

6. Déplacements et migration

6.1. Introduction

La migration est un phénomène bien documenté chez les poissons (reviews, HARDEN JONES, 1968 ; NORTHCOTE, 1978). Chez les salmonidés, en particulier pour les saumons du Pacifique (*Oncorhynchus* sp.), la migration de reproduction est un phénomène spectaculaire. Des centaines de milliers de poissons remontent les fleuves depuis la mer pour se rendre sur leurs lieux de reproduction (SCOTT & CROSSMAN, 1973). Des migrations pour la reproduction sont aussi décrites chez des espèces de salmonidés accomplissant leurs cycles vitaux uniquement en eau douce. C'est le cas chez la truite commune forme lacustre (*Salmo trutta*) qui vit dans les lacs et se reproduit dans leurs affluents (CHAMPIGNEULLE et al., 1991).

Selon NORTHCOTE (1978), la migration des poissons se définit comme un déplacement se déroulant avec une périodicité régulière entre deux ou plusieurs habitats. Chez les ombres arctiques (*Thymallus arcticus*), NORTHCOTE (1995) dénombre trois habitats principaux : l'habitat d'hivernage, l'habitat de nourrissage et l'habitat de reproduction entre lesquels des migrations d'ombres de tous les âges s'effectuent. Pour les ombres communs (*Thymallus thymallus*), une migration entre différents habitats a également lieu, par exemple lors de la reproduction (GUSTAFSON, 1949 ; PETERSON, 1968 ; PERSAT, 1988). Le simple déplacement des ombres est défini comme un événement unique se produisant dans un même habitat et ne pouvant pas être assimilé à une migration.

Le but de ce chapitre est de déterminer si les ombres effectuent des migrations dans l'Orbe, dans le lac de Joux et entre l'Orbe et le lac, en particulier pour les ombres adultes lors de la reproduction.

6.2. Matériel et méthodes

Le déplacement et la migration des ombres ont été étudiés en marquant les ombres lors de leur capture et en analysant les données de recapture. Les captures ont été essentiellement réalisées lors de pêches électriques dans l'Orbe et lors de pêches aux filets dans le lac de Joux (chapitre 4). Les recaptures ont été effectuées par des pêcheurs de loisir, des pêcheurs professionnels et lors des expériences de capture. Les marques utilisées sont les Visible Implant Tags (V.I.T.) C'est un marquage individuel avec un code alphanumérique. Les ombres sont marqués lorsque leur taille atteint 170 mm. Les détails concernant la technique et la méthode de marquage sont présentés dans le chapitre 4. En 1996, lors de la réouverture de la pêche de l'ombre dans

l'Orbe et en 1997, une récompense de CHF 10.- par marque retournée a été offerte à tous les pêcheurs. Pour obtenir cette récompense, ils devaient renvoyer la marque avec les informations concernant la date, le lieu de la capture et la longueur du poisson. Si un ombre est recapturé dans le même secteur de pêche électrique, (longueur de 90 à 420 m), mais à un endroit différent du lieu exact de sa capture, il est considéré comme capturé au même endroit.

6.3. Résultats

Pendant la période allant de 1995 à 1997, 745 ombres ont été marqués et relâchés sur leurs lieux de capture. Jusqu'à la fin de 1998, 191 (25,6 %) ombres ont été recapturés, certains plusieurs fois (jusqu'à 5 fois). Il y a eu en tout 251 recaptures dont 78 recaptures effectuées par les pêcheurs de loisir. Les 191 ombres ont donc été recapturés 1,3 fois en moyenne. En plus des 191 ombres recapturés, six correspondent à de jeunes poissons de pisciculture qui ont été relâchés dans l'Orbe. Ces six individus seront analysés dans le chapitre traitant des repeuplements (chapitre 10).

Tableau 6.1. Nombre de recaptures d'ombres avec et sans déplacement effectués par les pêcheurs de loisir et les pêches de secteurs.

