

# Comparaison des potentialités de croissance en élevage des civelles (*Anguilla anguilla*) du littoral marocain : variations géographiques saisonnières et effet d'un tri sélectif

*Growth pattern of cultured glass-eels (Anguilla anguilla) on the moroccan coast : geographical and seasonal variations, grading effect*

par Amina Berraho\*, Ahmed Yahyaoui\*, Raymonde Lecomte-Finiger\*\* et Pierre Aguesse

\*Faculté des sciences de Rabat, département de biologie, B.P. 1014, Rabat (Maroc)

\*\*Laboratoire de biologie marine, université de Perpignan, Perpignan (France)

## RÉSUMÉ

Les civelles marocaines d'origine atlantique (Sebou) et méditerranéenne (Moulouya) présentent des différences qualitatives au moment de leur recrutement, résultant de la situation géographique de chaque site et des facteurs environnementaux locaux. Ces différences corporelles n'affectent pas leurs potentialités de croissance en élevage. La séparation des individus à comportement alimentaire acquis de ceux qui poursuivent leur jeûne, lors d'un tri réalisé 21 jours après la mise en élevage, montre les effets défavorables de cette opération sur le taux de survie, sur la croissance et sur le phénomène d'acquisition du comportement de prise alimentaire.

## ABSTRACT

The experience consists of a comparative analysis of the growth rate in 2 samples of glass-eels caught either in Sebou (Atlantic coast) or in Moulouya (Mediterranean area). At the beginning of the experiment, glass-eels from Sebou and Moulouya areas displayed differences in length and weight. Moreover, at the end of the experiment, the two samples of elvers display the same growth pattern. A grading was improved after 21 days of experiment. Two samples were separated : one made of feeding elvers, the other one with starved elvers before feeding. The time of grading is an important step in the rearing. This does not seem to be necessary before the onset of feeding in the elvers.

### MOTS CLÉS

CIVELLE, ANGUILLA ANGUILLA, MAROC, ÉLEVAGE, TRI SÉLECTIF

### KEY-WORDS

GLASS-EEL, ANGUILLA ANGUILLA, MOROCCO, REARING, GRADING

Article reçu le 5 mars 1991 ; accepté le 16 décembre 1991 / Received March 5, 1991 ; accepted December 16, 1991

## INTRODUCTION

Le recrutement en civelles de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L., 1758) connaît actuellement un déclin généralisé (Working Party on Eel, 1989). Toutefois, la demande ne fait qu'augmenter sur le marché international. La production aquacole associée à la pêche ne permet qu'un recouvrement partiel du déficit entre l'offre et la demande (Gibrat

et Nielson, 1985 ; Heinsbroek, 1989). La quasi totalité de l'anguilliculture se pratique au Japon et en Europe. En Afrique du Nord, notamment au Maroc, cette espèce est l'objet d'une intense activité de pêche (Maroc : 114.000 tonnes de civelles et d'anguilles en 1986, F.A.O., 1986). Par ailleurs, l'anguilliculture est pratiquement absente, que ce soit à l'échelle commerciale ou en recherche expérimentale.

Le recrutement des civelles est conditionné par les facteurs hydrologiques et hydrodynamiques locaux propres à chaque site ainsi qu'à sa situation géographique par rapport à l'aire de ponte atlantique (Yahyaoui, 1988a). Les civelles d'*Anguilla anguilla* en recrutement sur les côtes atlantiques et méditerranéennes du Maroc sont originaires de la même aire de ponte : la mer des Sargasses. Leur trajet transocéanique est identique et ne diverge qu'à l'approche du continent africain. La population méditerranéenne suit alors un trajet plus septentrional et sensiblement plus long que celui parcouru par la population atlantique (Boetius, 1980). Une telle différence spatio-temporelle de migration transocéanique favorise la mise en place de variations morphométriques et pondérales entre civelles atlantiques et civelles méditerranéennes en recrutement (Yahyaoui, 1983 et 1988a). De telles variations peuvent engendrer des différences de croissance ultérieure de ces civelles.

Le présent travail porte sur une comparaison des potentialités de croissance de civelles atlantiques et de civelles méditerranéennes mises en élevage dans les mêmes conditions expérimentales.

L'anguille est une espèce caractérisée par une grande hétérogénéité de croissance en élevage ; celle-ci se manifeste dès le stade civelle, en relation avec une grande variabilité dans son aptitude à acquérir un comportement de prise de nourriture. C'est pourquoi, pour limiter l'hétérogénéité, on a souvent recours à des tris sélectifs. Ces derniers conduisent, dans la majorité des cas, à l'élimination d'une partie du cheptel d'origine, constituée d'individus à croissance lente ou nulle et à comportement alimentaire déficient.

Brown (1975) estime, en effet, que la prise alimentaire constitue un facteur déterminant de l'élevage qui affecte la croissance, les variations du comportement alimentaire étant responsables de la variabilité de sa croissance. En outre, Schmitz *et al.* (1982) notent la possibilité d'obtenir une croissance homogène au sein d'une population d'anguilles présentant une prise alimentaire individuelle homogène. C'est pourquoi, un essai de tri sélectif a donc été entrepris afin d'évaluer l'impact de cette opération sur l'initiation de l'activité trophique et sur la croissance.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1 - Origine des civelles

Les civelles utilisées pour cette expérience sont originaires de deux sites différents :

- estuaire du Sebou sur la façade atlantique, situé au nord-ouest du Maroc ;

- embouchure de la Moulouya sur la côte méditerranéenne, dans la partie nord-est du Maroc.

La population atlantique (n = 360 civelles) a été pêchée le 6 janvier 1989 et suivie en élevage du 11 janvier au 7 juin 1989 ( $\overline{LT}$  initiale =  $65,55 \pm 0,86$  mm,  $P$  initial =  $0,251 \pm 0,011$  g).

