

RECHERCHES RÉCENTES
SUR QUELQUES CONDITIONS DE VIE
ET DE CROISSANCE DE LA TRUITE COMMUNE
(*Salmo fario* L.)

Par M. P. VIVIER,

Inspecteur des Forêts,
Directeur du Laboratoire central d'Hydrobiologie appliquée.

(Fin) ⁽¹⁾

IV. — Espace et croissance des alevins.

C'est un fait bien connu, notamment des pisciculteurs, que les organismes et en particulier les alevins ont une croissance différente suivant le volume de l'eau qui leur est réservée. RAVERET-WATTEL, après avoir rappelé une expérience ancienne tentée aux Etats-Unis en 1896 sur des alevins de la Truite à tête d'acier (*Salmo Gairdneri*), conclut: — « En les maintenant trop longtemps à l'étroit on s'expose à entraver leur développement d'une façon sérieuse (2). » Mais ce sont là surtout observations de praticien: on peut donc s'étonner qu'il n'ait guère été publié de travaux relativement au facteur spatial chez le poisson d'eau douce que ceux de WALTER (3) sur la Carpe; des recherches de laboratoire avaient pourtant été entreprises sur des animaux aussi dénués d'intérêt pratique que l'Isopode *Asellus aquaticus* (4) et le Gastéropode *Lymnaea stagnalis* (5). Les études de WILLER et SCHNIGENBERG (6) comblent donc heureusement cette lacune.

Le 28 Février 1925, ces auteurs placèrent 300 alevins de Truites communes, aussitôt après éclosion (ils avaient de 1 à 6 jours), dans trois auges

(1) Voir *Bulletin*, n° 122, Janvier-Mars 1942, p. 87.

(2) *Op. cit.*, t. I, p. 165.

(3) *Die Versuche 1924 in der bayerischen teichwirtschaftlichen Versuchstation in Wielenbach.* — *Fischerei Zeitung*, XXVIII, 1925.

(4) DE VARIGNY. — *Recherches sur le nanisme expérimental. Contribution à l'étude de l'influence du milieu sur les organismes.* — *Journ. Anat. Physiol.* XXX, 1894.

(5) SEMPER (K.). — *Ueber die Wachstumsbedingungen Lymnaeus stagnalis.* — *Verh. d. phys. med. Ges. in Würzburg*, N. F. IV, 1873.

(6) *Untersuchungen über das Wachstum bei Fischen. 1. Ueber den Einfluss des Raumsfaktors auf das Wachstum der Bachforellenbrut.* — *Zeitschrift für Fischerei*, XXV, 1927, pp. 263-290.

californiennes de dimensions différentes, répondant aux caractéristiques suivantes :

	LONGUEUR	LARGEUR	HAUTEUR	SURFACE	VOLUME D'EAU
<i>Auge A.</i>	59 cms.	39,5 cms.	11 cms.	2.330,5 cm ²	16,3 l.
<i>Auge B.</i>	39,5 cms.	30 cms.	19,5 cms.	1.185 cm ²	16 l.
<i>Auge C.</i>	35 cms.	20,5 cms.	15 cms.	717,5 cm ²	9,3 l.

Les auges intérieures avaient les dimensions suivantes :

	LONGUEUR	LARGEUR	HAUTEUR	SURFACE	VOLUME D'EAU
<i>Auge A.</i>	50 cms.	38,5 cms.	9 cms.	1.925 cm ²	9,6 l.
<i>Auge B.</i>	35,5 cms.	29,5 cms.	15 cms.	1.047,2 cm ²	9,4 l.
<i>Auge C.</i>	29 cms.	19,5 cms.	11,5 cms.	565,2 cm ²	4,8 l.

Les conditions d'oxygénisation et de température devaient être semblables dans les trois auges; on peut regretter que les auteurs ne précisent pas les valeurs de ces importants facteurs.

Les alevins, répartis à raison de 100 par auge, étaient issus de plusieurs parents, contrairement à ce qui se pratiqua dans les expériences ultérieures. Une forte mortalité se produisit dans l'auge C pendant la semaine du 20 au 29 Avril et l'on dut remplacer les pertes par le même nombre d'individus; la dimension moyenne du peuplement ne fut modifiée que d'un centième de millimètre, quantité tout à fait négligeable.

