



**Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la
Protection du Milieu Aquatique**
2092 route des Diacquenods
Le Villaret
74370 St Martin Bellevue
www.pechehautesavoie.com



INRA UMR CARTEL
75 avenue de Corzent
BP511
74203 Thonon
www.dijon.inra.fr/thonon

ETUDE DES POPULATIONS DE TRUITES SEDENTAIRES ET MIGRANTES SUR LE BASSIN DU LAC D'ANNECY ET EVALUATION DES PRATIQUES DE GESTION

Volet 1 : Etat des populations sur les affluents



C. CHASSERIEAU & A. CAUDRON

Janvier 2011

**RAPPORT FDP74.11/01
SHL 299.2011**

Etude réalisée avec la collaboration financière de :



I. INTRODUCTION	1
II. MATERIEL ET METHODE	2
1. <i>Suivi thermique annuel</i>	2
2. <i>Recensement des frayères</i>	4
3. <i>Etude du peuplement piscicole</i>	4
4. <i>Historique du repeuplement</i>	4
III. RESULTATS GENERAUX	5
1. <i>Recensement des frayères</i>	5
2. <i>Etude du peuplement piscicole</i>	6
3. <i>Suivi thermique annuel</i>	10
4. <i>Historique du repeuplement</i>	12
IV. RESULTATS DISCUTES PAR BASSIN	14
A. RUI DE LA PLANCHE ET RUI D'ENTREVERNES.....	14
1. <i>Thermie</i>	14
1.1. Conditions thermiques générales.....	14
1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale.....	14
1.3. Période de croissance et préférendum thermique.....	15
1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD.....	15
1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire.....	16
2. <i>Caractéristiques du peuplement piscicole</i>	17
3. <i>Historique du repeuplement</i>	19
B. LAUDON	20
1. <i>Thermie</i>	20
1.1. Conditions thermiques générales.....	20
1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale.....	20
1.3. Période de croissance et préférendum thermique.....	21
1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD.....	22
1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire.....	22
2. <i>Caractéristiques du peuplement piscicole</i>	23
3. <i>Historique du repeuplement</i>	26
C. LA BORNETTE.....	27
1. <i>Thermie</i>	27
1.1. Conditions thermiques générales.....	27
1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale.....	27
1.3. Période de croissance et préférendum thermique.....	28
1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD.....	29
1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire.....	29
2. <i>Caractéristiques du peuplement piscicole</i>	30
3. <i>Historique du repeuplement</i>	32
D. L'IRE.....	33
1. <i>Thermie</i>	33
1.1. Conditions thermiques générales.....	33
1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale.....	33
1.3. Période de croissance et préférendum thermique.....	34
1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD.....	35
1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire.....	35
2. <i>Caractéristiques du peuplement piscicole</i>	36
3. <i>Historique du repeuplement</i>	38
E. L'EAU MORTE ET SES AFFLUENTS : LE MONTMIN, LE RUI DU ST RUPH, LE RUI DU BAR, ET LE RUI DES COMBES	39
1. <i>Thermie</i>	39
1.1. Conditions thermiques générales.....	39
1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale.....	39
1.3. Période de croissance et préférendum thermique.....	41
1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD.....	42
1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire.....	42
2. <i>Caractéristiques du peuplement piscicole</i>	43
3. <i>Historique du repeuplement</i>	46
F. RUI D'ANGON ET NANT DE BLUFFY	47

1. <i>Thermie</i>	47
1.1. Conditions thermiques générales.....	47
1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale.....	47
1.3. Période de croissance et préférendum thermique.....	48
1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD.....	49
1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire.....	49
2. <i>Caractéristiques du peuplement piscicole</i>	49
3. <i>Historique du repeuplement</i>	51
G. SYNTHÈSE DES RESULTATS ET PERSPECTIVES	52
<i>LES PRINCIPALES INFORMATIONS QUI RESSORTENT DES RESULTATS OBTENUS SONT</i>	52
EN TERME DE PERSPECTIVES, TROIS RECOMMANDATIONS PEUVENT ETRE FORMULEES POUR APPROFONDIR LES RESULTATS OBTENUS.....	53
<i>ANNEXE : TABLEAU DE SYNTHÈSE DES DENSITES ET BIOMASSES ESTIMEES DES PECHES D'INVENTAIRE DE LA CAMPAGNE 2009</i>	54
IV. BIBLIOGRAPHIE	55

I. INTRODUCTION

La particularité des bassins hydrographiques des grands lacs alpins comme le Léman, le lac du Bourget et le lac d'Annecy est d'abriter deux formes écologiques de la truite fario, une sédentaire bouclant entièrement son cycle de vie sur les affluents et une migratrice partageant son cycle biologique entre le lac pour la croissance et les affluents pour la reproduction et ses 2 premières années de vie (Champigneulle *et al.*, 1999). La gestion des ressources piscicoles du lac d'Annecy est confiée à l'association Annecy Lac Pêche (ALP) et celle des rivières du bassin à l'AAPPMA Annecy Rivières. Concernant la truite de lac, la gestion pratiquée par Annecy Lac Pêche consiste à produire environ 80 000 alevins qui sont déversés annuellement dans les parties aval des principaux affluents. Ces poissons sont issus en priorité de géniteurs prélevés chaque année sur le Laudon au cours de la période de reproduction. Si la quantité produite par ces géniteurs sauvages n'est pas suffisante, une production complémentaire est réalisée à partir d'un stock de géniteurs captifs. Concernant la truite sédentaire (de rivière), pendant de nombreuses années l'AAPPMA Annecy Rivières pratiquait un repeuplement des affluents sur les zones amont non concernées par les truites de lac à partir de poissons domestiques d'origines diverses. Récemment, un changement de politique lié aux résultats du programme INTERREG « Truites autochtones » a conduit l'AAPPMA Annecy rivières à stopper les repeuplements utilisant des poissons domestiques et à mettre en place deux stocks de géniteurs sauvages des souches Fier et Usses. Ainsi et bien que sur le bassin versant du lac d'Annecy il n'ait pas été identifié la présence de poissons d'origine MED, depuis 2005, aucun repeuplement de truite sédentaire d'origine domestique n'a eu lieu sur les affluents du lac d'Annecy.

Aucun bilan précis n'a été réalisé sur ces différentes pratiques. En effet, sur le lac d'Annecy, la majorité des études passées et actuelles concernent d'autres espèces comme l'Omble chevalier, le Corégone et dans une moindre mesure la perche. Hors, les suivis scientifiques réalisés à partir des carnets de pêche indiquent que les captures de truite de lac ne représentent plus que quelques centaines de kg/an, malgré les efforts de repeuplements entrepris (Gerdeaux *et al.*, 2007). Ces chiffres peuvent être considérés comme très faibles en comparaison des captures des autres salmonidés, Corégones et Omble chevalier. La gestion des populations naturelles de truite lacustre et sédentaire représente un enjeu majeur à la fois sur le plan de la conservation de la diversité intra-spécifique de cette espèce (Laikre *et al.*, 1999) et sur le plan socio-économique pour le maintien d'une activité halieutique de qualité. Cette truite lacustre qui fait partie du patrimoine halieutique du lac possède un fort potentiel de pêche touristique, grâce à la taille qu'elle atteint couramment (une dizaine de kilogrammes), elle véhicule aussi une image forte de qualité des eaux et de pêche sportive.

Aussi, complémentairement aux études entreprises sur les lacs Léman et du Bourget pour évaluer les pratiques actuelles de gestion et les améliorer si besoin, il semble important de s'intéresser également au devenir des populations de truite commune sur le bassin du lac d'Annecy.

II. MATERIEL ET METHODE

1. Suivi thermique annuel

La température est un facteur déterminant de la qualité du milieu aquatique, notamment pour les cours d'eau salmonicoles. Un suivi thermique sur un cycle annuel complet (du 05 novembre 2008 au 04 novembre 2009) au pas de temps horaire a été réalisé sur 36 stations (**Figure 1**) à l'aide de thermographes enregistreurs *Onset HOBO*.

Une fois récoltées, les données sont vérifiées afin de s'affranchir d'éventuelles valeurs incorrectes causées par un dysfonctionnement ou une mise hors de l'eau de l'enregistreur. Les données brutes permettent de caractériser sur chaque station 30 variables thermiques différentes (Caudron *et al.*, 2006) dont dix (**Tableau 1**) ont été retenues dans cette étude. Les variables sont utilisées dans le but d'évaluer les potentialités piscicoles ainsi que les conséquences biologiques potentielles pour la truite commune des caractéristiques thermiques des eaux de surface.

Tableau 1 : Caractéristiques des 10 variables utilisées pour définir la qualité thermique des tributaires du lac d'Annecy vis-à-vis des exigences écologiques de la truite commune (d'après Caudron *et al.*, 2006 et Dumoutier *et al.*, 2007).

