



Le Villaret
2092, route des Diacquenods
74370 ST MARTIN BELLEVUE



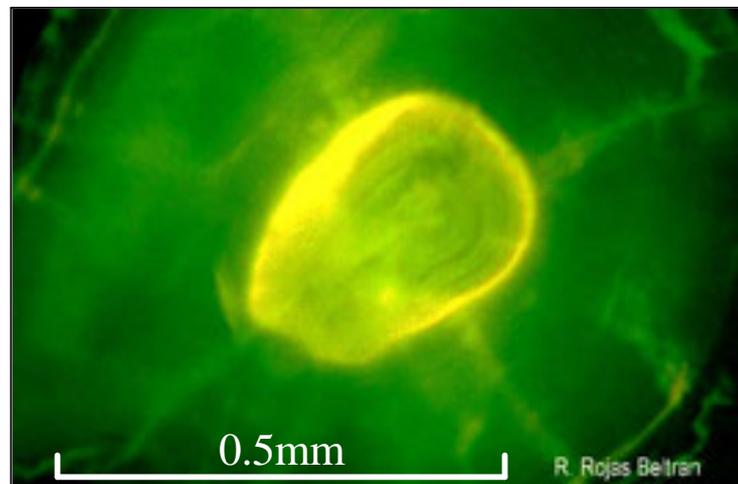
CARTEL
BP 511
74203 THONON LES BAINS

Evaluation de l'efficacité du repeuplement et comparaison des caractéristiques des truites (*Salmo trutta L.*) sauvages et introduites dans les rivières de Haute-Savoie

Campagne 2002

Etude du stade 0+ dans le Borne, le Giffre, le Foron du Reposoir
la Fillière, et le Foron de Fillinges

A. CAUDRON, A. CHAMPIGNEULLE, J.P. VULLIET



Rapport SHL 237-2003
FDP74.03/06

Décembre 2003

Etude réalisée avec la participation financière de :



Conseil Général
Service de l'Environnement
BP 2444
74041 ANNECY



Le Villaret
2092, route des Diacquenods
74370 ST MARTIN BELLEVUE



CARTEL
BP 511
74203 THONON LES BAINS

Evaluation de l'efficacité du repeuplement et comparaison des caractéristiques des truites (*Salmo trutta L.*) sauvages et introduites dans les rivières de Haute-Savoie

Campagne 2002

Etude du stade 0+ dans le Borne, le Giffre, le Foron du Reposoir,
la Fillière, et le Foron de Fillinges

A. CAUDRON, A. CHAMPIGNEULLE, J.P. VULLIET

Référence à citer : CAUDRON A., CHAMPIGNEULLE A., J.P. VULLIET 2003. *Evaluation de l'efficacité du repeuplement et comparaison des caractéristiques des truites (Salmo trutta L.) sauvages et introduites dans les rivières de Haute-Savoie – Campagne 2002, étude du stade 0+ dans la Fillière, le Borne, Le Giffre, le Foron du reposoir et le Foron de Fillinges. Rapport INRA Thonon SHL 237-2003 - FDP74.03/06, 42 pages + annexes.*

RESUME

Une étude pilote, à grande échelle spatiale et temporelle, de fluoromarquage à l'alirarine redS des otolithes de l'ensemble des alevins de truites introduits dans les cours d'eau de Haute-Savoie a été entreprise.

Le présent rapport présente les résultats de la campagne de prélèvements 2002 réalisée au stade 0+ sur 5 rivières : le Borne, le Giffre, le Foron du Reposoir, la Fillière, et le Foron de Fillinges.

La démarche globale de cette étude ainsi que la technique de marquage et la méthodologie sont précisément explicitées.

L'évaluation de l'efficacité des pratiques de repeuplement sur les rivières étudiées a permis de mettre en évidence une forte variation interstation des contributions des 0+ marqués dans la population en place. Sur les rivières principales, l'alevinage montre ses limites et semble peu efficace pour soutenir les populations présentes ou installer de nouvelles populations. Cependant, certaines populations isolées sont entièrement soutenues par l'alevinage (100% de marqués au stade 0+).

Sur les 37 stations étudiées : - 52% montrent un taux de marqués inférieur à 40%
- 8% présentent un taux de marqués entre 40 et 60%
- 40% montrent un taux de marqués supérieur à 60% au stade 0+.

La comparaison des caractéristiques morphologiques entre individus sauvages et introduits montre qu'au stade 0+ les individus marqués ont une taille moyenne supérieure à celle des individus sauvages. Par contre la taille moyenne des nageoires pectorales est toujours proportionnellement plus grande chez les 0+ sauvages que chez les 0+ marqués.

Les observations réalisées sur l'état sanitaire des poissons indiquent que plusieurs rivières semblent infestées par la maladie PKD. Cette maladie touche préférentiellement les individus naturels bien que sur certaines stations des poissons marqués présentent également des symptômes pathologiques.

De nombreux poissons sur plusieurs rivières présentent des symptômes de maladies bactériennes. Ces symptômes semblent toucher majoritairement les poissons introduits.

L'ensemble des résultats obtenus permet de préconiser des premières orientations de gestion bassin par bassin et de proposer certaines investigations complémentaires.

SOMMAIRE

1. Matériel et méthode	1
1.1 Présentation générale de la technique de marquage.....	1
1.2 Description précise de la technique de marquage	2
1.3 Données de repeuplement.....	4
1.4 Echantillonnage en milieu naturel	4
1.5 Récolte et analyses des données en laboratoire	5
1.5.1 <i>Caractéristiques morphologiques et morphométriques</i>	5
1.5.2 <i>Présentation des otolithes</i>	6
1.5.3 <i>Extraction et lecture des otolithes</i>	7
1.6 Symptômes pathologiques observées	9
1.6.1 <i>La maladie rénale proliférative (PKD)</i>	9
1.6.2 <i>Pathologies bactériennes</i>	10
1.7 Utilisation du SIG de la fédération de Pêche	11
2. Résultats et discussions	12
2.1 Taux de marquage, sexe ratio et pathologie.....	12
2.1.1 <i>Le Borne</i>	12
2.1.2 <i>Le Giffre</i>	16
2.1.3 <i>Le Foron du Reposoir</i>	22
2.1.4 <i>La Fillière</i>	24
2.1.5 <i>Le Foron de Fillinges</i>	28
2.2 Caractéristiques morphologiques.....	31
2.2.1 <i>Longueur totale des individus</i>	31
2.2.2 <i>Taille des nageoires pectorales</i>	33
3. Premières implications pour la gestion	37
3.1 Bassin de Borne.....	37
3.2 Bassin du Giffre	38
3.3 Le Foron du Reposoir	39
3.4 Bassin de la Fillière.....	39
3.5 Le Foron de Fillinges	40
4. Investigations supplémentaires	41
Bibliographie	42

1. Matériel et méthode

Avertissement: afin de diffuser la démarche globale de cette étude ainsi que la technique de marquage utilisée, un article scientifique a été écrit et soumis au BFPP. Le contenu de ce chapitre reprend en partie cet article.

1.1. Présentation générale de la technique de marquage

Une des seules techniques permettant de marquer rapidement de grandes quantités de truites à des stades précoces (alevins vésiculés) est le fluoromarquage des otolithes.

La méthode définitive de marquage utilisée est décrite précisément ci-après. Elle a d'abord été inspirée à partir de plusieurs tests récents réalisés sur les salmonidae (NAGIEC *et al.*, 1995 ; JOURDAN, 1995 ; CACHERA, 1997 ; CHAMPIGNEULLE et ROJAS BELTRAN, 2001) et a ensuite été optimisée et adaptée (CHAMPIGNEULLE, données non publiées) aux exigences de notre étude suite à de nombreux essais.

Le marquage consiste en une baignade de 3 heures des alevins vésiculés (fin de résorption), dans un bain d'ARS (Alizarine Red S) à une concentration de 100mg/litre d'eau brute. Dans ces conditions, les mortalités post-marquage sont restées inférieures à 5‰ et non significativement différentes de celles observées sur des lots comparables non marqués. De récentes études (CAUDRON et CHAMPIGNEULLE, données non publiées) ont mis en évidence un taux de marquage des alevins à 100% avec une pérennité minimale des marques jusqu'à 5 ans.

Dans la présente opération pilote, le marquage est prévu durant trois années successives (2002-2003-2004) dans les six piscicultures associatives. Ces dernières utilisent deux pratiques de résorption, en clayettes ou directement dans des auge d'incubation en ciment. Une visite préalable de ces piscicultures a permis de déterminer, pour chaque établissement, les volumes des auges utilisés et les quantités de poissons attendus et donc les quantités de colorant nécessaires. Par site et pour chaque auge, des fioles contenant exactement la quantité d'ARS nécessaire ont été préparées en laboratoire et distribuées à chaque pisciculteur.

Enfin, sur chaque site, une formation du pisciculteur a été réalisée et le premier marquage a été effectué en présence des personnes responsables et en indiquant le protocole et les précautions d'emploi. Cette étape essentielle a permis de transmettre la technique de marquage aux pisciculteurs concernés et de s'assurer de sa bonne compréhension et mise en pratique (précautions de manipulation) pour les marquages suivants.

Les tétracyclines ont d'abord été utilisées comme fluoromarqueur, mais, en raison de leur pouvoir antibiotique, leur usage a été fortement réglementé dans certains pays ces dernières années (PANFILI *et al.*, 2002). L'utilisation de nouveaux fluoromarqueurs comme l'alizarine complexone (TSUKAMOTO *et al.*, 1989a et b) et plus récemment l'alizarine Red S s'est développée.

L'alizarine Red S est un produit certifié par la Biological Stain Commission (USA) pour le marquage vital des petits vertébrés et pour différencier os et cartilage chez les embryons de mammifères. Elle est retenue *in vivo* de façon durable dans les tissus squelettiques. Dans le cas des marquages de truites au stade alevin vésiculé, l'ARS se fixe au

niveau des otolithes qui sont alors les seules parties calcifiées. Un travail de MEUNIER et BOIVIN (1978) a montré qu'il était possible de concilier un bon marquage des tissus osseux de la truite avec l'alizarine sans affecter sa croissance. Les effets toxicologiques et écotoxicologiques restent encore à être davantage et plus largement étudiés, de même que l'existence et la dynamique des éventuels résidus. Une étude approfondie est en cours en Allemagne en relation avec un très important programme de marquage des larves de corégone déversées dans le lac de Constance (RUHLE, ECKMANN, comm. personn.). C'est pourquoi, il faudra être attentif aux résultats de cette étude pour mieux préciser dans le futur l'ensemble des conditions d'emploi de l'ARS dans le contexte du marquage à des stades précoces des poissons de repeuplement en milieu naturel.

Le marquage consiste en une balnéation de 3 heures des alevins vésiculés (fin de résorption), dans un bain d'Alizarine Red S à une concentration de 100mg/litre d'eau. le marquage est prévu durant trois années successives (2002-2003-2004) dans six piscicultures associatives.

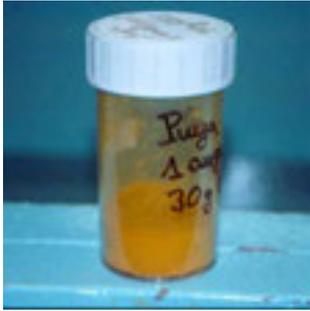
1.2. Description précise de la technique de marquage

Les marquages dans les six établissements concernés ont été étalés sur la période février-avril 2002 à des températures allant de 2 à 10°C selon les lots ou les piscicultures. Ils ont été réalisés dans des auge d'incubation dont le volume d'eau a été généralement de 100 à 300 litres d'eau brute.

- Dans un premier temps, la poudre pré-dosée en laboratoire, contenu dans la fiole, est diluée dans un volume d'eau brute de 10 litres afin de préparer la solution colorante.
- Le volume d'eau contenant les alevins à traiter est ajusté, l'alimentation en eau est coupée et le système de vidange est totalement étanchéifié.
- Un système d'oxygénation simple de l'eau est mis en place pour éviter les risques d'asphyxies. Un système de circulation d'eau en circuit fermé à l'aide d'une pompe peut également être installé pour assurer une répartition optimale de la solution colorante pendant toute la durée de la balnéation.
- La solution colorante est ensuite introduite progressivement pour permettre une répartition homogène du colorant.
- Après 3 heures de balnéation, la circulation normale de l'eau est progressivement rétablie ce qui permet d'évacuer lentement la coloration et son rejet et de retrouver une eau claire.

Dans le cas d'une résorption en clayettes, il est aussi possible de réserver une auge ou un bassin spécifiquement pour le marquage. Cette solution permet par le simple déplacement des clayettes de marquer plusieurs lots consécutivement.

La méthode de marquage peut être adaptée au mode de résorption utilisé par le pisciculteur, en clayette ou directement dans les auges



Fliale avec colorant en poudre



Préparation de la solution colorante



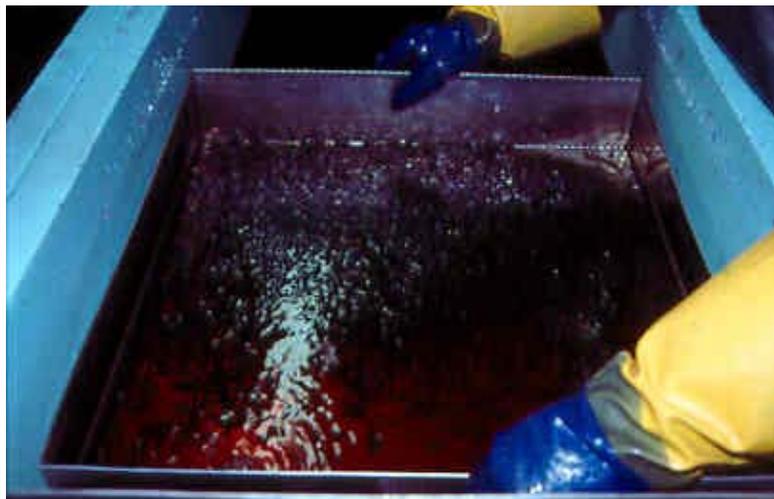
Vue de la solution colorante



Introduction du colorant dans le bac de marquage



Bac de marquage



Introduction des alevins en clayette dans le bac de marquage

Dans le cas de résorption directement dans les auges en ciment :



Bac contenant les alevins



Introduction progressive du colorant dans l'auge

1.3. Données de repeuplement

Les données quantitatives concernant les pratiques de repeuplement ont été recueillies dans les plans d'alevinage réalisés par les gardes professionnels des AAPPMA selon un modèle type. Chaque tronçon de rivière concerné par une introduction de truites a été répertorié sur le plan d'alevinage. Pour chaque tronçon, sont notées les limites amont et aval ainsi que la longueur totale et la largeur moyenne (évaluation en cours).

Enfin, le plan d'alevinage renseigne sur la quantité de poissons alevinés, l'origine des poissons utilisés, le stade de déversement ainsi que la date d'alevinage.

La majorité des cours d'eau sont repeuplés, depuis plusieurs décennies, par des truites de souche atlantique domestiquée, différente de la souche méditerranéenne autochtone (présente à l'origine naturellement).

Dans le cas présent, seul le Foron du Reposoir a été aleviné avec des individus de souche méditerranéenne (souche Chazey-Bons sauvage) en vue d'une réhabilitation de la population de truites de ce cours d'eau. Le bassin versant du Borne, de la Fillière et du Giffre ont fait l'objet d'un alevinage par des truites d'origine atlantique (pisciculture Chauvey, Chazey-Bons domestiques, Vizille domestiques).

La majorité des cours d'eau ont été repeuplés, depuis plusieurs décennies, par des truites de souche atlantique domestiquée, différente de la souche méditerranéenne présente naturellement. Dans le cas présent, le Foron du Reposoir et le Foron de Fillinges ont été alevinés avec des individus de souche partiellement méditerranéenne (souche Chazey-Bons et Pont de Gys).

1.4. Echantillonnage en milieu naturel

En raison l'importante échelle spatiale de la présente étude, il ne sera pas possible de suivre, à toutes les classes d'âge et sur tout le réseau hydrographique, la contribution des poissons marqués dans la population en place.

Cependant, deux types d'échantillonnages principaux seront donc pratiqués : au stade 0+ dans la population en place et au stade adulte (à partir de 2+) dans la pêche.

Cette approche permettra de s'affranchir des difficultés rencontrées pour échantillonner et sacrifier des poissons aux stades 1+ et 2+ dans les populations en place (quantité, représentativité, impact en cas de populations faibles, agrément des gestionnaires).

Ceci n'exclue pas la réalisation de prélèvements aux stades intermédiaires dans des cas spécifiques bien ciblés.

Pour les stades jeunes, les échantillonnages ont été réalisés par pêche électrique de sondage à l'aide d'un appareil portable, soit généralement en automne, soit en période hivernale pour certains grands cours d'eau, cas du cours principal du Giffre.

Les échantillonnages des 0+ des différentes rivières seront étalés sur trois ans (2002-2003-2004).

Pour les stades adultes, des carnets seront distribués à des pêcheurs volontaires qui accepteront de récolter des données sur leurs captures (date, lieu, mode de pêche, sexe, maturité sexuelle) et de faire des prélèvements à domicile (écailles et tête, cette dernière étant coupée juste en arrière des pectorales et conservée au congélateur). Les carnets comportent une planche explicative récapitulative des différentes mesures et prélèvements. Les suivis dans la pêche seront réalisés au minimum dans la période 2004-2006 durant laquelle des poissons capturés par les pêcheurs seront susceptibles d'être marqués.

Enfin, une autre opportunité d'échantillonnage, non prévisible mais utilisable, est la récupération de truites mortes suite à des pollutions.

Deux types d'échantillonnages principaux seront donc pratiqués : au stade 0+ dans la population en place et au stade adulte (à partir de 2+) dans la pêche.

1.5. Récolte et analyses des données en laboratoire

1.5.1. Caractéristiques morphologiques et morphométriques

Tous les juvéniles sont conservés au congélateur à -18°C . Après décongélation, leur longueur totale est mesurée (au mm près) ainsi que la longueur maximale de la pectorale gauche (à 0,1mm près). La truite est pesée à 0,1g près.

Des prélèvements d'écailles sont réalisés pour déterminer l'âge de chaque individu. Les lectures d'écailles préalables permettent de sélectionner les individus faisant partie des cohortes susceptibles d'être marquées.

La robe de la truite est observée, permettant de classer les truites selon leur phénotype (type atlantique ou méditerranéen).

La truite est ensuite disséquée pour déterminer le sexe. L'état de maturité sexuelle est également noté.

L'adipeuse est prélevée et conservée dans de l'alcool absolu en tube « Eppendorf » de 1,5 ml pour des analyses génétiques.