Du 13 au 19 Avril, les alevins furent nourris; on cessa alors de leur donner des vivres jusqu'à la fin de l'expérience, le 29 Avril 1925.

Les sujets au cours des deux mois d'observation, ont eu les dimensions et poids suivants :

<i>Dates</i>	LONGUEUR MOYENNE EN MILLIMÈTRES			POIDS MOYEN EN MILLIGRAMMES		
	<i>Auge A.</i>	<i>Auge B.</i>	<i>Auge C.</i>	<i>Auge A.</i>	<i>Auge B.</i>	<i>Auge C.</i>
28 Fév. 1925.	13,77	13,90	13,60	57,9	60,27	60,20
9 Avril 1925.	20,23	20,53	20,32	85,47	83,73	89,41
20 Avril 1925.	21,05	21,29	21,31	96,25	97,14	96,65
29 Avril 1925.	20,85	20,84	20,98	77,27	77,81	83,28

Ces expériences n'étaient pas concluantes; les dimensions et les poids ne présentaient pas de différences notables; de plus, on pouvait critiquer les différentes origines des œufs; il fallait éliminer le facteur « hérédité ».

On reprit donc les essais l'hiver suivant, en utilisant des alevins provenant tous d'un même père et d'une même mère et en les maintenant plus longtemps en observation. On conserva les mêmes auges qui reçurent, le 19 Décembre 1925, un lot identique d'œufs fécondés du jour ; l'éclosion se fit du 30 Mars au 7 Avril et le nourrissage commença le 9 Mai 1926 ; l'expérience prit fin le 29 Mai. Comme précédemment, on dut remplacer les alevins morts, d'ailleurs sans altération appréciable de la dimension moyenne du peuplement.

Celui-ci avait les caractéristiques suivantes :

LONGUEUR MOYENNE EN MILLIMÈTRES				POIDS MOYEN EN MILLIGRAMMES		
<i>Dates</i>	<i>Auge A.</i>	<i>Auge B.</i>	<i>Auge C.</i>	<i>Auge A.</i>	<i>Auge B.</i>	<i>Auge C.</i>
8 Avril 1926.	17,68	17,95	16,98	74	75,6	73,6
8 Mai 1926 .	25,02	24,62	24,47	112,4	111,1	111,2
29 Mai 1926 .	25,74	25,41	24,76	152	137,7	126

Les différences étaient donc sensibles entre les 3 auges ; à la fin de l'expérience on pouvait constater :

Meilleure croissance dans l'auge A (le plus grand volume et la plus grande surface) ;

Croissance moyenne dans l'auge B (volume à peu près identique, mais surface moins grande) ;

Croissance plus faible dans l'auge C (volume et surface plus faibles).

Il est normal que des alevins doués de mouvement s'accroissent d'autant plus facilement que : — 1° l'espace est plus grand, — 2° la surface est maxima, — à égalité de volume.

Il convient donc de choisir, de préférence, pour l'élevage, des auges peu profondes et de ne pas dépasser une densité moyenne de peuplement.

Ce résultat est conforme aux conclusions de VABIGNY, qui écrit : « Au total, il paraît bien établi que, si le volume d'eau exerce une réelle influence sur la dimension des Lymnées, à superficie égale, la superficie en exerce une plus grande encore à volume égal. »

Si l'on analyse un peu plus le phénomène, on peut distinguer deux phases successives :

1°. — *L'intensité de la croissance est influencée par le volume de l'eau seul.* — Cette phase dure tant que les alevins alimentés par leur vésicule ne se déplacent presque pas. C'est l'explication de la différence cons-

tatée entre les alevins des auges A et B, d'une part, et l'auge C, d'autre part, différence sensible surtout au début de l'expérience.

2°. — *L'intensité de la croissance est influencée par le volume de l'eau et la surface sur laquelle le liquide coule.* — Cette phase débute lorsque les alevins ayant résorbé leur vésicule commencent à se mouvoir. Les différences s'accroissent entre le peuplement de l'auge A et celui de l'auge B. Le graphique ci-dessous (Fig. 15) met bien en évidence ces deux phases :

