



THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES

Effets des repeuplements de truites communes (*Salmo trutta* L.) de pisciculture sur la souche indigène d'une rivière

Bodart, Patricia

Award date:
1994

Awarding institution:
Universite de Namur

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix
FACULTE DES SCIENCES
Rue de Bruxelles 61 - 5000 NAMUR
Tél. 081/72.41.11 - Telex 59222 Facnam-b - Telefax 081/72.44.20

**Effets des repeuplements de truites communes
(*Salmo trutta* L.) de pisciculture
sur la souche indigène d'une rivière.**

BODART Patricia

Résumé

Dans le but d'étudier les effets des repeuplements sur une population sauvage de truites communes (*Salmo trutta* L.), une étude comparative du comportement agressif, de la croissance et de la microrépartition fut effectuée à partir de truites sauvages provenant du Samson (affluent de la Meuse dans la région namuroise) et de truites de pisciculture. Une rivière artificielle permet d'observer leur comportement agonistique ainsi que leur microrépartition.

De cette étude, il ressort que les truites élevées en pisciculture sont nettement plus agressives entre elles que les truites sauvages. Par contre, lorsque les deux types de truites sont en sympatrie, les truites sauvages sont plus agressives que les truites de pisciculture et les dominent nettement. Les truites sauvages conservent, en général, leur position hiérarchique ainsi que leur territoire. De plus, leur croissance n'est pas perturbée.

On en conclut que les repeuplements, pratiqués de manière raisonnable, ne devraient pas affecter les relations sociales existant chez les populations sauvages et donc que les truites de pisciculture s'avèrent incapables de déplacer les truites sauvages. Toutefois, le problème majeur qui subsiste concerne la diminution de la variabilité génétique des truites sauvages suite au croisement des deux souches.

Mémoire de licence en Sciences Biologiques

Décembre 1994

Promoteur : J.-Cl. Micha

Au terme de ce mémoire, je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur le Professeur Micha, promoteur de ce travail, pour m'avoir accueillie dans son laboratoire; sa disponibilité et ses lectures attentives me furent d'une grande utilité.

Je remercie également Monsieur F. Vassen pour son aide, ses conseils et ses critiques constructives tout au long de ce travail.

Je tiens à témoigner ma reconnaissance à mes différents professeurs de biologie, qui, grâce à leurs cours, m'ont donné l'ouverture d'esprit indispensable à la réalisation de cet ouvrage.

Mes plus vifs remerciements vont également à tous les membres de l'UNECED pour leur accueil amical et pour leur aide indispensable.

Je ne voudrais pas terminer ces quelques lignes sans remercier mes Parents et Gilbert pour leur aide, leurs remarques avisées et leur soutien moral.

PLAN

Introduction.

CHAPITRE 1. Synthèse bibliographique.

1.1.	Présentation de l'espèce étudiée.	1
1.1.1.	Position systématique.	1
1.1.2.	Morphologie et coloration.	2
1.1.3.	Répartition géographique.	4
1.1.3.1.	Répartition mondiale.	4
1.1.3.2.	Répartition en région wallonne.	5
1.1.4.	La diversité génétique de la truite commune.	6
1.2.	Habitats préférentiels des juvéniles et des adultes.	7
1.2.1.	Facteurs caractérisant l'habitat.	7
1.2.1.1.	Le courant.	7
1.2.1.2.	La morphologie du lit.	7
1.2.1.3.	La granulométrie.	8
1.2.1.4.	La température.	8
1.2.1.5.	L'oxygène dissous.	8
1.2.1.6.	Autres paramètres caractéristiques de la qualité de l'eau.	8
1.2.1.7.	Les macrophytes et la végétation des berges.	9
1.2.2.	Habitats occupés par les truites juvéniles et les adultes.	9
1.2.2.1.	Profondeurs occupées.	9
1.2.2.2.	Vitesses de courant utilisées.	10
1.2.2.3.	Préférendums granulométriques.	10
1.2.2.4.	Choix d'un habitat tenant compte des trois facteurs.	11
1.2.3.	Les variations saisonnières de l'habitat.	12
1.3.	Organisation sociale, territorialité et développement de l'agressivité chez la truite commune.	13
1.3.1.	Introduction.	13
1.3.2.	Etablissement du comportement territorial chez l'alevin.	14

1.3.2.1.	Premières phases du comportement social et territorial.	14
1.3.2.2.	Comportements agonistiques et attachement au territoire.	14
	A. Les comportements agonistiques.	14
	B. La stabilisation territoriale.	18
1.3.2.3.	Signification et rôles des postures de menace latérale et frontale.	19
1.3.3.	Facteurs influençant la territorialité.	19
1.3.3.1.	Influence de l'alimentation sur la territorialité.	19
1.3.3.2.	Influence de la densité sur la territorialité.	20
1.3.3.3.	Autres facteurs influençant l'agressivité.	21
1.3.4.	Evolution de la territorialité.	22
1.3.4.1.	La mosaïque territoriale des alevins et les territoires partiels des truitelles.	23
1.3.4.2.	Modification de la territorialité suivant les rythmes nycthémeraux et saisonniers.	24
1.4.	Les positions avantageuses dans une rivière et la compétition.	25
1.5.	Les différences observées parmi les populations d'élevage et sauvages.	27
1.5.1.	Différences morphologiques.	27
1.5.2.	Le régime alimentaire des truites sauvages et des truites de pisciculture.	27
1.6.	Les effets de la domestication chez les Salmonidae.	28
1.6.1.	Modification du comportement agressif.	28
1.6.2.	Croissance et sélections naturelle et artificielle.	31
1.6.3.	La distribution spatiale : différences entre poissons de pisciculture et poissons sauvages.	33
1.6.4.	Un inconvénient de la domestication : un faible taux de survie.	34
1.7.	Les effets des repeuplements.	35
1.7.1.	Diversité génétique des populations domestiques.	35
1.7.2.	Mise en évidence de flux géniques entre souches domestiques et populations naturelles.	36

1.7.3.	Effets des repeuplements sur la biologie des populations naturelles.	36
1.8.	La gestion génétique des populations naturelles.	37
1.8.1.	Gestion à long terme : conservation de la diversité génétique.	37
1.8.2.	Gestion à court terme.	38
1.8.2.1.	Effets de la pêche.	38
1.8.2.2.	Effets des repeuplements.	38
1.8.3.	Conclusion et perspectives.	39
1.9.	Hypothèses à vérifier.	40

CHAPITRE 2. Matériel et méthodes.

2.1.	Description du matériel utilisé et méthode expérimentale.	41
2.1.1.	Choix du nombre et de la taille des truites utilisées.	43
2.1.2.	Déroulement d'une expérience type.	44
2.1.3.	Planification des expériences.	46
2.1.4.	Echantillonnage des données éthologiques.	47
2.2.	Traitement des données.	50
2.2.1.	Etablissement de la hiérarchie.	50
2.2.2.	Calcul des taux de croissance.	50
2.2.3.	Le comportement agressif.	51
2.2.4.	La microrépartition ou l'utilisation de l'habitat.	52

CHAPITRE 3. Résultats.

3.1.	Etablissement de la hiérarchie et taux de croissance.	53
3.1.1.	Taux de croissance et hiérarchie.	53
3.1.2.	Comparaison des taux de croissance chez les truites sauvages et les truites de pisciculture.	54
3.1.3.	Effets de l'introduction de truites de pisciculture.	54
3.2.	Le comportement agressif.	55

3.2.1.	Comportement agressif et hiérarchie.	55
3.2.2.	Comparaison de l'agressivité chez les truites sauvages et les truites de pisciculture seules.	56
3.2.3.	Effets du mélange des truites de pisciculture avec les truites sauvages sur l'agressivité.	57
3.2.4.	Effets du nourrissage sur l'agressivité.	58
3.3.	La microrépartition ou l'utilisation de l'habitat.	59
3.3.1.	Microrépartition et hiérarchie.	59
3.3.2.	Comparaison de la microrépartition chez les truites sauvages et les truites de pisciculture.	60
3.3.3.	Effets de l'introduction de truites de pisciculture sur la microrépartition.	60
3.3.4.	Deux positions nettement avantageuses.	61
3.3.5.	Taux de croissance, vitesses du courant et profondeurs occupées.	61
3.4.	Différences morphologiques et différences de coloration observées.	62
3.5.	Transmission d'une maladie par les truites de pisciculture aux truites sauvages.	63

CHAPITRE 4. Analyse et discussion des résultats.

4.1.	Etablissement de la hiérarchie.	64
4.2.	Taux de croissance et hiérarchie.	64
4.3.	Comparaison des taux de croissance chez les truites sauvages et les truites de pisciculture.	67
4.4.	Effets de l'introduction de truites de pisciculture sur la hiérarchie et le taux de croissance.	68
4.5.	Le comportement agressif.	69
4.5.1.	Comportement agressif et hiérarchie.	69
4.5.2.	Comparaison de l'agressivité chez les truites sauvages et les truites de pisciculture seules.	70

4.5.3. Effets du mélange des truites de pisciculture avec des truites sauvages sur l'agressivité.	72
4.5.4. Influence du nourrissage sur l'agressivité.	73
4.6. La microrépartition.	74
4.6.1. Microrépartition et hiérarchie.	74
4.6.2. Vitesses de courant et profondeurs optimales.	75
4.6.3. Microrépartition : différences entre truites sauvages et truites de pisciculture.	76
4.6.4. Effets de l'introduction de truites de pisciculture sur la microrépartition.	76
4.6.5. Corrélations: taux de croissance - vitesse du courant et taux de croissance - profondeur.	77
CHAPITRE 5. Résumé et conclusion générale.	78
Bibliographie.	80
Annexes.	

INTRODUCTION

INTRODUCTION.

De toute évidence, les populations sauvages de truites communes sont en déclin. Leur diversité est menacée par les nombreux repeuplements. A cause de la sélection artificielle réalisée en pisciculture, on soupçonne une diminution de la variabilité génétique des truites sauvages car des croisements entre populations sauvages et populations de pisciculture peuvent avoir lieu.

Certains auteurs ont remarqué une modification du comportement agonistique suite à la domestication.

L'utilisation de l'habitat par des truites de pisciculture peut également différer de celle des truites sauvages.

Plusieurs questions se posent :

- les truites de pisciculture ne sont-elles pas capables de déplacer les truites sauvages et finalement, de favoriser le déclin des populations sauvages de truites communes ?
- quels sont les effets réels des repeuplements ?
- les méthodes de repeuplement s'avèrent-elles assez efficaces ou faudrait-il mettre en oeuvre d'autres méthodes afin de protéger les populations de truites autochtones ?

Une étude comparative du comportement agonistique, de l'utilisation de l'habitat et du taux de croissance des truites sauvages de nos rivières et des truites de pisciculture tentera de répondre à ces questions.

CHAPITRE I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. PRESENTATION DE L'ESPECE ETUDIEE.

1.1.1. Position systématique.

Les truites *Salmo* (genre) *trutta* (espèce) LINNE ou truites communes appartiennent à l'embranchement des vertébrés, à la classe des téléostéens et au super-ordre des Pratacanthoptérygiens. Ces truites sont des salmoniformes, de la famille des Salmonidae et plus précisément de la sous-famille des Salmoninae (LINNE, 1758). Le genre *Salmo* ne comporte plus actuellement que deux espèces *Salmo trutta* L. et *Salmo salar* L. puisque la truite arc-en-ciel, *Salmo gairdneri* RICHARDSON, et la truite fardée, *Salmo clarki* RICHARDSON, ont été placées très récemment dans le genre *Onchorhynchus* (SMITH & STEARLEY, 1989) (Fig. 1).

Les populations de truites communes vivant en rivière se reproduisent du début du mois d'octobre jusqu'en décembre dans des petits affluents ou dans la zone des sources où les eaux sont bien aérées (VOSTRADOVSKY, 1973).

Les populations de truites vivant en mer, appelées truites de mer (*Salmo trutta trutta* L., 1758 (LELEK, 1980)), se reproduisent en eau douce entre octobre et novembre. Les jeunes y restent pendant 2 à 3 ans, puis la plupart migrent en eau salée à proximité de l'embouchure de leur fleuve natal (VOSTRADOVSKY, 1973).

Les populations lacustres, appelées truites de lac (LELEK, 1980) émigrent des lacs vers les rivières où a lieu la ponte en automne et jusqu'au début de l'hiver. Les jeunes ne retournent dans le lac qu'après quelques années (VOSTRADOVSKY, 1973).

La pratique courante de la littérature européenne est donc de reconnaître les formes écologiques de base suivantes : les *Salmo trutta* anadromes, lacustres et fluviatiles précédemment nommées par Linné, respectivement, *trutta*, *lacustris* et *fario* (BEHNKE, 1972).

Les truites *Salmo trutta*, à caractère migrateur facultatif, possèdent une grande capacité d'adaptation à différents milieux. De ce fait, un degré important de polymorphisme apparaît.

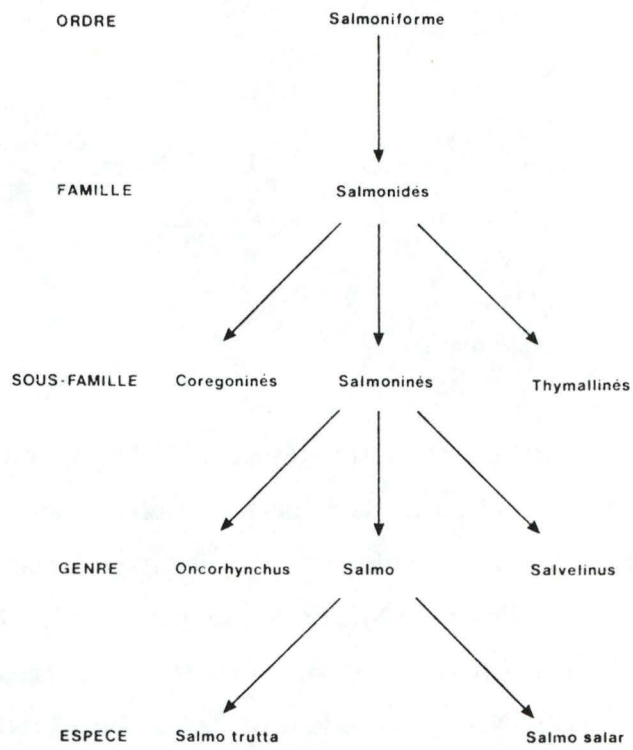


Fig. 1 : Place de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans la classification de la famille des salmonidés (d'après BEHNKE, 1972).



Photos 1, 2 : Illustrations du polymorphisme des truites communes (*Salmo trutta* L.)



Photo 3 : Illustration du polymorphisme des truites communes (*Salmo trutta* L.)

Malgré ce polymorphisme, l'idée de l'existence d'une seule espèce, *Salmo trutta* L., reste actuellement la plus probable (BAGLINIERE, 1991).

Les ancêtres de la famille des Salmonidae sont apparus dès le début du Crétacé (entre 63 et 135.10⁶A) (LEGENDRE, 1980). Leur origine se situerait en eau douce. L'ancêtre de la sous-famille des Salmoninae se différencie au Miocène (entre 13 et 25.10⁶A). C'est de cet ancêtre commun que seraient issus plus récemment (au début du Pléistocène) les trois genres actuellement connus de cette sous-famille (JONES, 1959). La séparation des continents américain et euro-asiatique ainsi que la succession des âges glaciaires du Pléistocène et de l'époque récente a non seulement provoqué la différenciation de ces trois genres mais également l'apparition de nombreux taxons de rangs inférieurs (HOAR, 1976).

D'après TCHERNAVIN (1939), le comportement anadrome serait apparu au début des glaciations. Cependant, BALON (1980) considère que ce comportement préexistait à la spéciation dans la famille des Salmonidae et que les formes marines, notamment chez le genre *Salmo*, seraient à l'origine des formes dulçaquicoles (BAGLINIERE, 1991). Selon LELEK (1980), l'apparition de la truite anadrome chez les *Salmo trutta* L. lors des glaciations est à l'origine d'une grande variété de truites dulçaquicoles européennes actuelles.

1.1.2. Morphologie et coloration.

Le corps de la truite est fusiforme et couvert de petites écailles adhérentes. Sa bouche est largement fendue. La mâchoire supérieure dépasse en arrière le diamètre vertical de l'oeil. Ses dents sont fortes, coniques et extrêmement nombreuses sur les mâchoires, la langue et le vomer.

Chez les *Salmo trutta* L., le vomer est 4 à 6 fois plus long que large et la ligne latérale est pourvue de moins de 150 écailles. Son corps est moins effilé que celui des *Salmo salar* L. La longueur de la tête est contenue 4 à 5 fois dans la longueur totale. La nageoire caudale est moins échancrée que celle des *Salmo salar* L. Cette échancrure est bien visible chez les jeunes sujets et disparaît avec l'âge. Le chevron du vomer est plus ou moins triangulaire. Les dents vomériennes sont persistantes.

Les populations de truites communes vivant en rivière témoignent d'un grand polymorphisme, dans l'aspect du corps mais principalement dans la coloration (Photos 1, 2 et 3). Suivant les régions, on trouve des truites à tête petite ou grosse, à la gueule plus ou moins

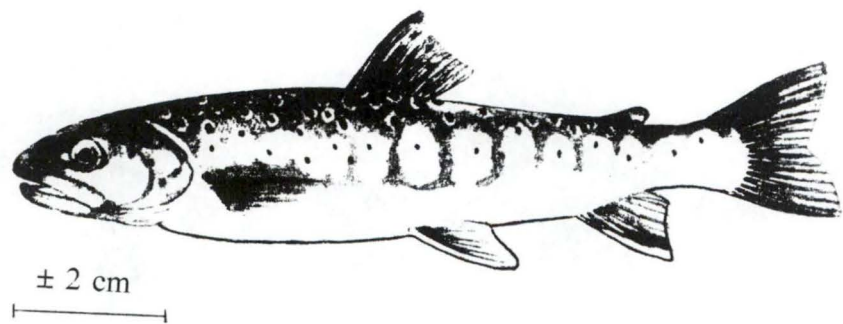
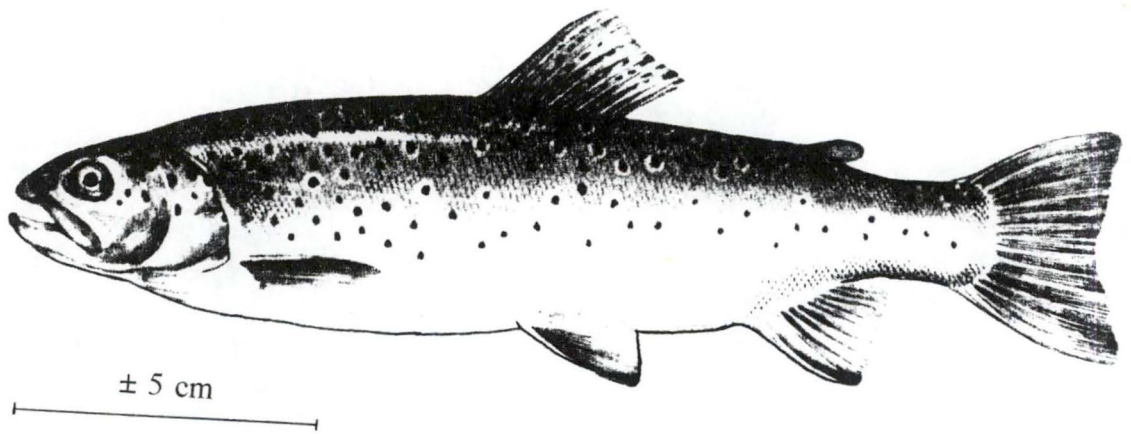
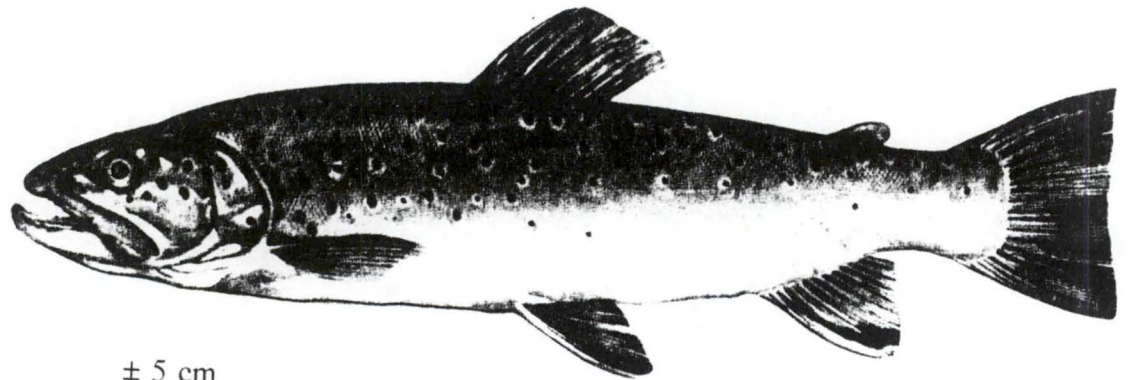
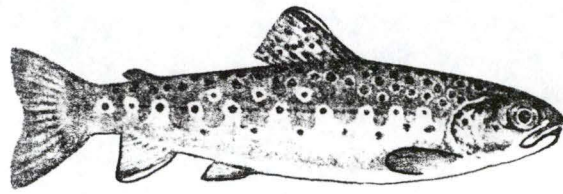
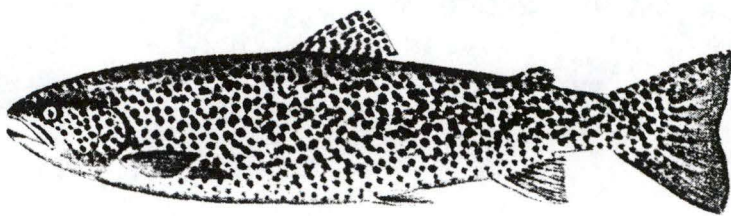


Fig. 2 : Truites de rivière (*Salmo trutta* L.) : de haut en bas : mâle adulte, femelle adulte et sujet d'un an (d'après VOSTADOVSKY, 1973).



± 2 cm

Fig. 3 : Truite de mer : parr (d'après ADE, 1989).



± 3 cm

Fig. 4 : Truite de lac (d'après ADE, 1989).

largement fendue, à corps court ou allongé, à dos droit ou bombé. Le dos, les flancs et l'opercule sont parsemés de taches rondes, noires, de dimensions variables. Les taches rouges sont présentes ou absentes, petites ou grosses, ocellées ou non, quelquefois auréolées de bleu. La couleur du dos est tantôt foncée, presque noire ou gris bleuté, tantôt d'un vert clair. Les flancs sont plus ou moins nacrés ou jaunâtres. Le ventre est blanc d'argent ou jaune, ainsi que le dessous de la tête et l'extrémité du pédicule caudal. Des taches existent également sur la nageoire dorsale et souvent l'adipeuse. De telles taches manquent normalement sur la nageoire caudale (SPILLMANN, 1961) (Fig. 2).

La truite de rivière a en plus la propriété d'adapter sa coloration aux conditions chromatiques du milieu où elle vit. C'est ce qu'on appelle le phénomène d'homochromie (VOSTRADOVSKY, 1973).

Toutes ces formes ne sont que des variétés liées à l'habitat qui témoignent d'un ensemble de caractères propres, caractères qui persistent, après transplantation, chez l'individu et qui doivent être en cela distingués des simples phénomènes d'homochromie (SPILLMANN, 1961).

A l'époque du frai, ce sont les teintes foncées et argentées qui dominent chez la truite de rivière (VOSTRADOVSKY, 1973).

Les truites communes vivant en rivière peuvent atteindre une taille de 40 à 50 cm et parfois plus pour un poids de 2 à 2,5 kilos (SPILLMANN, 1961).

La truite de mer possède des dents vomériennes caduques. Sa coloration est semblable à celle du saumon : dos gris bleuâtre ou verdâtre, ventre argenté; des taches noires irrégulières, sur le dos et les flancs, au-dessus de la ligne latérale. Sa taille varie entre 50 et 80 cm. Elle est plus trapue que le saumon, sa bouche est plus largement fendue et son pédicule caudal est relativement plus épais. Nageoire dorsale et anale sont de couleur grise (SPILLMANN, 1961) (Fig. 3).

La truite de lac offre normalement une livrée de teinte claire. Elle présente un dos à dominante bleue, des flancs et un ventre argentés, ainsi que des petites taches noires (SPILLMANN, 1961) (Fig. 4).

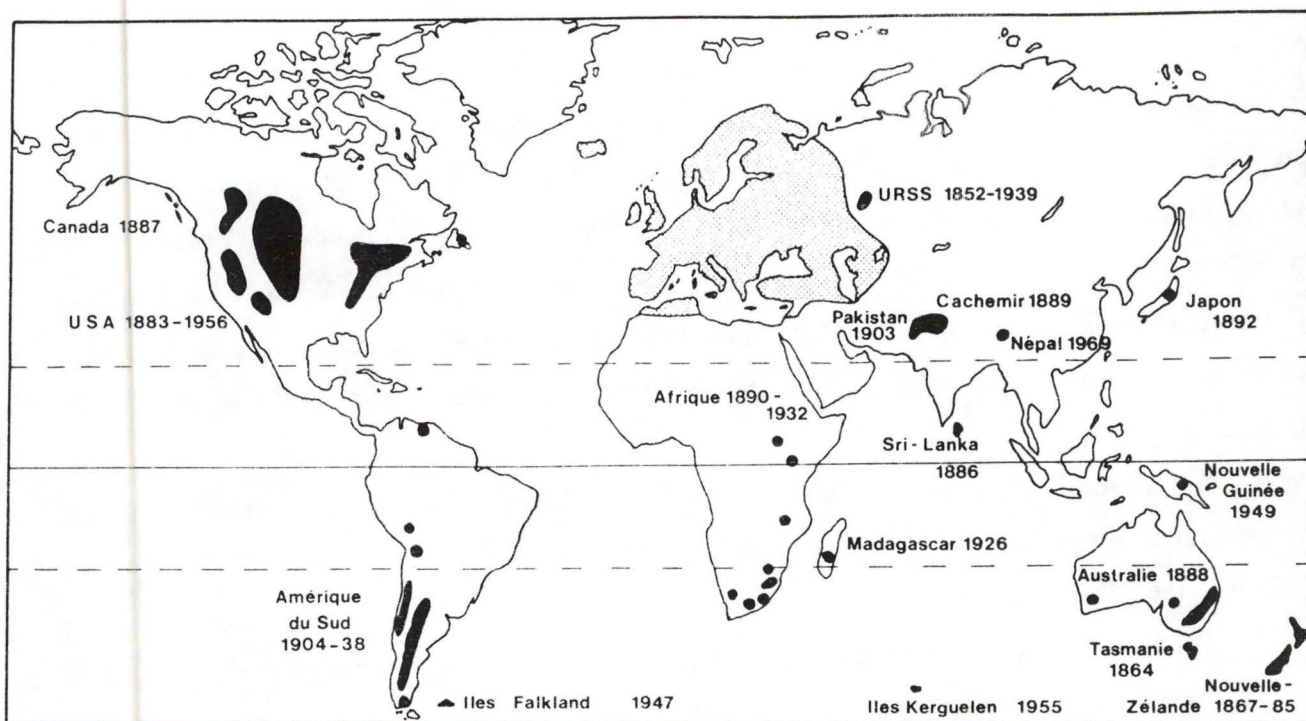


Fig. 5 : Aire de répartition mondiale de la truite commune (*Salmo trutta* L.) (d'après ARROWSMITH et PENTELOW (1965), FROST BROWN (1967), MACCRIMMON et MARSHALL (1968), MACCRIMMON et al. (1970), LESEL et al. (1971), HARDY (1972), BOEUF (1986) et DUMONT et MONGEAU (1989) in BAGLINIERE (1991)).

1.1.3. Répartition géographique.

1.1.3.1. Répartition mondiale.

La distribution longitudinale de la truite est fonction d'un certain nombre de caractéristiques essentielles pour son maintien telles que : une faible amplitude thermique de l'eau (inférieure en moyenne à 20° C en été), des vitesses de courant moyennes à fortes (c'est une des raisons pour laquelle la truite est l'habitant le plus typique du cours supérieur des rivières), une bonne qualité d'eau avec des valeurs de pH proches de la neutralité, l'accessibilité à des zones favorables à sa reproduction : fond propre à granulométrie assez grossière allant du grain au galet (BAGLINIERE, 1991). La truite est très sensible au taux d'oxygène de l'eau et aux concentrations en diverses substances, toxiques ou non. Ces facteurs abiotiques détermineront donc la distribution géographique de la truite commune.

On trouvera la truite commune dans toute l'Europe. Elle marque une préférence pour les régions montagneuses, mais on la trouve également en plaine (SPILLMANN, 1961).

La *Salmo trutta* s'est établie dans de nombreux grands bassins lors de différentes migrations. La présence de la truite *Salmo trutta* dans le bassin méditerranéen, les têtes de bassin du Tigre et de l'Euphrate, les bassins de la Mer Noire et Caspienne ainsi que les affluents les plus orientaux de la Mer d'Aral témoignent d'une distribution importante de la truite dans ces régions au cours des époques glacières (BEHNKE, 1972).

La grande diversité des conditions écologiques rencontrées par la truite a conduit à une espèce réellement polytypique. Pas moins de 24 noms d'espèces différents ont été employés pour des différences minimales à l'intérieur de la forme atlantique de la truite (BEHNKE, 1972). Aujourd'hui, la totalité des populations de truites du bassin atlantique constitue une seule sous-espèce : *Salmo trutta trutta*.

Au 19^e s, une multitude d'opérations d'introductions de truites à travers le monde eurent lieu. Grâce à cela, on les retrouve dans certaines parties du globe, en Afrique Centrale et en Afrique du Sud, en Asie Mineure, aux U.S.A., en Nouvelle Zélande, en Amérique du Sud et au Japon (BAGLINIERE, 1991) (Fig. 5). Cette introduction de la truite a pu avoir certaines répercussions sur la présence et la biologie d'espèces de poissons indigènes. Ainsi, en Amérique du Nord, la truite a supplanté dans quelques cas le saumon de fontaine, *Salvelinus fontinalis* MITCHILL (MACCRIMMON & MARSHALL, 1968).

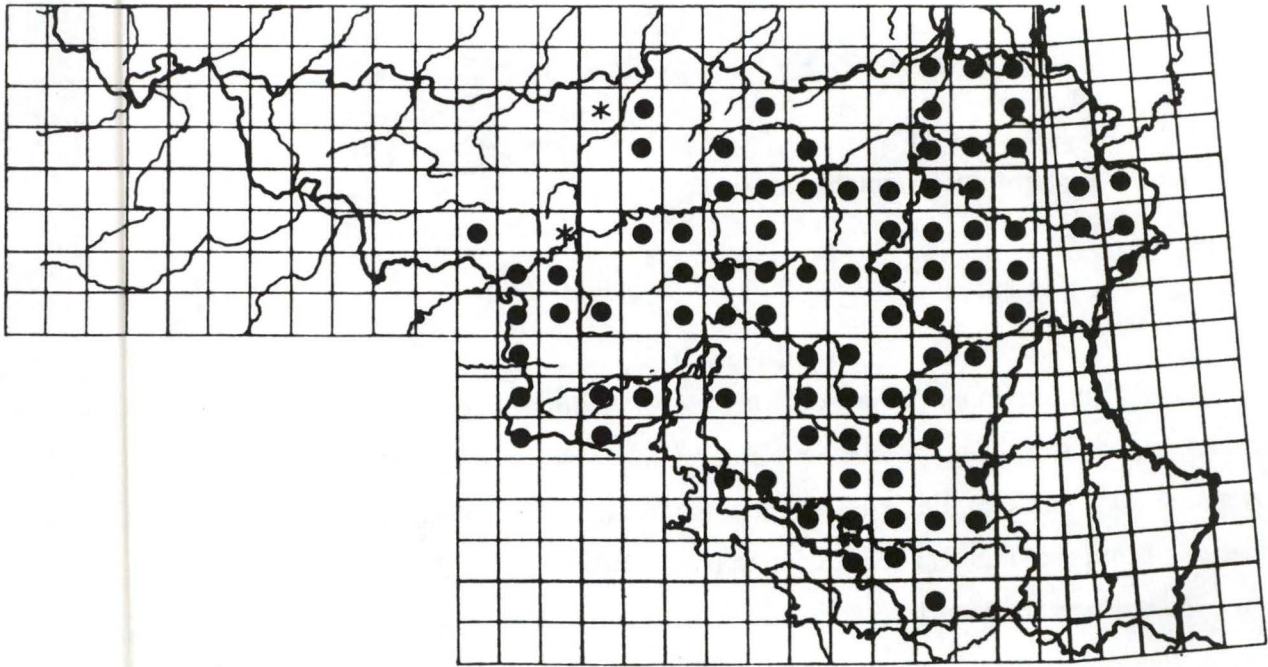


Fig. 6 : Répartition géographique actuelle (après 1950) de la truite de rivière en région wallonne. Cartographie basée sur le réseau UTM : chaque maille du réseau correspond sur le terrain à un carré de 10 km de côté. La présence de l'espèce est signalée par un point noir; une capture unique est indiquée par une étoile de givre (d'après PHILIPPART, 1982).

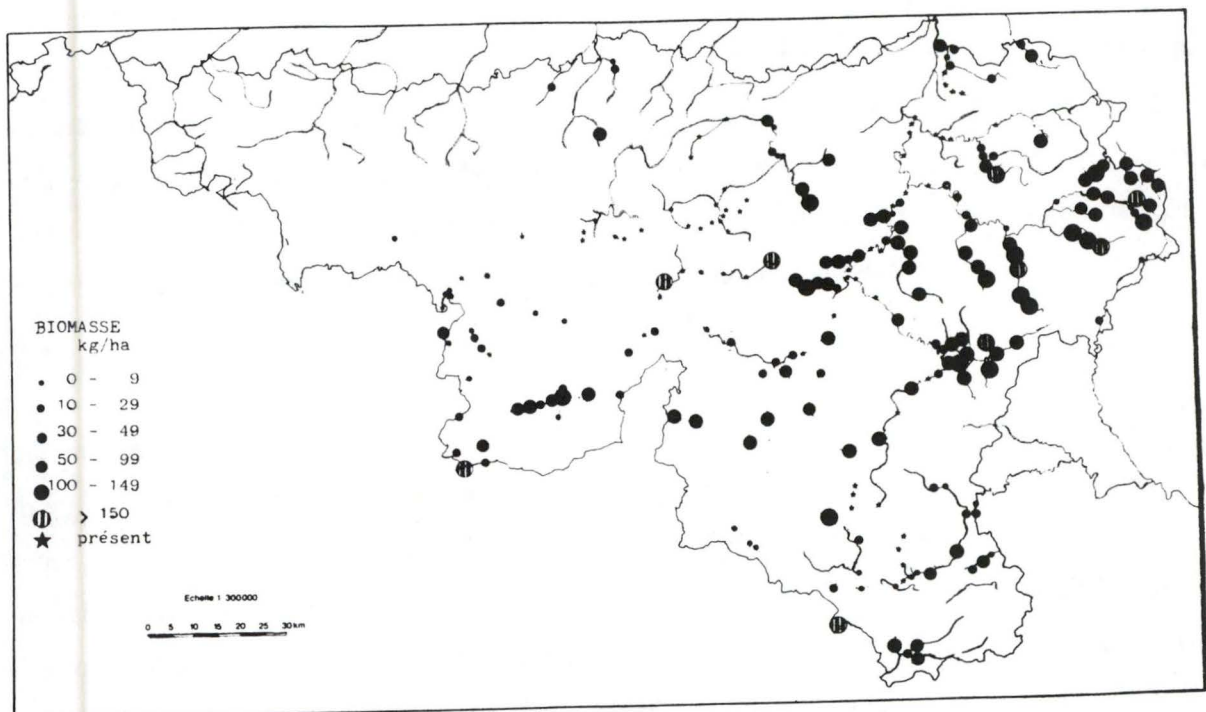


Fig. 7 : Biomasse des populations de la truite de rivière (d'après PHILIPPART, 1982).

De toutes les espèces de Salmonidae introduites, la truite commune est celle qui, de loin, s'est le mieux établie en dehors de son aire de répartition originelle. Sa grande capacité d'adaptation et sa forte tolérance vis-à-vis des changements d'habitats ont été des facteurs conditionnant la réussite de ces introductions. Néanmoins, leur succès a été déterminé avant tout par le facteur thermique (MACCRIMMON & MARSHALL, 1968).

Dans quelques cas à partir des souches sédentaires, se sont développées des formes migratrices soit en lac (Nouvelle Zélande: HARDY (1972); Iles Kerguelen: DAVAINÉ & BEALL, (1988) ou bien en mer (Iles Kerguelen : DAVAINÉ & BEALL (1988), basse vallée de la Columbia aux Etats-Unis : BISSON & al. (1986)).

1.1.3.2. Répartition en région wallonne.

Anciennement, quelle était la répartition de la truite commune en région wallonne ?

D'après DE SELYS LONGCHAMPS (1842, in PHILIPPART, 1982), la truite était commune dans tous les cours d'eau du pays. En 1885, GENS (in PHILIPPART, 1982) écrit que "les affluents de la Meuse comptent parmi les rivières du monde les plus favorables à la multiplication de la truite". Selon POLL (1956, in PHILIPPART, 1982), la truite de rivière vivait surtout dans le bassin de la Meuse, mais aussi dans le cours supérieur de certains affluents orientaux du bassin de l'Escaut où l'eau était suffisamment pure.

Actuellement, la truite commune est absente dans la majorité des stations situées dans le bassin de l'Escaut sauf de la Trouille à Harmignies et de plusieurs affluents de la Dyle.

En revanche, elle est largement répandue dans les bassins de la Seine (Oise, Eau d'Anor et Wartoise), du Rhin (Sure, Attert et Our) et de la Meuse sauf dans les ruisseaux et rivières où l'eau est naturellement trop acide pour la survie de quelque espèce de poisson que ce soit et où la pollution est trop forte (PHILIPPART, 1982) (Fig. 6 et 7).

Au vu de sa répartition géographique actuelle et de l'abondance de ses populations, la truite de rivière paraît être en "bonne santé". Mais cette apparente bonne santé masque de multiples altérations affectant les populations dans l'ensemble de leur aire de répartition.

Il n'existe pratiquement plus de populations reproductrices et équilibrées de truites dans les

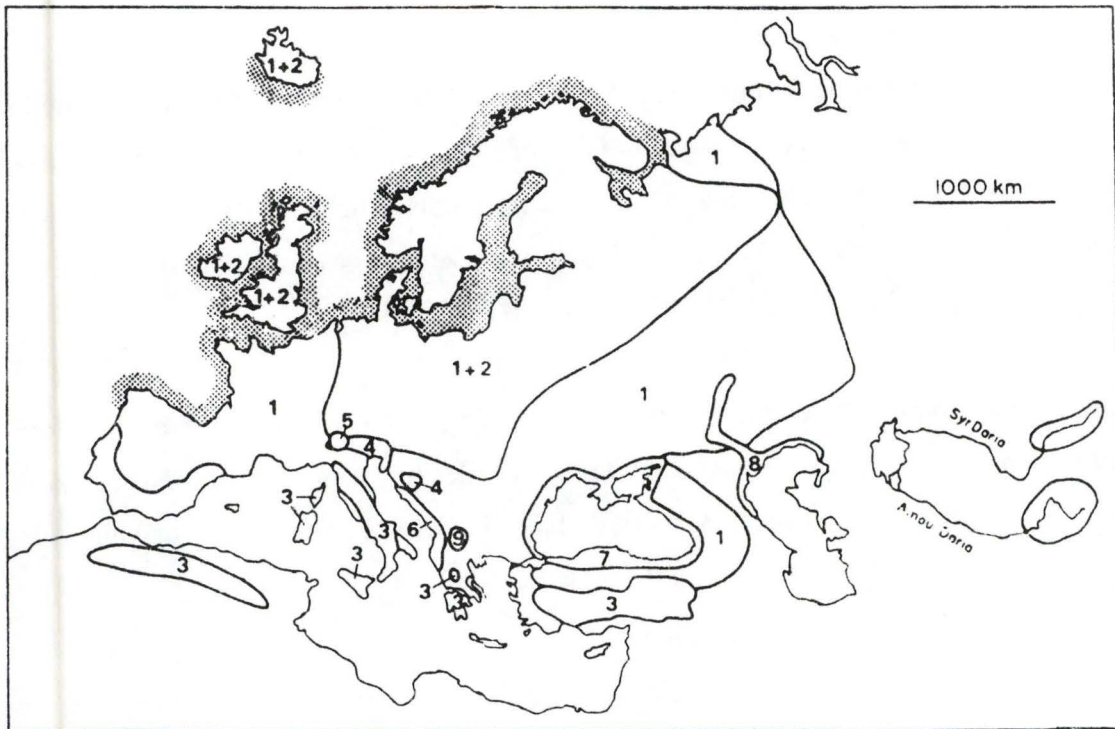


Fig. 8 : Aires de répartition de quelques "formes" géographiques et écologiques de truite commune. 1 : *Salmo trutta fario* (truite de rivière). 2 : *Salmo trutta lacustris* (truite de lac). 3 : *Salmo trutta macrostigma*. 4 : *Salmo trutta marmoratus*. 5 : *Salmo trutta carpio*. 6 : *Salmo trutta dentex*. 7 : *Salmo trutta labrax*. 8 : *Salmo trutta caspius*. 9 : *Salmo trutta letnica* (d'après BLANC et al., 1971 in GUYOMARD, 1989).

rivières, toutes trop polluées, du bassin de l'Escaut, du bassin de la Sambre et de nombreux petits affluents directs de la Meuse. On a pu observer une nette diminution des populations due à diverses pollutions. Par exemple, rien que pour les sous-bassins de la Vesdre et de l'Amblève, la perte de stock en truites due à la pollution est estimée à près de 12,2 tonnes (PHILIPPART, 1980a in PHILIPPART, 1982).

