



Institut d'écologie

**Biologie et écologie de l'ombre commun  
(*Thymallus thymallus* L.) dans l'Orbe à la Vallée de Joux, canton de  
Vaud, Suisse.**

**Thèse de doctorat**

présentée à la

Faculté des Sciences de  
l'Université de Lausanne

par

**Gilbert Paquet**

Diplômé en Biologie  
Université de Lausanne

**Jury**

Prof. Giovanni Dietler, Président  
Prof. Peter Vogel, Rapporteur  
Dr. Bernard Büttiker, Directeur de thèse  
Prof. Éric Pattee, Expert  
Dr. Armin Peter, Expert

LAUSANNE  
2002

# Imprimatur

Vu le rapport présenté par le jury d'examen, composé de

Président	Monsieur Prof. Giovanni <b>Dietler</b>
Directeur de thèse	Monsieur Dr Bernard <b>Büttiker</b>
Rapporteur	Monsieur Prof. Peter <b>Vogel</b>
Experts	Monsieur Prof. Eric <b>Pattee</b>
	Monsieur Dr Armin <b>Peter</b>

le Conseil de Faculté autorise l'impression de la thèse de

**Monsieur Gilbert Paquet**

Biologiste diplômé de l'Université de Lausanne

intitulée

**Biologie et écologie de l'ombre commun**  
*(Thymallus thymallus L.)* dans l'Orbe à la Vallée de Joux, canton de Vaud,  
Suisse

Lausanne, le 26 avril 2002

pour Le Doyen de la Faculté des Sciences

  
Prof. Giovanni Dietler

# Remerciements

Je tiens à remercier ici toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, en particulier, les personnes et les institutions suivantes :

Dr. Bernard Büttiker, directeur de mon travail, pour son attitude critique et constructive tout au long de ma recherche. Je le remercie également d'avoir mis à ma disposition les infrastructures nécessaires à la réalisation de cette étude.

Le Prof. Peter Vogel, qui a accepté d'être rapporteur auprès de l'Université de Lausanne, pour sa lecture attentive et ses critiques constructives; Dr. Armin Peter ainsi que le Prof. Eric Pattee qui ont accepté de faire partie du jury.

Le personnel de la Conservation de la faune et de la nature, en particulier Messieurs Philippe Amiet et Charles Siegrist, gardes-pêche permanents, qui m'ont aidé lors des pêches électriques. Je remercie également tous les bénévoles enthousiastes qui sont venus m'aider sur le terrain, en particulier lors des captures d'ombres. Sans eux il aurait été impossible d'effectuer l'ensemble de ce travail.

Le Dr. Alexis Champigneulle qui m'a accueilli à l'INRA de Thonon-les-Bains pour me montrer le marquage des jeunes poissons. Le Dr. Jean-François Rubin qui m'a prêté un injecteur pour l'étude de la survie des jeunes stade dans les graviers.

La Conservation de la faune et de la nature et l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEP) pour le financement de cette étude. Le Dr. Cornelis Neet qui m'a accueilli à la Conservation de la Faune en m'offrant un lieu de travail.

Les personnes de la Vallée de Joux qui m'ont aidé et soutenu tout au long de ces années, en particulier Monsieur Philippe Falcy, garde-pêche auxiliaire, Monsieur Jean-Daniel Meylan, pêcheur professionnel qui a réalisé les pêches au filet dans le lac de Joux et Monsieur Gilbert Meylan, pêcheur de loisir. Que ces trois personnes soient sincèrement remerciées.

Toutes les personnes qui m'ont épaulé sur le terrain, pour les analyses, ainsi que celles qui ont relu, critiqué et corrigé mon manuscrit. Il s'agit du Dr. Emmanuel Castella, de Françoise Delacrausaz, Lorna Herda, Alain Mabile, Luc Magnenat, Sébastien Sachot et Daniel Schlunke. Que toutes ces personnes soient très vivement et chaleureusement remerciées.

Enfin, je remercie de tout mon cœur, Sandra, qui au cours de ces dernières années, m'a encouragé, soutenu, aidé sur le terrain ainsi que lors de la réalisation et de la correction de ce manuscrit.

