

**DISCRIMINATION DES TRUITES DE MER
(*SALMO TRUTTA*)
ET SAUMONS ATLANTIQUES
(*SALMO SALAR*)
ADULTES A PARTIR DE LEURS ECAILLES**

**Dominique OMBREDANE¹⁻², Jean-Michel TANGUY¹,
Jean-Sébastien PIERRE²**

RESUME

Les écailles provenant de Truites de mer et de Saumons adultes capturés essentiellement en Basse-Normandie et en Bretagne, sont caractérisées par leur taille, leur forme et leur structure fine.

Pour un échantillon principal de 105 individus, on montre que 1- à taille de poisson (L_t) égale, la longueur (L), la largeur (l) et le rayon postérieur ($L-R$) des écailles sont plus grands chez le Saumon ; 2- la forme des écailles est similaire pour les deux espèces (rapports l/L équivalents) mais le Saumon se distingue par un focus plus central ; 3- l'espace intercirculi et la croissance de l'écaille pendant la première année marine ainsi que la taille rétrocalculée à la fin de cette année sont plus grands chez le Saumon.

Des fonctions discriminantes bivariées permettent d'identifier les espèces dans 87,6% à 100% des cas sur les échantillons de base. Sur les mêmes échantillons, 85,7% à 100% des individus sont bien classés par des fonctions multivariées. La plupart des relations discriminantes sont validées par des échantillons tests.

¹ Laboratoire INRA d'Ecologie Hydrobiologique, 65 rue de St Brieuc, 35042 RENNES Cedex

² Laboratoire ENSAR - INRA de Zoologie, 65 rue de St Brieuc, 35042 RENNES Cedex

DISCRIMINATION BETWEEN SEA TROUT (*SALMO TRUTTA*) AND ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR*) ADULTS FROM SCALES

ABSTRACT

Scales from adult sea trout and Atlantic salmon captured in West Normandy and Brittany have been characterized by their size, form and superficial structure. From a sample of 105 fishes, it was shown that: 1- for fish of similar size (L_t), the length (L), width (l) and posterior radius ($L-R$) of scales were greater for salmon than for sea trout ; 2- the scales shape (l/L) was similar for both species but the focus of salmon scales was more central and 3- the space between circuli, the growth of scale during the first marine year, and the back-calculated size at the end of that year, were greater on salmon. Discriminant bi-variate functions allowed identification of species between 87,6% and 100% of the basis samples. Using multi-variate fonctions, 85,7% to 100% of fishes were properly classified. Most of the discrimination relations were validated by test samples.

INTRODUCTION

L'utilisation des écailles dans les études écologiques des salmonidés présente un intérêt largement reconnu aujourd'hui. Dans le cas des espèces du genre *Salmo*, ces structures osseuses sont utilisées depuis longtemps pour la détermination de l'âge et l'étude de la croissance par rétrocalcul des tailles (Dahl 1910 in Beall et Davaine, 1988). Plus récemment, des analyses fines des structures superficielles des écailles (nombre de circuli, espaces inter-circuli ...) ainsi que de leur taille et forme ont permis notamment de définir des zones optimales de prélèvement d'écailles (Martynov, 1983 ; Anonyme, 1984 ; Ombredane et Richard, 1990), de discriminer des stocks (Reddin *et al.* (1984) chez *S. salar*, Sych (1983) chez *S. trutta*), de définir des écotypes (Coté *et al.* (1984) chez *S. salar* ; Beall et Davaine (1988) chez *S. trutta*), ...

L'identification des espèces à partir des caractéristiques des écailles ayant été tentée pour certaines familles ou genres de poissons (cas des Cichlidés, Chervinski (1986)), il était intéressant de voir si cela était possible pour le genre *Salmo*. L'objet de ce travail consiste en une première approche de la discrimination de *S. salar* et de l'écotype marin de *S. trutta* au stade adulte. Cela répond aussi au souci de fournir un outil aux organismes qui s'intéressent à la gestion des salmonidés migrateurs. En effet, de nombreuses écailles sont collectées dans le but de caractériser les stocks exploités de ces poissons. Or, lors de l'interprétation des écailles par des personnes n'ayant pas vu le poisson dont elles sont issues, des doutes peuvent parfois subsister quant à l'espèce réellement concernée. Par exemple, en Bretagne et Basse-Normandie, des problèmes peuvent se poser pour de nombreux saumons et truites de mer de première remontée (Richard, 1986 ; Prevost, 1987) dans la gamme de taille 500-850 mm, âgés de 1⁺ ou 2⁺ ans de mer.

Ainsi, ce travail vise à établir des fonctions linéaires discriminantes basées sur les caractéristiques des écailles afin d'identifier l'espèce.

