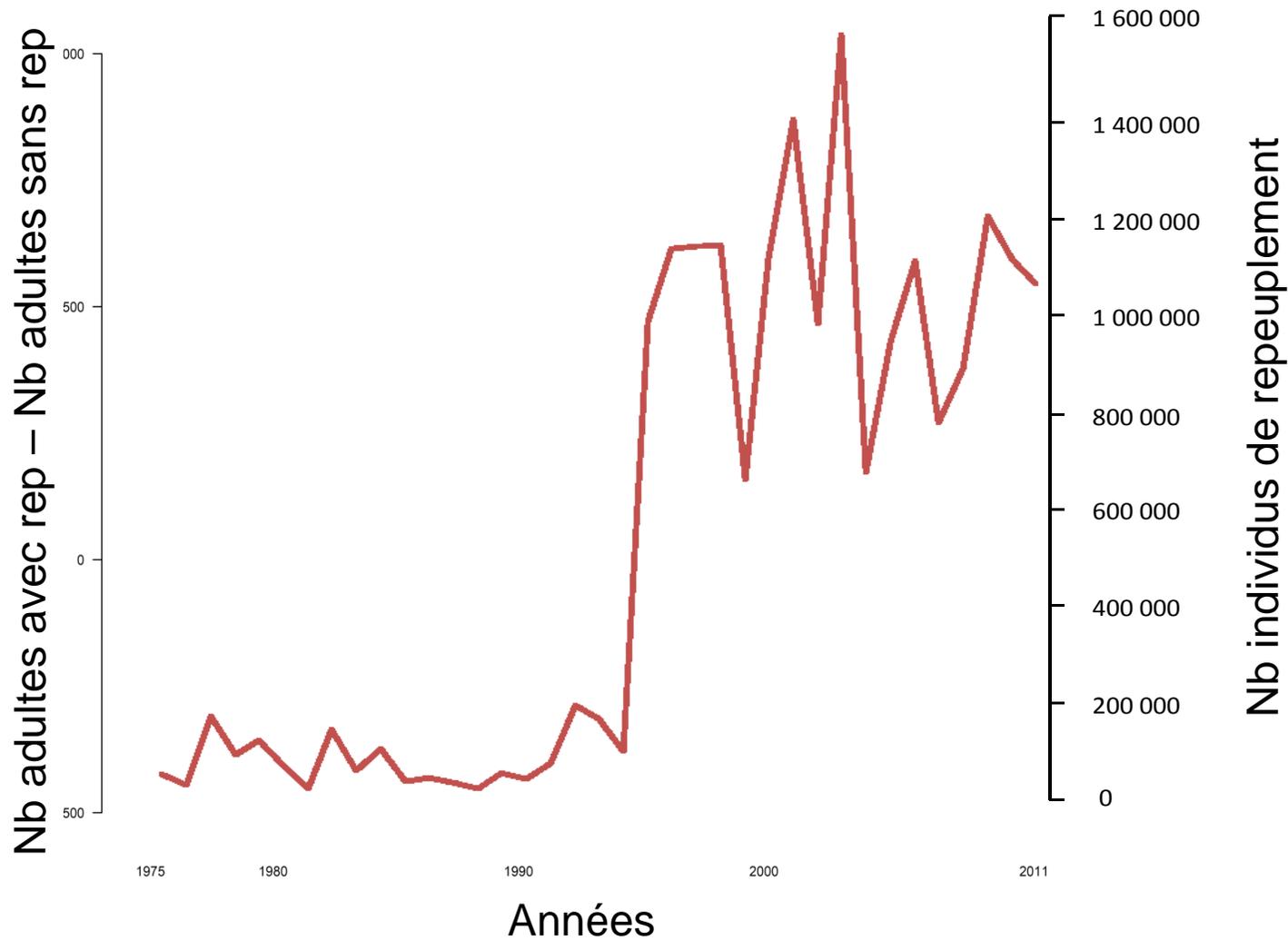


- 15 dernières années : ~330 individus soit 67% de l'effectif total

Contribution du repeuplement aux effectifs comptés à Vichy

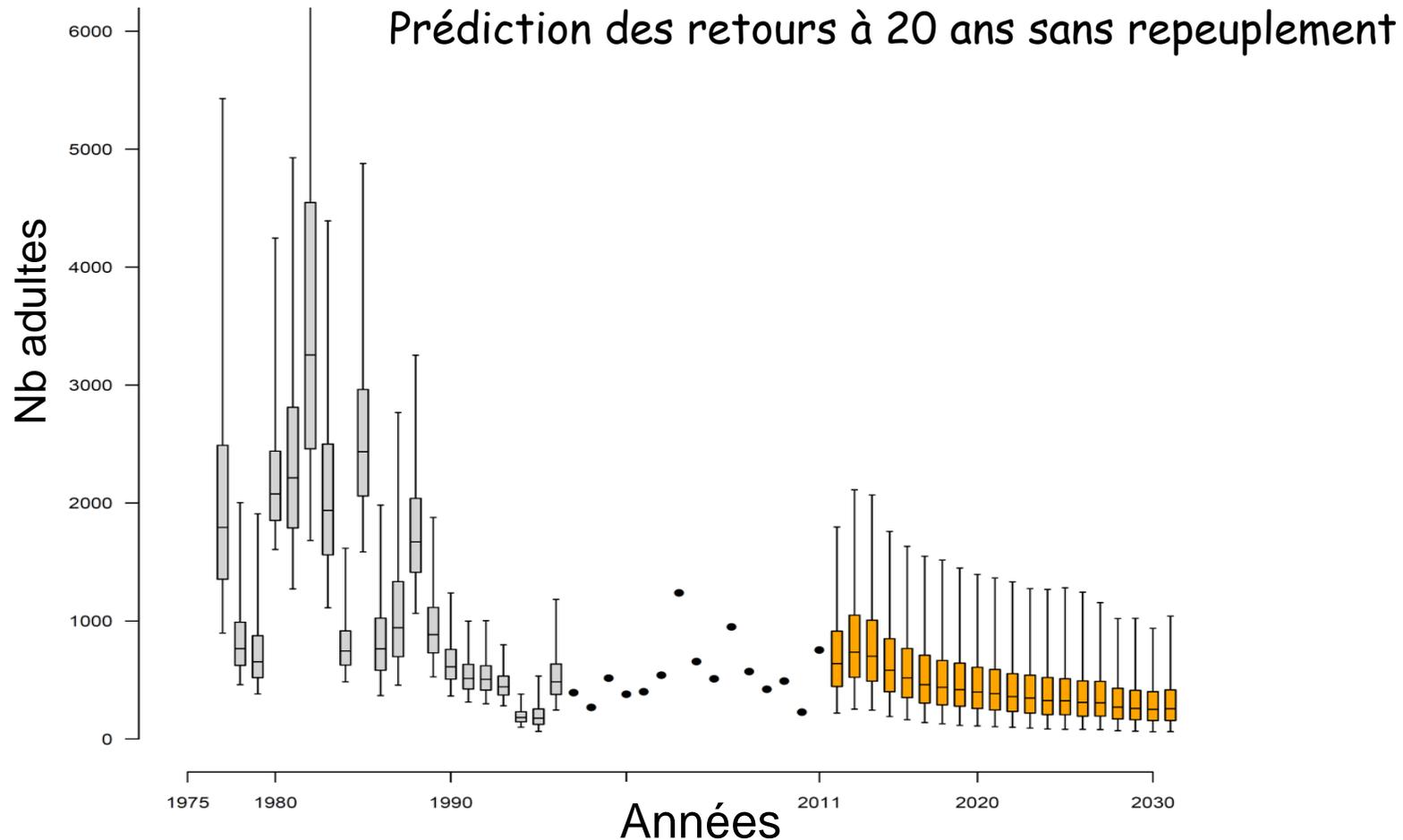


Contribution du repeuplement aux effectifs comptés à Vichy



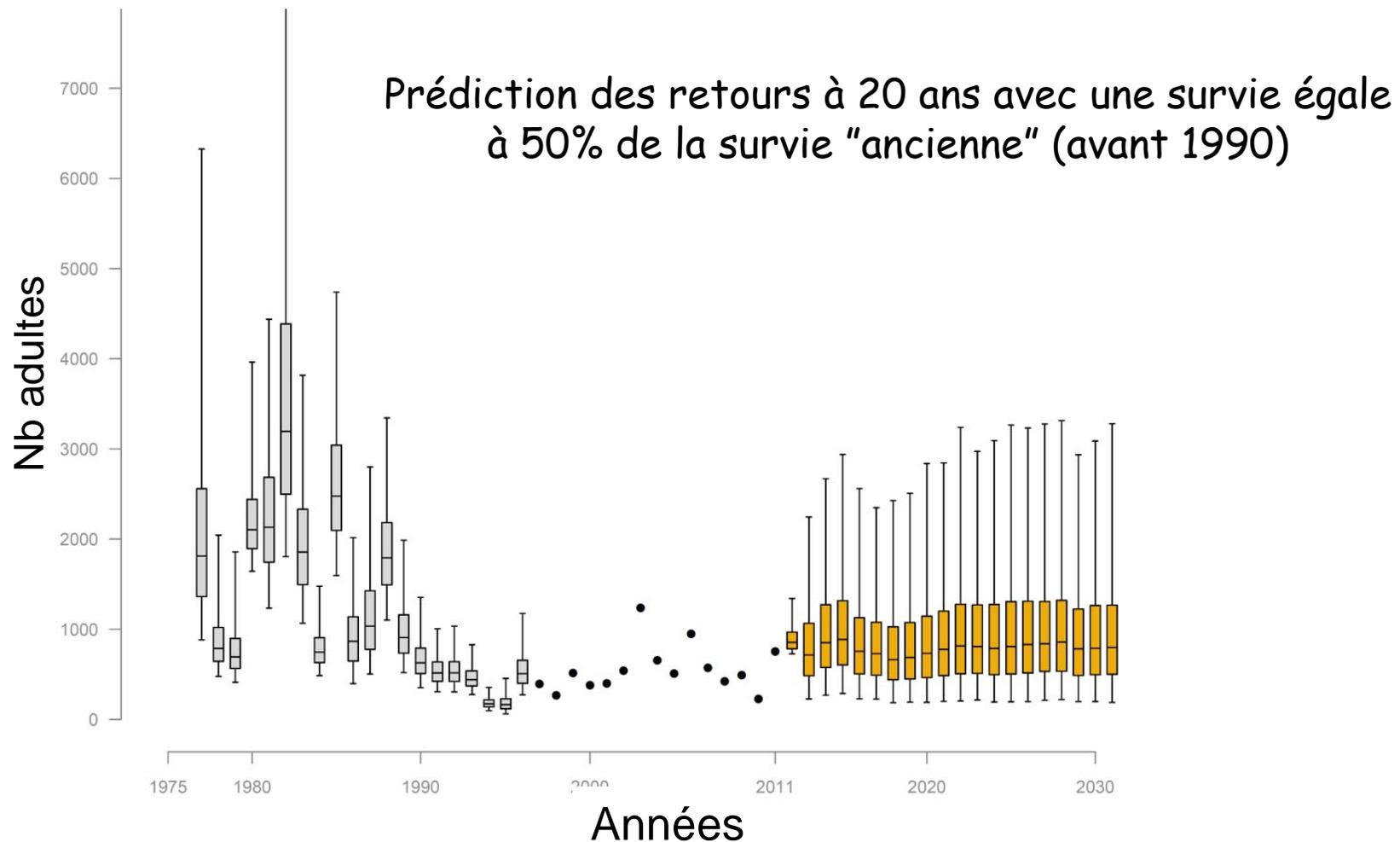
Forte contribution en lien avec l'augmentation des repeuplements depuis la fin des années 90

Effet différé du repeuplement sur la viabilité future de la population ?



- Le "soufflé" retombe : retour à une petite population (~ 260)
 - $P(N < 100) = 10\%$
 - $P(N < 500) = 85\%$

Conditions pour la viabilité future de la population ?



- Retour à une petite population stable et autosuffisante (~ 750)
 - $P(N < 100) = 0\%$
