

Alimentation et croissance des civelles d'*Anguilla anguilla* L. (Poisson Téléostéen-anguilliforme) élevées expérimentalement en « canalisation », au laboratoire

P. ELIE et J. DAGUZAN

avec la collaboration technique de M. M. LE PIVER,

Laboratoire de Zoologie générale et d'Écophysiologie
Faculté des Sciences Biologiques, Université de Rennes I
Avenue du Général-Leclerc, 35042 Rennes Cedex (France)

I. — Résumé

La croissance des Civelles d'*Anguilla anguilla* L. est étudiée dans un nouveau système d'élevage dit : « en canalisation ». Des charges biotiques de 10 kg/m³ sont atteintes après 122 jours d'alimentation. La prise de nourriture, les comportements durant la phase d'alimentation et enfin l'activité et la localisation préférentielle des Civelles sont analysés. Les différentes causes de mortalité sont pour la plupart mises en évidence.

II. — Introduction

De 1960 à 1968, la production des élevages d'*Anguilla japonica* (TEMINCK et SCHLEGEL), au Japon, passe de 4 800 tonnes à près de 24 000 tonnes (dernier tonnage produit par 1 682 exploitations) (MATSUI, 1952; KOOPS, 1966; QUERELLOU, 1973; USUI, 1974; FORREST, 1976; TESCH, 1977). A l'heure actuelle, cette production semble se stabiliser à 27 000 tonnes environ.

De plus, en 1969, le Japon commence à importer, en vue de l'élevage, des Civelles d'*Anguilla anguilla* L., mais entre 1970 et 1974, les résultats obtenus sont très médiocres (taux de mortalité de 80 à 90 p. 100). Aujourd'hui, il semble que les paramètres de l'élevage de la Civelle européenne soient mieux connus (ITOSHI, 1972; CUEFF, 1974; SELTZ, 1974; KUHLMANN, 1975 et 1976; ELIE, 1975 et 1979; ELIE et DAGUZAN, 1976).

Les débuts de l'élevage de l'Anguille en France datent de 1968, sur une

initiative de la compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est. Le C.T.G.R.E.F. (Centre Technique du Génie Rural des Eaux et Forêts) entreprend en mars 1974, des études sur l'élevage des Civelles en circuit fermé (eau douce), et effectue des tests de croissance selon divers aliments existant sur le marché (SELTZ, 1974).

En France, la médiocrité des résultats obtenus lors des différents essais est essentiellement due à trois facteurs limitants : socio-économiques, techniques et biologiques. Les échecs enregistrés par les salins du Midi et la Compagnie Générale Transatlantique semblent être les conséquences de l'utilisation de populations d'Anguillettes très hétérogènes en qualité et potentialité de croissance (QUERELLOU, 1975). L'élevage de l'Anguille ne pourra donc se réaliser dans de meilleures conditions, que lorsque la maîtrise du grossissement des Civelles sera acquise. En effet, malgré les travaux sur la reproduction des Anguilles au laboratoire (FONTAINE, 1936, 1964; TUZET et FONTAINE, 1937; BOETIUS, 1962), le maintien des stades larvaires et la métamorphose ne sont pas encore possibles.

En ce qui nous concerne, nous avons montré récemment l'importance de la température sur l'alimentation et la croissance de la Civelle de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) et déterminé la température optimale de son élevage en eau saumâtre (ELIE et DAGUZAN, 1976).

Devant le petit nombre de recherches effectuées sur l'élevage de la Civelle et à la suite de nos travaux, il semble intéressant de montrer l'importance du type de système d'élevage employé sur la croissance de la Civelle.

En effet, les structures d'élevage utilisées au Japon paraissent inadaptées au contexte socio-économique français : surface élevée, main d'œuvre importante, captures des individus difficiles, nécessitant deux journées avec 10 personnes pour récupérer entre 80 et 95 p. 100 de l'effectif présent dans un bassin d'élevage de 5 000 m².

Nous avons donc essayé de mettre au point une structure d'élevage (Unité d'élevage) mieux adaptée au contexte français et pouvant être facilement mise en œuvre (1).

III. — Techniques expérimentales et matériel utilisé

Le système utilisé permet d'effectuer un « élevage en canalisation ».

A. — Caractéristiques de la « Canalisation » et de son circuit hydraulique

Ce système d'élevage présente une capacité totale de 38 litres environ et comprend (fig. 1 et photo 1) :

- un compartiment de chauffage et d'oxygénation de l'eau (A), réalisés à l'aide d'une électrode chauffante de 150 watts et d'une rampe d'arrivée d'eau sous pression;
- un compartiment d'élevage et d'oxygénation facultative (B) muni de deux micro-bulleurs permettant des réajustements de l'oxygénation de l'eau;

(1) Il faut noter que deux expérimentations analogues et simultanées ont été menées sur cette structure d'élevage. Devant les résultats similaires obtenus nous n'exposons que les données relatives à l'une des expériences.

- une canalisation obscure (C) servant d'abri pour les animaux;
- un compartiment d'alimentation (D);
- un compartiment d'évacuation de l'eau (E), assurée par un déversoir.

