

LA PRODUCTION SPERMATOGÉNÉTIQUE DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL AU COURS DU PREMIER CYCLE REPRODUCTEUR

par R. BILLARD

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

Institut National de la Recherche Agronomique
Laboratoire de Physiologie des Poissons — C.N.R.Z.
78350 JOUY EN JOSAS (France)

RESUME

Des données quantitatives recueillies pendant la période de spermiation du premier cycle reproducteur chez la Truite arc-en-ciel ont montré que :

- La durée de la période de spermiation est très variable : moyenne = 5 semaines (extrêmes 1 à 10 semaines).
- La quantité moyenne de spermatozoïdes récoltés mesurée sur 57 mâles est de 60 milliards (438 millions/g poids corporel) et n'est pas en relation avec le poids corporel. Cette valeur représente 48 % de la quantité totale des spermatozoïdes produits.
- Les réserves gonadiques qui subsistent dans les gonades à la fin de la période de spermiation (spermatozoïdes non éjaculés qui seront résorbés dans les testicules) sont de 68 milliards de spermatozoïdes par mâle (mesures établies sur 12 mâles).
- La production spermatogénétique (spermatozoïdes récoltés + réserves gonadiques en fin de spermiation est de 134 milliards de spermatozoïdes (mesures sur 12 mâles).
- Au cours de la période de spermiation la concentration du sperme en spermatozoïdes décroît : variation entre 15 et 10 milliards de spermatozoïdes par ml.

INTRODUCTION

Les données quantitatives concernant la production de sperme chez les poissons sont peu nombreuses. Chez la Truite arc-en-ciel adulte, la quantité de spermatozoïdes produite dans les testicules est très élevée mais il est apparu qu'une partie seulement de ces spermatozoïdes peut être recueillie par massage abdominal au cours de la période de reproduction (BILLARD et al., 1971). Une expérience analogue a été conduite sur de jeunes mâles au cours de leur 1^{ère} saison de reproduction afin d'estimer la production spermatogénétique et la quantité de spermatozoïdes récoltés.

MATERIEL ET METHODE

Les mâles (*Salmo gairdneri* Richardson) ont été élevés en pisciculture et transportés au laboratoire en novembre avant que ne débute la spermiation. Les mâles étaient alors stockés sous photopériode et thermopériode naturelles. Chaque semaine les mâles en début de spermiation étaient isolés et l'expérience a débuté le 2 décembre lorsque 60 mâles spermiant ont été réunis. L'intervalle entre l'isolement des premiers mâles spermiant et le début de l'expérience était de l'ordre de 3 semaines. Pendant la durée de l'expérience, les animaux ne sont pas alimentés ; lors du premier prélèvement chaque mâle est pesé et identifié par une marque métallique (PRESADON) agrafée à la machoire inférieure. La récolte du sperme a lieu chaque semaine jusqu'à cessation de la production sur l'ensemble du lot. A chaque prélèvement, le volume de sperme recueilli après massage abdominal est mesuré et la concentration en spermatozoïdes est établie par spectrophotométrie (Graphispectral Jouan) à 410 m μ dans les conditions déjà définies (BILLARD et al., 1971).

A la fin de l'expérience, 12 mâles pris au hasard sont sacrifiés et la quantité de spermatozoïdes restant dans les testicules est mesurée après broyage testiculaire (selon DOUNCE, 1943). Ces réserves gonadiques et la quantité de spermatozoïdes récoltés constituent la production spermatogénétique totale. Ce calcul ne tient pas compte des dégénérescences qui peuvent intervenir pendant la période de spermiation.

RESULTATS

A — Evolution de la quantité de spermatozoïdes récoltés pendant la période de spermiation

Sur 60 mâles qui présentaient un début de spermiation (légère émission de sperme après massage abdominal) seulement 57 ont produit du sperme lors du premier prélèvement. Au cours des prélèvements suivants le nombre de mâles en spermiation a progressivement diminué et à la *n*zième semaine aucun mâle ne produisait de sperme (fig. 1).

