

ETUDE DE LA PRODUCTION DE JUVENILES
DE SAUMON ATLANTIQUE (SALMO SALAR)

I - RESULTATS DE LA SAISON 1979-1980
PISCICULTURE DU QUINQUIS



C. N. E. X. O.

C. O. B.

ETUDE DE LA PRODUCTION DE JUVENILES
DE SAUMON ATLANTIQUE (*SALMO SALAR*)

I - RESULTATS DE LA SAISON 1979-1980
PISCICULTURE DU QUINQUIS

par

J.L. GAIGNON - P. PROUZET

Collaboration technique :

A. LEROUX (Père et Fils)⁺ et G. BLEUNVEN⁺

+ APP Elorn

S O M M A I R E

INTRODUCTION.

I- MATERIELS - METHODES D'ELEVAGE ET D'EXPERIMENTATION.

I-1. STRUCTURE DE PRODUCTION - DESCRIPTION DU SITE.

I-2. MOYENS DE PRODUCTION ET D'EXPERIMENTATION.

I-2.1. Alimentation en eau - Qualité - Quantité

I-2.2. Cheptel

I-2.3. Aliment

I-3. CONDUITE DE L'ELEVAGE.

I-3.1. Distribution alimentaire

I-3.2. Paramètres d'élevage

I-3.3. Manipulation - Triage

I-3.4. Aspect sanitaire

I-4. OBTENTION DES DONNEES EXPERIMENTALES.

I-5. TRAITEMENT DES DONNEES.

I-5.1. Prétraitement des données brutes

I-5.2. Traitements statistiques utilisés

II- RESULTATS.

II-1. RESULTATS D'ELEVAGE.

II-1.1. Mortalité

II-1.2. Croissance moyenne

II-1.3. Limites de smoltification - Nombre de smolts
produits

II-2. PARAMETRES D'ELEVAGE.

II-2.1. Charge en élevage

II-2.2. Débits

II-3. INFLUENCE DES PARAMETRES D'ELEVAGE SUR LES RESULTATS.

II-3.1. Influence des traitements sur la croissance

II-3.2. Influence de la charge sur la croissance

II-3.3. Relation entre l'homogénéité des lots et la
croissance

.../...

III- DISCUSSION A PROPOS DES RESULTATS ET PARAMETRES D'ELEVAGE.

III-1. MORTALITE ET ASPECT SANITAIRE.

III-2. CROISSANCE ET CHARGE - NOMBRE DE SMOLTS PRODUITS.

III-3. CHARGES - DEBIT.

III-4. UTILISATION DES DONNEES OBTENUES - LIMITES.

IV- QUELQUES DONNEES ECONOMIQUES.

IV-1. PRODUCTION TOTALE OBTENUE.

IV-2. DEPENSES EFFECTUEES.

IV-3. COUT DE PRODUCTION.

IV-4. INTERET ECONOMIQUE : COUT DE PRODUCTION ET TAUX DE RETOUR.

CONCLUSIONS.

BIBLIOGRAPHIE.

ANNEXE I : EVOLUTION DES CHARGES PAR BASSIN.

ANNEXE II : TABLEAUX DE CROISSANCES.

ANNEXE III : DETAIL DES INVESTISSEMENTS REALISES.

INTRODUCTION.

La pisciculture du Quinquis, sise près de Landivisiau (29), a pour objet la production intensive de smolts de saumon atlantique (*Salmo salar*) dans le cadre d'un programme d'aménagement et de repeuplement de la rivière Elorn. Depuis sa mise en eau (1976) les résultats ont été décevants et ceci à cause, d'une part de difficultés de démarrage (problèmes alimentaires entre autres), d'autre part de problèmes sanitaires : la furonculose ayant entraîné des mortalités importantes dès le 1er automne (alevins à bonne croissance) ou en fin d'hiver. Au total, la survie a toujours été très faible et la production de smolts négligeable.

C'est pourquoi, à partir de la saison 79-80, les objectifs ont été tournés davantage vers l'expérimentation -tout en conservant un objectif de production nécessaire au programme de repeuplement- et ce afin de cerner les difficultés et essayer d'améliorer les résultats.

L'objectif pour cette nouvelle saison découle donc directement des problèmes antérieurs, ce sera la résolution du problème sanitaire grâce à des mesures de prophylaxie hygiéniques draconiennes et des traitements préventifs systématiques. Et ce, uniquement dans le cadre d'une production de smolts de 1 an : les moyens de production (débit) ne permettant pas d'envisager un cycle plus long.

I- MATERIELS - METHODE D'ELEVAGE ET D'EXPERIMENTATION.

I-1. STRUCTURE DE PRODUCTION - DESCRIPTION DU SITE.

La pisciculture est installée sur un ruisseau (B.V. :1 km) du cours inférieur de l'Elorn.

Les installations comprennent :

- 20 auges plastiques de 1,8 x 0,3 x 0,2 m
(L x l x H utiles).

- 17 bassins de type "suèdois" de 2 x 2 m.

- 1 bassin de type "suèdois" de 4 x 4 m.

.../...

Les auge et une partie des bassins sont couverts.
Aucune source d'énergie n'est disponible sur le site en permanence.

I-2. MOYENS DE PRODUCTION ET D'EXPERIMENTATION.

I-2.1. Alimentation en eau - quantité - qualité.

Les prélèvements ont été effectués à chaque fois dans un des bacs les plus chargés. Les données brutes figurent dans le tableau 1 et la figure 1.

	12.04.79	21.05.79	6.06.79	23.07.79	30.08.79	12.11.79	12.03.80	3.04.80	12.05.80
T° C lors du prélèvement	11,2	11,5	11,8	12-12,5	12,6-13,5	10,9	10,6	11,8	12-12,6
pH	6,9	7,15	7,05	7,10	7,0	7,05	6,80	6,60	7,3-6,8
O ₂ mg/l (7 sal.)	11,0 (100)	10,8-10,5 (99-97)	10,2-10,3 (95)	10,9-10,5 (100-98)	10,5-9,5 (98-91)	10,5-9,5 (94-86)	10,4-9,8 (94-87)	10,9-9,4 (100-86)	10,5-8,6 (97-80)
DBO ₅ mg/l	2-2,5	0,81	0,8	3-3,5	-	0,6-1,4	0,7-6,3	-	0,2-5,6
N-NH ₃ -4 mg/l	0,014-0,031	0,005-0,01	0,004-0,007	-	0,01-0,095	0,03-0,1	0,08-0,13	0,12-0,15	0,01-0,07
N-NO ₂ mg/l	0,001	0,001	0,001	0,003-0,064	0,001-0,003	0,004-0,024	0,0005-0,0015	0,0005-0,002	0,01-0,015
N-NO ₃ mg/l	9,8-10,6	11,2-11,7	9,2-9,6	11,3-14,1	8-10	9-9	6,7-7,0	5,9-6,5	2,7;6,9
Débit l/mn/bac prélèvement	13 (auge)	16,5 (auge)	27 (bac)	28 (bac)	14,5 (bac)	20 (bac)	36 (bac)	41 (bac)	30 (bac)

TABLEAU 1 : Milieu d'élevage - Qualité hydrologique (entrée pisciculture-sortie de bassin) d'après prélèvements et mesures ponctuelles.

Débits :

Les débits du ruisseau d'alimentation de la pisciculture sont variables avec un étiage prononcé et surtout très long durant tout l'automne 79 (augmentation nette des débits lors de la 2ème décade de décembre). Au niveau des bassins, on considère, pour des raisons de maintenance, autonettoyage -et sans parler de la détérioration des conditions physico-chimiques du milieu- que les débits inférieurs à 20 l/mn sont limites. Cette situation s'est donc prolongée pendant environ 3 mois durant cette campagne.

.../...

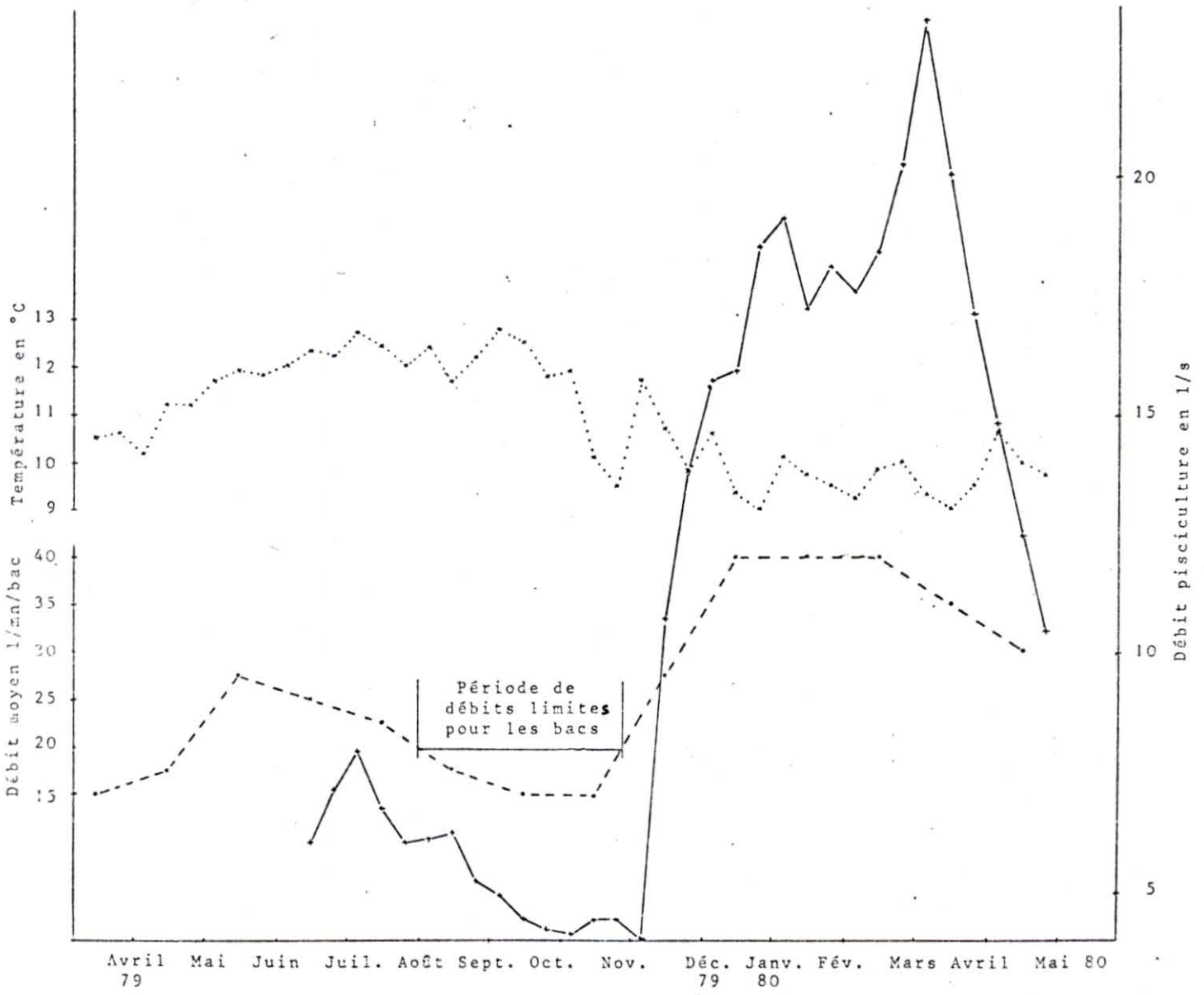


FIGURE 1 : Conditions hydrologiques : courbes des débits (entrée pisciculture et entrée bac) et des températures.

Température :

L'amplitude thermique annuelle, 4°C, est très faible (T° C mini-maxi : 9-13°). Les températures hivernales sont toujours supérieures à 9°C, ce qui représente des conditions relativement privilégiées.

Oxygène :

Alors que la concentration en O₂ dissous est toujours voisine de la saturation (≥ 94 %) à l'entrée de la pisciculture, on note une diminution progressive dans les bacs jusqu'à atteindre 80 % de la saturation à la mi-mai 80, ceci s'explique par les charges importantes en élevage à cette époque. On notera que la concentration de sortie du bassin est identique à celle à l'intérieur du bassin, en raison du type même des structures de production (bassin "suédois") qui homogénéise le milieu.

