

## LA PRODUCTION SPERMATOGÉNÉTIQUE CHEZ LA TRUITE

R. BILLARD, B. BRETON et B. JALABERT

avec la collaboration technique de Anne-Marie ESCAFFRE et Aline SOLARI

*Station centrale de Physiologie animale,  
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,  
78 - Jouy-en-Josas*

---

### RÉSUMÉ

Une technique de mesure spectrophotométrique de la concentration en spermatozoïdes du sperme de truite a été mise en œuvre et un certain nombre de mesures pratiquées pendant la période de reproduction ont montré que :

— la concentration varie entre  $10 \cdot 10^9$  et  $25 \cdot 10^9$  spermatozoïdes par ml au début de la fraie (fig. 2) et diminue ensuite ;

— la concentration du sperme dans le canal déférent n'est pas constante et diminue dans le sens antéro-postérieur (fig. 4) ;

— la quantité de spermatozoïdes par gramme de testicule est très élevée au début de la fraie et diminue ensuite (fig. 5) ;

— quelle que soit la fréquence des prélèvements, la quantité de spermatozoïdes récoltés dans les conditions de la pratique piscicole reste toujours faible par rapport à la quantité totale de spermatozoïdes présents dans les testicules au moment de la fraie : 22 p. 100 dans le cas le plus favorable c'est-à-dire lorsque les spermatozoïdes sont collectés tous les 2 jours (tabl. 1).

---

### INTRODUCTION

La quantité totale de spermatozoïdes produite au cours du cycle reproducteur est mal connue chez les Poissons. Les seules informations actuelles concernent le Guppy (BRETON, 1968 ; BILLARD, 1969), la Truite (BRATANOV et DIKOV, 1961 ; HAMOR, 1966 ; TURDAKOV, 1968), le Saumon (SMIRNOV, 1963) et le Coregone (HOCHMAN et PENAZ, 1970). La production spermatogénétique en fonction de l'âge des animaux et de la fréquence des collectes au cours de la période de fraie est cependant importante à connaître dans le cadre d'une utilisation rationnelle des géniteurs. Un certain nombre d'auteurs signalent la rétention de spermatozoïdes et l'existence de sperma-

tozoïdes résiduels après la fraie et leur résorption dans les lobules du testicule ou dans le canal déférent : *Perca flavescens* (TURNER, 1919), *Salmo salar* (WIART, 1936 ; JONES, 1940 ; JONES et ORTON, 1940), *Lepomis macrochirus* (JAMES, 1946), *Gadus merlangus* (BOWERS, 1954 ; GOKHALE, 1957), *Salvelinus fontinalis* (HENDERSON, 1962), *Barbus tor* (RAI, 1965), *Embiotoca jacksoni* (LAGIOS, 1965), *Notopterus* (SHRIVASTAVA, 1967), *Lateolabrax japonicus* (HAYASHI, 1969), *Paralabrax clathratus* (SMITH et YOUNG, 1966), *Tilapia mossambica* (DADZIE, 1969) et dans d'autres espèces de poissons Téléostéens (WIART, 1936 ; BUTSKAYA, 1966 ; KOZLOVSKY, 1968 et BILLARD *et al.*, 1971).

Ces résorptions de spermatozoïdes dont l'importance n'a pas été précisée sont susceptibles de limiter l'efficacité de la spermatogenèse et le présent travail envisage ce problème chez la Truite.

## MATÉRIEL, ET MÉTHODES

L'expérimentation conduite pendant la saison de reproduction (février-avril 1970) porte sur des Truites arc-en-ciel *Salmo gairdneri* RICHARDSON, mâles, adultes, provenant d'une souche à reproduction tardive de la Pisciculture de l'Eure (M. LABBAS) et élevés en l'absence de femelles.

### A. — Mesure de la concentration en spermatozoïdes

#### Dans la laitance.

La concentration du sperme éjaculé ou prélevé dans les canaux déférents est mesurée par spectrophotométrie. L'étude des spectres d'absorption d'une suspension de spermatozoïdes (dilution 1/2 000) et du liquide séminal seul à la même dilution montre qu'il n'y a pas d'interférence entre les deux phases à la longueur d'onde de 410 m $\mu$  (fig. 1) de sorte que les variations de densité optiques observées à cette longueur d'onde sur le sperme sont dues seulement aux spermatozoïdes. La densité optique est proportionnelle à la concentration en spermatozoïdes et les

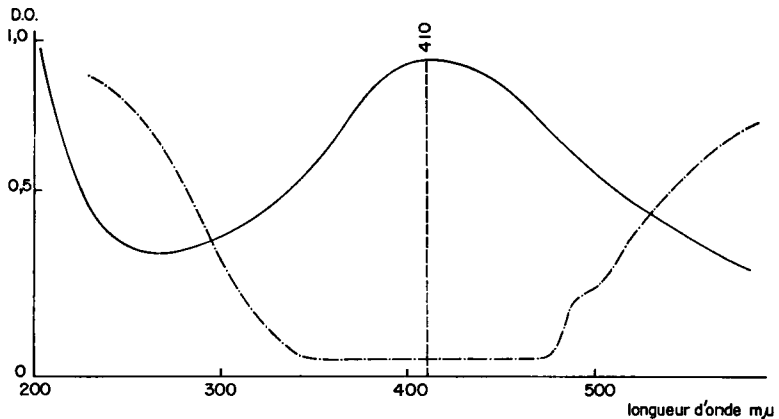


FIG. 1. — Spectre d'absorption des spermatozoïdes et du liquide séminal de Truite  
 — suspension de spermatozoïdes (dilution 1/2 000)  
 dans de l'eau physiologique (ClNa à 8 p. 1 000)  
 - · - · - liquide séminal dilué au 1/2 000

mesures faites sur le sperme de 14 mâles différents ont permis l'établissement d'une courbe de mesure étalonnée par rapport à des comptages sur cellule de Thoma (fig. 2). Le coefficient de corrélation entre la densité optique et le nombre de spermatozoïdes est hautement significatif  $r = 0,997$ ,  $n = 14$ , équation de la droite de régression :  $y = -0,029 + 0,002x$ .

