

ÉTUDE DE QUELQUES FACTEURS DE CROISSANCE CHEZ L'ALEVIN DE *SALMO IRIDEUS GIBB.*

par R. TAGAND, H. HOESTLANDT et L. EYRAUD

(Laboratoire de Zoologie de la Faculté libre des Sciences de Lyon)

INTRODUCTION

La Truite commune (*Salmo fario* Lin.) a été l'objet de nombreuses études de croissance, mais ces recherches n'ont pas habituellement constitué des études comparatives. Seuls des élevages en aquariums permettent de placer les alevins dans des conditions de vie telles que tous les facteurs de croissance soient identiques, hormis celui à étudier.

Les expériences suivantes concernent l'action des divers facteurs de croissance sur la Truite arc-en-ciel (*Salmo irideus* Gibb.). Cette Truite, plus facile à élever en aquarium que la Truite commune, est plus utilisée par les Salmoniculteurs. Ces expériences se sont prolongées durant 93 jours, alors que beaucoup d'essais antérieurs, principalement pour l'oxygène, se sont limités à quelques jours.

En Avril 1946, on installe dans une salle d'élevage, 16 aquariums répartis comme suit :

3 aquariums grand format : — longueur 0,60 m. ; — largeur 0,29 m. ; — hauteur d'eau 0,13 m.

10 aquariums format moyen : — longueur 0,30 m. ; — largeur 0,25 m. ; — hauteur d'eau 0,11 m.

3 aquariums petit format : — longueur 0,21 m. ; — largeur 0,21 m. ; — hauteur d'eau 0,10 m.

L'eau de la ville de Lyon (eau du Rhône filtrée et légèrement javellisée) arrive dans chaque aquarium par un robinet à jet très étroit, ce qui porte le taux d'oxygène dissous dans l'eau à 6 ou 6,5 centimètres cubes par litre. Chaque aquarium reçoit 0,600 litre d'eau par minute. Le trop-plein est constitué par un tube de verre central dont l'orifice est protégé par une grille très fine. La température de l'eau est de 11° à 13° en avril et en mai ; elle monte en juin, pour atteindre le maximum de 17° en fin juillet.

On dispose, pour ce travail, de 255 œufs de *Salmo irideus* issus du même couple de géniteurs dont le mâle pèse 270 grammes et la femelle

200 grammes. Ces œufs proviennent de la pisciculture domaniale de Vizille et nous furent donnés par M. l'Inspecteur des Eaux et Forêts BURDIN, chef de la quatrième Région Piscicole (1).

Dès résorption de la moitié de la vésicule, le 18 Avril, les alevins sont disposés par groupes de 17 dans les aquariums d'expérience et nourris ; l'alimentation de base est formée de pulpe de rate distribuée journallement sur une grille verticale à raison de 3 grammes par aquarium pendant la première période de nourrissage ; cette quantité est ensuite augmentée progressivement pour atteindre 10 grammes par jour à la fin du quatrième mois.

Les résultats des expériences sont présentés en poids, car les pesées sont plus précises que les mensurations. Pour ces pesées, l'ensemble des alevins de chaque aquarium est porté dans une eau préalablement tarée sur le plateau d'une balance sensible au milligramme. A l'éclosion, le poids moyen des alevins est de 78 milligrammes ; il est de 107 milligrammes lors de leur répartition dans les différents aquariums. Les poids indiqués dans les tableaux ci-après sont les poids moyens de l'alevin calculés d'après le total d'une pesée.

Nous eûmes à déplorer, vers le cinquantième jour de notre élevage, des pertes assez sérieuses dues à un échauffement du tube digestif par la nourriture. Aussi les alevins furent soumis à une diète de trois jours, les 24, 25 et 26 Mai, ce qui explique une légère chute dans les courbes de croissance à ces dates. Ulérieurement, une prophylaxie rigoureuse permit d'éviter le retour de telles difficultés. Une fois par semaine, les aquariums sont vidés entièrement, brossés énergiquement, et passés à l'eau permanganatée à 5 ‰ ; les alevins sont soumis à un bain formolé hebdomadaire à 0,4 ‰, recommandé par LÉGER (1936). Enfin, une fois par semaine, la pulpe de rate est remplacée par du fromage blanc.