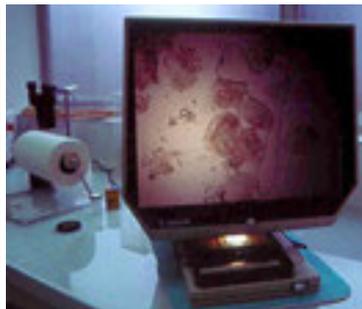
Des observations sont faites concernant l'état sanitaire global apparent du poisson (présence d'hémorragies visible extérieurement, gonflement des reins, coloration...).



Mesure du poisson



Pesée du poisson



Prise d'écailles et lecture immédiate pour vérification de l'âge, ici 0+



Détermination du phénotype Méd. (haut), Atl. (bas)



Observation du sexe et de la maturité sexuelle

Le coefficient de condition est calculé d'après la formule suivante :

$$K = (P*100) / (Lt/10)^3$$

K = coefficient de condition

P = poids en grammes

Lt = longueur totale du poisson en mm

De même, la longueur relative ((longueur de la nageoire/longueur totale du corps)*100) des nageoires pectorales a été calculée (BOSAKOWSKI *et al.*, 1993).

Ces renseignements, notamment les caractéristiques morphologiques, permettent de réaliser des analyses comparatives entre poissons sauvages et introduits.

Pour chaque poisson sélectionné, il faut ensuite procéder à l'extraction, la préparation et l'examen des otolithes.

1.5.2. Présentation des otolithes

Les otolithes sont des pièces calcifiées présentes dans l'oreille interne des poissons. Ils se forment dès le stade embryonnaire et suivent l'accroissement de la truite. Leur rôle essentiel se situe au niveau du maintien de l'équilibre du poisson.

Il existe trois paires d'otolithes dont la forme et la taille sont caractéristiques d'une espèce :

- Les *sagittae*

Ils sont logés dans la partie ventro-postérieure de la capsule auditive. Des trois paires d'otolithes, les *sagittae* sont les plus utilisés, pour le fluoromarkage de masse comme dans la présente étude, mais aussi pour des estimations de l'âge et de l'accroissement des poissons. Ceci se justifie par leur taille, ce sont en effet les plus volumineux, leur extraction s'en trouve donc facilitée.

- Les *asterisci*

Ils sont situés à l'arrière des *sagittae*. Comme ces derniers, ils sont impliqués dans la réception des sons (PANFILI *et al.*, 2002).

- Les *lapilli*

Ils se situent dans la zone antéro-dorsale de la capsule auditive et interviennent dans le maintien des postures et de l'équilibre des poissons.

Les *sagittae*, plus volumineux et plus faciles à prélever, ont donc été utilisés pour mener à bien cette étude.

L'otolithe croît par apposition d'un nouveau matériel sur sa surface. Ce phénomène cyclique, fonction du métabolisme du calcium et de la synthèse des acides aminés, conduit à la formation d'anneaux saisonniers.

Lors du marquage à l'alizarine Red S, les truites ne sont âgées que de quelques semaines et, de ce fait, les otolithes sont de très petite taille. Le fluorochrome se fixe sur les structures en voie de minéralisation (os, dents, cartilages calcifiés, otolithes). Leur calcification se poursuit naturellement avec la croissance du poisson et ainsi seule la partie centrale de l'otolithe, correspondant à sa taille lors de la coloration, est marquée.

L'alizarine Red S absorbe les rayons UV et émet une fluorescence dans le spectre visible. Cette propriété est utilisée pour le repérage du marqueur avec un microscope équipé pour l'épifluorescence.

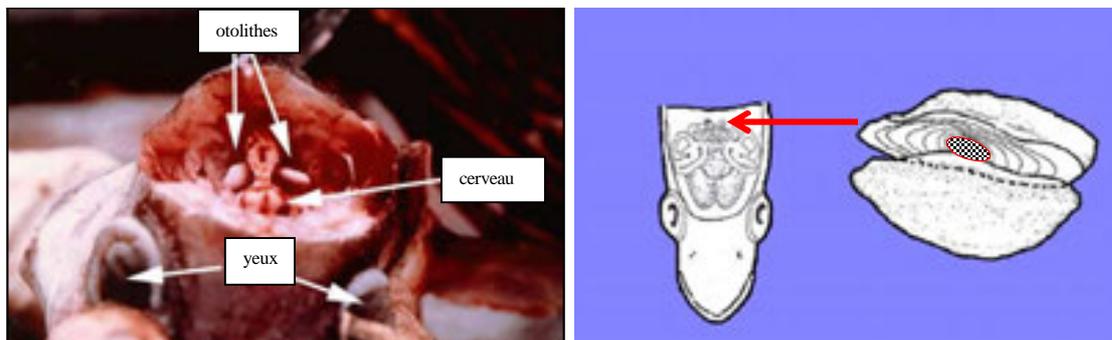


Photo et schéma de localisation des otolithes et du marquage

1.5.3. Extraction et lecture des otolithes

Les différentes phases permettant la lecture des otolithes sont :

- Découpe et enlèvement avec des ciseaux de la moitié inférieure de la tête préalablement partiellement décongelée.
- Découpage en deux (plan sagittal) de la moitié supérieure de la tête en faisant entrer la pointe inférieure du ciseau dans le passage de la moelle épinière (canal rachidien). Ce mode de découpe sépare et sectionne les capsules olfactives contenant les *sagittae* qui, après que le cerveau a été enlevé, sont alors directement accessibles avec des pinces fines dans chaque demi-section de la partie supérieure de la tête.
- Extraction des *sagittae* à l'aide de pinces fines. Après avoir enlevé les matières organiques résiduelles sur un papier absorbant, les otolithes sont placés dans un tube Eppendorf et stockés à l'abri de la lumière.

- Collage de chaque otolithe (face convexe vers l'extérieur) sur une lame de verre mince à l'aide d'une thermocolle (colle Crystalbonb Aremco n° 509) chauffée à 120 °C. Durant cette étape, il est important d'enlever les bulles d'air existantes, celles-ci pouvant émettre une fluorescence parasite.
- Polissage des otolithes sur des plaques de papiers abrasifs de granulométrie différente (Escil PSA G 400, G 800 et G 1200). L'évolution du polissage est suivi par plusieurs contrôles sous microscope afin d'atteindre, et de ne pas dépasser, le centre de l'otolithe.
- Lecture de l'otolithe sous un microscope équipé pour l'épifluorescence car l'ARS est détectable par la fluorescence qu'il émet lorsqu'il est irradié en lumière ultraviolette. La lecture est faite le jour même du polissage car la lisibilité de la marque diminue avec le temps impliquant alors la nécessité d'un léger repolissage.

Lorsque l'otolithe a été marqué, celui-ci montre en son centre un anneau ou un noyau (selon la précocité du marquage et/ou positionnement du plan de polissage par rapport au nucléus) apparaissant rouge fluorescent (jeu de filtres Zeiss n°15 : BP 546/12, FT 580, LP 590) ou jaune orangé (jeu de filtres Zeiss n°9 : BP 450-490, FT 510, LP 520).

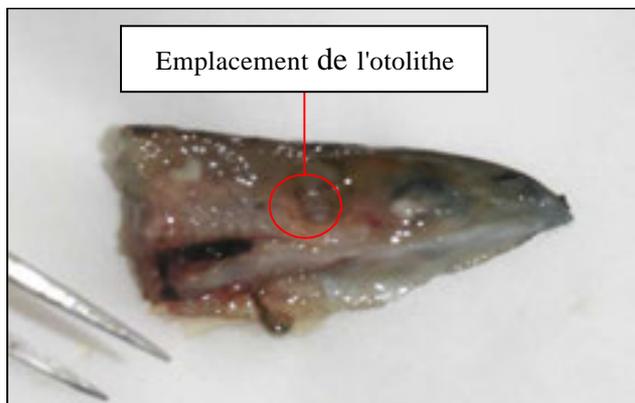
Lorsque l'otolithe a été marqué, celui-ci montre en son centre un anneau fluorescent jaune orangé ou rouge fluorescent selon le filtre utilisé.



Enlèvement de la moitié inférieure de la tête à l'aide de ciseaux



Tête après dissection



Localisation de l'otolithe



Extraction de l'otolithe



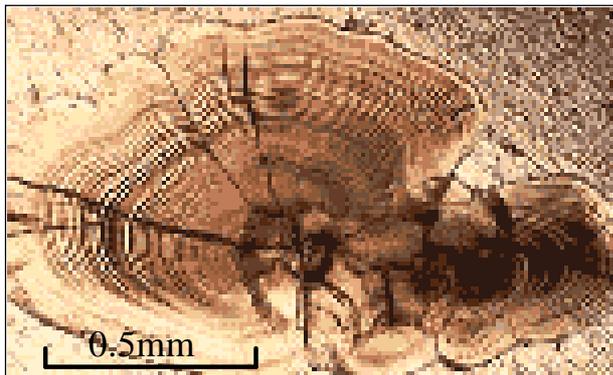
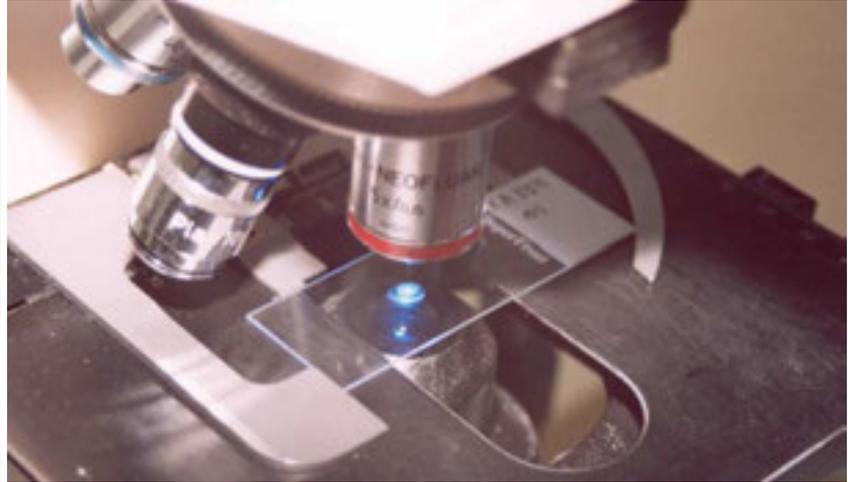
Otolithes collés sur lame mince



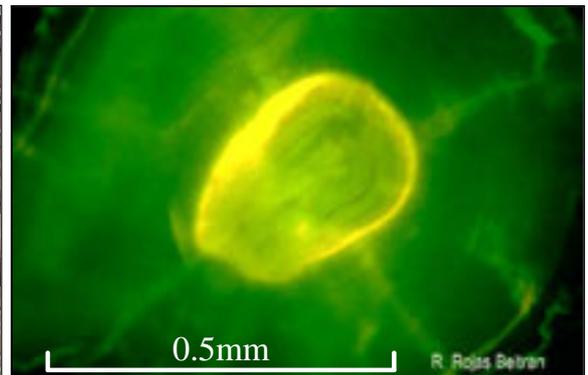
Ponçage de l'otolithe



Observation de la lame mince au microscope



Vue au microscope d'un otolithe poncé



Otolithe marqué (anneau fluo vert-jaune)

1.6. Symptômes pathologiques observés

1.6.1. La maladie rénale proliférative (MRP ou PKD ou tétracapsulose)

Selon ESCHER *et al.* (Fischnetz-info, mars et décembre 2001), cette maladie est provoquée par un seul parasite : *Tetracapsula bryosalmonae* (myxosoaire). Chez les poissons, on le rencontre chez les salmonidés et le brochet, les truites étant particulièrement touchées. Le taux de mortalité peut être fort chez ces dernières (10 à 100%), surtout sur les estivaux.

Pour que les symptômes (affaiblissement, contraction d'autres maladies) se développent, la température de l'eau doit être supérieure à 15°C. De plus, il semble que des facteurs tels qu'un faible taux d'oxygénation ou une pollution chimique favoriseraient la maladie.

Afin de savoir si la truite en présence est infectée, il faut observer ses reins. En effet, un poisson ayant développé la maladie a des reins grossis et d'une coloration inhabituelle.

Le mode de propagation de la maladie et le cycle complet du parasite ne sont que partiellement connus. *Tetracapsula* parasite les bryozoaires, de petits organismes filtreurs qui forment des colonies de quelques centimètres de diamètre sur différents types de substrats et que l'on rencontre dans la plupart des lacs et cours d'eau.

Les parasites se multiplient dans les bryozoaires ; ils ont alors une taille de 20 μm et se concentrent dans des sortes de grandes poches de 350 μm de diamètre. Le parasite pénètre dans le poisson sous forme de petites spores à travers les cellules du mucilage de la peau, et ce au cours de la première minute après l'entrée en contact avec l'agent pathogène. A l'aide de la circulation sanguine, les parasites atteignent les reins où ils forment différents stades de développement et provoquent de violentes réactions inflammatoires. Il en résulte les différents symptômes décrits précédemment.

Le parasite, d'un diamètre de 5 à 20 μm , a pu être observé dans les vaisseaux sanguins de presque tous les organes (sauf du cerveau, de la moelle épinière et des yeux). Les spores sont libérées dans l'eau avec l'urine du poisson et sont probablement absorbées de nouveau par les bryozoaires.

Les truites qui survivent ou qui ont déjà été infectées sans développer la maladie sont en général immunisées l'année suivante.



Poisson atteint pas la PKD (reins gonflés et présence de nodules)

La PKD provoque chez les jeunes truites une mortalité variant de 10 à 100 % des individus touchés. Le développement du parasite est favorisé en été lorsque la température de l'eau atteint 15°C.

1.6.2. Pathologies bactériennes

Des symptômes probablement dus à une pathologie bactérienne ont été mis en évidence lors de cette étude. En effet, un pourcentage non négligeable de truites était affecté par des rougeurs de type hémorragie à la base des nageoires.

Selon MORAND (com. pers.) deux maladies bactériennes peuvent engendrer ces symptômes (la furunculose et la yersiniose). Ces deux maladies sont présentes dans le monde entier et atteignent tout particulièrement les élevages de salmonidés.

Elles peuvent être favorisées par des conditions particulières du milieu environnant : température de l'eau élevée (supérieure à 10 °C), une charge organique importante ou encore une pollution diminuant les défenses immunitaires du poisson...

Selon la gravité de l'affection, ces pathologies peuvent entraîner de lourds taux de mortalité, atteignant jusqu'à 70% dans certains cas (MOURRIERAS, 1995).

Les hémorragies observées à la base des nageoires sont la conséquence d'une infection bactérienne pouvant provoquer d'importantes mortalités.

1.7. Utilisation du SIG de la Fédération de pêche de Haute-Savoie

Les données du programme pilote de marquage et du programme INTERREG sont intégrées dans un SIG (Système d'Information Géographique, MapInfo) mis en place à la Fédération de pêche de Haute-Savoie et à l'INRA de Thonon..

Ainsi toutes les informations relatives aux cours d'eau du département seront consignées dans cette base de données (pente, longueur, présence de seuils infranchissables, caractéristiques physico-chimiques, IBGN, hydrologie, occupation des bassins versants...). Il en sera de même pour les données truites (repeuplement, densité, biomasses, croissance, structure d'âge, pathologie, génétique...).

L'approche finale visera à rechercher les relations existant entre ces deux groupes de données spatialisées. Une toute première démarche a été partiellement tentée dans le cas du présent rapport dont les données ont été intégrées dans le SIG en cours de construction.

2. Résultats et discussions

Ce chapitre présente les résultats obtenus sur les bassins étudiés lors de la campagne de prélèvements 2002 à savoir :

Le Giffre
Le Borne
La Fillière
Le Foron de Scionsiez
Le Foron de Fillinges

Lors de la campagne 2002, 1703 poissons au stade 0+ ont été échantillonnés en milieu naturel et étudiés en laboratoire

2.1. Taux de marquage, sexe ratio et pathologie

2.1.1. Le Borne

Sur le bassin du Borne, 5 stations ont été échantillonnées sur le cours principal et 3 sur des affluents. Au total ce sont 392 poissons 0+ qui ont été étudiés.

Le taux de marqués

Sur le cours principal

Les taux de marqués varient fortement sur le cours principal du Borne (18 à 100%). On observe un gradient amont-aval du taux de marqués qui peut être mis en relation avec la présence d'un obstacle partiellement infranchissable pour les géniteurs au niveau d'Entremont.

Ainsi **deux grandes zones** peuvent être distinguées sur le Borne :

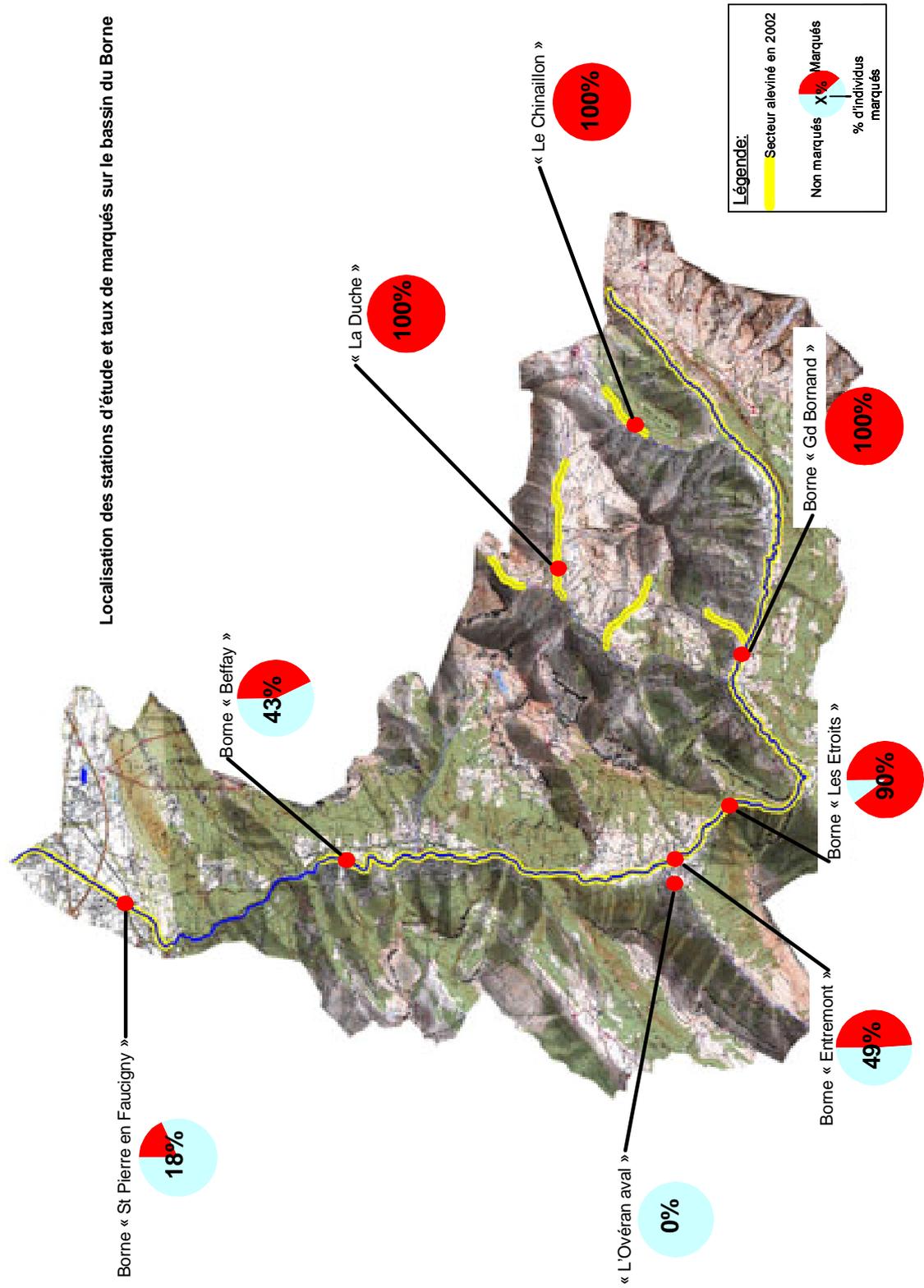
- **La zone amont du seuil d'Entremont**, où la majorité des juvéniles sont issus du repeuplement (90 à 100%)

On observe sur ce secteur une très faible reproduction naturelle en raison d'une quasi-absence de poissons adultes. La situation de la population de truites est donc très critique. Si le repeuplement permet de d'observer des 0+, il n'a pas permis d'installer une population fonctionnelle.

