

Changement Global et Stratégies Démographiques des Populations Piscicoles

2007–2009

Coordinateur: Didier PONT (Cemagref Aix en Provence)

Présentation: Jean Luc Baglinière (INRA Rennes)

Equipes impliquées:

Cemagref Antony (UR HBAN)

Cemagref Aix en Provence (UR HYAX)

Cemagref Bordeaux (UR EPBX)

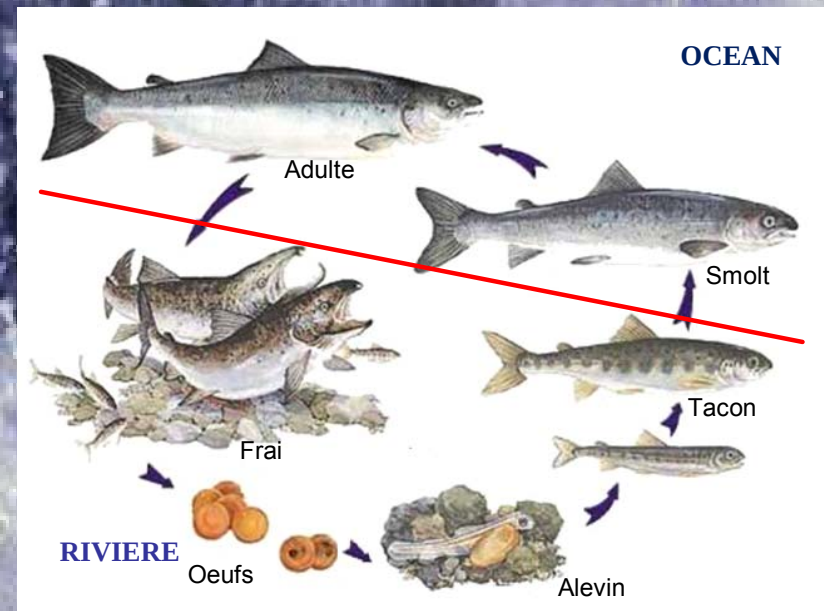
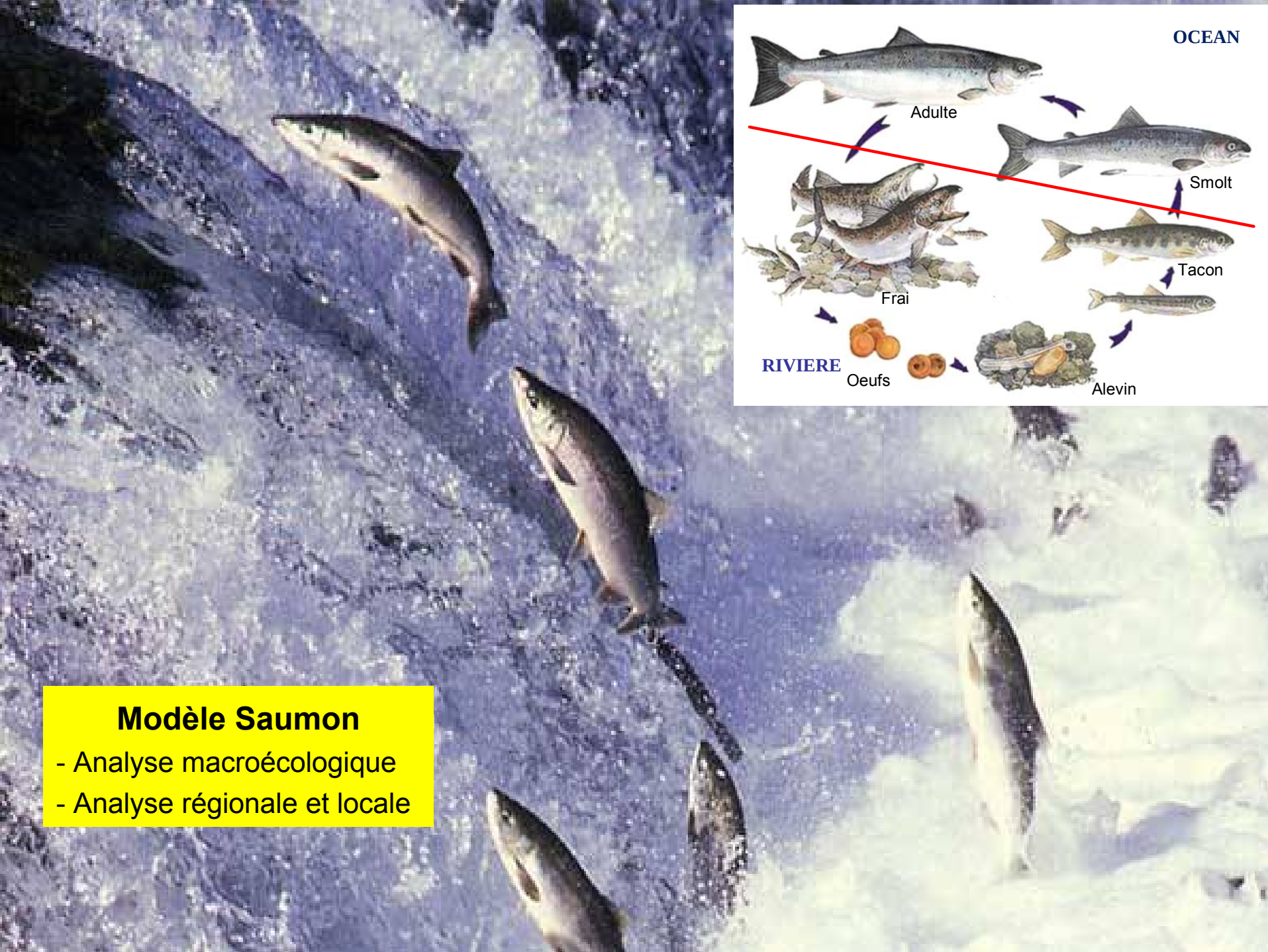
CNRS-Univ. Lyon (UMR 5558),

IRD (UR 131)

INRA-Agrocampus Ouest Rennes ESE (Ecol. Santé Ecost.) (UMR EQHC)

INRA UMR-Univ. Pau et Pays de l'Adour (ECOPBIOP)

SAUMON - CHABOT - POISSONS AFRIQUE DE L'OUEST



Modèle Saumon

- Analyse macroécologique
- Analyse régionale et locale

Analyse macroécologique

Modélisation de l'aire de distribution historique du saumon (fin XIXème)

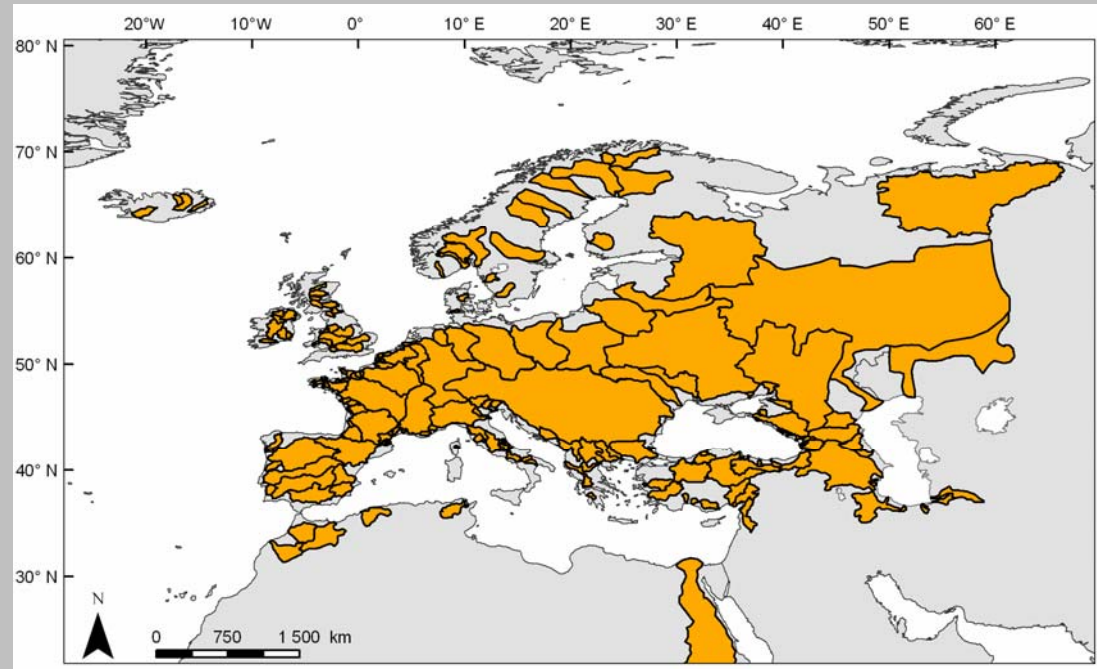
**Approche Macro-écologique
(196 bassins européens)**