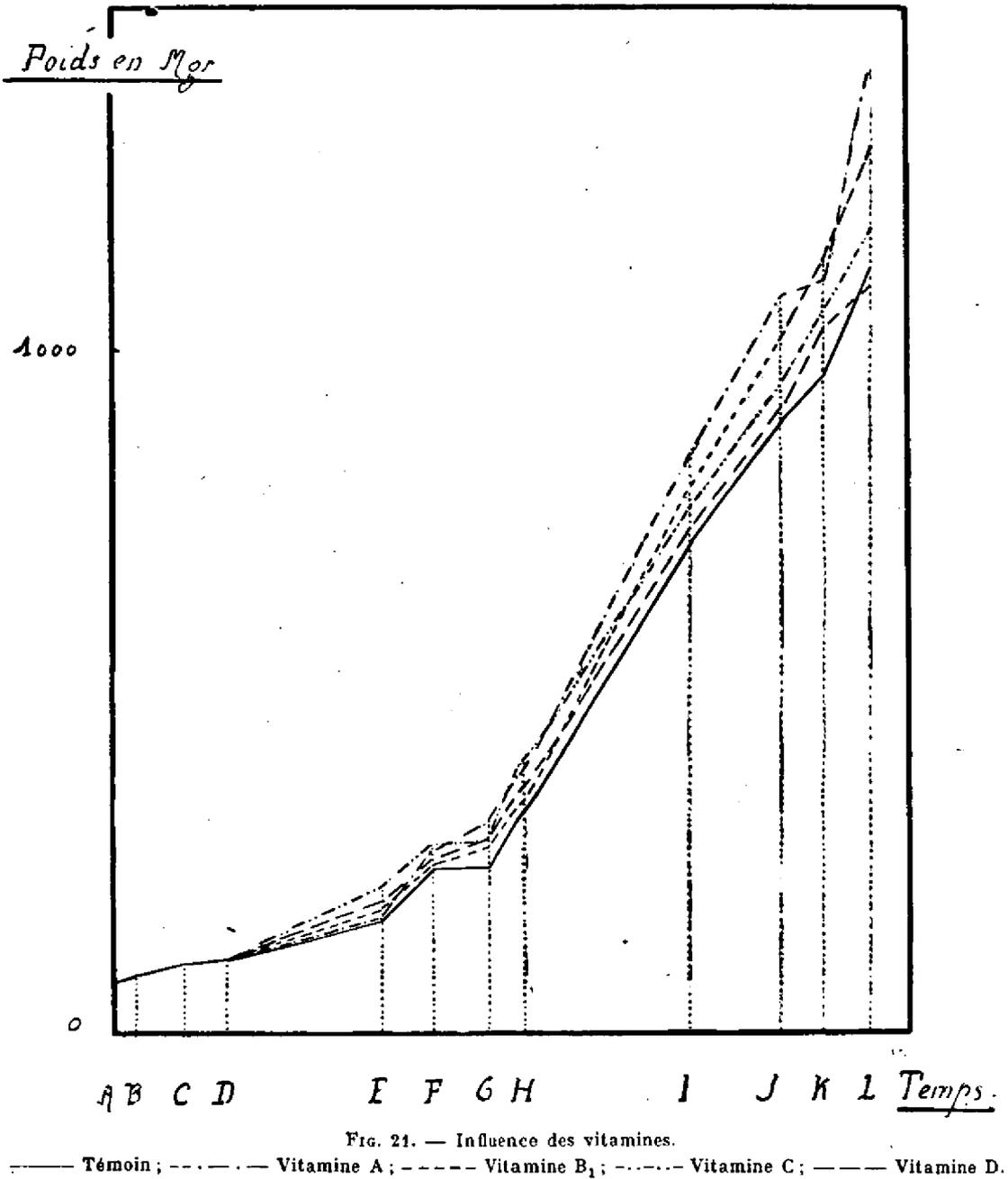
Il y a à signaler une mortalité plus importante dans un seul bac : celui dans lequel les alevins sont nourris au sang défibriné. Ce cas sera discuté à la fin de ce travail.

Ces expériences portent sur quelques facteurs de croissance, les uns d'ordre nutritif et, par conséquent, chimique (vitamines, hormones, oxygène), les autres d'ordre physique (lumière, espace vital). Des travaux antérieurs ont abordé ces sujets, chez l'alevin de Truite, ils seront cités au cours de l'exposé.

(1) Nous tenons à remercier M. l'Inspecteur BURDIN, qui s'est mis à notre disposition pour fournir le matériel de ce travail. Nos remerciements s'adressent également à M. le Conservateur VIVIER, Directeur de la *Station Centrale d'Hydrobiologie appliquée*, à MM. les Professeurs LÉGER et DORIER, de la Faculté des Sciences de Grenoble, qui nous ont secondés de leurs conseils dans nos recherches.

I. — INFLUENCE DES VITAMINES

Recherches personnelles. — Cinq aquariums de format moyen sont utilisés pour ces expériences. Le premier d'entre eux (*aquarium I*) sert de témoin et les alevins sont nourris à la pulpe de rate ; les autres reçoivent



la même nourriture de base à laquelle est mélangée une vitamine dont la quantité distribuée journellement est la même durant toute la durée de l'expérience.

Aquarium II : — 2 gouttes de *Flétase* (vitamine A en solution huileuse).

Aquarium III : — 0,6 milligramme de vitamine B₁ cristallisée contenue dans 30 milligrammes d'une poudre amidonnée.

Aquarium IV : — 1 milligramme de vitamine C contenue dans 30 milligrammes de poudre amidonnée.

Aquarium V : — 3 gouttes de *Rhodavita-aviorhone* (vitamine D standardisée).