Composés azotés - DBO₅ :

Les concentrations semblent toujours négligeables ou faibles. Des normes de qualité n'existent cependant pas pour les *S. Salar*.

En conclusion, les conditions hydrologiques sont relativement favorables en qualité. Ceci est lié à la surface du bassin versant et à sa situation : l'inconvénient majeur (débit d'étiage très faible) étant largement compensé par les avantages avec essentiellement une amplitude de température très faible.

I-2.2. Cheptel.

Etant donné l'impossibilité d'obtenir des oeufs de souches locales, les lots élevés sont issus d'oeufs importés d'Ecosse (rivière Tay) (arrivée le 8 avril 1979).

I-2.3. Aliment.

Seules des formules commerciales sont disponibles. Comme les résultats antérieurs ne peuvent mettre en cause uniquement et directement la formulation des aliments utilisés, il a été décidé de réutiliser des formules connues (aliment Aqualim de G.S.O. - formule *S. salar* "réhydratable", et aliment SARB "formule spéciale").

.../...

De ces deux formules, l'aliment SARB a été supprimé après 10 semaines, les résultats bruts (tableau 2), moins satisfaisants, conduisent en effet à penser qu'il pourrait porter préjudice aux objectifs de production.

		G.S.O.	SARB
Mortalité cumulée en %	Avant prise d'alimentation	2 %	1,7 %
	Après 10 semaines	8,6 %	14,5 %
	Après 18 semaines	10,2 %	17,6 %
Poids moyen en g le 6.06.79		0,133 - 0,135	0,113 - 0,126

TABLEAU 2 : *Choix de l'aliment utilisé.*

La suite de l'élevage a donc été réalisée avec l'aliment Aqualim uniquement (10 % de matières grasses au maximum). L'avantage substantiel de cet aliment semble tenir à sa texture qui lui permet de "flotter" et d'être ainsi plus longtemps à la portée de l'alevin.

Des expériences alimentaires rigoureuses seront cependant à effectuer ultérieurement.

I-3. CONDUITE DE L'ELEVAGE.

Les conditions générales d'expérimentation et de production (politique locale liée à des échecs successifs, connaissances très limitées des techniques d'élevage, difficultés d'un suivi quotidien précis) sont telles que la réussite ne peut être envisagée que, d'une part en faisant confiance à la compétence professionnelle de l'éleveur (connaissance des comportements des poissons en élevage : "coup d'oeil de l'éleveur", soins apportés au travail), d'autre part en y superposant de nouvelles méthodes d'élevage parfois empiriques -certains diront arbitraires- mais toujours, dans la mesure du possible, pragmatiques.

Tout ceci nous permet de définir *-a priori-* les conditions d'élevage utilisées durant cette campagne, celles-ci seront donc discutables ultérieurement.

I-3.1. Distribution alimentaire.

Durant la 1ère année (jusqu'au mois de mars 80), la distribution alimentaire a été uniquement manuelle. Les alevins reçoivent tous les matins (tous les jours de la semaine) un repas toutes les 1/2 heures, l'après-midi (jusqu'à 18-19 H en semaine), un repas toutes les heures ou moins en fonction de leur appétit. En phase finale de croissance (avril-mai 80) des distributeurs automatiques (Greece and Young) ont été utilisés à partir de 11-12 H jusqu'à la tombée de la nuit avec un complément manuel l'après-midi ; la distribution restant manuelle le matin (toutes les 1/2 heures).

I-3.2. Paramètres d'élevage.

Débit, hauteur d'eau, courant :

Ces 3 paramètres sont liés. Le réglage se fait de telle manière qu'avec le débit disponible (à une pression de sortie donnée) le courant soit suffisant pour nettoyer les bacs sans pouvoir entraîner les poissons. Une diminution de débit va donc de paire avec une diminution de la hauteur d'eau. Par contre, avec un débit suffisant la hauteur d'eau est maximum afin que les poissons aient un volume disponible maximum (pour limiter l'érosion des nageoires dorsales).

Charges initiales :

Définies *a priori* en fonction des structures disponibles, du cheptel en place, et des expérimentations, elles ont été de :

- environ 10 000 alevins/auge lors du démarrage puis par bac,
- entre 1 600 et 2 500 "parrs"/bac à partir de septembre (poissons de 45-50 mm).

I-3.3. Manipulation - Triage.

Tous les stress pouvant être à l'origine d'un déclenchement de maladies (avec mortalité) doivent être systématiquement évités -dans la mesure du possible-. En conséquence, un minimum de manipulations et de tris sont réalisés. Le nettoyage des bacs n'est effectué qu'une fois par semaine (seule une "chasse" rapide est effectuée tous les jours). Le nombre de pesées est limité (sauf réalisées dans des conditions particulières cf. § I-3.4. et I-4.).

Seuls les tris suivants ont été effectués (quelles que puissent être les conséquences sur la croissance) :

- un tri général à la mi-septembre (T° 10-13° C),
- des tris "d'écémage par le haut" en période finale de smoltification (17.04, 7.05, 27.05). Pour ces derniers, les poissons ne sont pas sortis de l'eau mais triés dans le bassin par un système de grilles verticales.

I-3.4. Aspect sanitaire.

Il s'agit là du point essentiel sur lequel a porté tous nos efforts. Deux types de mesures ont été pris :

- des mesures hygiéniques draconiennes,
- des mesures préventives systématiques.

I-3.4.1. Mesures hygiéniques

Les analyses effectuées les années précédentes montrent que plusieurs souches de furunculose (*Aeromonas salmonicida*) se trouvent en permanence dans la pisciculture, c'est pourquoi un nettoyage complet de la pisciculture a été effectué avec désinfection de tout le matériel et de tous les bacs (Iodophores), et ce durant un vide sanitaire complet de 15 jours environ (3 mois de vide sanitaire pour les bacs de grossissement).

De plus, la désinfection régulière et systématique de tout le matériel utilisé est maintenue pendant tout le cycle de production, chaque bac étant d'ailleurs équipé de son propre matériel (épuisette et balai).

La mortalité est recensée et éliminée tous les jours, de plus tous les poissons malades (nageant en surface, mélanisé, borgne) sont systématiquement éliminés.

Les bassins sont maintenus propres, l'aliment non consommé (en quantité négligeable lorsque la distribution est faite de manière rigoureuse) et les déchets doivent s'éliminer rapidement.

Nota : Les oeufs n'ont pas pu être désinfectés à leur arrivée bien que ce soit une mesure prophylactique souhaitable.

I-3.4.2. Mesures préventives. Programme de traitement

S'il est évident que les mesures hygiéniques sont efficaces au niveau des structures de production et du matériel, elles ne sont pas suffisantes. Des traitements préventifs sont nécessaires afin d'éviter le déclenchement de toutes les maladies pouvant affaiblir le cheptel, et en particulier de la furunculose. Rappelons ici qu'il s'agit de l'objet essentiel de ce programme : la mortalité liée aux épizooties de furunculose est en effet difficile à enrayer et de toute façon les poissons atteints sont affaiblis et résistent mal au transfert en mer lors du lâcher.

Les maladies à prévenir sont celles rencontrées sur le site les années précédentes (ainsi que les plus fréquemment observées dans les élevages de salmonidés) : mycoses (*saprolenia*) ectoparasitoses (*costia*), nécroses des nageoires, myxobactéries (maladies des branchies) et furunculose.

Les divers traitements utilisés sont les suivants (GERARD et DE KINKELIN, 1973 ; GERARD, 1974 ; DANIEL, 1974 ; CARMIE, 1976 ; DUMAS, 1978).

TRAITEMENTS	INDICATIONS	MODE D'ADMINISTRATION	CONCENTRATION	DUREE	OBSERVATIONS
Vert malachite	Champignons	Bain	10 ppm	20 mn	Oeufs T < 15°C
			1 ppm	20 mn	Alevins
Formol	Ectoparasites (<i>Costia</i> , <i>Trepostoma</i>)	Bain	250 ppm 200 ppm 160 ppm	15 mn	T° < 10°C 10 < T < 15°C T° > 15°C
Sel	Ectoparasites + maladie des branchies	Bain	20‰	15 mn 30 mn	Alevins Parrs
Furanace	Myxobactérie + nécrose des nageoires	Bain	10 ppm	10 mn	Alevins
				1 h	2 jours de suite:parrs
Sulfate de cuivre (Cu SO ₄)	Micro-parasites externes	Bain	100 ppm	10 mn	
		Bain "éclair"	500 ppm	15 s	Parrs
Permanganate de potassium (K MnO ₄)	Ectoparasites	Bain	100 ppm	5-10 mn	Alevins
Furoxone 1/	Furunculose en particulier	Mélangé à l'aliment	20 g/100 kg P.V.	10 jours	
		Bain	20 ppm	30 mn	Parrs
Jodophore (Romeiod) à 0,5% d'I	Désinfection	Bain	10 ml/l (50 ppm d'I)	10 mn	Oeufs
			50 ml/l (250 ppm d'I)	10 mn	Matériel

1/ Le furoxone est, comme le furanace, un dérivé du furane. Les traitements externes, par bain, n'entraînent pas d'anti-biorésistance, ce qui n'est pas le cas avec une administration par voie buccale, généralement de longue durée. Cette dernière est donc à proscrire en tant que traitement préventif. Les conditions d'expérimentation sont toutefois telles qu'il a été utilisé systématiquement dans certains lots.

TABLEAU 3 : *Traitements préventifs utilisables.*

Le programme comporte 4 lots (2 ou 3 bacs/lot) qui reçoivent les traitements suivants :

- 1- Traitement complet systématique contre toutes les maladies.
- 2- Traitement identique sans furoxone.
- 3- Traitement uniquement contre la furunculose.
- 4- Traitement contre la furunculose avec le furanace uniquement.

A partir de septembre, le furanace a été supprimé sur un bac de chacun des lots précédents (sauf le lot 3). Le calendrier des traitements effectués est le suivant :

STADE	FREQUENCE	LOT 1	LOT 2	LOT 3	LOT 4
Avant réscription	1/semaine	Vert malachite	Vert malachite		
Après réscription (alevinage) jusqu'à fin août 79	5ème jour	Formol	Formol		
	15ème jour	Sel	Sel		
	20ème jour	Vert malachite	Vert malachite		
	25ème jour	Formol	Formol		
	35ème jour	Sel	Sel		
	45ème jour	Furanace	Furanace	Furanace	Furanace
	55ème jour	Sel	Sel		
	65ème jour	Sel	Sel		
	75ème jour	Furanace	Furanace	Furanace	Furanace
85ème jour	Sel	Sel			
Grossissement Début septembre 79 jusqu'en avril 80	1/mois 2 jours de suite (1ère semaine)	Furanace	Furanace	Furanace	Furanace
	1/mois 2 jours de suite (2ème semaine)	Sel	Sel		
	Août 79 Octobre 79 Novembre 79 Décembre 79 Mars 80	Furoxone bain Furoxone bain + aliment Furoxone bain Furoxone bain + aliment Furoxone bain + aliment		Furoxone bain Furoxone bain + aliment Furoxone bain Furoxone bain + aliment Furoxone bain + aliment	

TABLEAU 4 : Calendrier de traitements.

Les traitements curatifs ne doivent être administrés qu'après apparition de symptômes externes, déclenchement de mortalité et analyses vétérinaires ; aucun traitement de ce type n'a été effectué. De plus, après les manipulations et tris importants de septembre, les préventions suivantes sont mises en oeuvre :

- avant : bain avec furoxone la veille des manipulations,
- après : bain de furanace puis furoxone dans l'aliment.

La répartition spatiale des lots à partir du 14.09.79 figure sur le tableau 5.