- **La zone aval du seuil d'Entremont**, où la majorité des individus présents au stade 0+ sont des poissons naturels.

En effet, le taux de marqués varie de 18 à 49%. Les pêches de sondage Interreg ont montré la présence d'une importante population de truites sauvages d'origine méditerranéenne. La population est équilibrée et naturellement fonctionnelle puisqu'on observe une forte reproduction naturelle et de nombreux géniteurs.

Localisation des stations d'étude et taux de marqués sur le bassin du Borne



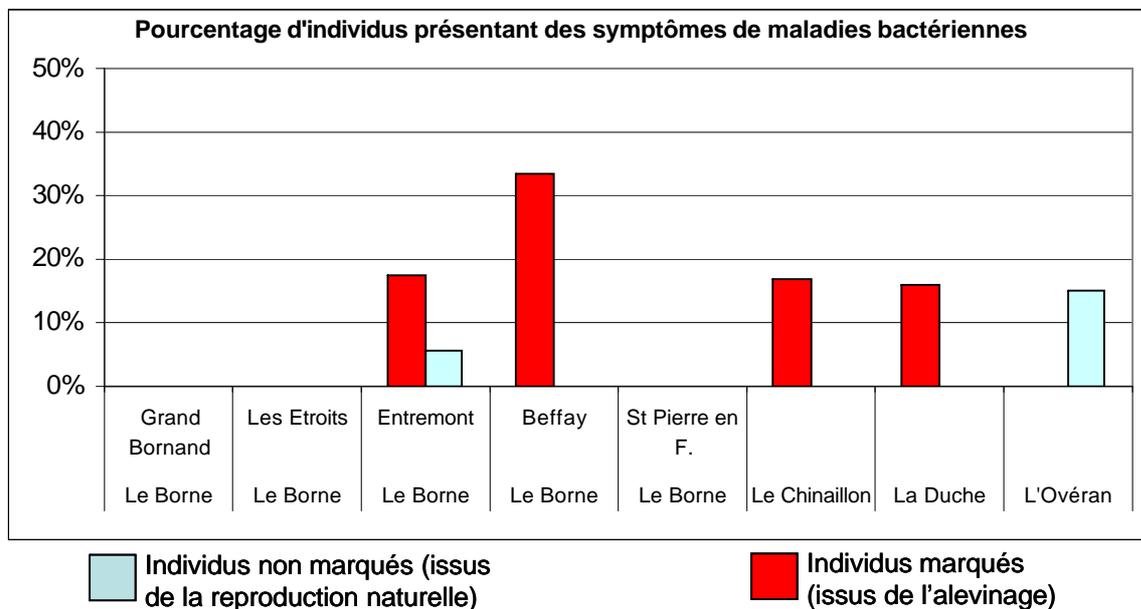
Sur les Affluents

Sur les 3 affluents étudiés, la situation est très simple. En effet, soit on observe 0% de marqués soit 100%.

- **Sur l'Ovéran aval**, aucun poisson marqué n'a été trouvé puisqu'il n'y a pas eu de repeuplement sur ce secteur en 2002. Le résultat obtenu montre une importante reproduction naturelle des géniteurs du Borne qui remontent sur l'aval de ce cours d'eau.

- **Sur la Duche et le Chinailon**, il y a absence totale de reproduction naturelle puisque 100% des 0+ échantillonnés sont marqués. Pourtant, on observe de nombreux poissons adultes sur ces secteurs susceptibles d'être des géniteurs ainsi que différentes classes d'âge. L'équilibre de ces populations est artificiellement maintenu par les alevinages.

Pathologies et état sanitaire des 0+

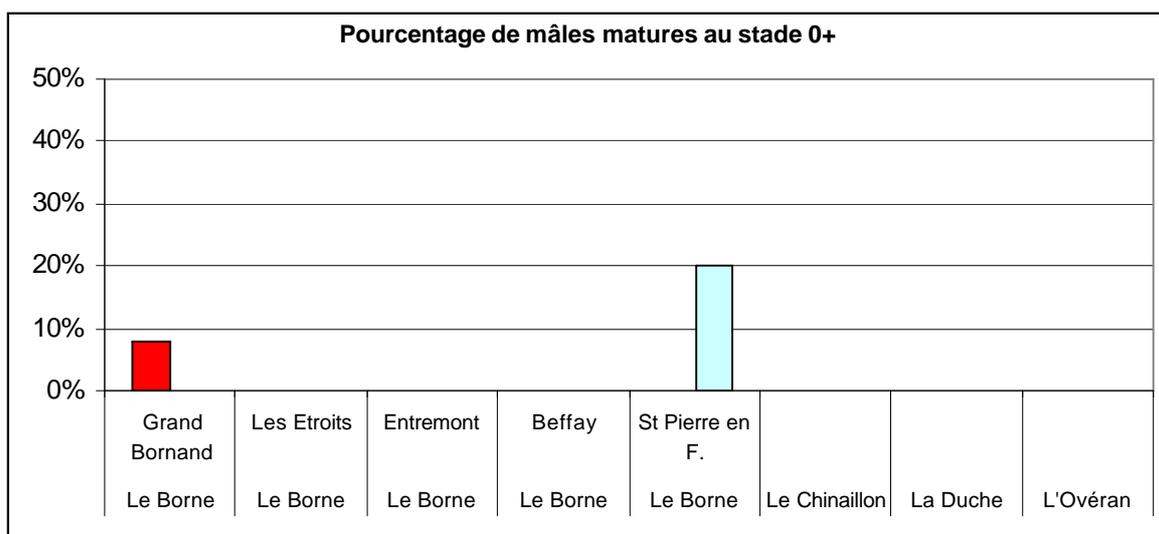
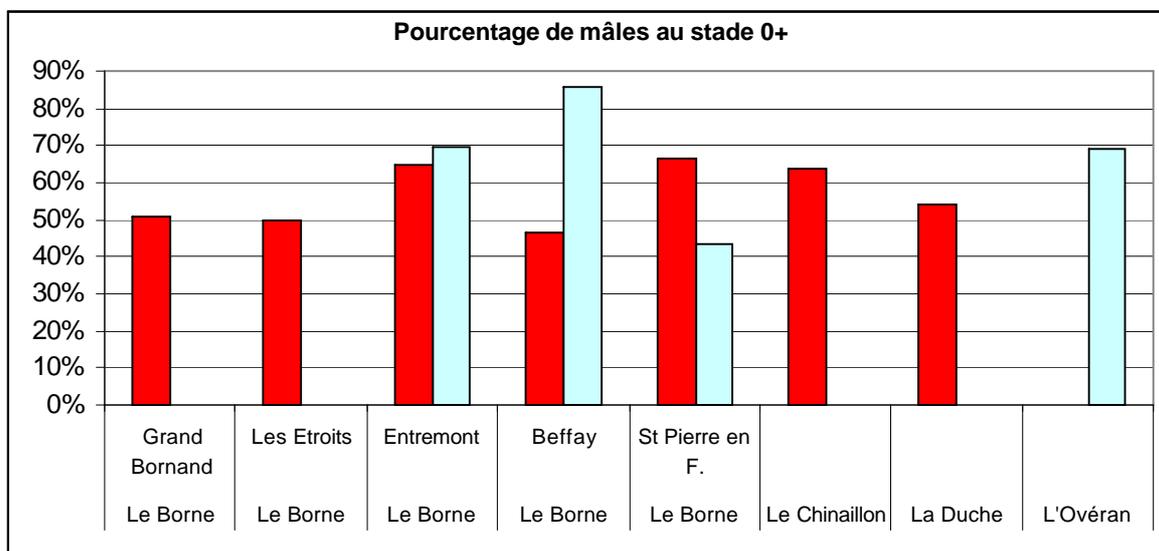


- Toutes les stations étudiées ne sont pas concernées par ces symptômes de maladies.
- Les maladies bactériennes semblent toucher majoritairement les poissons introduits.
- Cependant, les 0+ de l'Ovéran aval, tous naturels, sont infectés à 15%. Ce résultat peut refléter une contamination par dévalaison provenant d'individus atteints situés plus en amont de l'Ovéran ou une contamination naturelle par des agents pathogènes présents dans le milieu.

- Les poissons marqués peuvent être contaminés à un taux non négligeable pouvant atteindre plus de 30%.

Sexe et maturité sexuelle des 0+

Sexe ratio et maturité sexuelle au stade 0+ sur les stations d'étude du bassin du Borne



■ Individus non marqués (issus de la reproduction naturelle)

■ Individus marqués (issus de l'alevinage)

- Le sexe ratio est relativement équilibré pour les marqués comme pour les non marqués. Seule une station sur le Borne (Beffay) montre 85% de mâle dans la population de 0+.

- Seules 2 stations montrent des mâles matures au stade 0+.

- Le pourcentage de mâles matures au stade 0+ est plus important chez les non marqués que chez les marqués.

2.1.2. Le Giffre

Sur le bassin du Giffre, 6 stations ont été échantillonnées sur le cours principal et 7 sur des affluents. Au total ce sont 536 poissons 0+ qui ont été étudiés.

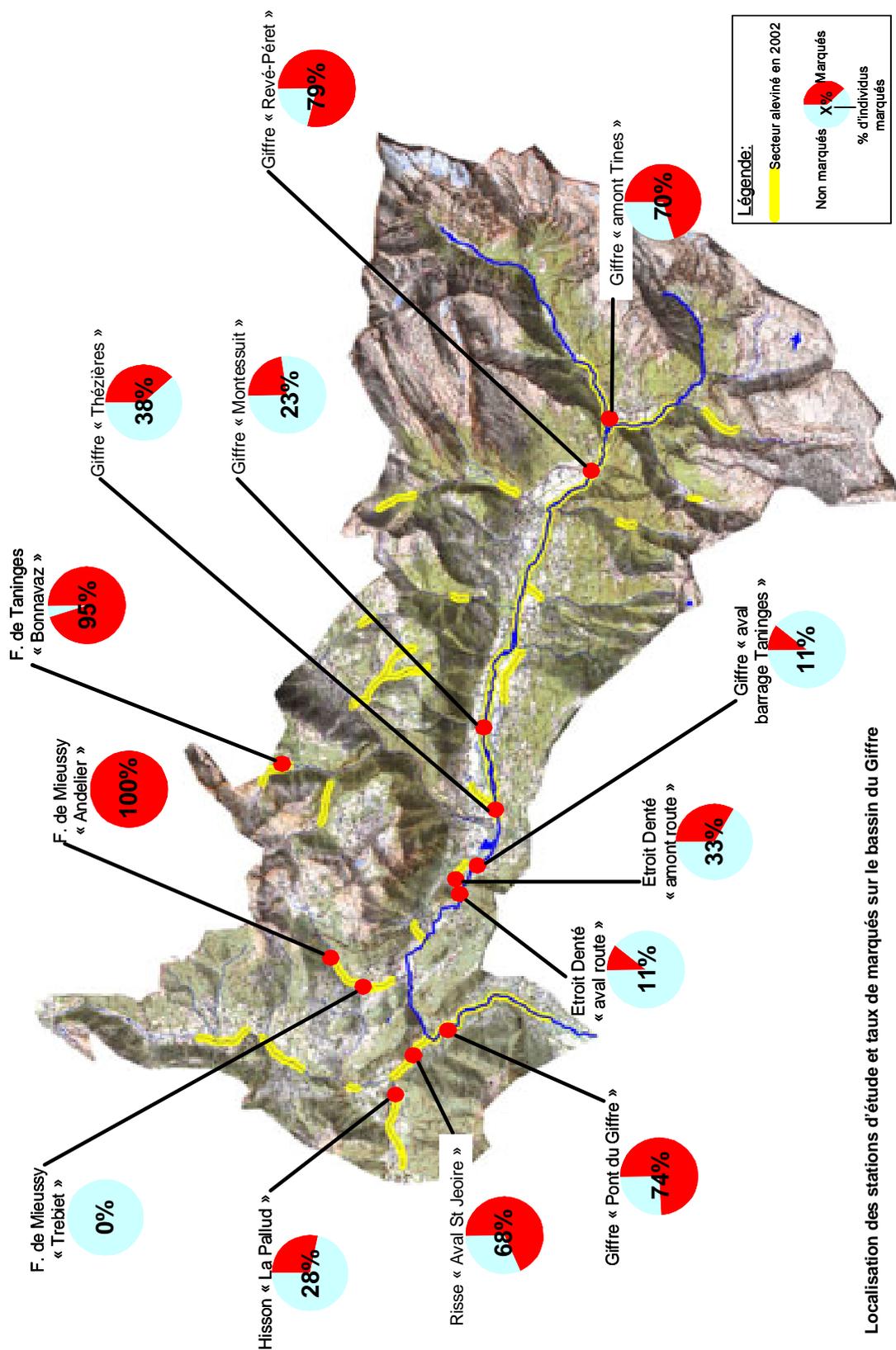
Le taux de marqués

Sur le cours principal

La carte de synthèse des résultats met en évidence des taux de marqués très contrastés, variant entre 0 et 100%. Sauf deux cas particuliers, la campagne de prélèvements a permis de montrer qu'une reproduction naturelle existait sur l'ensemble du Giffre.

Il est possible de distinguer **trois zones successives** sur ce cours d'eau :

- **La zone aval** est composée de la station "Pont du Giffre où le taux de marqués est de 74%. Cette station sur le Giffre doit être rapprochée des stations étudiées sur le Risse (station « Risse aval St Jeoire ») et le Hisson (« station La Pallud ») pour mieux comprendre le fonctionnement de la population.
- **Sur le Giffre aval** la situation semble très critique. La station dite « Pont du Giffre » s'étend de l'amont de Marignier à l'usine du Pont du Giffre soit sur environ 2,5 km. Sur cette distance seulement 31 0+ ont pu être capturés. De plus les pêches d'adultes dans le cadre d'Interreg montrent un déficit inquiétant de géniteurs sur ce secteur ainsi qu'une surabondance de Chabot. La situation du bas Giffre montre une population de truite totalement déséquilibrée loin du potentiel de la rivière et qui ne peut pas être réhabilitée par le seul fait de l'alevinage. Cette situation peut être le résultat du faible débit réservé qui appauvrit l'habitat aquatique et provoque des élévations de température inquiétantes. Les résultats de pêche d'inventaire dans la réserve de Marignier montrent que les poissons sont concentrés à l'aval immédiat des seuils où l'on note la présence de fosses, de températures plus faibles et d'une meilleure oxygénation.
- **La zone moyenne** située entre le barrage de Mieussy et Samoëns qui est composée des stations « aval barrage Taninges », « Thézières » et « Montessuit ». Sur ce secteur, les 0+ marqués sont en minorités puisqu'ils représentent 11 à 38% du peuplement.
- **Sur le Giffre aval barrage de Taninges**, le secteur n'est pas aleviné, il est donc normal que près de 90% des poissons ne soient pas marqués. Les 0+ marqués proviennent certainement du ruisseau de l'Étroit Denté qui est fortement aleviné et à partir duquel une dévalaison doit avoir lieu.
- **Le secteur des « Thézières » et de « Montessuit »**, bien que régulièrement aleviné, montre un taux important d'alevins naturels (62 à 77%). Ce résultat est tout à fait en accord avec le suivi de la reproduction naturelle et le recensement de frayères réalisé par l'AAPPMA du Faucigny et le CSP en 1999. En effet, de nombreuses frayères naturelles avaient été observées sur ce site. Le peuplement d'adultes n'est pas très important mais est en rapport avec les potentialités du milieu.



Localisation des stations d'étude et taux de marqués sur le bassin du Giffre

- **La zone amont** caractérisée par les stations « Revé-Péret » et « amont Tines » où le taux de marqués varie de 70 à 79%.
- **Pour ces deux stations**, la population de juvéniles est faible et ils sont majoritairement marqués. Cependant, au stade adulte, les pêches Interreg montrent une majorité de poissons d'origine méditerranéenne. La forte contribution de poissons introduits au stade 0+ ne semble pas se retrouver au stade adulte. Les conditions de vie dans ce milieu sont très difficiles et ne permettent pas d'atteindre des densités de poissons importantes.

Sur les Affluents

➤ **Le Risse :**

- **Le Hisson** montre une majorité d'alevins naturels alors que les prélèvements ont été réalisés seulement deux mois après le repeuplement. Ce cours d'eau possède un fort potentiel de frai qui est utilisé notamment par les géniteurs du Risse.
- **Sur l'aval du Risse** le taux de marqués est de 68%. Il est le reflet d'un alevinage en quantité importante sur le secteur (10 000 alevins). Les alevins naturels représentent tout de même plus de 30% trois mois après le repeuplement. De plus, les échantillonnages d'adultes réalisés sur ce secteur dans le cadre d'Interreg ont mis en évidence une quantité importante de géniteurs sauvages. La population sur ce secteur est à mettre en évidence avec celle du Hisson puisque certains géniteurs du Risse y migrent pour se reproduire. La population sur ce secteur est naturellement fonctionnelle.

