

P A P E R

I C E S 1987


 C.M. 1987 / G. 42
Comité des poissons démersaux

ESTIMATION DES PARAMETRES DE CROISSANCE
EN LONGUEUR DES INDIVIDUS MALES ET FEMELLES
DU STOCK DE LIEU NOIR (POLLACHIUS VIRENS)
DE L'OUEST - ECOSSE.

ESTIMATION OF GROWTH PARAMETERS
BY SEX OF WEST OF SCOTLAND
SAITHE'S STOCK (POLLACHIUS VIRENS)

par Ph. Moguedet *, J.P. Perodou ** et D. Nedelec **

* U.s.t. Lille 1 - Laboratoire d'écologie numérique 59655 Villeneuve d'Ascq - France

** Ifremer 8, rue F. Toullec 56100 Lorient - France

RESUME

Des otolithes d'individus mâles et femelles de lieu noir (Pollachius virens) ont été récoltés dans le secteur ouest Ecosse (VI A). Leur lecture a permis d'obtenir la croissance moyenne en longueur de la population de lieu noir pour les deux sexes séparément. Les paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY et leur précision sont calculés par la méthode du maximum de vraisemblance.

ABSTRACT

Some otoliths of saithe (Pollachius virens) have been collected by sex in the west of Scotland's stock. Growth's parameters of the VON BERTALANFFY equation and their precisions are calculated by the likelihood method.

	L_{∞}	K
mâle	123 ± 2.57	$.15 \pm .02$
femelle	138 ± 5.74	$.12 \pm .05$

INTRODUCTION

S'inscrivant dans un cadre de dynamique des populations exploitées, cet exposé décrit la croissance du lieu noir selon le modèle de VON BERTALLANFY (V.B. 1938).

Bien que la croissance de cette espèce soit décrite dans de nombreux articles et depuis longtemps (DAMAS 1909, BERTELSEN 1942, DRAGANIK 1976), les paramètres de l'équation de V.B. sont encore mal connus.

Ce modèle présente l'avantage d'être simple et très répandu dans le règne animal. Il est commode de résumer la croissance d'une espèce par 2 paramètres. C'est aussi le modèle le plus couramment employé dans les programmes informatiques et qui exigent si on ne veut pas les refaire que ces paramètres soient connus.

Le modèle de croissance doit répondre à la description suivante : le taux de croissance linéaire diminue exponentiellement avec l'âge pour tendre vers une valeur asymptotique ; le taux de croissance pondéral augmente tout d'abord puis s'inverse rapidement avec un point d'inflexion asymétrique et tend aussi vers une valeur asymptotique. Le modèle de V.B. respecte ces conditions.

Les équations sont les suivantes :

Eq. pondérale :

$$W_t = W_0(1 - e^{-k(t - t_0)})^n$$

avec un point d'inflexion situé au point 8/27

Eq. linéaire :

$$L_T = L_0(1 - e^{-k(t - t_0)})$$

Toutefois ce modèle ne s'applique pas à la croissance des premiers mois pour lesquels elle suit un autre modèle.

INTRODUCTION

Although the growth of this species has been described in many articles for a long time (DAMAS 1909, BERTELSEN 1942, DRAGANIK 1976), VON BERTALANFFY's parameters are not well known. The principal advantage of this model is to be simple and very common in the animal kingdom. It is practical to summarize the growth of one species by two parameters. It is also the most utilised in computer's programs.

The model must response to this description : the linear growth rate decreases exponentially with age towards an asymptotic value ; the weight growth rate increase first, then is reversed rapidly with an asymmetric inflexion point and tends towards an asymptotic value. The model of VON BERTALANFFY (1938) respects these conditions.

Equations are written below :

Equation in weight :

$$W_t = W_\infty(1 - e^{-k(t - t_0)})^n$$

with an inflexion point localised to : 8/27

Equation in lenght :

$$L_T = L_\infty(1 - e^{-k(t - t_0)})$$

Nevertheless this model is not adapted to the first months of the life.

MATERIEL ET METHODE

Un échantillon d'otolithes de lieu noir comportant un lot de mâles et un lot de femelles a été prélevé dans l'ouest de l'Ecosse (6 A) durant le mois de mars, au cours d'un embarquement à bord d'un navire de pêche professionnel.

