

DÉCLIN DE L'ABONDANCE DES POPULATIONS DE SAUMONS DANS L'ATLANTIQUE NORD



Vers une reconsidération des modèles d'évaluation
de stocks afin d'explorer les mécanismes
écologiques en lien avec ce déclin

Maxime Olmos

Etienne Rivot

Gérald Chaput

Etienne Prévost

Félix Massiot-Granier



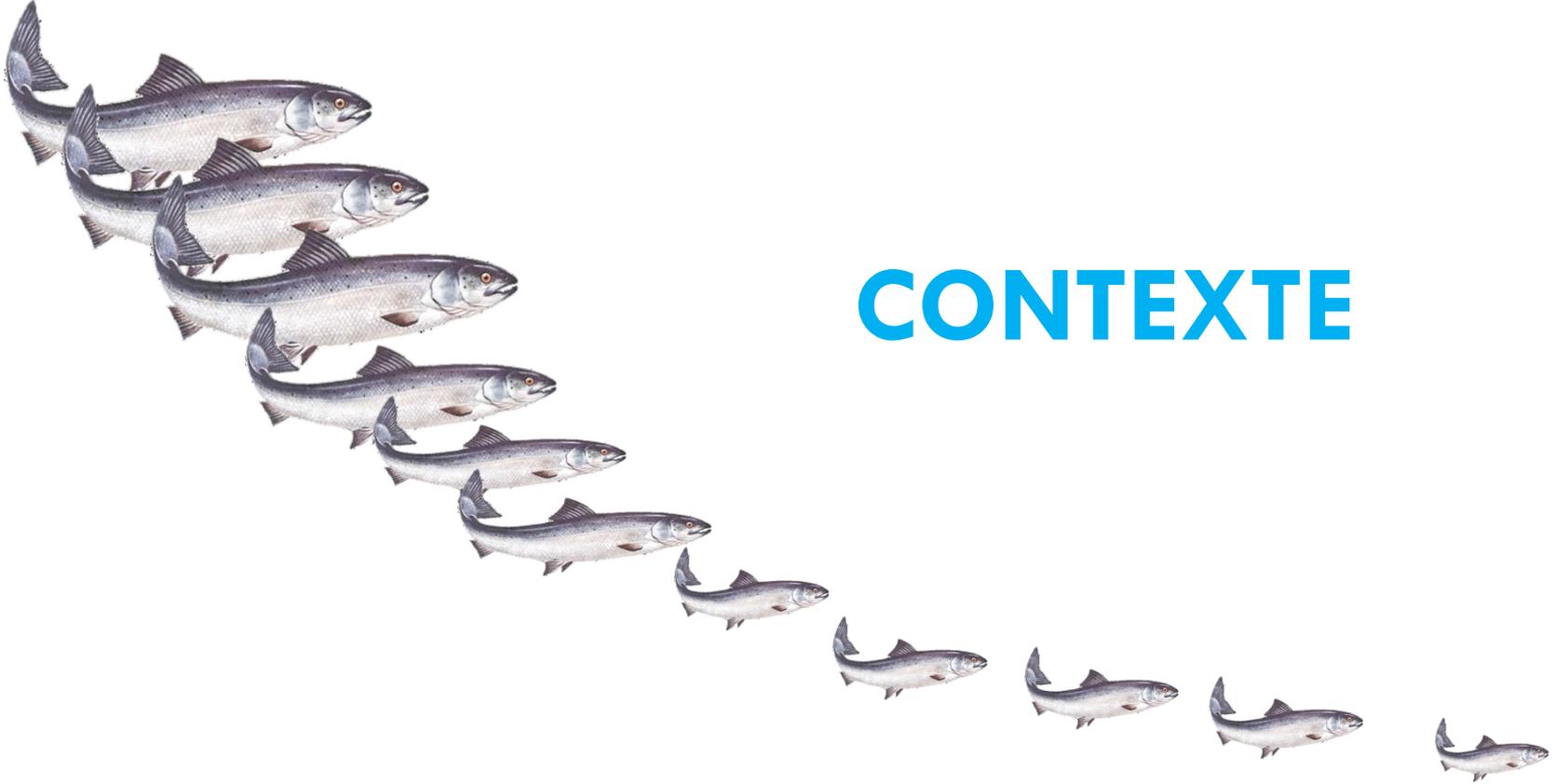
Amédée,
Ifremer Nantes



UMR
ESE

Écologie et Santé des Écosystèmes
de la source à l'océan

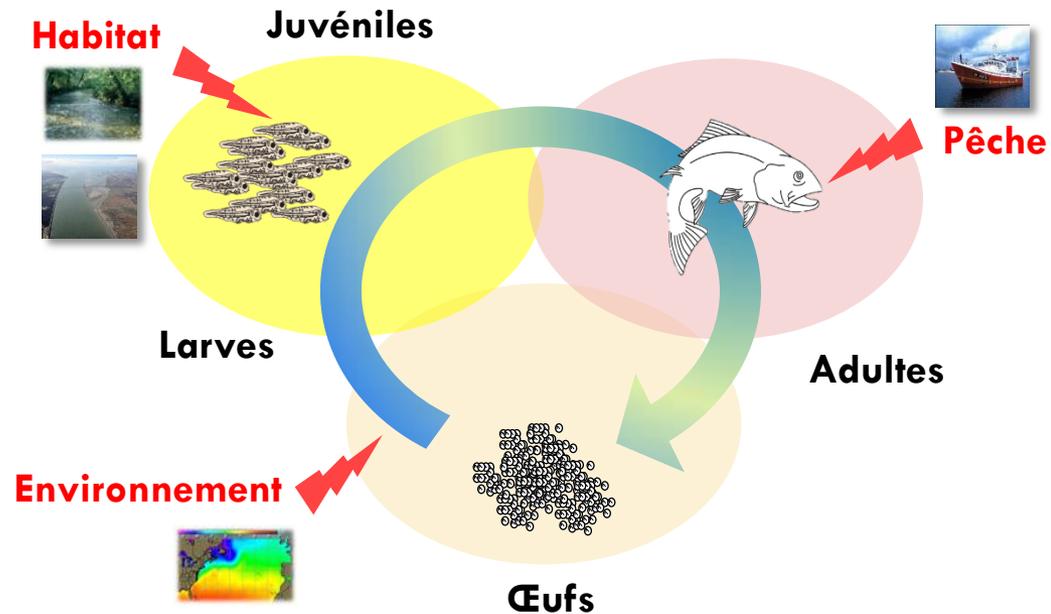
Le 15 octobre 2015



CONTEXTE

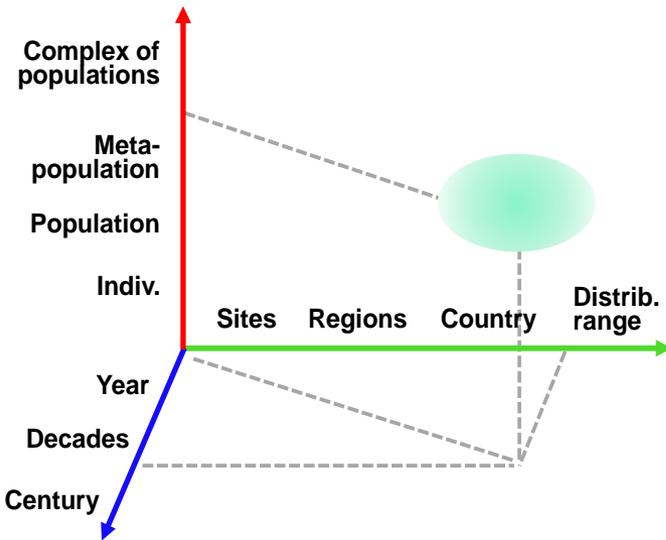
Etude à large échelle : les modèles de cycle de vie, un cadre pour intégrer les forçages multi-échelles

- **Intégration des différentes phases du cycle de vie**
- **Influence de multiples facteurs de pressions**
- **Dynamique de population**



Etude à large échelle : les modèles de cycle de vie, un cadre pour intégrer les forçages multi-échelles

26



Observatoires à large échelle

Fort gradient (pression environnementale) “Catch the big picture” , “Fingerprints of global changes”

Fort contraste spatial et temporel

Analyse des synchronies

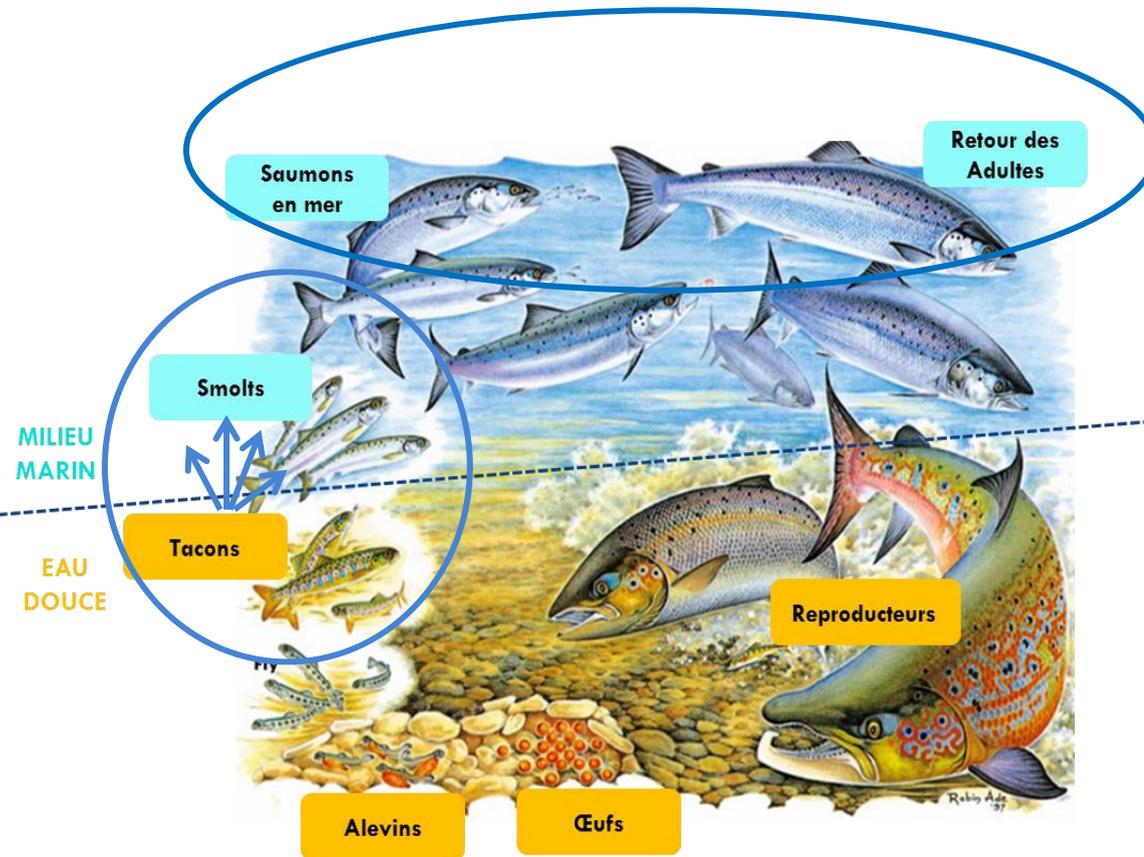


Qualité (précision) des données (faible maîtrise de l'échantillonnage)

Faible résolution pour les mécanismes à l'échelle individuelle

Cas d'étude le saumon Atlantique : Un cycle de vie complexe

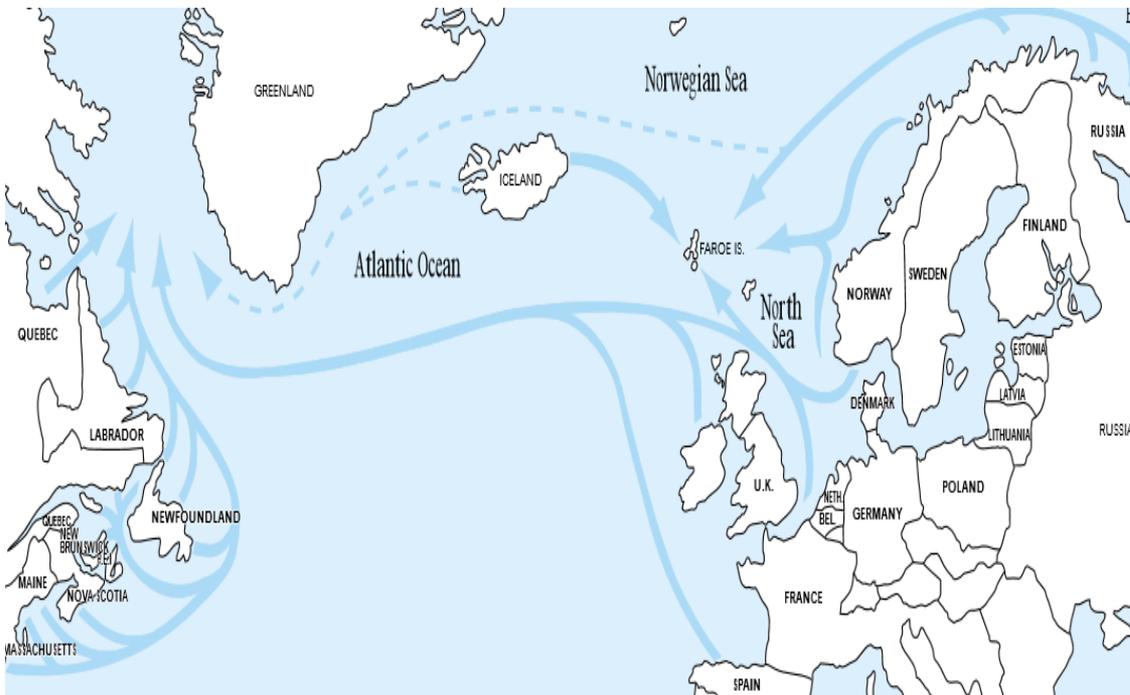
2



- **Anadrome: reproduction en rivière**
- **Semelpare (95% des individus)**
- **Variabilité des traits d'histoire de vie entre les populations**
 - ▣ **Age de smoltification**
 - ▣ **Durée de la phase marine**

Un cycle de vie complexe

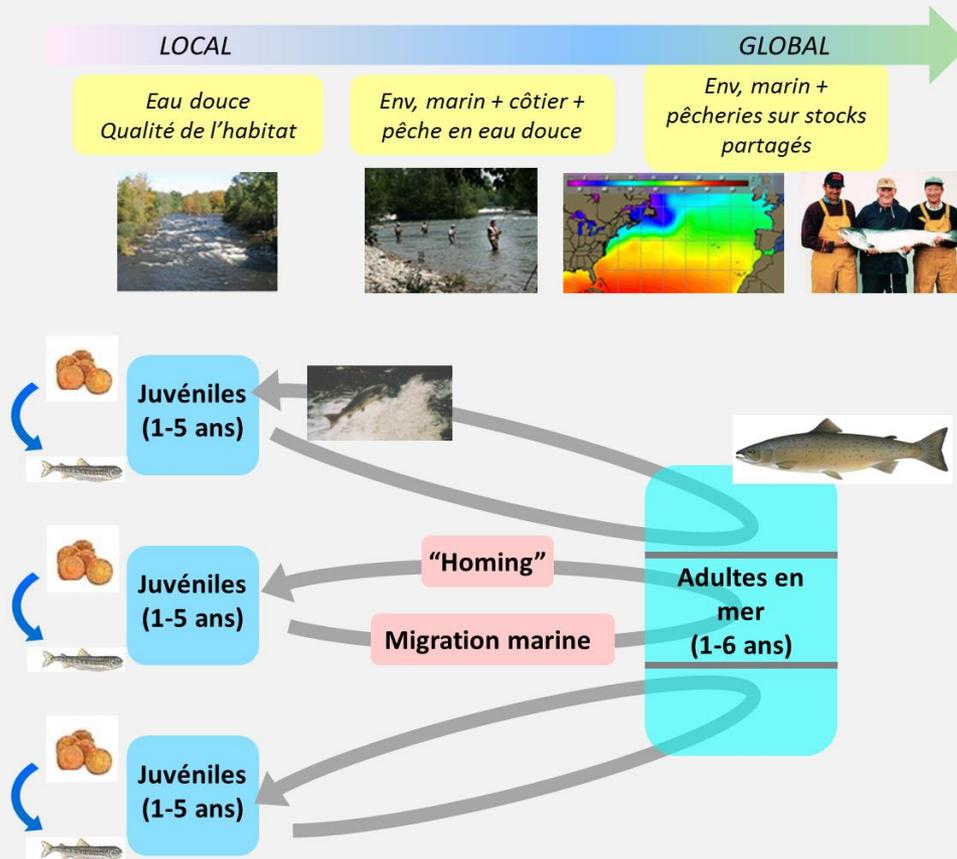
3



- **Anadrome: reproduction en rivière**
- **Semelpare (95% des individus)**
- **Variabilité des traits d'histoire de vie entre les populations**
 - ▣ **Age de smoltification**
 - ▣ **Durée de la phase marine**
- **Migrations marines**