Dans la basse Semois, les recensements mettent en évidence de faibles peuplements en truites. Ceux-ci sont dus à une exploitation intense par la pêche à la ligne, à une eutrophisation excessive de l'eau (début des années 50) et à l'altération des conditions de reproduction de la truite dans des petits affluents souvent pollués (PHILIPPART, 1982).

Suite à cela, il paraît urgent de rétablir les populations de truites dans nos cours d'eau soit en freinant leur pollution et leur dégradation physique, soit en repeuplant les rivières de manière adéquate.

1.1.4. La diversité génétique de la truite commune.

Des études réalisées en France montrent que l'espèce présente une variabilité considérable pour de nombreux caractères. Un nombre important de sous-espèces géographiques et écologiques ont été définies sur la base de ces variations phénotypiques. (Fig. 8). La variabilité phénotypique de certains caractères résulte d'une forte composante génétique additive chez la truite commune, c'est le cas du nombre de vertèbres (KRIEG, 1984), des ponctuations noires et rouges (BLANC & CHEVASSUS, inédit) de la robe.

Les études électrophorétiques fournissent les informations les plus fiables sur la diversité génétique de la truite commune. GUYOMARD (1989) et son équipe examinèrent 47 locus correspondant à 20 systèmes enzymatiques chez des populations naturelles de truites communes provenant de rivières françaises. Sur l'ensemble des populations étudiées, on trouva 30 locus polymorphes. La nature génétique des variations trouvées à 17 d'entre-eux fut confirmée.

De nombreux cas de formes écologiques sympatriques telles que truites fluviatiles et truites de mer ont été observées. La question est de savoir s'il s'agit de populations reproductivement isolées et génétiquement distinctes. Les études électrophorétiques n'ont révélé aucune différence génétique significative entre échantillons migrants et sédentaires provenant d'une même rivière,

et ce, malgré l'existence d'un important polymorphisme enzymatique au sein de ces échantillons.

Il semble donc que ces individus présents en sympatrie appartiennent à la même population. En fait, dès les premières générations, ils se sont différenciés en phénotypes migrateurs et sédentaires. Donc la plupart du temps, la présence d'individus sédentaires et migrateurs au sein d'un même bassin hydrographique ne résulte pas de la sympatrie de deux espèces ou sous-espèces génétiquement différenciées, mais d'une variabilité phénotypique intrapopulation (GUYOMARD, 1989).

De plus, des déviations génétiques ont été observées en milieu naturel. Elles furent attribuées aux effets du repeuplement. Celui-ci constitue donc un danger pour les populations naturelles.

1.2. HABITATS PREFERENTIELS DES JUVENILES ET DES ADULTES.

1.2.1. Facteurs caractérisant l'habitat.

Le choix de l'habitat est fonction de ses caractéristiques. Détaillons-les quelque peu afin de mieux comprendre pourquoi certains habitats sont davantage préférés par les truites que d'autres.

1.2.1.1. Le courant.

La truite est d'un point de vue morphologique particulièrement bien adaptée au courant de par son corps fusiforme et fin et montre un net rhéotactisme positif, tout en limitant ses dépenses énergétiques.

Le courant agit indirectement sur l'écosystème via la dérive d'invertébrés, l'oxygénation des frayères, la sélection et la modification des substrats.

1.2.1.2. La morphologie du lit.

La profondeur joue un rôle important dans le positionnement des truites. Elle est inversement corrélée à la vitesse du courant pour une largeur et un débit donnés. La profondeur

peut jouer un rôle d'abri, notamment hivernal. Les sous-berges immergées correspondent à des caches potentielles.

1.2.1.3. La granulométrie.

Elle résulte de la vitesse de courant, de la profondeur et de la nature géologique du bassin versant. Lorsque le substrat est suffisamment grossier, il joue essentiellement un rôle d'abri contre les vitesses de courant élevées et de protection contre les prédateurs.

1.2.1.4. La température.

La truite étant considérée comme une sténotherme d'eau froide, la température va agir directement en régulant le comportement et surtout l'écophysiologie de la truite.

En milieu naturel, les températures optimales se situent entre 7 et 19°C pour FROST et BROWN (1967) et entre 7 et 17°C pour MILLS (1971).

En conditions expérimentales, le métabolisme respiratoire et l'activité augmentent avec la température, et dans la mesure où les autres paramètres ne sont pas limitants, jusqu'à la température létale (25°C) (CHARLON, 1969).

La température agit indirectement en modifiant la teneur en oxygène dissous, mais aussi la croissance des végétaux et le développement des invertébrés benthiques.

1.2.1.5. L'oxygène dissous.

La truite est très exigeante vis-à-vis de ce facteur. Les concentrations minimales nécessaires sont de 5,0 à 5,5 mg/l et le taux de saturation en O₂ minimal doit normalement être de 80% (MILLS, 1971)

1.2.1.6. Autres paramètres caractéristiques de la qualité de l'eau.

Le pH doit être compris entre 5 et 9,5 (MILLS, 1971).

Des teneurs excessives en matières en suspension provoquent notamment le colmatage des branchies dans les cas les plus graves (BARTON, 1977 in GRANT et al., 1986).

Les ions provoquant des phénomènes de toxicité aigüe sont surtout les nitrites (LEWIS & MORRIS, 1986), l'aluminium (RAMADE, 1982) et les métaux lourds (ALABASTER & LLOYD, 1980).

1.2.1.7. Les macrophytes et la végétation des berges.

Les macrophytes immergées et la végétation rivulaire ont un rôle direct d'abri (BOUSSU, 1954, EGGLISHAW & SHACKLEY, 1977), mais aussi de structuration d'habitat (JENKINS, 1969). Les souches et les racines constituent des abris spécifiques.

La végétation a différents rôles indirects :

- les macrophytes modifient l'écoulement, ralentissant le courant à l'intérieur des touffes (KARLSTRÖM, 1977; DAWSON, 1978; ...) et l'accélération entre elles.
- Par la photosynthèse, elles participent à l'oxygénation de l'eau et modifient le pH (WESTLAKE, 1975).
- Les macrophytes immergées constituent un support d'une faune invertébrée variée (MERIAUX & VERDEVOYE, 1983; TIBERGHIEN, 1985).
- La végétation des berges supporte une faune terrestre dont une partie tombe dans l'eau et est utilisée par la truite (NEVEU, 1981).

1.2.2. Habitats occupés par les truites juvéniles et les adultes.

Nous pouvons décrire maintenant les choix effectués par les truites juvéniles, puis par les truites adultes.

1.2.2.1. Profondeurs occupées.

Les jeunes stades (0⁺ et 1⁺an) occupent des milieux peu profonds : l'optimum se situerait essentiellement entre 10 et 30-40 cm (LINDROTH, 1955; BAGLINIERE & CHAMPIGNEULE, 1982; FRAGNOUD, 1987; HEGGENES, 1988b; ...). Toutefois, des truitelles peuvent se trouver dans des eaux plus profondes (GAUDIN, 1981 in FRAGNOUD, 1987; BOVU, 1978 in FRAGNOUD, 1987; RALEIGH & al., 1984 in FRAGNOUD, 1987).

En hiver, CUNJAK & POWER (1986) observent des truitelles 0⁺ à une profondeur

optimale de 43-46 cm.

On a remarqué également que les petites truites sont souvent associées au fond tandis que les plus grandes se trouvent en général plus haut dans la colonne d'eau (BAGLINIERE, 1991).

L'habitat préférentiel des adultes (âge $\geq 2^+$) est surtout caractérisé par une profondeur d'eau assez grande (20 à 50 cm). KENNEDY & STRANGE (1982) trouvent une corrélation positive entre la densité des individus 1^+ et 2^+ et la hauteur d'eau.

1.2.2.2. Vitesses de courant utilisées.

Au niveau de l'habitat utilisé (c'est-à-dire l'ensemble des territoires des truites ainsi que les environs), les vitesses de courant moyennes optimales chez les jeunes stades sont élevées : le plus souvent comprises entre 20 et 50 cm/s (HEGGENES, 1988b).

Par contre, la vitesse de courant au niveau du museau des truitelles est généralement plus faible : < 20 cm/s. En effet, elles choisissent leur territoire de manière à ne pas devoir lutter contre un courant trop élevé qui engendrerait une dépense d'énergie excessive. En hiver, les vitesses au niveau du museau sont encore plus faibles : 4,7 cm/s pour des truitelles 0^+ de 11,1 cm et 2,2 cm/s pour des truitelles 0^+ de 11,6 cm (HEGGENES & SALTVEIT, 1989 in HEGGENES, 1988b).

A partir de l'automne, la présence des truitelles dans des eaux à plus faible vitesse s'explique par le fait que lorsque la température descend, le taux d'alimentation va diminuer et donc, les truites doivent limiter leurs dépenses énergétiques (KARLSTRÖM, 1977).

Pour la majorité des auteurs, les truites adultes préfèrent des vitesses de courant assez lentes. Toutefois, KARLSTRÖM (1977) ainsi que BAGLINIERE & CHAMPIGNEULLE (1982) signalent leur présence dans des zones turbulentes. En outre, il existe de fortes variations de vitesses optimales selon les cours d'eau (BAGLINIERE, 1991). Des truites de longueur moyenne égale à 21 cm n'utiliseront pas les aires où la vitesse du courant est inférieure à 12,2 cm/s ou supérieure à 21,3 cm/s. Même si la vitesse est adéquate, certains endroits seront inoccupés à cause d'un manque de couverture, d'ombrage ou d'espace (BALDES & VINCENT, 1969).

1.2.2.3. Préférendums granulométriques.

Les préférendums granulométriques des juvéniles sont essentiellement les graviers et les

galets (BAGLINIERE & CHAMPIGNEULE, 1982; GLOVA & DUNCAN, 1985; FRAGNOUD, 1987). Si les auteurs signalent leur absence sur des substrats très fins, c'est parce que ce type de substrat n'offre pas d'abri potentiel et que les truites affectionnent tout particulièrement les cachettes. Des petites truites et des truites de taille intermédiaire seront associées à un substrat de pierres ayant un diamètre de 10 à 30 cm (HEGGENES, 1988b et 1988c).

La granulométrie optimale pour les adultes correspond à des substrats plus grossiers que pour les juvéniles tels que pierres et blocs (BAGLINIERE & CHAMPIGNEULE, 1982; FRAGNOUD, 1987). Toutefois, ces individus se réfugiant dans les zones profondes, ils peuvent se trouver dans des sites à forte sédimentation (BAGLINIERE, 1991).

Pour les adultes, la nécessité d'abris avec éventuellement un fort taux d'ombrage est soulignée par de nombreux auteurs, ce qui est interprété par BAGLINIERE & CHAMPIGNEULE (1982) comme la recherche d'une sécurité par les truites d'âge $> 1^+$. Ces abris permettent le maintien des truites dans des zones où la vitesse moyenne du courant est très élevée (JENKINS, 1969; BAGLINIERE & ARRIBE-MOUTOUNET, 1985).

Selon LEWIS (1969), parmi les facteurs physiques, c'est la couverture qui est le plus important chez les *Salmo trutta*. Couverture et profondeur sont les mécanismes abiotiques régulant la densité et la production d'une rivière.

1.2.2.4. Choix d'un habitat tenant compte des trois facteurs.

Un même individu peut utiliser des gammes de courant et de profondeur différentes selon ses activités : zones calmes et plus profondes pour le repos ou l'affût, milieux courants pour la nutrition et la chasse. Pour des truites adultes de 42 cm des optimas de profondeur et de vitesse sont de 65 cm et 26,7 cm/s pour la nutrition. Pour la reproduction, les optimas de profondeur, de vitesse et de taille du substrat sont de 31,7 cm; 39,4 cm/s et 14 mm (SHIRVELL & DUNGEY, 1983). Au niveau des aires de repos et/ou de refuge, les vitesses moyennes mesurées pour des truites d'une longueur moyenne de 21,3 cm, varient de 12,2 cm/s à 21,3 cm/s. Ces microhabitats de repos se situent au contact des structures immergées, racines ou souches (MILNER & al., 1978), substrats grossiers (HEGGENES, 1988a et 1988b), et près des berges, sous-berges ou branchages proches de la surface (NEVEU, 1981). La truite se trouve en général près du fond, mais elle peut le quitter pour une vitesse du courant inférieure à 15 cm/s et se trouver en pleine eau, tout en restant dans son territoire (KALLEBERG, 1958).

1.2.3. Les variations saisonnières de l'habitat.

A présent, discutons de l'influence des saisons sur la sélection d'un habitat.

Les variations saisonnières de la température influent sur les déplacements et la répartition spatiale des truites. Lorsque la température de l'eau descend en-dessous d'un certain seuil, les truites gagnent un abri hivernal, dans des milieux plus lents et profonds, avec une couverture du lit (CHAPMAN & BJORN, 1969; BJORN, 1971; CUNJAK & POWER, 1986); lorsque les eaux restent au-delà de 7°C, de tels phénomènes ne semblent pas exister (ALLEN, 1969). Des températures trop basses (< 4,5°C) inhibent les déplacements des alevins (RALEIGH, 1971 in OTTAWAY & CLARKE, 1981) et atténuent leurs comportements agressifs.

Dès la fin de l'hiver et durant le printemps, des déplacements de population existent pour satisfaire les besoins nutritionnels et trouver des nouveaux territoires de chasse (KALLEBERG, 1958; CHAPMAN & BJORN, 1969).

Pendant l'étiage, la vitesse de courant et la surface en eau diminuent, ce qui se traduit par une moindre oxygénation et une élévation de température. Les zones de refuge correspondent alors aux mouilles (creux du lit d'un cours d'eau) qui parfois sont les seules surfaces en eau.

L'effet des crues dépend de la période où elles se produisent. Les poissons les plus âgés s'abritent; ce qui limite l'influence négative des crues (départ des individus vers l'aval) (BALDES & VINCENT, 1969; HEGGENES, 1988c).

Les variations saisonnières des recouvrements macrophytiques entraînent aussi une diversification de l'habitat et des modifications des ressources trophiques. JENKINS (1969) a observé que ces modifications conduisent à des changements de position des truites.

1.3. ORGANISATION SOCIALE, TERRITORIALITE ET DEVELOPPEMENT DE L'AGRESSIVITE CHEZ LA TRUITE COMMUNE.

1.3.1. Introduction.

Commençons tout d'abord par quelques définitions importantes :

- territoires : ce sont des aires défendues, impliquant l'observation directe du comportement d'agressivité de l'animal (NOBLE, 1939);
- mosaïque territoriale : c'est un ensemble de territoires adjacents (BAERENDS, 1950);
- station : c'est la partie du territoire la plus fréquemment occupée et où un maximum d'agressivité est montré (FABRICIUS, 1955).
- parr : stade de développement qui suit celui des alevins et qui précède celui des smolts.
- smolt : stade de développement qui suit la smoltification, c'est-à-dire toute une série de modifications morphologiques, physiologiques et comportementales préparant à la migration pour la reproduction.

Chaque individu possède dans son territoire, une station strictement localisée. C'est à partir de cette station qu'il défend son territoire et c'est aussi à partir de là qu'il se déplace pour se nourrir. La station est choisie en connection directe avec le substrat du fond ou avec les berges. Elle se situe au-dessus de la surface de pierres, là où la vitesse du courant est faible. Le choix de la station s'effectue dans le but de maximiser la prise de nourriture. La compétition pour l'espace peut obliger les poissons à choisir des refuges où le courant est modéré. A leur station, les alevins et les parrs font souvent face au courant.

De plus, la localisation de ces stations est remarquablement constante. Lorsqu'un poisson quitte la station pour chasser, il reviendra toujours reprendre la même position à quelques mm près.

Des "territoires partiels" servant de refuges à l'intérieur du territoire d'un poisson de plus grande taille peuvent être occupés pendant plusieurs jours par des alevins.

Pendant la nuit, les alevins utilisent toujours les mêmes endroits pour dormir (dans des fissures, entre les pierres) à peine éloignés de quelques cm de leur station (KALLEBERG, 1958).

1.3.2. Etablissement du comportement territorial chez l'alevin.

1.3.2.1. Premières phases du comportement social et territorial.

Quelques jours après l'émergence, le comportement de nage stationnaire face au courant devient permanent. Les alevins se concentrent dans les zones à courant modéré (<20 cm/s) et recherchent un emplacement de nage favorable, en général derrière un obstacle du substrat à partir duquel ils capturent les proies. Cet emplacement est généralement appelé "poste de chasse".

Dans les tous premiers jours qui suivent l'émergence, les premiers comportements agressifs entre alevins s'expriment à l'occasion des confrontations pour la recherche d'emplacements de nage ou la capture d'une proie. La mise en place de la nage stationnaire, dans le groupe d'alevins, émergeant de la frayère, précède et prépare l'établissement des relations sociales et du comportement territorial.

1.3.2.2. Comportements agonistiques et attachement au territoire.

A. Les comportements agonistiques.

La compétition pour l'espace et pour la nourriture existe chez de nombreux êtres vivants. Les Salmonidae ne font pas exception. Chaque individu va se battre pour survivre et pour pouvoir transmettre ses gènes.

La compétition pour les emplacements de nage ou l'accès à la dérive d'invertébrés s'accompagne de l'exhibition de toute une gamme de comportements agonistiques allant de la tendance la plus agressive jusqu'à la soumission. Ces comportements sont susceptibles de s'exprimer très précocement, dès que l'alevin commence à nager contre le courant et à exploiter le milieu trophique (BAGLINIERE, 1991).

On distingue 7 éléments de comportement agonistique :

1) la charge :

La charge est exécutée par un poisson en nage stationnaire face au courant, à l'encontre d'un autre poisson qui a pénétré dans son environnement immédiat. Il s'agit d'une nage directe et rapide vers l'intrus. Elle se termine en général par une morsure ou une tentative de morsure.

De plus, on remarque une grande similitude, tout au moins pour le début de l'exécution, entre la charge vers un intrus et le mouvement vers une proie (HELAND, 1971).

Durant la charge, toutes les nageoires sont gardées contre le corps, excepté la nageoire caudale (KEENLEYSIDE & YAMAMOTO, 1962).

2) la morsure :

La morsure se produit soit après une charge, soit après une menace frontale. Elle est souvent dirigée vers la région caudale mais il faut y voir, comme KEENLEYSIDE & YAMAMOTO (1962) l'ont déjà fait remarquer, le résultat de la retraite rapide de l'attaqué. Lorsqu'il n'y a pas de fuite, on assiste après des menaces latérales mutuelles, à des tentatives de morsures vers le flanc. Quelquefois aussi, après des menaces frontales simultanées, les deux poissons s'agrippent par la bouche et se secouent mutuellement avec violence.

Ces deux comportements agressifs (la charge et la morsure) sont les plus précocement et les plus fréquemment observés parmi les divers comportements agonistiques. Il faut y associer le comportement de fuite décrit plus bas.

Très rapidement, l'exécution de ces éléments de comportement va conduire à l'établissement de relations hiérarchiques dans la population de poissons. Certains, exécutant de nombreuses charges et morsures, deviendront dominants; d'autres, manifestant plutôt une tendance à la fuite, perdront les combats et seront dominés. Peu à peu, l'agressivité prendra des formes plus complexes et s'enrichira de comportements stéréotypés comme la poursuite, les postures de menace ou de soumission.

3) la poursuite :

Il s'agit de charges répétées d'un dominant derrière un poisson qui s'enfuit "comme à regret", puisqu'au lieu de fuir vers un abri ou de prendre une posture de soumission, il s'éloigne à petite distance après chaque charge en évitant les morsures de l'agresseur.

4) la posture de menace frontale :

La posture de menace frontale apparaît surtout chez un dominant à l'encontre d'un autre dominant pénétrant dans la zone d'influence du premier. Au début, cette zone d'influence correspond à une zone d'intolérance des intrus autour de l'animal, limitée par les distances d'attaque

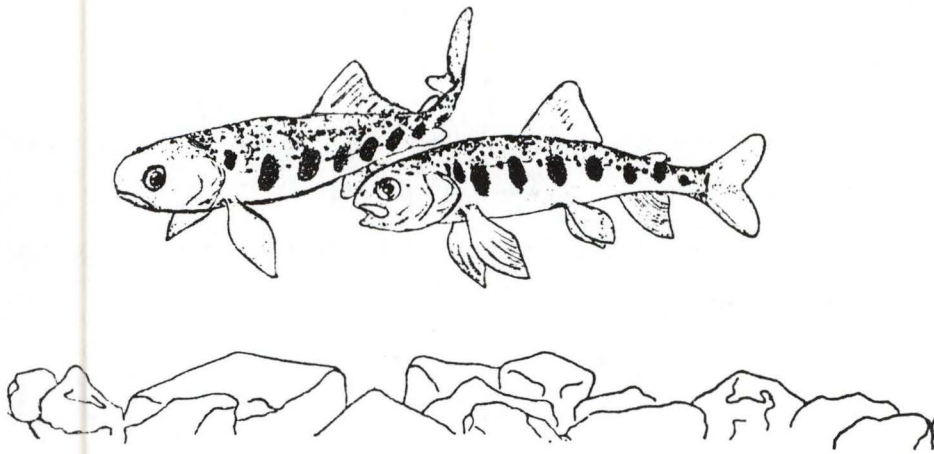


Fig. 9 : Le poisson de droite prend une posture de menace frontale tout en se rapprochant du second poisson qui, lui, exerce une menace latérale (d'après KEENLEYSIDE et YAMAMOTO, 1962).

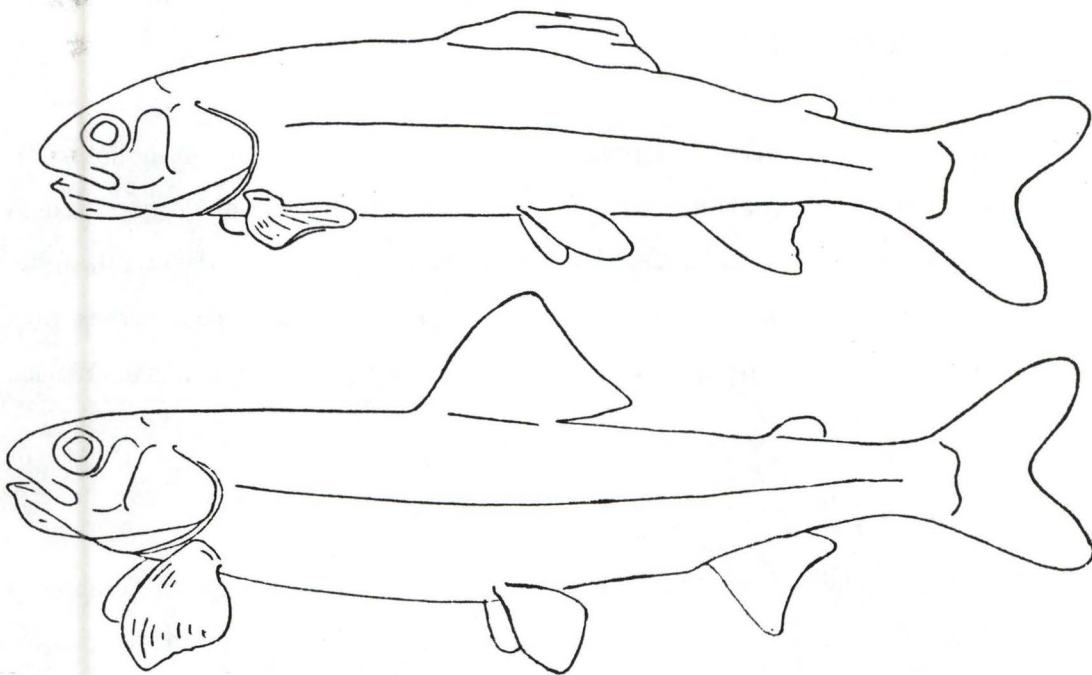


Fig. 10 : Représentation des menaces frontale (en haut) et latérale (en bas) chez les juvéniles de saumons et de truites (d'après KALLEBERG, 1958).

ou de fuite : les poissons respectent des distances inter-individuelles qui ne sont pas liées à un point particulier de l'espace. Plus tard, cette zone d'influence va se stabiliser géographiquement et l'aire défendue, appelée alors territoire, aura des limites topographiques temporaires, car en perpétuelle évolution au cours de la croissance de l'animal. Quelquefois, cette posture de menace frontale est prise contre une truite dominée qui, jusqu'alors immobile sur le fond entre les cailloux, se met à nager lentement en eau libre (HELAND, 1971).

Au fur et à mesure du rapprochement des deux poissons, le profil dorsal de l'attaquant devient de plus en plus convexe. Sa nageoire dorsale est abaissée pendant que toutes ses autres nageoires sont étendues. La mâchoire est ouverte. L'opercule est légèrement étendu et la mâchoire inférieure est dilatée vers le bas. Cette posture de menace dure environ quelques secondes. Elle se termine souvent par une morsure. En fait, elle résulte d'un conflit entre deux tendances, une à l'attaque et l'autre à la fuite (KALLEBERG, 1958) (Fig. 9 et 10).

5) la posture de menace latérale :

La posture de menace latérale se produit entre deux poissons également agressifs, durant la défense des zones d'influence. Il s'agit d'une posture ambivalente traduisant deux tendances s'équilibrant chez le poisson, l'une à la fuite, l'autre à l'attaque. Il est difficile d'affirmer, comme BAERENDS & BAERENDS VAN-ROON (1950) l'on observé chez les cichlidés, que l'attaque intraterritoriale entraîne une prise de posture de menace frontale, tandis que l'attaque de frontière conduit à la prise de posture de menace latérale (HELAND, 1971).

Lors d'une telle posture, le profil de l'attaquant devient concave. Toutes les nageoires sont étendues au maximum. La mâchoire inférieure est dilatée et abaissée. La bouche est toujours complètement fermée.

Lorsque la posture de menace latérale est réalisée, il s'ajoute parfois un mouvement résultant de l'augmentation de l'importance de la menace. Le corps rigide du poisson se met à osciller (à vibrer) violemment autour d'un axe vertical.

Cette posture de menace latérale a clairement un caractère défensif et dure nettement plus longtemps que la posture de menace frontale. Elle peut durer jusqu'à 2 à 3 minutes (KALLEBERG, 1958) (Fig. 11).

6) la posture de soumission :

La posture de soumission est prise exclusivement par les dominés. Elle se traduit par une

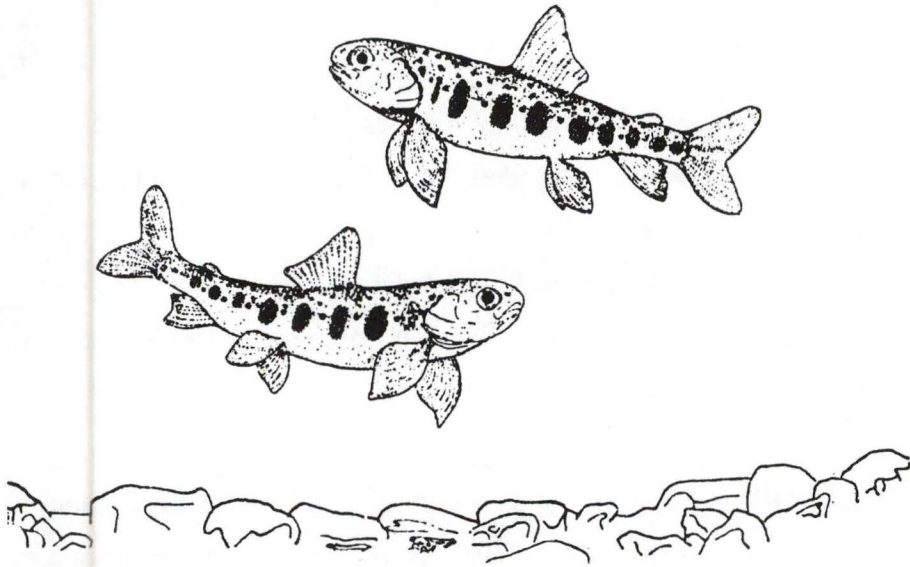


Fig. 11 : Deux poissons exerçant simultanément l'un envers l'autre une menace latérale (d'après KEENLEYSIDE et YAMAMOTO, 1962).

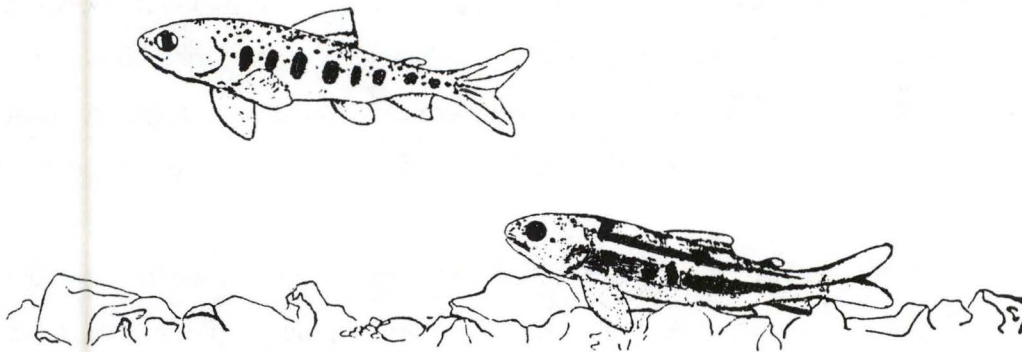


Fig. 12 : Face au poisson (de gauche) défendant son territoire, le second poisson (de droite) adopte une posture de soumission caractérisée par sa position, sa coloration et sa nageoire dorsale repliée (d'après KEENLEYSIDE et YAMAMOTO, 1962).

immobilisation du dominé sur le fond, après une charge ou une posture de menace frontale du dominant (HELAND, 1971).

Les poissons dominés laissent tomber leurs nageoires et évitent de les déployer (KALLEBERG, 1958) (Fig. 12).

7) la fuite :

La fuite est visible chez les poissons dominants ou dominés qui pénètrent dans la zone d'influence d'un dominant et qui sont attaqués par ce dernier. Elle est couramment suivie de la prise de posture de soumission surtout chez les dominés (HELAND, 1971).

Les poissons attaqués s'enfuient très rapidement et très directement, en général vers un abri constitué par une anfractuosité du substrat, le plus souvent sous une pierre ou un galet. Un substrat diversifié et une hauteur d'eau plus importante augmentent les potentialités d'abris dans le ruisseau. L'abri n'est pas toujours situé à l'intérieur du territoire et peut être une sous-berge assez distante (BAGLINIERE, 1991).

On a observé plusieurs fois des parrs résistant aux bousculades et morsures d'antagonistes en réagissant à chaque fois par une intensification de la posture de menace ou par l'exécution du mouvement d'oscillation. Une posture de menace latérale peut induire cette même posture chez l'opposant. Ils occupent tous deux des positions parallèles en faisant face au courant. Cette menace mutuelle très intense est interrompue après quelques secondes lorsqu'un des poissons exécute une menace frontale ou une attaque directe. Lors de ces menaces mutuelles, les poissons se poursuivent en formant un cercle de faible diamètre (environ 6 cm pour des truites de 7 cm) (KALLEBERG, 1958).

Tous ces comportements s'accompagnent de changements de couleur caractéristiques, bien décrits par KEENLEYSIDE & YAMAMOTO (1962), les poissons dominants étant d'une teinte plus claire que les dominés (HELAND, 1971). Il s'agit d'une modification de l'intensité des couleurs. Les poissons défendant un territoire activement peuvent devenir pâles lors des combats. Entre les combats, ils deviennent de nouveau foncés. Un poisson non agressif qui fuit devant des attaquants devient jaune pâle au-dessus de la ligne latérale et gris en-dessous. Les mélanophores se concentrent sur la surface dorsale ce qui provoque un éclaircissement du dos sur lequel un ensemble de taches noires sont disposées. Lors de combats, on peut observer des changements de couleur au niveau des yeux. Ces poissons agressifs développent souvent une bande verticale

au travers de chaque oeil. Les poissons dominés présentent souvent des yeux plus foncés que la normale (KEENLEYSIDE & YAMAMOTO, 1962).

Ces différents éléments organisés de comportements agonistiques aboutissent à l'établissement d'une hiérarchie qui s'accompagne d'une fixation des truites sur le substrat ainsi que d'une reconnaissance individuelle entre truites voisines. Une même truite dominante va fuir devant telle voisine qui l'aura vaincue dans de nombreux combats, mais va attaquer et poursuivre telle autre qu'elle aura vaincue au cours des rencontres précédentes. On assiste à l'apparition d'une liaison entre le caractère de dominance et la possession d'une aire défendue, dénommée territoire. Cette structure de population peut se définir comme une société territoriale et hiérarchique selon la nomenclature de BAERENDS (1952), (HELAND, 1971).

B. La stabilisation territoriale.

Avec le développement des comportements agonistiques et l'établissement d'une hiérarchie, on assiste à une fixation progressive des truites dominantes sur des emplacements particuliers. La fixation des alevins de truite sur un territoire se produit en trois phases :

1) Période instable :

Période pendant laquelle les poissons se répartissent de manière uniforme et respectent les distances interindividuelles.

2) Période de transition :

Il s'agit de l'établissement de la hiérarchie suite aux comportements agonistiques stéréotypés et de la stabilisation des truites sur le substrat.

3) Période stable :

Période durant laquelle la mosaïque territoriale est réalisée. Les dominants agrandissent leur territoire; les dominés se cachent sous les pierres.

L'établissement de la hiérarchie et la fixation au territoire nécessitent environ douze jours. Les truites "à tendance territoriale" vont d'autant plus se fixer et s'attacher au substrat pour en faire leur territoire qu'elles ont passé davantage de temps au-dessus, en nage statique.

Le territoire correspond, dans ses dimensions horizontales, à une aire de quelques décimètres carrés, suivant la taille de l'individu. Il comporte un obstacle derrière lequel l'animal se poste, un caillou par exemple. Ce poste de stationnement est l'emplacement sur lequel l'animal passe la plus grande partie de son temps et sert de base de départ aux excursions nutritives et agressives de l'alevin (HELAND, 1971).

1.3.2.3. Signification et rôles des postures de menace latérale et frontale.

Les parades de menace résultent d'un conflit entre deux tendances : l'attaque ou la fuite.

La posture de menace frontale indique l'activation de la tendance à attaquer parce qu'elle se passe juste avant la morsure d'un poisson. Tandis que la posture de menace latérale indique l'activation de la tendance à fuir parce qu'elle est toujours exécutée par un poisson immédiatement après qu'il ait mordu un autre poisson et qu'il se soit enfui. Elle peut être exécutée également par un poisson attaqué qui essaye d'éviter le contact mais qui ne fuit pas. La posture de menace frontale correspond à une posture agressive, d'attaque tandis que la posture de menace latérale a plutôt un caractère défensif.

La posture de menace frontale est relativement plus fréquente que la posture de menace latérale lorsqu'un poisson défendant un territoire rencontre un poisson non agressif. Lorsqu'un poisson également agressif est rencontré, les parades latérales sont plus fréquentes que les parades frontales mais les deux types de parade sont souvent exécutées. Dans ces cas là, les tendances à l'attaque par les poissons territoriaux seront importantes puisqu'on pénètre dans leur territoire mais les tendances à fuir le sont aussi car l'opposant est également un poisson agressif (KEENLEYSIDE et YAMAMOTO, 1962).

1.3.3. Facteurs influençant la territorialité.

Le comportement territorial est complexe car il est influencé par plusieurs facteurs.

1.3.3.1. Influence de l'alimentation sur la territorialité.

On a remarqué que l'agressivité augmentait après avoir nourri les poissons. Par exemple, les morsures sont nettement plus fréquentes après nourrissage qu'avant. Mais cette augmentation n'est pas immédiate. Ce délai s'explique par une diminution de l'agressivité lorsque la nourriture

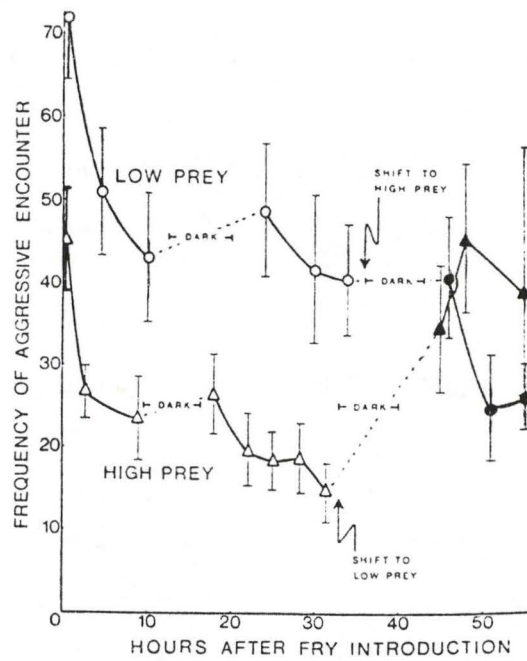


Fig. 13 : Effet de l'abondance des proies sur la fréquence d'interactions comportementales initiées par des alevins de truite dans une rivière artificielle (d'après SLANEY et NORTHCOTE, 1974).

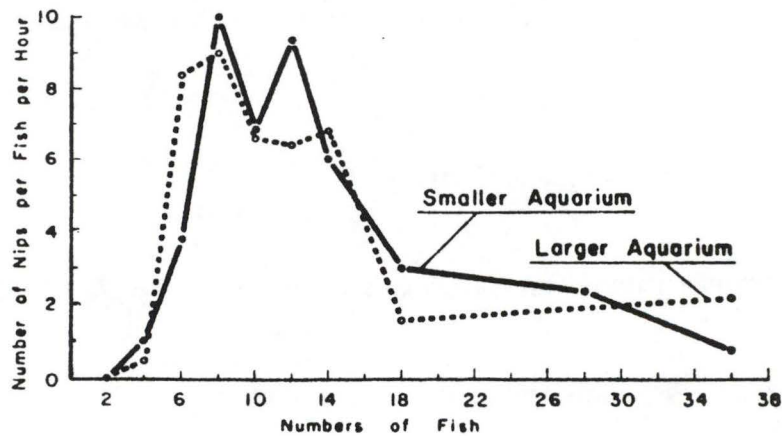


Fig. 14 : Taux de morsures (nombre de morsures/heure) suivant des densités de poissons croissantes dans deux aquariums (d'après KEENLEYSIDE et YAMAMOTO, 1962).

vient d'être introduite. De plus, lorsque les poissons se nourrissent activement, ils tolèrent des intrusions dans leur territoire. Mais après 3 ou 4 minutes, les poissons excluent les intrus de leur territoire.

Si on augmente la fréquence de nourrissage, les activités agonistiques seront beaucoup plus fréquentes (KEENLEYSIDE & YAMAMOTO, 1962).

Selon CHAPMAN (1966), la densité de truites serait ajustée à l'abondance ou la rareté de la nourriture.

Le nombre et la taille des territoires des alevins visibles ne seraient pas directement modifiables par l'alimentation. Cependant, le nombre d'alevins dominés qui restent dans une certaine partie du ruisseau est légèrement plus grand lorsque la nourriture est surabondante. Lorsque la nourriture est rare, la dévalaison des alevins est plus importante (BAGLINIERE, 1991).

Si la densité d'alevins est très forte (100 individus/m²), le même phénomène de dévalaison se produit et les nombres d'individus territoriaux se stabilisent à des valeurs identiques quelles que soient les conditions d'alimentation.

Dans le cas de surdensités des poissons et des proies, on observe une très légère augmentation du nombre de territoires et moins de dévalaison (HELAND, 1982).

D'après SLANEY & NORTHCOTE (1974), l'étendue du territoire et la fréquence des rencontres agressives varient en fonction inverse du niveau d'abondance des proies. Autrement dit, l'abondance des proies aura comme effet la diminution de la taille du territoire (l'augmentation de la densité) et la diminution des fréquences d'attaques (Fig. 13).

Certains auteurs observent que l'agressivité est la plus élevée lorsque les poissons sont nourris en excès. L'absence prolongée de nourriture réduit l'agressivité, ainsi, il est probable que le stimulus visuel de nourriture est nécessaire pour provoquer l'agressivité ou pour la maintenir à un certain niveau (SLANEY & NORHCOTE, 1974).

1.3.3.2. Influence de la densité sur la territorialité.

Le surpeuplement entraîne une augmentation des comportements agressifs; au delà d'un certain seuil de densité, on a une inhibition de ces comportements (KEENLEYSIDE & YAMAMOTO, 1962). Ce seuil n'est jamais atteint pour les populations naturelles (Fig. 14).