Longitude

Surface BV drainée

Température annuelle de l'air

Température de l'air Juillet



Modèles Additifs Généralisés (GAMs)

Modèle en Présence Absence : Lassalle et al.2008 *Biological Conservation*

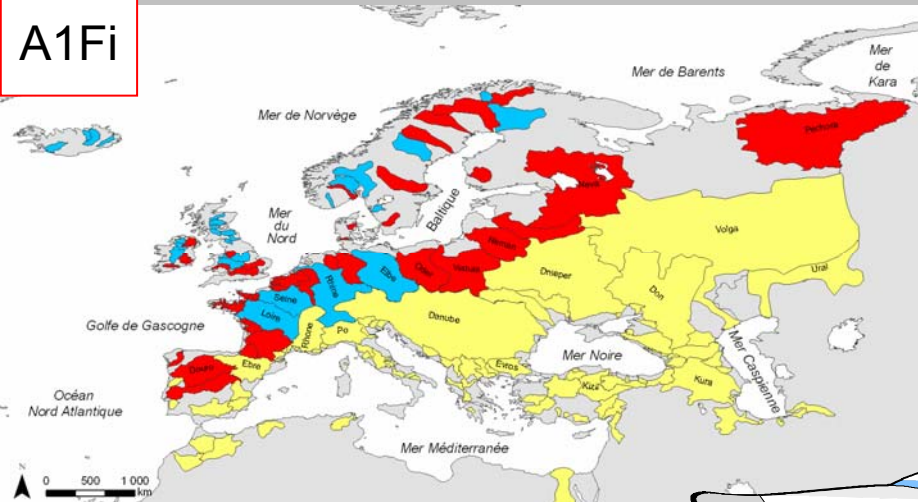
Modèle en classes d'abondance : Lassalle & Rochard 2009 *Glob. Change Biology*

Simulations 2100

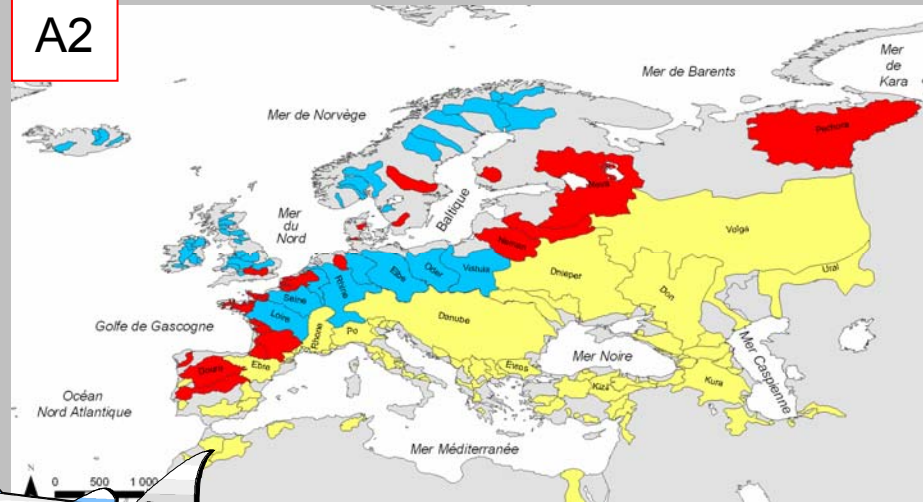
Economy

From (Lassalle et al. AFS2009)