Catégorie	Code variable	Désignation succincte
Thermie générale	Ti max	Température instantanée maximale
	ATmj	Amplitude thermique des moyennes journalières
	Tm30j max	T° moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds
Préferendum thermique	Nbj Tmj 4-19	Nombre total de jours durant lesquels la T° est comprise entre 4 et 19°C
	Nb Ti > 19	Nombre d'heures totales où la T° instantanée est > 19°C
	Nbmax Ti csf > 19	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles la T° instantanée reste > 19°C
Développement potentiel PKD	Nbmax Ti csf >= 15	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles la T° instantanée reste ≥ 15°C
Phase de vie embryonnaire (PEL)	Nbj PEL	Nombre total de jours de la Phase de vie Embryo-Larvaire sous graviers (de la fécondation à l'émergence) calculée à partir d'une date de ponte médiane fixée au 15 décembre (en utilisant l'équation de Crisp, 1992)
	Nbmax Ti csf > 15 (PEL)	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles la T° instantanée reste > 15°C
	Nbmax Ti csf < 1.5 (PEL)	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles la T° instantanée reste < 1,5°C

L'une d'elles concerne le développement de la PKD (« Proliferative Kidney Disease » = maladie rénale proliférative), qui est une maladie infectieuse touchant préférentiellement les truites, les ombres et les saumons. Elle provoque, chez les sujets atteints, une importante hypertrophie des reins et éventuellement du foie et de la rate qui peut entraîner dans les populations des taux de mortalité relativement importants notamment chez les juvéniles. L'agent infectieux est un parasite nommé *Tetracapsula bryosalmonae* (Canning *et al.*, 1999) qui utilise comme hôte intermédiaire des bryozoaires (Anderson *et al.*, 1999). La température de l'eau joue un rôle important dans le cycle de développement de ce parasite qui se propage dans le milieu naturel lorsque celle-ci atteint 9°C (Gay *et al.*, 2001). L'apparition de la maladie chez la truite arc en ciel nécessite une température d'au moins 15°C pendant 2 semaines.

Sur les stations étudiées, une première analyse a été menée afin d'identifier les sites présentant des conditions thermiques favorables au développement de la PKD. Ainsi, le nombre d'heures consécutives où la température de l'eau est supérieure ou égale à 15°C a été calculé sur chaque site et ceux pour lesquels la durée dépasse 360 heures consécutives (soit 15 jours) sont considérés comme pouvant présenter un risque potentiel important de développement de la PKD.

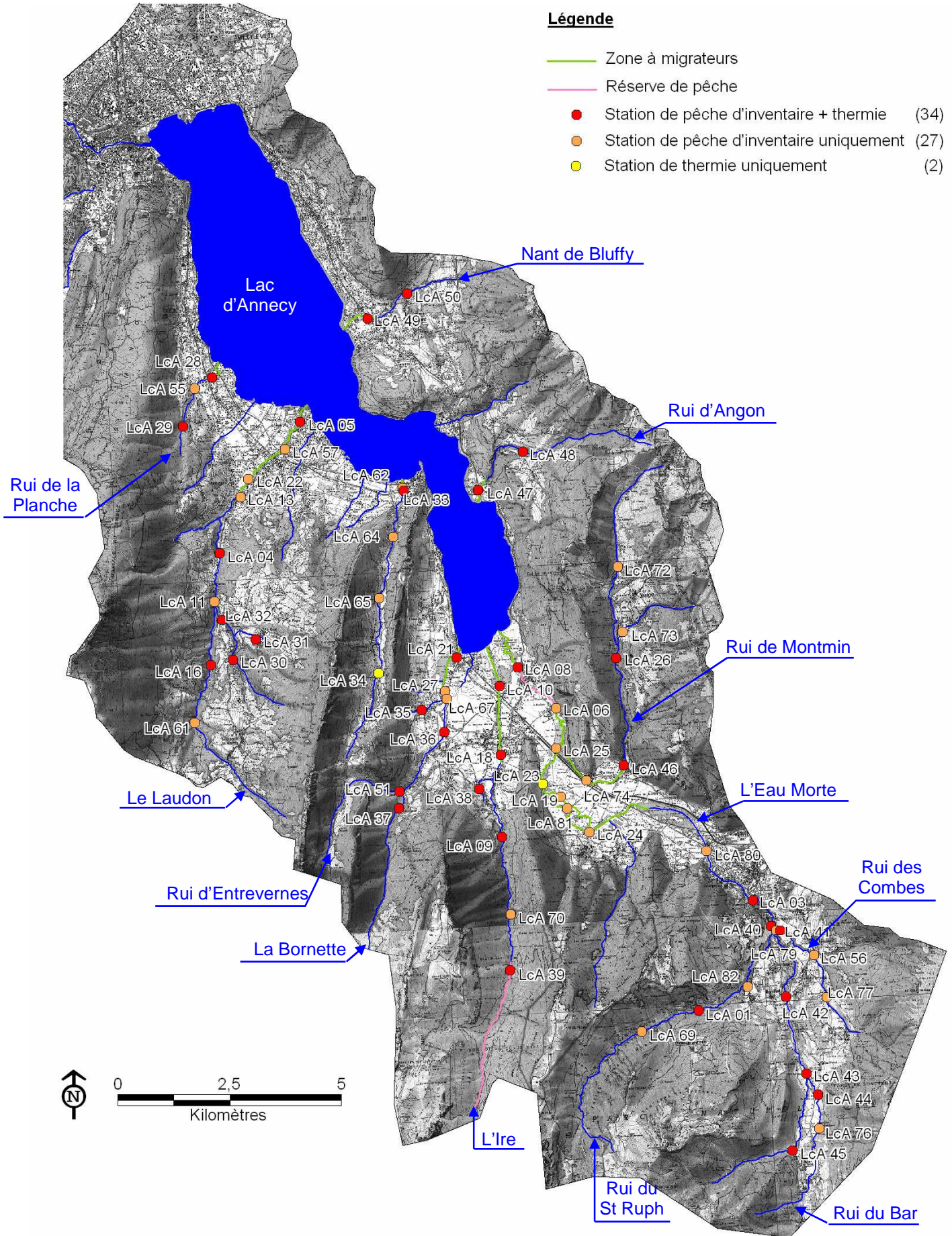


Figure 1 : Tributaires du lac d'Annecy diagnostiqués et positionnement des stations d'étude

2. Recensement des frayères

Pour caractériser et évaluer le recrutement naturel, un relevé des frayères naturelles et des surfaces potentielles de fraie s'effectue par parcours de l'ensemble du linéaire du cours d'eau ou sur des secteurs ciblés au moment de la période de reproduction en hiver. Ce recensement a été réalisé sur les zones de migration des truites d'écotype lacustre des affluents principaux, soit les secteurs aval du Laudon, de la Bornette, de l'Ire et de l'Eau morte durant l'hiver 2008-2009 entre le 28/11/2008 et le 15/02/2009 par Guillaume Bini (agent de développement à la FDPPMA 74).

Ces données sont retranscrites en densités (nombre de frayères pour 1000 m²).

3. Etude du peuplement piscicole

Pour mieux connaître les peuplements piscicoles des affluents du lac et évaluer en particulier la démographie des populations de truites, des pêches électriques d'inventaire ont été réalisées par la FDPPMA 74 du 15 juin au 15 juillet 2009 (avant le repeuplement en truites de lac (TRL) à l'automne 2009) sur les principaux affluents du lac d'Annecy. Les 62 stations d'étude ont été positionnées en fonction des caractéristiques (physiques, géologiques, morphologiques...) des cours d'eau et des pêches historiques du CSP en collaboration avec les AAPPMA Annecy Lac Pêche et Annecy Rivières. L'ensemble des stations est pêché selon la méthode par enlèvement successif De Lury (1951).

Sur les anciennes stations du CSP (LcA 22, LcA 13, LcA 04, LcA 21, LcA 27, LcA10, LcA 18, LcA 08, LcA06 et LcA25), une comparaison avec des résultats de pêches antérieures (CSP, 1999) permet de suivre l'évolution temporelle du peuplement piscicole.

- Estimation du stock de poissons

Une estimation de la densité et de la biomasse est réalisée pour chaque espèce présente sur les 62 stations étudiées (De Lury, 1951).

- Analyse de la structure de la population

La structure de la population de truite est également étudiée par l'intermédiaire de l'histogramme fréquence / taille. Les cohortes déficitaires peuvent être un indice précieux dans la précision de certains mécanismes de perturbations.

En outre, nous effectuons une comparaison des fréquences de tailles relatives des populations échantillonnées à une fréquence moyenne standard établie sur le territoire de la Haute-Savoie sur la base de 209 résultats de pêches d'inventaires entre 1995 et 2006 sur 154 stations d'études répartie sur l'ensemble du département. Cette méthode d'analyse exclue les individus juvéniles (<130 mm) qui sont soumis à de trop fortes variations interannuelles. Cependant dans le cas de notre étude, les pêches d'inventaire ayant été faites plus tôt dans la saison (juin - juillet à la place de septembre), les alevins mesuraient entre 30 et 70 mm.