La quantité totale de spermatozoïdes récoltés par mâle est de 59,64 milliards ; les quantités récoltées sont très élevées lors du premier prélèvement et diminuent ensuite très rapidement (fig. 2a).

La décroissance s'effectue en 2 phases : au cours des 4 premiers prélèvements, la diminution est très rapide, puis elle est moins forte au cours des 6 derniers prélèvements (la légère remontée observée au 7^e prélèvement n'est pas significative : $P > 0,05$ p. 100). La transformation (Log Y + 3) rend là mieux compte de ces 2 phases pour lesquelles les coefficients b_1 et b_2 sont très différents (fig. 2b). Dans le sperme, la concentration en spermatozoïdes est la plus

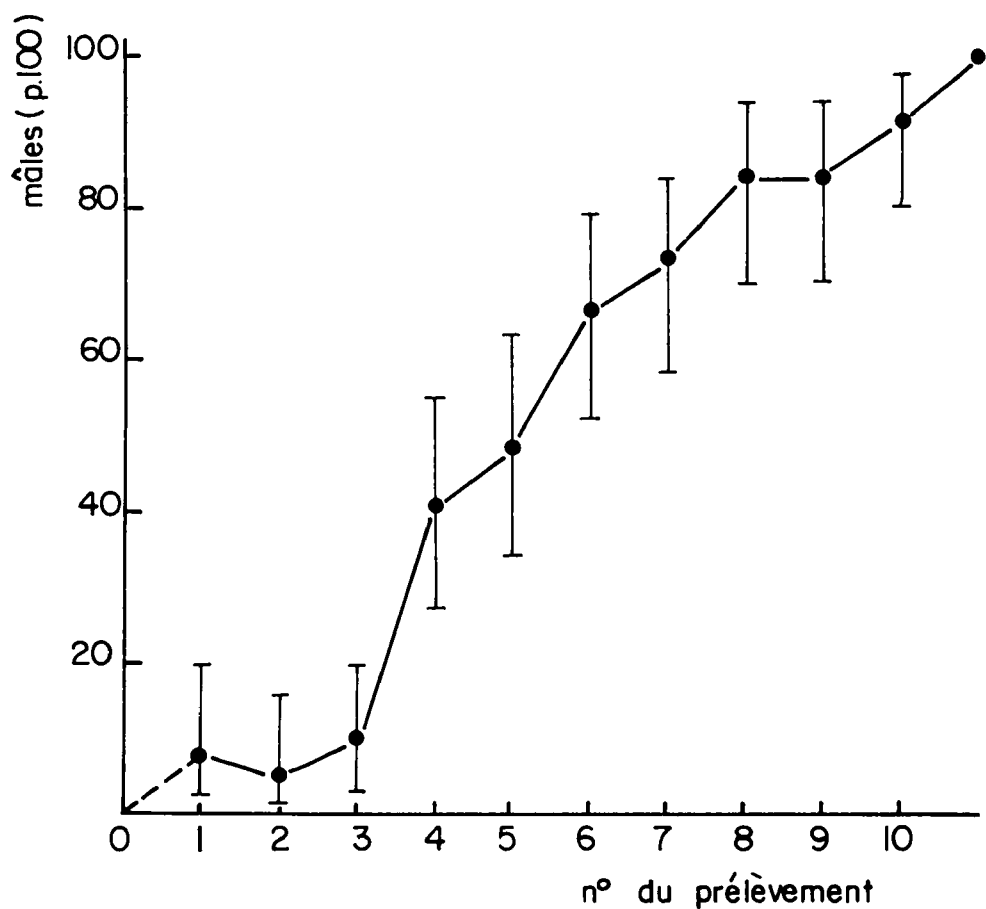


Fig. 1 : Evolution du pourcentage de mâles ne produisant pas de spermatozoïdes au cours de 11 prélèvements hebdomadaires successifs pendant la période de reproduction. Le point 0 correspond à l'isolement des mâles en début de spermiation (l'intervalle de confiance de la moyenne au seuil de 5% est représenté sur les graphiques).