N° BAC	LOT (TRAITEMENT)	DENSITE INITIALE (NOMBRE)
1	Lot n° 1	2 600
2	Lot n° 2	2 365
3	Lot n° 3	2 600
4	Lot n° 4	2 640
5	Lot n° 4	1 580
6	Lot n° 3	2 580
7	Lot n° 2 sans furanace (uniquement sel)	2 775
8	Lot n° 2	1 640
9	Lot n° 4 sans furanace (témoin)	2 515
10	Lot n° 1	1 870
11	Lot n° 1 sans furanace (sel + furoxone)	1 830

TABLEAU 5 : Répartition spatiale des lots.

I-4. OBTENTION DES DONNEES EXPERIMENTALES.

On rappelle que l'expérimentation est "plaquée" sur la production et qu'en conséquence le recueil des données est fait de telle manière qu'il ne puisse pas nuire aux résultats -ou tout au moins que ces effets soient minimes-.

Les mesures suivantes ont été observées :

- désinfection du matériel lors du passage d'un bac à l'autre,
- méthode de l'"échantillon perdu" (regroupé dans un bac) lors des pesées et mesures individuelles sous anesthésie.

Les données recueillies sont les suivantes :

- données quotidiennes par le pisciculteur : mortalité/ bac, température, débit,
- données ponctuelles par le COB : pesée-test, échantillonnages en poids et longueur, pesées totales et dénombrements, analyses hydrologiques, prélèvements de branchies (étude de l'activité ATPasique).

En ce qui concerne les échantillonnages, la méthode utilisée est la suivante :

- Cas d'un échantillonnage avec tri (nécessité par la production) :

L'échantillonnage est fait pour chaque classe de tri déterminée par le passage à travers un trieur à barreaux. Sur chaque classe de tri ainsi définie, un lot de poissons est pris dans la classe puis confiné dans un récipient de dimension réduite dans lequel l'échantillon est prélevé.

Chaque poisson de l'échantillon est mesuré (longueur fourche) et sur certains échantillons des poids individuels sont pris afin d'effectuer des relations taille-poids.

Le nombre de la classe de tri (N_T) est obtenu par dénombrement ou estimé par pesée test (P_I) ramené au poids total (P_T) de la classe de tri ($N_T = \frac{N_I \times P_T}{P_I}$, avec N_I égal au nombre de poissons de la pesée test).

- Cas d'un échantillonnage sans tri :

Un lot de poissons est collecté en prenant les poissons à divers endroits du bassin. Ce lot est ensuite confiné dans un récipient de dimension réduite dans lequel l'échantillon est prélevé, les mesures sont ensuite effectuées comme précédemment.

Le nombre du bassin est estimé par le nombre initial (nombre premier introduit dans le bassin) diminué des mortalités journalières cumulées sur la période séparant deux échantillonnages.

I-5. TRAITEMENT DES DONNEES.

I-5.1. Prétraitement des données brutes.

Les données relatives à cette campagne de production ont été répertoriées sur fichier ordinateur (type HP 9845).

Pour chaque site, on a rentré dans le fichier les caractéristiques de chaque bassin échantillonné, à savoir :

- nombre et poids total des poissons par bassin,
- nombre de classes de tri par bassin,
- caractéristiques de chaque classe de tri (nombre de poissons, longueur et poids individuels),
- destination ultérieure des classes de tri (changement de bassin, sortie pisciculture).

12

Pour la période allant du 8.04.79 (mise en incubation) au 16.09.79 (premier tri des poissons) seuls les poids sont connus. Durant la période suivante (16.09.79 au 27.05.80), les longueurs (en mm) individuelles sont habituellement prises et les poids (en g) sont obtenus soit à partir de la relation taille-poids soit à partir des pesées tests effectuées lors des échantillonnages.

Pour chaque classe de tri on sort l'histogramme des fréquences de taille ainsi que la moyenne des longueurs à la fourche. L'histogramme du bassin est obtenu par cumul des histogrammes des classes de tri ce qui nous permet de déduire la moyenne des longueurs des poissons du bassin.

La charge du bassin est estimée par le produit du nombre du bassin et du poids moyen (calculé ou obtenu par pesée test).

I-5.2. Traitements statistiques utilisés.

La comparaison entre les longueurs moyennes est effectuée par un test du "t" (*in* DIXON et MASSEY, 1969). Les corrélations entre les divers paramètres sont calculées soit par un test non paramétrique : Rank-Difference Coefficient (*in* TATE et CLELLAND) qui permet d'estimer le pourcentage de variation de chaque variable expliquée par la corrélation avec l'autre variable, soit par une analyse de variance, test de Fisher (*in* DIXON et MASSEY, 1969).

Une étude de régression linéaire est effectuée pour chercher les meilleurs ajustements permettant de décrire les variations de la croissance en fonction du temps et du poids en fonction de la taille.

II- RESULTATS.

II-1. RESULTATS D'ELEVAGE.

Seuls seront donnés ici les résultats expérimentaux (effectif concerné : 24 800 poissons du lot de tête à partir de l'automne). Les résultats globaux de la campagne ayant déjà été fournis dans un premier document (GAINON et PROUZET, 1980).

II-1.1. Mortalité.

Les mortalités de la première phase de l'élevage (jusqu'à l'automne) sont de 13,76 % (par rapport au nombre d'oeufs importés). Les mortalités par période, à partir du tri d'automne (17.09.79), sont fournies dans le tableau 6.

MORTALITE/ PERIODE (nombre jours)	N° BAC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Jusqu'au 14.02.80 (150 j)		1,21	1,31	0,73	0,95	1,02	0,70	0,25	1,10	0,80	0,53	0,60
Du 14.02 au 17.04 (63 j)		3,56	3,71	3,42	2,68	2,78	2,59	2,84	4,96	1,92	1,30	2,50
Du 17.04 au 7.05 (20 j)		1,23	0,74	0,42	0,67	0,48	0,92	0,68	0,54	0,75	0,74	0,79
Du 7.05 au 27.05.80 (20 j)		0,55	0,31	0,43	0,40	0,00	0,38	0,20	0,47	0,66	0,56	0,75

TABLEAU 6 : *Mortalité par période du tri général d'automne (17.09.79) au dernier lâcher.*

Durant cette période, la mortalité (au total 5,55 %) est très faible et ceci dans tous les bacs (y compris le témoin), en conséquence le traitement des données par bac en fonction des traitements entrepris est de peu d'intérêt. On remarquera cependant que dans un premier temps la mortalité est tout particulièrement faible, puis elle augmente brusquement par la suite dans tous les bacs et ceci de manière inexplicable : le démarrage de la mortalité correspond au jour de mise à jeûn pour la pesée test, avant que celle-ci ne soit effectuée. Les analyses vétérinaires effectuées n'ont rien mis en évidence. La mortalité totale ($\frac{\text{nombre de poissons sortis quelle que soit la date}}{\text{nombre d'oeufs départ}}$) observée durant cette campagne 79-80 est de 18,2 %.

II-1.2. Croissance moyenne.

Rappelons que les oeufs sont importés le 8 avril 1979. Le début d'alimentation est effectué le 15 mai 1979, ce qui est très tardif et correspond à un handicap important au départ -ceci nous a cependant permis de réaliser un vide sanitaire-.

Durant la première période (jusqu'au 16.09.79), la courbe de croissance (en poids) (fig. 2) approximative est établie d'après les poids moyens par auge puis bassin estimés par pesée-test.

.../...

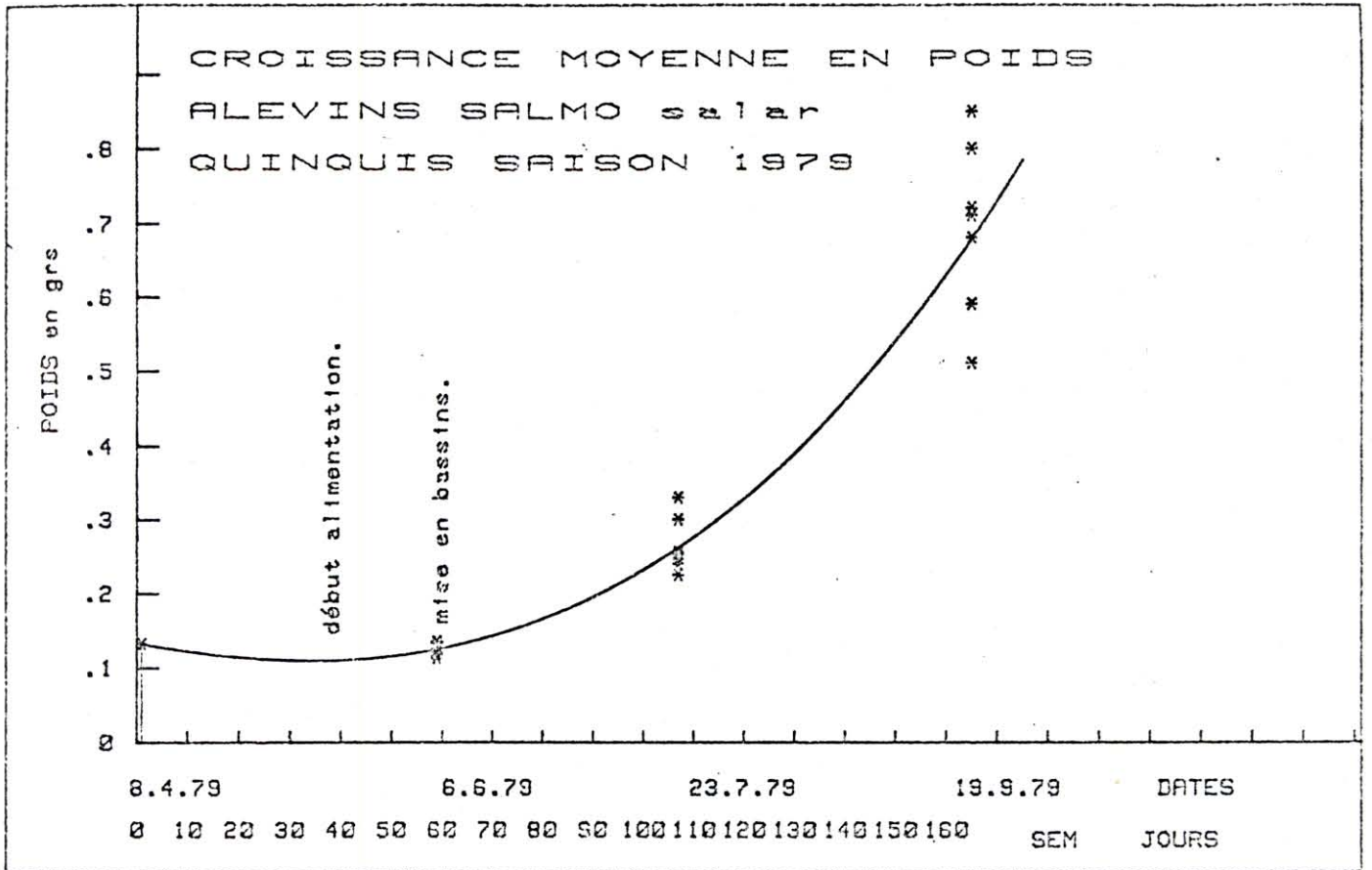


FIGURE 2 : Croissance moyenne en poids d'alevins *Salmo salar* à la pisciculture du Quinquis en 1979.

Il n'a pas été trouvé une équation simple décrivant la croissance, le meilleur ajustement étant obtenu par un polynôme de degré trois. On peut noter une augmentation rapide de la dispersion des poids en fonction du temps, ceci dû en partie aux deux aliments différents employés lors du démarrage (cf. § I-2.2.).

Durant la seconde période (16.09.79 au 27.05.80), la courbe est établie à partir d'échantillonnage de longueurs. Le meilleur ajustement est également obtenu par un polynôme de degré trois (fig. 3).

On a cherché enfin une équation permettant d'avoir la relation taille-poids la plus précise possible. L'ajustement le meilleur est obtenu par une relation de type polynomial (fig. 4)

$$Y = 0,0029 X^2 - 0,235 X + 5,74$$

(poids en g) (longueur en mm)

II-1.3. Limites de smoltification - Nombre de smolts produits.