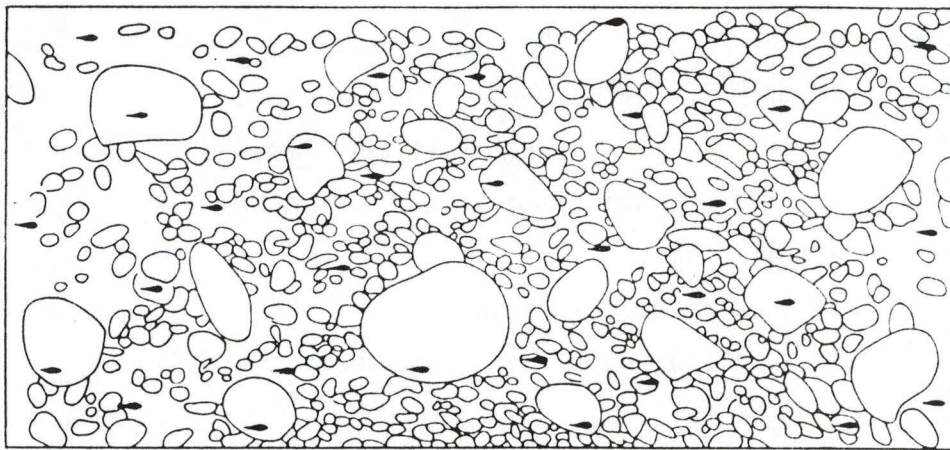
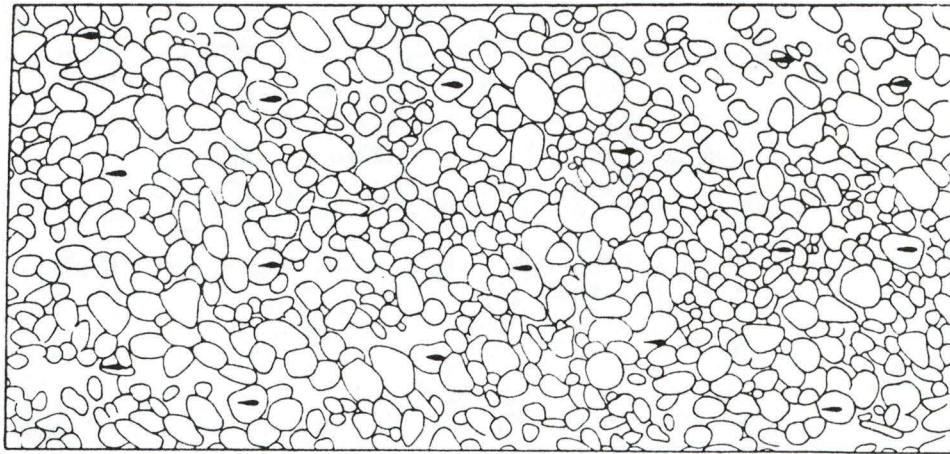


Fig. 15 : Postes de chasse utilisés par des alevins de saumon atlantique à l'intérieur des mosaïques territoriales de deux sections d'un ruisseau artificiel ayant des substrats différents . La surface de chaque section est de 170 cm.80 cm (D'après KALLEBERG, 1958).

Sur un substrat déterminé s'établit un nombre maximum défini de territoire pour un stade de développement du poisson (HELAND, 1971).

SLANEY & NORTHCOTE (1974), définissent le comportement territorial comme un mécanisme limitant la densité. La taille du territoire est fonction du comportement territorial qui lui-même dépend de l'abondance des proies, mais aussi de l'isolation visuelle.

La topographie du fond et la végétation peuvent jouer un rôle d'écran dans la population et permettre une densité plus élevée. Si on place quelques grosses pierres sur le fond d'une rivière artificielle, on augmente l'isolation visuelle et la taille des territoires diminue (Fig. 15). Une vitesse de courant plus élevée va augmenter la turbidité et donc l'isolation visuelle avec comme conséquence une diminution de la taille du territoire (KALLEBERG, 1958).

1.3.3.3. Autres facteurs influençant l'agressivité.

Chez les truites arc-en-ciel, *Onchorhynchus mykiss* WALBAUM, on a remarqué qu'à faible intensité lumineuse, l'agressivité cessait totalement. Cela nous indique que le mécanisme déclenchant l'agressivité est de nature visuelle (STRINGER & HOAR, 1955, in TITUS, 1990). Cette agressivité est probablement déclenchée par des stimuli visuels simples du type "objets mobiles de taille modérée" (KALLEBERG, 1958).

Une augmentation de la vitesse du courant accélère le développement du taux d'agressivité à partir de 15 cm/sec (KALLEBERG, 1958). Le taux de morsures augmente à courant élevé tandis que le taux de menaces diminue. Conserver une position tout en assumant des postures de menace devient progressivement plus difficile lorsque les vitesses de courant sont élevées; ainsi, les intrusions sont plus souvent empêchées par de simples morsures (HARTMAN, 1963, in TITUS, 1990).

STRINGER & HOAR (1955) montrèrent l'influence de la taille relative des poissons sur l'agressivité. Ils observèrent des truites arc-en-ciel de différentes tailles. Le taux d'attaque des grands poissons sur les petits était de 8,5 morsures/10 min, tandis que les taux d'attaque de poissons de taille égale ou des poissons de petite taille sur des poissons de plus grande taille étaient beaucoup plus faibles et plus ou moins égaux (2,5 et 2,6 morsures/10 min, respectivement).

GRANT & al. (1989, in TITUS, 1990), obtint des résultats similaires chez les saumons de fontaine. CHAPMAN (1962, in TITUS, 1990), lui, observa que des saumons argentés de tailles semblables avaient une fréquence de morsures presque deux fois supérieure à celle de saumons de

tailles différentes.

Selon WANKOWSKI & THORPE (1979, in TITUS, 1990), la relation entre les différences de taille et l'agressivité est inverse chez les juvéniles de saumons atlantiques. Un taux d'agressivité faible entre poissons de taille nettement différente peut s'expliquer par le fait que la différence de taille est si importante que les poissons ne se considèrent plus l'un l'autre comme compétiteurs ou par le fait que le poisson le plus grand est si clairement dominant que la hiérarchie ne requiert pas un renforcement fréquent. Des poissons de taille semblable peuvent donc mettre plus de temps à établir des relations stables (TITUS, 1990).

Selon BACHMAN (1984), la dominance chez les truites de rivière est corrélée avec la taille (l'âge) du poisson, mais peu ou pas avec l'effet de résidence (l'effet de résidence se produit lorsque le propriétaire d'un territoire gagne un combat même s'il est plus petit que l'intrus).

De plus, on n'a pas trouvé de corrélation claire entre la dominance et le choix de la position, le taux de nourrissage ou le taux d'interactions agonistiques. En résumé, le dominant pourrait ne pas avoir un accès préférentiel à "la meilleure position". On peut donc se demander quel est le rôle de la hiérarchie linéaire.

L'établissement d'une hiérarchie devrait minimiser les dépenses énergétiques. Si deux ou plus de deux poissons poursuivent la même proie, un seul obtiendra un bénéfice à dépenser de l'énergie. C'est apparemment moins coûteux d'engager des combats périodiques plutôt que des combats lors de chaque proie aperçue (BACHMAN, 1984).

1.3.4. Evolution de la territorialité.

Les résultats présentés jusqu'ici concernent les alevins depuis l'émergence jusqu'au premier été, soit pendant la phase de recrutement initial dont le déterminisme est d'importance majeure dans la régulation des peuplements naturels.

La mosaïque des territoires bien délimités, contigus et exclusifs, mise en place après l'émergence va devoir se transformer pour répondre aux nouveaux besoins des poissons en cours de croissance. De même, les variations des conditions environnementales, notamment cycliques, vont entraîner de nécessaires adaptations comportementales de la truite juvénile (BAGLINIERE, 1991).

1.3.4.1. La mosaïque territoriale des alevins et les territoires partiels des truitelles.

Au cours de la croissance, les alevins agrandissent l'étendue de leur territoire en occupant de nouveaux postes de chasse. La hiérarchie a tendance à se compliquer, alors que l'agressivité générale diminue au sein de la population grâce au développement de réactions d'habituation entre individus voisins qui évitent de se combattre tout en respectant l'ordre hiérarchique. De ce fait, chaque individu bénéficie d'un accès à la nourriture dans un territoire plus ou moins grand selon le rang hiérarchique. En surface, cela représente chez des alevins âgés de 3 mois : 1 à 2 dm² pour un individu dominé, à plusieurs m² chez ceux qui ont les rangs les plus élevés.

Cette évolution aboutit à une superposition importante des territoires, superposition qui s'accroît avec le temps. Entre le troisième et le quatrième mois après l'émergence, la surface totale des territoires occupés peut s'accroître de 50% dans un même ruisseau (HELAND, 1978). Cette superposition grandissante dépend d'une occupation facultative des postes de chasse entre individus voisins : les truitelles exploitent les ressources trophiques selon un système de partage des postes de chasse dans l'espace et dans le temps. JENKINS (1969) a observé le même phénomène chez des truites sauvages de 20 à 30 cm de long en rivière et parle de territoires partiels. Il évoque un système de hiérarchies locales qu'il explique par la stabilité du groupe social et la sédentarité de la grande majorité des poissons.

Le choix des postes de chasse se fait toujours par rapport à la dérive des invertébrés et la vitesse du courant selon le principe de "l'économie d'énergie".

A un stade ultérieur, lorsque la truite adulte atteint une taille importante, son régime alimentaire tend à se modifier et à évoluer vers un régime carnassier. Ces poissons se cantonnent en général dans les zones profondes et se nourrissent assez peu à partir de la dérive, mais plutôt au cours de circuits de déplacements à l'intérieur de leur domaine vital. D'après les observations de JENKINS (1969), ces grosses truites semblent être ignorées par les truites plus jeunes sur leur poste de chasse dans les courants, dans la mesure où les microhabitats occupés par les jeunes truites et les adultes sont différents.

Le cas le plus complexe de compétition entre cohortes est la confrontation entre les jeunes alevins et les truitelles de l'année précédente qui occupent les mêmes zones. En définitive, cette confrontation est minimisée dans les ruisseaux puisque les deux classes d'âge utilisent et exploitent

des microhabitats différents : zones peu profondes caillouteuses pour les alevins, zones plus profondes avec substrat diversifié pour les truitelles (BOHLIN, 1977; KENNEDY & STRANGE, 1982).

1.3.4.2. Modification de la territorialité suivant les rythmes nycthéméraux et saisonniers.

PEREZ (1986) a mis en évidence l'existence d'un rythme circadien d'activité chez l'alevin de truite commune. Le nycthémère va influencer directement la dévalaison des alevins qui se produit la nuit.

ELLIOTT (1973) a montré que l'alimentation de la truite s'effectue principalement en début et en fin de nuit, ce qui sous-entend une activité importante pendant ces heures nocturnes.

Pendant la scotophase, on remarque une diminution de l'agressivité intrapopulation. L'altération des capacités visuelles peut expliquer cette diminution à mettre en parallèle avec les effets d'une augmentation de la turbidité (BERG & NORTHCOTE, 1985). Durant la nuit, les alevins subordonnés pourraient avoir un meilleur accès aux proies de la dérive. Ainsi, le partage dans le temps et l'espace des ressources spatiales et alimentaires du milieu pourrait se prolonger pendant la nuit.

En ce qui concerne les rythmes saisonniers : pendant l'hiver, on observe une diminution de l'agressivité et de la territorialité chez les Salmonidae qui se rassemblent dans les zones profondes en adoptant un comportement grégaire. La territorialité se manifeste essentiellement pendant la belle saison, au moment où la dérive d'invertébrés et l'arrivée de la nouvelle génération d'alevins dans le milieu nécessitent un ajustement.

Lors des migrations de reproduction en fin d'automne et début d'hiver, les géniteurs arrivent dans les zones de frayères et y établissent des territoires de reproduction dont ils interdisent l'accès aux congénères par l'expression du répertoire des comportements agressifs de la période juvénile (JONES & BALL, 1954).

1.4. LES POSITIONS AVANTAGEUSES DANS UNE RIVIERE ET LA COMPETITION.

PRIEDE (1985, in TITUS, 1990), affirma qu'il existe une sélection des potentiels de croissance les plus élevés basée sur le fait que la sélection naturelle favorise les génotypes métaboliquement efficaces et capables d'augmenter leur métabolisme en cas de production plus faible.

Possédant un turnover métabolique élevé, le poisson peut allouer son énergie en même temps à la croissance somatique et à la territorialité à des taux élevés; cette défense permettant une importante prise de nourriture (ou d'énergie).

Une taille plus élevée confère donc généralement la dominance dans la hiérarchie des populations d'alevins de Salmonidae (FAUSCH, 1984).

D'après METCALFE (1986), les subordonnés sont contraints à occuper des stations moins favorables du point de vue de la nourriture disponible. Ils adoptent différentes stratégies pour survivre. Ils évitent la compétition avec les dominants en occupant des positions abritées, pauvres en nourriture mais éloignées des courants les plus rapides où les dominants sont installés. Les subordonnés continuent à grandir et à survivre en dépit d'un niveau faible de nourrissage.

Il existe un bénéfice certain à se nourrir dans des eaux rapides mais tous les poissons ne se nourrissent pas dans les eaux les plus rapides pour différentes raisons :

- les coûts engendrés par la nage peuvent augmenter plus rapidement que les bénéfices provenant de l'alimentation;
- à des vitesses élevées, il devient de plus en plus difficile de capturer des proies;
- la satiété peut être atteinte sans effort important si les proies sont abondantes ou si le taux métabolique est faible;
- un poisson peut réduire ses efforts en se maintenant dans des eaux lentes tout en se nourrissant dans des eaux rapides (SMITH & LI, 1983).

Le gain énergétique net potentiel peut être défini en termes d'énergie disponible dans les aliments moins le coût métabolique de la nage pour maintenir sa position. De l'énergie supplémentaire est nécessaire pour la défense du rang social ou du territoire.

Les positions optimales maximisent le taux de gain énergétique. Les poissons occupant

ces positions procurant un gain énergétique net maximum devraient grandir à des taux spécifiques maximum.

L'individu dominant défend une aire possédant le niveau de ressource le plus élevé. La hiérarchie des subordonnés occupe des positions offrant successivement des avantages potentiels plus faibles. Lorsque le dominant disparaît, c'est le poisson suivant dans la hiérarchie qui occupe la position préférée (FAUSCH, 1984).

Les dominants grandissent en moyenne 12,3% plus rapidement que les subordonnés. Cette différence de croissance est attribuée aux coûts physiologiques du stress chez les dominés (ABOTT & DILL, 1989).

La compétition pour l'espace se manifeste par la territorialité. Elle dépend partiellement de l'agressivité potentielle des individus et partiellement des facteurs externes, particulièrement de la densité de la population, de l'espace disponible et du degré d'isolation visuelle dans le biotope.

La liaison entre le nourrissage et l'agressivité potentielle doit mener à une augmentation rapide des différences de taille. L'individu occupant un territoire plus avantageux du point de vue nourriture, grandira plus rapidement, sera plus agressif et deviendra dominant.

Un poisson, qui au moyen de son agressivité, a réussi à conquérir une station avec des conditions de nourrissage favorables va se maintenir facilement sur son territoire. Ceci est dû à la stimulation de l'agressivité lors d'un nourrissage intensif mais c'est également dû au fait que ce poisson grandit plus vite que ses voisins occupant des stations moins avantageuses.

Si l'agressivité potentielle augmente, par la croissance des individus, la mosaïque peut s'étendre uniformément mais à un faible degré seulement. La pression à l'intérieur de la mosaïque va augmenter. Les frontières entre les territoires seront modifiées suivant les différences de croissance entre individus. La taille relative des territoires diminue pour arriver finalement à devenir critique. C'est alors que la mosaïque se casse. Les poissons ayant perdu leur territoire s'enfuient et sortent de la mosaïque originale. Ils occupent alors de nouveaux territoires. C'est ainsi que la mosaïque territoriale s'étend. On aura donc une plus grande fréquence de combats mais une stabilité des stations plus faible si le taux de croissance spécifique est élevé.

La compétition pour l'espace devient donc aussi une compétition pour la nourriture (KALLEBERG, 1958).

Dans le cadre de ce travail, la question est de savoir si des truites communes sauvages et des truites communes élevées en pisciculture vont entrer en compétition.

Tabl. 1 : Comparaison du régime alimentaire des truites sauvages et des truites de pisciculture (d'après KELLY-QUINN, 1989).

Date	Food consumed	No. fish consuming each food		χ^2
		Wild trout	Stocked trout	
July 1982	Crustacea	0 (22)	6 (28)	5.35*
July 1983		NC	NC	
Aug. 1982		2 (24)	0 (21)	1.83NS
Sept. 1982		0 (20)	2 (20)	2.39NS
July 1982	Ephemeroptera	20 (22)	23 (28)	0.79NS
July 1983		20 (20)	14 (15)	1.37NS
Aug. 1982		SO	SO	
Sept. 1982		SO	SO	
July 1982	Plecoptera	0 (22)	2 (28)	1.64NS
July 1983		5 (20)	5 (15)	0.30NS
Aug. 1982		NC	NC	
Sept. 1982		NC	NC	
July 1982	Trichoptera	6 (22)	2 (28)	3.71NS
July 1983		NC	NC	
Aug. 1982		0 (24)	1 (21)	1.15NS
Sept. 1982		5 (20)	2 (20)	1.55NS
July 1982	Simuliidae	0 (22)	5 (28)	4.36*
July 1983		NC	NC	
Aug. 1982		5 (24)	7 (21)	5.04*
Sept. 1982		5 (20)	6 (20)	2.00*
July 1982	Chironomid Larvae	9 (22)	20 (28)	4.71*
July 1983		10 (20)	15 (15)	7.80**
Aug. 1982		7 (24)	21 (21)	17.71***
Sept. 1982		5 (20)	6 (20)	0.12NS
July 1982	Chironomid Pupae	2 (22)	5 (28)	1.38NS
July 1983		0 (20)	5 (15)	7.80**
Aug. 1982		NC	NC	
Sept. 1982		NC	NC	
July 1982	Adult Chironomids	0 (22)	2 (28)	1.66NS
July 1983		NC	NC	
Aug. 1982		0 (24)	7 (21)	9.45**
Sept. 1982		NC	NC	
July 1982	Adult Insects	5 (22)	15 (28)	4.89*
July 1983		0 (20)	10 (15)	18.63***
Aug. 1982		0 (24)	14 (21)	17.17***
Sept. 1982		SO	SO	

NS = No significant difference; NC = Not consumed; SO = similar occurrence in diet; * = significant difference ($P < 0.05$); ** = very significant difference ($P < 0.01$); *** = very highly significant difference $P < 0.001$; sample number in parentheses.

1.5. LES DIFFERENCES OBSERVEES PARMI LES POPULATIONS D'ELEVAGE ET SAUVAGES.

1.5.1. Différences morphologiques.

Chez les saumons argentés, il existe une composante génétique expliquant des différences morphologiques entre les populations d'élevage et les populations sauvages, mais il existe aussi une composante environnementale.

Les poissons sauvages du milieu naturel montrent des valeurs plus élevées des caractéristiques morphométriques de la tête, des nageoires médianes plus grandes et une profondeur du corps plus élevée que les poissons d'élevage. Cette différence est liée au milieu de croissance plutôt qu'à des différences génétiques. Mais on ne peut nier l'existence d'une faible divergence génétique entre les populations d'élevage et sauvages (SWAIN, 1991).

Du point de vue morphologique, les truites sauvages sont bien mieux adaptées au milieu naturel et plus particulièrement à des vitesses de courant élevées que les truites de pisciculture. Cependant, ce manque d'adaptation ne semble pas affecter la survie de celles-ci en milieu sauvage.

1.5.2. Le régime alimentaire des truites sauvages ou des truites provenant de pisciculture.

Les alevins de truites de pisciculture s'ajustent rapidement aux conditions d'alimentation naturelle. Après une semaine d'adaptation, on n'observe plus de différence quant au régime alimentaire des deux types de truite (KELLY-QUINN, 1989). Cependant, KELLY-QUINN (1989), observa que durant les mois de juillet et d'août, les truites de pisciculture consommaient plus d'insectes adultes que les truites sauvages.

Selon O'GRADY (1983), cette nourriture capturée en surface (insectes adultes) permet la survie des truites de pisciculture durant la période qui suit leur relâchement.

Chez les deux types de truites, les insectes les plus fréquemment consommés sont des nymphes d'éphéméroptères (*Baetis rhodani*) et des larves de chironomidae (*Orthocladius* spp., *Eukiefferiella* spp. et *Cricotopus* spp.) (Tabl. 1).

L'expérience de KELLY-QUINN (1989) ne révéla pas une plus grande quantité d'éléments non consommables (pierres et débris.) dans l'estomac des truites de pisciculture contrairement à

ce que O'GRADY (1983) et JOHNSEN & UGEDAL (1986) ont obtenu quelques années auparavant. Une grande quantité d'éléments non consommables dans l'estomac est généralement attribuée à un manque d'expérience dans un milieu naturel.

De ces expériences, il ressort que les truites de pisciculture sont tout à fait capables de se nourrir et donc de survivre en milieu naturel. Cependant, en été, l'abondance d'insectes adultes semble jouer un rôle important pour leur survie.

1.6. LES EFFETS DE LA DOMESTICATION CHEZ LES SALMONIDAE.

1.6.1. Modification du comportement agressif.

L'équilibre entre les tendances attractives ou répulsives entre individus peut être altéré par la domestication. De telles altérations du comportement peuvent affecter la survie des populations sauvages si on autorise des croisements entre des stocks domestiques et des stocks sauvages (RUZZANTE, 1994).

La domestication implique une réponse évolutive via des changements dans la fréquence des gènes entre les générations et induit des changements dans les processus et les taux de développement qui ont lieu à chaque génération (PRICE, 1984). Beaucoup de composantes comportementales, physiologiques et morphologiques du phénotype peuvent changer suivant les différents types de sélection imposés.

Les populations élevées en captivité sont donc sujettes à des changements évolutifs mais également aux conséquences des croisements et de la dérive génétique (RUZZANTE, 1994).

C'est habituellement la fréquence ou l'intensité avec laquelle un comportement particulier est exprimé qui est affectée par la domestication plutôt que le comportement lui-même (HALE, 1969; BOICE, 1972; PRICE, 1984). Ces changements de fréquence ou d'intensité sont mieux expliqués par des modifications de seuil des stimuli nécessaires pour déclencher les réponses comportementales particulières qui peuvent résulter de changements au niveau du génotype, de l'influence de l'environnement d'élevage ou des deux (PRICE, 1978, 1984). Une augmentation de ce seuil de stimulation peut être interprétée, comme une moindre capacité à percevoir les changements de l'environnement et à s'y adapter en conséquence.

Des évasions accidentelles de poissons d'élevage peuvent se produire. Des croisements entre individus de pisciculture introduits et individus sauvages peuvent avoir lieu ce qui peut altérer le caractère, l'arrangement génétique de la population native (HUTCHINGS, 1991; WAPLES, 1991). Des interactions compétitives entre poissons sauvages et poissons d'élevage peuvent conduire à une réduction de la taille des populations sauvages avec des conséquences négatives pour leur variabilité génétique. Ils peuvent aussi provoquer des modifications au niveau de la distribution des populations natives (HUTCHINGS, 1991; WAPLES, 1991; PILLAY, 1992 ...).

Est-ce que l'agressivité augmente ou diminue suite à la domestication ?

La sélection artificielle pour une croissance rapide dans un environnement domestique peut conduire à des niveaux d'interaction compétitive plus élevés et donc mener à l'absence d'un gain net de biomasse dans la population (PURDOM, 1974; WEATHERLEY, 1976; KINGHORN, 1983). Plusieurs expériences montrent que l'activité agonistique peut augmenter ou diminuer dans le cas de la domestication.

Pour les saumons de fontaine (*Salvelinus fontinalis* M.), pour les saumons argentés (*Onchorhynchus kisutch* W.) et pour les truites fardées (*Onchorhynchus clarki* W.), on observe des niveaux d'agressivité plus élevés parmi les poissons domestiques que parmi les sauvages (RUZZANTE, 1994).

Par contre, pour les populations de saumons atlantiques (*Salmo salar* L.), le comportement agonistique peut diminuer pendant la domestication (RUZZANTE, 1994).

Si on examine de plus près les résultats expérimentaux de l'étude sur les juvéniles de saumons de fontaine, on remarque que la fréquence des morsures fut plus élevée chez les poissons domestiques que chez les poissons élevés en pisciculture mais provenant de parents sauvages. L'auteur attribua cette augmentation de fréquence des morsures au fait que les alevins domestiques étaient davantage des nageurs actifs et étaient davantage distribués de manière égale dans la colonne d'eau que les alevins élevés en pisciculture et provenant de parents sauvages qui tendaient à rester immobiles, proches du fond de l'aquarium (RUZZANTE, 1994). Il semble que les différences de comportement entre les saumons de fontaine domestiques et sauvages soient génétiques, de même que celles entre les saumons argentés domestiques et sauvages.

Le résultat d'interactions compétitives précoces peut dépendre de "la férocité" de l'individu ou du taux métabolique relatif plutôt que de la taille; ce qui suggère qu'une tendance croissante

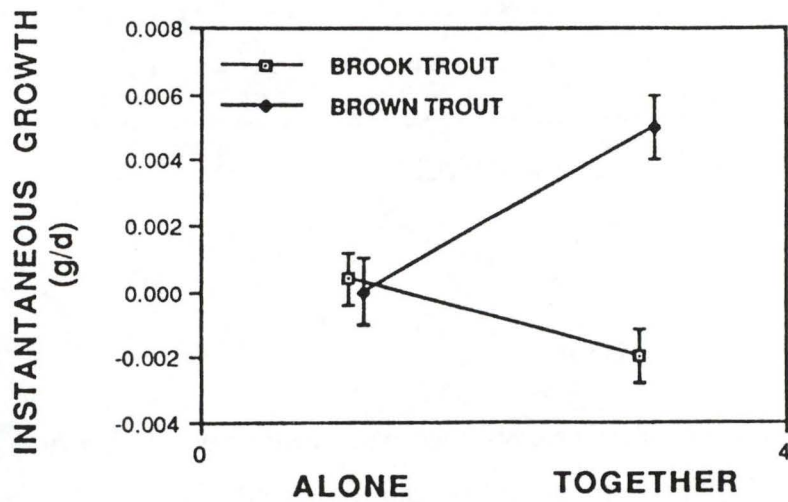


Fig. 16 : Taux de croissance (g/jour) de truites communes élevées en pisciculture et de saumons de fontaine sauvages en allopatrie (seuls) et en sympatrie (ensemble) (□ brook trout : saumon de fontaine; ♦ brown trout : truite commune) (d'après DE WALD et WILZBACH, 1992).

à entrer en compétition ou un taux métabolique élevé peut être la cause plutôt que la conséquence d'avantages de croissance.

Le cas alternatif, suggérant que l'agressivité peut diminuer durant la domestication, est basé sur l'observation du comportement de certains membres de la population. La plupart sont agressifs et deviennent dominants lorsqu'ils sont relativement grands. Lors de la sélection d'individus à croissance rapide dans un environnement où la nourriture n'est pas limitée, on observe une augmentation de la fréquence du phénotype correspondant à des poissons peu agressifs; ce qui implique une diminution du niveau d'agressivité global (RUZZANTE, 1994).

Lorsque BACHMAN (1984) introduisit des truites communes de pisciculture parmi des truites communes sauvages, les truites sauvages engagèrent des combats avec les truites de pisciculture vingt minutes après leur introduction. La plupart des interactions étaient déclenchées par des truites sauvages mais l'effet de première résidence (le propriétaire d'un territoire gagne le combat même s'il est plus petit que l'intrus) n'intervenait pas dans le résultat des interactions entre poissons sauvages et poissons de pisciculture. (Sur 197 combats, 83 furent gagnés par des truites sauvages et 96 par des truites de pisciculture). Il y avait tout de même une corrélation significative entre le rang hiérarchique du poisson sauvage et la proportion d'interactions agonistiques sauvages-pisciculture qu'un poisson sauvage gagna. Les interactions agonistiques entre truites sauvages dépassaient rarement 30 secondes; celles entre truites sauvages et truites de pisciculture étaient souvent très prolongées. Souvent, après ces interactions prolongées, les poissons sauvages respiraient péniblement et montraient un stress évident qui avait toujours été absent avant l'introduction de truites de pisciculture (BACHMAN, 1984).

Les poissons de pisciculture sont élevés sélectivement avec un taux de nourrissage et de croissance élevés. De tels traits peuvent s'accompagner d'une agressivité et d'une capacité compétitive plus élevée (KINGHORN, 1983).

Lors de la comparaison des truites communes élevées en pisciculture et des saumons de fontaine sauvages ayant des contraintes physiologiques équivalentes et des habitats similaires, on observa que les truites communes sont plus agressives et qu'elles ont une croissance et une taille maximale plus élevée (Fig. 16).

En présence de truites communes, la fréquence des combats initiés par les saumons de fontaine diminue fortement. Par contre, les truites communes en présence de saumons de fontaine

initiaient beaucoup plus de combats. Les combats initiés par les truites communes étaient dirigés deux fois plus souvent contre des saumons de fontaine. Des poursuites de truites communes par des saumons de fontaine furent observées très rarement (DE WALD & WILZBACH, 1992).

MESA (1991) , qui utilisait des truites fardées de pisciculture et des truites fardées sauvages remarqua que les dominants de pisciculture tolèrent rarement des intrusions lorsqu'ils se nourrissent. Par contre, les dominants sauvages et les subordonnés mangent souvent côte à côte. Ces différences au niveau de l'agressivité résultent probablement de processus d'apprentissage différents dans des environnements différents.

Les truites sauvages peuvent développer une flexibilité adaptative supérieure de leur comportement agressif; ce qui conduit à des taux plus faibles d'agressivité.

Des poissons de pisciculture plus agressifs peuvent déplacer des poissons sauvages ce qui résulterait en une diminution éventuelle de la population de poissons sauvages et de la production totale (SWAIN & RIDDELL, 1990 in MESA, 1991).

1.6.2. Croissance et sélections naturelle et artificielle.

Il existe différents mécanismes expliquant les relations entre les hiérarchies sociales et la croissance du poisson :

- 1. Les individus subordonnés peuvent très bien grandir à un taux inférieur au taux maximal à cause d'un accès limité à une ressource influençant la croissance dû à l'agressivité des dominants. Les dominants, eux, obtiennent une quantité disproportionnée de nourriture et deviennent plus grands.
- 2. Le stress physiologique induit par la présence d'un poisson dominant peut provoquer une perte d'appétit et/ou une efficacité de conversion alimentaire moins efficace chez les dominés.
- 3. Les subordonnés peuvent montrer des niveaux d'activité élevés et donc une dépense métabolique plus élevée que les dominants. Ce peut être le cas de poissons défendant des territoires où la vitesse du courant est élevée.

Suivant ces trois mécanismes, les différences de taille initiales seront amplifiées (RUZZANTE, 1994).

Parfois le comportement territorial peut conduire à une dépense métabolique plus élevée chez le poisson dominant et à une consommation plus faible. Ce fut observé chez les truites arc-en-ciel (RUZZANTE, 1994).

Deux questions se posent :

- 1. Qui sont les individus les plus agressifs ?

En général, les individus relativement grands sont agressifs; les petits y sont très peu; ce qui signifie qu'une proportion significative de la variation phénotypique du comportement agressif n'est pas due à des différences de génotype mais serait due au fait que ce sont seulement ces individus, par hasard plus grands, qui se comportent de manière agressive. Par conséquent, les individus les plus agressifs seront toujours les plus grands du groupe. Une fois que ces différences de taille sont établies, les individus les plus grands grandiront plus vite. La corrélation entre l'activité agonistique et la croissance sera positive.

- 2. Est-ce qu'un poisson plus agressif peut grandir plus rapidement qu'un poisson moins agressif, indépendamment de la taille relative ?

La réponse dépend largement des caractéristiques physiques et biologiques de l'environnement. La sélection d'individus à croissance rapide dans un environnement où la nourriture est abondante mais limitée spatialement mène à une diminution de l'intensité du comportement agressif.

Il y a peu de doute à propos de l'augmentation du niveau global d'agressivité lorsque la sélection d'individus à croissance rapide a lieu dans un environnement où la nourriture est spatialement défensible et où le comportement compétitif est récompensé par la consommation accrue de nourriture. Lorsque les ressources sont limitées, la compétition devrait favoriser les individus les plus agressifs et les plus territoriaux et induire de la tension chez les individus les moins agressifs qui manquent de nourriture.

Plusieurs études ont montré que les poissons les plus grands étaient les plus agressifs, dominaient les plus petits et grandissaient le plus rapidement. Mais ce n'est pas parce qu'ils étaient plus agressifs qu'ils grandissaient plus vite.

En conclusion, une augmentation de la concentration de nourriture dans l'espace fait que la ressource devient davantage défendable et donc intensifie la compétition favorisant le développement d'interactions. Par contre, une augmentation de la concentration de nourriture sur une échelle de temps diminue l'intensité de la compétition en diminuant le degré auquel la ressource peut être défendue avec succès (BLANCKENHORN, 1991; MILINSKI & PARKER, 1991; GRANT & KRAMER, 1992).

La sélection naturelle et artificielle d'individus à croissance élevée peut donc modifier l'intensité du comportement agressif. La direction et l'intensité de ces changements dépendra d'un ensemble de variables environnementales (par exemple, l'abondance et la distribution spatio-temporelle des ressources) et de variables biologiques (par exemple, la densité de la population) et pourra provoquer une augmentation, une diminution ou aucune variation de l'intensité de l'agressivité (RUZZANTE, 1994).

1.6.3. La distribution spatiale : différences entre poissons de pisciculture et poissons sauvages.

Il arrive que des truites communes de pisciculture choisissent des positions dans les territoires d'alimentation des truites communes sauvages. Elles utilisent ces positions avec la même précision que celle des truites sauvages. Des truites de pisciculture peuvent déplacer des poissons sauvages de leur territoire d'alimentation préféré et s'intégrer dans la hiérarchie du poisson sauvage durant de courtes périodes. Contrairement aux truites sauvages, les truites de pisciculture ne retournent pas toujours à leur site après un combat ou la chasse de nourriture (BACHMAN, 1984).

La distribution spatiale des truites fardées de pisciculture et de truites fardées sauvages est différente. Chez les truites de pisciculture, la distribution spatiale est indépendante du rang hiérarchique. Chez les truites sauvages, les dominants et les subordonnés passent significativement plus de temps dans les fosses que dans les radiers. On ne sait pas pourquoi les truites de pisciculture passent plus de temps dans les radiers. Cela pourrait être dû à un niveau plus élevé d'agressivité ou à une moindre tendance à garder une station spécifique (MESA, 1991).

1.6.4. Un inconvénient de la domestication : un faible taux de survie.

Pour MILLER (1954) & VINCENT (1960), la sélection dans les piscicultures produit des poissons domestiqués ayant des difficultés à survivre dans les rivières. Ce pourrait être dû à des facteurs environnementaux comme l'insuffisance de nourriture, la température de l'eau trop élevée, la prédation mais aussi le régime alimentaire en pisciculture et la domestication.

Par contre, il apparaît que les différences de densité de stockage des truites arc-en-ciel (de pisciculture) n'ont pas d'effet sur la survie de ces poissons.

Un taux d'agressivité élevé parmi les stocks de pisciculture peut contribuer à la mortalité par une perte du temps de nourrissage, par une dépense excessive d'énergie et par une augmentation de l'exposition aux prédateurs. JENKINS (1971 in BACHMAN, 1984) en est arrivé à la même conclusion: les patrons comportementaux des truites domestiques constituent un gaspillage énergétique et sont mal adaptés aux conditions d'un environnement naturel. Il est probable qu'elles utilisent des positions moins efficaces du point de vue énergétique. De plus, elles engagent un plus grand nombre d'interactions agonistiques que les truites communes sauvages. Le manque d'identification d'une localisation géographique et le fait de ne pas être intégré dans une structure sociale à long terme peut aussi devenir coûteux aux truites de pisciculture (BACHMAN, 1984). A cause du manque de familiarité avec de faibles densités et avec les relations hiérarchiques, les poissons de pisciculture peuvent mettre plus de temps à apprendre comment équilibrer le coût de la défense avec les bénéfices qu'ils en retirent (MESA, 1991).

Les truites communes de pisciculture se nourrissent beaucoup moins que les sauvages. Mais si on transporte des truites sauvages en pisciculture, elles se nourrissent moins fréquemment que celles de pisciculture soumises au même traitement. Cela signifie que les truites sauvages peuvent être davantage stressées par les manipulations et un nouvel environnement.

La taille est un autre facteur expliquant un faible taux de survie des truites de pisciculture en rivière. Chez ces truites stockées en rivière, on a remarqué une diminution du facteur de condition. Plus ce facteur de condition est élevé lors du stockage, plus il va diminuer rapidement en rivière (BACHMAN, 1984).

Lors du mélange de truites communes avec des saumons de fontaine, ces derniers furent infestés par un champignon *Saprolegnia* sp. et moururent quelques jours après sa détection. Seuls les saumons de fontaine furent infestés et ceci uniquement lors de la présence de truites

communes.

Une éventuelle compétitivité supérieure des organismes introduits peut être due à l'absence de prédateurs coadaptés ou de pathogènes mais aussi à une moindre exigence du point de vue de la nourriture et de l'habitat ou à une plus grande tolérance aux conditions de l'environnement (DE WALD & WILZBACH, 1992).

1.7. LES EFFETS DES REPEUPEMENTS.

1.7.1. Diversité génétique des populations domestiques.

L'existence d'une faible variabilité génétique parmi les populations d'élevage poserait un sérieux problème lors des repeuplements. GUYOMARD (1989) a donc voulu analyser le niveau de variabilité génétique des populations de pisciculture élevées en France. Les souches de pisciculture ont fait l'objet d'une analyse électrophorétique. Il apparaît clairement que ces souches sont génétiquement très peu différentes les unes des autres. Les effets évidents, à long terme, d'une utilisation de ces souches sont une réduction de la variabilité totale des populations naturelles et leur homogénéisation génétique.

GUYOMARD (1989) a également comparé les allèles de souches domestiques avec ceux de populations naturelles françaises. Il a découvert des différences alléliques importantes entre les souches domestiques et certaines populations naturelles. Les souches de pisciculture sont fixées par les allèles Ldh-5(100) et Tfn(100) que ne possède aucune population méditerranéenne non affectée par le repeuplement. Ces allèles constituent de véritables marqueurs génétiques, inaltérables et transmissibles, des souches de repeuplement. Ils permettent de suivre le devenir des sujets domestiques et surtout de savoir s'ils participent à la reproduction et de déterminer les taux d'introgression des gènes domestiques dans la population et donc de prévoir la réduction de la variabilité génétique des populations sauvages.

1.7.2. Mise en évidence de flux génétiques entre souches domestiques et populations naturelles.

Existe-t-il effectivement des flux génétiques entre populations domestiques et populations naturelles ? GUYOMARD (1989) a voulu également répondre à cette question en étudiant un échantillon d'individus prélevés dans un secteur "non repeulé" pour déterminer le type génétique de la population d'origine, d'un échantillon d'individus provenant d'un secteur repeulé proche du site vierge et de la souche domestique utilisée. Cette étude, réalisée en France, permet de tirer certaines conclusions telles que :

- Les individus de secteur repeulé occupent un domaine de variations allant des génotypes sauvages aux génotypes domestiques. Le taux d'introgession peut être estimé par le pourcentage de gènes domestiques trouvés dans l'échantillon, c'est-à-dire 50%.
- Les taux d'introgession dans les différents sites repeulés varient très largement, de 0 à 80%. Ces taux correspondent à l'effet cumulé d'introductions répétées sur une dizaine d'années, parfois plus. L'effet dû à chaque introduction annuelle est donc, en moyenne, bien plus faible et il est vraisemblable que, dans la plupart des cas, le repeuplement n'accroît pas de façon substantielle la taille des stocks naturels. Il ne semble pas y avoir de barrière reproductive contrecarrant le flux génique entre les stocks domestiques introduits et les populations en place.

Si c'est ainsi en France, il est fort probable que cela se passe également en Belgique et ailleurs.

1.7.3. Effets des repeuplements sur la biologie des populations naturelles.

On ne dispose d'aucune donnée montrant vraiment que cette introgession modifie l'expression phénotypique de caractères intervenant dans la biologie des populations (croissance, fécondité, comportement migrateur, ...). Par contre, la capacité de souches de pisciculture à "produire" des phénotypes sédentaires et migrants, dans le milieu naturel, a été clairement observée, par exemple dans les îles Kerguelen. L'introduction de souches domestiques pourrait donc être à l'origine de l'apparition ou du renforcement du comportement migrateur dans certaines

populations naturelles.

Les différences d'aptitude à la migration observées entre les fractions sédentaires et anadromes ne sont pas nécessairement de nature génétique. Le comportement migrateur pourrait être induit, par exemple, par la phase initiale d'élevage avant les déversements ou par les méthodes de repeuplement utilisées (repeuplements surdensitaires, par exemple) (GUYOMARD, 1989).

Des modifications du taux de retour et de la période de reproduction à la suite de transplantations ont été également mises en évidence chez le saumon Chum, *Onchorhynchus keta* W. (OKASAKI, 1982).

Les effets du repeuplement sur la biologie des populations naturelles restent encore l'une des questions centrales de la gestion des pêches (GUYOMARD, 1989).

1.8. LA GESTION GENETIQUE DES POPULATIONS NATURELLES.

1.8.1. Gestion à long terme : conservation de la diversité génétique.

La protection de la diversité génétique de la truite commune doit être assurée, même si les effets du repeuplement sont positifs, pour préserver le potentiel d'adaptation de l'espèce à l'évolution de l'environnement ou à de nouveaux milieux. Dans le cas de la truite commune, seules les données électrophorétiques sont disponibles. Leur utilisation pour définir les populations à préserver est justifiée si, à une plus large diversité électrophorétique, correspond une variabilité génétique moyenne plus importante. Cela semble être les cas chez les Salmonidae dont les sous-espèces morphologiques sont généralement confirmées par les études électrophorétiques.

Les données électrophorétiques permettent de définir, d'une part, les sous-unités génétiques au sein desquelles seront choisies les populations à préserver, d'autre part de ne retenir, au sein de ces sous-unités, que des populations indemnes de tout repeuplement.

Enfin ces populations doivent être conservées dans leur milieu d'origine, principe qui devrait être facilement applicable (GUYOMARD, 1989).