➤ **Le Foron de Mieussy :**

- **La station « Andelier »** située en amont du Foron présente 100% de marqués. Cette situation montre une absence totale de reproduction naturelle. Le milieu est extrêmement défavorable à l'installation d'une population fonctionnelle en raison du faible débit de la rivière (assèchement régulier). Aucune classe d'âge intermédiaire et aucun adulte n'a été observé sur ce secteur. Les poissons alevinés sont certainement victimes des assèchements.
- **La station « Trebiet »** située plus en aval présente au contraire 0% de marqués alors que cette zone a été alevinée. Ce résultat montre la capacité du Foron sur ce secteur à accueillir une population fonctionnelle. Il existe une reproduction naturelle importante sur cette zone avec également beaucoup de géniteurs.
- **Vers Sommand**, une pêche de sondage a été réalisée mais aucun alevin n'a été prélevé puisque cette zone n'a pas été alevinée en 2002. Cependant, les résultats de ce sondage mettent en évidence une absence totale de reproduction naturelle (aucun alevin naturel n'a été trouvé) alors que la population semble équilibrée (présence d'adultes et de truitelles d'âge intermédiaire).

➤ **L'Étroit Denté :**

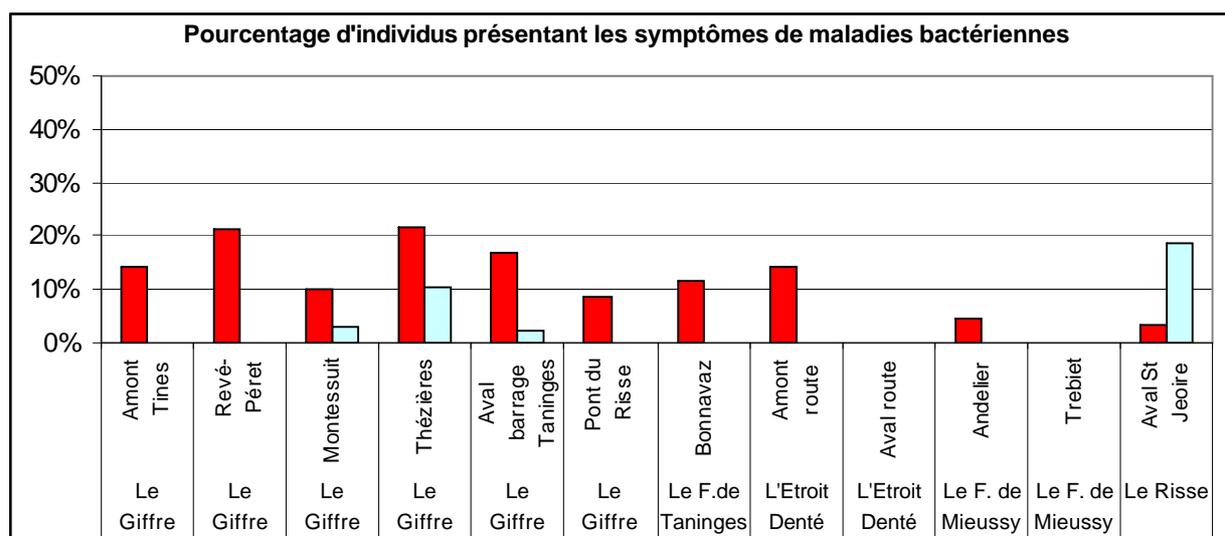
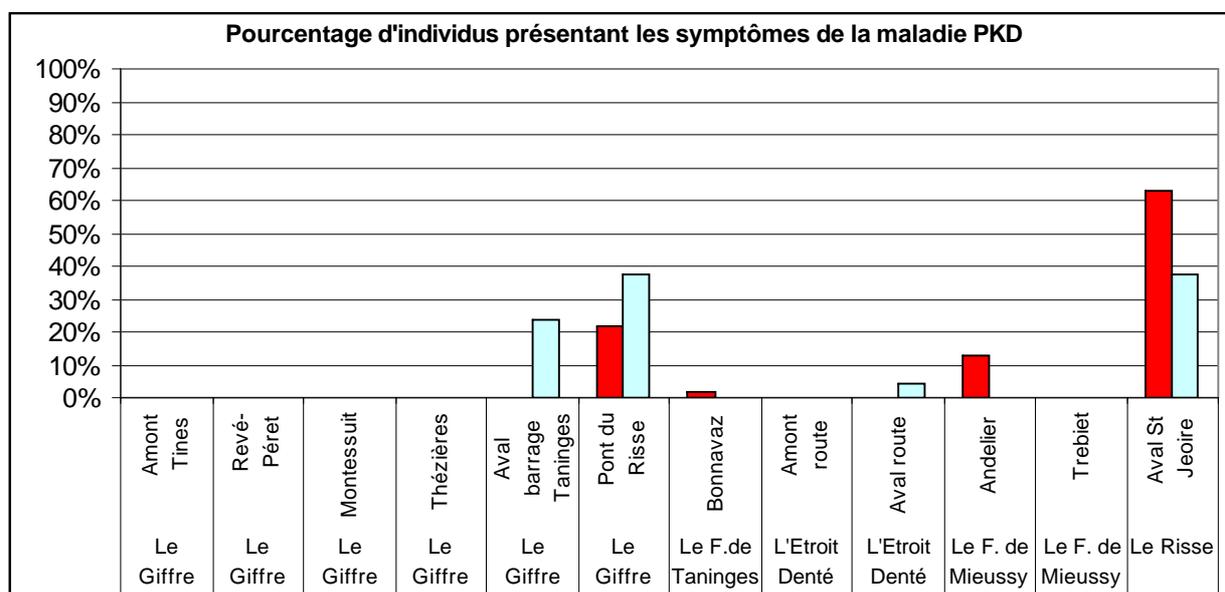
- Globalement, le taux de marqués sur les deux stations étudiées est faible (11 à 33%).
- **Sur la station « aval route »**, la majorité des alevins est naturelle. Cette zone montre un habitat très favorable pour la reproduction des géniteurs qui remontent du Giffre.
 - **Sur la station « amont route »**, une population fonctionnelle de phénotype méditerranéen est installée. De nombreux géniteurs sont présents et le recrutement naturel est important.

➤ **Le Foron de Taninges :**

- **En amont** (station Bonnavaz), le taux de marqués est très important (95%). Il existe donc une reproduction naturelle mais insuffisante pour permettre l'installation d'une population et maintenir une activité halieutique. Les alevinages passés n'ont pas permis d'installer une population fonctionnelle dans cette zone apicale.
- **Plus en aval**, sur les zones non alevinées, les pêches électriques d'inventaire et de sondage réalisées ont montré la présence d'une population équilibrée de phénotype méditerranéen avec une importante reproduction naturelle.

Pathologies et état sanitaire des 0+

Pathologies observées au stade 0+ sur les stations d'étude du bassin du Giffre



■ Individus non marqués (issus de la reproduction naturelle)

■ Individus marqués (issus de l'alevinage)

Les principales remarques concernant les pathologies observées sur le bassin du Giffre sont :

- La PKD est présente sur le cours du Giffre mais uniquement à l'aval du barrage de Taninges. Cette situation est à mettre en relation avec le débit réservé insuffisant qui entraîne une augmentation de température pendant la période estivale.

- Sur les affluents, la PKD a été observée sur les secteurs présentant des faibles débits estivaux (aval du Risse et Foron de Mieussy Andelier) qui sont certainement responsables d'une augmentation de température.

- La PKD atteint à la fois les poissons introduits que les poissons naturels.

- Le pourcentage d'individus touchés par la PKD varie d'un site à l'autre mais peut atteindre une valeur importante avec 50% sur certain secteur.

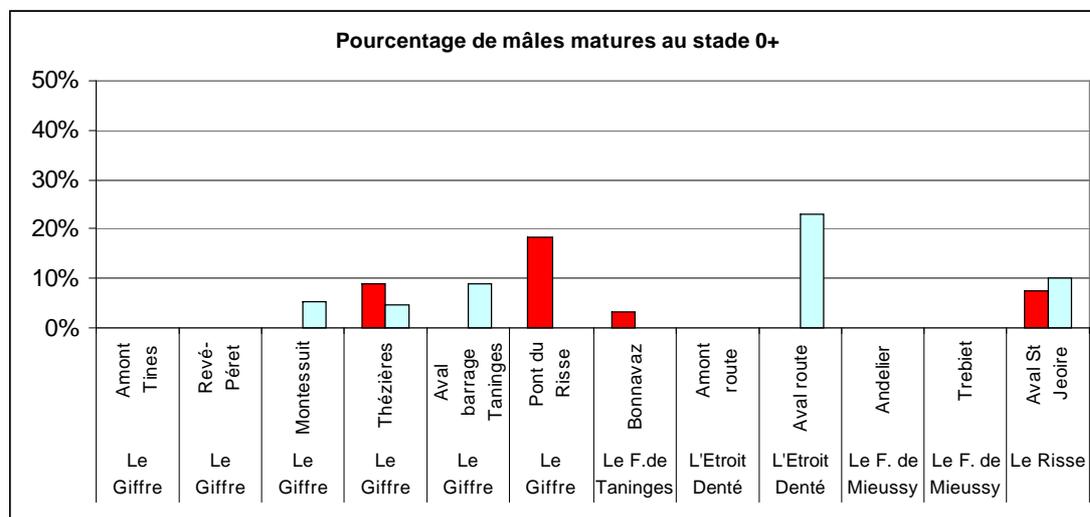
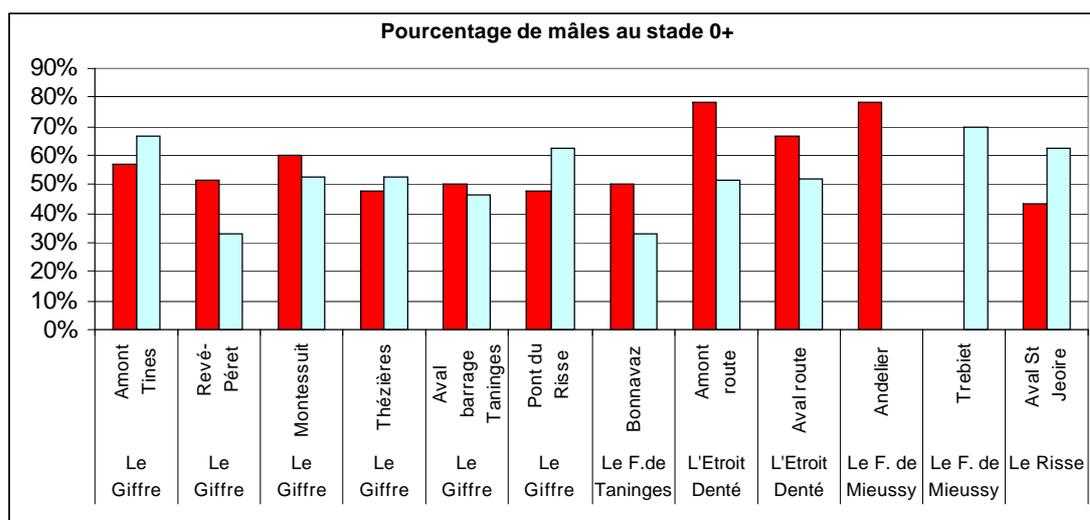
- Les maladies bactériennes sont plus fréquentes chez les individus marqués. Soit ces poissons sont plus fragiles que les poissons naturels et contractent les maladies plus facilement, soit les maladies sont contractées en pisciculture pendant l'élevage.

- Le pourcentage d'individus touchés par des symptômes bactériens n'est pas négligeable puisqu'il peut atteindre 20%.

- L'ensemble des stations étudiées est touché par des symptômes de maladies bactériennes ce qui laisse penser que l'ensemble du bassin peut être atteint.

Sexe et maturité sexuelle des 0+

Sexe ratio et maturité sexuelle au stade 0+ sur les stations d'étude du bassin du Giffre



■ Individus non marqués (issus de la reproduction naturelle)

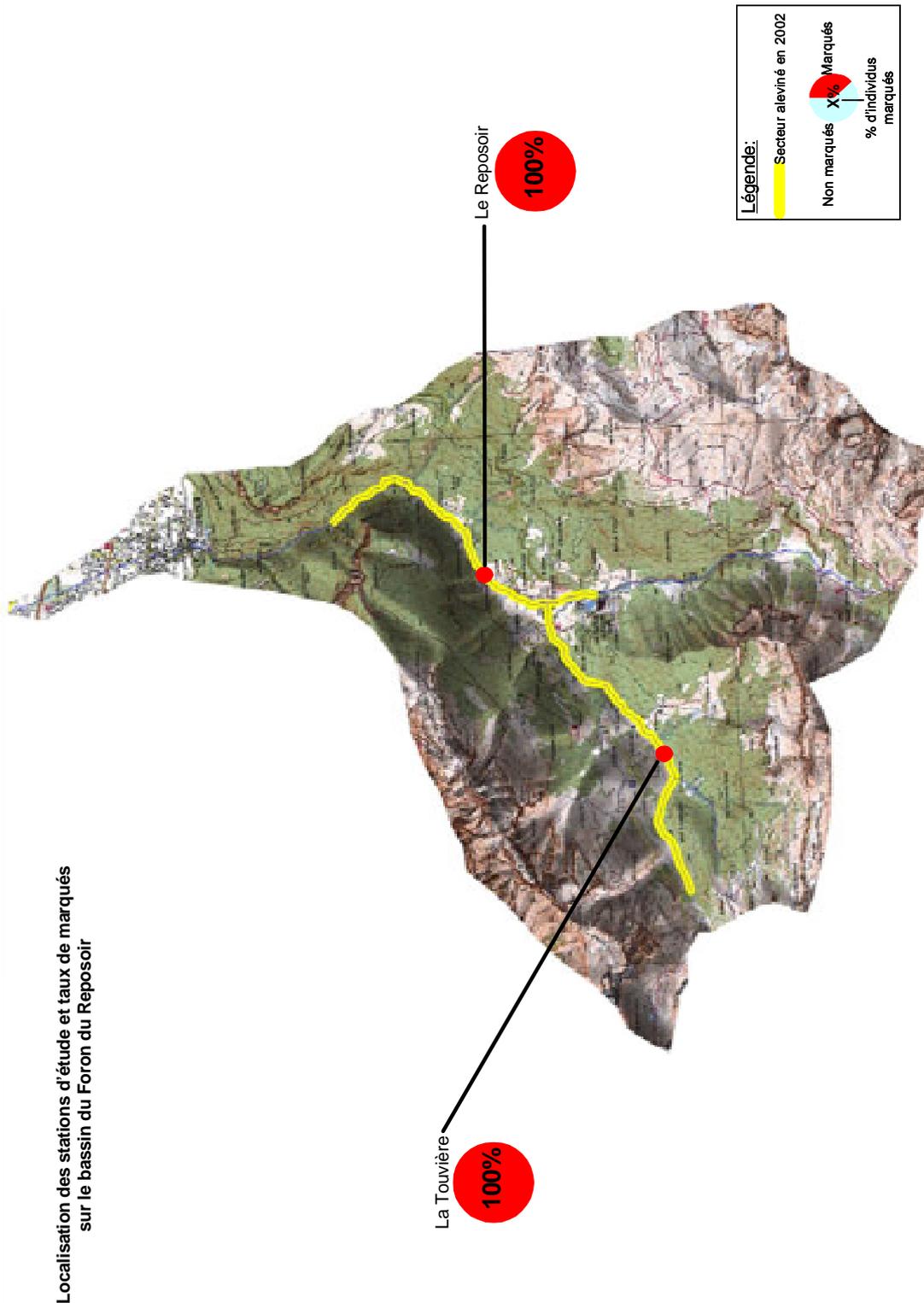
■ Individus marqués (issus de l'alevinage)

- Le sexe ratio apparaît globalement équilibré sur l'ensemble des stations du Giffre
- On observe des différences entre les poissons introduits et les poissons naturels sur seulement 3 stations. Ces différences sont en faveur des poissons marqués qui montrent un pourcentage de mâles plus important.
- Une maturité sexuelle précoce des mâles existe sur certaines stations quelle que soit l'origine des poissons.
- Cette maturité peut être importante et concerner jusqu'à 20% des 0+.

2.1.3. Le Foron du Reposoir

Deux stations (La Touvière et Le Reposoir) ont été échantillonnées sur le Foron du Reposoir. Seulement 15 0+ ont été étudiés, en raison principalement de la difficulté d'échantillonner des poissons de petite taille (6-7 cm) sur ces milieux torrentiels.

Le taux de marqués



- **Sur les deux stations étudiées**, le taux de marqués est de 100%. L'ensemble des 0+, même si le nombre est faible, est donc issu de l'alevinage. Ce cours d'eau fait l'objet actuellement d'un essai d'implantation d'une population à partir de la souche Chazey-Bons Rhodanienne. Cette souche provient de géniteurs de la rivière Furan (Ain). Des analyses génétiques récentes réalisées par analyse de microsatellites diagnostic de l'ADN ont montré que ces poissons ont un pourcentage d'allèles méditerranéens voisin de 65%.

Ce résultat montre que le cours d'eau avait un niveau de population très faible avant le repeuplement par la souche Chazey-Bons sauvages.

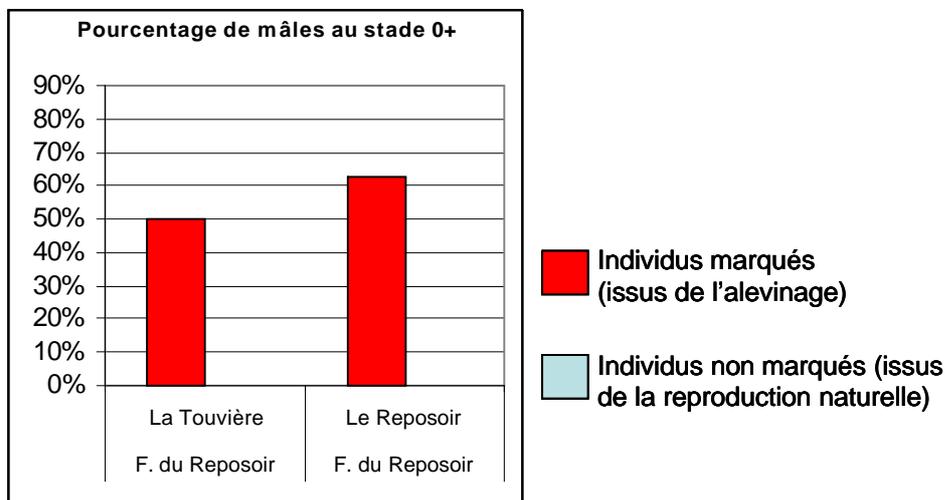
De plus les pêches d'inventaires du CSP et les pêches de sondage Interreg montrent qu'une population de truites se met progressivement en place. En effet, on observe chaque année des poissons à des stades de plus avancés et les captures par pêche à la ligne commencent à être effectives.