Cette méthode comparative est intéressante à utiliser en complément des traitements précédents car elle permet de visualiser l'état de la structure de la population par rapport à un standard sur une zone d'étude préalablement définie. Elle permet de mettre en évidence certains déséquilibres d'ordres naturels (déficit de recrutement, mortalités...) ou liés à gestion halieutique (sur ou sous exploitation par la pêche) (Caudron & Catinaud, 2008).

4. Historique du repeuplement

L'AAPPMA Annecy Rivières a fourni un historique des pratiques de repeuplement sur les tributaires du lac d'Annecy depuis 1989 (19 ans). La prise en considération des pratiques antérieures et de la répartition des repeuplements pratiqués sur ces cours d'eau est

un élément indispensable de l'étude des populations actuelles de truite commune d'écotype sédentaire et lacustre. Cet antécédent est important à considérer lors de la définition des propositions de gestion à l'issue de cette étude.

III. RESULTATS GENERAUX

1. Recensement des frayères

Sur les cinq affluents principaux du lac d'Annecy présentés à la **Figure 2**, les surfaces potentielles de fraie sont utilisées à 70% en moyenne. Cependant en prenant chaque cours d'eau séparément, il en ressort deux cas de figure :

- plus de 70% de surface potentielle de fraie réellement utilisée pour la fraie : Laudon, Bornette et Eau morte
- surface potentielle de fraie utilisée avec 11% et moins : Ire et Montmin. Toutefois le Montmin est présente plus de zones susceptibles de convenir pour la reproduction des truites soit 10% de la surface de la zone à migrateurs.

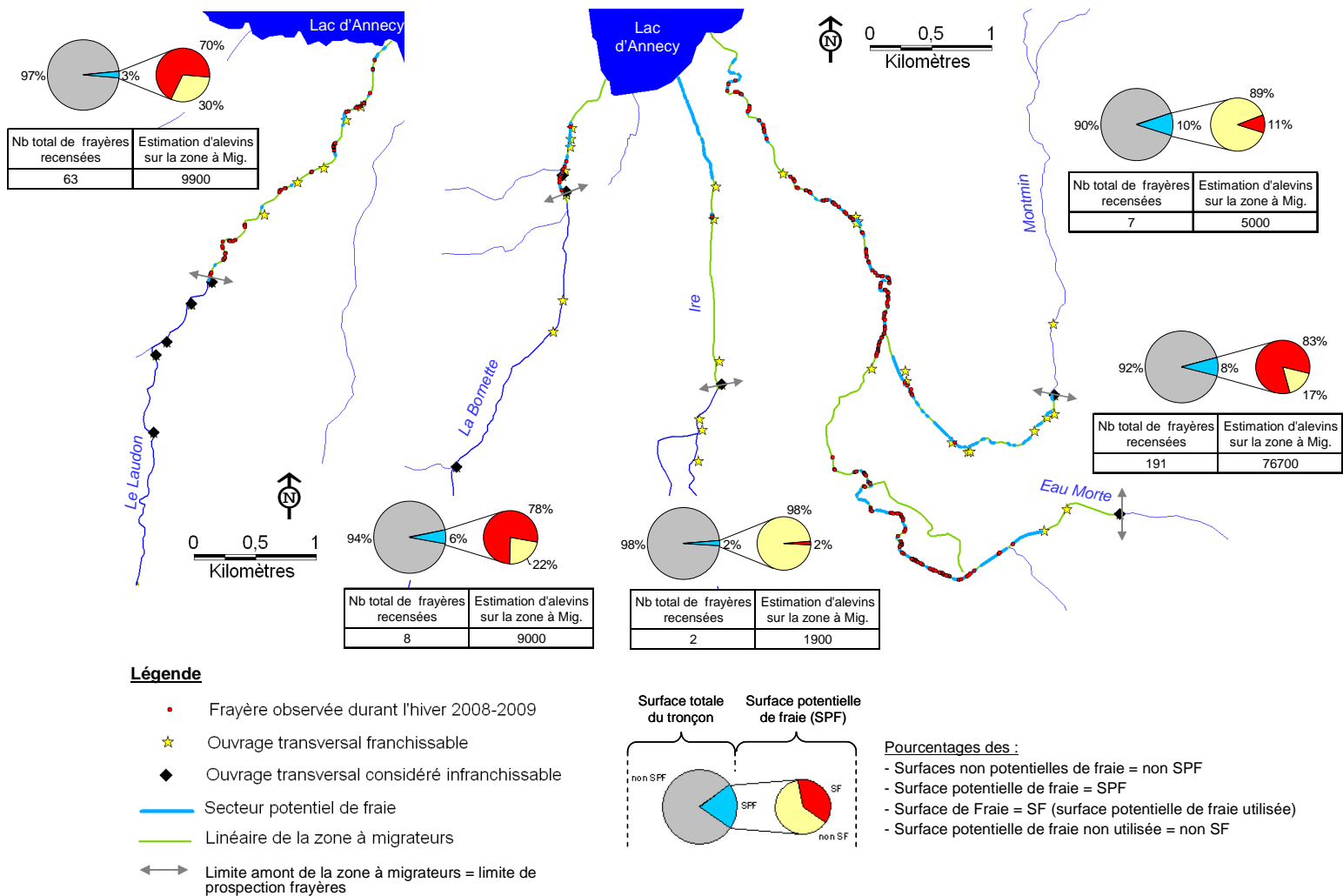


Figure 2 : Répartition des secteurs potentiels de fraie et des frayères réellement observées par rapport aux ouvrages transversaux présents sur les zones à migrateurs des quatre affluents principaux du lac d'Annecy et quantification des surfaces potentielles et utilisées pour la fraie.

2. Etude du peuplement piscicole

Les affluents du lac voient leur peuplement piscicole dominé par la truite commune. Seuls les cinq principaux affluents du lac accueillent d'autres espèces que la truite fario (**Figure 3**). Le cas du Ruisseau d'Entrevernes se pose en exception. Le Chabot est répertorié sur une grande partie du linéaire du bassin de l'Eau morte et du Montmin, sur l'Ire et la Bornette tandis qu'il se localise uniquement sur l'aval du Laudon qui est colonisé par une autre espèce benthique, la loche franche sur la moitié de son linéaire. Le vairon est recensé uniquement sur l'Eau morte de l'aval jusqu'au marais de Giez.

Les secteurs soumis aux assecs estivaux concernent plutôt les secteurs des sources (la quasi totalité du Ruisseau des Combes, amont du Ruisseau du Bar). Quelques zones comme l'Eau morte en aval de Faverges ou l'aval du Laudon entre la N508 et la piste cyclable sont connues pour s'assécher l'été sans vraiment identifier les causes. Le cas du Ruisseau d'Entrevernes est particulier puisqu'il sèche sur les 3/4 du linéaire et est piscicole sur l'aval, seul 15% du cours d'eau est colonisé par les poissons.

