

Éléments sur l'impact des piscicultures sur les populations de Truite commune (*Salmo trutta* L.)

Agnès Bardonnnet^a, Valérie Bolliet^b, Jacques Dumas^a, Michel Héland^a, Marc Jarry^b, Lionel Barrière^a, Stéphane Glise^a, Jean-Claude Vignes^a, Jean-Gaston Bassenave^a, Irène Saco-Solanas^a

^a Unité de recherche en Hydrobiologie, UMR ECOBIOP – INRA/ UPPA, équipe Écologie comportementale des poissons, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle
bardonnnet@st-pee.inra.fr

^b Laboratoire de Biologie des populations, UMR ECOBIOP – INRA/ UPPA, BP 1115, 64013 Pau

L'aquaculture en eau courante est génératrice de modifications du cours d'eau qui ne se résument pas simplement à l'arrivée plus ou moins polluante de déchets chimiques. Outre les poissons échappés, les matières en suspension (fèces et restes d'aliments), la présence des barrages nécessaires à la prise d'eau ainsi que la modification des régimes thermique et hydraulique sont autant de paramètres susceptibles d'influer de façon conséquente sur l'écosystème aquatique. De façon directe ou indirecte, ces modifications peuvent avoir des effets sur le peuplement pisciaire autochtone, dont l'un des constituants emblématiques est la Truite commune (*Salmo trutta* L.). En France, l'aquaculture est essentiellement représentée par la pisciculture de Truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). En Europe, la France est leader sur le marché de la truite depuis 1992, date à laquelle sa production a dépassé celle du Danemark, lequel reste encore aujourd'hui son principal concurrent. De 3 500 t dans les années 1960, la production annuelle est passée à 19 000 t dans les années 1980 et atteint aujourd'hui les 50 000 t, principalement produites dans 500 piscicultures (Le Grel *et al.*, 1998).

Les piscicultures de Truite arc-en-ciel nécessitent une grande quantité d'eau de bonne qualité (température, pH, oxygène). Selon les pays et les structures d'élevage, ce sont 5 à 40 l.s⁻¹ par tonne produite qui transitent par les piscicultures (Boaventura *et al.*, 1997). Ainsi, elles utilisent en moyenne 75% du module, soit 1 000 à 10 000 fois plus que l'agriculture ou les autres industries (Tarazona *et al.*, 1993). À la sortie, on constate généralement une baisse d'oxygène dissous, même si les concentrations restent généralement supérieures à 7 mg.l⁻¹ (Selong et Helfrich, 1998). La température peut augmenter de façon significative pendant les mois d'été (Darschnik et Schumacher, 1987) et l'enrichissement en azote et phosphate est important. C'est généralement l'azote qui retient le plus l'attention car, si 30 t de truites produisent l'équivalent en déchets de 93 personnes en phosphore total et de 263 équivalent-personnes en orthophosphates, elles correspondent à 1 039 et 16 443 équivalent-personnes, respectivement pour l'ammoniacque et les nitrites + nitrates (Tarazona *et al.*, 1993). Les divers traitements sanitaires (antibiotiques ou autres) ont aussi un effet direct sur la composante benthique de l'écosystème récepteur, bien qu'encore peu étudié (Delépée, cet ouvrage).

Malgré l'usage des aliments extrudés qui présentent l'avantage d'avoir une meilleure tenue, les apports en éléments non dissous restent importants, généralement compris entre 300 et 800 kg de solides par an et par tonne de poisson (Axler *et al.*, 1997). Des effets directs ou indirects sur les compartiments biotiques du cours d'eau sont à attendre de ces rejets de matières en suspension (MES) qui modifient la qualité du substrat et augmentent sa teneur en matières organiques. En association avec les modifications physico-chimiques de la qualité de l'eau qui augmentent la richesse des eaux de surface en azote et phosphore et diminuent le taux d'oxygène dissous, l'ensemble tend à créer un milieu eutrophisé. Les effets sont variables en fonction du contexte éco-régional (température, dureté et pH de l'eau...) ainsi que des caractéristiques locales du fonctionnement de l'exploitation (type

d'élevage, densités en poissons...) mais on assiste généralement à un développement des végétaux (Selong et Helfrich, 1998) et/ou à une modification du peuplement (Haury, cet ouvrage). La contamination microbiologique peut être sensible jusqu'à plusieurs kilomètres en aval (Boaventura *et al.*, 1997). Au niveau du substrat, des conditions anaérobies ponctuelles sont probablement créées par la dégradation des déchets organiques (Loch *et al.*, 1996). Ceci pourrait expliquer en partie l'augmentation de l'indice saprobionte (Darschnik et Schumacher, 1987) et les modifications de la faune d'invertébrés benthiques. On observe généralement une réduction de la faune d'invertébrés EPT (Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères) et une augmentation des taxons polluo-tolérants tels que les isopodes, les oligochètes, ou les gastéropodes (Darschnik et Schumacher, 1987 ; Brown et King, 1995 ; Loch *et al.*, 1996 ; Selong et Helfrich, 1998).

Comparativement, les effets sur le poisson ont été moins étudiés. Sur la rivière Scorff (Bretagne), Baglinière (1983) observe une diminution de la densité de Truites communes parallèlement à une modification de la végétation aquatique (augmentation de *Callitriche humulata* et apparition de *C. obtusangula*) et de la faune de macro-invertébrés (apparition des sangsues, disparition des Plécoptères). Sur la même rivière, Prévost (1999) met en évidence une baisse significative de l'abondance des jeunes saumons (*Salmo salar* L.) de l'année, à l'aval de deux piscicultures de gros tonnages. L'utilisation de l'IBI (indice d'intégrité biotique - Karr, 1981), principalement basé sur la diversité de la faune pisciaire, reste relativement limité car les piscicultures, pour des raisons de qualité d'eau, sont bien souvent installées sur l'amont des bassins versants qui ont une faune pisciaire assez peu diversifiée (Selong et Helfrich, 1998). Malgré cela, Oberdorff et Porcher (1994) mettent en évidence un impact des piscicultures qui se traduit principalement par une augmentation de la densité et de la biomasse de la plupart des espèces. Ils notent cependant la disparition de certaines espèces benthiques sensibles telles que le Chabot (*Cottus gobio* L.) et les juvéniles de Truite commune de l'année. Waterstraat (1991) conclut quant à lui à un effet négatif de la présence des piscicultures sur l'abondance et la diversité de l'ichtyofaune de la rivière Nebel (Allemagne - ancienne RDA).