La détermination des tailles de smoltification est basée sur l'activité de la Na⁺-K⁺-ATPase branchiale (BOEUF, 1979) mesurée sur des poissons prélevés à la pisciculture. La limite ainsi obtenue correspond à l'apparition de la robe argentée, elle est représentée sur la figure 3. La comparaison des deux courbes de la figure 3 montre clairement que les tailles moyennes (lot de tête) se situent très en dessous du seuil limite et seuls quelques poissons à forte croissance ont atteint une taille permettant le déclenchement de la smoltification :

- Nombre de smolts "vrais"(1) :
- 1er tri : 614
 - 2ème tri : 1 288
 - 3ème tri : 98
-
- Total : 2 000 soit 2,36 %/nombre d'oeufs

II-2. PARAMETRES D'ELEVAGE.

II-2.1. Charge en élevage.

Les charges des bassins (en kg/m²) figurent en annexe I. Les charges initiales déjà mentionnées étant fixées *a priori*, leur évolution dépend d'une part de la croissance, d'autre part des
.../...

(1) Un smolt est dit "vrai" s'il a un niveau d'activité ATPasique supérieur à 11-12 µm Pi.mg Prot⁻¹.h⁻¹ (BOEUF, comm. pers.). Dans le cas contraire, si un poisson a une taille identique, on pourra le dénommer simplement par la suite "smolt".

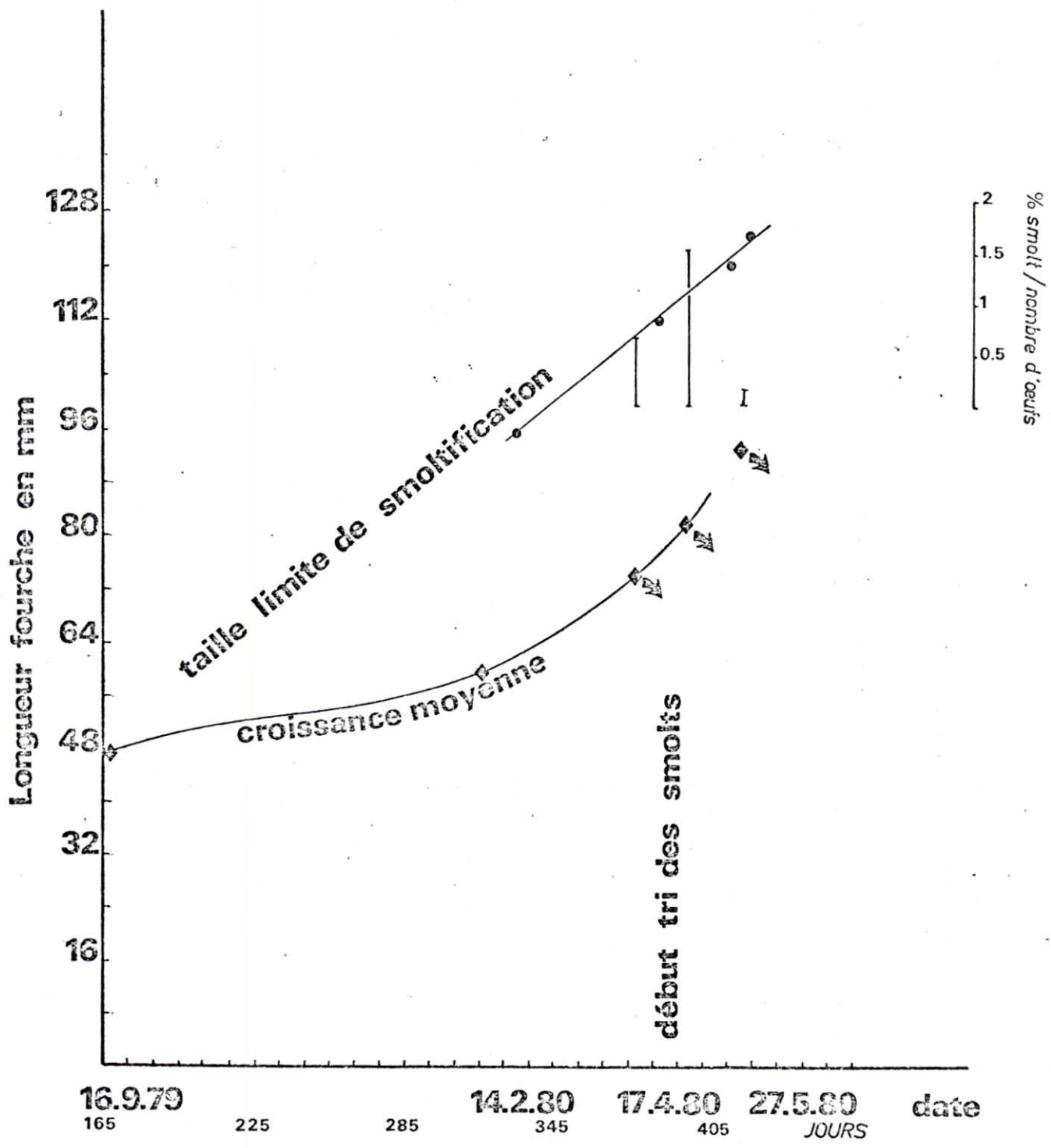


FIGURE 3 : Courbes des croissance moyenne, taille limite et taux de smoltification.

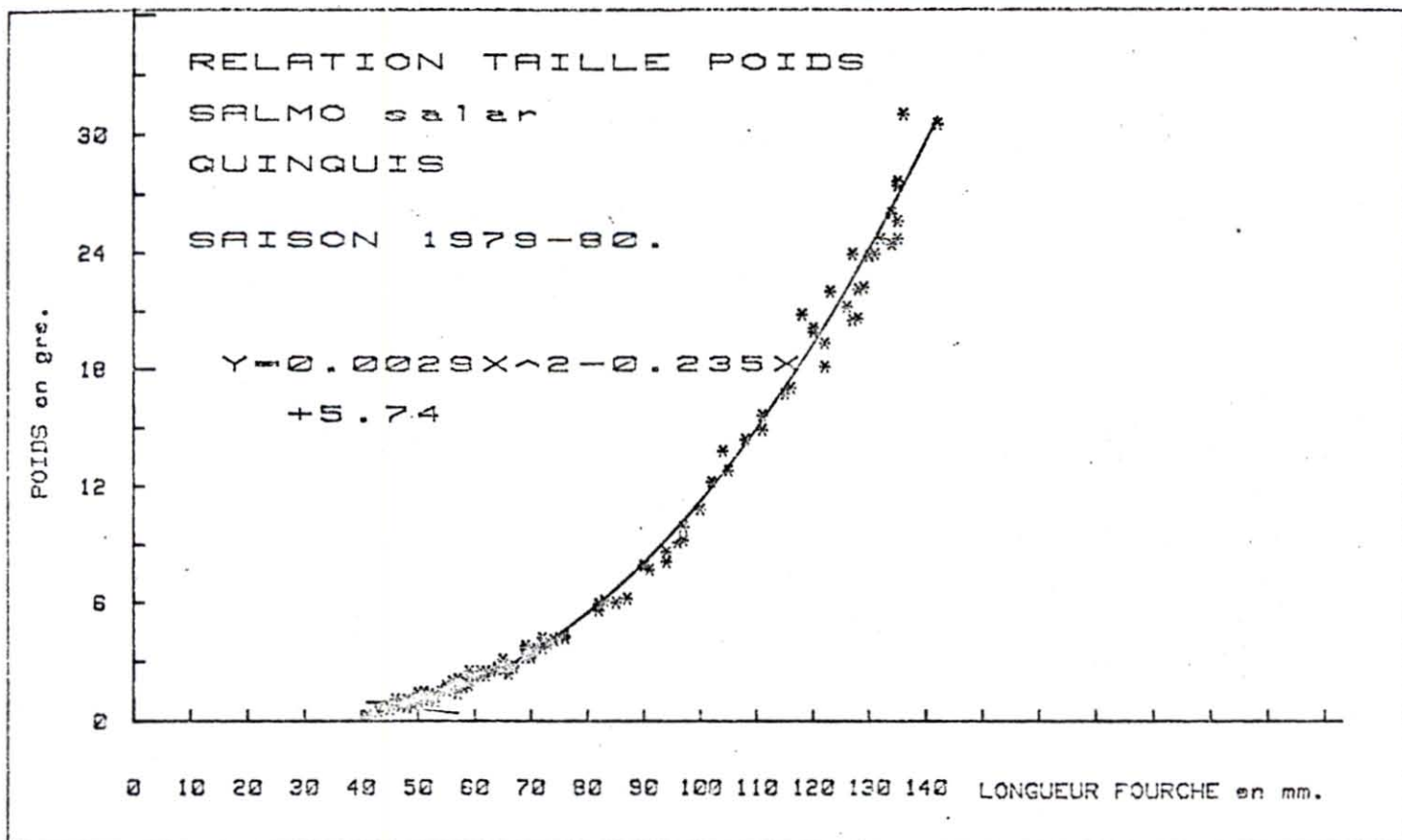


FIGURE 4 : Relation taille-poids *Salmo salar* au Quinquis.
 Saison 1979-1980.

.../...

délestages de smolts. Les charges finales varient de 2,3 à 4,2 kg/m² (bassins de 4 m²).

II-2.2. Débits.

Les débits disponibles en moyenne sont représentés sur la figure 1. Ils sont identiques pour tous les bacs et n'ont jamais été modifiés en fonction de la charge. Les débits utilisés par unité de charge (en l/mn/kg - tableau 7) sont donc très variables d'un bac à l'autre.

DATE	DEBIT MOYEN DISPONIBLE/BAC	DEBIT UTILISE en l/mn/kg
Septembre 1979	15 l/mn	5,4 - 9,4
Février 1980	40 l/mn	6,2 - 11
Avril 1980	35 l/mn	2,4 - 4,9
Mai 1980	30 l/mn	1,8 - 3,3

TABLEAU 7 : *Débits utilisés en l/mn/kg.*

II-3. INFLUENCE DES PARAMETRES D'ELEVAGE SUR LES RESULTATS.

II-3.1. Influence des traitements sur la croissance.

L'observation des tableaux de croissance (cf. annexe II) montre qu'il n'y a pas de relation entre l'intensité du traitement (bassin non traité et bassin ayant subi le traitement complet) ou la nature du traitement et les taux de croissance.

II-3.2. Influence de la charge sur la croissance.

- Durant la 1ère période (du 16.09.79 au 14.02.80), il n'existe pas de relation significative ($P = 0.05$) entre la charge et la croissance (tout au moins avec la fourchette de charge considérée : 0.37 à 0.69 kg/m²) et l'utilisation du carré du coefficient de différence des rangs (r^2d) permet d'estimer à 30 % le pourcentage de variation de la croissance expliqué par la variation de la charge. On peut aussi noter que la variation de la densité initiale n'agit pas significativement ($P = 0.05$) sur la croissance et le pourcentage de variation de la croissance expliqué par la variation de la densité peut être également estimé à 30 %.

.../...

- Du 14 février au 17 avril 1980, on n'observe pas non plus de relation significative ($P = 0.05$) entre la charge initiale (0,88 à 1,63 kg/m²) et la croissance moyenne durant cette période.

- Du 17 avril au 7 mai 1980, il existe une relation significative entre la charge initiale (1,46 à 3,12 kg/m²) ($P = 0,001$), ainsi d'ailleurs qu'entre la charge finale (2,04 à 3,59 kg/m²) ($P = 0,05$) et la croissance moyenne (figures 5 et 6).

- Il existe donc un certain seuil à partir duquel on note un effet limitant de la charge sur la croissance.

Dans les conditions de cette campagne on peut définir celui-ci de la manière suivante : sachant que la croissance est en forte augmentation durant le printemps (cf. fig. 3), on estime que la charge est limitante à partir du moment où les taux de croissance enregistrés durant la période considérée (du 17.04 au 7.05.80) sont inférieurs à ceux enregistrés lors de la période précédente (du 14.02 au 17.04.80), à savoir $C = 0,457$ %/jour ; c'est-à-dire que le seuil d'après la figure 5 est approximativement de 2 kg/m². La limite pour laquelle on observe une croissance particulièrement faible ($< 0,1$ %/jour) se situant entre 3 et 4 kg/m², valeur vers laquelle tendent toutes les charges (fig. 6).