A1Fi



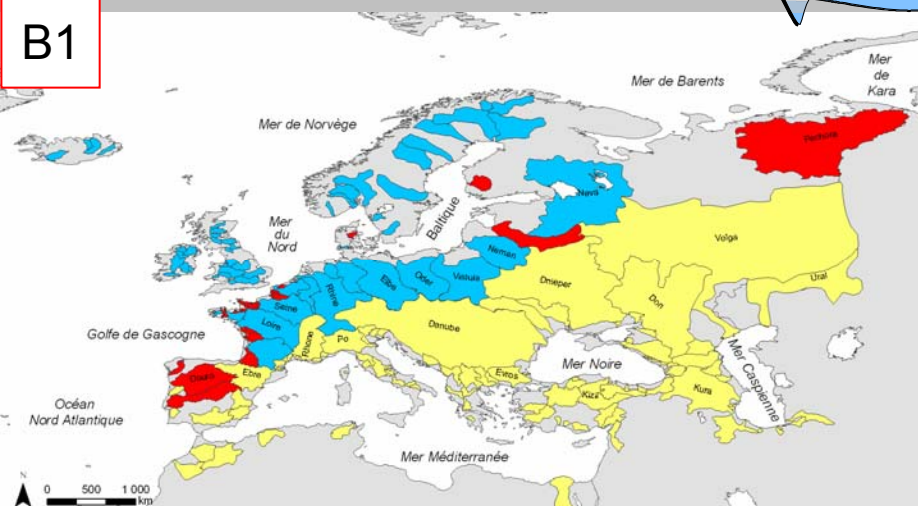
A2



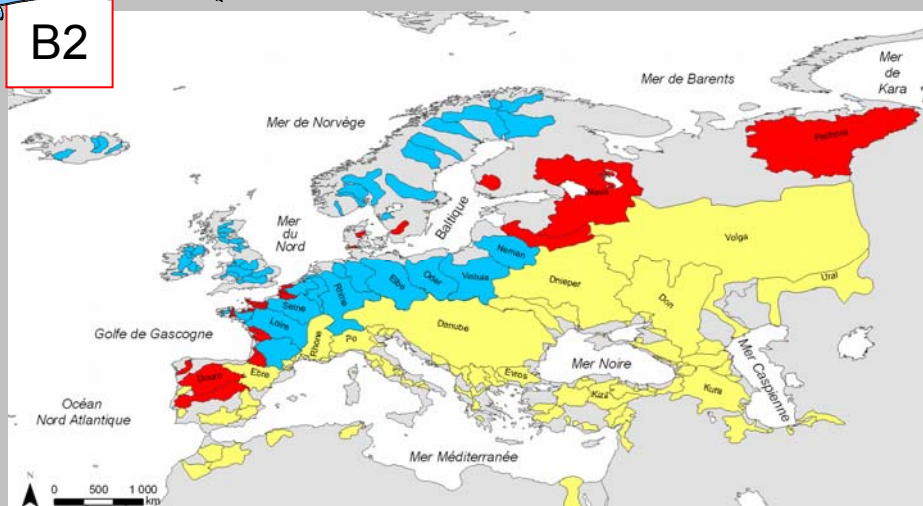
Global

Regional

B1



B2



Basin without salmon ca 1900 and
suitable ca 2100



Bassin without salmon ca 1900
and not suitable ca 2100

Environnement

Basin with salmon ca 1900 and
suitable ca 2100



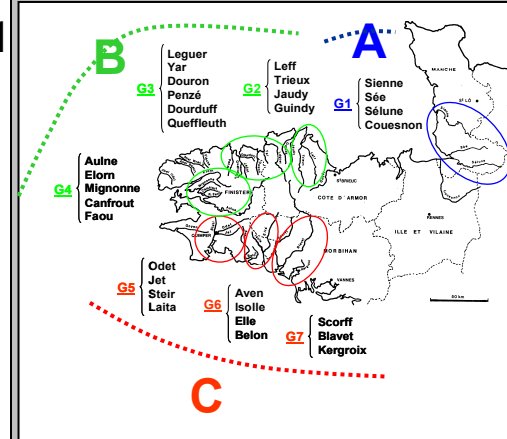
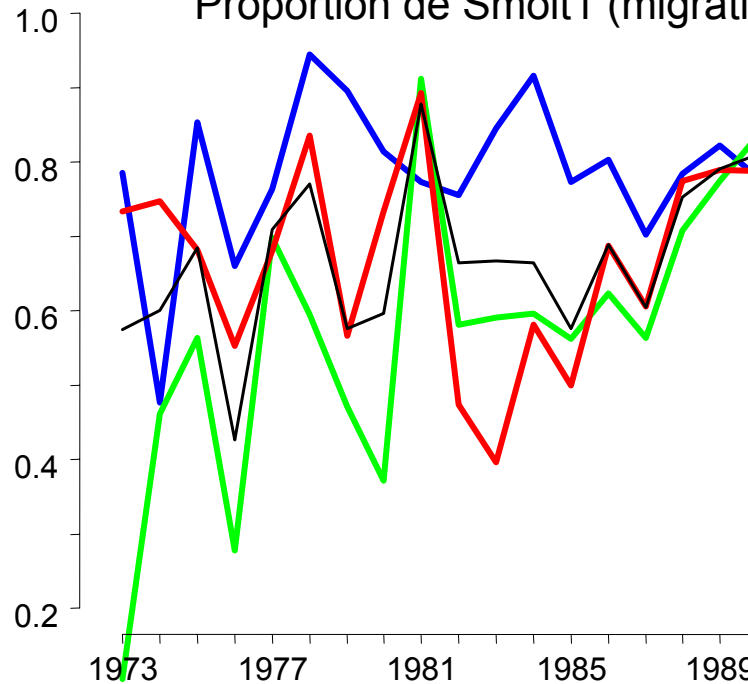
Basin with salmon ca 1900 and
not suitable ca 2100

Analyse régionale et locale

Changements des caractéristiques biologiques des populations

Massif Armoricain (23 rivières) à partir des captures Adultes 1973 - 2001

Proportion de Smolt1 (migration mer à un an)

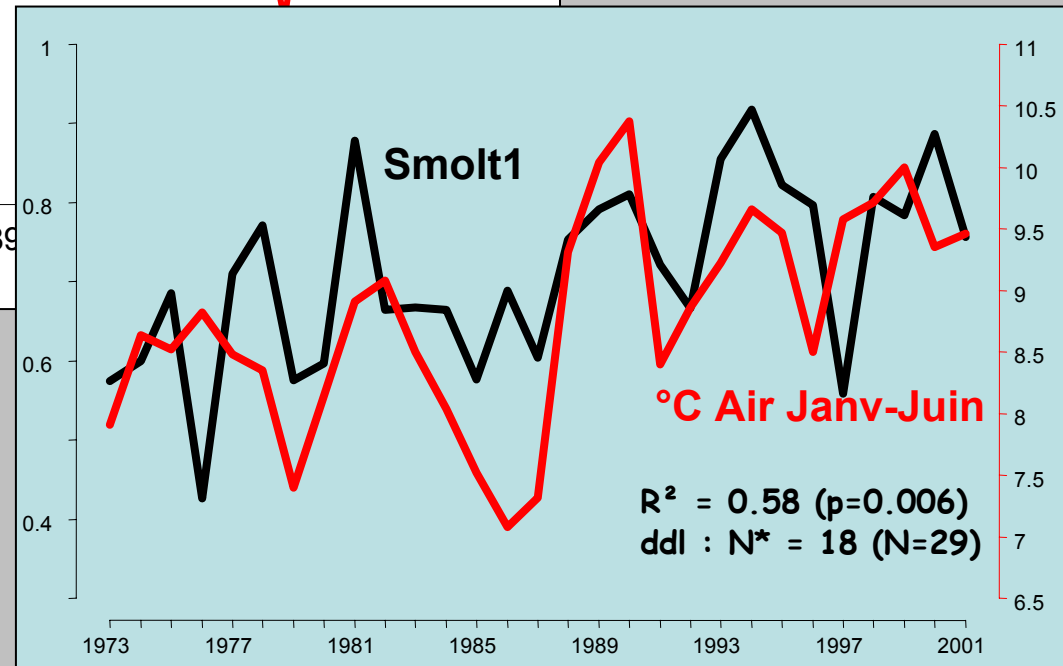


From Rivot et al. 2009 AFS

Synchronisme régional

Relation Température

Biais sur captures ?



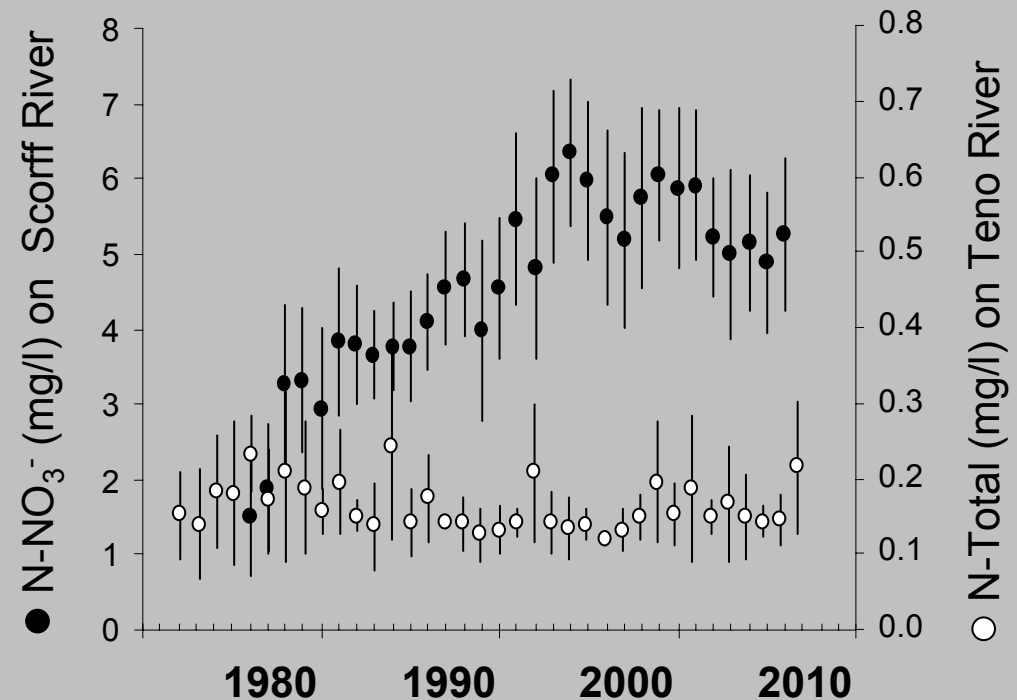
Analyse régionale et locale

Influence de la qualité de l'eau et eutrophisation

Comparaison de sites ayant des niveaux d'anthropisation très contrastés
Analyse des isotopes ^{15}N et ^{13}C dans les écailles de juvéniles de saumon