Un cycle de vie marqué par des emboitements d'échelles

4

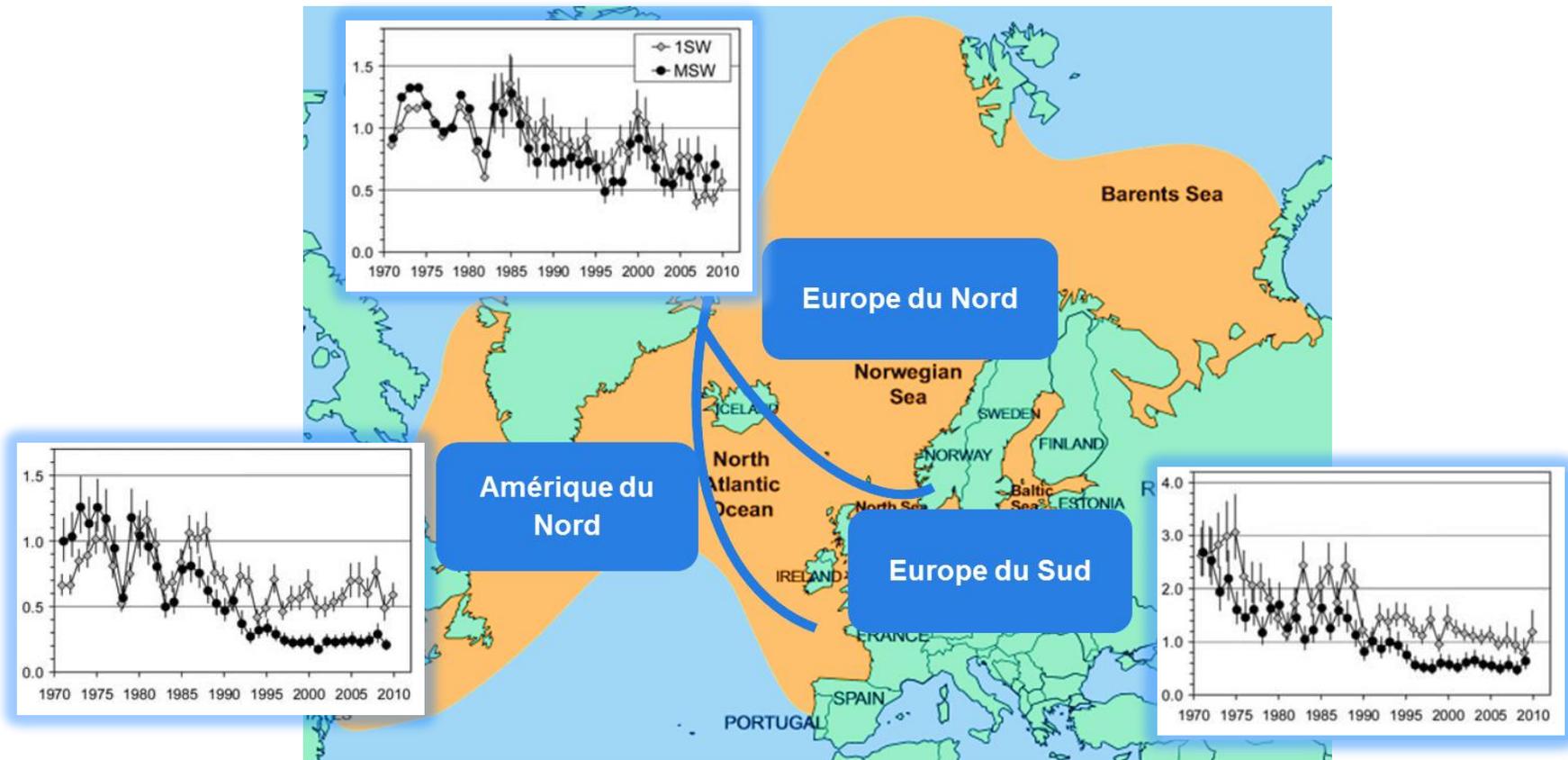


- **Migration → changement de structuration des populations**
- **Facteurs de pression impactant différentes phases du cycle de vie**
 - Eau douce (reproduction)
 - Facteurs susceptibles d'affecter différemment des populations séparées
 - Milieu marin
 - Facteurs susceptibles d'avoir une influence commune sur des populations séparées

Un déclin global des populations de Saumon Atlantique (*Salmo salar*)

5

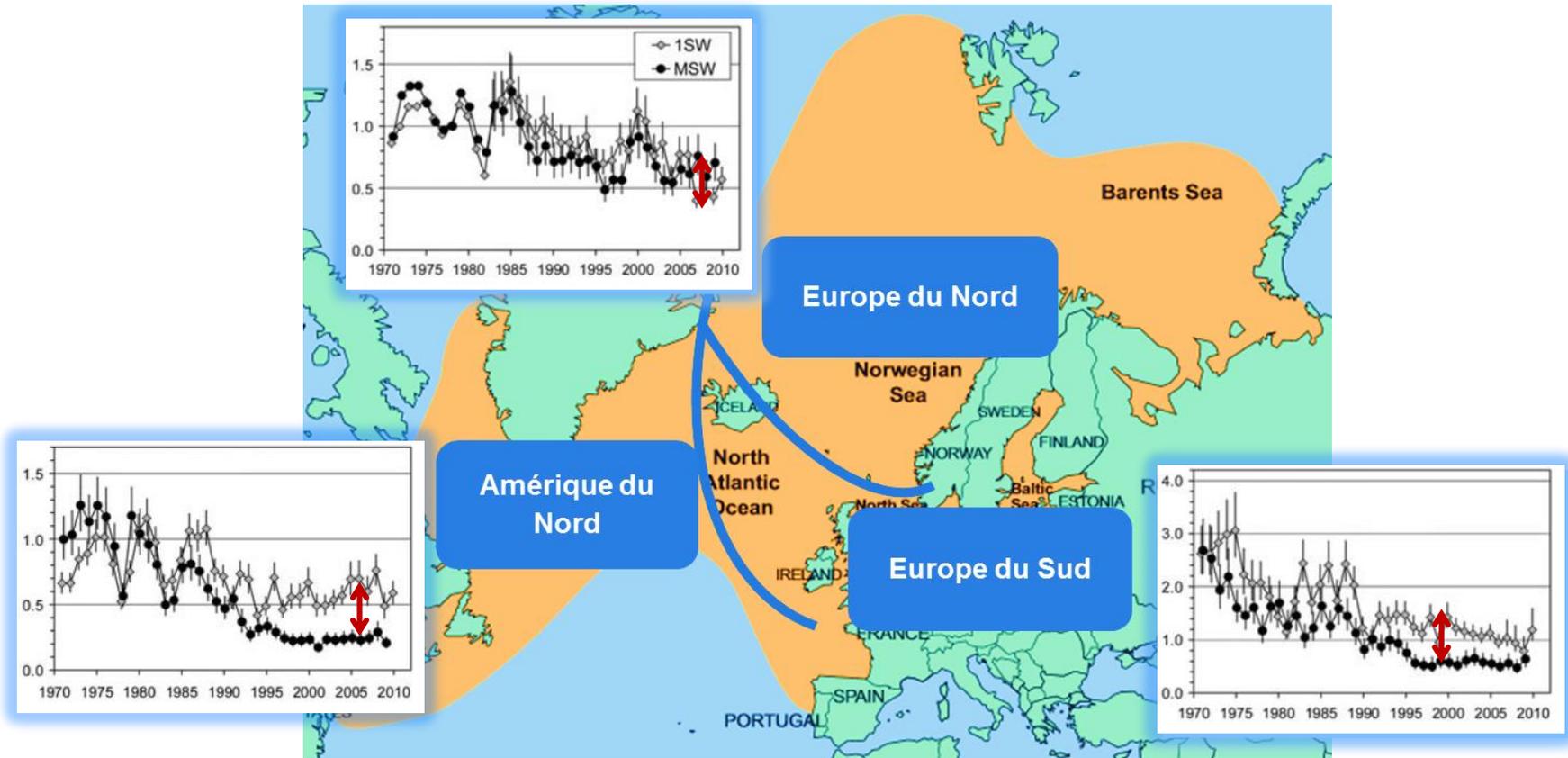
- Déclin des retours au cours des 40 dernières années



Un déclin global des populations de Saumon Atlantique (*Salmo salar*)

5

- Déclin des retours au cours des 40 dernières années
- Une raréfaction des poissons de plusieurs hivers de mer



De forts enjeux de gestion (des pêcheries)

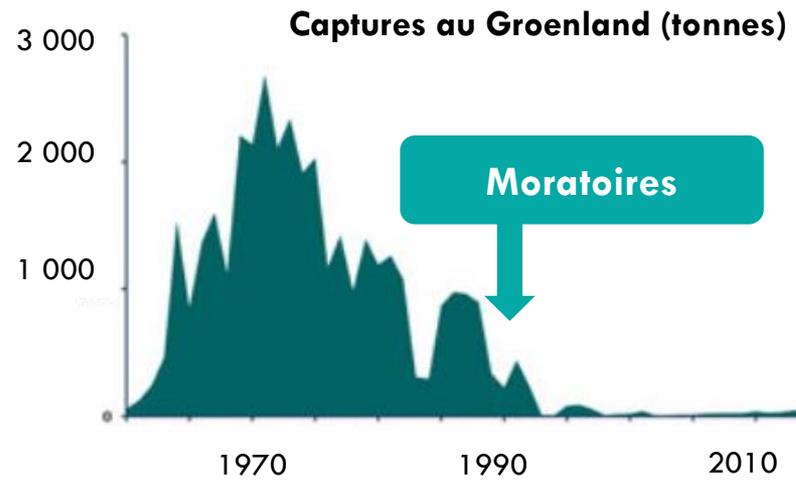
6

- **National**

Gestion des pêcheries côtières, estuariennes et en rivière

- **International**

Gestion des pêcheries sur stocks partagés (Groenland et îles Féroé)



Un déclin attribué à la phase marine

7

Acquis

- **Phase eau douce**
 - **Variabilité locale mais pas de déclin généralisé de la productivité** (*Bret, 2012; Griffiths et al, 2014*)
- **Phase marine**
 - **Premiers mois en mer : une phase critique pour la survie des post-smolts** (*Friedland, 1998, 2000 Beaugrand et Reid, 2003; 2012 ; Mills et al., 2013*)

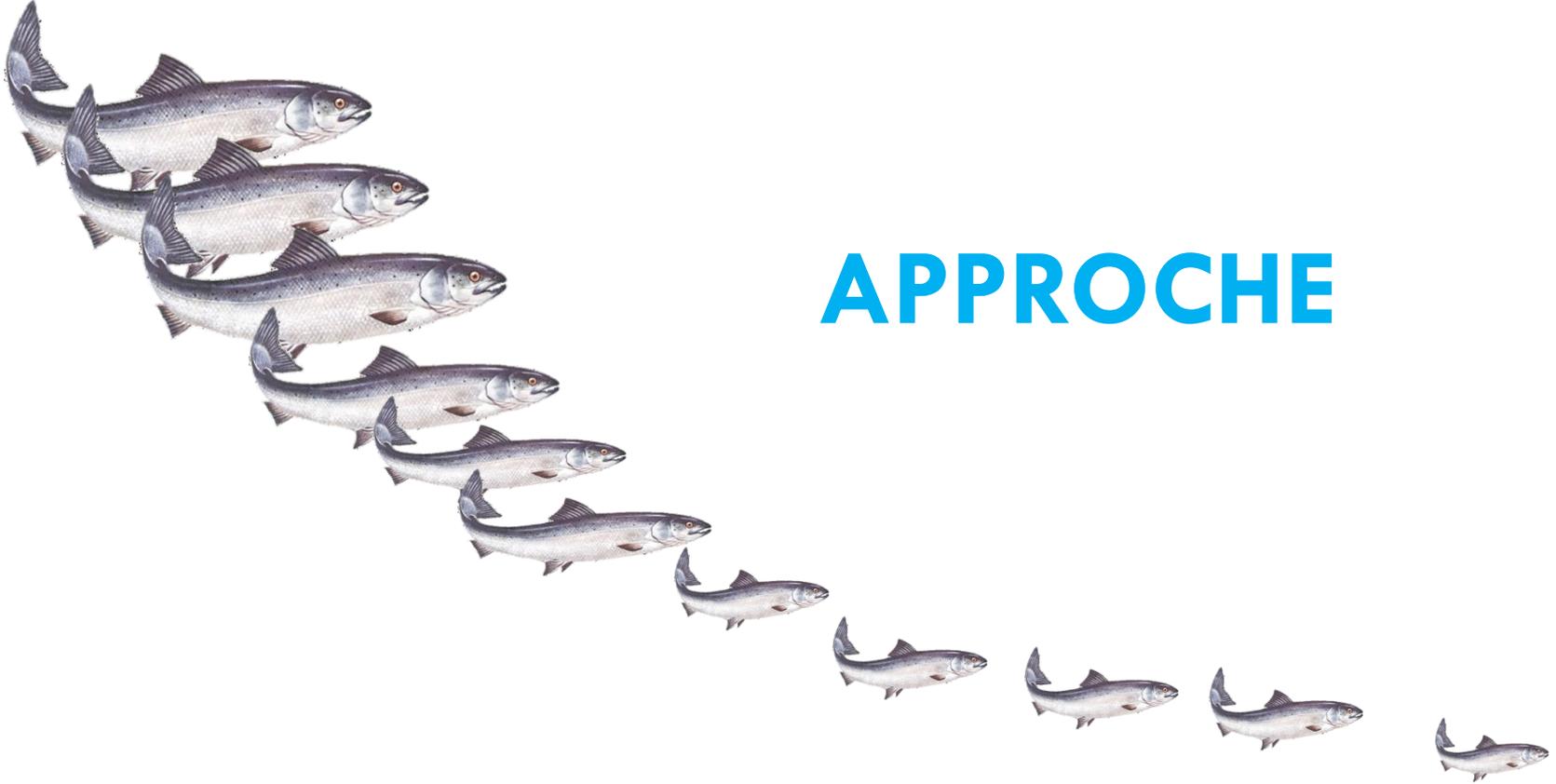
Questions en suspend

- **Peu d'approches comparatives de la dynamique Europe / Amérique du Nord**
Mêmes tendances ? Mêmes mécanismes impliqués ?
- **Pas d'intégration dans le cadre d'un cycle de vie**
Variabilité des traits de vie ?

Problématique

8

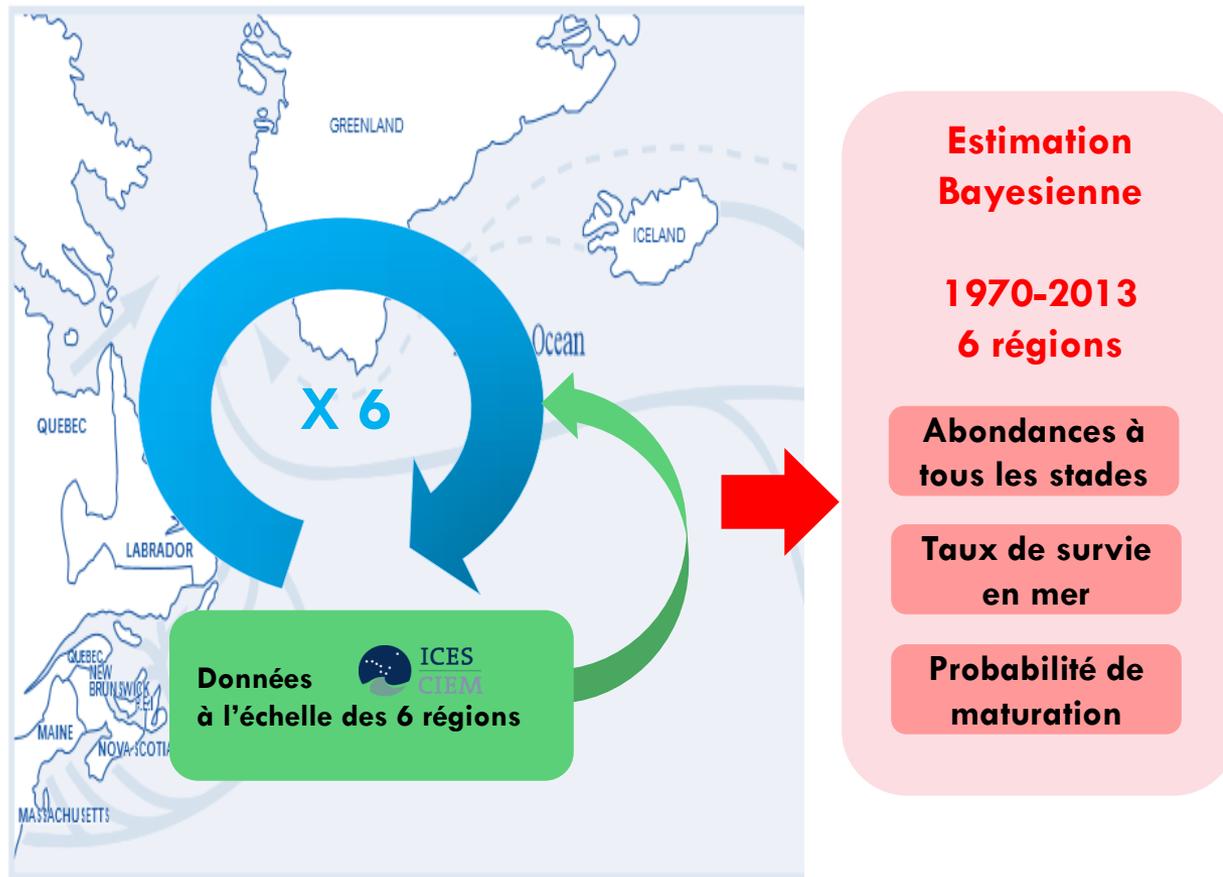
- **Le déclin généralisé des populations est-il une réponse à l'influence de facteurs de pressions agissant à une échelle globale ?**
 - Approche de modèle de cycle de vie
 - Traits de vie associés aux premiers mois de la phase marine
 - taux de survie
 - probabilité de maturation en mer déclenchant le retour en rivière
 - Identifier des synchronies dans les variations des traits de vie à l'échelle de l'Atlantique (Population européennes et nord américaines)
 - Identifier un(des) facteur(s) de l'environnement et mécanismes associés