Les travaux rapportés ici visent à donner quelques éléments de réponse concernant l'évaluation de l'impact de la présence des piscicultures sur la Truite commune (*Salmo trutta* L.). L'*expérience 1* a pour but d'évaluer de façon globale les effets mesurables à l'échelle de sous-population de Truite commune évoluant à l'amont de la prise d'eau et à l'aval des rejets. Afin d'analyser certains des mécanismes en jeu, l'*expérience 2* a pour but de préciser l'impact des rejets sur la survie des jeunes stades pendant la vie sous gravier. Une *troisième expérience* s'intéresse plus particulièrement à un des aspects de la modification de l'habitat engendrée par la pisciculture : le colmatage du substrat. Son impact potentiel sur la croissance des jeunes de l'année a été étudié en milieu expérimental.

Expérience 1

Étude de la structure en âge et en taille de populations de Truite commune, sur des secteurs amont et aval de deux piscicultures de Truite arc-en-ciel dans la Nive des Aldudes (Pays basque, France)

L'impact des perturbations sur les populations de poissons est souvent difficile à évaluer en raison de la capacité de déplacement des individus, et la Truite commune possède une bonne aptitude à la recolonisation. C'est pourquoi deux piscicultures (notées P1 et P2) ayant la particularité de présenter un secteur aval isolé par des barrages infranchissables, ont été choisies (fig. 1, ci-après).

Deux secteurs d'une cinquantaine de mètres localisés l'un à l'amont de la prise d'eau (distance : 150 à 300 m), l'autre à l'aval du rejet (distance 50 à 100 m) de deux piscicultures de Truite arc-en-ciel ont été mesurés et leurs habitats décrits.

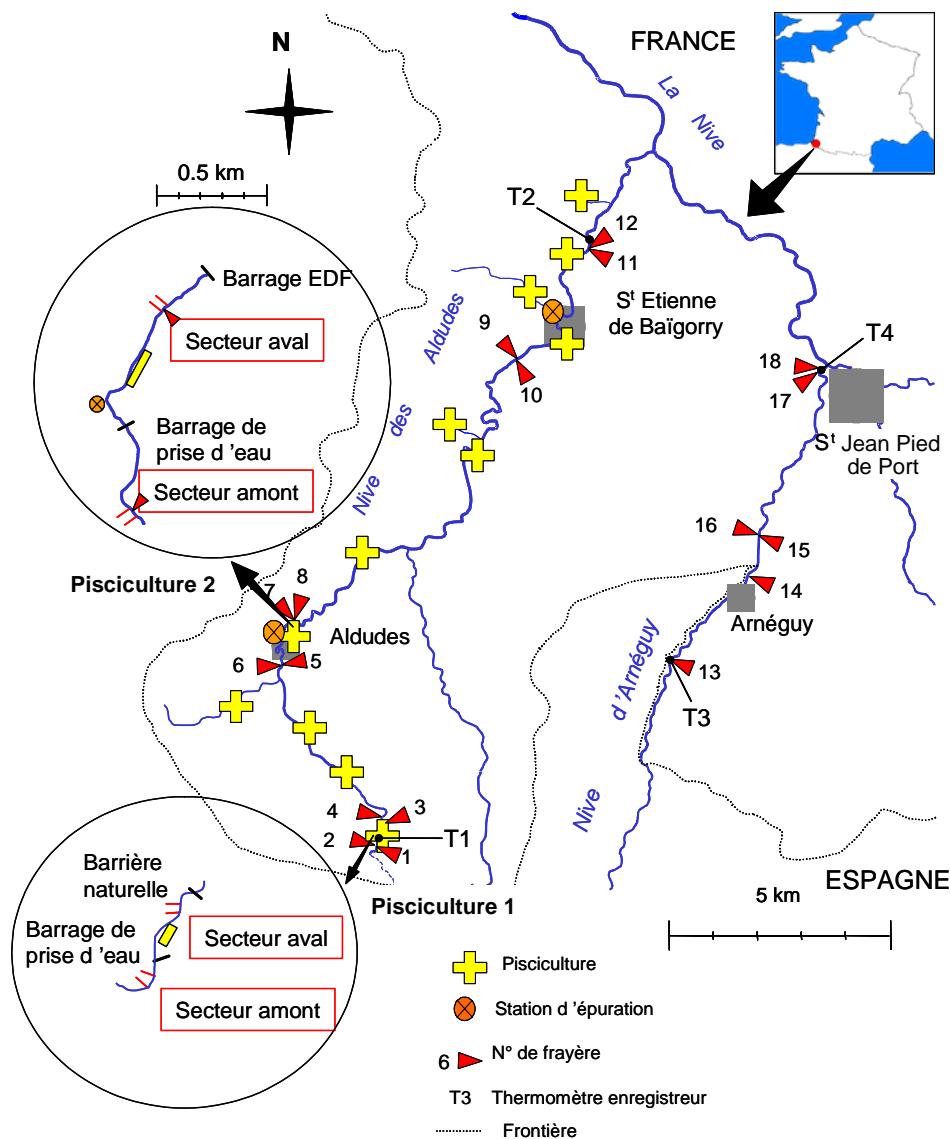


Figure 1. Localisation des piscicultures, des secteurs de pêche et des sites de frayères artificielles

Le peuplement autochtone est normalement monospécifique (*Salmo trutta*). L'échantillonnage a été fait par pêche électrique, en utilisant la méthode de De Lury (1947), avec 2 ou 3 passages sans remise (méthode par enlèvements successifs). Tous les individus capturés ont été mesurés (longueur à la fourche). Des écailles ont été prélevées sur un sous-échantillon de Truite commune, les écailles de poisson d'élevage (Truite arc-en-ciel) ne présentant pas les qualités nécessaires (anneaux annuels de croissance) pour une détermination de l'âge par scalimétrie. Dans ce cas, l'âge a été déterminé en