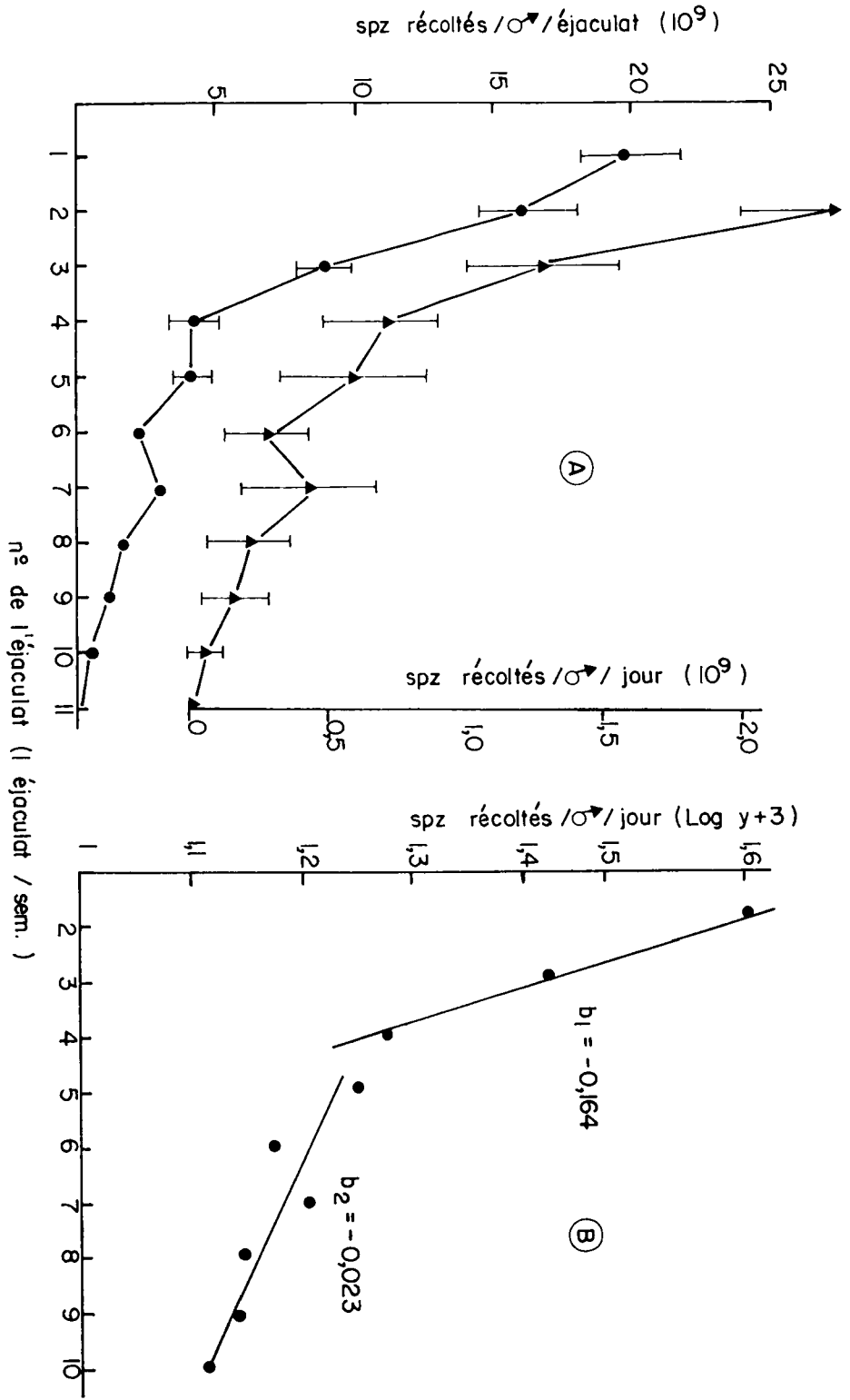


Fig. 2 ci-contre : Evolution de la quantité moyenne de spermatozoïdes récoltés par mâle pendant la période de reproduction.