La méthode d'échantillonnage relève de ce qu'on appelle le double échantillonnage avec allocation d'âge fixe : un échantillon préliminaire de mesurage a été obtenu par échantillonnage aléatoire simple des captures. Puis les otolithes ont été prélevés sur un sous-échantillon fixé à 15 poissons par classe de longueur de 1 cm.

Les otolithes ont été préparés selon la technique de BEDFORD (1983) adaptée par SOUPLET et DUFOUR (1983). Les lectures ont été faites par deux observateurs. L'échantillon contient 298 femelles et 208 mâles.

Les lectures sont rassemblées dans un tableau rectangle où l'élément n_{ij} représente le nombre de poissons d'âge i et de longueur j .

	1	---	i	---	n _a	total
1	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	L _j
j	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	L _j
n _e	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	L _j
total	⋮	⋮	A _i	⋮	⋮	N

La longueur moyenne \bar{l}_i par classe d'âge i est obtenue après pondération par le pourcentage d'animaux âgés appartenant à une classe de longueur donnée :

$$\bar{l}_i = \frac{\sum_j j \cdot n_{ij}}{N_i} \cdot \frac{L_j}{N}$$

La somme des pourcentages $\frac{L_j}{N}$ pour un âge i donne la masse attribuée à chaque couple âge - longueur (Tableaux 1 et 2).

L'estimation des paramètres (L_{∞} , K , t_0) à partir des couples observés (l_i , t_i) fait appel à la méthode du maximum de vraisemblance qui est une méthode d'ajustement non linéaire selon le critère des moindres carrés. Elle retient la valeur numérique des paramètres recherchés qui maximise la densité du résultat observé (GROS, 1980).

MATERIAL AND METHOD

Some saithe's otoliths separated by sex were collected in March in West of Scotland (6 A) during a cruise aboard a commercial ship.

The sampling technique used is known as double sampling with fixed age subsample. The length preliminary sample is a simple random sample of catches. The second age sample is a stratified random sample. A constant number of 15 specimens are aged from each length category.

Otoliths have been prepared by the Bedford's method (1983) adapted by SOUPLET and DUFOUR (1983). Ageing of fish have been made by two readers. Sampling is composed of 298 females and 208 males.

Results of otolith's reading are gathered in a table where one element n_{ij} is equal to the fish number of age i and length j :

	1 - - - i - - - n _i	total
1 ⋮ j ⋮ n _j	- - - - n_{ij} - - - -	L_j
total	A_i	N

The mean length l_i for each age group i is weighted by the percentage of aged specimens belonging to a particular length group :

$$l_i = \frac{\sum_j n_{ij} L_j}{N}$$

For one age group i the sum of percentages L_j gives the mass attributable to age - length couple (tables 1 and 2).

The estimation of parameters (L, k, t_0) is obtained by the likelihood method, which is a classic non linear least squares method.

The likelihood function is described by KIMURA (1980) :

$$L(L, k, t_0, \sigma^2) = (2\pi\sigma^2)^{-N/2} e^{-S(L, k, t_0) / 2\sigma^2}$$

where N is the number of observations

σ^2 is the variance of residues

$$S(L, k, t_0) = \sum_i \sum_j (L_{ij} - f(t_i))^2$$

Since $L(L, k, t_0, \sigma^2)$ is maximized when $S(L, k, t_0)$ is minimized, it follows that the maximum likelihood estimates of (L, k, t_0) are the least squares estimates.

Computer program used has been written by Ph. GROS.

La fonction de vraisemblance est décrite par KIMURA (1980) :

$$L(L_0, k, t_0, \sigma^2) = (2\pi\sigma^2)^{-N/2} e^{-S(L_0, k, t_0) / 2\sigma^2}$$

où N est le nombre total d'observations
 $S(L_0, k, t_0)$ est la fonction objectif
 σ^2 la variance des résidus.

Le critère d'ajustement retenu est la minimisation des moindres carrés telles que :

$$S(L_0, k, T_0) = \sum_i^{n_0} \sum_j^{n_1} (L_{ij} - f(t_{ij}))^2$$

soit minimal.