Tableau I. Principales caractéristiques des piscicultures et des secteurs échantillonnés

		P1	P2
Principales caractéristiques de la pisciculture		production annuelle 35 t	production annuelle 120 t
		alevinage + grossissement	grossissement
Principales caractéristiques de la rivière		largeur du cours d'eau 3-4 m	largeur du cours d'eau 9 m
		module (1996-2001) 0,56 m ³ s ⁻¹	module (1996-2001) 2,6 m ³ s ⁻¹
		surface de tronçon isolé 1 232 m ²	surface de tronçon isolé 6 660 m ²
Surfaces des faciès échantillonnés	amont	radiers : 211 m ²	radiers : 228 m ²
		vasques + plats : 66 m ²	plats : 359 m ²
	aval	radiers : 210 m ²	radiers : 253 m ²
		vasques + plats : 52,5 m ²	plats : 214 m ²

séparant les cohortes par analyse des distributions de longueurs. Les pêches ont été réalisées durant les automnes 2000 et 2001, pour la pisciculture P1, et en automne 2001 pour la pisciculture P2.

Les principales caractéristiques des piscicultures et des secteurs de pêche sont rassemblées dans le tableau I (ci-dessus).

Sur la pisciculture la plus amont (P1), on note un effet négatif important sur la densité en Truite commune (fig. 2a) et la présence en densités fortes des Truites arc-en-ciel, notamment sur les faciès lents. À âge égal, la taille des Truites communes est plus importante dans le secteur aval que dans le secteur amont (fig. 3a). Les Truites arc-en-ciel sont essentiellement représentées par des poissons compris entre 10 et 18 cm de longueur fourche (76% de l'effectif en 2000, et 79% en 2001).

Pour la pisciculture P2, l'effet sur les densités est moins marqué que pour P1 ; il est appréciable uniquement sur faciès lents (fig. 2b). Il n'y a pas de Truite arc-en-ciel dans le secteur aval, et la taille des Truites communes est comparable entre l'amont et l'aval de cette pisciculture sur faciès rapide. Elle est plus forte en aval de la pisciculture mais seulement chez les individus d'âge 1+ en faciès lents (fig. 3b).

L'impact sur la densité de Truite commune observé sur P1 pourrait s'expliquer par le mode de gestion de cette pisciculture (production d'alevins) engendrant un apport régulier en Truites arc-en-ciel par fuite dans le milieu récepteur. Des phénomènes de compétition pour l'espace pourraient limiter le nombre de Truite commune qui possèdent cependant une bonne croissance dans cette zone (cette meilleure croissance pourrait être due à un enrichissement du milieu par les effluents et/ou à une prédation sélective des Truites arc-en-ciel sur les individus à croissance lente). Le fort impact observé pourrait aussi être dû à un dysfonctionnement de la population de Truite commune. On note en effet, lors des 2 années sur la zone de référence amont, des proportions relatives en poissons d'âges 0+, 1+ et 2+ plutôt inverses de celles habituellement observées (les classes d'âges les plus jeunes étant normalement les mieux représentées). La fragmentation du milieu dans cette zone, située près des sources et dont l'alimentation en eau est assez fragile et aléatoire, pourrait perturber le fonctionnement de la population. Si un problème de recrutement existe, il pourrait être amplifié par la présence de la pisciculture : mauvaise survie sous gravier (voir *expérience 2*) et surface de production limitée (à peine 1 300 m² entre le barrage de prise d'eau et la barrière naturelle de l'aval).