# Résumé

L'ombre commun (*Thymallus thymallus* L.) est une espèce menacée dans le canton de Vaud (Suisse), ainsi que plus généralement en Suisse et en Europe. Sa pêche a été interdite dans l'Orbe à la Vallée de Joux (Jura vaudois) de 1994 à 1996. Ce travail a été lancé à cette occasion afin d'améliorer les connaissances sur sa biologie et son écologie. Les données ont été récoltées entre 1995 et 1998. A titre comparatif, certains aspects de la biologie de l'ombre ont de plus été étudiés dans le Talent (petite rivière du Plateau vaudois).

Les effectifs et la biomasse des ombres ont été déterminés dans certains secteurs de l'Orbe. La biomasse moyenne est de 27 kg/ha. Dans l'un des secteurs étudiés, la biomasse des ombres a diminué de deux tiers après la réouverture de la pêche en 1997, indiquant que la pêche de loisir a un impact important sur les effectifs.

Les ombres effectuent des déplacements et des migrations dans l'Orbe et dans le lac de Joux. Certains de ces déplacements sont importants et peuvent atteindre 15 à 17 km. Une partie des poissons entreprend des migrations pour la reproduction. Elles ont lieu le long de l'Orbe et entre le lac et la rivière. Dans le Talent, la reproduction est présente.

Dans l'Orbe, la reproduction des ombres commence entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Elle se déroule sur une période de deux semaines environ. Les principaux sites de reproduction sont réutilisés chaque année. Les femelles matures, dont la longueur se situe entre 37 et 46 cm, produisent de 6500 à plus de 10000 œufs.

La survie des œufs et des alevins a été étudiée sur les lieux de reproduction de l'Orbe. Elle diminue au cours du développement, mais les différences entre les stations sont importantes. Le taux de survie varie entre 0 et 58 %. La durée de développement est de 175 à 212°Cd (degrés jours) jusqu'à l'éclosion et de 251 à 281°Cd jusqu'à l'émergence.

Une partie des poissons de l'Orbe atteint la maturité sexuelle dès l'âge de trois ans. A cet âge, la longueur moyenne des ombres de l'Orbe et du lac de Joux est de 334 mm, celle des ombres du Talent de 271 mm.

L'ombre a été introduit dans l'Orbe et le lac de Joux en 1911. À partir des années cinquante, les repeuplements avec des alevins ou des estivaux ont été effectués régulièrement. Dans le Talent, les repeuplements ont débuté dans les années quarante. Entre 1995 et 1997, des estivaux marqués, élevés en pisciculture et âgés de six mois ont été déversés dans l'Orbe et dans le Talent. Le taux de recapture était très faible, indiquant que le repeuplement, tel qu'il a été effectué ces dernières années, est un échec.

Des mesures de gestion sont proposées afin de préserver et de développer la population d'ombres de l'Orbe. Il s'agit notamment d'améliorer l'habitat en boisant les berges de l'Orbe, afin d'éviter le réchauffement trop important de l'eau pendant la période estivale. L'adaptation de la réglementation de la pêche de loisir est importante. Il est particulièrement recommandé

d'augmenter la taille minimale de capture à 38 cm pour protéger toutes les femelles âgées de trois ans.

# Summary

In Europe, in Switzerland and particularly in the Vaud Canton, the grayling (*Thymallus thymallus* L.) is a threatened species. From 1994 to 1996, in the Joux Valley Orbe, grayling fishing was banned for three years. It is namely that situation which initiated this work on the biology and ecology of the grayling. Data collecting was undertaken from 1995 to 1998. Certain aspects of the grayling's biology were also studied in the River Talent.

The grayling move about and migrate in the region of the Orbe and the Joux Lake. These displacements cover large distances and can reach 15 to 17 km. Some of the fish perform these migrations in order to reproduce. These migrations take place along the Orbe and between the lake and the river. Reproduction also occurs in the Talent.

In the Orbe, the reproduction cycle of the grayling starts between the end of the month of March and the beginning of the month of April. It takes place over a period of approximately two weeks. Each year, the main reproduction sites are used again. For females whose length ranges from 37 to 46 cm, egg productions vary from 6,500 to over 10,000.