Le programme de calcul utilisé a été écrit par Ph. GROS.

Le principal intérêt de la méthode est de fournir des intervalles de précisions aux paramètres estimés.

RESULTATS

1 - Pour les mâles

variable	coefficient	intervalle à 95 %
L_{∞}	123	2.57
K	.15	.02
To	.87	.38

Tableau des paramètres

	L_{∞}	K	To		L_{∞}	K	To
L_{∞}	4.2910^{-1}	-2.8710^{-3}	-5.6110^{-2}	L	1	-.94	-.88
K		2.1510^{-5}	4.4010^{-4}	K		1	-.97
To			9.3910^{-3}	To			1

Tableau des covariances et corrélations

2 - Pour les femelles

variable	coefficient	intervalle à 95 %
L_{∞}	136	5.74
K	.12	.05
To	.59	.23

Tableau des paramètres

	L_{∞}	K	To		L_{∞}	K	To
L_{∞}	3.3010^{-1}	-7.1110^{-2}	-1.13	L	1	-.96	-.83
K		1.6410^{-4}	2.8310^{-3}	K		1	.94
To			5.6210^{-2}	To			1

Tableau des covariances et corrélation

Ces résultats sont proches de ceux de DRAGANIK (1966) obtenus à partir des données de JONES (1961) :

$K = .139$

$L_{\infty} = 121.3$

RESULTS

1 - For males

variable	Coefficient	Confident limits at 95 %
L _∞	.123	2.57
K	.15	.02
To	.87	.38

Table of parameters

	L _∞	K	To		L _∞	K	To
L _∞	4.2910 ⁻¹	-2.8710 ⁻³	-5.6110 ⁻²	L _∞	1	-.94	-.88
K		2.1510 ⁻⁵	4.4010 ⁻⁴	K		1	-.97
To			9.3910 ⁻³	To			1

Table of covariances and correlations

2 - For females

variable	coefficient	confident limits at 95 %
L _∞	136	5.74
K	.12	.05
To	.59	.23

Table of parameters

	L _∞	K	To		L _∞	K	To
L _∞	3.3010 ⁻¹	-7.1110 ⁻²	-1.13	L	1	-.96	-.83
K		1.6410 ⁻⁴	2.8310 ⁻³	K		1	.94
To			5.6210 ⁻²	To			1

Table of covariances and correlations

Results are very similar to those obtained by DRAGANIC (1966) with mean length of saithe age-groups given by JONES (1961) :