1.8.2. Gestion à court terme.

1.8.2.1. Effets de la pêche.

La pêche peut, en théorie, réduire la diversité d'une population, soit par dérive génétique si les prélèvements sont importants, soit par sélection si la fraction prélevée possède des caractéristiques génétiques particulières.

Si l'on considère, en outre, l'existence probable de flux géniques entre populations qui contrecarrent les effets de dérive génétique et de sélection, l'incidence de la pêche sur la diversité génétique d'une population ne peut être que réduite et réversible.

1.8.2.2. Effets des repeuplements.

L'argumentation développée pour condamner les repeuplements pratiqués avec des populations domestiques s'appuie fréquemment sur l'idée selon laquelle la différenciation géographique observée a une signification adaptative (au sens où la population locale est la mieux adaptée à son environnement). Il faut souligner qu'aucune théorie, ni observation expérimentale ne permet de soutenir, à priori, une telle affirmation. La faible efficacité des repeuplements, observée dans un certain nombre de cas, n'est pas nécessairement due à une moindre valeur sélective des souches domestiques en milieu naturel, mais peut être simplement liée aux techniques de repeuplement elles-mêmes. Dans l'immédiat, les seuls arguments que l'on est en droit d'invoquer en faveur d'un arrêt ou d'une réduction des repeuplements à partir de souches domestiques sont l'inefficacité de ceux-ci et la prudence.

Des solutions alternatives ont été imaginées mais rarement mises en oeuvre : d'une part, l'utilisation de souches locales, d'autre part, celle des "demi-sangs". Rien n'indique que ces deux stratégies donneraient de meilleurs résultats puisque ce n'est pas nécessairement la valeur génétique des souches domestiques qui est en cause.

L'utilisation de souches sauvages se heurte à de sérieux problèmes pratiques. Par exemple, on observe généralement une faible fécondité chez les femelles sauvages. Les populations sauvages sont donc beaucoup plus difficiles à élever que les souches domestiques. Ces difficultés sont dues, en très grande partie, à des facteurs génétiques (MAISSE & al., 1983; GUYOMARD

& CHEVASSUS, 1985 in BAGLINIERE, 1991).

La constitution de stocks d'élevage, destinés au repeuplement, à partir de populations naturelles risque donc d'être une voie lente et peu efficace; elle peut, en outre, s'avérer peu satisfaisante sur le plan génétique car les populations ainsi mises en élevage peuvent rapidement évoluer, par dérive génétique ou sélection, vers un type génétique indésirable si les mortalités sont élevées et les fécondités très différentes entre individus. Compte-tenu de l'intérêt que la constitution de "stocks naturels captifs" peut avoir pour le repeuplement, des techniques particulières d'élevage sont en cours d'expérimentation pour améliorer les performances de ces stocks en pisciculture.

L'introduction de "gènes sauvages" par la voie mâle, à chaque génération, pourrait être envisagée pour limiter une évolution génétique indésirable de ces nouveaux stocks mis en élevage.

Ces difficultés de production d'individus sauvages ont conduit à préconiser l'utilisation de descendance issues de fécondations de femelles domestiques ayant une fécondité élevée et de mâles sauvages apportant une certaine "rusticité". Cette stratégie du "demi-sang" ne résoud aucun des problèmes que le repeuplement peut poser. S'il existe des différences adaptatives dans le milieu naturel entre souches domestiques et autochtones en faveur de ces dernières, l'introgression par les "demi-sang" réduira la valeur adaptative de la population locale, et ce, à des vitesses pas nécessairement plus lentes qu'en cas d'introduction de sujets domestiques purs.

Il n'existe donc, en matière de repeuplement, que deux stratégies possibles : l'utilisation de souches domestiques ou celle de souches locales. Dans l'immédiat, seule la première stratégie est praticable car on ne dispose pas encore de stocks sauvages pour le repeuplement. C'est uniquement à travers l'analyse de l'évolution quantitative et qualitative des stocks naturels que peuvent être appréciées l'opportunité et l'efficacité d'un repeuplement. Il faut cependant noter que l'utilisation de stocks sauvages pour le repeuplement apporte une solution permettant de résoudre, à la fois, les problèmes de maintien d'effectifs des peuplements naturels et de conservation de leur diversité génétique (GUYOMARD, 1989).

1.8.3. Conclusion et perspectives.

Les études électrophorétiques permettent de mettre en évidence les aspects les plus importants de la différenciation génétique des populations de truite commune.

Ce sont les effets des repeuplements qui suscitent désormais les questions les plus importantes. Des expérimentations en pisciculture et milieu naturel peuvent apporter des éléments de réponse quant aux effets génétiques du repeuplement sur les caractéristiques biologiques des stocks naturels.

La première approche, réalisée en pisciculture, consiste à rechercher s'il existe des incompatibilités génétiques entre populations naturelles et souches domestiques.

La seconde voie possible associe la dynamique des populations et la génétique moléculaire qui, dans ce cas, permet d'identifier l'origine (sauvage, domestique, hybride) des individus.

Cette association de la dynamique des populations et de la génétique moléculaire offre une perspective intéressante d'aborder in situ l'une des questions centrales de la gestion des stocks naturels : l'effet génétique des repeuplements sur la biologie des populations en place (GUYOMARD, 1989).

1.9. HYPOTHESES A VERIFIER.

L'objectif de ce travail est de déceler d'éventuelles différences quant au comportement agressif, à la microrépartition et au taux de croissance chez les truites communes sauvages et les truites communes de pisciculture.

Il va donc falloir répondre à quelques questions importantes telles que :

- les truites de pisciculture ne sont-elles pas plus agressives que les truites sauvages ?
- le niveau d'agressivité ne dépend-t-il pas de variables environnementales et biologiques ?
- les truites de pisciculture ne sont-elles pas capables de déplacer des truites sauvages de leur territoire ?
- ces truites, ne mettent-elles pas plus de temps à équilibrer les coûts de la défense d'un territoire avec les bénéfices qu'elles en retirent ?
- n'occupent-elles pas des positions moins efficaces du point de vue énergétique ?
- les truites sauvages en présence de truites de pisciculture ont-elles un taux de croissance différent ?
- les truites de pisciculture ne sont-elles pas susceptibles de transmettre des maladies aux truites sauvages et vice-versa ?

CHAPITRE II

MATERIEL ET METHODES

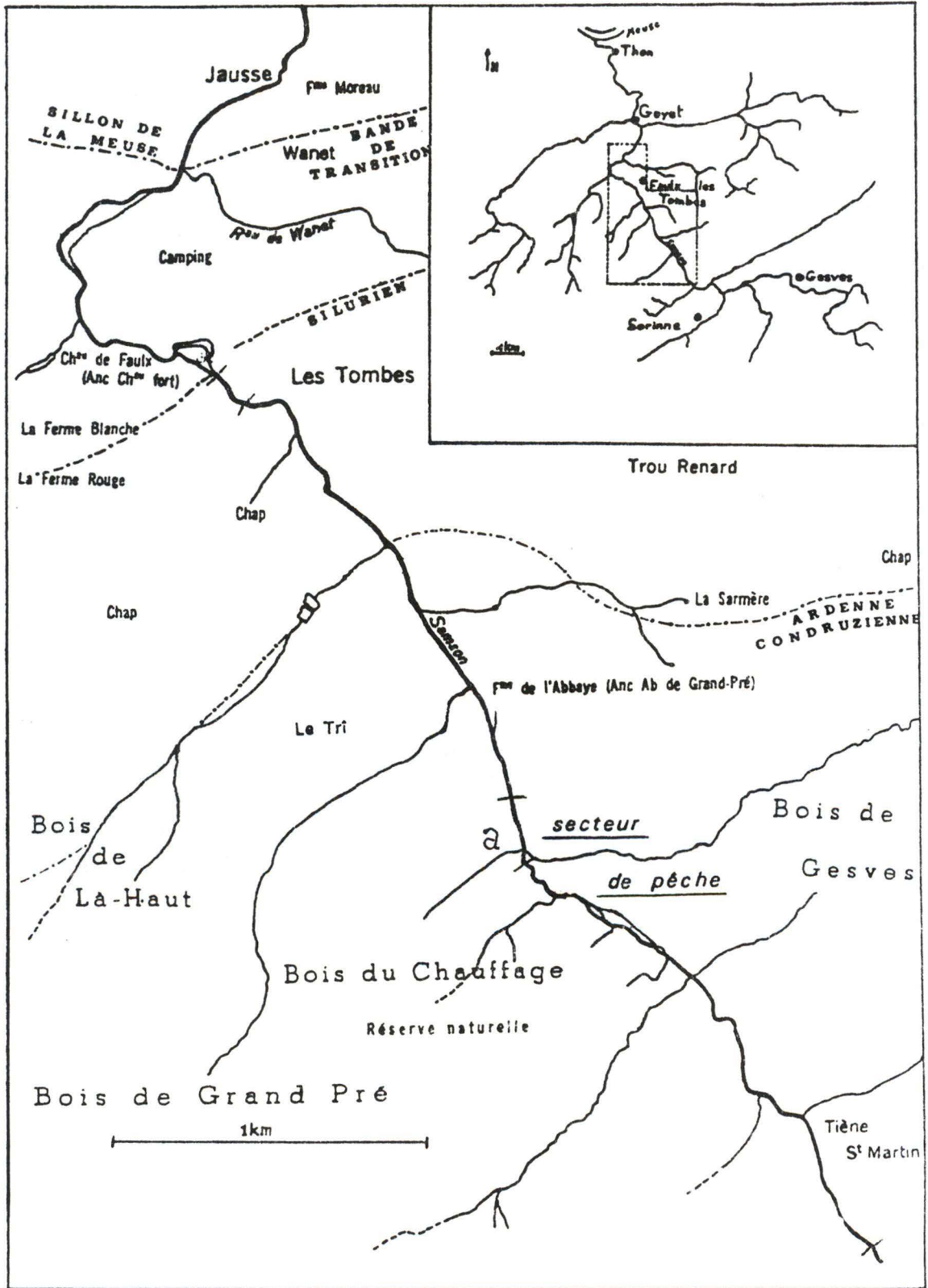


Fig. 17 : Partie moyenne du Samson avec secteur de pêche (a).

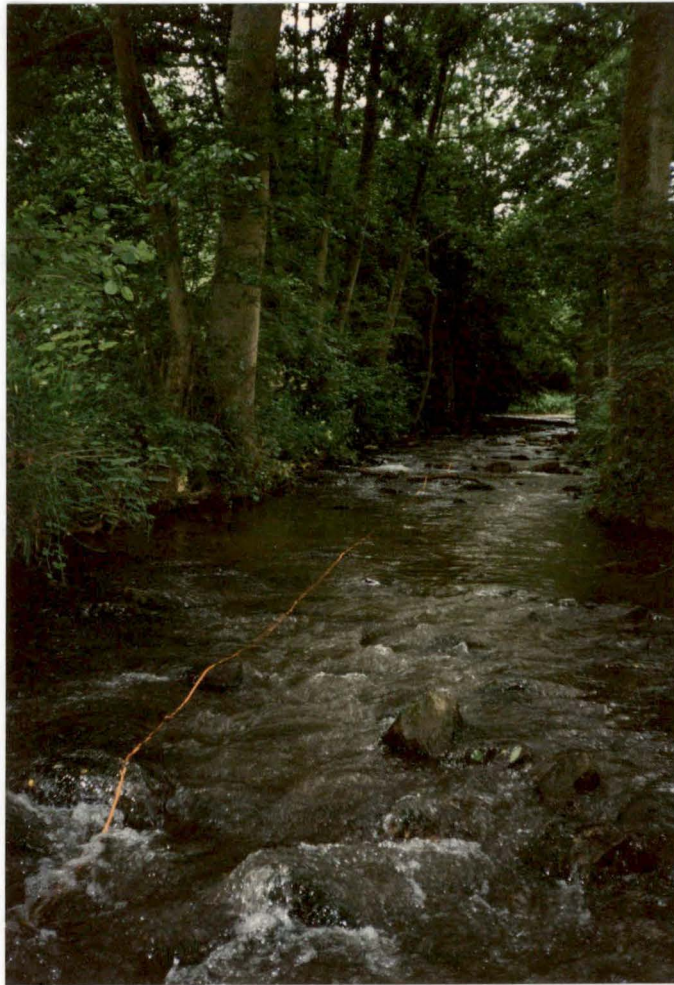


Photo 4 : Secteur de pêche sur le Samson.



Photo 5 : Equipe de pêche électrique.

2.1. DESCRIPTION DU MATERIEL UTILISE ET METHODE EXPERIMENTALE.

L'objectif de ce travail est de comparer le comportement agonistique, l'utilisation de l'habitat et le taux de croissance des truites communes sauvages et des truites communes élevées en pisciculture.

Les truites sauvages proviennent du Samson. Le Samson est une petite rivière qui prend sa source en amont de Gesves et se jette dans la Meuse à Thon-Samson après un parcours de 20,5 km. C'est une rivière calcaire dont le pH moyen est de 8,1 et où la concentration en O₂ ne descend jamais en-dessous de 9,3 mg/l. A l'endroit de pêche (en a), la rivière s'écoule sous couvert forestier (ROSILLON, 1984; MAQUET, 1983 in VASSEN, 1989) (Fig. 17 et photo 4).

Les truites sauvages sont capturées par pêche électrique. Un groupe électrogène de type DEKA fournit un courant alternatif redressé de 300 V. L'ampérage utilisé varie entre 2 et 3 A. A ce groupe électrogène sont reliées 2 électrodes : une cathode (grille métallique déposée sur le fond de la rivière) et une anode (grand manche en plastique avec à son extrémité un cerceau métallique).

L'équipe de pêche est composée de trois personnes : une maniant l'anode, une récoltant les poissons à l'aide d'une épuisette et la troisième portant un bac pour stocker les poissons capturés (Photo 5). Le courant généré pénètre dans l'organisme, excite les cellules sensibles ou motrices.

Lorsque la distance entre l'anode et le poisson est inférieure à 2 mètres, ce qui correspond à une différence de potentiel de quelques volts entre la tête et la queue du poisson, la nage est inhibée.

Quand le poisson se situe à 1 mètre de l'anode, la différence de potentiel entre la queue et la tête est d'une dizaine de volts. Le seuil d'excitation de la chaîne sensitive est atteint et par voie réflexe, la chaîne motrice est excitée. Le poisson nage alors vers l'anode : c'est la nage forcée.

Lorsque le poisson arrive à environ 10 centimètres de l'anode, la valeur du courant est plus grande et la différence de potentiel tête - queue est encore plus élevée. Le réflexe encéphalique ne fonctionne plus. Le poisson est alors sans mouvement : c'est l'anesthésie électrique totale. Le poisson devient alors facilement capturable (MICHA & RUWET, 1970).

Les truites de pisciculture me sont aimablement fournies par Mr Chaudron, un pisciculteur

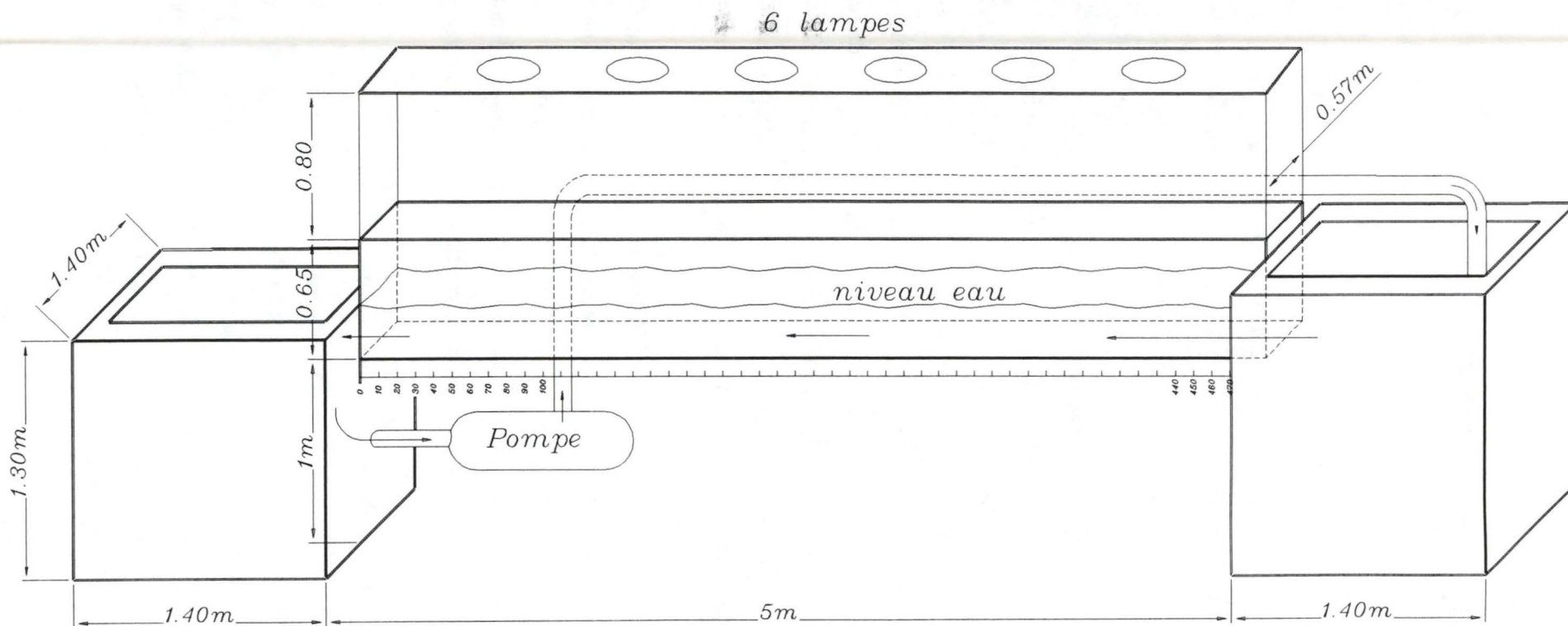


Fig. 18 : Schéma de la rivière artificielle.

d'Ermeton-sur-Biert (à environ 30 km de Namur). Son élevage de truites communes débuta en 1983. Il utilisa comme géniteurs un mélange de truites sauvages remontées de la Mollignée (affluent de la Meuse) et de truites de mer d'origine danoise.

Trois types d'expériences sont réalisées dans une rivière artificielle : il s'agit de l'observation de truites de pisciculture seules, de truites sauvages seules et des deux types de truites mélangées. Ce dernier type d'expérience constitue une simulation de repeuplement.

Pour chaque type d'expérience, trois réplicats sont réalisés. Au total, 9 expériences sont programmées. Chaque expérience s'étale sur 15 jours, excepté la dernière qui est prolongée d'une semaine afin de percevoir les effets d'une période d'adaptation plus longue des truites à leur nouveau milieu : la rivière artificielle.

Suite à ces 9 expériences, une série de mesures de vitesses du courant et de profondeurs sont réalisées dans la rivière artificielle. Cette rivière a été construite par VASSEN en 1991. Elle a été conçue de manière à respecter certaines caractéristiques de nos rivières telles que la nature du substrat et la vitesse du courant.

Son substrat est constitué de pierres recouvertes d'algues et dont le diamètre varie approximativement entre 1 et 15 centimètres. L'épaisseur du substrat varie d'un endroit à l'autre de la rivière et crée ainsi des fosses où la vitesse du courant est faible et la hauteur de la colonne d'eau est élevée ainsi que des radiers où la vitesse du courant est élevée et la hauteur de la colonne d'eau est faible.

La lumière provient de six ampoules de 100 Watts. Tout au long des expériences, les truites sont soumises à un cycle de 12 heures de lumière suivies de 12 heures d'obscurité. Une série de plastiques noirs empêche la lumière de diffuser dans la pièce d'observation; ainsi, les poissons ne voient pas l'observateur, ce qui évite de perturber leur comportement.

La rivière est constituée d'une long "aquarium" rectangulaire d'environ 5 mètres de long, 57 centimètres de large et 65 centimètres de haut, avec à ses extrémités un grillage empêchant les poissons de s'enfuir. De chaque côté de l'aquarium se trouve un grand puits. Celui de gauche contient l'eau sortant de l'aquarium et celui de droite, l'eau y pénétrant. En effet, le courant est créé par une pompe envoyant l'eau du puits de gauche dans le puits de droite dont le surplus d'eau s'écoule alors dans l'aquarium (Fig. 18).

Grâce à un thermostat, la température de l'eau est maintenue à une température constante de 16°C.

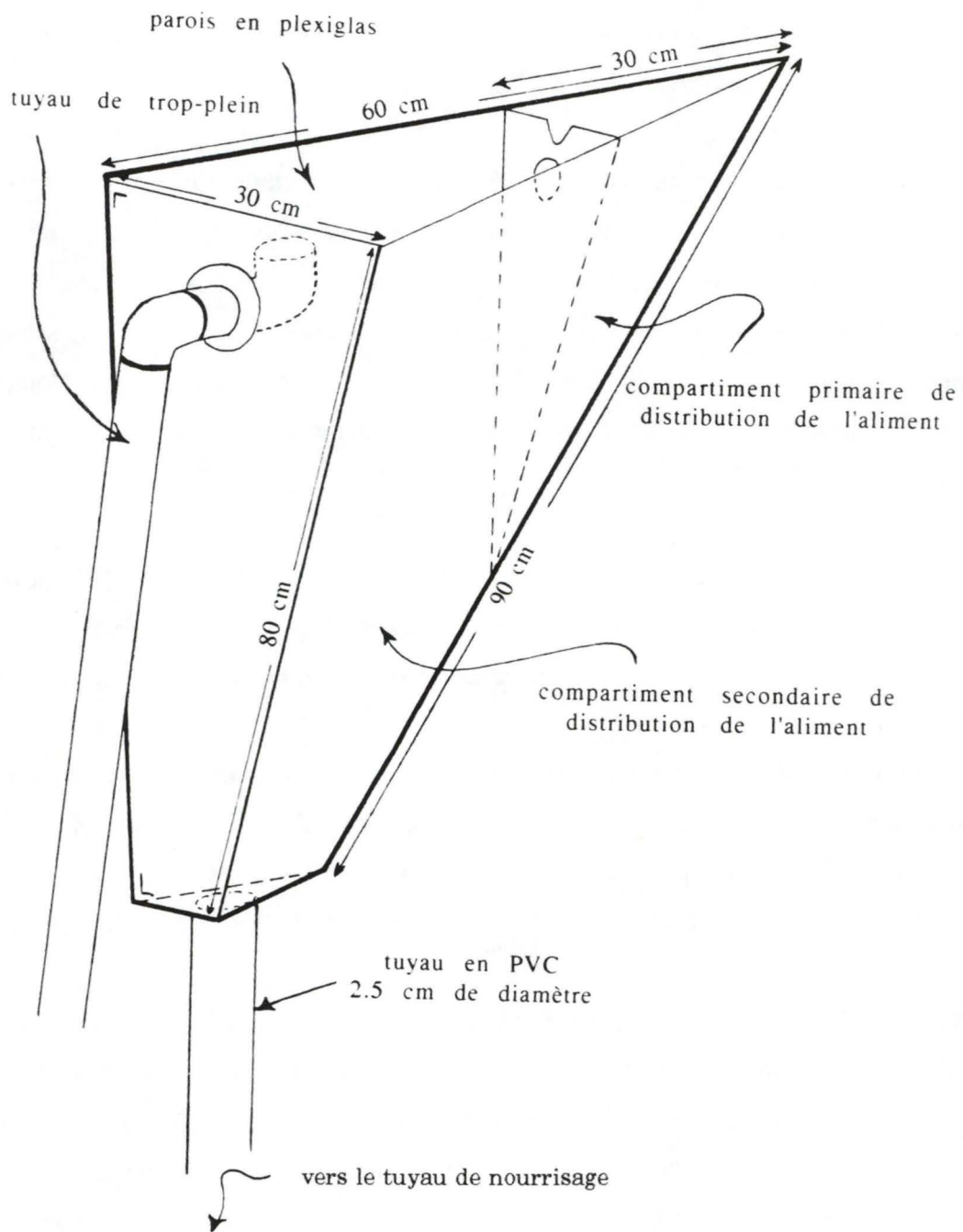


Fig. 19 : Système de nourrissage de la rivière artificielle (modifié d'après REEVES et EVEREST, 1988).

Le système de nourrissage est constitué de deux entonnoirs en plexiglas alimentés en eau par une petite pompe et contenant des oxygénateurs créant des remous pour une bonne dispersion de la nourriture : des larves de diptères Chironomidae ou vers de vase. L'eau chargée de vers de vase s'écoule directement dans l'aquarium ou passe dans un tuyau zigzaguant au niveau du substrat et percé de petits orifices. Ce système simple et peu coûteux assure une répartition et un comportement normal des poissons territoriaux (REEVES & EVEREST, 1988) (Fig. 19 et 20).

La rivière permet une observation aisée du comportement agressif et de la répartition des poissons.

2.1.1. Choix du nombre et de la taille des truites utilisées.

Pour chaque expérience, sept truites sont sélectionnées de manière à ce qu'elles aient des tailles semblables proches de 7 - 8 cm. Ce choix, quant au nombre et à la taille des truites, est lié aux dimensions de la rivière artificielle et doit être fonction de sa capacité d'accueil.

Grâce à la formule de GRANT et KRAMER (1990), connaissant la longueur à la fourche du poisson, on peut calculer la surface du territoire nécessaire au poisson.

$$S = 2,61 \cdot L - 10^{2,83}$$

S : surface du territoire (m²)

L : longueur à la fourche du poisson (cm)

Connaissant la surface de la rivière artificielle, on peut déterminer le nombre de territoires disponibles pour une taille de poisson donnée.

Exemples :

L fourche	Nombre de territoires
7 cm	11,1
7,5 cm	9,3
8 cm	7,8
8,5 cm	6,7

J'ai décidé d'utiliser 7 truites d'environ 7 - 8 cm. Ce choix vise à ne pas surcharger la

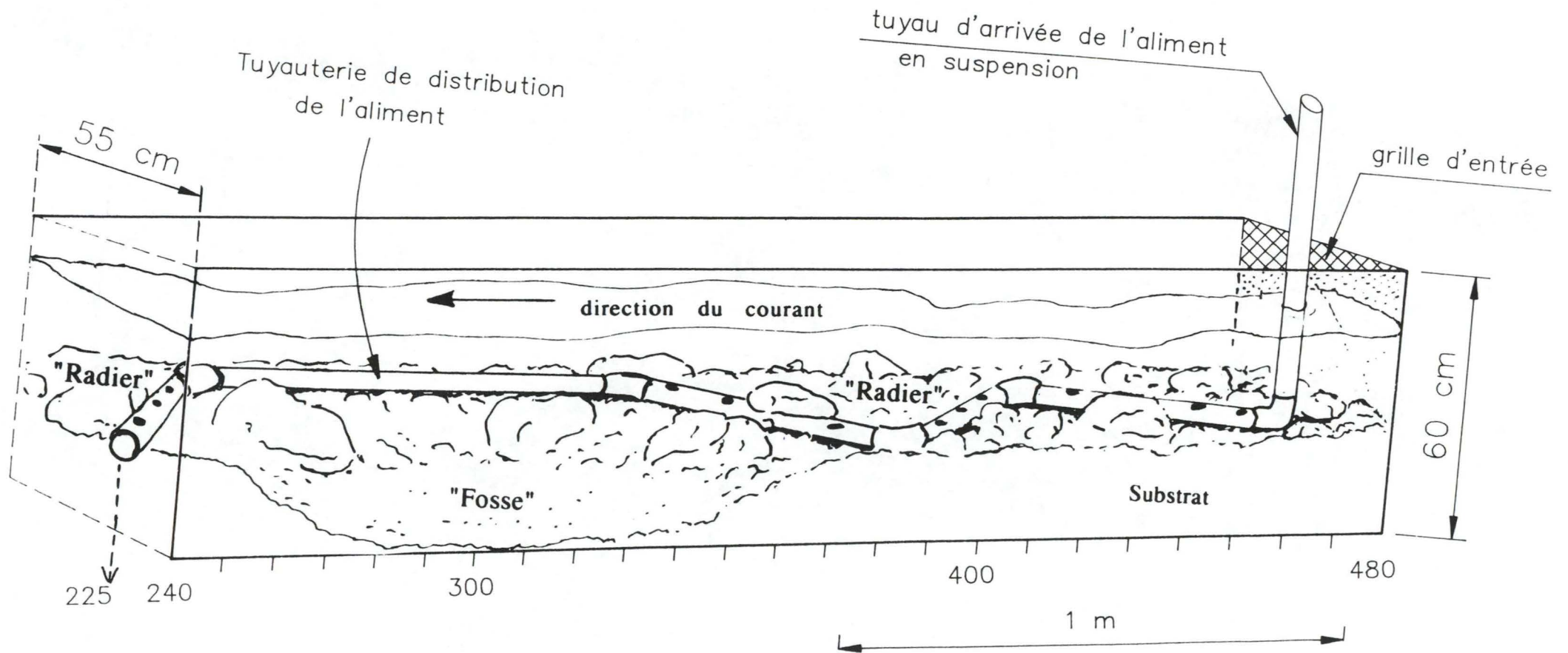


Fig. 20 : Représentation de la moitié droite de la rivière artificielle et du tuyau d'alimentation.

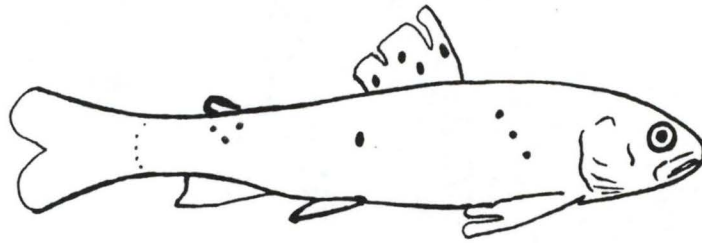


Fig. 21 : Dessin permettant la reconnaissance d'une truite.

rivière. Le but des expériences est d'observer ce qui se passe réellement dans une rivière. On choisit donc de travailler avec des densités normales proches de celles rencontrées dans la nature. Pour être certain que chaque truite puisse trouver un territoire, il vaut mieux en utiliser trop peu que trop.

2.1.2. Déroulement d'une expérience type.

Toutes les expériences débutent un vendredi (jour 1) et se terminent 15 jours plus tard, au jour 15 (3 semaines plus tard pour la dernière expérience).

Au matin du jour 1, je me procure une bonne dizaine de truites par pêche électrique dans le Samson ou à la pisciculture. Je les stocke dans un tonneau rempli d'eau jusqu'au jour 4 afin que la vidange de leur contenu intestinal se fasse.

Pendant la matinée du jour 4, chaque truite est anesthésiée au moyen de monophényléther (quelques gouttes dans environ 1/2 l d'eau), puis dessinée. Des points noirs et rouges bien particuliers sur les flancs et la nageoire dorsale ainsi que des nageoires éventuellement abimées me permettent de reconnaître et d'attribuer un numéro à chaque truite (Fig. 21). Ensuite, elles sont mesurées, pesées et photographiées (afin de compléter mes dessins). Un petit bac contenant deux miroirs inclinés permet la visualisation des deux flancs du poisson sur une seule photo.

Toutes ces manipulations sont effectuées assez rapidement mais aussi avec précaution afin d'éviter un stress trop important aux poissons.

Finalement, 7 truites de tailles semblables proches de 7 - 8 cm sont sélectionnées parmi la dizaine de truites.

Les 7 truites sont placées dans la rivière artificielle et nourries environ deux heures plus tard.

Les toutes premières observations ayant lieu durant l'après-midi du jour 4 me permettent d'apprendre à reconnaître chaque truite.

Au jour 5, j'observe uniquement le comportement agressif des truites (pendant 4 périodes de 40 minutes) car les tout premiers contacts entre truites sont fort importants. Des truites s'attaquant de manière bien nette le premier jour où elles sont mises ensemble interagissent peut-être beaucoup moins entre elles par la suite et il serait alors difficile de déterminer quelles sont les relations existant entre ces truites.

A partir du jour 6, et ce jusqu'au jour 13, deux périodes d'observation des interactions

Tabl. 2 : Horaire des observations. Les symboles A signifient : observation de l'agressivité dans la première (A1) ou deuxième (A2) partie de la rivière artificielle. Le symbole P signifie : observation de la position (microrépartition). Le symbole N représente le moment de nourrissage avec un demi bloc (N 0.5) ou un bloc entier (N 1).

	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi
9 heures	A1	P	A2	P	A1	P	A2	P	A1	P
10 heures	N0.5 - A2	N0.5 - A1	N0.5 - P	N0.5 - A2	N0.5 - P	N0.5 - A1	N0.5 - P	N0.5 - A2	N0.5 - P	N0.5 - P
13 heures 30	A2	N0.5	N0.5	N0.5	N1	N1	N1	A1	N1	P
14 heures 30	N0.5 - A1							N1 - P		N0.5 - P
17 heures		A2	P	A1	P	A2	P		P	
18 heures		N0.5 - P	N0.5 - A1	N0.5 - P	N0.5 - A2	N0.5 - P	N0.5 - A1		N0.5 - A2	
19 heures	N0.5							N0.5		

Total : 5 A1 avant N; 5 A1 après N
 5 A2 avant N; 5 A2 après N
 10 P avant N; 10P après N

agonistiques (2 x 40 minutes) et deux périodes d'observation de la microrépartition des truites (2 x 40 minutes) ont lieu. Elles se déroulent soit le matin, soit l'après-midi, après ou avant les avoir nourries, en alternant d'un jour à l'autre. Le comportement et la microrépartition doivent être observés à différents moments de la journée (en début et en fin de matinée ainsi que en début d'après-midi et en fin d'après-midi) car s'ils variaient de manière importante au cours de la journée et que les observations se faisaient toujours à un seul moment de la journée, nos observations ne seraient pas représentatives de la réalité.

Comme le comportement d'agressivité ainsi que la microrépartition évoluent au fil des jours, les périodes d'observations doivent être étalées tout au long de l'expérience.

On a choisit également d'observer l'agressivité avant et pendant le nourrissage afin de déterminer s'il influençait l'agressivité.

Au jour 14, j'observe la microrépartition des truites durant 4 périodes de 40 minutes. Ce jour-là, les truites sont beaucoup moins nourries afin que la vidange de leur contenu intestinal soit terminée au jour 15 pour pouvoir les mesurer, les peser et calculer leur taux de croissance après un séjour de 11 jours dans la rivière.

Dans la matinée du jour 15, je me procure de nouvelles truites pour l'expérience suivante et je les stocke dans un tonneau jusqu'au jour 4 de la deuxième expérience.

Les tableaux 2 et 3 reprennent l'horaire des observations effectuées au cours des expériences.

Au total, j'observe l'agressivité pendant vingt périodes de quarante minutes, avant ou après avoir nourri les truites, dans la première ou deuxième moitié de la rivière artificielle (car il est impossible d'observer le comportement des truites sur toute la longueur de la rivière). J'observe également la microrépartition des truites dans la rivière pendant vingt périodes de quarante minutes, avant ou après les avoir nourries.

La première semaine, les truites sont nourries au moyen de 3 demi-blocs de vers de vase congelés par jour. A partir du 9ème jour de l'expérience, elles reçoivent deux-demi blocs et un bloc entier par jour. (Le nourrissage fut augmenté à partir de ce jour afin de s'assurer que les truites aient un taux de croissance suffisant).

Un bloc pèse 7,6 g; les truites pèsent en moyenne 5 g. Chaque truite devrait donc recevoir environ 20% du poids de son corps en nourriture par bloc au cours d'une période d'environ 15 minutes.

Tabl. 3 : Horaire des observations de la dernière expérience (M3), prolongée d'une semaine.

Les symboles A signifient : observation de l'agressivité dans la première (A1) ou deuxième (A2) partie de la rivière artificielle. Le symbole P signifie : observation de la position (microrépartition). Le symbole N représente le moment de nourrissage avec un demi bloc (N 0.5) ou un bloc entier (N 1).

	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi
9 heures	A1	P	A2	P	A1	P	A2	P	A1	P
10 heures	N0.5 - A2	N0.5 - A1	N0.5 - P	N0.5 - A2	N0.5 - P	N0.5 - A1	N0.5 - P	N0.5 - A2	N0.5 - P	N0.5 - A1
13 heures 30	A2	N0.5	N0.5	N0.5	N1	N1	N1	A1	N1	N1
14 heures 30	N0.5 - A1							N1 - P		
17 heures		A2	P	A1	P	A2	P		P	A2
18 heures		N0.5 - P	N0.5 - A1	N0.5 - P	N0.5 - A2	N0.5 - P	N0.5 - A1		N0.5 - A2	N0.5 - P
19 heures	N0.5							N0.5		

	Vendredi	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi
9 heures	A2	P		A1	A1	P	P
10 heures	N0.5 - P	N1 - A1		N1 - P	N0.5 - P	N0.5 - A2	N0.5 - P
13 heures 30	N1			N0.5 - A2	P	N1	N0.5
14 heures 30					N1		
17 heures							
18 heures							
19 heures	N1			N1	N0.5	N0.5	

Total: 7 A1 avant N; 7 A1 après N

7 A2 avant N; 7 A2 après N

13 P avant N; 13 P après N

2.1.3. Planification des expériences.

La première expérience (P1) durant laquelle j'observe 7 truites de pisciculture est déjà mise en route le vendredi 11 février. Le 25 février, à peine terminée, elle est directement suivie de la deuxième expérience (S1) où je choisis d'observer 7 truites sauvages. A la fin de cette deuxième expérience, trois truites sauvages occupant les positions hiérarchiques les plus élevées sont sélectionnées et remises dans la rivière artificielle après les avoir pesées et mesurées. Elles font partie de la troisième expérience (M1) où je les observe en compagnie de quatre truites de pisciculture. Il s'agit d'une simulation de repeuplement. En effet, les trois truites sauvages connaissent déjà bien la rivière. Elles y possèdent déjà un territoire car elles ont déjà séjourné treize jours dans la rivière au moment où les quatre truites de pisciculture sont introduites.

Chaque type d'expérience est répété trois fois dans le même ordre :

- 1° - observation de 7 truites de pisciculture (expériences **P**),
- 2° - observation de 7 truites sauvages (expériences **S**),
- 3° - observation de deux types de truites mélangées (3 truites sauvages et 4 truites de pisciculture) (expériences **M**).

Types de truites observées et densité utilisées pour chacune des 9 expériences	
Expériences	Types de truites et densité
N°1 (P1)	. 7 truites de pisciculture.
N°2 (S1)	. 7 truites sauvages.
N°3 (M1)	. 3 truites sauvages en place et 4 truites de pisciculture nouvellement introduites.
N°4 (P2)	. 7 truites de pisciculture.
N°5 (S2)	. 7 truites sauvages.
N°6 (M2)	. 3 truites sauvages en place et 4 truites de pisciculture nouvellement introduites.
N°7 (P3)	. 7 truites de pisciculture.
N°8 (S3)	. 7 truites sauvages.
N°9 (M3)	. 3 truites sauvages en place et 4 truites de pisciculture nouvellement introduites.

Suite à ces neuf expériences, la vitesse du courant ainsi que la hauteur de la colonne d'eau ont été mesurées à différents endroits de la rivière.

La vitesse du courant a été mesurée au niveau du substrat, tous les 5 cm dans le sens de la longueur et de la largeur. La vitesse du courant tous les centimètres a été obtenue par interpolation.

Exemple :

Si on connaît la vitesse du courant à la position 150 (longueur); 1 (hauteur par rapport au substrat); 5 (largeur) et la vitesse du courant à la position 160 (L); 1 (h); 5 (l); on peut calculer la vitesse du courant à la position 151 (L); 1 (h); 5 (l)

$$V_{151;1;5} \text{ (cm/s)} = \frac{V_{150;1;5} \text{ (cm/s)} \cdot 9 + V_{160;1;5} \text{ (cm/s)} \cdot 1}{10}$$

Les mesures de la hauteur de la colonne d'eau ont été faites tous les 5 cm dans le sens de la longueur tout le long de la paroi de l'aquarium.

Par le même genre de calcul que celui utilisé pour les vitesses, on obtient la hauteur de la colonne d'eau en tout point.

Ces mesures de vitesse du courant et de profondeurs cumulées aux observations de la microrépartition des truites nous permettent de connaître quelles sont les vitesses de courant et les profondeurs préférentiellement utilisées par les truites.

2.1.4. Echantillonnage des données éthologiques.

- Observation de l'agressivité.

L'observation du comportement d'agressivité se fait sur la première ou deuxième moitié de la rivière.

Pendant 40 minutes, j'observe les combats entre truites présentes dans le secteur d'observation. Le numéro de la truite initiant le combat, le numéro de la truite se faisant attaquer, ainsi que la position du combat (suivant la longueur et la largeur) sont notés dans un tableau. Le type d'interactions effectuées par chaque truite est également décrit.

Exemple :

Attaqueur	Receveur	Position (cm)		Type d'interactions
		L	l	
1	5	150	25	F /f /P, L, m / f

La truite n° 1 exerce une parade frontale (F) suivi de la fuite de la truite n° 5 (f).

La truite n° 1 poursuit la n° 5 (P), exerce une parade latérale (L) et une menace (m) avec comme conséquence la fuite de la n° 5 (f).

- Observation de la microrépartition.

L'observation de la microrépartition s'effectue sur toute la longueur de la rivière pendant 40 minutes. Toutes les 5 minutes, je me déplace d'une extrémité à l'autre de la rivière tout en notant la position (suivant la longueur (L), la largeur (l) et par rapport au substrat (h)) de chaque truite rencontrée ainsi que sa direction (tête dirigée vers la gauche (<--)) ou vers la droite (-->)). En général, les truites font face au courant. La masse d'eau s'écoule dans la rivière de la droite vers la gauche mais à certains endroits, en général derrière des grosses pierres, le courant local est orienté en sens inverse, de la gauche vers la droite; c'est pourquoi l'orientation des truites varie d'un endroit à l'autre.