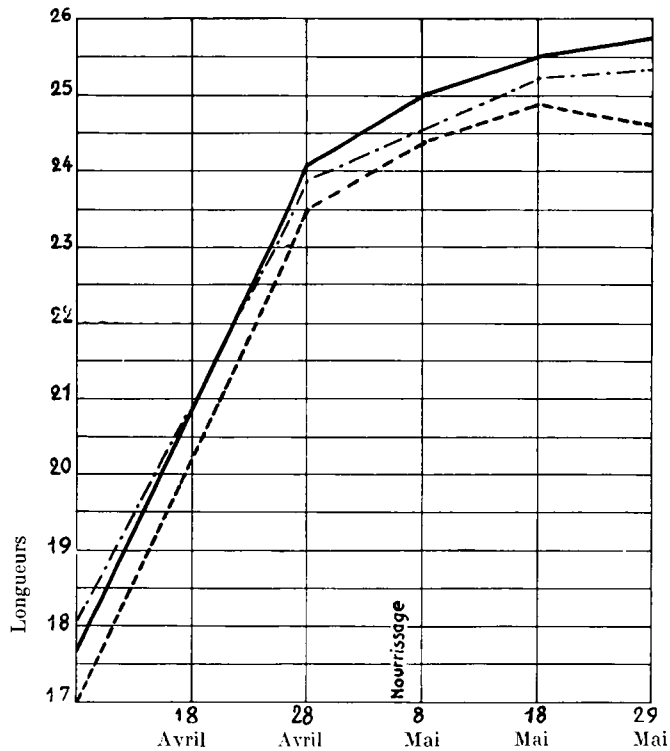


FIG. 15. — Courbes de croissance des alevins (d'après WILLER).
dans l'auge A ——— ; dans l'auge B — · — · — ; dans l'auge C — — — —

Mais si, au lieu de considérer les longueurs, on examine les poids, alors les différences sont bien plus sensibles entre les auges, surtout lorsque les jeunes sont capables de mouvements rapides.

C'est un fait bien mis, en effet, en évidence par différents auteurs que la croissance est influencée plus par le nombre des êtres vivants dans un espace déterminé que par la grandeur de l'espace lui-même.

L'espace réservé à un seul individu est plus faible si le nombre des individus est élevé, pour un égal volume d'eau ; mais, même si l'on maintient égal cet espace, la croissance est malgré tout retardée, pour un nombre élevé de sujets en comparaison des élevages pratiqués dans un faible espace avec peu d'individus. Cette influence néfaste serait due,

suisant certains auteurs, non seulement à de la gène, mais aussi à des substances excrétées et mal connues.

Nous avons déjà noté, dans les précédentes expériences, une influence nette du volume de l'eau sur les alevins en développement dans l'œuf : dans l'auge C. de plus petite capacité, les alevins à l'éclosion étaient plus petits que ceux qui avaient effectué leur incubation dans les auges A et B plus spacieuses ; cette influence était surtout sensible sur la longueur : 16,98 millimètres contre 17,68 millimètres et 17,95, un peu moins sur le poids : 73,7 milligrammes contre 74 et 75,6 milligrammes.

De toute façon, il était intéressant de constater ce qui arriverait dans une incubation de Truites dont l'eau serait fortement influencée par les *excreta* d'un fort peuplement et aussi d'essayer de mettre en évidence ce facteur néfaste indépendamment du facteur spatial lui-même.

C'est pourquoi WILLER entreprit en 1926-27 une troisième série d'expériences : les œufs fécondés le 1^{er} Décembre 1926 furent répartis dans trois auges de la façon suivante :

Auge 1	50 œufs.
Auge 2	200 œufs.
Auge 3	50 œufs ;

mais alors que dans les auges 1 et 2 l'écoulement de l'eau était propre, dans l'auge 3 le liquide provenait de l'auge 2 et traversait encore un bac intermédiaire où étaient incubés 250 œufs de Truites ; ces œufs avaient été fécondés le 16 Novembre 1926 et devaient commencer à éclore le 24 Décembre.

Les trois auges californiennes semblables avaient les caractéristiques suivantes :

Longueur	39,5 cms.	Déversoir	13,5 cms.
Largeur	30 cms .	Surface	1.185 cm ² .
Hauteur	19,5 cms.	Volume d'eau	16 litres.

Quant aux auges intérieures, elles étaient ainsi définies :

Longueur	35,5 cms.	Déversoir	9 cms.
Largeur	29,5 cms.	Surface	1.047 cm ² .
Hauteur	15 cms.	Volume d'eau	9,4 litres.