II-3.3. Relation entre l'homogénéité des lots et la croissance.

Durant la période du 16.09.79 au 14.02.80 ainsi que du 17.04 au 7.05.80, la similitude des homogénéités des lots ne permet pas de les corrélérer avec la croissance. Par contre, du 14.02 au 17.04.80, on note une variation importante de l'homogénéité des lots ($5,9 \leq \sigma \leq 11,3$), mais il n'existe pas de relation significative ($P = 0.05$) entre l'écart-type des longueurs moyennes et le taux de croissance. On estime, par l'utilisation du coefficient de différence des rangs, que 17,5 % de la variation de la croissance est expliqué par la variation de l'homogénéité.

.../...

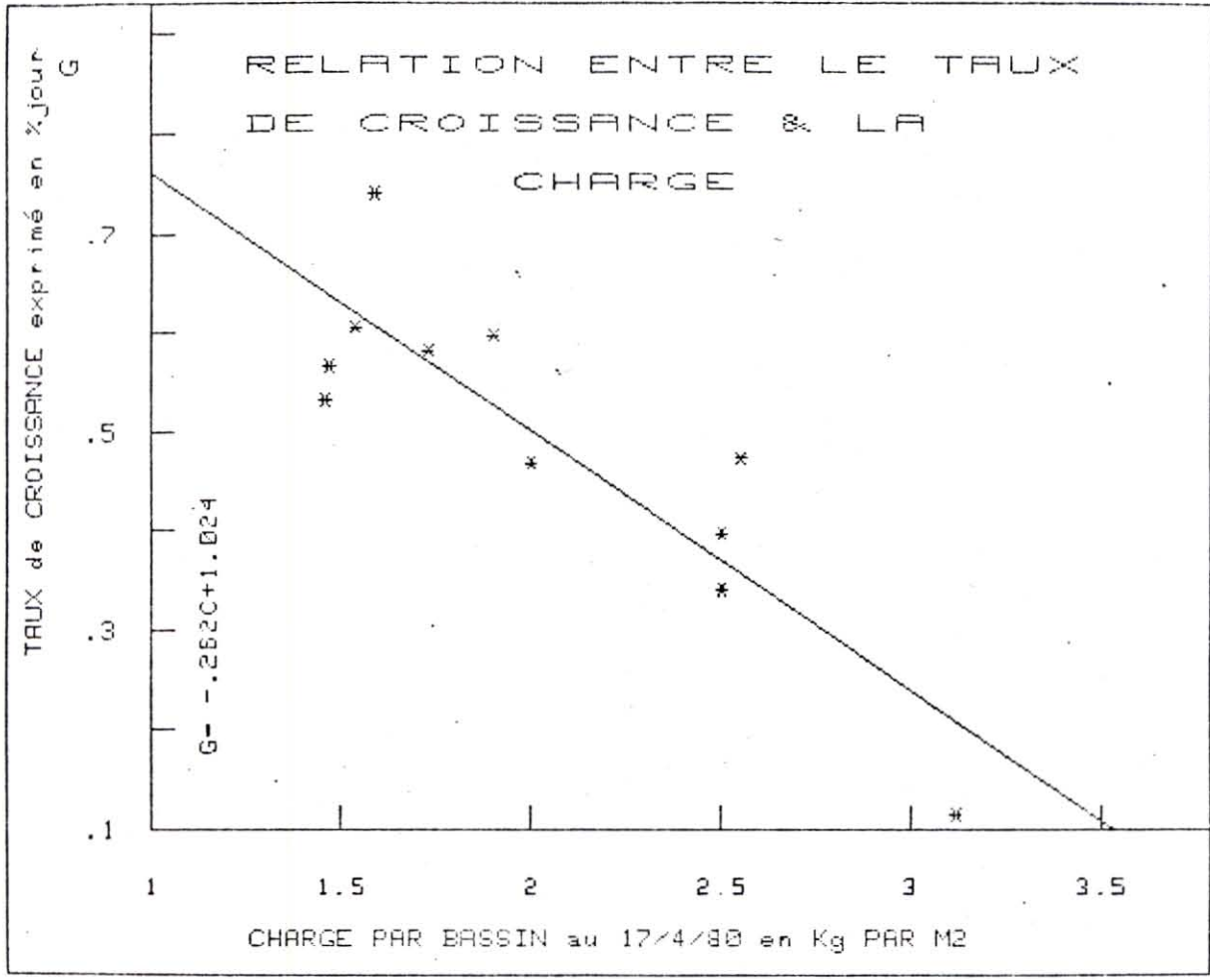


FIGURE 5 : Période du 17.04 au 7.05.80 : relation entre taux de croissance et charge initiale.

.../...

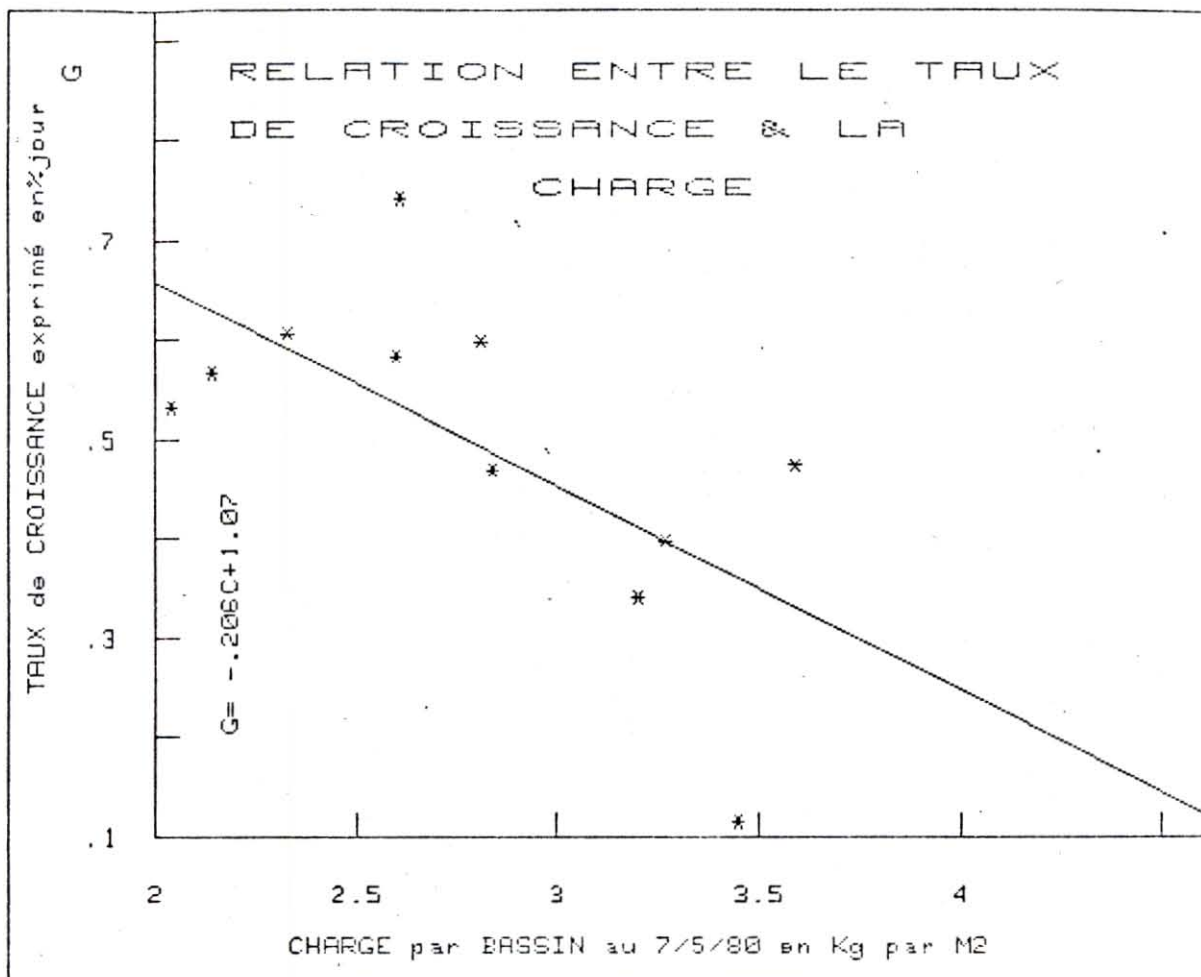


FIGURE 6 : Période du 17.04 au 7.05.80 : relation entre taux de croissance et charge finale.

III- DISCUSSION A PROPOS DES RESULTATS ET PARAMETRES D'ELEVAGE.

III-1. MORTALITE ET ASPECT SANITAIRE.

La survie totale enregistrée est en nette amélioration par rapport à celle obtenue les années antérieures dans la même pisciculture ou celles obtenues dans d'autres exploitations bretonnes (GAIGNON et PROUZET, 1980), et bien que ce résultat demande à être reproduit, il est probable que les méthodes utilisées en soient la raison majeure.

Il ne semble cependant pas que les traitements préventifs aient été essentiels si l'on en juge par leur influence sur la mortalité (cf. § II-1.1.).

On notera toutefois à ce sujet 2 points :

- Lors du tri final, alors que certains bassins ont un aspect sanitaire extérieur parfait (par exemple bacs 7, 10, 11, 12 - bassin le plus chargé), d'autres ont des poissons plus ou moins marqués (érosion des nageoires dorsales, ulcération sur les flancs, écaillage), par exemple :

bac n° 9 (témoin) : quelques poissons atteints

bac n° 6 : nombreux poissons très marqués

bac n° 13 : idem (poissons provenant des échantillonnages)

bac n° 2 : nombreux poissons écaillés.

Au total, alors que l'on ne peut faire aucune relation avec les traitements effectués, il est clair que la furonculose (à travers ses symptômes externes) n'a pas complètement disparu, seul le déclenchement de la mortalité a été évité.

- A partir de ce même tri final, un certain nombre de poissons n'ont pas été lâchés, ils ont été conservés à la pisciculture du Quinquis (environ 2 000) et ont servi en partie à un essai de marquage par insert magnétique dans la cavité abdominale ou ont été transférés vers la pisciculture du Conquet (6 700 parrs) avec un choc thermique de plus de 3° C. Dans aucun de ces 2 cas, une mortalité n'a été enregistrée, ce qui signifie que les poissons -provenant de plusieurs bacs ayant eu des traitements différents- ont un état sanitaire satisfaisant leur permettant de pouvoir supporter de tels stress.

.../...

C'est donc bien vraisemblablement l'ensemble des méthodes utilisées -ce qui est difficile à démontrer rigoureusement étant donné l'impossibilité d'avoir un témoin- qui ont permis le non-déclenchement de la mortalité, elles ont eu pour effet :

- une meilleure résistance des poissons due :

. à une croissance continue liée entre autre à une distribution alimentaire quasi permanente,

. à des conditions d'élevage satisfaisantes (renouvellement de l'eau dans les bacs, manipulations...)

- une limitation de la prolifération microbienne et bactérienne liée :

. aux mesures hygiéniques mises en place au niveau du matériel et des structures de production, et peut-être surtout, au niveau du cheptel (poissons morts ou "mourants" enlevés régulièrement),

. ainsi qu'à l'ensemble des traitements préventifs effectués de manière répétée.

Il faut souligner que l'absence de résultats expérimentaux, à savoir l'impossibilité de mettre en évidence l'acquis positif d'un traitement préventif donné, ne doit pas conduire à une absence de prévention et ce d'autant plus qu'il est certain que les germes causes de furonculose n'ont pas disparu, et qu'il n'a pas été établi d'autre part d'effet négatif des traitements sur la croissance, quelle que soit l'intensité ou la répétition -avec mise à jeûn- de ceux-ci.

III-2. CROISSANCE ET CHARGE - NOMBRE DE SMOLTS PRODUITS.

Alors que les résultats sont très nettement positifs en ce qui concerne la mortalité, ce n'est pas le cas en ce qui concerne le nombre de smolts l⁺ produits⁽¹⁾.

.../...