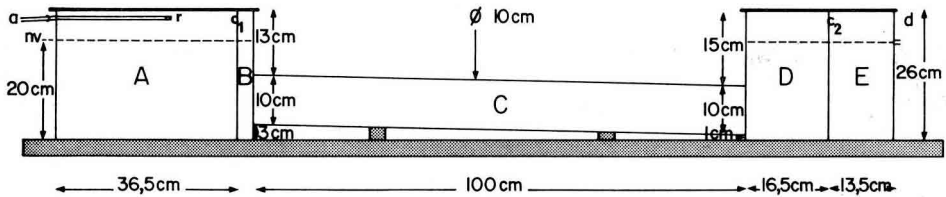
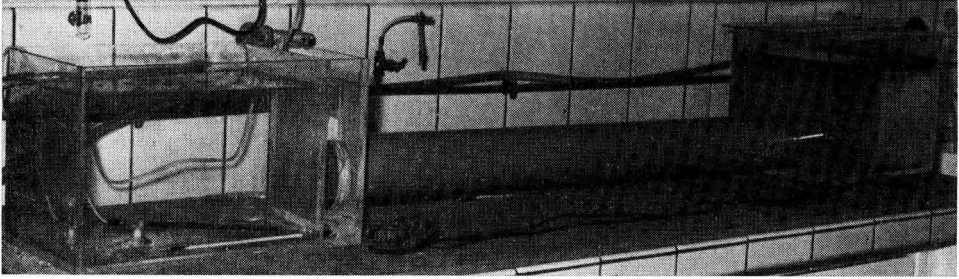


FIG. 1. — Schéma et vue générale du système d'élevage en canalisation.

- A : compartiment de chauffage et d'oxygénation
 B : compartiment d'élevage et d'oxygénation
 C : canalisation obscure
 D : compartiment d'élevage et d'alimentation
 E : compartiment d'évacuation de l'eau
 a : arrivée de l'eau
 C₁ et C₂ : cloisons amovibles
 d : déversoir du trop plein d'eau
 nv : niveau de l'eau
 r : rampe d'oxygénation.

Scheme and general view of the rearing system in canalization .

- A : heating and oxygenation compartment
 B : rearing and oxygenation compartment
 C : dark canalization
 D : rearing and feeding compartment
 E : water emptying compartment
 a : water inlet
 C₁ and C₂ : removable wall
 d : overflow shoot
 nv : water level
 r : oxygenation pipe.

Le volume d'élevage est de 16 litres environ (compartiments B — C — D) et se trouve limité par deux cloisons amovibles constituées chacune d'une armature de plexiglass de 0,4 cm d'épaisseur, garnie d'une toile de nylon tressée, à maille carrée de 800 μ .

Les diverses faces des compartiments A, B, D, E, sont en plexiglass de 1 cm d'épaisseur et sont collées avec de l'altuglass, puis vissées.

La canalisation C est constituée d'un tuyau de P.V.C. dont les deux extrémités sont soudées au reste du système, grâce à de la colle souple V 26.

De plus, afin, d'une part d'éviter la fuite des animaux et d'autre part de maintenir l'équilibre thermique du système, des plaques de verre recouvrent les compartiments A, B, D et E.

Enfin, la structure de cette unité d'élevage, nécessite la mise au point d'un système permettant la capture facile des individus. Après avoir provoqué la fuite des animaux du compartiment B, nous introduisons un double disque de plexiglass ajouré dont les pourtours sont garnis de languettes de caoutchouc et la forme épouse parfaitement celle du compartiment C. Le disque ainsi introduit est tiré vers le compartiment D entraînant les Civelles (fig. 1).

B. — *Constance des facteurs physico-chimiques*

1. *Thermorégulation*

Notre élevage en canalisation est réalisé à la température optimum de 25 ± 1 °C (ELIE, 1975; KUHLMANN, 1976; ELIE et DAGUZAN, 1976). Au cours des diverses manipulations (pesées, comptage des individus), les animaux sont toujours maintenus à la température d'élevage.

2. *Oxygénation*

Des contrôles réguliers effectués quatre fois par semaine permettent de constater que le taux de saturation en oxygène est toujours important (90 à 100 p. 100).

3. *pH*

Il est contrôlé chaque jour et oscille entre 7,5 et 7,7.

4. *Débit*

Le débit varie entre 150 et 170 l/h et est contrôlé matin et soir.

5. *Lumière*

Des panneaux de « polystyrène expansé » sont plaqués sur les fenêtres de la salle d'élevage afin d'uniformiser les intensités lumineuses reçues par la « canalisation ».

C. — *Origine des Civelles et dispositions préliminaires*

Les Civelles mises en élevage ont été pêchées le 15 mars 1976 dans l'estuaire de la Loire, à l'entrée Est du port de St-Nazaire (Loire-Atlantique).

Durant le trajet, les animaux sont maintenus dans une enceinte isotherme légèrement humidifiée.

Les Civelles destinées à l'élevage sont d'abord mises dans un bac dont l'eau présente les caractéristiques de leur milieu d'origine (salinité 20 p. 1000; température 9 °C). Puis, les animaux sont amenés progressivement (en 4 j) aux conditions choisies (eau douce).

Pendant le transfert des animaux des bacs d'adaptation dans les bacs d'élevage, la température est maintenue à 9 °C, pour éviter tout stress éventuel (ELIE et DAGUZAN, 1976). Puis, elle est élevée de 2,5 à 3,5 °C par jour jusqu'à l'obtention de la température désirée.

Aucun traitement thérapeutique n'est administré aux Civelles durant l'expérimentation.