Le débit d'eau passa de 0,2 L. à la minute du 1^{er} au 26 Décembre à 0,4 L. du 28 Décembre au 28 Janvier.

Alors que dans l'auge 1 un œuf avait subi l'influence de : 50 — 1 = 49 autres, dans l'auge 2 celle de 200 — 1 = 199 autres, dans l'auge 3 il devait supporter celle de 200 + 50 — 1 = 249 œufs de même âge et, en outre, celle des 250 œufs plus âgés et des jeunes alevins qu'ils ont donnés ; les conditions étaient donc bien différentes.

Le 28 Janvier 1927, l'éclosion terminée, les résultats étaient les suivants :

1) *Mortalité :*

Auge 1 : 2 individus, soit 4% ;
Auge 2 : 82 individus, soit 41%, c'est-à-dire 10 fois la mortalité de l'auge 1 ;
Auge 3 : 4 individus, soit 8%, c'est-à-dire 2 fois la mortalité de l'auge 1.

2) *Résultats de l'éclosion :*

Auge 1 : 48 éclos et 2 morts, soit 98/100 ;
Auge 2 : 66 éclos, 82 morts, soit 33% et 26% non encore éclos ;
Auge 3 : 39 éclos, 4 morts, soit 78% et 14% non encore éclos.

3) *Dimensions et poids moyen des alevins à l'éclosion.*

Auge 1	20,4	millimètres	87,95	milligrammes.
Auge 2	17,3	millimètres	88,77	milligrammes.
Auge 3	17,36	millimètres	85,38	milligrammes.

Les résultats différents obtenus dans les auges 1 et 3 qui contenaient la même quantité d'œufs dans le même espace conduisent donc bien à admettre l'influence défavorable de substances « d'excrétion ». Cette influence serait due à l'action des œufs et des alevins sur l'eau de 3, avant son arrivée dans l'auge.

Si les substances « d'excrétion » auxquelles s'ajoutent un complexe de facteurs d'individualité hérité des parents agissent déjà dans l'œuf, d'autres facteurs entrent en jeu dès que l'alevin est capable de mouvement ; le facteur spatial en est déjà modifié ; puis la croissance se trouve bientôt encore en relation avec la vigueur propre du sujet et avec son « intelligence » ; cette dernière peut être d'une grande utilité dans le choix de sa nourriture. Il serait intéressant et utile pour l'élevage de bien connaître la puissance et les limites de ces facteurs complexes, de façon à le conduire toujours dans les meilleures conditions.

Conclusion. — Puisque densité du peuplement et grandeur de l'espace agissent tous deux sur la croissance, il n'est pas inutile de savoir dans quelle mesure réciproque. BILSKI, dans une étude sur l'influence de l'espace vital dans la croissance des têtards (1), admet que la diminution du peuplement, à égalité d'espace, a une plus grande action que l'accroissement spatial à égalité de peuplement. Les expériences de WILLER et SCHMIGENBERG confirment cette importante conclusion :

a) — *Variation de peuplement.* — Les auges 1, 2 et 3 de l'expérience 1926-1927 pour un même espace montrent une croissance différente ; dans

(1) BILSKI (F.). — *Ueber den Einfluss des Lebensraum auf das Wachstum der Kaulquappen.* — Pflügers Archiv 188, 1921.

3 l'eau est fortement influencée par les nombreux œufs et alevins qu'elle a rencontrés avant son arrivée dans l'auge. Dans 2, le peuplement est 4 fois le peuplement de 1. La différence dans la taille des alevins à la naissance entre 1 et 3 atteint 3 mm. 04 ; entre 1 et 2 : 3 mm. 1 ;

b) — *Variation de l'espace.* — Les auges A et C de l'essai 1925-1926 pour un même peuplement (100 œufs) ont un volume utile différent (16,3 L. contre 9,3 L.) et une croissance également différente ; mais la différence dans la taille des jeunes à l'éclosion n'est que de 0,7 millimètres.

L'espace vital par œuf était de 320 centimètres cubes dans l'auge 1, 80 centimètres cubes dans l'auge 2, 163 centimètres cubes dans A, 93 centimètres cubes dans C.

Enfin, si au lieu de considérer les expériences 1925-1926 et 1926-1927, nous les comparons aux essais de 1925, nous sommes surpris de la petite dimension de taille à l'éclosion des alevins 1925 (28 Février) ; ceci vient du grand nombre d'œufs mis en incubation dans la même auge lors de ces premières tentatives : environ 2.000 œufs.