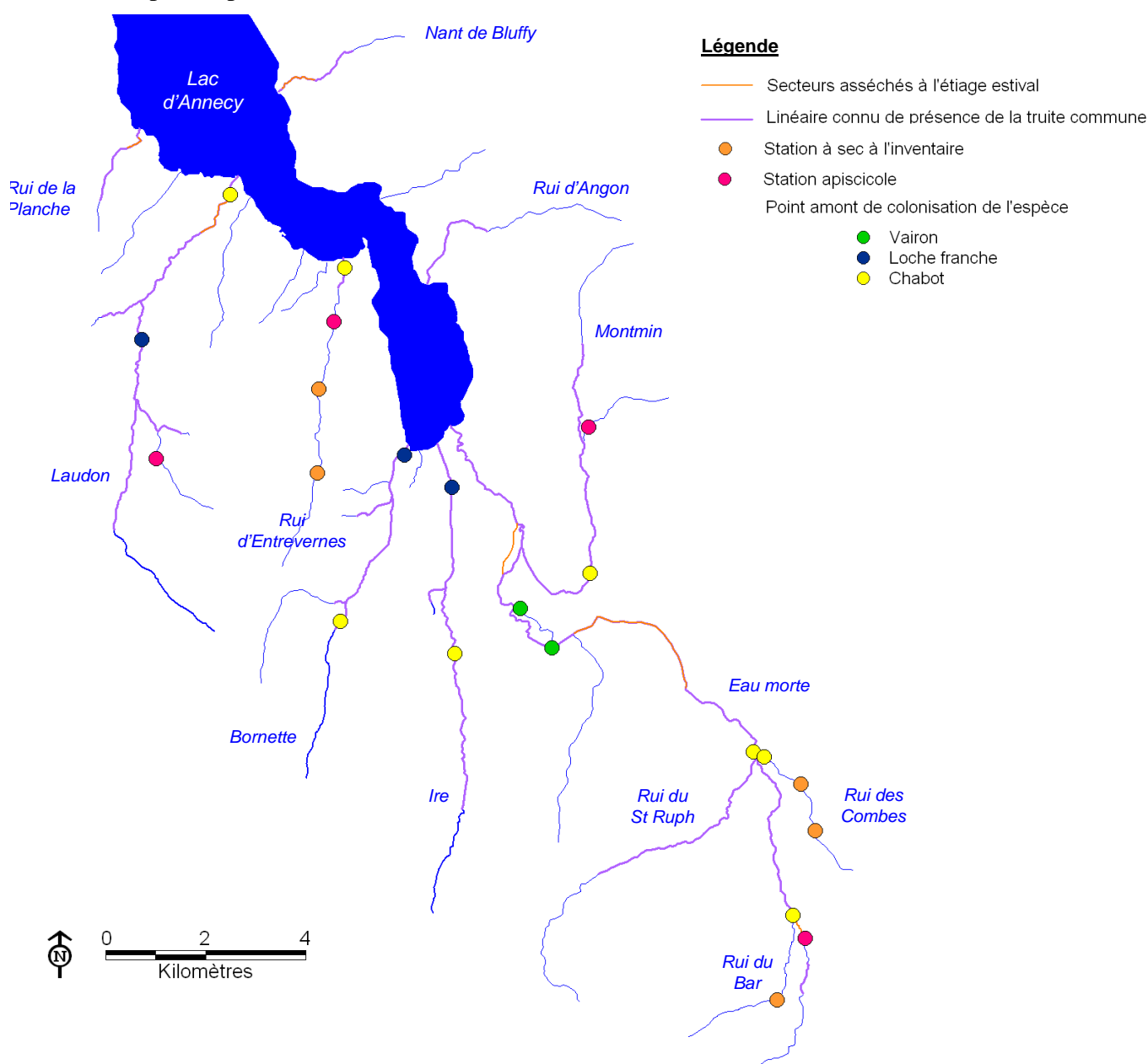


Figure 3 : Définition des aires de présence et des limites amont de colonisation des espèces piscicoles inventoriées et localisation des secteurs régulièrement soumis aux assecs estivaux

De manière générale, les secteurs à migrateurs offrent des meilleures densités de truite avec des biomasses plus faibles (**Figure 4**) que les secteurs à sédentaires, densités dues à la forte proportion d'alevins sur ces zones (environ 80%) (**Figure 5**).

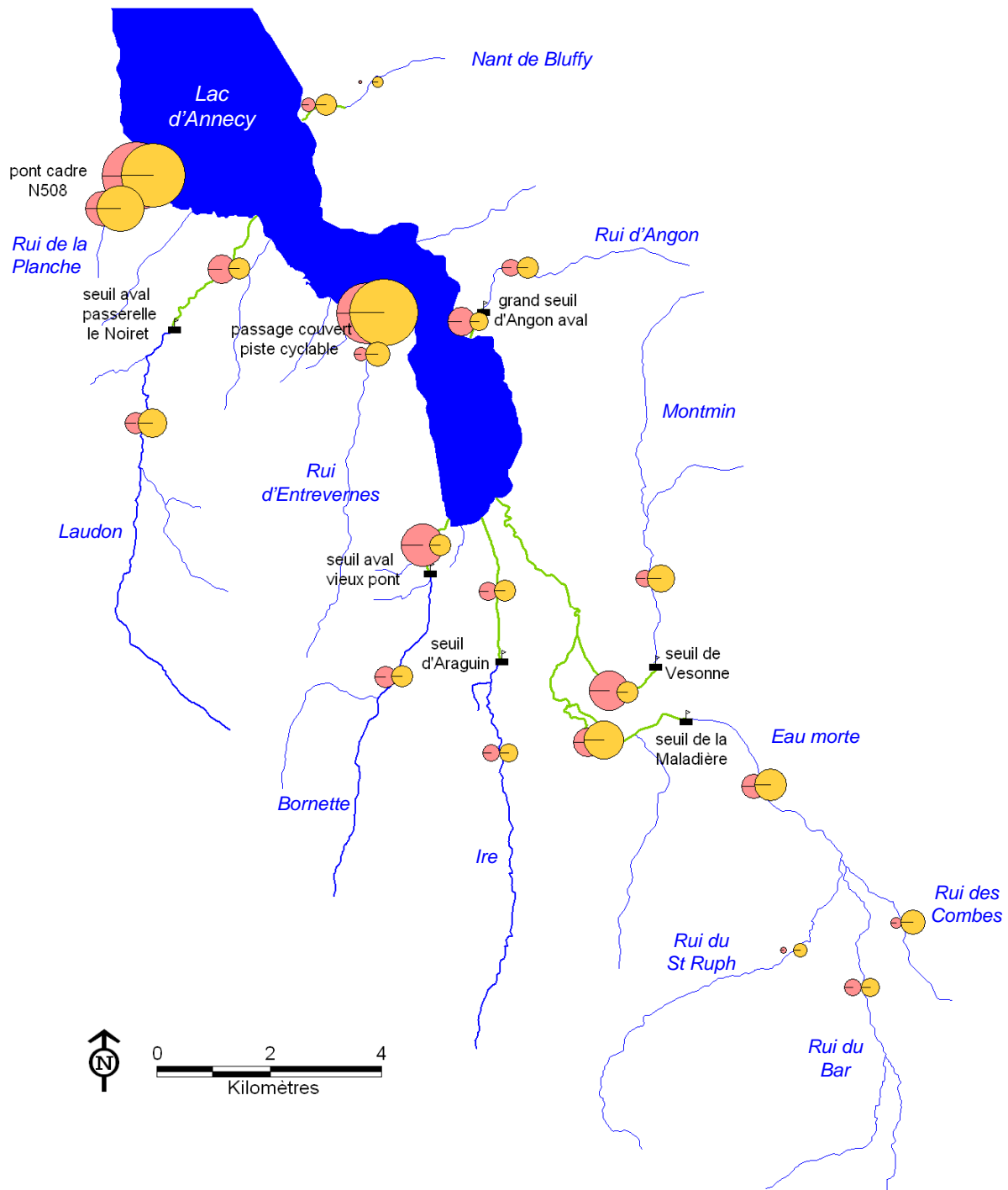
Sur certaines parties amont de bassins (Bluffy, amont Eau morte) de très faibles densités de poissons sont constatées ainsi que de faibles recrutement.

En comparant les contributions des juvéniles sur les populations totales respectives des secteurs aval et amont, deux scénarios sont observables (**Figure 5**) :

- Les juvéniles représentent une part identique dans deux populations : cas des deux petits affluents en rive droite du lac, Rui d'Angon et nant de Bluffy.
- Les juvéniles sont ultra majoritaires dans les populations aval alors qu'ils ne contribuent à la population qu'entre 40% et 65% à l'amont.

Quelques exceptions sont cependant observables ; l'amont de la Bornette semble beaucoup moins propice à la reproduction que l'aval. Cette observation est inversée pour l'Ire.

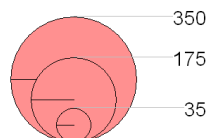
La population du Rui du Bar se compose au moment de l'inventaire d'autant d'alevins que de poissons >0+ contrastant ainsi avec les deux autres affluents de l'Eau morte.



Légende

— Linéaire de la zone à migrateurs

Densité totale de TRF estimée par secteur (ind. / 100 m²)



Biomasse totale de TRF estimée par secteur (kg / ha)

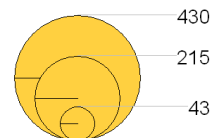


Figure 4 : Densités et biomasses de truite fario estimées calculées par secteurs (à migrateurs et à sédentaires) sur les cours principaux des affluents du lac d'Annecy