(1) Remarque : si le taux de réussite $\frac{\text{nombre de smolts}}{\text{nombre d'oeufs}}$ est très faible, c'est cependant en raison du grand nombre d'oeufs. Ce nombre est surévalué pour les structures de production du fait des besoins d'expérimentation propres à la station, des besoins en juvéniles pour d'autres programmes. Quel que soit le taux de réussite, il ne semble pas possible de produire plus de 10-12 000 smolts dans les installations disponibles (d'après les normes étrangères).

On notera tout d'abord 2 points *a priori* négatifs dans le cas de cette campagne :

- le démarrage très tardif qui impose un cycle très court (≤ 12 mois). Pour mémoire, les précédentes importations ont eu lieu en février, mars (17) et décembre (28).

- le fait même de l'expérimentation qui nous impose une impossibilité de trier. Or bien que les données de cette campagne ne mettent pas en évidence une incidence significative de l'homogénéité sur la croissance -pour des lots peu hétérogènes il est vrai- des données étrangères conduisent à penser l'inverse (PIGGINS, 1976 ; HARACHE, 1977).

Malgré ceci on considère que la croissance, dans une première période (jusqu'en mars-avril) est satisfaisante, ce qui n'est plus le cas par la suite lorsque des charges trop importantes ($>$ environ 2 kg) sont limitantes pour la croissance. Remarques : ces charges limites sont établies pour cette campagne, à une date et pour une taille de poisson donnée.

Si l'on élimine de manière toute théorique le facteur charge et que l'on applique la meilleure croissance obtenue pour chaque période au lot le plus gros à chaque date (à partir du 14 février), les résultats de croissance théorique seraient les suivants :

17 avril 80 :	82	mm
7 mai 80 :	96	mm
27 mai 80 :	111,3	mm

Ce calcul permet simplement de montrer que malgré les 2 handicaps ci-dessus mentionnés, une technique plus affirmée aurait permis de produire un nombre beaucoup plus important de smolts 1⁺ (cf. fig. 3).

Au total, en ayant un démarrage plus précoce, des charges finales moindres (ou en ayant une plus forte croissance initiale autorisant des taux de croissance moindre par la suite afin d'augmenter les charges finales et donc le nombre de smolts produits/unité de production), en améliorant les techniques d'élevage non abordées durant cette campagne (cf. expériences 80-81, à paraître) il semble que l'on puisse produire, dans les conditions climatiques de la Bretagne, des smolts de *S. salar* sur un cycle de 1 an, sans avoir recours à un réchauffement de l'eau tel qu'il doit être pratiqué en Norvège par exemple (BOEUF, 1980). .../...

III-3. CHARGES - DEBIT.

Les charges limites obtenues durant cette campagne (2-4 kg = 100-200 smolts/m²), semblent faibles comparées à des données étrangères couramment rencontrées (tableau 8). Une augmentation de cette charge ne semble cependant pouvoir être obtenue qu'aux dépens de la croissance finale, au moins avec les structures de production dont nous disposons (bassins "suèdois" de 2 x 2 m).

ECLOSERIE	TAILLE DES POISSONS	BASSIN			CHARGE	DEBIT l/mn	SOURCE	CHARGE kg/m ²	CHARGE kg/m ³	DEBIT l/mn/m ²	DEBIT l/mn/kg
		TYPE	DIMENSION m	HAUTEUR UTILISEE							
SRT (Irlande)	Démarrage moins de 5 cm	Suèdois	2 x 2	-	3 000 alevins	50	DANEL, 1974	750 al./m ²	-	12,5	-
Laxforsknings Institutet (Suède)	Démarrage	Suèdois	1 x 1	10 cm	6 000 alevins	12	CARMIE, 1976	6 000 al./m ²	-	12	-
Green Lake (Maine) (U.S.A.)	Démarrage	Circulaires	Ø 1,80	30 cm	10 000 alevins soit 12,7kg	15-18	GOURHAN, 1980	5 kg/m ² ou 4 000 al./m ²	16,7	6-7	1,2-1,4
Seafarms (Norvège)	Démarrage	Suèdois	1 x 1	15 cm	10 000 alevins	-	BOEUF, 1980	10 000 al./m ²	-	-	-
Laxforsknings Institutet (Suède)	Alevins 10 sem.	Suèdois	2 x 2	12 cm	3 500 alevins	60-70	CARMIE, 1976	900 al./m ²	-	-	-
Seafarms (Norvège)	Alevins 10 cm	Circulaires	Ø 3,2	0,80 cm	30 kg	-	BOEUF, 1980	10	11,5	-	-
Sunnalsora (Norvège)	parr de 1 an	Suèdois	1,5 x 1,5	15 cm	12 kg	15	HARACHE, 1976	5,33	35,5	6,7	1,25
Green Lake (Maine) (U.S.A.)	10 - 20 g	Circulaires	Ø 6	40 cm	140 kg	190-280	GOURHAN, 1980	5	12,4	6,7-10	1,3-2
Salatza (URSS)	11 - 18 g	Suèdois	2 x 2	30 cm	1 500 parrs	60-70	HARACHE, 1974	6,7	22,5	15	3,15
Sunnalsora (Norvège)	Smolts	Circulaires	Ø 10	50 cm	350-450 kg	350	HARACHE, 1976	4,5-5,7	11,5	4,5	1
Matredal (Norvège)	Smolts	Circulaires	Ø 1,5	1 m	20 kg	-	HARACHE, 1976	11,3	11,3	-	-
SRT (Irlande)	Smolts	Circulaires	Ø 5	-	3 000 smolts (120 kg)	180	DANEL, 1974	5,5	-	9,2	1,5
Unilever (Ecosse)	Smolts	Suèdois	2 x 2	25 cm	30 kg	50	HARACHE, com.pers.	7,5	30	22,5	3
Maricultura S/A (Espagne)	Smolts	Circulaires	Ø 5	60 cm	5 000 smolts (40?)	40 l/s	HARACHE, 1977	10,2	17	122	12
Quinquis (campagne 79-80)	6 - 11 cm	Suèdois	2 x 2	40-50 cm	8-12 kg	30	Ce document	2-4	5-7,5	7,5	2-3,7

TABLEAU 8 : Normes d'utilisation des bassins type "Suèdois".

Les débits, en l/mn/kg, sont toujours importants comparés aux données étrangères (cf. tableau 8) et ce surtout à l'automne, or nous avons mentionné que les débits par bac étaient limités en ce qui concerne l'autonettoyage. Il paraît donc intéressant d'augmenter les densités (donc les charges) durant la période d'étiage sans inconvénient majeur pour la croissance, non limitée par les charges observées.

III-4. UTILISATION DES DONNEES OBTENUES - LIMITES.

Les objectifs essentiels de cette campagne étaient la production d'un certain nombre de smolts et une expérimentation visant à résoudre un problème sanitaire. Sur ces deux points précis les résultats sont très encourageants mais pas à proprement parlé "positifs" :

- peu de smolts ont été produits,
- les résultats expérimentaux des traitements sont inexistantes dans la mesure où l'on a observé peu de variabilité entre les différents lots.

Pour le reste, les conclusions auxquelles on aboutit (influence de la charge sur la croissance, problème de l'homogénéité) sont mises en évidence *a posteriori* lors du traitement des données, les conditions d'expérimentation ne sont donc pas satisfaisantes, les protocoles n'ayant pas été conçus pour. Elles mettent simplement en évidence un certain nombre de points à préciser par la suite.

Les données fournies dans ce document (croissance moyenne, charge maxi, débit, programme de traitement) obtenues dans un contexte spécifique, ne peuvent pas prétendre fournir les "clés de la réussite" et ne peuvent pas être considérées comme "normes". Et ce, d'autant plus qu'un élevage est un ensemble comprenant de la technicité (quantifiable) mais aussi du savoir faire (lié aux conditions d'exploitation et définissable à long terme), le tout dans un environnement biologique parfois difficilement contrôlable, et il est vain de penser qu'un seul de ces éléments -la technicité- est suffisant.

.../...

IV- QUELQUES DONNEES ECONOMIQUES.

IV-1. PRODUCTION TOTALE OBTENUE.

La production totale obtenue est la suivante :

	NOMBRE	POIDS TOTAL EN KG
DESTINATION	Smolts : 2 000	De 11-12 cm : 36 kg
	Parrs Elorn : 18 550) De 90 mm en moyenne : 240 kg
	Quinquis → 2 ⁺ : 2 050	
	Le Conquet : 6 750	
	SODAB : 2 100	
TOTAL	Arrondi à : 31 000	275 kg

TABLEAU 9 : *Production totale campagne 79-80.*

Il n'a pas été compté dans ce total les "délestages" effectués en cours de production -vers l'Elorn en automne et au début de printemps, et vers la pisciculture de la Mothe-CSP en hiver- qui représentent 38 200 parrs de 1 à 2 g de moyenne.

Cette production, réalisée sur 84 m² (non compris l'alevinage), correspond donc à 3,27 kg/m²/cycle de production avec un poids moyen final de 8,9 g.

IV-2. DEPENSES EFFECTUEES.

IV-2.1. Investissement.

Le montant total des investissements réalisés entre 1975 et 1979 est de 100 900 F (détail annexe III). L'amortissement annuel est de 12 660,00 F.

Les investissements se sont donc élevés à environ 367 F/kg, soit 9,20 F/smolt équivalent⁽¹⁾ -ou environ 12 F/smolt (Francs de 1980)-.

.../...

(1) 1 kg de production = 40 smolts de 25 g.

Pour des installations identiques (même type de bassin en circuit ouvert) les investissements réalisés par le CNEOX à la pisciculture du Conquet sont identiques (\approx 13 F/smolt, Francs de 1980).

Une somme de 12-13 F/smolt correspond donc à un investissement moyen nécessaire pour des structures de production de ce type.

IV-2.2. Fonctionnement.

Les cycles de production prévus sont de 15-17 mois, soit 1 cycle/an. Seul le fonctionnement d'une année devrait donc être imputable à une campagne. Mais les conditions particulières de production de la campagne 79-80 ont fait qu'il n'y a pas eu recouvrement des cycles (vide sanitaire et importantes mortalités en fin du cycle 78-79), c'est pourquoi le coût de production de la campagne 79-80 inclut en plus du fonctionnement 1979 certaines charges variables financées sur 1980.

Le coût total du fonctionnement imputable à cette campagne est de 93 465 F.

IV-3. COUT DE PRODUCTION.

IV-3.1. Calcul des coûts de production.

Le coût de production se décompose de la manière suivante :

DESIGNATION	COUT		COUT en F/kg
	FRANCS	%	
Fourniture d'oeufs	14 450	13,62	52,54
Aliment	6 190	5,83	22,51
Frais de personnel	66 490	62,65	241,78
Produits vétérinaires	1 985	1,87	7,22
Divers	4 350	4,10	15,82
Amortissement	12 660	11,93	46,04
Total	106 125	100,00	385,90

TABLEAU 10 : *Coût de production pour la campagne 79-80.*

Le coût moyen du poisson produit (parrs et smolts de 9 g en moyenne) est de 3,42 F, et même de 1,53 F si l'on tient compte des alevins "délestés".

Si l'on considère, théoriquement, que la production totale réalisée pourrait l'être en smolts de 25 g, sans dépenses de fonctionnement supplémentaires, ceci correspondrait à un coût de 9,65 F/smolt fictif.

IV-3.2. Discussion.

Ce coût ramené au smolt semble élevé, surtout si on le compare aux coûts obtenus à l'étranger :

- A la pisciculture de Green Lake (Maine - U.S.A.) : 1,17 \$ par smolt 1⁺ soit \approx 4,70 F (d'après le détail des dépenses fournies par GOURHAN *et al.*, 1980), et ce sans achat d'oeufs et avec un amortissement calculé sur 20 ans (8 ans en moyenne pour les installations du Quinquis).

- En Norvège, G. BOEUF (1980) annonce 3,30 à 4,20 F/smolt.

On peut cependant noter les points suivants à propos des coûts obtenus au Quinquis :

1- Fourniture d'oeufs : le nombre d'oeufs acheté est pléthorique pour la production possible dans les structures de production disponibles, et ce en raison des besoins expérimentaux. 25 000 oeufs semblent suffisants pour la production.

