

29 OCT. 1985

RELATIONS INTERSPECIFIQUES
EN RIVIERE A TRUITE :
CAS DE TRUITE COMMUNE (Salmo trutta L.)
ET DU CHABOT (Cottus gobio L.)

L. CAILLERE, P. GAUDIN

7
4

1267
ENV

1

Truite

FFL
FAU
24
26.2.86

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
Délégation Régionale
à l'Administration et à l'Environnement
14, rue des Orsiders - B. P. Fonctionnaire
14037 CAEN CÉDEX Téléphone (31) 65.52.98
n° 1433

DREAL NORMANDIE
SMCAP/BARDO
N° d'inventaire : 7074

RELATIONS INTERSPECIFIQUES
EN RIVIERE A TRUITE :
CAS DE TRUITE COMMUNE (Salmo trutta L.)
ET DU CHABOT (Cottus gobio L.)

L. CAILLÈRE, P. GAUDIN

Laboratoire d'Eco-Ethologie
Département de Biologie animale et Ecologie
U.A. CNRS n°367
"Ecologie des Eaux Douces"

Contrat de recherche n°83 127
Action "Recherches sur les milieux naturels - Ecologie - Faune - Flore"

Opération n° 23701 8340075

Ce contrat a été réalisé dans le cadre de l'ATP CNRS-Ministère de l'Environnement
"Biologie des Populations".

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION

II - REALISATION DE LA RIVIERE EXPERIMENTALE

- 1 - CARACTERISTIQUES ELEMENTAIRES DES ZONES DE FRAYERE A TRUITE
- 2 - IMPERATIFS EXPERIMENTAUX
- 3 - CONTRAINTES LOCALES
- 4 - CONSTRUCTION DE LA RIVIERE EXPERIMENTALE

III - RESULTATS OBTENUS DANS LE CADRE DU CONTRAT

- 1 - TAILLE MAXIMALE DE CAPTURE DES ALEVINS PAR LES CHABOTS
- 2 - DEVENIR DES ALEVINS DEVALANTS LORS D'UNE OPERATION DE REPEUPLEMENT EN PRESENCE DE CHABOTS
- 3 - COMPORTEMENT DE DEVALAISON D'ALEVINS EMERGENTS NATURELLEMENT EN PRESENCE DE CHABOTS
 - a) MATERIEL ET METHODES
 - b) RESULTATS
 - c) DISCUSSION
- 4 - CONCLUSIONS

IV - AUTRES RESULTATS OBTENUS DANS LA RIVIERE EXPERIMENTALE

V - PERSPECTIVES D'ETUDES LIEES A CETTE INSTALLATION ET AUX RESULTATS OBTENUS DANS LE CADRE DE CE CONTRAT

- 1 - RELATIONS ENTRE ALEVINS DE TRUITES ET CHABOTS
- 2 - STRATEGIE DE REPRODUCTION DU CHABOT
- 3 - COMPORTEMENT DE L'ALEVIN D'OMBRE COMMUN

VI - CONCLUSIONS

VII - BILAN FINANCIER

RELATIONS INTERSPECIFIQUES EN RIVIERE A TRUITE :
CAS DE TRUITE COMMUNE (*Salmo trutta* L.)
ET DU CHABOT (*Cottus gobio* L.)

I - INTRODUCTION

Jusqu'à présent, peu d'études ont porté sur les relations (prédation, compétition) entre truites (*Salmo trutta* L.) et chabots (*Cottus gobio* L.). Les quelques travaux existant ont essentiellement trait à la compétition alimentaire entre ces deux espèces (CRISP, 1963 ; STRASKRABA et al., 1966 ; ANDREASSON, 1971 ; STARMACH, 1973) et à la prédation que peuvent exercer les truites sur les chabots (CRISP, 1963 ; ANDREASSON, 1971), mais aucun n'a porté sur la prédation exercée par les chabots sur les truites. Pourtant un certain nombre d'auteurs considèrent que le chabot est un prédateur du frai de truite (BLANCHARD, 1880 ; GOSSOT, 1946 ; MULLER, 1960 ; SPILLMANN, 1961 ; D'AUBENTON et SPILLMANN, 1976).

Les travaux effectués dans notre laboratoire ont permis de montrer que :

- La prédation du chabot sur l'alevin de truite est effectivement possible, mais qu'elle ne peut s'exercer que pendant une certaine période du développement de l'alevin (figure 1) :

- . elle est exceptionnelle et toujours accidentelle pendant une période qui va de la fécondation à l'émergence,
- . elle devient impossible lorsque l'alevin atteint une certaine taille qui est fonction de la taille du prédateur. Cette taille n'avait jusqu'à présent pas été déterminée avec une précision satisfaisante.

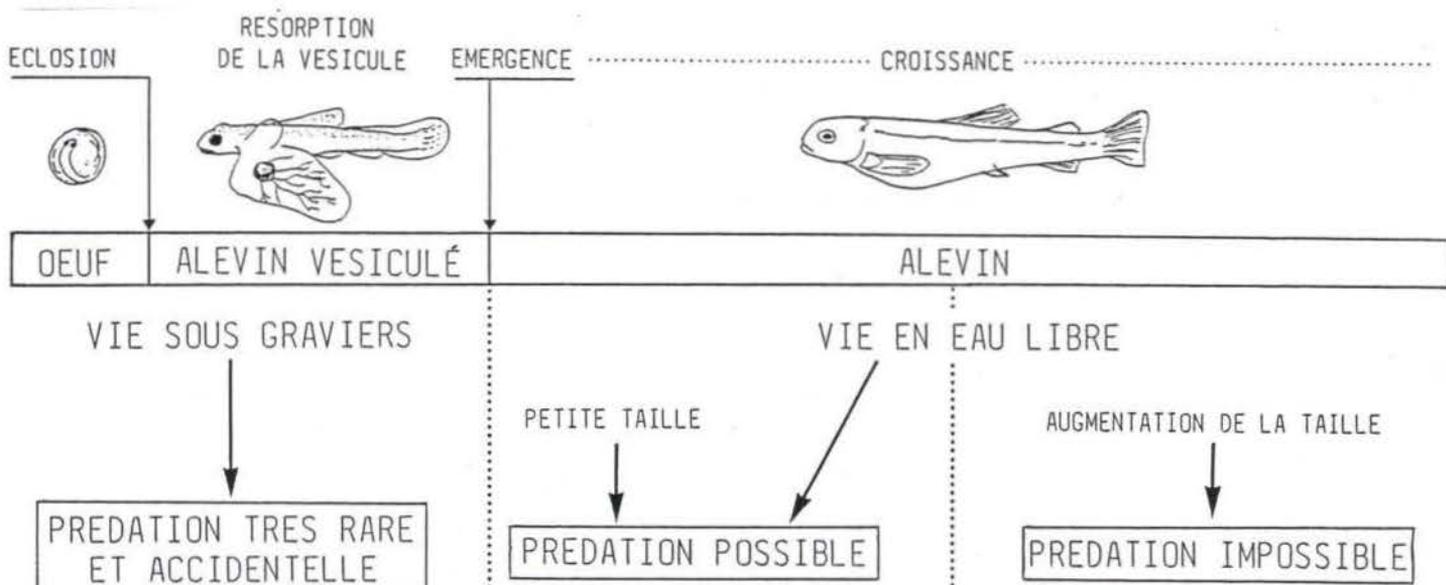


Figure 1 : Période pendant laquelle peut s'exercer la prédation du chabot sur l'alevin de truite.

- Pendant la période où les alevins peuvent être capturés, ceux-ci sont capables d'échapper à la prédation par une nette intensification de leur comportement naturel de dévalaison. Ce phénomène a été mis en évidence en conditions semi-naturelles, au cours d'une période de 24 heures suivant la simulation d'une opération de repeuplement (GAUDIN et HELAND, 1984).
- Une ségrégation spatiale semble possible entre les chabots et les truitelles (âge = 0⁺) : sur le site étudié, les chabots préfèrent les zones où le courant est faible et où le fond n'est pas envahi par des végétaux semi-immergés, alors que les truitelles vivent dans des zones où le courant est plus vif et sont indifférentes à l'envahissement végétal du fond du ruisseau (GAUDIN, 1981).

Afin de compléter les connaissances relatives à cette période durant laquelle l'alevin de truite est sensible à la prédation des chabots, il était donc nécessaire de :

- 1 - Compléter les résultats concernant la taille maximale de capture des alevins par les chabots,
- 2 - Décrire le comportement de dévalaison des alevins mis en présence de chabots, mais en se plaçant dans les conditions normales d'émergence des alevins sur un site de frayère (et pas dans les conditions d'une opération de repeuplement),
- 3 - Déterminer la nature et l'amplitude de la dévalaison des alevins abandonnant les zones occupées par les chabots.

Les installations dont nous disposions au laboratoire ne permettaient que la réalisation d'expérimentations concernant le premier point cité ci-dessus. Pour les points 2 et 3, il était indispensable de disposer d'une installation expérimentale de grande dimension dont la réalisation a été l'élément principal de ce contrat.

Dans ce rapport, nous envisagerons successivement :

- La réalisation de la rivière expérimentale,
- Les résultats obtenus dans le cadre de ce contrat,
- les autres résultats obtenus dans la rivière expérimentale,
- les perspectives d'études liées à cette installation et aux résultats déjà obtenus.

II - REALISATION DE LA RIVIERE EXPERIMENTALE

Notre but était de réaliser un milieu expérimental se rapprochant le plus possible du milieu naturel (zone de frayère à truite) par ses caractéristiques élémentaires, tout en étant adapté à nos impératifs sur le plan expérimental et compatible avec les contraintes locales.

1 - CARACTERISTIQUES ELEMENTAIRES DES ZONES DE FRAYERES A TRUITES :

Dans cette zone, on peut considérer que les points fondamentaux sont les suivants :

- 1 - Le substrat doit être constitué de graviers d'un diamètre supérieur à 10 mm sur une épaisseur d'au moins 20 cm.
- 2 - L'eau doit être courante, afin d'assurer une bonne percolation entre les graviers. Par contre, la vitesse d'écoulement ne doit pas être trop élevée. En effet, une vitesse faible ($5 \text{ cm} \times \text{s}^{-1}$) est parfaitement compatible avec une bonne installation des alevins sur le site d'émergence, alors qu'une vitesse trop élevée ($>70 \text{ cm} \times \text{s}^{-1}$) rend cette installation impossible (OTTAWAY et FORREST, 1983).
- 3 - L'eau doit être fraîche et suffisamment oxygénée. On peut considérer que la température ne doit jamais excéder 18 à 20°C, si toutefois l'oxygénation de l'eau le permet (au moins 6 mg/l).

2 - IMPERATIFS EXPERIMENTAUX :

Trois points fondamentaux ont été retenus :

- 1 - Il fallait disposer de deux chenaux parallèles afin de pouvoir réaliser deux expériences en même temps, ou de pouvoir comparer une situation expérimentale à une situation témoin,
- 2 - Ces 2 chenaux devaient être constitués d'une succession de biefs pouvant être isolés par des grilles et équipés de pièges permettant un contrôle aisé de la dévalaison,
- 3 - L'eau devait circuler en circuit ouvert, afin d'éviter une concentration importante de substances chimiques émises par les poissons et pouvant influencer sur leur comportement.

3 - CONTRAINTES LOCALES

L'espace dont nous disposions ne nous permettait pas de construire une installation excédant une cinquantaine de mètres de long.

L'eau, provenant d'un pompage dans la nappe phréatique, est de qualité physico-chimique satisfaisante. Sa température est à peu près constante ($15 \pm 1^\circ\text{C}$) mais son oxygénation est faible.

4 - CONSTRUCTION DE LA RIVIERE EXPERIMENTALE (figure 2, 3 et 4)

L'installation qui a été réalisée prend en compte l'ensemble de ces considérations. Elle est constituée d'un bassin amont (capacité = 4 m^3) et de deux chenaux parallèles de 40 m de long (figures 2A, 2B et 3A).

L'alimentation en eau provient d'un pompage dans la nappe phréatique assurant un débit constant de $50 \text{ m}^3 \times \text{h}^{-1}$. Afin d'améliorer son oxygénation, l'eau est déversée en cascade dans le bassin amont, ce qui permet d'obtenir une concentration suffisante ($7 \text{ à } 8 \text{ mg} \times \text{l}^{-1} \text{ d'O}_2$). L'étanchéité de l'ensemble de l'ouvrage est assurée par une feuille de P.V.C. de 1 mm d'épaisseur. Chaque chenal est constitué d'une succession de quatre biefs de 10 m de long et 0,80 m de large au niveau du substrat. Chaque bief est rempli d'une couche de 30 cm d'épaisseur de galets calibrés (diamètre = 1 à 5 cm). La partie des chenaux occupée par le substrat est de section rectangulaire, alors que les rives de la section en eau libre sont inclinées à 45° . (figure 2C). La pente moyenne du substrat est réglée dans chaque bief à 0,5 %. Les biefs sont séparés par des murets en béton (fig. 2D et E) dont les ouvertures sont pourvues de rainures dans lesquelles peuvent être glissées des planches, des grilles ou des pièges permettant de capturer les poissons dévalants (fig. 4). Afin de permettre une meilleure percolation de l'eau à l'intérieur des graviers, les murets sont traversés, 20 cm en-dessous de leur ouverture, par un tuyau en P.V.C. de 40 mm de diamètre (fig. 2D et 3C).

Deux types de pièges ont été mis au point pour capturer les poissons dévalants. Le premier, constitué d'un filet relié à une boîte (fig. 4A) a été abandonné au profit d'un second type (fig. 4B et 4C), plus compact, permettant de réaliser des relevés beaucoup plus rapidement en perturbant moins l'activité des poissons.