	Recaptures sans déplacement	Recaptures avec déplacement
Pêches de secteurs	146	27
Pêcheurs de loisir	27	51

En tenant compte de tous les poissons marqués et relâchés (745), 118 (15,8 %) sont des ombres qui ont toujours été recapturés sur les lieux ou secteurs de leurs premières captures. Les autres 73 (9,8 %) sont des ombres qui ont été recapturés au moins une fois dans un endroit différent de leur secteur de capture.

Le nombre de recaptures avec déplacement et sans déplacement varie avec la méthode utilisée (pêches par secteur par rapport aux pêcheurs de loisir). Les ombres ayant fait un déplacement ont été capturés en plus grand nombre par les pêcheurs de loisir que par les pêches de secteurs, test χ^2 , $P < 0,0001$ (pêche électrique et pêche au filet, tableau 6.1)

Les recaptures ont été classées en 9 types, ces dernières réparties dans trois catégories : les recaptures sans déplacement observé, les recaptures avec déplacements et les migrations (tableau 6.2).

Tableau 6.2. Catégories et définitions des différents types de recapture. Nombres d'ombres par type et pourcentage calculé basé sur les ombres recapturés.

Catégories	N°	Description des types	N	%
Pas de déplacement	1	Ombres marqués dans la rivière après la reproduction et recapturés uniquement avant la fin de l'année civile en n'ayant fait aucun déplacement	46	24,1
Pas de déplacement	2	Ombres marqués dans la rivière après la reproduction et recapturés jusqu'à plusieurs années après la fin de l'année civile en n'ayant fait aucun déplacement	40	20,9
Pas de déplacement	3	Ombres marqués dans le lac après la reproduction et recapturés avant la fin de l'année civile en n'ayant fait aucun déplacement	9	4,7
Pas de déplacement	4	Ombres marqués dans le lac après la reproduction et recapturés une à plusieurs années après la fin de l'année civile et n'ayant fait aucun déplacement	9	4,7
Pas de déplacement	5	Ombres capturés au moins une fois pendant la reproduction et n'ayant fait aucun déplacement	14	7,3
Déplacement	1	Ombres marqués après la reproduction et recapturés en ayant fait au moins un court déplacement (< 500 m)	19	9,9
Déplacement	2	Ombres marqués après la reproduction et recapturés en ayant fait au moins un grand déplacement (> 500 m)	18	9,4
Déplacement	3	Ombres marqués dans le lac après la reproduction et recapturés en ayant fait au moins un déplacement dans le lac	10	5,2
Migration	1	Ombres capturés au moins une fois pendant la reproduction et ayant fait un grand déplacement (> 500 m)	26	13,6

La première catégorie, recensant les poissons pour lesquels aucun déplacement n'a été constaté, comprend 118 ombres recapturés classés en 5 types différents de recapture. Le premier type comprend les ombres marqués après la reproduction, recapturés la même année et qui n'ont fait aucun déplacement. Les ombres ont été recapturés 5 à 135 jours après leur marquage.

Le second type contient les ombres qui ont été recapturés jusqu'à plusieurs années après leur marquage et pour lesquels aucun déplacement n'a été constaté. Le temps le plus long écoulé entre le marquage et la recapture a été de 910 jours.

Le troisième et le quatrième type concernent les poissons qui ont été capturés dans le lac (embouchure de la Lionne) et pour lesquels aucun déplacement n'a été observé. Le temps entre la capture et la recapture varie de 112 à 355 jours.

Le cinquième type comprend les poissons qui ont été capturés au moins une fois pendant la reproduction sans qu'aucun déplacement n'ait été constaté. Huit poissons sont des

adultes et six sont des juvéniles ou des subadultes. La durée entre le marquage et la recapture varie de 82 à 723 jours.

