



HAL
open science

RYTHMES ALIMENTAIRES DE JEUNES SAUMONS ATLANTIQUES (SALMO SALAR L.) ET RELATIONS TROPHIQUES AVEC LA DÉRIVE DES INVERTÉBRÉS

J.-C Vignes

► **To cite this version:**

J.-C Vignes. RYTHMES ALIMENTAIRES DE JEUNES SAUMONS ATLANTIQUES (SALMO SALAR L.) ET RELATIONS TROPHIQUES AVEC LA DÉRIVE DES INVERTÉBRÉS. *Vie et Milieu / Life & Environment*, 1999, pp.293-300. hal-03180867

HAL Id: hal-03180867

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03180867>

Submitted on 25 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RYTHMES ALIMENTAIRES DE JEUNES SAUMONS ATLANTIQUES (*SALMO SALAR* L.) ET RELATIONS TROPHIQUES AVEC LA DÉRIVE DES INVERTÉBRÉS

Feeding rhythms of juvenile Atlantic salmon (Salmo salar L.) and trophic relationship with invertebrate drift

J.-C. VIGNES

Laboratoire d'Ecologie des Poissons, INRA, 64310 St-Pée-sur-Nivelle, France

SALMONIDAE
SALMO SALAR L.
TACON
RYTHME ALIMENTAIRE NATUREL
RELATION AVEC LA DÉRIVE

RÉSUMÉ. – Cette étude porte sur l'analyse qualitative et quantitative du régime alimentaire de jeunes Saumons Atlantiques (*Salmo salar* L.) de 25 à 160 mm de longueur, au cours de 8 nycthémères, entre la période d'émergence et l'âge de six mois. Les invertébrés dérivants, constituant la nourriture principale de ces Poissons, sont aussi récoltés. Les analyses stomacales montrent que la majorité des jeunes Saumons échantillonnés s'alimente en continu, avec souvent plusieurs périodes d'alimentation plus intenses partagées au cours du nycthémère. Le nombre de proies et la quantité de nourriture contenus dans les estomacs sont étroitement liés à la longueur des Poissons. Le nombre de captures rapporté au poids du prédateur est proportionnel au nombre d'invertébrés dérivants. Les larves d'Ephéméroptères (Baetidae) et de Diptères (Chironomidae) constituent les principales proies et sont également les plus nombreuses dans la dérive. Pour ces deux taxons, les variations journalières et saisonnières des effectifs dérivants et des quantités capturées par les Poissons sont étroitement liées. Les larves de *Baetis* sont plutôt consommées la nuit, les larves de Chironomides dans la journée, au cours de leur période intense de dérive.

SALMONIDAE
SALMO SALAR L.
PARR
NATURAL FEEDING/RHYTHMS
RELATION WITH THE DRIFT

ABSTRACT. – Qualitative and quantitative analyses of feeding rhythms were performed on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) juveniles, 25-160 mm long, during eight diel cycles, between the period of emergence and the age of six months. Drifting invertebrates, which constitute the main part of the fish diet, were also collected. The stomacal analyses showed that the majority of the young salmon fed continuously. Often, several more intense feeding periods occurred during the diel cycle. The ratio of prey number to predator weight was proportional to the number of drifting invertebrates. Ephemeroptera (Baetidae) and Diptera (Chironomidae) larvae were the main food items and were also the most numerous invertebrates in the drift. The daily and seasonal variations of the drifting stocks and the quantities captured were closely linked for those two groups. The *Baetis* larvae were eaten preferentially at night, the Chironomidae larvae during day time.

INTRODUCTION

De nombreuses études portent sur l'alimentation des Saumons, sur les variations journalières et saisonnières de leur régime (Wankowski 1981, Jorgensen & Jobling 1992, Huru 1986, Nicieza 1993, Amundsen *et al.* 1999) et sur les relations avec la nourriture disponible (Morrisson 1983, Strademeyer & Thorpe 1987a, Godin & Rangeley 1983, Garnas & Hvidstein 1985, Jorgensen & Jobling 1992, Erkinaro & Erkinaro 1998). Ces travaux montrent que chez les jeunes Saumons les rythmes alimentaires ne sont pas bien définis au cours du nycthémère, de la saison, et qu'ils évoluent en fonction de l'âge des Poissons.

L'abondance du macro-benthos représentant la source essentielle de nourriture pour les Salmonidés, est un paramètre limitant la densité des Poissons (Waters & Hokenstrom 1980, Richardson 1993); il apparaît donc important d'analyser l'influence des ressources trophiques. La définition du régime alimentaire permet d'aborder une telle analyse.