Les pêches électriques réalisées à l'automne 2002 indique que le stock de géniteurs est en cours de reconstitution mais que les truites femelles n'ont pas encore atteint le stade géniteur. Il n'est donc pas encore possible de dire si l'habitat et la population du Foron du Reposoir sont propices à l'installation d'une population naturellement fonctionnelle.

Pathologies et état sanitaire des 0+

Aucun symptôme rénal et hémorragique n'apparaît sur les 0+ échantillonnés sur ce cours d'eau.

Sexe et maturité sexuelle des 0+



- Le sexe ratio est équilibré puisqu'il varie de 50 à 60%.
- Il n'y a aucun mâle mature au stade 0+ dans les échantillons prélevés sur ce cours d'eau.

2.1.4. La Fillière

Cinq stations ont été échantillonnées sur le cours principal de la Fillière ainsi que sept stations sur les trois affluents principaux (Flan, Crénant et Daudens). Au total, 582 poissons 0+ ont été étudiés.

Le taux de marqués

Sur le cours principal

Pour les 5 stations étudiées sur le cours principal, le taux de 0+ marqués varie de 4 à 56%. il est donc de très faible à moyen et montre une forte reproduction naturelle sur toute la rivière. Il y a un gradient amont-aval du taux de marqués avec un pourcentage de poissons marqués plus important en amont. Cependant sur l'ensemble de la Fillière, le recrutement naturel est dominant et constitue l'essentiel de la population de truite.

De plus les pêches de sondages pour Interreg ont montré la présence de nombreux d'adultes d'origine naturelle méditerranéenne. Ceci confirme que la population de truite de la rivière principale est naturellement fonctionnelle.

Sur les affluents

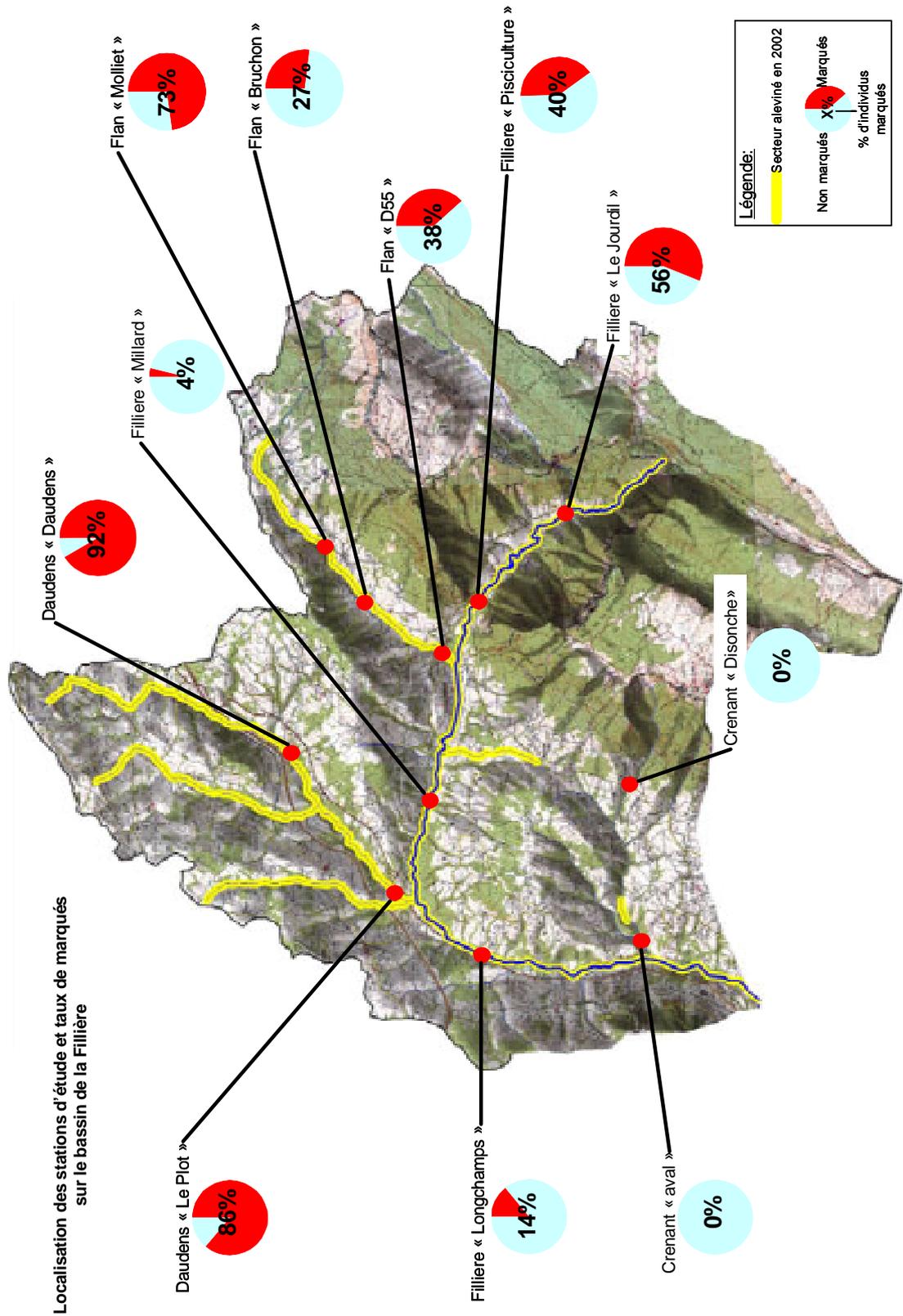
Les résultats sont différents selon que l'affluent est en connexion ou non avec la rivière principale.

- **Sur le Flan**, on observe en zone aval et médiane (stations « D 55 » et « Bruchon »), des taux de marqués faibles (38 et 27%) qui mettent en évidence la présence d'une forte reproduction naturelle notamment de poissons migrants de la Fillière. Les relevés de frayères réalisés par l'AAPPMA avaient déjà permis d'observer de nombreuses frayères naturelles sur ce secteur.

En zone plus amont, station « Molliet », le taux de marqués est plus important (73%), il met en évidence la présence d'un recrutement naturel mais qui reste, au stade 0+, minoritaire par rapport aux individus introduits.

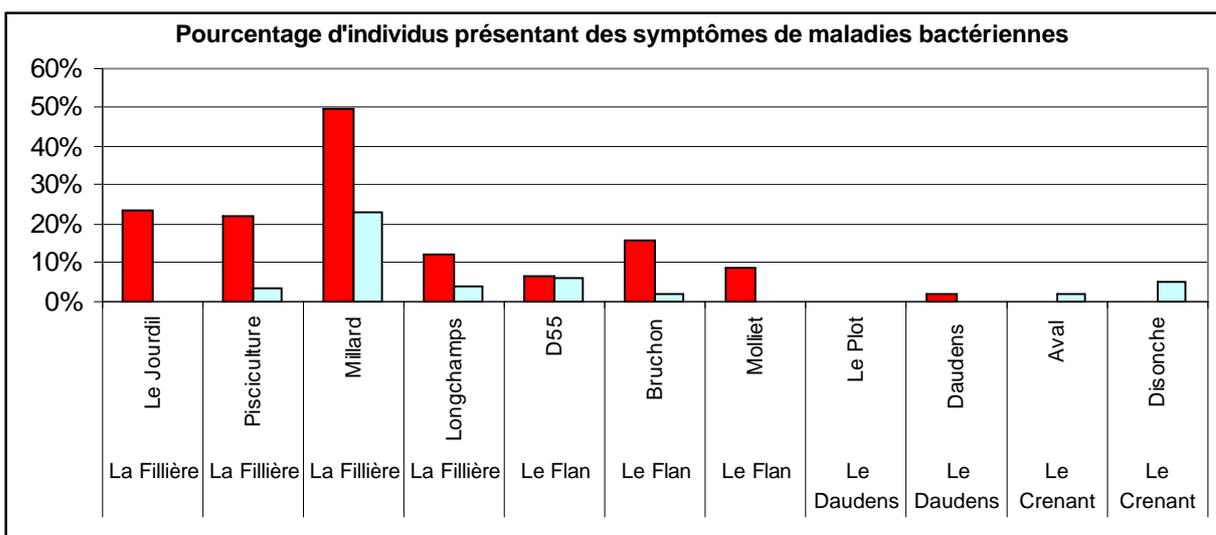
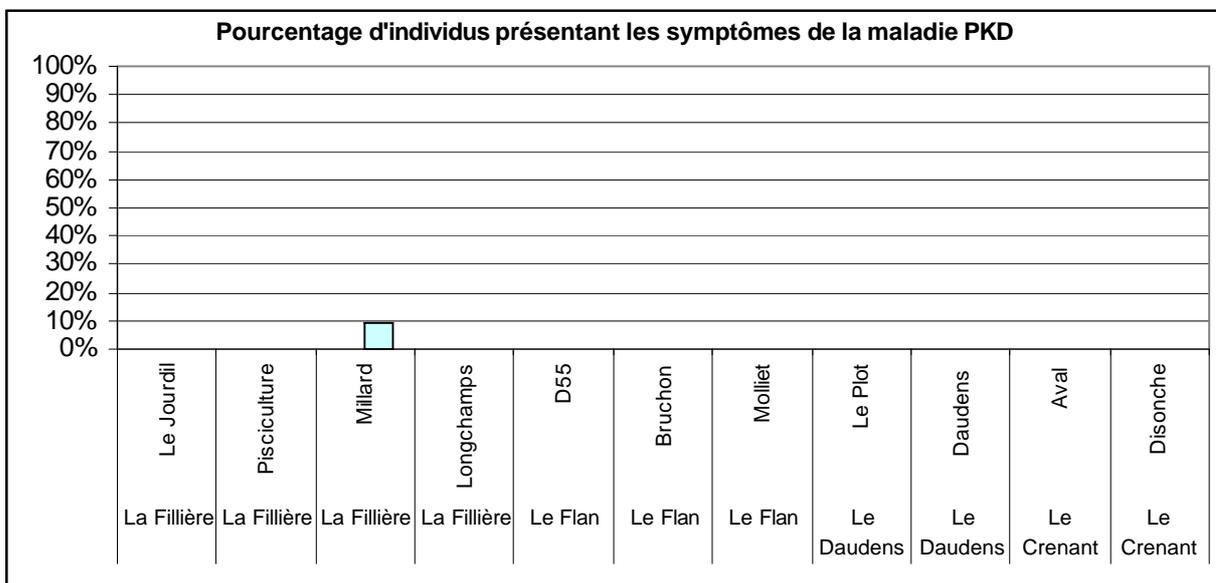
- **Sur le Daudens**, les deux stations (« Le Plot » et Daudens) montrent des taux de marqués importants (86 et 92%). La reproduction naturelle est donc très faible et la population de truite ne semble pas fonctionnelle. L'obstacle à l'aval de la route départementale semble préjudiciable car il ne permet pas aux géniteurs de la Fillière de remonter sur le Daudens et d'installer une population fiable.

- **Sur le Crenant**, Les deux stations échantillonnées (« aval » et Disonche) ne sont pas situées sur des zones alevinées en 2002 et il est normal de trouver 0% de marqués. Cependant, ces résultats montrent qu'il y a une forte reproduction naturelle sur ce cours d'eau même en zone amont et que la population semble naturellement fonctionnelle. Les alevins introduits sur le Crenant ne semblent pas avoir dévalés sur pour coloniser l'aval du Crenant.



Pathologies et état sanitaire des 0+

Pathologies observées au stade 0+ sur les stations d'étude du bassin de la Fillière



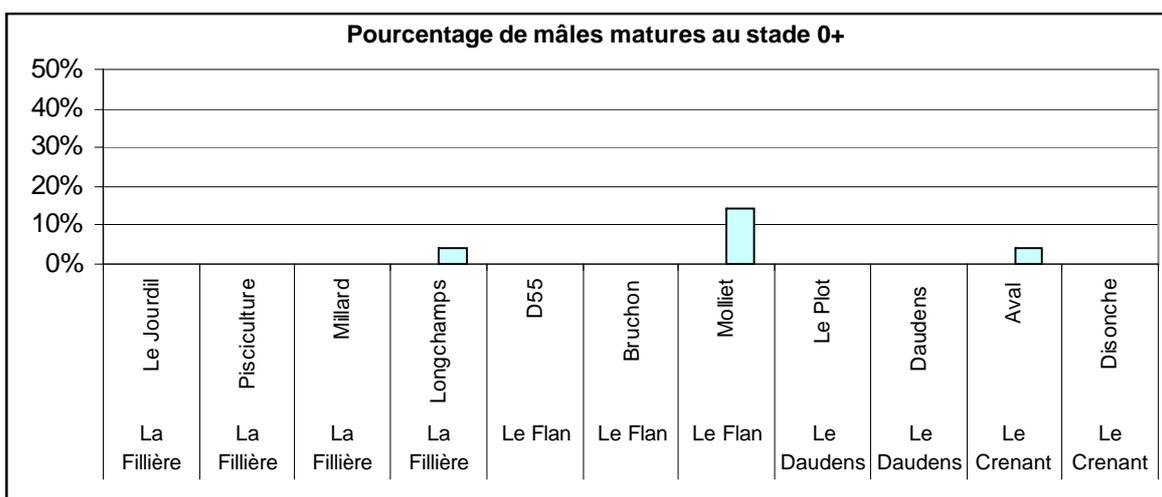
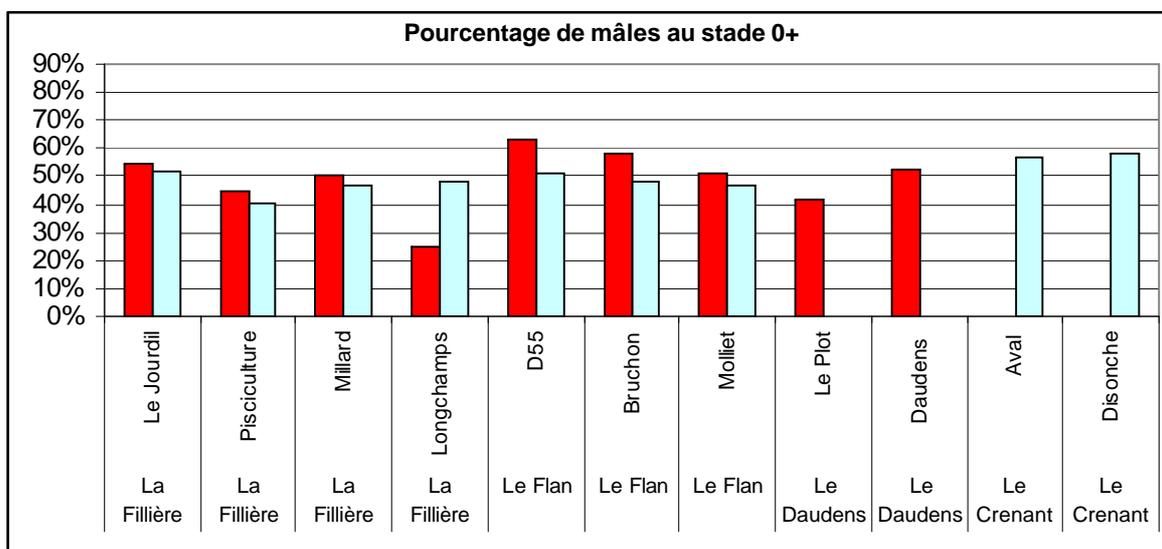
■ Individus non marqués (issus de la reproduction naturelle)

■ Individus marqués (issus de l'alevinage)

- La PKD semble quasiment absente du bassin de la Fillière sauf présence anecdotique, uniquement chez les non marqués, sur une station (« Millard »).
- Les individus marqués ne sont pas touchés par la PKD
- Les maladies bactériennes sont présentes sur l'ensemble du bassin mais touchent en priorité et majoritairement les individus marqués.

Sexe et maturité sexuelle des 0+

Sexe ratio et maturité sexuelle au stade 0+ sur les stations d'étude du bassin de la Fillière



■ Individus non marqués (issus de la reproduction naturelle)

■ Individus marqués (issus de l'alevinage)

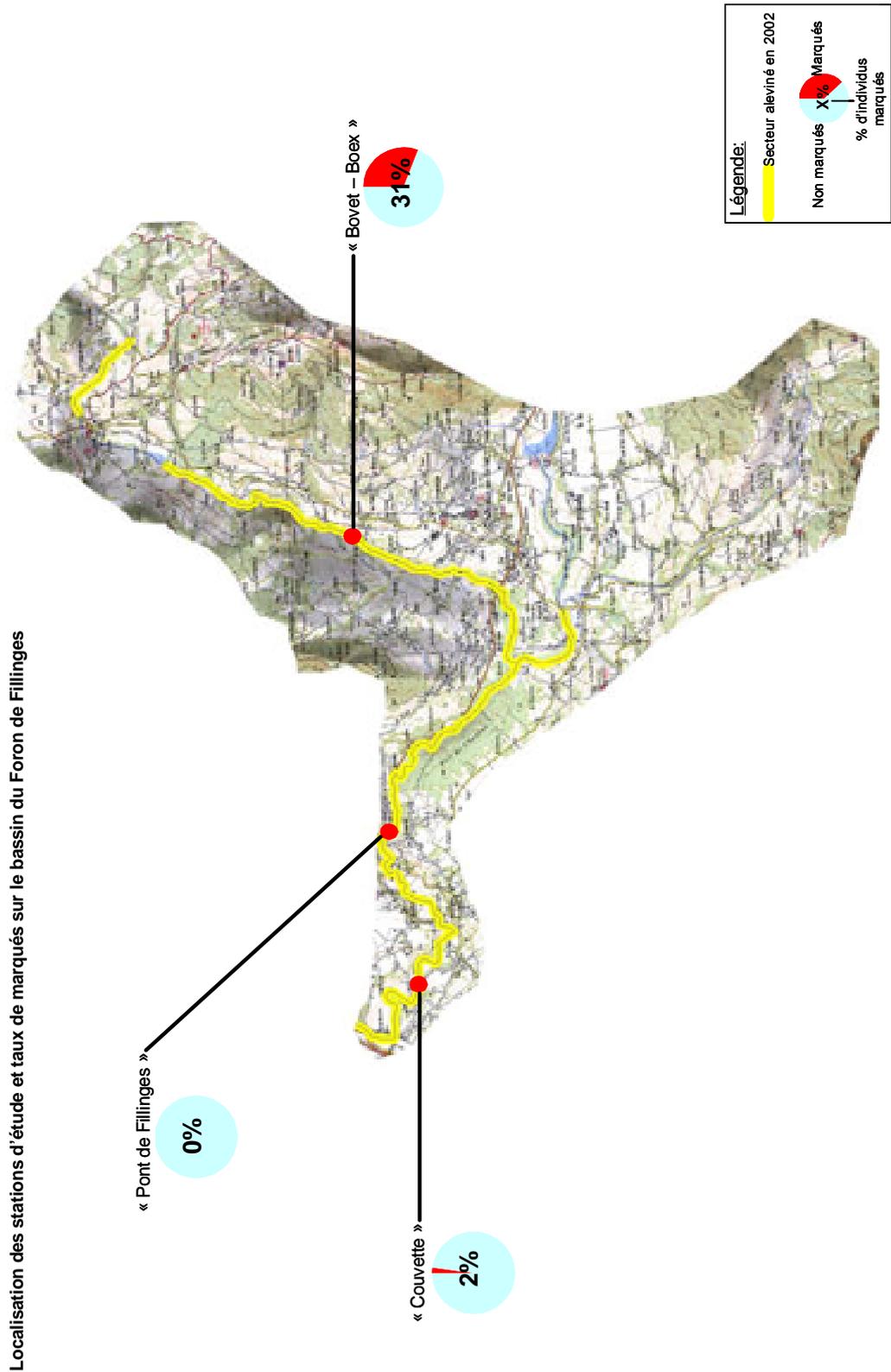
- Sur l'ensemble des stations, le sexe ratio est équilibré, il montre une plus grande variation chez les individus marqués.