La population méditerranéenne (n = 400 civelles) a été pêchée le 8 décembre 1988 et suivie en élevage du 15 décembre 1988 au 8 mai 1989 ( $\overline{LT}$  initiale =  $70,08 \pm 0,72$  mm,  $P$  initial =  $0,323 \pm 0,013$  g).

Une estimation de la croissance saisonnière en rapport avec la température a été suivie par un élevage d'une population de civelles atlantiques pêchées en fin de saison de recrutement. Cette population (n = 266 individus) a été pêchée le 2 mai 1989 et mise en élevage du 8 mai au 29 septembre 1989 ( $\overline{LT}$  initiale =  $67,70 \pm 0,80$  mm,  $P$  initial =  $0,275 \pm 0,013$  g).

### 2 - Dispositif expérimental

- a - Les populations atlantiques et méditerranéennes, utilisées pour la comparaison des performances de croissance, sont élevées dans les mêmes conditions expérimentales. Le dispositif expérimental comprend un seul bac d'une capacité de 100 litres, séparé en deux compartiments par un filet de fines mailles.

Le bac est alimenté en eau courante à salinité très faible (0,6 ‰), l'oxygénation est maintenue aux environs de 8 mg/l et le pH est voisin de 7. La température n'est pas contrôlée (durant la période d'élevage,  $T = 15,1 \pm 1^\circ\text{C}$ ). L'alimentation est à base d'araignée de mer *Maja squinado*.

Chaque jour, le tiers du volume d'eau est renouvelé et le renouvellement complet d'eau est réalisé chaque semaine afin d'éviter l'accumulation des déchets toxiques.

- b - En ce qui concerne l'étude de l'effet du tri, deux élevages ont été réalisés en circuit fermé pendant 104 jours (du 10 novembre 1989 au 5 mars 1990). Les civelles proviennent de l'estuaire du Sebou (n = 150 civelles)

- . bac I : à température ambiante, soit  $T = 16,8 \pm 1^\circ\text{C}$  ;

- . bac II : à température régulée à  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Après 21 jours d'élevage, la population de chaque bac est séparée en deux lots, en fonction de la présence ou de l'absence de nourriture dans le tube digestif observé par transparence :

. lot "a" : composé d'individus à jeûne persistant ;

. lot "b" : formé d'individus ayant acquis un comportement alimentaire.

## RÉSULTATS

### 1 - Etude comparée des populations atlantiques et méditerranéennes

#### 1.1 - Mortalité et survie

La mortalité globale enregistrée par unité de temps comprend la mortalité recensée (cannibalisme, pathologie) et les disparitions (essentiellement les fuites).

Le taux de mortalité montre une différence significative en fonction de l'origine des civelles. En effet, la mortalité totale au sein de la population méditerranéenne est plus faible que celle enregistrée dans la population atlantique. Les taux de mortalité sont respectivement de 18,2 et de 26,2 % (tableau I) après 150 jours.

La variation du taux de survie est bien marquée au cours d'un cycle annuel. Une forte mortalité est notée parmi les civelles de fin de saison de recrutement élevées à une température moyenne de  $23,2 \pm 1^\circ\text{C}$  (35,7 % du stock initial contre 26,2 % pour les civelles recrutées en début de saison,  $T = 15,1 \pm 1^\circ\text{C}$ ).

L'essentiel de la mortalité survient au cours des 3 premiers mois de mise en élevage des civelles en fin de saison de recrutement. Par contre, la mortalité est répartie sur toute la durée d'élevage (environ 5 mois) dans la population de début de saison de recrutement (figure 1).

### 1.2 - Analyse de la croissance

#### a - Pigmentation

Les différents stades pigmentaires ont été définis selon la classification de Elie *et al.* (1982).

Aucune différence significative du développement de la pigmentation n'a été décelée entre population atlantique et population méditerranéenne (tableau II).

Par ailleurs, la durée de la pigmentation se trouve influencée par la température. En effet, 86,8 % d'individus atteignent le stade anguilette (VI B) après seulement 84 jours sur 144 jours d'élevage.

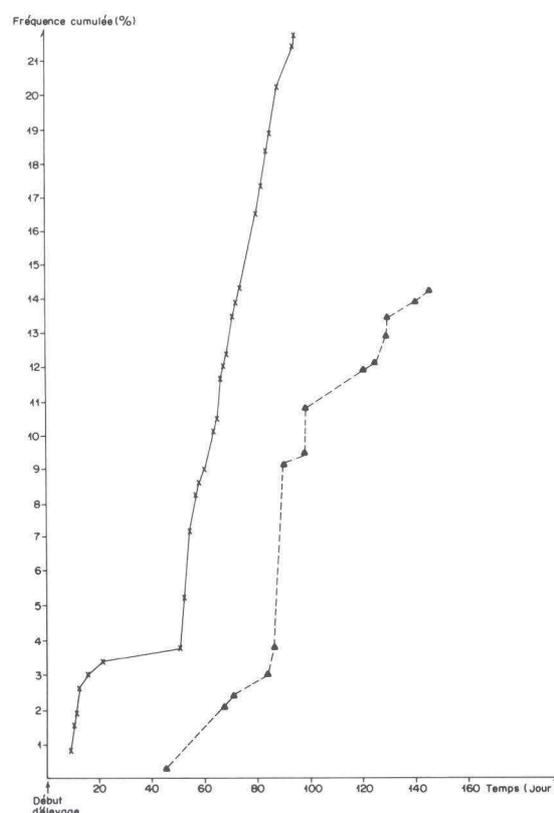


Figure 1 - Evolution de la fréquence cumulée de la mortalité recensée : - ▲ - début de saison de recrutement ; - x - fin de saison de recrutement. / Evolution of the accumulated death frequency recorded : - ▲ - beginning of the recruiting season ; - x - end of recruiting season.

Tableau I - Taux de mortalité au sein des populations atlantiques et méditerranéennes (Ni : nombre initial, Nf : nombre final). / Death rates within atlantic and mediterranean populations (Ni : initial number, Nf : final number).