Dans cette optique, le travail présenté ici, en limite de l'aire de répartition du Saumon Atlantique, tente de définir certaines modalités alimentaires quantitatives et qualitatives des juvéniles, de l'émergence à l'âge de six mois et cela en relation avec la nourriture disponible. Ces expériences menées dans un chenal expérimental per-

Tabl. I. – Dates, températures moyennes journalières de l'eau, nombres de pêches au cours des 24 heures, longueurs et poids (mini-maxi et moyennes) des Poissons échantillonnés et densités (nombre par m²).

Dates, average daily water temperature of water, number of sampling bouts during 24 hours, lengths and weights (mini-maxi and average) of sampled fish, density (number per m²).

Dates	T°C	Nombre pêches	Nombre poissons	Lt (mm)		Poids (g)		Densité/m ²
				min-max	moy			
02-04	10,5	6	180	25-29	28,1	0,15-0,35	0,22	296
22-04	10,1	6	180	27-33	28,8	0,19-0,41	0,25	24
13-06	14,4	8	203	40-80	55,2	0,40-4,70	1,65	11
21-06	14,6	8	263	40-80	55,9	0,40-4,80	1,66	9,2
30-06	17,0	8	128	50-69	57,0	1,00-2,70	1,73	7,4
03-07	16,6	8	240	53-80	65,8	1,40-5,00	2,78	6,0
24-08	17,6	8	240	52-84	70,0	1,40-7,00	3,77	4,2
13-10	12,5	6	203	66-120	84,0	2,60-7,20	6,17	3,0

mettent, tout en gardant les caractéristiques trophiques du milieu naturel, de maîtriser certains paramètres : densité, absence de prédateur, compétition, échantillonnage représentatif de la dérive, etc.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le milieu : Les expériences sont conduites dans un chenal de frai expérimental pour Salmonidés. Cette installation située dans le sud-ouest de la France, à Ainhoa (alt = 100 m, 43°17 lat N et 1°28 long W) est alimentée par 2 ruisseaux affluents de la Nivelle (petit fleuve côtier de l'ouest des Pyrénées).

Ce canal possédant une pente de 2 %, est composé de 13 biefs de tailles identiques (L = 10 m et l = 2,80 m), placés en série. Le substrat est constitué de galets de 1 à 8 cm de diamètre sur une épaisseur de 60 cm. Dans chaque bief, la zone aval de radier occupe près de 90 % de la surface du bief, la hauteur d'eau y varie de 10 à 25 cm. La partie amont située sous l'arrivée d'eau, est plus profonde (h = 40 cm). La vitesse du courant sur la zone de radier se situe entre 15 et 30 cm/s.

La scotophase est délimitée par les valeurs en deçà de 1 lux. La température de l'eau varie au cours des divers rythmes d'études (Tabl. I). Les plus basses sont enregistrées en avril avec un minimum de 8,9 °C, les plus élevées en juin, 20 °C.

Échantillonnages des poissons : Les Poissons utilisés pour ces expériences (N = 1637), sont issus de pontes naturelles produites sur ce site par des géniteurs sauvages, introduits avant leur reproduction.

La densité des jeunes Poissons est contrôlée par pêches électriques et rééquilibrée (Tabl. I) si nécessaire dans chaque bief, 10 jours avant les prélèvements. De 6 à 8 biefs sont utilisés, un bief par prélèvement, échantillonnés de l'aval vers l'amont. Les quantités conservées dans les biefs sont limitées afin de réduire toute compétition territoriale et trophique. De 296 ind/m² en avril la densité diminue régulièrement (dévalaison, mortalité, pêches) et ne compte plus que 3 ind/m² en octobre. Aucun Poisson prédateur n'est présent dans ce milieu (grilles amont et aval).

Les jeunes Saumons (16 à 45 individus par pêche, Tabl. I) sont capturés à l'électricité par 6 à 8 pêches, réparties à intervalles réguliers au cours de 8 nyctémères, entre leur émergence (avril) et l'âge de 7 mois. Ils sont aussitôt sacrifiés dans un bain de phénoxyéthanol pour éviter les régurgitations et conservés dans une solution formolée à 4 %.

Les invertébrés présents dans les estomacs sont déterminés (précision taxonomique : famille) et comptabilisés. Les contenus stomacaux sont pesés individuellement (précision 0,01 mg) après séchage de 24 h dans une étuve à 60 °C (excepté en avril où ils sont regroupés par pêche, étant donné leurs très faibles poids).

Les données recueillies à partir des contenus stomacaux ont été analysées par régression sur la longueur à la fourche des Poissons, selon les méthodes de Snedecor & Cochran (1967) en utilisant le modèle exponentiel ($\text{Log } y = \text{Log } a + bx$), la signification statistique par le test de Student.

