RECHERCHES SUR L'ASSIMILATION, PAR LA TRUITE ARC-EN-CIEL, DE LA NOURRITURE NATURELLE ET ARTIFICIELLE A DIFFÉRENTS AGES ET DANS DIVERSES CONDITIONS

Par le Docteur W.-O. CORNELIUS

Attaché à la Station régionale prussienne de pêche de Berlin-Friedrichshagen (1).

A. — INTRODUCTION

La Truite Arc-en-Ciel : — *Trutta iridea* (W. Gibbons) — est un Salmonide américain introduit en Allemagne en 1882. La réussite de son acclimatation, comme l'extension prise par son élevage, sont une preuve que ce poisson d'eau douce, à l'encontre de beaucoup d'autres, tels, par exemple, la Truite de ruisseau et la Carpe, se comporte comme un véritable animal domestique. Il s'accommode d'une cœnobiose différente de celle naturelle, car il est eurytherme, euryphage et euroxybionte, autrement dit n'est exigeant ni pour la température, ni pour la nourriture, ni pour la teneur en oxygène. Au contraire, la Truite de ruisseau est sténotherme, sténophage et sténoxybionte ; il lui faut des eaux fraîches, bien aérées et un certain régime alimentaire.

A raison de ces particularités œcologiques, qui rendent facile son nourrissage, l'Arc-en-Ciel a une grosse importance économique. On conçoit que les ichthyobiologistes aient étudié de préférence ce Salmonide exotique et, spécialement, les conditions de son alimentation. Ainsi trouve-t-on dans la littérature spéciale un grand nombre de renseignements sur le coefficient ou quotient alimentaire de cette Truite, qui est le rapport entre la quantité de nourriture ingérée et celle, correspondante, de chair élaborée. C'est, autrement dit, le nombre de grammes d'une nourriture donnée requise pour la production d'un gramme de poisson.

Les principaux résultats obtenus par divers auteurs qui nous ont précédé ont été rassemblés dans le tableau qui suit.

(1) Cet article est une adaptation du travail original publié dans *Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften*, Neudamm, XXXI, 1933, pp. 535-566. — Sa traduction a été gracieusement autorisée par M. le Ministre de l'Agriculture de Prusse, par décision n° IV-4 394 du 19 Avril 1934.

Valeur du quotient alimentaire d'après divers auteurs.

AUTEURS	Blanchaille	Marée	Entomostracés	V viande de boucherie	Foie de bœuf	Mou ou rate	Sang d'abattoir	Sang desséché ou farine de viande	Farine de poisson	Résidus de l'atterie
1890. VON DEM BORNE (1).	»	»	»	5	»	»	»	»	»	»
1899. JAFFÉ (2).....	»	8	»	»	5	»	»	»	»	»
1900. ARENS (3).....	»	6-10	»	»	»	»	»	»	»	»
1900. SELIGO (4).....	»	»	»	3	»	»	»	»	»	»
1901. PÖLZL (5).....	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1901. TROGK (6).....	»	»	»	»	»	5-6	»	»	»	»
1910. OTTERSTRÖM (7)...	»	4-5	»	»	»	3-5	»	»	»	»
1911. HEYKING (8).....	»	6-7	»	»	»	»	»	»	»	»
1918. LINKE (9).....	5	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1918. WOHLGEMUTH (10) ..	»	»	»	»	»	»	»	6	»	»
1920. SMOLIAN (11).....	7-10	5-8	6-7	5-8	5-6	»	1,5-4	1,5-3	1,5-3	10-15
1924. WANKE (12).....	»	»	»	5-6	»	»	»	»	»	»
1927. DEMOLL (13).....	»	5	»	»	»	»	»	»	»	»
1927. RIGGERT (14).....	»	5,5-7	»	»	»	»	»	»	»	»
1931. BUSCHKIEL (15)...	»	»	5,5	5	»	»	2	»	»	»
1932. GASCHOTT (16).....	»	4,7-5,9	»	»	»	»	»	»	»	»
1932. PROBST (17).....	»	»	»	»	»	5-6	»	»	»	»

(1) Sechs amerikanische Salmoniden in Europa. — Neumann, Neudamm, 1890.