 - $P(N < 500) = 20\%$

Résumé et conclusion

- Retours sur les postulats initiaux :
 - *Population en danger d'extinction à court terme*
 - *Repeuplement nécessaire pour reconstituer une population viable*
- 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 modéré
- *Postulats invalidés : repeuplement = "faux-semblant" qui n'améliore pas la viabilité de la population*
- Effets adverses du repeuplement non considérés dans les analyses : perte d'adaptation au milieu naturel
- **Priorité pour restaurer une population autonome : améliorer la survie à tous les stades et la qualité de l'habitat**

Éléments d'éclairage utiles pour la gestion

- Quels sont les problèmes à résoudre en priorité ?
 - Des taux de survie du juvéniles 0+ à l'adulte de retour à Vichy très faibles : mortalités à la dévalaison, en mer, à la remontée
 - Une accumulation de géniteurs potentiels dans la zone en aval de Langeac peu efficace pour la production de juvéniles : mortalité des adultes avant repro, des embryons dans les frayères...
 - Cela implique d'améliorer 1) la transparence migratoire et 2) la qualité des habitats sur cette zone et ses affluents.
- ***Le repeuplement ne s'attaque pas à ces causes***
- **Diminution des effets négatifs des repeuplements :**
 - Utilisation de géniteurs sauvages (pas d'effet de domestication)
 - Déversement d'alevins (pas de smolts car stratégie inefficace et problèmes de domestication)

Remerciements

Les financeurs



Les partenaires gestionnaires