Exemple :

	Individu	Position (cm)			Direction
		L	h	l	
0 minute	1	154	2	16	<--
	4	230	2	32	-->
	5	254	2	25	-->
	7	270	3	2	-->
	3	298	2	12	<--
	2	320	3	17	<--
	6	385	2	2	-->
5 minutes	1	160	2	20	<--
	4				
	.				
	.				

2.2. TRAITEMENT DES DONNEES.

2.2.1. Etablissement de la hiérarchie.

En rassemblant les données concernant le comportement agonistique, il est possible de connaître pour chaque poisson quel est l'agressé et quel est l'agresseur. Ceci permet d'établir la position hiérarchique de chaque individu et de connaître quels sont les dominants et les dominés.

On obtient une hiérarchie linéaire de ce type :

N°1 (Dominant) > N°2 > N°3 > N°4 > N°5 ...

Remarque : le signe > signifie "est dominant par rapport à " .

Si on ne dispose pas d'assez de données pour classer une truite par rapport à une autre (il arrive parfois que certaines truites ne s'attaquent pratiquement pas lors des périodes d'observation), le classement se fait en tenant compte du poids (ou éventuellement de la taille) des individus. Le dominant sera l'individu le plus lourd (ou le plus grand) car en général, le dominant a un taux de croissance supérieur à celui du dominé.

2.2.2. Calcul des taux de croissance.

Les données de poids initial et de poids final permettent de calculer le taux de croissance pondérale des truitelles par la formule suivante :

$$\text{Taux de croissance (g/jour)} = \frac{W_2(g) - w_1(g)}{D(\text{jours})}$$

W_1 : poids initial de l'individu (g) (en début d'expérience).

W_2 : poids final de l'individu (g) (en fin d'expérience).

D : durée totale du séjour dans la rivière artificielle (jours).

Remarque : pour calculer le taux de croissance, on utilise les données de poids et non les données de taille qui sont moins précises. En effet, le poids est mesuré au mg près, tandis que la taille au demi-millimètre près. De plus, une truitelle peut grossir d'une centaine de mg (ou plus)

sans que sa taille ne change.

Ces calculs nous permettront de comparer le taux de croissance suivant la position hiérarchique des truitelles et suivant leur origine : truites sauvages ou truites élevées en pisciculture. Ils nous permettront également de savoir s'il existe une différence entre les taux de croissance des truites sauvages en allopatrie (c'est-à-dire en présence de truites sauvages) et les taux de croissance de ces mêmes truites sauvages mises en présence de truites de pisciculture (c'est-à-dire en sympatrie).

2.2.3. Le comportement agressif.

Le nombre de parades frontales et de menaces (poursuites et morsures) initiées par chaque truitelle nous permet de comparer le nombre d'interactions comportementales initiées suivant leur position hiérarchique ou suivant leur taille initiale.

A partir de ces données, le niveau d'agressivité des truites sauvages peut être comparé au niveau d'agressivité des truites de pisciculture en calculant la moyenne du nombre d'interactions (des 3 expériences) initiées par les truites sauvages et la moyenne du nombre d'interactions (des 3 expériences) initiées par les truites de pisciculture.

Une question également importante à traiter est de savoir si, lorsqu'on introduit des truites de pisciculture parmi des truites sauvages, les truites de pisciculture ne sont pas plus agressives et ne dominent pas les truites sauvages. Pour cela, on calcule la fréquence d'attaque d'une truite sauvage par une truite sauvage, d'une truite de pisciculture par une truite de pisciculture et d'une truite sauvage par une truite de pisciculture.

Afin de vérifier si les truites sauvages conservent ou non leur position hiérarchique suite à l'introduction de truites de pisciculture, il suffit de comparer les positions hiérarchiques occupées par les truites sauvages en allopatrie avec celles occupées par ces mêmes truites sauvages en sympatrie.

Le comportement agressif ayant été observé avant et pendant le nourrissage permet de tester l'influence du nourrissage sur l'agressivité des truites sauvages et des truites de pisciculture et de savoir si elles sont plus ou moins agressives lors du nourrissage.

2.2.4. La microrépartition ou l'utilisation de l'habitat.

Les mesures de vitesses du courant au niveau du substrat ainsi que les mesures de profondeurs effectuées tous les 5 cm dans le sens de la longueur et de la largeur sont utilisées afin d'estimer la vitesse du courant au niveau du substrat ainsi que la profondeur tous les cm dans le sens de la longueur et de la largeur.

En combinant ces données à celles obtenues lors des périodes d'observation de la microrépartition des truitelles, on peut estimer les profondeurs et les vitesses de courant au niveau du substrat aux endroits où chaque truitelle a été observée. Suite à cela, on calcule la moyenne des vitesses de courant au niveau du substrat et la moyenne des profondeurs auxquelles on a rencontré chaque truitelle.

Ces calculs furent réalisés sur ordinateur grâce au logiciel EXCEL (version 4.0) suite à un travail de longue haleine consistant à encoder les données de microrépartition de chaque truitelle pour chacune des 9 expériences ainsi que les mesures de vitesses du courant au niveau du substrat et de profondeurs effectuées tous les 5 cm.

A partir de ces résultats, on connaîtra les profondeurs et les vitesses de courant au niveau du substrat aux endroits où les truites sauvages et les truites de pisciculture, dominantes ou dominées se positionnent.

On pourra ainsi comparer l'utilisation de l'habitat par les truites sauvages lorsqu'elles sont en allopatrie ou en sympatrie.

De plus, la relation existant entre différents facteurs tels que profondeur et vitesse du courant, taux de croissance et vitesse du courant ainsi que taux de croissance et profondeur peut être caractérisée par le calcul des coefficients de corrélation entre ces différents facteurs.

Différents tests statistiques seront également réalisés afin de compléter l'interprétation des résultats et de tirer des conclusions.

CHAPITRE III

RESULTATS

Tabl. 4 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience.

Expérience n°8 (Truites sauvages) S3

(Durée de l'expérience: 11 jours)

Positions hiérarchiques: n°2 (dominant) > n°1 > n°7 > n°5 > n°6 > n°4 > n°3

Truites	Longueur initiale (cm)	Poids initial (g)	Longueur finale (cm)	Poids final (g)
n°2	7.10	3.84	7.20	3.957
n°1	7.10	3.512	7.30	4.286
n°7	6.60	2.932	6.70	3.346
n°5	6.60	2.926	6.60	3.129
n°6	6.50	2.543	6.50	2.643
n°4	6.60	3.028	6.60	3.034
n°3	7.10	3.482	7.10	3.782
Moyennes:	L = 6,80	P = 3,180	L = 6,90	P = 3,454

Tabl. 5 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience.

Expérience n°9 (Truites sauvages et truites de pisciculture) M3

(Durée de l'expérience: 11 jours)

Positions hiérarchiques:

n°1 (dominant)(S) > n°2(S) > n°6(P) > n°4(P) > n°7(S) > n°3(P) > n°5(P)

Truites	Longueur initiale (cm)	Poids initial (g)	Longueur finale (cm)	Poids final (g)
n°1 (S)	7.30	4.286	8.00	6.358
n°2 (S)	7.20	3.957	7.30	5.010
n°6 (P)	7.60	4.635	7.90	5.838
n°4 (P)	7.50	4.458	7.70	5.484
n°7 (S)	6.70	3.346	6.90	4.186
n°3 (P)	7.10	3.860	7.20	3.984
n°5 (P)	6.60	3.277	6.70	3.355
Moyennes:	L = 7,10	P = 3,974	L = 7,40	P = 4,888

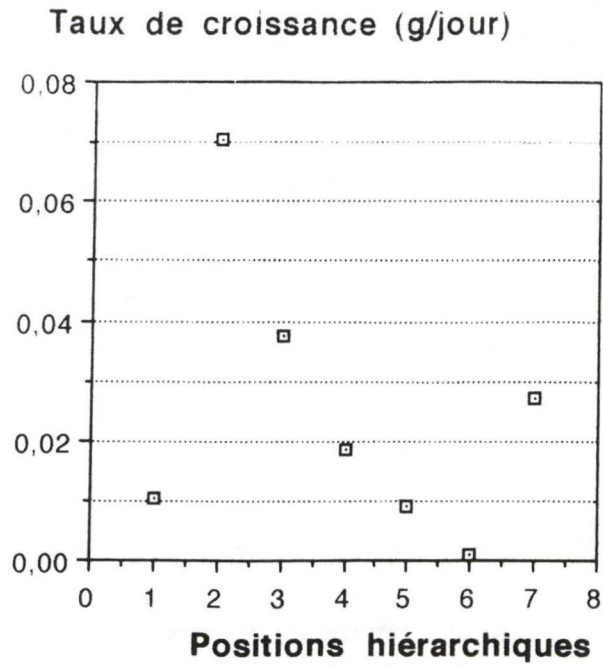


Fig. 22 : Taux de croissance pondérale (g/jour) de truites sauvages seules en fonction de leur position hiérarchique. Expérience S3.

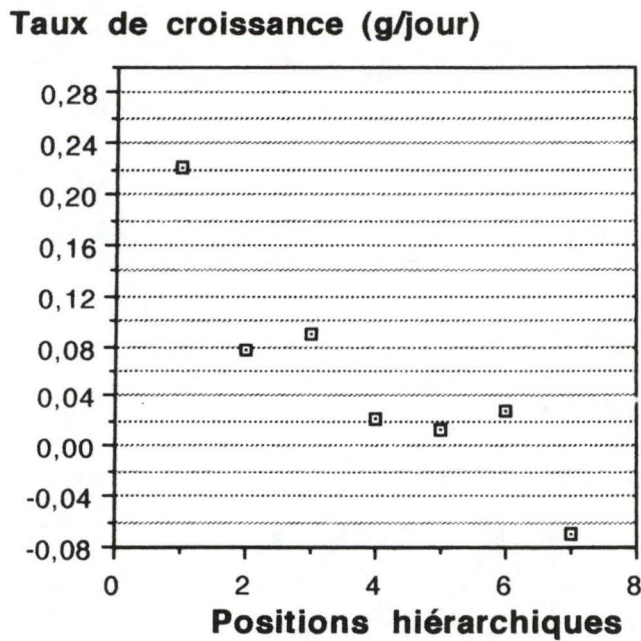


Fig. 23 : Taux de croissance pondérale (g/j) de truites de pisciculture seules en fonction de leur position hiérarchique. Expérience P 2.

3.1. ETABLISSEMENT DE LA HIERARCHIE ET TAUX DE CROISSANCE.

3.1.1. Taux de croissance et hiérarchie.

En examinant les données concernant la hiérarchie et celles de longueurs et de poids des truites ayant des tailles relativement semblables, on remarque que la taille initiale du poisson intervient très peu dans l'établissement de la hiérarchie.

Dans l'expérience S3 (truites sauvages), la truite N°3 mesure 7,1 cm et est malgré tout dominée par la truite N°6 qui mesure 6,5 cm au départ. Chez les truites sauvages comme chez les truites de pisciculture, il faut apparemment une différence de taille d'au moins 7 mm pour que la taille initiale intervienne dans la hiérarchie. A partir d'une telle différence de taille, ce sera la truitelle la plus grande qui sera dominante (Tabl. 4).

C'est seulement en cours d'expérience que les dominants deviennent les plus grands. Les individus les plus agressifs défendent les meilleurs territoires (nécessitant une moindre dépense d'énergie et offrant de la nourriture en quantité). Ils auront donc les meilleurs taux de croissance.

Notons tout de même qu'il arrive souvent que le taux de croissance pondérale de la truite occupant la position hiérarchique N°1 (truite dominante) soit inférieur à celui de la truite occupant la position hiérarchique N°2. La truite dominante est nettement plus agressive et dépense donc beaucoup plus d'énergie que celle occupant la position hiérarchique N°2. De plus, cette dépense d'énergie ne serait pas compensée par l'apport de nourriture ou la conduite de nourrissage ou l'utilisation de l'habitat; ce qui expliquerait un taux de croissance inférieur de la truite dominante. Mais en général, un poisson qui occupe une position hiérarchique supérieure à celle d'un autre poisson aura le taux de croissance le plus élevé (Fig. 22 et 23).

Chez les truites sauvages ainsi que chez les truites de pisciculture, le test statistique N°1 (ANOVA 1) fut effectué afin de montrer si les moyennes (sur les 3 expériences) des taux de croissance pondérale des truites occupant des positions hiérarchiques différentes étaient significativement différentes. Dans les deux cas, on accepta l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes et donc il fut impossible de montrer une différence entre les moyennes des taux de croissance de truites occupant des positions hiérarchiques différentes. Ceci est certainement dû à l'importance des écarts-types obtenus (Annexe 1).

Taux de croissance (g/jour)

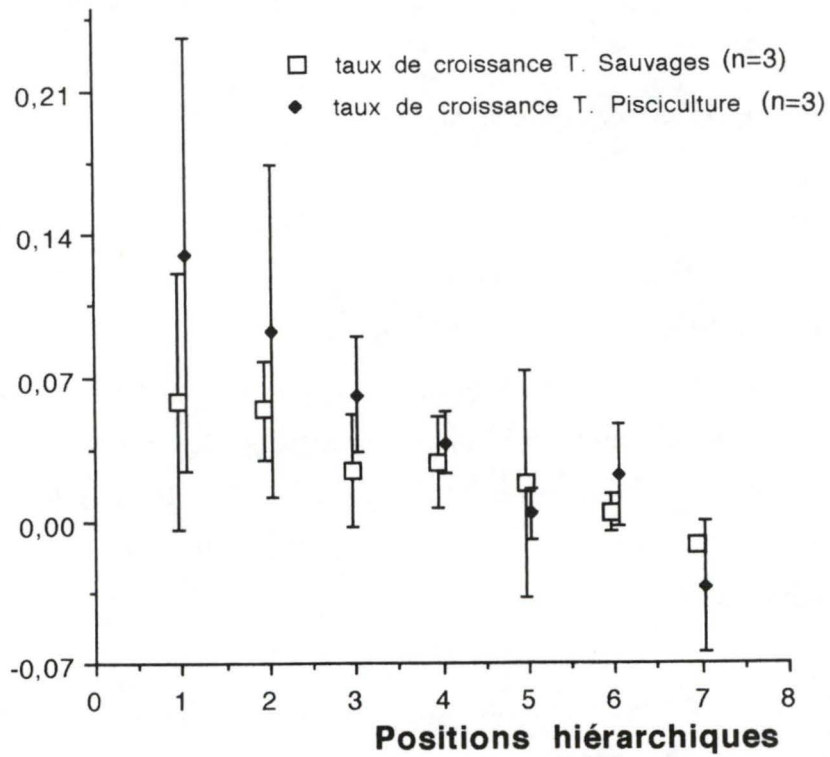


Fig. 24 : Comparaison des taux de croissance pondérale (g/jour) chez les truites sauvages seules et les truites de pisciculture seules en fonction de leur position hiérarchique. Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes) et S1 - S2 - S3 (moyennes). (n = 3).

Tabl. 6 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience.

Expérience n°5 (Truites sauvages) S2

(Durée de l'expérience: 11 jours)

Positions hiérarchiques: n°3 (dominant) > n°4 > n°6 > n°1 > n°5 > n°2 > n°7

Truites	Longueur initiale (cm)	Poids initial (g)	Longueur finale (cm)	Poids final (g)
n°3	8.00	4.979	8.10	5.369
n°4	7.90	4.644	8.00	4.829
n°6	7.60	4.247	7.60	4.173
n°1	7.70	4.624	7.80	4.760
n°5	7.90	4.811	7.90	4.450
n°2	8.10	5.048	8.20	5.016
n°7	7.50	4.217	7.50	4.093
Moyennes:	L = 7,80	P = 4,653	L = 7,90	P = 4,670

Tabl. 7 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience.

Expérience n°6 (Truites sauvages et truites de pisciculture) M2

(Durée de l'expérience: 11 jours)

Positions hiérarchiques: n°3 (dominant)(S) > n°4(S) > n°5(P) > n°6(P) > n°7(P) > n°1(P)

Truites	Longueur initiale (cm)	Poids initial (g)	Longueur finale (cm)	Poids final (g)
n°3 (S)	8.10	5.369	8.30	5.938
n°4 (S)	8.00	4.929	8.40	5.962
n°5 (P)	8.20	5.631	8.40	6.363
n°6 (P)	8.20	5.876	8.20	5.775
n°7 (P)	8.00	5.888	8.10	5.785
n°1 (P)	7.80	5.442	7.90	5.128
Moyennes:	L = 8,10	P = 5,523	L = 8,20	P = 5,825

Taux de croissance (g/jour)

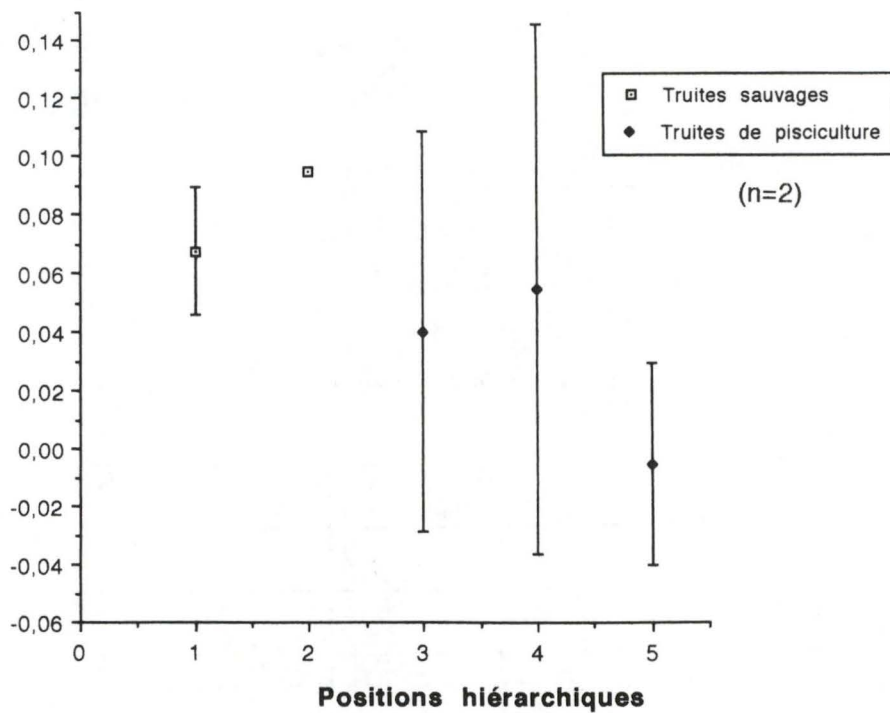


Fig. 25 : Taux de croissance pondérale (g/jour) de truites sauvages et de truites de pisciculture suivant leur position hiérarchique lors des mélanges. Expériences M1 et M2 (moyennes) (n = 2).

Taux de croissance (g/jour)

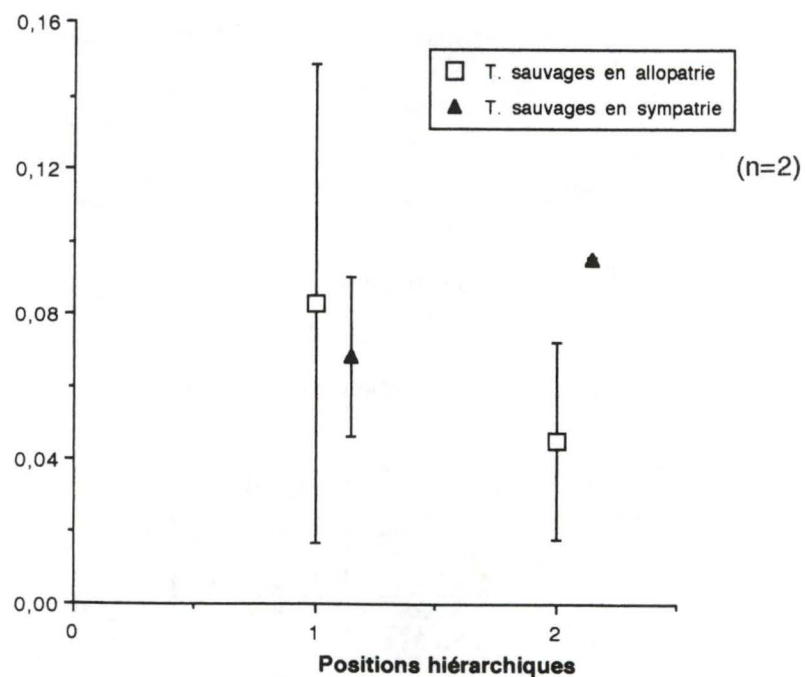


Fig. 26 : Comparaison des taux de croissance pondérale (g/jour) des truites sauvages en allopatrie et en sympatrie suivant leur position hiérarchique. Expériences S1 - S2 (moyennes) et M1 - M2 (moyennes) (n = 2).

3.1.2. Comparaison des taux de croissance chez les truites sauvages et les truites de pisciculture.

En comparant le taux de croissance pondérale (moyennes sur les 3 expériences) des truites sauvages avec celui des truites de pisciculture, on s'aperçoit que le taux de croissance des 4 premières (dans la position hiérarchique) truites de pisciculture est supérieur à celui des 4 premières truites sauvages. De plus, le taux de croissance des truites de pisciculture diminue beaucoup plus rapidement suivant la hiérarchie que celui des truites sauvages.

On constate également que les écart-types des taux de croissance des truites de pisciculture sont assez élevés (Fig. 24).

Dans le but de vérifier si les truites de pisciculture ont un taux de croissance pondérale supérieur à celui des truites sauvages, le test statistique N°2 (ANOVA 2) fut réalisé. L'hypothèse nulle d'égalité des taux de croissance fut acceptée et donc, il fut impossible de montrer une différence entre le taux de croissance des truites de pisciculture et celui des truites sauvages. On peut conclure qu'en réalité il n'existe pas de différence entre ces taux de croissance ou que la mesure du taux de croissance n'est pas assez précise que pour montrer une différence (Annexe 1).

3.1.3. Effets de l'introduction de truites de pisciculture.

Lorsque les truites de pisciculture sont mises en présence de truites sauvages, ces dernières connaissent déjà bien la rivière artificielle. Elles y possèdent déjà un territoire et ont un net avantage sur les truites de pisciculture qu'elles dominent la plupart du temps. La truite sauvage, propriétaire d'un territoire, gagne les combats contre les truites de pisciculture même si la truite sauvage est plus petite. En comparant la hiérarchie des truites sauvages en allopatrie avec celle des mêmes truites sauvages en sympatrie, on s'aperçoit que dans la plupart des cas, les truites sauvages conservent leur position hiérarchique excepté si les truites de pisciculture ont une taille nettement supérieure (d'au moins 8 mm).

En comparant les tableaux 4 et 5, on constate que la truite sauvage N°7 ne conserve pas sa position hiérarchique. En effet, elle est beaucoup plus petite que les truites de pisciculture N°6 et 4.

En comparant les tableaux 6 et 7, on constate que les truites sauvages N°3 et 4 conservent leur position hiérarchique.

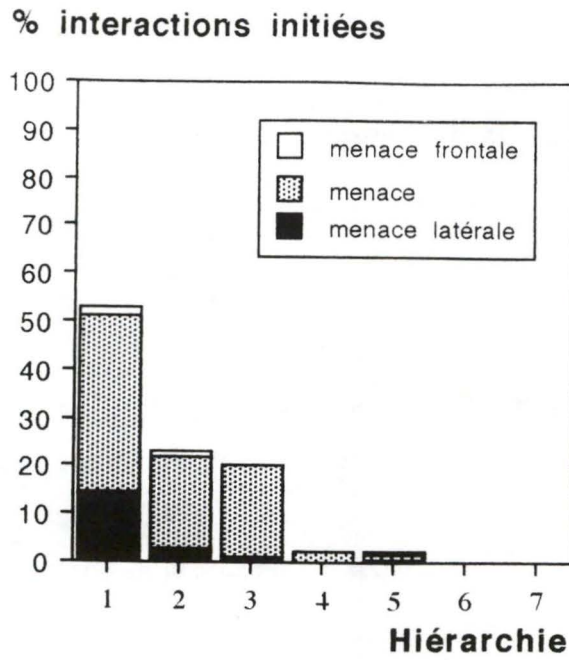


Fig. 27 : Pourcentage d'interactions comportementales initiées par des truites de pisciculture suivant leur position hiérarchique. Expérience P2.

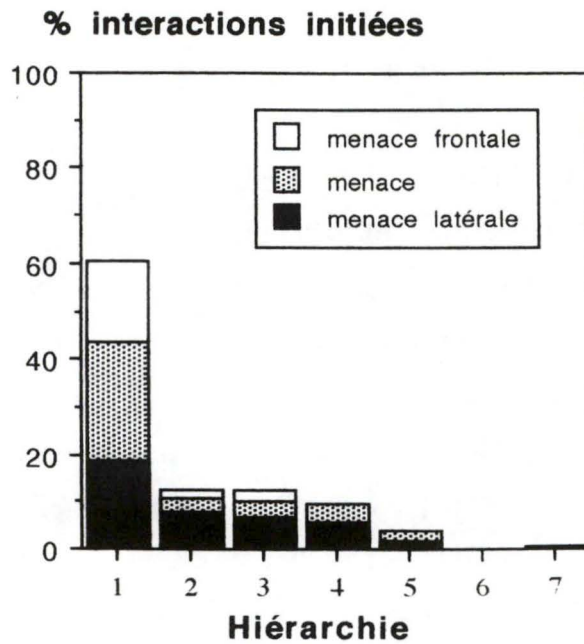


Fig. 28 : Pourcentage d'interactions comportementales initiées par des truites sauvages suivant leur position hiérarchique. Expérience S1.

Lorsqu'on compare les moyennes des taux de croissance pondérale des truites des expériences M1 et M2 (truites sauvages et truites de pisciculture mélangées) en fonction de leur position hiérarchique, on s'aperçoit que les deux truites sauvages dominantes ont un taux de croissance supérieur à celui des truites de pisciculture occupant des positions hiérarchiques inférieures (Fig. 25). On a vérifié si les taux de croissance des deux truites sauvages dominantes étaient significativement différents de ceux des truites de pisciculture par le test statistique N°2 (ANOVA 2). L'hypothèse nulle d'égalité des moyennes des taux de croissance fut acceptée. On n'a pas pu montrer de différence de taux de croissance entre ces truites sauvages et ces truites de pisciculture. C'est aussi probablement dû aux écarts-types élevés (Annexe 1).

Pour comparer le taux de croissance des truites sauvages en allopatrie avec celui des mêmes truites sauvages en sympatrie, on utilise les données des expériences S1 et S2 pour les truites sauvages en allopatrie ainsi que les données des expériences M1 et M2 pour les truites sauvages en sympatrie (Fig. 26).

Dans l'expérience M2, il n'y a que deux truites sauvages; on ne pourra comparer le taux de croissance que de 2 truites, celles occupant les 2 premières positions hiérarchiques.

Pour la première position hiérarchique, c'est la truitelle sauvage en allopatrie qui a le taux de croissance le plus élevé mais l'écart-type est énorme. Pour la deuxième position hiérarchique, c'est le contraire : c'est la truitelle sauvage en sympatrie qui a le taux de croissance le plus élevé. On ne peut donc pas tirer de conclusion de cette comparaison. En effet, par le test statistique N°3 (comparaison de moyennes), on n'a pas pu montrer de différence au niveau du taux de croissance entre truites sauvages en allopatrie et truites sauvages en sympatrie (Annexe 1).

3.2. LE COMPORTEMENT AGRESSIF.

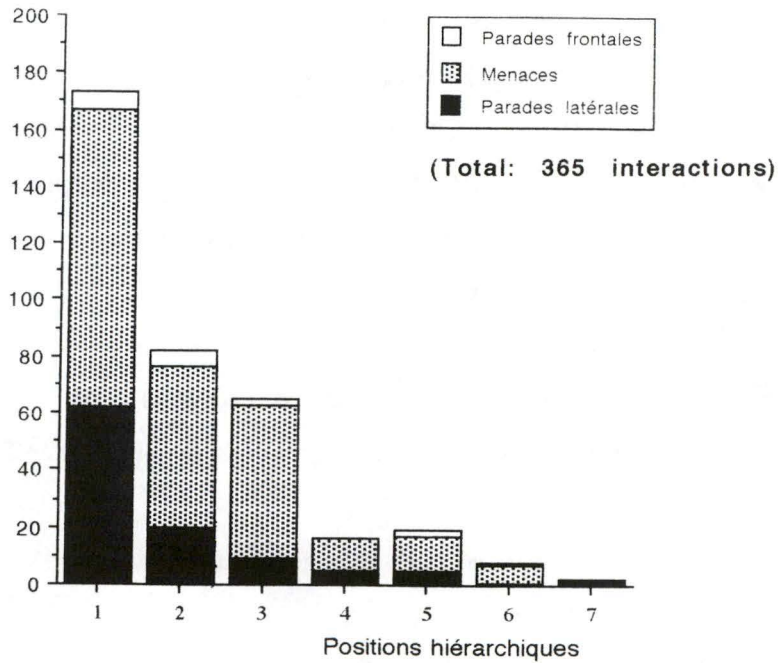
3.2.1. Comportement agressif et hiérarchie.

Pour chaque expérience, on peut calculer et représenter le nombre d'interactions initiées par chaque truite suivant sa position hiérarchique. On remarque clairement que c'est la truite dominante qui initie le plus d'interactions comportementales et que le nombre d'interactions initiées diminue progressivement du dominant vers les dominés (Fig. 27 et 28).

truites de pisciculture

(Moyennes: expériences P1-P2-P3)

Nombre d'interactions initiées (Moyennes)



truites sauvages

(Moyennes: expériences S1-S2-S3)

Nombre d'interactions initiées (Moyennes)

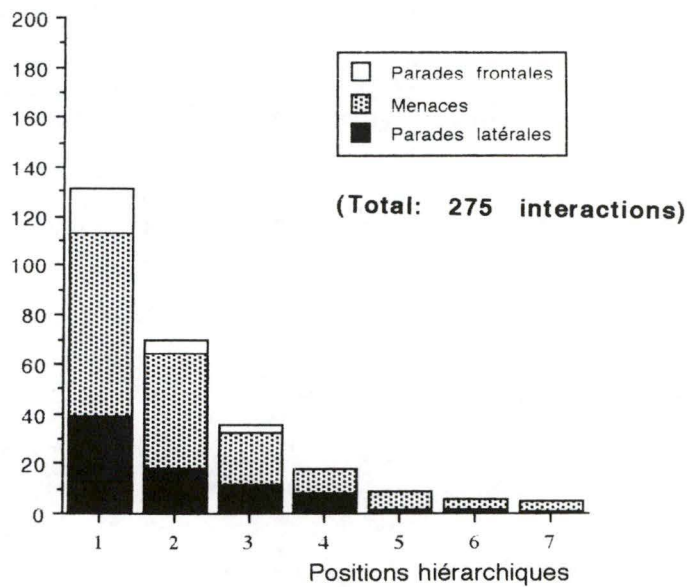


Fig. 29 : Comparaison du nombre d'interactions comportementales initiées par les truites de pisciculture seules (total : 365 interactions) et les truites sauvages seules (total : 275 interactions). Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes) et S1 - S2 - S3 (moyennes).

Tabl. 8 : Quantité d'interactions comportementales (moyennes) initiées par les truites de pisciculture. (Expériences P1-P2-P3)

Classement hiérarchique

Truites	Parades latérales	Menaces	Parades frontales	Total/truite
1ère truite	62	105	6	173
2ème truite	20	56	6	82
3ème truite	9	54	2	65
4ème truite	5	11	0	16
5ème truite	5	12	2	19
6ème truite	1	6	1	8
7ème truite	2	0	0	2

Total: 365 interactions

Tabl. 9 : Quantité d'interactions comportementales (moyennes) initiées par les truites sauvages. (Expériences S1-S2-S3)

Classement hiérarchique

Truites	Parades latérales	Menaces	Parades frontales	Total/truite
1ère truite	39	74	18	131
2ème truite	18	46	6	70
3ème truite	11	21	4	36
4ème truite	8	10	0	18
5ème truite	2	7	0	9
6ème truite	2	4	0	6
7ème truite	1	4	0	5

Total: 275 interactions

Nombre d'interactions initiées

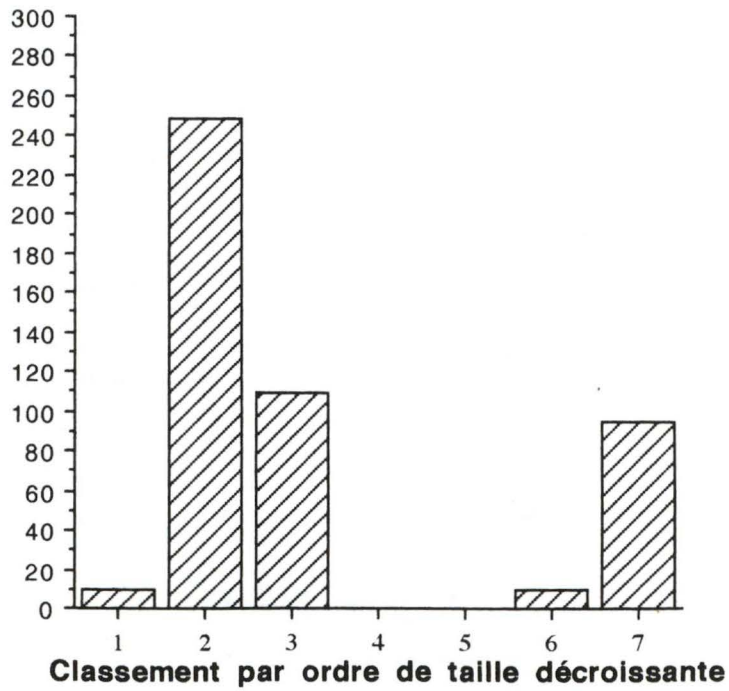


Fig. 30 : Nombre d'interactions comportementales initiées par les truites de pisciculture suivant leur taille initiale. Expérience P2.

Nombre d'interactions initiées

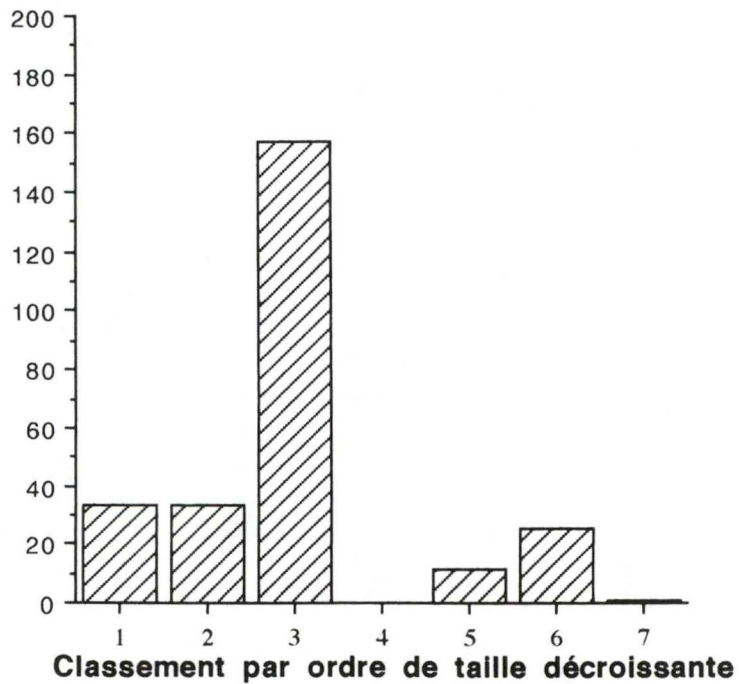


Fig. 31 : Nombre d'interactions comportementales initiées par les truites sauvages suivant leur taille initiale. Expérience S1.

Chez les truites sauvages comme chez les truites de pisciculture, en calculant les moyennes des interactions initiées lors des trois expériences (S1, S2, S3 et P1, P2 et P3), on remarque que ce sont surtout les trois poissons dominants (ceux occupant les positions hiérarchiques N°1, 2 et 3) qui sont agressifs. Les poissons les plus dominés (ceux occupant les positions hiérarchiques N°6 et 7) n'exercent quasiment pas d'interaction. Trois types d'interactions comportementales ont été comptabilisées : les menaces (morsures ou poursuites), les parades latérales et les parades frontales. Les interactions les plus fréquemment observées chez les truites sauvages et les truites de pisciculture sont les menaces; ensuite viennent les parades latérales; puis les parades frontales qui disparaissent chez les dominés (Fig. 29 et Tabl. 8 et 9).

Chez les truites sauvages : la truite N°1 (position hiérarchique) est presque deux fois plus agressive que la truite N°2. La truite N°2 est deux fois plus agressive que la truite N°3. Les truites N°5, 6 et 7 ont plus ou moins le même niveau d'agressivité. Les truites N°6 et 7 ne sont quasiment pas agressives.

Chez les truites de pisciculture : la truite N°1 est deux fois plus agressive que la truite N°2. La différence entre la truite N°2 et la truite N°3 est moins importante. La truite N°3 est quatre fois plus agressive que la truite N°4. Les truites N°4, 5 et 6 ont plus ou moins le même niveau d'agressivité. La truite N°7 n'est quasiment pas agressive.

3.2.2. Comparaison de l'agressivité chez les truites sauvages et les truites de pisciculture seules.

Si on calcule la moyenne des nombres totaux d'interactions initiées par les truites sauvages lors des trois expériences, on obtient : 275 interactions. Par contre, chez les truites de pisciculture, on obtient un nombre d'interactions nettement supérieur, égale à 365 interactions (Fig. 29). Les truites de pisciculture sont donc plus agressives entre elles que les truites sauvages; ce qui fut vérifié par le test statistique N°4 (test d'ajustement à une loi théorique) (Annexe 1).

Etant donné que la hiérarchie n'est pas basée ici sur la taille initiale des truites, si on représente le nombre d'interactions initiées suivant leur taille initiale, on se rend rapidement compte qu'il n'existe pas de corrélation entre ces deux facteurs (Fig. 30 et 31).

Tabl.10 : Données de longueur et de poids des truites.
en début et en fin d'expérience.

Expérience n°2 (Truites sauvages) S1

(Durée de l'expérience: 11 jours)

Positions hiérarchiques: n°5 (dominant) > n°2 > n°7 > n°3 > n°4 > n°1 > n°6

Truites	Longueur initiale (cm)	Poids initial (g)	Longueur finale (cm)	Poids final (g)
n°5	7.10	3.485	7.60	4.901
n°2	7.60	4.154	7.80	4.861
n°7	7.50	3.781	7.70	4.250
n°3	6.90	2.948	7.10	3.533
n°4	7.00	3.347	7.30	4.192
n°1	7.10	3.259	7.15	3.412
n°6	6.40	2.656	6.40	2.090
Moyennes:	L = 7,00	P = 3,376	L = 7,30	P = 3,972

Tabl. 11 : Données de longueur et de poids des truites.
en début et en fin d'expérience.