La deuxième catégorie contient les poissons qui ont fait au moins un déplacement entre le marquage et la recapture. Le premier type contient les ombres qui ont fait un court déplacement, inférieur à 500 m. Douze des 19 données correspondent à des ombres qui se sont déplacés du secteur de La Réserve vers le secteur Au-dessus de la Réserve ou inversement. Ces deux secteurs sont contigus.

Le deuxième type contient les ombres qui ont fait un grand déplacement. Le temps séparant la capture de la recapture varie de 21 à 1042 jours. Ces données comportent des poissons qui ont probablement fait une migration pour la reproduction, mais qui ne peuvent pas être clairement rattachées à cette dernière catégorie (date de recapture juste après la reproduction, légèrement à l'aval du site de reproduction). D'autres poissons, essentiellement des jeunes, ont fait un déplacement vers l'aval en hiver. Par exemple, l'ombre F73 a été marqué le 9.10.1997 Au-dessus de la Réserve et recapturé le 30.3.1998 et 13.4.1998 au niveau de la Fiesta. Il a parcouru au minimum 3,5 km. Pour d'autres ombres de cette catégorie, la ou les causes de ce grand déplacement ne peuvent pas être très bien expliquées. Par exemple, un ombre juvénile (269 mm) capturé à l'embouchure de la Lionne a été recapturé 21 jours après dans le secteur Au-dessus de la Réserve (distance minimum 12,5 km).

Le troisième type contient les ombres qui ont été capturés dans le lac à l'embouchure de la Lionne et qui ont été recapturés au moins une fois ailleurs dans le lac. Le temps entre la capture et une recapture varie de 66 à 449 jours. La position de chacune de ces recaptures effectuées dans le lac est représentée dans la figure 6.1.

La dernière catégorie, la migration, regroupe tous les ombres capturés au moins une fois pendant la reproduction et ayant fait un grand déplacement (> 500 m). Ce groupe contient 26 ombres adultes recapturés qui ont clairement fait des déplacements pour la reproduction. Huit ombres se sont déplacés du lac vers la rivière et inversement. Les autres ombres ont fait des déplacements à l'intérieur de la rivière. Les données de recapture semblent montrer que les ombres font uniquement des déplacements vers l'amont pour la reproduction. Les distances mesurées pour les ombres se déplaçant pour atteindre ou quitter les lieux de reproduction de l'Orbe sont importantes et peuvent aller jusqu'à 17 km pour un trajet (tableau 6.3).