Il importe donc, et c'est la conclusion capitale de ce travail, de ne pas trop charger les auges en œufs et en alevins ; la croissance ultérieure s'en ressentira.

V. — Influence de l'âge des reproducteurs.

Les pisciculteurs n'ignorent pas qu'il y a un âge optimum pour la reproduction des Truites, comme d'ailleurs pour tous les êtres ; ils conçoivent, en outre, que l'âge des parents n'est pas sans influence sur le développement ultérieur des alevins. Cependant ROULE (1) RAVERET-WATTEL (2) n'émettent pas d'avis sur le sujet ; les auteurs allemands : SCHAPERCLAUS, KOCH, WALTER, DOLEJEAN et HEMPEL déconseillent les vieux reproducteurs.

SMOLIAN (3) voudrait que l'on ne se servit pas de Truites âgées de plus de 3 ans pour les mâles, 4 ans pour les femelles. Tous ceux qui, comme nous, ont pratiqué de la salmoniculture ont constaté qu'il fallait compter trois ans au moins avant que les femelles de Truite commune donnent des œufs et des alevins convenables.

WILLE, QUEDNAU et KELLER (4) ont eu le mérite de préciser par des expériences minutieuses l'influence de l'âge des adultes sur la croissance des jeunes ; l'importance pratique du sujet est manifeste.

(1) *Op. cit.*, p. 83.

(2) *Op. cit.*, p. 10 notamment.

(3) *Merkbuch der Binnenfischerei* : Berlin, tome II, p. 551 : — « Zur künstlichen Fischzucht dürfen nur völlig laichreife Fische genommen werden und nur unter drei Jahre alte Männchen und vier Jahre alte Weibchen ».

(4) *Untersuchungen über das Wachstum von Fischen. V, — Untersuchungen über den Einfluss des Alters der Elterntiere auf das Wachstum der Bachforellenbrüt*, Zeitschrift für Fischerei, XXVIII, 1930, pp. 167-188.

L'œuf étant sous la dépendance à la fois du père et de la mère, il fallait faire 4 séries d'essais :

- A. — Femelles âgées (7 et 8 ans) fécondées par de jeunes mâles (4 ans).
- B. — Femelles âgées (7 et 8 ans) fécondées par de vieux mâles (8 et 9 ans).
- C. — Jeunes femelles (3 et 4 ans) fécondées par de jeunes mâles (4 ans).
- D. — Jeunes femelles (3 et 4 ans) fécondées par de vieux mâles (7 et 9 ans).

Ces essais furent tentés avec des reproducteurs différents dans 15 auges répondant aux conditions suivantes :

LONGUEUR	LARGEUR	HAUTEUR	SURFACE	VOLUME D'EAU
39,5 cms.	30 cms.	19,5 cms.	1.185 cm ²	16,0 l.

Les claies avaient les mesures qui suivent :

LONGUEUR	LARGEUR	HAUTEUR	SURFACE	VOLUME D'EAU
35,5 cms.	29,5 cms.	15,0 cms.	1.047,2 cm ²	9,4 l.

Durant l'expérience, la température oscillait entre 6 et 7°5.

La quantité d'oxygène se maintenait entre 3 et 4 centimètres cubes par litre, le débit de l'eau était élevé (3 litres à la minute). Les auges étaient conservées complètement à l'abri de la lumière. Elles reçurent chacune 190 œufs fécondés. Les alevins furent nourris le 112^e jour après la fécondation et l'expérience prit fin le 153^e jour.

Les alevins étaient examinés régulièrement les 80^e, 106^e, 116^e, 131^e et 153^e jour :

1^o *Longueur.* — La longueur variait, le 153^e jour, de 23,7 millimètres à 28,6 millimètres, le maximum étant atteint par le produit d'un mâle âgé de 8 ans et d'une femelle de même âge, le minimum par celui d'un mâle vieux de 9 ans et d'une femelle jeune (4 ans).

Le classement était le suivant : les résultats des essais A et B étant voisins d'une part et ceux de C et D l'étant d'autre part :

- Croissance maxima, série B (♀ âgées × ♂ âgés)
- Croissance très bonne, série A (♀ âgées × ♂ jeunes).
- Croissance moyenne, série C (♀ jeunes × ♂ jeunes).
- Croissance minima, série D (♀ jeunes × ♂ âgés).

que résume parfaitement le graphique suivant (Fig. 16).