The survival of the eggs and alevins was studied within the reproduction sites of the Orbe. It diminishes over the development period, and the differences between stations are great. Survival rate varies from 0 to 58%. The duration of development up to hatching varies from 175 to 212°Cd (degree days) and up to emergence from 251 to 281°Cd.

At the age of three years, the average length of the grayling of the Orbe and the Joux Lake is 334 mm. In the Talent, it is 271 mm. For some fish of the Orbe, maturity is reached as early as the age of three.

Grayling numbers and biomass in certain sectors of the Orbe were measured. The average biomass is 27 kg/ha. Sport fishing has had an important impact on the grayling population. In one of the studied sectors, grayling biomass was divided by three after fishing started.

The grayling was introduced into the Orbe and the Joux Lake in 1911. From the 50's onward, regular re-populating with fry or young 0+ grayling took place. In the Talent, it started in the 40's. From 1995 to 1997, attempts at repopulating the Orbe and the Talent with six-month old grayling originating from fish farms were unsuccessful. Very few young and adult grayling were then recaptured in the Orbe and none in the Talent.

In order to preserve and develop the grayling population in the Orbe, it is necessary to apply the management measures suggested, consisting mainly of habitat improvement and of an adapted fishing legislation. The revaluation of its habitat mainly requires the planting of trees and bushes along the Orbe, in order to reduce water temperature during the summer period. In order to adapt fishing regulations, it is strongly recommended to increase the minimum size of capture to 38 cm so as to protect all three-year old females.

# Table des matières

<b>1. Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Quelques aspects généraux de la biologie et de l'écologie de l'ombre commun .....</b>	<b>7</b>
2.1. Systématique .....	7
2.2. Répartition.....	7
2.3. Habitat .....	8
2.4. Régime alimentaire.....	9
2.5. Reproduction.....	9
2.6. Croissance .....	10
<b>3. Sites d'études .....</b>	<b>11</b>
3.1. Bassins étudiés.....	11
3.2. L'Orbe à la Vallée de Joux .....	13
3.2.1. Caractéristiques morphologiques .....	13
3.2.2. Climat.....	14
3.2.3. Végétation riveraine .....	14
3.2.4. Secteurs d'étude dans l'Orbe .....	18
3.2.5. Débits .....	20
3.2.6. Température de l'eau.....	22
3.2.7. Chimie des eaux de l'Orbe .....	28
3.3. Le Talent.....	30
3.3.1. Caractéristiques générales .....	30
3.3.2. Climat.....	30
3.3.3. Secteurs d'étude dans le Talent.....	30
3.3.4. Débits .....	33
3.3.5. Température de l'eau.....	35
3.3.6. Chimie des eaux du Talent.....	37
<b>4. Matériel et Méthodes générales .....</b>	<b>39</b>
4.1. Capture des ombres .....	39
4.1.1. Pêche électrique .....	39
4.1.2. Pêche aux filets.....	39
4.1.3. Autres techniques de capture .....	40
4.2. Données biométriques .....	40
4.3. Marquage.....	40
4.3.1. Reconnaissance photographique .....	41
4.3.2. Visible Implant Tags.....	42
4.3.2.1. Lisibilité des marques .....	43

4.3.2.2. Perte des marques.....	44
4.3.3. Ablation de la nageoire adipeuse.....	45
4.3.3.1. Mortalité .....	46
4.3.4. Coded Wire Tag.....	46
4.3.4.1 Mortalité et perte de marque .....	47
<b>5. Effectifs et biomasse des ombres dans l'Orbe .....</b>	<b>49</b>
5.1. Introduction .....	49
5.2. Matériel et méthodes.....	49
5.2.1. Secteurs étudiés .....	49
5.2.2. Estimation par capture-recapture.....	50
5.2.2.1. L'Orbe .....	50
5.2.2.2. Lac de Joux .....	51
5.2.3. Estimation par captures successives.....	51
5.2.4. Biomasse .....	52
5.3. Résultats .....	52
5.3.1. L'Orbe .....	52
5.3.1.1. Estimation par capture-recapture .....	52
5.3.1.2. Estimation par captures successives.....	53
5.3.1.3. Biomasse .....	54
5.3.2. Lac de Joux .....	57
5.4. Discussion.....	58
5.4.1. Validité des méthodes d'estimation.....	58
5.4.2. Effectifs et biomasse.....	58
<b>6. Déplacements et migration.....</b>	<b>61</b>
6.1. Introduction .....	61
6.2. Matériel et méthodes.....	61
6.3. Résultats .....	62
6.4. Discussion.....	68
6.4.1. Méthodes de pêche.....	68
6.4.2. Migration.....	68
6.4.3. Obstacles dans l'Orbe.....	70
6.4.4. Migration dans le lac de Joux .....	71
<b>7. Reproduction .....</b>	<b>73</b>
7.1. Introduction .....	73
7.2. Matériel et méthodes.....	73
7.2.1. Reproduction, caractéristiques et répartition des frayères dans l'Orbe.....	73
7.2.2. Fécondité des femelles .....	75
7.3. Résultats .....	75

