

DETERMINATION D'UN MODELE DE RETROCALCUL POUR L'ESTIMATION DE LA CROISSANCE DE LA TRUITE DE MER (*SALMO TRUTTA*) A KERGUELEN

Edward BEALL¹, Patrick DAVAINÉ¹,
Didier BAZIN¹, Jean Marie BLANC¹

RESUME

L'utilisation du rétrocalcul des tailles chez les poissons à partir des mensurations des écailles demande le respect de certaines conditions, tant au niveau de l'échantillonnage des individus étudiés et des zones de prélèvement des écailles, que de l'ajustement du modèle décrivant la relation longueur du corps-rayon de l'écaille, et de la méthode de rétro mesure. Nous présentons ici un exemple pour une population de truite de mer des Iles Kerguelen, TAAF.

A BACK CALCULATION MODEL FOR THE ESTIMATION OF GROWTH OF SEA TROUT (*SALMO TRUTTA*) IN THE KERGUELEN ISLANDS

ABSTRACT

Precise identification of annual growth rings on scales allows back calculation of the size of fish at different ages, because a good relationship exists between body length and scale radius. However, this relationship varies with species, environment, age or season. It is thus necessary to determine the relationship for each population, from a representative sample including the whole range of sizes. In order to reduce sampling variability, scales are taken on the same place of the body of all fish. The model giving the best fit to the data representing the body-scale relationship is selected if conditions of regression analysis are respected. However, the model describes an average relationship. In order to compute length at age from an individual scale, it is necessary to take into account scale variability with respect to the model. Examples are given of simple cases of isometric and allometric growth, and of cases where there are several changes in body-scale relationships during the life cycle of a sea trout population in the Kerguelen Islands.

¹ INRA, Station d'Hydrobiologie, BP 3, 64310 SAINT-PEE-SUR-NIVELLE

INTRODUCTION

La taille des poissons peut être estimée aux différents âges grâce à la relation qui existe entre la longueur du corps et celle des structures osseuses telles les écailles. Toutefois, certaines précautions doivent être prises pour procéder au rétrocalcul. En premier lieu, les marques périodiques d'arrêt de croissance servant de référence aux mesures sur la structure osseuse doivent être bien définies et validées (Beall et Davaine, 1988). Ensuite, comme la relation varie selon l'espèce, l'environnement, l'âge ou la saison, elle doit être établie pour chaque population étudiée. Enfin, les conditions d'utilisation de l'analyse de régression permettant d'établir le modèle de rétrocalcul, doivent être prises en compte (Beall, 1979). Cette note résume l'approche utilisée pour satisfaire aux différentes conditions de l'échantillonnage, de l'établissement du modèle et de l'utilisation du rétrocalcul, à partir d'un exemple de population de truite de mer (*Salmo trutta* L.) des Iles Kerguelen.