D. — « Charge biotique » des bacs d'élevage

En général, les « charges biotiques » sont calculées par rapport à la surface des bassins d'élevage. Au Japon, elles sont déterminées de façon empirique et varient entre 0,2 kg/m² et 0,5 kg/m².

En ce qui concerne notre système d'élevage, la charge biotique est exprimée par unité de volume (m³). Cette dernière se situe aux environs de 0,865 kg/m³, charge nettement supérieure à celles communément employées par ailleurs (0,2 kg/m³ à 0,6 kg/m³).

E. — Alimentation

Les besoins alimentaires qualitatifs et quantitatifs ont surtout été étudiés chez *Anguilla japonica* (TEMINCK et SCHLEGEL), (INUI et EGUSA, 1966; NOSE, 1970; ARAI *et al.*, 1971; QUERELLOU, 1973; USUI, 1974) mais concernent, soit des Anguillettes (poids supérieur à 2 g), soit des Anguilles. En ce qui concerne l'espèce européenne, *Anguilla anguilla*, rares sont les travaux relatifs à l'alimentation, et malgré les recherches de MESKE (1969) et de SELTZ (1974), le problème reste encore posé pour la phase Civelse.

Pour notre part, nous avons distribué de la rate de bœuf crue et broyée (aliment déjà utilisé dans nos élevages précédents). Celle-ci est disposée dans des mangeoires déjà décrites (ELIE et DAGUZAN, 1976), une fois par jour, généralement entre 12 heures et 14 heures.

F. — Détermination des poids individuels

Toutes les pesées sont effectuées le matin, à la température de l'eau d'élevage et à l'aide d'une balance « Mettler » ayant une précision de 0,01 g. Les Civelles sont disposées par groupe de 5 ou 10 individus environ sur une feuille de papier filtre et séchées individuellement par un léger mouvement de « roulage ». Nous évitons toute blessure en manipulant à la main.

L'effectif des Civelles au départ de l'élevage est de 72, représentant un poids global ou total de 13,80 g.

IV. — Présentation et discussion des résultats

A. — Alimentation des Civelles et comportement alimentaire

1. Prise de nourriture pendant les 38 premiers jours d'alimentation dans l'élevage en « canalisation »

L'étude de l'évolution du nombre de Civelles ayant un tube digestif dans lequel on distingue la présence d'aliment, pendant les 38 premiers jours d'élevage, montre que dès le 9^e jour d'alimentation, plus de 55 p. 100 des individus s'alimentent (fig. 2). Cette acquisition précoce du comportement alimentaire chez la Civelle confirme nos résultats antérieurs.

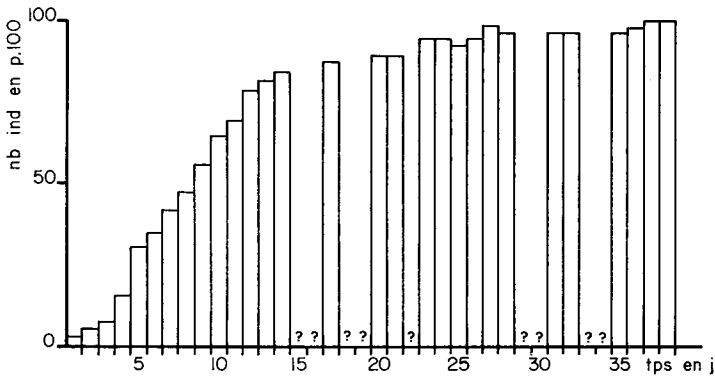


FIG. 2. — Évolution du nombre d'individus s'alimentant dans le système en canalisation pendant les 38 premiers jours d'alimentation; par rapport au nombre d'individus présents.

Variation in the number of individuals consuming food in the canalization system during the first 38 days of feeding as compared to the number of individuals present.

A partir du 17^e jour, plus de 87 p. 100 des animaux présents s'alimentent.

Le comportement alimentaire présenté par les Civelles puis les Anguillettes correspond à celui que nous avons décrit dans un travail précédent (ELIE et DAGUZAN, 1976). Il faut ajouter que les positions en « S » sont souvent accompagnées par des mouvements vrillés, lorsque la particule alimentaire est dure et importante.

D'autre part, l'évolution des pourcentages de Civelles se nourrissant par rapport à l'effectif présent au moment des observations montre qu'il existe des individus qui ne s'alimentent jamais. Ces derniers meurent pendant les 38 premiers jours (l'amaigrissement étant très important « poids moyen de 0,07 g).

2. Durée moyenne des repas

Des chronométrages effectués, durant 21 jours consécutifs (à partir du 38^e jour d'alimentation) et pendant la phase d'alimentation montrent que le temps moyen des repas pour l'ensemble des individus est de 10 mn environ. Rares sont les

animaux qui s'alimentent après ce laps de temps. Mais, afin de ne pas créer de facteur limitant, nous maintenons la mangeoire pendant 2 heures, la ration étant ou non utilisée.

3. La ration alimentaire et son évolution

Au Japon, il est admis que pour les adultes, il faut distribuer entre 6 p. 100 (pour un aliment artificiel) et 28 à 30 p. 100 (pour un aliment naturel) de la biomasse présente dans le système d'élevage (QUERELLOU, 1973; USUI, 1974; FORREST, 1976 et TESCH, 1977). En Europe et pour les adultes, les rations distribuées sont sensiblement les mêmes (C.T.G.R.E.F., 1973).