Origine des civelles	Ni	Nf	Mortalité recensée		Disparitions		Mortalité totale	
			N	% Ni	N	% Ni	N	% Ni
Moulouya	400	327	54	13,5	19	4,7	73	18,2
Sebou	370	273	53	14,3	44	12	97	26,3

Alors qu'en début de saison, cette proportion ne dépasse pas 50 % après 5 mois d'élevage à une température moyenne de  $15,1 \pm 1^\circ\text{C}$ .

b - Croissance linéaire et pondérale

Les figures 2a et 2b représentent l'évolution des longueurs et des poids moyens. La phase de décroissance caractéristique des civelles en période de jeûne est suivie d'une phase de croissance progressive, linéaire et pondérale.

Les valeurs atteintes en fin d'élevage ne présentent pas de différence statistiquement significative entre civelles atlantiques et civelles méditerranéennes (les intervalles de confiance se chevauchent), bien que des écarts significatifs des paramètres corporels moyens initiaux soient relevés au moment de la mise en élevage et soient maintenus pendant les trois premiers mois d'élevage.

Les gains de taille et de poids des civelles atlantiques et des civelles méditerranéennes après cinq mois sont respectivement de 7,97 mm et 230 mg et de 5,92 mm et 185 mg. Les civelles présentent, en fin de saison de recrutement, une progression linéaire et pondérale respectivement de 17,96 mm et 556 mg (144 jours).

c - Relation taille-poids

La relation taille-poids établie pour les deux populations est illustrée par le tableau III. La taille et le poids varient au cours du temps et le coefficient d'allométrie (b), traduisant la façon dont le poids évolue en fonction de la taille, n'est pas stable : la relation allométrique entre les 2 paramètres est soit minorante ( $b < 3$ ), soit majorante ( $b > 3$ ).

La comparaison des équations de régression relatives aux populations des 2 sites (figure 3) laisse

apparaître une différence de la pente et aussi du taux d'allométrie au moment de la mise en élevage. En fin d'élevage, les droites obtenues sont presque confondues.

S E B O U		
Date	Equation de régression	r
11/1/89	$\text{LogP} = 2,457 \text{ LogL} - 6,013$	0,718
25/1/89	$\text{LogP} = 2,157 \text{ LogL} - 5,486$	0,598
15/2/89	$\text{LogP} = 3,590 \text{ LogL} - 8,303$	0,737
7/3/89	$\text{LogP} = 5,106 \text{ LogL} - 11,176$	0,797
7/4/89	$\text{LogP} = 5,494 \text{ LogL} - 11,862$	0,842
8/5/89	$\text{LogP} = 4,779 \text{ LogL} - 10,340$	0,913
7/6/89	$\text{LogP} = 4,389 \text{ LogL} - 9,606$	0,942

M O U L O U Y A		
Date	Equation de régression	r
15/12/88	$\text{LogP} = 3,548 \text{ LogL} - 7,872$	0,846
29/12/88	$\text{LogP} = 2,774 \text{ LogL} - 6,743$	0,765
19/01/89	$\text{LogP} = 3,904 \text{ LogL} - 8,745$	0,820
2/02/89	$\text{LogP} = 4,242 \text{ LogL} - 9,365$	0,772
7/03/89	$\text{LogP} = 5,607 \text{ LogL} - 12,196$	0,819
7/04/89	$\text{LogP} = 4,217 \text{ LogL} - 9,322$	0,888
8/05/89	$\text{LogP} = 4,522 \text{ LogL} - 9,933$	0,901

Tableau III - Relation allométrique entre le poids et la longueur des civelles au cours de leur croissance (r : coefficient de corrélation au risque de 1 %)./ Allometric relation between the weight and length of glass eels during their growth (r : coefficient of correlation at 1 % risk).

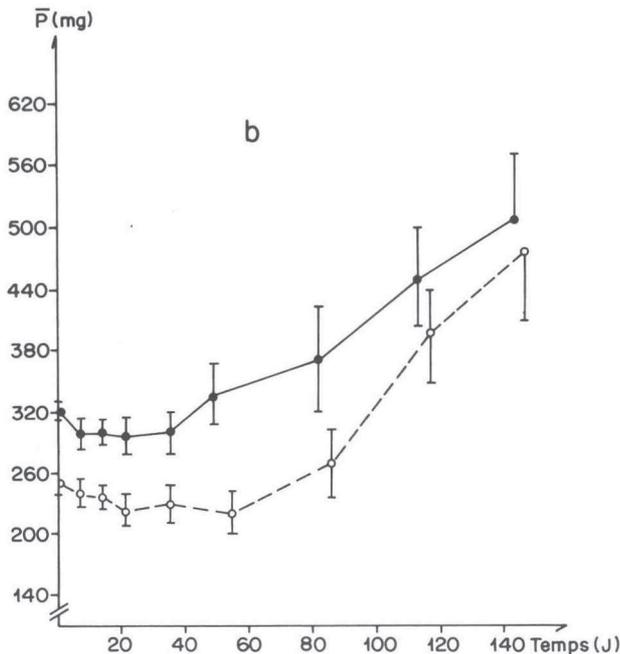
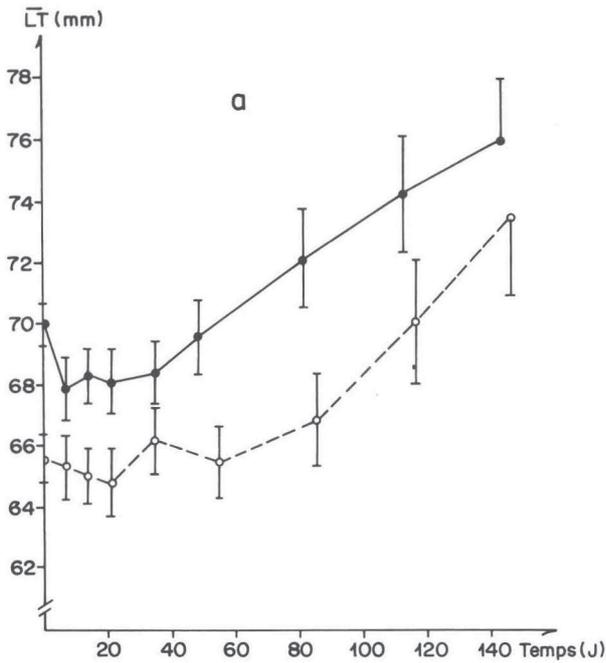
Tableau II - Evolution du pourcentage des stades pigmentaires./ Evolution of percentage of pigmentary stages.