PROCEDURE D'ECHANTILLONNAGE

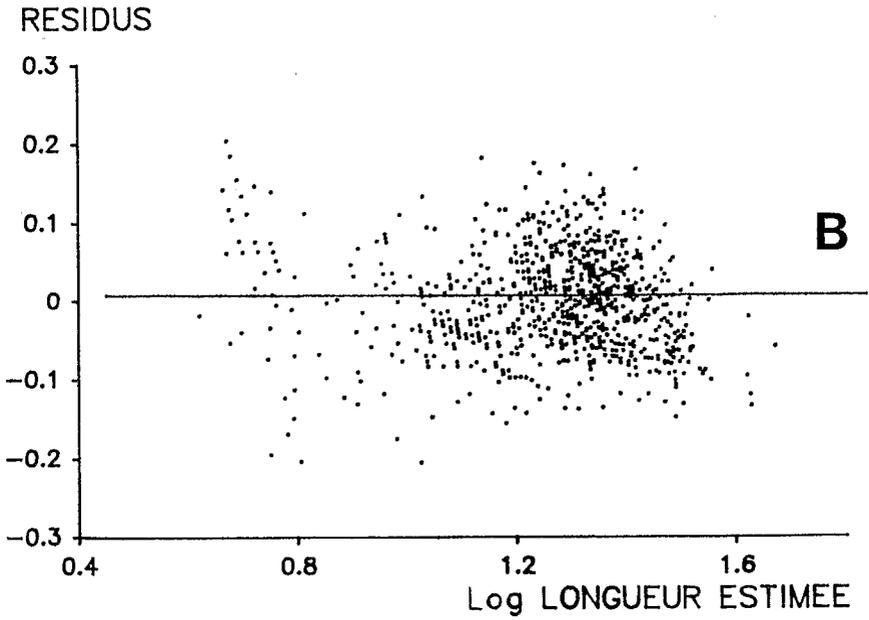
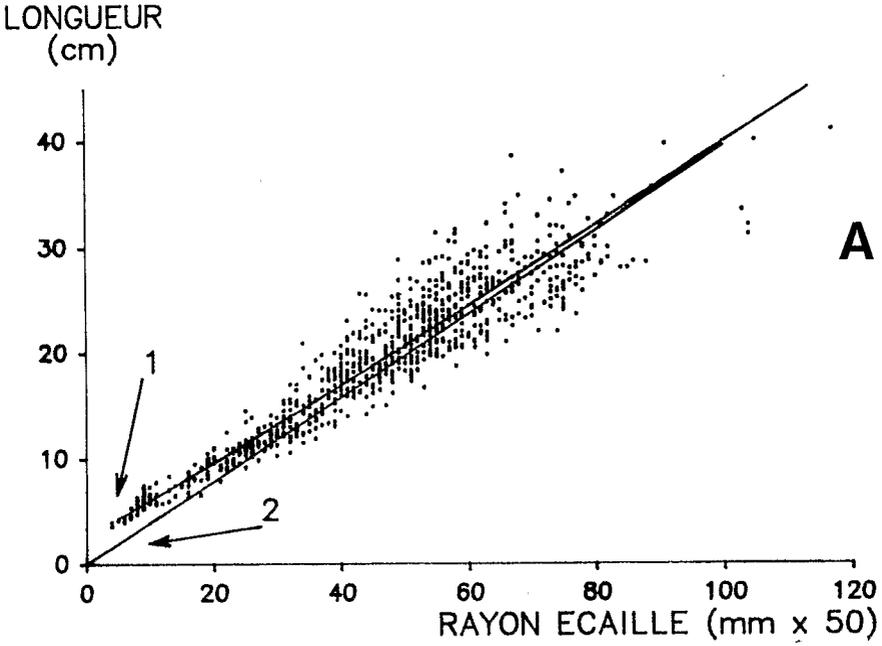
Les écailles n'apparaissent pas simultanément sur le corps du poisson et les dernières formées peuvent ne pas enregistrer le premier anneau lorsque les conditions sont défavorables pour la croissance. Il est donc nécessaire de les échantillonner toujours au même endroit, dans la zone où elles apparaissent en premier. Chez les salmonidés, cette zone se situe de part et d'autre de la ligne latérale, les premières écailles se formant près de la queue et les dernières sur l'épaule. La forme et la taille de l'écaille sont également à prendre en compte, pour la lisibilité des microstructures. La zone du corps de la truite donnant les écailles les plus exploitables est située de part et d'autre de la ligne latérale à l'aplomb de l'arrière de la nageoire dorsale. L'échantillon d'écailles prélevées sur chaque poisson doit être suffisamment important pour tenir compte des structures inutilisables (écailles régénérées, érodées ou déformées), particulièrement chez les individus âgés.

En deuxième lieu, l'échantillon d'écailles doit être représentatif de l'échantillon des individus considérés. Afin d'établir un modèle prédictif entre la longueur du corps et le rayon de l'écaille, tout l'intervalle des tailles dans la population a été pris en compte.

Figure 1. →

A. Relation Longueur du corps - Rayon de l'écaille pour un échantillon de 860 truites de la rivière Norvégienne, Iles Kerguelen. Cette relation, qui n'est pas isométrique ($L = CR$ droite 2), est mieux décrite par la courbe 1 de la forme : $L = a + CR^b$ (modèle de Fry).

B. Diagramme des résidus en fonction du Log de la longueur estimée dans le cas du modèle de Fry (1943) qui donne le meilleur ajustement aux données.



RELATION LONGUEUR-RAYON

Pour déterminer la relation entre la longueur du corps L et celle de l'écaille R , nous avons utilisé la régression de L sur R (méthode des moindres carrés). Cependant, l'utilisation d'équations de régression implique la vérification de la distribution indépendante selon une loi gaussienne des résidus réduits (Draper and Smith, 1966). Dans notre cas, une transformation log des variables a été nécessaire en raison de l'augmentation de la variance avec la taille (hétéroscédasticité, figure 1 a ; Beall, 1979). Les procédures de sélection des meilleurs modèles ont été revues par Jonsson and Stenseth (1976), Beall (1979) et Baglinière et Ombredane (1990). Le modèle de Fry (1943) donne le meilleur ajustement (figure 1 b).