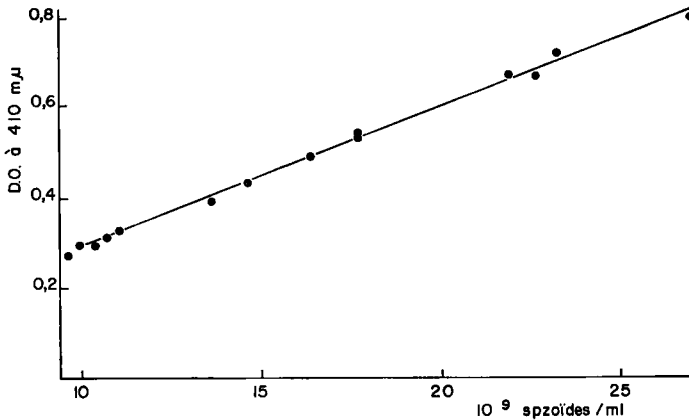


FIG. 2. — Relation entre la densité optique (mesurée à 410 mμ) du sperme de Truite dilué au 1/2 000 et le nombre de spermatozoïdes mesurés à la même dilution avec un hématicimètre (cellule de Thoma). Les mesures sont faites au cours du premier éjaculat et chaque point correspond à un éjaculat.

Dans les conditions pratiques, la mesure porte sur 100 μl dilué dans 200 ml d'eau physiologique à 8 p. 1 000 de ClNa.

#### *Dans le testicule.*

La concentration en spermatozoïdes du testicule est mesurée dans les mêmes conditions que le sperme après broyage selon la technique de DOUNCE (1943) (passage du testicule au broyeur Ultraturax dans une solution de ClNa à 8 p. 1 000 pendant 30 secondes). L'évaluation du poids des testicules étant plus précise que celle du volume, la concentration en spermatozoïdes est exprimée par gramme de testicule frais. Au-delà du 2<sup>e</sup> mois après le début de la fraie il devient impossible de compter les spermatozoïdes du fait de leur dégénérescence ; de ce fait les mesures du 3<sup>e</sup> mois ont été faites par comptage direct à l'hématicimètre des spermatozoïdes considérés comme intacts.

### B. — Mesures pratiquées pendant et après la période de fraie

#### 1. Définitions.

a) *Les réserves gonadiques et extragonadiques* sont représentées par la quantité de spermatozoïdes présents dans les testicules et les canaux déférents au début de la fraie. En fait, le sacrifice des mâles intervenant toujours après une récolte de sperme, les valeurs obtenues correspondent aux seules réserves gonadiques. En outre, les réserves extragonadiques qui correspondent au sperme présent dans les canaux déférents sont faibles par rapport aux réserves gonadiques (de l'ordre de 5 p. 100 au début de la fraie). Chez la Truite, la reproduction est saisonnière et il n'y a qu'un seul cycle spermatogénétique au cours de l'année, de sorte que la quantité de spermatozoïdes présents dans le tractus génital au moment de la fraie correspond en fait à la *production spermatogénétique* annuelle.

b) *La quantité de spermatozoïdes récoltés* correspond à la quantité de spermatozoïdes recueillis par massage abdominal au cours de la période de reproduction.

2. *Mesure de la quantité de sperme récolté et estimation de la production de spermatozoïdes* (en fonction de la fréquence des prélèvements).

L'évaluation de la quantité de spermatozoïdes récoltés est réalisée sur 4 lots de 12 mâles dont le sperme est prélevé avec les fréquences suivantes :

lot n° 1 :	prélèvement tous les	2	jours pendant	40	jours
lot n° 2 :	—	—	7	—	42 —
lot n° 3 :	—	—	15	—	45 —
lot n° 4 :	—			au 30 <sup>e</sup> jour	
				et abattage au	45 <sup>e</sup> jour

Le volume de sperme recueilli dans une éprouvette ou dans un tube de verre (GREENBERG, 1960) après massage abdominal est exprimé en ml et la mesure de la concentration en spermatozoïdes du sperme permet de connaître pour chaque prélèvement la quantité de spermatozoïdes récoltés.

Chaque mâle est identifié par une agrafe métallique numérotée (Presadom) fixée à la mâchoire inférieure. Les animaux sont pesés au début de l'expérience, un mois plus tard et à la fin de l'expérience. A la fin de l'expérience les animaux sont sacrifiés et la quantité de spermatozoïdes restants dans les testicules est mesurée par la méthode décrite ci-dessus.