En ce qui concerne nos élevages, le critère retenu pour les augmentations de ration est l'absence totale d'aliment dans la mangeoire au terme des deux heures d'alimentation (fig. 3).

4. Comportement des Civelles pendant et juste après la phase d'alimentation dans l'élevage en « canalisation »

L'étude de ces comportements est réalisée grâce à une série d'observations effectuées durant 4 jours (39^e, 40^e, 41^e et 42^e jour d'alimentation). Le travail consiste à dénombrer au moment de la mise en place de la mangeoire et pendant l'heure qui suit, toutes les 2, 5 ou 10 mn, les individus présents dans les différents compartiments du système d'élevage (fig. 4). Le dénombrement des individus aux moments de grande activité est effectué à l'aide de photographies. Il faut signaler que 40 individus sont présents au moment des différentes observations.

On note ainsi que juste avant l'implantation de la mangeoire, la proportion des individus présents dans le compartiment C est importante (27 individus/40); les compartiments B (oxygénation) et D (Alimentation) sont faiblement pourvus en individus (au total 13/40).

Dès l'implantation de la mangeoire, il y a une « migration » des Civelles occupant les compartiments B et C dans le compartiment D (30 individus dans les deux premières minutes). Dès la 5^e minute d'alimentation, nous assistons à une chute importante des effectifs du compartiment D au bénéfice, dans un premier temps du compartiment C, puis dans un 2^e temps du compartiment B. Enfin, après l'heure d'alimentation, la grande majorité des animaux regagne le compartiment C. Ainsi, cette évolution spatiale s'effectue comme suit :

- une phase d'alimentation, relativement brève, ne dépassant généralement pas 10 minutes;
- une phase de transition correspondant au temps mis par les Civelles alimentées pour rejoindre le compartiment B;
- une phase d'oxygénation, relativement courte;
- une phase de repos.

Il faut noter que la façon de procéder n'offre qu'une image instantanée du phénomène. Seuls des marquages individuels (très difficiles à ce stade) et des comptages permanents des individus dans les différents compartiments du système permettraient de visualiser complètement les comportements.

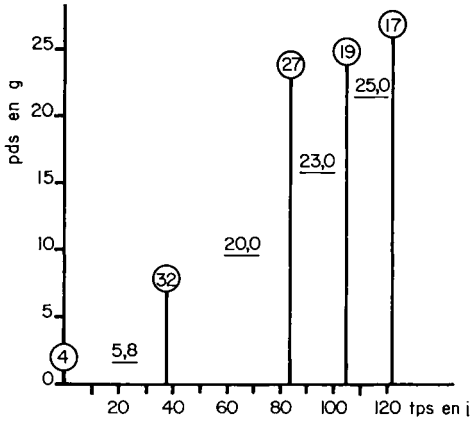


FIG. 3. — Évolution de la ration alimentaire distribuée au cours de l'élevage. (Les chiffres entourés représentent la ration alimentaire en p. 100 du poids global des individus présents à chaque pesée; ceux soulignés expriment la valeur moyenne de la ration en g durant chaque période).

Changes in the food ration offered during rearing

(Encircled figures indicate the food ration in p. 100 of the total weight of the individuals present at each weighing; underlined figures indicate the mean value of the ration in g during each period).

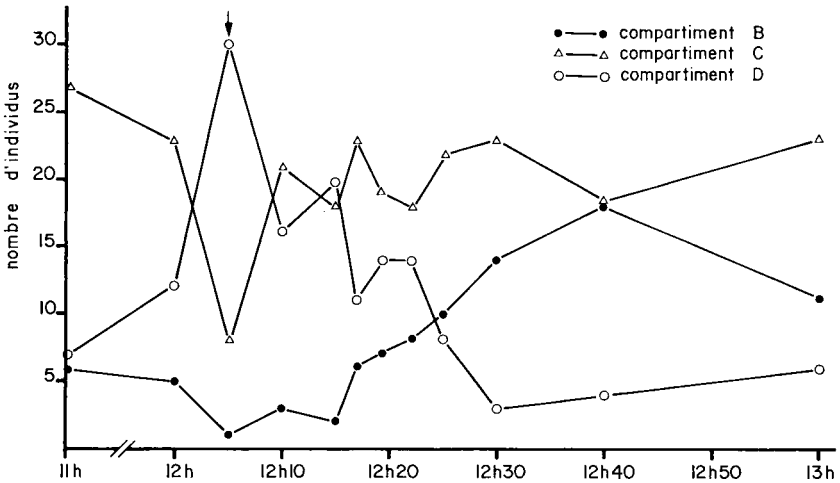


FIG. 4. — Évolution de la distribution spatiale des Civelles dans les compartiments de l'élevage en canalisation pendant la première heure de la phase d'alimentation (↓ moment où l'aliment est distribué).

Variation in the spatial distribution of the glass-eels in the compartments of the canalization system during first hour of the feeding phase (↓ moment of feeding).

5. *Activité et localisation préférentielle des Civelles dans le système d'élevage en canalisation*

Cette étude est effectuée sur 3 cycles de 26 heures. Les expériences débutent 1 heure avant l'implantation de la mangeoire et se terminent le lendemain.