Site	Durée d'élevage (jours)	Stades pigmentaires							
		VA	VB	VIA0	VIA1	VIA2	VIA3	VIA4	VIB
Moulouya	0 144		10	18	38	34	10	42	48
SEBOU	Début saison 147	2	26	26	42	4	14	34	52
	Fin saison 84			8	64	28	3,8	9,4	86,8

d - Coefficient de condition  $K = P/L^3$  (g/cm<sup>3</sup>)

Au moment de la mise en élevage, les civelles pêchées dans l'embouchure de la Moulouya présentent une bonne corpulence. Le K moyen est de  $0,093 \pm 0,002$  contre  $0,088 \pm 0,003$  pour les

Figure 2 (a, b) - Evolution de la longueur moyenne  $\bar{L}T$  du poids frais moyen  $\bar{P}$  au cours de la période considérée : — : Moulouya ; - - - : Sebou (les barres verticales représentent les intervalles de confiance à 95 %). / Evolution of the mean length  $\bar{L}T$ , of the mean fresh weight  $\bar{P}$  during the considered period : — : Moulouya ; - - - : Sebou (vertical barr show intervals of confidence at 95 %).



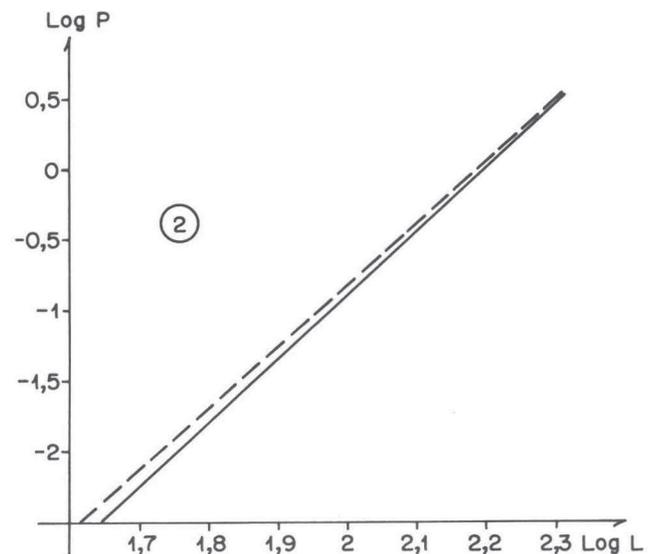
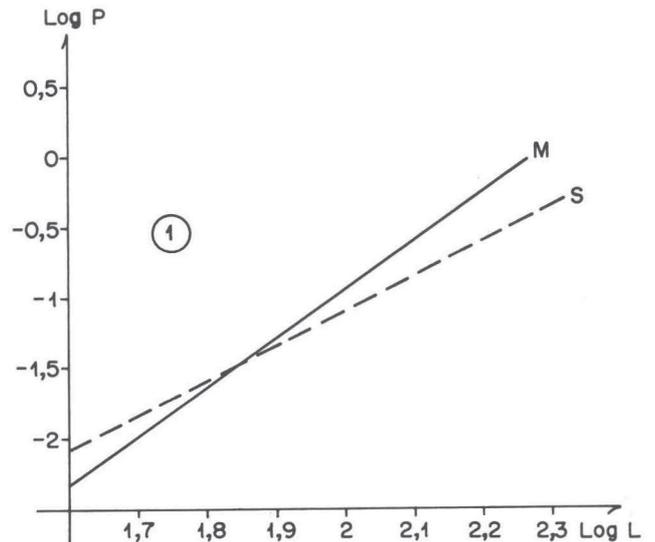
civelles originaires du Sebou (figure 4). Après la phase de décroissance initiale, ces dernières montrent une nette évolution de K moyen telle que les K moyens finaux des 2 populations sont du même ordre (Moulouya :  $0,1086 \pm 0,0064$  ; Sebou :  $0,1097 \pm 0,0067$ ).

## 2 - Etude des populations après un tri

### 2.1 - Mortalité et survie

La mortalité globale en élevage est plus faible à température ambiante ( $T = 16,8 \pm 1^\circ\text{C}$ ), qu'à  $25^\circ\text{C}$  : 30,88 % contre 66,16 % dans le dernier cas ; la

Figure 3 - Evolution des courbes de régression de la longueur en fonction du poids : S = Sebou ; M = Moulouya ; 1 = début d'élevage ; 2 = fin d'élevage. / Evolution of regression curves of length as a function of weight : S = Sebou ; M = Moulouya ; 1 = beginning of culture ; 2 = end of culture.



plus forte mortalité concerne le lot des civelles à comportement alimentaire tardif (lot II "a") : 85,06 % du stock initial (tableau IV).

2.2 - Croissance

a - Suivi de la croissance linéaire et pondérale

Après le tri, les tailles et les poids moyens progressent différemment dans les 4 lots expérimentaux (figure 5).

La chute de la croissance linéaire et pondérale du lot I "a" est progressive et continue tout au long de la période considérée. Par contre, on note un rétablissement de la croissance du lot "a" élevé à 25°C. Pour les lots "b" (I et II) à comportement alimentaire acquis, un ralentissement de la croissance survient au cours de la dernière phase d'élevage, vérifié par l'analyse des taux de croissance spécifique (tableau V).

