

Le recrutement de l'anguille européenne est-il reparti à la hausse ?

LAMBERT Patrick ⁽¹⁾,
DROUINEAU Hilaire ⁽¹⁾,
BRIAND Cédric ⁽²⁾,
PREVOST Etienne ⁽³⁾,
BARDONNET Agnès ⁽³⁾,
BEAULATON Laurent ⁽⁴⁾



Pourquoi s'intéresser au recrutement ?

Premier processus dans la modélisation de la dynamique continentale d'une fraction de population (Lambert et Rochard 2007, Aprahamian et al. 2007, Oeberst et Fladung 2012, Schiavina et al, 2015)

Etat de la population d'anguilles (WGEEL, 2013)

- Utilisé par le WGEEL
- Retour aux recrutements des années 1960-1979 comme approximation de l'objectif assigné aux Plans de gestion anguilles (40 % de l'échappement par rapport à la situation pristine)

Potentiel de prélèvement

- Définition des quotas (Beaulaton et al 2014)

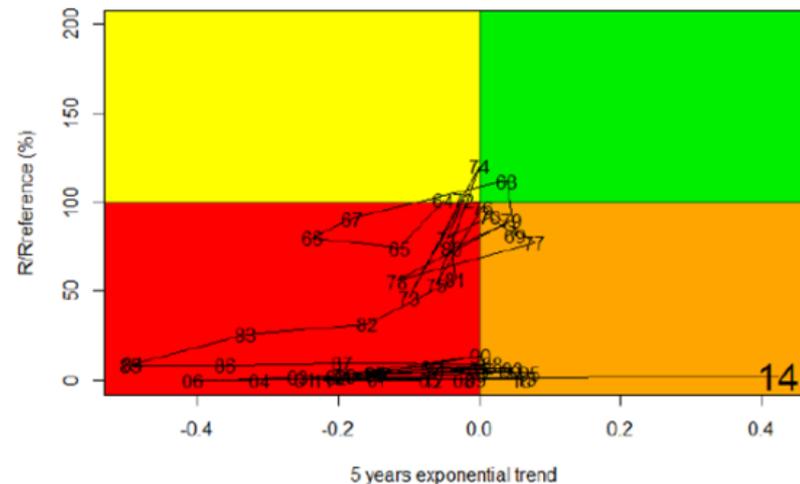
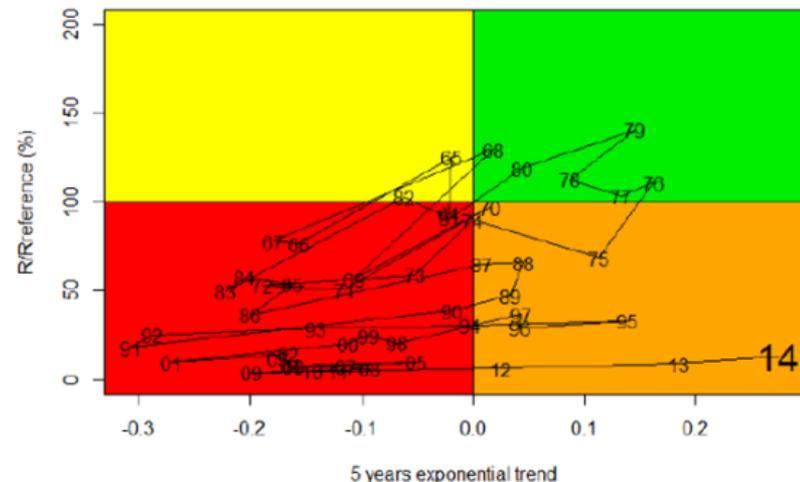


Figure 3.3. Recruitment status-and-trend with respect to the four zones (green=healthy zone, yellow=cautious zone, orange=other cautious zone, red=critical zone) for 'Elsewhere Europe' (upper panel) and 'North Sea' (lower panel) glass eel recruitment time-series

Un souffle d'optimisme sur le recrutement ?

2014 QUÉBEC EEL DECLARATION

The 2003 Québec Declaration of Concern About Eel Declines—11 Years Later: Are Eels Climbing Back up the Slippery Slope?

Willem Dekker (coordinator)

Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Aquatic Resources, Stångholmsvägen 2, SE - 17893 D
dekker@slu.se