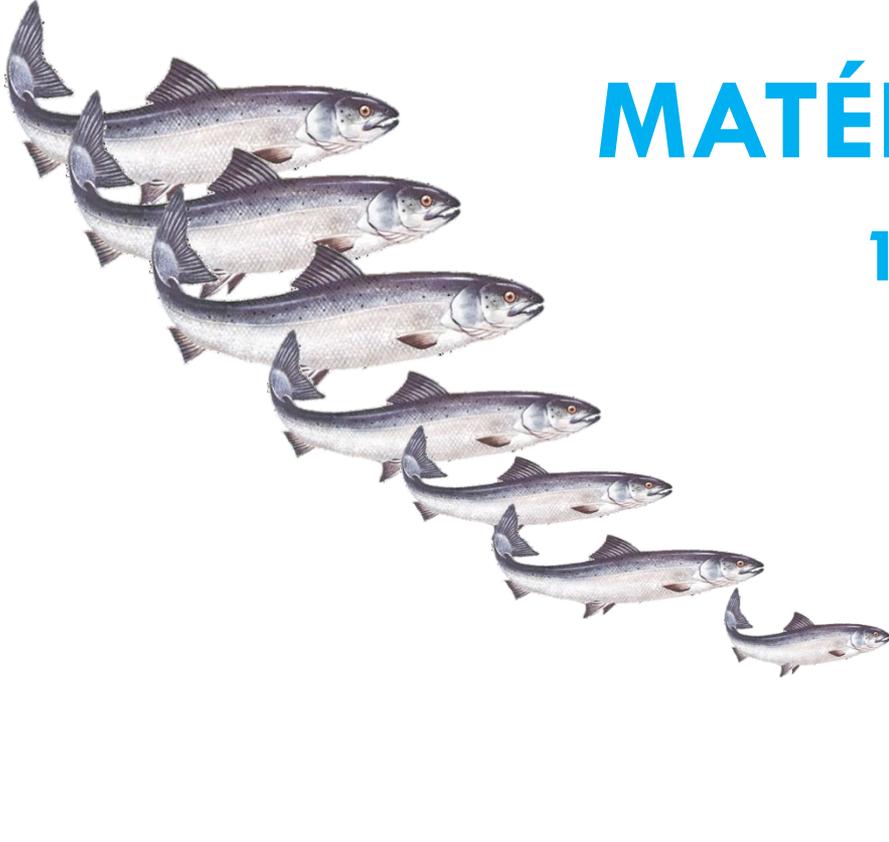


APPROCHE

Un modèle de cycle de vie à large échelle spatiale et temporelle

9





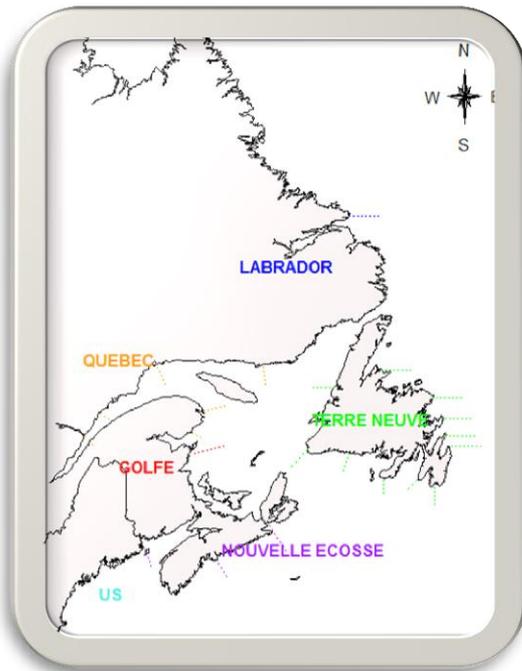
MATÉRIELS & MÉTHODES

1. Modèle de cycle de vie

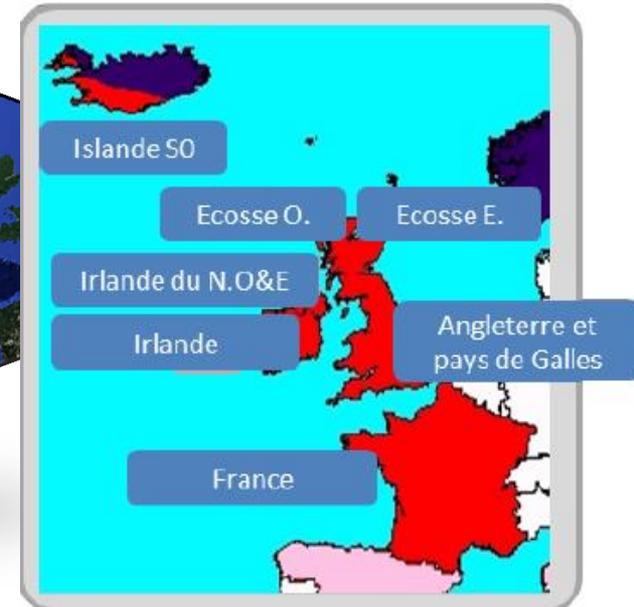


Un modèle de cycle de vie à large échelle spatiale et temporelle

9

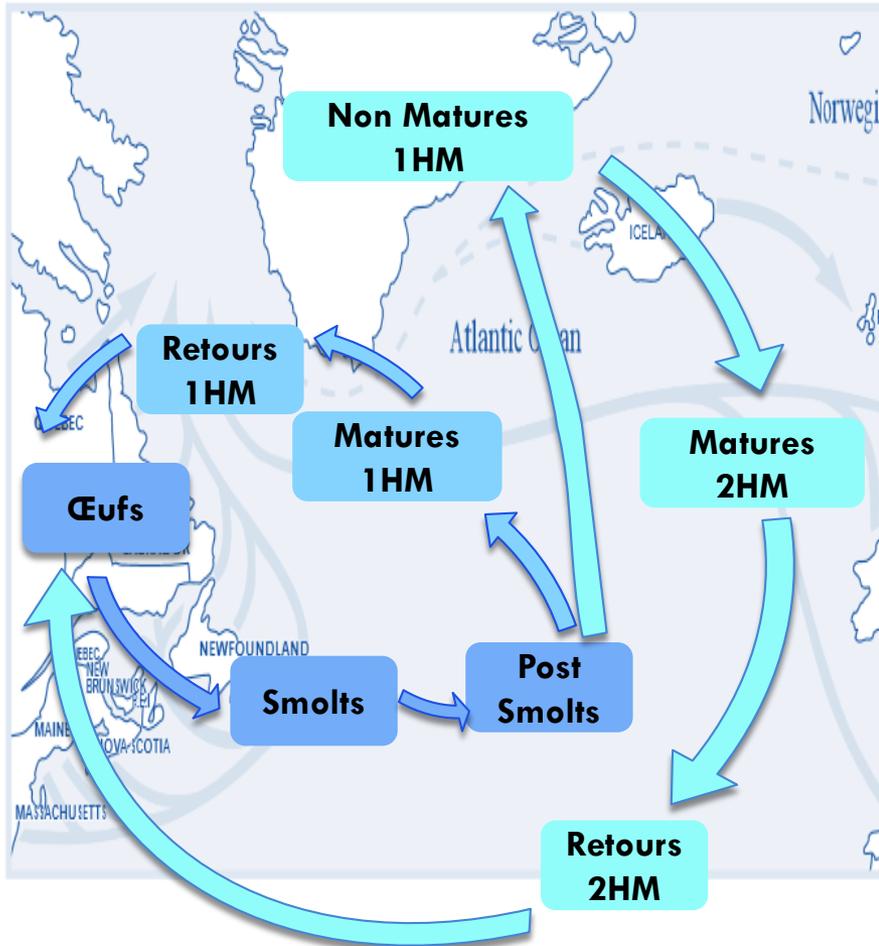


- S'appuyer sur l'approche développée à l'échelle des populations européennes (thèse de F. Massiot-Granier)
- Etendre l'approche au complexe de populations nord américaines



Un modèle de cycle de vie à large échelle spatiale et temporelle

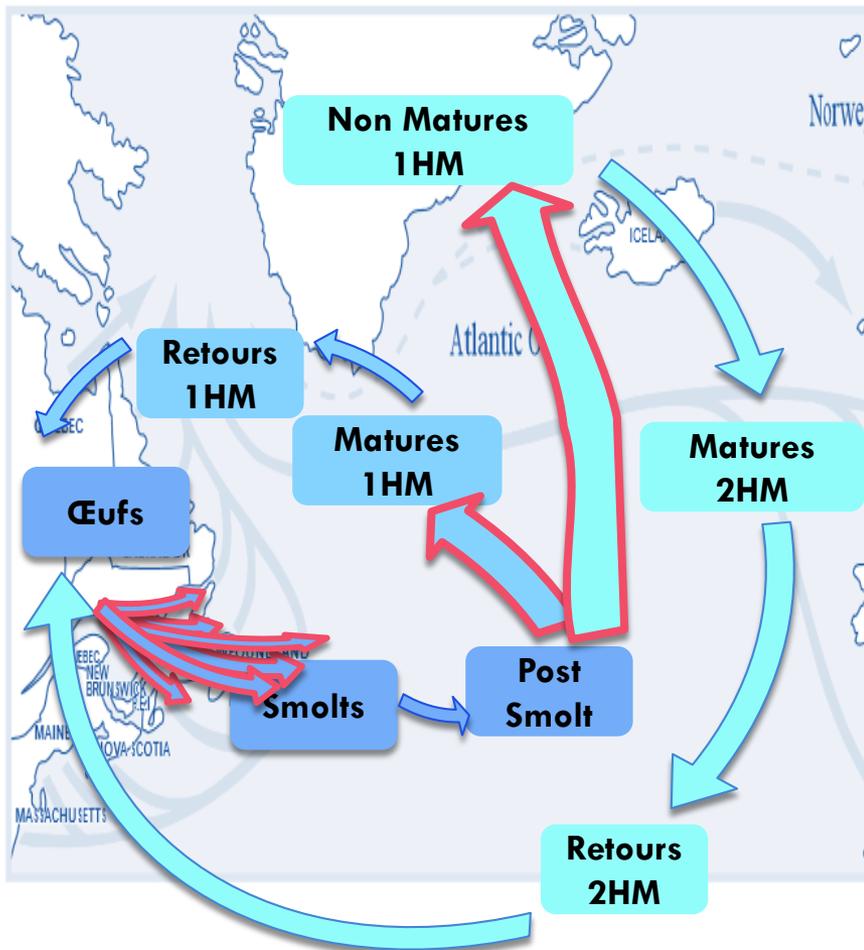
9



- **Modèle à espace d'états dans un cadre Bayésien**
 - ▣ **Séparer les processus démographiques/processus d'observation**
 - ▣ **Intégrer différentes sources d'information (données + information a priori)**
 - ▣ **Représenter l'incertitude dans les estimations et les projections**

Un modèle de cycle de vie à large échelle spatiale et temporelle

9



□ Modèle de cycle de vie

- Phases eau douce / marine

- Variabilité des histoires de vie

- Différentes classes d'âge de smolt

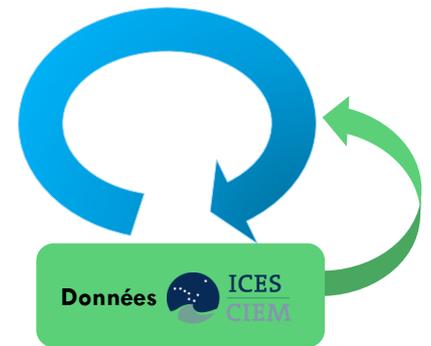
- Différentes histoires de vie en mer : 1 Hiver de Mer (1HM)/2 Hivers de Mer (2HM)

- 1 modèle de cycle pour chacune des 6 régions (paramètres et données spécifiques)



MATÉRIELS & MÉTHODES

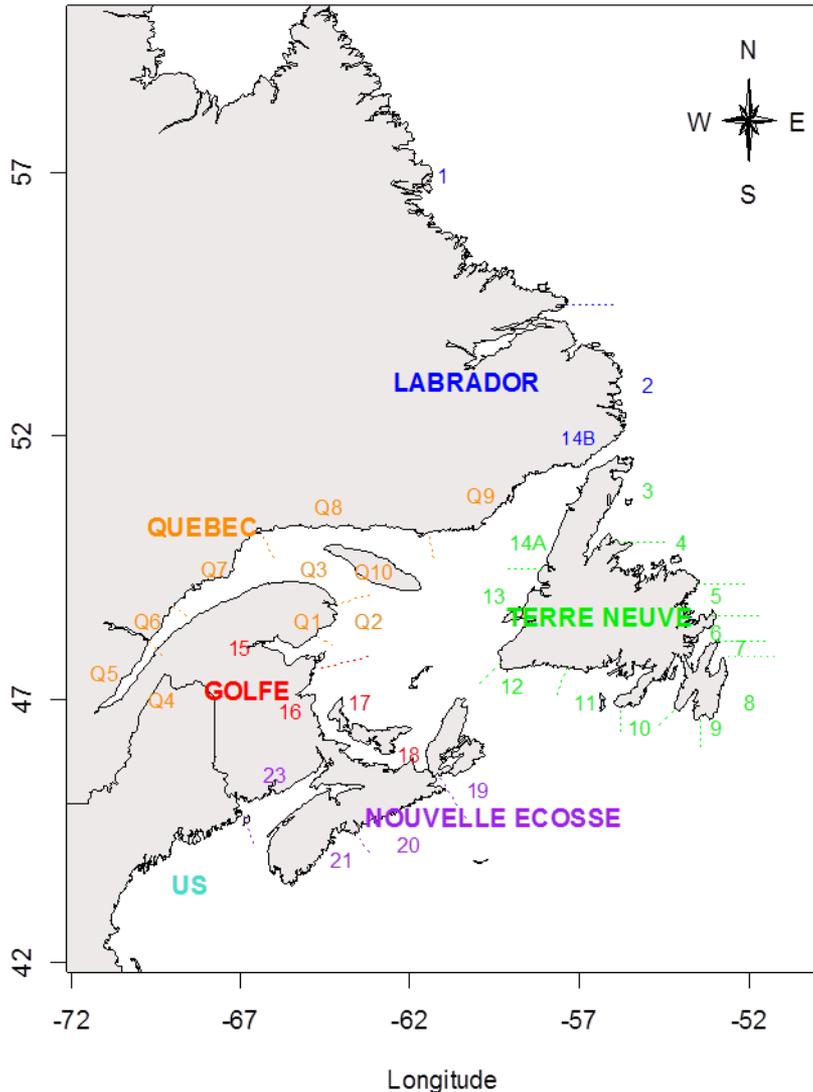
2. Les données



Une base de données unique compilée par un groupe d'experts internationaux



10



1. Nombre de saumons retournant en rivière (série 1970-2013)

par classe d'âge

- 1 Hiver de Mer (1HM)
- 2 Hivers de Mer (2HM)

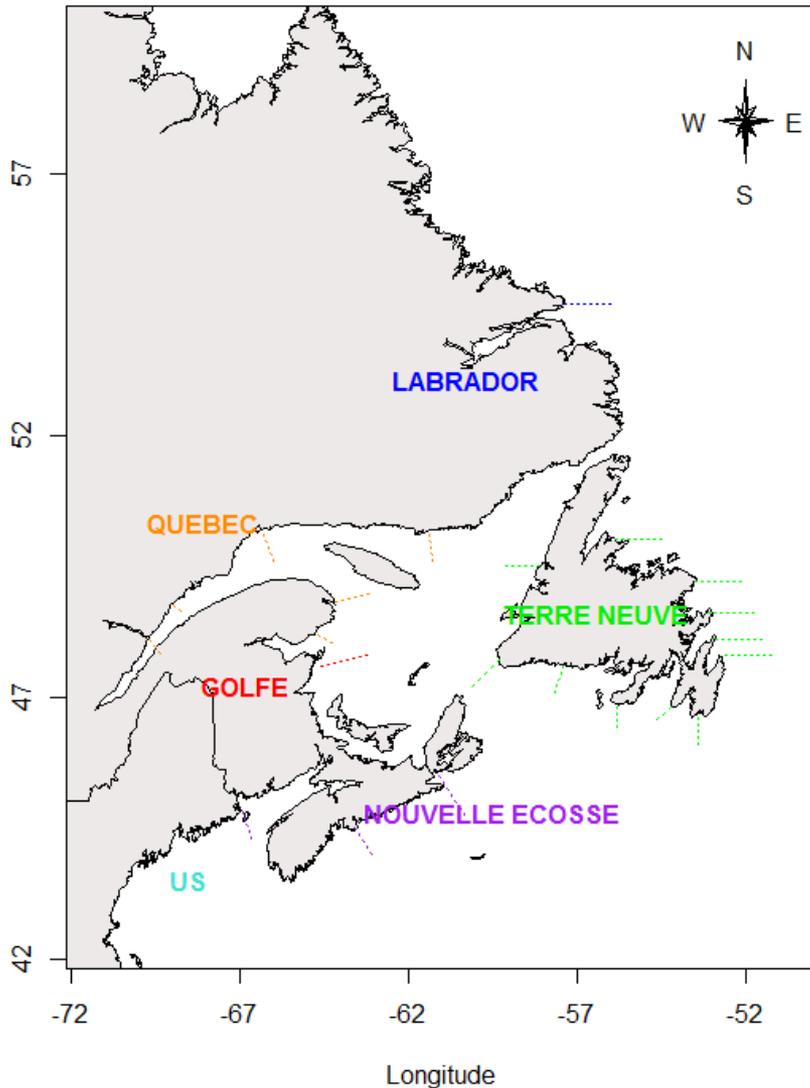
par unité de gestion (SFAs+Qs)

- Estimation des Retours et Géniteurs par unité de gestion + incertitude (Simulation de Monte Carlo)

Une base de données unique compilée par un groupe d'experts internationaux



10



1. Nombre de saumons retournant en rivière (série 1970-2013)

par classe d'âge

- 1 Hiver de Mer (1HM)
- 2 Hivers de Mer (2HM)

par unité de gestion (SFAs+Qs)

- Estimation des Retours et Géniteurs par unité de gestion + incertitude (Simulation de Monte Carlo)

→ agrégation à l'échelle des 6 régions

- Terre Neuve
- Golfe
- Nouvelle Ecosse
- Québec
- USA
- Labrador

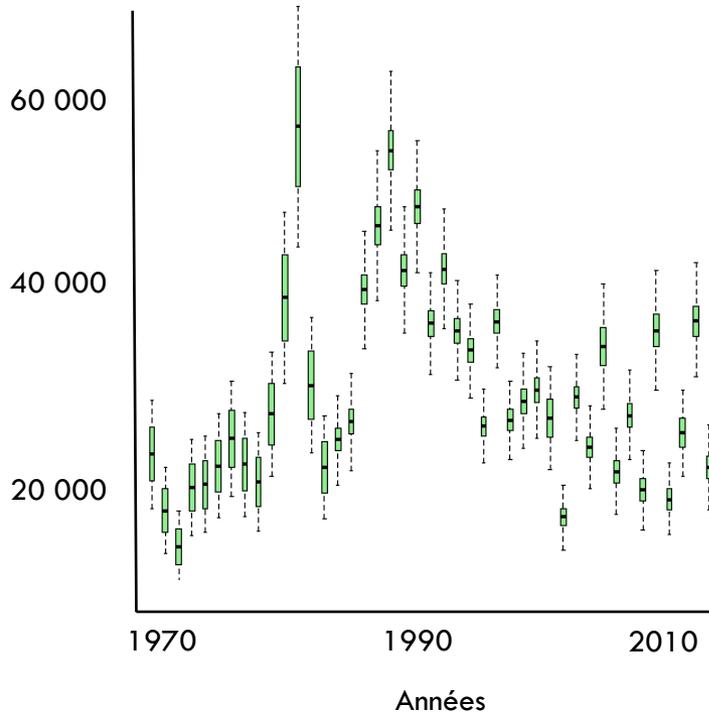
Estimations des distributions des abondances des Retours