MATERIEL ET METHODES

CONSTITUTION DE L'ECHANTILLON DE POISSONS

L'étude porte essentiellement sur des poissons de Bretagne et de Basse Normandie, régions pour lesquelles nous avons eu accès à un échantillon suffisant d'écailles. Les truites de mer, capturées par piégeage sur l'Orne et la Touques (Calvados), ont été mesurées (longueur fourche) et ont fait l'objet de prélèvement d'écailles par nos soins. Les écailles et les caractéristiques métriques (longueur totale notamment) des saumons proviennent du Centre nationale de déclaration des captures par pêche à la ligne (DR 2 du Conseil Supérieur de la Pêche à Rennes). Des écailles de quelques poissons capturés dans d'autres régions (Centre, Sud Ouest) ont été utilisées pour tester la validité de la discrimination.

L'échantillon de base (105 individus) et les échantillons tests (20 et 21 individus) sont constitués sur les principes suivants (tableau 1) : équilibre numérique entre les deux espèces, poissons de première remontée de reproduction (pas de marque de frai sur les écailles) et pour chaque espèce, équirépartition dans les classes de taille présentes (environ 1 individu par classe de 10 mm pour l'échantillon de base). Ainsi les truites de mer sont âgées de 0+ (finnocks) à 2+ ans de mer et les saumons de 1+ à 3+ ans de mer.

La longueur totale (Lt) des poissons, exprimée ici en mm, a du être estimée pour les truites de mer piégées à partir de leur longueur fourche (Lf) et d'une relation établie sur le stock de l'Oir (affluent de la Sélune en Basse-Normandie) :

$$L_t = 1,02 L_f + 8,46 \quad (r^2 = 0,99)$$

CARACTERISTIQUES DES ECAILLES

Les écailles ont été prélevées sur la zone standard définie pour le Saumon atlantique (Anonyme, 1984) et 3 d'entre elles, non régénérées, sont sélectionnées pour chaque poisson. Puis ces dernières sont montées à sec entre lame et lamelle après une immersion dans de la soude à 5% suivie d'un rinçage à l'eau distillée pour éliminer toute trace de produit. Divers comptages et mesures (figure 1) sont réalisés au grossissement 50 X sur un microscope à projection (Projectina) muni d'un micromètre dont l'unité de mesure (1 gradation) correspond à 10 μ m :

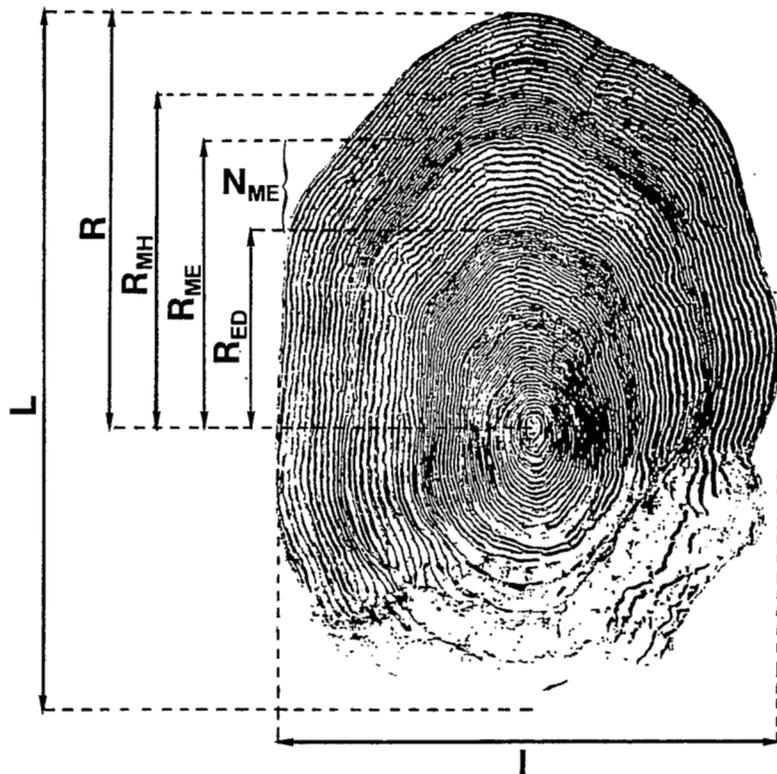
L = plus grand diamètre antéro-postérieur (longueur),