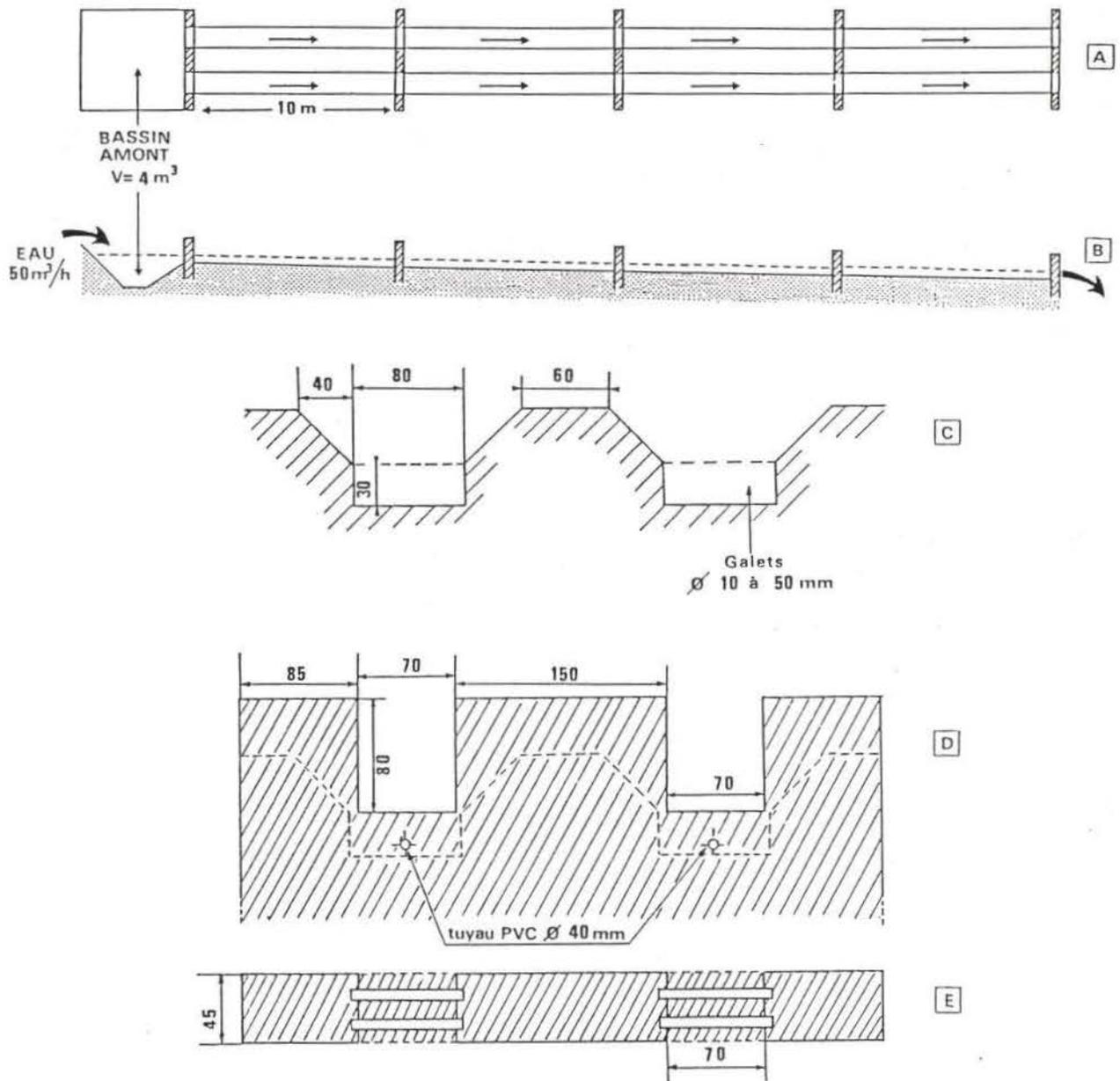


Figure 2 : Plan des installations (cotes en cm sauf indications contraires) :

- A - Vue aérienne schématique.
- B - Coupe longitudinale schématique.
- C - Coupe transversale au milieu d'un bief.
- D - Coupe transversale au niveau d'un muret de séparation.
- E - Vue aérienne d'un muret de séparation.

A



B



C



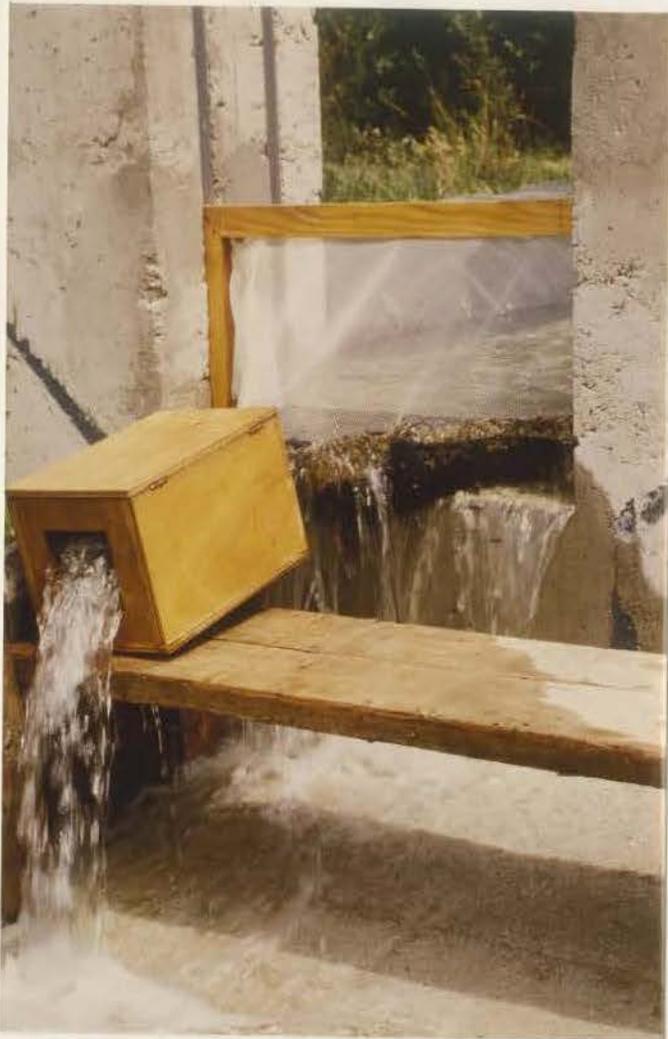
Figure 3 : A - Vue d'ensemble de la rivière expérimentale.

B - Ouverture dans un muret de séparation entre biefs avec deux types de grilles.

C - Orifice situé à la base d'un muret dans le but d'améliorer la circulation de l'eau à l'intérieur des graviers.

A

- 7 -



B



C



Figure 4 : A - Premier type de piège.

B - Deuxième type de piège, boîte de prélèvement en place

C - Deuxième type de piège, boîte retirée (la grille permet de fermer le piège quand la boîte est retirée).

III - RESULTATS OBTENUS DANS LE CADRE DU CONTRAT

Nous envisagerons successivement les résultats définitifs concernant la taille maximale de capture des alevins par les chabots, puis les résultats obtenus dans notre rivière expérimentale (devenir des alevins dévalants, description du phénomène depuis l'émergence).

1 - TAILLE MAXIMALE DE CAPTURE DES ALEVINS PAR LES CHABOTS

Ce travail a fait l'objet d'une publication (GAUDIN, 1985) jointe en annexe de ce rapport (Annexe 1). Nous nous contenterons donc d'en présenter le résultat (fig. 5) et de le commenter rapidement.

Les deux droites obtenues permettent de définir 3 "zones" sur le graphique :

- une "zone de non prédation" : points situés au-dessus de la droite correspondant à la non prédation.
- une "zone de prédation" : points situés au-dessous de la droite correspondant à la prédation.
- une "zone d'incertitude" : points situés entre les deux droites.

La droite permettant de définir la "zone de non prédation" permet une bonne appréciation des limites réelles de taille au-delà desquelles la prédation ne peut plus s'exercer et on peut qualifier cette zone de "zone de prédation impossible" quelles que soient les conditions. Par contre, pour les points situés en dessous de cette droite, on peut parler de "zone de prédation possible", mais ceci n'implique aucunement l'existence d'une prédation systématique dans des conditions différentes de celles de l'expérience, ce qui est d'ailleurs l'objet de la suite de ce travail.

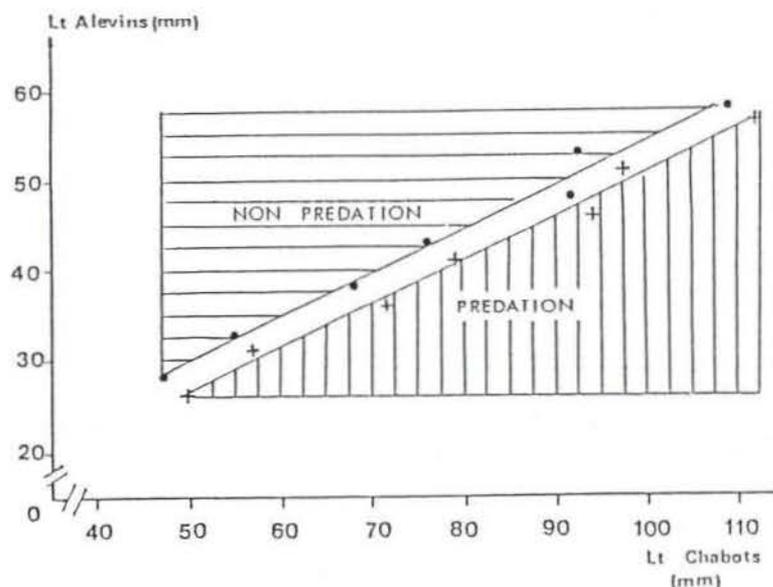


Figure 5 : Limites de "prédation" et de "non prédation" pour les tailles de chabots (abscisses) et d'alevins (ordonnées) qui ont été testées.

2 - DEVENIR DES ALEVINS DEVALANTS LORS D'UNE OPERATION DE REPEUPLEMENT EN PRESENCE DE CHABOTS

Ce travail, le premier réalisé dans notre rivière expérimentale, a également fait l'objet d'une publication jointe en annexe de ce rapport (annexe 2). Nous nous contenterons donc d'en rappeler les résultats et de les commenter rapidement.

Le but de cette expérimentation était de confirmer les observations antérieures dans des conditions expérimentales nouvelles et d'étudier l'amplitude de la dévalaison des alevins. Comme on pouvait s'y attendre la présence de chabots a un effet significatif sur l'intensité de la dévalaison des alevins (tabl. 1). Mais elle n'a aucune influence sur l'installation des alevins dans la zone aval exempte de chabots (tab. 2). On peut donc supposer que, lorsque les alevins ne sont plus en contact direct avec les chabots, ceux-ci sont en mesure de s'installer si les caractéristiques du milieu le leur permettent. Ceci tendrait à confirmer l'hypothèse selon laquelle le contact direct entre un chabot et un alevin pourrait provoquer une simple réaction d'évitement de l'alevin sur une courte distance, et préférentiellement dans le sens du courant, ce comportement pouvant se répéter si un nouveau chabot est rencontré.

Tab. 1. Pourcentage d'alevins restant au contact des chabots, dévalants, disparus et/ou ingérés, dans les deux chenaux et pour les deux expériences.

		En présence des chabots	Témoin
1ère expérience	Alevins restant dans le bief 2	15 %	30 %
	Alevins dévalants (bief 3 et 4+piège)	77 %	69 %
	Alevins ingérés par les chabots et/ou disparus	8 %	1 %
2ème expérience	Alevins restants dans le bief 2	21 %	45 %
	Alevins dévalants (bief 3 et 4+piège)	74 %	51 %
	Alevins ingérés par les chabots et/ou disparus	5 %	4 %

Tab. 2. Nombre d'alevin restant dans chacun des biefs 2, 3 et 4, pour les deux chenaux et pour les deux expériences.

		En présence des chabots	Témoin
1ère expérience	Bief 2	15	30
	Bief 3	5	6
	Bief 4	1	3
2ème expérience	Bief 2	21	45
	Bief 3	16	14
	Bief 4	5	6

3 - COMPORTEMENT DE DEVALAISON D'ALEVINS EMERGENTS NATURELLEMENT EN PRESENCE DE CHABOTS

Cette expérimentation a été réalisée durant le printemps 1985 et la publication dont elle doit faire l'objet est actuellement en préparation. Nous en détaillerons donc plus largement le protocole expérimental et les résultats.

a) MATERIEL ET METHODES

Ce travail a été réalisé dans la rivière expérimentale décrite en annexe 2. (GAUDIN et CAILLIERE, 1985). Afin de faciliter la compréhension du protocole expérimental et de l'exposé des résultats, nous désignerons le premier chenal par la lettre "A" et le second par la lettre "B". Pour chaque chenal, les biefs seront numérotés de 1 à 4 en partant de l'amont. Seuls, les biefs 1 et 2 ont été utilisés.

Dans chaque chenal, la hauteur d'eau est réglée à 14 cm en moyenne (11 à 12 cm en amont et 16 à 17 cm en aval de chaque bief). Le débit est de 7 l.s^{-1} et la vitesse moyenne du courant est de 6 cm. s^{-1} . En aval de chaque bief, on installe :

- une grille d'un vide de maille de 10 mm, interdisant le passage de chabots adultes ($L_t > 5 \text{ cm}$)
- en arrière de cette grille, un piège permettant de capturer les alevins dévalants (figure 4).

Afin de favoriser l'installation des chabots et des alevins, dans chaque bief, 30 abris constitués de deux pierres formant un plan incliné face au courant sont disposés régulièrement sur le substrat.

Les chabots ont été prélevés dans le ruisseau de Tillerey (affluent du Suran-Ain) par pêche électrique et deux populations de 15 individus, mesurant entre 60 et 95 mm, ont été constituées selon la répartition suivante, en classes de taille de 5 mm :

- pour les classes de 60 à 75 mm : 3 individus par classe,
- pour les classes de 75 à 85 mm : 2 individus par classe,
- pour les classes de 85 à 95 mm : 1 individu par classe.

Ces deux populations sont introduites dans les biefs n°2 (chenal A et B), le 13/03/1985 à 16 heures.

Les alevins de truite provenaient de la pisciculture INRA de St-Pée-sur-Nivelle (Pyrénées atlantiques). Nous les avons reçus au stade oeufs embryonnés et ils ont été incubés à 10°C jusqu'à l'éclosion. Nous avons sélectionné pour l'expérience les alevins éclos durant une période de 48 heures (du 31/01/1985 à 12 heures au 2/02/1985 à 12 heures), le maximum d'éclosion ayant lieu le 1/02/1985. Dans la suite de ce travail, cette date sera considérée comme le jour 1 et tous les résultats seront donnés en "nombre de jours après l'éclosion".

Les alevins vésiculés ont été gardés à 10°C jusqu'au 16ème jour après l'éclosion, date à laquelle ils ont été introduits sous les graviers dans le tiers amont de chacun des 4 biefs utilisés pour l'expérience (600 alevins par bief).

On dispose donc pour chaque chenal (A et B), d'un bief témoin (Bief 1) ayant reçu 600 alevins vésiculés et d'un bief expérimental (Bief 2) ayant reçu 15 chabots puis 600 alevins vésiculés.

Dès l'introduction des alevins, une observation minutieuse des biefs est réalisée quotidiennement au lever et au coucher du soleil pendant environ 15 minutes, afin de déterminer la date des premières émergences. Simultanément, un relevé des pièges est effectué, afin de dénombrer les alevins dévalants. L'expérimentation est arrêtée le 42ème jour après l'éclosion quand l'intensité de la dévalaison diminue (moins de 10 alevins par 24 heures et par bief pendant deux jours consécutifs). Les biefs sont alors pêchés à l'électricité (une dizaine de passages par biefs, afin de laisser le moins d'alevins possible) et les chabots sont sacrifiés afin de déterminer leur sexe et de contrôler leur niveau d'alimentation.

b) RESULTATS

La plupart des conditions expérimentales sont identiques pour les deux chenaux (A et B). Cependant, nous considérerons que les résultats obtenus correspondent à deux répétitions d'une même expérience et ne sont pas directement comparables. En effet, la mise en eau a eu lieu 5 mois avant l'expérimentation afin de favoriser le développement de la faune d'invertébrés. Pendant cette période, l'évolution de chaque chenal a été différente et un simple examen visuel permettait de constater que, dans le chenal B, le développement d'algues filamenteuses était bien plus important que dans le chenal A.