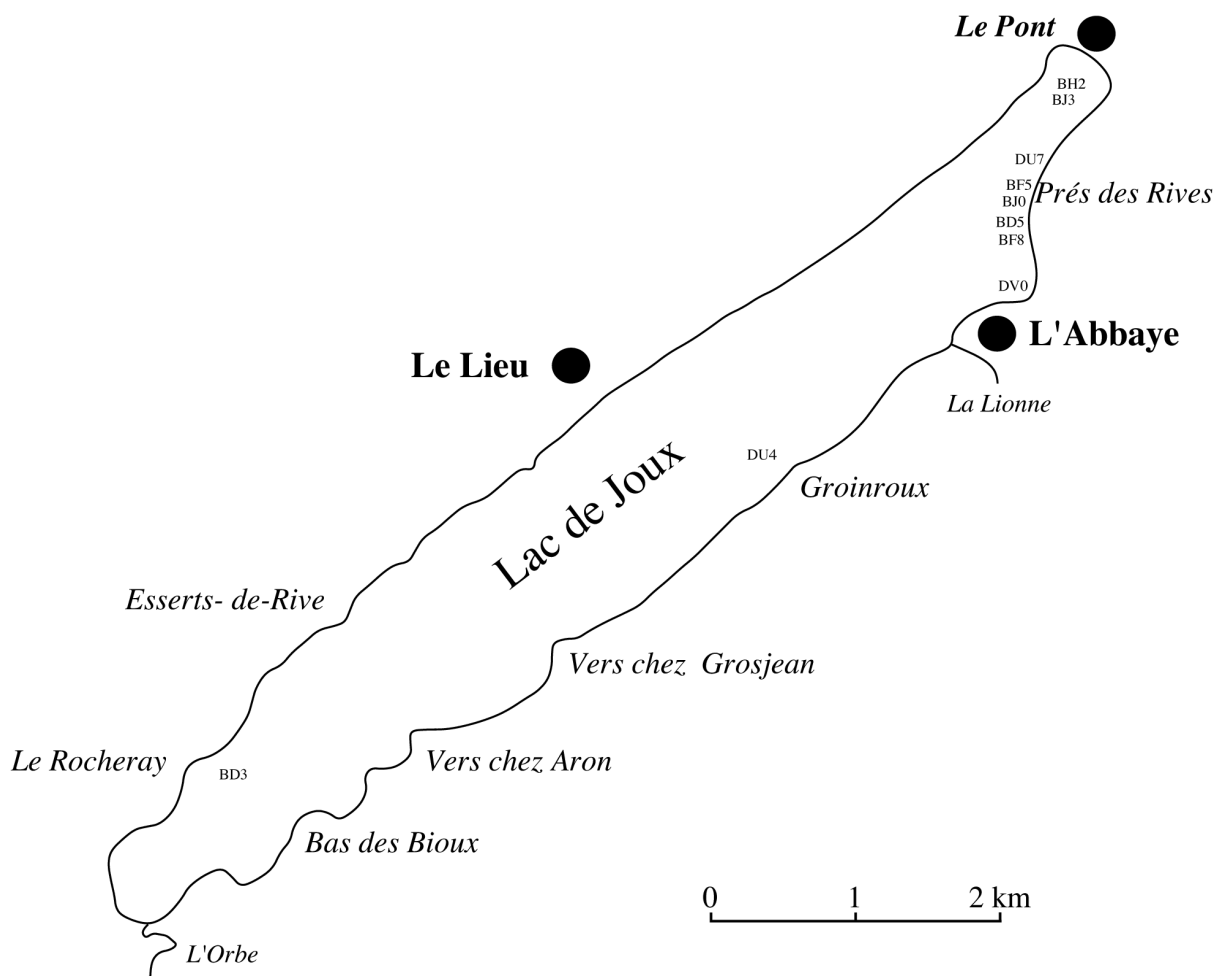


Figure 6.1. Ombres marqués à l'embouchure de la Lionne et recapturés ailleurs dans le lac. Échelle 1 : 50 000. L'ombre BH2 a été recapturé une première fois à l'embouchure de la Lionne et une seconde fois devant le village du Pont.

Tableau 6.3. Données de recapture liées à la migration des ombres pour la reproduction.