l = plus grand diamètre transversal perpendiculaire à L (largeur),

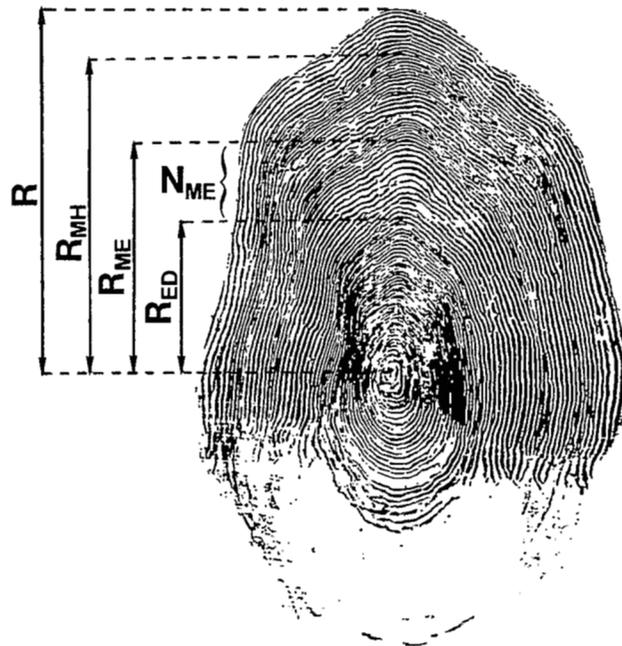
R = plus grand rayon longitudinal du champ antérieur de l'écaille,

R_{ED} = rayon longitudinal jusqu'à la limite externe de la phase eau douce ou estuarienne,

R_{ME} = rayon longitudinal jusqu'à la limite externe de la phase de croissance "estivale" de la 1ère année marine.



Lt = 505 mm - Age = 2 - 1+



Lt = 462 mm - Age = 1+ - 1+
Avec incursion estivale

Figure 1. Mesures et comptages réalisés sur les écailles : cas de deux truites de mer (*Salmo trutta*) ; (signification des sigles : voir texte).

Chez la truite de mer, si une incursion estivale en eau douce a eu lieu, on donne à R_{ME} une valeur égale au rayon jusqu'à la marque d'arrêt de ou de ralentissement croissance la traduisant (Richard, 1986),

R_{MH} = rayon longitudinal jusqu'au premier anneau hivernal marin,

N_{ME} = nombre de circuli sur la bande d'épaisseur $R_{ME} - R_{ED}$. Seuls les circulis bien représentés dans un angle de 5° de part et d'autre du grand axe de l'écaille sont comptés (Anonyme, 1984),

N_D = nombre de circuli discontinus parmi les N_{ME} décomptés.

Afin de s'affranchir de la variabilité intra-site des caractéristiques des écailles, on calcule la moyenne arithmétique des mensurations des 3 écailles. Les variables utilisées pour le traitement statistique des données sont soit les **comptages et mesures moyens** (définis précédemment), soit les **critères** calculés suivants (les 4 premiers correspondent à des mensurations normées par la longueur totale Lt du poisson) :

LONG = L/Lt = longueur totale relative,

LARG = l/Lt = largeur totale relative,

RANT = R/Lt = longueur relative du rayon antérieur,

RPOS = $(L-R)/Lt$ = longueur relative du rayon postérieur,

FORM = l/L = coefficient de forme (Lindroth, 1963 ; Burdak, 1986),

ALLG = R/L = coefficient d'allongement du champ antérieur,

ETE1 = $(R_{ME} - R_{ED})$ = épaisseur du premier été marin,

ESPA = $(R_{ME} - R_{ED})/N_{ME}$ = espace inter-circuli moyen du premier été marin,

%DIS = $(N_D/N_{ME}) \times 100$ = Pourcentage de circuli discontinus,

ANN1 = $(R_{MH} - R_{ED})$ = épaisseur de la première saison marine,

LTM1 = $(Lt/R) \times R_{MH}$ = Taille rétrocalculée (modèle de Lea) du poisson à la fin de la première année marine.

Les deux critères ANN1 et LTM1 ne peuvent pas être calculés pour les finnocks qui n'ont pas passé une année entière en mer.

1.3 TRAITEMENT DES DONNEES

L'analyse factorielle discriminante à un facteur (successivement étapes NIAJF, UNFAL et ROUV de la programmathèque AMANCE (Bachacou *et al.*, (1981)) fournit, pour p variables et n individus, la fonction linéaire discriminante D sous la forme d'une série de coefficients (a_i) appliqués aux variables centrées-réduites :

$$D = \sum_{i=1}^{i=p} a_i (X_i - \bar{X}_i) / \sigma_{X_i}$$

Pour des raisons de commodité (Nikolayeva et Semenets, 1983), nous avons préféré exprimer les fonctions discriminantes par rapport aux variables brutes (X_i) avec des coefficients A_i :

$$D = \sum_{i=1}^{i=p} A_i X_i + B$$

Tableau 1. Composition de l'échantillon de base et des échantillons tests n°1 et n°2 ayant servi aux calculs de discrimination entre *Salmo trutta* (TRM) et *S. salar* (SAT). n : nombres d'individus