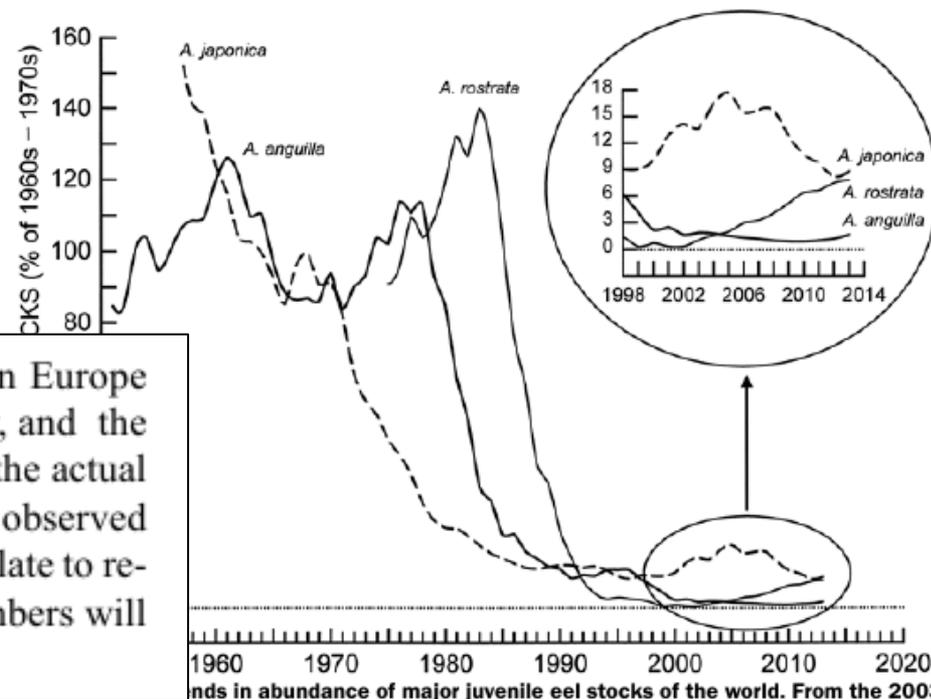
John M. Casselman (coordinator)

Department of Biology, Queen's University, 2406 Biosciences Complex, 116 Barrie St., Kingston, ON, Canada K7L 3N6

In 2003, scientists gathered at the American Fisheries Society meeting in Québec and raised an urgent alarm in a Declaration of Concern about the state of eel stocks around the world, with less than 1% of juvenile resources remaining (as documented for northern temperate stocks). In the years since, precautionary protective measures have been implemented, monitoring and research have increased, and sustainable man-

aging areas in distant oceans has been established. This is in distinct contrast to the situation in the 1970s, where safeguarding a minimal amount of stock protection. In 2003, a declaration of concern was issued, and a demersal fishery was closed. A severe reduction in biodiversity has been observed in communities where eel fishing

An increase in recruitment has been observed in Europe and parts of North America for several years in a row, and the trend in East Asia has fluctuated (Figure 1)—though the actual numbers are still very far below what was commonly observed in the past. It is unclear to what extent these upturns relate to recent protective actions. Regardless, the increased numbers will still contribute to recovery if properly protected.



Quebec Declaration of Concern (Dekker et al. 2003), updated: European eel (*Anguilla anguilla*), glass eels, geometric means of available local series from the International Council for the Exploration of the Sea—Working Group on Eels, provided by C. Briand; American Eel (*A. rostrata*), small yellow eels ascending upper St. Lawrence River, from Lake Ontario Management Unit, Ontario Ministry of Natural Resources, provided by J. Casselman; Japanese eel (*A. japonica*), glass eel catches in Japan, from Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications (prior to 1977 may include young eels larger than glass eels), after 2003 obtained from Fisheries Agency, Japan, provided by K. Tsukamoto. Illustrated using 5-year running means with end-point contractions. Figure prepared by L. Marcogliese.

Comment sont établies les séries d'indice de recrutement ?

Une compilation de séries à travers l'Europe

- Données issues des pêcheries (CPUE, capture)
- Suivis de passages aux passes
- Suivis scientifiques

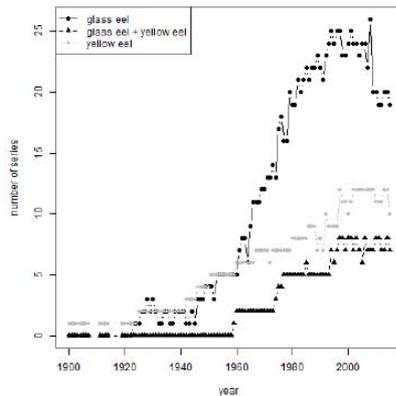


Figure 1.2: Trends in number of glass (black circle), glass+young yellow eel (grey triangle) and older yellow eel (black triangle) time-series giving a report in any specific year.



Figure 2.1. Location of the eel recruitment monitoring sites in Europe, circle = glass eel (white), glass eel and young yellow eels (blue), yellow diamond = yellow eel series. The lines show the different Eel Management Units in Europe.

Comment sont établis les séries d'indice de recrutement ?

Une compilation de séries à travers l'Europe

- Données issues des pêcheries (CPUE, capture)
- Suivis de passages aux passes
- Suivis scientifiques

Identification de deux tendances

(WGEEL 2010)

- « Mer du Nord »
- « Ailleurs en Europe »