A - Les résultats sont exprimés en milliards de spermatozoïdes par éjaculat (●—●) et par jour (▲—▲) : dans ce cas, l'intervalle entre le début de la spermiation et le 1^{er} prélèvement n'étant pas le même pour chaque individu, la production moyenne journalière n'est pas calculée.

B - La quantité moyenne journalière de spermatozoïdes récoltés par mâle est transformée selon $(\text{Log } Y + 3)$.

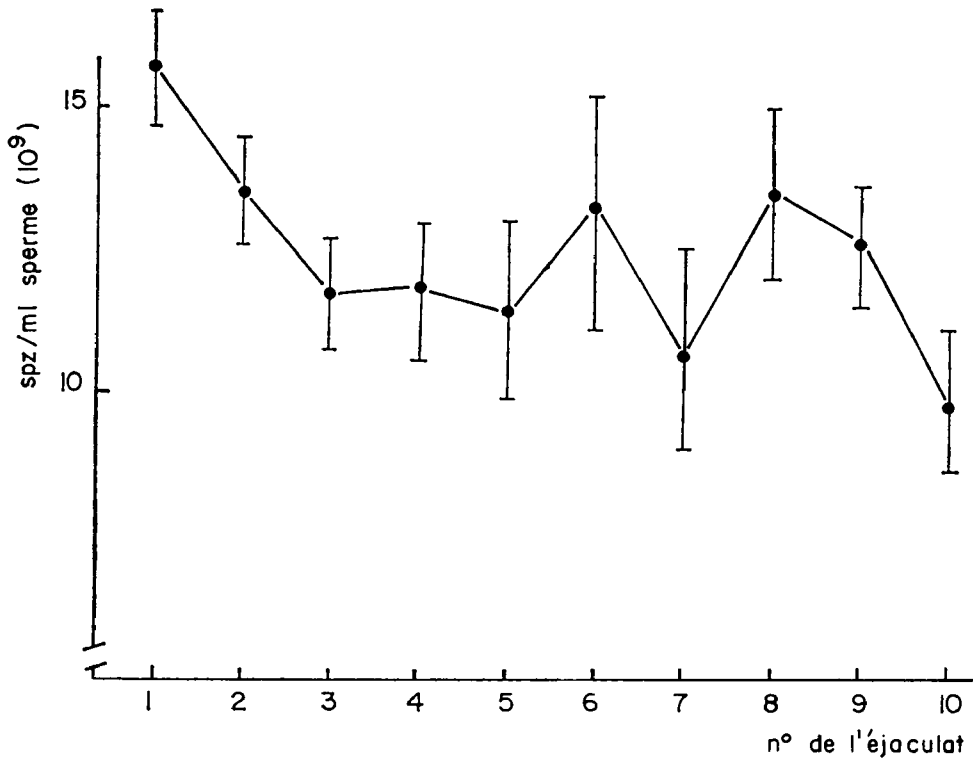


Fig. 3 : Evolution de la concentration du sperme en spermatozoïdes au cours de la période de reproduction.

élevée lors du 1^{er} éjaculat (fig. 3) (> 15 milliards de spermatozoïdes par ml de sperme). Elle décroît légèrement et se stabilise à un niveau voisin de 12 milliards pendant la plus grande partie de la période de spermiation. Ce n'est que lors du dernier prélèvement que la concentration descend au-dessous de 10 milliards de spermatozoïdes par ml.