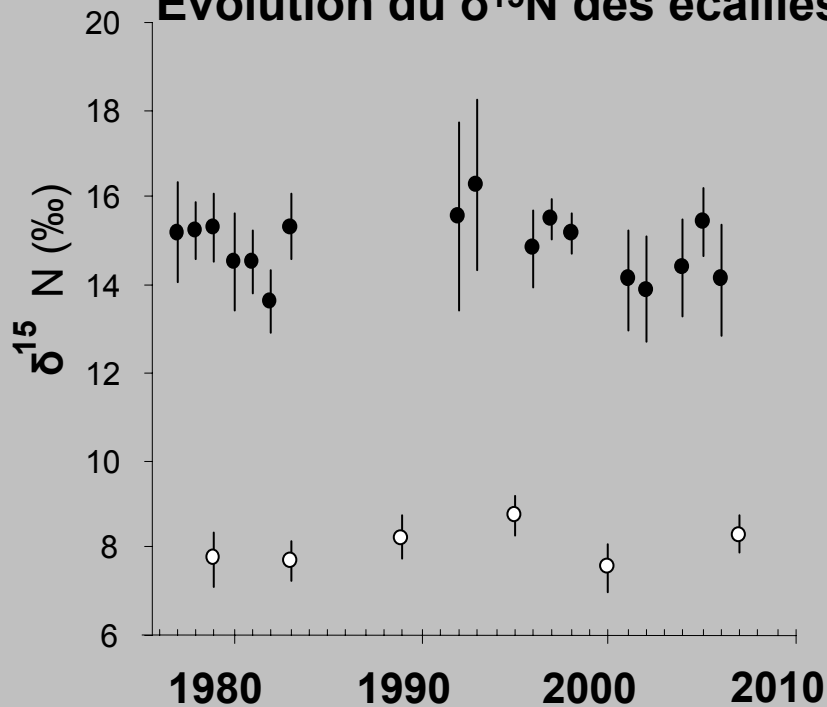


Evolution des teneurs en N dissous



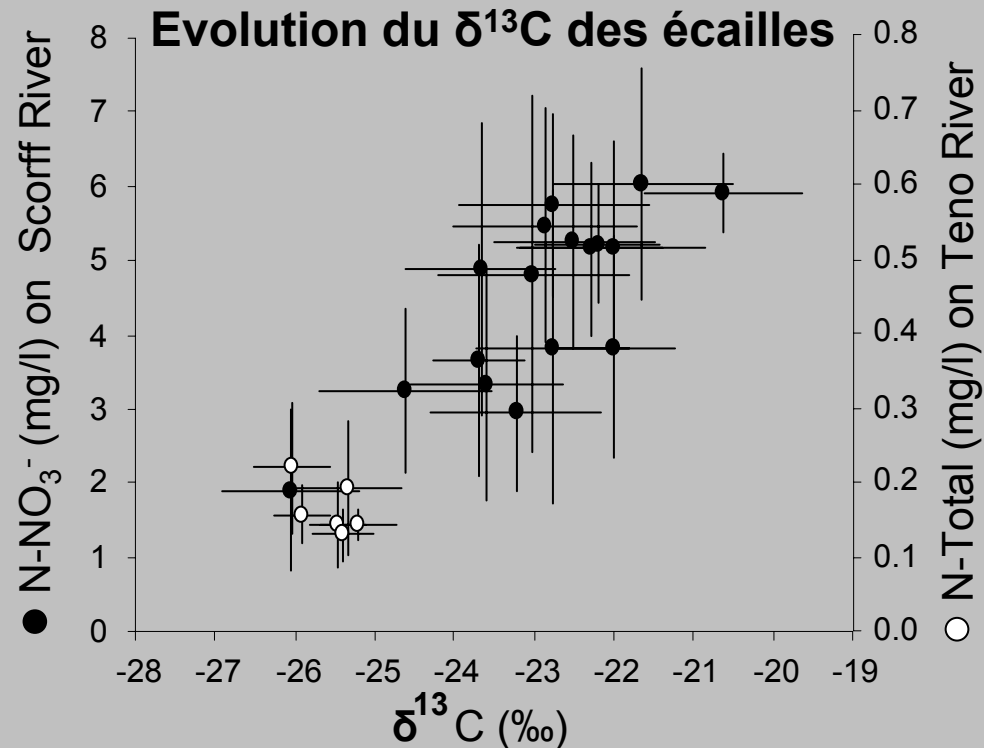
➤ forte augmentation de la charge en nutriments dissous sur le Scorff

Evolution du $\delta^{15}\text{N}$ des écailles



➤ N d'origine anthropique (valeurs $\delta^{15}\text{N}$ élevées) bien assimilé dans le réseau trophique du Scorff

Evolution du $\delta^{13}\text{C}$ des écailles



➤ Augmentation de la demande en C de l'air (valeurs $\delta^{13}\text{C}$ élevées) par le réseau trophique du Scorff // à l'augmentation de la charge en azote dissous

➡ Effets à long terme N anthropique ➔ Modification le cycle du C dans les réseaux trophiques = Changement des conditions trophiques en cours d'eau = ↗ croissance des juvéniles = Effet confondant avec le CC

Analyse régionale et locale

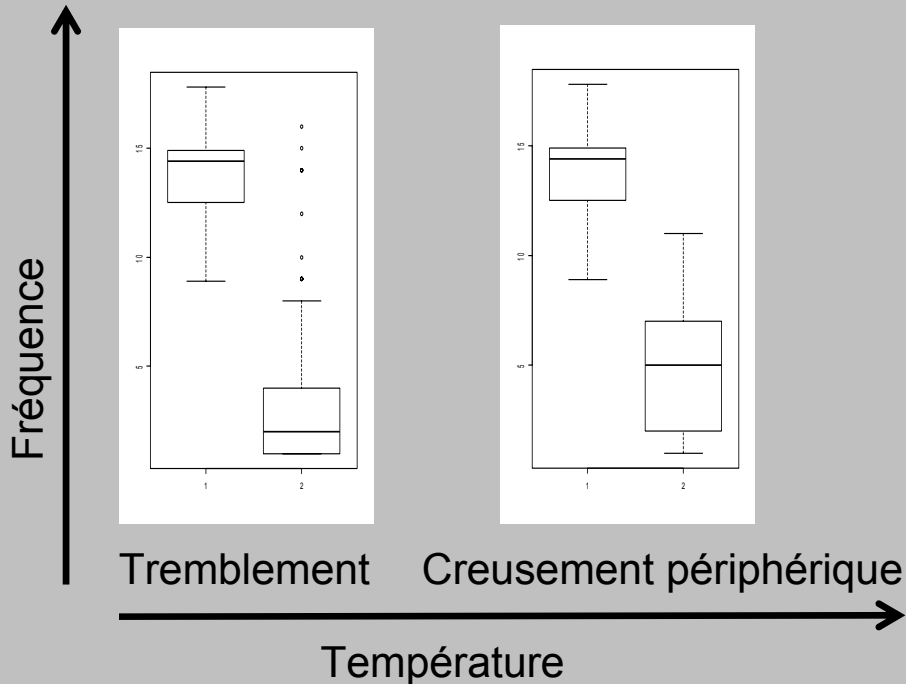
Influence de la température sur la reproduction



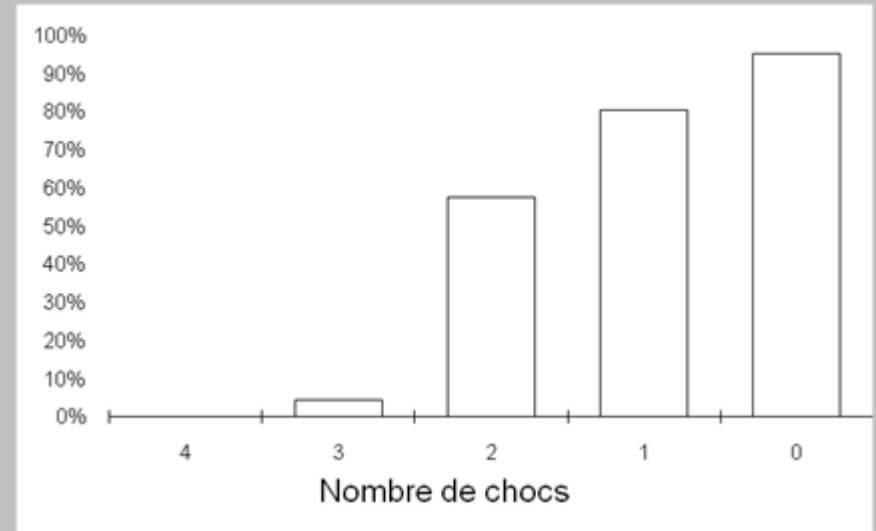
Système expérimental : Fluvarium
Température9°C ou 15°C
Systèmes vidéo 24h/24h
12 couples (7 témoins 5 expérimentaux)
Incubation des oeufs en armoires avec
Choc thermiques de 0 à 4



Deux phases comportementales



Taux de survie en fonction du nombre de chocs



+ de 2 chocs = 95 % de mortalité à 250°J

2 chocs = 100% de mortalité à l'éclosion (550°J)