K = .139

L_∞ = 121.3

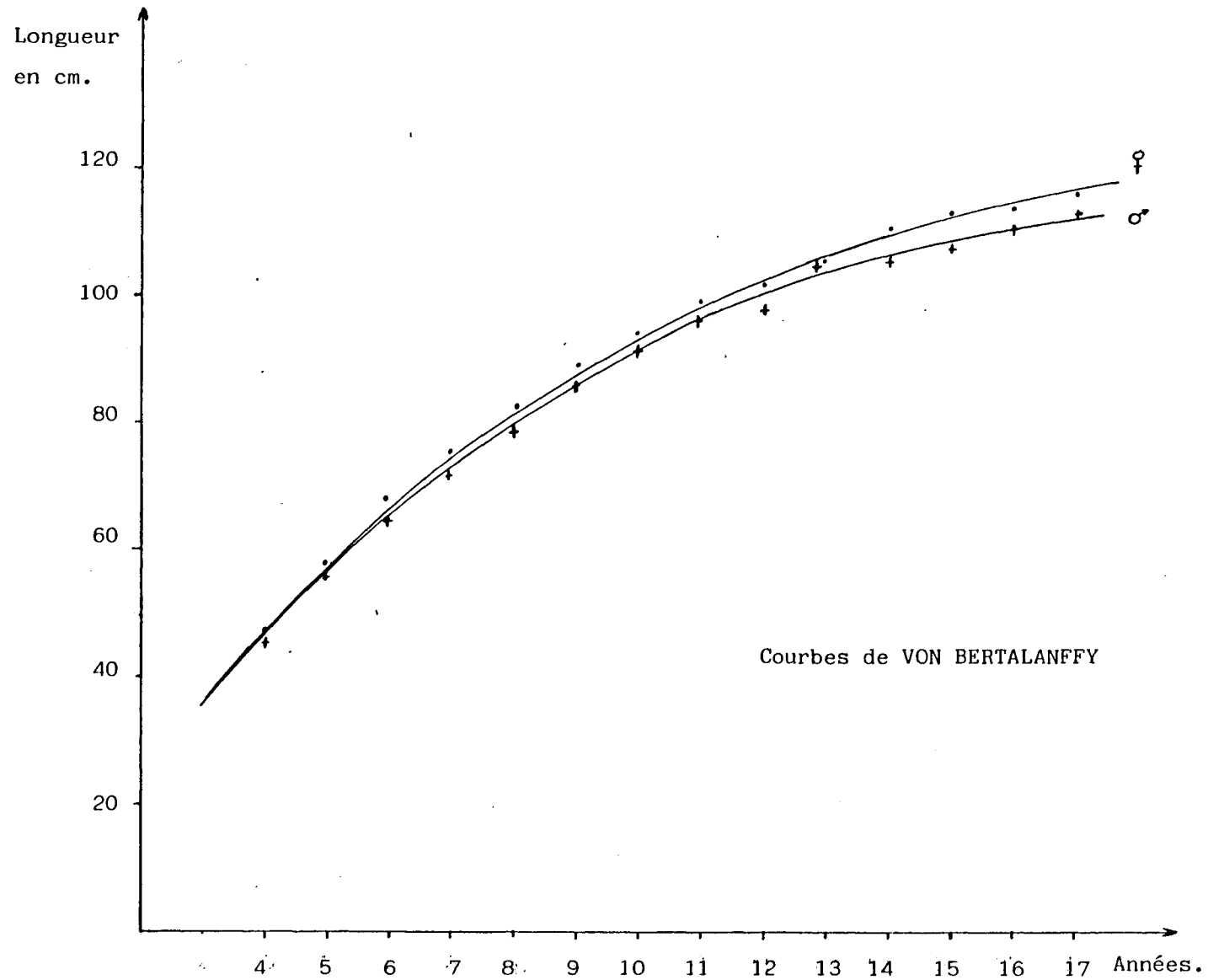


Figure (5) : Courbes de croissance en longueur du lieu noir (Pollachius virens).
Growth length curve of the saithe (Pollachius virens) .

CONCLUSION

En général chez les gadidés on observe une supériorité de croissance des femelles sur les mâles bien plus forte que pour le lieu noir. L'égalité de croissance observée ici viendrait d'une stratégie d'évolution adaptée à la vie pélagique.

Comme le développe RALLS (1976) la diversité naturelle exubérante rencontrée dans un groupe d'espèces fait qu'à côté de la tendance plus courante, on rencontre tout un ensemble d'espèces présentant des particularités. En appliquant cette idée on peut conclure qu'il doit bien y avoir une espèce de gadidés pour laquelle les mâles seraient plus gros que les femelles.

Pour revenir à nos préoccupations, les mesures des paramètres de croissance et surtout de leur variance d'estimation vont permettre d'apporter une plus grande précision aux évaluations de stock de lieu noir. En effet, elles seront appliquées ultérieurement aux méthodes Delta (LAUREC 1985) qui permettront de définir des coefficients de sensibilité qui synthétiseront la plus ou moins grande fiabilité du diagnostic en terme de rendement par recrue.

CONCLUSION

To digress for a moment the superior growth of females in the gadoïd species is in general much stronger than for saithe. This example of sex - equality would result of an adaptation of the pelagic fish.

Near the most common situation that is met in a species group we find many special species like it is developed by RALLS (1976). The reason is the natural exuberant diversity which is met in a species group. If we put into practice this idea we can conclude that it would be possible to find a gadoïd species for which males would be bigger than females.

In conclusion, to come back to the subject, measures of VON BERTALANFFY parameters would affect results of saithe stock assessment when they will be used in Delta methods (LAUREC 1985). Those methods will define sensibility coefficients which will synthesize the fiability of the diagnostic in term of yield per recruit.