- Des mâles matures au stade 0+ ont été observés sur trois stations, uniquement chez les individus naturels.

2.1.5. Le Foron de Fillings

Trois stations ont été échantillonnées sur le cours principal du Foron de Fillings à savoir de l'amont vers l'aval « Bovet – Boex », « Pont de Fillings » et « Couvette ». Au total, 178 poissons 0+ ont été étudiés.

Le taux de marqués



Sur les 3 stations étudiées, les taux de marqués sont faibles à très faibles.

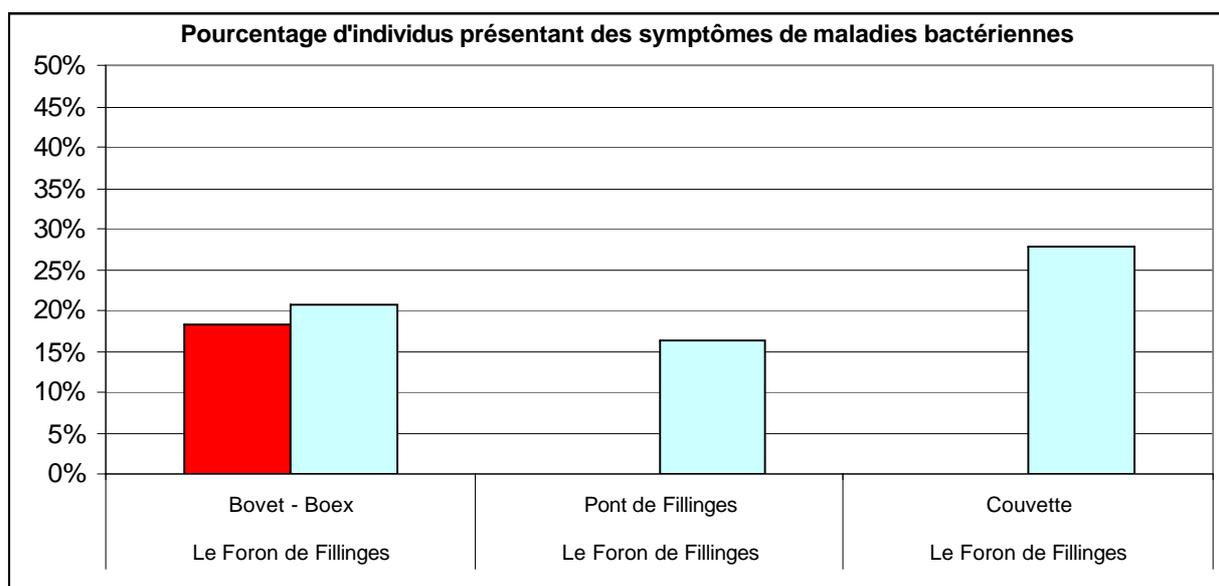
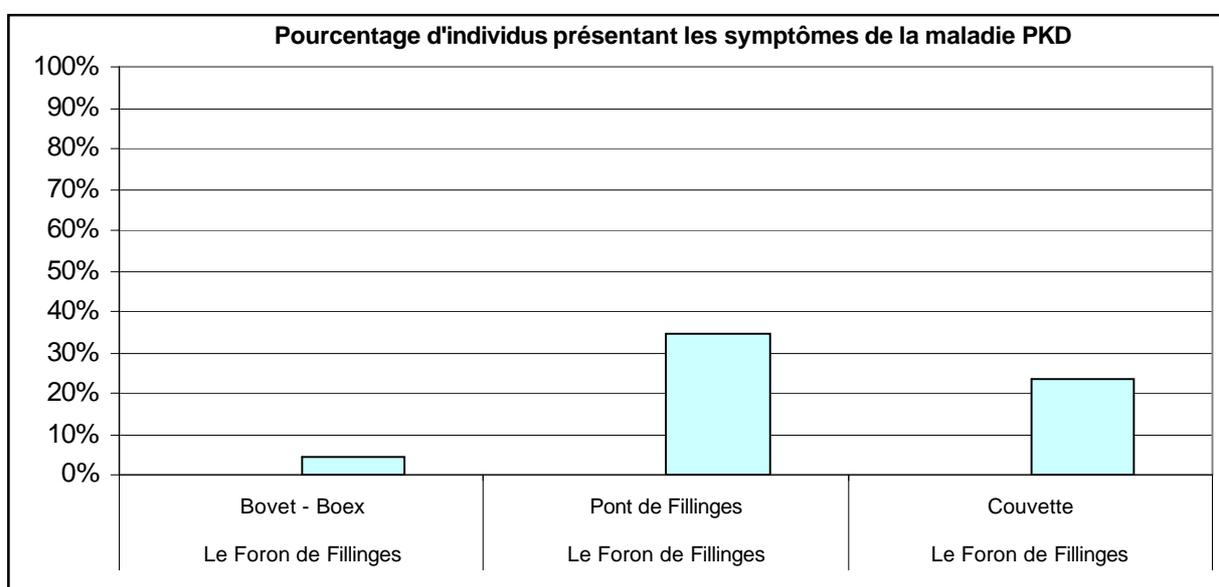
- Sur la station « Bovet – Boex », le taux de marqués est de seulement 31%.
- A l'aval sur les stations « Pont de Fillings » et « Couvette », les taux de marqués sont respectivement de 0 et 2%.

Les résultats indiquent la présence d'une importante reproduction naturelle sur l'ensemble du Foron de Fillings. Quelque soit la souche utilisée pour l'alevinage, atlantique dans le secteur Faucigny ou Méditerranéenne Pont de Gys dans le secteur Chablais, les poissons introduits restent minoritaires.

Cette situation traduit la présence d'une population bien installée et fonctionnelle sur cette rivière.

Pathologies et état sanitaire des 0+

Pathologies observées au stade 0+ sur les stations d'étude du bassin du Foron de Fillings



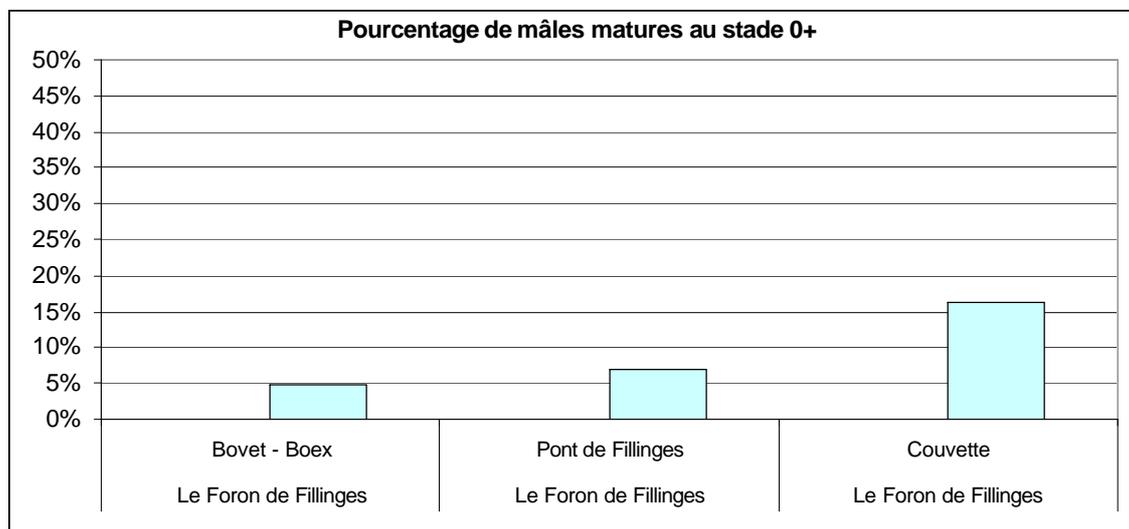
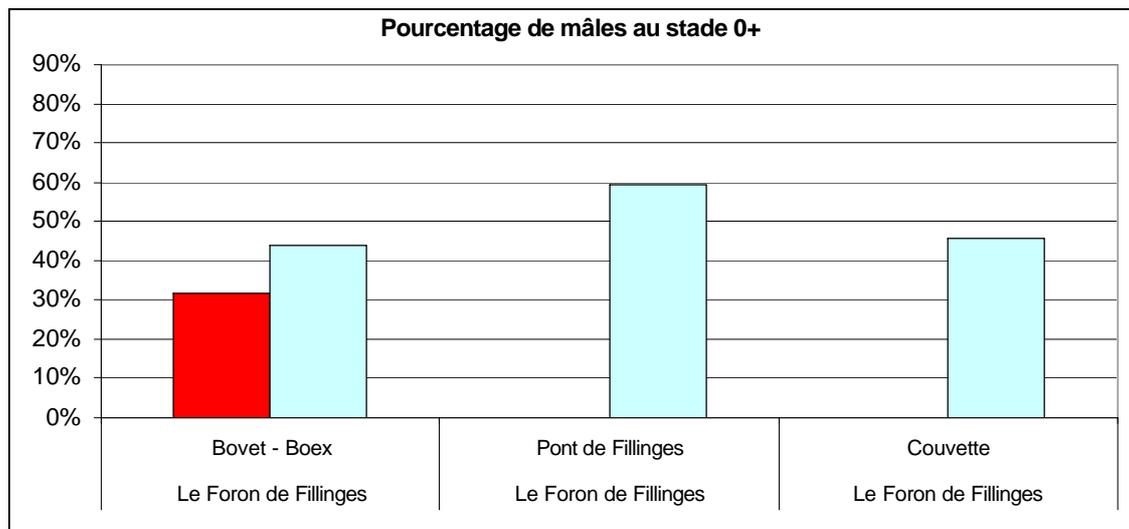
■ Individus non marqués (issus de la reproduction naturelle)

■ Individus marqués (issus de l'alevinage)

- Sur l'ensemble des stations, des individus 0+ sont atteints par la PKD, le pourcentage d'individus malades peut atteindre 35%.
- Seuls les individus sauvages semblent touchés par la PKD, cependant le nombre d'individus introduits est trop faible pour permettre une comparaison.
- Toutes les stations sont également touchées par les maladies bactériennes, avec des taux de contamination variant de 15 à 30%.
- Les maladies bactériennes touchent à la fois les individus introduits et les individus naturels.

Sexe et maturité sexuelle des 0+

Sexe ratio et maturité sexuelle au stade 0+ sur les stations d'étude du bassin du Foron de Fillings



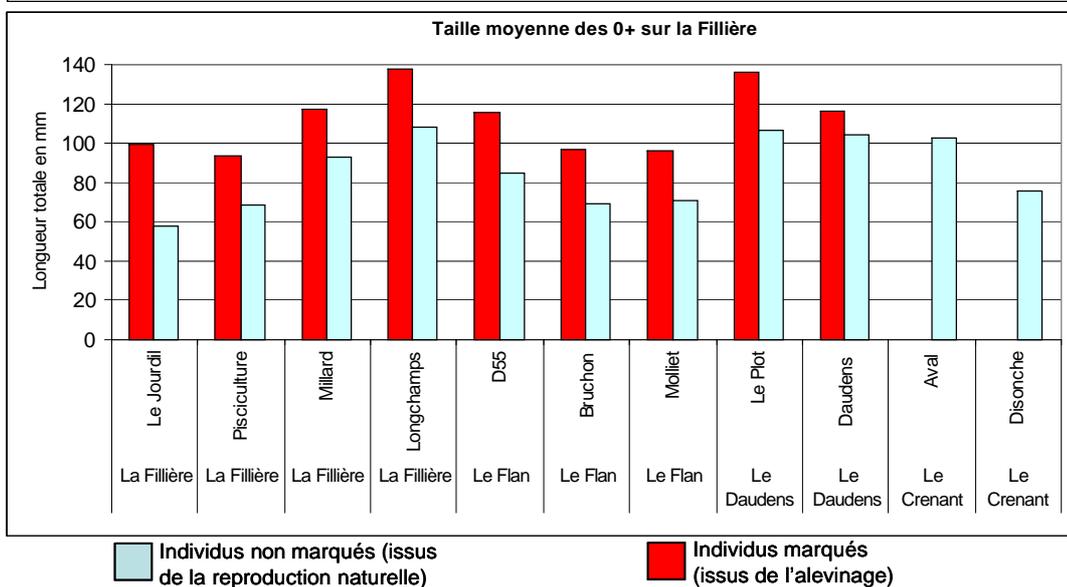
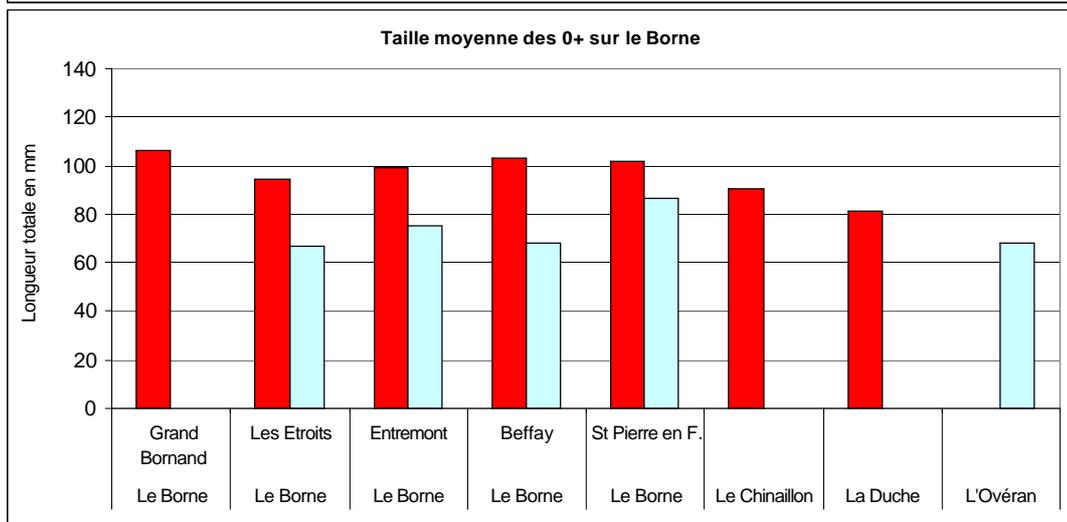
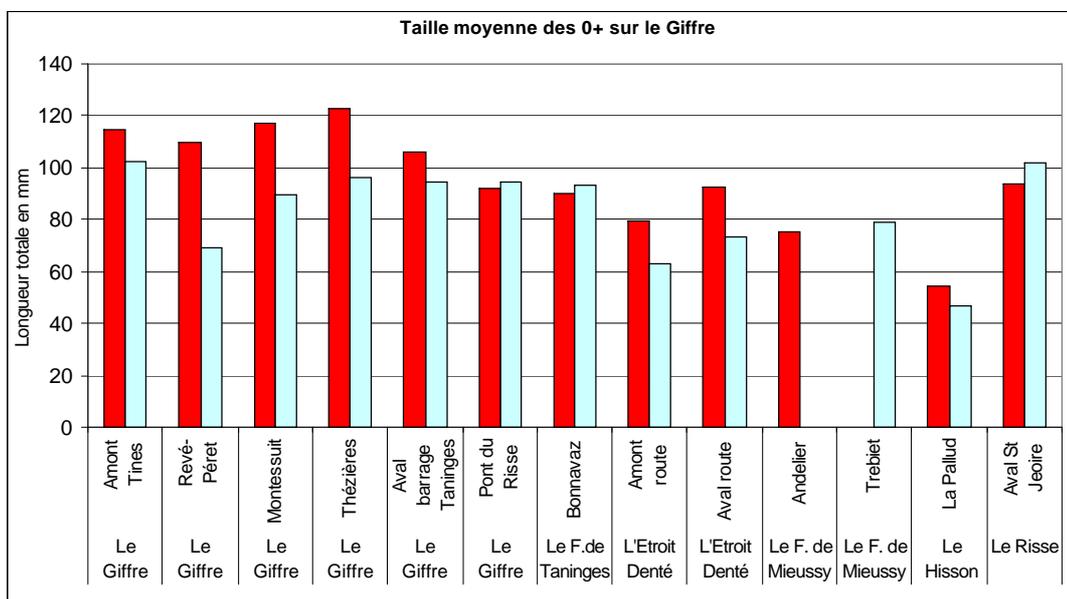
■ Individus non marqués (issus de la reproduction naturelle)

■ Individus marqués (issus de l'alevinage)

- Le sexe ratio apparaît équilibré sur l'ensemble des stations.
- On observe des mâles matures dès le stade 0+ sur l'ensemble des stations.
- Le taux de mâles matures au stade 0+ peut atteindre 15%.