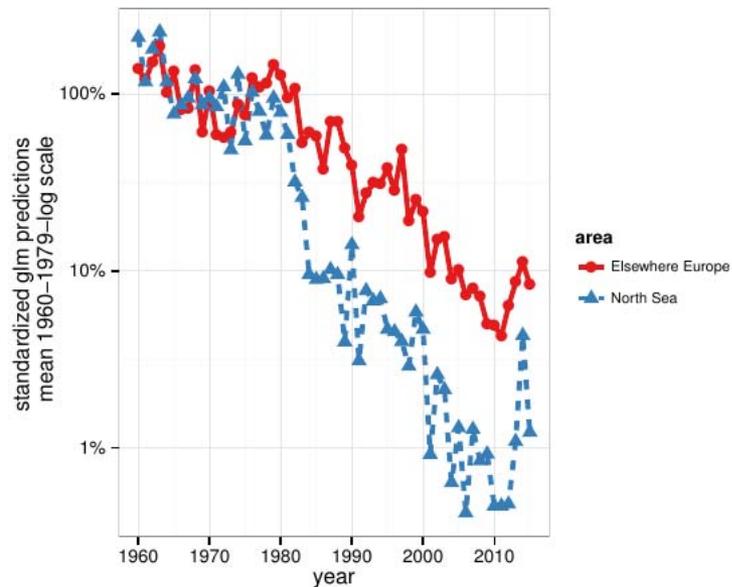


Figure 1.5: WGEEL recruitment index: geometric mean of estimated (GLM) glass eel recruitment for the continental North Sea and Elsewhere Europe series updated to 2015. The GLM ($recruit \sim area : year + site$) was fitted on 39 time-series comprising either pure glass eel or a mixture of glass eels and yellow eels and scaled to the 1960-1979 average. No time-series are available for glass eel in the Baltic area. Note the logarithmic scale on the y-axis.

Comment expliquer la « remontée » du recrutement depuis 2012 ?

Par un effet des plans de gestion

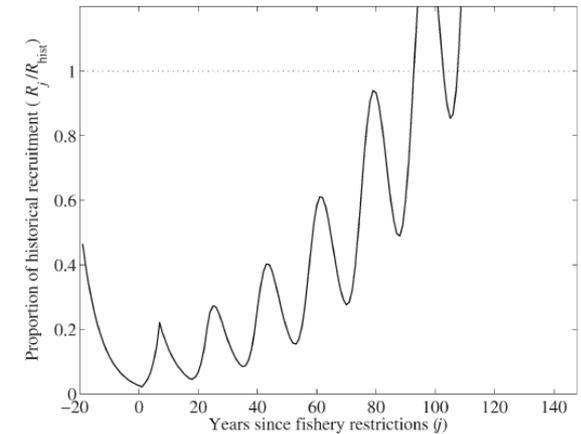
- Plans de gestion adoptés en 2008-2009
- Premières mesures à effet rapide (fermeture de pêcheries d'anguilles argentées, arrêt de turbinage, ...) à partir de 2009
- Augmentation des arrivées de civelles 3 ans après, à partir de 2011-2012

Mais

- Pas de mesures objectives de l'efficacité des mesures de gestion prises (WGEEL 2013)
- Voire plutôt une diminution de 4% de l'échappement estimé (WGEEL 2014)

Avec risque de

- Rediminution liée à la tendance historique à la baisse du recrutement (effet secondaire de Aström et Dekker, 2007)



(Aström et Dekker 2007)

Comment expliquer la « remontée » du recrutement depuis 2012 ?

Par un effet des plans de gestion

- Plan de gestion adopté en 2008-2009
- Premières mesures à effet rapide (fermeture de pêcheries d'anguilles argentées, arrêt de turbinage, ...) à partir de 2009
- Augmentation des arrivées de civelles 3 ans après, à partir de 2011-2012

Mais

- Pas de mesures objectives de l'efficacité des mesures de gestion prises (WGEEL 2013)
- Voire plutôt une diminution de 4% de l'échappement estimé (WGEEL 2014)

Avec risque de

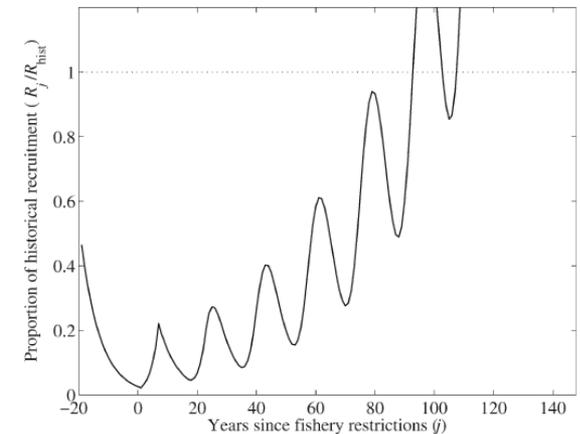
- Rediminution liée à la tendance historique à la baisse du recrutement (effet secondaire de Aström et Dekker, 2007)

Par des conditions environnementales favorables

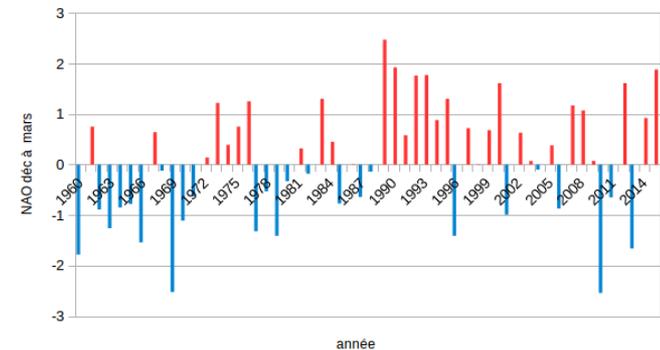
- Remontées déjà observées dans le passé (1991-1995)
- Lien entre recrutement et conditions océaniques (Bonhommeau et al 2008, Kettle et al 2008)

Mais

- Fait l'objet de débats (Dekker 2004, Ices 2008, Kettle et al 2011)