Échantillonnage de la faune dérivante : Le piégeage des organismes dérivants est mené à l'amont de chaque bief pêché au cours des 3 h précédant le prélèvement des Poissons. Le filet utilisé de type « Waters » possède des mailles de 0,25 mm et filtre 16,7 % du débit du chenal au cours de tous les rythmes.

Les dérives du 2 et du 22 avril n'ont pas été prélevées.

RÉSULTATS

Macro-faune dérivante

Au cours des expériences les variations de débit, tributaires des ruisseaux d'alimentation, sont importantes : de 1,0 à 22,1 m³ pour la totalité du chenal en 24 h. Rapporté à un débit identique, aucune relation n'est visible entre les invertébrés piégés et le volume d'eau filtré (Tabl. II).

Les larves d'Ephéméroptères (Baetidae), sont les plus fréquentes dans la dérive en juin et octobre, les larves de Chironomidae en période

Tabl. II. – Nombres d'invertébrés dévalants au cours des divers nycthémers, ramenés à 1 m³ d'eau filtré en 24 h. Fréquences numériques (F) des animaux collectés de jour et de nuit. Fréquences (fi) des divers groupes dérivants. *Numbers of drifting invertebrates during the various diel cycles per 1 m³ of filtered over 24 hours. Numerical frequencies (F) of animals collected during day-time and night-time. Frequencies (fi) of the various drifting taxa*

Dates	Nombre (N)	N/ m3	F		fi						
			Dérive		Ephém.	Dipt.	Plécop.	Trichop.	Coléop.	Div. aqua	Exogènes
			Jour	Nuit							
13 - 06	213 816	22,1	11,3	88,7	<u>88,8</u>	9,1	1,6	0,1	0	0,3	0,1
21 - 06	31 849	2,2	34,5	65,5	<u>59,7</u>	33,3	5,5	0,8	0	0,4	0,3
30 - 06	7 667	1,0	37,1	62,9	23,9	15,9	2,3	0,1	23,1	1,5	<u>33,2</u>
03 - 07	49 301	14,3	47,4	52,6	22,4	<u>58,7</u>	0,2	1,8	5,5	0,1	11,3
24 - 08	16 830	7,2	75,0	25,0	3,1	<u>70,5</u>	0,3	2,2	2,3	1,0	20,6
13 - 10	10 042	2,8	24,6	75,4	<u>62,1</u>	23,7	7,2	0,3	5,1	1,5	0,1

Tabl. III. – Variations journalières des indices de vacuité des estomacs (indice de Hynes, E = 100 × N estomacs avec aliment/N estomacs analysés (Indices soulignés = scotophase; * = pas d'échantillonnage).

*Daily changes in stomach vacuity indices (Hynes 1951): E = 100 × N stomachs with food/N analysed stomachs (underlined indices = night; * = no sampling).*

Heures	10	13	16	19	22	1	4	7
02 - 04	43,3	*	26,7	66,7	40,0 (21h)	*	<u>56,7</u>	<u>73,3</u>
22 - 04	0	*	0	*	0	<u>13,3</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
13 - 06	0	9,5	0	0	3,8	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
21 - 06	3,0	0	0	9,1	7,7	<u>2,6</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
30 - 06	0	8,3	0	12,5	0	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
03 - 07	0	0	0	3,3	0	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
24 - 08	0	0	13,3	10,0	0	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
13 - 10	0	6,7	*	4,3	<u>0</u>	*	<u>0</u>	<u>0</u>

estivale, particulièrement le 3/07 où ces Diptères représentent près de 70 % de la dérive (Tabl. II). Les invertébrés exogènes (adultes de Chironomidae, de Simuliidae et d'Hyménoptères) représentent parfois près du tiers des organismes dérivants (30 juin et 13 octobre). Les larves de Plécoptères et de Trichoptères dévalent peu. Les Coléoptères peuvent parfois migrer en grand nombre (29 % le 30 juin).

C'est très souvent (5 fois sur 6 dérives) au cours de la scotophase que se déroule la majorité de la dérive et que se produit un, parfois 2 pics d'activité. Cette migration nocturne est particulièrement visible le 13 juin lorsque près de 89 % des organismes sont capturés de nuit. Le maximum de dérive peut aussi se situer dans la journée (24 août), les Ephéméroptères ne constituent alors que 3,1 % de la dérive. Les Diptères possédant une dévalaison à forte tendance diurne, atteignent alors 70,5 % des animaux piégés. Le 3 juillet, la migration se partage équitablement entre les 2 phases, la dévalaison des Chironomes est aussi plus faible. Sur les 6 rythmes nycthémeraux, la dérive nocturne représente 58,2 % des effectifs dérivants au cours de 24 heures.