C. — *Mesures des réserves gonadiques, de la concentration du sperme à différents niveaux du canal déférent et évolution du rapport gonado-somatique (RGS) après la fraie*

Des animaux provenant de la même population, maintenus au repos sexuel et répartis en lots, sont sacrifiés respectivement au début de la période de fraie et une fois par mois pendant les 3 mois suivants.

Les réserves gonadiques et la concentration du sperme à différents niveaux du canal déférent sont mesurées au début de la fraie. Les prélèvements de sperme d'un volume de 10 à 50  $\mu$ l sont effectués à 4 niveaux différents du canal déférent : dans le trajet testiculaire au niveau des parties antérieure, médiane et postérieure du testicule et dans la partie extra testiculaire. Les mesures portent sur 8 canaux déférents prélevés sur 6 mâles.

D. — *Analyse statistique*

Les résultats dans les graphiques et les tableaux sont exprimés avec les intervalles de confiance des moyennes  $\bar{x} \pm t \sqrt{S_{2/n}}$  avec une probabilité de 95 p. 100.

## RÉSULTATS

### *Les réserves gonadiques et la production spermatogénétique*

Il existe en moyenne  $57,8 \pm 7,2$  milliards de spermatozoïdes par gramme de testicule au début de la fraie. La production spermatogénétique est donc de l'ordre de  $58 \times 10^9$  spermatozoïdes par gramme de testicule et par an pour des mâles adultes.

### *La quantité de spermatozoïdes récoltés*

Les résultats résumés dans le tableau 1 montrent que la quantité totale de spermatozoïdes récoltés est équivalente pour les fréquences de prélèvements de 2 à 7 jours. Le nombre de prélèvements positifs (prélèvements où il y a eu production de sperme) est plus important lorsque la fréquence des prélèvements est plus élevée. Mais en général le nombre de prélèvements positifs reste faible ; 80 p. 100 des mâles ne donnent plus de spermatozoïdes au-delà du 7<sup>e</sup> prélèvement (au 15<sup>e</sup> jour) dans le lot n° 1, du 4<sup>e</sup> prélèvement (au 31<sup>e</sup> jour) dans le lot n° 2 et du 2<sup>e</sup> (au 15<sup>e</sup> jour) dans le lot n° 3. Dans le lot n° 4 tous les mâles ne produisent des spermatozoïdes que lors du premier prélèvement, au début de la période de fraie.

TABLEAU I  
Spermatozoïdes récoltés pendant la période de reproduction  
et spermatozoïdes restant dans les testicules après la période de reproduction  
en fonction de la fréquence des prélèvements

[ ] nombre d'animaux  
( ) valeurs extrêmes enregistrées

Lot n°	Fréquence des pré- vements de sperme	Nbre total de pré- vements	Nombre moyen de spermatozoïdes (en 10 <sup>9</sup> )		Pour l'ensemble des pré- vements	P. 100 moyen de spermatozoïdes récoltés (1)					
			Récoltés	Restant dans le tractus génital		Répartition selon le nombre de prélèvements positifs					
						1	2	3	4	5	≥ 6
1	2 jours	20	249,54 ± 108,47 [12]	879,12 ± 320,95	22,11	0,58 [1]	[0]	10,69 (3,61-17,76) [2]	24,02	12,52 (0,79-24,27) [2]	83,25 (16-53) [6]
2	7 jours	6	265,72 ± 143,32 [11]	983,76 587,4	21,26	3,51 (1,53-5,49) [3]	31,0 (14-48) [3]	30,76 (22-74) [4]	[4]	[0]	16,46 [1]
3	15 jours	3	119,32 ± 57,6 [12]	630,10 ± 358,8	15,92	2,7 (0,27-4,9) [3]	18,43 (6,1-43) [5]	30,18 (14-62) [3]	[0]		
4	30 jours	2	82,87 ± 43,1 [11]	1 012,97 ± 264,0	7,56	7,56 (0,51-25) [11]					

(1) Le pourcentage moyen de spermatozoïdes récoltés est exprimé par rapport à la quantité totale de spermatozoïdes (spermatozoïdes récoltés + spermatozoïdes restant dans le tractus génital en fin d'expérience).

La quantité de spermatozoïdes récoltés ne représente dans le meilleur des cas, avec une fréquence de prélèvement de 2 jours, que 22 p. 100 des réserves gonadiques.

*Évolution du volume de sperme et du nombre de spermatozoïdes récoltés au cours de la période de reproduction*

L'évolution du volume de sperme recueilli par prélèvement et de la quantité de spermatozoïdes récoltés (exprimée en nombre moyen de spermatozoïdes récoltés par mâle et par jour) sont exposés dans la figure 3 (A-B). Les valeurs obtenues sont très variables entre animaux et les lots se sont révélés très hétérogènes dès le premier prélèvement.