(Aström et Dekker 2007)



NAO Index Data provided by the Climate Analysis Section, NCAR, Boulder, USA, Hurrell (2003). Updated regularly. Accessed 04 Oct 2015

Développement du modèle BERT (Bayesian Eel Recruitment Trend)

(CS Quota 2013-2015, WGEEL 2014)

Ajusté dans un cadre inférentiel statistique bayésien à l'aide de méthodes de Monte-carlo par chaîne de Markov (MCMC)

Considère des perturbations auto-corrélées

Permet de tenir compte de l'effet des fluctuations environnementales (climat, conditions océaniques, ..) corrélées dans le temps

2 options sont considérées

- 1 seule tendance exponentielle décroissante
- 2 tendances exponentielles avec changement de tendance fixé en 2012

« 1 tendance »

$$IR_t = IR_0 \cdot e^{a \cdot t + \epsilon_t}$$

$$\epsilon_t = \rho \cdot \epsilon_{t-1} + \eta_t$$

$$\eta_t \stackrel{iid}{\sim} Norm(0, \sigma)$$

« 2 tendances »

$t = 1980 \dots 2011$

$$IR_t = IR_0 \cdot e^{a_1 \cdot t + \epsilon_t}$$

$t = 2012$

$$IR_t = IR_{2011} \cdot e^{a_2 \cdot (t-2011) + \epsilon_t}$$

$$\epsilon_t = \rho \cdot \epsilon_{t-1} + \eta_t$$

$$\eta_t \stackrel{iid}{\sim} Norm(0, \sigma)$$

Développement du modèle BERT (Bayesian Eel Recruitment Trend)

(CS Quota 2013-2015, WGEEL 2014)

Ajusté dans un cadre inférentiel statistique bayésien à l'aide de méthodes de Monte-carlo par chaîne de Markov (MCMC)

Considère des perturbations auto-corrélées

Permet de tenir compte de l'effet des fluctuations environnementales (climat, conditions océaniques, ..) corrélées dans le temps

2 options sont considérées

- 1 seule tendance exponentielle décroissante
- 2 tendances exponentielles avec changement de tendance fixé en 2012

Choix entre les deux options

- Capacité à prédire le recrutement 2015 à partir des données 1980 à 2014
- Calcul d'une crédibilité à partir de la sélection de modèle par la méthode « spike-and-slab » (Ishwaran et Rao, 2005)

« 1 tendance »

$$IR_t = IR_0 \cdot e^{a \cdot t + \epsilon_t}$$

$$\epsilon_t = \rho \cdot \epsilon_{t-1} + \eta_t$$

$$\eta_t \stackrel{iid}{\sim} Norm(0, \sigma)$$

« 2 tendances »