Les observations portent d'une part sur le nombre d'individus actifs et inactifs (sans tenir compte du lieu de leur activité) et d'autre part sur le nombre d'individus présents dans les différents compartiments composant le système (sans tenir compte de leur activité).

a) *Activité des Civelles* (fig. 5)

Il existe deux maximum d'activité dus à l'implantation de la mangeoire dans le compartiment D.

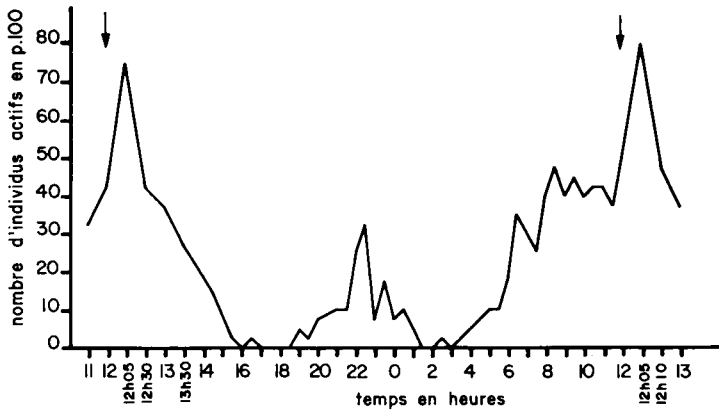


FIG. 5. — *Activité des Civelles élevées en canalisation pendant 26 heures consécutives* (les flèches indiquent le début de l'alimentation).

Activity of glass-eels reared in canalization during 26 consecutive hours (the arrows indicate the beginning of feeding).

A ces deux pics d'activité, vient s'ajouter un troisième maximum correspondant, semble-t-il, à la tombée de la nuit (21 h) et persistant jusqu'à 1 heure du matin.

De plus, il faut noter qu'une période de forte activité précède l'implantation de la mangeoire (4 h à 12 h), le compartiment D en est le siège principal.

Enfin, des observations complémentaires permettent de montrer que les individus présents dans la canalisation sont la plupart du temps, inactifs.

b) *Localisation préférentielle des Civelles* (fig. 6)

La comparaison entre les distributions spatiales des animaux dans les trois compartiments considérés (B, C, D) permet de penser que :

— la canalisation ne sert d'abri que pendant la journée après la phase d'alimentation;

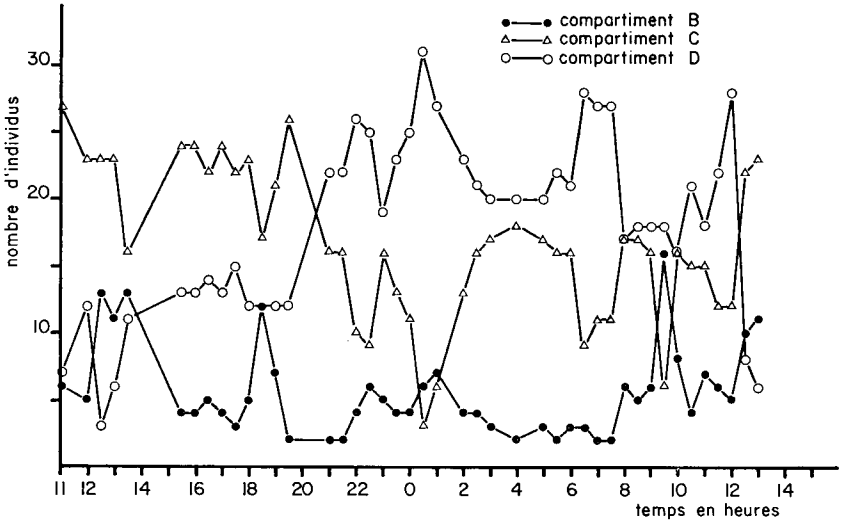


FIG. 6. — *Distribution spatiale des Civelles dans les trois compartiments d'élevage du système en canalisation (cycle de 26 h). 40 individus sont présents pendant les expérimentations.*

Spatial distribution of the glass-eels in the three rearing compartments of the canalization system (26 hr-cycle). 40 individuals were present during the experiments.

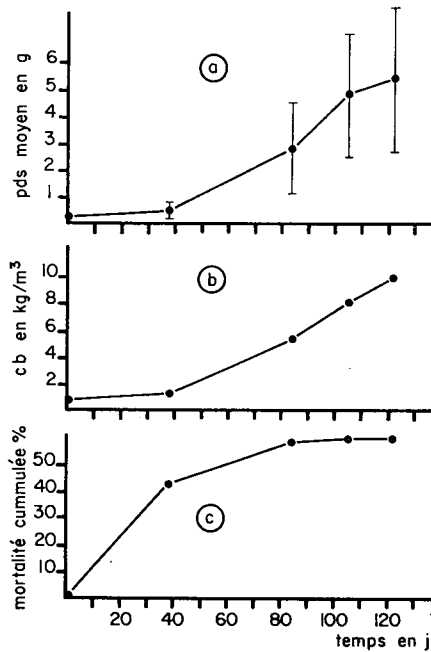


FIG. 7. — *Évolution du poids moyen (a), de la charge biotique (cb), (b) et de la mortalité au cours de l'élevage (c)*

Changes in mean weight (a), biotic load (cb), (b) and mortality during rearing (c).