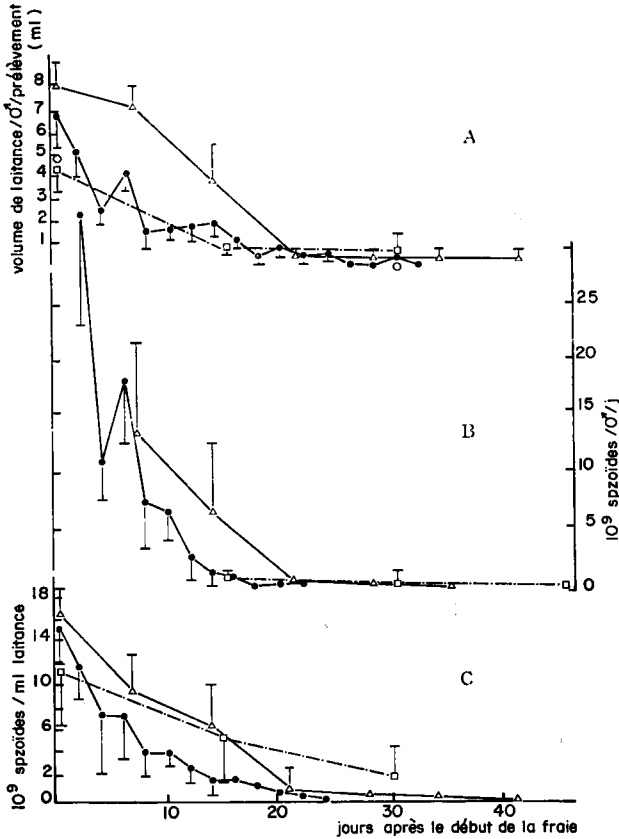


FIG. 3

A et B. — Évolution de la quantité moyenne de sperme (A) et de spermatozoïdes (B) récoltés pendant la période de reproduction chez la Truite

C. — Évolution de la concentration du sperme en spermatozoïdes pendant la même période

- lot n° 1 : 1 prélèvement tous les 2 jours
- △ lot n° 2 : — — — 7 —
- lot n° 3 : — — — 15 —
- lot n° 4 : — — — 30 —

Le volume moyen de sperme obtenu est le plus important dans le lot n° 2, prélevé tous les 7 jours. Dans les autres cas, la décroissance est plus rapide. La quantité

de spermatozoïdes récoltés décroît progressivement au cours des premiers prélèvements dans les lots n° 1 et 2. Dans le lot n° 1 la diminution est très forte au cours du 3<sup>e</sup> prélèvement ; elle est suivie d'une remontée au 4<sup>e</sup>, mais les différences ne sont pas significatives.

*La concentration en spermatozoïdes dans le testicule  
et dans le sperme*

*Dans le sperme après éjaculation.*

La concentration en spermatozoïdes dans le sperme récolté n'est pas constante au cours de la période de production. Elle est maximum au cours des premiers prélèvements et dans tous les lots (fig. 3 C). Au cours des derniers prélèvements le début et quelquefois même la totalité des prélèvements sont constitués uniquement de liquide séminal incolore.

*Dans le canal déférent (fig. 4; tabl. 2).*

La concentration en spermatozoïdes du sperme contenu dans le canal déférent et mesurée au début de la fraie subit une diminution considérable dans le sens antéro-postérieur (fig. 4). La concentration du sperme dans la partie libre du canal déférent reste supérieure à celle du sperme éjaculé.

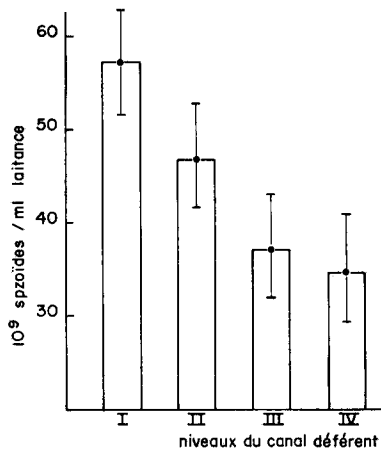


FIG. 4. — Évolution de la concentration du sperme en spermatozoïdes aux différents niveaux du canal déférent en début de fraie

- I : dans le canal déférent situé dans la partie antérieure du testicule
- II : dans le canal déférent situé dans la partie médiane du testicule
- III : dans le canal déférent situé dans la partie postérieure du testicule
- IV : dans le canal déférent entre la partie postérieure et l'orifice génital

L'analyse de variance des résultats de la figure 4 (tabl. 2) montre que les différences sont hautement significatives entre les mâles et entre les différents niveaux du canal déférent.

*Dans le testicule.*

La concentration en spermatozoïdes dans le testicule (nombre de spermatozoïdes par unité de poids) a été étudiée pendant et après la période de fraie. Les résultats de la figure 5 font apparaître une diminution importante au cours des deux premiers mois qui suivent le début de la fraie. La concentration se stabilise entre le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> mois. Au 4<sup>e</sup> mois il devient impossible d'identifier les spermatozoïdes lors des comptages et on peut considérer qu'à cette époque il n'existe plus de spermatozoïdes intacts dans le testicule.

TABLEAU 2

*Résultats de l'analyse de variance de la concentration en spermatozoïdes du sperme pris à différents niveaux du canal déférent*

Les moyennes et intervalles de confiance correspondants apparaissent sur la figure 4  
HS : hautement significatif

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	F	Signification
Entre animaux .....	3 328,79	7	475,54	8,24	HS
Entre niveaux du canal déférent ..	2 497,21	3	832,60	14,43	HS
Erreur .....	1 211,67	21	57,70		
Total .....	7 038,27	31			

*Relation entre le poids du corps et le poids des gonades*

Le poids relatif des testicules diminue au cours des 2 mois qui suivent le début de la fraie et se stabilise ensuite (fig. 5). Pendant la même période le coefficient de corrélation entre le poids des gonades et le poids du corps est significatif ou hautement significatif ; au 3<sup>e</sup> mois la relation n'est plus significative (tabl 3).