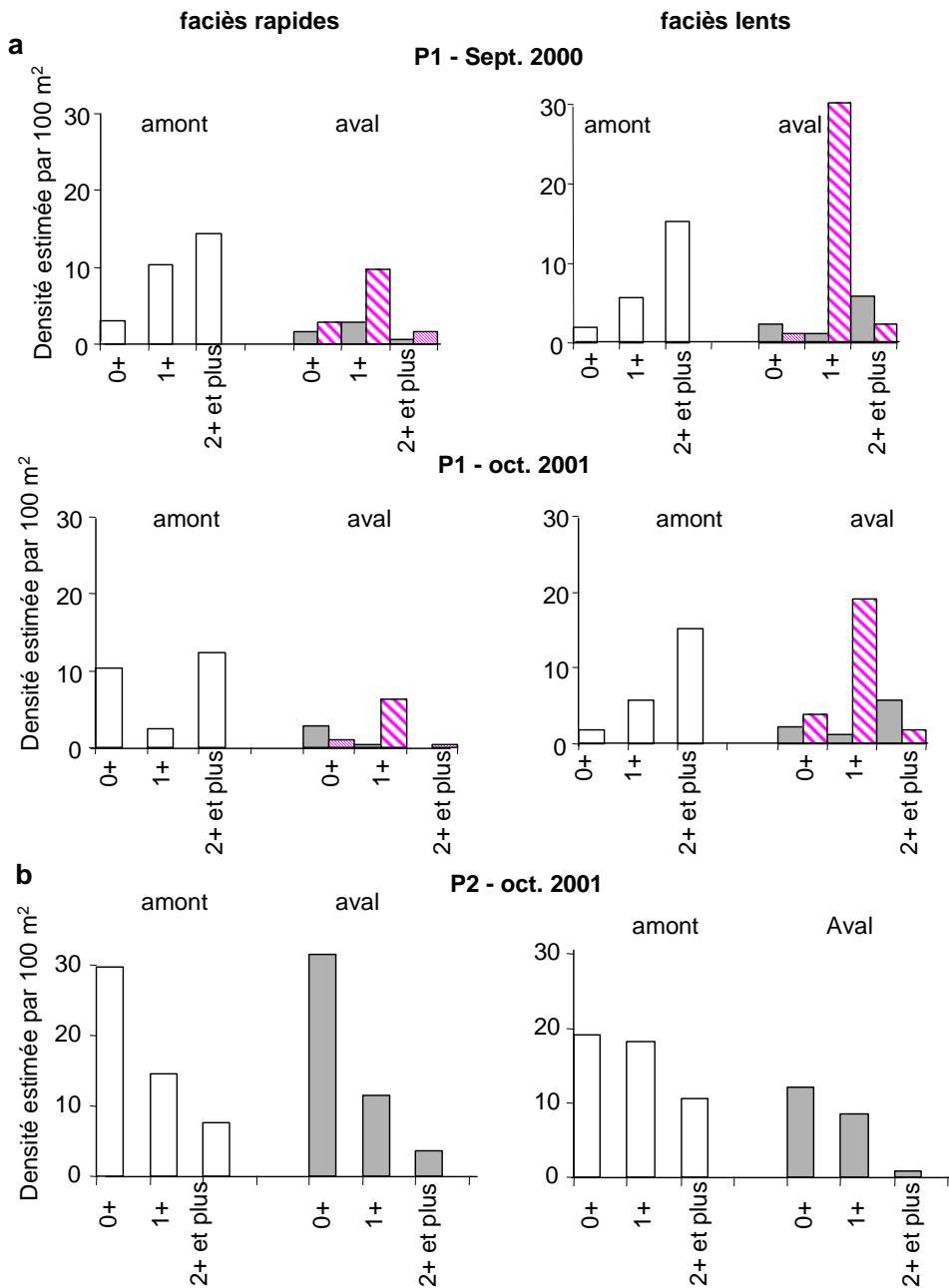


Figure 2. Densités en Truite commune (barres pleines) et en **Truite arc-en-ciel** (barres hachurées) à l'amont (blanc) et à l'aval (grisé) de la pisciculture P1 (**a**), en 2000 et 2001 et de la pisciculture P2 (**b**) en 2001, sur les faciès rapides et lents de chaque zone.

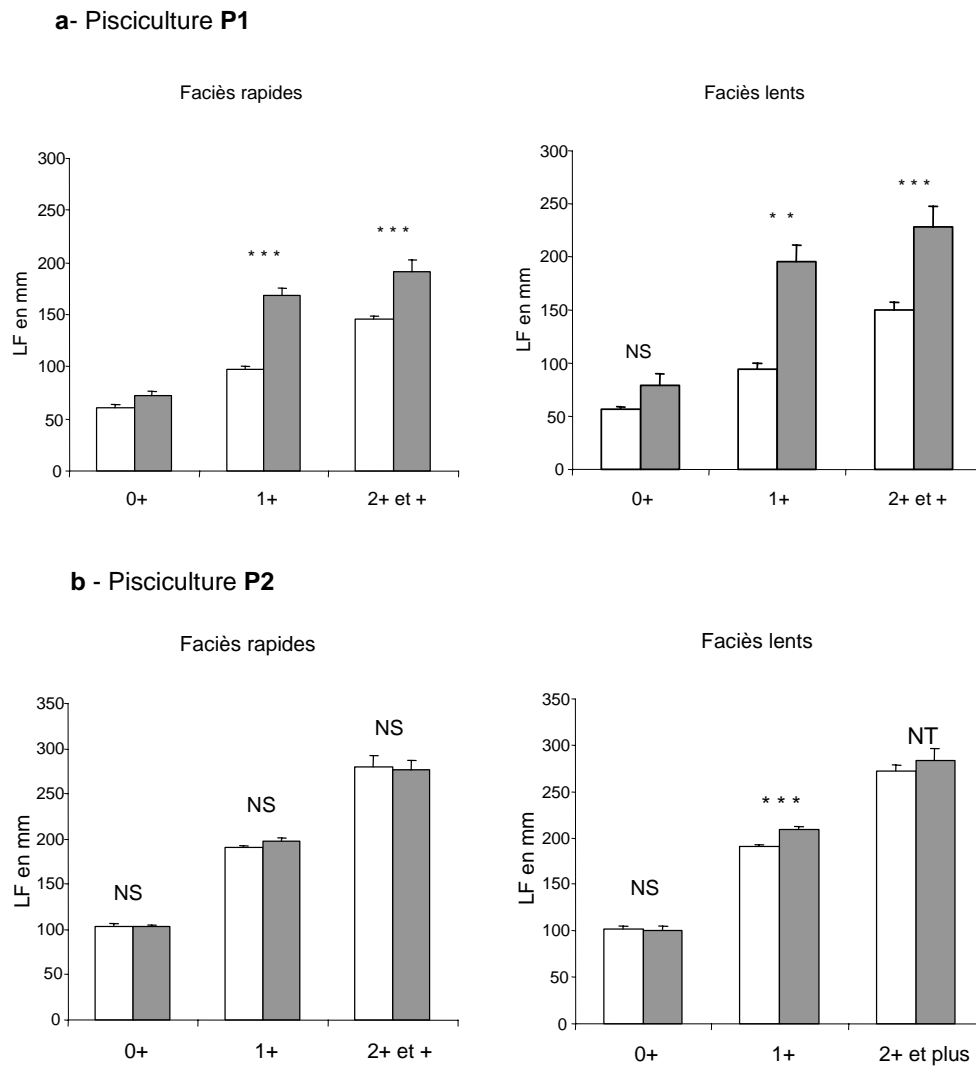


Figure 3. Taille des différentes classes d'âge de Truite commune
 échantillonnées à l'amont (blanc) et à l'aval (grisé) des piscicultures dans des faciès rapides et lents. Des tests *t* de Student classiques ou avec correction dans le cas de variances trop inégales ont été utilisés (NT: non testé, échantillons trop faibles ; NS: non significatif ; *: significatif à 5% ; **: significatif à 1% ; *** : Significatif à 1%). A - P1, les moyennes sur deux années (2000 et 2001) sont accompagnées de l'écart-type de la moyenne (barre). B - P2, Les moyennes (2001) sont accompagnées de l'écart-type de la moyenne (barre).

Expérience 2

Étude de la survie sous gravier de la Truite commune en amont et en aval de trois piscicultures de Truite arc-en-ciel sur la Nive des Aldudes et sur un cours d'eau voisin de référence, la Nive d'Arnéguy

La survie embryolaire de la Truite commune en milieu naturel est comparée dans deux cours d'eau du piémont pyrénéen, la Nive d'Arnéguy, peu anthropisée, et la Nive des Aldudes, très anthropisée avec 11 piscicultures et 2 stations d'épuration (STEP). Dans cette dernière, 3 piscicultures ou groupe de piscicultures distribuées sur le linéaire sont considérés (fig. 1) :

1) *Pisciculture amont*, près des sources (P1 de l'expérience 1)

Production : 35 tonnes par an ; module moyen (1996-2001) : $0,56 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

2) *Pisciculture en petite agglomération*, (P2 de l'expérience 1)

Production : 180 tonnes par an ; module moyen (1996-2001) : $2,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

3) Série de *piscicultures en agglomération moyenne* (2 en série, plus 1 sur affluent, voir fig. 1).