2- Aliment : le coût est de 22,51 F/kg, ce qui correspond à un coefficient de transformation global de 4,4 (5,10 F/kg T.T.C. d'aliment). Bien que celui-ci soit trop important, le poste aliment est cependant très faible dans le coût global (5,83 %).

3- Frais de personnel : le poste main-d'oeuvre est de loin le plus important (62,65 %). 1,5 personnes sont employées sur la pisciculture pour assurer la permanence. La productivité est donc faible (7 000 smolts fictifs/homme) mais elle est limitée par la taille des structures de production. Il semble très possible de l'augmenter fortement si les structures sont plus importantes (par exemple : pisciculture du CNEXO au Conquet : équivalent de 23 000 smolts *S. salar*/1,5 personnes ; 40 000 smolts/personne à Green Lake (USA) avec un outil beaucoup plus sophistiqué).

4- Amortissements : ils sont représentatifs de ce type d'installations (cf. § IV-2.1.).

Au total, il semble tout-à-fait raisonnable d'envisager à l'avenir un coût nettement inférieur qui pourrait être, à titre indicatif, de 5,60 F/smolt (tableau 11).

DESIGNATION	COUT EN F/KG	%	OBSERVATIONS
Fourniture d'oeufs	15,64 ou 0	7	25 000 oeufs/11 000 smolts ou géniteurs locaux
Aliment (1)	22,51	10,1	Identique à 79-80
Main-d'oeuvre (1)	106,38	47,6	Salaires Quinquis avec productivité accrue
Produits vétérinaires	7,22	3,2	
Divers	15,82	7,1	
Amortissement	55,70	24,9	En tenant compte de l'inflation, en F 1979
Total	223,27 F/kg ou 5,60 F/smolt	100	Dont 4,20 F/smolt de frais de fonctionnement

TABLEAU 11 : *Coût de production prévisionnel.*

Inversement, il est possible de déterminer approximativement la taille minimum d'une station de production en fonction d'un coût de production désiré. En effet, à part les frais de personnel, les autres postes sont essentiellement des charges variables, proportionnelles à la production, c'est-à-dire constante en F/smolt. Les dimensions d'une station de ce type (circuit ouvert et bacs suédois) sont donc fonction des charges fixes, c'est-à-dire de la masse salariale selon la formule suivante :
(coût du smolt - "charges variables") en F/smolt x nombre de smolts = masse salariale.

.../...

(1) On remarquera que dans ces conditions le ratio $\frac{\text{frais de personnel}}{\text{aliment}}$ est identique à celui obtenu dans la pisciculture de Green Lake.

Ainsi par exemple, une station employant 2 personnes à temps plein (minimum) devra produire 50-60 000 smolts pour obtenir un coût de 5 F/smolt (d'après la décomposition du coût prévisionnel).

IV-4. INTERET ECONOMIQUE : COUT DE PRODUCTION ET TAUX DE RETOUR.

Dans le cadre d'une opération de repeuplement, il est bien évident que l'intérêt d'une production intensive dépend essentiellement des taux de retour que l'on en obtiendra. Ils ne sont pas connus à l'heure actuelle dans le cas de souche écossaise remontant dans l'Elorn mais la production de la campagne 79-80, faite essentiellement de parrs, nous amène à faire la remarque suivante.

Pour un investissement donné (par exemple la pisciculture du Quinquis dans le cas de l'Elorn), il est clair que l'on produit x fois plus de parrs que de smolts,

$$x = \frac{\text{Poids moyen smolt}}{\text{poids moyen parrs lâchés}}$$

soit pour la campagne 79-80 :

$$x = \frac{\text{smolt de 25 g}}{\text{parr de 9 g}} = 2,8$$

En conséquence, le taux de retour des smolts 1⁺ lâchés doit être x (dans le cas présent 2,8) fois supérieur à celui des parrs libérés en rivière, y compris la mortalité eau douce, pour que le lâcher de smolt soit d'un meilleur rapport qu'un lâcher de parr. A partir des coûts de production obtenus durant cette campagne on a tracé des abaques (figure 7) donnant le prix/kg de saumon-retour (et non capturé)⁽¹⁾. Ainsi par exemple, le retour de 1,5 % des parrs lâchés est équivalent au retour de 4,2 % de smolts de 25 g et ce pour obtenir un prix de 60 F/kg retour (poissons de 4 kg de moyenne). En conséquence, il est possible que le lâcher de parrs soit plus intéressant que le

.../...

(1) Le prix de kg-retour est un critère micro-économique lié essentiellement aux coûts et conditions de production du smolt à l'exclusion de toute autre intervention humaine, alors que le poids capturé est une notion macro-économique (dont le prix est supérieur au kg-retour) qui correspond à un profit direct (le poids vif) et un profit indirect (attrait touristique). Prix en F/kg retour =

$$\frac{\text{Coût du poisson lâché} \times 100}{\text{Taux de retour (y compris mortalité eau douce)} \times \text{poids au retour}}$$

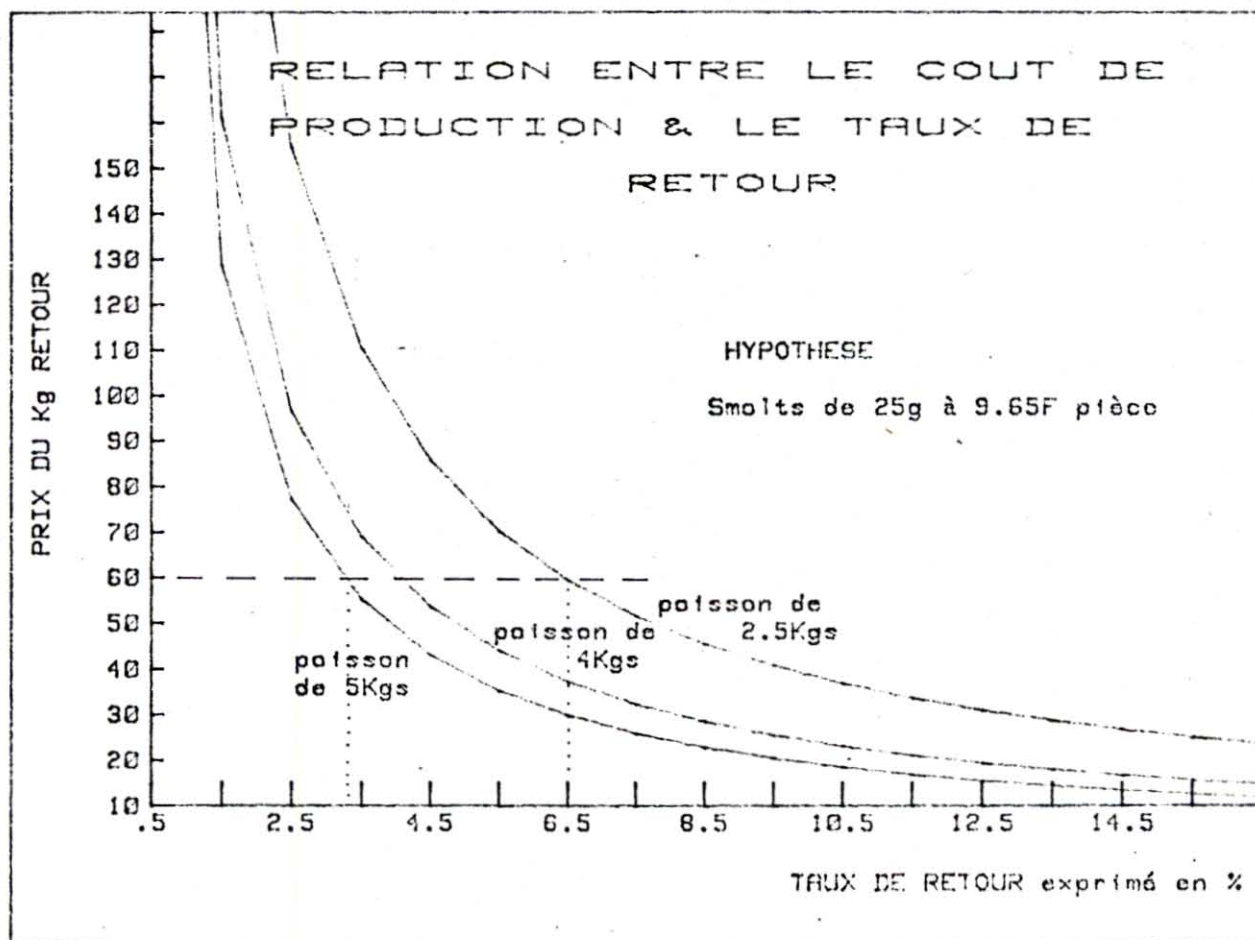
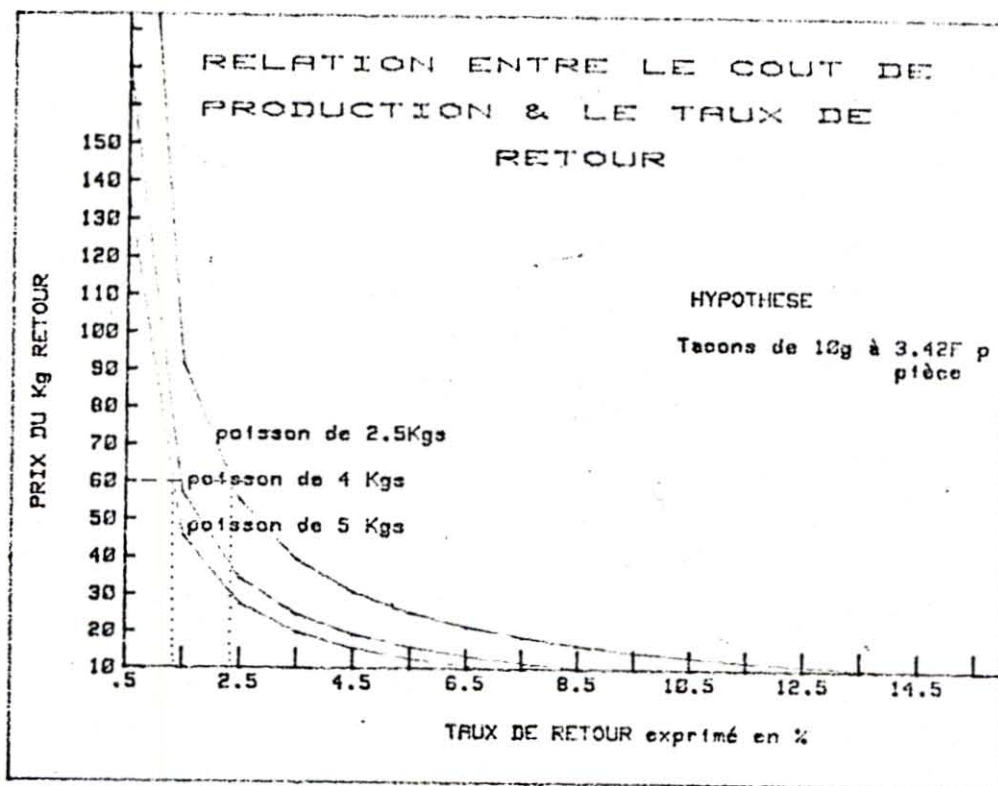


FIGURE 7 : Relation entre le coût de production et le taux de retour.

lâcher de smolts dans le contexte de l'Elorn. Seule une étude précise des taux de retour (y compris les mortalités en eau douce) de chaque type de lâcher permettrait de répondre à cette question⁽¹⁾.

CONCLUSIONS.

Cette campagne 79-80, réalisée à la pisciculture du Quinquis, nous a permis :

1- De maîtriser les problèmes sanitaires rencontrés depuis plusieurs années et de montrer qu'il était possible d'empêcher les mortalités causées par la furonculose dans une station de production affectée régulièrement par ce problème.

2- De montrer l'intérêt considérable de la mise en place de mesures hygiéniques draconiennes allant de paire avec des méthodes d'élevages appropriées, celles-ci permettant d'optimiser les conditions hydrologiques, d'avoir une croissance continue, d'éviter les stress.