(2) Die Füttermittel in der Teichwirtschaft. — *Allgemeine Fischerei Zeitung*, Augsburg, 1899, p. 264.

(3) Die künstliche Fütterung der Forelle. — *Fischerei Zeitung*, Neudamm, 1900 p. 406.

(4) Forellenzucht. — *Mitteilungen des Westpreussischen Fischereivereins*, Danzig, 1900, p. 19.

(5) Die Regenbogenforelle in Oesterreich. — *A. F. Z.*, 1901, p. 259.

(6) Vorzüglicher Abwachs von Regenbogenforellen. — *F. Z.*, 1901, p. 299.

(7) Beretning om dansk Ferskvandsfiskeri — (Cité par *A. F. Z.*, 1913, p. 8.

(8) Getrockneter Fish von den Lofoten in Bayern als Forellenfutter. — *F. Z.*, 1911, p. 334.

(9) Das Wachstum der Forellen in Staubecken. — *Schweizerische Fischerei Zeitung*, Berne ; 1919, p. 203.

(10) Forellenfütterungsversuche mit Kadavermehl und Blutmismehl. — *A. F. Z.*, 1918, p. 239.

(11) Merkbuch der Fischerei, n° 639. — Denfer et Nicolas, Berlin, 1920.

(12) Welches sind die tatsächlichen Gestehungskosten streufertien Forellenfutters ? — *A. F. Z.*, 1924, p. 56.

(13) Sägemehlbeifütterung und Raumsfaktorwirkung bei Regenbogenforellen. — *A. F. Z.*, 1927, p. 386.

(14) Fütterungsversuch mit frischen Seefischen im Sommer 1925. — *A. F. Z.*, 1927, p. 320.

(15) Salmonidenzucht in Mitteleuropa, p. 283. — Schweitzerbart, Stuttgart, 1931.

(16) Fütterungsfragen bei der Forellenzucht. — *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, Leipzig, 1932, p. 293.

(17) Trockenmilz. — *A. F. Z.*, 1932, p. 57.

Dans les travaux dont les conclusions viennent d'être résumées, c'est à peine si l'influence de la température ou de la teneur de l'eau en oxygène a été examinée ; cependant BUSCHKIEL (1) et SCHEURING (2) ont montré qu'elle était importante pour les Poissons ; on sait, d'ailleurs, qu'il en va de même, pour les autres animaux à sang froid.

Des variations du quotient comme celles de 4 à 10 pour les poissons de mer ou d'eau douce, de 3 à 8 pour la viande de boucherie sont communément attribuées aux conditions différentes d'expérimentation. De fait, le calcul est basé, la plupart du temps, sur l'accroissement global du peuplement d'une pièce d'eau entre l'empoissonnage et la pêche ; on le divise par le poids des aliments distribués. Cette façon de procéder expose à mainte erreur. On ne tient pas compte de la nourriture naturelle ; de la non-consommation d'une partie de la nourriture artificielle ; on ne sait comment imputer les pertes par mortalité, etc.

Les renseignements dont disposent actuellement les salmoniculteurs pour régler le nourrissage sont donc approximatifs ; c'est ce qui a amené à entreprendre, à la *Station régionale de pêche prussienne*, établie à Berlin-Friedrichshagen, des recherches méthodiques tendant à apporter la réponse aux questions suivantes :

1. — Comment l'Arc-en-Ciel, au cours de son développement, tire-t-elle profit de la nourriture qu'elle consomme ?
2. — Quelle est l'influence des variations thermiques sur le quotient alimentaire ?
3. — Quelle est l'influence sur ce même quotient des variations de la teneur en oxygène dissous ?
4. — Quelle est l'influence de la fréquence des repas ?
5. — Quelle est la rapidité de la digestion par l'Arc-en-Ciel des différentes sortes de nourriture ?
6. — A quels moments s'alimente-t-elle ?

B. — MÉTHODES D'INVESTIGATION

I. — Installations.

Les recherches ont porté sur des Truites Arc-en-Ciel, âgées les unes de quelques semaines, les autres de 1 ou 2 étés.