ANALYSE QUANTITATIVE DU REGIME

Rythme journalier

Les fréquences de vacuité des estomacs révèlent plusieurs stratégies trophiques (Tabl. III). En période de première dévalaison des alevins (2 avril), une forte proportion d'individus ne s'alimente pas. Une vingtaine de jours plus tard, les Poissons s'alimentent en continu et l'indice de vacuité est très faible. En juin, la nuit, tous les estomacs renferment de la nourriture; dans la journée, certains sont vides. Par la suite, à partir de fin juin la totalité des contenus stomacaux contiennent des proies au cours de la nuit. Dans la journée, une faible partie de la population ne s'alimente pas et cette diminution semble assez constante en fin de journée.

Les résultats montrent que le nombre de proies (Np) contenues dans les estomacs au cours des 24 h augmente avec la longueur des Poissons (L en mm). Ainsi avec la formule calculée, pour N = 58,

$$Np = 0,840 e^{0,041 L} (r^2 = 0,41),$$

le coefficient de régression $b = 0,041$ (erreur type = 0,006) est très hautement significatif ($t = 6,34$, significatif à $p = 0,001$).

Cette relation se confirme aussi en période nocturne (r^2 pour $N = 23$),

$$N_n = 0,691 e^{0,044 L} (r^2 = 0,43)$$

Le coefficient de régression $b = 0,044$ (erreur type = 0,009) est très hautement significatif ($t = 4,68$, significatif à $p = 0,001$).

Dans la journée, le nombre de proies (N_j) est toujours proportionnel à la longueur du prédateur, pour $N = 35$,

$$N_j = 1,182 e^{0,036 L} (r^2 = 0,37)$$

Le coefficient de régression $b = 0,036$ (erreur type = 0,009) est très hautement significatif ($t = 3,96$, significatif à $p = 0,001$).

Le nombre maximum de proies rencontrées dans un estomac est de 128 (125 larves de Chironomidae et 3 de Baetidae) chez un individu de 55 mm, le 24 août à 1 h.

Relations entre le poids du contenu stomacal et la longueur du poisson

Les quantités de nourriture présentes dans les estomacs (Q en mg), augmentent très régulièrement avec la taille des prédateurs (L en mm), au cours du nyctémère, pour $N = 58$,

$$Q = 0,040 e^{0,0743 L} (r^2 = 0,71)$$

Le coefficient de régression $b = 0,0743$ (erreur type = 0,006) est très hautement significatif ($t = 11,98$, significatif, à $p = 0,001$).

Il en est de même au cours de la photophase pour $N = 35$,

$$Q_p = 0,051 e^{0,070 L} (r^2 = 0,70)$$

Le coefficient de régression $b = 0,070$ (erreur type = 0,009) est très hautement significatif ($t = 8,04$, significatif à $p = 0,001$).

Au cours de la scotophase, le poids du contenu stomacal (Q_s) reste aussi proportionnel à la longueur du prédateur, pour $N = 23$,

$$Q_s = 0,035 e^{0,076 L} (r^2 = 0,71)$$

Le coefficient de régression $b = 0,076$ (erreur type = 0,009) est très hautement significatif ($t = 8,49$, significatif à $p = 0,001$).

ANALYSE QUALITATIVE DU RÉGIME ALIMENTAIRE

Sélection taxinomique des proies (Tabl. IV)

La quasi-totalité des taxons présents dans la dérive est capturée mais avec des intensités très variables. Le spectre alimentaire n'est composé que de 10 taxons, en période d'émergence des Saumons (2 avril) et atteint 23 taxons le 30 juin. Les indices de diversité de Simpson comparant la structure des spectres alimentaires montrent une diversité plus forte chez les alevins non expérimentés en avril. Par la suite, les indices de diversité sont fonction de l'importance des larves de Baetidae et de Chironomidae qui se partagent la plus large part du bol alimentaire.

Sur la totalité des expériences, ces 2 ordres représentent en moyenne, 45 % pour les Ephémères (entre 9 et 81 %) et 30 % pour les Diptères (entre 4 et 70 %), de la totalité des proies consommées. Près de 65 % (entre 29,2 et 95,1 %) des Saumons consomment des *Baetis* et 38,7 % (entre 9,9 et 64,6 %) des larves et des nymphes de Chironomes. Une seule fois, le 24.08, une forte prédation (49 % des captures) est exercée sur les Mollusques (Ancyliidae). La faune exogène est peu exploitée, elle peut toutefois atteindre 8 à 9 % des captures en période estivale. La diversité des proies aériennes (dérive de surface) est réduite et composée essentiellement par des adultes de Diptères aquatiques (Chironomidae et Simuliidae), quelques subimagos et imagos d'Ephéméroptères et peu d'Hyménoptères (Fourmis aptères).