Il nous a été impossible de nous procurer les vitamines B₂ et E avec lesquelles nous aurions souhaité étendre ces recherches.

Les résultats des pesées (poids moyen de l'alevin en milligrammes) sont consignés dans le tableau I (1). On les retrouve sur le graphique de la figure 21 qui porte en abscisses le nombre de jours à partir de l'éclosion, et en ordonnées le poids moyen de l'alevin en milligrammes.

TABLEAU I

DATES	AQUARIUM I Témoin	AQUARIUM II (Vit. A)	AQUARIUM III (Vit. B ₁)	AQUARIUM IV (Vit. C)	AQUARIUM V (Vit. D)
8 Avril (A)	78	78	78	78	78
24 Avril (D)	107	107	107	107	107
10 Mai (E)	177	176	179	211	189
23 Mai (F)	246	271	252	278	268
31 Mai (G)	241	305	275	283	281
6 Juin (H)	326	389	340	394	360
30 Juin (I)	724	850	800	775	730
13 Juillet (J)	900	1080	1019	953	910
19 Juillet (K)	969	1102	1123	1057	1030
26 Juillet (L)	1112	1415	1293	1171	1092

(1) Dans les divers tableaux, les pesées des 11 Avril (B) (83 milligrammes) et 18 Avril (C) (102 milligrammes) ne figurent pas, car des successions de chiffres identiques auraient allongé inutilement les colonnes.

Discussion et interprétation. — Un certain nombre de travaux antérieurs révèlent l'action bienfaisante des vitamines sur la croissance de l'alevin de Truite. HAEMPEL (1926, 1927, 1937) signale les excellents résultats obtenus en ajoutant à la rate de la levure de bière ou bien un complexe constitué de vitamines A, B, C et D. D'après cet auteur, chaque vitamine prise individuellement n'améliorerait pas sensiblement la vitesse de croissance. CHIMITS (1941) conclut à l'utilité de l'adjonction de levure de bière sèche (riche en vitamine B et C).

RICH, d'après CHIMITS (1941), montre que l'addition au régime des vitamines A (sous forme d'huile de foie de morue) ainsi que B et C (sous forme de levure de bière sèche) se traduit par une croissance meilleure et une mortalité plus faible.

KROCKERT (1938) parvient à de bons résultats avec une ration composée de sang desséché dans la proportion de 95 %, de pommes de terre sèches (4 %), de phosphates tricalciques (1 %), à laquelle il ajoute certaines vitamines non précisées.

La Figure 21 corrobore ces résultats et prouve, en particulier, l'influence bienfaisante des vitamines A et B. On peut donc souhaiter en Salmoniculture, soit le mélange de ces deux vitamines à l'alimentation de base, soit l'utilisation d'aliments riches en vitamines A (foies de poissons marins) et B (téguments moulus de graines végétales).

II. — INFLUENCE D'EXTRAITS DE GLANDES ENDOCRINES

Recherches personnelles. — Cinq aquariums de format moyen sont employés pour ces recherches effectuées avec les extraits qu'il fut possible de nous procurer.

L'aquarium I utilisé dans l'expérience sur les vitamines constitue le témoin. Dans les autres aquariums, un extrait sec de glandes à sécrétion interne est mélangé à la pulpe de rate. Voici les quantités utilisées quotidiennement :

Aquarium VI : — 15 milligrammes d'extrait sec de lobe antérieur d'hypophyse.

Aquarium VII : — 40 milligrammes d'extrait sec de thyroïde.

Aquarium VIII : — 40 milligrammes d'extrait sec de thymus fœtal.

Aquarium IX : — 40 milligrammes d'extrait sec de surrénale.

Dans l'aquarium VIII, l'expérience commence avec une nourriture à base de thymus frais de veau, mais la difficulté de se procurer cette glande et de la transformer en une fine pulpe nous a conduit à la remplacer, à partir du 29 Mai, par la pulpe de rate mélangée à l'extrait sec. Le résultat de ces recherches est consigné dans le tableau II et dans la Figure 22.

Discussion et interprétation. — SKLOWER (1927), HAEMPEL (1937), KROCKERT (1938) ont étudié l'action des glandes endocrines sur la vitesse de croissance de l'alevin de Truite. Leurs essais ont porté sur le corps thyroïde, le thymus, le testicule, l'hypophyse, l'épiphyse. Des résultats intéressants ont été obtenus par SKLOWER avec le thymus et par KROCKERT avec le testicule. D'après ces auteurs, les autres glandes ne paraissent pas avoir d'influence sur la croissance de l'alevin. Or, nos recherches montrent l'action bienfaisante de l'extrait thyroïdien, mais il est possible qu'il soit nuisible à des doses supérieures (ROTH, 1946) ; quant aux autres extraits, les différences de poids avec le témoin sont trop faibles pour constituer une preuve quelconque ; l'extrait surrénal semble cependant réduire la croissance.