TABLEAU 3

*Relation entre le poids du corps et le poids des gonades de truite mâle pendant et après la fraie*

S : significatif ; HS : hautement significatif ; NS : non significatif

	Début de la fraie	Mois après le début de la fraie		
		1	2	3
Poids du corps .....	678,7	450,7	571,7	691,1
Poids des testicules .....	24,39	9,58	10,64	6,54
Coefficient de corrélation r	0,492	0,789	0,820	0,211
Signification .....	S	HS	HS	NS
Nombre d'animaux .....	17	18	19	20



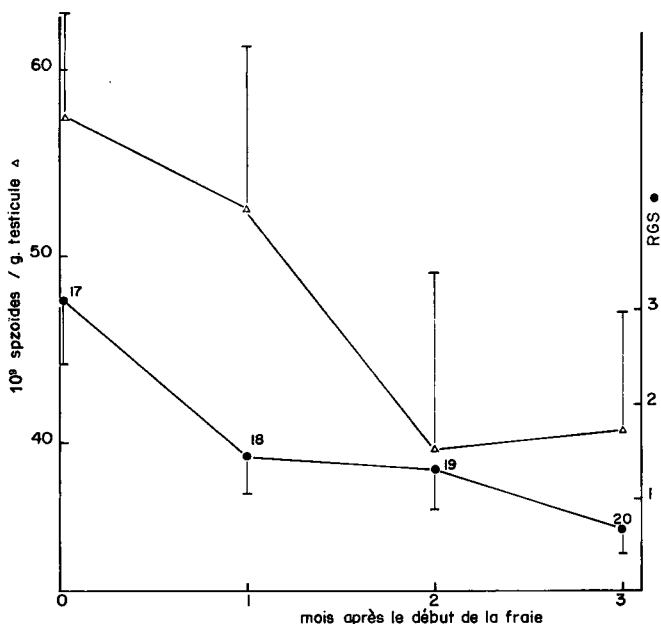


FIG. 5. — Évolution du rapport gonado-somatique (RGS) et de la concentration en spermatozoïdes du testicule pendant et après la période de fraie  
Les chiffres correspondent au nombre d'animaux

TABLEAU 4

Corrélation entre la quantité de spermatozoïdes récoltés et le poids des mâles

N° du lot Fréquence des prélèvements	I	II	III	IV
	2 j	7 j	15 j	30 j
Poids moyen des ♂ en g.	773,74	724,09	746,25	822,27
10 <sup>6</sup> spermatozoïdes récoltés par g de poids vif.	322,5	366,9	159,9	100,8
Coefficient de corrélation r	0,544	0,431	0,699	0,408
Signification .....	NS	NS	S	NS
Nombre d'animaux .....	12	11	12	11

*Relation entre le poids du corps  
et les quantités de spermatozoïdes récoltés*

Il n'y a pas de relation étroite entre la quantité de spermatozoïdes récoltés et le poids des mâles dans les lots prélevés tous les 2, 7 et 30 jours ; le coefficient de corrélation reste légèrement significatif à 5 p. 100 dans le lot prélevé tous les 15 jours. En outre il n'existe pas de relation significative entre la quantité de spermatozoïdes récoltés et le poids des gonades mesuré à la fin de l'expérience.

*Évolution du poids du corps  
pendant la période de prélèvement (fig. 6)*

Un mois après le début de la période de prélèvement le poids des mâles a diminué dans chaque lot d'un poids sensiblement égal à la quantité de sperme produite pendant la même période ; c'est dire que les animaux n'ont pas subi de perte de poids pendant le premier mois. Durant les 15 jours suivants le poids moyen des lots 2 et 3 augmente légèrement, tandis que celui des lots 1 et 4 continue à diminuer. (tabl 4).

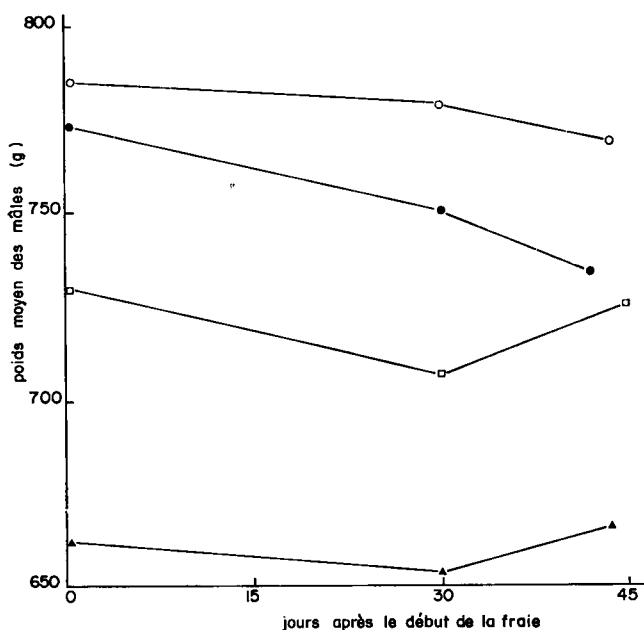


FIG. 6. — Évolution du poids moyen des Truites mâles pendant la période de prélèvement des spermatozoïdes

- lot 1 : prélèvement des spermatozoïdes tous les 2 jours
- ▲ lot 2 : — — — — 7 —
- lot 3 : — — — — 15 —
- lot 4 : — — — — 30 —