Expérience n°3 (Truites sauvages et truites de pisciculture) M1

(Durée de l'expérience: 11 jours)

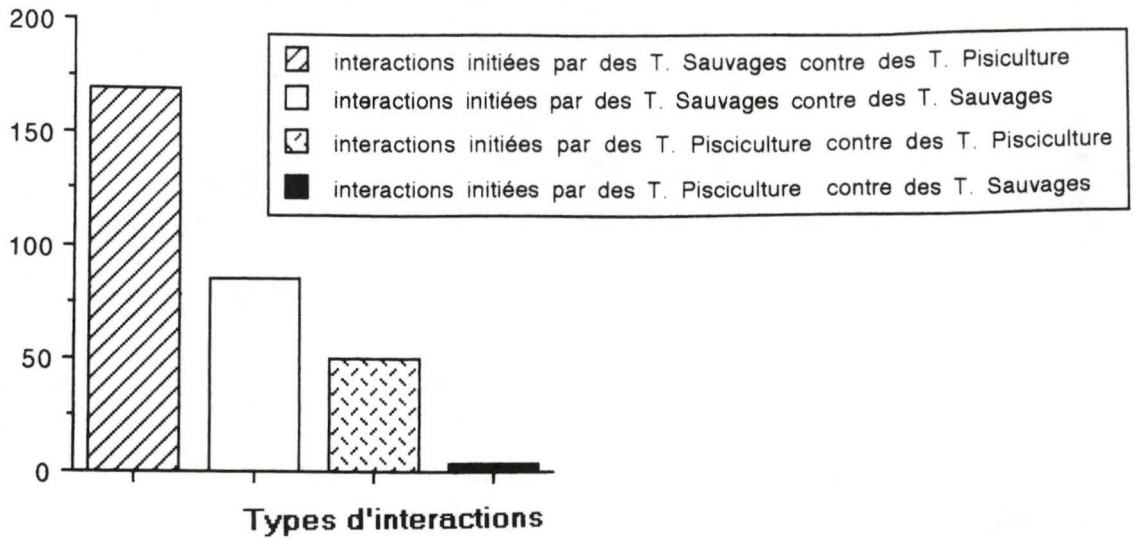
Positions hiérarchiques:

n°5 (dominant)(S) > n°7(S) > n°2(S) > n°4(P) > n°6(P) > n°3(P) > n°1(P)

Truites	Longueur initiale (cm)	Poids initial (g)	Longueur finale (cm)	Poids final (g)
n°5 (S)	7.60	4.901	8.20	5.816
n°7 (S)	7.70	4.250	8.10	5.300
n°2 (S)	7.80	4.861	8.00	5.158
n°4 (P)	7.80	5.034	8.10	6.013
n°6 (P)	7.80	5.139	8.20	6.452
n°3 (P)	7.60	4.532	7.80	4.752
n°1 (P)	7.60	5.099	7.60	4.473
Moyennes:	L = 7,70	P = 4,831	L = 8,00	P = 5,423

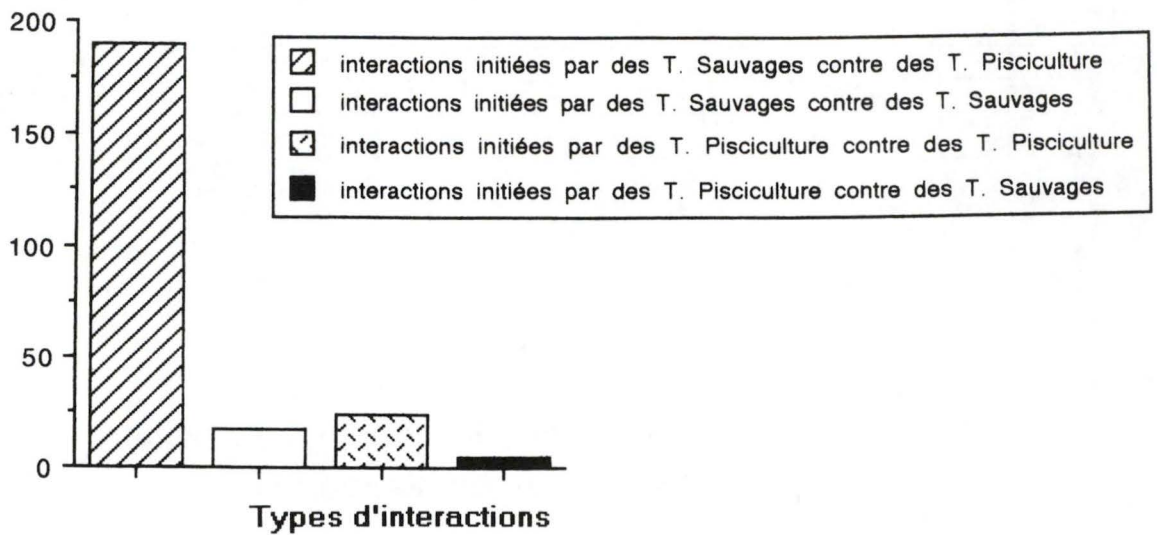
Nombre d'interactions initiées

Expérience M1



Nombre d'interactions initiées

Expérience M2



Nombre d'interactions initiées

Expérience M3

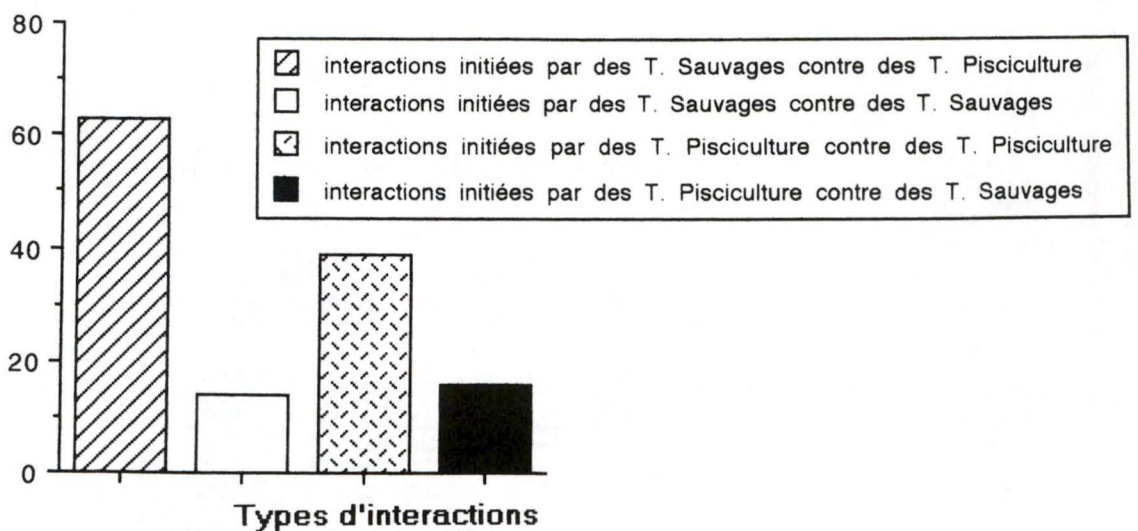


Fig. 32 : Interactions comportementales initiées par des truites sauvages ou des truites de pisciculture lors du mélange des deux types de truites. Expériences M1 - M2 - M3.

3.2.3. Effets du mélange des truites de pisciculture avec les truites sauvages sur l'agressivité.

En récoltant les données concernant l'agressivité pour chaque expérience où truites sauvages et truites de pisciculture sont mélangées (expériences M1, M2 et M3), on peut calculer le nombre de combats initiés par une truite sauvage contre une truite sauvage, le nombre de combats initiés par une truite sauvage contre une truite de pisciculture, le nombre de combats initiés par une truite de pisciculture contre une truite de pisciculture et le nombre de combats initiés par une truite de pisciculture contre une truite sauvage. On constate facilement que les truites sauvages attaquent préférentiellement les truites de pisciculture. Les truites sauvages s'attaquent beaucoup moins entre elles parce qu'elles ont déjà passé 13 jours ensemble lorsqu'on introduit les truites de pisciculture et parce qu'à ce moment là, la hiérarchie est déjà établie parmi les truites sauvages.

On s'aperçoit clairement aussi que les truites de pisciculture s'attaquent préférentiellement entre elles et qu'elles attaquent très peu les truites sauvages malgré la présence de truites de pisciculture de taille supérieure à celle des truites sauvages (Fig. 32).

Les truites sauvages dominent donc nettement les truites de pisciculture et conservent généralement la position hiérarchique qu'elles occupent en allopatrie (sauf dans certains cas où une truite de pisciculture est nettement plus grande qu'une truite sauvage).

Montrons-le pour chacune des expériences :

Dans l'expérience S1 (truites sauvages), les trois truites sauvages (N°2, 5 et 7) occupent les trois premières positions hiérarchiques dans l'ordre suivant : N°5 > N°2 > N°7. Dans l'expérience M1 (truites sauvages et truites de pisciculture), les trois truites sauvages (N°2, 5 et 7) occupent également les trois premières positions hiérarchiques mais dans un ordre différent : N°5 > N°7 > N°2. Si N°7 domine N°2, c'est peut être dû aux manipulations effectuées entre les deux expériences. Les poissons auront reçu un léger stress, ce qui perturba leur relation hiérarchique (Tabl. 10 et 11).

Dans l'expérience S2 (truites sauvages), les deux truites sauvages (N°3 et N°4) occupent les deux premières positions hiérarchiques dans l'ordre suivant : N°3 > N°4. Dans l'expérience M2 (truites sauvages et truites de pisciculture), les deux truites sauvages (N°3 et 4) occupent exactement les mêmes positions hiérarchiques : N°3 > N°4 (Tabl. 6 et 7).

Dans l'expérience S3 (truites sauvages), les trois truites sauvages (N°1, 2 et 7) occupent les trois premières positions hiérarchiques dans l'ordre suivant : N°2 > N°1 > N°7. Dans l'expérience M3 (truites sauvages et truites de pisciculture), les truites N°1 et N°2 occupent les deux premières

Tabl. 12 : Nombre de combats initiés par les truites sauvages avant ou pendant le nourrissage. (Moyennes: expériences S1-S2-S3)

Expérience	Avant le nourrissage	Pendant le nourrissage
n°2	90	40
n°5	76	32
n°8	47	38
Total:	213	110

Tabl. 13 : Nombre de combats initiés par les truites de pisciculture avant ou pendant le nourrissage. (Moyennes: expériences P1-P2-P3)

Expérience	Avant le nourrissage	Pendant le nourrissage
n°1	63	47
n°4	108	119
n°7	34	60
Total:	205	226

positions hiérarchiques mais dans un ordre inverse : $N^{\circ}1 > N^{\circ}2$. Ceci est peut être aussi dû aux manipulations effectuées entre les deux expériences. La truite $N^{\circ}7$ se retrouve à la cinquième position hiérarchique. Elle est dominée par deux truites de pisciculture ayant des tailles nettement supérieures : $N^{\circ}6$ (7,9 cm) et $N^{\circ}4$ (7,7 cm) dominant la $N^{\circ}7$ (6,9 cm) (Tabl. 4 et 5).

Afin de vérifier cela, deux test statistiques, $N^{\circ}5$ et 6, (tests d'ajustement à une loi théorique) furent réalisés. Le premier montrant que les truites sauvages attaquent préférentiellement les truites de pisciculture fut hautement significatif ainsi que celui montrant que les truites de pisciculture s'attaquent préférentiellement entre elles (Annexe 1).

3.2.4. Effets du nourrissage sur l'agressivité.

L'influence du nourrissage sur l'agressivité des truites peut être testée en calculant la moyenne du nombre de combats initiés dans les trois expériences S et les trois expériences P, avant le nourrissage ainsi que pendant le nourrissage (Tabl. 12 et 13).

Sans faire de test statistique, on remarque déjà que le nourrissage influence l'agressivité des truites sauvages. En effet, le test statistique $N^{\circ}7$ (test d'ajustement à une loi théorique) fut hautement significatif et montra que lors du nourrissage, l'agressivité des truites sauvages diminue (Annexe 1). En fait, lors du nourrissage, les truites sauvages focalisent une grande partie de leur attention sur la nourriture et ignorent davantage les intrus qui pénètrent éventuellement dans leur territoire.

Le même test statistique ($N^{\circ}8$) fut non significatif chez les truites de pisciculture et montra que le nourrissage n'influçait pas leur agressivité (Annexe 1). En effet, les truites de pisciculture sont nourries à volonté, souvent avec des nourrisseurs automatiques. Le nourrissage ne va donc pas influencer leur agressivité.

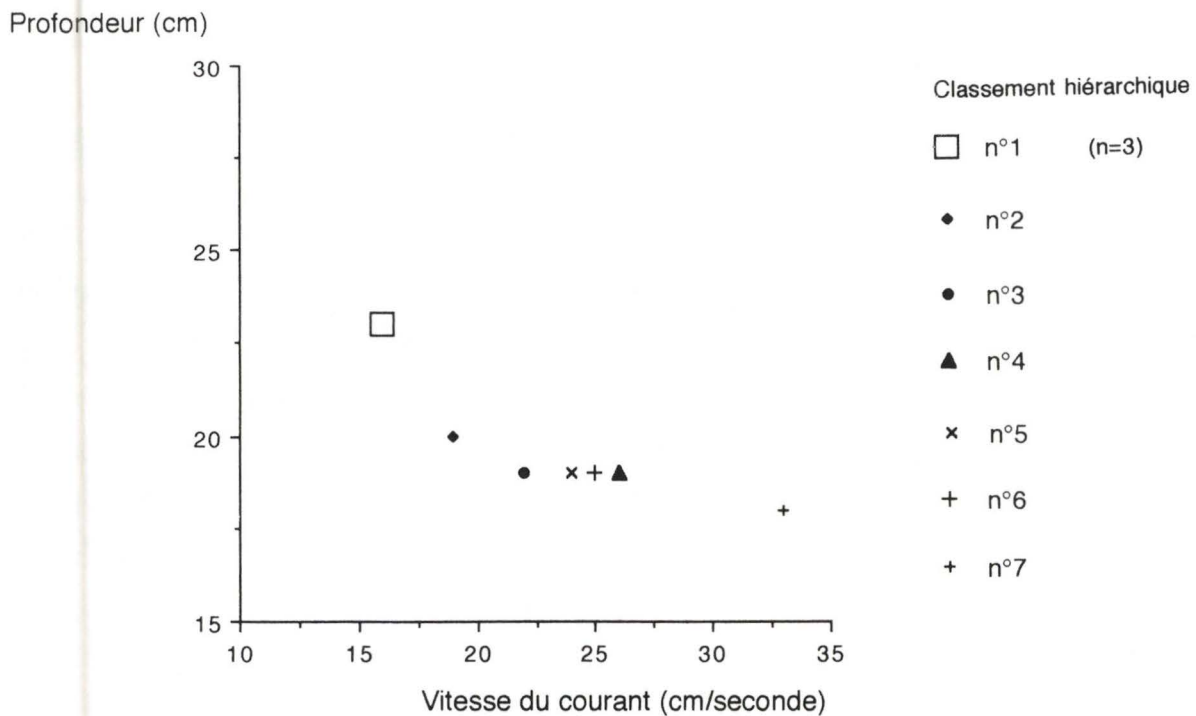


Fig. 33 : Profondeurs (cm) et vitesses de courant (cm/s) occupées par les truites de pisciculture suivant leur position hiérarchique. Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes) (n = 3).

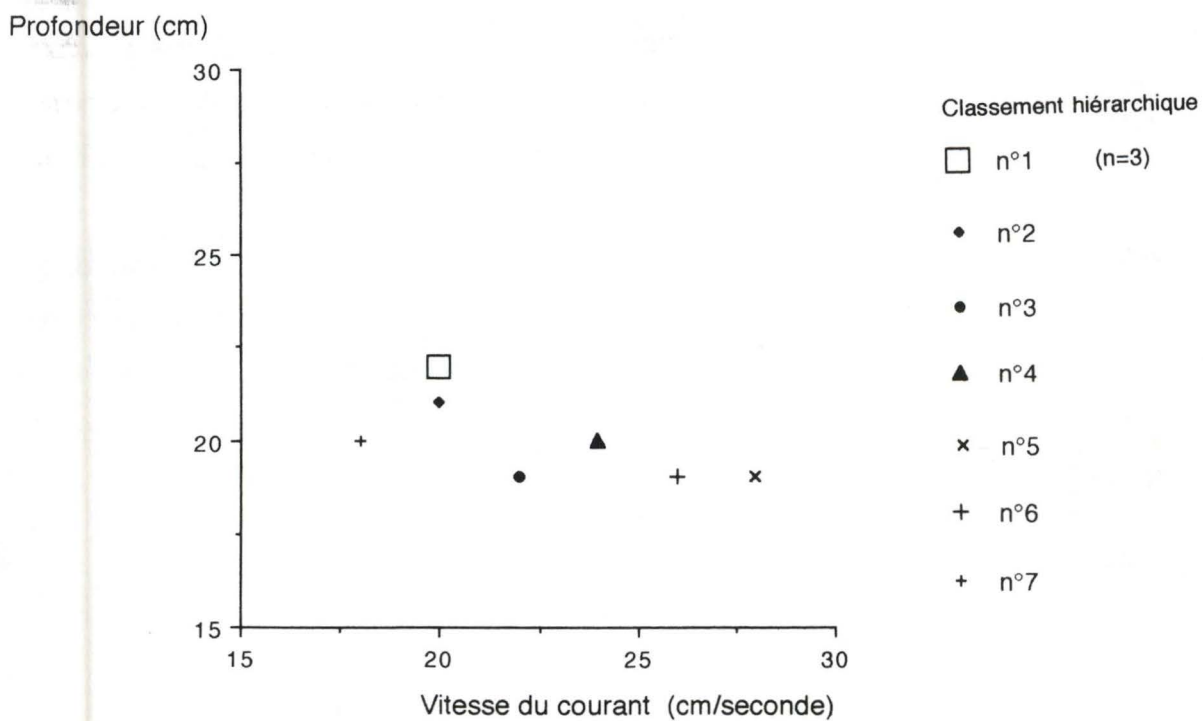


Fig. 34 : Profondeurs (cm) et vitesses de courant (cm/s) occupées par les truites sauvages suivant leur position hiérarchique. Expériences S1 - S2 - S3 (moyennes) (n = 3).

Tabl. 14 : Profondeurs (cm) et vitesses du courant au niveau du substrat (cm/s).

Hiérarchie	1		2		3		4		5		6		7	
	prof.	vit.	prof.	vit.	prof.	vit.	prof.	vit.	prof.	vit.	prof.	vit.	prof.	vit.
Expériences P														
P1	23	16	21	24	19	19	18	25	20	21	20	25	17	36
P2	23	18	20	16	19	24	19	30	19	26	18	27	18	35
P3	22	14	20	18	20	22	19	22	18	24	19	23	18	28
Moyenne	23	16	20	19	19	22	19	26	19	24	19	25	18	33
Ecart-type	0,6	2	0,6	2,3	0,6	2,5	0,6	4	1	2,5	1	2	0,6	4,4
Expériences S														
S1	22	18	20	23	19	25	20	23	18	32	19	32	21	12
S2	23	23	20	19	18	21	18	27	20	24	18	25	20	18
S3	22	18	22	19	20	21	21	22	20	28	20	22	18	25
Moyenne	22	20	21	20	19	22	20	24	19	28	19	26	20	18
Ecart-type	0,6	2,9	1,2	2,3	1	2,3	1,5	2,6	1,2	4	1	5,1	1,5	6,5
Expériences M														
M1	22	24	17	28	18	29	21	19	18	31	19	22	13	29
M2	21	20	18	25	20	17	17	37	18	21	20	19		
Moyenne	22	22	18	27	19	23	19	28	18	26	20	21	13	29
Ecart-type	0,7	2,8	0,7	2,1	1,4	8,5	2,8	12,7	0	7	0,7	2,1	0	0
M3	22	21	19	21	18	22	20	25	19	28	18	23	17	27
Moyenne (M1-2-3)	22	22	18	25	19	23	19	27	18	27	19	21	15	28
Ecart-type	0,6	2	1	3,5	1,2	6	2	9,2	0,6	5,1	1	2,1	2,8	1,4

3.3. LA MICROREPARTITION OU L'UTILISATION DE L'HABITAT.

3.3.1. Microrépartition et hiérarchie.

On peut établir un graphique représentant les profondeurs (moyennes) et les vitesses de courant au niveau du substrat (moyennes) occupées par les truitelles suivant leur position hiérarchique. Chez les truitelles sauvages ainsi que chez les truitelles de pisciculture, le dominant occupe la vitesse de courant la plus faible : 16 cm/s pour N°1 de pisciculture (P) et 20 cm/s pour N°1 sauvage (S). En effet, le poisson le plus agressif (le dominant) choisit son territoire de manière à minimiser ses dépenses énergétiques; c'est pourquoi il affectionne des territoires où la vitesse du courant est faible. En général, la vitesse du courant occupée augmente suivant la position hiérarchique, du dominant vers les dominés. Le poisson N°7 (position hiérarchique) passe une grande partie de son temps à se dissimuler. Il occupe donc les positions laissées libres par les autres poissons, c'est-à-dire soit des positions où la vitesse du courant est quasiment nulle (dans des cachettes, sous des pierres), soit des positions où la vitesse du courant est assez élevée. En effet, la truitelle sauvage N°7 occupe en moyenne une vitesse de 18 cm/s et la truitelle de pisciculture N°7 occupe en moyenne une vitesse de 33 cm/s.

La truite dominante sauvage ou la truite dominante de pisciculture occupe la profondeur la plus élevée : 23 cm pour N°1 (P) et 22 cm pour la N°1 (S). Ce qui est tout à fait logique puisque la vitesse du courant et la profondeur sont corrélées négativement. (Quand la vitesse est faible, la profondeur est élevée). Chez les truites de pisciculture, le coefficient de corrélation est de - 0,86; chez les truites sauvages, il est de - 0,67. En général, la profondeur occupée diminue suivant la position hiérarchique, du dominant vers les dominés (Fig. 33 et 34).

Pour une même profondeur, différentes vitesses de courant sont possibles. Ceci est dû à la présence de gros cailloux freinant l'eau dans la rivière. Chez les truites de pisciculture, la gamme des vitesses de courant s'étale de 16 cm/s à 33 cm/s; celle des profondeurs s'étale de 18 cm à 23 cm. Chez les truites sauvages, la gamme des vitesses de courant s'étale de 18 cm/s à 28 cm/s; celle des profondeurs s'étale de 19 cm à 22 cm (Tabl. 14).

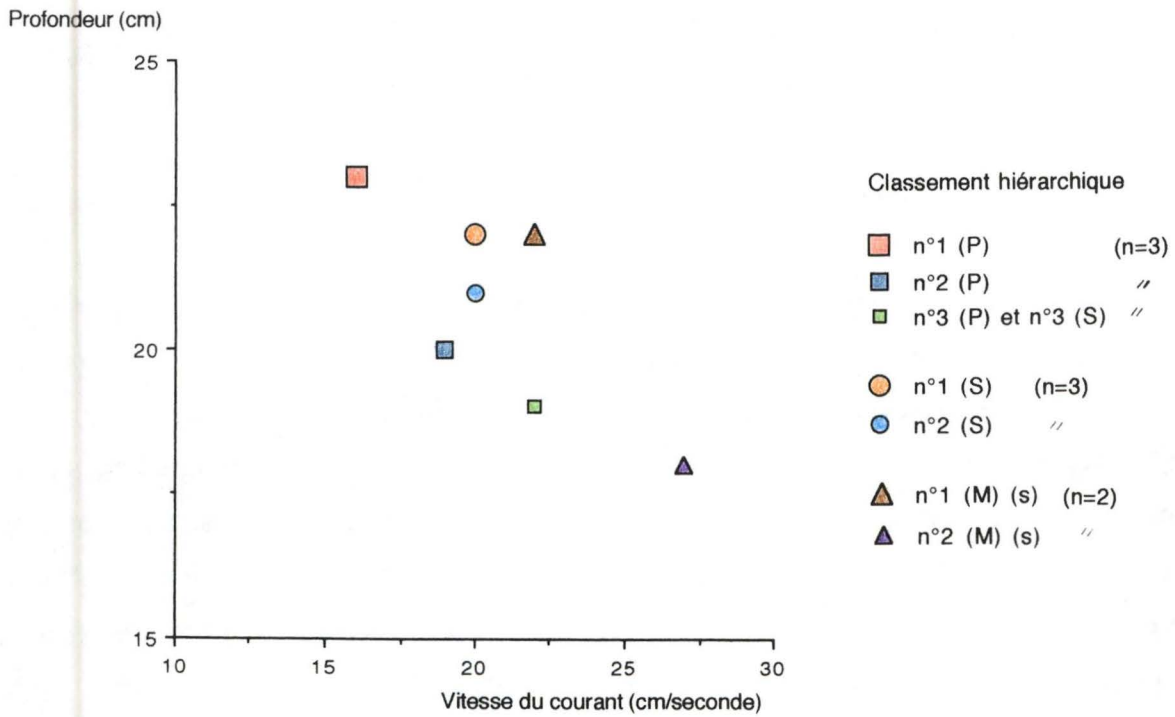


Fig. 35 : Comparaison des profondeurs (cm) et des vitesses de courant (cm/s) occupées par les truites de pisciculture dominantes et les truites sauvages dominantes en allopatrie et en sympatrie. Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes), S1 - S2 - S3 (moyennes) et M1 - M2 (moyennes) (n = 3 ou 2).

3.3.2. Comparaison de la microrépartition chez les truites sauvages et les truites de pisciculture.

La truitelle de pisciculture dominante (N°1 P) occupe une vitesse de courant plus faible que la truitelle sauvage dominante (N°1 S) : N°1 P : 16 cm/s tandis que N°1 S : 20 cm/s. Les truitelles de pisciculture occuperaient donc préférentiellement des vitesses de courant légèrement plus faibles que celles des truitelles sauvages.

La truitelle de pisciculture dominante (N°1 P) occupe une profondeur plus élevée que la truitelle sauvage dominante (N°1 S) : N°1 P : 23 cm tandis que N°1 S : 22 cm. Les truitelles de pisciculture utiliseraient donc préférentiellement des profondeurs légèrement plus élevées que celles des truitelles sauvages.

Les truites élevées en pisciculture ne sont pas habituées à des vitesses de courant élevées; c'est pourquoi les truites dominantes de pisciculture choisissent des vitesses plus faibles que celles des truites dominantes sauvages. Mais les truites de pisciculture sont tout à fait capables de s'adapter à des vitesses de courant élevées.

3.3.3. Effets de l'introduction de truites de pisciculture sur la microrépartition.

Si on veut comparer les vitesses de courant et les profondeurs occupées par les truites sauvages en allopatrie avec celles occupées par les truites sauvages en sympatrie, on calcule les moyennes des vitesses et des profondeurs pour les truites sauvages en allopatrie (expériences S1 et S2) et pour les truites sauvages en sympatrie (expériences M1 et M2). On ne pourra comparer les profondeurs et les vitesses de courant que des poissons occupant les deux premières positions hiérarchiques car dans l'expérience M2, on ne dispose que de deux truites sauvages et elles occupent les deux premières positions hiérarchiques. On remarque que les vitesses de courant occupées par les truites sauvages en sympatrie sont plus élevées que celles occupées par les mêmes truites en allopatrie. Le poisson N°1 (position hiérarchique) passe de 20 cm/s à 22 cm/s lorsqu'il est en sympatrie. Le poisson N°2 (position hiérarchique) passe de 20 cm/s à 27 cm/s lorsqu'il est en sympatrie. Le poisson N°1 occupe toujours la même profondeur : 22 cm. Par contre, le poisson N°2 passe de 21 cm à 18 cm lorsqu'il est en sympatrie (Tabl. 14).

Lorsqu'on introduit des truites de pisciculture (4) dans une population de (2 ou 3) truites sauvages, l'utilisation de l'habitat par les truites sauvages va être légèrement modifiée. Elles vont avoir tendance à utiliser des vitesses de courant plus élevées et éventuellement des profondeurs

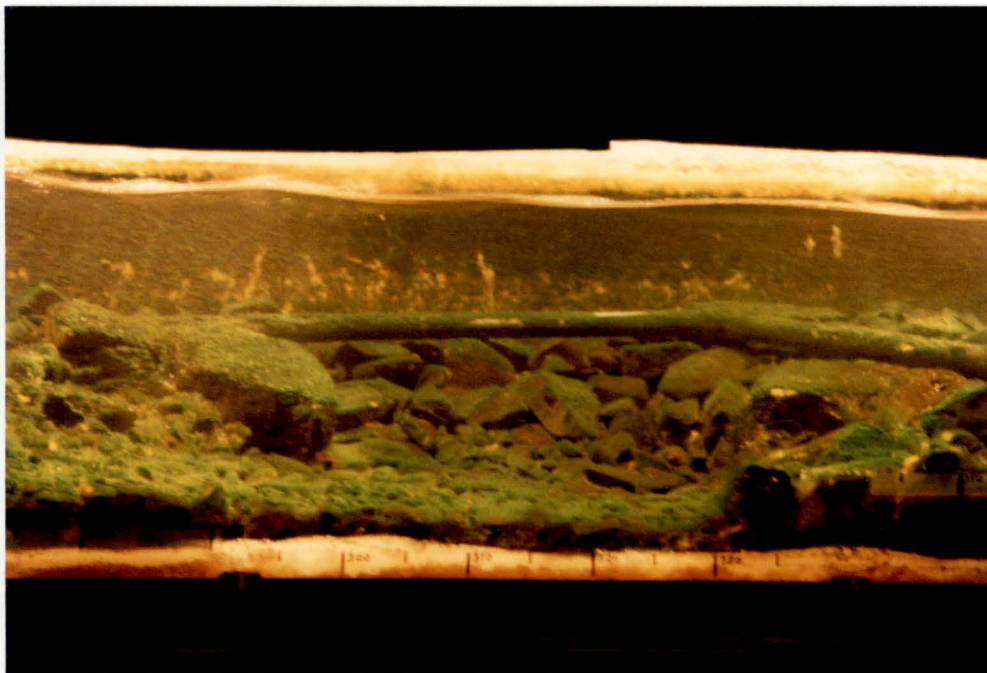


Photo 6 : Rivière artificielle: deuxième fosse.



Photo 7 : Rivière artificielle: truite dominante occupant une des positions les plus profitables (154; 2; 17) dans la première fosse.

plus faibles. Les truites sauvages en sympatrie vont donc dépenser un peu plus d'énergie que lorsqu'elles sont en allopatrie.

La figure 35 récapitule les points 3.3.2. et 3.3.3.

3.3.4. Deux positions nettement avantageuses.

Dans la rivière artificielle, il existe deux endroits particuliers (un dans chacune des deux fosses), où les truites dominantes aussi bien sauvages que provenant de pisciculture, passent une grande partie de leur temps et ce dès les premiers jours suivant leur introduction. Elles occupent ces deux positions de manière très précise (au millimètre près). Elles se positionnent à environ 1 cm au-dessus d'une pierre, à l'abri du courant. Voici les profondeurs et les vitesses de courant au niveau du substrat mesurées à ces deux positions :

- dans la première fosse : position 154 (L); 2 (h); 17 (l) : $v = 9,3$ cm/s.

$$p = 24 \text{ cm.}$$

- dans la deuxième fosse : position 335 (L); 1 (h); 18 (l) : $v = 3,8$ cm/s.

$$p = 26 \text{ cm.}$$

Remarquons que les vitesses de courant mesurées sont faibles; ceci montre bien que les truites visent à minimiser leur dépense énergétique.

C'est à partir de ces deux positions que les truites dominantes défendaient leur territoire (recouvrant toute la fosse) et se nourrissaient (Photos 6 et 7).

Les truites dominées s'y positionnaient quelquefois mais étaient rapidement chassées par les dominantes.

Ce qu'il faut rappeler et qui est tout de même étonnant, c'est que les truites de pisciculture sont capables d'utiliser l'habitat de manière aussi efficace que les truites sauvages.

3.3.5. Taux de croissance, vitesses de courant et profondeurs occupées.

Lorsqu'on établit un graphique représentant le taux de croissance des truitelles en fonction de la vitesse du courant occupée, on remarque que, chez les truites sauvages comme chez les truites de pisciculture, le taux de croissance et la vitesse du courant sont fortement corrélés. Chez les truites sauvages, le coefficient de corrélation est de $-0,87$. Chez les truites de pisciculture, il

Taux de croissance (g/jour)

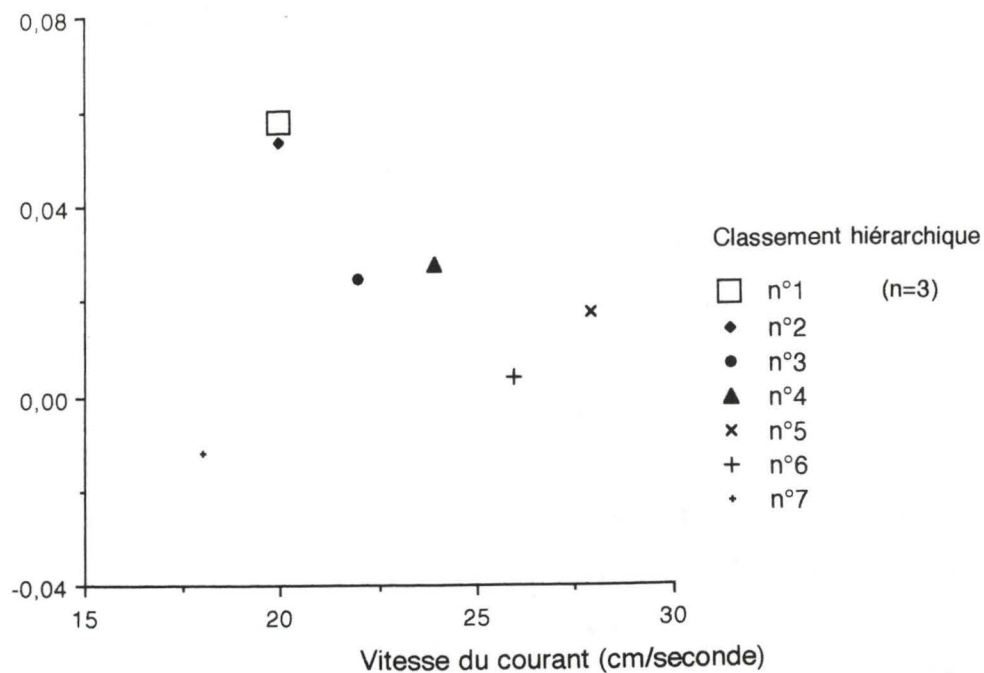


Fig. 36 : Taux de croissance pondérale (g/jour) en fonction de la vitesse de courant (cm/s) occupée chez les truites sauvages suivant leur position hiérarchique. Expériences S1 - S2 - S3 (moyennes) (n = 3).

Taux de croissance (g/jour)

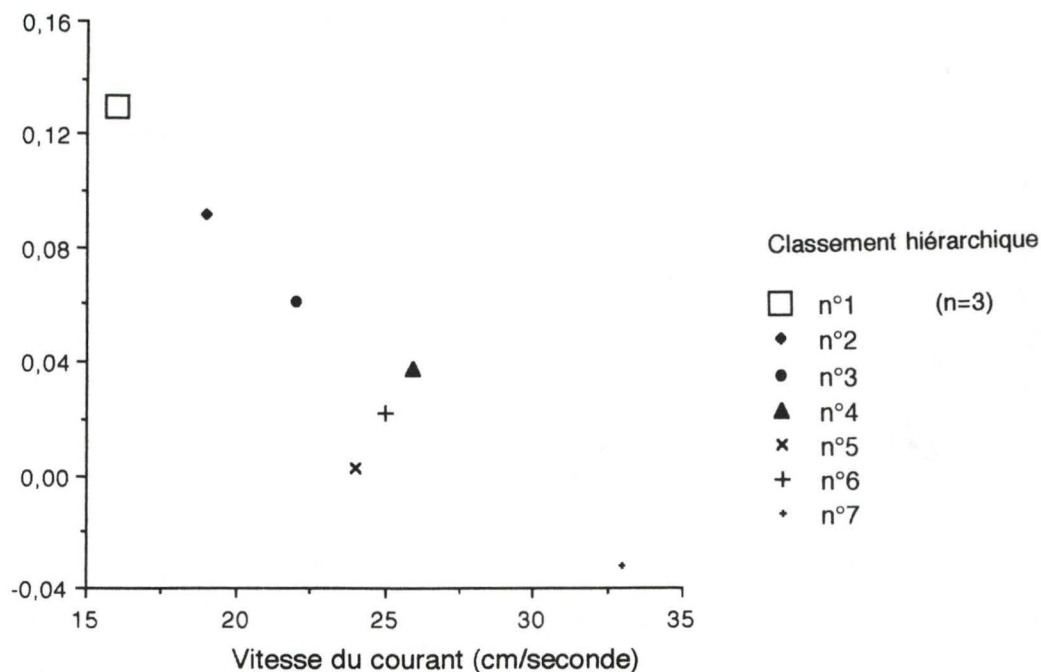


Fig. 37 : Taux de croissance pondérale (g/jour) en fonction de la vitesse de courant (cm/s) occupée chez les truites de pisciculture suivant leur position hiérarchique. Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes) (n = 3).

est de - 0,98 (Fig. 36 et 37).

Le coefficient de corrélation est calculé à partir des données des truites occupant les quatre premières positions hiérarchiques. Le calculer en tenant compte des 7 positions hiérarchiques ne donne pas un aussi bon coefficient car les truites dominées sont souvent cachées et les mesures de vitesses de courant au niveau du substrat et des profondeurs sont souvent faussées.

Le taux de croissance dépend de la vitesse du courant occupée et donc dépend aussi de la position hiérarchique du poisson. Chez les truites sauvages, le coefficient de corrélation entre le taux de croissance et la hiérarchie est de - 0,97. Chez les truites de pisciculture, il est de - 0,96.

Le taux de croissance dépend de l'énergie dépensée pour se maintenir dans sa position; de l'énergie dépensée lors des combats et de la quantité de nourriture ingérée. Ces trois facteurs dépendent de la position hiérarchique du poisson et donc, le taux de croissance dépend de la hiérarchie.

Lorsqu'on établit un graphique représentant le taux de croissance en fonction de la profondeur occupée, on remarque que, chez les truites sauvages comme chez les truites de pisciculture, le taux de croissance et la profondeur sont corrélés. Chez les truites sauvages, le coefficient de corrélation est de 0,75. Chez les truites de pisciculture, il est de 0,71 (Fig. 38 et 39).

Le coefficient de corrélation est calculé à partir des données des truites occupant les quatre premières positions hiérarchiques pour les mêmes raisons que précédemment.

3.4. DIFFERENCES MORPHOLOGIQUES ET DIFFERENCES DE COLORATION OBSERVEES.

Lorsqu'on compare des truites sauvages avec des truites de pisciculture de même taille, on remarque que les truites de pisciculture sont nettement plus grosses que les truites sauvages. Elles sont beaucoup moins frêles et grêles que les truites sauvages.

Ceci s'explique par un taux d'alimentation beaucoup plus élevé en pisciculture; mais cela vient peut-être aussi de différences génétiques entre les deux types de truites.

Les truites sauvages sont en général plus tachetées et ont une coloration plus vive (au

Taux de croissance (g/jour)

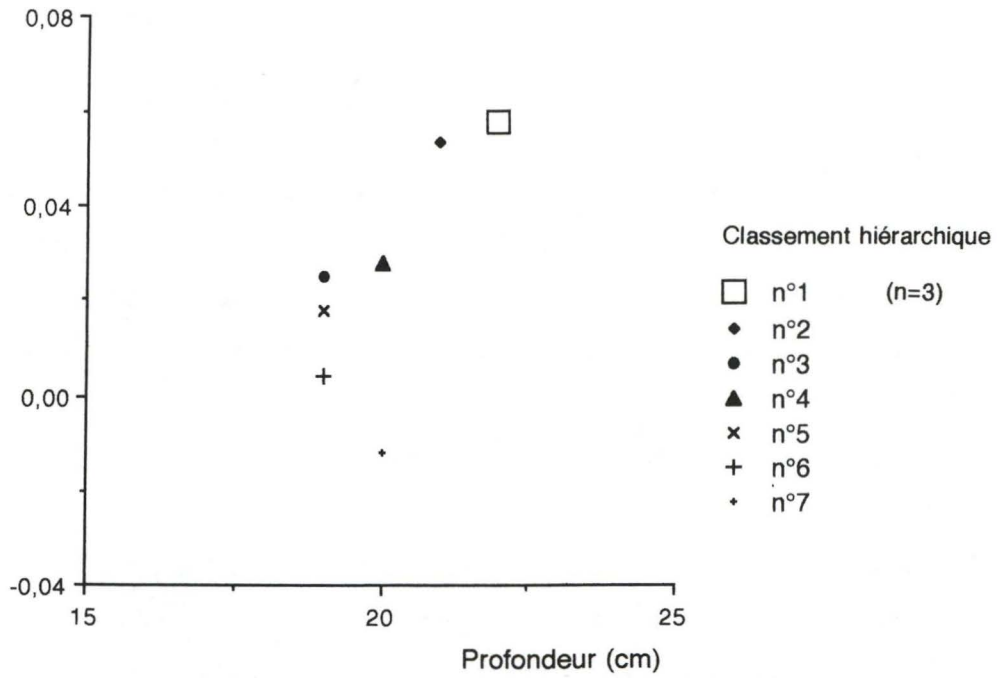


Fig. 38 : Taux de croissance pondérale (g/jour) en fonction de la profondeur (cm) occupée chez les truites sauvages suivant leur position hiérarchique.
Expériences S1 - S2 - S3 (moyennes) (n = 3).

Taux de croissance (g/jour)

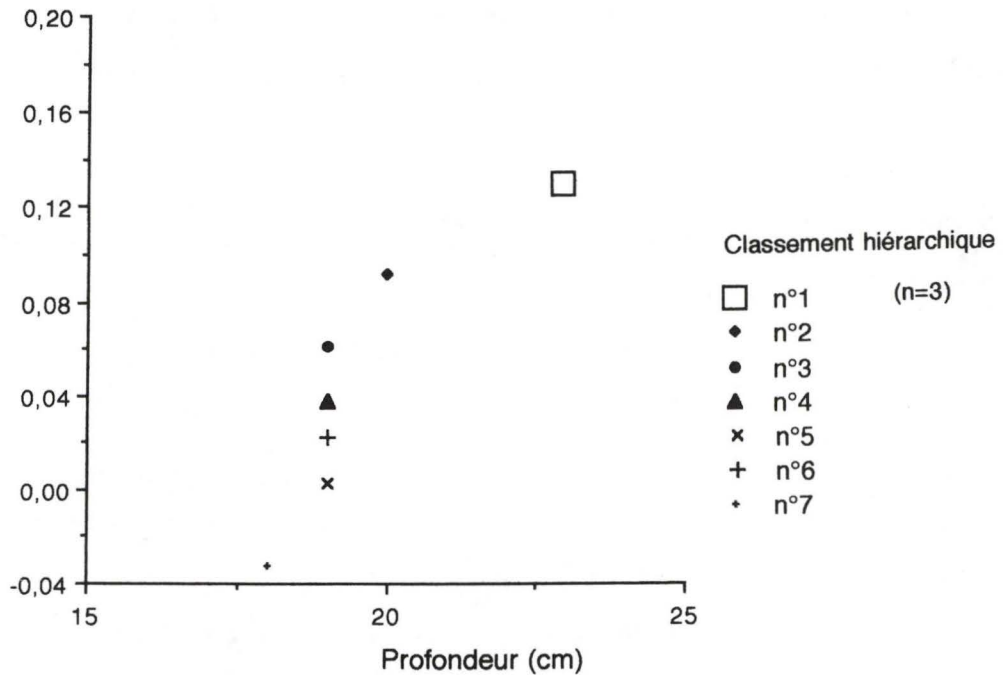


Fig. 39 : Taux de croissance pondérales (g/jour) en fonction de la profondeur (cm) occupée chez les truites de pisciculture suivant leur position hiérarchique.
Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes) (n = 3).

niveau des ponctuations rouges et de la nageoire adipeuse) que celle des truites de pisciculture. Ceci pourrait être attribué à des différences d'alimentation. En effet, la coloration rouge vif chez les truites sauvages peut être attribuée en partie aux pigments caroténoïdes présents dans les gammars (petits crustacés) dont les truites raffolent.