Il serait donc souhaitable d'ajouter de l'extrait thyroïdien à la nourriture de base des alevins.

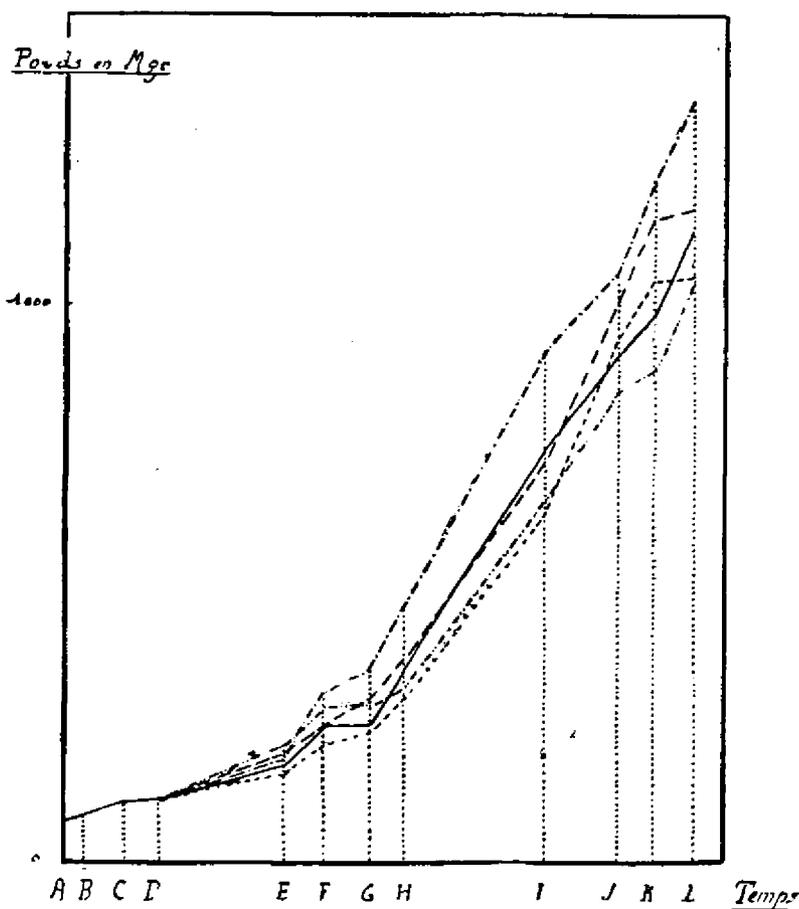


FIG. 22. — Influence d'extraits de glandes endocrines.

— Témoin ; - . - - Thyroïde ; — — — Antéhypophyse ;
- - - - Thymus ; Surrénale.

TABEAU II

DATES	AQUARIUM I	AQUARIUM VI	AQUARIUM VII	AQUARIUM VIII	AQUARIUM IX
8 Avril (A).....	78	78	78	78	78
24 Avril (D).....	107	107	107	107	107
10 Mai (E).....	177	187	182	158	205
23 Mai (F).....	246	246	295	203	272
31 Mai (G).....	241	284	339	233	275
6 Juin (H).....	326	361	444	290	302
30 Juin (I).....	724	713	903	616	640
13 Juillet (J).....	900	993	1042	922	836
19 Juillet (K).....	969	1140	1205	1028	867
27 Juillet (L).....	1112	1150	1343	1036	1031

III. — INFLUENCE DE L'OXYGÈNE DISSOUS

Recherches personnelles. — On choisit trois bacs de petit format, pour ces expériences, afin d'éviter les variations du taux d'oxygène dans les différentes parties de l'aquarium. C'est à partir de l'eau de la ville que l'on obtient des variations dans la quantité d'oxygène dissous. Dans l'aquarium X, l'orifice d'alimentation mesure 0,5 millimètre de diamètre et le jet vigoureux d'une longueur de 40 centimètres, entraîne de nombreuses bulles d'air dans l'eau de l'aquarium. Dans l'aquarium XI, l'orifice du robinet d'alimentation mesure 2 millimètres et l'eau s'écoule sans aucune pression jusqu'à l'aquarium situé également à 40 centimètres au-dessous. Enfin, dans l'aquarium XII, l'eau est amenée au fond de l'aquarium par un tube de caoutchouc pour éviter toute oxygénation complémentaire de l'eau de la ville. Dans chacun des trois bacs, on maintient le même débit de 0,600 litre par minute. La quantité d'oxygène dissous est mesurée régulièrement par la méthode de WINKLER (d'après MAUCHA, 1932) ; les variations, dans chaque bac, demeurent très faibles au cours de l'élevage. La moyenne des résultats est la suivante : *aquarium X* : 6,5 centimètres cubes d'oxygène dissous par litre d'eau, *aquarium XI* : 5 centimètres cubes, et *aquarium XII* : 4 centimètres cubes. La nourriture de tous les alevins est identique à celle de l'aquarium I. Une obturation accidentelle du robinet de l'aquarium XII, le 30 Juin, provoque la mort des alevins

de ce bac. A partir de cette date, l'aquarium XI reçoit l'eau par le tube de caoutchouc ayant servi à l'alimentation de l'aquarium XII ; il en résulte que le taux d'oxygène dissous tombe de 5 à 4 centimètres cubes par litre.