N°	Date	Lieu de marquage	Date	Lieu(x) de recapture(s)	km
BC8	08.06.1995	Embouchure Lionne	11.04.1996	La Fiesta	9
BE1	09.06.1995	Embouchure Lionne	21.09.1995	Embouchure Lionne	0
			26.03.1998	Chez le Maître	11,5
BE7	21.09.1995	Embouchure Lionne	14.06.1998	Amont Pont chez Moinset	13,5
BE8	21.09.1995	Embouchure Lionne	11.04.1996	La Fiesta	9
			10.09.1996	Embouchure Lionne	9
			02.04.1997	La Fiesta	9
BF4	21.09.1995	Embouchure Lionne	31.03.1996	La Fiesta	9
BL9	05.10.1995	La Réserve	27.03.1997	La Gravière	5
CB8	04.10.1995	La Réserve	20.04.1996	La Gravière	5
			27.03.1997	La Gravière	0
DF7	27.03.1997	La Gravière	17.05.1997	Pont Noir	2
DH1	27.03.1997	La Gravière	04.10.1997	Pont Noir	2
DH2	27.03.1997	La Gravière	17.05.1997	Chez le Maître	5,5
DH5	27.03.1997	La Gravière	16.05.1998	Chez le Maître	5,5
DH6	27.03.1997	La Gravière	21.07.1997	Pont des Moulins	7,5
DJ0	27.03.1997	La Frontière	17.05.1997	Pont Noir	7
DJ1	27.03.1997	La Frontière	18.06.1997	Au-dessus Réserve	9,5
DJ3	27.03.1997	La Frontière	17.05.1997	Pont Noir	7
DJ6	27.03.1997	La Frontière	04.10.1997	Pont Noir	7
DJ9	27.03.1997	La Frontière	17.05.1997	Pont des Moulins	14,5
DK0	27.03.1997	La Gravière	16.04.1997	Au-dessus Réserve	4,5
DM6	12.06.1996	La Réserve	27.03.1997	La Gravière	5
FY6	12.04.1996	La Gravière	27.03.1997	La Gravière	?
FY9	14.04.1996	La Gravière	26.10.1996	La Réserve	5
FZ1	14.04.1996	La Gravière	27.03.1997	La Gravière	?
FZ4	15.04.1996	La Gravière	12.06.1996	Au-dessus Réserve	4,5
			27.03.1997	La Gravière	4,5
FZ5	15.04.1996	La Gravière	28.02.1997	Embouchure Lionne	17
FZ6	15.04.1996	La Gravière	20.04.1996	La Gravière	0
			10.09.1996	Embouchure Lionne	17
LP1	01.10.1997	Embouchure Lionne	20.10.1997	Embouchure Lionne	0
			23.03.1998	La Fiesta	9
			14.06.1998	Chez le Maître	2,5

Certaines données permettent d'illustrer clairement qu'un certain nombre d'ombres ont des comportements migratoires et qu'ils reviennent sur les lieux de reproduction chaque année. C'est le cas notamment pour deux d'entre eux. Le premier (BE8), marqué en automne 1995 à l'embouchure de la Lionne dans le lac de Joux et recapturé en avril 1996 dans l'Orbe, probablement pas exactement sur le lieu de frai, a été recapturé à nouveau en automne 1996 à l'embouchure de la Lionne et recapturé en avril 1997 dans le même secteur de rivière. Le second (FZ4), capturé sur une frayère dans le site de la Gravière en 1996, puis recapturé quelques mois après plus en aval dans la rivière, a été recapturé l'année d'après sur le même site de reproduction (figure 6.2).

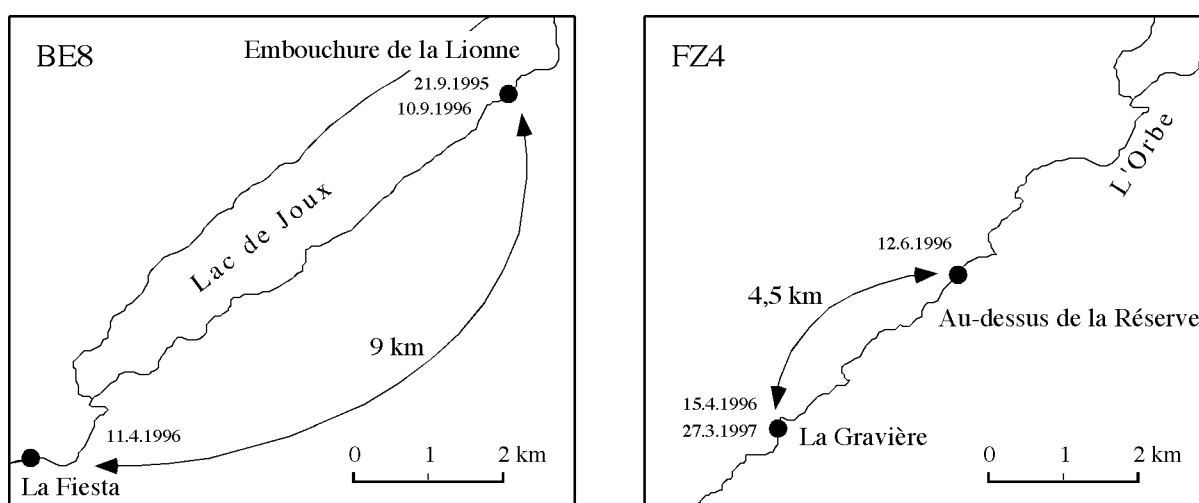


Figure 6.2. Illustration de la migration observée de deux ombres. Échelle 1 : 100 000.