Si les deux principales proies sont, dans la majorité des expériences, toujours les plus appréciées, les taxons secondaires subissent des pressions de captures variables.

Relations entre la sélection trophique et les proies disponibles

Au cours des 6 rythmes où la dérive a été collectée, le nombre d'invertébrés consommés par g de Poisson (N_p) augmente en relation avec le nombre d'invertébrés (D) dérivants (Fig. 1), pour $N = 6$

$$N = 732,41 e^{0,183 D} (r^2 = 0,68)$$

Le coefficient de régression $b = 0,183$ (écart type = 0,057) est significatif ($t = 2,94$, significatif à $p = 0,005$).

Les captures sont peu nombreuses quand peu d'invertébrés dérivent (30 juin et 24 août). Par contre lorsque la dévalaison est très abondante (13 juin et 3 juillet), le nombre de captures est très important.

Tabl. IV. – Fréquences numériques des divers groupes rencontrés dans les estomacs (soulignés = supérieur à 30 %, * = moins de 0,1 %). Nombres de taxons et indices de diversité de Simpson.

Frequencies of the various groups in the stomachs (underlined = above 30 %; * = less than 0,1 %). Number of taxa and Simpson diversity index

	02 - 04	22 - 04	13 - 06	21 - 06	30 - 06	03 - 07	24 - 08	13 - 10
EPHÉMÉROPTÈRES								
Baetidae	<u>33,8</u>	<u>34,1</u>	<u>76,5</u>	<u>76,2</u>	<u>41,2</u>	8,0	3,3	<u>55,8</u>
Ephemellidae	13,7	1,7	1,3	1,2	3,0	1,3	1,0	1,0
Ecdyonuridae	4,3	5,8	2,6	3,8	5,1	3,9	4,6	4,4
Caenidae	0	0	*	*	0	0	0	*
PLÉCOPTÈRES								
Leuctridae	1,4	0,9	0,3	0,5	2,4	0,1	0,4	20,6
Nemuridae	0	0	0	*	0	0	0	*
TRICOPTÈRES								
Limnophilidae	0	0	0	0	0	0	0	*
Philopotamidae	0	0,1	0,3	0,3	0,3	*	0	*
Sericostomatidae	4,3	1,0	*	0,3	2,0	5,0	3,8	11,6
Hydropsychidae	0	0	*	0,2	0	0	1,1	0,1
Rhyacophilidae	0	0	0	0,1	0,2	0	0,1	0
Polycentropidae	0	0	0	*	0	0	*	0
Lepidostamatidae	0	0	*	0	0	*	0	0
DIPTÈRES								
Chironomidae larves	<u>38,9</u>	<u>36,1</u>	14,6	11,5	<u>39,4</u>	<u>67,3</u>	22,9	2,0
Chironomidae nymphes	0	10,2	0,3	0	1,7	3,4	4,0	0,1
Simuliidae larves	1,4	2,2	2,7	2,5	0,6	0,1	0,1	1,5
Simuliidae nymphes	0	0,3	0	0,5	0,6	*	0,1	0
Tipulidae	0	*	*	0,1	*	0,1	0	*
Dixidae	0	0	*	0,2	0,3	0	0	0
Ceratopogonidae	0	0,9	*	0	0,1	0	0	0
Blepharoceridae	0	0	*	*	0	0	0	0
COLÉOPTÈRES								
Elminthidae larves	0	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0,1
Elminthidae adultes	1,4	1,3	0,2	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5
Hydraenidae adultes	0	0	0	0	0	0	*	
Helodidae adultes	0	0	0	*	*	0	0	0*
Haliplidae adultes	0	0	0	0	0	*	0	0
CRUSTACÉS								
Asellidae	0	0	*	0,3	1,0	0,2	0,2	0,8
Gammaridae	0	0,5	0,3	0	0,1	0	0,4	0,4
MOLLUSQUES								
	0,7	2,6	0,1	0,1	0,2	0,6	<u>48,8</u>	0,6
DIVERS AQUATIQUES								
	0,1	0	0	*	0	*	0	0
DIVERS EXOGÈNES								
	0	2,1	0,3	1,6	1,5	9,0	8,6	0,5
Nombres d'individus	176	802	3 888	3 720	1 139	6 986	2 129	2 615
Nombres de taxons	10	17	21	23	20	18	19	20
Indices de diversité	0,72	0,74	0,39	0,40	0,67	0,45	0,70	0,63

Les fréquences numériques des 2 proies essentielles (Baetides et Chironomides) dans les estomacs et dans la dérive au cours de la nuit et de la journée sont aussi étroitement liées (Fig. 2). La nuit, les *Baetis* qui dérivent plus intensément sont nettement plus nombreux dans les estomacs. Ce phénomène est inversé pour les Chironomes qui, de jour, constituent souvent la majeure partie du contenu stomacal et des invertébrés dévalants.