On plaça les premières ensemble, dans des augettes d'alevinage, du type californien, contenant 90 litres et alimentées par un faible courant d'eau.

Les autres sujets furent isolés dans des aquariums de 16 ou 40 litres de capacité. Pour éviter qu'ils ne se vissent, ce qui eût été une cause d'agita-

(1) Der Einfluss von Licht Wärme und Wasserbewegung auf das Wachstum und Wohlbefinden der Regenbogenforelle. — *A. F. Z.*, 1924, p. 83.

(2) Beziehungen zwischen Temperatur und Verdauungsgeschwindigkeit. — *Zeitschrift für Fischerei*, Neudamm, 1928, p. 231.

tion, on laissait un revêtement d'algues se former sur les glaces en regard et on interposait une feuille de papier fort. Le renouvellement de l'oxygène était assuré, d'abord par un faible courant d'eau, ensuite par un appareil diffuseur.

L'emploi d'aquariums soulève diverses critiques. Leurs hôtes y trouvent des conditions d'existence très différentes de celles du biotope naturel ; ce qui semblerait interdire toute généralisation des résultats obtenus.

A l'encontre de ce qui aurait lieu pour d'autres espèces, il n'y a pas à se laisser arrêter par cette objection, l'Arc-en-Ciel étant une sorte de poisson domestique ; elle est couramment élevée dans des viviers relativement peu étendus et très peuplés. Habituee au nourrissage artificiel, elle reste presque constamment immobile, stationnant à proximité de l'emplacement où sont servis les repas.

Ainsi avons-nous vu, dans un bassin d'environ 90 mètres carrés en surface, 2.000 alevins rassemblés au voisinage immédiat du point sur lequel était distribuée la rate. Ainsi, les trois quarts du bassin restaient-ils inutilisés.

Du reste, nous avons pu établir que, toutes choses égales par ailleurs, le quotient (1) était le même dans un aquarium de 16 litres et un de 60 litres.

Signalons encore que les Arc-en-Ciel du Jardin Zoologique de Berlin croissent particulièrement bien dans les bacs où elles sont confinées. A la différence de ce qui a lieu pour la Truite de ruisseau, la question du facteur spatial n'a donc pas d'importance pour cette espèce ; elle est, à cet égard, moins exigeante encore que le Brochet.

C'est à bon droit qu'HOFFBAUER (2) estime que, pour les recherches biologiques en aquarium, la Truite américaine convient beaucoup mieux que la Carpe. L'extension aux viviers des salmonicultures des résultats obtenus au laboratoire paraît donc tout à fait correcte et légitime.

Ajoutons que pour déterminer le quotient d'un sujet donné on ne voit pas la possibilité d'opérer autrement qu'en aquarium.

II. — Sujets d'expérience.

Les jeunes alevins sur lesquels ont porté nos investigations sont nés d'œufs embryonnés fournis par la pisciculture de Werdermühle.

Les sujets de un et deux étés venaient de l'établissement de Spechthausen, dépendance de l'Ecole Forestière Supérieure d'Eberswald, ou du domaine de Lieberose, appartenant au Comte DE SCHULENBURG.

(1) Dans tout ce qui suit, quand il est question de quotient, c'est du quotient alimentaire qu'il s'agit.

(2) Ueber den Einfluss des Wasservolumens auf das Wachstum der Fische. --- A. F. Z., 1902, p. 103

Les recherches portant sur de jeunes alevins ne sauraient porter sur des individus isolés, dont la consommation quotidienne individuelle est trop faible pour se laisser déterminer avec une suffisante exactitude. Ces larves, par ailleurs, ne se prêtent pas aux manipulations requises par une pesée précise hors de l'eau.

Force est donc d'opérer sur des lots relativement nombreux.

Après mûre réflexion, la méthode suivante fut adoptée.

Dans un incubateur californien d'une contenance de 90 litres furent placés 1.500 alevins d'Arc-en-Ciel qui commençaient à s'alimenter. Prélèvement fut fait de 100 sujets qui, après avoir été placés sur une feuille de papier buvard pour absorber l'eau qui les humectait, furent pesés avec exactitude. On était, de la sorte, à même de calculer le poids individuel. Les truitelles en question étaient éliminées, car la plupart ne survivaient pas.