3- D'obtenir des taux de survie très satisfaisants, au moins comparables aux autres espèces de salmonidés.

4- De mettre en évidence l'importance capitale de la croissance lors du démarrage afin d'augmenter les charges finales et de limiter les risques d'une croissance faible en fin de grossissement.

Ceci est bien évidemment le résultat d'une seule campagne et doit être reproduit. On peut cependant en tirer deux points importants :

- l'acquisition de méthodes nous permettant de disposer d'un matériel nécessaire pour réaliser d'autres expérimentations plus précises,

.../...

(1) Les marquages sélectifs en fonction de la taille des saumons immergés permettront, par l'utilisation de la trappe de capture de l'Elorn, de donner les premiers éléments de réponses à ces questions.

34

- la mise en évidence des possibilités de production en cycle court dans les conditions naturelles bretonnes de smolts de saumon atlantique sans équipements sophistiqués, si l'on arrive à améliorer les résultats de l'alevinage (des expériences allant dans ce sens sont en cours de réalisation sur la campagne 80-81).

Au total, malgré la faible production de smolts obtenue et l'exiguité des structures de production disponibles qui conduisent à des coûts de production élevés, il apparaît que la rentabilité d'un tel outil pour la collectivité puisse être atteinte assez facilement puisque des taux de retour relativement faibles (1 à 3 %) (y compris la mortalité en rivière) permettraient d'équilibrer les coûts occasionnés.

BIBLIOGRAPHIE

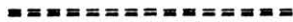
- BOEUF, G., 1979. Contribution à l'étude de la smoltification et de l'adaptation à l'eau de mer chez le saumon coho, *Oncorhynchus kisutch* Walbaum, au cours de son développement. Thèse de 3ème Cycle, Bordeaux.
- BOEUF, G., 1980. Le point sur la salmoniculture marine en Norvège en 1980. Rapport de mission CNEXO/COB.
- CARMIE, H., 1976. L'institut suédois de recherche sur le saumon. Mémoire ESAP, Toulouse.
- DANEL, P., 1974. The salmon research trust of Ireland Incorporated. Rapport APPSB-CNEXO.
- DIXON, W. and F. MASSEY, 1969. Introduction to statistical analysis. Ed. Mc. GRAW.
- DUMAS, J., 1978. L'élevage intensif des jeunes saumons atlantiques de repeuplement. Bull. Scient. Tech. Dep. Hydr. INRA, n° 4.
- GAIGNON, J.L. et P. PROUZET, 1980. Résultats d'élevage du *S. salar* en Bretagne. Saison 1979-1980. Rapport CNEXO-COB.
- GERARD, J.P., 1974. Pêches techniques n°1, 2, 3, 4 (thérapeutique). La Pisciculture Française.
- GERARD, J.P. et P. de KINKELIN, 1973. Prévention des maladies dans la conduite d'une salmoniculture. La Pisciculture Française, n° 36.
- GOURHAN, R. *et al.*, 1980. Compte rendu de mission aux Etats-Unis. Rapport CNEXO-SANDERS.
- HARACHE, Y., 1974. Rapport de mission en URSS. Rapport interne CNEXO/COB.
- HARACHE, Y., 1976. La salmoniculture marine en Norvège. Etat de développement - 1975. Rapport Scientifique et Technique CNEXO, n° 28.
- HARACHE, Y., 1977. Compte rendu de mission en Espagne. Rapport interne URDA-COB.
- PIGGINS, D.J., 1976. Technique d'élevage du saumon. La Pisciculture Française.
- TATE, M.W. and R.C. CLELLAND, 1959. Non parametric and short cut statistics. Interstate Printers and Publisher Inc., 168 p.

A N N E X E I :
=====

EVOLUTION DES CHARGES PAR BASSIN EN KG/M²

N° BASSIN		206	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211
DATE												
16.09.79	Avant tri	2,031	1,84	1,81	1,76	1,17	1,46	1,27	1,18	-	-	-
	Après tri	0,66	0,57	0,63	0,69	0,37	0,62	0,67	0,38	0,65	0,43	0,47
14.02.80		1,16	1,11	1,52	1,49	0,92	1,40	1,63	0,96	1,57	1,25	0,88
17.04.80	Avant tri	2,10	2,25	2,92	3,58	1,78	2,90	3,02	1,82	2,57	1,91	1,96
	Après tri	1,73	1,90	2,50	3,12	1,46	2,50	2,55	1,47	2,00	1,59	1,54
7.05.80	Avant tri	2,60	2,81	3,20	3,45	2,04	3,27	3,59	2,14	2,84	2,61	2,33
	Après tri	1,81	1,90	2,37	2,74	1,39	2,33	2,79	1,40	2,03	1,81	1,80
27.05.80		3,34	3,07	3,68	4,21	2,28	3,82	4,04	2,41	3,83	2,74	3,05

A N N E X E II :



TABLEAUX DES CROISSANCES

\bar{L}_F : longueur fourche en mm

σ : écart-type

N : nombre du bassin

C : charge en kg/m^2 - 1. avant tri - 2. après tri

G : taux de croissance exprimé en % jour entre
2 périodes contigues

$$G = \frac{\text{Log } L_{F2} - \text{Log } L_{F1}}{t_2 - t_1} \times 100$$

DATE	BASSIN 201 Furanace + Sel + Furoxone	BASSIN 210 Furanace + Sel + Furoxone	DIFFERENCE ENTRE LONGUEUR MOYENNE
16.09.79			
\bar{L}_F	47,79	46,34	oui P < 0,05
σ	3,9	3,81	
N	2603	1603	
C	0,66	0,43	
G	0,113	0,194	
14.02.80			
\bar{L}_F	56,65	62,12	oui P < 0,001
σ	6,14	11,27	
N	2499	1860	
C	1,16	1,25	
G	0,302	0,281	
17.04.80			
\bar{L}_F	68,54	74,14	oui P < 0,01
σ	10,64	12,50	
N	2330	1650	
C	1/2,10 2/ 1,73	1/ 1,91 2/ 1,59	
G	0,582	0,741	
7.05.80			
\bar{L}_F	76,55	85,35	oui P < 0,001
σ	10,44	14,53	
N	2099	1477	
C	1/ 2,6 2/ 1,81	1/2,61 2/1,81	
G			

DATE	BASSIN 207	BASSIN 209	DIFFERENCE ENTRE LONGUEUR MOYENNE
16.09.79	<i>Sel</i>	<i>Rien</i>	
\bar{L}_F	48,03	48,20	Non
σ	3,84	3,54	
N	2774	2516	
C	0,67	0,65	
G	0,142	0,159	
14.02.80			
\bar{L}_F	59,56	61,24	Non
σ	11,21	10,15	
N	2759	2487	
C	1,63	1,57	
G	0,358	0,245	
17.04.80			
\bar{L}_F	74,63	71,46	Non
σ	13,13	15,29	
N	2542	2345	
C	1/ 3,02 2/ 2,55	1/ 2,57 2/ 2,00	
G	0,473	0,468	
7.05.80			
\bar{L}_F	81,65	78,11	Non
σ	14,37	12,67	
N	2290	2115	
C	1/ 3,53 2/ 2,79	1/ 2,84 2/ 2,03	
G			

DATE	BASSIN 203	BASSIN 206	DIFFERENCE ENTRE LONGUEUR MOYENNE
16.09.79	<i>Furanace + Furoxone</i>	<i>Furanace + Furoxone</i>	
\bar{L}_F	46,61	46,17	Non
σ	3,21	4	
N	2597	2581	
C	0,63	0,62	
G	0,174	0,165	
14.02.80			
\bar{L}_F	60,62	59,19	
σ	8,35	7,72	
N	2567	2555	
C	1,52	1,40	
G	0,363	0,396	
17.04.80			Non
\bar{L}_F	76,18	75,97	
σ	11,60	11,75	
N	2368	2367	
C	1/ 2,92 2/ 2,50	1/ 2,90 2/ 2,50	
G	0,341	0,397	
7.05.80			Non
\bar{L}_F	81,28	81,92	
σ	11,81	11,33	
N	2153	2151	
C	1/ 3,2 2/ 2,37	1/ 3,27 2/ 2,33	
G			

DATE	BASSIN 204	BASSIN 205	DIFFERENCE ENTRE LONGUEUR MOYENNE
16.09.79	<i>Furanace</i>	<i>Furanace</i>	
\bar{L}_F	48,02	45,79	Oui P < 0,001
σ	3,83	2,84	
N	2638	1579	
C	0,69	0,37	
G	0,151	0,186	
14.02.80			
\bar{L}_F	60,29	60,63	Non
σ	7,04	8,0	
N	2606	1555	
C	1,49	0,92	
G	0,457	0,364	
17.04.80			
\bar{L}_F	80,42	76,27	Oui P < 0,05
σ	13,30	12,01	
N	2431	1433	
C	1/ 3,58 2/ 3,12	1/ 1,78 2/ 1,46	
G	0,115	0,532	
7.05.80			
\bar{L}_F	82,19	84,38	Non
σ	12,58	10,53	
N	2222	1246	
C	1/ 3,45 2/ 2,74	1/ 2,04 2/ 1,39	
G			

DATE	BASSIN 211	BASSIN	DIFFERENCE ENTRE LONGUEUR MOYENNE
16.09.79	<i>Furoxone + Sel</i>		
\bar{L}_F	47,79		
σ	3,9		
N	1829		
C	0,47		
G	0,122		
14.02.80			
\bar{L}_F	57,43		
σ	5,94		
N	1812		
C	0,88		
G	0,384		
17.04.80			
\bar{L}_F	73,15		
σ	16,17		
N	1645		
C	1/ 1,36 2/ 1,54		
G	0,606		
7.05.80			
\bar{L}_F	82,08		
σ	12,75		
N	1508		
C	1/ 2,33 2/ 1,80		
G			

DATE	BASSIN 202 <i>Furanace + Sel</i>	BASSIN 208 <i>Furanace + Sel</i>	DIFFERENCE ENTRE LONGUEUR MOYENNE
16.09.79			
\bar{L}_F	46,31	45,68	Non
σ	3,36	2,73	
N	2365	1642	
C	0,57	0,38	
G	0,137	0,193	
14.02.80			
\bar{L}_F	56,92	61,09	Oui P < 0,001
σ	6,55	6,79	
N	2328	1620	
C	1,11	0,96	
G	0,394	0,339	
17.04.80			
\bar{L}_F	72,95	75,63	Non
σ	11,15	13,88	
N	2078	1457	
C	1/ 2,25 2/ 1,90	1/ 1,82 2/ 1,47	
G	0,597	0,566	
7.05.80			
\bar{L}_F	81,71	84,22	Non
σ	11,20	12,22	
N	1871	1287	
C	1/ 2,81 2/ 1,90	1/ 2,14 2/ 1,40	
G			

A N N E X E III :

DETAIL DES INVESTISSEMENTS REALISES

CALCUL DES AMORTISSEMENTS LINEAIRES

-	<u>ACHAT DU TERRAIN</u> : 5 774,00 sur 25 ans.....	230,95
-	<u>AMENAGEMENT DU TERRAIN</u> : 9 914,73 sur 25 ans.....	396,60
-	<u>ACHAT DE BACS</u> : 1976 - 25 268,40	
	1979 - <u>15 923,04</u>	
	41 191,44 sur 7 ans.....	5 884,50
-	<u>CONSTRUCTION D'UN ABRI</u> : 20 211,12 sur 15 ans.....	1 347,41
-	<u>FOURNITURES POUR IMMOB. REALISEES PAR L'ENTREPRISE</u> <u>POUR ELLE-MEME</u> :	
	1975 : 10 000)	
	1976 :) Baraque, décanteur, tuyauterie,	
	1977 : 4 450) béton, évacuation, installations	
	1978 : 6 500) diverses, grille...	
	1979 : 3 000)	
	Total approximatif : 24 000 sur 5 ans.....	4 800,00
		<hr/>
	TOTAL.....	12 660,00

INVESTISSEMENT TOTAL : 100 900 F