Nous examinerons successivement les résultats ayant trait à la dévalaison des alevins et aux populations en place en fin d'expérience, puis ceux concernant le niveau d'alimentation et le sexe des chabots.

- Dévalaison des alevins

Les premiers alevins sont visibles à la surface des graviers à partir du 24ème jour après l'éclosion (soit 8 jours après l'introduction sous les graviers). On constate alors que la dévalaison est plus précoce et plus intense en présence de chabots (figure 6) :

- les premiers dévalants sont capturés dès le 24ème jour (B2) ou le 25ème jour après l'éclosion (A2), en présence de chabots, alors qu'ils ne commencent à dévaler qu'à partir du 26ème jour (B1) ou du 28ème jour (A1) en leur absence, soit un décalage, pour le début de la dévalaison, de 2 à 3 jours.

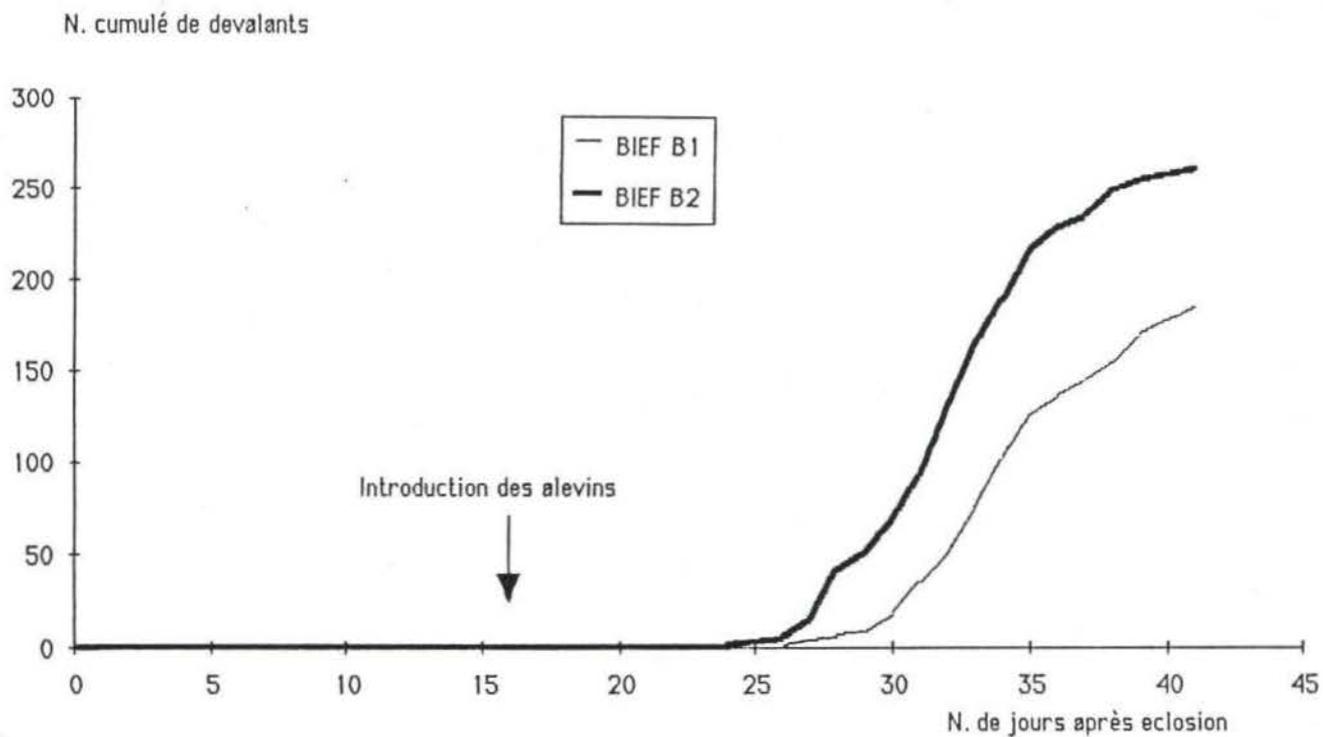
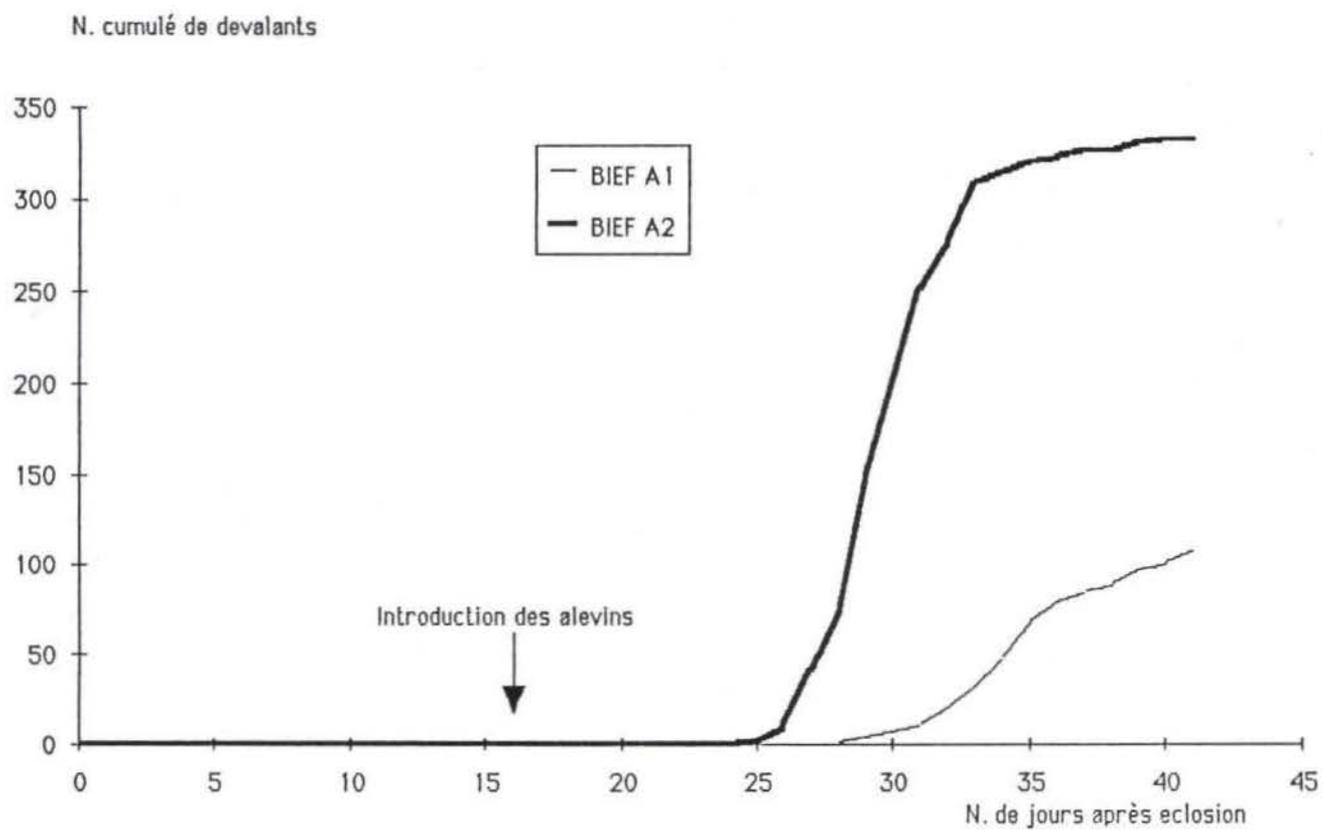


Figure 6 : Nombre cumulé de dévalants quotidiens dans chaque bief, pour les deux expériences.

- le nombre cumulé de dévalants est toujours plus important en présence de chabots, le phénomène étant cependant plus net dans le chenal A que dans le chenal B. En fin d'expérience (41ème jour après l'éclosion), le nombre total de dévalants est nettement supérieur en présence de chabots (tableau 3).

La présence des chabots a également une influence sur l'organisation temporelle de la dévalaison des alevins (tableau 3), qui est presque exclusivement nocturne en présence de chabots (95 % de dévalants nocturnes en A2 et 92 % en B2) alors qu'elle est plus fréquemment observée pendant la journée dans les biefs ou ils sont absents (seulement 75 % de dévalants nocturnes en A1 et 80 % en A2).

Tableau 3 : Bilan général de la dévalaison en fin d'expérimentation.

	CHENAL A				CHENAL B			
	BIEF 1		BIEF 2		BIEF 1		BIEF 2	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Dévalants de jour	27	74,8	16	95,2	38	79,6	21	92
Dévalants de nuit	80	25,2	318	4,8	148	20,4	241	8
Total de dévalants	107	100	334	100	186	100	262	100

- Population d'alevins en place en fin d'expérience (tableau 4)

C'est pour ce résultat que la différence entre chenaux est la plus nette. Pour le chenal A, où la dévalaison est très importante en présence de chabots et très faible en leur absence, le nombre d'alevins recapturés est nettement supérieur dans le bief 1. Par contre, dans le chenal B, où la différence entre les deux biefs est moins nette en ce qui concerne la dévalaison, une quantité voisine d'alevins a été recapturée dans les deux biefs.

Un certain nombre d'alevins n'ont pas été recapturés lors de la pêche des biefs. S'il est possible que quelques uns y aient échappé ou soient morts pendant cette opération, il est cependant probable que la plupart des alevins disparus sont morts pendant l'expérimentation ou ont été capturés par les chabots. Il est intéressant de constater que c'est dans les biefs où il y avait des chabots (A2 et B2) que ce taux de disparition est le plus faible. On peut penser que l'intensification de la dévalaison due à la présence de chabots permet une diminution plus rapide de la densité des alevins et est à l'origine d'une amélioration de la survie des individus restant sur place.

Tableau 4 : Nombre total d'alevins dévalants, recapturés et disparus en fin d'expérience

	CHENAL A		CHENAL B	
	BIEF 1	BIEF 2 (+ 15 chabots)	BIEF 1	BIEF 2 (+ 15 chabots)
ALEVINS :				
- dévalants	104	334	186	262
- recapturés	331	225	237	239
- disparus	165	41	177	95
TOTAL	600	600	600	600

- Etat d'alimentation des chabots

Sur les 15 chabots introduits, 14 ont pu être recapturés dans chaque chenal. Leur état d'alimentation était satisfaisant. Pour chaque lot, un seul individu avait l'estomac vide et tous les autres avaient au moins quelques proies dans l'estomac. Sur l'ensemble des 28 chabots recapturés, un seul avait capturé un alevin de truite. Il s'agissait d'un mâle de 85 mm pêché en A2.

- Sexe des chabots et comportement reproducteur

La détermination du sexe des chabots nous a permis de constater que les deux lots, qui étaient comparables en ce qui concerne la taille des individus, ne l'étaient pas du tout pour le sex-ratio, qui est à peu près équilibré dans le bief B2 (6 mâles et 8 femelles recapturés), mais très nettement en faveur des femelles dans le bief A2 (3 mâles et 11 femelles).

Par ailleurs, un examen minutieux du fond des biefs nous a permis de retrouver des pontes dans les deux biefs (deux en A2 et une en B2). Des comportements reproducteurs se sont donc manifestés pendant la durée de l'expérience.

c) DISCUSSION

Comme on pouvait s'y attendre, les résultats obtenus au cours des deux expériences (chenal A et B) ne sont pas tous comparables.

En l'absence de chabots, la dévalaison est plus importante dans le bief B1 que dans le bief A1. On peut supposer que les algues filamenteuses, qui étaient plus développées dans le chenal B sont à l'origine de cette différence car les alevins de truite évitent généralement les zones les plus encombrées par ces algues ou il leur arrive de s'enchevêtrer (au cours de l'expérience, nous avons retrouvé quelques alevins morts, pris dans ces algues, dans le chenal B). Ceci peut également expliquer le fait que, en fin d'expérience, les alevins soient plus nombreux dans le bief A1 que dans le bief B1, dont la capacité d'accueil devait être légèrement inférieure.

En présence de chabots, c'est dans le bief A2 que la dévalaison est la plus intense. Dans ce cas, il est probable que cette différence soit due au sex-ratio de chacune des deux populations de chabots. Pendant la période de reproduction, les mâles, qui sont bien territorialisés et assurent la garde des oeufs, ont une activité prédatrice moins intense que les femelles. Ce phénomène a été mis en évidence par KAWAMURA (1980) sur des cottidés et des alevins de salmonidés de la côte Pacifique. Dans le bief A1 où des femelles étaient en plus grand nombre, la pression de prédation a donc dû être plus importante.

Malgré ces quelques différences, les résultats les plus nets sont confirmés par la répétition de l'expérience. Le comportement naturel de dévalaison des alevins de truite au moment de l'émergence est un phénomène connu (HUET, 1961 ; ELLIOTT, 1966 ; CUINAT et HELAND, 1979) et analysé (HELAND, 1980 a et b). On l'observe dans les biefs témoins (A1 et B1) de cette expérience. On sait également que la présence de chabots est à l'origine d'une nette intensification de la dévalaison, lors d'opérations de repeuplement réalisées avec des alevins

dont la résorption de la vésicule vitelline s'est effectuée en conditions de pisciculture. (GAUDIN et HELAND, 1984 ; GAUDIN et CAILLERE, 1985). Les résultats obtenus au cours de cette expérience démontrent que ce comportement d'évitement des prédateurs se manifeste dès l'émergence des alevins, la dévalaison étant nettement plus précoce et plus intense en présence de chabots. Elle est également plus étroitement liée à la phase obscure, ce qui n'a rien de surprenant. Il a en effet été démontré que les rythmes d'activité locomotrice et alimentaire du chabot sont essentiellement nocturnes (ANDREASSON, 1969 ; GAUDIN, 1981). Il en est de même de l'émergence et de la dévalaison de la plupart des alevins de salmonidés (HEARD, 1964 ; GODIN, 1980 , CAREY et NOAKES, 1981 ; GUSTAFSON-MARJANEN et DOWSE, 1983) et en particulier de ceux de la truite commune (CUINAT et HELAND, 1979 ; HELAND, 1980). On peut donc considérer que c'est bien la mise en activité des deux espèces et en particulier le déclenchement de l'activité prédatrice des chabots qui est à l'origine de ce comportement.