Après chaque repas, 8 sujets étaient pêchés et pesés comme ci-dessus ; de la différence de poids se déduisait la quantité de nourriture consommée. Toutefois, il fut observé, au début, des variations quotidiennes appelant explication. On se rendit compte que les jeunes alevins commençant à s'alimenter ont des croissances et, par suite, des appétits très différents. On écarte cette cause d'erreur en choisissant pour les pesées des sujets moyens.

À la fin de l'expérience on opérait à nouveau sur 100 sujets pour la détermination du poids individuel final.

Pour les poissons de un ou deux étés, la tâche était simplifiée. Il suffisait de les prendre séparément dans leur aquarium, de les essuyer soigneusement avec un linge sec et de les immerger dans un récipient en verre, rempli d'eau et préalablement taré ; on pesait avec une balance romaine, au centigramme près.

La mesure de la longueur, de la pointe du museau à l'extrémité de la caudale s'opérait ensuite, au millimètre, avec un mètre ordinaire.

Pour être renseigné sur l'amplitude de l'erreur probable, la même Truite fut, dix fois de suite, pêchée, essuyée, mesurée, pesée et remise à l'eau. Les écarts relevés furent très faibles.

La conclusion est que, dans nos expériences, les erreurs de mesure ou de pesée sont à tenir pour négligeables.

III. — *Aliments expérimentés.*

Les recherches ont porté surtout sur la nourriture naturelle.

D'après SCHIEMENZ (1) les Truites se repaissent principalement de Gammarides (Crustacés) et de Trichoptères, Ephémérides et Chironomides (Insectes).

J'ai alimenté mes élèves avec des Crevettes d'eau douce (*Gammarus*

(1) Zur Ernährung der Forelle. — *Deutsche Fischerei Zeitung*, Stettin, 1909, p. 187.

pulex), des Vers de vase (larves de *Chironomus gregarius*) ; des Puces d'eau (Daphnies), et de petits poissons, le tout distribué aussi frais que possible.

Avant d'être déversés dans les aquariums, Crevettes, Vers de vase et fretin étaient placés sur une feuille de papier buvard qui absorbait l'eau dont ils étaient humectés ; on les pesait ensuite, ce qui se faisait sans dommage en 30 à 60 secondes.

Comme les Daphnies ne supportaient pas ce traitement, elles étaient jaugées dans un verre gradué dont les marques correspondaient à des poids déterminés d'animaux desséchés.

La seule nourriture artificielle expérimentée fut la rate de bœuf qui, d'après SMOLIAN (1), a une composition très voisine de celle de la nourriture naturelle ; elle était distribuée sous forme de pulpe finement broyée.

La pesée de la nourriture était effectuée au moyen d'une balance de précision, donnant le milligramme.

Des opérations répétées ont donné l'assurance que les erreurs commises dans la détermination du poids étaient sans importance.

IV. — *Calculs.*

Comme il a été indiqué dans l'introduction, le quotient alimentaire (Q. A.) s'obtient en divisant la quantité de nourriture absorbée pendant la durée de l'expérience par l'accroissement de poids qu'elle a procuré.

Les données nécessaires et toutes autres sont, pour chaque investigation, consignées sur une fiche du modèle ci-contre :

Signalons que les Truites, avant le début de chaque épreuve, furent habituées durant plusieurs jours à la nourriture à expérimenter ; à l'exception de deux sujets qui furent un peu plus longs à s'y accoutumer, toutes prirent aussitôt sans la moindre répugnance les aliments offerts. Après cette période préliminaire, il était procédé à la mensuration et à la pesée comme il a été indiqué plus haut. Les poissons, une fois installés dans les aquariums, recevaient des rations soigneusement déterminées. On servait des repas peu copieux afin que les proies vivantes, non alimentées, ne fussent pas exposées à maigrir avant d'être consommées. Si, malgré cette précaution, il en échappait aux Truites, au bout d'un certain temps on enlevait ces animalcules, qu'on remplaçait par d'autres après les avoir pesés pour opérer la déduction requise. A la fin de l'expérience, une nouvelle pesée du poisson avait lieu qui permettait de connaître l'accroissement.