$t = 1980 \dots 2011$

$$IR_t = IR_0 \cdot e^{a_1 \cdot t + \epsilon_t}$$

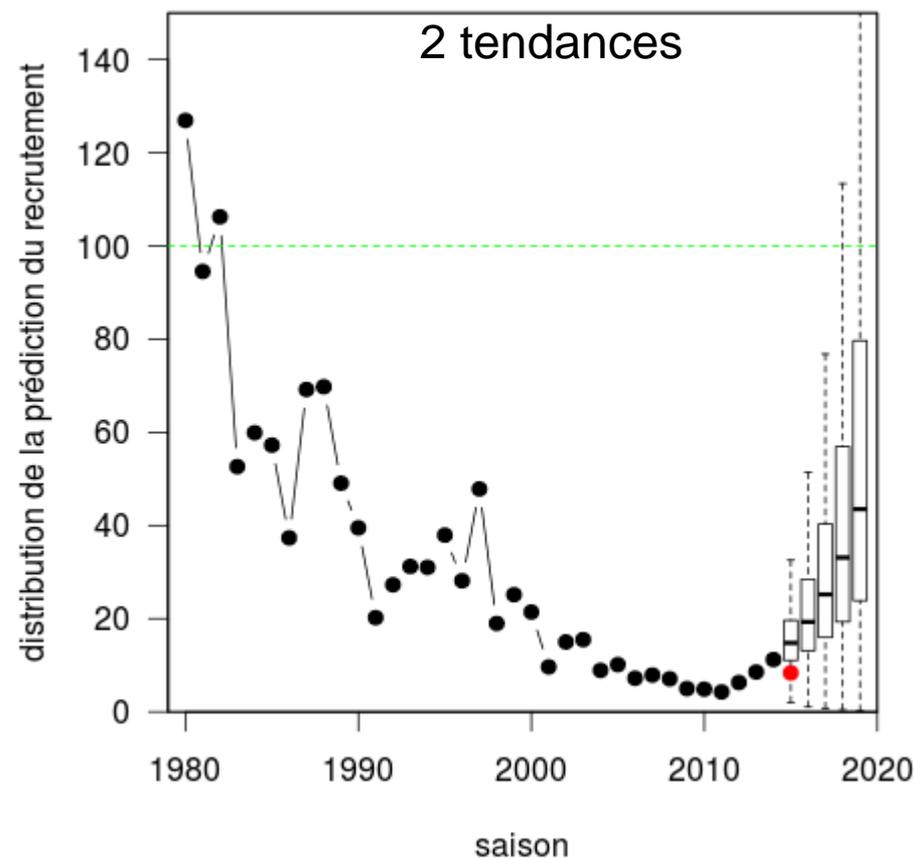
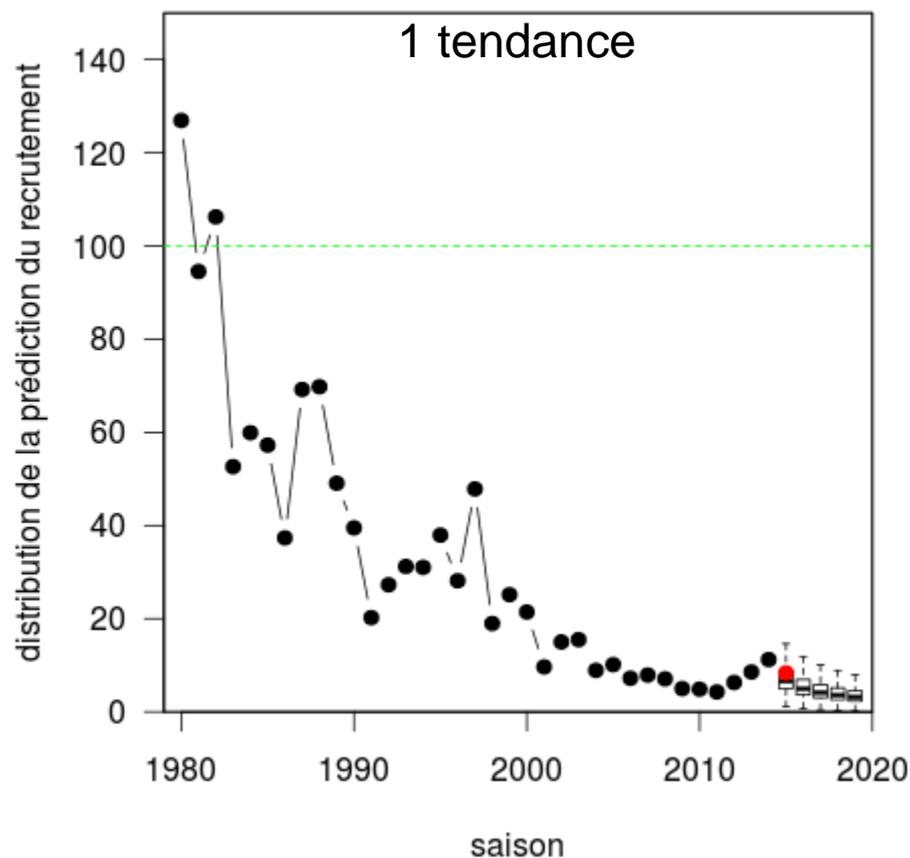
$t = 2012$