11

Québec

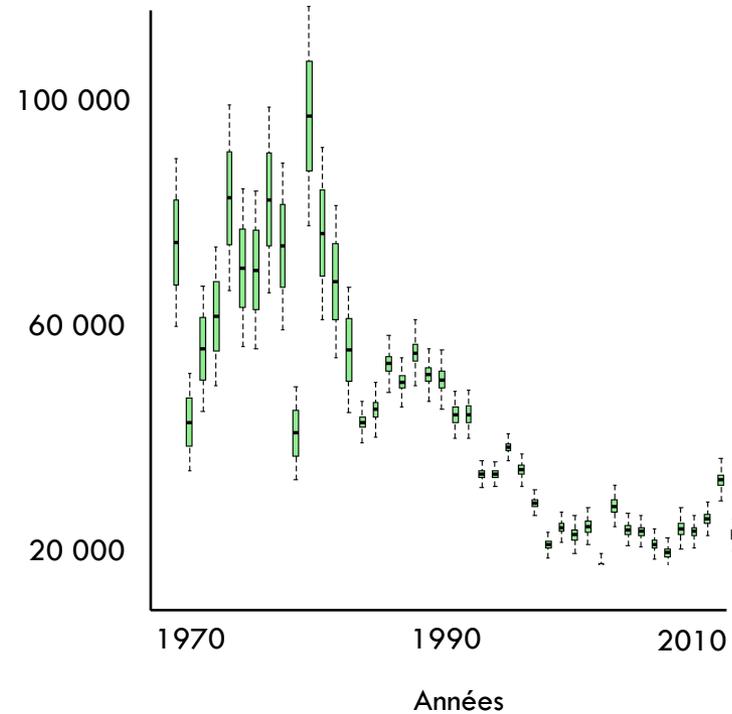
Retours des 1 Hivers de mer

Nombre de poissons



Retours des 2 Hivers de mer

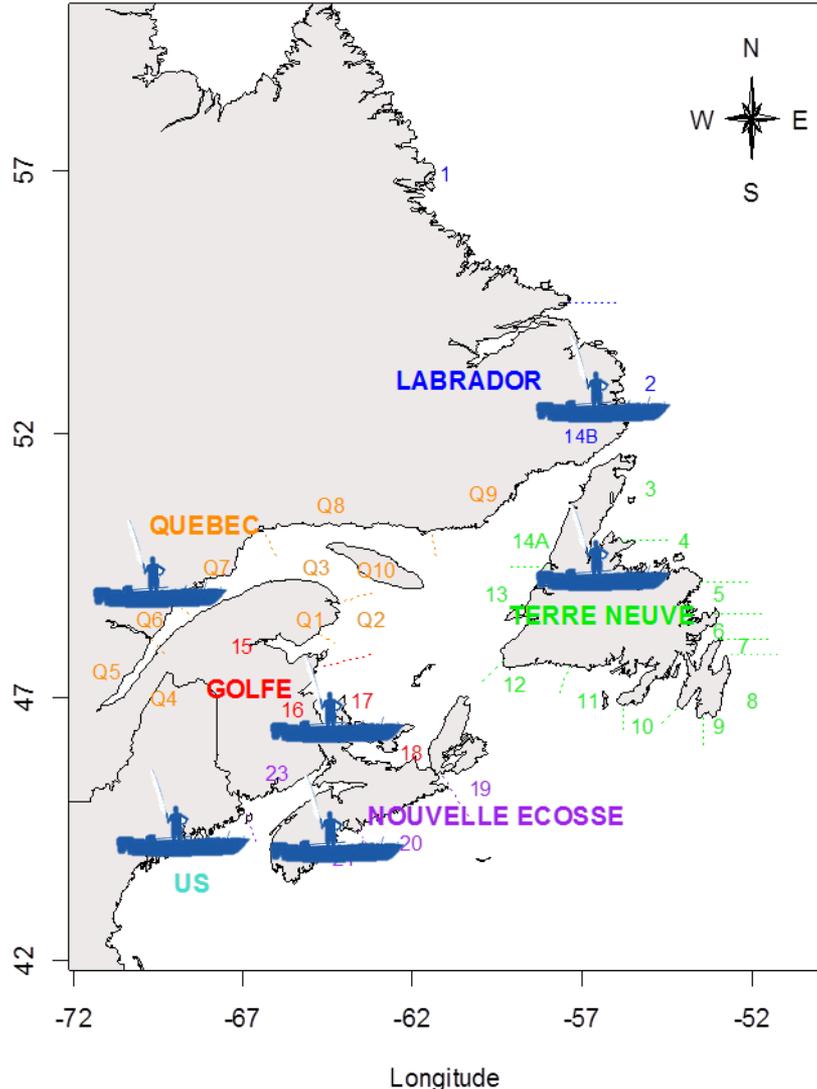
Nombre de poissons



Une base de données unique compilée par un groupe d'experts internationaux



12



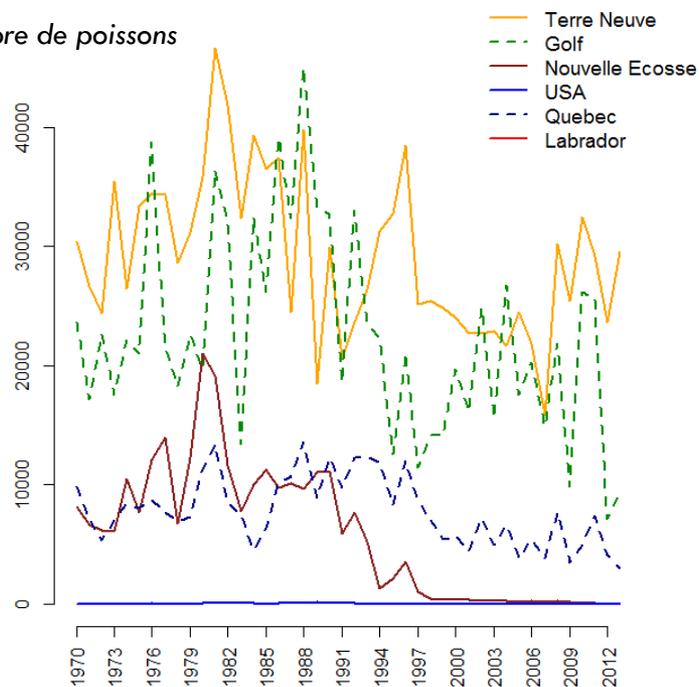
1. Nombre de saumons retournant en rivière (1970-2013)
2. **Captures dans les eaux territoriales (1970-2013) pour chaque région chaque classe d'âge**

Captures dans les eaux territoriales

13

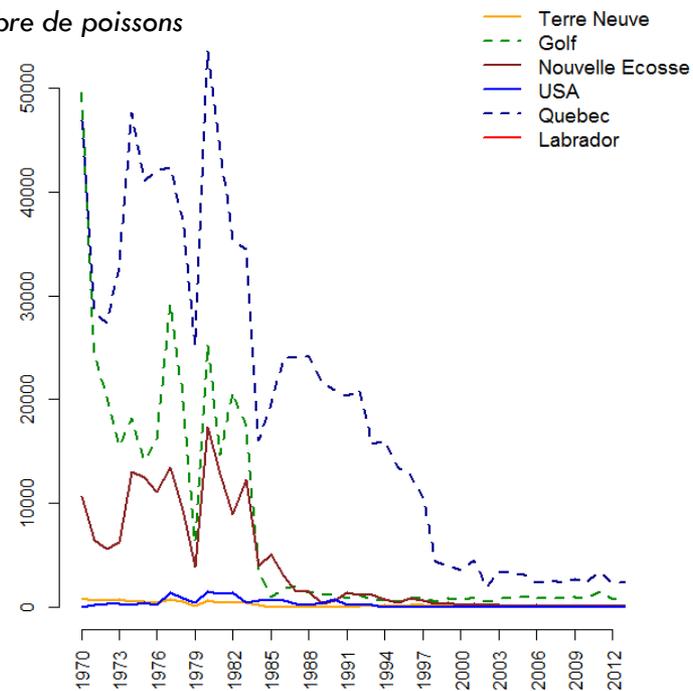
1 Hivers de Mer

Nombre de poissons



2 Hivers de Mer

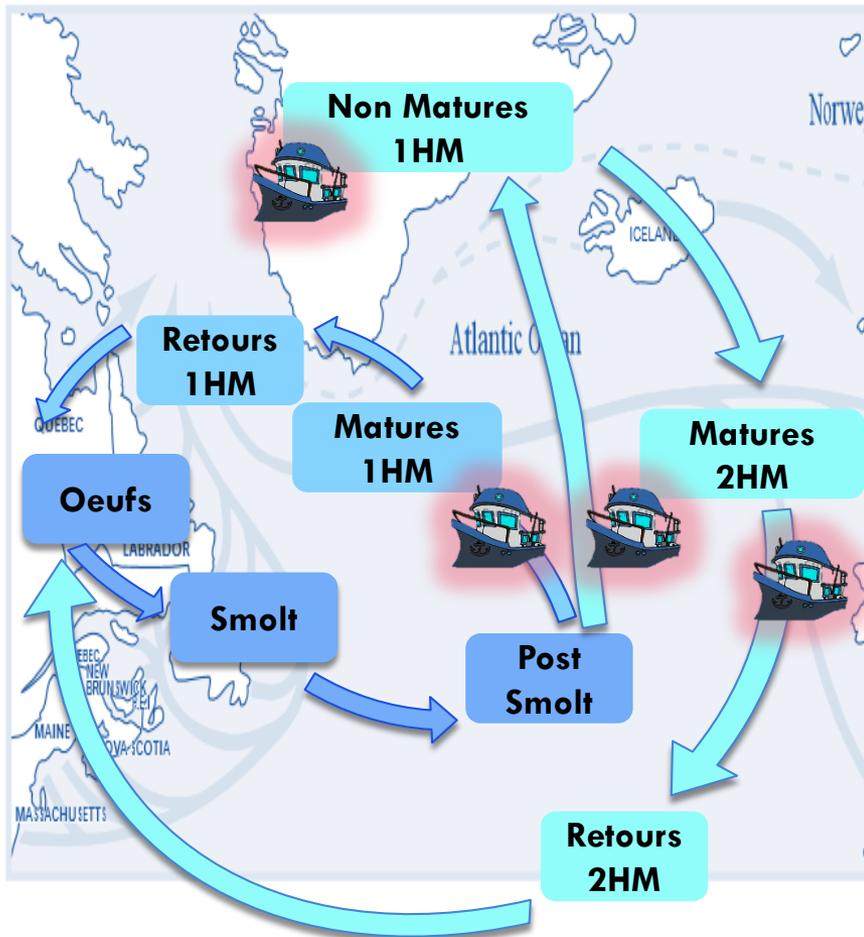
Nombre de poissons



Une base de données unique compilée par un groupe d'experts internationaux



14



1. Nombre de saumons retournant en rivière (1970-2013)
2. Captures dans les eaux territoriales (1970-2013)
3. Captures en mer sur stocks mélangés
 - 1 Hiver de Mer
 - ✓ Labrador & Terre Neuve + St Pierre et Miquelon
 - 2 Hivers de Mer
 - ✓ Non maturant : Labrador / Terre Neuve + Groenland
 - ✓ Maturant : Labrador et Terre Neuve + St Pierre et Miquelon

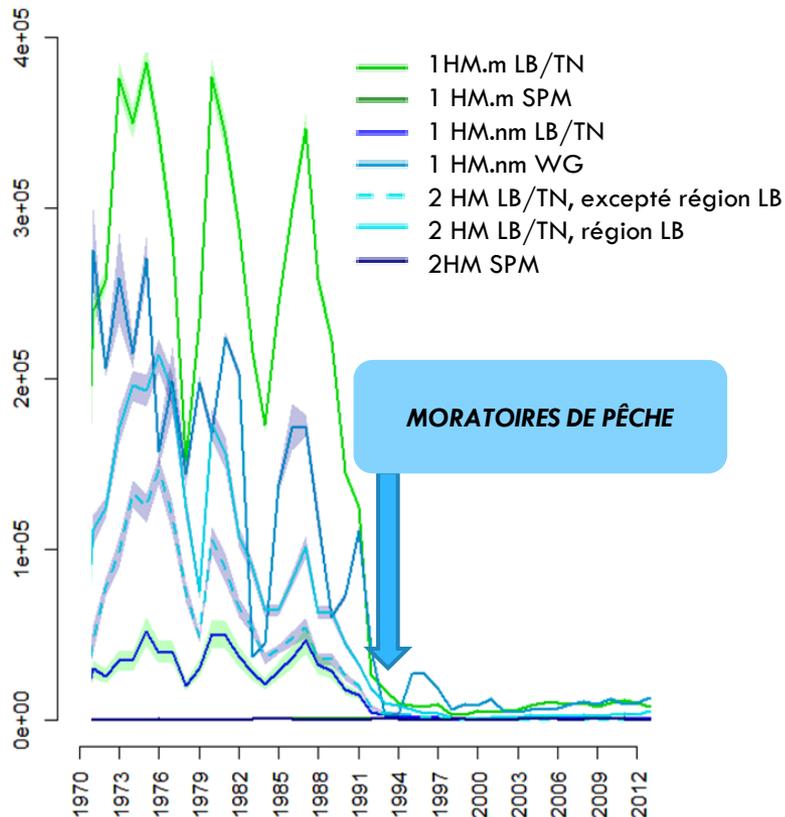
Une base de données unique rassemblée par un groupe d'experts internationaux



14

Captures sur stocks mélangés

Nombre de poissons

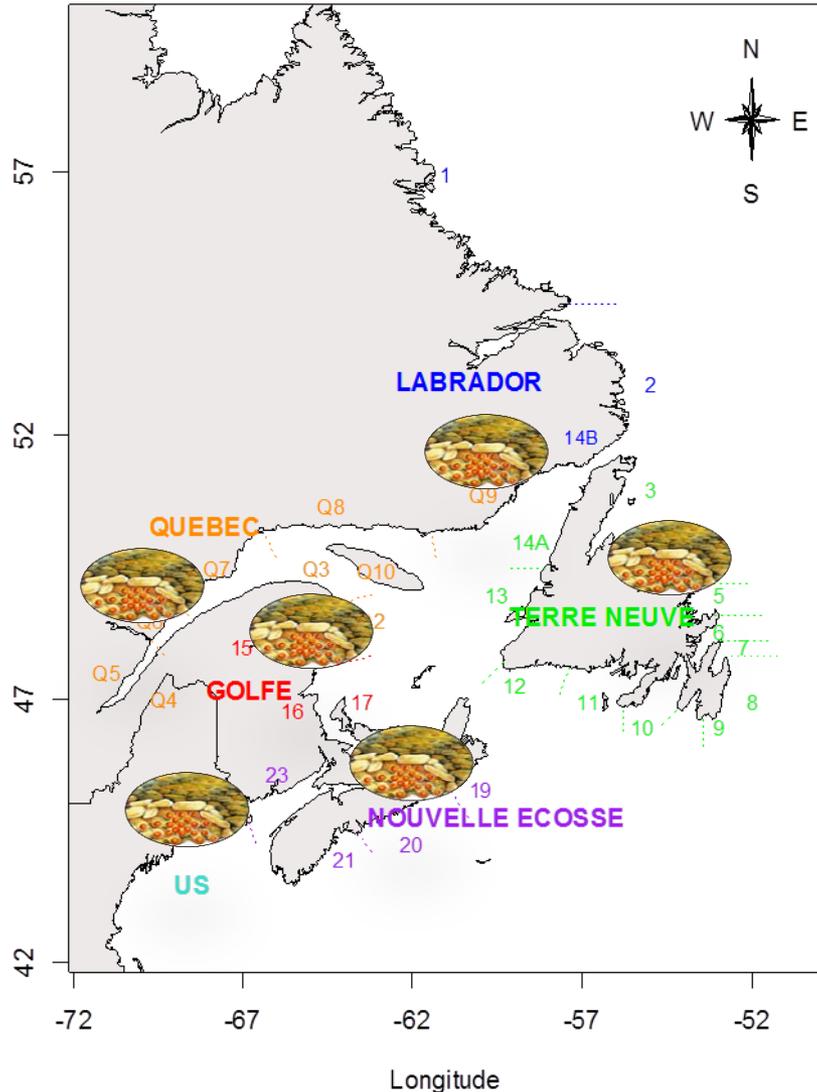


1. Nombre de saumons retournant en rivière (1970-2013)
2. Captures dans les eaux territoriales (1970-2013)
3. **Captures en mer sur stocks mélangés**
 - 1 Hiver de Mer
 - ✓ Labrador & Terre Neuve + St Pierre et Miquelon
 - 2 Hivers de Mer
 - ✓ Non maturant : Labrador / Terre Neuve + Groenland
 - ✓ Maturant : Labrador et Terre Neuve + St Pierre et Miquelon

Une base de données unique rassemblée par un groupe d'experts internationaux



14

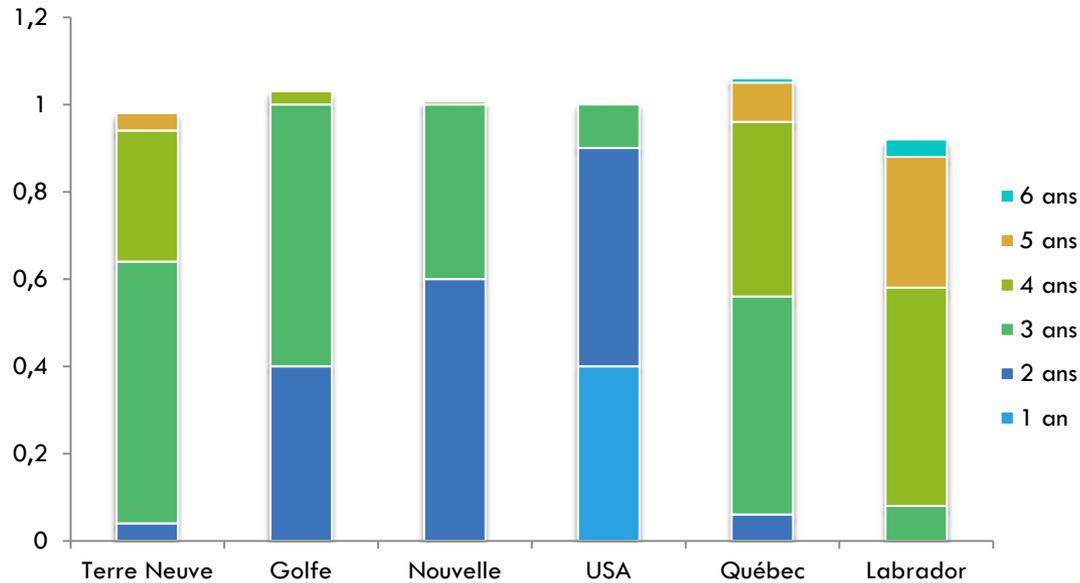


1. Nombre de saumons retournant en rivière (1970-2013)
2. Captures dans les eaux territoriales (1970-2013)
3. Captures en mer sur stocks mélangés
4. Phase eau douce : fécondité et âge de smoltification