➤ ralentissement activité lié aux fortes températures mais pas de blocage

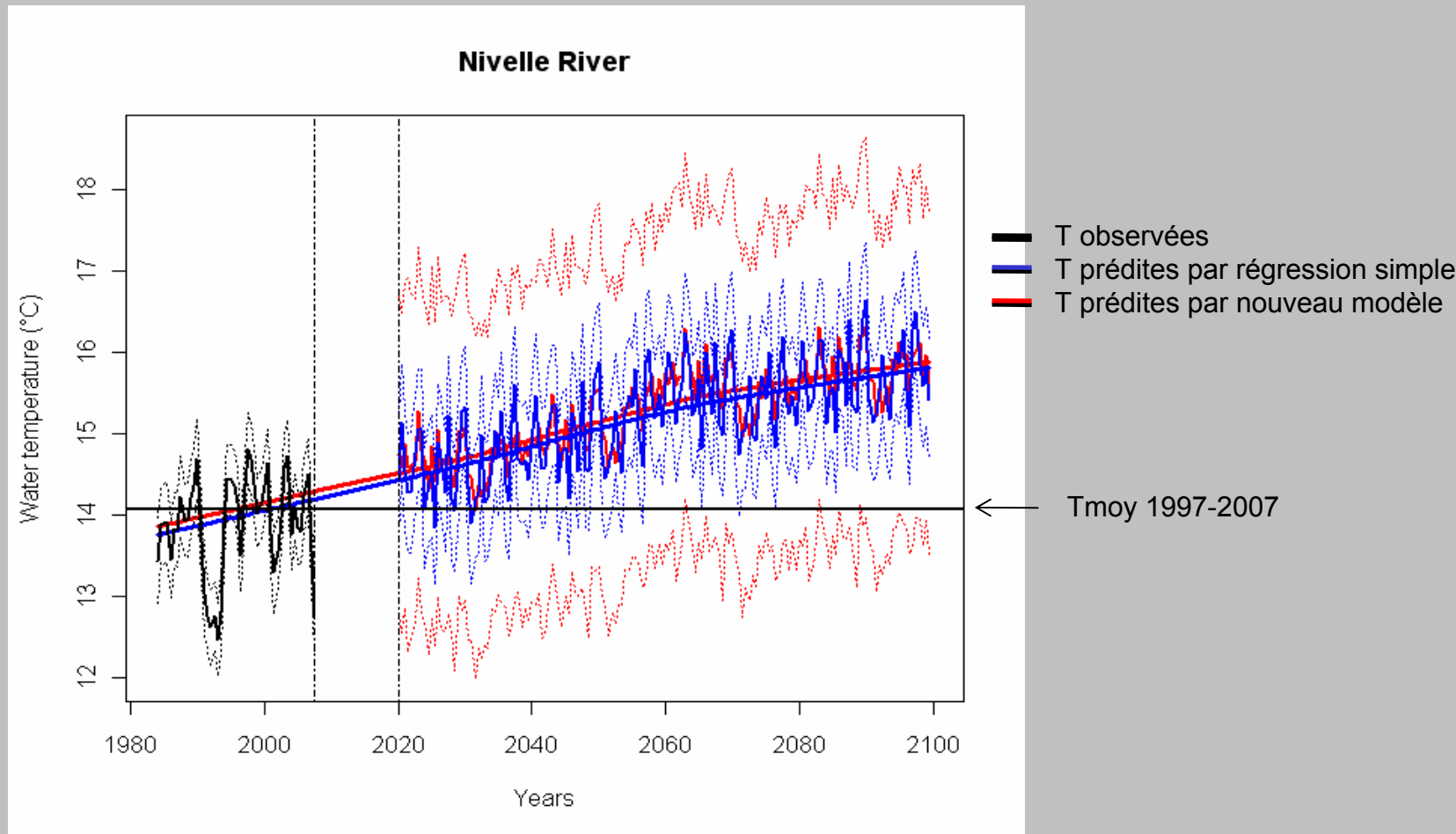
➤ Importance des chocs thermiques sur la survie de œufs et le succès reproducteur des femelles

Nécessité modèles liant la température de l'eau à d'autres facteurs abiotiques à partir des **signaux basse fréquence (BF)** car

- Les séries chronologiques de température de l'eau sont souvent courtes et incomplètes
- Modèles corrélation Teau/Tair basés **sur signaux haute fréquence (HF)** impropres pour refléter les tendances à long terme
- Nécessité de prendre en compte le débit
- Nouveau modèle intégrant deux relations statistiques

$$\text{amplitude water temp} = f(\text{amplitude air temp, mean of streamflow})$$
$$\text{minimum water temp} = f(\text{minimum air temp, mean of streamflow})$$