Longueurs en mm.

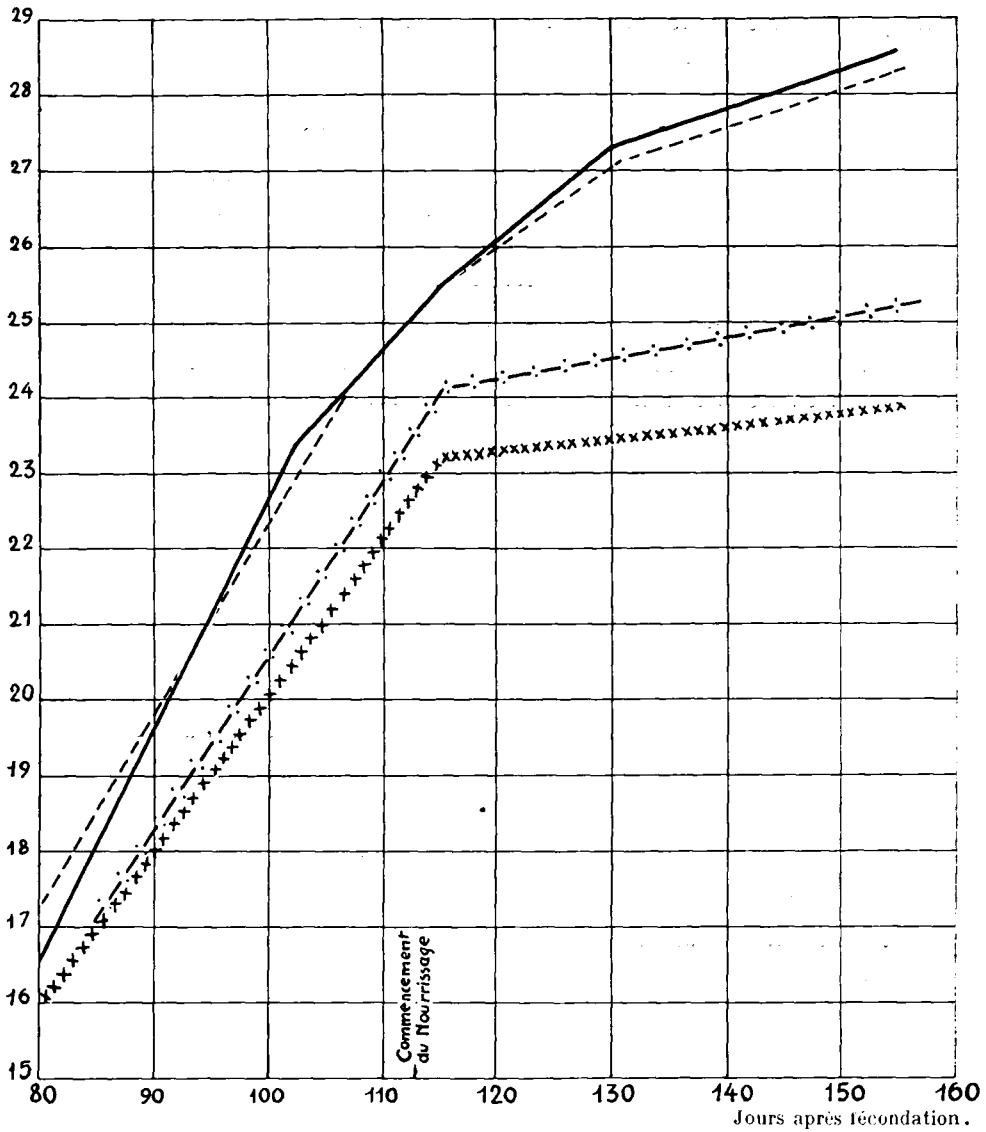


FIG. 16. — Quelques courbes de croissance (d'après WILLER, QUEDNAU et KELLER) :

- Série A (auge III).
- Série B (auge II).
- · - · - Série C (auge XIV).
- × × × × Série D (auge XII).

2° Poids. — Le poids variait, le 157^e jour après la fécondation, entre les limites suivantes :

Maximum : 16 mmg. 74 (♀ âgée de 8 ans × ♂ âgé de 4 ans).