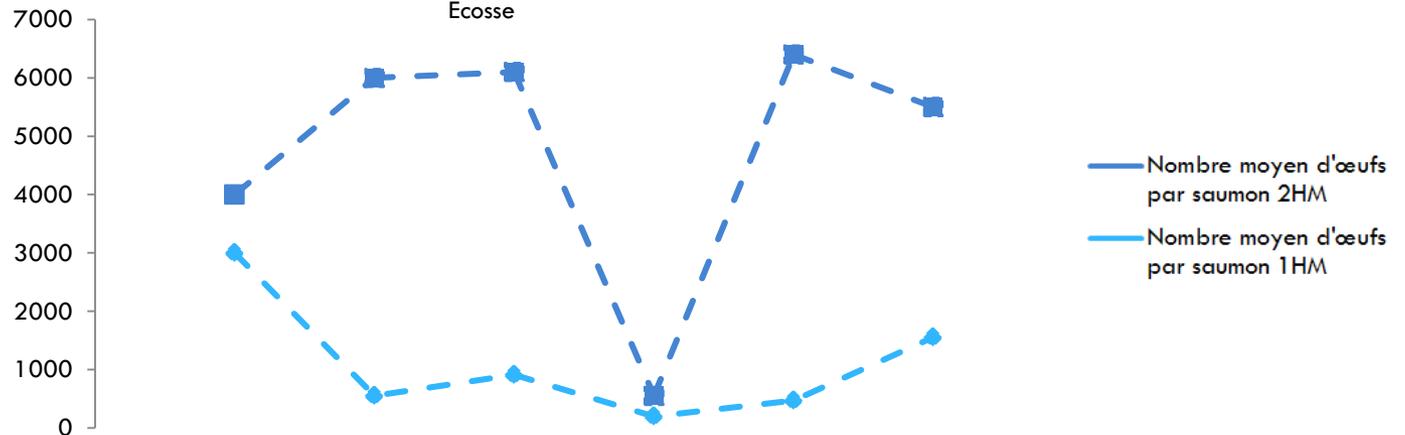
Données de la phase eau douce

15

Proportion des âges de smoltification

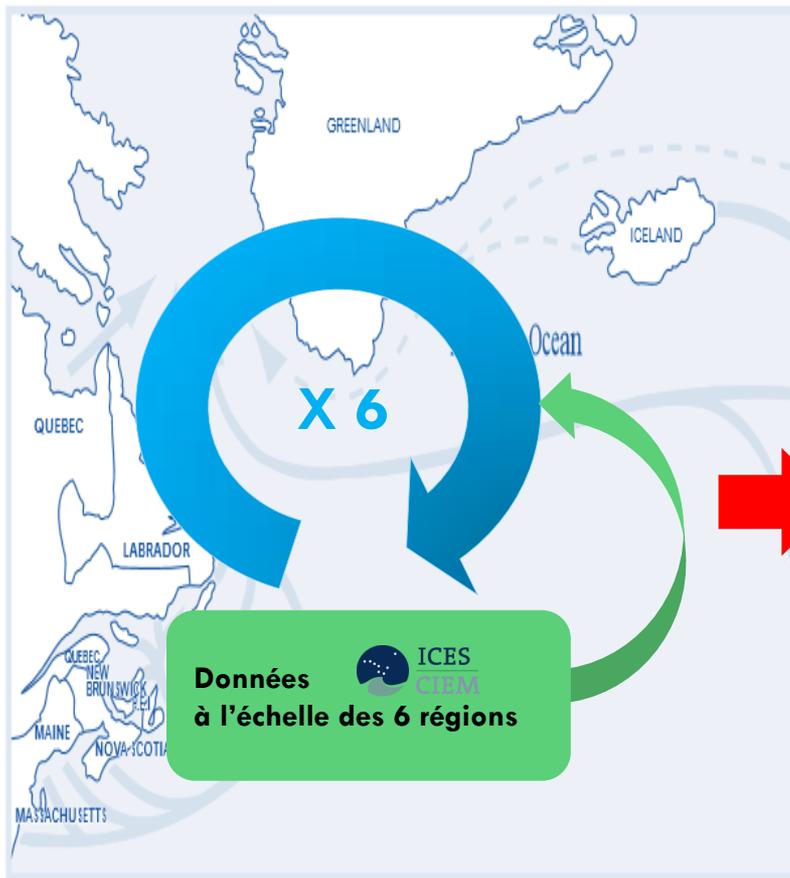


Nombre moyen d'œufs par saumon



Un modèle de cycle de vie à large échelle spatiale et temporelle

9



**Estimation
Bayésienne**

**1970-2013
6 régions**

**Abondances à
tous les stades**

**Taux de survie
en mer**

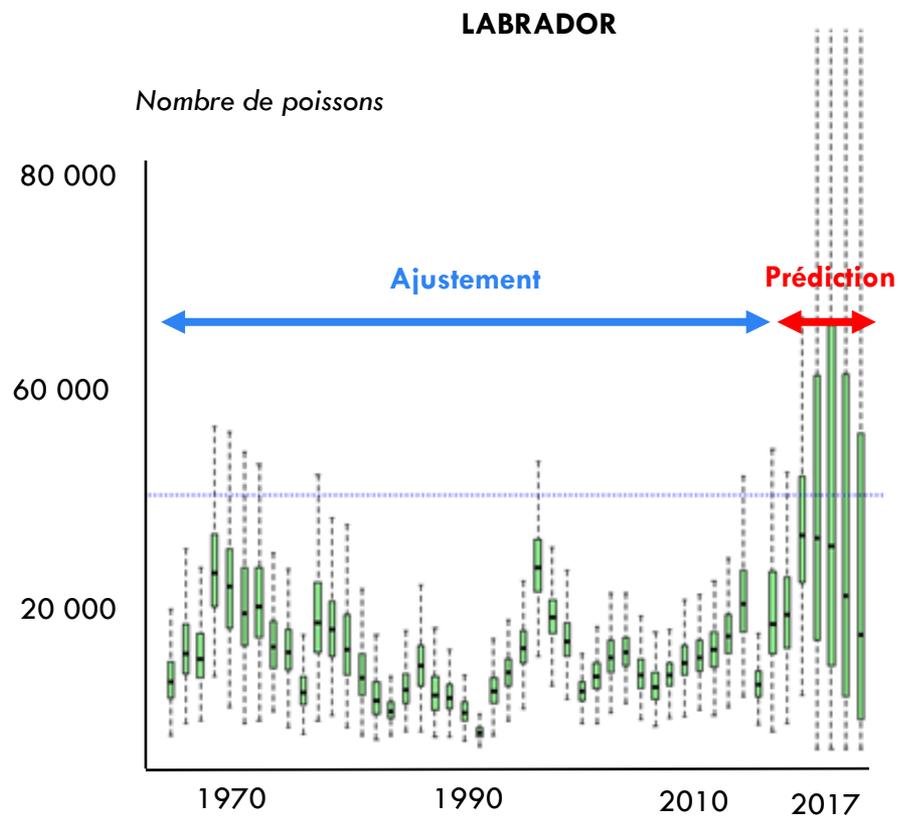
**Probabilité de
maturation**

Projections

**Scenarios
de captures
en mer**

Propagation de l'incertitude dans les prédictions

Commission	Région	Limites de Conservation des 2 Hivers de Mer
	Newfoundland	4 022
	Gulf	30 430
	Scotia-Fundy	24 705
	USA	29 199
	Quebec	29 446
	Labrador	34 746
Commission Américaine	Nord	152 548





RESULTATS

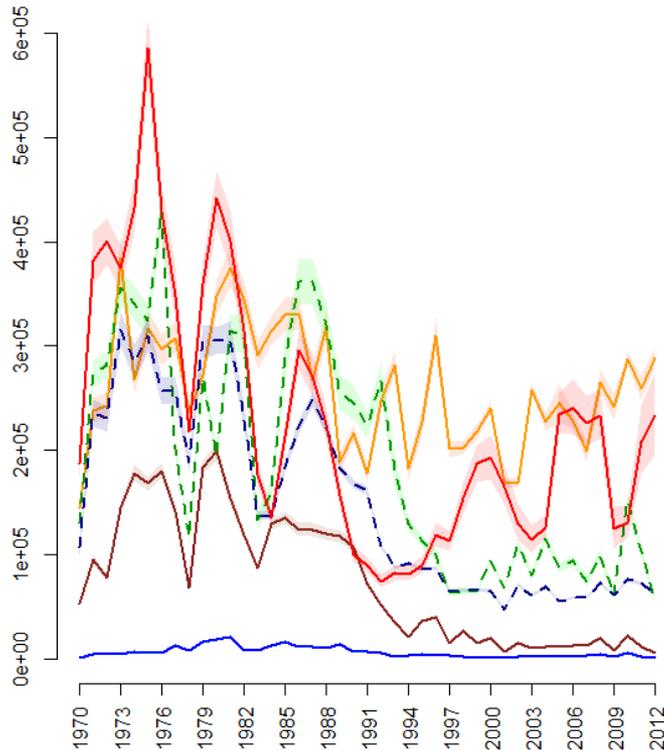
1. Abondances & Taux d'exploitation

Estimation de l'abondance pour chaque stade et chaque région

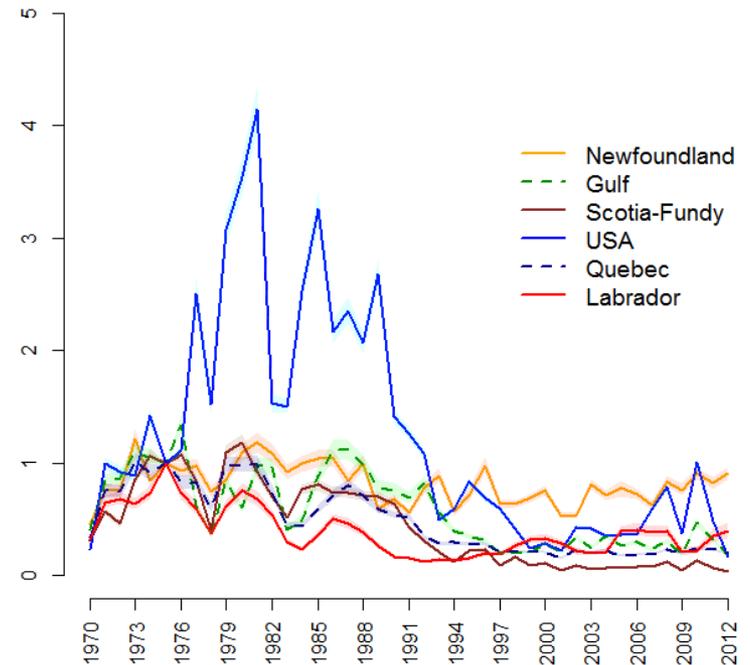
15

Abondance des post-smolts lors des premiers mois en mer

Nombre de poissons



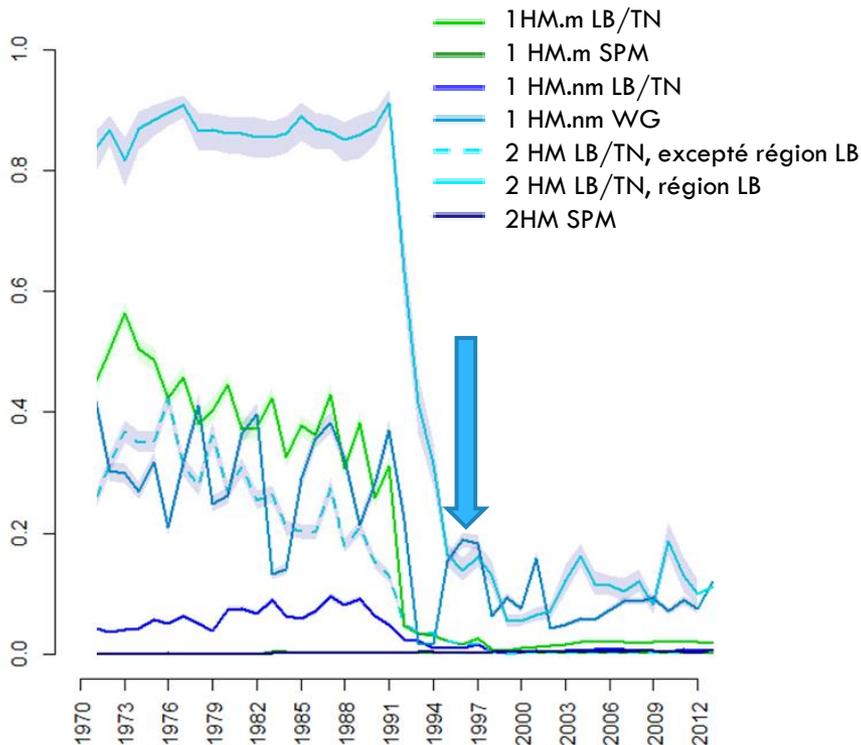
Abondance relative



Estimation des taux d'exploitation pour chaque pêche en mer sur stock partagé

16

Taux d'exploitation des pêcheries sur stocks partagés

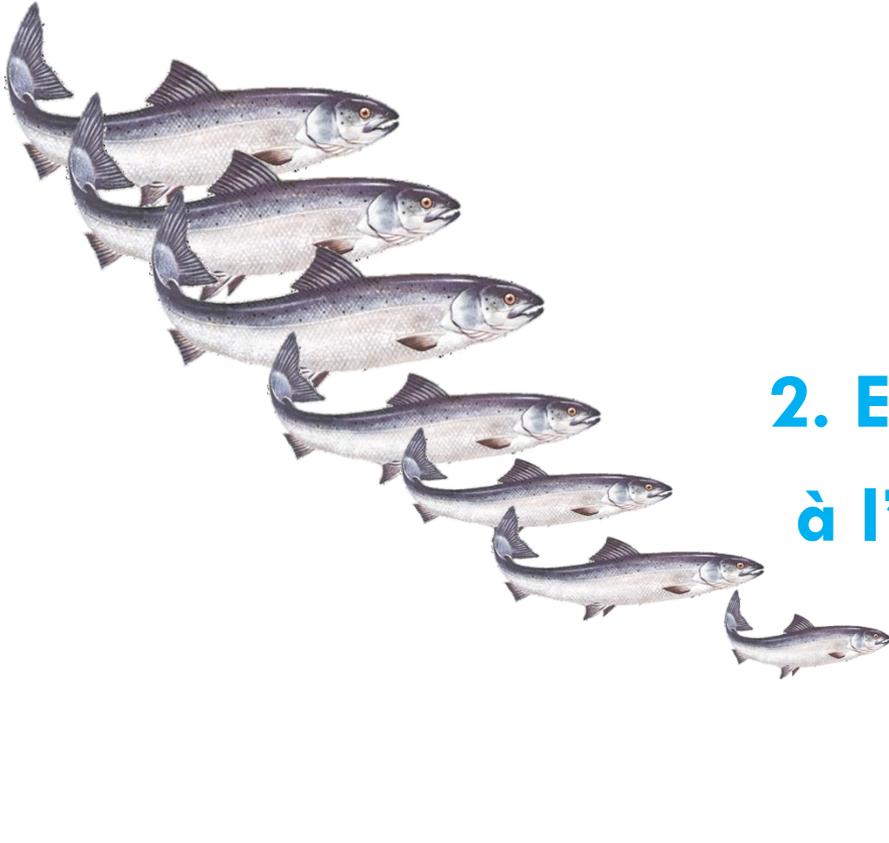


➤ **Taux d'exploitation homogènes par pêche en mer, excepté pour la pêche Terre Neuve/Labrador visant les 2 HM**

➤ **Exploitation intense des pêcheries de**

- ❖ Groenland
- ❖ Terre Neuve/ Labrador

➤ **Réduction massive dans les années 1990 (fermetures)**



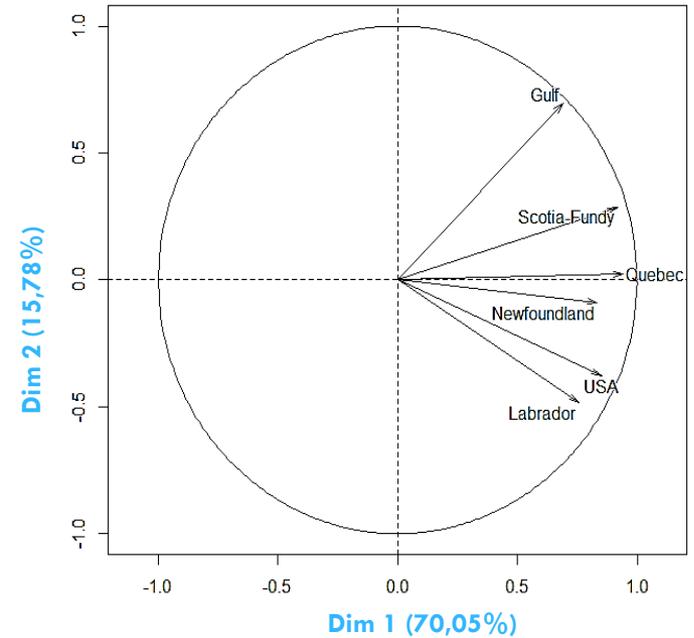
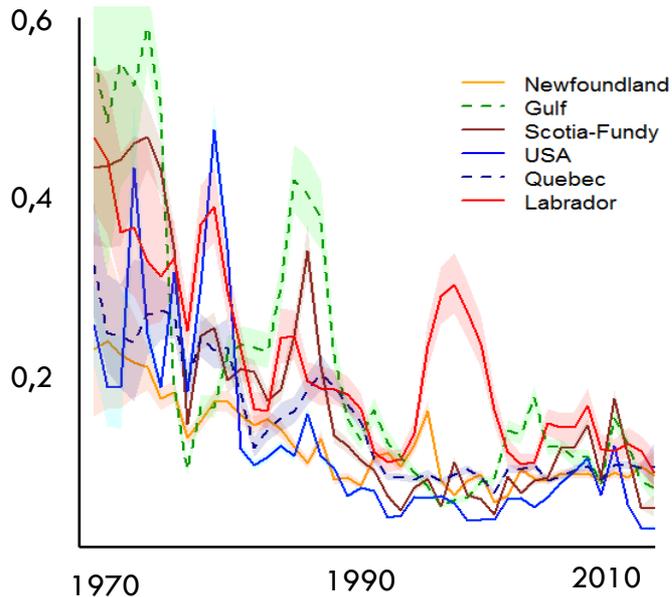
RESULTATS