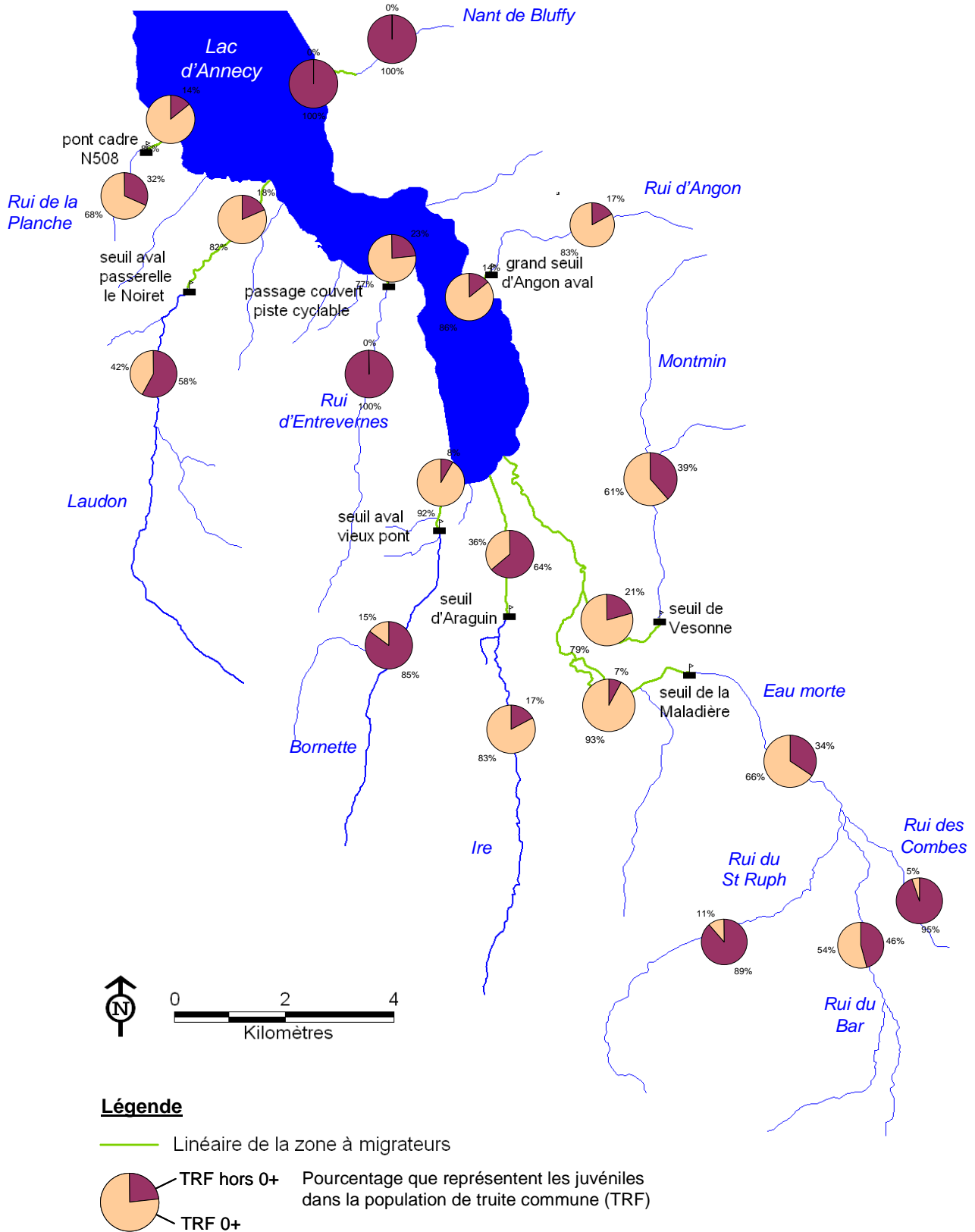


Figure 5 : Contribution des juvéniles dans les populations de truite fario sur les secteurs aval et amont de chaque tributaire du lac d'Annecy

3. Suivi thermique annuel

La majorité des secteurs aval des affluents du lac d'Annecy affiche une température moyenne annuelle entre 8,5 et 10°C. Sur les secteurs aval du Laudon, de l'Ire et l'Eau morte la température moyenne annuelle est d'environ 9°C alors qu'elle prend une valeur de 7.5°C sur l'aval de la Bornette et du Montmin (Figure 6).

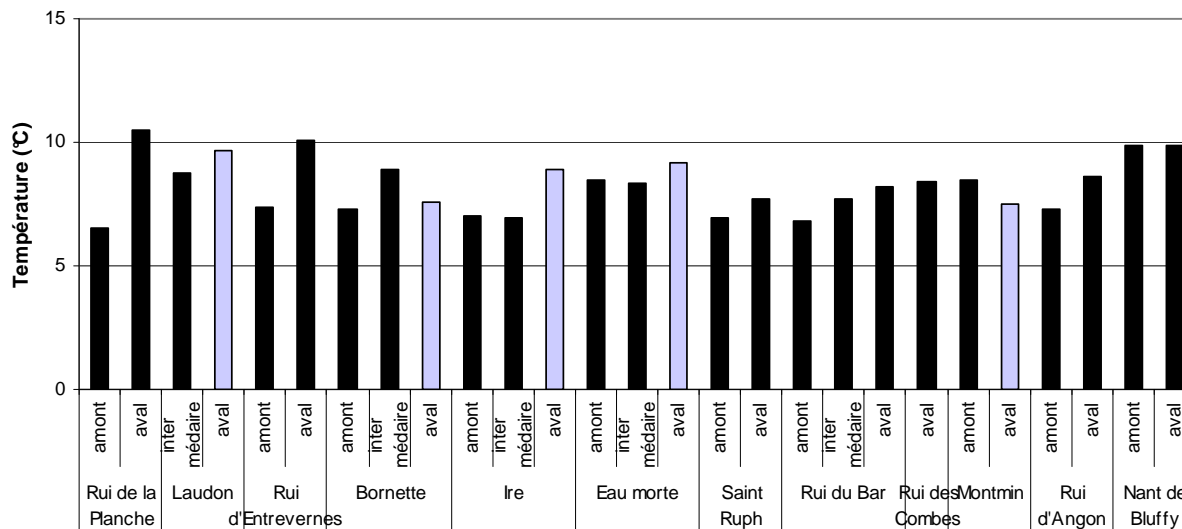


Figure 6 : Température moyenne annuelle sur les stations amont - intermédiaire - aval des tributaires du lac d'Annecy.

Sur l'ensemble des cours d'eau étudiés le préférendum thermique à une durée moyenne de 250 jours (Figure 7). Toutefois, les secteurs amont du Rui de la Planche et intermédiaire de l'Ire sont peu favorables pour accueillir l'espèce truite fario.

Le secteur aval de l'Eau morte se démarque des autres zones aval avec des conditions préférentielles pour le développement de la truite fario identifiées durant toute l'année ; cette caractéristique se retrouve sur trois autres stations du bassin à savoir l'aval du le Rui d'Entrevernes, la partie intermédiaire du Rui du Bar et l'amont du Nant de Bluffy.

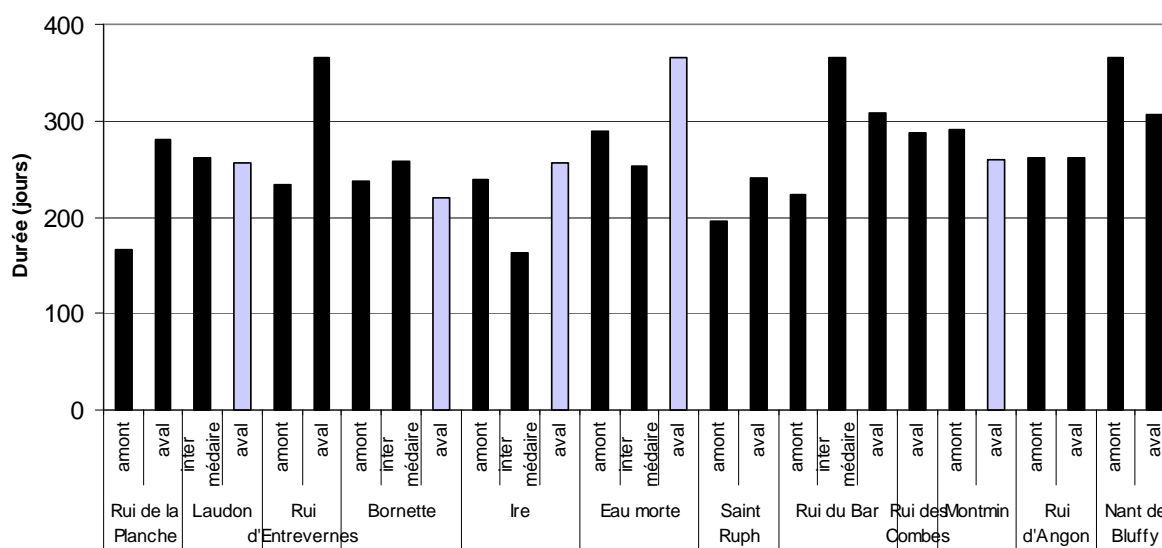


Figure 7 : Durée en jours où du préférendum thermique de la truite commune sur les stations amont - intermédiaire - aval des tributaires du lac d'Annecy.

La durée de la phase embryo-larvaire est assez homogène sur l'ensemble du bassin du lac d'Annecy soit en moyenne 150 jours (**Figure 8**) soit inférieur au 180 jours limitants. L'aval de l'Eau morte et de la Bornette identifiés avec une température moyenne annuelle supérieure à la moyenne se caractérisent par une durée de PEL plus faible que les autres zones aval avec une durée de résorption (2^{nde} phase de la PEL) assez longue soit 45 jours (durée limitante à 50 jours).