On peut s'interroger sur les bases sensorielles de cette intensification de la dévalaison et envisager l'action d'un phénomène de type communication chimique inter ou intraspécifique. En effet, les salmonidés sont capables de percevoir des phéromones émises par leurs congénères (NORDENG, 1971) ou d'autres espèces de salmonidés (HOGLUND et al., 1975). Cependant, vu la précocité de ce comportement par rapport à l'ontogenèse de l'alevin de truite, on peut penser que cette intensification de la dévalaison est simplement due aux contacts directs entre les deux espèces, et en particulier aux tentatives de captures échouées de la part des chabots. On peut en effet douter de l'efficacité du comportement prédateur des chabots. Lors des expérimentations précédentes (GAUDIN et HELAND, 1984 ; GAUDIN et CAILLERE, 1985) nous avons pu constater que, bien que les conditions soient toujours favorables aux chabots, la prédation était toujours faible ou modérée. Dans le cadre de cette expérience, un seul des chabots recapturés avait ingéré un alevin de truite. Si on considère que, à cette température, les proies séjournent environ 24 heures dans le tube digestif, on peut considérer que, lors de la pêche, deux semaines après le début de l'émergence, la prédation est devenue négligeable et accidentelle. De plus, vu le faible taux de disparition constaté dans les deux biefs où les alevins étaient en présence de chabots, on peut supposer que les comportements de capture sont souvent suivis d'un échec, même pour des alevins venant d'émerger des graviers. Ceci aurait un effet plutôt bénéfique sur la survie des alevins sédentaires, en provoquant une réduction plus rapide de la densité. Pour les alevins dévalants, le taux de survie dépendrait alors des capacités d'accueil du milieu.

Cependant, ces hypothèses doivent être vérifiées expérimentalement par un contrôle de la prédation pendant toute la durée de la phase d'émergence, ce qui était absolument impossible dans les conditions de cette expérience.

4 - CONCLUSIONS

L'ensemble des résultats obtenus dans le cadre de ce contrat, en complétant nos observations antérieures, nous permet maintenant de réaliser une description assez complète de la période durant laquelle l'alevin de truite constitue une proie potentielle pour le chabot.

Au printemps, dans le milieu naturel, la plupart des chabots atteignent une longueur totale supérieure à 40 mm. Ils sont alors presque tous en mesure de capturer les alevins de truite à résorption de vésicule dont la longueur totale, à l'émergence est voisine de 20 mm. Lorsque les alevins atteignent la taille de environ 55 mm, il est impossible à la plupart des chabots de les capturer. Ces résultats nous permettent de déterminer une période de "sensibilité théorique" à la prédation, correspondant à peu près au printemps et pendant laquelle les alevins de truite constituent, après leur émergence, des proies potentielles pour les chabots.

Durant cette période, les alevins sont capables d'éviter activement les chabots, ce qui permet de réduire considérablement la prédation, même dans des conditions expérimentales très favorables aux chabots. Ce comportement d'évitement se manifeste dès l'émergence des alevins et il semble que, rapidement, les alevins restant sur place deviennent parfaitement aptes à éviter les tentatives de capture de la part des chabots. On peut supposer que la période pendant laquelle les captures sont efficaces (période de sensibilité réelle à la prédation) est très brève et ne dure que quelques jours seulement après l'émergence des alevins. Ce point reste encore à définir.

Les alevins dévalants semblent ensuite pouvoir s'installer dans les zones situées en aval, dès qu'il en ont la possibilité. Ceci expliquerait pourquoi, dans le milieu naturel, une ségrégation spatiale entre chabots et truitelles a été constatée. Cependant, une étude plus détaillée devrait ultérieurement nous permettre de confirmer ou infirmer cette hypothèse.

IV - AUTRES RESULTATS OBTENUS DANS LA RIVIERE EXPERIMENTALE

Une autre espèce de salmonidés autochtone vit dans les rivières de première catégorie de nos régions. Il s'agit de l'ombre commun (Thymallus thymallus), dont la biologie a jusqu'à présent été bien moins étudiée que celle de la truite commune. Chez cette espèce, le mode de reproduction, l'incubation des oeufs et la résorption de la vésicule vitelline sous le gravier sont très semblables à ce que l'on observe chez les autres salmonidés d'eau vive, mais la date tardive de la ponte pose, entre autres, le problème de l'insertion des alevins dans un milieu naturel parfois déjà occupé depuis plusieurs semaines par les alevins de truite, dont la croissance a commencé.

Le comportement de ces alevins au moment et dans les jours suivant l'émergence n'avait jusqu'à présent pas été décrit. Après quelques observations préliminaires durant le printemps 1984 dans la rivière expérimentale, nous avons réalisé au printemps 1985, toujours dans la rivière expérimentale, une première description des rythmes d'émergence et de dévalaison des alevins d'ombre commun. Ce travail, actuellement soumis pour publication⁽¹⁾, est présenté en annexe 3 de ce rapport. Nous nous contenterons donc d'en rappeler rapidement les résultats.

L'émergence, qui dure environ 5 jours à 14°C, est nettement diurne (pour plus de 70 % des alevins) (figure 7). Pendant toute la durée de l'émergence et dès le commencement de cette phase, on observe une dévalaison également diurne de environ 20 % des alevins ayant émergé. (figure 8 et 9). A la fin de la période d'émergence, la dévalaison diminue en intensité et devient nocturne (figure 9). Chez la plupart des salmonidés l'émergence, qui est essentiellement nocturne, s'accompagne toujours d'une dévalaison également nocturne d'au moins une partie des alevins. Dans le cas de l'ombre commun, le rythme d'activité diurne observé pendant les premiers jours de vie en eau libre pourrait correspondre à une adaptation antiprédatrice ou à la compétition avec d'autres alevins déjà présents sur les sites d'émergence (alevins de truite, par exemple). L'inversion rapide du rythme de dévalaison et sans doute de l'ensemble des activités pourrait ensuite être due à des raisons trophiques (adaptation aux comportements essentiellement nocturnes des proies).

Ces hypothèses et ces résultats doivent cependant être vérifiées lors de futures expériences.

(1) Cette publication vient d'être acceptée aux C.R.Acad.Sci.

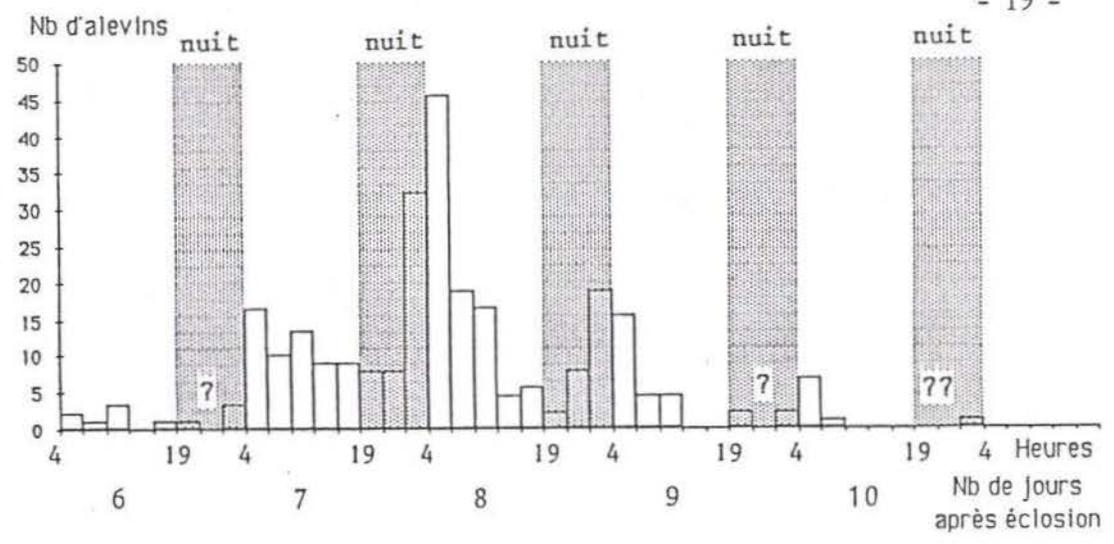


Figure 7 : Rythme d'émergence des alevins d'ombre : nombre de captures par tranche de 3 h (? = relevé non effectué, cumulé avec le suivant).

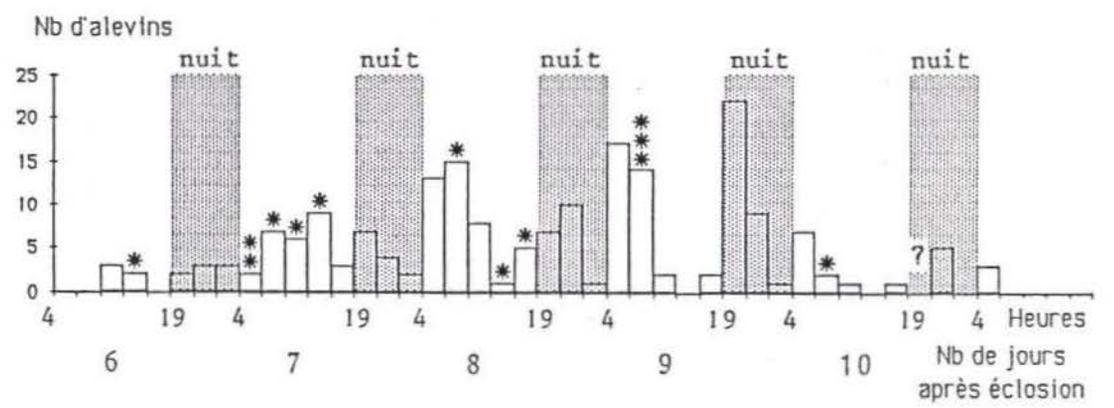


Figure 8 : Rythme de dévalaison des alevins d'ombre (idem figure 7) (* = 1 alevin capturé dans une nasse à émergence).

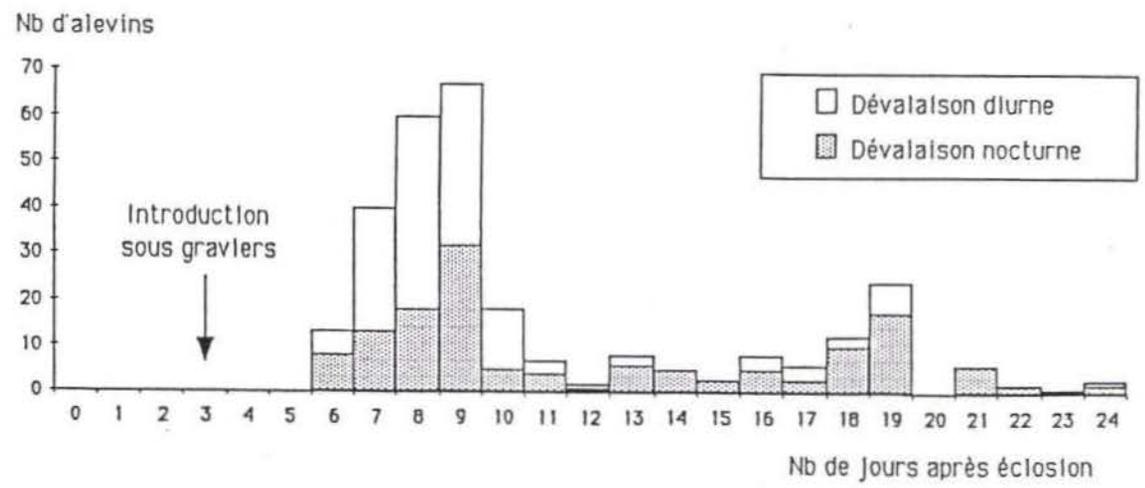


Figure 9 : Evolution de la dévalaison quotidienne des alevins d'ombre (cumulée de 4 h à 4 h).

V - PERSPECTIVES D'ETUDES LIEES A CETTE INSTALLATION ET AUX RESULTATS OBTENUS DANS LE CADRE DE CE CONTRAT

1 - RELATIONS ENTRE ALEVINS DE TRUITES ET CHABOTS

Nous nous étions fixés les trois objectifs suivants :

- 1/ Compléter les résultats concernant la taille maximale de capture des alevins par les chabots,
- 2/ Décrire le comportement de dévalaison des alevins mis en présence de chabots, mais en se plaçant dans les conditions normales d'émergence des alevins sur un site de frayère (et pas dans les conditions d'une opération de repeuplement),
- 3/ Déterminer la nature et l'amplitude de la dévalaison des alevins abandonnant les zones occupées par les chabots.

Si pour le premier point les résultats peuvent être considérés comme définitifs, pour les points 2 et 3, un certain nombre d'expérimentations sont nécessaires afin de compléter la description du phénomène dans notre rivière expérimentale. Il conviendra donc :

- 1/ De procéder à une évaluation de la prédation effectivement exercée par les chabots pendant la période d'émergence. Cette phase durant environ 8 jours, une expérimentation utilisant les 8 biefs de la rivière expérimentale est possible, un bief étant pêché chaque jour dès le début de la phase d'émergence. La dévalaison des alevins pendant la période correspondante et les contenus stomacaux des chabots seront simultanément contrôlés.
- 2/ Au cours d'une autre expérience, de laisser évoluer la situation pendant une période assez longue (2 à 3 mois), afin de voir dans quelle mesure les populations d'alevins restant sur place, en présence de chabots, sont différentes de celles s'installant en leur absence (nombre d'individus et biomasse).
- 3/ De contrôler le premier résultat concernant le déterminisme de la dévalaison, afin de vérifier si les alevins dévalant en présence de chabots sont vraiment susceptibles de s'installer en l'absence de chabots, dès que les caractéristiques du milieu le leur permettent.

Un certain nombre d'autres expérimentations seront également réalisées, mais dans d'autres installations. Nous pensons étudier l'importance de l'olfaction dans le déclenchement du comportement d'évitement par dévalaison. Pour mener à bien ce projet, nous envisageons d'utiliser des installations dont dispose la station INRA de St-Pée-sur-Nivelle, en collaboration avec P. SAGLIO (chargé de recherches). Il conviendra également d'observer directement les modifications de comportement des alevins induites par la présence des chabots, dans un aquarium de grandes dimensions équipé d'un circuit fermé permettant d'assurer des vitesses de courant variées. Nous ne disposons pas d'une installation de ce type et sommes actuellement à la recherche d'une collaboration à ce sujet (éventuellement avec des chercheurs canadiens). Cependant, la réalisation d'un tel projet dans notre région présenterait un intérêt majeur pour de nombreux chercheurs et il serait souhaitable de l'envisager dans un proche avenir.

Enfin, à plus long terme, nous envisageons d'étudier les problèmes que pose la cohabitation sur un même site des chabots et des alevins de truite puis des truitelles. Cette étude implique un retour au milieu naturel puis un certain nombre d'expérimentations dans la rivière expérimentale.

2 - STRATEGIE DE REPRODUCTION DU CHABOT

En complément d'une étude de la stratégie de reproduction du chabot dans le milieu naturel (en collaboration avec P. LEJEUNE, Docteur d'Etat), nous envisageons l'utilisation de la rivière expérimentale pour tester diverses hypothèses, en particulier, nous espérons définir les paramètres responsables du choix du partenaire chez cette espèce en agissant directement sur les facteurs démographiques et écologiques (sex-ratio, densité de population, taille respective des individus, densité et qualité des sites de ponte, etc...)

L'émergence des alevins de truite étant, comme nous l'avons précédemment souligné, concomitante avec la reproduction des chabots (paragraphe III, 3, C), cette étude devrait nous permettre d'affiner notre approche du fonctionnement de l'écosystème à chabots et truites.