Les fréquences des larves de Baetidae capturées par les Poissons (C1) et leurs densités dans la dérive (d1, Fig. 3) sont proportionnelles (N = 12),

$$C1 = 4,216 e^{0,0031 d1} (r^2 = 0,60)$$

Le coefficient de régression $b = 0,0031$ (erreur type = 0,0008) est hautement significatif ($t = 3,87$, significatif à $p = 0,01$).

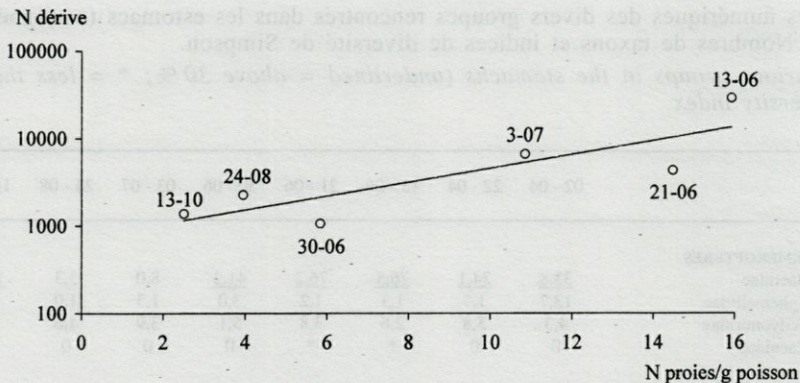


Fig. 1. - Relation entre le nombre d'invertébrés dérivants et le nombre de proies présentes dans les estomacs (par g de Poisson), au cours des divers nyctémères.
Relation between the number of drifting invertebrates and the number of preys present in the stomachs (per gram of fish), during the various diel cycles.

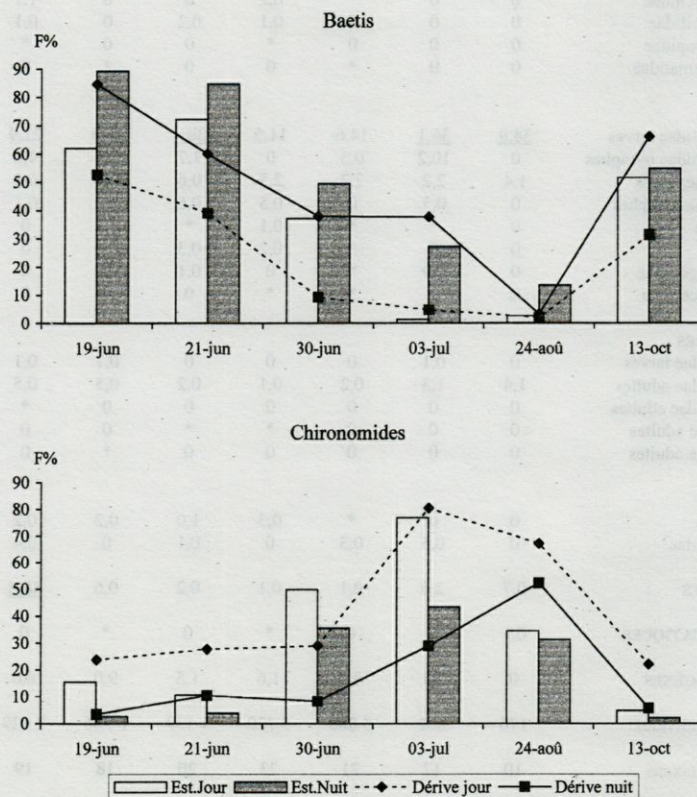


Fig. 2. - Comparaison de la répartition au cours du jour et de la nuit des fréquences numériques des larves de Baetidae et de Chironomidae présentes dans les contenus stomacaux et dans la dérive.
Distribution comparison between the day and the night of numerical frequencies of Baetidae and Chironomidae larvae present in stomach contents as well as in the drift.

Il en est de même pour les larves et les nymphes de Chironomidae (C2), pour N = 12,

$$C2 = 5,079 e^{0,036 d^2} (r^2 = 0,49)$$

Le coefficient de régression $b = 0,036$ (erreur type = 0,011) est hautement significatif ($t = 3,09$, significatif à $p = 0,01$).

DISCUSSION

Ces résultats confirment des études expérimentales conduites sur ce site concernant les relations entre la taille des juvéniles et certaines caractéristiques de leurs proies (Vignes 1998). Le poids

du contenu stomacal, le nombre, la taille et le poids des proies augmentent avec la taille des Saumons, mais les relations s'inversent lorsque ces variables sont exprimées au prorata du poids des Poissons.