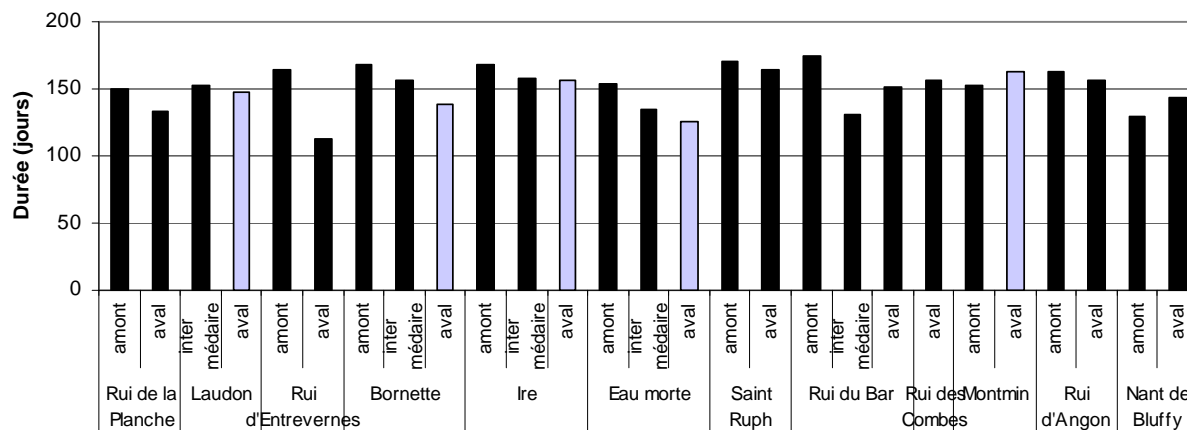


Figure 8 : Durée totale en jours de la Phase Embryo-Larvaire (PEL) de la vie sous graviers (de la fécondation à l'émergence) sur les stations amont - intermédiaire - aval des tributaires du lac d'Annecy.

Durant la période de reproduction, les températures moyennes journalières varient entre 0°C et 10°C selon les cours d'eau (**Figure 9**). Deux chutes de température sont enregistrées entre le 25 décembre 2008 et le 20 janvier 2009, la première au moment de la dernière semaine de décembre et la seconde durant les 15 premières jours de janvier. Il semblerait que ces températures plus froides n'aient guère d'incidence sur la fraie compte tenu qu'elles interviennent après la date moyenne de ponte fixée au 15 décembre, date qui se vérifie sur les cours d'eau inventoriés pour les frayères. Les températures moyennes journalières les plus faibles sont enregistrées sur le Laudon, l'Ire et le Rui d'Angon et les plus froides sur l'Eau morte, la Bornette et le Rui d'Entrevernes, précédemment identifiés comme étant des milieux plus chauds.

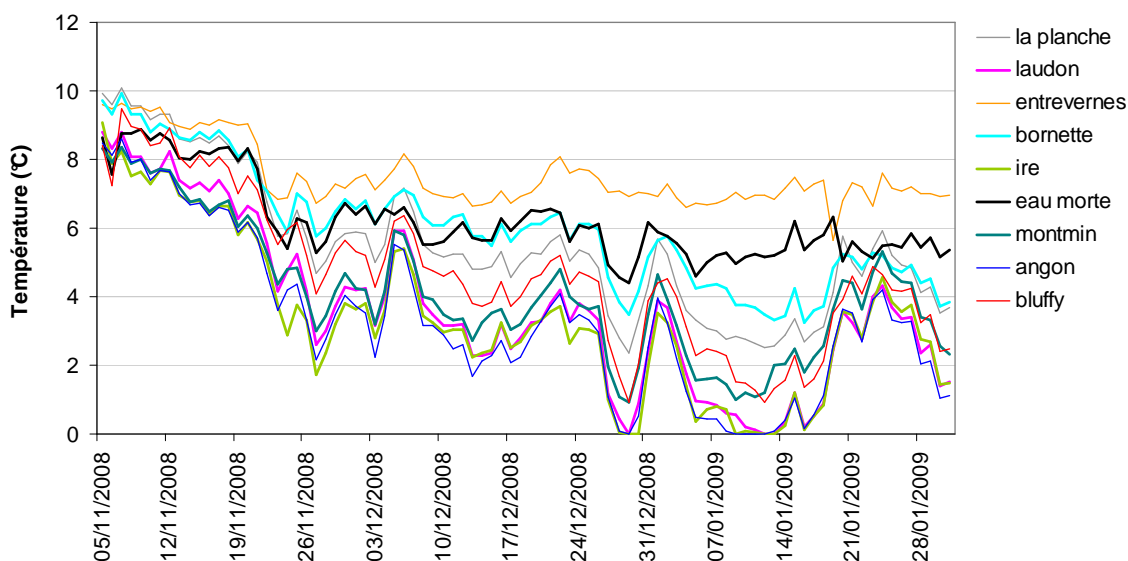


Figure 9 : Courbes des températures moyennes journalières entre le 05/11/2008 et le 31/01/2009 sur les secteurs aval des tributaires du lac d'Annecy.

Le risque de développement de la PKD est identifié sur seulement trois secteurs sur l'ensemble du bassin du lac d'Annecy dont l'aval du Laudon (*Figure 10*). Sur quatre stations la durée où la température est supérieure à 15°C dépasse ou avoisine les 300 h ; même si le seuil du risque n'est pas dépassé ces secteurs nécessiteraient une surveillance.

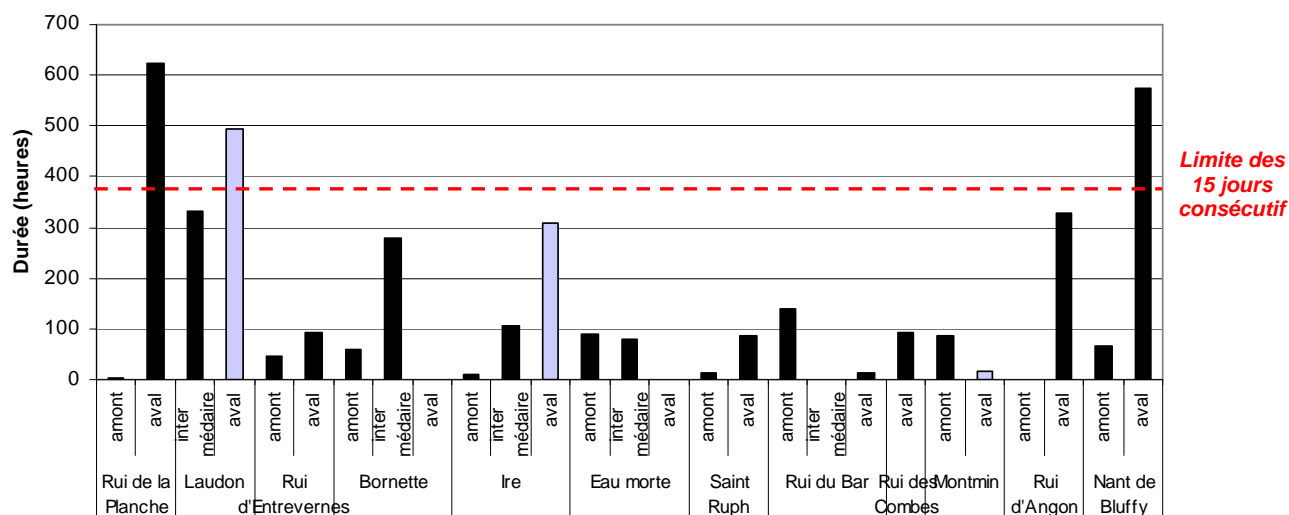


Figure 10 : Durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure ou égale à 15°C sur les stations amont - intermédiaire - aval des tributaires du lac d'Annecy.

→ L'analyse du facteur thermique ne permet pas d'expliquer les disparités entre les différentes populations de truites des cinq affluents principaux du lac d'Annecy. Les données de températures journalières durant la période de reproduction et la durée de la phase embryonnaire ne dissocient pas les cas de l'Ire et du Montmin des autres affluents. La sous-utilisation des surfaces potentielles de fraie de l'Ire et du Montmin s'expliqueraient donc par d'autres facteurs que la thermie.

Le secteur amont de la Bornette affiche une durée d'incubation (1^{ère} phase de la PEL) pouvant être limitante (134 jours) pour le développement des œufs ce qui pourraient contribuer au faible taux d'alevins dans la population observée en été 2009.

4. Historique du repeuplement

D'après l'historique sur 20 ans du repeuplement par secteur, les déversements pratiqués ne semblent pas suivre de cohérence flagrante interannuelle (*Figure 11*). Les quantités déversées et les origines des alevins (les trois principales Baulat, Chasey, Chauvey pour TRF et Laudon, la Puya et Louis Blanc pour TRL) peuvent être très variables d'un an à l'autre.