3 - COMPORTEMENT DE L'ALEVIN D'OMBRE COMMUN

Une répétition de l'expérience réalisé durant le printemps 1985 est prévue dès le printemps 1986, afin de contrôler les résultats obtenus. Par la suite un certain nombre d'expériences concernant le placement de l'alevin d'ombre pendant les quelques semaines suivant l'émergence seront réalisées dans la rivière expérimentale.

VI - CONCLUSIONS

Après une période de mise au point, la rivière expérimentale qui était l'objet principal de ce contrat s'est avérée parfaitement adaptée au type d'expérimentation que nous désirions réaliser et les résultats obtenus pendant deux saisons d'expériences le démontrent aisément. L'existence de cette installation a été à l'origine d'expérimentations dans d'autres domaines que ceux initialement prévus et a permis d'obtenir des résultats prometteurs.

Vu le nombre et la diversité des expériences prévues pour les années à venir, il nous paraît indispensable de parfaire les conditions d'utilisation de la rivière expérimentale, afin d'améliorer notre rendement. Dans ce but, il serait important de disposer d'une ligne électrique souterraine afin de pouvoir utiliser sur place un certain nombre d'appareils, et en particulier notre matériel de pêche électrique qui peut être directement relié au secteur. Cette installation, associée à la construction d'un abri en béton qui est actuellement en cours près de la rivière, nous permettrait de réduire les manipulations et de limiter le transport de matériel lors des pêches. Nous pourrions ainsi prévoir un plus grand nombre et une plus grande variété d'expériences durant le printemps, qui est une période actuellement privilégiée pour nos travaux.

Enfin, le débit de cette rivière expérimentale (50 m³/h) correspond à un minimum qu'il serait souhaitable de pouvoir augmenter pour certaines expériences. Pour cela, une station de pompage située en aval de la rivière permettrait, en assurant un fonctionnement en circuit fermé, de doubler le débit. Nous pourrions ainsi agir sur le facteur "vitesse du courant" en l'ajustant aux mieux aux conditions qui règnent dans le milieu naturel.

VI - BILAN FINANCIER

L'agent comptable secondaire de la 7ème circonscription du CNRS chargé de la gestion de ce contrat vous adressera dans les prochains jours le relevé justificatif des dépenses payées par ses soins.

En ce qui concerne l'équipement, le coût de la construction de la rivière expérimentale s'est révélé moins élevé que prévu initialement, une loupe binoculaire a été achetée pour pouvoir analyser les contenus stomacaux des chabots.

Par ailleurs, il convient de signaler que, pour que la rivière soit fonctionnelle dès la fin de sa construction, nous avons dû engager des crédits universitaires en attendant que le contrat soit signé par vos soins. C'est ainsi qu'une somme de 31.000 francs a été consacrée à :

- l'adduction d'eau,
- fabrication de grilles,
- fabrication de pièges.

Le 10 octobre 1985

L. CAILLÈRE
Professeur

P. GAUDIN
Assistant

BIBLIOGRAPHIE

- ANDREASSON, 1971 - Feeding habits of a sculpin (Cottus gobio) population. Inst. Freshw. Res. Drottingholm Ann. Rep. 51 5-30
- BLANCHARD, 1980 - Le genre Chabot. In "Les poissons des eaux douces de France". Ed. Baillière et fils, 160-173
- CAREY (W.E.) et NOAKES (D.L.G.), 1981 - Development of photobehavioural responses in young rainbow trout. Salmo gairdneri Richardson. J. Fish. Biol. 19 : 285-296
- CRISP, 1963 - A preliminary survey of brow trout (Salmo trutta L.) and bull heads (Cottus gobio L.) in high altitude becks. Salm. Trout Mag. 167 45-59
- CUINAT et HELAND, 1979 - Observations sur la dévalaison d'alevins de truite commune (Salmo trutta L.) dans le Lissuraga. Bull. Fr. Piscic., 274, 1-17
- D'AUBENTON et SPILLMAN, 1976 - Le Chabot Cottus gobio L. (1758) La pisciculture française 48 41-42
- ELLIOTT, 1966 - Downstream movements of trout fry (Salmo trutta) in a Dartmoor stream. J. Fish. Res. Bd Can., 23, 157-159
- GAUDIN, 1981 - Eco-éthologie d'un poisson benthique, le chabot, Cottus gobio L. (Cottidae) : distribution, alimentation et rapports avec la truite, Salmo trutta L. Thèse 3ème cycle, Lyon, 178 p.
- GAUDIN, 1985 - Prédation exercée par le chabot (Cottus gobio L.) sur l'alevin de truite commune (Salmo trutta L.) : taille maximale de capture des alevins par les chabots. Hydrobiologia 122 : 267-270
- GAUDIN et HELAND, 1984 - Influence d'adultes de chabots (Cottus gobio L.) sur des alevins de truite commune (Salmo trutta L.) : étude expérimentale en milieux semi-naturels. Acta Oecol. Oecol. applic. 5 (1) : 71-83
- GAUDIN et CAILLÈRE, 1985 - Relations chabots-truites : résultats obtenus en rivière expérimentale. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22 2581-2586
- GODIN, 1980 - Temporal aspects of juvenile pink salmon (Oncorhynchus gorbuscha Walbaum) emergence from a simulated gravel redd. Can. J. Zool., 58(5) : 735-744
- GOSSOT, 1946 - Cottidés. In "Ce qu'il faut savoir des Poissons des eaux douces de France". Ed. P. Lechevalier 176-178
- GUSTAFSON-MARJANEN et DOWSE, 1983 - Seasonal and diel patterns of emergence from the redd of atlantic salmon (Salmon salar) fry. Can. J. fish. aquat. sci. 40(6) 813-817
- HEARD, 1965 - Limnetic cottid larvae and their utilisation as food by juvenile sockeye salmon. Trans. Am. Fish. Soc. 94 191-193

- HELAND, 1980 (a) - La dévalaison des alevins de truite commune, Salmo trutta L. I. Caractérisation en milieu artificiel. Ann. Limnol., 16, 233-245
- HELAND, 1980 (b) - La dévalaison des alevins de truite commune, Salmo trutta L. II. Activité des alevins dévalants comparés aux sédentaires. Ann. Limnol., 16, 247-254
- HOGLUND, BOHMAN et NILSSON, 1975 - Possible odour responses of juvenile Arctic char (Salvelinus alpinus) to three other species of subarctic fish. Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm, 54, 21-35
- HUET, 1961 - Reproduction et migration de la truite commune dans un ruisseau salmonicole de l'Ardenne belge. Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol., 14, 757-762
- KAWAMURA, 1980 - Predation on Chum salmon fry by common freshwater-sculpins (Cottus pollux Günther) in the salmon propagation river, Scient. Report Hokkaido Fish. Hatch. 35 53-62
- MULLER, 1960 - Die Tages und Jahresperiodik der Buntflossenkoppe Cottus poecilopus Heckel am Polarkreis. Oikos, suppl., 13 108-121
- NORDENG, 1971 - Is the local orientation of anadromous fishes determined by pheromones ? Nature, Lond., 233, 411-413
- OTTAWAY et FORREST, 1983 - The influence of water velocity on the down stream movement of alevins and fry of brown trout, Salmo trutta. J. Fish. Biol. 23(2) : 221-227
- SPELLMANN, 1961 - "Faune de France" - 65 - Poissons d'eau douce Ed. Lechevalier (P.) 211
- STARMACH, 1973 - Zagadnienia konkurencji pokarmowej glowaczy i pstragow. Wiad. Ekol. 19 372-376
- STRASKRABA, CHIAR, FRANCK et HRUSKA, 1966 - Contribution to the problem of food competition among the sculpin, minnow, and brow trout. J. Anim. Ecol. 35 303-311

Prédation exercée par le chabot (*Cottus Gobio* L.) sur l'alevin de truite commune (*Salmo trutta* L.): taille maximale de capture des alevins par les chabots

P. Gaudin

Laboratoire d'Eco-Ethologie, Département de Biologie animale et Ecologie, L.A. C.N.R.S. 367, Université Claude Bernard, Lyon I, 43, Bd du 11 Novembre 1918, F-69622 Villeurbanne Cedex, France

Keywords: predation, sculpin, *Cottus gobio*, brown trout fry, *Salmo trutta*

Abstract

In laboratory conditions, where predation by sculpins (*Cottus gobio* L.) upon brown trout fry (*Salmo trutta* L.) was strong, predation was shown to be closely linked to total length of prey and predator. The limit of this predation can be defined by the equation: $Y = 0.484 X + 5.8$ (Y = total length of the trout fry in mm and X = total length of the sculpin in mm).

Introduction

Le chabot (*Cottus gobio* L.) est généralement considéré comme un sérieux prédateur du frai de truite commune (*Salmo trutta* L.). Si la compétition alimentaire entre ces deux espèces a été l'objet de quelques travaux (Straskraba *et al.*, 1966; Andreasson, 1971; Starmach, 1973), aucun n'a, à notre connaissance, porté sur l'étude d'une éventuelle prédation.

Cette prédation peut théoriquement s'exercer à plusieurs niveaux:

- sur les oeufs,
- sur les alevins sous graviers,
- sur les alevins après émergence.

Quelles que soient les espèces de cottidés et de salmonidés concernées, la prédation sur les oeufs et sur les alevins sous graviers est apparemment très rare et, lorsqu'elle survient, accidentelle. A ce stade, le frai de salmonidés est enfoui et seuls des cottidés de très petite taille peuvent circuler à l'intérieur des graviers des frayères (Thomas, 1973); vu leur taille, il leur est impossible d'ingérer des oeufs ou des alevins. Moyle (1977) montre après une synthèse de nombreux travaux sur l'alimentation naturelle des cottidés que, pour 11 espèces et sur un ensemble de 7785 contenus digestifs, on ne trouve que 10 cas de

cottidés ayant absorbé des oeufs de salmonidés (0,13%). On peut donc considérer que les chabots ne sont en mesure de capturer des alevins de truite qu'après l'émergence de ces derniers.

Cette limite inférieure étant définie, il nous a paru important de déterminer la limite supérieure de cette prédation. L'expérimentation rapportée ici a pour but de préciser cette limite, c'est-à-dire la taille à partir de laquelle un alevin de truite ne peut plus être capturé par un chabot d'une taille donnée et ce quelles que soient les conditions.

Matériel et méthodes

Le principe de l'expérience consiste à mettre en présence un chabot et plusieurs alevins de truite, dans des conditions favorisant au mieux l'activité prédatrice des chabots. Deux séries d'observations ont été réalisées:

- la première (expérience A) à la pisciculture de la station INRA de Saint-Pée-sur-Nivelle¹, constitue une première approche du problème,

¹ Laboratoire d'Ecologie des poissons et d'aménagement des pêches, INRA, Centre de Recherche Hydrobiologiques, BP. 3, Saint-Pée-sur-Nivelle, 64310 Ascaïn

- la deuxième (expérience B), au laboratoire d'Eco-Ethologie de l'Université Lyon I à Villeurbanne, à permis de préciser les résultats.

Expérience A

Les chabots ont été pêchés à l'électricité dans la Neste (affluent de la Garonne) près de Montrejean (Haute-Pyrénées) et dans la Nive d'Esterençuby (Pyrénées Atlantiques). Les alevins de truite provenaient de la pisciculture de la station INRA.

Les observations ont été réalisées dans des boîtes de 20 × 40 cm ou un lent renouvellement d'eau est assuré (hauteur d'eau: 20 cm, température: 10 à 15 degrés). Dans chaque boîte, un abri constitué de deux pierres est installé.

Pour chaque test un chabot de taille connue est isolé dans l'une des boîtes et subit un jeûne de 48 h. Puis 5 alevins de truite, tous de même longueur, sont introduits dans la boîte. 24 h plus tard le nombre d'alevins disparus, donc ingérés par le chabot, est dénombré.

7 tailles d'alevins (22, 27, 32, 37, 42, 47 et 52 mm) ont été testées avec des chabots mesurant entre 50 et 90 mm, 8 classes de taille de 5 en 5 mm ayant été définies. Chaque test (un chabot d'une classe de taille donnée + 5 alevins d'une longueur donnée) n'est réalisé qu'une seule fois.

Expérience B

Les chabots ont été pêchés à l'électricité dans le ruisseau de Tillerey (Ain). Les alevins de truite provenaient de la pisciculture fédérale de La Puya (Annecy, Haute-Savoie).

Les observations ont été réalisées dans des boîtes carrées de 30 cm de côté (hauteur d'eau: 10 cm, température: 15 degrés), dans les mêmes conditions que pour l'expérience A.

Le même protocole a également été suivi (48 h de jeûne pour les chabots, puis installation de 5 alevins dans chaque boîte pendant 24 h), mais les tailles d'alevins qui ont été testées variaient de 27 à 57 mm (de 5 en 5 mm) et celle des chabots de 44 à 112 mm.

Pour chacune des tailles d'alevins étudiés, l'expérience s'est déroulée en trois temps:

- 1 contrôle de l'expérience A: 5 chabots approchant de plus ou moins un centimètre la taille limite de prédation supposée (connue grâce à l'expérience A) ont été testés simultanément.

Tableau 1. Prédation constatée pour chacune des classes de taille de chabots sur chaque taille d'alevins testée au cours de l'expérience A.

Longueur totale des chabots (mm)	Longueur totale des alevins (mm)						
	22	27	32	37	42	47	52
51-55	P	P	N	-	-	-	-
56-60	P	-	P	N	-	-	-
61-65	P	P	P	N	N	-	-
66-70	N	P	P	P	-	N	N
71-75	-	P	P	-	-	N	N
76-80	P	-	P	P	P	N	N
81-85	-	P	P	-	P	N	N
86-90	P	P	P	P	P	N	N

P: constatation d'une prédation

N: absence de prédation

-: test non effectué.

- 2 1ère répétition: au vu des résultats obtenus, 5 nouveaux chabots ont été testés, mais en approchant cette fois au plus près la taille limite de prédation (quelques millimètres),
- 3 2ème répétition: afin de confirmer et de préciser le résultat, une répétition du test précédent a été effectuée.

Résultats

L'incertitude sur les mesures qui ont été effectuées au cours des deux expériences est de ± 1 mm.

Expérience A (Tableau 1)

N'ayant pas pu disposer d'un nombre suffisant de chabots pour certaines classes de taille, certains tests n'ont pas été réalisés. Dans la mesure du possible, nous avons éliminé les classes de taille pour lesquelles le résultat semblait le plus évident (chabots de petite taille avec alevins de grande taille). Cependant certains tests importants n'ont pas pu être effectués (chabots de 66 à 76 mm avec des alevins de 42 mm).

Cette expérience ne permet qu'une première approximation ayant permis de réaliser l'expérience B.

Expérience B

Un total de 105 tests a été réalisé.

Pour chaque taille d'alevin testée, nous n'avons

Tableau 2. Taille du plus petit chabot prédateur et du plus grand chabot non prédateur pour chaque taille d'alevin étudiée au cours de l'expérience B.