	Espèces	Nombre	Régions et Rivières d'origine	Gamme de Longueur totale (mm)	Age de mer (an)
Echantillon de base (n = 105)	TRM	30	Orne	472 - 837	1+ - 2+
		24	Touques	286 - 573	0+ - 1+
	SAT	21	Avranchin (Sée Sélune)	600 - 890	1+ - 2+
		30	Bretagne (Elorn, Léguer, Ellé, Steir Goyen, Scorff)	520 - 880	1+ - 2+
Echantillon test n°1 (n = 20)	TRM	5	Orne	487 - 792	1+ - 2+
		5	Touques	332 - 555	0+ - 1+
	SAT	5	Avranchin (Sée Sélune)	560 - 850	1+ - 2+
		5	Bretagne (Léguer, Odet, Aven, Ellé)	600 - 870	1+ - 2+
Echantillon test n°2 (n = 21)	TRM	5	Sélune	320 - 475	0+ - 1+
		1	Elorn	470	0+
		5	Adour	570 - 663	1+
	SAT	5	Allier	720 - 950	2+ - 3+
		5	Gave d'Oloron	620 - 880	1+ - 2+

Appliquée à 2 variables cette méthode permet de tracer des droites de discrimination facilement utilisables, soit pour $D = 0$:

$$A_1 X_1 + A_2 X_2 + B = 0$$

Le **niveau de signification** de la discrimination est évalué par la statistique de Fisher (pseudo F) à 1 et (n-2) degrés de liberté. Quand cette dernière est nettement supérieure à la valeur limite pour un risque de 1%, il est possible de classer les fonctions (si les degrés de liberté sont égaux).

La fonction est ensuite appliquée aux valeurs des variables des poissons des échantillons de base et de test. La **validité de la discrimination** et sa **valeur décisionnelle** sont appréhendées par le pourcentage des individus bien classés respectivement dans l'échantillon de base et dans l'échantillon test.

Le logiciel fournit en outre, par espèce, les moyennes et variances des caractéristiques scalimétriques, permettant ainsi leur comparaison à l'aide du test de l'écart réduit.

RESULTATS

CARACTERISTIQUES MOYENNES DES ECAILLES DE CHAQUE ESPECE

Sur l'échantillon de base (ECH BASE 1) de 105 individus, la comparaison des moyennes arithmétiques des critères de discrimination (tableau 2) montre que :

- **les écailles de saumon ont une taille plus importante** que celles de truite de mer: à taille égale de poisson, les longueur (LONG), largeur (LARG), rayons antérieur (RANT) et postérieur (RPOS) sont plus grands chez le saumon.

- **les écailles des deux espèces ont une forme similaire** : la similitude du rapport largeur/longueur (FORM) montre qu'aucune des deux espèces n'a une forme d'écaille plus allongée. Par contre, la variable ALLG, inférieure chez le saumon, y indique un focus plus central.

- **une structure superficielle différente pour les deux espèces** : l'espace moyen entre les circuli de la première phase de croissance rapide en mer (ESPA) est nettement plus grand pour le saumon; par contre, il n'y a pas de différence significative entre les pourcentages de discontinuité des circuli, la variabilité statistique étant importante au sein d'une même espèce.

Sur un échantillon de 94 individus (ECH BASE 2), obtenu par l'élimination des finnock de ECH BASE 1, il apparait que la croissance de l'écaille lors de la première saison marine (ANN1) et la taille rétrocalculée à un an (LTM1) sont nettement plus élevées chez le saumon.

FONCTIONS DISCRIMINANTES BIVARIEES

Les droites de discrimination (toutes significatives pour $P \geq 99.9\%$) font appel aux mesures et comptages bruts et sont établies sur ECH BASE 1 ou ECH BASE 2

(tableau 3). Les nombres d'individus des échantillons de base et des échantillons test mal classés par ces fonctions sont présentés au tableau 4.

*** Variables L, l, R et (L-R) associées à Lt**

Parmi les variables caractérisant la taille des écailles, la longueur (L) (figure 2) et le rayon postérieur (L-R) combinées à la longueur du poisson (Lt), ont le plus grand pouvoir discriminant : plus de 94% d'individus de l'échantillon de base sont bien classés. Sur les échantillons test n° 1 et 2 plus de 90% d'individus sont bien classés, montrant ainsi la bonne valeur décisionnelle des droites de discrimination, surtout pour les poissons de Basse Normandie. Le couple de variable [largeur (l), longueur du poisson (Lt)] donne de bons résultats sur l'échantillon de base (97,1% d'individus bien classés), mais occasionne une probabilité d'erreurs assez grande sur l'échantillon test n°2. Le rayon antérieur (R) combiné à Lt est par contre moins discriminant.

*** Variables R, (R-L) et l associées à L**

Caractérisant la forme de l'écaille, les rayons antérieur (R) et postérieur (R-L) combinés à la longueur de l'écaille (L) permettent de bonnes discriminations bien que moins performantes que celles obtenues avec les couples [L,Lt] et [(R-L), Lt]. La largeur (l) de l'écaille combiné à sa longueur (L) induit plus de 15% d'erreur sur les truites de l'ECH BASE 1 et ne doit pas être retenue.

*** Variable N_{ME} associée à ETE1**

Le nombre de circuli de la phase estivale de la première année marine (N_{ME}) combiné à l'accroissement de l'écaille pendant cette même période (ETE1) offre une excellente discrimination (figure 3). Sur l'échantillon de base le degré de signification est très élevé et il n'y a aucune erreur de classement ; sur les échantillons tests plus de 95% d'individus sont bien classés.