Divergence entre modèles HF et BF

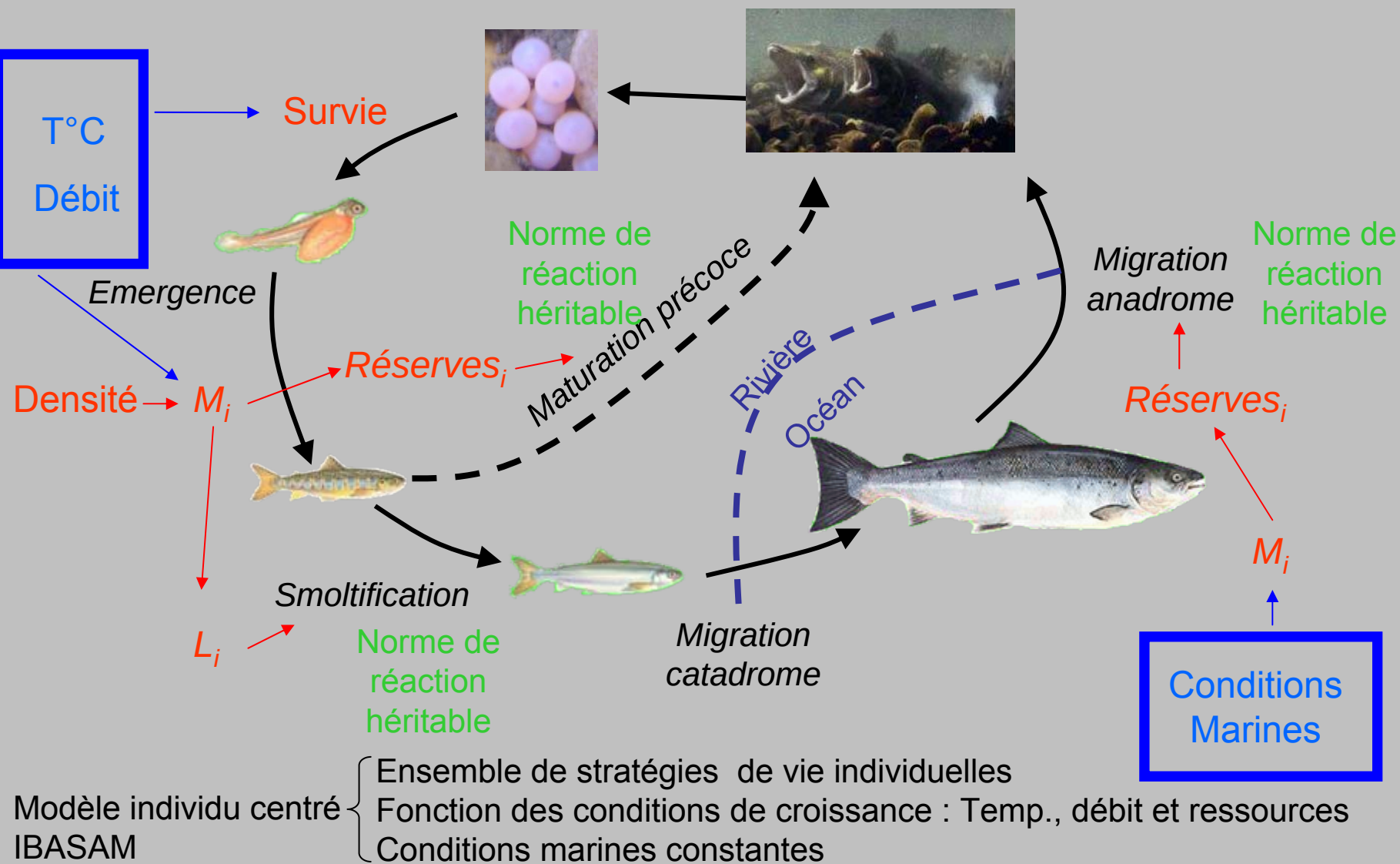


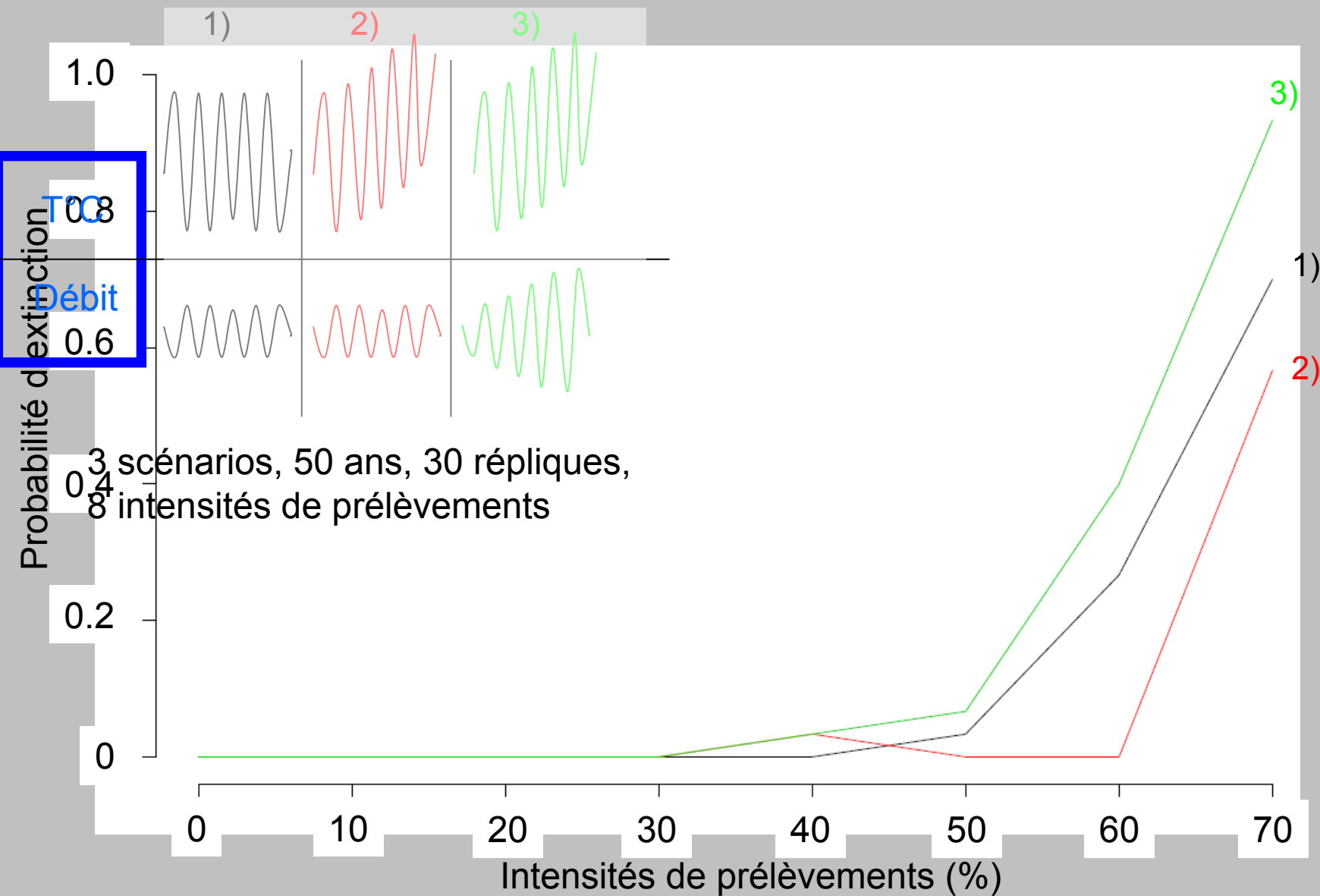
Meilleur en terme d'ajustement et de projection

Les températures moyennes futures sont beaucoup plus incertaines que celles prévues initialement

Analyse régional et locale

Prise en compte du Changement climatique dans l'aide à la décision pour la gestion des populations de saumon

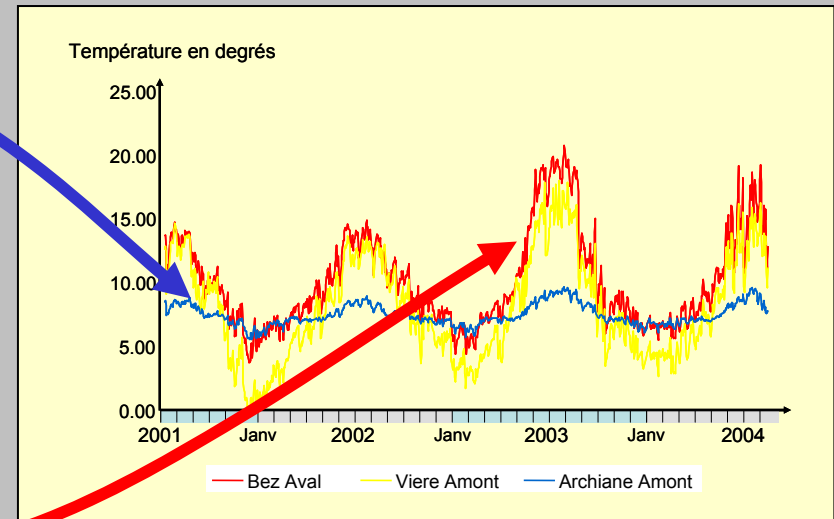
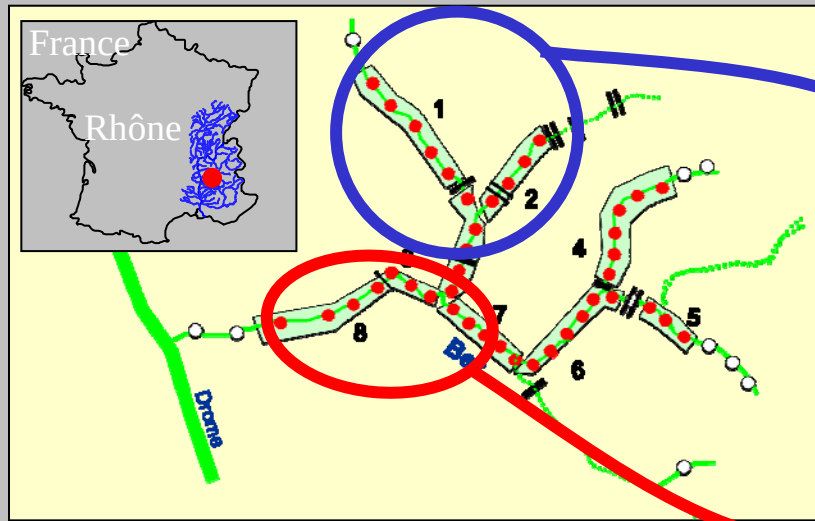






Modèle Chabot
- Analyse locale

Suivi in situ à l'échelle d'un réseau hydrographique



- Suivi spatialisé d'une population de 2002 à 2008 (40 stations) sur un réseau thermiquement contrasté

Etude expérimentale de l'influence de la température hivernale sur la fécondité

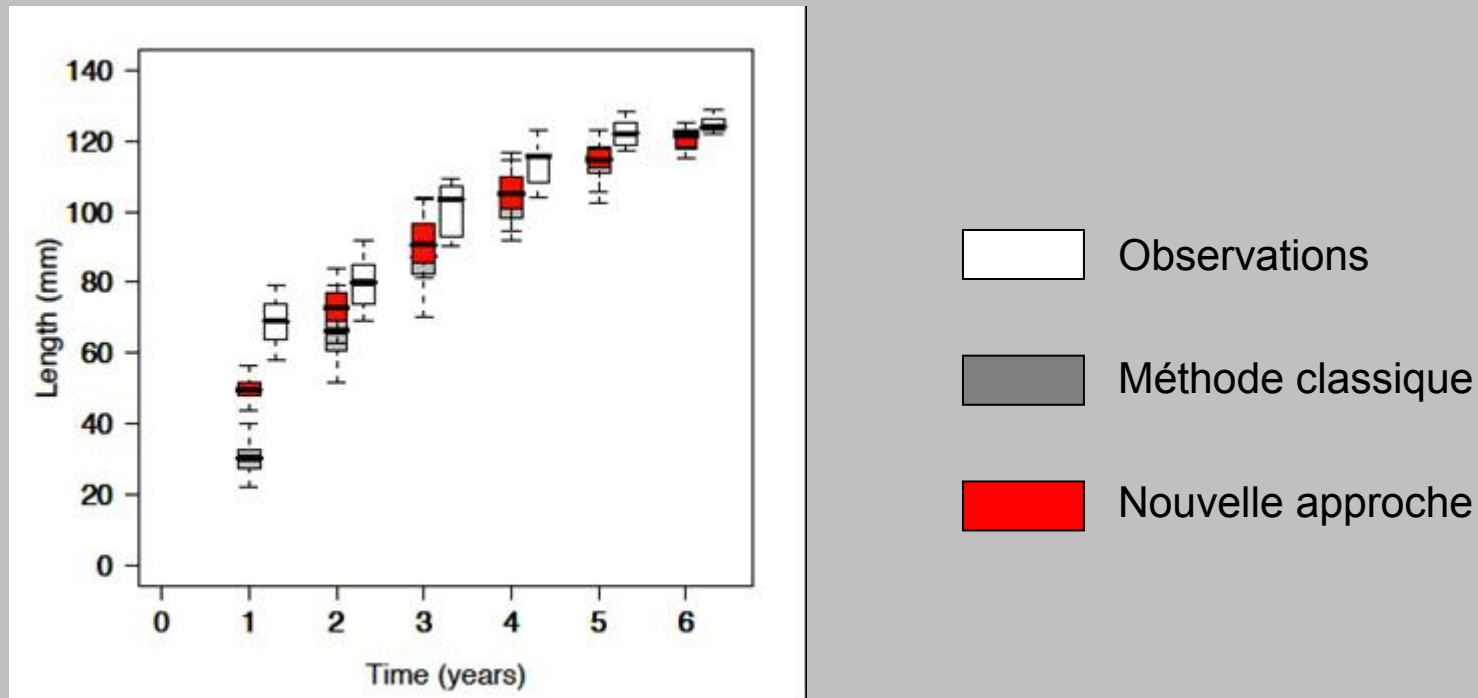
Reyjols, Léna, Hervant & Pont (2009) J. Fish Biol.