Minimum : 8 mmg. 15 (♀ âgée de 3 ans × ♂ âgé de 7 ans).

En examinant les résultats des pesées des alevins dans chaque auge (poids moyen) on constate que la classification en poids est la même que celle

en longueur, les meilleurs résultats étant obtenus par la série B, les moins bons par la série D, les séries A et C étant intermédiaires, A très proche de B, C très proche de D.

La croissance en poids et en longueur dépend donc de l'âge des ♀, les résultats les moins bons étant dus aux ♀ trop jeunes.

3° *Mortalité.* — La mortalité oscillait entre 0 % pour des œufs issus de jeunes femelles (♀ de 4 ans × ♂ de 4 ans) et 13,2 % pour des œufs en provenance de vieilles (♀ de 8 ans × ♂ de 4 ans). L'âge des mâles paraît là encore sans action ; au contraire, les œufs sont d'autant plus résistants qu'ils sont pondus par des femelles plus jeunes.

4° *Téatologie.* — Les auteurs ont compté le nombre de monstres dans chaque série ; ils n'ont trouvé aucune différence, que les femelles soient jeunes ou vieilles, les mâles âgés ou non ; la monstruosité est donc indépendante de l'âge des producteurs.

En résumé, en généralisant les résultats obtenus, on peut conclure ceci :

Les femelles âgées (7 et 8 ans) donnent le plus de perte en œufs, mais les plus belles réussites en alevins.

L'âge des mâles est indifférent sur la mortalité et la croissance.

Les conclusions sont d'autant plus intéressantes que jusqu'alors on conseillait généralement de n'utiliser les Truites femelles que jusqu'à 7 ans et les mâles jusqu'à 3 et 4 ans. Les salmoniculteurs désireux d'avoir de beaux alevins doivent donc, d'après ces expériences, éviter de se servir de femelles de moins de 4 ans et ne pas craindre d'utiliser des sujets de 7 à 8 ans.

En utilisant les œufs de femelles âgées, en les plaçant point trop serrés, à l'abri de la lumière, dans des auges suffisamment riches en oxygène dissous, les salmoniculteurs doivent avoir les meilleures croissances, surtout s'ils nourrissent les alevins en proportion de l'oxygène qu'ils leur accordent. Tel est du moins le résultat de ces recherches qu'il serait intéressant de répéter chez nous.

VI. — Influence de quelques hormones (Thymus et Corps Thyroïde).

Dans quelle mesure les produits des glandes à sécrétion interne peuvent-ils influencer la croissance des alevins, comme ils influent sur la croissance de tant de Vertébrés supérieurs ? Nous manquons encore d'expériences nombreuses qui pourraient être pour les salmoniculteurs fort intéressantes, car des extraits de glandes closes étaient vendus dans le commerce, avant la guerre du moins. Cependant j'ai noté l'expérience suivante du D^r SKLOWER (1) sur des extraits de thymus et de corps thyroïde :

(1) *Über den Einfluss von Schilddrüsen und Thymus Fütterung auf die Körperlänge und das Gewicht von Forellenbrut.* — Zeitschrift für Fischerei XXV, 1927, pp. 549-553.

Dans une auge californienne A témoin, 50 alevins recevaient 30 milligrammes d'un produit « *Salmona I* » ; — dans une deuxième auge B, des alevins en même nombre bénéficiaient, en outre de ce produit, de 5 milligrammes d'extrait thyroïdien ; — dans une troisième auge C, les sujets, du même âge et en même quantité utilisaient, au lieu de thyroïde, 30 milligrammes d'extrait de thymus.

Les résultats ont été très favorables au thymus ; le 15 Mai 1927, à la fin de l'expérience, la croissance moyenne en poids dans l'auge C, pour des alevins issus d'une fécondation du 28 Décembre 1926, était supérieure de plus de 10 milligrammes par individu ; au contraire, dans l'auge B, le poids était inférieur de près de 5 milligrammes.

Là encore, avant de conclure, il serait intéressant de répéter ces expériences dans les établissements de pisciculture de l'Etat. Cet exposé n'aurait pas été vain s'il pouvait inciter les jeunes officiers forestiers qui en sont chargés et des salmoniculteurs curieux et instruits à poursuivre une expérimentation facile mais utile, à condition d'être consciencieuse.