— à partir de 21 h, il y a un transfert de la plupart des individus du compartiment C vers le compartiment D qui est, soit le siège de l'activité nocturne et matinale, soit le siège du repos pendant les mêmes moments.

— Enfin, aucune conclusion ne peut être tirée en ce qui concerne le compartiment B, sauf au niveau du comportement post-alimentaire dont nous avons déjà parlé précédemment.

B. — Croissance des Civelles

I. Évolution des poids moyen et global au cours de l'élevage en canalisation

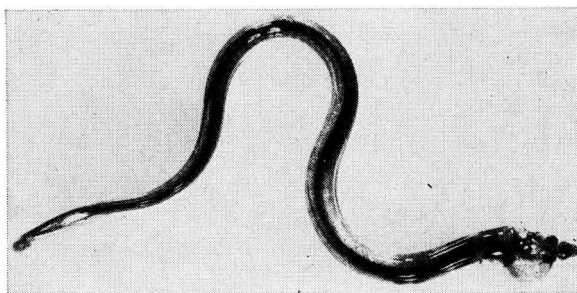
Cette étude correspond à une période de 122 jours d'alimentation (fig. 7).

Tout d'abord, on note que pendant les 38 premiers jours d'alimentation, la croissance est relativement faible, les Civelles atteignent un poids moyen de 0,52 g.

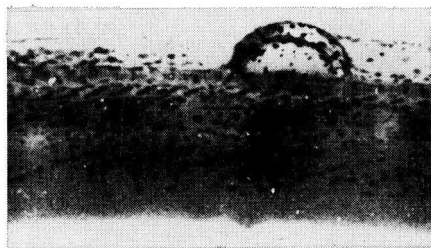
Cependant, dans le même temps, nous avons vu précédemment, que le volume des prises alimentaires est relativement important (fig. 3). Nous pensons donc que ce phénomène est dû essentiellement à deux causes principales :

- l'ingestion de l'aliment sans croissance (ELIE et DAGUZAN, 1976);
- l'hétérogénéité des lots de départ (ELIE, 1979).

Par la suite, les individus croissent de façon plus importante, le poids moyen passant de 0,52 g à 5,47 g (fig. 7a).



a



b

FIG. 8. — Civelles présentant une grosse bulle de gaz sous-épidermique sur le côté droit de la tête (a).
Grossissement d'une bulle de gaz (b).

Glass-eels exhibiting a large gas bubble under the skin on the right side of the head (a).
Magnification of a gas bubble (b).

Le gain de poids global obtenu au terme de l'élevage après 122 jours est de 1 151,0 p. 100 (passage de 13,80 g à 158,90 g).

La charge biotique passe dans le même temps de 0,86 kg/m³ à 9,93 kg/m³ (fig. 7b).

Il faut remarquer que ces valeurs sont nettement supérieures à celles obtenues pour des temps d'élevage équivalents dans les systèmes classiques, aussi bien en eau douce (données non publiées) qu'en eau de mer légèrement dessalée (ELIE et DAGUZAN, 1976) pour les mêmes temps d'expérimentation.

Enfin l'évolution des poids globaux suit celle des poids moyens contrairement aux résultats obtenus par SELTZ (1974).

C. — Mortalité et cannibalisme

Les fuites étant inexistantes, le relevé journalier des individus morts nous permet d'apprécier, d'une part la mortalité périodique et globale, et d'autre part d'établir la valeur du cannibalisme (tabl. 1).

Les Civelles présentent des mortalités relativement importantes pendant les premiers jours d'élevage, qui par la suite s'atténuent progressivement (fig. 7c).

TABLEAU I

Évolution de la mortalité en p. 100 et du cannibalisme en p. 100 dans l'élevage en canalisation
Development of mortality (in p. 100) and of cannibalism (in p. 100) in the canalization rearing system

Temps <i>Time</i>	Mortalité en % <i>Mortality</i> in %	Cannibalisme en % <i>Cannibalism</i> in %
1 ^{re} et 2 ^e pesée. <i>1st and 2nd weighing</i> 38 j 38 d	37,5	5,5
2 ^e et 3 ^e pesée <i>2nd and 3rd weighing</i> 46 j 46 d	12,5	2,7
3 ^e et 4 ^e pesée <i>3rd and 4th weighing</i> 21 j 21 d	1,4	0
4 ^e et 5 ^e pesée <i>4th and 5th weighing</i> 17 j 17 d	0	0
TOTAL.	51,4	8,2

Elles peuvent s'expliquer en partie par le stress des individus transportés en container isotherme, puis soumis à un gradient de température et de salinité. Cependant, nous avons pu montrer que ce stress n'était pas le seul facteur de mortalité. En effet, 5 causes principales ont pu être mises en évidence pendant la durée de cette expérimentation (tabl. 2).