Les résultats des pêches électriques effectuées sur les sites de frai de la Gravière hors saison de reproduction et les observations pendant et après la reproduction montrent que les ombres quittent ces lieux et n'y reviennent que la saison suivante. C'est le cas des ombres FY6 et FZ1 qui ont pourtant été marqués en avril 1996 et recapturés en mars 1997 au même endroit à la Gravière. Ils n'ont pas été recapturés pendant les trois pêches électriques effectuées pendant le laps de temps entre le marquage et la recapture.

6.4. Discussion

6.4.1. Méthodes de pêche

Les pêches par secteur (pêches électriques et aux filets) ont tendance à biaiser les résultats de recapture. En effet, ces techniques accentuent l'effort de capture sur des secteurs précis : le nombre de recaptures dans le secteur de marquage (recapture sans déplacement) est donc plus élevé que dans un autre secteur. Les résultats sont inverses pour les pêcheurs de loisir. Avec ces derniers, l'effort de capture est plus uniforme le long de la rivière avec une exception pour la Réserve où la pêche est interdite. S'il n'y avait pas de biais, la proportion d'ombres recapturés dans le secteur de marquage par rapport à ceux recapturés dans un autre secteur serait très semblable entre les pêches de secteurs et les pêches réalisées par les pêcheurs de loisir. Pour la pêche de loisir, la proportion réelle de poissons résidents par rapport à ceux qui se déplacent est donc inférieure à celle qui est obtenue avec les techniques de capture par secteur. Les ombres ont donc probablement une tendance plus élevée à se déplacer dans la rivière et dans le lac qu'à rester sédentaires comme d'autres espèces de salmonidés (GOWAN et al., 1994 ; GOWAN & FAUSCH 1996). Les données de poissons recapturés après plusieurs années au même endroit ne permettent pas d'affirmer que les poissons n'ont pas réalisé entre temps une migration ou un déplacement.

6.4.2. Migration

Selon NORTHCOTE (1978, 1995), les ombres arctiques (*Thymallus arcticus*) effectuent des migrations entre différents habitats nécessaires à leur cycle de vie. Il reconnaît trois principaux habitats : l'habitat de reproduction, l'habitat de nourrissage et l'habitat d'hivernage. Les données de recapture permettent également de décrire ces trois habitats pour les ombres de l'Orbe.

Ces données ont permis d'établir avec certitude la migration des ombres adultes pour la reproduction. Ces ombres quittent les lieux de nourrissage (lac ou rivière) pour se rendre sur les lieux de reproduction (rivière). Lorsque la reproduction est terminée, ils retournent vers leurs lieux de nourrissage. De nombreux auteurs ont d'ailleurs démontré une telle migration chez les ombres, qu'elle soit effectuée dans le cours d'eau principal, vers un cours d'eau secondaire ou de la mer ou d'un lac vers une rivière (JURINE, 1825 ; GUSTAFSON, 1949 ; MÜLLER, 1961 ; PETERSON, 1968 ; ABEL & JOHNSON, 1978 ; MÜLLER, 1982 ; PERSAT, 1988 ; GUTHRUF et al., 1996 ; PARKINSON et al., 1999 ; MEYER, 2001 ; NYKÄNEN et al., 2001). La migration pour la reproduction est également présente chez l'ombre arctique (CRAIG &

POULIN, 1975 ; NORTHCOTE, 1995). Dans l'Orbe, les mêmes lieux de reproduction semblent être réutilisés chaque année par les mêmes poissons. Ce comportement, appelé "homing", commun à beaucoup d'espèces de salmonidés, a également été observé par WITKOWSKI & KOWALEWSKI (1988) et KRISTIANSEN & DOVING (1996) chez l'ombre commun et par ARMSTRONG (1986) chez l'ombre arctique.