Sur les cycles analysés, la capture des proies sur le substrat n'apparaît évidente que le 24 août lorsque près de la moitié des proies (Mollusques, 48,8 %) sont des animaux dérivant peu. Les Ephémères et les Diptères sont alors très peu convoités, respectivement, 8,9 et 27,1 % des proies. Cette cueillette des proies sur leur support est aussi observée sur des Renoncules lorsqu'un grand nombre de larves de Simuliide et de Chironomide sont associées à des fragments de ces plantes dans les estomacs (Neveu 1980, Vignes 1995).

L'activité trophique des Saumons est liée à des variations saisonnières en relation avec la température (Stradmeyer & Thorpe 1987) et l'abondance des proies. Une alimentation élevée d'avril à septembre est observée par Wankowski (1981) et Nicieza (1993). Elle diminuerait à l'automne (Metcalfé *et al.* 1986, Amundsen *et al.* 1999) et en hiver l'alimentation serait nécessaire, mais très réduite (Wankowski 1981). Le climat tempéré de la région maintenant l'eau à des températures hivernales de 8-10 °C, pourrait atténuer ces variations saisonnières.

Si l'alimentation est plus intense au cours de la scotophase, les rythmes journaliers chez les jeunes Saumons n'apparaissent pas aussi bien définis que pour d'autres espèces. Huru (1986) n'observe pas non plus un rythme journalier d'alimentation très marqué chez les Poissons de l'année. Gries *et al.* (1997), Amundsen *et al.* (1999) constatent que les Saumons (0+) ont un taux de consommation faible au cours de la nuit, contrairement aux juvéniles plus âgés (1+ à 3+) qui prennent leur repas principal en phase nocturne. Par contre, Higgins & Talbot (1985), Browman & Marcotte (1986) montrent que les juvéniles ne se nourrissent pas de jour.

Le spectre alimentaire des Saumons apparaît relativement étendu (10 à 23 taxons) mais les larves d'Ephéméroptère et de Diptère prennent souvent une très large part dans leur régime (Huru 1986, Cunjak 1992, Reiriz & Anadon 1995, Vignes 1995, Erkinaro & Erkinaro 1998) et cela depuis l'émergence (Vignes & Héland 1995). L'opportunité des Salmonidés et la flexibilité de leur comportement trophique ont été souvent mis en évidence (Ringler 1983; Grant & Noakes 1986, Sagar & Glova 1987, etc.). Ce mode d'alimentation s'exerce aussi dans cette étude : les jeunes Saumons se nourrissent aux dépens des invertébrés les plus abondants (Metcalfé *et al.* 1986, Stradmeyer & Thorpe, 1987) lorsque ces derniers dérivent en pleine eau, comportement les rendant plus vulnérables (Sagar & Glova 1987).

Les Poissons se tenant sur les zones de courant minimisent alors l'effort de capture (Metcalfé *et al.* 1986). De part cette étroite relation entre prédateur et proies, la distribution de l'activité alimentaire peut varier au cours du nyctémère. Lorsque les *Baetis* sont les plus fréquents dans le milieu, les repas importants sont nocturnes, période correspondante au maximum de dévalaison. Pour les Chironomes dérivant préférentiellement de jour, les prises de nourriture sont alors majoritairement diurnes. Il demeure toutefois difficile de déterminer sans observation le lieu précis de capture des proies. En effet, l'activité des animaux sur le fond et dans la dérive est étroitement liée (Allan 1995).

Il apparaît aussi que l'abondance des proies dérivantes limite les quantités consommées : ainsi, le 30 juin, la consommation est très faible, le débit est également bas et peu d'animaux dérivent. Mais aucune relation n'est cependant visible entre le débit et le taux de consommation des Poissons pour la période étudiée.

Ces observations sur les modalités trophiques des juvéniles de Saumon Atlantique sont pratiquées en limite sud de l'aire de répartition de l'espèce. Les résultats obtenus sont cependant proches des études menées dans les pays septentrionaux où la température de l'eau est nettement plus basse.