Production : 220 + 220 tonnes par an (+7 tonnes par an pour l'affluent) ; module moyen (1996-2001) : $6,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

À noter que, d'après les analyses effectuées au printemps 2000 et en automne 2001 pour la DDAF, l'apport en azote des stations d'épuration présentes sur 2 des sites de la Nive des Aldudes ne dépasse pas 1% de l'azote des piscicultures dans les situations considérées.

Pour chaque site, 2 frayères artificielles sont établies en amont et 2 autres 80 à 400 m en aval des piscicultures.

Entre la ponte (décembre 2001) et l'émergence des alevins (début mars 2002), 15 capsules d'incubation grillagées (diamètre : 1,4 cm ; longueur : 6 cm) contenant chacune 10 œufs fraîchement fécondés, sont insérées dans les graviers de chaque frayère créée artificiellement sur des sites de frai. Des thermomètres enregistreurs permettent de suivre les températures à l'amont et à l'aval de chaque Nive. Les capsules sont retirées à 670 degrés-jours, durée moyenne de développement entre la fécondation et le début de l'émergence chez la Truite commune, et vérifiée sur un lot témoin à l'écloserie du Lapitxuri (bassin de la Nivelle).

Les données granulométriques des frayères (pourcentage pondéral des différentes fractions) sont obtenues en début et en fin d'expérimentation par échantillonnage de substrat prélevés au moyen de sacs dépliés posés sur le substrat basal (-15 cm) de la frayère au moment de sa création. La qualité des eaux de surface et interstitielle en azote et oxygène dissous est contrôlée toutes les 3 semaines environ grâce à des collecteurs d'eau interstitielle mis en place dans les frayères. Ils permettent le prélèvement d'eau par aspiration après élimination des 10-20 premiers cm^3 . L'analyse en oxygène dissous se fait sur le terrain grâce à un oxythermomètre WTW OXI 330, tandis que les dérivés azotés sont quantifiés en laboratoire (méthode spectrophotométrique au bleu d'indophénol pour N-NH_4 ; spectrophotométrie pour N-NO_2 après diazotation des sulfanilamides par les nitrites).

La survie sous gravier dans la Nive d'Arnéguy est bonne (63% en moyenne en faisant abstraction d'une frayère située dans un goulet et détruite par une crue). On note une survie équivalente (64%) dans les sites en amont des piscicultures étudiées de la Nive des Aldudes (fig. 4, ci-après). La survie est divisée par deux (31% en moyenne) dans les capsules localisées à l'aval des piscicultures (fig. 4). Par ailleurs, les alevins de ces sites aval accusent un retard de développement très marqué, longueur totale moindre et vésicule vitelline plus importante (fig. 5, ci-après). L'analyse des fractions

granulométriques en amont et en aval des piscicultures a permis de mettre en évidence une corrélation négative (corrélation de rang de Spearman) entre la survie sur la Nive des Aldudes et le pourcentage de fractions < 5 mm ($r = 0,59$; $p = 0,049$). La survie augmente de façon significative avec le taux d'oxygène dissous ($r = 0,78$; $p = 0,0003$). L'azote ammoniacal interstitiel et de surface est corrélé négativement avec la survie ($r = -0,58$ et $-0,65$; $p = 0,016$ et $0,005$, respectivement). L'impact de la présence des piscicultures sur le développement sous gravier apparaît très marqué sur les trois sites étudiés, quelle que soit leur situation (près des sources, zone médiane, aval de cours d'eau).

Expérience 3

Étude de l'impact du colmatage sur la croissance de juvéniles de Truite commune en milieu expérimental

L'impact des facteurs du milieu sur la croissance est difficile à mettre en évidence du fait de l'ajustement de la densité à la capacité d'accueil du milieu, et ceci est particulièrement vrai chez les poissons territoriaux. C'est donc surtout en terme de production par unité de surface ou de densité que l'impact d'une perturbation sur les populations de Truite commune peut être apprécié en milieu naturel. Pour évaluer un effet sur la croissance, il faut, en quelque sorte, forcer la densité, ce qui ne peut se faire qu'en délimitant un espace clos. Dans cette expérience, l'effet du colmatage du substrat sur la croissance a été évalué sur des truitelles de l'année (45 mm en moyenne au moment de la mise en

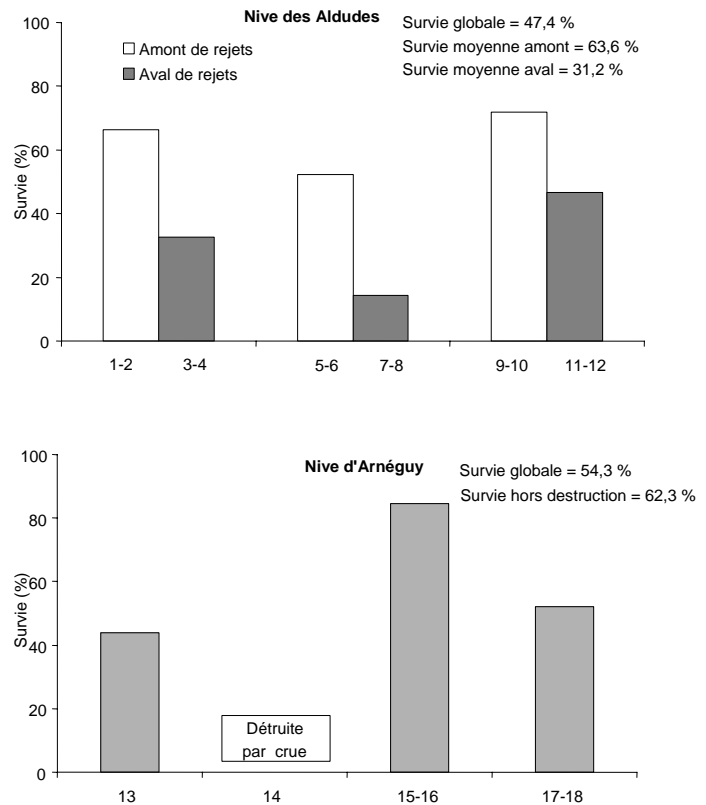


Figure 4. Survies au moment du développement correspondant à l'émergence du gravier en fonction des rivières et des sites. Les numéros font référence aux frayères (cf fig. 1).