Tableau 2. Caractéristiques scalimétriques moyennes des espèces *Salmo trutta* et *S.salar*. n : nombre d'individus ; X : moyenne arithmétique ; σ : écart-type; ** : différence significative ; NS : différence non significative ; unités et signification des sigles : voir texte.

	Truites de mer Totalité (n = 54)		Saumons (n = 51)		Signification de la différence des moyennes
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	
LONG	1,009	0,109	1,148	0,109	**
LARG	0,741	0,059	0,843	0,052	**
RANT	0,577	0,027	0,627	0,040	**
RPOS	0,432	0,088	0,520	0,068	**
FORM	0,738	0,051	0,738	0,044	NS
ALLG	0,575	0,048	0,548	0,030	**
ESPA	4,271	0,425	5,955	0,563	**
%DIS	31,89	12,16	33,47	10,70	NS
Sans les Finnocks (n = 43)					
ANN1	131	23	238	27	**
LTM1	399	44	532	51	**

Tableau 3. Equations des droites de discrimination entre *Salmo trutta* et *S.salar* pour des couples de variables. unités et signification des sigles: voir texte ; niveau de signification ($p \geq 99.9\%$) estimé par la statistique de Fisher $F(1,n-2)$; ECH BASE 1: 51 saumons et 54 truites ; ECH BASE 2 (ECH BASE 1-finnocks) : 51 saumons et 43 truites.

Droites de discrimination	Statistique de Fisher
<hr/>	
* Sur ECH BASE 1	F(1,103)
L = 0,58 Lt + 311	330
L-R = 0,10 Lt + 231	301
l = 0,54 Lt + 154	372
R = 0,32 Lt + 174	111
R = 0,98 L - 279	277
L-R = 0,24 L + 136	277
l = 3,92 L - 2137	183
NME = 0,38 ETE1 - 24	974
<hr/>	
* Sur ECH BASE 2	F(1,92)
ANN1 = 0,001 Lt + 189	330
LTM1 = 0,014 Lt + 462	179

* Variables ANN1 et LTM1 associées à Lt

Sur ECH BASE 2, échantillon de base sans finnock, la croissance de l'écaille lors de la première année marine (ANN1) permet une bonne identification des espèces. La longueur rétrocalculée à 1 an de mer (LTM1) est moins discriminante et les erreurs de classement sont plus nombreuses, en particulier sur les truites de mer de l'Adour.

Globalement autant de truites que de saumons sont mal classés par ces fonctions pour les échantillons de base et l'échantillon test n°1. Pour les truites, les erreurs proviennent des poissons de l'Orne. Plus nombreux, Les individus mal identifiés de l'échantillon test n°2 sont surtout des saumons.

DISCRIMINATIONS MULTIVARIEES

Les fonctions discriminantes multivariées, font appel aux critères calculés et sont établies pour les deux échantillons de calcul ECH BASE 1 et ECH BASE 2 selon les variables impliquées. Les calculs ont été conduits en deux étapes :

1 - utilisation de toutes les variables sauf du critère RANT (RANT = LONG - RPOS), complètement corrélé (100 %) avec RPOS. Ainsi les premières fonctions calculées incluent les critères: LONG, LARG, RPOS, FORM, ALLG, ESPA, %DIS, auxquels ANN1 et LTM1 sont ajoutés dans le cas de ECH BASE 2.

Tableau 4. Nombre (m) et pourcentage (%) de poissons mal classés par les fonctions discriminantes pour les différents échantillons. n : nombre d'individus de l'échantillon ; ECH BASE 2= ECH BASE 1 - finnocks.

Fonctions de discrimination	Echantillon de base			Echantillon test n°1		Echantillon test n°2		Echantillon test n°1 + 2	
	SAT m	TRM m	SAT + TRM %	SAT m	TRM m	SAT m	TRM m	SAT + TRM %	
Sur ECH BASE 1	n=51	n=54	n=105	n=10	n=10	n=10	n=11	n=41	
* bivariées									
L, Lt	2	2	3,8	0	0	2	0	4,8	
R, Lt	5	8	12,4	2	2	3	0	17,1	
(L-R), Lt	4	2	5,7	0	0	1	0	2,4	
l, Lt	2	1	2,9	1	0	3	1	12,2	
l, L	2	9	10,5	0	1	2	0	7,3	
R, L	4	4	7,6	0	0	1	0	2,4	
(L-R), L	4	4	7,6	0	0	2	1	7,3	
NME, ETE1	0	0	0,0	0	0	1	1	4,8	
* Multivariée (1)	1	1	1,9	0	0	1	1	4,8	
Sur ECH BASE 2	n=51	n=43	n=94	n=8	n=10	n=10	n=11	n=39	
* bivariées									
ANN1, Lt	2	0	2,1	1	1	2	0	9,7	
LTM1, Lt	5	2	7,4	0	0	0	6	14,6	
* Multivariée (2)	0	0	0,0	0	1	1	0	5,1	

2 - élimination des variables offrant un faible pouvoir discriminant. Les critères FORM et %DIS ayant des contributions non significatives sont ainsi abandonnés.