Depuis 2005, les repeuplements ont été stoppés sur les secteurs à sédentaires alors qu'ils sont toujours pratiqués sur les secteurs aval avec des individus 0+.

Des pêches exceptionnelles de géniteurs sont réalisées tous les hivers sur l'aval du Laudon car celui-ci séchait sur l'aval au moment de la fraie (cf. captage sur le Rui du Var). Ce même secteur ne subit pas de repeuplement en truite de lac.

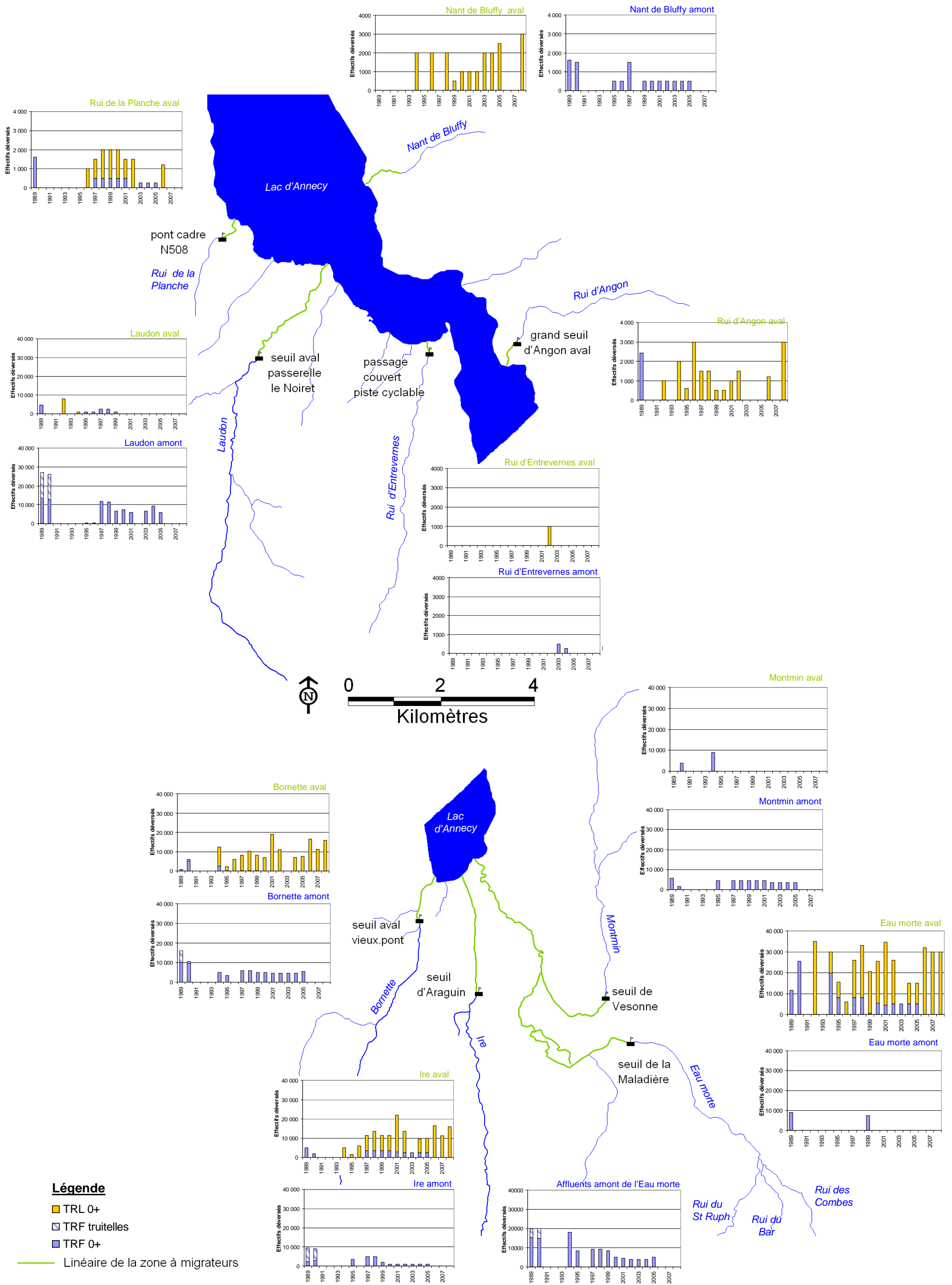


Figure 11 : Quantités d'alevins de truite fario de forme sédentaire et de forme lacustre déversés sur les secteurs à migrateurs et les secteurs à sédentaires de 1989 à 2008 sur les affluents du lac d'Annecy

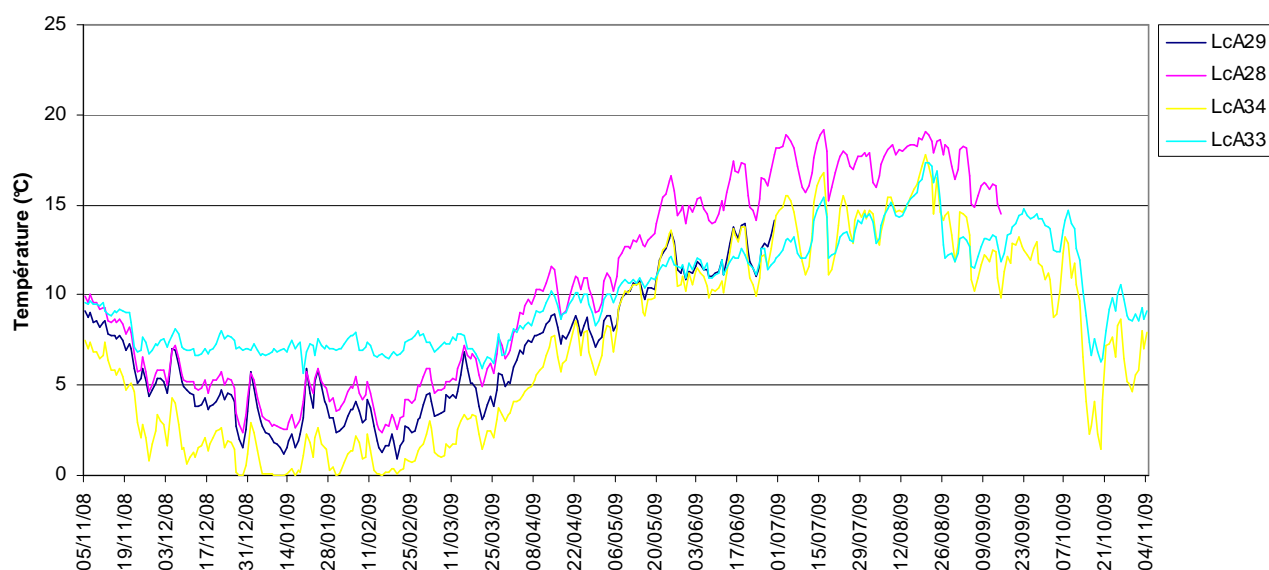
IV. RESULTATS DISCUTES PAR BASSIN

A. Rui de la Planche et rui d'Entrevernes

1. Thermie

1.1. Conditions thermiques générales

L'ensemble des stations affiche globalement le même profil de variations journalières annuel avec des températures journalières comprises entre 0 et 20°C (*Figure 12*). Cependant la station LcA 33 située à l'aval d'Entrevernes montre un profil est plus tamponné que les autres avec des températures entre 5 et 10°C en hiver et des températures dépassant rarement 15°C en été. Il est à noter que l'enregistrement de la sonde LcA 29 (Rui de la Planche amont) s'est stoppé avant la période estivale ; les 30 jours les plus chauds ne sont pas pertinents sur cette



station.

Figure 12 : Courbes des températures moyennes journalières calculées sur la période du 05/11/2008 au 04/11/2009 (sauf pour LcA 29 et 28, arrêt de l'enregistrement de la température le 30/06/2009 et 15/09/2009 respectivement) pour les 2 stations (amont et aval) respectivement du Rui de la Planche (LcA 29 et LcA 28) et du Rui d'Entrevernes (LcA 34 et LcA 33) concernées par le suivi thermique annuel.

1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale

Les températures maximales avoisinent les 20°C sur les 3 stations où la saison estivale a été prise en considération (*Figure 13*).

L'amplitude moyenne journalière est bien plus faible sur l'aval du Rui d'Entrevernes que sur l'aval du Rui de la Planche (autre indice d'un cours d'eau tamponné).

En parallèle la moyenne des 30 jours les plus chauds est plus élevée sur le bas du Rui de la Planche que sur le reste des stations étudiées ici. Sur le Rui d'Entrevernes cette variable ne varie pas que l'on se trouve en amont ou en aval du cours.