Les résultats sont consignés dans le tableau III et dans la Figure 23.

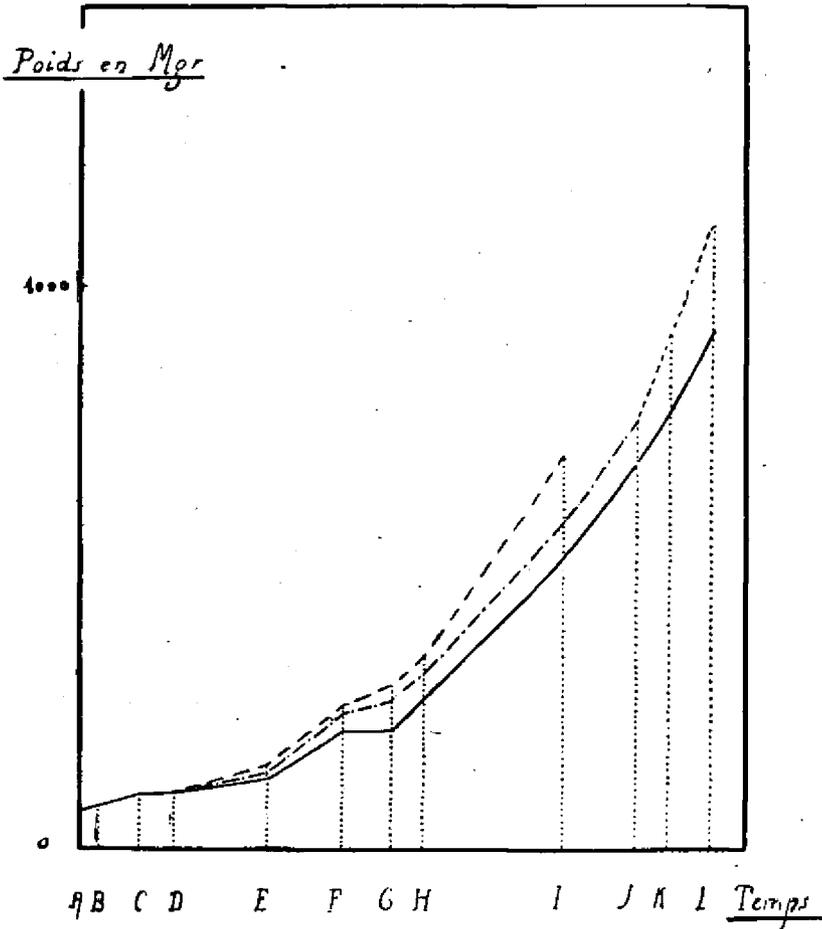


FIG. 23. — Influence de l'Oxygène dissous.
—— Aquarium à 6,5 cc. ; - - - - Aquarium à 5 cc. ;
..... Aquarium à 4 cc.

Discussion et interprétation. — De nombreuses recherches ont été effectuées sur l'influence de l'oxygène dissous dans la croissance des alevins. Beaucoup d'auteurs se sont attachés à déterminer le taux d'oxygène nécessaire à la vie de l'alevin de Truite. Il convient de citer WILLER (1928), ROULE (1932), CORNELIUS (1934), LÉGER (1936), CHIMITS (1941), GUTSELL rapporté par BUSNEL et RAFFY (1944).

De ces travaux, il semble résulter que le minimum d'oxygène soit de 3 centimètres cubes par litre et l'optimum de 17 centimètres cubes.

TABLEAU III

DATES	AQUARIUM X	AQUARIUM XI	AQUARIUM XII
8 Avril (A).	78	78	78
24 Avril (D).	107	107	107
10 Mai (E).	131	141	151
23 Mai (F).	220	251	260
31 Mai (G).	218	262	288
6 Juin (H).	280	318	345
30 Juin (I).	521	585	691
13 Juillet (J).	690	760	
19 Juillet (K).	792	935	
26 Juillet (L).	920	1102	

La Figure 23 montre que, dans nos expériences, le taux optimum d'oxygène dissous est très faible (4 centimètres cubes) et, par conséquent, proche du taux minimum, contrairement à ce que les travaux antérieurs tendaient à affirmer. C'est pourquoi de nouvelles expériences sont reprises sur un plus grand nombre d'alevins au cours de l'hiver 1946-47. Dès maintenant, le résultat obtenu semble pouvoir s'expliquer : la nourriture étant identique en qualité et en quantité dans les trois bacs, il y a dans l'aquarium X oxydation plus rapide des aliments absorbés, et, par suite, accroissement du métabolisme, entraînant un ralentissement de croissance.