Mais cette différence de coloration pourrait également provenir de différences génétiques.

SWAIN (1991) a montré que chez les saumons argentés, il existait une composante génétique mais aussi une composante environnementale expliquant les différences morphologiques entre populations sauvages et populations d'élevage.

Il en est sans doute de même pour les différences observées au niveau de la coloration entre truites sauvages et truites de pisciculture.

3.5. TRANSMISSION D'UNE MALADIE PAR LES TRUITES DE PISCICULTURE AUX TRUITES SAUVAGES.

Lors de mes expériences, certaines truites provenant de pisciculture étaient infectées par un parasite : un sporozoaire du genre *Itchyophthirius*. Ces truites l'ont transmis à des truites sauvages. Une dizaine de jours après l'apparition de taches blanches sur les flancs et les nageoires, les truites sauvages et les truites de pisciculture étaient guéries.

C'est lors de l'expérience N° 5 (S2) que la première truite (une dominante) fut malade. Lors de l'expérience N° 7 (P3), toutes les truites de pisciculture furent malades. Lors de l'expérience N° 8 (S3), toutes les truites sauvages furent malades.

Cette maladie ne perturba guère les expériences, car lors de l'expérience N° 5 (S2), la truite qui était la seule malade fut la dominante et eut un taux de croissance supérieur à celui des dominées.

CHAPITRE IV

ANALYSE ET DISCUSSION

DES RESULTATS

4.1. ETABLISSEMENT DE LA HIERARCHIE.

Chez les truites sauvages comme chez les truites de pisciculture, il faut au moins une différence de taille de 7 mm pour que la taille initiale intervienne dans la hiérarchie. Lorsque des poissons ont des tailles dont la différence est supérieure à 7 mm, c'est le poisson le plus grand qui est le plus agressif et qui devient dominant.

La dominance chez les truites de rivière est donc corrélée avec la taille (âge); ce qui concorde avec les conclusions de BACHMAN (1984) et FAUSCH (1984).

En effet, BACHMAN (1984) est arrivé à cette conclusion suite à l'observation du comportement de jeunes truites de rivière et de truites adultes dans une rivière de Pennsylvanie (la "Spruce Creek").

FAUSCH (1984), qui prédisait les gains énergétiques nets potentiels de Salmonidae immatures observés en aquarium, fut également du même avis.

Le niveau d'agressivité et la hiérarchie sont corrélés : les individus les plus agressifs sont les dominants. Les dominés sont par contre très peu agressifs.

Lorsque deux poissons ont des tailles dont la différence est inférieure à 7 mm, si un poisson domine l'autre, ce pourrait être soit parce qu'il est plus agressif par hasard, soit parce qu'il a un taux métabolique plus élevé (et qu'il peut se permettre de dépenser plus d'énergie lors du comportement agressif).

C'est une des conclusions à laquelle RUZZANTE (1994) est aussi arrivé suite à une longue réflexion à propos de la compétition et du comportement agonistique chez les Salmonidae.

4.2. TAUX DE CROISSANCE ET HIERARCHIE.

Lorsqu'on utilise des truites ayant des tailles initiales semblables, c'est seulement en cours d'expérience que les dominants deviennent les plus grands. Ceci s'explique par le fait que ce sont les individus les plus agressifs (les dominants) qui défendent les positions les plus avantageuses

dans la rivière; c'est-à-dire des positions nécessitant une moindre dépense d'énergie pour s'y maintenir et offrant de la nourriture en quantité par rapport aux positions moins avantageuses occupées par les dominés. Les dominants se nourrissent en général davantage par rapport aux dominés. Ceux-ci, souvent attaqués et donc effrayés, vont se dissimuler sous des pierres et ne peuvent donc guère se nourrir.

Ceci fut confirmé par de nombreux auteurs dont KALLEBERG (1958), RUZZANTE (1994) et METCALFE (1986).

METCALFE (1986) observa des truites arc-en-ciel ayant des poids semblables dans une rivière artificielle. Il calcula la quantité de nourriture ingérée par chaque poisson et le taux de croissance de chaque poisson. Il détermina également les relations hiérarchiques entre poissons.

Chez les individus dominants ainsi que chez les individus dominés, il obtint une corrélation positive entre la quantité d'énergie dépensée (lors du métabolisme) et la quantité de nourriture ingérée. Mais pour une même quantité d'énergie dépensée, lors du nourrissage, les dominants ingèrent plus de nourriture que les dominés.

Les subordonnés qui adoptent une stratégie de nourrissage demandant une grande dépense d'énergie, dépensent plus d'énergie qu'ils n'en gagnent (dans la nourriture). Ceux qui minimisent leur dépense énergétique obtiennent un gain énergétique net. Ceci conduit à la découverte étonnante que le taux de croissance des subordonnés est corrélé négativement avec le nourrissage.

De plus, les dominants chassent les dominés et limitent l'étendue de la zone de nourrissage de ces derniers.

Si les dominés ont un faible taux de croissance, c'est aussi dû au stress engendré par la présence de dominants agressifs. Ce stress se manifeste le plus souvent par la fuite rapide du dominé vers une cachette dont il n'en ressortira qu'après une longue période.

RUZZANTE (1994) explique que ce stress physiologique peut être la cause d'une perte d'appétit et/ou d'une faible efficacité de conversion alimentaire chez les subordonnés.

ABOTT et DILL (1989) démontrent également l'existence de ce stress chez des truites arc-en-ciel dominées. Les truites ont des tailles initiales identiques et sont nourries avec la même quantité de nourriture. Malgré cela, les dominants grandissent plus rapidement que les dominés. Ceci fut attribué au stress engendré par les dominants.

D'après KALLEBERG (1958) et FAUSCH (1984) (in RUZZANTE 1994), les subordonnés peuvent montrer des niveaux d'activité relativement élevés et donc une dépense métabolique plus

élevée que celle des dominants.

C'est sans doute dû en partie au fait que les subordonnés occupent des territoires où la vitesse du courant est élevée.

C'est trois mécanismes (accès limité à la nourriture, stress et niveau d'activité élevé) agissant seuls ou de concert, vont entraîner une augmentation rapide des différences de taille entre individus.

Parfois, il arrive que la truite dominante (occupant la position hiérarchique N°1) ait un taux de croissance inférieur à celui de la truite occupant la position hiérarchique N°2.

De par son agressivité, la truite dominante (N°1) pourrait dépenser plus d'énergie que les truites dominées. Cette dépense énergétique ne serait pas toujours compensée par le nourrissage et/ou l'utilisation de positions demandant une faible quantité d'énergie pour s'y maintenir.

En effet, LI et BROCKSEN (1977) observèrent qu'à de fortes densités (12 individus dans un aquarium de 3 m de long, de 30 cm de large et de 20 cm de profond), la truite (truite arc-en-ciel) occupant la deuxième position hiérarchique grandissait plus rapidement que la truite dominante (position hiérarchique N°1). Cela peut être dû à une plus grande dépense d'énergie, de la part de la dominante, lors de la défense de son territoire mais aussi au fait que la dominante prête moins attention à la nourriture.

Lors de mes expériences, j'ai travaillé avec des densités normales et identiques à chaque fois (excepté dans l'expérience M2 où j'avais perdu un poisson et où je me retrouvais avec 6 truites au lieu de 7) et c'est seulement dans certains cas que la truite N°1 a un taux de croissance inférieur à celui de la truite N°2. Ce phénomène ne serait donc pas nécessairement lié à des densités élevées.

Si le test statistique N°1 (ANOVA 1) effectué ne permet pas de montrer de différence entre les moyennes des taux de croissance des truites occupant des positions hiérarchiques différentes, c'est probablement dû à l'importance des écarts-types (Annexe 1).

La mesure du taux de croissance ne serait pas suffisamment précise que pour montrer une différence du taux de croissance suivant la position hiérarchique.

Toutefois, si les expériences avaient été prolongées et/ou si elles avaient été répétées de

nombreuses fois, on se serait sans doute rapproché davantage de la valeur réelle des taux de croissance et on aurait probablement obtenu des écarts-types aussi élevés.

4.3. COMPARAISON DES TAUX DE CROISSANCE CHEZ LES TRUITES SAUVAGES ET LES TRUITES DE PISCICULTURE.

Lorsqu'on a comparé le taux de croissance des truites sauvages avec celui des truites de pisciculture, on s'est aperçu que les truites de pisciculture occupant les 4 premières positions hiérarchiques avaient un taux de croissance supérieur à celui des truites sauvages occupant les mêmes positions hiérarchiques.

Le test statistique $N^{\circ}2$ (ANOVA 2) effectué ne permet pas de montrer de différence à ce niveau entre les truites sauvages et les truites de pisciculture (Annexe 1). C'est soit dû au fait qu'en réalité, il n'existe peut être pas de différence entre ces taux de croissance, soit dû au fait que la mesure du taux de croissance n'est pas suffisamment précise que pour montrer une différence.

Une éventuelle différence au niveau des taux de croissance des truites sauvages et des truites de pisciculture pourrait s'expliquer par des facteurs génétiques tels qu'un taux métabolique différent. Cela pourrait également être dû à un niveau d'agressivité différent chez les deux types de truites. Elles pourraient dépenser une quantité d'énergie différente pour exécuter leurs combats. D'après mes résultats, les truites de pisciculture sont effectivement plus agressives entre elles que les truites sauvages.

Selon JENKINS (1971 in BACHMAN, 1984), l'agressivité élevée des populations de pisciculture pourrait contribuer à leur mortalité car elles disposent de moins de temps pour se nourrir et elles dépensent une quantité d'énergie excessive. Leur comportement agressif constitue donc un gaspillage d'énergie dans un environnement naturel.

Le nourrissage pourrait également influencer le taux de croissance, mais dans le cadre de mes expériences, cela ne semble pas intervenir : les truites de pisciculture acceptent aussi bien la nourriture (vers de vase) que les truites sauvages et elles se nourrissent apparemment à des taux semblables.

Un taux de croissance différent chez les deux types de truites pourrait aussi provenir d'une utilisation différente de l'habitat, demandant une quantité d'énergie différente. Lors de mes expériences, cette quantité d'énergie dépensée par les truites de pisciculture semble être légèrement inférieure à celle dépensée par les truites sauvages car celles-ci occupent des vitesses de courant un peu plus élevées que celles occupées par les truites de pisciculture. Si on ne tenait compte que de ce facteur, les truites de pisciculture devraient avoir un taux de croissance légèrement supérieur à celui des truites sauvages.

Mais il est possible aussi que l'utilisation de l'habitat par les truites de pisciculture compense la quantité d'énergie dépensée lorsqu'elles sont agressives et que donc finalement les deux types de truites ont le même taux de croissance.

4.4. EFFETS DE L'INTRODUCTION DE TRUITES DE PISCICULTURE SUR LA HIERARCHIE ET LE TAUX DE CROISSANCE.

Dans la plupart des cas, les truites sauvages en allopatrie, ayant l'avantage de posséder un territoire depuis plusieurs jours, conservent leur position hiérarchique lorsqu'on introduit des truites de pisciculture, excepté si les truites de pisciculture ont une taille nettement supérieure (d'au moins 8 mm) par rapport à celle des truites sauvages. Lorsque les deux types de truites sont mélangées, les truites sauvages sont plus agressives que les truites de pisciculture; elles les dominent et conservent donc leur position hiérarchique.

Le taux de croissance de deux truites sauvages dominantes en sympatrie est supérieur à celui des truites de pisciculture occupant des positions hiérarchiques inférieures.

Le test statistique N°2 (ANOVA 2) ne nous permet pas de montrer l'existence d'une différence au niveau de ces taux de croissance (Annexe 1).

Il serait également intéressant de savoir si des truites sauvages en allopatrie ont un taux de croissance différent en sympatrie. L'observation des valeurs des taux de croissance ne permet pas de tirer de conclusion.

Le test statistique N°3 (comparaison de moyennes) ne montre pas s'il existe une différence au niveau de ces taux de croissance (Annexe 1).

DEWALD et WILZBACH (1992), qui observèrent en rivière artificielle des saumons de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) sauvages et des truites de rivière (*Salmo trutta* L.) provenant de pisciculture (de taille moyenne égale à 10,7 cm), obtiennent des résultats s'opposant aux miens. Leurs expériences, dont la durée variait entre 18 et 28 jours, furent répétées cinq fois.

Lorsque les deux types de poissons étaient séparés, ils conservaient leur poids et donc ne grandissaient pas. Placés ensemble, les truites de pisciculture avaient un taux de croissance supérieur à celui des saumons de fontaine sauvages qui, eux, perdaient du poids.

De plus, la quantité d'interactions initiées par les saumons de fontaine diminuait en présence des truites de pisciculture et 33% des saumons de fontaine sauvages contractèrent une maladie et moururent.

Dans ce cas, les poissons de pisciculture dominent nettement les poissons sauvages. Cette compétitivité supérieure des poissons de pisciculture est peut-être due à l'absence de pathogènes ou de prédateurs.

Nous pouvons émettre l'hypothèse que si les truites de pisciculture avaient été également malades, elles auraient probablement eu un taux de croissance inférieur à celui des poissons sauvages.

Il est difficile de comparer mes résultats avec cette expérience car les *Salmo trutta* et les *Salvelinus fontinalis* n'appartiennent pas au même genre et comme le dit RUZZANTE (1994) : les conséquences de la domestication diffèrent suivant l'espèce ou le groupe mais aussi suivant le régime de sélection des individus.

4.5. LE COMPORTEMENT AGRESSIF.

4.5.1. Comportement agressif et hiérarchie.

Chez les truites sauvages comme chez les truites de pisciculture, la position hiérarchique d'un poisson est fortement corrélée au nombre d'interactions initiées par ce poisson. Autrement dit, le poisson dominant est le plus agressif. L'agressivité va diminuer progressivement du dominant vers les dominés.

Depuis de nombreuses années, les auteurs s'intéressant au comportement agressif ont mis en évidence l'existence d'une corrélation positive entre la position hiérarchique d'un individu et son

agressivité.

Les interactions comportementales les plus fréquentes sont les menaces, puis les parades latérales et enfin les parades frontales, absentes chez les dominés. Les menaces sont les plus fréquentes car, de courte durée, elles demandent moins d'énergie que les parades frontales et latérales. Si la menace n'est pas suivie de la fuite d'un des deux individus, le combat devient plus complexe et on observe alors des parades latérales (ou frontales). Les menaces latérales sont parfois très longues, elles peuvent être suivies de menaces, de poursuites puis reprendre à nouveau. Cela peut durer 3 à 4 minutes. La posture de menace latérale se produit entre deux poissons également agressifs et non entre tous les poissons; ce qui explique qu'elle est plus rare que la menace.

La posture de menace frontale est rapide et demande donc beaucoup d'énergie. De plus, elle se produit surtout chez un dominant à l'encontre d'un autre dominant. La menace frontale sera donc assez rare.

4.5.2. Comparaison de l'agressivité chez les truites sauvages et les truites de pisciculture seules.

D'après mes calculs et d'après le test statistique $N^{\circ} 4$ (test d'ajustement à une loi théorique), les truites de pisciculture sont plus agressives entre elles que les truites sauvages entre elles (Annexe 1). Chez les truites de pisciculture, la fréquence (et non l'intensité) du comportement agressif est supérieure à celle des truites sauvages.

Ceci coïncide avec les observations de HALE (1969), BOICE (1972) et PRICE (1984) in RUZZANTE (1994). D'après eux, une augmentation de l'intensité du comportement agressif chez les poissons de pisciculture est également possible. D'après PRICE (1984), des changements de fréquence et d'intensité s'expliquent par des modifications du seuil des stimuli nécessaires pour déclencher les réponses comportementales particulières. Ceci peut résulter de changements au niveau du génotype et/ou de l'influence de l'environnement d'élevage.

L'agressivité supérieure des truites de pisciculture par rapport à celle des truites sauvages peut être due à l'utilisation de densités d'élevage importantes en pisciculture.

En effet, KEENLEYSIDE et YAMAMOTO (1962) ont testé l'influence de la densité sur

le comportement agressif chez des jeunes saumons ayant une taille moyenne de 7,2 cm. Ils augmentèrent progressivement la densité dans l'aquarium et à chaque fois, enregistrèrent le nombre de morsures observées pendant quatre périodes de 30 minutes.

(Les dimensions de l'aquarium le plus grand étaient de 1,5 m de long, 50 cm de large et 40 cm de profondeur).

Suite à cela, ils concluent que l'agressivité et la densité sont corrélés positivement.

SLANEY et NORTHCOTE (1974) étudièrent l'influence de l'abondance des proies sur le comportement agressif d'alevins de truites arc-en-ciel. D'après eux, la fréquence des attaques augmente significativement lorsque l'abondance des proies diminue. (Le nourrissage se faisait toutes les 10 minutes avec une quantité différente de nourriture).

D'autres auteurs déclarent que l'agressivité est la plus élevée lorsque les poissons sont nourris en excès. En effet, ces auteurs (CHAPMAN (1962), KEENLEYSIDE et YAMAMOTO (1962)) nourrissaient leurs poissons uniquement une à quatre fois par jour. Entre ces périodes de nourrissage, les poissons avaient faim et donc étaient fort agressifs.

Lors de mes expériences, les truites sauvages et les truites de pisciculture sont nourries trois fois par jour avec la même quantité de nourriture. La quantité de nourriture n'influença pas l'agressivité de mes truites.

Si les truites de pisciculture sont plus agressives, c'est peut-être aussi parce qu'elles sont élevées sélectivement avec un taux de nourrissage important et d'après KINGHORN (1983 in RUZZANTE, 1994), cela peut s'accompagner d'une agressivité plus élevée.

SWAIN et RIDDELL (1990) observèrent en rivière artificielle le comportement agressif de jeunes saumons provenant de populations sauvages et de populations d'élevage. Ils comparèrent la durée des comportements agonistiques chez les poissons sauvages et les poissons de pisciculture durant 7 jours. Ils tirèrent comme conclusion que les poissons de pisciculture sont plus agressifs que les poissons sauvages. D'après eux, cette différence est vraisemblablement d'origine génétique car les individus comparés provenaient d'oeufs incubés dans des conditions identiques.

Ils expliquent que si les poissons sauvages ont des taux d'agressivité plus faibles, c'est parce qu'ils peuvent développer une flexibilité adaptative supérieure de leur comportement agressif.

MESA (1991), qui étudiait le comportement agressif de truites fardées sauvages et de truites fardées d'élevage (poids moyen de 60 g), arriva au même type de conclusion. Il compara le nombre d'actes agressifs initiés par chaque poisson pendant une minute et conclu que les truites de pisciculture étaient plus agressives que les truites sauvages. Il ajouta qu'à cause du manque de familiarité avec de faibles densités et avec les relations hiérarchiques, les poissons de pisciculture peuvent mettre plus de temps à apprendre comment équilibrer les coûts de la défense avec les bénéfices qu'ils en retirent.

De nombreux arguments sont donc en faveur d'une agressivité plus élevée des poissons de pisciculture entre eux que des poissons sauvages entre eux.

4.5.3. Effets du mélange des truites de pisciculture avec des truites sauvages sur l'agressivité.

Grâce aux données des expériences où les deux types de truites sont mélangées, on constate que les truites sauvages attaquent préférentiellement les truites de pisciculture et que les truites de pisciculture attaquent préférentiellement des truites de pisciculture.

Si les truites sauvages s'attaquent beaucoup moins entre elles, c'est parce qu'elles ont déjà passé 13 jours ensemble lorsqu'on introduit les truites de pisciculture et parce qu'à ce moment-là, la hiérarchie est déjà établie parmi les truites sauvages.

On s'aperçoit aussi que les truites de pisciculture s'attaquent davantage entre elles et qu'elles attaquent très peu les truites sauvages malgré la présence de truites de pisciculture de taille supérieure à celle des truites sauvages. Les truites sauvages dominent donc nettement les truites de pisciculture. Les tests statistiques N°5 et 6 (tests d'ajustement à une loi théorique) le confirment (Annexe 1).

D'après BACHMAN (1984), lorsqu'il introduisit des truites communes de pisciculture parmi des truites communes sauvages en milieu naturel, les truites de pisciculture gagnèrent 96 combats sur 197. Les truites sauvages en gagnèrent seulement 83. De plus, après des interactions prolongées, les truites sauvages respiration souvent péniblement et montraient un stress évident. D'après cela, il ressort que ce sont les truites de pisciculture qui dominent les truites sauvages, ce qui s'oppose à mes résultats.

RUZZANTE (1994), lui, s'inquiète à propos de l'affectation de la survie des populations sauvages si des croisements entre des stocks domestiques et des stocks sauvages étaient autorisés. Les altérations du comportement agressif ayant lieu lors de la domestication produiraient des individus fort agressifs qui pourraient affecter la survie des populations sauvages.

En tout cas, d'après mes résultats, l'introduction de truites de pisciculture (4) en quantité plus ou moins égale à celle des truites sauvages (3), n'affecte apparemment pas le taux de croissance des truites sauvages et encore moins leur survie. De plus, leur position hiérarchique n'est quasiment pas affectée.

Si des croisements entre truites de pisciculture et truites sauvages avaient lieu, ce qui serait à mon avis le plus à craindre, c'est une réduction de la diversité génétique des truites sauvages. De plus, on obtiendrait des truites moins bien adaptées à leur environnement et donc moins aptes à survivre.

4.5.4. Influence du nourrissage sur l'agressivité.

Si on teste l'influence du nourrissage sur l'agressivité, on remarque que l'agressivité des truites sauvages diminue lors du nourrissage. En fait, lors du nourrissage, les truites sauvages focalisent une grande partie de leur attention sur la nourriture et ignorent davantage les intrus pénétrant dans leur territoire.

Par contre, le nourrissage n'influence pas l'agressivité des truites de pisciculture. En effet, elles sont nourries à volonté, souvent avec des nourrisseurs automatiques. Le nourrissage ne va donc pas influencer leur agressivité.

D'après KEENLEYSIDE et YAMAMOTO (1962), l'agressivité diminue lorsque la nourriture vient d'être introduite. Les poissons se nourrissent activement et tolèrent les intrusions. Mais après 3 ou 4 minutes, les intrus sont exclus.

D'après SLANEY et NORTHCOTE (1974), la fréquence des rencontres agressives varie en fonction inverse du niveau d'abondance des proies. Mais le stimulus visuel de nourriture serait nécessaire pour provoquer l'agressivité ou pour la maintenir à un certain niveau.

Mes résultats sont en accord avec ceux de ces auteurs.

4.6. LA MICROREPARTITION.

4.6.1. Microrépartition et hiérarchie.

Chez les truites sauvages ainsi que chez les truites de pisciculture, le poisson le plus agressif (le dominant) choisit son territoire de manière à minimiser ses dépenses énergétiques (ou à maximiser son gain énergétique); c'est pourquoi il affectionne des territoires où la vitesse du courant est faible.

En général, la vitesse du courant occupée augmente suivant la position hiérarchique, du dominant vers les dominés.

Les truitelles les plus dominées passent une grande partie de leur temps à se dissimuler car elles sont très souvent attaquées. Elles occupent donc les positions laissées libres par les autres truitelles, c'est-à-dire soit des positions où la vitesse du courant est presque nulle (dans des cachettes, sous des pierres), soit des positions où la vitesse du courant est assez élevée.

Les truites dominantes sauvages ou provenant de pisciculture occupent des territoires où la profondeur est élevée. C'est tout à fait logique, car vitesse de courant et profondeur sont corrélées négativement. En général, la profondeur occupée par les truitelles diminue suivant leur position hiérarchique, du dominant vers les dominés.

Cette compétition pour l'espace devient aussi une compétition pour la nourriture. Le dominant occupe un territoire plus avantageux du point de vue économie d'énergie mais aussi plus avantageux du point de vue nourriture disponible. Les plus dominés, eux, occupent des positions demandant beaucoup d'énergie pour s'y maintenir et/ou offrant peu de nourriture par rapport aux territoires des dominants.

KALLEBERG (1958) l'avait déjà observé.

FAUSCH (1984) était du même avis en déclarant que les dominants occupent les positions optimales maximisant le taux de gain énergétique et que la hiérarchie des subordonnés occupe des positions offrant successivement des avantages potentiels plus faibles.

4.6.2. Vitesses de courant et profondeurs optimales.

Les truitelles sauvages occupant les trois premières positions hiérarchiques ont été rencontrées au niveau de territoires où la vitesse de courant moyenne mesurée au niveau du substrat varie entre 20 et 22 cm/s et où la profondeur moyenne varie entre 19 et 22 cm.

La vitesse du courant au niveau du museau des truites est plus ou moins semblable à celle mesurée au niveau du substrat car les truites se positionnent à environ 1 cm au-dessus du substrat. (Elle est peut-être plus élevée d'à peine 1 cm/s).

D'après HEGGENES (1988 b), qui travailla également en rivière artificielle, les vitesses de courant moyennes optimales au niveau de l'habitat sont comprises le plus souvent entre 20 et 50 cm/s. La vitesse mesurée au niveau du museau des truites est généralement plus faible : < 20 cm/s.

D'après LINDROTH (1955), qui travaillait sur des truites de mer dans une rivière suédoise, et d'après FRAGNOUD (1987), qui étudiait des truites en rivière française (Jura), les stades o⁺ et 1⁺ occupent des profondeurs dont l'optimum se situerait entre 20 et 30 cm.

BAGLINIERE et CHAMPIGNEULLE (1982), s'intéressant aux truites du Scorff (Bretagne), observèrent des densités maximales de truites pour des profondeurs allant de 10 à 40 cm.

Dans la rivière artificielle, au niveau des positions préférées dans les deux fosses, les vitesses de courant au niveau du museau des truites sont bien < 20 cm/s et les profondeurs sont comprises entre 20 et 30 cm :

- position dans la 1ère fosse : v = 9,3 cm/s
p = 24 cm
- position dans la 2ème fosse : v = 3,8 cm/s
p = 26 cm

Mes résultats concordent avec ceux obtenus par de nombreux auteurs.

4.6.3. Microrépartition : différences entre truites sauvages et truites de pisciculture.

On a constaté que les truites de pisciculture occupaient préférentiellement des vitesses de courant légèrement plus faibles et des profondeurs légèrement plus élevées que les vitesses de courant et les profondeurs occupées par les truites sauvages.

En effet, les conditions d'élevage des truites de pisciculture sont tout à fait différentes de celles des truites sauvages. Les truites de pisciculture ne sont pas habituées à des vitesses de courant très élevées; c'est pourquoi les dominantes de pisciculture choisissent des vitesses de courant plus faibles que celles des dominantes sauvages. Les truites de pisciculture dominées ne pouvant pas accéder à des vitesses de courant faibles s'avèrent être tout à fait capables de s'adapter à des vitesses de courant élevées. L'utilisation de l'habitat par les truites de pisciculture ne devrait donc pas affecter leur survie en milieu naturel.

MESA (1991), étudiant des truites fardées, obtient des résultats s'opposant aux miens. Dans ses expériences, les truites sauvages passaient significativement plus de temps que les truites de pisciculture dans les fosses (où les vitesses sont faibles) que dans les radiers. D'après lui, si les truites de pisciculture passent plus de temps dans les radiers, ce pourrait être dû à un niveau plus élevé d'agressivité des truites de pisciculture ou à une moindre tendance à garder une station spécifique.

4.6.4. Effets de l'introduction de truites de pisciculture sur la microrépartition.

D'après mes résultats, lorsqu'on introduit des truites de pisciculture (4) dans une population de (2 ou 3) truites sauvages, l'utilisation de l'habitat par les truites sauvages est légèrement modifiée. Les truites sauvages ont tendance à utiliser des vitesses de courant plus élevées. C'est peut-être lié au fait que les truites de pisciculture préfèrent des vitesses plus faibles. Les truites sauvages utilisent éventuellement des profondeurs plus faibles lorsqu'elles sont en sympatrie par rapport aux vitesses et profondeurs occupées en allopatrie.

Les truites sauvages en sympatrie vont donc dépenser davantage d'énergie mais pas beaucoup plus, car, en général, elles conservent leur position hiérarchique et leur territoire.

Les truites de pisciculture peuvent parfois déplacer certaines truites sauvages de leur territoire d'alimentation mais la plupart du temps, cela ne dure pas, car la majorité de truites de

pisciculture reste dominée par les truites sauvages.

BACHMAN (1984) est du même avis : des truites de pisciculture peuvent déplacer des truites sauvages de leur territoire d'alimentation préféré et s'intégrer dans la hiérarchie du poisson sauvage durant de courtes périodes.

Par contre, SWAIN et RIDDELL (1990) ont tendance à exagérer lorsqu'ils prétendent que le déplacement de poissons sauvages par des poissons de pisciculture plus agressifs pourrait conduire à une diminution de la population sauvage. En effet, il faut rappeler que dans mes expériences, lorsque des truites de pisciculture sont mélangées avec des truites sauvages, les truites de pisciculture sont peu agressives et sont dominées par les truites sauvages.

Ces résultats ne signifient pas que le repeuplement peut se faire sans prendre de précautions.

4.6.5. Corrélations : taux de croissance - vitesse du courant et taux de croissance - profondeur.

On a remarqué que le taux de croissance et la vitesse du courant occupée sont fortement corrélés, de même que le taux de croissance et la profondeur occupée.

Le taux de croissance d'un poisson dépend donc (entre autres) de la vitesse du courant régnant à la position qu'il occupe. Mais le taux de croissance d'un poisson dépend également de sa position hiérarchique puisque la vitesse du courant occupée dépend de sa position hiérarchique.

CHAPITRE V
RESUME ET
CONCLUSION GENERALE

5. RESUME ET CONCLUSION GENERALE.

L'introduction de truites de pisciculture dans une population de truites sauvages ne semble pas avoir d'effet important sur le taux de croissance des truites sauvages, ni sur leur position hiérarchique pour autant que l'on utilise des individus ayant des tailles semblables.

Les truites sauvages, agressives envers les truites de pisciculture, les dominent nettement et conservent en général leur territoire.

Leur utilisation de l'habitat semble être très peu affectée par la présence de truites de pisciculture : les truites sauvages utiliseraient des vitesses de courant légèrement plus élevées en présence de truites de pisciculture.

Les résultats du présent travail montrent que l'introduction de truites de pisciculture dans une population sauvage ne conduit pas à un déplacement des truites sauvages.

Mais il faut rester prudent au niveau des pratiques de repeuplement. Il est important d'utiliser des densités appropriées ainsi que le stade de développement donnant les meilleurs résultats. Le choix de l'endroit de déversement des poissons est également primordial.

Toutefois, l'utilisation de truites de pisciculture lors des repeuplements pose le problème de la diminution de la variabilité génétique des populations sauvages suite à des croisements entre ces deux types de truites. Les truites issues de ces croisements seraient moins bien adaptées à leur environnement par rapport aux truites sauvages autochtones.

L'idéal serait donc de sélectionner des géniteurs sauvages d'une région et d'obtenir en pisciculture des alevins sauvages à partir de ces géniteurs. Il ne resterait plus qu'à utiliser ces alevins pour repeupler la rivière d'origine des géniteurs.

Une telle manière de repeupler éviterait une diminution de la variabilité génétique des populations sauvages. Seuls des facteurs environnementaux tels que les conditions d'élevage pourraient influencer le comportement de ces alevins sauvages élevés en pisciculture. Or, mon étude montre que l'utilisation de truites élevées en pisciculture lors des repeuplements ne devrait pas affecter les relations sociales des truites sauvages puisqu'elles conservent en général leur

position hiérarchique.

Cette méthode de repeuplement est déjà suivie par quelques scientifiques, notamment dans la région des Pyrénées en France et en Espagne, et j'espère qu'elle gagnera encore la pensée des vrais pêcheurs, amoureux de la nature.

BIBLIOGRAPHIE

ABOTT, J.C. & L.M. DILL (1989) - The relative growth of dominant and subordinate juvenile steelhead trout (*Salmo gairdneri*) fed equal rations. Behaviour 108 : 104-113.

ADE, R. (1989) - The trout and salmon handbook. A guide to the wild fish. Ed. Christopher Helm. London.

ALABASTER J.S. & R. LLYOD (1980) - Water quality criteria for fresh water fish, Butter Worths Ed., London, 297 p.

ALLEN, K.R. (1969) - Limitations on Production in Salmonid populations in streams, The University of British Columbia Institute of Fisheries. Symposium on Salmon and Trout in Streams, 1968 : 3-18.

ARROWSMITH, E. & F.T.K. PENTELOW (1965) - The introduction of Trout and Salmon to the Falkland Islands. Salmon Trout. Mag., 174, 119-129.

BACHMAN, R.A. (1984)- Foraging behavior of free-ranging wild and hatchery brown trout in a stream. Trans. Am. Fish. Soc. 113 : 1-32.

BAERENDS, G.P. & J.M. BAERENDS VAN-ROON (1950) - An introduction to the study of the ethology of Cichlid fishes. Behaviour. Suppl. I. 243 pp. Leiden.

BAERENDS, G.P. (1952) - Les sociétés et les familles de poissons. Colloque int. Cent. nation. Rech. Scient., 34, 207-219.

BALDES, R.J. & R.E. VINCENT (1969)- Physical parameters of microhabitats occupied by brown trout in an experimental flume. Trans. Am. Fish. Soc. 98 : 230-238.

BALON, E.K. (1980) - Early ontogeny of the lake charr, *Salvelinus (Cristivomer) namaycush*. In "charrs", E.K. Balon (Ed), Junk, The Hague, 485-562.

BAGLINIERE, J.L. & A. CHAMPIGNEULLE (1982) - Densité des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) et de juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le cours principal du Scorff (Bretagne) : préférendums physiques et variations annuelles (1976-1980). Acta Oecol. Oecol. Appl. 3 (3), 24 : 241-256.

BAGGLINIERE, J.L. & D. ARRIBE - MOUTOUNET (1985) - Microrépartition des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.), de juvénille de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) et des autres espèces présentes dans la partie haute du Scorff (Bretagne) Hydrobiologia, 120, 229-239.

BAGLINIERE, J.L. & G. MAISSE (1991) - Hydrobiologie et aquaculture. La truite : biologie et écologie. INRA Editions.

BEHNKE, R.J. (1972) - The systematics of Salmonid fishes of recently glaciated lakes. J. Fish. Res. Board Can., 29, 639-671.

BERG, L. & T.G. NORTHCOTE (1985) - Changes in territorial, gill-flaring, and feeding behavior in juvenile Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) following short-term pulses of suspended sediment. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42, 1410-1417.

BISSON, P.A., NIELSEN, J.L., CHILLOTTE, M.W., CRAWFORD, B. & S.A. LEIDER (1986) - Occurrence of Anadromous Brown Trout in two lower Columbia river tributaries. North Am. J. Fish. Manage., 6, 290-292.

BJORN, T.J. (1971) - Trout and salmon movements in two Idaho streams as related to temperature, food, stream flow, cover and population density. Trans. Am. Fish. Soc., 100 (3), 423-438.

BLANCKENHORN, W.V. (1991) - Foraging in groups of water striders (*Gerris remigis*) : effects of variability in prey arrivals and handling times. Behav. Ecol. Sociobiol., 28, 221-226.

BOEUF, G. (1986) - La salmoniculture au Chili Piscic. fr., 84, 5-35.

BOHLIN, T. (1977) - Habitat selection and intercohort competition of juvenile sea - trout *Salmo trutta*. Oikos, 29, 112-117.

BOICE, R. (1972) - Some behavioral tests of domestication in Norway rats. Behaviour, 42, 198-231.

BOUSSU, M.F. (1954) - Relationship between trout populations and cover on a small stream. J. Wildl. Manage., vol 18, 2, 229-239.

CHAPMAN, D.W. (1962) - Aggressive behavior in juvenile coho salmon as a cause of emigration. J. Fish. Res. Board. Can. 19 : 1047-1080.

CHAPMAN, D.W. (1966) - Food and Space as regulators of salmonid populations in streams. Am. Nat., 100, (913), 345-357.

CHAPMAN, D.W. & T.C. BJORNN (1969) - Distribution of salmonids in streams, with special reference to food and feeding. In T.G. Northcote, Salmon and trout in streams, 153-176. H.R. Mc Millan Lect. Fisheries Univ. Brit. Columbia (Vancouver).

CHARLON, N. (1969) - Relation entre métabolisme respiratoire chez les poissons, teneur en oxygène et température. Extrait Bull. Soc. Histoire Naturelle de Toulouse, 105, 1-2, 136-156.

CHISHOLM, I.M., W.A., HUBERT & T.A., WESCHE (1987) - Winter stream conditions and use of habitat by brook trout in high elevation wyoming streams. Trans. Am. Fish. Soc. 116 : 176-184.

CUNJAK, R.A. & G. POWER (1986) - Winter habitat utilization by stream resident brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and brown trout (*Salmo trutta*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43, 1970-1981.

DAVAINE, P. & E. BEALL (1988) - Cycle vital et analyse démographique d'une population de truite commune (*Salmo trutta* L;) acclimatée dans les Iles Kerguelen (TAAF). Colloque sur la truite commune, le Paraquet, 6 - 8 septembre 1988.

DAWSON, F.H. (1978) - Aquatic plant management in semi-natural streams : the role of marginal vegetation. J. Environ. Manage., 6, 213-221.

DE WALD, L. & M.A. WILZBACH (1992) - Interactions between native brook trout and hatchery brown trout : effect of habitat use, feeding, and growth. Trans. Am. Fish. Soc. 121 : 287-296.

DUMONT, D. & J.R. MONGEAU (1989) - La truite brune (*Salmo trutta*) dans le Québec méridional. Bull. Fr. Piscic., 319, 153-166.

EGGLISHAW, H.J. & P.E. SHACKLEY (1977) - Growth, survival and production of juvenile salmonids, *Salmo salar* L. and *S. trutta* L. in Scottish stream. J. Fish Biol., 21, 141-155.

ELLIOTT, J.M. (1973) - The food of brown and rainbow trout (*Salmo trutta* and *S. gairdneri*) in relation to the abundance of drifting invertebrates in a mountain stream. Oecologia, 12, 329-347.

ELLIOTT, J.M. (1989) - Wild brown trout *Salmo trutta* : an important national and international resource. Freshwater Biol., 21, 1-5.

FABRICIUS, E. & K.J. GUSTAFSON (1955) - Observtions on the spawning behaviour of the grayling. *Thymallus thymallus* (L.). Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 36, 75-103.

FAUSCH, K.D. (1984)- Profitable stream positions for salmonids : relating specific growth rate to net energy gain. Can. J. Zool., 62, 441-451.

FRAGNOUD, E. (1987) - Préférences d'habitat de la truite fario (*Salmo trutta fario* L., 1758) en rivière (Quelques cours d'eau du Sud-Est de la France). Thèse Doct. 3ème cycle Ecol. fond. appl. Eaux contin., Univ. Lyon I, C.E.M.A.G.R.E.F. Lyon, Lab. Hydroécol. quant., 435 p.

FROST, W.E. & M.E. BROWN (1967) - The trout. Collins, Ed. St Jame's Place, London, 236 p.

GEE, J.H. (1974) - Behavioral and developmental plasticity of buoyaney in the longnose, *Rhinichthys cataractae*, and blacknose, *R. atratulus* (Cyprinidae) dace. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 31, 35-41.

GLOVA, G.J. & M.J. DUNCAN (1985) - Potential effects of reduced flows on fish habitats in a large boarded river, New Zealand. Trans. Fish. Am. Soc., 114, (2), 165-181.

GRANT, J.W.A., ENGLERT J. & B.F. BIETZ (1986) - Application of a method for assessing the impact of watershed practices : effects of logging on salmonid standing crops. North Am. J. Fish. Manage., 6, 24-31.

GRANT, J.W.A., NOAKES, D.L.G. & K.M. JONAS (1989) - Spatial distribution of defence and foraging in young-of-the-year brook charr, *Salvelinus fontinalis*. J. Anim. Ecol. 58 : 773-784.

GRANT, J.W.A. & D.L. KRAMER (1990) - Territory size as a predictor of the upper limit to population density of juvenile salmonids in streams. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47, 1724-1737.

GRANT J.W.A. & D.L. KRAMER (1992) - Temporal clumping of food arrival reduces its monopolization and defence by zebrafish *Brachidanio rerio*. Anim. Behav., 44, 101-110.

GUYOMARD, R. (1989) - Diversité génétique de la truite commune. Bull. Fr. Pêche Piscic. 314, 118-135.

HALE, E.B. (1969) - Domestication and the evolution of behaviour. In : Hafez E.S.E. (Editor), The Behaviour of Domestic animals. Bailliere, Tindall & Cassel, London, pp. 22-42.

HARDY, C.J. (1972) - South Island Council of acclimatisation societies. Proceedings of the Quinntat Salmon fishery Symposium 2 - 3 October 1971 - Ashburton N.Z.M.A.F. Fish Techn. Rep., 83, 298.

HARTMAN, G.F. (1963) - Observations on behavior of juvenile brown trout in a stream aquarium during winter and spring. J. Fish. Res. Board Can., 20, 769-787.

HEGGENES, J. (1988 a) - Substrate preferences of brown trout fry (*Salmo trutta*) in artificial stream channels. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45, 1801-1806.

HEGGENES, J. (1988 b) - Physical habitat selection by brown trout (*Salmo trutta*) in riverine systems. Nordic. J. Freshwater Res., 64, 74-90.

HEGGENES, J. (1988 c) - Effects of short-term flow fluctuations of displacement of, and habitat use by brown trout in a small stream. Trans. Am. Fish. Soc., 117, 336-344.

HELAND, M. (1971) - Influence de la densité du peuplement initial sur l'acquisition des territoires chez la truite commune *Salmo trutta* L. en ruisseau artificiel. Ann. Hydrobiol., 2(1), 25-32.