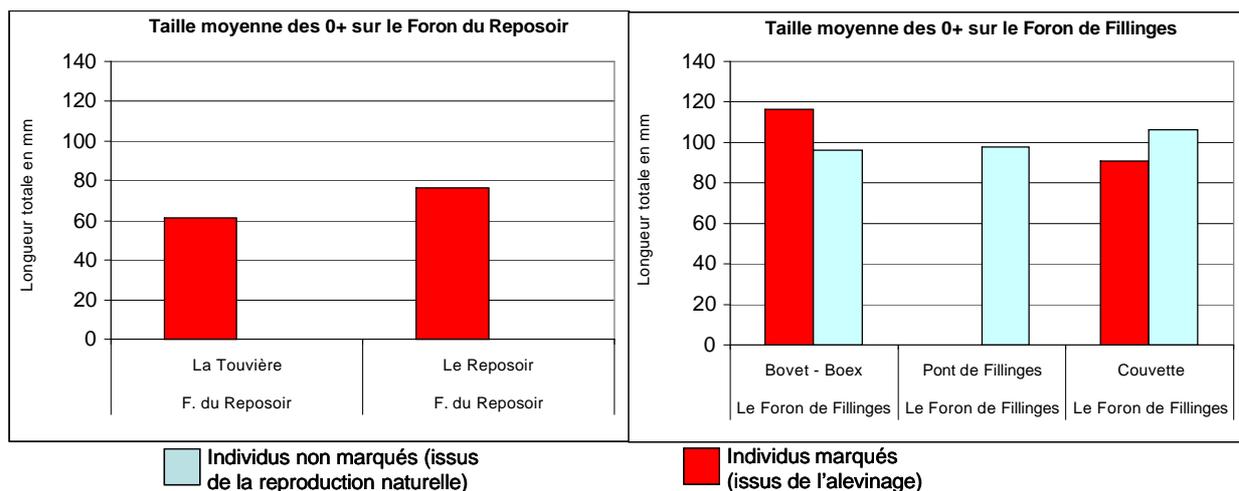
2.2. Caractéristiques morphologiques

2.2.1. Longueur totale des individus



Individus non marqués (issus de la reproduction naturelle)

Individus marqués (issus de l'alevinage)



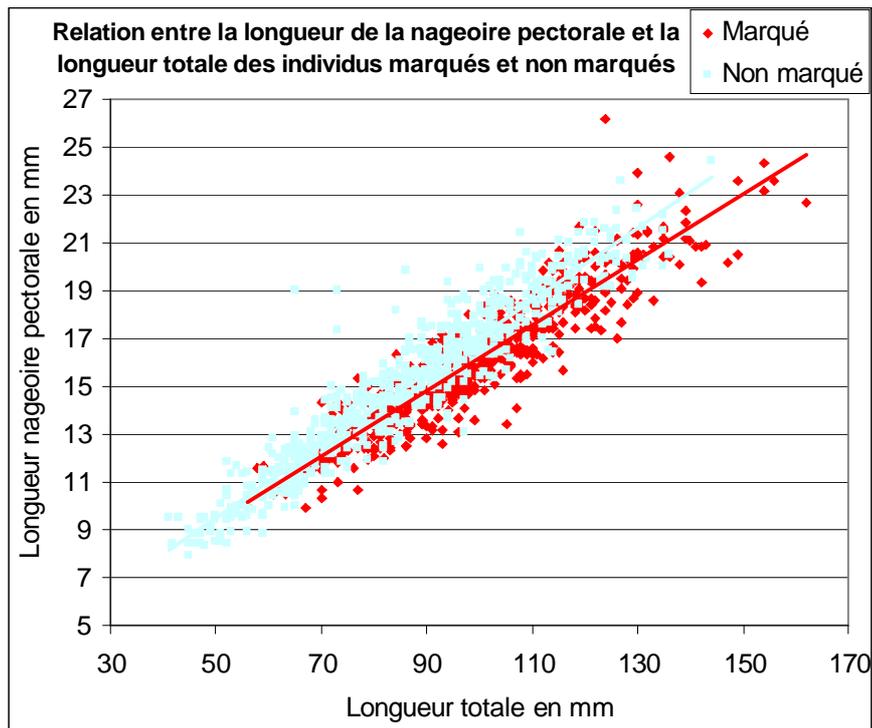
Sur la quasi-totalité des stations étudiées, les individus marqués présentent une taille moyenne supérieure à celle des individus naturels. Sur 18 stations où les effectifs permettent des comparaisons statistiques, la longueur totale des individus marqués est significativement supérieure à celle des truites sauvages pour 13 stations.

Les 5 stations faisant exception sont : « aval barrage Taninges » et « Pont du Giffre » sur le Giffre, «Aval St Jeoire » sur le Risse, « Bonnavaz » sur le Foron de Taninges et « Couvette » sur le Foron de Fillings. Cependant sur ces stations, les différences ne sont pas significatives.

Le fait que les marqués aient une plus grande taille moyenne que les non marqués au stade 0+ n'implique pas que cela soit systématiquement le cas aux stades ultérieurs. En effet, CAUDRON (1998), et CHAMPIGNEULLE et CACHERA (2003) ont montré respectivement sur le Doubs et le Fier que les différences de tailles entre marqués et non marqués au stade 0+, s'estompaient au stade 1+ et chez les adultes.

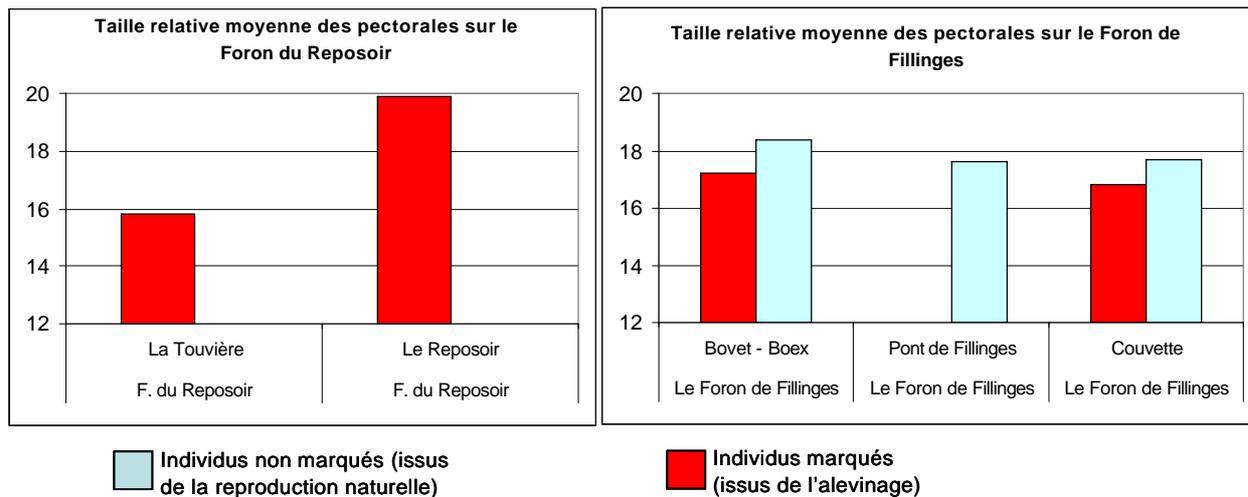
Par ailleurs, l'existence d'une plus grande taille au stade 0+ en automne pour les marqués ne leur garantit pas un meilleur taux de sédentarisation. En effet, plusieurs études, dont celle de JONSSON et JONSSON (1993), indiquent que le taux de dévalaison peut être plus élevé pour les individus à plus forte croissance au stade 0+. La dévalaison peut donc toucher préférentiellement les individus marqués en raison de leur forte croissance.

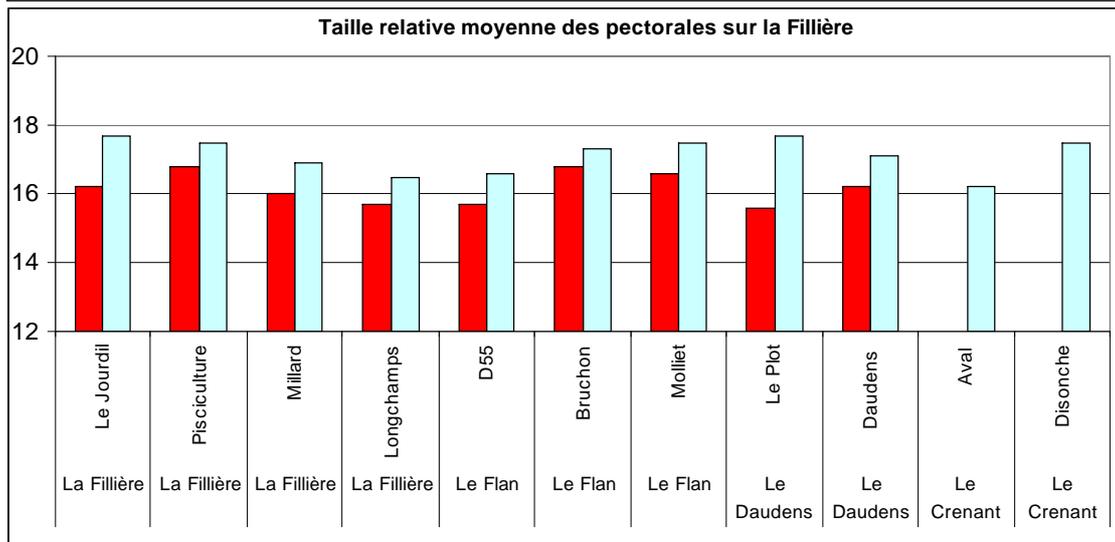
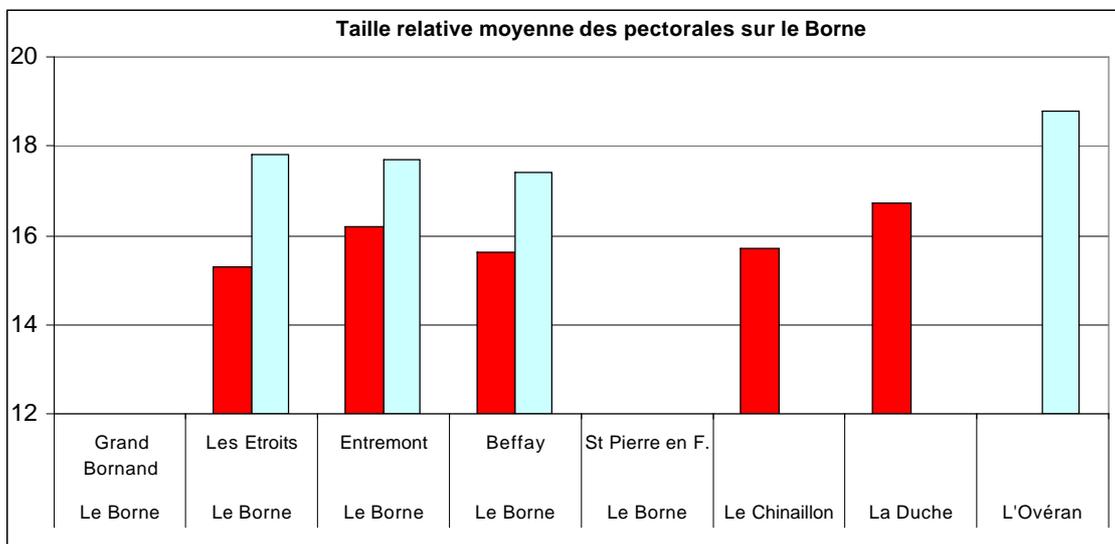
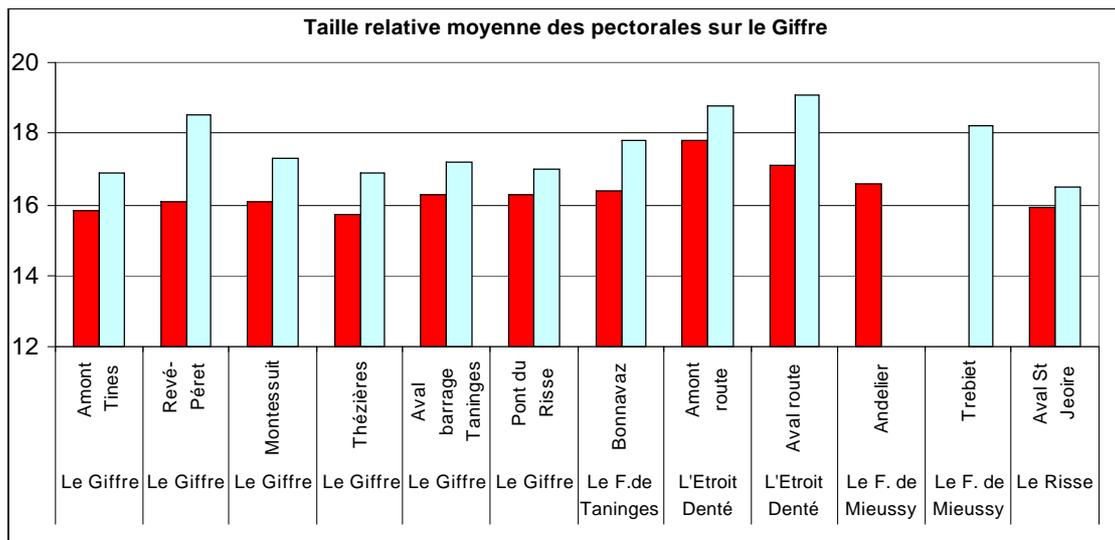
2.2.2. Taille des nageoires pectorales



La figure ci-dessus montre qu'il existe une différence entre marqués et non marqués du rapport entre la longueur de la nageoire pectorale et la longueur totale du poisson.

Il a semblé important d'analyser plus en détail ce caractère morphologique car il peut présager de l'aptitude des truites à se maintenir dans nos rivières de montagne.





 Individus non marqués (issus de la reproduction naturelle)

 Individus marqués (issus de l'alevinage)

Sur les 24 stations où des individus marqués et non marqués coexistent, la taille relative des nageoires pectorales est systématiquement plus importante chez les individus naturels.

Les truites issues du repeuplement présentent donc des nageoires pectorales de longueur inférieure à celle des truites sauvages.

Cette différence morphologique est très importante car le développement des nageoires est un élément déterminant pour la survie du poisson dans son milieu, notamment pour la stabilité, la résistance au courant et la recherche de nourriture an action de chasse.

Il semble donc possible que cette caractéristique anatomique soit le résultat d'une adaptation à la vie en torrent.

BOSAKOWSKI *et al.* (1993) ont également observés des résultats comparables chez des truites arc-en-ciel et des truites brunes de plus grande taille entre poissons d'élevage et poissons sauvages. Dans cette étude, les poissons d'élevage présentaient des nageoires nettement plus courtes (10-50%) que les poissons sauvages. Selon les auteurs, cette différence semblait être causée par les conditions de vie des poissons dans les bassins des piscicultures (agression intraspécifique, stress, qualité de l'eau et densités de poissons) qui provoquaient une érosion des nageoires.

Dans le cas présent, les poissons de repeuplement ont été introduits à des stades précoces dans le milieu et ont été prélevés 4 à 5 mois après leur introduction. En conséquence, ils ont vécu peu de temps en pisciculture et ont, par contre, passé l'essentiel de leur vie dans le même milieu naturel que les poissons sauvages. Ainsi, il semble que ce dimorphisme de la nageoire entre poissons sauvages et introduits soit d'origine génétique. Une étude de RIDDELL *et al.* (1981) a montré, chez le saumon, que les différences de développement de nageoires étaient une adaptation des poissons à leur milieu qui présentait une origine génétique.

Il est donc tout à fait probable qu'un phénomène similaire se rencontre chez la truite fario et que les truites sauvages soient mieux adaptées sur le plan morphologique (grâce à des différences génétiques) aux conditions du milieu que les poissons introduits même à des stades précoces.

Outre l'aspect purement génétique, les facteurs environnants peuvent également jouer un rôle important. En effet, McLAUGHLIN *et al.* (2002) ont montré que cette différence au niveau des nageoires peut également être due à des caractéristiques du milieu environnant dans les premières semaines de vie des poissons. En effet, plusieurs lots d'une même souche de saumon de fontaine, soumis, dès l'éclosion, à des conditions de vie différentes montrent des différences dans le développement des nageoires. Ainsi, dès les premières semaines, les poissons exposés à un fort courant sont pourvus de nageoires plus longues.

Il est donc possible que les alevins produits en pisciculture, n'étant pas exposés à des courants importants au cours de leurs premières semaines de vie développent des nageoires pectorales moins longues que les individus sauvages.

Il y a probablement pour cette caractéristique morphologique des interactions combinant génétique et conditions environnementales.

Cette différence morphologique peut également avoir une importance dans la compétition entre poissons sauvages et introduits notamment au stade juvénile. En effet, GIBSON (1973) a démontré l'importance des nageoires dans la compétition interspécifique

entre le saumon atlantique (*Salmo salar L.*) et le saumon de fontaine (*Salvenius fontinalis*), deux poissons consommant la même nourriture. Le fait de posséder des nageoires pectorales plus développées permet au saumon atlantique de se maintenir dans les courants pour se nourrir tout en dépensant moins d'énergie.

Dans le cas des torrents haut-savoyards, une compétition intraspécifique entre truites sauvages et introduites comparable à l'étude de GIBSON peut se développer. La différence morphologique entre les truites sauvages et issues du repeuplement peut donc avoir une influence lors de la compétition entre ces deux types d'individus.

3. Premières implications pour la gestion

En fonction des résultats obtenus lors de la campagne de prélèvements 2002, des orientations de gestion sont proposées pour chaque rivière étudiée. Certaines propositions impliquent des changements relativement importants des pratiques actuelles de gestion.

L'étude de l'efficacité des repeuplements s'appuie sur une démarche scientifique rigoureuse dans l'intérêt des gestionnaires directs (AAPPMA) puisqu'elle permet à ces derniers de prendre des décisions en s'appuyant sur des résultats concrets et indiscutables. Elle est conduite dans un souci d'évaluer, en toute objectivité, les pratiques d'alevinage dans le seul but d'améliorer la gestion actuelle des populations et des milieux. Concrètement, elle permet de connaître rapidement les zones où l'alevinage en truite fario est inefficace et donc inutile et les zones où celui-ci est efficace et donc nécessaire.

En plus des résultats obtenus grâce aux marquages des juvéniles, les propositions prennent en compte les premiers résultats issus des pêches de sondage d'adultes réalisées pour le programme INTERREG (rédaction en cours). L'intégration des différentes données (marquage juvénile + adultes) permet de faire des propositions cohérentes selon un diagnostic le plus complet possible de la population de truite présente.