IV. — INFLUENCE DE LA LUMIÈRE

Recherches personnelles. — Trois aquariums de grand format sont utilisés pour ces expériences : — l'aquarium XIII disposé près d'une large fenêtre vitrée reçoit un éclairage intense. L'aquarium XIV présente une moitié obscure et une moitié éclairée normalement. L'aquarium XV est totalement maintenu à l'obscurité. Ce n'est qu'à partir du 83^e jour (le 30 Juin) après l'éclosion, qu'une légère différence se perçoit dans les pesées, comme l'indiquent le tableau IV et la Figure 24.

Discussion et interprétation. — D'après les recherches antérieures, en particulier celles de WILLER (1928), la lumière augmente la mortalité des œufs et surtout des alevins, principalement après le début de l'alimentation artificielle ; elle ralentit la croissance, principalement avant le début

du nourrissage. La Figure 24 ne donne pas de résultats évidents, mais elle porte à croire que la croissance est favorisée par une demi-lumière, préférable à la pleine lumière, celle-ci semblant préférable à l'obscurité totale. Dans la pratique, on peut souhaiter que les bacs d'élevage soient maintenus dans une demi-lumière.

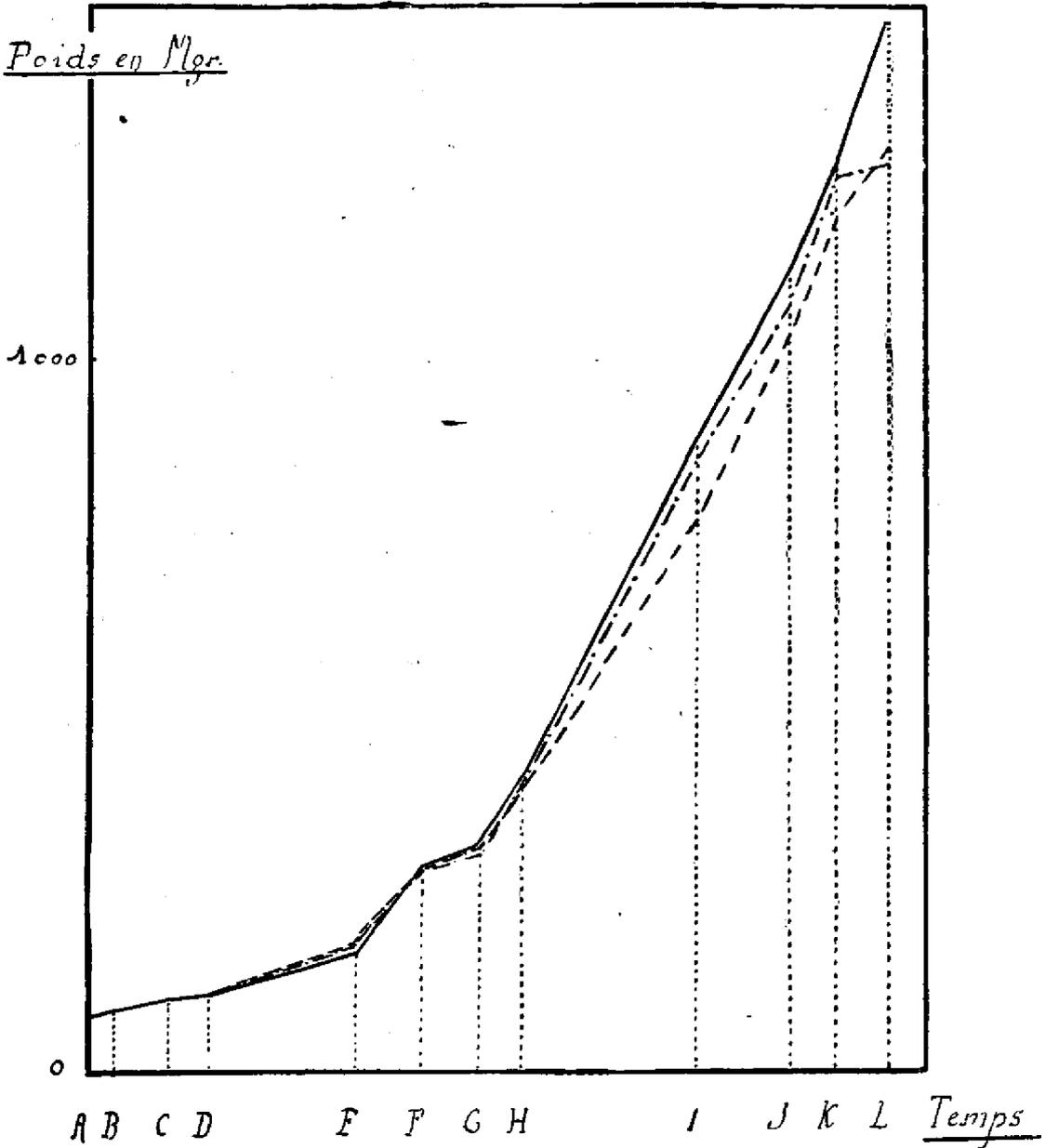


FIG. 24. — Influence de la lumière.
—— Demi-lumière ; - - - - Lumière totale ; Obscurité totale.