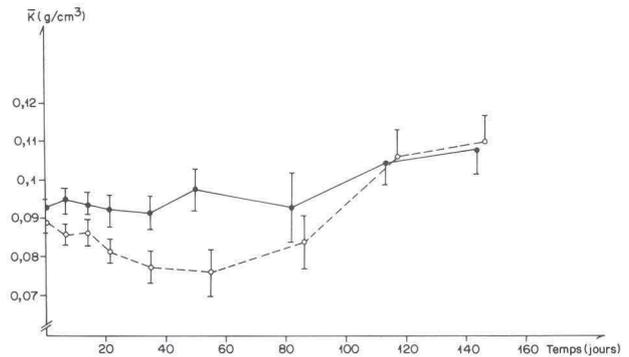


Figure 4 - Evolution du coefficient pondéral moyen K : — = population méditerranéenne (Moulouya) ; - - - = population atlantique (Sebou)./ Evolution of the mean weight coefficient K : — = mediterranean population (Moulouya) ; - - - = atlantic population (Sebou).

b - Variabilité de croissance

Etant donné que le tri a permis la séparation entre individus à comportement alimentaire acquis de ceux maintenus en jeûne, la dispersion en poids chez ces derniers est plus importante que chez les individus des lots "b". Cependant, la dispersion en

Bac	Lot	Ni	Mortalité recensée		Disparitions		Mortalité globale	
			N	% Ni	N	% Ni	N	% Ni
I T=16,8±1°C	Ia	97	17	17,52	12	12,37	29	29,90
	Ib	39	3	7,69	10	25,64	13	33,33
	Total	136	20	14,70	22	16,17	42	30,88
II T=25±1°C	IIa	87	50	57,47	24	27,58	74	85,06
	IIb	46	5	10,87	9	19,56	14	32,61
	Total	133	55	41,35	33	24,81	88	66,16

Tableau IV - Bilan de mortalité dans les différents lots issus d'un tri sélectif./Mortality results in different selectively graded lots.

Tableau V - Variation du taux de croissance spécifique au niveau des lots "b" des bacs à température ambiante I (T = 16,8°C) et à température régulée II (T = 25°C)./Variation in specific growth rates in "b" lots in tanks at outside temperature I (T = 16,8°C) and at controlled temperature II (T = 25°C).

Période	Durée (jours)	Taux de croissance spécifique en taille (% / jour)		Taux de croissance spécifique en poids (% par jour)	
		I	II	I	II
12-02 / 25-12	13	0,032	0,026	0,219	0,533
25-12 / 19-01	25	0,081	0,150	0,908	1,350
19-01 / 05-03	45	0,037	0,118	0,260	0,452

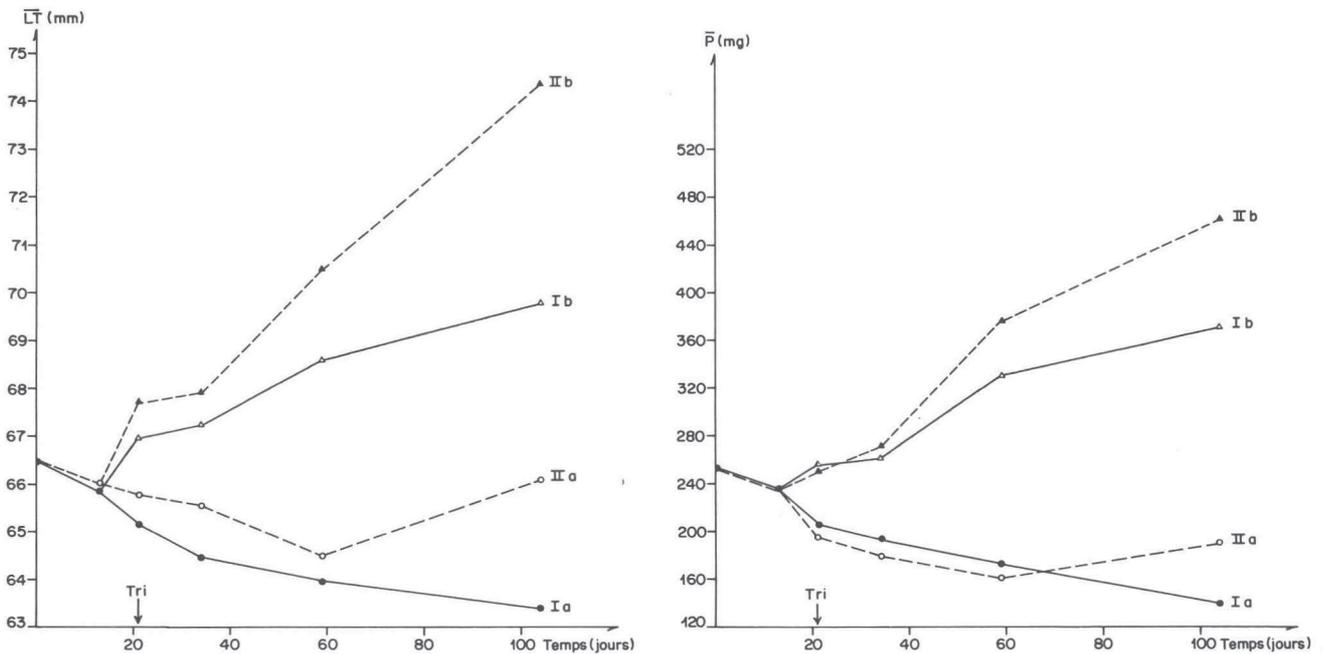


Figure 5 - Evolution de la longueur moyenne  $\overline{LT}$  et du poids frais moyen  $\overline{P}$  dans les lots "a" et "b" : — = température ambiante ; - - - = température régulée à  $25 \pm 1^\circ C$ ./Evolution of the mean length  $\overline{LT}$  and of the mean weight  $\overline{P}$  in lots "a" and "b" : — = outside temperature ; - - - = controlled temperature at  $25 \pm 1^\circ C$ .

taille, de faible amplitude, est plus marquée chez les individus à comportement alimentaire acquis (tableau VI).