HELAND, M. (1971) - Observations sur les premières phases du comportement agonistique et territorial de la truite commune *Salmo trutta* L. en ruisseau artificiel. Ann. Hydrobiol., 2(1), 33-46.

HELAND, M. (1978) - Observations sur l'établissement du comportement de nage face au courant chez l'alevin de truite, *Salmo trutta* L., en ruisseau artificiel. Ann. Limnol., 35, 2, 175-183 .

HELAND, M. (1982) - Influence de la densité sur le comportement territorial des juvéniles de truite commune, *Salmo trutta* L., en ruisseau artificiel. In XXVIIe Conf. Natl. Ass. Fr. Limnol., (pp. 103-107).

HOAR, W.S., (1976) - Smolt transformation : Evolution, Behaviour and Physiology. J. Fish Res. Board Can., 33, 1234-1252.

HUNTINGFORD, F.A., METCALFE, N.B., THORPE, J.E., GRAHAM, W.D. & C.E. ADAMS (1990) - Social dominance and body size in Atlantic salmon parr, *Salmo salar* L., J. Fish. Biol., 36, 877-881.

HUTCHINGS, J.A. (1991) - The threat of extinction to native populations experiencing spawning intrusions by cultured Atlantic salmon. Aquaculture, 98, 119-132.

JENKINS, T.M. Jr. (1969) - Social structure, position choice and micro-distribution of two trout species (*Salmo trutta* and *Salmo gairdneri*) resident in mountain streams. Anim. Behav. Monog., 2 (part 2), 57-123.

JOHNSEN, B.O. & O. UGEDAL (1986) - Feeding by hatchery - reared and wild brown trout, *Salmo trutta* L., in a Norwegian stream. Aquaculture and Fisheries Management, 17, 281-287.

JONES, J.W. & J.N. BALL (1954) - The spawning behaviour of brown trout and salmon. Br. J. Anim. Behav., 2, 103-104.

JONES, J.W., (1959)- The Salmon. Collins, Ed., St Jame's Place, London, 192 p.

KALLEBERG, H. (1958) - Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmo and trout (*Salmo salar* L. & *S. trutta* L.). Rep. Inst. Freshw. Res. Drottning, 39, 55-98.

KARLSTRÖM, Ö. (1977) - Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) parr in Swedish rivers with some reference to human activities. Acta Univ. Ups., 404, 12.

KEENLEYSIDE, M.H.A. & F.T. YAMAMOTO (1962) - Territorial behaviour of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). Behaviour, 19, 139-169.

KELLY - QUINN M. & J.J. BRACKEN (1989) - A comparison of the diet of wild and stocked hatchery - reared brown trout, *Salmo trutta* L., fry. Aquaculture and Fisheries Management, 20, 325-328.

KENNEDY, G.J.A. & C.D. STRANGE (1982) - The distribution of salmonids in upland streams in relation to pH and gradient. J. Fish Biol., 20, 579-591.

KINGHORN, B.P. (1983) - A review of quantitative genetics in fish breeding. Aquaculture, 31, 283-304.

KRIEG, F. (1984) - Recherche d'une défférentiation génétique entre populations de *Salmo trutta*. Thèse 3ème cycle Fac.Sci.Univ.Paris Sud Orsay, 92 p.

LEGENBRE, V. (1980) - Les âges géologiques et quelques-uns de leurs vivants d'après les fossiles. M.L.C.P., Service de l'aménagement et de l'exploitation de la Faune, Montréal, Province du Québec, 1 p.

LELEK, A. (1980)- Les poissons d'eau douce en Europe. Comité Européen pour la sauvegarde de la nature et des ressources naturelles. Conseil de l'Europe, 1980.

LESEL, R., THEREZIEN, Y. & R. VIBERT (1971) - Introduction des Salmonidae aux Iles Kerguelen. I - Premiers résultats et observations préliminaires. Ann. hydrobiol., 2, 275-304.

LEWIS, S.L. (1969) - Physical factors influencing fish populations in pools of a trout stream. Trans. Am. Fish. Soc., 98, 14-19.

LEWIS, W.M. & D.P. MORRIS (1986) - Toxicity of nitrite to fish : a review. Trans. Am. Fish. Soc., 115, 183-195.

LI, H.W. & R.W. BROCKSEN (1977) - Approaches to the analysis of energetic costs of intraspecific competition for space by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Biol. 11, 329-341.

LINDROTH, A. (1955) - Distribution territorial behavior and movements of sea trout fry in the river Indalsälven. Rep. Int. Freshwater Res. Drottningholm, 36, 104-119.

MACCRIMMON, H.R. & T.L. MARSHALL (1968) - World distribution of Brown Trout, *Salmo trutta*. J. Fish. Res. Board Can., 25, 2527-2548.

MACCRIMMON, H.R., MARSHALL, T.L. & B.L. GOTS (1970) - World distribution of Brown Trout, *Salmo trutta* : further observations. J.Fish. Res. Board Can., 27, 811-818.

MERIAUX, J.L. & P. VERDEVOYE (1983) - Données sur le *Callitriche obtusangulae* Serbert 1962. Synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée. In J.M. Gehu - Les végétations aquatiques et amphibies, 45-68 , J. Cramer Ed. (Vaduz).

MESA, M.G (1991) - Variation in feeding, aggression, and position choice between hatchery and wild cutthroat trout in an artificial stream. Trans. Am. Fish.Soc., 120, 723-727.

METCALFE, N.B. (1986) - Intraspecific variation in competitive ability and food intake in salmonids : consequences for energy budgets and growth rates. J. Fish. Biol., 28, 525-531.

METCALFE, N.B., HUNTINGFORD F.A., GRAHAM W.D. & J.E. THORPE (1989) - Early social status and the development of life-history strategies in Atlantic salmon. Proc. R. Soc. Lond. B., 236, 7-19.

METCALFE, N.B. & J.E. THORPE (1991) - Early predictors of life-history events : the link between first feeding date, dominance and seaward migration in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. J. Fish. Biol., 41 (Suppl.B), 93-99.

MICHA, J.Cl. & J. Cl. RUWET (1970) - La pêche électrique en rivière et ses utilisations dans la région liégeoise. Les Naturalistes Belges, t. 51-6, 1970.

MILINSKI, M. & G.A. PARKER (1991) - Competition for resources. In : J.R. Krebs and N.B. Davies (Editors), Behavioural Ecology. An Evolutionary Approach., 3rd. ed. Blackwell, Oxford, pp. 137-168.

MILLER, R.B. (1954) - Movements of cutthroat trout after different periods of retention upstream and downstream from their homes. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 11, 550-558.

MILLS, D.H. (1971) - Salmon and trout resource, its ecology, conservation and management. Oliver and Boyd Ed., Edinburgh, 351 p.

MILNER, N.J., GEE, A.S. & R.J. HEMSWORTH (1978) - The production of brown trout, *Salmo trutta* in tributaries of the Upper Wye, Wales. J. Fish. Biol., 13, 599-612.

MOYLE, P.B. (1969) - Comparative behavior of young brook trout of domestic and wild origin. Progressive Fish - Culturist, 31, 51-59.

NEVEU, A. (1981) - Densité et microrépartition des différentes espèces de poissons dans la Basse Nivelle, petit fleuve côtier des Pyrénées atlantiques. Bull. Fr. Piscic., 280, 86-103.

NOBLE, G.K. (1939) - The role of dominance in the social life of birds. Auk, 56, 263-273.

O'GRADY, M.F. (1983) - Observations on the dietary habits of wild and stocked trout in Irish Lakes. Journal of Fish Biology, 22, 593-601.

OKAZAKI, T. (1982) - Genetic study on population structure in chum salmon (*Onchorhynchus keta*). Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., 19, 25-116.

OTTAWAY, E.M. & A. CLARKE (1981) - A preliminary investigation into the vulnerability of young trout (*Salmo trutta* L.) and Atlantic salmon (*S. salar* L.) to downstream displacement by high water velocities J. Fish. Biol., 19, 135-145.

PEREZ, E. (1986) - Rôle de facteurs externes et internes dans la mise en place du rythme circadien d'activité au cours de l'ontogenèse de la truite (*Salmo trutta* L.). Thèse Biol. Anim., Fac. Sci. Tech. St-Etienne, 295 p.

PHILIPPART, J. CL. & M. VRANKEN (1982) - Enquête sur les espèces de vertébrés menacés de disparition en wallonie. II : les poissons menacés de disparition en wallonie.

PILLAY, T.V.R. (1992) - Aquaculture and the Environment. Fishing News Books, Oxford.

PRICE, E.O. (1978) - Genotype versus experience effects on aggression in wild and domestic Norway rats. Behaviour, 64, 340-353.

PRICE, E.O. (1984) - Behavioural aspects of animal domestication. Q. Rev. Biol., 59, 1-32.

PRIEDE, I.G. (1985) - Metabolic scope in fishes. In : Tytler, P & Calow, P. (eds), Fish energetics, new perspectives, 33-64. Croom Helm, London.

PURDOM, C.E. (1974) - Variation in fish. In : F.R. Harden Jones (Editor), Sea Fisheries Research. Elek Science, London, pp, 347-355.

RAMADE, F. (1982) - Elément d'écologie appliquée 1 vol., Mc Graw-Hill, Eds (Paris), 452 p.

REEVES, G. H. & F. H. EVEREST (1988) - A food delivery system for laboratory streams. *Can. J. Zool.* 66, 755-758.

RUZZANTE, D.E. (1994) - Domestication effects on aggressive and schooling behavior in fish. *Aquaculture*, 120, 1-24.

SHIRVELL, C.S. & R.G. DUNGEY (1983) - Microhabitats chosen by brown trout for feeding and spawning in rivers. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112, 355-367.

SLANEY, P.A. & T.G. NORTHCOTE (1974) - Effects of abundance on diversity and territorial behavior of young rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in laboratory stream channels. *J. Fish. Res. Board Can.*, 31, 1201-1209.

SMITH, J.J. & H.W. LI (1983) - Energetic factors influencing foraging tactics of juvenile steelhead trout, *Salmo gairdneri*. In D.L.G.N.e.al. (Eds), *Predators and Prey in Fishes* (pp. 173-180). The Hague : Dr.W. Junk Publishers.

SMITH, G.R. & R.F. STEARLEY (1989) - The classification and scientific names of Rainbow and Cutthroat Trouts. *Fisheries*, 14, 4-10.

SOSIAK, A.J. (1982) - Buoyancy comparisons between juvenile Atlantic salmon and brown trout of wild and hatchery origin. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 111, 307-311.

SPILLMANN, C.J. (1961) - Faune de France. 65 poissons d'eau douce. Ed. Paul Lechevalier. Paris.

STRINGER, G.E. & W.S. HOAR (1955) - Aggressive behavior of underyearling kamloops trout. *Can. J. Zool.*, 33, 148-160.

SWAIN, D.P. & RIDDELL, B.E. (1990) - Variation in agonistic behavior between newly emerged juveniles from hatchery and wild populations of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 47, 566-571.

SWAIN, D.P., RIDDELL B.E. & C.B. MURRAY (1991) - Morphological differences between hatchery and wild populations of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) : environmental versus genetic origin. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48, 1783-1791.

TCHERNAVIN, V. (1939) - The origin of Salmon. Salmon Trout. Mag., 95, 120-140.

TIBERGHIEU, G. (Ed.) (1985) - Le Scorff : système de référence floristique et faunistique de la qualité des eaux courantes. Rapp. Contr., Lab. Ecol. Hydrobiol. INRA, Rennes, 176 p. + 44 p. ann.

TITUS, R.G. (1990) - Territorial behavior and its role in population regulation of young brown trout (*Salmo trutta*) : new perspectives. Ann. Zool. Fennici., 27, 119-130.

VASSEN, F. (1989) - Etude des préférences de microhabitat et estimation de la capacité d'accueil d'une rivière à truites (le Samson) pour les juvéniles du saumon atlantique (*Salmo salar* L.). Mémoire, FUNDP, Namur, 61 pp.

VINCENT, R.E. (1960) - Some influences of domestication upon three stocks of brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill). Transactions of the American Fisheries Society, 89, 35-52.

VOSTRADOVSKY (1973) - Poissons d'eau douce. Atlas illustré. Traduction française. GRUND. Paris. 92-101.

WANKOWSKI, J.W.J. & J.E. THORPE (1979) - Spatial distribution and feeding in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., juveniles. J. Fish Biol., 14, 239-247.

WAPLES, R.S. (1991) - Genetic interactions between hatchery and wild salmonids : lessons from the Pacific Northwest. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48 (Suppl.1), 124-133.

WEATHERLEY, A.H. (1976) - Factors affecting maximization of fish growth. J. Fish. Res. Board. Can., 33, 1046-1058.

WESTLAKE, D.F. (1975) - Aquatic macrophytes. In river ecology, B.A. Whitton Ed., Blackwell Scientific Publications, Oxford, p 106-128.

ANNEXES

ANNEXE 1

TEST STATISTIQUE N°1 : ANOVA 1.

- Truites sauvages :

- Facteur A : position hiérarchique (fixe).

Source de variation	SCE	dl	CM	F
Totale	0,024602	20		
Hiérarchie	0,003808	6	0,000635	0,428 NS
Résiduelle	0,020794	14	0,001485	

Conclusion : chez les truites sauvages, il n'existe pas de différence significative au niveau du taux de croissance d'une position hiérarchique à l'autre.

- Truites de pisciculture :

- Facteur A : position hiérarchique (fixe).

Source de variation	SCE	dl	CM	F
Totale	0,059119	20		
Hiérarchie	0,017878	6	0,002980	1,012 NS
Résiduelle	0,041241	14	0,002946	

Conclusion : chez les truites de pisciculture, il n'existe pas de différence significative au niveau du taux de croissance d'une position hiérarchique à l'autre.

TEST STATISTIQUE N°2: ANOVA 2.

- Facteur A : origine des truites (fixe).
- Facteur B : position hiérarchique (fixe).

Source de variation	SCE	dl	CM	F _{obs}
Origine (A)	0,000267	2	0,000134	0,068 NS
Hiérarchie (B)	0,009125	6	0,001521	0,776 NS
Interaction (AB)	0,024109	12	0,002009	1,025 NS
Résiduelle	0,082333	42	0,001960	
Total	0,115834	62		

Conclusions :

- Facteur A : Il n'existe pas de différence significative au niveau du taux de croissance, d'une catégorie de truites à l'autre (truites sauvages, truites de pisciculture, truites provenant du mélange des deux types de truites).
- Facteur B : Il n'existe pas de différence significative au niveau du taux de croissance, d'une position hiérarchique à l'autre.
- Interaction AB est non significative. Les facteurs A et B n'interagissent pas.

TEST STATISTIQUE N°3: comparaison de moyennes (test de t).

H₀ : le taux de croissance des truites sauvages en allopatric est égale au taux de croissance des truites sauvages en sympatric.

$$D = - 0,0195$$

$$S^2_D = 0,001948$$

$$t_7 = \frac{- 0,0195}{\sqrt{\frac{0,001948}{8}}} = - 1,25 \implies \text{on accepte } H_0.$$

Conclusion : On n'a pas pu montrer que le taux de croissance des truites sauvages en allopatric était différent de celui des truites sauvages en sympatric.

TEST STATISTIQUE N°4: test d'ajustement à une loi théorique.

	Fréquences observées	Fréquences théoriques
Truites sauvages	828	$1/2 \cdot 1854 = 927$
Truites de pisciculture	1026	927
Total	1854	1854

H_0 : Le nombre total de combats initiés par les truites sauvages est égal au nombre total de combats initiés par les truites de pisciculture.

$x^2 = 21,1$ avec $dl = 1 \implies$ On refuse H_0 (hautement significatif).

Conclusion : Le nombre de combats initiés par les truites de pisciculture est supérieur au nombre de combats initiés par les truites sauvages.

Les truites de pisciculture sont donc plus agressives entre elles que les truites sauvages entre elles.

TEST STATISTIQUE N°5: test d'ajustement à une loi théorique.

Combats	Fréquences observées	Fréquences théoriques
T.sauvages attaquant t.sauvages	102	$1/2 \cdot 461 = 230,5$
T.sauvages attaquant t.pisciculture	359	230,5
Total	461	461

H_0 : La fréquence d'attaque de truites sauvages ou de truites de pisciculture par des truites sauvages est la même.

$x^2 = 143,3$ avec $dl = 1 \implies$ On refuse H_0 (hautement significatif).

Conclusion : La fréquence d'attaque des truites de pisciculture par des truites sauvages est supérieure à la fréquence d'attaque des truites sauvages par des truites sauvages.

TEST STATISTIQUE N°6: test d'ajustement à une loi théorique.

Combats	Fréquences observées	Fréquences théoriques
T.pisciculture attaquant t.sauvage	7	$1/2 \cdot 81 = 40,5$
T.pisciculture attaquant t.pisciculture	74	40,5
Total	81	81

H_0 : La fréquence d'attaque de truites sauvages ou des truites de pisciculture par des truites de pisciculture est la même.

$x^2 = 55,4$ avec $dl = 1 \implies$ On refuse H_0 (hautement significatif).

Conclusion : La fréquence d'attaque des truites de pisciculture par des truites de pisciculture est supérieure à la fréquence d'attaque des truites sauvages par des truites de pisciculture.

TEST STATISTIQUE N°7 : test d'ajustement à une loi théorique.

Nombre de combats initiés par les truites sauvages	Fréquences observées	Fréquences théoriques
Avant le nourrissage	213	$1/2 \cdot 323 = 161,5$
Pendant le nourrissage	110	161,5
Total	323	323

H_0 : Le nombre de combats initiés par les truites sauvages avant ou pendant le nourrissage est le même.

$x^2 = 32,85$ avec $dl = 1 \implies$ On refuse H_0 (hautement significatif).

Conclusion : Le nombre de combats initiés par les truites sauvages avant le nourrissage est supérieur au nombre de combats initiés par les truites sauvages pendant le nourrissage.

TEST STATISTIQUE N°8 : test d'ajustement à une loi théorique.

Nombre de combats initiés par les truites de pisciculture	Fréquences observées	Fréquences théoriques
Avant le nourrissage	205	$1/2 \cdot 431 = 215,5$
Pendant le nourrissage	226	215,5
Total	431	431

H_0 : Le nombre de combats initiés par les truites de pisciculture avant ou pendant le nourrissage est le même.

$\chi^2 = 1,02$ avec $dl = 1 \implies$ On accepte H_0 .

Conclusion : Le nombre de combats initiés par les truites de pisciculture avant ou pendant le nourrissage est le même.

ANNEXE 2

Tabl. 1 : Données de longueur et de poids des truites.
en début et en fin d'expérience.

Expérience n°1 (Truites de pisciculture) P1

(Durée de l'expérience: 11 jours)

Positions hiérarchiques: n°6 (dominant) > n°1 > n°5 > n°7 > n°4 > n°2 > n°3

Truites	Longueur initiale (cm)	Poids initial (g)	Longueur finale (cm)	Poids final (g)
n°6	8.00	5.232	8.40	6.925
n°1	7.80	4.935	8.30	6.907
n°5	8.10	6.040	8.20	6.414
n°7	8.05	6.093	8.20	6.647
n°4	7.95	6.388	8.00	6.282
n°2	7.85	5.468	8.00	5.937
n°3	7.75	5.480	7.80	5.235
Moyennes:	L = 7,90	P = 5,662	L = 8,10	P = 6,335

Tabl. 2 : Données de longueur et de poids des truites
en début et en fin d'expérience.

Expérience n°4 (Truites de pisciculture) P2

(Durée de l'expérience: 11 jours)

Positions hiérarchiques: n°4 (dominant) > n°7 > n°3 > n°1 > n°6 > n°5 > n°2

Truites	Longueur initiale (cm)	Poids initial (g)	Longueur finale (cm)	Poids final (g)
n°4	7.60	4.398	8.30	6.838
n°7	7.40	4.541	7.90	5.380
n°3	7.00	3.312	7.10	4.298
n°1	7.60	5.467	7.60	5.704
n°6	7.20	6.109	7.80	6.257
n°5	7.30	4.319	7.35	4.639
n°2	7.40	4.454	7.40	3.702
Moyennes:	L = 7,40	P = 4,657	L = 7,60	P = 5,260

Tabl. 3 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience.

Expérience n°7 (Truites de pisciculture) P3

(Durée de l'expérience: 11 jours)

Positions hiérarchiques: n°3 (dominant) > n°2 > n°7 > n°1 > n°5 > n°4 > n°6

Truites	Longueur initiale (cm)	Poids initial (g)	Longueur finale (cm)	Poids final (g)
n°3	7.30	4.416	7.30	4.562
n°2	6.90	3.376	7.00	3.600
n°7	6.60	2.817	6.70	3.480
n°1	6.60	3.034	6.70	3.485
n°5	6.70	3.155	6.70	3.219
n°4	6.90	3.505	7.00	3.447
n°6	6.80	3.394	6.80	3.330
Moyennes:	L = 6,80	P = 3,385	L = 6,90	P = 6,335

ANNEXE 3

Tabl. 1 : Calcul des taux de croissance pondérale (g/j)
des truites sauvages et des truites de pisciculture.

Classement hiérarchique

Expérience n°1 (Truites de pisciculture) P1	
Truites	Taux de croissance (g/jour)
n°6	$(6,925 - 5,232) / 11 = 0.154$
n°1	0.179
n°5	0.034
n°7	0.050
n°4	-0.009
n°2	0.042
n°3	-0.022

Expérience n°2 (Truites sauvages) S1	
Truites	Taux de croissance (g/jour)
n°5	0.129
n°2	0.064
n°7	0.043
n°3	0.053
n°4	0.077
n°1	0.014
n°6	-0.052

Expérience n°4 (Truites de pisciculture) P2	
Truites	Taux de croissance (g/jour)
n°4	0.222
n°7	0.076
n°3	0.090
n°1	0.022
n°6	0.014
n°5	0.029
n°2	-0.068

Expérience n°5 (Truites sauvages) S2	
Truites	Taux de croissance (g/jour)
n°3	0.036
n°4	0.026
n°6	-0.007
n°1	0.012
n°5	-0.033
n°2	-0.003
n°7	-0.011

Expérience n°7 (Truites de pisciculture) P3	
Truites	Taux de croissance (g/jour)
n°3	0.013
n°2	0.020
n°7	0.060
n°1	0.041
n°5	0.006
n°4	-0.005
n°6	-0.006

Expérience n°8 (Truites sauvages) S3	
Truites	Taux de croissance (g/jour)
n°2	0.011
n°1	0.070
n°7	0.038
n°5	0.019
n°6	0.009
n°4	0.001
n°3	0.027

Tabl. 2 : Calcul des taux de croissance pondérale (g/j)

des truites sauvages et des truites de pisciculture mélangées.

Classement hiérarchique

Expérience n°3 (Truites sauvages et truites de pisciculture) M1

Truites	Taux de croissance (g/jour)
n°5 (S)	0.083
n°7 (S)	0.096
n°2 (S)	0.027
n°4 (P)	0.089
n°6 (P)	0.119
n°3 (P)	0.020
n°1 (P)	-0.057

Expérience n°6 (Truites sauvages et truites de pisciculture) M2

Truites	Taux de croissance (g/jour)
n°3 (S)	0.052
n°4 (S)	0.094
n°5 (P)	0.067
n°6 (P)	-0.009
n°7 (P)	-0.009
n°1 (P)	-0.029

Expérience n°9 (Truites sauvages et truites de pisciculture) M3

Truites	Taux de croissance (g/jour)
n°1 (S)	0.115
n°2 (S)	0.059
n°6 (P)	0.067
n°4 (P)	0.057
n°7 (S)	0.047
n°3 (P)	0.007
n°5 (P)	0.004

**Tabl. 3 : Moyennes des taux de croissance et écarts-types (S)
des truites de pisciculture. (Expériences P1-P2-P3)**

Classement suivant la position hiérarchique.

Truites	Taux de croissance (g/jour)	S
1ères truites (dominantes)	0.130	0.106
2èmes truites	0.092	0.081
3èmes truites	0.061	0.028
4èmes truites	0.038	0.015
5èmes truites	0.003	0.012
6èmes truites	0.013	0.020
7èmes truites	-0.032	0.032

**Tabl. 4 : Moyennes des taux de croissance et écarts-types (S)
des truites sauvages. (Expériences S1-S2-S3)**

Classement suivant la position hiérarchique.

Truites	Taux de croissance (g/jour)	S
1ères truites (dominantes)	0.058	0.062
2èmes truites	0.054	0.024
3èmes truites	0.025	0.027
4èmes truites	0.028	0.022
5èmes truites	-0.003	0.026
6èmes truites	0.009	0.018
7èmes truites	-0.012	0.039

**Tabl. 5 : Moyennes des taux de croissance et écarts-types (S)
des truites sauvages et des truites de pisciculture mélangées.
(Expériences M1-M2)**

Classement suivant la position hiérarchique.

Truites	Taux de croissance (g/jour)	S
1ères truites (S)	0,068	0.022
2èmes truites (S)	0.095	0.001
4èmes truites (P)	0.040	0.069
5èmes truites (P)	0.055	0.091
6èmes truites (P)	-0.005	0.035

**Tabl. 6 : Moyennes des taux de croissance et écarts-types (S)
des truites sauvages en allopatrie ou en sympatrie.**

Expériences S1-M1-S2-M2

Classement suivant la position hiérarchique.

Truites en allopatrie	Taux de croissance (g/jour)	S
1ères truites (dominantes)	0.083	0.066
2èmes truites	0,045	0.027

Truites en sympatrie	Taux de croissance (g/jour)	S
1ères truites (dominantes)	0.068	0.022
2èmes truites	0.095	0.001

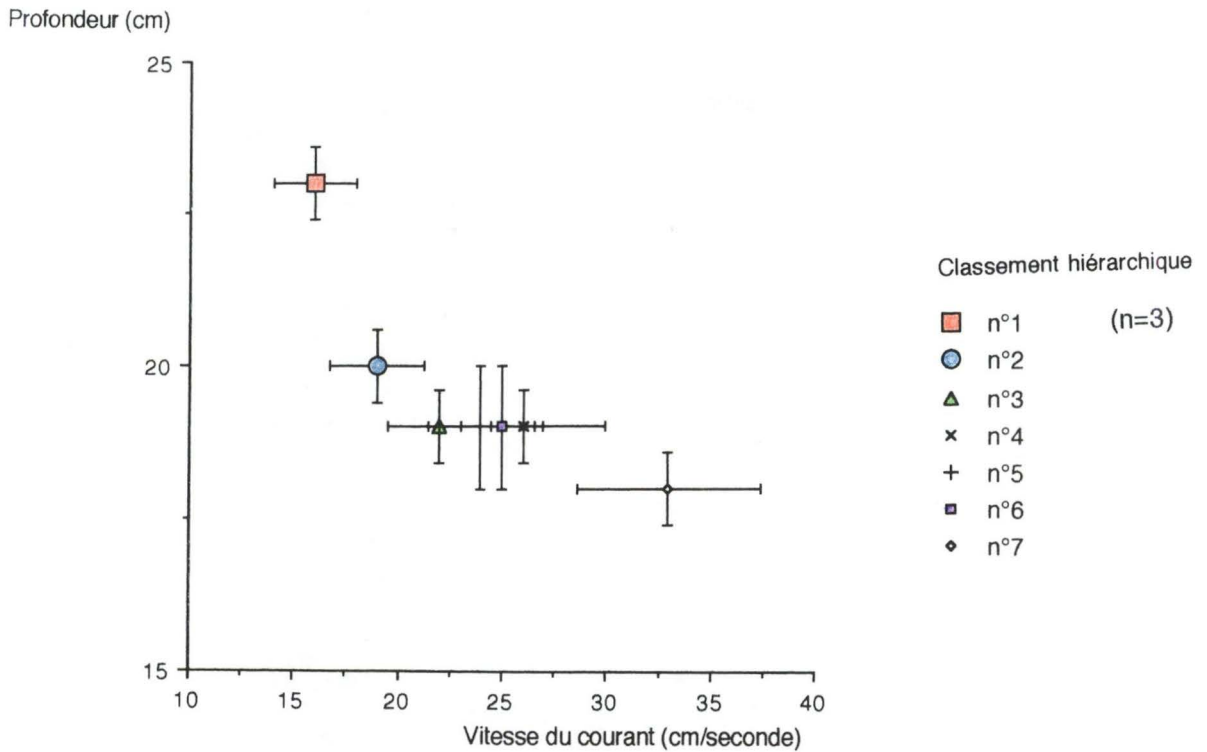


Fig. 1 : Profondeurs (cm) et vitesses de courant (cm/s) occupées par les truites de pisciculture en fonction de leur position hiérarchique. Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes et écarts-types) (n = 3).

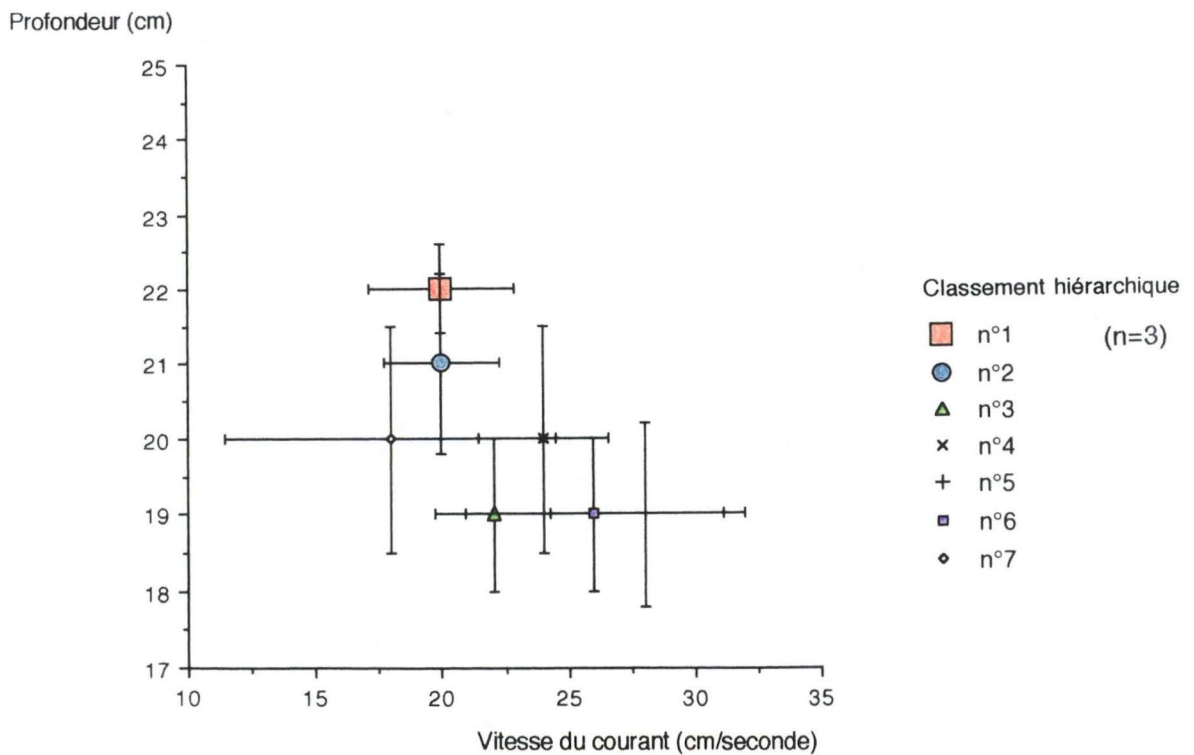


Fig. 2 : Profondeurs (cm) et vitesses de courant (cm/s) occupées par les truites sauvages en fonction de leur position hiérarchique. Expériences S1 - S2 - S3 (moyennes et écarts-types) (n = 3).

Liste des figures.

Fig. 1 : Place de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans la classification de la famille des salmonidés (d'après BEHNKE, 1972).

Fig. 2 : Truites de rivière (*Salmo trutta* L.) : de haut en bas : mâle adulte, femelle adulte et sujet d'un an (d'après VOSTRADOVSKY, 1973).

Fig. 3 : Truite de mer : parr (d'après ADE, 1989).

Fig. 4 : Truite de lac (d'après ADE, 1989).

Fig. 5 : Aire de répartition mondiale de la truite commune (*Salmo trutta* L.) (d'après ARROWSMITH et PENTELOW (1965), FROST BROWN (1967), MACCRIMMON et MARSHALL (1968), MACCRIMMON et al. (1970), LESEL et al. (1971), HARDY (1972), BOEUF (1986) et DUMONT et MONGEAU (1989) in BAGLINIERE (1991)).

Fig. 6 : Répartition géographique actuelle (après 1950) de la truite de rivière en région wallonne. Cartographie basée sur le réseau UTM : chaque maille du réseau correspond sur le terrain à un carré de 10 km de côté. La présence de l'espèce est signalée par un point noir ; une capture unique est indiquée par une étoile de givre (d'après PHILIPPART, 1982).

Fig. 7 : Biomasse des populations de la truite de rivière (d'après PHILIPPART, 1982).

Fig. 8 : Aires de répartition de quelques "formes" géographiques et écologiques de truite commune. 1 : *Salmo trutta fario* (truite de rivière). 2 : *Salmo trutta lacustris* (truite de lac). 3 : *Salmo trutta macrostigma*. 4 : *Salmo trutta marmoratus*. 5 : *Salmo trutta carpio*. 6 : *Salmo trutta dentex*. 7 : *Salmo trutta labrax*. 8 : *Salmo trutta caspius*. 9 : *Salmo trutta letnica* (d'après BLANC et al., 1971 in GUYOMARD, 1989).

Fig. 9 : Le poisson de droite prend une posture de menace frontale tout en se rapprochant du second poisson qui, lui, exerce une menace latérale (d'après KEENLEYSIDE et YAMAMOTO, 1962).

Fig. 10 : Représentation des menaces frontale (en haut) et latérale (en bas) chez les juvéniles de saumons et de truites (d'après KALLEBERG, 1958).

Fig. 11 : Deux poissons exerçant simultanément l'un envers l'autre une menace latérale (d'après KEENLEYSIDE et YAMAMOTO, 1962).

Fig. 12 : Face au poisson (de gauche) défendant son territoire, le second poisson (de droite) adopte une posture de soumission caractérisée par sa position, sa coloration et sa nageoire dorsale repliée (d'après KEENLEYSIDE et YAMAMOTO, 1962).

Fig. 13 : Effet de l'abondance des proies sur la fréquence d'interactions comportementales initiées par des alevins de truite dans une rivière artificielle (d'après SLANEY et NORTHCOTE, 1974).

Fig. 14 : Taux de morsures (nombre de morsures/heure) suivant des densités de poissons croissantes dans deux aquariums (d'après KEENLEYSIDE et YAMAMOTO, 1962).

Fig. 15 : Postes de chasse utilisés par des alevins de saumon atlantique à l'intérieur des mosaïques territoriales de deux sections d'un ruisseau artificiel ayant des substrats différents. La surface de chaque section est de 170 cm.80 cm (d'après KALLEBERG, 1958).

Fig. 16 : Taux de croissance (g/jour) de truites communes élevées en pisciculture et de saumons de fontaine sauvages en allopatricité (seuls) et en sympatricité (ensemble) (brook trout : saumon de fontaine; brown trout : truite commune) (d'après DE WALD et WILZBACH, 1992).

Fig. 17 : Partie moyenne du Samson avec secteur de pêche (a).

Fig. 18 : Schéma de la rivière artificielle.

Fig. 19 : Système de nourrissage de la rivière artificielle (modifié d'après REEVES et EVERST, 1988).

Fig. 20 : Représentation de la moitié droite de la rivière artificielle et du tuyau d'alimentation.

Fig. 21 : Dessin permettant la reconnaissance d'une truite.

Fig. 22 : Taux de croissance pondérale (g/jour) de truites sauvages seules en fonction de leur position hiérarchique. Expérience S3.

Fig. 23 : Taux de croissance pondérale (g/jour) de truites de pisciculture seules en fonction de leur position hiérarchique. Expérience P2.

Fig. 24 : Comparaison des taux de croissance pondérale (g/jour) chez les truites sauvages seules et les truites de pisciculture seules en fonction de leur position hiérarchique. Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes) et S1 - S2 - S3 (moyennes) (n = 3).

Fig. 25 : Taux de croissance pondérale (g/jour) de truites sauvages et de truites de pisciculture suivant leur position hiérarchique lors des mélanges. Expériences M1 et M2 (moyennes) (n = 2).

Fig. 26 : Comparaison des taux de croissance pondérale (g/jour) des truites sauvages en allopatrie et en sympatrie suivant leur position hiérarchique. Expériences S1 - S2 (moyennes) et M1 - M2 (moyennes) (n = 2).

Fig. 27 : Pourcentage d'interactions comportementales initiées par des truites de pisciculture suivant leur position hiérarchique. Expérience P2.

Fig. 28 : Pourcentage d'interactions comportementales initiées par des truites sauvages suivant leur position hiérarchique. Expérience S1.

Fig. 29 : Comparaison du nombre d'interactions comportementales initiées par les truites de pisciculture seules (total : 365 interactions) et les truites sauvages seules (total : 275 interactions). Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes) et S1 - S2 - S3 (moyennes).

Fig. 30 : Nombre d'interactions comportementales initiées par les truites de pisciculture suivant leur taille initiale. Expérience P2.

Fig. 31 : Nombre d'interactions comportementales initiées par les truites sauvages suivant leur taille initiale. Expérience S1.

Fig. 32 : Interactions comportementales initiées par des truites sauvages ou des truites de pisciculture lors du mélange des deux types de truites. Expériences M1 - M2 - M3.

Fig. 33 : Profondeurs (cm) et vitesses de courant (cm/s) occupées par les truites de pisciculture suivant leur position hiérarchique. Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes) (n = 3).

Fig. 34 : Profondeurs (cm) et vitesses de courant (cm/s) occupées par les truites sauvages suivant leur position hiérarchique. Expériences S1 - S2 - S3 (moyennes) (n = 3).

Fig. 35 : Comparaison des profondeurs (cm) et des vitesses de courant (cm/s) occupées par les truites de pisciculture dominantes et les truites sauvages dominantes en allopatrie et en sympatrie. Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes), S1 - S2 - S3 (moyennes) et M1 - M2 (moyennes) (n = 3 ou 2).

Fig. 36 : Taux de croissance pondérale (g/jour) en fonction de la vitesse de courant (cm/s) occupée chez les truites sauvages suivant leur position hiérarchique. Expériences S1 - S2 - S3 (moyennes) (n = 3).

Fig. 37 : Taux de croissance pondérale (g/jour) en fonction de la vitesse de courant (cm/s) occupée chez les truites de pisciculture suivant leur position hiérarchique. Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes) (n = 3).

Fig. 38 : Taux de croissance pondérale (g/jour) en fonction de la profondeur (cm) occupée chez les truites sauvages suivant leur position hiérarchique. Expériences S1 - S2 - S3 (moyennes) (n = 3).

Fig. 39 : Taux de croissance pondérale (g/jour) en fonction de la profondeur (cm) occupée chez les truites de pisciculture suivant leur position hiérarchique. Expériences P1 - P2 - P3 (moyennes) (n = 3).

Liste des tableaux.

- Tabl. 1 : Comparaison du régime alimentaire des truites sauvages et des truites de pisciculture (d'après KELLY-QUINN, 1989).
- Tabl. 2 : Horaire des observations. Les symboles A signifient : observation de l'agressivité dans la première (A1) ou deuxième (A2) partie de la rivière artificielle. Le symbole P signifie : observation de la position (microrépartition). Le symbole N représente le moment de nourrissage avec un demi bloc (N 0.5) ou un bloc entier (N 1).
- Tabl. 3 : Horaire des observations de la dernière expérience (M3), prolongée d'une semaine. Les symboles A signifient : observation de l'agressivité dans la première (A1) ou deuxième (A2) partie de la rivière artificielle. Le symbole P signifie : observation de la position (microrépartition). Le symbole N représente le moment de nourrissage avec un demi bloc (N 0.5) ou un bloc entier (N 1).
- Tabl. 4 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience. Expérience n° 8 (S 3).
- Tabl. 5 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience. Expérience n° 9 (M 3).
- Tabl. 6 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience. Expérience n° 5 (S 2).
- Tabl. 7 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience. Expérience n° 6 (M 2).
- Tabl. 8 : Quantité d'interactions comportementales (moyennes) initiées par les truites de pisciculture. (Expériences P1 - P2 - P3).
- Tabl. 9 : Quantité d'interactions comportementales (moyennes) initiées par les truites sauvages. (Expériences S1 - S2 - S3).
- Tabl. 10 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience. Expérience n° 2 (S1).
- Tabl. 11 : Données de longueur et de poids des truites en début et en fin d'expérience. Expérience n° 3 (M1).
- Tabl. 12 : Nombre de combats initiés par les truites sauvages avant ou pendant le nourrissage. (Moyennes : expériences S1 - S2 - S3).
- Tabl. 13 : Nombre de combats initiés par les truites de pisciculture avant ou pendant le nourrissage. (Moyennes : expériences P1 - P2 - P3).
- Tabl. 14 : Profondeurs (cm) et vitesses du courant au niveau du substrat (cm/s).

Liste des photos.

Photos 1, 2 : Illustrations du polymorphisme des truites communes (*Salmo trutta* L.).

Photo 3 : Illustration du polymorphisme des truites communes (*Salmo trutta* L.).

Photo 4 : Secteur de pêche sur le Samson.

Photo 5 : Equipe de pêche électrique.

Photo 6 : Rivière artificielle : deuxième fosse.

Photo 7 : Rivière artificielle : truite dominante occupant une des positions les plus profitables (154; 2; 17) dans la première fosse.