$$IR_t = IR_{2011} \cdot e^{a_2 \cdot (t-2011) + \epsilon_t}$$

$$\epsilon_t = \rho \cdot \epsilon_{t-1} + \eta_t$$

$$\eta_t \stackrel{iid}{\sim} Norm(0, \sigma)$$

Résultat pour la série « Elsewhere Europe » SANS 2015



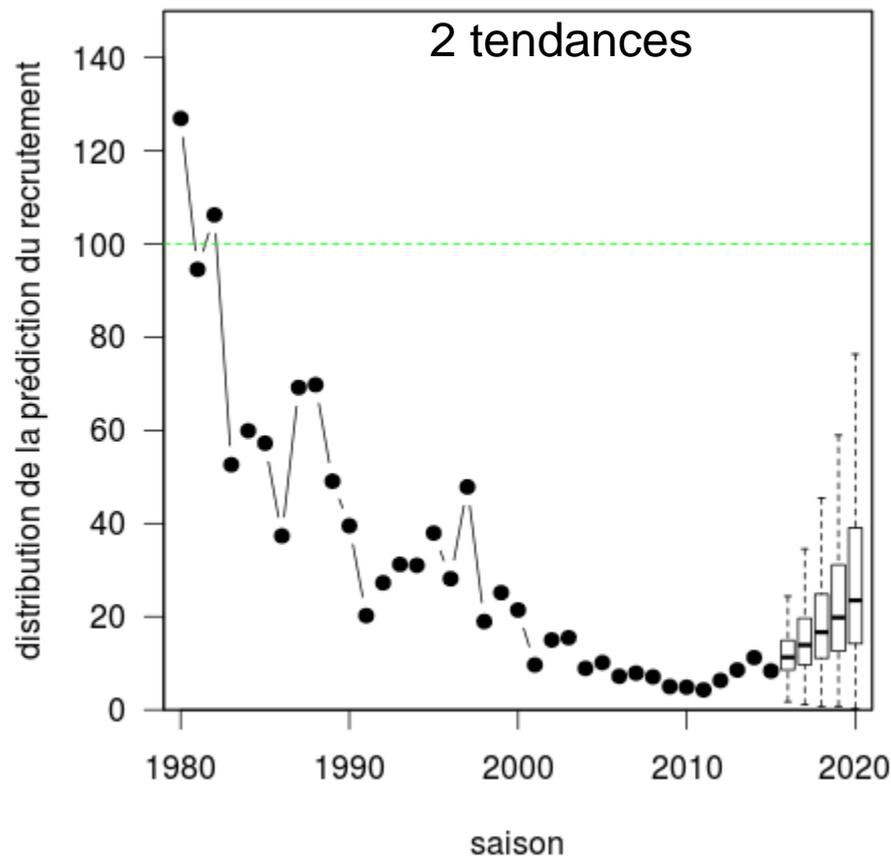
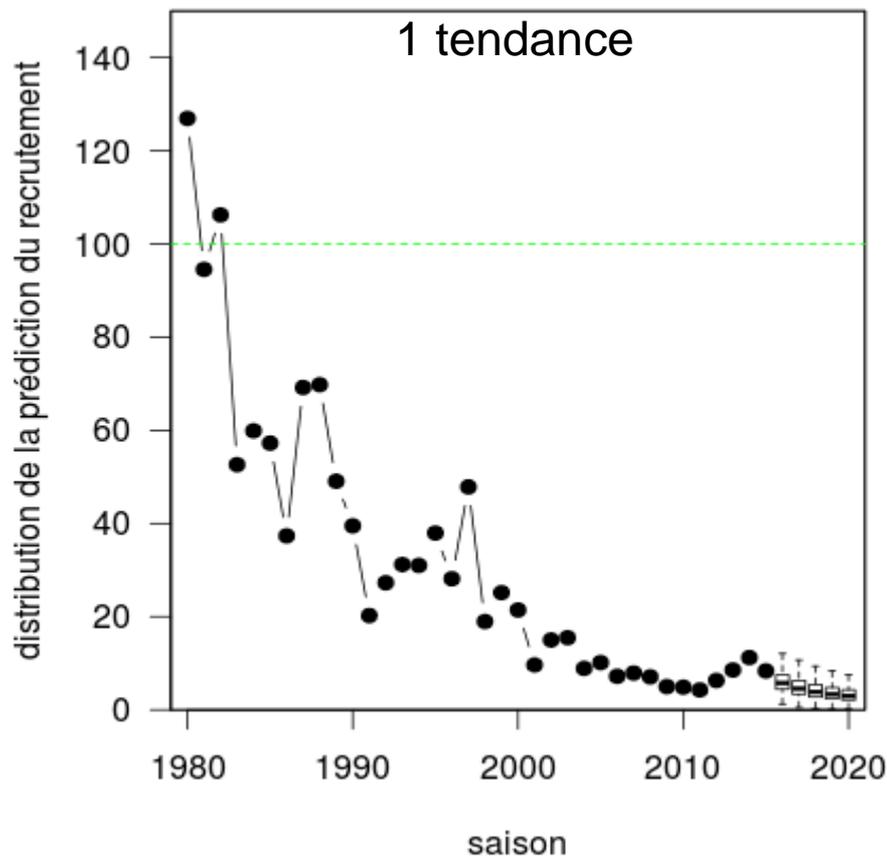
Meilleure prédiction de 2015 avec l'option « 1 tendance »

Meilleur ajustement (DIC) avec l'option « 2 tendances »

Crédibilité dans l'option « 1 tendance » à 77,2 % »

Crédibilité dans l'option « 2 tendances » à 22,8% »

Résultat pour la série « Elsewhere Europe » AVEC 2015



Meilleur ajustement (DIC) avec l'option "2 tendances"



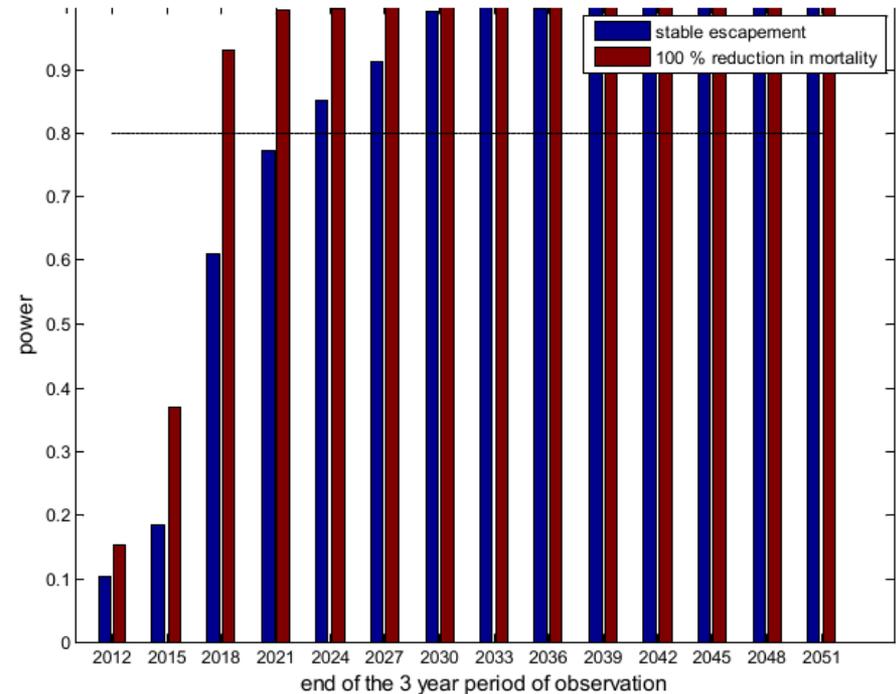
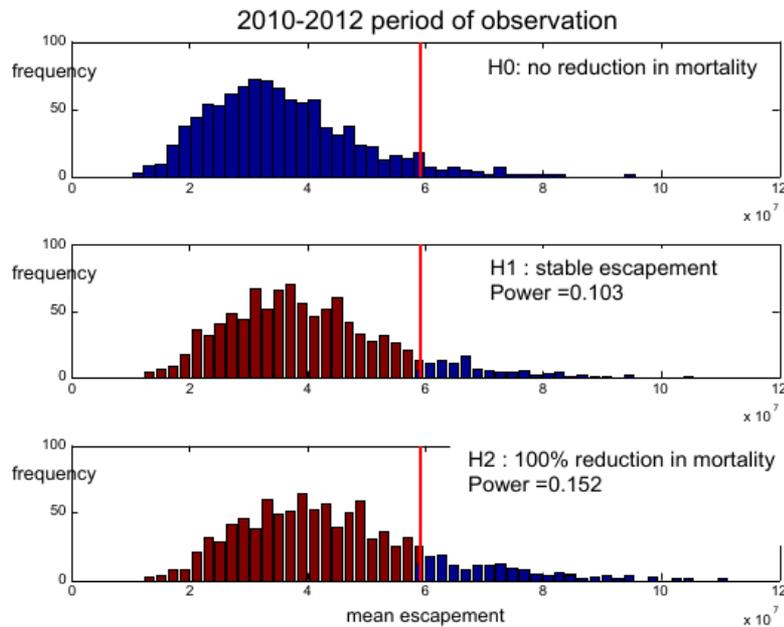
Crédibilité dans le modèle "1 tendance" à 88,5%