7.3.1. Reproduction.....	75
7.3.2. Caractéristiques environnementales des lieux de reproduction.....	78
7.3.3. Répartition des lieux de reproduction .....	80
7.3.3.1. L'Orbe .....	80
7.3.3.2. Le Talent.....	80
7.3.4. Fécondité des femelles .....	81
7.4. Discussion .....	81
7.4.1. Reproduction.....	81
7.4.2. Caractéristiques environnementales des lieux de reproduction.....	82
7.4.3. Fécondité des femelles .....	83
<b>8. Développement et survie des œufs.....</b>	<b>85</b>
8.1. Introduction .....	85
8.2. Matériel et méthodes.....	85
8.3. Résultats .....	88
8.4. Discussion .....	91
<b>9. Âge et Croissance .....</b>	<b>95</b>
9.1. Introduction .....	95
9.2. Matériel et méthodes.....	95
9.2.1. Détermination de l'âge.....	95
9.2.2. Croissance.....	97
9.2.3. Relation longueur-poids.....	98
9.2.4. Coefficient de condition.....	98
9.3. Résultats .....	99
9.3.1. Détermination de l'âge.....	99
9.3.2. Croissance.....	100
9.3.3. Relation longueur-poids.....	107
9.3.4. Coefficient de condition K.....	109
9.4. Discussion .....	111
9.4.1. Croissance.....	111
9.4.2. Maturité des ombres .....	113
<b>10. Repeuplements : historique et efficacité.....</b>	<b>115</b>
10.1. Introduction.....	115
10.2. Matériel et méthodes .....	116
10.2.1. Historique.....	116
10.2.2. Repeuplement de 1995 à 1997.....	116
10.3. Résultats.....	117
10.3.1. Historique du repeuplement dans l'Orbe et dans le Talent.....	117
10.3.2. Repeuplements de 1995 à 1997.....	119

10.3.2.1. Réempoisonnements dans l'Orbe et le Talent.....	119
10.3.2.2. Taux d'ombrets de pisciculture .....	120
10.3.2.3. Devenir et croissance des ombrets relâchés.....	121
10.4. Discussion .....	123
10.4.1. Historique.....	123
10.4.2. Efficacité des repeuplements.....	123
<b>11. Propositions de mesures de gestion .....</b>	<b>127</b>
11.1. Amélioration de l'habitat pour l'ombre.....	127
11.1.1. Température de l'eau .....	127
11.1.2. Débit de l'Orbe .....	128
11.2. Adaptation de la réglementation sur la pêche.....	128
11.2.1. Dimension minimale de capture.....	129
11.2.1.1. L'Orbe.....	129
11.2.1.2. Le Talent.....	131
11.2.2. Nombre maximal de captures.....	131
11.2.3. Réserves de pêche .....	131
11.2.3.1. L'Orbe.....	131
11.2.3.2. Le Talent.....	133
11.2.4. Fermeture de la pêche.....	134
11.3. Repeuplement et pisciculture.....	134
<b>12. Conclusion.....</b>	<b>135</b>
<b>13. Bibliographie .....</b>	<b>137</b>
<b>14. Annexes .....</b>	<b>149</b>
14.1. Cartes de la répartition des sites de frai de l'ombre dans l'Orbe .....	149
14.2. Listes des espèces de poissons capturés dans l'Orbe et le Talent.....	155