## DISCUSSION

La production spermatogénétique de la Truite adulte est très élevée ( $58 \times 10^6$  spermatozoïdes par gramme de testicule et par an) mais dans les conditions de l'expérience et dans le meilleur des cas (avec une fréquence de prélèvement de 2 jours) 22 p. 100 seulement de cette production a pu être récolté, le reste dégénère dans les 2 à 3 mois qui suivent, à l'intérieur même du testicule. La quantité de spermatozoïdes résorbée est considérable et même plus importante que chez les Mammifères (AMANN et ALMQUIST, 1962 *a* et *b*; LAMBIASE et AMANN, 1969). L'importance de cette résorption qui intervient très rapidement après le début de la fraie est sous-estimée puisque les processus de dégénérescence ont déjà débuté lorsqu'a lieu la mesure de la quantité de spermatozoïdes restant dans le testicule à la fin de l'expérience. Elle se traduit par une hypertrophie et une activité de phagocytose très importante de la part des cellules de Sertoli (BILLARD *et al.*, 1971). Des cellules à caractère phagocytaire (vraisemblablement des cellules de Sertoli) interviennent également chez *Eucalia incons-tans* (RUBY et McMILLAN, 1970). Des cellules phagocytaires semblent également exister chez *Clupea harengus* (BOWERS et HOLLIDAY, 1961). Il s'ensuit une lente diminution du RGS après la fraie (fig. 5).

On est conduit à s'interroger sur les raisons d'un aussi mauvais rendement de l'éjaculation provoquée : il peut s'agir d'une insuffisance hormonale. Chez le Poisson rouge la spermiation est sous la dépendance d'un facteur gonadotrope hypophysaire (YAMAZAKI et DONALDSON, 1968) et il semble que les quantités de gonadotropines nécessaires à la spermiation soient plus importantes que celles nécessaires à la spermatogenèse (BILLARD *et al.*, 1970). Il en serait de même chez le Lézard (LICHT et PEARSON, 1969). Chez les Salmonidés adultes, la fraie a lieu en jours décroissants alors que des photopériodes longues la retardent (HOOVER et HUBBARD, 1937; HAZARD et EDDY, 1951; ALLISON, 1951; CORSON, 1955; BURROWS, 1957; COMBS *et al.*, 1959; NOMURA, 1962; HENDERSON, 1963). La fraie peut également être induite prématurément par injection d'extraits hypophysaires (HASLER *et al.*, 1939; ROBERTSON et RINFRET, 1957; SCHMIDT *et al.*, 1965).

Il faut cependant souligner que les Truites mâles séparées des femelles ont une production de sperme plus faible (TURDAKOV, 1968).

La quantité de sperme produit ou résorbé pendant et après la fraie entraîne une perte de poids non négligeable déjà signalée chez les Poissons (TOETZ, 1967).

La quantité de spermatozoïdes récoltés est indépendante du poids des mâles et du poids des testicules comme chez les Mammifères (WILLETT et OHMS, 1957), alors que le poids des gonades et par conséquent la production spermatogénétique est en relation étroite avec la taille des animaux. Pour TURDAKOV (1968) le volume de sperme récolté est au contraire en relation avec le poids du corps mais dans ce cas, il s'agit du volume obtenu à la suite d'un seul prélèvement.

*La concentration du sperme*

La diminution de la concentration du sperme au cours de son transit dans le canal déférent prouve que, en plus des phénomènes d'hydratation qui interviennent

dans le testicule au moment de la spermiation (CLEMENS et SNEED, 1962 ; CLEMENS *et al.*, 1964 ; CLEMENS et GRANT, 1964), il y a une dilution des spermatozoïdes dans le canal déférent lui-même due aux sécrétions de l'épithélium.

La concentration de sperme éjaculé est maximum au début de la fraie et diminue ensuite quel que soit le rythme de récolte. Au début de la fraie les concentrations moyennes du sperme varient de 6 à  $25 \cdot 10^9$  spermatozoïdes ( $\bar{x} = 15,3 \pm 3,2 \cdot 10^9/\text{ml}$ ) et correspondent aux valeurs moyennes déjà signalées  $10 \cdot 10^9$  (SCHLENCK et KHAMANN, 1938),  $13 \cdot 10^9$  (BRATANOV et DIKOV, 1961),  $12 \cdot 10^9$  (HAMOR, 1966). Les valeurs obtenues par CLEMENS et GRANT (1965) après supplémentation hormonale sont plus élevées : 20 à  $26 \cdot 10^9$  spermatozoïdes par ml de sperme.

## CONCLUSIONS

La production spermatogénétique est élevée chez la Truite mais une faible partie de ces spermatozoïdes est récoltée avec la méthode de prélèvements habituellement utilisée dans la pratique de l'insémination artificielle en pisciculture.

*Reçu pour publication en janvier 1971.*

## REMERCIEMENTS

L'élevage des animaux a été assuré par B. BONICEL. Ce travail a bénéficié des conseils de M. COUROT.