Ainsi, après la seconde phase de calcul on a pu établir des fonctions assurant une très bonne discrimination et très peu d'erreurs de classement (moins de 5%) sur les échantillons test (tableau 4) :

* *Sur ECH BASE 1*

$$D = - 13,9 \text{ LONG} + 7,2 \text{ LARG} + 24,0 \text{ RPOS} + 18,3 \text{ ALLG} \\ + 1,88 \text{ ESPA} - 22,0 \text{ (1)} \\ F(1,103) = 338 \quad (P \geq 99,9\%)$$

* *Sur ECH BASE 2*

$$D = - 32,7 \text{ LONG} + 6,1 \text{ LARG} + 71,4 \text{ RPOS} + 59,7 \text{ ALLG} \\ + 1,21 \text{ ESPA} + 0,021 \text{ ANN1} + 0,003 \text{ LTM1} - 48,8 \text{ (2)} \\ F(1,92) = 776 \quad (P \geq 99,9\%)$$

DISCUSSION - CONCLUSION

Cette étude montre qu' il est possible d'identifier des adultes de truite de mer et de saumon de Bretagne et Basse-Normandie à partir de leur caractéristiques scalimétriques dans plus de 85 % des cas tant par des fonctions discriminantes bivariées que multivariées.

Cependant, l'échantillon de base sur lequel les fonctions ont été établies n'est constitué que de poissons du Nord-Ouest de la France, ce qui limite le domaine géographique de leur application. En effet, même si la valeur décisionnelle de nombreux modèles est prouvée avec des poissons de l'Allier et de l'Adour (Echantillon test n°2), leur nombre (21) est trop faible pour généraliser. Il conviendrait d'établir des fonctions sur un échantillon de base plus grand et contenant des poissons de différentes origines. Parmi les problèmes rencontrés il faut noter le fait qu'un saumon de l'Allier (Lt = 720 mm) est mal placé pour 12 fonctions sur 14. Compte tenu de sa taille, peut-être y a-t-il eu erreur quant à la détermination de l'espèce ?. De plus, pour les saumons nous n'avons pas d'assurance que les prélèvements d'écaillés aient été faits de façon très précise sur le site standard. Enfin, le calcul de la longueur totale des truites de mer, basée sur une relation établie sur un stock particulier, surestime vraisemblablement cette caractéristique morphométrique pour les gros individus. Cependant, pour notre problématique, ce fait "rapproche" les truites des saumons ce qui ne remet pas en cause, au contraire, les discriminations établies. Il ne nous a pas été possible de comparer et classer toutes les fonctions bivariées. En effet, les statistiques de Fisher ne sont pas toujours calculées avec le même nombre de degré de liberté selon l'échantillon de base considéré et les probabilités associées à ces statistiques, toutes inférieures à 10^{-4} ne figurent dans aucunes des tables.

Cependant, en se basant sur les pourcentages d'individus bien classés dans l'échantillon de base et les échantillons tests, on peut considérer que la fonction bivariée mettant en cause le couple $[N_{ME}, ETE1]$ (traduisant l'espace intercirculi

"estival" de la première année marine) a le meilleur pouvoir discriminant (100 % d'individus de l'échantillon de base bien classés) et un bon pouvoir décisionnel (95,1 % de biens classés pour les échantillons test).

Ensuite viennent les fonctions basées sur les couples [ANN1,Lt], [L,Lt] et [L,Lt] pour lesquels respectivement 97.9%, 97.1% et 96.2% des poissons de l'échantillon de base et 89.7%, 87.8% et 95.1% des poissons des échantillons tests sont bien identifiés.