Longueur totale des alevins (mm)	Longueur totale du plus grand chabot non prédateur (mm)		Longueur totale du petit chabot prédateur (mm)	
	1ère Répétition	2ème Répétition	1ère Répétition	2ème Répétition
27	47	48	49	49
32	54	56	57	56
37	68	69	72	70,5
42	76	77	79	78
47	92	92,5	94	93
52	93	93,5	98	96,5
57	103	110	112	111

retenu que la taille du plus grand chabot n'ayant pas pu capturer d'alevin et la taille du plus petit chabot en ayant capturé au moins un, pour la première et la deuxième répétition (Tableau 2).

Les résultats obtenus au cours de la deuxième répétition peuvent être considérés comme les plus précis et ont permis de réaliser le graphique de la Figure 1. Dans ce graphique, afin de prendre en compte l'incertitude sur les mesures (± 1 mm) dans le sens d'une plus grande sécurité, nous avons procédé de la façon suivante:

- pour les point correspondant à la non prédation, la longueur totale des alevins a été majorée de 1 mm et celle des chabots diminuée de 1 mm,
- pour les point correspondant à la prédation, c'est la longueur totale des chabots qui a été majorée de 1 mm, alors que celle des alevins a été diminuée de 1 mm.

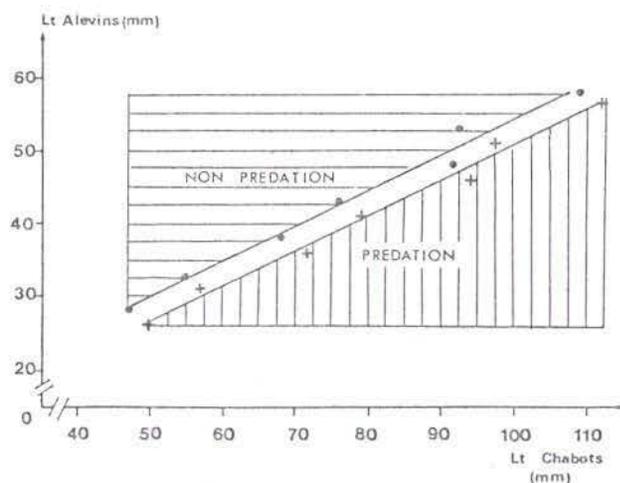


Fig. 1. Limites de 'prédation' et de 'non prédation' pour les tailles de chabots (abscisses) et d'alevins (ordonnées) qui ont été testées au cours de la 2ème répétition de l'expérience B.

Les équations des droites reliant les points correspondant d'une part à la prédation et d'autre part à la non prédation ont été calculées. On obtient (pour des longueurs totales exprimées en mm):

- non prédation: $Y = 0.484 X + 5.8$
- prédation: $Y = 0.484 X + 2.7$

Ces droites permettent de définir trois 'zones':

- Une 'zone de non prédation': points situés au dessus de la droite correspondant à la non prédation.
- Une 'zone de prédation': points situés au dessous de la droite correspondant à la prédation.
- Une 'zone de d'incertitude': points situés entre les deux droites.

Discussion et conclusions

Il est indispensable, lors d'expérimentation de ce type, de travailler avec des individus naifs, une réaction d'évitement pouvant se manifester chez des individus ayant antérieurement échappé à la prédation (Patten, 1977). L'ensemble de l'expérimentation réalisée ne comprend donc pas, à proprement parler, de répétitions. Cette absence de répétition rend impossible le calcul d'un coefficient de corrélation pour les deux droites de la Figure 1. On peut cependant considérer que la droite permettant de définir la zone de non prédation permet une bonne appréciation des limites réelles de taille au delà desquelles la prédation des chabots sur les alevins de truite ne peut plus s'exercer. En effet, l'ensemble du protocole expérimental permettait de maintenir les alevins en contact étroit avec les chabots (exiguïté des boîtes, faible hauteur d'eau, existence d'un seul abri toujours occupé par le chabot) pendant

une période suffisamment longue (un nyctémère) pour permettre aux chabots de passer par une phase d'activité alimentaire (Gaudin, 1981), et après une période de jeûne suffisamment prolongée (48 h) pour que leur estomac soit vide en début d'expérimentation. Les chabots se trouvaient donc dans des conditions optimales pour tenter de capturer les alevins de truite. De plus on peut estimer que la façon dont a été prise en compte l'incertitude sur les mesures (diminution de la taille des chabots et majoration de celle des alevins de 1 mm), réduit encore le risque d'erreur. Nous qualifierons donc cette zone de 'zone de prédation impossible' dans des conditions favorisant au mieux l'activité prédatrice des chabots.

Par contre on peut considérer que tous les points situés en dessous de cette droite (zone de prédation et zone d'incertitude) constituent une 'zone de prédation possible', ce qui n'implique aucunement l'existence d'une prédation systématique dans des conditions différentes de celles appliquées ici. En effet, comme le montre Patten (1977), si certains chabots (*Cottus* spp.), mesurant jusqu'à 120 mm de long, arrivent à capturer au laboratoire de jeunes saumons Coho (*Oncorhynchus tshawytscha*) mesurant jusqu'à 80 mm de long, ils ne capturent pratiquement jamais, dans le milieu naturel, d'alevins d'une taille supérieure à 45 mm. Cette zone de prédation possible peut donc être considérée comme une 'zone de sensibilité théorique' à la prédation, ou les captures sont essentiellement dépendantes de la taille relative de la proie et du prédateur, c'est à dire de critères morphologiques. Il conviendra donc de définir, à l'intérieur de cette zone, la 'zone de sensibilité effective' à la prédation. Nous avons d'ailleurs déjà pu mettre en évidence, en conditions semi-naturelles, un accroissement du comportement de dé-

valaison d'alevins de repeuplement lorsqu'ils sont introduits dans un milieu où vivent des chabots (Gaudin & Heland, 1984; Gaudin & Caillere, sous presse). Ce comportement, associé à d'autres, pourrait permettre aux alevins de réduire considérablement le risque de prédation en s'installant plus en aval, dans des zones exemptes de chabots.

References

- Andreasson, S., 1971. Feeding habits of a sculpin (*Cottus gobio*) population. Inst. Freshw. Res. Drottningholm Ann. Rep. 51: 5-30.
- Gaudin, P., 1981. Eco-Ethologie d'un poisson benthique, le chabot, *Cottus gobio* L. (Cottidae): distribution, alimentation et rapports avec la truite, *Salmo trutta* L. Thèse de 3^e cycle, Lyon, 178 pp.
- Gaudin, P. & M. Heland, 1984. Influence d'adultes de chabots (*Cottus gobio* L.) sur des alevins de truite commune (*Salmo trutta* L.): étude expérimentale en milieux semi-naturels. Acta Oecol., Oecol. applic. 5(1): 71-83.
- Gaudin, P. & L. Caillere, sous presse. Relations chabots-truites: résultats obtenus en rivière expérimentale. Poster Verh. int. Verein. Limnol. 22.
- Moyle, P. B., 1977. In defense of sculpins. Bull. Am. Fish. Soc. 2: 20-23.
- Patten, B. G., 1977. Body size and learned avoidance of factors affecting predation on coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* fry by torrent sculpin, *Cottus rhotheus*. Fish. Bul. U.S. Dep. Commer. Natl. Oceanic Atmos. Adm. Natl. Mar. Fish. Serv. Seattle 75: 457-459.
- Starmach, J., 1973. Zagadnienia konkurencji pokarmowej glowaczy i pstragow. Wiad. Ekol. 19: 372-376.
- Straskraba, M., J. Char, S. Frank & V. Hruska, 1966. Contribution to the problem of food competition among the sculpin, minnow, and brown trout. J. anim. Ecol. 35: 303-311.
- Thomas, A. E., 1973. Spawning migration and intragravel movement of the torrent sculpin, *Cottus rhotheus*. Trans. Amer. Fish. Soc. 3: 620-622.

Received 6 August 1984; accepted 10 September 1984.

Relation chabots — truites: résultats obtenus en rivière expérimentale

P. GAUDIN et L. CAILLERE

Avec 1 figure et 2 tableaux dans le texte

Introduction

Lorsque des alevins de truite (*Salmo trutta* L.) sont introduits dans un milieu où une population de chabots (*Cottus gobio* L.) a précédemment été implantée, un certain nombre d'alevins sont capturés par les chabots. A cette prédation semble correspondre une intensification du comportement naturel de dévalaison des alevins (GAUDIN & HELAND 1984).

L'expérimentation rapportée ici s'est déroulée dans une rivière expérimentale récemment réalisée sur le Campus de l'Université Lyon I. Elle a pour buts:

- de confirmer les observations antérieures sur ce phénomène dans des conditions expérimentales nouvelles;
- d'étudier l'amplitude de la dévalaison des alevins et l'influence de cette réaction d'évitement sur leur éventuelle installation dans les zones aval, exemptes de chabots.

Matériel et méthodes

Description de la rivière expérimentale (Fig. 1)

Cette rivière¹ a été réalisée dans le domaine expérimental dépendant du Département de Biologie Animale et Ecologie (U. E. R. des Sciences de la Nature et de la Vie).

L'alimentation en eau provient d'un pompage dans la nappe phréatique assurant un débit constant de $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. L'installation est constituée d'un bassin amont (capacité = 4 m^3) permettant le brassage et l'oxygénation de l'eau et de deux chenaux parallèles de 40 m de long (Fig. 1 A et B).

L'étanchéité de l'ensemble de l'ouvrage est assurée par une feuille de P. V. C. de 1 mm d'épaisseur. Chaque chenal est constitué d'une succession de quatre biefs de 10 m de long et 0,80 m de large au niveau du substrat. Chaque bief est rempli d'une couche de 30 cm d'épaisseur de galets calibrés (diamètre = 1 à 5 cm). La partie des chenaux occupée par le substrat est de section rectangulaire, alors que les rives de la section en eau libre sont inclinées à 45° . La pente moyenne du substrat est réglée dans chaque bief à 0,5%. Les biefs sont séparés par des murets en béton (Fig. 1 D et E) dont les ouvertures sont pourvues de rainures dans lesquelles peuvent être glissées des planches, des grilles ou des filets permettant de capturer les poissons dévalants.

Protocole expérimental

Afin de faciliter la compréhension du protocole expérimental et de l'exposé des résultats, nous désignerons le premier chenal par la lettre «A» et le second par la lettre «B». Pour chaque chenal, les biefs seront numérotés de 1 à 4 en partant de l'amont.

Dans chaque chenal, la hauteur d'eau est réglée à 14 cm en moyenne (11 à 12 en amont et 16 à 17 cm en aval de chaque bief). Le débit est de $71 \cdot \text{s}^{-1}$ et la vitesse moyenne du courant est de $6 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. Les biefs sont séparés par des grilles d'un vide de maille de 10 mm, interdisant le passage

¹ Financée dans le cadre de l'A. T. P., C. N. R. S. — Ministère de l'Environnement: «Biologie des Populations».

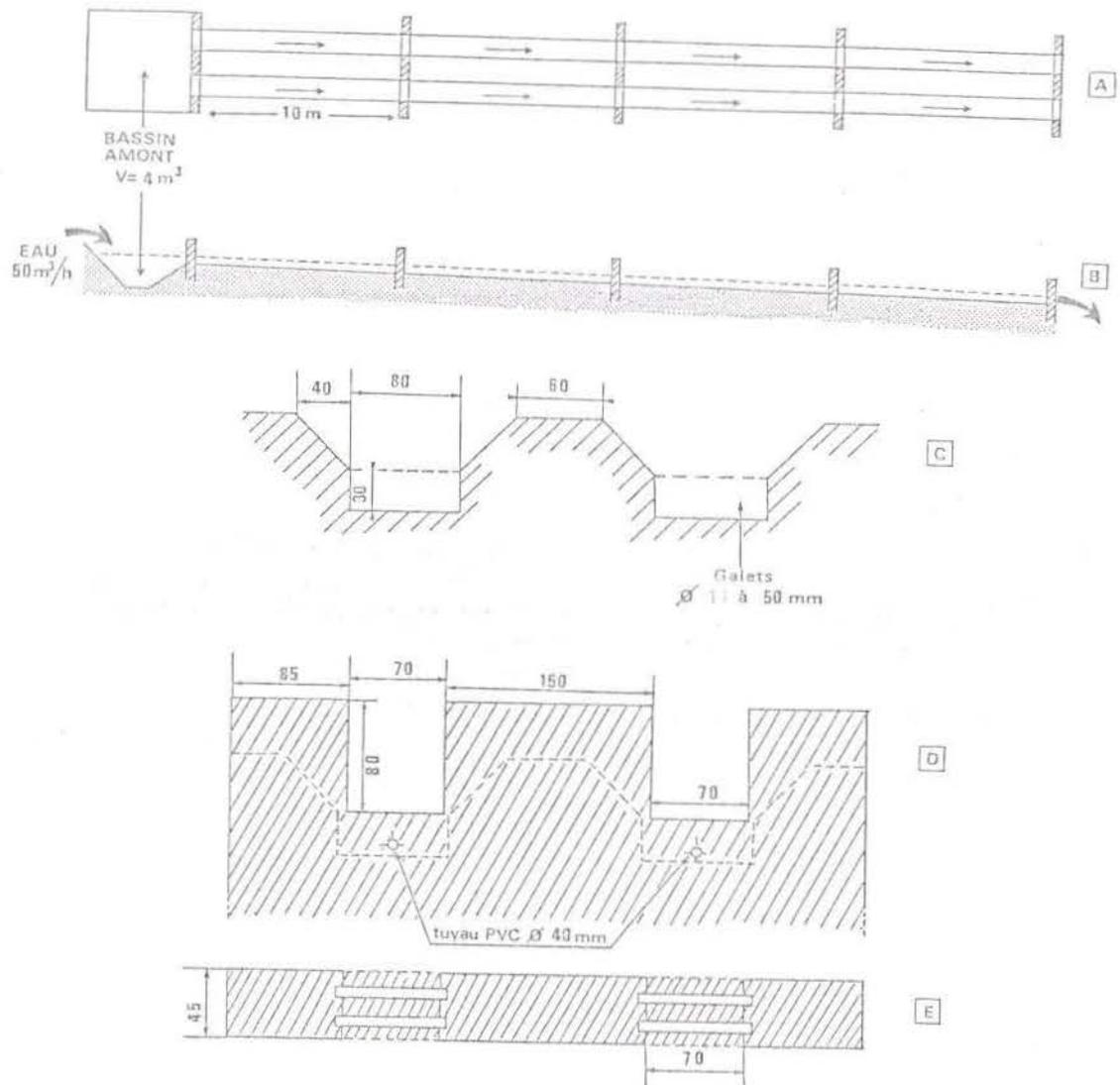


Fig. 1. Plan des installations (cotes en cm sauf indications contraires): A) Vue aérienne schématique. B) Coupe longitudinale schématique. C) Coupe transversale au milieu d'un bief. D) Coupe transversale au niveau d'un muret de séparation. E) Vue aérienne d'un muret de séparation.

de chabots adultes ($L_t \geq 5$ cm) mais permettant facilement celui d'alevins de truite. En aval du bief 4, dans les deux chenaux, un piège permet de capturer les alevins dévalants. Afin de favoriser l'installation des chabots et des alevins, dans chaque bief, 30 abris constitués de deux pierres formant un plan incliné face au courant sont disposés régulièrement sur le substrat.