## SUMMARY

### PRODUCTION OF SPERMATOZOA BY THE RAINBOW TROUT

Measurements of sperm concentration by means of a spectrophotometric technique were carried out during the breeding season of rainbow trouts and have led us to the following findings :

1. The number of spermatozoa per ml of sperm reaches a maximum ranging between 10 and  $25 \times 10^9$  at the beginning of spawning and progressively declines then ( fig. 2).
2. Sperm concentration in the efferent duct is higher in the anterior part and lower in the posterior (fig. 4).
3. The amount of spermatozoa per g of testis is the highest at the beginning of spawning and decreases then (fig. 5).
4. However frequent the collections, the amount of spermatozoa collected under the conditions of the experiment is always a low percentage of total testis contents at spawning. It reached a maximum of 22 per cent under the best conditions, *i. e.* with collections at 2 day intervals.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLISON L. N., 1951. Delay of spawning in eastern brook trout by means of artificially prolonged light intervals. *Prog. Fish Cult.*, **13**, 111-116.
- AMANN R. P., ALMQUIST J. O., 1962 a. Reproductive capacity of dairy bulls. VI. Effect of unilateral

- vasectomy and ejaculation frequency on sperm reserves ; aspects of epididymal physiology. *Reprod. Fert.*, **3**, 260-268.
- AMANN R. P., ALMQUIST J. C., 1962 b. Reproductive capacity of dairy bulls. VIII. Direct and indirect measurement of testicular sperm production. *J. Dairy Sci.*, **45**, 774-781.
- BILLARD R., 1969. La spermatogenèse de *Poecilia reticulata*. II. La production spermatogénétique. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 307-313.
- BILLARD R., BURZAWA-GÉRARD E., BRETON B., 1970. Régénération de la spermatogenèse du Cyprin hypophysectomisé *Carassius auratus* L. par un facteur gonadotrope hautement purifié de Carpe. *C. R. Acad. Sci.*, **271**, 1896-1899.
- BILLARD R., JALABERT B., BRETON B., 1971. *Ultrastructure des cellules de Sertoli de quelques poissons téléostéens* (en préparation).
- BOWERS A. B., 1954. Breeding and growth of whiting (*Gadus merlangus* L.) in isle of man waters. *J. mar. Biol. an. U. K.*, **33**, 97.
- BOWERS A. B., HOLLIDAY F. G. T., 1961. Histological changes in the gonad associated with the reproductive cycle of the herring. (*Clupea harengus* L.). *Mar. Res.*, **5**, 16 p.
- BRATANOV C., DIKOV V., 1961. Sur certaines particularités du sperme chez les poissons. *Proc. IVth Intern. Congr. anim. Reprod.*, The Hague, 895-897.
- BRETON B., 1968. *Contribution à l'étude de l'isolement et du dosage des gonadotropines de poissons*. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Lyon, 51 p.
- BUTZKAYA N. A., 1966. Cytochemical study of testis in fish. II. Lipids. *Arch. Anat. Histol. Embriol.*, **51** (10), 81-86 (russe, rés. anglais).
- CLEMENS H. P., SNEED K. E., 1962. Bioassay and use of pituitary materials to spawn warm-water fishes. *U. S. Dept. Interior Fish and Wildlife Deriv. Res. Reprod.*, **61**, 30 p.
- CLEMENS P., CIERESZKO S., SHOEMAKER D., GRANT F., 1964. Partial characterization of the gonadal hydration principle in the pituitaries of carp (*Cyprinus carpio*). *Gen. Comp. Endocr.*, **4**, 503-507.
- CLEMENS H. P., GRANT F. B., 1964. Gonadal hydration of carp (*Cyprinus carpio*) and goldfish (*Carassius auratus*) after injection of pituitary extracts. *Zoologica*, **49**, 193-210.
- CLEMENS H. P., GRANT F. B., 1965. The seminal thinning response of carp (*Cyprinus carpio*) and rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) after injections of pituitary extracts. *Copeia*, **2**, 174-177.
- COMBS B. D., BURROWS R. E., BIGEJ R. G., 1959. The effect of controlled light on the maturation of adult blueback salmon. *Prog. fish. Cult.*, **21**, 63-69.
- CORSON B. W., 1955. Four years progress in the use of artificially controlled light to induce early spawning of brook trout. *Prog. fish. Cult.*, **17**, 99-102.
- DADZIE S., 1969. Spermatogenesis and the stages of maturation in the male cichlid fish *Tilapia mosambica*. *J. Zool. Lond.*, **159**, 399-403.
- DOUNCE A. L., 1943. Further studies on isolation cell nuclei of normal rat liver. *J. Biol. Chem.*, **151**, 221-233.
- GOKHALE S. V., 1957. Seasonal histological changes in the gonads of the whiting (*Gadus merlangus* L.) and the norway pont (*G. esmarkii* NILSOON). *Indian J. fish.*, **4**, 92-112.
- GREENBERG D. B., 1960. *Trout farming*. Chilton Ed. Philadelphia, 197 p.
- HAMOR T., 1966. L'étude des produits sexuels des Truites *Salmo trutta* L. et *Salmo irideus* (GIBBONS). *Allatt. Kozl., Magyar*, **43**, 63-68 (en hongrois).
- HASLER A. D., MEYER R. K., FIELD M. M., 1939. Spawning induced prematurely in trout with the aid of pituitary glands of the carp. *Endocrinology*, **25**, 978-983.
- HAYASHI I., 1969. Some observations of the reproductive duct of the japanese sea bass *Lateolabrax japonicus* (CUVIER et VALENCIENNES). *Jap. J. Ichthyol.*, **16**, 68-73.
- HAZARD T. P., EDDY R. E., 1951. Modification of the sexual cycle in brook trout (*Salvelinus fontinalis*) by control of light. *Trans. Amer. fish Soc.*, **80**, 158-162.
- HENDERSON N. E., 1962. The annual cycle in the testis of the eastern brook trout *Salvelinus fontinalis* (MITCHILL). *Canad. J. Zool.*, **40**, 631-641.
- HENDERSON N. E., 1963. Influence of light and temperature on the reproductive cycle of the Eastern brook trout *Salvelinus fontinalis* (MITCHILL). *J. fish Res. Bd. Canada*, **20**, 860-897.
- HOCHMAN L., PENAZ M., 1970. The volume of milt and vitality of sperms in *Coregonus lavaretus maraena* BLOCH from pond culture. *Zool. Listy*, **19**, 281-292.
- HOOPER E. E., HUBBARD H. E., 1937. Modification of the sexual cycle in trout by control of light. *Copeia*, **4**, 206-210.
- JAMES M. F., 1946. Histology of gonadal changes in the bluegill *Lepomis macrochirus* RAFINESQUE and the Largemouth Bass *Huro salmoides* LACÉPÈDE. *J. Morph.*, **19**, 63-91.
- JONES J. W., 1940. Histological in the testis in the sexual cycle of male Salmon parr (*Salmon salar* L.). *Proc. Roy. Soc.*, **128 B**, 499-509.
- JONES J. W., ORTON J. M., 1940. The paedogenetic male cycle in *Salmo salar*. *Proc. Roy. Soc.*, **128 B**, 485-498.
- KOZLOVSKY D. A., 1968. Resorption of sex products in fish as a stimulus of changes in their biology (russe). *Vop. Ichtiol.*, **8**, 1009-1014.
- LAGIOS M. D., 1965. Seasonal changes in the cytology of the adeno-hypophysis, testes, and ovaries of