REFERENCES

BEDFORD B.L. (1983)

A method for preparing sections of large numbers of otoliths unbedded in black polyester resin.
J. cons. int. Explor. Mer.
41. pp 4-12

BERTALANFFY L.W. (1938)

A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II)
Hum. Biol. 10 : 181 - 213

BERTELSEN E. (1942)

Contributions to the biology of the coalfish (Gadus Virens L.) in Faroe waters.
Meddelelser Fra Kommissionen for Danmarks Fiskeri-OG
Havundersogelser - serie : Fiskeri - Bind XI Nr 2 1942

DAMAS D (1909)

Contribution à la biologie des gadidés
Ciem - rapports et procès verbaux Volume X, 3 - 277 p.

DRAGANIK B (1966)

Age and growth of coalfish (Gadus Virens L.) captured in the region of Sheltand islands and Halten bank in the autumn 1965 -
Ciem CM 1966/G : 7

GROS Ph. (1980)

Revue critique de quelques techniques d'analyse des distributions de fréquence classiquement utilisées en dynamique des populations - G.S.G. compte rendu du séminaire en dynamique des populations (Miméo)

JONES B.W. (1961)

"Coalfish English Investigations" C.M. 1961, Gadoif Fish Cttee, Nr 1.

KIMURA D.K. (1980)

Likelihood methods for the VON BERTALANFFY growth curve - Fish Bull, 77 (4)
pp. 765 - 776

LAUREC A. (1985)

Les méthodes Delta en halieutique.
Evaluation des sensibilités, approximation des biais et variances à l'aide des développements limités.
Document IFREMER DRV 86- 002 64 p.

RALL K. (1976)

Mammals in which females are larger than males.
Quarterly Review of Biology, 51, pp. 245 - 276

SOUPLET A. DUFOUR J.C. (1983)

Developpement des techniques de lecture des otolithes en coupes fines.
Rapp. Techn. ISTPM N° 5. 6 p.

Age	Longueur moyenne	Variance	Masse attribuée au couple
4	45.16	28.19	1.24
5	57.19	10.69	6.20
6	67.09	24.70	7.67 10^{-1}
7	70.45	26.93	5.93 10^{-1}
8	79.75	20.61	8.13 10^{-1}
9	88.26	24.70	6.90 10^{-1}
10	94.50	21.06	2.11 10^{-1}
11	99.08	37.85	1.40 10^{-1}
12	102.91	9.98	2.75 10^{-1}
13	106.39	48.16	3.42 10^{-2}
14	111.42	50.26	3.45 10^{-2}
15	113.00	61.30	3.75 10^{-2}
16	114.00	54.16	3.84 10^{-2}
17	117.78	68.55	6.04 10^{-2}
18	119.46	41.34	1.24 10^{-1}

Tableau 1 : Longueur moyenne, variance et facteur de pondération par classe d'âge du stock de femelles de lieu noir de l'ouest Ecosse.

Table 1 : Mean length, variance and weighted coefficient by age group of west Scotland female saithe's stock.

Age	Longueur moyenne	Variance	Masse attribuée au couple
4	46.51	28.83	1.41
5	57.83	6.76	6.52
6	66.16	17.47	8.82 10^{-1}
7	75.36	32.26	4.29 10^{-1}
8	83.42	63.04	7.82 10^{-2}
9	89.00	51.98	9.42 10^{-2}
10	91.33	24.30	6.17 10^{-2}
11	97.60	17.22	2.39 10^{-1}
12	97.29	18.66	1.15 10^{-1}
13	104.77	52.12	4.22 10^{-2}
14	105.82	45.56	4.01 10^{-2}
15	107.15	42.90	4.14 10^{-2}
16	110.07	62.41	3.46 10^{-2}
17	111.58	52.56	2.73 10^{-2}
18	114.28	70.89	4.93 10^{-2}
19	115.50	0.32	6.25

Tableau 2 : Longueur moyenne, variance et facteur de pondération par classe d'âge du stock de mâles de lieu noir de l'ouest-Ecosse.

Table 2 : Mean length, variance and weighted coefficient by age group of west of Scotland male saithe's stock.