Crédibilité dans le modèle "2 tendances" à 11,5%

Analyse de puissance (SGIPEE 2011)

Principe :

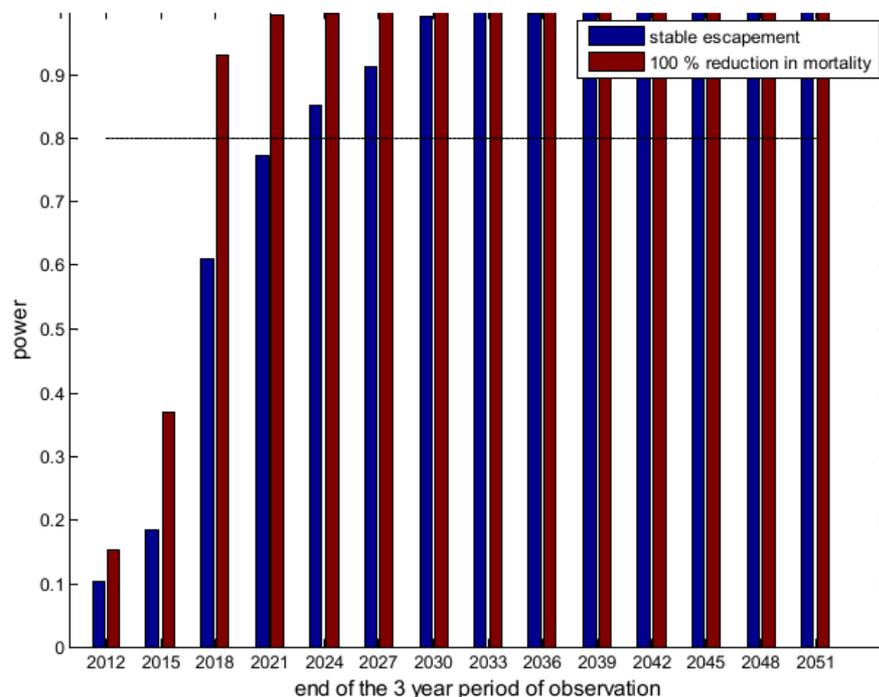
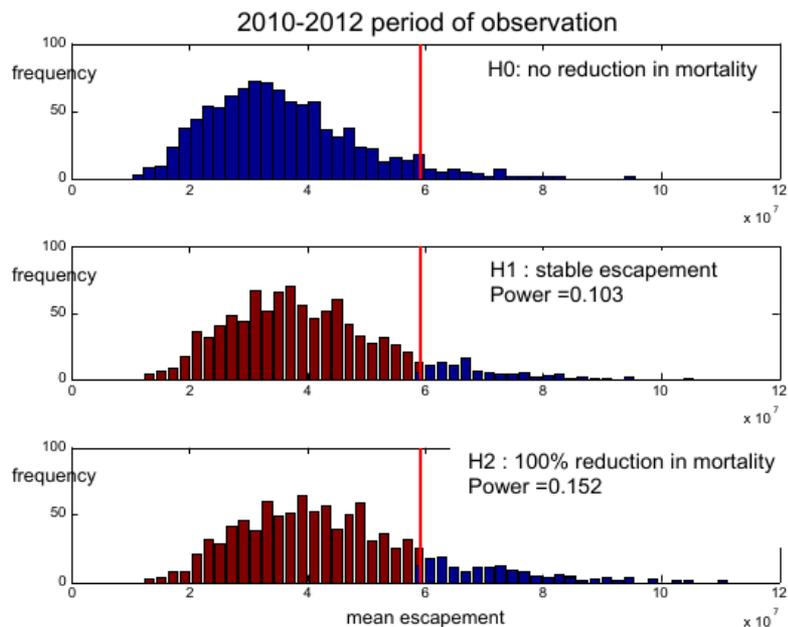
calculer la probabilité de détecter une augmentation si une mesure de réduction de la mortalité est effectivement appliquée