Les chabots ont été prélevés dans le ruisseau de Tillerrey (affluent du Suran-Ain) par pêche électrique et une population de 10 individus, mesurant entre 60 et 95 mm, a été constituée, selon la répartition suivante, en classes de taille de 5 mm:

- pour les classes de 60 à 75 mm: 2 individus par classe,
- pour les classes de 75 à 95 mm: 1 individu par classe.

Cette population est introduite dans le bief n° 2 du chenal A au début du mois de mai.

Les alevins de truite, dont la vésicule vitelline était résorbée depuis 3 semaines environ, provenaient de la pisciculture de La Puya (Annecy-Haute-Savoie). Un lot de 150 individus a été introduit en amont du bief n° 2 de chaque chenal dans des cages grillagées, 2 jours avant l'expérience, afin de leur permettre de s'habituer aux nouvelles conditions de milieu.

Quatre jours après l'introduction des chabots, les alevins sont libérés à 10 heures, en amont des biefs où ils étaient installés. 24 heures plus tard, les biefs sont isolés les uns des autres par des grilles

d'un vide de maille de 3 mm, interdisant le passage des alevins. Les pièges à dévalaison sont alors relevés et une pêche électrique minutieuse est réalisée dans tous les biefs afin de recueillir les chabots et de dénombrer les alevins restants dans chacun des biefs. Puis, les chabots subissent un lavage gastrique à l'aide d'une pompe stomacale (GAUDIN et al. 1981), afin de déterminer le nombre d'alevins ingérés. Les deux chenaux sont ensuite asséchés pendant deux jours, afin d'éliminer les quelques alevins ayant échappé à la pêche. L'ensemble de l'expérience est alors répété avec de nouveaux alevins et de nouveaux chabots, ces derniers étant cette fois introduits dans le chenal B.

Résultats

Les deux expériences successives ne sont pas comparables pour deux raisons principales:

1. Bien que la température de l'eau soit restée stable ($14 \pm 1^\circ\text{C}$), les conditions météorologiques ont été très variables au cours de la première expérience (pluie continue et éclaircissement très faible pendant la journée), alors qu'il faisait beau pendant la deuxième,
2. Les alevins utilisés pour la deuxième expérience appartenaient au même lot que ceux utilisés pour la première. Ils étaient donc plus âgés d'une semaine et leur longueur totale moyenne était significativement supérieure (pour 30 individus pris au hasard avant chaque expérience):

1ère expérience: Lt moyenne = $32,1 \pm 3,2$ mm

2ème expérience: Lt moyenne = $34,9 \pm 2,6$ mm

($t = 7,11$, ddl = 58, $p = 0,05$, S.)

Nous allons examiner successivement les résultats concernant la prédation exercée par les chabots, la dévalaison des alevins et l'installation des alevins dans les biefs aval, exempts de chabots.

Prédation

Elle a été très faible pour les deux expériences:

- 1ère expérience: 4 alevins capturés par les 10 chabots,
- 2ème expérience: 3 alevins capturés par les 10 chabots.

Dévalaison des alevins (Tab. 1)

La dévalaison a été relativement importante, même dans les témoins, principalement pendant la première expérience (69 % de dévalants dans le témoin). Il existe cependant

Tab. 1. Pourcentage d'alevins restant au contact des chabots, dévalants, disparus et/ou ingérés, dans les deux chenaux et pour les deux expériences.

		En présence des chabots	Témoin
1ère expérience	Alevins restant dans le bief 2	15 %	30 %
	Alevins dévalants (bief 3 et 4+piège)	77 %	69 %
	Alevins ingérés par les chabots et/ou disparus	8 %	1 %
2ème expérience	Alevins restants dans le bief 2	21 %	45 %
	Alevins dévalants (bief 3 et 4+piège)	74 %	51 %
	Alevins ingérés par les chabots et/ou disparus	5 %	4 %

Tab. 2. Nombre d'alevin restant dans chacun des biefs 2, 3 et 4, pour les deux chenaux et pour les deux expériences.

		En présence des chabots	Témoin
1ère expérience	Bief 2	15	30
	Bief 3	5	6
	Bief 4	1	3
2ème expérience	Bief 2	21	45
	Bief 3	16	14
	Bief 4	5	6

une différence significative entre le chenal où se trouvent les chabots et le chenal témoin, pour les deux expériences (en ne prenant pas en compte la rubrique: «Alevins ingérés par les chabots et/ou disparus»):

- 1ère expérience: $\chi^2 = 7,96$, ddl = 1, $p = 0,05$, S,
- 2ème expérience: $\chi^2 = 19,34$, ddl = 1, $p = 0,05$, S.

La présence des chabots est donc à l'origine d'une intensification significative de la dévalaison des alevins.

Installation des alevins dans les biefs aval (Tab. 2)

La comparaison, pour chaque expérience, de la répartition des alevins dans les biefs 3 et 4, pour les deux chenaux, permet de vérifier si la présence de chabots dans le bief 2 a une influence sur l'installation des alevins dans les zones aval.

Pour la première expérience, les effectifs sont insuffisants pour permettre l'application d'un test de χ^2 , nous avons donc appliqué le test de probabilité exacte de FISHER (SIEGEL 1956):

- 1ère expérience: (test de FISHER): $p = 0,37$, $p = 0,05$, N. S.
- 2ème expérience: (χ^2) = 0,19, ddl = 1, $p = 0,05$, N. S.

La présence de chabots dans le bief amont n'a donc pas d'influence sur l'installation des alevins dans les zones aval, exemptes de chabots.

Discussion et conclusions

Pour les deux expériences, la prédation exercée par les chabots a été inférieure à celle observée lors d'expériences antérieures (GAUDIN & HELAND 1984). Cette faible prédation peut s'expliquer par l'importance de la dévalaison des alevins de truite qui a été nettement supérieure, même dans les témoins, à ce qu'on peut observer dans des conditions naturelles (CUINAT & HELAND 1979), semi naturelles (GAUDIN & HELAND 1984) ou expérimentales (HELAND 1980). Cette intensification peut avoir plusieurs causes, dont les effets ont pu se cumuler:

1. Lors de la première expérience, les mauvaises conditions météorologiques, et en particulier la faible luminosité, ont pu exagérer le comportement de dévalaison.
2. Les alevins dont nous avons disposé appartenaient à une souche différente de celle utilisée pour les deux expériences citées plus haut (HELAND 1980; GAUDIN & HELAND

1984) et nous ne connaissons pas son aptitude naturelle à la dévalaison (qui semble être supérieure).

3. Il est possible que la quantité de nourriture disponible pour les alevins ait été insuffisante. En effet, des invertébrés prélevés dans le milieu naturel ont été introduits dans les biefs avant chacune des expériences et nous avons pu vérifier lors de l'examen des contenus stomacaux, que les chabots s'étaient normalement alimentés. Cependant, vu que le peuplement en invertébrés n'était introduit que depuis peu de temps, il ne devait contenir que peu d'individus de petite taille, aisément capturables par les alevins (pullex de gammares, larvules d'insectes, etc.).

Bien que la dévalaison ait sans doute été exagérée par les conditions expérimentales, la présence de chabots a été l'origine d'une intensification nette de ce comportement, ce qui confirme les observations antérieures sur ce phénomène (GAUDIN & HELAND 1984). Par ailleurs, nous avons pu également constater que l'installation des alevins dans les biefs situés en aval n'était pas perturbée par la présence des chabots dans le bief amont. On peut donc supposer que lorsque les alevins ne sont plus en contact direct avec les chabots, ils sont en mesure de s'installer si les caractéristiques du milieu le leur permet. Ceci tendrait à infirmer l'hypothèse selon laquelle une communication chimique interspécifique serait à l'origine de l'intensification de la dévalaison et à confirmer celle suggérant que le contact direct entre un chabot et un alevin pourrait provoquer une simple réaction d'évitement de l'alevin, sur une courte distance et préférentiellement dans le sens du courant, ce comportement pouvant se répéter si un nouveau chabot est rencontré.

Cependant, ces hypothèses doivent être confirmées ou infirmées par d'autres expériences et, dans un premier temps, il nous semble nécessaire de mettre en évidence les facteurs pouvant avoir une influence sur l'intensité de la dévalaison des alevins dans notre rivière expérimentale, afin de pouvoir différencier et interpréter plus nettement les comportements des alevins liés à la présence des chabots de ceux qu'ils manifestent en leur absence.

Résumé

L'expérience a été réalisée dans une rivière artificielle constituée de deux chenaux parallèles de 40 m de long, divisés en 4 biefs successifs. Des lots de 150 alevins de truite commune ($15 \cdot m^{-2}$) ont été introduits dans un bief contenant ou non (témoin) des chabots adultes ($1 \cdot m^{-2}$), introduits 4 jours auparavant. Pendant 24 heures, les alevins pouvaient quitter le bief et avaient alors la possibilité de s'installer dans les deux biefs aval ou de dévaler plus loin jusqu'à des pièges permettant de les capturer. Un inventaire final par pêche électrique a permis de localiser les alevins restants dans les biefs et de prélever les chabots afin d'examiner leur contenu stomacal. L'expérience a ensuite été répétée en introduisant les chabots dans l'autre chenal.

Malgré une faible prédation des chabots, leur présence entraîne une dévalaison accrue des alevins de truite. Mais, après cette réaction d'évitement par dévalaison, l'installation des alevins dans les biefs aval n'est pas perturbée par la présence de chabots en amont.

Summary

Sculpins/trout relations: Results obtained in an experimental river

The experiment was conducted in an artificial river separated in two parallel channels 40 m in length each partitioned into 4 successive sections. Groups of 150 brown trout fry ($15 \cdot m^{-2}$) were introduced in a section with or without (control) adults sculpins ($1 \cdot m^{-2}$) released 4 days before. During a 24 hours period, fry could leave the section and could occupy the two downstream sections or

swim into traps where they were captured. At the end of the experiment, the fry resting in the channel were collected with the sculpins by electric fishing. The stomach contents of the sculpins were examined. A second experiment was done, the sculpins being introduced in the other channel.

In spite of a slight predation of the sculpins, fry exhibited stronger downstream swimming behaviour in presence of sculpins. But, after this avoiding reaction, their installation downstream is not disturbed by the presence of sculpins upstream.

Bibliographie

- CUINAT, R. & HELAND, M., 1979: Observations sur la dévalaison d'alevins de truite commune (*Salmo trutta* L.) dans le Lissuraga. — *Bull. Fr. Piscic.* 274: 1—17.
- GAUDIN, P. & HELAND, M., 1984: Influence d'adultes de chabots sur des alevins de truite commune (*Salmo trutta* L.). Etude expérimentale en milieux semi-naturels. — Sous presse dans *Acta Oecologica Oecol. Applic.*
- GAUDIN, P., MARTIN, E. & CAILLERE, L., 1981: Le tubage gastrique chez les poissons: mise au point d'un équipement et test chez le chabot (*Cottus gobio* L.). — *Bull. Fr. Piscic.* 282: 8—15.
- HELAND, M., 1980: La dévalaison des alevins de truite commune *Salmo trutta* L. I. Caractérisation en milieu artificiel. — *Ann. Limnol.* 16: 233—245.
- SIEGEL, S., 1956: *Non parametric statistics for the behavioural sciences.* — Mc Graw-Hill, New York, 312 pp.

Adresse des auteurs:

Laboratoire d'Eco-Ethologie, Département de Biologie Animale et Ecologie, L. A.,
C. N. R. S. No. 367, 43 Bd du 11 novembre 1918, F-69622 Villeurbanne Cedex, France

**Rythmes d'émergence et de dévalaison des alevins
d'Ombre commun *Thymallus thymallus* (L. 1758) :
Premières observations en milieu semi-naturel contrôlé.**

Philippe GAUDIN et Henri PERSAT

RESUME : Observé en rivière expérimentale, le rythme d'émergence des alevins d'Ombre commun (*Thymallus thymallus*) apparaît nettement centré sur la phase diurne, tout comme le phénomène de dévalaison qui l'accompagne dans les tous premiers jours de vie en eau libre et qui concerne près de 20 % de la population. Ensuite, on observe une réduction rapide du comportement de dévalaison, avec inversion de la périodicité au profit de la phase nocturne.

TITLE : The emergence rates and downstream movement of grayling fry *Thymallus thymallus* (L. 1758): initial observations in a controlled, semi-natural milieu.

SUMMARY : The emergence rate of European grayling (*Thymallus thymallus*) fry in an experimental stream clearly appeared to have its maximum during the day light; similarly, downstream migration during the first days in open water (20 % of population) was also most significant in day time. Later, this migration occurred less frequently and mostly at night.

Adresse des auteurs : U.A. CNRS 367 Ecologie des Eaux Douces, Département de Biologie Animale et Ecologie, 43 Bd du 11 novembre 1918, 69622 VILLEURBANNE CEDEX.

INTRODUCTION :

L'Ombre commun (*Thymallus thymallus* L. 1758) est une espèce de salmonidé occupant une niche écologique assez particulière au sein des eaux courantes. La phase la plus méconnue de son cycle vital est celle correspondant aux premiers stades de développement en eau libre dont ni le comportement ni l'habitat n'ont été décrits précisément jusqu'à présent [1]. Le mode de reproduction [2], l'incubation des oeufs et la résorption de la vésicule vitelline sous le gravier [3][4] sont très semblables à ceux des autres salmonidés d'eau vive, mais la date tardive de la ponte pose, entre autres, le problème de l'insertion des alevins dans un milieu naturel parfois déjà occupé depuis plusieurs semaines par les alevins de Truite beaucoup plus gros.

Le présent travail est un premier élément de réponse quant au comportement des alevins d'Ombre au moment et dans les jours qui suivent l'émergence.

MATÉRIEL ET MÉTHODES :

Milieu expérimental :

Les expériences ont été réalisées dans une rivière expérimentale constituée de deux chenaux parallèles (A et B) de 40 m de long. Chaque chenal comporte 4 biefs successifs (10 m de long par 0,95 m de large en moyenne) remplis de galets de 1 à 8 cm de diamètre sur une épaisseur de 30 cm. Les biefs sont séparés par des passes plus étroites (0,70 m) pouvant recevoir des planches et des grilles pour contrôler le niveau des eaux et les déplacements des poissons. Un circuit d'eau phréatique assure un débit et une température stables (7 l/s à 14°C dans chaque chenal[5]).