Il est intéressant de souligner que l'impossibilité de se nourrir chez quatre individus provient du fait de la formation de bulles de gaz sous l'épiderme de la Civelle (fig. 8). Ces bulles atteignent une importance telle que les individus sont

TABLEAU 2

Causes des mortalités obtenues chez les individus élevés dans le système « en canalisation » pendant les 122 jours d'alimentation (exprimées en p. 100 de l'effectif initial)

Causes of mortality recorded among the individuals reared in the "canalization" system during 122 days of feeding (in p. 100 of initial stock)

Causes des mortalités <i>Causes of mortality</i>	Bac C « en canalisation » " in canalization "	
	Nombre d'individus <i>Number of individuals</i>	%
Saprolégioses	16	22,2
Individus ne s'alimentant pas <i>Individuals which do not eat</i>	8	11,1
Cannibalisme <i>Cannibalism</i>	6	8,2
Impossibilité de se nourrir (bulles de gaz) <i>Impossibility of food consumption (gas bubbles)</i>	4	5,5
Impossibilité de défécation <i>Impossibility of defecation</i>	2	2,7
Causes indéterminées <i>Miscellaneous</i>	7	9,7
TOTAL	43	59,4

astreints à nager en surface, sans parvenir à s'enfoncer, pour accéder à la mangeoire (la position de l'animal dépend des lieux de formation des bulles de gaz).

De plus, les Civelles présentant une impossibilité de défécation ont généralement une paroi fibreuse (longueur de 0,5 cm à 6 cm) de rate de bœuf qui obstrue l'orifice anal. Elles s'alimentent quelques jours et meurent ensuite avec un estomac très ballonné.

Quoiqu'il en soit, les mortalités obtenues en « canalisation » sont importantes (43 individus / 72). La majeure partie d'entre elles (37,7 p. 100) est due aux Sapro-légnioses (16 / 43). Sans celles-ci, le taux de survie de cet élevage atteindrait pendant la première période (38 jours) 80 à 85 p. 100.

Les valeurs du cannibalisme présentées chez les Anguilletes au cours de cette expérimentation, semblent être plus importantes que celles obtenues dans un élevage de type classique (ELIE et DAGUZAN, 1976). En fait, il est rare de pouvoir observer un phénomène de cannibalisme dans un élevage expérimental (3 cas observés au cours de l'ensemble de nos expérimentations). La présence d'une semi-obscureté permanente dans le compartiment C semble favoriser ce phénomène.

Conclusion

La mise au point d'un nouveau système d'élevage, dit « en canalisation » permet d'obtenir chez les Civelles des croissances importantes. En effet, la charge biotique initiale étant de 0,865 kg / m³ (poids moyen individuel de 0,20 g) atteint après 105 jours d'alimentation près de 9 kg / m³ (poids moyen individuel de 4,87 g). Après 122 jours, le système supporte une charge de 10 kg / m³ (poids moyen individuel de 5,47 g). Ces résultats sont beaucoup plus importants que ceux obtenus expérimentalement dans des systèmes classiques, pour des durées identiques d'élevage.

L'intérêt de ce système réside dans la disposition relative des différents compartiments (compartiments d'oxygénation ou « respiroir », « dortoir », compartiment d'alimentation), les deux premiers cités n'étant jamais souillés par les particules alimentaires.

La compartimentation de cette unité d'élevage a permis de montrer d'une part, 4 phases comportementales successives : alimentation, « transition », oxygénation, repos, et d'autre part, l'existence selon le moment de la journée, d'une localisation préférentielle des Civelles dans les différents compartiments. Le tube obscur sert surtout d'abri et de repos pendant le jour et après la période d'alimentation.

On aurait pu penser que l'action conjuguée de l'éloignement « respiroir » — compartiment d'alimentation, et du sens du courant existant dans le système auraient entraîné des perturbations dans la perception de l'aliment distribué aux Civelles. En fait, il n'en est rien, car dès le 9^e jour, plus de 55 p. 100 des individus s'alimentent et au 17^e jour, 87 p. 100 des Civelles prennent un repas.

Durant cet élevage, 5 causes de mortalité ont pu être déterminées : les Sapro-légnioses (22 p. 100), le cannibalisme (8 p. 100), les individus ne s'alimentant pas (11 p. 100), ne pouvant se nourrir (bulle de gaz) (5,5 p. 100), ou incapables de rejeter leur fèces (3 p. 100). Enfin il faut noter que la présence d'une semi-obscureté permanente dans l'un des compartiments de l'unité d'élevage semble favoriser le cannibalisme.

Remerciements

Nous tenons à remercier Madame A. M. ÉLIE, assistante au laboratoire des services vétérinaires de Rennes, pour la détermination des Saprolegnioses.

Summary

*Feeding and growth of glass-eels *Anguilla Anguilla* L. (Anguilliforme Teleosts) reared experimentally in a « canalization » at the laboratory*

Development of a new rearing system using a canalization has led to high growth performances in glass-eels. The initial biotic load (stocking rate) was 0.865 kg/m³ (individual mean weight: 0.20 g) and reached after 105 days of feeding almost 9 kg/m³ (individual mean weight: 4.87 g). After 122 days, the system supported a load of 10 kg/m³ (individual mean weight: 5.47 g). These results are much better than those recorded in classical systems for the same length of culture.

The advantage of this system depends on the relative location of the different compartments (oxygenation compartment or "breathing room", "dormitory", feeding compartment), the first two being never polluted by food particles.

The division of this system into compartments permitted to demonstrate 4 successive behavioural phases: *feeding*, "transition", *oxygenation*, *rest* and the existence of a preferential localization of the glass-eels in the different compartments according to the moment of the day. The dark tube was used especially as a shelter and a rest room during the day and after feeding.

It was assumed that the combined action of the distance between the "breathing-room" and the feeding compartment and the direction of the water flow in the system would lead to a disturbance of the perception of the food offered to the glass-eels. But, this was not the case as more than 55 p. 100 were eating already from the 9th day and on day 17,87 p. 100 of the fishes were consuming a meal.