TABLEAU IV

DATES	AQUARIUM XIII	AQUARIUM XIV	AQUARIUM XV
8 Avril (A).	78	78	78
24 Avril (D).	107	107	107
10 Mai (E).	181	173	181
23 Mai (F).	294	296	293
31 Mai (G).	317	323	305
6 Juin (H).	400	414	412
30 Juin (I).	777	886	863
13 Juillet (J).	1050	1130	1091
19 Juillet (K).	1200	1283	1263
26 Juillet (L).	1296	1465	1280

V. — INFLUENCE DE L'ESPACE VITAL

Recherches personnelles. — Trois aquariums, correspondant aux trois types décrits, sont utilisés pour cette expérience. Le *grand aquarium* possède une surface de 1.738 centimètres carrés et un volume d'eau de 22,4

TABLEAU V

DATES	AQUARIUM XIV	AQUARIUM I	AQUARIUM X
8 Avril (A).	78	78	78
24 Avril (D).	107	107	107
10 Mai (E).	173	177	131
23 Mai (F).	296	246	220
31 Mai (G).	323	241	218
6 Juin (H).	414	326	280
30 Juin (I).	886	724	521
13 Juillet (J).	1130	900	690
19 Juillet (K).	1283	969	792
26 Juillet (L).	1465	1112	920

litres ; le moyen une surface de 763 centimètres carrés et un volume d'eau de 8,9 litres ; le *petit* une surface de 441 centimètres carrés et un volume d'eau de 4,4 litres.

Dès les premières pesées de ces bacs, on note une différence de poids qui ira en augmentant continuellement, comme l'indiquent le tableau V et la Figure 25.

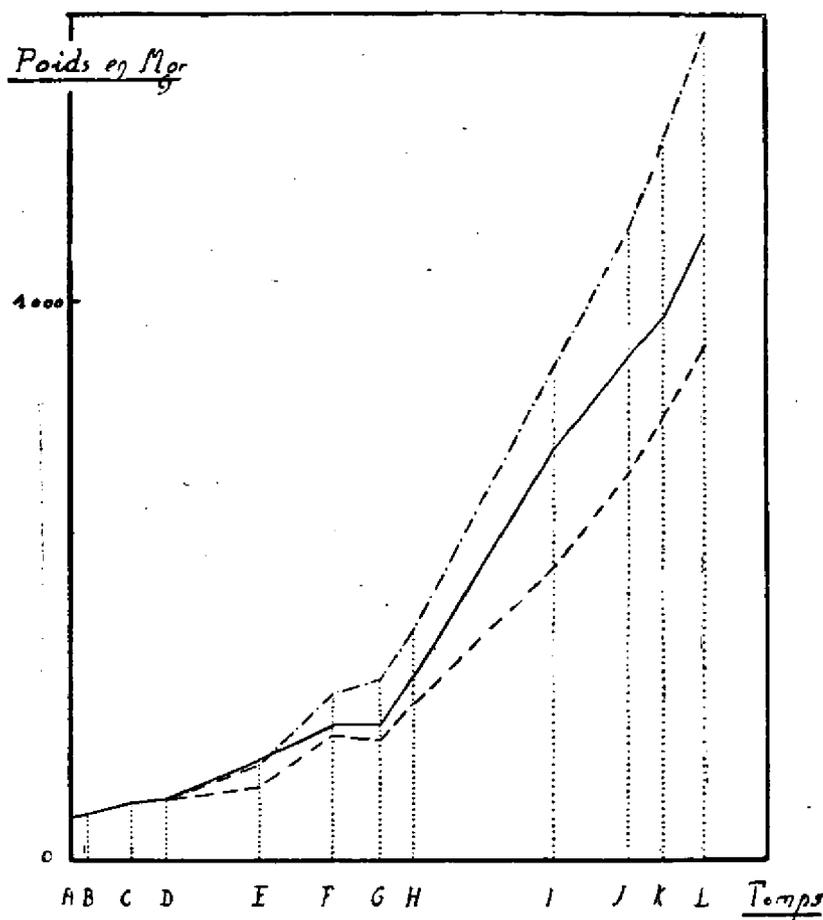


FIG. 25. — Influence de l'espace vital.

— Aquarium moyen format ; - - - Aquarium grand format ;
- . - Aquarium petit format.

Discussion et interprétation. — Les expériences antérieures concernant l'espace vital sont nombreuses, et toutes aboutissent à ce résultat, que la vitesse d'accroissement est d'autant plus rapide que l'espace est plus grand (RAVERET-WATTEL, 1901, WILLER, 1928). Nous aboutissons à des conclusions identiques, car il est normal qu'un animal ne croisse rapidement que dans un espace suffisamment étendu.