2. Estimation des traits de vie à l'échelle Nord Américaine

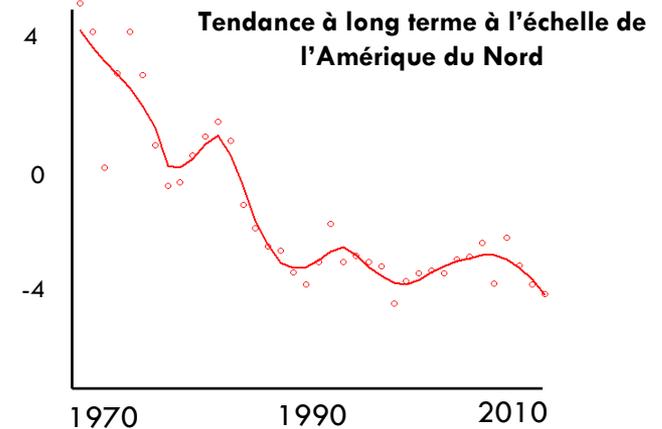
Variations des paramètres démographiques

17

Taux de survie



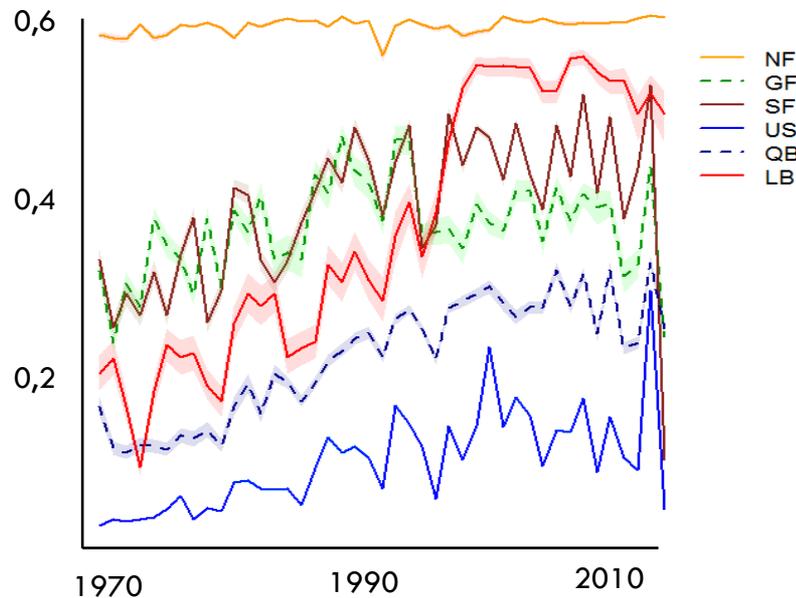
- Réponse synchrone des 6 régions
- ❖ diminution du taux de survie



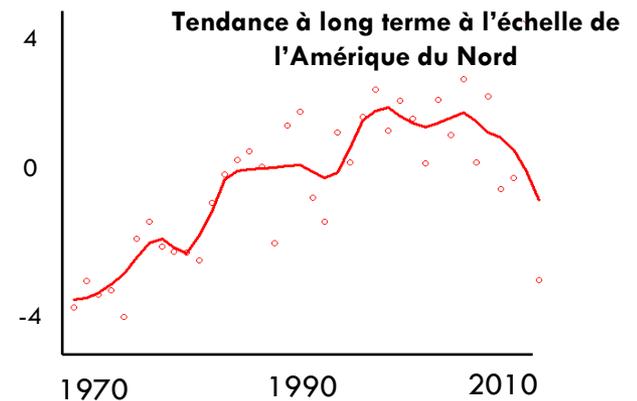
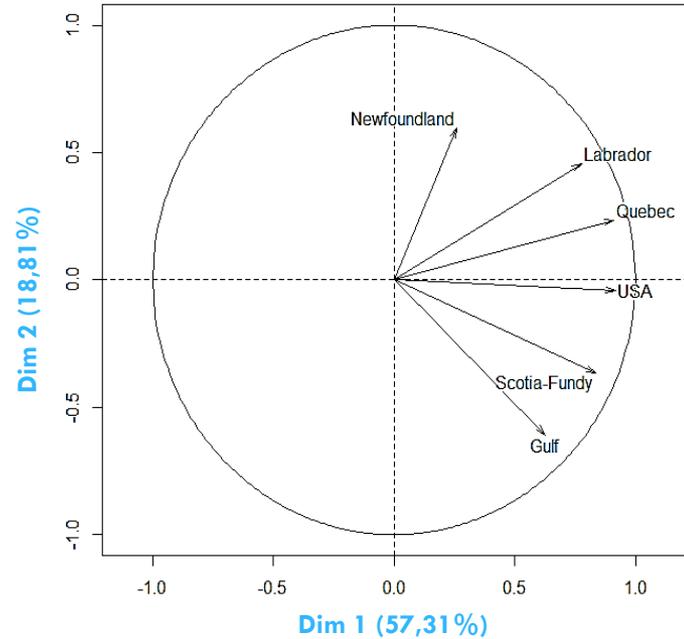
Variations des paramètres démographiques

18

Probabilité de maturer dès la 1^{ère} année en mer

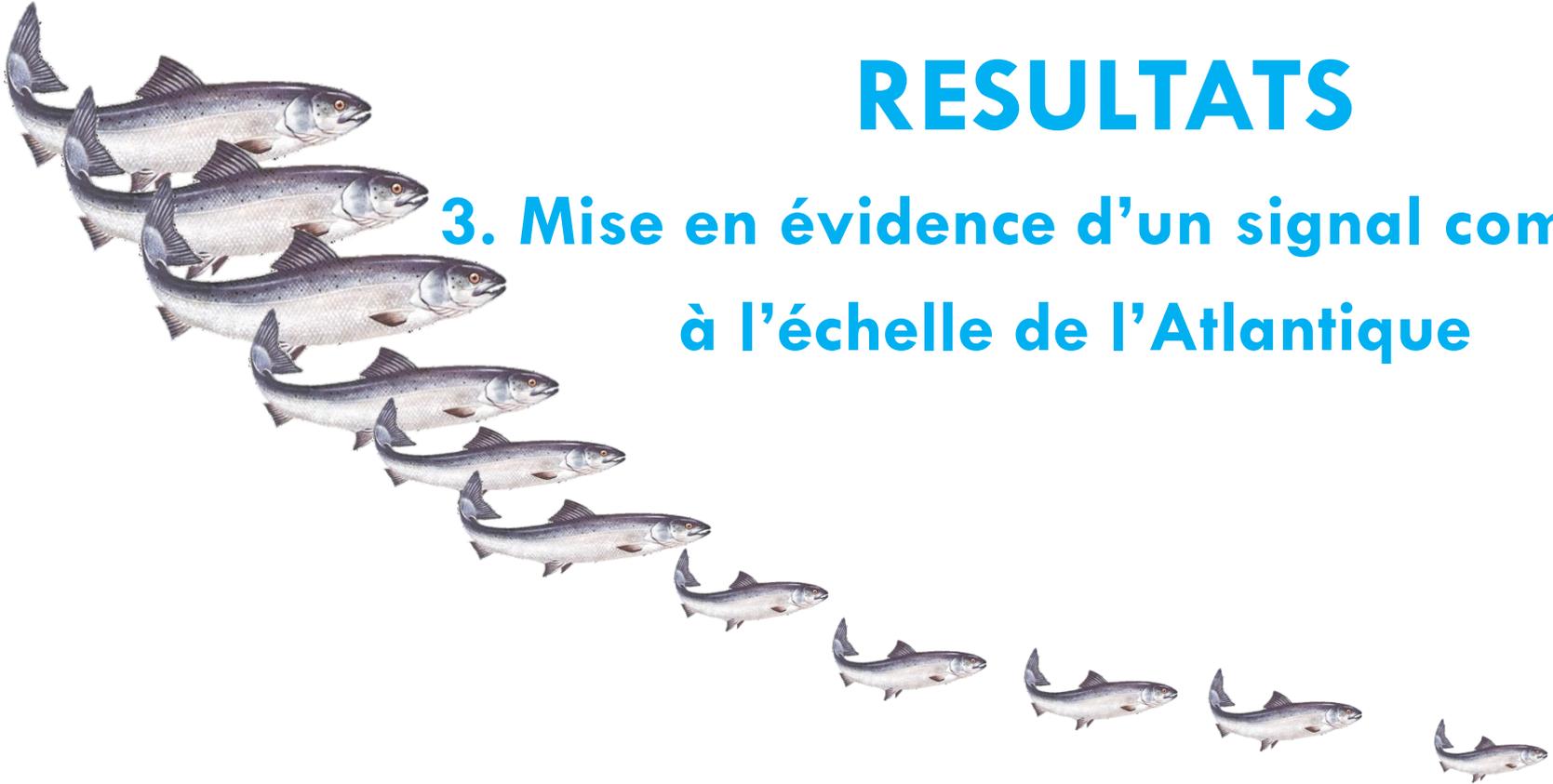


- Réponse synchrone des 6 régions
- ❖ augmentation de la probabilité de maturation



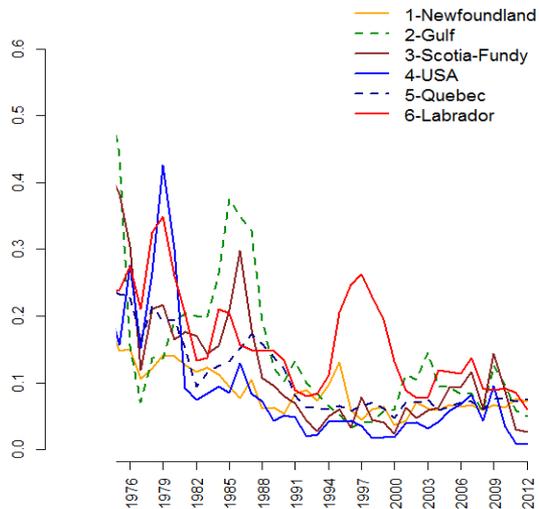
RESULTATS

3. Mise en évidence d'un signal commun à l'échelle de l'Atlantique



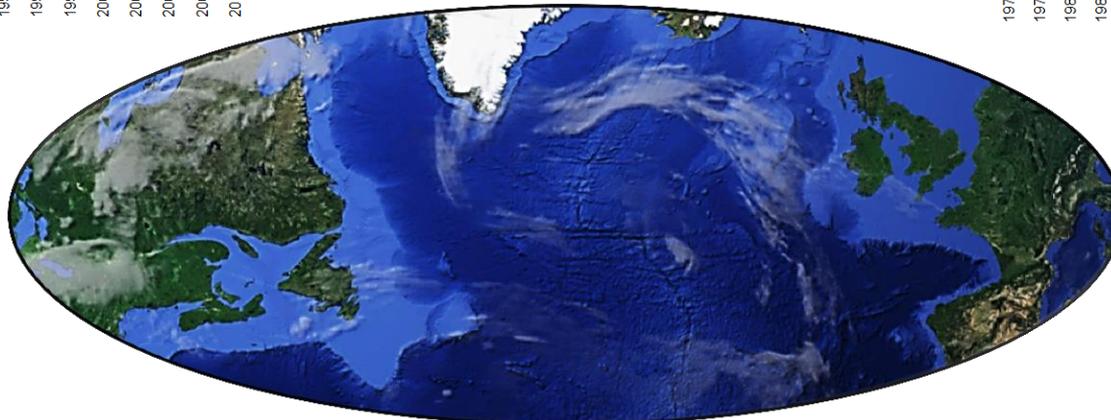
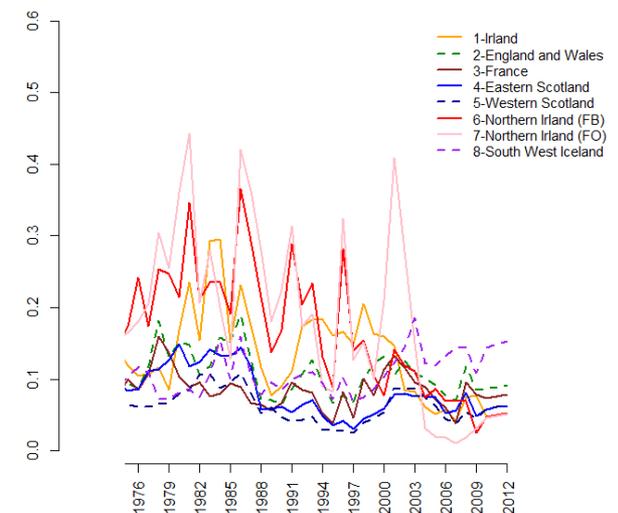
Signal commun entre les dynamiques des populations Nord Américaines et Sud Européennes

Amérique Nord (NAC) (6 régions)



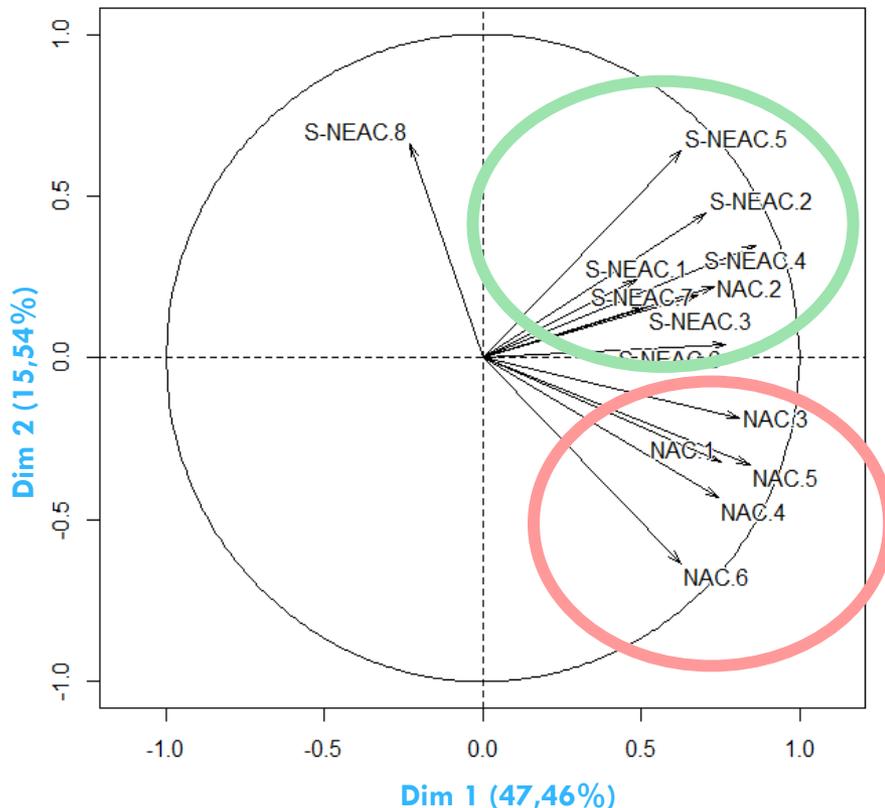
**Taux de survie
des post-smolts
en mer**

Europe (NEAC) (8 régions)

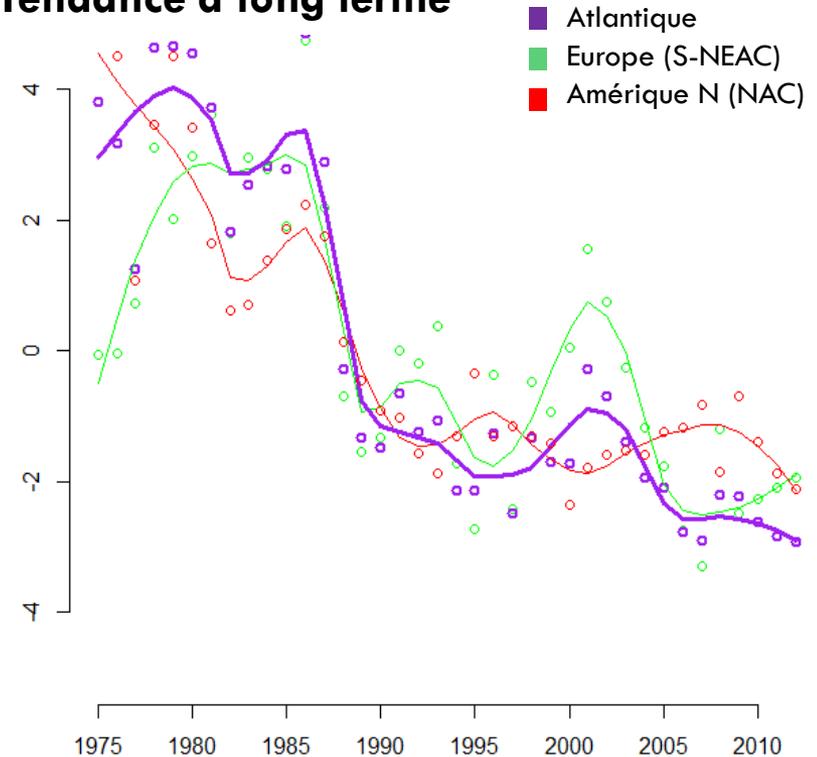


Signal commun entre les dynamiques des populations Nord Américaine et Sud Européenne