## DISCUSSION

### 1 - Variation régionale et saisonnière

Les variations corporelles entre les civelles atlantiques et méditerranéennes, décelées par des études en milieu naturel, se répercutent ultérieurement sur leur croissance en élevage.

Le taux de survie enregistré pour les civelles méditerranéennes est relativement meilleur que pour celles de l'Atlantique. Le long transport de ces

civelles à partir du site de pêche jusqu'au site d'élevage (environ 600 km) explique, en partie, une telle différence du taux de survie.

En effet, une élimination des individus les plus faibles se produit avant la mise en élevage. Toutefois, les civelles méditerranéennes sont avantagées par des tailles et des poids supérieurs. Elles apparaissent donc résistantes et capables d'une adaptation plus facile aux conditions d'élevage.

Le taux de mortalité varie essentiellement en fonction des variations saisonnières de la température. Ainsi, si l'on considère que la majeure partie de la mortalité recensée concerne des

Tableau VI - Variabilité relative en taille et en poids des lots triés./Relative variability in size and weight of grading lots.

Conditions d'élevage	Lots	Variabilité relative en taille	Variabilité relative poids
Bac I T = $16,8 \pm 1^\circ C$ 83 jours après le tri	Ia	1,116	2,432
	Ib	1,597	1,305
Bac II T = $25 \pm 1^\circ C$ 83 jours après le tri	IIa	0,825	2,027
	IIb	1,225	1,117

individus à croissance nulle (les "boudeuses" :  $\overline{LT} < 70$  mm ;  $\overline{P} < 200$  mg), il est évident que le phénomène d'induction du comportement alimentaire doit être une cause directe de la mortalité. Or, il a été démontré que la température et le type d'aliment ont une influence sur l'induction du comportement alimentaire (Yahyaoui, 1983 ; Gibrat et Nielsen, 1985).

En outre, le taux de mortalité élevé au sein de la population de fin de saison de recrutement résulte d'un jeûne prolongé et de l'accélération des dépenses énergétiques par l'élévation de la température durant cette saison.

Hodal et Rand (1982) estiment que l'épuisement des réserves énergétiques du corps se prolonge trois semaines à  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ . De ce fait, à l'optimum thermique, il se produit une sélection naturelle rapide des individus inaptes aux conditions d'élevage. A température plus faible, l'essentiel des pertes s'opère sur une durée de 5 mois. Nos résultats sont en accord avec ceux de Kastelein (1983) et Roche (1983).

L'extension de la pigmentation est le premier phénomène caractérisant la croissance des civelles en milieux continentaux. Strubberg (1913), *in* Lecomte-Finiger (1983), a mis en évidence une relation étroite entre la vitesse de mélanogenèse et les conditions thermiques imposées aux civelles. Ceci a été confirmé également lors de notre étude.

De plus, il a été constaté que l'évolution de la pigmentation est corrélée à la croissance des civelles. Les individus qui n'atteignent pas le stade VIB même après 5 mois d'élevage, étaient dans

l'ensemble des individus à croissance lente ou nulle.

L'analyse de la croissance linéaire et pondérale fait apparaître une analogie des performances de croissance entre les civelles atlantiques et civelles méditerranéennes. Les différences observées sont notées surtout au niveau de la phase négative de croissance. En effet, il a été démontré que les populations atlantiques et méditerranéennes mises en élevage avec des tailles et poids initiaux du même ordre, présentent les mêmes courbes de croissance au cours de la période considérée (Berraho, 1990). Le temps d'acclimatation aux conditions d'élevage des civelles atlantiques est donc relativement plus long que celui des civelles méditerranéennes.

Le suivi de la croissance au cours du temps se trouve influencé par la proportion des individus inaptes à un moment donné et / ou / la proportion des individus éliminés par mortalité. Ces deux processus sont accélérés par la forte température, ce qui contribue à une amélioration des paramètres de croissance du stock restant. C'est le cas noté en élevage de fin de saison de recrutement.

De nombreux auteurs ont souligné l'action de divers facteurs du milieu sur le taux de croissance tels que la densité, le régime alimentaire, la température, la salinité, le type de substrat... (Foulquier *et al.*, 1976 ; Roche, 1983 ; Kastelein, 1983 ; Yahyaoui, 1983 et 1988 b ; Gibrat et Nielsen, 1985 ; Degani *et al.*, 1985 ; Belpaire, 1987 ; Richards, 1987 a et b ; Belpaire *et al.*, 1989 ; Seymour, 1989). Toutefois, Berg (1989) a pu montrer qu'en plus du régime alimentaire, la

Tableau VII - Comparaison du taux de croissance spécifique et de la variabilité entre population après tri et sans tri./ Comparison of the rate of specific growth and the variability between populations after grading or without grading.

Lots	Conditions thermiques	Taux de croissance spécifique (% jour)			Variabilité relative		
		Durée (jours)	Taille	Poids	Durée (jours)	Taille	Poids
Sans	$15,1 \pm 1^\circ\text{C}$	147	0,078	0,442	96	1,686	1,932
tri	$23,2 \pm 1^\circ\text{C}$	144	0,163	0,768	93	1,937	1,434
Avec	$16,8 \pm 1^\circ\text{C}$	83	0,046	0,449	83	1,597	1,305
tri	$25,0 \pm 1^\circ\text{C}$	83	0,113	0,735	83	1,227	1,117

température a une action déterminante sur la croissance par comparaison aux autres facteurs environnementaux qui n'ont qu'un effet relativement faible.

L'analyse des équations de régression et du coefficient de condition K montre que l'évolution des paramètres corporels se fait de la même manière dans les deux populations. Les irrégularités de ces paramètres observées traduisent l'état physiologique des animaux (Mallawa, 1987) et le temps d'adaptabilité de chaque population aux conditions d'élevage.

L'impact saisonnier de la température est noté par une plus forte corpulence et une meilleure corrélation des paramètres corporels (98 %) en élevage de fin de saison de recrutement.