APPENDICE

Dans un aquarium de format moyen, les alevins furent alimentés à l'aide de sang de bœuf défibrinée et liquide (en ayant soin d'interrompre l'écoulement de l'eau durant quinze minutes pendant le nourrissage) ; on constate d'abord une légère diminution de poids (107 milligrammes le 24 Avril et 98 le 10 Mai), puis, après le 10 Mai, la mortalité par inanition décime rapidement ces alevins. La cause en est facile à découvrir : les hématies, en eau douce, deviennent turgescentes et éclatent sous l'action de la pression osmotique interne. Le contenu des globules étant dispersé dans l'eau, les alevins ne trouvent plus d'aliments consistants. Il est donc recommandé d'éviter l'emploi de sang défibriné et liquide dans l'alimentation des alevins. De petits caillots de sang frais ou de sang défibriné séché ne doivent pas présenter ces inconvénients. En effet, il n'y a pas à craindre d'éclatement rapide des hématies déshydratées ou enfermées dans un caillot, lors de leur mélange à l'eau de l'aquarium, car la turgescence tarde à se produire.

RÉSUMÉ

Les recherches décrites en cet article ont été effectuées sur de jeunes alevins de *Salmo irideus* Gibb. ; tous les facteurs de croissance furent identiques, hormis celui à étudier. Les expériences durèrent 93 jours.

- 1° Les vitamines A et B accélèrent sensiblement la croissance de l'alevin.
- 2° L'extrait sec de thyroïde joue le même rôle.
- 3° Le taux optimum d'oxygène dissous dans l'eau serait relativement faible (4 centimètres cubes par litre d'eau).
- 4° Une demi-obscurité est favorable à un bon développement de l'alevin.
- 5° L'augmentation de l'espace vital facilite la croissance.
- 6° Le sang défibriné liquide ne constitue pas un aliment.

BIBLIOGRAPHIE

- BUSNEL (R. G.) et RAFFY (A.), 1944. — Recherches de physiologie appliquée à la Pisciculture : II. L'intensité respiratoire des poissons d'eau douce. — *Bull. Fr. Pisc.* CXXXV, pp. 70-86.
- CHIMITS (R.) 1941. — Contribution à l'étude de la Pisciculture. — *Thèse de doctorat vétérinaire*. 54 p.
- CORNELIUS (W. O.), 1934. — Recherches sur l'assimilation par la Truite arc-en-ciel de la nourriture naturelle et artificielle à différents âges et dans différentes conditions. — *Bull. Fr. Pisc.* LXXVII, pp. 117-124.
- HAEMPEL (O.), 1926. — Stoffwechsel, Fütterung und Vitaminfrage bei Zuchtfischen. — *Zeits. f. Fisch.* XXIV, pp. 1-7.
- HAEMPEL (O.), 1927. — Über Vitaminversuche bei Fischen. — *Zeits. f. Fisch.* XXV, pp. 477-489.

- HAEMPEL (O.), 1937. — Vitamin und Hormonwirkungen bei Fischen. — *Internat. Rev. Gesamt. Hydrob. Hydrogr.* XXXV, pp. 113-121.
- KROCKERT (G.), 1938. — Herstellung und Prüfung eines Trockenfutters unter Berücksichtigung von Vitaminen, Mineralstoffen und Hormonen zur Aufzucht und Mast von Forellen. — *Zeits. f. Fisch.* XXXVI, pp. 473-489.
- LAURENCIN (R.), 1934. — Données modernes sur la Pisciculture Industrielle de la Truite. — *Thèse de Doctorat Vétérinaire.* 112 p.
- LEGER (L.), 1936. — Pratique rationnelle de la petite salmoniculture fermière. — Grenoble.
- MAUCHA, 1932. — Hydrochemische Methoden in der Limnologie. — *Die Binnengewässer Thienemann's.* X.
- RAVERET-WATTEL, 1901. — La Pisciculture Industrielle. — Paris.
- ROTH, 1946. — Contribution à l'étude de la Thyroxine et des substances antagonistes dans la métamorphose expérimentale des Batraciens anoures. — *Thèse Paris*, 108 p.
- ROULE (L.), 1932. — Manuel de Pisciculture. — Paris.
- SKLOWER (A.), 1927. — Über den Einfluss von Schilddrüsen- und Thymusfütterung auf die Körperlänge und das Gewicht von Forellenbrut. — *Zeits. f. Fisch.* XXV, pp. 549-552.
- VIVIER (P.), 1942. — Recherches récentes sur quelques conditions de vie et de croissance de la Truite commune (*Salmo fario* L.). — *Bull. Fr. Pisc.* CXXIV, pp. 87-97; CXXV, pp. 121-131.
- WILLER (A.), 1928. — Untersuchungen über das Wachstum bei Fischen, II, III, IV. Weitere Untersuchungen über den Einfluss äusserer Faktoren auf das Wachstum der Bachforellenbrut. — *Zeits. f. Fisch.* XXVI, pp. 565-606.
-