B — Relation entre le poids corporel et la quantité de spermatozoïdes récoltés

Il existe une relation linéaire entre les poids corporels avant et après la période de prélèvement de 11 semaines, avec un coefficient de régression de 0,89 qui est significativement différent de 1. La perte de poids moyenne est de $9,51 \pm 2,06$. Le poids correspondant au volume moyen de sperme récolté est de l'ordre de 5 g.

Il n'existe pas de relation nette entre le poids corporel des mâles avant l'expérience et la quantité totale de spermatozoïdes récoltés (fig. 4 : $r = 0,114$ non significatif). La conclusion est identique lorsque l'on considère la quantité récoltée lors du premier éjaculat.

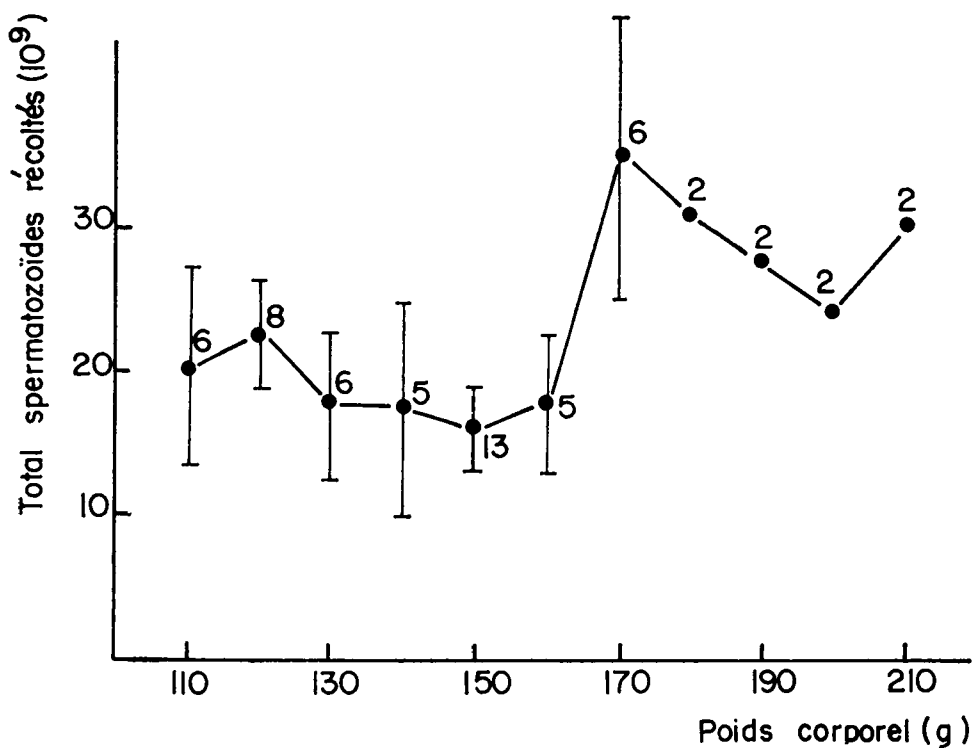


Fig. 4 : Répartition des quantités de spermatozoïdes récoltés selon le poids corporel des animaux (pris au départ de l'expérience).

C — Détermination de la production spermatogénétique totale et du pourcentage de spermatozoïdes récoltés

Les résultats sont résumés dans le tableau 1 (voir aussi fig. 5). Les variations individuelles dans les quantités des spermatozoïdes récoltés sont considérables (extrêmes entre 13 et 218. 10⁹ spermatozoïdes). Les réserves gonadiques restantes en fin d'expérience tendent à être plus faibles pour les animaux chez lesquels la quantité de spermatozoïdes récoltés était élevée, de sorte que pour la production spermatogénétique totale, l'amplitude des variations individuelles est plus faible (entre 64 et 228 milliards de spermatozoïdes). Le pourcentage de spermatozoïdes récoltés reste extrêmement hétérogène et varie entre 13 et 95 % de la production spermatogénétique totale. Dans le cas le plus favorable (mâle n° 12), il ne reste pratiquement plus de spermatozoïdes dans le testicule à la fin de la période de spermiation.