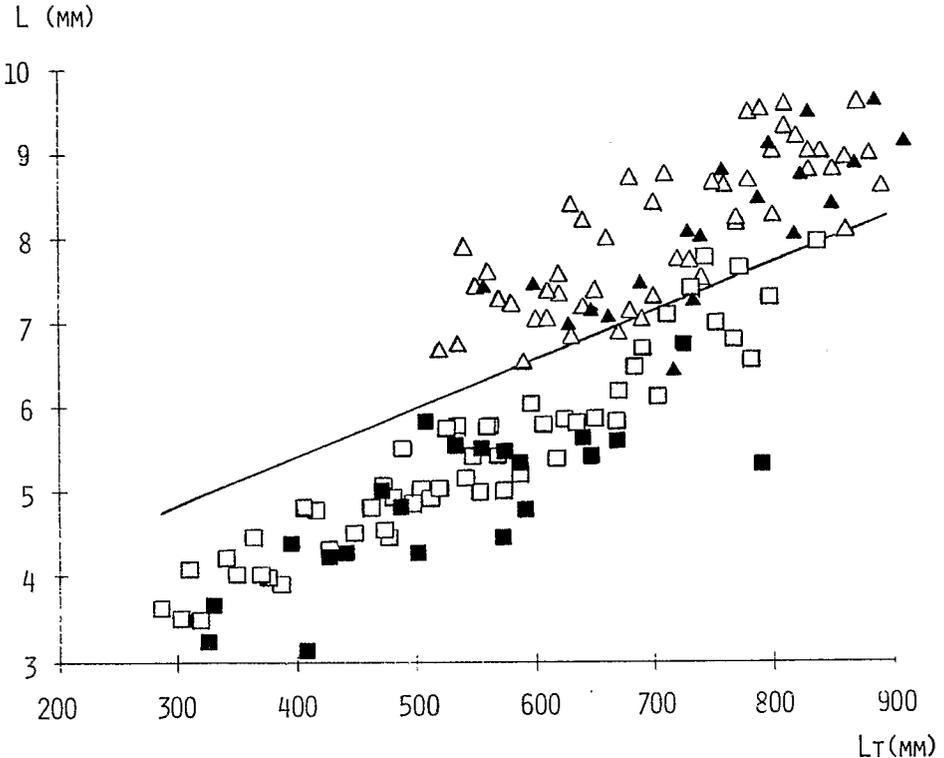


Figure 2. Droite de discrimination entre *Salmo trutta* et *S. salar* à partir de Lt, longueur totale du poisson (mm) et L, plus grand diamètre de l'écaille (mm). Droite de formule $L = 5.8 \cdot 10^{-3} Lt + 3.11$ calculée sur 54 *S. trutta* () et 51 *S. salar* () et testée sur 21 *S. trutta* () et 20 *S. salar* ().

Les fonctions multivariées (1) et (2) mettant en cause simultanément toutes les variables à fort pouvoir de discrimination n'améliorent pas sensiblement les résultats (respectivement 98% et 100% de bien classés pour les échantillons ECH BASE 1 et ECH BASE 2, ainsi que 96.2% et 94.9% pour les échantillons test).

Ces résultats ne vont pas dans le même sens que ceux de SYCH (1983) pour des poissons des stocks de la Baltique d'âge et taille comparables. Cet auteur, bien que cela ne soit pas l'objectif principal de son étude, n'a pu discriminer que les origines (latitude) des stocks de salmonidés (les deux espèces confondues) par une fonction

bivariée basée sur les caractéristiques de la première année marine ($ANN1$ et N_{ME}). Cette différence de résultats avec des variables similaires pourrait être due au fait que les zones de grossissement des adultes des deux espèces sont vraisemblablement communes en Baltique et différentes pour les stocks français. De plus, les truites de mer de la Baltique sont caractérisées par un long séjour marin (Chelkowski, 1969 in Richard, 1986) comme les saumons. Des variables traduisant la taille et la forme des écailles, utilisées dans les études sur la variabilité inter-site des écailles (Martynov, 1983 ; Ombredane et Richard, 1990) et dont le pouvoir discriminant est mis en évidence dans ce travail, sont peut-être plus adéquates pour discriminer ces espèces de salmonidés quels que soient les stocks.