- the black surfperch, *Embiotoca Jacksoni*, a viviparous percomorph fish. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **5**, 207-221.
- LAMBIASE J. T., AMANN R. P., 1969. The male rabbit. V. Changes in sperm reserves and resorption rate induced by ejaculation and sexual rest. *J. an. Sci.*, **28**, 542-549.
- LICHT P., PEARSON A. K., 1969. Effects on mammalian gonadotropins (FSH and LH) on the testis of the lizard *Anolis carolinensis*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **13**, 367-381.
- NOMURA M., 1962. Studies on reproduction of rainbow trout, *Salmo gairdneri* with special reference to egg taking III. Acceleration of spawning by control of light. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **28**, 1070-1076.
- RAI B. P., 1965. Cyclical changes in the testis of the Mahseer *Barbus tor* (*Tor tor*). *Acta Anat.*, **62**, 461-475.
- ROBERTSON O. H., RINFRET A. P., 1957. Maturation of the infantile testis in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) produced by Salmon pituitary gonadotrophins administered in cholesterol pellets. *Endocrinology*, **60**, 559-561.
- SCHMIDT P. J., MITCHELL B. S., SMITH M., TSUYUKI M., 1965. Pituitary hormones of the pacific Salmon. I. Response of gonads in immature trout *Salmo gairdnerii* to extracts of pituitary glands from adult pacific Salmon *Onchorynchus*. *Gen. Comp. Endocrin.*, **5**, 197-206.
- RUBY S. M., McMILLAN D. B., 1970. Cyclic changes in the testis of the brook stickleback *Eucalia inconstans* (KIRTLAND). *J. Morph.*, **131**, 447-466.
- SCHLENK W. Jr., KAHMANN H., 1937. Reaktionskinetische Untersuchung der Bewegung der Forellenspermatozoen (All.). *Z. Veryl. Physiol.*, **24**, 518-531.
- SHRIVASTAVA S. S., 1967. Histomorphology and seasonal cycle of the spermary and sperm-duct in a Teleost *Notopterus notopterus* Pollas *Acta anat.* **66**, 133-160.
- SMITH C. L., YOUNG P. H., 1966. Gonad structure and the reproductive cycle of the kelp bass, *Paralabrax clathratus*: (GIRARD) with comments on the relationships of the serranid genus *Paralabrax*. *Calif. fish. Game*, **52**, 283-292.
- SMIRNOV A. I., 1963. La production de sperme dans le genre *Oncorhynchus*. *Vopr. Icht.*, **3**, 84-98.
- TOETZ D. W., 1967. The importance of gamete losses in measurements of freshwater fish production. *Ecology*, **48**, 1017-1020.
- TURDAKOV A. F., 1968. Production of sperm by the males of Issyk kulj trout. *Vopr. Icht.*, **8**, 253-265.
- TURNER C. L., 1919. The seasonal cycle in the spermary of the Perch. *J. Morph.*, **32**, 681-705.
- YAMAZAKI F., DONALDSON, E. M., 1968. The spermiation of goldfish (*Carassius auratus*) as a bioassay for Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) gonadotropin. *Gen. Comp. Endocr.*, **10**, 383-391.
- WIART P., 1936. Variations saisonnières du testicule des téléostéens. *Trav. Stat. Biol. Roscoff*, **14**, 79-86.
- WILLETT E. L., OHMS J. I., 1957. Measurement of testicular size and its relation to production of spermatozoa by bulls. *J. Dairy Sci.*, **12**, 1559-1569.