Five causes of mortality were recorded during this experiment, i.e. saprolegnioses (22 p. 100), cannibalism (8 p. 100), individuals which were not eating (11 p. 100) unable to eat (gas bubble) or unable to reject their faeces (3 p. 100). It has also to be noticed that the permanent semi-obscure in one of the compartments seemed to favour the cannibalism.

Références bibliographiques

- ARAI S., NOSE T., HASHIMOTO Y., 1971. A purified test diet for the eel. *Anguilla japonica*. *Bull. Freshwater fish. Res. Lab.*, **21**, 2, 161-178.
- BOETIUS J., 1962. Studies of ovarial growth induced by hormone injections in the European and American eel (*Anguilla anguilla* L.) and (*Anguilla rostrata* Le Sueur). *Meddr. Danm. Fisk. -og Havunders.*, **3** (7-12), 183-198.
- C.T.G.R.E.F., 1973. *Développement de l'élevage de l'Anguille en France*. Rapport Bordeaux, 24 p.
- CUEFF J. C., 1974. L'élevage de l'Anguille française au Japon. *Pêche maritime*, **1153**, 238-243.
- ÉLIE P., 1975. Élevages expérimentaux de la Civelles d'*Anguilla anguilla* L. 1758, en eau saumâtre; résultats préliminaires. D.E.A., Univ. Rennes, 73 p.
- ÉLIE P., 1979. Contribution à l'étude des montées de Civelles d'*Anguilla anguilla* Linné (Poisson Téléostéen Anguilliforme) dans l'estuaire de la Loire : Pêche, Écologie, Écophysiologie et Élevage. *Thèse doc. 3^e cycle*, Rennes, 381 p.
- ÉLIE P., DAGUZAN J., 1976. Alimentation et croissance des Civelles d'*Anguilla anguilla* L. (Poisson Téléostéen Anguilliforme) élevées expérimentalement à diverses températures, au laboratoire. *Ann. Nutr. Alim.*, **30**, 95-114.
- FORREST D. M., 1976. *Eel capture, culture, processing and marketing.*, ed. Fishing News Book, London, 205 p.
- FONTAINE M., 1936. Sur la maturation complète des organes génitaux de l'Anguille mâle et l'émission spontanée. *C. R. hebdomadaire. Séanc. Acad. Sci. Paris*, **202**, 1312-1314.

- FONTAINE M., BERTRAND E., LOPEZ E., CALLAMAND O., 1964. Sur la maturation des organes génitaux de l'Anguille femelle (*Anguilla anguilla*) et l'émission spontanée des œufs en aquarium. *C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris*, **259**, 2907-2910.
- INUI Y., EGUSA S., 1966. Enlarged liver of eel kept on a formulated eel feed. *Annual meeting Jap. Soc. Sci. Fish. in ARAI et al.*, 1971.
- ITOSHI H., 1972. On the culture of imported European Glass-eel. *Bull. Shizuoka Pref. Fish. Exp. Stat.*, **5**, 57-64.
- KOOPS H., 1966. Ein Fütterungsversuch mit Salzaalen in der Flussteich-wirtschaft Müden an der Mosel. *Arch. Fishwiss.*, **17**, 36-44.
- KOOPS H., 1971. Ergebnisse einer Fütterung von Teichaalen mit Frischfish und mit Trockenfutter. *Fischwirt.*, **a1**, 73-77.
- KUHLMANN H., 1975. Der Einfluß von temperatur, Futter, röBe und Herkunft auf die Sexuelle Differenzierung von Glasaalen (*Anguilla anguilla*). *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, **27**, 139-155.
- KUHLMANN H., 1976. Influence of temperature, food, size and origin on the growth and sexual differentiation of elvers (*Anguilla anguilla*). *I.C.E.S. |E.I.F.A.C. Symp. on Eel Res. and Management*. **12**, Helsinki.
- MATSUI I., 1952. A guide to pond-culture of the eel. (En japonais). *Journ. Shimonoseki Fish. coll.*, **2**, 1-245.
- MESKE C. H., 1969. Aufzucht von Aalbrut in Aquarien. *Arch. Fishwiss.*, **20**, 26-32.
- NOSE T., 1970. A preliminary report on some essential amino acids for the growth of eel, *Anguilla japonica*. *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.*, **19**, 31-36.
- QUERRELOU J., 1973. *Élevage des Anguilles au Japon*. Rapport, C.T.G.R.E.F., Bordeaux.
- QUERRELOU J., 1975. Facteurs limitants de l'élevage des Anguilles en France. Techniques japonaises correspondantes et « adaptabilité ». *Bull. Soc. Franco-Japonaise. Océanogr.*, (*La mer*), **13**, 30-37.
- SELTZ J., 1974. *Élevage de Civelles en circuit fermé. Test de grossissement*. Rapport C.T.G.R.E.F., Bordeaux.
- TESCH F. W., 1977. *The eel, biology and management of anguillid eels*. ed. Chapman and Hall, London, 434 p.
- TUZET O., FONTAINE M., 1937. Sur la spermatogénèse de l'Anguille argentée (*Anguilla vulgaris* Cuv.). *Arch. Zool. exp. Gen. Paris.*, **78**, 199-125.
- USUI A., 1974. *Eel culture*. ed. Fishing news book, London, 185 p.