Dispositif d'étude de l'émergence :

Le dispositif comprend deux compartiments cylindriques grillagés (L = 20 cm, D = 10 cm, maille de 1 mm) reliés de façon amovible par un tube (L = 3 cm, D = 2,5 cm) pouvant être fermé par un clapet. Le compartiment inférieur, rempli de galets de 1 à 5 cm de diamètre, est enfoui dans le substrat du chenal B. Le compartiment supérieur émerge complètement en eau libre. Après introduction de 278 alevins vésiculés dans le compartiment inférieur, on relève toutes les 3 h le nombre d'alevins présents dans le compartiment supérieur jusqu'à la fin de l'émergence. Les relevés ont été réalisés à 1 h, 4 h, 7 h, 10 h, 13 h, 19 h et 22 h (heures solaires). Le relevé de 4 h avait lieu une dizaine de minutes après le lever du jour et celui de 19 h un quart d'heure environ avant la nuit.

Dispositif de suivi de la dévalaison :

Dans le chenal A, le niveau d'eau est réglé depuis la passe en aval du bief 4 de façon à assurer la libre circulation entre les biefs 2, 3 et 4 (le bief 1 n'est pas utilisé) tout en créant un gradient de profondeur croissante et de vitesse de courant décroissante de l'amont vers l'aval (P = 12 et V = 10 cm/s maximum en amont du bief 2, contre 24 cm et 5 cm/s maximum en aval du bief 4).

1100 alevins vésiculés appartenant à la même fratrie (obtenue par fécondation artificielle de géniteurs sauvages) sont introduits directement sous

les graviers au niveau du tiers amont du bief 2. A l'aplomb du lieu de l'introduction on place une nasse permettant de capturer quelques émergents. A l'extrémité aval du chenal, un piège permet de capturer les alevins dévalants.

Les relevés sont effectués initialement aux mêmes heures que dans l'expérience précédente. Par ailleurs, un relevé de la position et du comportement des alevins à l'intérieur des biefs est effectué quotidiennement entre 12 et 14 h. La nasse est retirée 4 jours après le début de l'émergence lorsque plus aucun alevin n'est capturé, et deux jours plus tard la fréquence des relevés du piège à dévalaison est ramenée à 2 relevés quotidiens (aube et crépuscule) en raison de la forte réduction des effectifs dévalants. Deux semaines plus tard, il ne sera plus effectué qu'un seul relevé par jour, la dévalaison devenant sporadique.

RESULTATS :

Rythme d'émergence (figure 1) :

Sur 278 alevins introduits, 248 ont émergé en 120 h (du 6^{ème} au 10^{ème} jour après l'éclosion). 30 alevins sont morts (11 %). L'émergence est nettement diurne (170 alevins soit 69 % capturés lors des relevés de jour). Deux relevés supplémentaires le 8^{ème} et le 9^{ème} jour à 3 h 50 (début de la photopériode), ont permis respectivement la capture de 6 et 2 alevins pendant la période de 10 minutes précédant le relevé de 4 h. On peut donc considérer que plus de 70 % des alevins ont émergé de jour.

Rythme de dévalaison (figures 2 et 3) :

Du 6^{ème} jour (début de l'émergence et de la dévalaison) au 24^{ème} jour (arrêt des relevés jour-nuit) 285 alevins ont dévalé. Si on estime la mortalité sous gravier comparable à celle observée dans l'expérience précédente (10 % environ, soit 110 alevins), on peut considérer que 29 % des alevins ayant émergé ont dévalé pendant cette période. On peut distinguer deux périodes :

- du 6^{ème} au 10^{ème} jour (fin de l'émergence)(figure 2), un grand nombre d'alevins dévalent (198 soit 20 % des émergents). Cette dévalaison massive est essentiellement diurne (120 alevins dévalent de jour, 78 de nuit) et peut être mise en parallèle avec le rythme de l'émergence (les 13 alevins capturés dans le piège à émergence du chenal A l'ont tous été de jour, figure 2).

- du 11^{ème} au 24^{ème} jour, la dévalaison diminue (85 alevins, soit 9 % des émergents) et devient nocturne (22 alevins de jour, 65 de nuit)(figure 3). Cette inversion commence dès la nuit du 9^{ème} au 10^{ème} jour où apparaît un pic de dévalaison nocturne (figure 2). Cette dévalaison de faible amplitude s'est maintenue pendant tout le mois qui a suivi l'arrêt des relevés jour-nuit (36 alevins en un mois).

Relevés de position et de comportement :

Ces relevés nous ont permis deux constatations :

- durant la période d'émergence (6^{ème} au 10^{ème} jour), très peu d'alevins sont observés dans le bief 4 alors que le tiers amont du bief 2 est très peuplé (près de 200 alevins sur moins de 2 m² à l'aplomb du site d'introduction le 7^{ème} et le 8^{ème} jour); quelques rares comportements agressifs sont observés dès le 10^{ème} jour;

- à partir du 11^{ème} jour, la répartition devient plus régulière dans les trois biefs, pour devenir relativement homogène à partir du 13^{ème} jour. Parallèlement, des comportements agressifs sont observés de plus en plus fréquemment.

DISCUSSION ET CONCLUSION :

Pour les deux lots d'alevins utilisés au cours de ces expériences, l'émergence est nettement diurne. Ceci confirme et complète les observations de D'HULSTERE et PHILIPPART [4] qui faisaient déjà état d'une éclosion diurne pour environ 70 % des alevins.

Ces résultats sont différents de ceux obtenus sur les autres espèces de Salmonidés tels que *Onchorhynchus nerka* [6], *O. gorbuscha* [7], et *Salmo salar* [8], où l'émergence est essentiellement nocturne.

Pendant toute la durée de l'émergence, on observe une dévalaison également diurne d'une partie des alevins. Ce comportement semble être le fait d'individus dévalant dès leur sortie des graviers : en effet, les premiers dévalants sont plégés dès le début de l'émergence (figure 2), et, bien que les résultats aient été obtenus avec des lots différents, on observe une importante similitude dans les rythmes et amplitudes des deux courbes (figure 1-émergence et figure 2-dévalaison). La dévalaison dès l'émergence est notée chez la plupart des Salmonidés. Elle peut concerner la quasi totalité des alevins (surtout chez le genre *Onchorhynchus*), ou seulement une partie d'entre eux comme chez la Truite commune *Salmo trutta* [9][10], mais elle est toujours essentiellement nocturne [6][9][10][11].

Cette dévalaison ne semble pas être due à des phénomènes surdensitaires : pendant cette période initiale les alevins acceptent des densités très élevées (au moins 100 individus par m²) et les comportements agressifs n'apparaissent qu'après. Il s'agirait plutôt, comme on l'observe chez la Truite, d'alevins n'exprimant pas en permanence le comportement de nage statique face au courant et que l'on peut qualifier de ce fait de dévalants persistants [12].

Par la suite, en se réduisant et en devenant nocturne, la dévalaison semble changer de nature et pourrait être liée à la mise en place des comportements agressifs et à l'évolution des besoins spatiaux et trophiques de la fraction initialement sédentaire de la population.

Ces hypothèses demandent bien évidemment vérification par observations précises tant en milieu contrôlé qu'en milieu naturel. Il n'en reste pas moins que, pour l'expression des comportements fondamentaux des premiers stades, l'Ombre commun semble caractérisé par un rythme d'activité diurne dont l'origine reste à définir : adaptation anti-prédateur, compétition interspécifique avec d'autres alevins, notamment de Truite...

L'inversion rapide du rythme de dévalaison pourrait être la conséquence logique de l'inversion de l'ensemble des rythmes d'activité des alevins qui s'adaptent, pour des raisons trophiques, au comportement essentiellement nocturne des invertébrés [13][14].

- [1] H. PERSAT et C. SURRE, Rapport technique au Ministère de l'Environnement, 1985, 108 p.
- [2] E. FABRICIUS et K.J. GUSTAFSON, *Rept. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 36, 1955, p. 75-103.
- [3] L.F. KRATT et R.J.F. SMITH, *Trans. Am. Fish. Soc.*, 106, 3, 1977, p. 241-243.
- [4] D. d'HULSTERE et J.C. PHILIPPART, *Cah. Ethol. App.*, 2, 1, 1982, p. 63-80.
- [5] P. GAUDIN et L. CAILLERE, *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22, 1985, p. 2581-2586.
- [6] W.R. HEARD, *Anim. Behav.*, 12, 2-3, 1984, p. 382-388.
- [7] J.G.J. GODIN, *Can. J. Zool.*, 58, 5, 1980, p. 735-744.
- [8] K.I. GUSTAFSON-MARJANEN et H.B. DOWSE, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40, 6, 1983, p. 813-817.
- [9] R. CUINAT et M. HELAND, *Bull. fr. Piscic.*, 274, 1979, p. 1-17.
- [10] M. HELAND, *Annls Limnol.*, 16, 1980, p. 233-245.
- [11] F. NEAVE, *J. Fish. Res. Board Can.*, 12, 1955, p. 369-374.
- [12] M. HELAND, *Annls Limnol.*, 16, 1980, p. 247-254.
- [13] J.D. HYNES, *Freshwat. Biol.*, 5, 1975, p. 515-532.
- [14] G. CHAVANON, Thèse 3ème cycle, Lyon, 1979, 182 p.

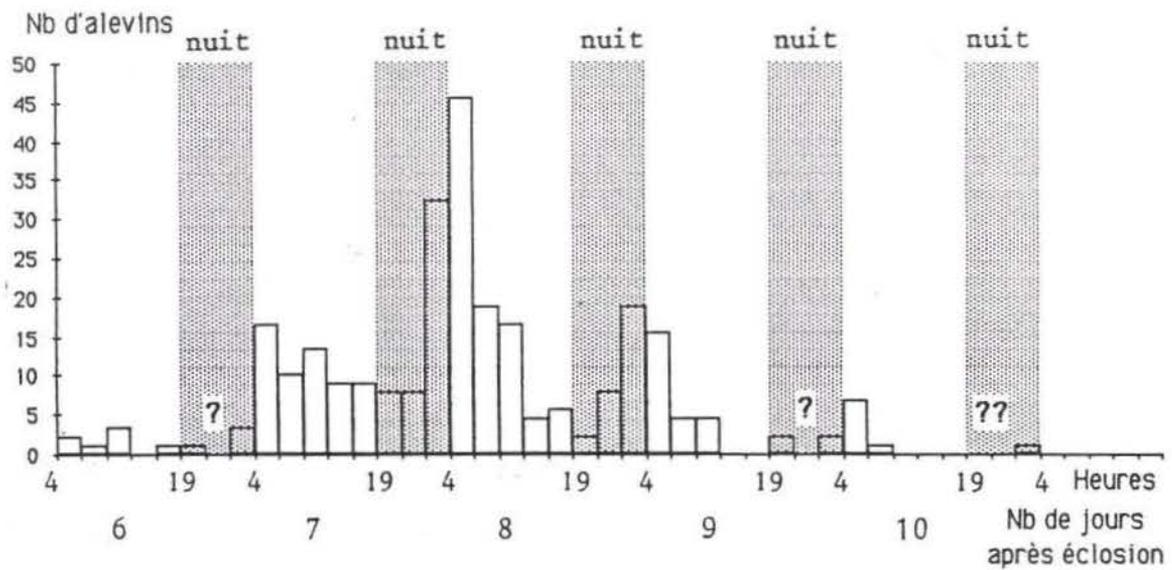


Figure 1 : Rythme d'émergence : Nombre de captures par tranches de 3 h (? = relevé non effectué, cumulé avec le suivant).

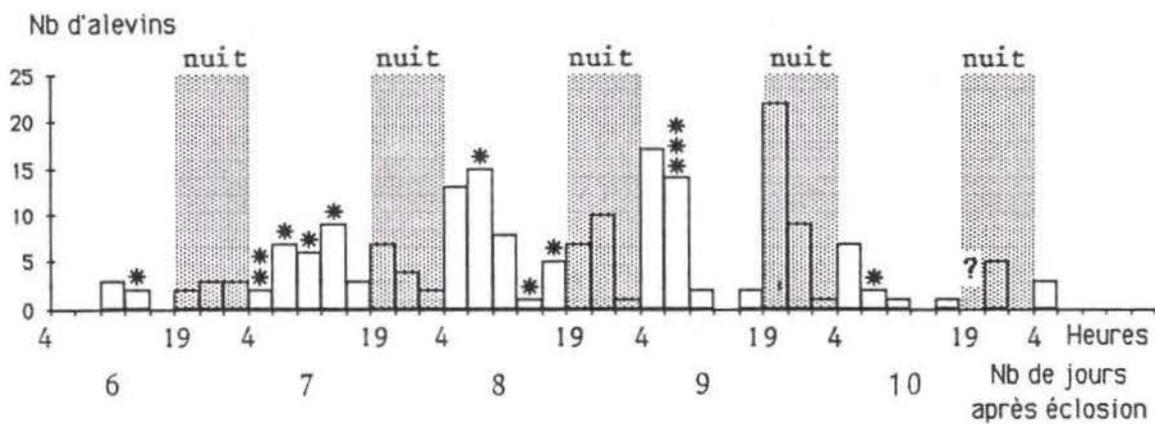


Figure 2 : Rythme de dévalaison (idem figure 1) (* alevin capturé dans la nasse à émergence).

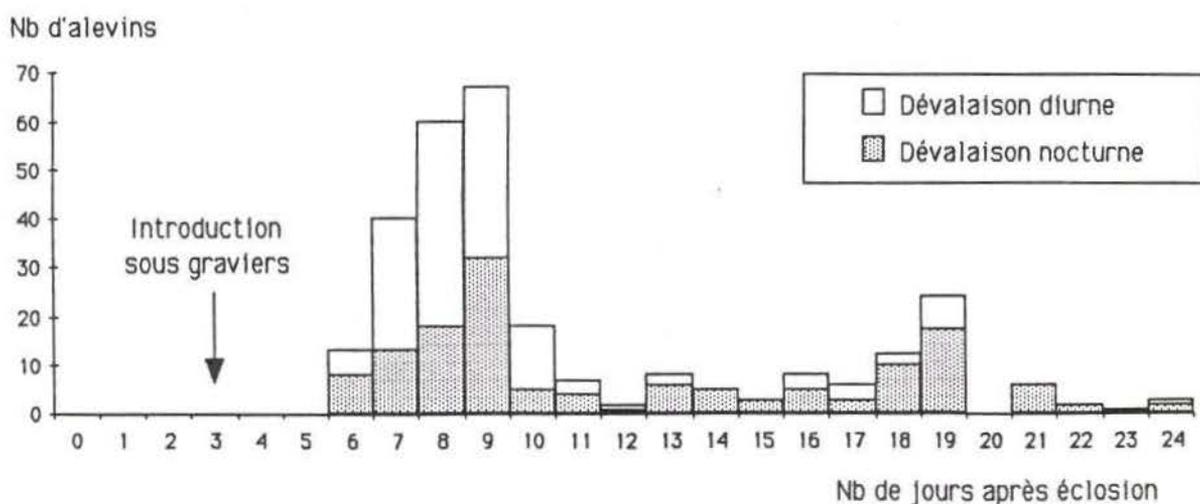


Figure 3 : Evolution de la dévalaison quotidienne (cumulée de 4h à 4h).