Analyse de puissance (SGIPEE 2011)

Principe :

calculer la probabilité de détecter une augmentation si une mesure de réduction de la mortalité est effectivement appliquée



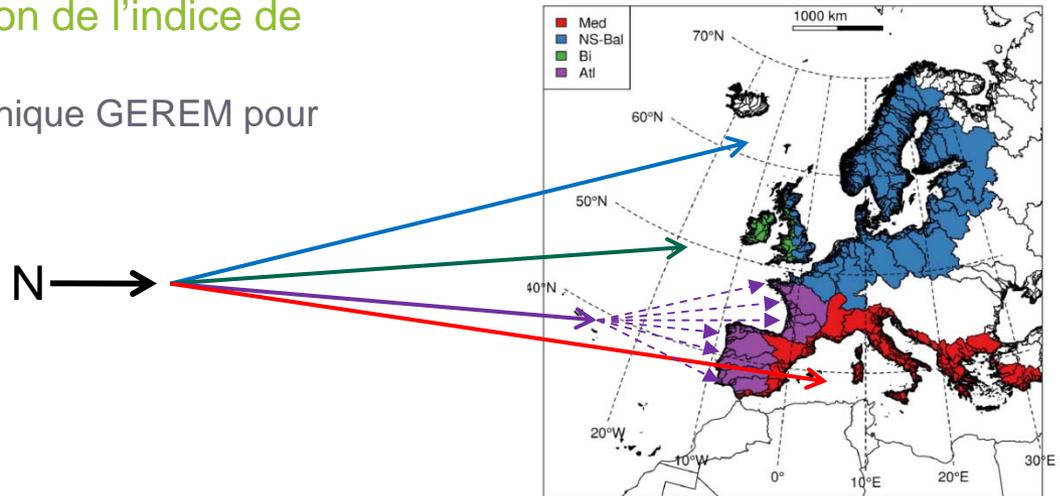
Il faut donc attendre, pour détecter une augmentation de l'échappement,

- 2018 avec une réduction de 100% des mortalités
- 2024 avec une réduction des mortalités qui conduit à la stabilisation de l'échappement

Perspectives pour progresser dans les prédictions

Retravailler sur la construction de l'indice de recrutement

en s'inspirant du modèle hiérarchique GEREM pour la France (Drouineau et al 2015)



Perspectives pour progresser dans les prédictions

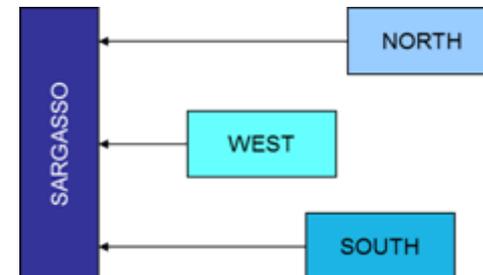
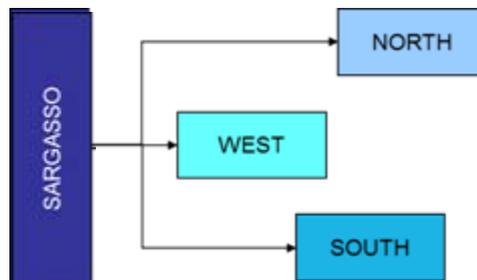
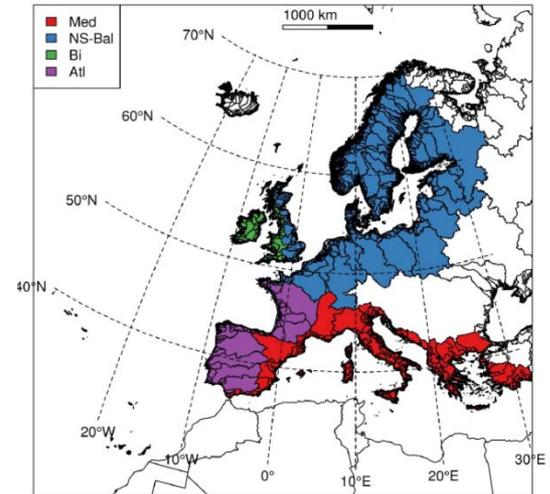
Retravailler sur la construction de l'indice de recrutement

en s'inspirant du modèle hiérarchique GEREM pour la France (Drouineau et al 2015)

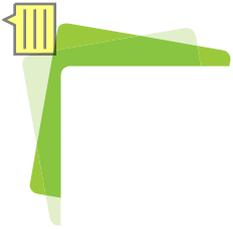
Aller vers un modèle explicite de dynamique de population

(Lambert 2011, Bevacqua et al 2015)

- d'une relation stock-recrutement
- d'un module de répartition des arrivées entre compartiments
- et de plusieurs droites de remplacement (mortalités naturelle et anthropique)



Multi-SED (Lambert 2011)



MERCI DE VOTRE ATTENTION