Quelques données de recapture indiquent aussi que certains ombres n'entreprennent pas une migration pour la reproduction, mais se reproduisent dans la portion de rivière où ils vivent le reste de l'année (ex.: ombre capturé six fois entre 1996 et 1997 dont une fois pendant la reproduction dans les secteurs Réserve et Au-dessus de la Réserve). C'est le cas dans les secteurs contigus de la Réserve et Au-dessus de la Réserve. Les conditions thermiques de l'eau (variation de la température tamponnée par l'eau du Brassus) et les caractéristiques morphologiques de la rivière (importante frayère à disposition) sont des facteurs qui permettent aux ombres de vivre toute l'année dans ces secteurs. Néanmoins certains individus quittent ces secteurs pour la reproduction et y reviennent ensuite.

En hiver, la migration des ombres de l'Orbe vers des habitats plus favorables est très probable. Quelques données démontrent que des ombres, essentiellement des subadultes, font des déplacements importants vers l'aval en hiver. Les conditions climatiques hivernales à la Vallée de Joux sont difficiles. Certaines années (hiver 1995-1996), la rivière gèle complètement en formant une couche de glace épaisse, depuis le lac des Rousses jusqu'à l'embouchure du Brassus et du secteur chez le Maître jusqu'à l'embouchure dans le lac de Joux. La température plus élevée de l'eau du Brassus évite vraisemblablement que l'Orbe ne gèle dans le village du Brassus. Pour survivre, les poissons doivent probablement quitter les secteurs de la rivière où la profondeur d'eau libre n'est pas suffisante pour se diriger vers des secteurs où la profondeur est plus importante. Les poissons du haut de l'Orbe (région de la Frontière) doivent vraisemblablement se rendre dans le secteur des tourbières où la rivière est nettement plus profonde (jusqu'à 3-4 m). Pour les poissons des autres secteurs, il n'existe pas réellement de secteur où la profondeur est importante. Certains creux profonds peuvent permettre localement un hivernage. Une partie des ombres doit donc se rendre dans le lac. Ce mécanisme a été décrit principalement pour les ombres vivant dans des contrées avec un climat rude comme l'Europe du Nord pour l'ombre commun (GUSTAFSON, 1949 ; ABEL & JOHNSON, 1978; NYKÄNEN et al., 2001) et l'Amérique du Nord pour l'ombre arctique (CRAIG & POULIN, 1975 ; NORTHCOTE, 1995). En hiver les rivières gèlent complètement, parfois jusqu'au fond du lit ou avec un assèchement très fort. L'habitat n'est donc pas favorable pour les poissons. Avant l'hiver, les ombres se déplacent vers des habitats plus favorables. Ces conditions extrêmes sont parfois présentes localement dans l'Orbe. Les déplacements hivernaux sont donc probablement très fréquents.

Les différences de comportements migratoires observées chez les ombres sont peut-être liées à des différences génétiques entre les poissons. Ces différences génétiques ont plusieurs

origines. Les ombres ont été introduits dans l'Orbe à la Vallée de Joux en 1911. Des repeuplements ont ensuite été effectués avec des poissons de diverses origines géographiques (chapitre 10). L'existence d'un stock d'ombres vivant dans le lac et se reproduisant dans la rivière et d'un stock d'ombres se reproduisant et restant dans la rivière pourrait être un indice de différence génétique entre deux sous-populations, ces deux sous-populations ayant pu dériver des ombres introduits lors des repeuplements (HAUGEN & VOLLESTAD, 2000 ; HAUGEN & VOLLESTAD, 2001). L'Orbe et le lac de Joux contiennent peut-être plusieurs sous-populations d'ombres vivant en partie en syntopie comme celle du lac Mjosa en Norvège (KRISTIANSEN & DOVING, 1996).