19



Tendance à long terme

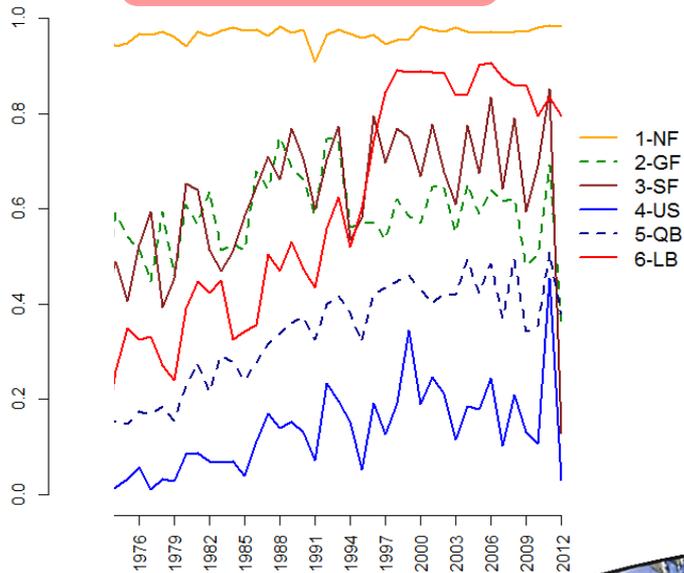


➤ **Signal commun (47% de la variabilité)**

- ❖ Survie divisée par 4
- ❖ Shift début 1990

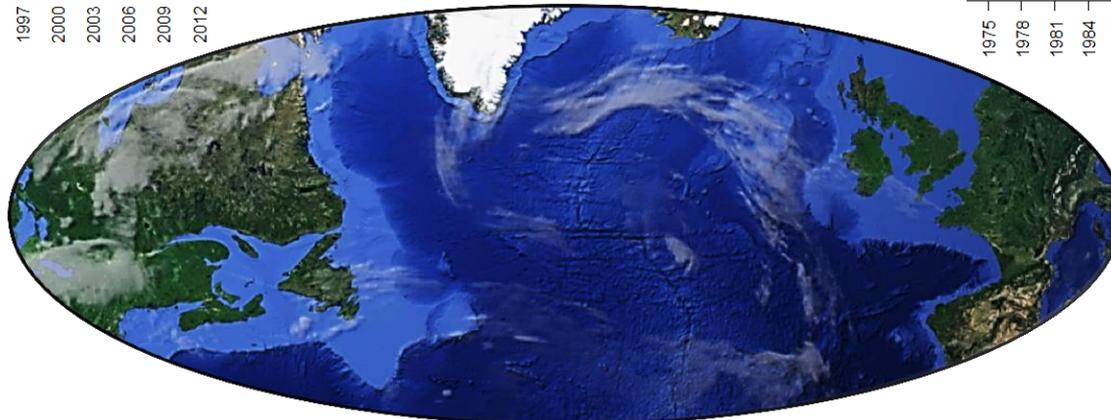
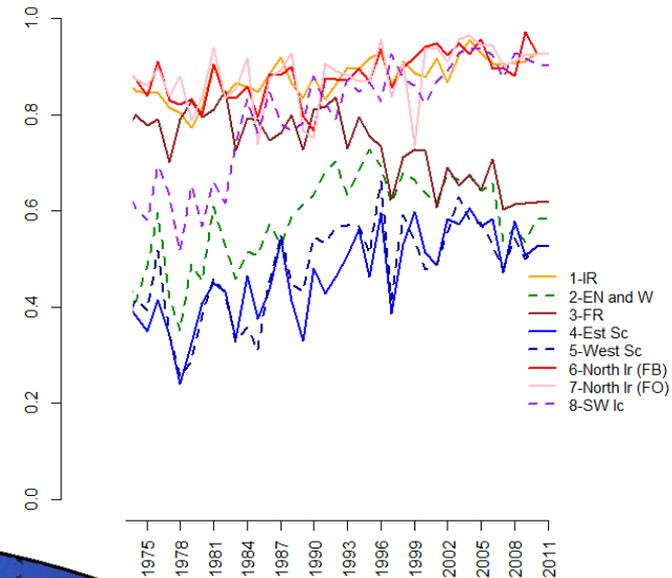
Signal commun entre les dynamiques des populations Nord Américaines et Sud Européennes

Amérique Nord (NAC)
(6 régions)



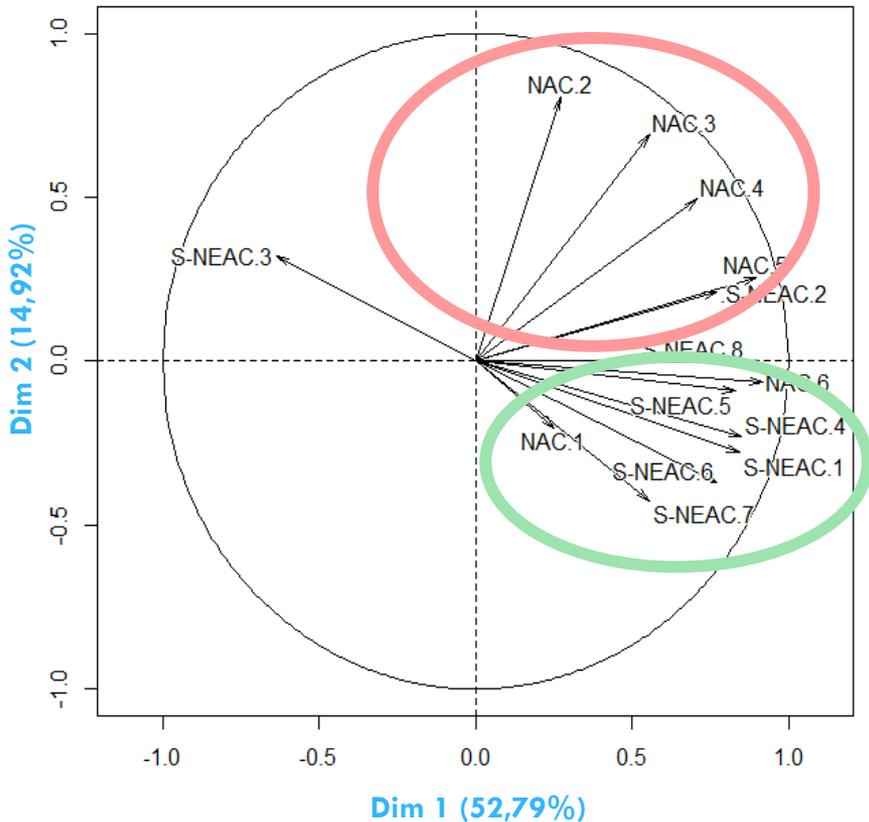
**Probabilité de
maturer dès la
1ère année en
mer**

Europe (NEAC)
(8 régions)

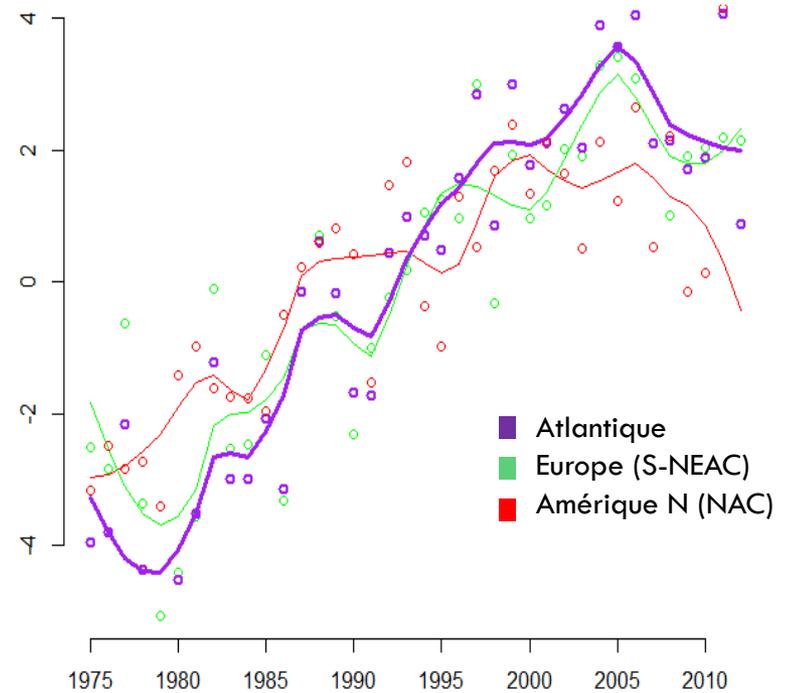


Signal commun entre les dynamiques des populations Nord Américaines et Sud Européennes

19

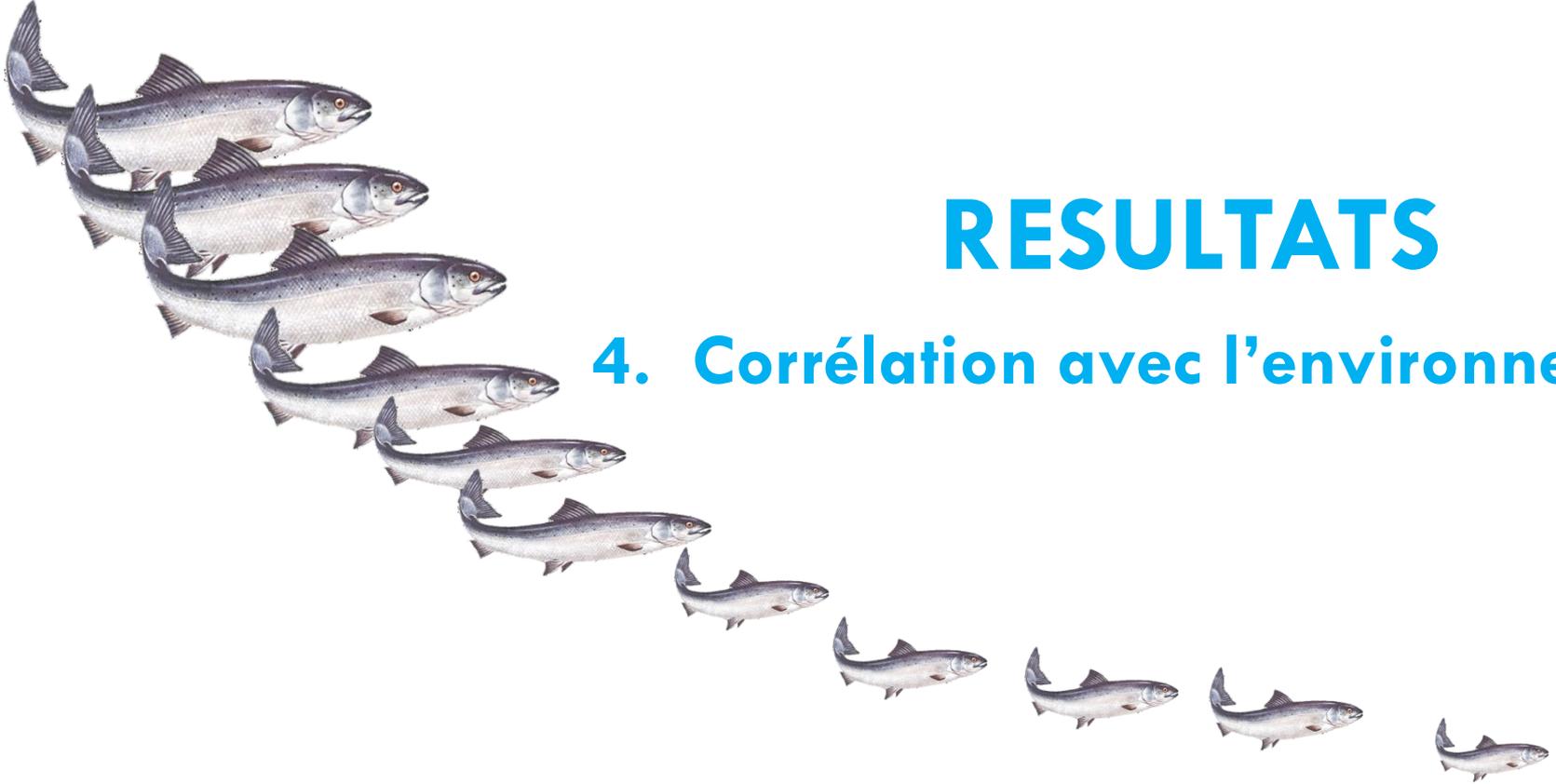


Tendance à long terme



➤ Signal commun (53% de la variabilité)

- ❖ Augmentation de la probabilité de maturer
- ❖ Stabilisation les dernières années



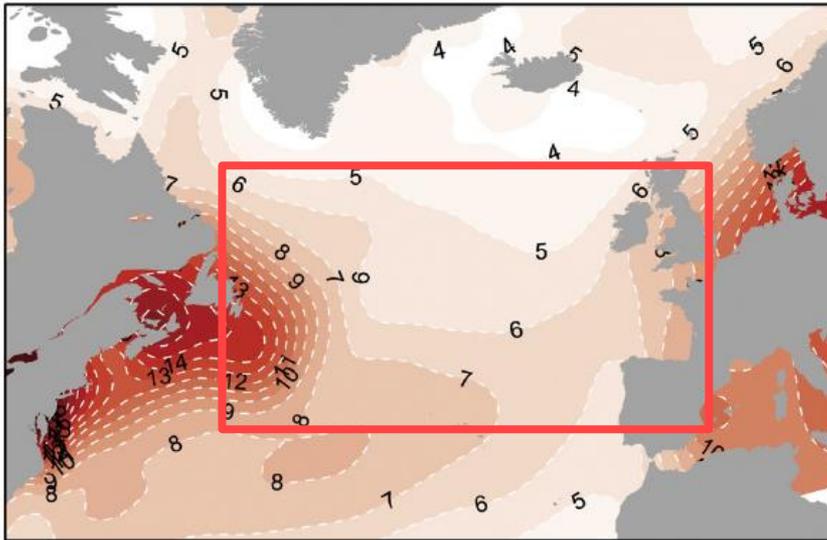
RESULTATS

4. Corrélation avec l'environnement

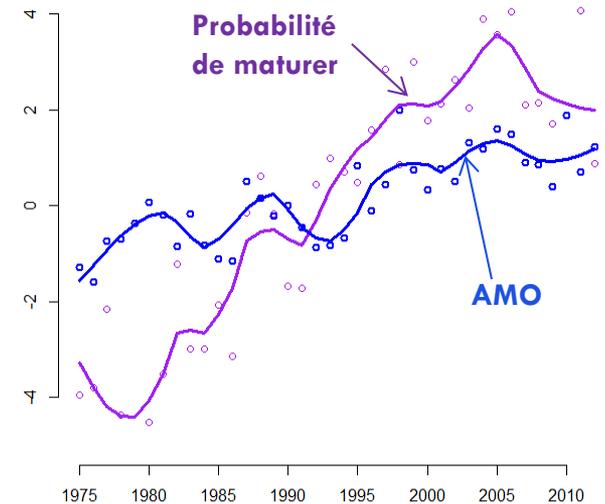
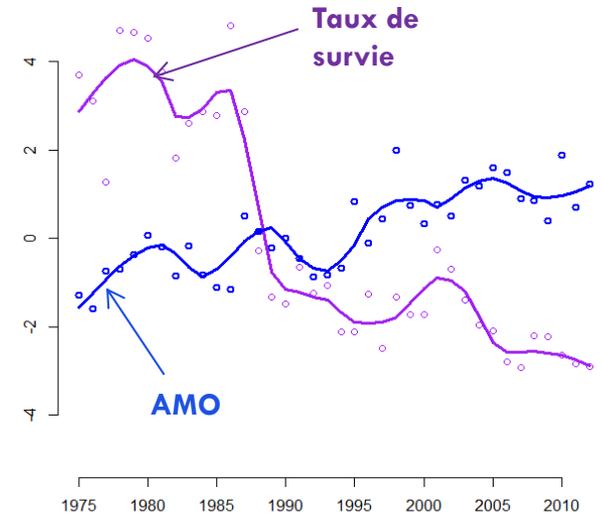
Corrélation entre les paramètres démographiques et la température de surface

21

AMO, proxy de la Température moyenne de surface de l'océan



Friedland et al, 2014

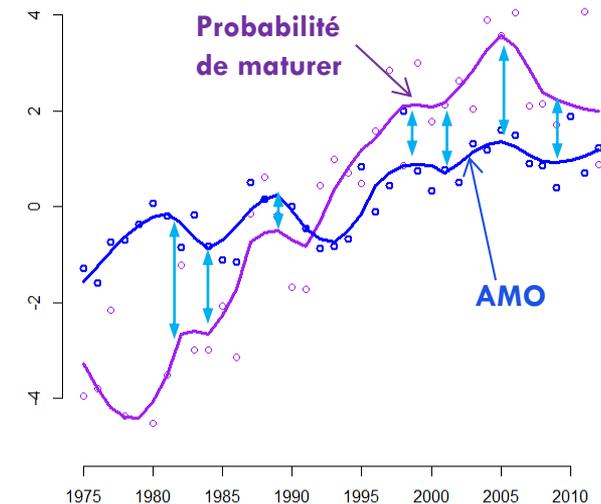
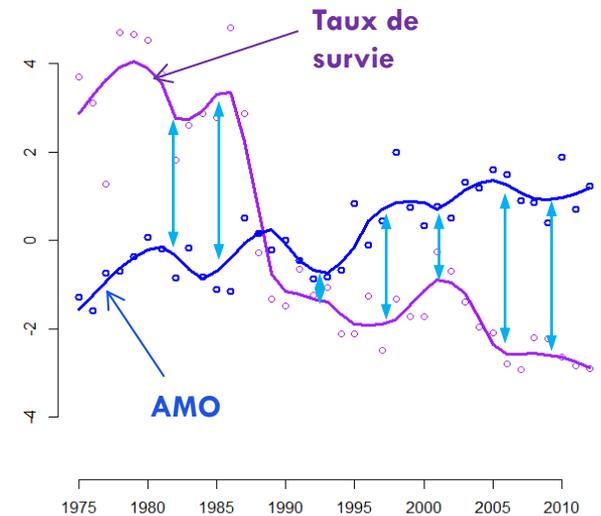


Corrélation entre les paramètres démographique et la température de surface

22

- **Corrélation négative entre AMO et Survie**
 - **Tendance de long terme : - 0,75*** ($p\text{-value}=5,3e-08$)
 - **Echelle décennale (dé-tendencé): - 0,03**
($p\text{-value}=0,87$)

- **Corrélation positive entre AMO et probabilité de maturer la 1ère année en mer**
 - **Tendance de long terme : 0,85*** ($p\text{-value}=2,5e-11$)
 - **À échelle décennale (dé-tendencé): 0,27**
($p\text{-value}=0,11$)