BIBLIOGRAPHIE

- Allan JD 1995. Stream ecology. Structure and function of Running Waters. Chapman & Hall, London.
- Amundsen PA, Bergensen R, Huru H, Heggeberget TG 1999. Diel feeding rhythms and daily consumption of juvenile Atlantic salmon in the River Alta, northern Norway. *J Fish Biol* 54 (1) : 58-71.
- Browman HI, Marcotte BM 1986. Diurnal feeding and prey size selection in Atlantic salmon, *Salmo salar*, alevins. *Env Biol Fish* : 269-284.
- Cunjak RA 1992. Comparative feeding, growth and movements of Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr from riverine and estuarine environments. *Ecol Fresh Fish* 1 : 26-34.
- Erkinaro H, Erkinaro J 1998. Feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr in the subarctic River Teno and three tributaries in northernmost Finland. *Ecol Fresh Fish* 7 : 13-24.
- Garnas E, Hvidstein NA 1985. The food of Atlantic salmon *Salmo salar* L. and brown trout *Salmo trutta* L. smolts during migration in the Orkla river, Norway. *Fauna Norv Ser A6* : 24-28.
- Godin JGJ, Rangeley YR 1989. Living in the fast lane : effects of cost of locomotion on foraging behaviour in juvenile Atlantic salmon. *Anim Behav* 37 : 943-954.

- Grant JWA, Noakes DLG 1986. A test of a size-selective predation model with juvenile brook charr, *Salvelinus fontinalis*. *J Fish Biol* 29 : 15-23.
- Gries G, Whalen KG, Parrish JF & DL 1997. Nocturnal activity of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in late summer : evidence of diel activity partitioning. *Can J Fish Aquatic Sci* 54 : 1408-1413.
- Higgins PJ, Talbot C 1985. Growth and feeding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). In Nutrition and Feeding in Fish, Cowey CB, Mackie AM & Bell JG eds, London Academic Press : 243-263.
- Huru H 1986. Diurnal variations in the diet of 0 to 3 years old Atlantic salmon *Salmo salar* L. under semiarctic summer conditions in the Alta river, Northern Norway. *Fauna Norv Ser A* 7 : 33-40.
- Jorgensen EH, Jobling Y 1992. Feeding behaviour and effect of feeding regime on growth of Atlantic Salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture* 101 : 135-146.
- Metcalf NB, Huntingford FA, Thorpe JE 1986. Seasonal changes in feeding motivation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can J Zool* 64 : 2439-2446.
- Morrisson BRS 1983. Observations on the food of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., reared in a Scottish hill loch. *J Fish Biol* 23 : 305-313.
- Neveu A 1980. Relations entre le benthos, la dérive, le rythme alimentaire et le taux de consommation de truites communes (*S. trutta* L.) en canal expérimental. *Hydrobiologia* 76 : 217-228.
- Nicieza AG 1993. Estrategias de desarrollo y reproducción en el salmon Atlántico, *Salmo salar* L. Tesis doct, Biol Org sis, Univ Oviedo.
- Reiriz L, Anadon R 1995. Alimentación y distribución espacial de los estadios juveniles de Salmon Atlántico en un río del norte de España. In Biología y conservación del salmon Atlántico (*Salmo salar*) en los ríos de la región Cantábrica. Colecc Techn, Univ Oviedo.
- Richardson JS 1993. Limits to productivity in streams : evidence from studies of macroinvertebrates. In Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in natural waters. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. RJ Gibson & RE Cutting Ed. 118 : 9-15.
- Ringler NH 1983. Variations in foraging tactics of fishes. In D.L.G. Noakes et al (ed). Predators and Prey in Fishes, Dev Eur Biol Fish 2, W. Junk Publishers, The Hague : 159-171.
- Strademeyer L, Thorpe JE 1987. The responses of hatchery reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L, parr to pelleted and wild prey. *Aquac Fish Manag* 18 : 51-61.
- Sagar PM, Glova GJ 1987. Diel feeding periodicity, daily ration and prey selection of ariverine population of juvenile chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum). *J Fish Biol* 33 : 643-653.
- Vignes JC 1995. L'alimentation des jeunes saumons (*Salmo salar* L.) dans une rivière du Pays-Basque, la Nivelle. *Munibe* 47 : 97-100.
- Vignes JC, Heland M 1995. Comportement alimentaire au cours du changement d'habitat lié à l'émergence chez le saumon atlantique, *Salmo salar* L., et la truite commune, *Salmo trutta* L. en conditions semi-naturelles. *Bull Fr Pêche Piscic* 337/338/339 : 207-214.
- Vignes JC 1998. Relations entre la taille des juvéniles de saumons Atlantique (*Salmo salar* L.) et certaines caractéristiques de leurs proies. *Cybiurn* 22 (1) : 49-56.
- Wankowski JWJ 1981. Behavioural aspects of predation by juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on particular, drifting prey. *Animal Behaviour* 29 : 557-571.
- Waters TF, Hokenstrom JC 1980. Annual production and drift and stream amphipod *Gammarus pseudolimnaeus* in Valley Creek, Minnesota. *Limnol Oceanogr* 25 : 700-710.

Reçu le 22 juillet 1999; received July 22, 1999

Accepté le 1^{er} octobre 1999; accepted October 1, 1999