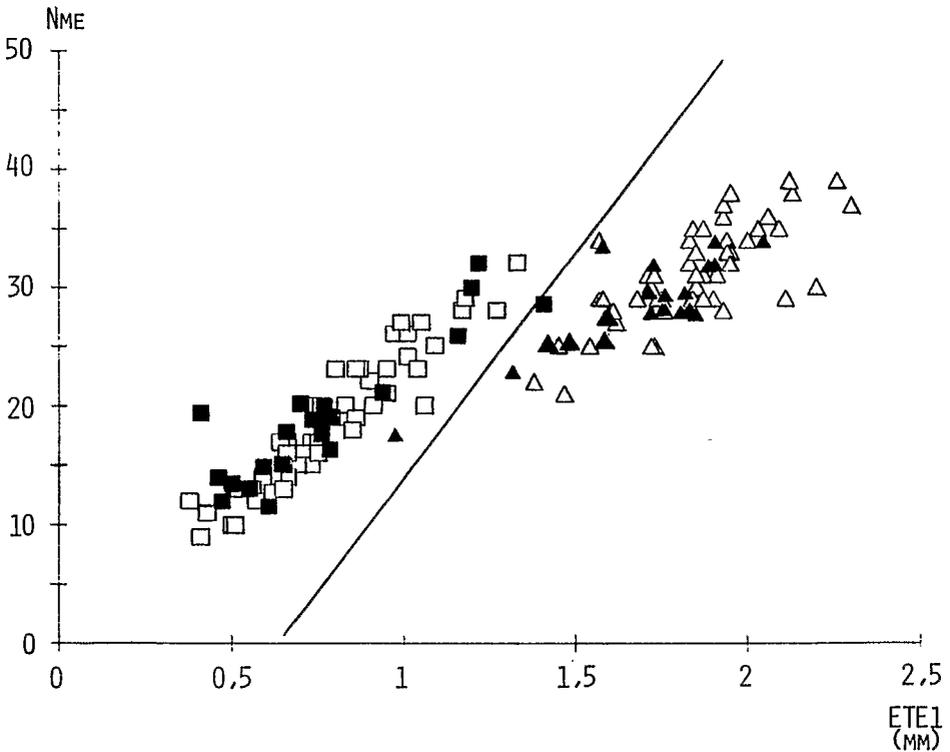


Figure 3. Droite de discrimination entre *Salmo trutta* et *S. salar* à partir de ETE1, épaisseur de l'accroissement de l'écaille durant le premier été marin (mm), et N_{ME} , nombre de circuli formés durant cette période. Droite de formule $N_{ME} = 38 \text{ ETE1} - 24$, calculée sur 54 *S. trutta* () et 51 *S. salar* () et testée sur 21 *S. trutta* () et 20 *S. salar* ().

Ces différents résultats montrent que, dans le cadre géographique concerné, les fonctions bivariées, qui permettent en outre de construire des abaques simples à utiliser, sont amplement suffisantes pour identifier les espèces *Salmo trutta* écotype

marin et *Salmo salar* au stade adulte à partir de leurs écailles. Il faut noter que l'une des droites de discrimination proposées [$N_{ME,ETE1}$] ne fait pas appel à la longueur L_t , caractéristique morphologique du poisson. Pratiquement, il sera prudent d'utiliser plusieurs des droites de discrimination ou une fonction multivariée avant de conclure à l'identification de l'espèce.

REMERCIEMENTS

Nous remercions A. Richard, Délégation Régionale Bretagne-Basse Normandie du Conseil Supérieur de la Pêche à Rennes de nous avoir fourni des écailles.

REFERENCES

- ANONYME, 1984. Atlantic Salmon scale Reading. ICES, Aberdeen 23-28 April : 15 p.
- BACHACOU J., MASSON J.P., MILLIER C., 1981. Manuel de la programmathèque statistique AMANCE 1981, C.N.R.F. - I.N.R.A., 54280 Champenoux, France : 516 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. Living Resour.*, 1 : 3-16.
- BURDAK V.D., 1979. Morphologie fonctionnelle du tégument écailleux des poissons La Pensée Scientifique (ed.), Kiev, 163 p. (en russe), traduction française in : *Cybium*, 10, n°3 : 147 p.
- CHERVINSKI J., 1986. Identification of additional tilapia from lake Kinneret, Israël, by the form of their scales. *Aquaculture*, 55 : 157-159
- COTE Y., BABOS I., ROBITAILLE J.A., 1984. Caractéristiques scalimétriques des saumons du Koksoak (Ungava, Québec). *Nat. Can.*, 111 : 401-409
- LINDROTH A., 1963. The body/scale relationship in Atlantic Salmon (*Salmo salar L.*) a preliminary report. *J. Cons. Int. Expl. Mer*, 28, (1) : 137-152.
- MARTYNOV V.G. 1983. On variability of scale characteristics in Atlantic Salmon (*Salmo salar L.*). ICES, *Anadromous and Catadromous Fisch. Comm.*, CM 1983/M, 5 : 21 p.

- NIKOLAYEVA YE.T., SEMENETS N.I., 1983. A contribution to stock differentiation of Chum Salmon, *Oncorhynchus keta* (Salmonidae), by scale structure in the first year of growth. *J. Ichthyology*, 23, (5) : 18-29.
- OMBREDANE D., RICHARD A., 1990. Détermination de la zone optimale de prélèvement d'écailles chez les smolts de Truite de mer (*Salmo trutta L.*). *Bull. Fr. Pêche et piscic.*, 319 : 224-238
- PREVOST E., 1987. Les populations de Saumon atlantique (*Salmo salar L.*) en France: description, relation avec les caractéristiques des rivières, essai de discrimination. *Thèse de Docteur-Ingénieur (Halieutique)* de l'Ecole Nat. Sup. Agron. de Rennes : 103 p.
- REDDIN D.G., BURFITT R.N., SHORT P.B., 1984. Identification of north american and european atlantic salmon (*Salmo salar L.*) caught off west Greenland in 1982-1983. *ICES, CM 1984/M* : 12 : 9 p.
- RICHARD A., 1986. Les populations de truite de mer (*Salmo trutta L.*) des rivières Orne et Touques (Basse Normandie): scalimétrie, sexage. Caractéristiques biométriques et démographiques. *Thèse 3^e cycle*, Univ. Rennes I : 54 p.
- SYCH R., 1983. Attempts of using the scale characteristics for separation of some baltic salmon and sea trout stocks. *ICES, Baltic Salmon Working Group.*, CM 1983/M: 9 : 43-83.