Dans le cas correspondant à la fiche ci-dessus reproduite l'augmentation de poids est de 1,4 gramme pour un poids de Gammarides se totalisant à 4,335 gr. Par division du second chiffre par le premier on obtient Q. A. = 3,09 gr., ce qui signifie qu'à un accroissement de 1 gr. chez le poisson correspond une consommation de 3,09 gr. de Crevettes d'eau douce.

(1) *Loco citato*,

Expérience	Numéro..... Début..... Fin.....	1 4—1—32 15—1—32
Données fondamentales ..	Température de l'eau en degrés centigrades	9,0
	Oxygène dissous en milligrammes par litre	8,9
	Contenance de l'aquarium en litres ...	16
Nourriture	Sorte	Gammarides
	Poids total en grammes	4,335
	Ration quotidienne proportionnelle (R P) (1)	2 ‰
Longueur du sujet d'expérience	Au début, centimètres	13,35
	A la fin, centimètres	13,45
	Accroissement, centimètres	0,10
Poids du sujet d'expérience	Au début, grammes	18,60
	A la fin, grammes	20,00
	Accroissement, grammes	1,40
Rapport dit de LARSEN, du poids à la longueur (2) ..	Au début	0,78
	A la fin	0,82
Quotient alimentaire (Q. A.).		3,09

L'absorption journalière ou ration quotidienne proportionnelle (R. P.) s'obtient en divisant la ration quotidienne absolue ($4,335/11 = 0,4$) par le poids moyen du poisson ($\frac{18,60 - 30}{2} = 19,3$). On a ici 0,02 ou 2 ‰. C'est là le rapport entre la quantité de la nourriture absorbée journellement et le poids de la Truite.

La formule de LARSEN, à savoir $K = \frac{100 \cdot P}{L^3}$ où L représente la longueur et P le poids, donne centuplé, le rapport entre celui-ci et celle-là. D'après HUIFELDT-KAAS, cité par SCHÄPERCLAUS (3), il est presque égal à l'unité pour la Truite de ruisseau. Mes recherches ont montré qu'il en va autrement pour l'Arc-en-Ciel ; j'ai trouvé des chiffres compris entre 0,92 et 1,05 pour les tout jeunes alevins ; entre 0,73 et 1,10 pour les sujets de

(1) Quantité de nourriture absorbée par jour exprimée en pour cent du poids.

(2) Ce rapport s'établit en divisant le centuple du poids par le cube de la longueur :

$$K = \frac{100 \cdot P}{L^3}$$

(3) Die natürliche Ernährung der jungen Bachforelle in Teichen. — Zeitschrift für Fischerei ; Neudamm, 1928.

un été. Il est à présumer que ces variations tiennent au fait que, sous le nom d'Arc-en-Ciel, on confond en Europe les différentes espèces importées des Etats-Unis (notamment *Salmo irideus* Gibbons et *Salmo shasta* Jordan) entre lesquelles sont intervenus un peu partout des croisements

Par ailleurs, des constatations faites sur quatre sujets successivement utilisés pour plusieurs expériences (quatre à six) il résulterait que le rapport de LARSEN irait en croissant avec l'âge, passant, par exemple, de 0,94 en Mars à 1,10 en Juin. Mais il serait téméraire de généraliser, les données étant trop peu nombreuses.

(A suivre).

UN INTÉRESSANT MODÈLE DE PÊCHERIE

Par le Comte G. LECOINTRE

Président de la *Chambre syndicale des Etangs de Touraine et d'Anjou*.

De plus en plus on se préoccupe, en pisciculture, comme ailleurs, d'économiser l'effort humain. On a pu lire déjà dans le *Bulletin* de nombreux articles sur la manière d'aménager rationnellement les étangs. L'article de

FIG. 16. — Pêcherie de l'étang des Châtelliers (Deux-Sèvres).

M. HIRSCH dont les pêcheries ont été abondamment copiées autour de chez lui, est encore présent dans toutes les mémoires (1).

(1) Voir *Bulletin* ; — Aménagements d'Étangs, n° 36, Juin 1931, p. 364.