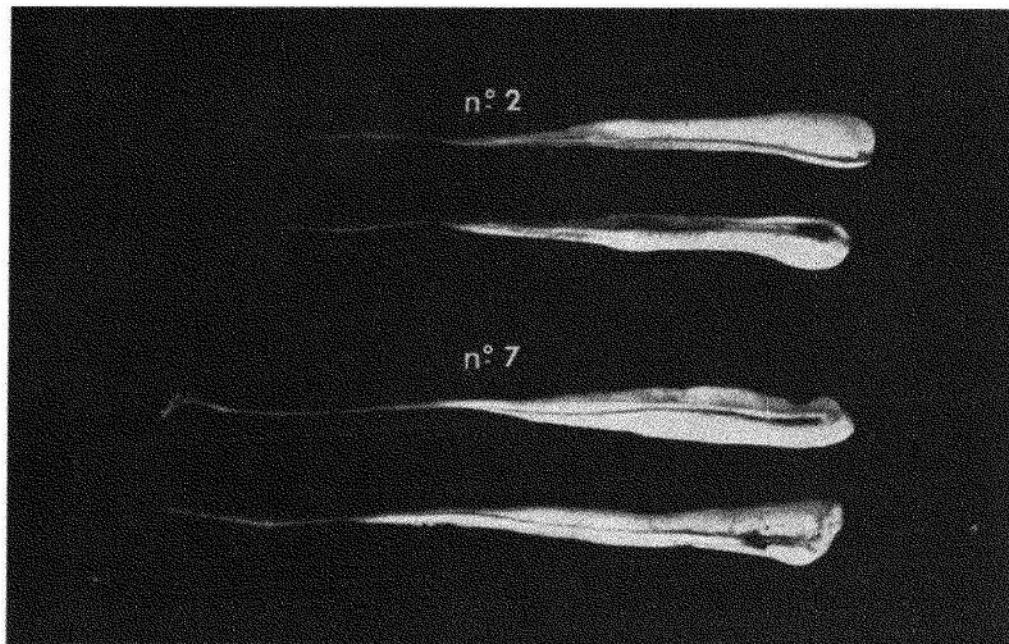


Fig. 5 : Morphologie de 2 paires de testicules à la fin de la période de spermiation. Il reste 30,15 % des spermatozoïdes dans la paire du mâle n° 2 (cf. tabl. 1) et 43,15 % dans celle du mâle n° 7.

DISCUSSION

La quantité totale de spermatozoïdes récoltés au cours de la période de spermiation de jeunes mâles Truite achevant leur premier cycle de reproduction est très variable d'un individu à l'autre. Sur un lot important (57 animaux) cette quantité moyenne de spermatozoïdes recueillis est de l'ordre de 60 milliards, soit 438 millions par g. de poids corporel. Cette quantité récoltée n'est pas plus élevée chez les mâles adultes : $367 \cdot 10^6$, (BILLARD et al., 1971). Chez les jeunes mâles étudiés dans la présente expérience, la quantité de spermatozoïdes récoltés n'est pas en relation avec le poids corporel. Une constatation analogue a déjà été faite chez les Truites arc-en-ciel (BILLARD et al., 1971), mais pour TURDAKOV (1968) le volume de sperme récolté à la suite d'un seul éjaculat est au contraire en relation avec le poids du corps, ce qui a également été noté chez les jeunes Saumons (Parr) (ALM, 1943). La quantité de spermatozoïdes récoltés au cours du premier prélèvement est la plus élevée. Cela peut-être dû, au moins pour certains mâles, à un intervalle début de spermiation — premier prélèvement plus long.