PROCEDURE DE RETROCALCUL

Le modèle de régression décrit une relation générale entre les dimensions corporelle et scalaire et n'est pas utilisable directement (Francis, 1990). Pour prédire la longueur à un âge donné à partir d'une écaille individuelle, il est plus approprié d'utiliser la méthode proportionnelle, c'est-à-dire de considérer la variation de la taille de cette écaille par rapport à sa valeur moyenne prédite par le modèle. A ce stade, l'hypothèse suivante est généralement admise : une écaille individuelle conserve une taille relative par rapport à la relation générale de croissance pendant toute la vie du poisson. Dans le cas simple d'une croissance isométrique, la longueur à un âge donné est obtenue par proportion directe entre les rayons et les longueurs (figure 2, modèle A, équation 1). Lorsque la croissance est allométrique (modèle B), la procédure de calcul est plus compliquée, mais le principe reste le même. Plusieurs relations existent pour différents stades du cycle vital chez les fractions sédentaires et migratrices des truites de mer de Pologne (Sych, 1967) ou de Kerguelen (figure 2) : l'échantillon de la population d'eau douce, qui est à l'origine de la population de truite de mer, présente une croissance allométrique (figures 1 et 2, modèle B). Il est vraisemblable que les jeunes truites de mer dans la rivière suivent la même relation que les truites sédentaires. En mer, la croissance est isométrique (figure 2, modèle A). Pour rétrocalculer la longueur des truites de mer à 1 ou 2 ans en rivière, la longueur à la smoltification L_m est calculée par proportion directe (équ. 1, figure 2), puis ce terme et le rayon au départ en mer (R_m) sont introduits dans l'équation 2 à la place de la longueur L et du rayon R à la capture, ce qui donne l'équation 3.

VALIDATION

Si la méthode proportionnelle directe avait été utilisée pour calculer les longueurs à 1 et 2 ans, les valeurs auraient été sous-estimées de 30 et 8 %, respectivement, par rapport au modèle allométrique. La validité de ces modèles a été testée en comparant les longueurs rétrocalculées des truites sédentaires et de mer à 1 ou 2 ans aux longueurs mesurées sur des échantillons de truites des cohortes correspondantes capturées à l'électricité dans les secteurs d'inventaires de la Rivière Norvégienne au cours de l'hiver (tableau 1). Les faibles différences observées supportent la présomption que les modèles utilisés sont corrects.