De telles variations régionales et saisonnières de la croissance ont été signalées également, en milieu naturel, chez les civelles et les adultes par Helfmann *et al.* (1984), Weber (1986), Marquet et Lamarque (1986).

## 2 - L'influence du tri sur la croissance

En anguilliculture, la grande variabilité individuelle d'adaptation aux conditions d'élevage entraîne une grande variabilité du temps d'induction du comportement alimentaire et, par conséquent, une hétérogénéité de croissance bien marquée. Cette hétérogénéité est caractéristique des élevages sans tri et, dans une large mesure, des élevages de civelles pigmentées.

La réalisation d'un tri sélectif, basé sur la rapidité de l'initiation alimentaire individuelle engendre une augmentation des pertes surtout en condition thermique optimale. Ainsi le taux de mortalité se trouve 2 fois plus élevé (70 %) que dans une population sans tri (35,7 %).

Selon Hodal et Rand (1982), la forte mortalité est due à un comportement alimentaire déficient. De même, l'élevage de civelles à l'optimum thermique entraîne l'élimination rapide (au cours des trois premiers mois d'élevage) des individus manifestant un jeûne prolongé.

L'intervention d'une opération de tri au cours de cette période ne fait qu'augmenter les pertes par l'effet de stress qu'elle engendre sur la population.

Dans les conditions thermiques optimales, l'isolement des civelles à comportement alimentaire

retardé de celles qui commencent à s'alimenter, ne fait que retarder encore plus l'initiation à la reprise de nourriture chez la majorité des individus. En effet, 36 % seulement du stock initial (sur 150 individus) présente un comportement alimentaire contre 79,3 % (sur 266 individus) dans un lot sans tri.

Par contre, à une température plus faible, il se produit une prolongation de la période d'adaptation aux conditions d'élevage chez les civelles à comportement alimentaire tardif, ce qui engendre un retard de la croissance.

L'effet d'isolement consécutif à l'opération du tri se manifeste également au niveau de la croissance linéaire et pondérale. Une croissance positive en optimum thermique peut avoir lieu au sein des lots "a" composés à la fois d'individus à comportement alimentaire tardif et de civelles à croissance nulle.

Ce résultat a été souligné par de nombreux auteurs (Kim et Jo, 1974 ; Wickins, 1983 ; Yahyaoui, 1983 ; Gibrat *et al.*, 1985). Par contre chez les lots "b", à comportement alimentaire acquis, l'effet du stress social entraîne un ralentissement du taux de croissance (Kuhlmann, 1974 *in* Richards, 1987 a ; Yahyaoui, 1983 ; Gibrat et Nielsen, 1985).

Du point de vue de l'efficacité de ce type de tri sur la croissance, une comparaison avec les populations non triées, dans les mêmes conditions expérimentales est utile (*tableau VII*). Pour les populations triées, seuls les lots "b" seront pris en considération, la croissance des lots "a" étant évidemment ralentie par le retard de l'induction du comportement alimentaire.

Ainsi, on constate une inefficacité du tri sur l'amélioration de la croissance. Par contre, cette opération a permis de réduire nettement les écarts individuels de croissance.

Kuhlmann et Koops (1981) et Degani *et al.* (1984) notent le rôle du type de tri ainsi que le moment de sa réalisation, parmi d'autres facteurs environnementaux (Yahyaoui, 1988 b), dans la réussite de l'élevage.

Par ailleurs, nos résultats montrent que le tri paraît inutile dans les élevages des civelles, tout au moins au cours de l'évolution du stade civelle au stade anguillette, période d'adaptation et d'acquisition du comportement alimentaire. Aussi, il est recommandé d'éviter les tris chez les civelles, alors que leur fréquence peut être augmentée chez les anguillettes (Gibrat et Nielsen, 1985).

## CONCLUSION

Cette étude a permis de dégager les résultats suivants :

- en début d'élevage, les civelles atlantiques et méditerranéennes présentent des performances de croissance différentes liées aux conditions de transport : le taux de mortalité est plus important chez la population atlantique que chez la population méditerranéenne ; la réduction du poids et de la taille est moins importante chez les individus atlantiques que chez ceux de la Méditerranée ;

- en fin d'élevage, les civelles de la Moulouya (Méditerranée) et ceux du Sebou (Atlantique) présentent globalement les mêmes performances de croissance ; leur croissance linéaire et pondérale sont en particulier comparables ;

- le choix du moment du tri est très important pour la réussite de l'élevage ; toutefois, ce tri paraît inutile, tout au moins au cours de l'évolution du stade civelle au stade anguilette ;

- la variation saisonnière de la température, et tout particulièrement l'augmentation de la température en fin de saison de recrutement, est en faveur d'une meilleure croissance et le coût d'élevage serait moins important.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier la Fondation internationale pour la Science (FIS), Suède, pour son soutien matériel (Bourses de recherches : A/1019 - 1 et A/1019 - 2).

## BIBLIOGRAPHIE

□ Belpaire C., 1987 - Raising of glass eels in ponds and in controlled recirculation systems (*in Dutch*). *Report Zool. Inst. catholic.* University Leuven, Belgium, 75 p.

□ Belpaire C., L. Van Vlasselaer, N. Podoor et F. Ollevier, 1989 - Results of pond culture experiments with glass eel of the European eel (*Anguilla anguilla*). *EIFAC Working Party on Eel*, Porto, 13 p.

□ Berg R., 1989 - The growth of eels : A critical assessment of data from open waters. *EIFAC Working Party on Eel*, Porto, 11 p.

□ Berraho A., 1990 - Comparaison des potentialités de croissance, en élevage, des civelles d'*Anguilla anguilla* L., 1758 du littoral marocain (Atlantique - Méditerranée), variation saisonnière et effet d'un tri sélectif. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université Mohammed V, Rabat, 195 p.

□ Brown M. E., 1957 - Experimental studies on growth. In the physiology of fishes. Metabolism, New-York : *Academic Press. Inc.* 1, 361 - 400.