Ces spermatozoïdes libérés du testicule pendant cette période s'accumulent dans le canal déférent et sont « vidangés » lors du premier prélèvement. Il est d'ailleurs possible que ce phénomène de vidange s'étale sur les 2 ou 3 prélèvements suivants, ce qui pourrait expliquer le changement dans la dynamique de la libération des spermatozoïdes qui se traduit par la différence de pente mise en évidence dans la figure 2b. La première phase de décroissance rapide pourrait être due à ce phénomène de vidange du sperme accumulé dans le canal déférent et la 2^e phase, qui se situe à un niveau de production beaucoup plus bas, pourrait correspondre au taux réel de la libération de spermatozoïdes par le testicule. Il peut aussi s'agir d'un changement dans les composantes endocrinologiques mises en œuvre (variation des quantités de gonadostimulines libérées ou de la sensibilité de leur récepteur dans le testicule, modification dans le métabolisme des stéroïdes impliqués dans la spermiation).

Chez les jeunes animaux utilisés dans cette expérience, la concentration du sperme se maintient à un niveau élevé (plus de 10 milliards de spermatozoïdes par ml) pendant presque toute la période de spermiation. La concentration reste à un niveau élevé pendant une période beaucoup plus longue que chez des mâles adultes (BILLARD et al., 1971), où le nombre de spermatozoïdes par ml chute au dessous de 10 milliards en moins de 10 jours après le début de la période de reproduction.

La concentration moyenne pendant la période de spermiation ($12,642 \cdot 10^9$ spz/ml) est comparable aux valeurs rapportées dans la littérature après des comptages ponctuels pour d'autres Salmonidés (SCHLENCK et KAHMANN, 1938 ; BRATANOV et DIKOV, 1961 ; GINSBURG, 1963 ; HAMOR, 1966).

La perte de poids qui affecte l'ensemble des animaux pendant une période relativement longue (11 semaines) est de l'ordre de 7 %. La perte de poids due au prélèvement de sperme (environ 5 g.) ne représente que la moitié de cette valeur ; la perte de poids supplémentaire peut être expliquée par l'absence de nourriture et par les manipulations fréquentes que les animaux ont eu à subir. Les

pertes de poids qui ont été enregistrées chez des animaux adultes au cours d'une expérience similaire étaient moins importantes (BILLARD et al., 1971).

La production spermatogénétique (quantité totale de spermatozoïdes produits) établie sur un échantillon de 12 mâles est de $134 \cdot 10^9$ de spermatozoïdes, soit environ 1 milliard par g. de poids corporel. Sur des mâles adultes, la production spermatogénétique ramenée au poids corporel est 2 fois plus élevée. L'efficacité de la spermatogénèse est donc moins bonne chez les jeunes mâles, mais le rendement de l'émission du sperme est meilleur que chez les adultes.

SUMMARY

Quantitative data collected during the reproductive season in young rainbow trout male (first spermatogenic cycle) showed the following facts :

- 1) The duration of the spermiation period (running stage) is variable ; average : 5 weeks — extremes 1 to 10 weeks.
- 2) Average number of spermatozoa collected by stripping and measured by a spectrophotometric technique was $60 \cdot 10^9$ ($438 \cdot 10^6$ /g body weight) $n = 57$ males. There is no relationship between the amount of spermatozoa collected and the body weight. The amount of spermatozoa collected represents 48 p. cent of the total spermatogenic production.
- 3) Average testis content of spermatozoa at the end of the spermiation stage is $68 \cdot 10^9$ /male ($n = 12$ males).
- 4) Total spermatogenic production for the first spermatogenic cycle is : $134 \cdot 10^9$ spermatozoa (average from 12 males).
- 5) At the beginning of the period of spermiation the sperm concentration is $15 \cdot 10^9$ spermatozoa/ml of sperm ; at the end it drops to $10 \cdot 10^9$ spermatozoa/ml.