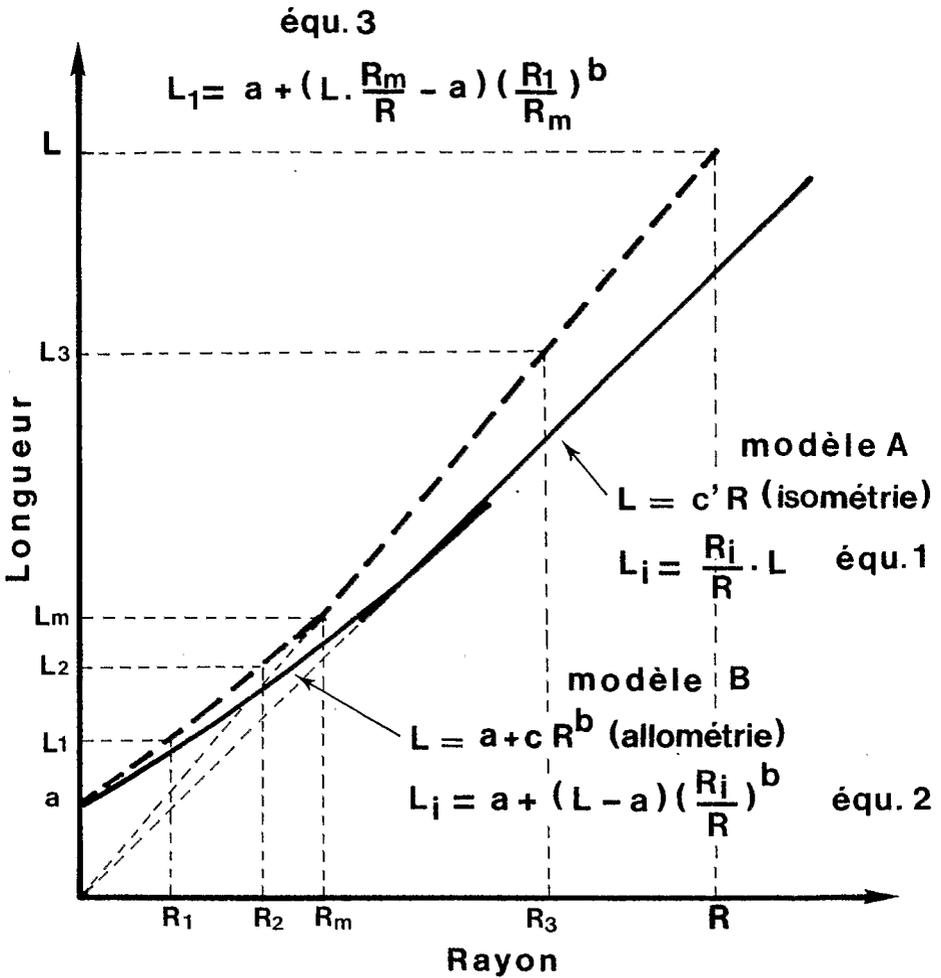


Figure 2 - Procédure de rétro mesure à partir de différentes relations Longueur du corps - Rayon de l'écaïlle. Modèle A = isométrie, modèle B = allométrie. Les traits pleins représentent la relation moyenne pour la population, les traits pointillés la relation pour une écaïlle ; L_1, L_2, L_3 , les tailles rétro mesurées à partir des rayons d'écaïlles correspondant aux 1er, 2ème, 3ème anneaux. L_m et R_m représentent la taille et le rayon au départ en mer.

Tableau 1 - Comparaison des longueurs moyennes (l_2 , l_1 en mm) observées sur des juvéniles de 1 et 2 ans capturés au cours de l'hiver dans la rivière Norvégienne et rétrocalculées à 1 et 2 ans sur des truites de mer et des truites sédentaires appartenant aux mêmes cohortes. n = effectif, μ = moyenne

	Cohortes											
	70		71				72		73		74	
	l_2		l_1		l_2		l_1		l_2		l_1	
Longueurs	n	μ	n	μ	n	μ	n	μ	n	μ	n	μ
Observées	52	116	26	59	99	121	10	62	84	122	114	58
Rétrocalculées												
Truites sédentaires	96	125	164	54	133	121	85	57	107	123	264	57
Truites de mer	105	132	63	58	64	126	78	59	86	123	10	59

REFERENCES

- BAGLINIERE J.L., OMBREDANE D., 1990. Choix et fiabilité d'un modèle de rétrocalcul des tailles en écologie halieutique. Mise au point d'un logiciel informatique. *Bull. Fr. Pêche et Piscic.*, 319 : 258-272.
- BEALL E., 1979. Analyse scalimétrique d'une population de truites de mer, *Salmo trutta* L., des Iles Kerguelen, TAAF : structure d'âge, croissance, reproduction. *Thèse Doc. Spécialité Biologie Animale (Hydrobiologie). Fac. Sciences, Univ. P. Sabatier, Toulouse* : 183 p.
- BEALL E., DAVAINÉ P., 1988. Analyse scalimétrique de la truite de mer (*Salmo trutta* L.) : formation des anneaux et critères d'identification chez les individus sédentaires et migrateurs d'une même population acclimatée aux îles Kerguelen (TAAF). *Aquat. Liv. Resour.*, 1 : 3-16.
- DRAPER N.R., SMITH H., 1966. *Applied regression analysis*. John Wiley and Sons, Inc., New York : 407 p.
- FRANCIS R.I.C.C., 1990. Back-calculation of fish length : a critical review. *J. Fish Biol.*, 36 : 883-902.
- FRY F.E.J., 1943. A method for the calculation of the growth of fishes from scale measurements. *Univ. Toronto Stud., Biol. Ser. N°51, Publ. Ontario Fish. Res. Lab. N° 61* : 5-18.
- JONSSON B., STENSETH N.C., 1976. Regression of body length on scale size of brown trout, *Salmo trutta* L. *Norw. J. Zool.*, 24 : 331-340.
- SYCH R., 1967. Dependence of scale radius and body weight on length of sea-trout (*Salmo trutta* L.) from Vistula River. *Roczn. Nauk Roln.*, H 90 : 327-339.