6.4.3. Obstacles dans l'Orbe

Lors de leurs migration et déplacements, les ombres rencontrent quatre principaux obstacles dans l'Orbe. De l'aval vers l'amont, le premier et le deuxième obstacle sont des chutes situées dans le secteur Chez le Maître. La première a une hauteur d'environ 50 cm et la seconde d'environ 30 cm. La plus grande chute sert à l'alimentation d'un canal (canal des Moulins) qui est partiellement désaffecté. La partie supérieure de ce canal est utilisée par la pisciculture de la Société des pêcheurs en rivière de la Vallée de Joux. La plus petite est liée au retour d'une grande partie de l'eau du canal dans l'Orbe. Le troisième obstacle est une chute d'environ 70 cm de hauteur située dans la Réserve, au Brassus. Cette chute permet l'alimentation en eau de la pisciculture de M. Meylan. En 1996, des travaux sur cette chute ont été réalisés pour améliorer l'amenée d'eau et pour faciliter le franchissement des poissons (création d'une gouttière dans les blocs de pierre). Les poissons peuvent en outre prendre le trop plein d'amenée d'eau à la pisciculture pour franchir cette chute. Le quatrième obstacle est situé près de la frontière. Il s'agit de la chute d'eau liée à la station fédérale de jaugeage de l'Orbe. La hauteur de l'obstacle est de 35 cm.

Plusieurs données attestent du franchissement dans les deux sens (aval/amont et amont/aval) des deux chutes Chez le Maître. Quatre données de recapture indiquent que les ombres franchissent de l'aval vers l'amont la chute de la Réserve. Le plus petit poisson ayant franchi cette chute est un individu de 269 mm. Une donnée démontre la possibilité de franchissement de la chute de la Frontière. Les quatre obstacles sont franchissables par les ombres sauf lors de conditions hydrologiques extrêmes (crues et étiages importants). Les ombres juvéniles (< 150 mm), et les autres poissons de longueur similaire ne peuvent pas franchir ces obstacles, car ils sont déjà trop importants pour eux. La capacité de franchissement pour les petits poissons est limitée à une hauteur maximale de 15 cm (JUNGWIRTH & PELIKAN, 1989 in GUTHRUF, 1996).

6.4.4. Migration dans le lac de Joux

La migration des ombres à l'intérieur du lac de Joux n'a pas été démontrée. Néanmoins, des indices semblent indiquer que les ombres utilisent un habitat estival particulier. Dix ombres marqués ont été recapturés dans le lac ailleurs qu'à l'embouchure de la Lionne. Ces poissons ont été pris uniquement par les deux pêcheurs professionnels et principalement par J.-D. Meylan. Ces poissons proviennent en majorité de la partie nord-est du lac, du secteur des Prés des Rives. Les ombres ont été capturés en hiver à une profondeur de 1 à 4 m avec un filet de 2 m de hauteur posé sur le fond (com. pers. Jean-Daniel Meylan). Les captures d'ombres ailleurs qu'à l'embouchure de la Lionne ont eu lieu uniquement pendant la saison froide. En été, la température de l'eau du lac de Joux atteint en surface des valeurs élevées (22-24°C). Les ombres doivent alors vraisemblablement se déplacer dans les secteurs où la température de l'eau est plus basse, comme à l'embouchure de la Lionne. En automne et en hiver, lorsque la température de l'eau descend, les ombres se dispersent alors dans le lac.

Dans le lac de Joux, les ombres sont toujours capturés par faible profondeur. Les ombres semblent utiliser un habitat benthique de faible profondeur comme ceux du lac Aursjoen en Norvège (HAUGEN & RYGG, 1996). Lors de la reproduction des corégones (*Coregonus palaea*), les pêcheurs professionnels capturent parfois des ombres parmi ces poissons.