TABLEAU I

Estimation de la production spermatogénétique totale (nombre de spermatozoïdes récoltés + réserves gonadiques à la fin d'une période de collecte de 11 semaines) et pourcentage de spermatozoïdes récoltés par rapport à la production spermatogénétique totale (calculs établis à partir des données recueillies sur 12 mâles).

Prélev. n°	Milliards de spermatozoïdes récoltés/prélèvement												Total A	Réserves gonadiques B	Product. sperma- togénétique totale A+B	% sperm. récoltés
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	15,67	6,23	13,51	7,20	12,46	0	0	0	0	0	0	0	55,07	74,05	129,12	42,65
2	31,67	24,50	9,98	3,12	0,56	0	0	0	0	0	0	0	69,83	30,00	99,83	69,85
3	4,22	15,26	9,94	5,40	0	0	0	0	0	0	0	0	34,82	198,88	233,70	14,90
4	65,50	3,29	29,40	13,86	7,14	0	0	0	0,90	0	0	0	120,09	56,07	176,16	68,17
5	16,60	17,08	2,10	0	9,10	0,80	0	0	0	0	0	0	60,73	28,03	88,76	68,42
6	13,50	11,20	5,53	5,24	6,65	0	0	0	0	0	0	0	42,12	50,00	92,12	45,72
7	20,10	22,40	0,98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43,48	33,00	76,48	56,85
8	1,42	7,91	3,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,69	51,31	64,00	19,83
9	5,80	11,18	8,61	5,58	0	0	0	0	0	0	0	0	31,17	85,50	116,67	26,72
10	18,83	45,57	7,02	9,84	0	4,88	4,34	0	0	0	0	0	90,48	82,52	173,00	53,30
11	17,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,10	115,31	132,41	12,91
12	37,90	61,18	25,27	0	35,14	14,64	28,77	9,84	4,27	0,66	0,66	0,66	217,67	10,40	228,07	95,44
X	20,69	20,53	10,52	7,18	11,84	6,77	16,55	9,84	2,58	0,66	0,66	0,66	66,27	67,92	134,19	47,90
± ESM (1)	5,07	5,37	2,76	1,36	4,92	4,11	12,21						16,33	14,63	16,42	7,42
X		18,82	9,64	4,19	5,92	1,69	2,76	0,82	0,43	0,06						
± ESM (2)		5,19	2,67	1,31	2,95	1,40	2,39	0,36								

(1) sans les productions nulles — (2) avec les productions nulles.

BIBLIOGRAPHIE

- ALM G., 1943. Fertilization experiments with Salmon Parr. Meddelanden St. undersöknings försök. sötvattensfisket, 22, 1-40.
- BILLARD R., BRETON B., JALABERT B., 1971. La production spermatogénétique chez la Truite. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 11, 190-212.
- BRATANOV C., DIKOV V., 1961. Sur certaines particularités du sperme chez les Poissons. Proc. IVth Intern. Congr. Anim. Reprod., the Hague, 895-897.
- DOUNCE A. L., 1943. Further studies on isolation cell nuclei of normal rat liver. J. Biol. Chem., 151, 221-223.
- GINSBURG A. S., 1963. Sperm-egg Association and its relationship to the activation of the egg in Salmonid Fishes. J. Embryol. exp. Morph., 11, 13-33.
- HAMOR T., 1966. A study of the genital product of the brown trout *Salmo trutta* L. and the rainbow Trout *Salmo irideus* Gibbons (Hongrois). Attatt. Kozl. Magyar., 43, 63-68.
- SCHLENK W., KAHMANN H., 1937. Reaktionskinetische Untersuchung der bewegung der forellenspermatozoen. Z. Veyl. Physiol., 24, 518-531.
- TURDAKOV A. F., 1968. Production of sperm by the males of Issyk Kuli trout. Vopr. Icht., 8, 253-265.