Ré-évaluation des méthodes classiques de rétrocalcul de la croissance

Evaluation de l'histoire de la croissance individuelle à partir de l'examen des otolithes

Prise en compte des effets sexe, âge et du site

$$Lt_{i,j,k} = \frac{Rt_{i,j,k}}{RaC_{i,j,k}} (LaC_{i,j,k} - \hat{\omega} - \hat{\psi}AaC_{i,j,k}) + \hat{\omega} + \hat{\psi}t$$



Modélisation de l'influence de la température sur la croissance

Intégration de la température dans le modèle de croissance de Von Bertalanffy

$$L(t) = L_{\infty} - (L_{\infty} - L_0) \exp^{-kt}$$

Influence de la température sur le paramètre de croissance k

$$\text{Rosso et al. (1995): } k(T) = k_{opt} \frac{(T - T_{min})(T - T_{max})}{(T - T_{min})(T - T_{max}) - (T - T_{opt})^2}$$

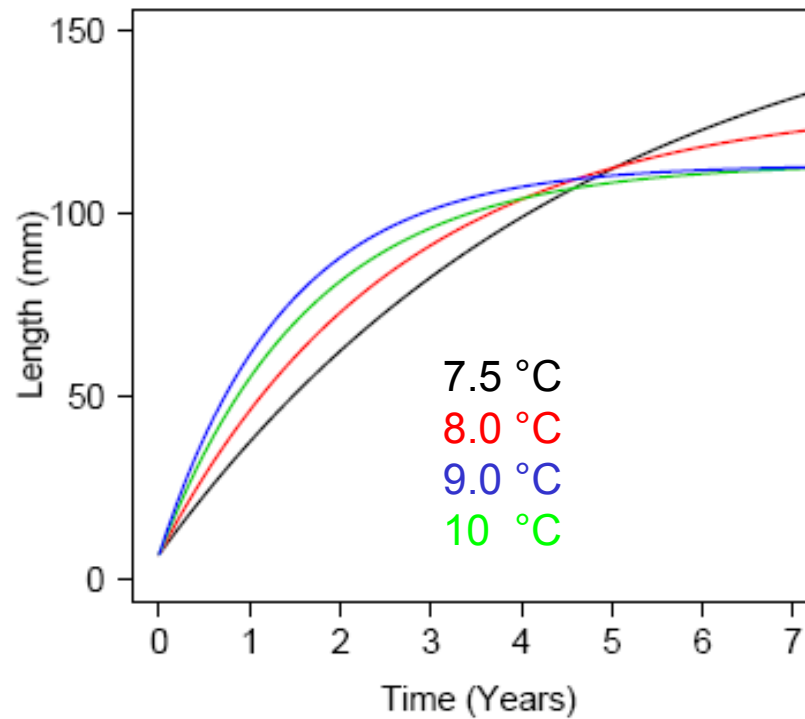
Relation entre la taille infinie et le paramètre k (growth performance)

$$\text{Pauly (1979): } \Phi = \log_{10} k + 2 \log_{10} L_{\infty} \rightarrow L_{\infty}(T) = \sqrt{\frac{10^{\Phi}}{k(T)}}$$

Taille initiale

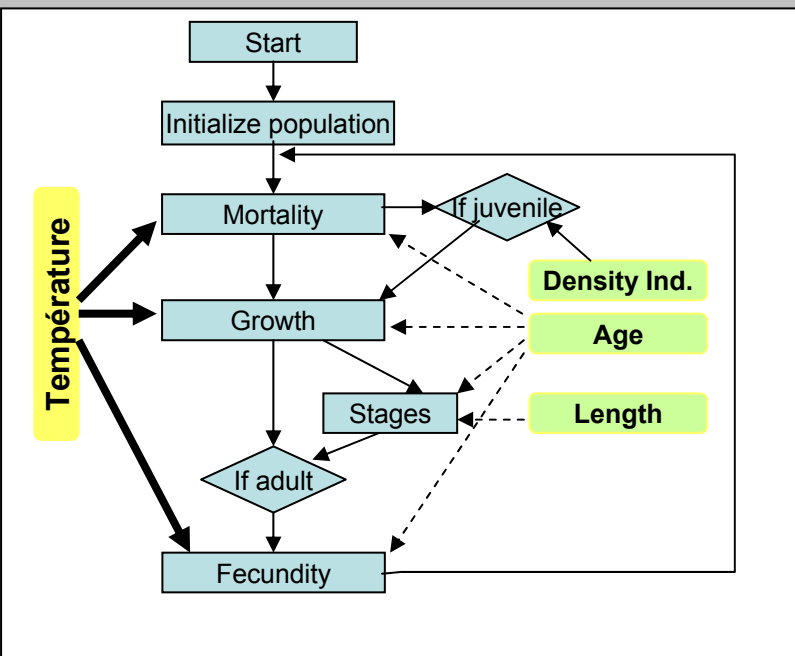
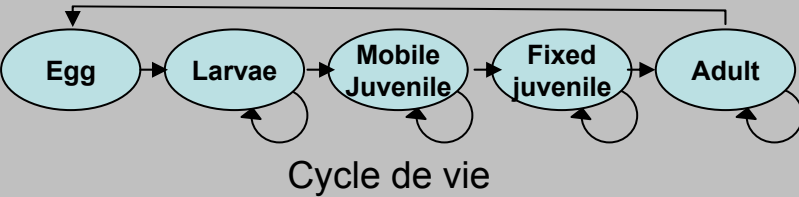
$$L_0 = 7\text{mm (Tomlinson \& Perrow, 2003)}$$

Kielbassa, Delignette-Muller, Pont et Charles (soumis)



➤ Influence de la température : accélération de la croissance des juvéniles et des adultes de plus petite taille

Modélisation dynamique de population spatialisée (modèle individus-centré)



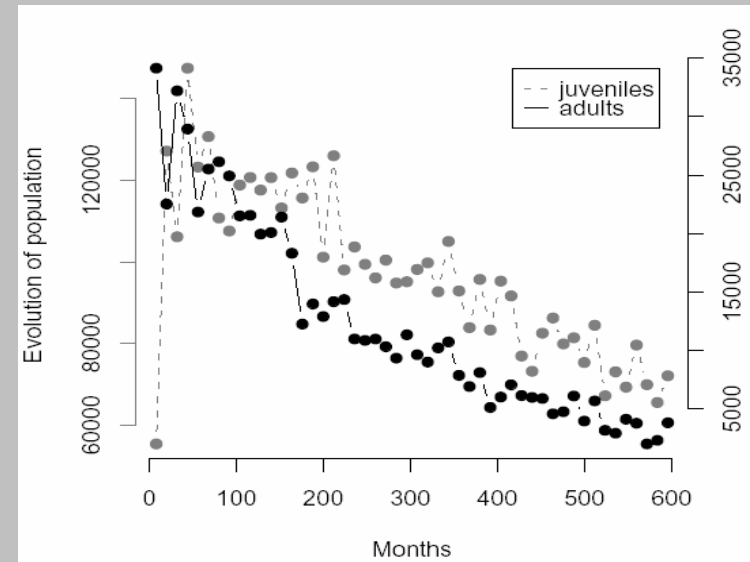
Transitions entre classes d'âge.