Figure 5. Exemples d'alevins récupérés dans les capsules à nombre de degré-jour égal (670 °J) en amont et en aval de la pisciculture P1. On note le retard de développement (taille réduite, vésicule moins résorbée) des alevins échantillonnés en aval de la pisciculture.

place) placées à densité égale dans un chenal artificiel à ciel ouvert.

Le chenal du Lapitxuri (2,4 m de large et 130 m de long) est constitué de 10 biefs successifs sur lesquels il est possible de contrôler le débit, la hauteur d'eau et la qualité du substrat. Les quatre biefs amont ont été séparés en deux dans le sens de la longueur (fig. 6, ci-contre) et le substrat grossier de la partie située en rive gauche a été ensablé artificiellement (particules comprises entre 2 et 5 mm : 4% du poids total de substrat ; particules comprises entre 1 et 2 mm : 6,2% du poids total de substrat ; particules inférieures à 1 mm : 7,4% du poids total de substrat). Ces classes de taille sont absentes en milieu non colmaté (10-40 mm).

Des truitelles issues de géniteurs sauvages de Truite commune et dont l'émergence avait eu lieu dans les biefs aval du chenal ont été récupérées en mai par pêche électrique. Quatre lots de 120 truitelles de tailles équivalentes ont été constitués et introduits dans des sections situées en rive droite (partie non colmatée) et gauche (partie colmatée) de 2 biefs. Chacun de ces biefs est situé à l'aval d'un bief sans poisson, colmaté dans la partie située en rive gauche comme le sont les biefs avec poissons.

Après trois semaines de croissance, les poissons sont récupérés par pêche électrique. La survie a peu varié entre les différentes sections et s'établit autour de 65% en moyenne. Les performances de

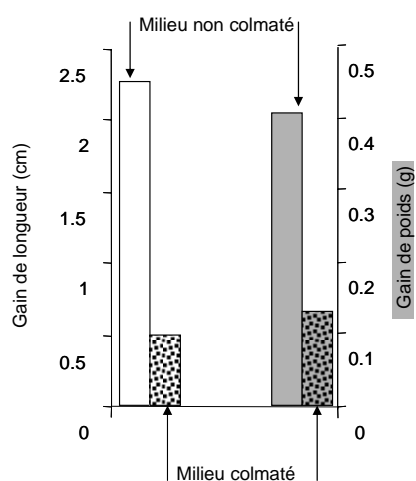


Figure 7. Gain en longueur et en poids des juvéniles de truites après 3 semaines de croissance en milieu colmaté (barres avec figurés) et non colmaté (barres lisses).

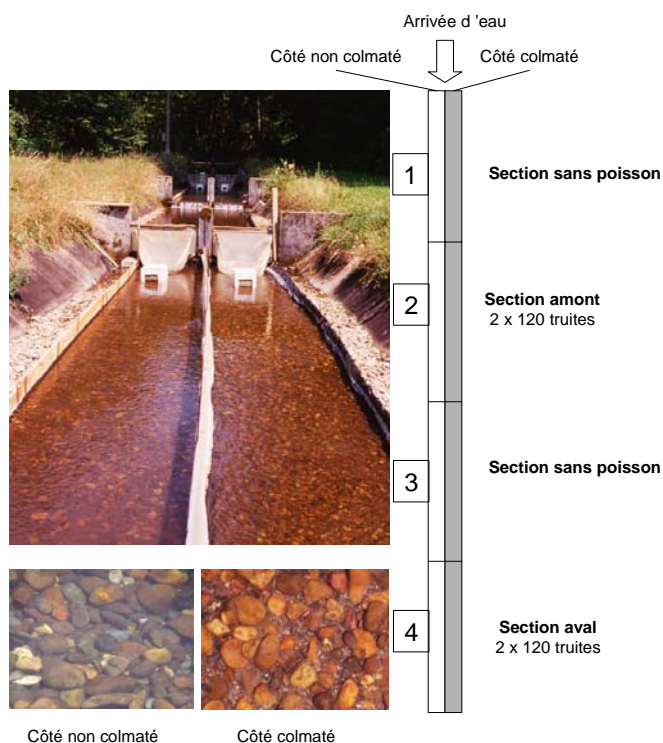


Figure 6. Photo et schéma du chenal expérimental du Lapitxuri aménagé pour l'étude de l'impact du colmatage du substrat sur la croissance des juvéniles de truite.

croissance des poissons sont bien meilleures en habitat non colmaté qu'en habitat colmaté (fig. 7, ci-contre). Par ailleurs, un certain nombre de juvéniles récupérés en fin d'expérience présentent des lésions sur les nageoires (le plus souvent la caudale). En secteurs colmatés, 13% des juvéniles en moyenne présentent des lésions, contre seulement 4% en moyenne en secteurs non colmatés. L'analyse du benthos montre que les effectifs sont environ 2 fois plus importants sur les substrats non colmatés (tab. II, ci-dessous). L'analyse de contenus stomacaux réalisée en fin d'expérience sur un sous-échantillon de 20 individus par section (80 contenus stomacaux au total) indique que 85 à 90% du bol alimentaire est constitué par des larves et nymphes de chironomes. Cependant, le nombre de proies par juvénile est plus important dans les secteurs colmatés (53 en moyenne) que dans les secteurs non colmatés (34 en moyenne). Ce résultat suggère que - malgré une moins bonne production - la disponibilité alimentaire en milieu colmaté pourrait être meilleure qu'en

Tableau II. Invertébrés récoltés par suber en début et fin d'expérience, dans les sections colmatées C et non colmatées (N-C)
Les 5 groupes les plus représentés sont en gras, et les sections ensablés sur fond gris