RESULTATS

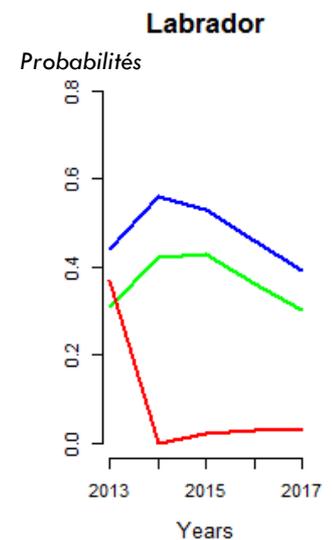
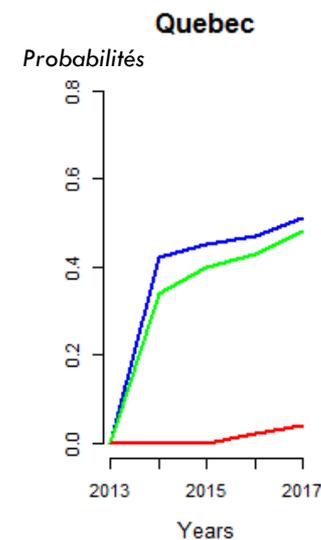
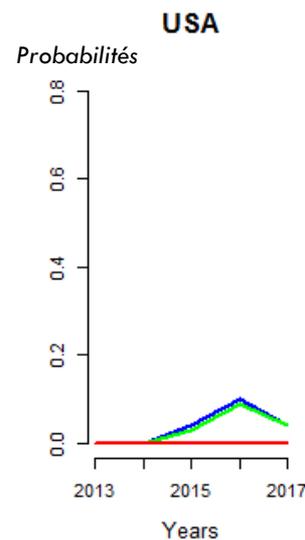
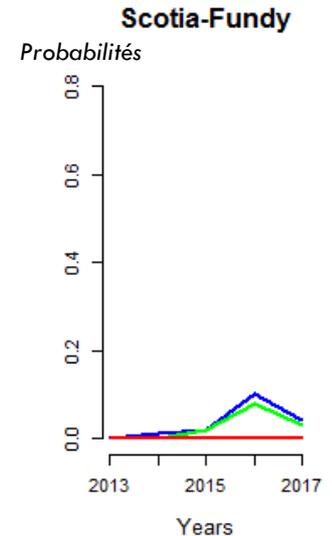
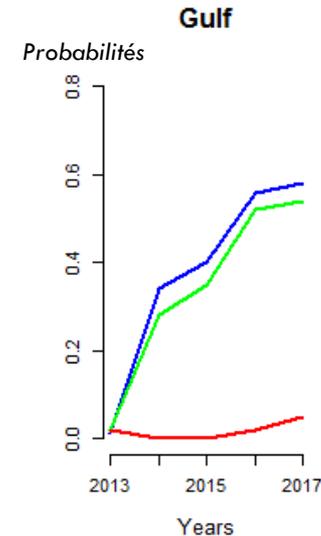
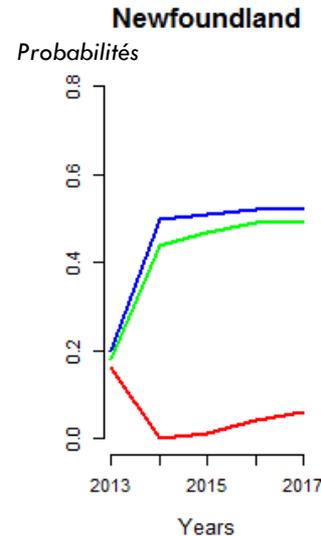
4. Application à la gestion

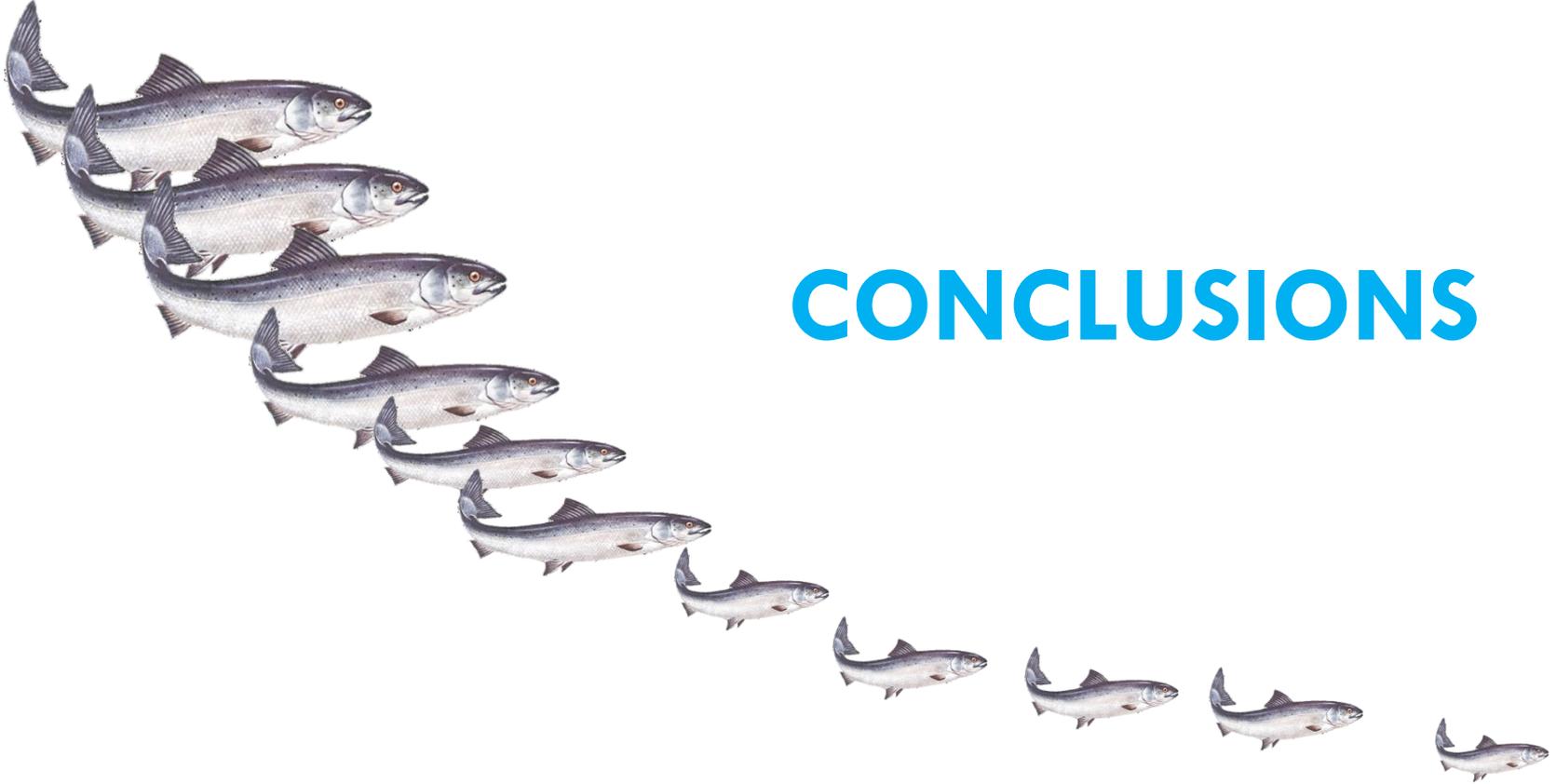
Prédiction des retours sous différents scénarios de gestion : un outil d'aide à la décision pour les pêcheries sur stocks partagés

23

Probabilité d'atteindre les Limites de Conservation d'abondance de géniteurs définies par la NASCO

- Statu quo
- Absence de capture
- Quota de 1,5 tonne Groenland





CONCLUSIONS

Un modèle de cycle de vie à l'échelle des grands complexes de stocks

25

- **Modèle de cycle de vie dans un cadre de modèle hiérarchique bayésien**
 - **Intégration de multiples sources d'information**
 - **Meilleure représentation des processus démographiques**
 - **Séparation phase marine/eau douce**
 - **Phase marine: Survie/Maturation**

- **Emboîtement d'échelle → Séparer les facteurs de pressions**

- **Quantification et propagation de l'incertitude dans les projections des retours**

Limites

Une structure démographique encore trop simple

27

- **Mortalité naturelle en mer, constante et égale entre les classes d'âge**
- **Homogénéité du taux d'exploitation sur les stocks partagés en mer**
- **Mécanismes densité dépendants en rivière non intégrés**
- **Absence de co-variance entre les différentes régions**

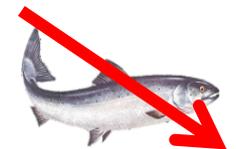
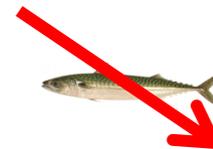
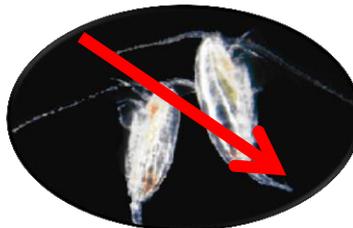
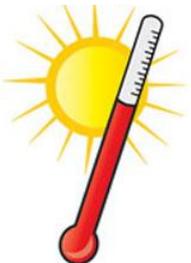
Une contribution à l'écologie du saumon Atlantique

28

- **Signal commun dans la variation des traits de vie à l'échelle de l'Atlantique**
 - **Une réponse à des facteurs agissant à une large échelle au cours de la phase marine**

- **Corrélation négative entre Survie et AMO**
 - ▣ **Shift de la survie dans les années 1990**

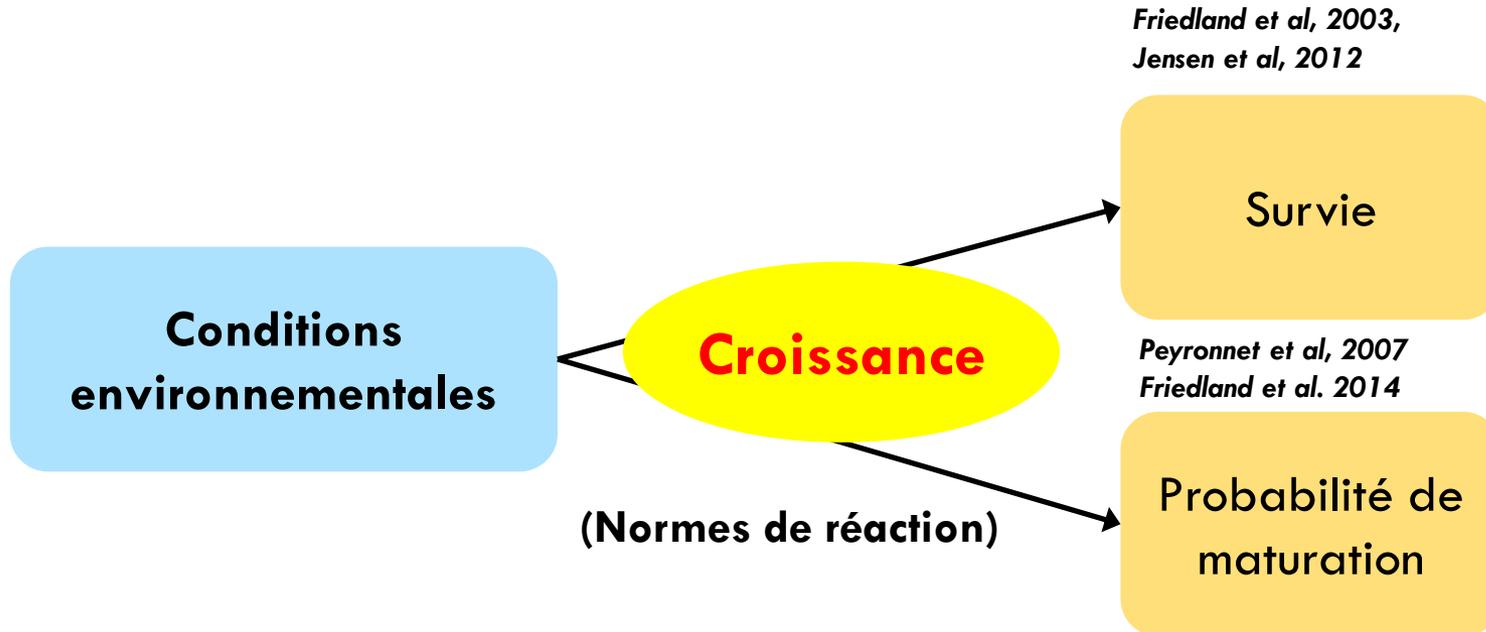
 - **Réponse des populations à des changements écosystémiques**
Beaugrand et Reid, 2012 : Plancton / Mills, 2013 : capelan (Bottom up)



Une contribution à l'écologie du saumon Atlantique

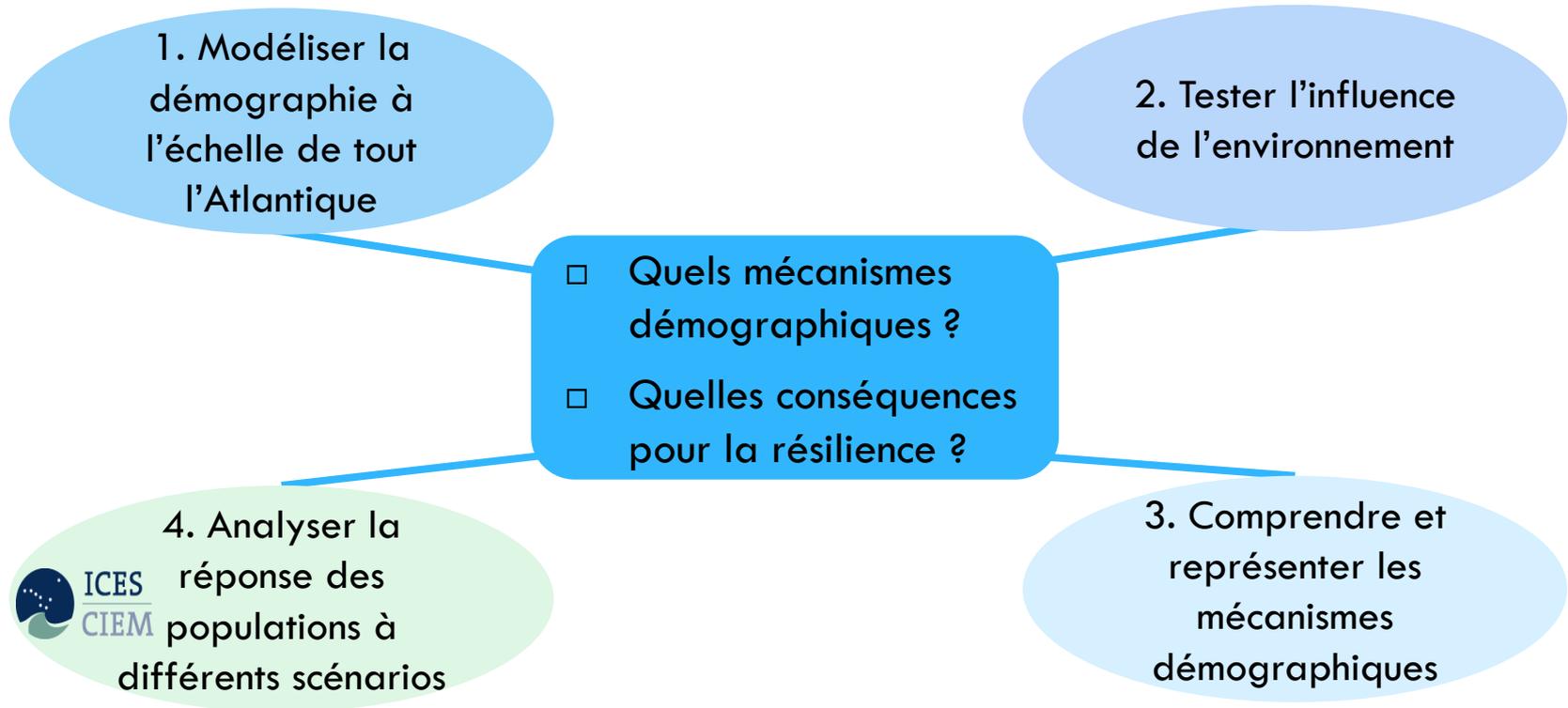
29

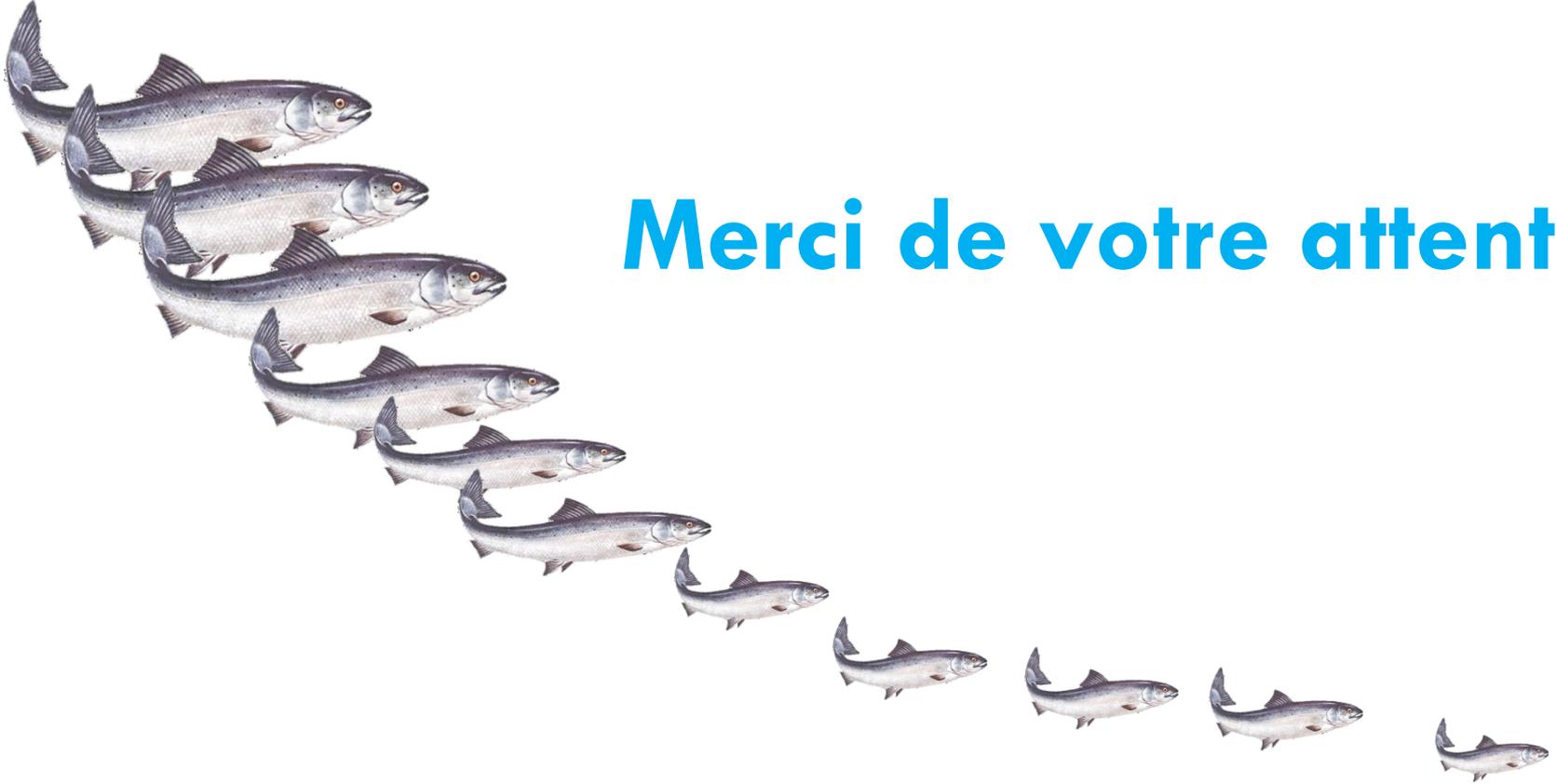
- La croissance au centre des mécanismes démographiques ?



Perspectives: Travail de thèse

30





Merci de votre attention