□ Degani G., D. Levanon et G. Trieger, 1984 - Preliminary study on the influence of different feeds on mortality and growth of eels (*Anguilla anguilla* L.) in the initial period. *Badmige.*, 36, 2, 47 - 52.

□ Degani G., A. Horowitz et D. Levanon, 1985 - Effect of protein level in purified diet and of density,

ammonia and O<sub>2</sub> level on growth of juvenile european eels. *Aquaculture*, 46, 193 - 200.

□ Elie P., R. Lecomte-Finiger, I. Cantrelle et N. Charlon, 1982 - Définition des limites des différents stades pigmentaires durant la phase civelle d'*Anguilla anguilla* L., *Vie et Milieu*, 32 (3), 149 - 157.

□ F.A.O., 1986 - Annuaire statistique des pêches. Capture et quantités débarquées. *Produit*, Vol. 63, 255 p.

□ Foulquier L., B. Descamps et A. Grauby, 1976 - Etude expérimentale des possibilités d'utilisation des eaux réchauffées par les centrales nucléaires pour la croissance des anguilles. *Acad. d'Agric. de France, Extrait du procès verbal de la séance du 2 juin*, 798 - 814.

□ Gibrat B. et T. Nielsen, 1985 - Recherches sur la nutrition des juvéniles de l'anguille (*Anguilla anguilla* L.). Conditionnement alimentaire et croissance en circuit fermé. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle Inst. Nat. Polytech. de Toulouse, 323 p.

□ Gibrat B., T. Nielsen et A. Belaud, 1985 - Contribution à l'étude de l'hétérogénéité de croissance des juvéniles d'*Anguilla anguilla* L., 1758. Effet d'un tri initial. *EIFAC Working Party on Eel*, Perpignan, 15 p.

□ Heinsbroek L. T. N., 1989 - Eel culture in Japan and Europe. *EIFAC Working Party on Eel*, Porto, 17 p.

- Helfman G. S., E.L. Bozeman et E.B. Brothers, 1984 - Size, age and sex of american eels in Georgia river. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 113, 132 - 141.
- Hodal J. et P. Rand, 1982 - Mortality in glass eels and young elvers. *EIFAC Working Party on Eel*, Salzburg, 6 p.
- Kastelein P., 1983 - Survival and growth of elvers (*Anguilla anguilla* L.) reared on an expanded granulated diet. *Aquaculture*, 30, - 155 - 172.
- Kin I. B. et J.Y. Jo, 1974 - Rearing of the early stage of the eel. *A. japonica*. *Bull. corean Fish. Soc.*, 7 (4), 179 - 186.
- Kuhlmann H. et H. Koops, 1981 - New technology for rearing elvers in heated waters. Proc. World Symp. on Aquaculture in heated affluents and recirculation systems, Stavanger, 28 - 30 may, 1980, 1, 301 - 308.
- Lecomte-Finiger R., 1983 - Evolution morphométrique et énergétique de la civelle (*Anguilla anguilla* L., 1758) en Méditerranée au cours de sa pigmentation. *Vie et Milieu*, 33 (2), 87 - 92.
- Mallawa A., 1987 - Dynamique des stocks exploités et halieutiques de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) des lagunes du Narbonnais et de Roussillon (Bages-Sigean et Canet-Saint-Nazaire) golfe du Lion. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle. Univer. de Perpignan, 406 p.
- Marquet G. et P. Lamarque, 1986 - Acquisitions récentes sur la biologie des anguilles de Tahiti et Moorea (Polynésie française) *A. marmorata*, *A. megastoma*, *A. obscura*. *Vie et Milieu*, 36 (4), 311 - 315.
- Richards A., 1987 a - The population density, growth and food of eels *A. anguilla* in a Scottish river. *EIFAC Working Party on Eel*, Bristol, 14 p.
- Richards A., 1987 b - The application of feeding ecology and behaviour data to the culture of *A. anguilla* L. The effect of physical substrate on the growth and survival of elvers. *EIFAC Working Party on Eel*, Bristol, 8 p.
- Roche P., 1983 - Experience de grossissement d'anguillettes : comparaison de deux régimes alimentaires et mise au point d'un système de tri comportemental. Mémoire de fin d'études ENITA, Université de Perpignan.
- Schmitz O., E. Greuel et E. Pfeffer, 1982 - Untersuchungen über Werdanung und Verwertung von organischen Rohnährstoffen durch wachsende Aale. *Z. Tierphysiol. Tierernach. Futtermittelkd.*, 48 (3), 138 - 142.
- Seymour E. A., 1990 - Appetite of fingerling eels (*Anguilla anguilla*) in relation to temperature and deprivation time. *Int. Revue Ges. Hydrobil.*, 75 (6), 895.
- Weber M., 1986 - Fishing method and seasonal occurrence of glass-eels (*Anguilla anguilla* L.) in the Rio Minho, west coast of the Iberian Peninsula. *Vie Milieu*, 36 (4), 243 - 250.
- Wickins J.F., 1985 - Growth variability in individually confined elvers *Anguilla anguilla* (L.). *J. Fish. Biol.*, 27, 469 - 478.
- Yahyaoui A., 1983 - Etude comparée (recrutement, croissance et polymorphisme enzymatique) des populations atlantiques et méditerranéennes (Maroc - France) de civelles d'*Anguilla anguilla*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université de Perpignan, 176 p.
- Yahyaoui A., 1988 a - Etude comparée des civelles d'anguilles, *Anguilla anguilla* L., 1758, dans trois sites méridionaux (atlantique et méditerranéens). *Inv. Pesq.*, 52 (4), 501 - 515.
- Yahyaoui A., 1988 b - Etude expérimentale de la croissance de la civelle d'anguille (*Anguilla anguilla* L.). Effet de la salinité et de l'alimentation et influence du tri au cours d'élevage. *J. Appl. Ichthyol.*, 4, 1 - 13.