	31 mai 2000		5 juillet 2000	
	N-C	C	N-C	C
Ephéméroptères	364 (5,5%)	675 (25,4%)	289 (4,9%)	809 (24,3%)
<i>Baetidae</i>	0	0	0	59
<i>Caenidae</i>	7	15	7	68
<i>Ephemerellidae</i>	15	0	15	22
<i>Ecdyonuridae</i>	0	7	15	37
<i>Leptophlebiidae</i>				
Plécoptères				
<i>Leuctridae</i>	0	0	0	7
Trichoptères				
<i>Hydropsychidae</i>	0	0	0	7
<i>Limnephilidae</i>	15	0	0	0
<i>Sericostomatidae</i>	15	0	22	15
Coléoptères				
<i>Elminthidae</i> adultes	7 (0,1%)	15 (0,5%)	22 (0,4%)	267 (8%)
larves	7 (0,1%)	7 (0,26%)	30 (0,52%)	59 (1,77%)
Diptères				
<i>Chironomidae</i> larves	4 244 (67%)	1 736 (65,2%)	4 541 (78,5%)	1 655 (49,8%)
nymphes	45 (0,7%)	37 (1,4%)	163 (2,8%)	52 (1,5%)
<i>Empididae</i>	7	0	7	0
<i>Ceratopogonidae</i>	7	0	0	15
<i>Simuliidae</i>	0	0	0	0
<i>Tabanidae</i>	0	0	0	7
<i>Tipulidae</i>	0	7	0	0
<i>Rhagionidae</i>	0	7	7	37
Mégaloptères				
<i>Sialidae</i>	0	0	0	15
Crustacés				
<i>Gammaridae</i>	0	7	0	22
<i>Asellidae</i>	7	0	0	0
<i>Cyclops</i>	30	7	52	15
Hydracariens	22	15	82	74
Mollusques	0	7	0	0
Oligochètes	1 543 (24,4%)	119 (4,5%)	534 (9,2%)	74 (2,2%)
Total	6 335	2 661	5 786	3 323
Nombre de taxons	13	12	12	18

milieu non colmaté (modification du comportement des proies et/ou des prédateurs due au colmatage).

Cette expérience a montré qu'en maintenant une densité équivalente (en forçant les individus à la sédentarité), le colmatage avait un impact sur la croissance des juvéniles. Le taux élevé de lésions en secteur colmaté suggère que le paramètre habitat pourrait agir sur la croissance *via* la compétition. En effet, le colmatage réduit les barrières visuelles ce qui tend à augmenter la taille des territoires. Le

paramètre trophique pourrait agir sur la croissance *via* la production. Cependant, les contenus stomacaux ne sont pas en accord avec cette dernière hypothèse et la part respective des mécanismes d'action (alimentation et défense du territoire) reste donc à éclaircir.

Discussion et conclusion

Ces trois études indiquent que la présence de piscicultures sur un cours d'eau de piémont est susceptible d'avoir un effet sur les populations de Truite commune. Il semble que l'impact sur la population puisse cependant varier en liaison avec le mode de production de la pisciculture et/ou l'état de la population. La densité en Truite commune peut être non affectée ou réduite jusqu'au tiers selon les situations, et la croissance non affectée ou améliorée. De façon assez surprenante, l'impact négatif sur la survie et le développement des jeunes stades pendant la phase de vie sous gravier mis en évidence dans l'*expérience 2* n'est décelable sur les truitelles d'âge 0⁺ que dans un cas de figure (P1, octobre 2001). Ce manque de relation entre une survie sous gravier faible et la densité en juvéniles de l'année à l'automne pourrait être dû à une dépose d'œufs comparativement plus importante sur le site aval en liaison avec l'impossibilité pour les géniteurs de migrer vers des sites de ponte plus amont. Il est aussi possible que les dévalaisons précoces d'alevins gommant l'effet négatif de la survie sous graviers.

L'effet négatif du colmatage sur la croissance, observé en milieu semi-naturel, n'a pas été décelé en milieu naturel, mais il peut être masqué par l'existence d'une régulation densitaire. Pour la pisciculture P1, une meilleure croissance est observée dans la zone aval, dans un milieu qui supporte pourtant des densités importantes de Truite arc-en-ciel (jusqu'à 35 individus par 100 m²). Bohlin *et al.* (2002) ont récemment montré que l'augmentation de densité par des Truites communes d'élevage avait un impact sur la croissance des Truites communes sauvages. Les préférences d'habitat de la Truite commune recouvrent en partie celles de la Truite arc-en-ciel (Gatz *et al.*, 1987 ; Baran *et al.*, 1995). Cependant, les résultats de Bohlin *et al.* ne sont pas directement transposables à la compétition inter-spécifique entre Truite commune sauvage et Truite arc-en-ciel d'élevage. Hayes (1989) a montré que les juvéniles de l'année de Truite arc-en-ciel étaient dominés par la Truite commune (taille comprise entre 43 et 67 mm). Ainsi, malgré les fortes densités de Truites arc-en-ciel dans la zone aval, l'augmentation de la taille peut être en partie imputée à la faible densité en Truite commune sur cette zone. Un autre paramètre pouvant expliquer cette augmentation de longueur du poisson à un âge donné est l'enrichissement du milieu par les rejets dans ce site, localisé tout en amont du bassin et donc relativement pauvre sur le plan trophique. Baglinière (1983) avait noté comme une anomalie pour des poissons sauvages la présence de tissu adipeux périviscéral chez les poissons provenant de la zone aval de la pisciculture de Pont Calleck (rivière Scorff, Bretagne). Il observait, par ailleurs, une baisse de densité et une augmentation de la taille des Truites communes localisées à l'aval, tout comme dans le cas de la pisciculture P1. L'absence de différence de croissance entre les Truites provenant de l'amont et de l'aval de la pisciculture P2 sur la Nive des Aldudes montre bien cependant que ce « gain de croissance » en aval des rejets de fermes piscicoles n'est pas une règle. Dans le cas présent, l'absence d'augmentation de taille peut s'expliquer par des différences de densités peu marquées entre l'amont et l'aval sur P2. De plus, la pisciculture étant localisée dans une zone anthropisée, la zone amont est déjà enrichie : 0,063 à l'amont de P2 et 0,002 mg.l⁻¹ de N-NH₄ à l'amont de P1 (Bassenave, 2002). L'impact global des piscicultures sur les populations de Truite commune est complexe à analyser et les hypothèses de fonctionnement difficiles à valider en milieu naturel. Il semble important de progresser dans la compréhension des interactions entre la population de cette espèce et la rivière, considérée à l'échelle du paysage (avec, notamment, la prise en compte de la fragmentation du milieu). Toute pisciculture en eau courante nécessite une prise d'eau et donc la présence d'un barrage qui constitue un obstacle à la libre circulation de la faune. Par ailleurs, les contextes géologique,