3.1. Bassin du Borne

Sur les rivières du bassin du Borne, les orientations de gestion proposées ci-après restent conformes à celles déjà évoqués par CAUDRON et CHAMPIGNEULLE (2002) :

- ✓ **Arrêt du repeuplement selon les pratiques actuelles sur l'ensemble du cours principal.** Cette proposition est motivée par deux principales raisons :
 - L'alevinage est inefficace à l'amont du seuil d'Entremont car après plus de 15 ans, il n'a pas permis d'installer une population en place équilibrée.
 - Il semble impératif de préserver l'importante population de truite sauvage présente à l'aval du seuil d'Entremont. Les résultats génétiques indiquent que la population présente est une population sauvage qui n'a pas été implantée suite à l'alevinage. Elle présente un degré de pureté génétique important. Cette population représente un patrimoine unique dans le Faucigny. Le but d'arrêter les alevinages sur ce secteur est d'éviter les hybridations qui peuvent entraîner une perte de plasticité génétique et une dégénérescence de la souche sauvage actuelle.
- ✓ **Arrêt du repeuplement sur l'aval de l'Ovéran.** Ce secteur est utilisé comme zone de reproduction par les géniteurs du Borne et la reproduction naturelle y est abondante. L'alevinage n'est donc pas nécessaire et risque comme sur le Borne de provoquer une hybridation de la population naturelle.
- ✓ **Essayer d'installer une population naturelle à l'amont du seuil d'Entremont** par transferts de géniteurs.
- ✓ **Sur les autres affluents, deux scénarii de gestion peuvent être envisagés,** selon la volonté politique des gestionnaires directs.

Scénario n°1 : vision patrimoniale

- Arrêt du repeuplement en truite d'origine Atlantique pendant 3 années consécutives pour diminuer leur présence sur le bassin.

- Puis reprise de l'alevinage pendant uniquement 3 années à partir de poissons sauvages issus du Borne pour essayer d'installer une population naturelle.

Scénario n°2 : vision halieutique

- Maintien des pratiques d'alevinage en atlantique pour soutenir artificiellement le stock de poissons dans un intérêt uniquement halieutique. Attention, cette pratique risque de provoquer, par dévalaison des individus introduits, une hybridation des poissons sauvages présents dans le Borne.

- ✓ **Eventuellement, repeuplement en truites Arc en Ciel surdensitaires sur des secteurs précis** du Borne pendant la période estivale afin de contenter une certaine catégorie de pêcheurs. Les repeuplements en Arc en Ciel ne risquent pas de provoquer d'hybridation de la souche fario locale. Attention, prendre des précautions auprès des fournisseurs concernant la qualité sanitaire des poissons.

3.2. Bassin du Giffre

Les propositions sur le bassin du Giffre prennent en compte les résultats du marquage mais également la situation actuelle de la rivière suite à l'éboulement de Sixt Fer à Cheval.

- ✓ **Ne pas aleviner le cours principal du Giffre en alevins de fario pendant 5 années consécutives.** Cette proposition est motivée par les raisons suivantes :

- Il est impossible de savoir comment va évoluer dans les prochains mois et les prochaines années le glissement à l'amont de Sixt. Il semble donc risqué d'entreprendre un alevinage pour installer une nouvelle population.

- Les résultats des marquages sur le Giffre sont très contrastés. Sauf au niveau de Sixt, ils montrent qu'il existait, avant le glissement, une reproduction naturelle importante et capable de soutenir une population.

- Les résultats génétiques récents indiquent que les populations en place sont en majorité d'origine atlantique mais qu'il existe encore des individus méditerranéens non hybridés jusque dans les zones amont. Ces résultats prouvent qu'historiquement la souche méditerranéenne était bien présente sur l'ensemble du Giffre.

- Il est envisageable que cette souche sauvage également présente sur les parties basses des affluents recolonise naturellement le Giffre.

- L'exemple du Borne montre qu'après une catastrophe, la rivière a été recolonisée par une souche sauvage malgré des alevinages massifs. Les résultats obtenus sur cette rivière doivent servir de base de réflexions pour la nouvelle gestion à entreprendre sur le Giffre.

- Entre le Risse et Marignier, la population de truites avant le glissement, était déjà totalement déséquilibrée et en quasi disparition (peu de juvéniles, quasi absence de géniteurs et absence de classes d'âges intermédiaires) malgré les alevinages massifs sur ce secteur.

- ✓ **Réaliser un bilan de l'impact du glissement de terrain sur le peuplement piscicole**
 - Une étude piscicole sera réalisée très prochainement (2004 ou 2005) sur le Giffre dans le cadre du contrat de rivière. Cette étude permettra de faire un premier état des lieux complet du peuplement piscicole suite au glissement.

- ✓ **Accomplir un diagnostic de l'état de recolonisation du Giffre par les populations naturelles.**
 - En l'absence d'alevinage, il sera possible de réaliser en 2008 un bilan des populations de truites installées sur le Giffre.
 - A partir de l'état de la population à cette époque, un plan d'alevinage cohérent en truite fario pourra être établi pour permettre d'installer de nouvelles populations ou de soutenir des populations présentes.

- ✓ **Mettre en place des déversements de truites Arc en Ciel** pendant toute la période d'arrêt de l'alevinage en fario. Attention, prendre des précautions auprès des fournisseurs concernant la qualité sanitaire des poissons.

- ✓ **Réintroduire l'Ombre commun** sur la plaine de Samoëns et à l'aval de la confluence avec le Risse.

- ✓ **Arrêt de l'alevinage sur l'ensemble du Risse, sur l'aval du Foron de Mieussy et sur l'Etroit Dentée.**
 - Sur ces rivières, le suivi du marquage a montré que l'alevinage n'était pas nécessaire pour soutenir les populations de truites présentes.

- ✓ **Maintenir l'alevinage sur l'amont du Foron de Mieussy (vers Sommand) et l'amont du Foron de Taninges (Bonnavez).**
 - Sur ces secteurs, le suivi du marquage a montré que les juvéniles présents dans le milieu naturel étaient en majorité des individus introduits.

3.3. Le Foron du Reposoir

Les propositions de gestion sur le Foron du Reposoir sont :

- ✓ **Maintenir les alevinages actuels avec la souche Chazey Bons Rhodanienne.**

- ✓ **Suivre l'évolution de la population** pour savoir si cet alevinage permet d'installer une population fonctionnelle.
 - Ce suivi peut comprendre des pêches de sondages en début de période de reproduction pour voir si les poissons adultes deviennent matures, des relevés de frayères sur la rivière pour savoir si les poissons se reproduisent et de nouveaux prélèvements de poissons pour suivre l'évolution du taux de marqués dans la population.

3.4. Bassin de la Fillière

Les orientations pour une gestion cohérente des populations de la Fillière sont les suivantes :

✓ **Arrêt de l'alevinage sur le cours principal de la Fillière, sur le Crenant et sur l'aval du Flan.**

- Sur ces 3 rivières, l'alevinage n'est pas nécessaire car il ne permet pas de soutenir les populations présentes et de plus la reproduction naturelle est très importante.

- Sur la Fillière, les pêches d'adultes dans le cadre du programme INTERREG ont mis en évidence la présence d'une population sauvage d'origine méditerranéenne. Il semble important d'entreprendre une mesure de conservation de cette souche, en arrêtant l'alevinage pour éviter l'hybridation.

- Sur l'amont du Flan, il est nécessaire de continuer le suivi des poissons marqués pour savoir si l'alevinage doit être maintenu.

✓ **Sur le Daudens, deux scénarii de gestion peuvent être envisagés, selon la volonté politique des gestionnaires directs.**

Scénario n°1 : vision patrimoniale

- Arrêt du repeuplement en truite d'origine Atlantique pendant 3 années consécutives pour diminuer leur présence sur le bassin.

- Commencer les procédures afin de rendre le seuil du Plot franchissable pour les géniteurs de la Fillière.

- Réaliser un bilan notamment démographique de la population en place après l'arrêt de l'alevinage.

- Puis reprise de l'alevinage pendant uniquement 3 années à partir de poissons sauvages issus de la Fillière pour essayer d'installer une population naturelle.

Scénario n°2 : vision halieutique

- Maintien des pratiques d'alevinage en atlantique pour soutenir artificiellement le stock de poissons dans un intérêt uniquement halieutique. Attention, cette pratique risque de provoquer, par dévalaison des individus introduits, une hybridation des poissons sauvages présents dans la Fillière.

3.5. Le Foron de Fillinges

Les résultats obtenus sur le Foron de Fillinges ont conduit à formuler les propositions de gestion suivantes :

✓ **Arrêt de l'alevinage sur l'ensemble du Foron de Fillinges**

- Quelque soit la souche utilisée et les quantités introduites les poissons alevinés ne représentent qu'une très faible minorité des poissons présents dans le milieu. Le Foron abrite une population naturelle fonctionnelle et équilibrée.

✓ **Suivi de la population suite à l'arrêt du repeuplement**

- Réalisation de 5 stations de pêches électriques la dernière année de l'alevinage afin de réaliser un état des lieux précis de la population de truites et du peuplement piscicole.

- Réalisation d'un nouveau bilan de la population du Foron respectivement 3 ans puis 6 ans après l'arrêt de l'alevinage.

4. Investigations supplémentaires

Suite aux premiers résultats obtenus lors de la campagne 2002, des investigations supplémentaires permettant de préciser certains points, seront réalisées.

✓ Réaliser une analyse bactériologique des différents lots de poissons alevinés qui ont transités dans les piscicultures associatives. Cette recherche de pathologie permettra de savoir si les poissons issus de pisciculture sont porteurs d'une maladie bactérienne avant d'être introduits dans le milieu ou si ils contractent la maladie dans le milieu naturel.

✓ Rechercher les raisons pour lesquelles on n'observe pas d'alevins naturels sur certains secteurs. Les causes d'une telle situation peuvent être :

- L'absence totale de géniteurs dans la population. Les poissons n'ont pas le temps de devenir adulte (3+) et sont capturés avant par les pêcheurs.
- La présence d'adultes non matures. Les poissons deviennent adultes mais sont immatures (état sanitaire des poissons, souche génétiquement dégénérée).
- Survie nulle durant la phase de vie sous graviers. Les poissons pondent mais les œufs n'arrivent pas à se développer et la mortalité est totale.

Sur les secteurs du Chinaillon, de la Duche, de l'Ovéran amont et du Foron de Mieussy amont (Sommand) les actions suivantes peuvent être entreprises :

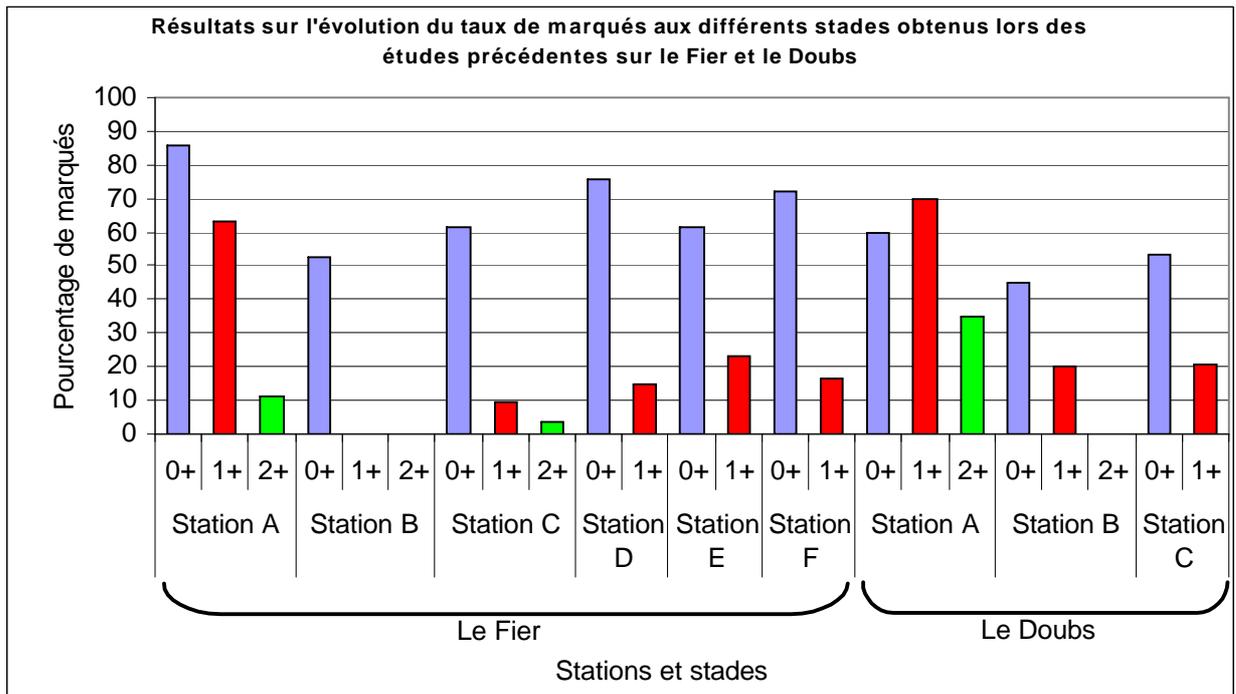
- Pêches électriques de sondage en début de la période de reproduction pour savoir si les poissons deviennent matures.
- Relevés de frayères permettant d'observer ou non une activité de reproduction
- Mise en place d'incubateurs-tests contenant des œufs de truites pour connaître le taux de survie des œufs dans les frayères.

✓ Réaliser des prélèvements supplémentaires aux classes d'âge supérieures (1+ et 2+) sur certaines stations pour voir l'évolution du taux de marqués au cours des années. Ces recherches supplémentaires peuvent être effectuées sur 8 cours d'eau où le taux de marqués dépasse 60% au stade 0+ :

- Le ruisseau de la Duche amont
- Le ruisseau du Chinaillon amont
- Le Foron du Reposoir
- Le Risse aval
- Le Foron de Taninges amont (Bonnavaz)
- Le Foron de Mieussy amont (Sommand)
- Le Daudens amont et aval
- Le Flan amont

Dans les études précédentes réalisées sur le Fier (CAUDRON et CHAMPIGNEULLE, 2002) et sur le Doubs (CHAMPIGNEULLE *et al.*, 2002) les taux de marqués aux stades 1+ et 2+ dans la population en place s'effondraient et devenaient très faibles ou nuls.

Pour informations le graphique suivant montre l'évolution du taux de marqués à différents stades sur les stations où le taux de 0+ marqués était élevé.



Les résultats montrent, à part pour une station, une chute importante des taux de marqués entre les stades 0+ et 1+. Cette chute se poursuit également au stade 2+. Ces résultats obtenus sur le Fier et le Doubs semblent laisser peu d'espoirs sur le devenir des poissons marqués sur les bassins étudiés en 2002.

BIBLIOGRAPHIE

- BOSAKOWSKI T., WAGNER J.E. 1993. Assessment of fin erosion by comparison of relative fin length in hatchery and wild trout in Utah. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. 51, 1994, pp 636-641.
- CACHERA S., 1997. Contribution à la mise au point et à l'utilisation du fluoromarquage des otolithes de salmonidés (*Coregonus lavaretus* et *Salmo trutta*). Rapport de Maitrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes. Université des Sciences et techniques de Lille.
- CAUDRON A., 1998. Biologie et gestion de la truite (*Salmo trutta* L.) d'un torrent alpin : le cas du Fier (74). Rapport de DEA Société et Environnement : gestion des espaces montagnards. Institut de Géographie Alpine, Grenoble, 65p.
- CAUDRON A., CHAMPIGNEULLE A., 2002. Evaluation spatio-temporelle de la contribution du repeuplement en truite (*Salmo trutta* L.) réalisés à des stades précoces dans le bassin amont du Fier (74). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 365/366, 455-469.
- CAUDRON A., CHAMPIGNEULLE A., 2002. Premiers résultats de l'étude diagnostique sur le peuplement de truites du Borne et de ses affluents. Programme d'intérêt communautaire INTERREG III A ALCOTRA : "Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones dans la vallée d'Aoste et en Haute-Savoie".
- CHAMPIGNEULLE A., ROJAS BELTRAN, 2001. Le marquage des poissons. pp 311-346 In Gerdeaux (ed). *La gestion piscicole des Grands Plans d'Eau*. INRA Paris.
- CHAMPIGNEULLE A., CACHERA S., 2003. Evaluation of large-scale stocking of early stages of brown trout, *Salmo trutta*, to angler catches in the French-Swiss part of the River Doubs. *Fisheries Management and Ecology*, 10, 79-85.
- CHAMPIGNEULLE A., DEGIORGI F., RAYMOND J.-C., CACHERA S., 2002. Dynamique spatio-temporelle de la contribution du repeuplement en stades précoces de truite (*Salmo trutta* L.) dans la population en place et dans la pêche sur le Doubs franco-suisse. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 365/366, 471-485.
- ESCHER M., HOLM P., STAUB E., 2001. La maladie rénale proliférative (MRP) : premiers résultats de l'enquête menée sur toute la Suisse. *Fischnetz-info* n°6, 24-27.
- GIBSON J.R., 1973. Interactions of juvenile atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). The international Atlantic Salmon Foundation, special publication series vol. 4, n°1, September 1973, pp 181-202.
- JONSSON B., JONSSON N., 1993. Partial migration : niche shift versus sexual maturation in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 3, 348-365.
- JOURDAN S., 1995. Pacage lacustre et réhabilitation de l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus* L.) des lacs Léman et Bourget. Mémoire de fin d'étude du DAA halieutique, E.N.S.A. Rennes, 1 vol., 46 pp.
- McLAUGHLIN R.L., NOAKES D.L.G., 2002. Phenotypic plasticity in brook charr : changes in caudal fin induced by water flow, *Journal of Fish Biology* 61, pp1171-1181.
- MEUNIER F.J., BOIVIN G., 1978. Action de la fluorescéine, de l'alizarine, du bleu de calcéine et de diverses doses de tétracycline sur la croissance de la truite et de la carpe. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 18, 1293-1308.
- MOURRIERAS C., 1995. Aperçu épidémiologique des maladies bactériennes des poissons d'élevage, *La pisciculture française* n°125, pp17-24.
- NAGIEC M., CZERKIES P., GORYCZKO K., WITKOWSKI A., MURAWSKA E., 1995. Mass-marking of grayling (*Thymallus thymallus* L.) larvae by fluorochrome tagging of otoliths. *Fisheries Management and Ecology*, 2, 165-175.
- PANFILI J., PONTUAL, H. (de), TROADEC H., WRRIGHT P.J. (eds), 2002. Manuel de sclérochronologie des poissons. Coédition Ifremer-IRD, 464p.
- RIDDELL B.E., LEGGETT W. C., SAUNDERS R.L., 1981. Evidence of adaptative polygenic variation between two populations of atlantic salmon (*Salmo salar*) native to tributaries of the S. W. Miramichi River, N.B. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38 : 321-333.
- TSUKAMOTO K., SEKI Y., OBA T., OYA M., IWAHASHI M., 1989a. Application of otolith to migration study of Salmonids. *Physiol. Ecol. Japan, Spec. Vol.* 1, 119-140.
- TSUKAMOTO K., KUWADA H., HIROKAWA J., OYA M., SEKIVA S., FUJIMOTO H., IMAIZUMI K., 1989 b. Size-dependent mortality of red sea bream (*Pagrus major*) juveniles released with fluorescent otolith-tags in New Bay, Japan. *J. Fish Biol.*, 35, 59-69.