Modèle intéressant pour prédire stratégies de vie

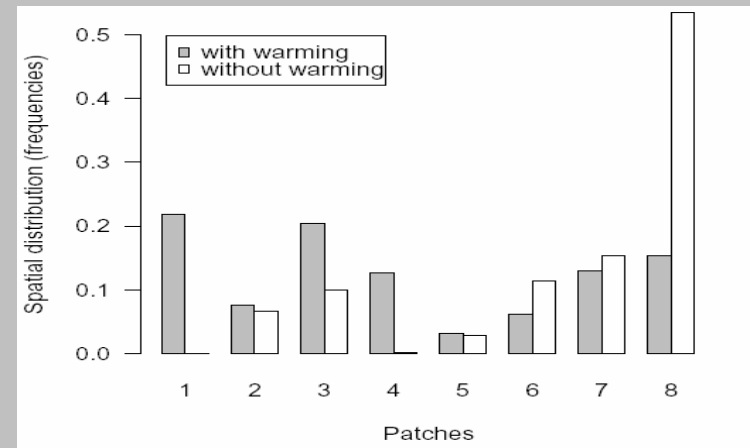
Charles S. et al. (in press). Ecological Modelling

Simulation:

+ 2 °C sur 50 ans



Modification densités et structures d'âge



Modification structures spatiales

Retour à une modélisation de type matricielle avec intégration des modèles d'effet de la température sur les traits de vie

Amélioration du modèle initial de Chaumot et al. (2006).

Prise en compte de 7 années de données terrain

Mesures des températures de l'eau

Estimation des taux de survie

Distinction d'un jeu de calibration et un jeu de validation

Intégration de l'influence de la température sur la croissance et l'âge à la reproduction

Modèle intéressant pour tester des hypothèses liées au CC

Prédiction de la dynamique des populations sous différents régimes thermiques de l'eau

Leslie matrix

$$\mathbf{L}(T) = \begin{pmatrix} 0 & \mathbf{M}_2(T) & \mathbf{M}_3(T) & \mathbf{M}_4(T) & \mathbf{M}_5(T) & \mathbf{M}_6(T) \\ \mathbf{S}_1(T) \mathbf{D}_{juv} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{S}_2(T) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{S}_3(T) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{S}_4(T) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{S}_5(T) & \mathbf{S}_6(T) \end{pmatrix}$$

where $\mathbf{0}$ are null matrices and the submatrices $\mathbf{M}_i(T)$ are defined as follows:

$$\mathbf{M}_i(T) = \mathbf{S}_{larv}(T) \mathbf{D}_{larv} \mathbf{F}_i(T) (\mathbf{S}_i(T))^{1/2}$$

with fecundity matrices $\mathbf{F}_i$, survival matrices $\mathbf{S}_i$, larval survival rate $\mathbf{S}_{larv}$, larval and juvenile dispersion matrices $\mathbf{D}_{larv}$ and $\mathbf{D}_{juv}$

Modèle poisson Afrique de l'Ouest

35 espèces suivies pendant 21 ans (1977-1997) sur 3 sites en Côte d'Ivoire dans deux rivières : Bandama (1 site), Comoe (2 sites).

Echantillonnage aux filets maillants, abondances moyennes par an (PUE)

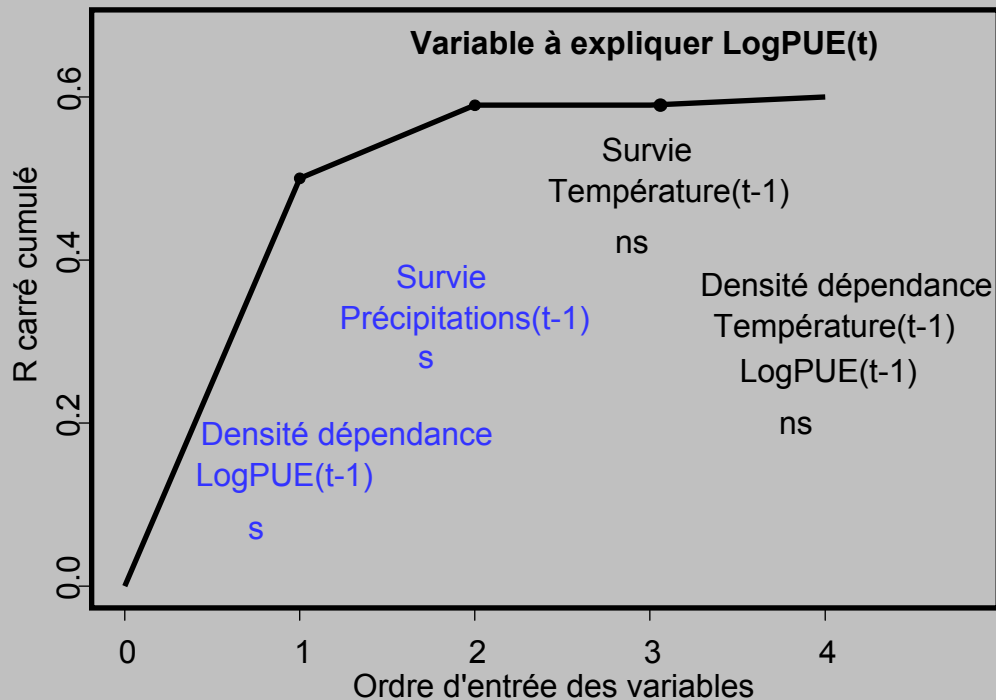
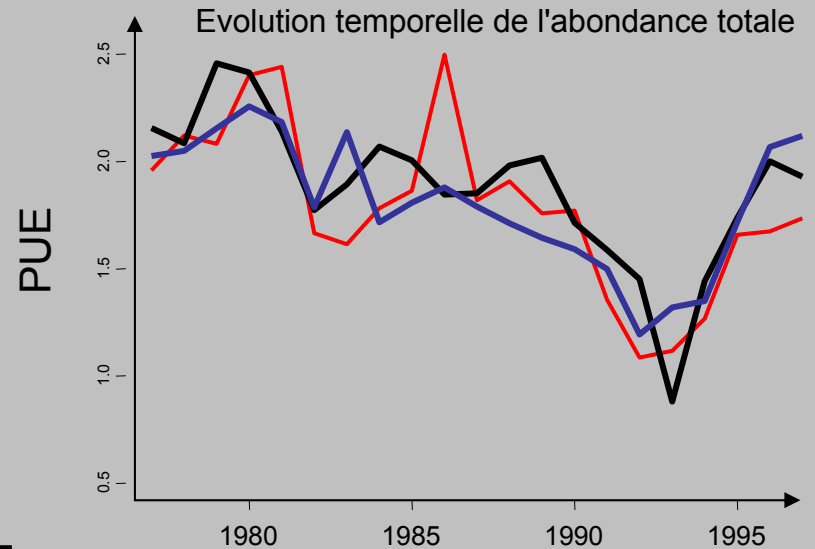
Données climatiques : Températures et précipitations (moyennes annuelles)

Hypothèses concernant l'abondance totale

- Rôle positif précipitations sur la survie des jeunes stades
- Réduction de la compétition interspécifique des jeunes avec la température
- Augmentation de la mortalité avec la température

Modèle poissons Afrique de l'Ouest

➤ Synchronisme marqué



- Régulation densité-dépendante
- Effet marqué des précipitations de l'année $t-1$
- Pas d'effet thermique sur survie et densité-dépendance

Conclusion

🌸 Influence de la température sur

- * THV (fécondité, croissance) et donc stratégie de vie
- * Phase ou stade clé
- * La dynamique de la population

🌸 Effet confondant contrainte anthropique locale avec le CC

🌸 Importance température dans pays tempérés vs précipitations (débit) dans pays équatoriaux - variabilité des régimes de pluie en pays tempérés ??