hydrologique et climatique sont déterminants si on veut analyser et comprendre l'impact de phénomènes locaux tels que celui des piscicultures. Il apparaît nécessaire de développer les comparaisons éco-régionales et de réaliser des études de cas mettant en relation les processus de production, les caractéristiques des sites et les effets sur la faune. La comparaison des effectifs et de la croissance de la Truite commune à l'amont et à l'aval des rejets, même sur des secteurs relativement isolés comme cela a été le cas dans la présente étude, ne semble pas représenter un bio-indicateur immédiatement utilisable pour évaluer l'impact. L'évaluation de la survie sous graviers pourrait, quant à elle, être un bio-indicateur potentiellement fiable (mais il faudrait l'expérimenter dans une vaste gamme de contextes écologiques) et elle paraît assez facile à standardiser ■

Remerciements

Nous tenons à remercier Emmanuel Huchet, Michel Parade et Jacques Rives pour leur participation aux opérations de pêche électrique et de mesures sur le terrain. Nous remercions également l'Association des propriétaires riverains de la Nive (APRN), la DDAF, le Conseil supérieur de la pêche (CSP) ainsi que les pisciculteurs de la Nive pour les informations, les autorisations et le soutien qu'ils ont bien voulu nous accorder. Le département d'Hydrobiologie et Faune sauvage de l'INRA a apporté son soutien à ces recherches dans le cadre du thème transversal « Aquaculture et Environnement » et dans le cadre de l'action structurante INRA/CEMAGREF « AQUAE ». Ces travaux ont aussi été soutenus par les GIS Grisam et Ecobag et ont été partiellement financés par la DIREN Aquitaine et l'agence de l'eau Adour-Garonne.

Références bibliographiques

- AXLER R.P., TIKKANEN C., HENNECK J., SCHULTZ J., McDONALD M.E., 1997. Characteristics of effluents and sludge from two commercial Rainbow trout in Minnesota. *The Progressive Fish-Culturist*, 59, 161-172.
- BAGLINIÈRE J.L., 1983. *Impact des piscicultures sur les rivières à salmonidés*. Rapport INRA au Ministère de l'Urbanisme et du Logement, 11 p.
- BARAN P., DELACOSTE M., LASCAUX J.M., DAUBA F., SEGURA G., 1995. La compétition interspécifique entre la truite commune (*Salmo trutta* L.) et la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss* walbaum) : influence sur les modèles d'habitat. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 337/338/339, 283-290.
- BASSENAVE J.G., 2002. *Étude comparée de la survie embryolaire de la Truite commune (Salmo trutta L.) dans deux affluents de la Nive de niveaux d'anthropisation différents*. Mémoire de DES INRA/Université de Bordeaux I, 41 pp. + annexes.
- BOAVENTURA R., PEDRO A., COIMBRA J., LENCASTRE E., 1997. Trout farm effluents : characterization and impact on the receiving streams. *Environmental Pollution*, 95, 379-387.
- BOHLIN T., SUNDRSTRÖM L.F., JOHNSON J.I., HÖJESJÖ J., PETERSSON J., 2002. Density-dependent growth in brown trout : effects of introducing wild and hatchery fish. *Journal of Animal Ecology*, 71, 683-692.
- BROWN C.A., KING J.M., 1995. The effect of trout-farm effluents on benthic invertebrate community structure in the South-Western Cape, South Africa. *South Africa Journal of Aquatic Science*, 21, 3-21.
- DARSCHNIK V.S., SCHUMACHER H., 1987. Trout farms causing disturbance in the natural stream continuum. *Archiv für Hydrobiologie*, 110, 409-439.
- GATZ A. J., SALE M.J., LOAR J.M., 1987. Habitat shifts in rainbow trout: competitive influences of brown trout. *Oecologia*, 74, 7-19.
- HAYES J., 1989. Social interactions between 0+ brown and rainbow trout in experimental stream troughs. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater research*, 23, 163-170.
- KARR J.R., 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6, 21-27.
- LE GREL L., CORRE D., TUNCEL M., 1998. *The french market for aquatic products*. Fair project CT96-1814 DEMINT, 131 p.
- DE LURY D.B., 1947. On the estimation of biological populations. *Biometrics*, 145-147.
- LOCH D.D., WEST J.L., PERLMUTTER D.G., 1996. The effect of trout farm effluent on the taxa richness of benthic macroinvertebrates. *Aquaculture*, 147, 37-55.
- OBBERDORFF T., PORCHER J.P., 1994. An index of biotic integrity to assess biological impacts of salmonid farm effluents on receiving waters. *Aquaculture*, 119, 219-235.
- PRÉVOST E., 1999. Utilisation d'un test de randomisation pour détecter l'effet des rejets polluants dans un cours d'eau : application à l'impact d'effluents de piscicultures sur la production de juvéniles de Saumon atlantique. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 355, 369-36.
- SELONG J.H., HELFRICH L.A., 1998. Impacts of trout effluent on water quality and biotic communities in Virginia headwater streams. *The Progressive Fish-culturist*, 60, 247-262.
- TARAZONA J.V., ORTIZ J.A., CARBELLO M., MUNOZ M.J., 1993. Pollution generated by fish farms. A systems dynamics model. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2, 84-89.
- WATERSTRAAT A., 1991. The influence of Rainbow trout farms on the ichthyofauna in the streams Nebel and Gehlsbach. *Fisherei-Forschung*, Rostock, 29, 88-89.