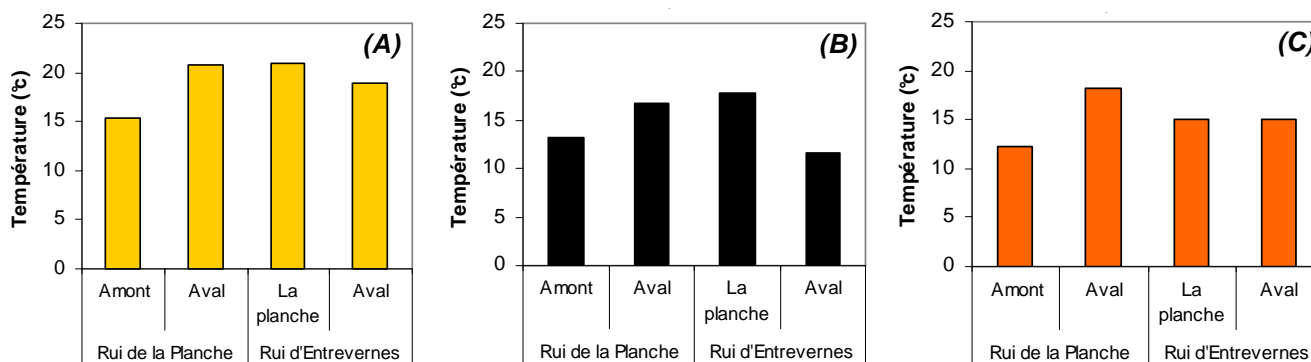


Figure 13 : Température instantanée maximale (A), amplitude thermique des moyennes journalières (B) et température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds sur les 2 stations (amont et aval) respectivement du Rui de la Planche et du Rui d'Entrevernes concernées par le suivi thermique annuel.

1.3. Période de croissance et préférendum thermique

Le secteur à l'aval du Rui d'Entrevernes étant tamponné présente une température de l'eau correspondant toute l'année au préférendum de la truite fario (4-19°C) (Figure 14). Sur les autres stations, ces conditions sont atteintes moins de 300 jours dans l'année. L'aval du Rui de la Planche affiche des conditions thermiques défavorables à la truite durant 285 h et une période de 12 h consécutives avec une température supérieure à 19°C.

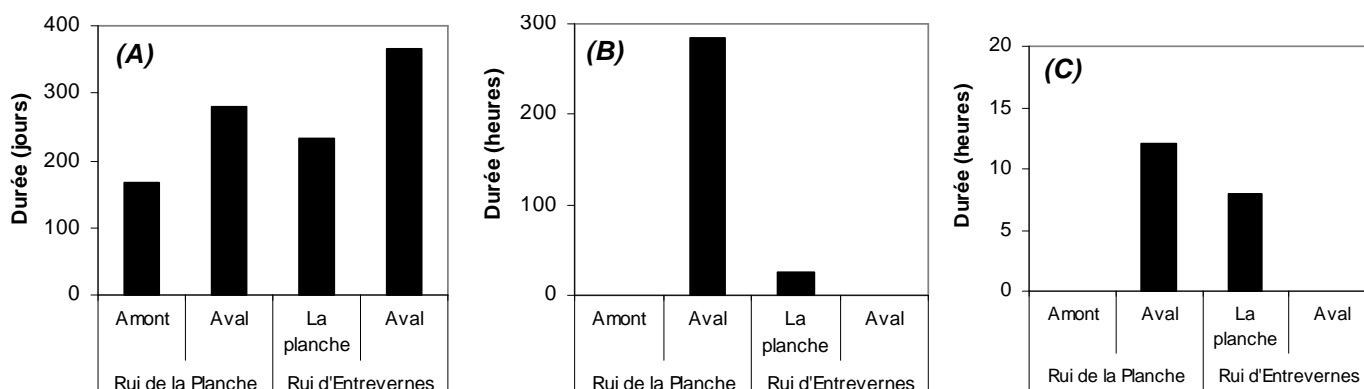
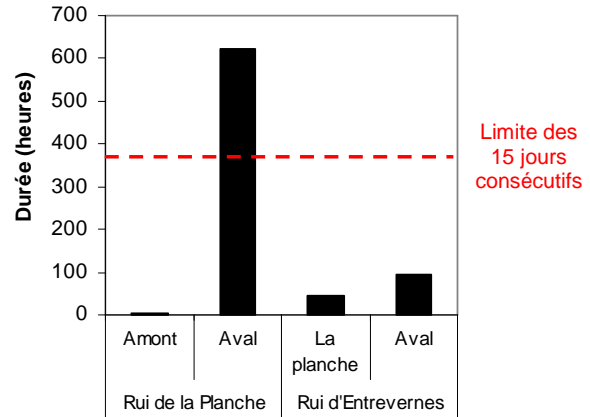


Figure 14 : Durée en jours du préférendum thermique de la truite commune *Salmo trutta* (A), durée en heures où la température est supérieure à 19°C (B) et durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure à 19°C (C) sur les 2 stations (amont et aval) respectivement du Rui de la Planche et du Rui d'Entrevernes concernées par le suivi thermique annuel.

1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD

Les résultats précédents ont mis en évidence des températures extrêmes sur l'aval du rui de la planche qui se retrouvent sur la Figure 15 avec 623 h (soit environ 26 jours) consécutives où la température dépasse 15°C. Seule cette station sur ces deux cours d'eau présente donc un risque potentiel important de développer la PKD.

Figure 15 : Durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure ou égale à 15°C sur les 2 stations (amont et aval) respectivement du Rui de la Planche et du Rui d'Entrevernes concernées par le suivi thermique annuel.



1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire

La Phase Embryo-Larvaire (PEL) se déroule sur une période d'environ 150 jours en moyenne sur ces deux petits cours d'eau avec des variations de durée entre l'amont et l'aval (**Figure 16**). Même si la durée globale de la PEL sur le Rui d'Entrevernes est satisfaisante (< 150 jours), la durée d'incubation des œufs (1^{ère} phase de la PEL) est limitante sur le secteur amont durant l'hiver 2008 (> 130 jours) ce qui peut entraîner de lourdes conséquences sur leur survie.

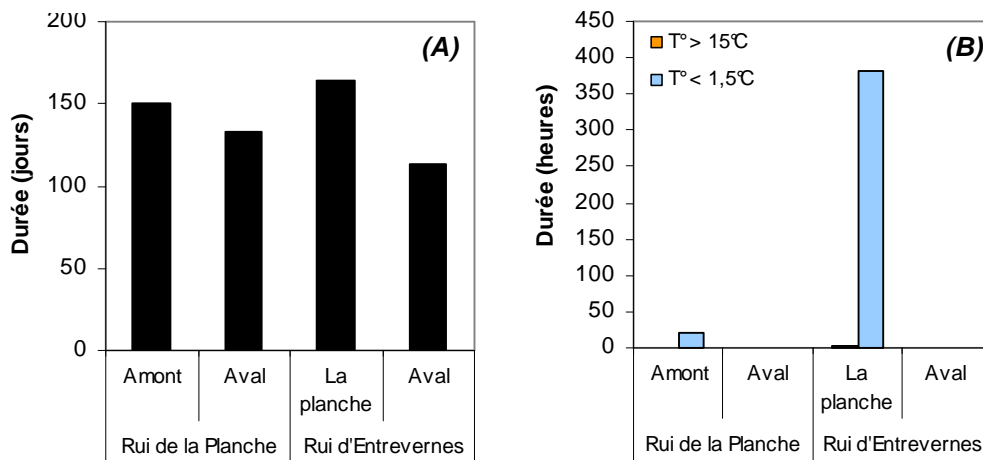


Figure 16 : Durée totale en jours de la phase embryo-larvaire de la vie sous graviers (de la fécondation à l'émergence) (A) et durée en heures des séquences maximales durant laquelle la température est restée en dessous de 1,5°C et au dessus de 15°C pendant la période de développement embryo-larvaire (B) sur les 2 stations (amont et aval) respectivement du Rui de la Planche et du Rui d'Entrevernes concernées par le suivi thermique annuel.

2. Caractéristiques du peuplement piscicole

- Rui de la Planche

Les populations de truites du Rui de la Planche sont fonctionnelles et équilibrées par rapport à la FMS de la confluence avec le lac jusqu'au lieu-dit la Planche (*Figure 17*) présentant une densité moyenne estimée de 280 individus / 100 m², valeur qui contraste fortement avec le secteur des sources où la densité estimée est de 6 ind. / 100 m².

- Rui d'Entrevernes

Seul l'extrême aval du Rui d'Entrevernes montre un caractère piscicole (soit moins de 15% du linéaire du cours principal) (*Figure 18*). De plus la zone à migrateurs longue d'à peine 250 m linéaire accueille 10 fois plus d'individus de truite qui sont pour les ¾ des alevins (estimation de 800 individus 0+ sur la zone à migrateurs) que la zone à sédentaires où aucun juvénile n'a été répertorié.

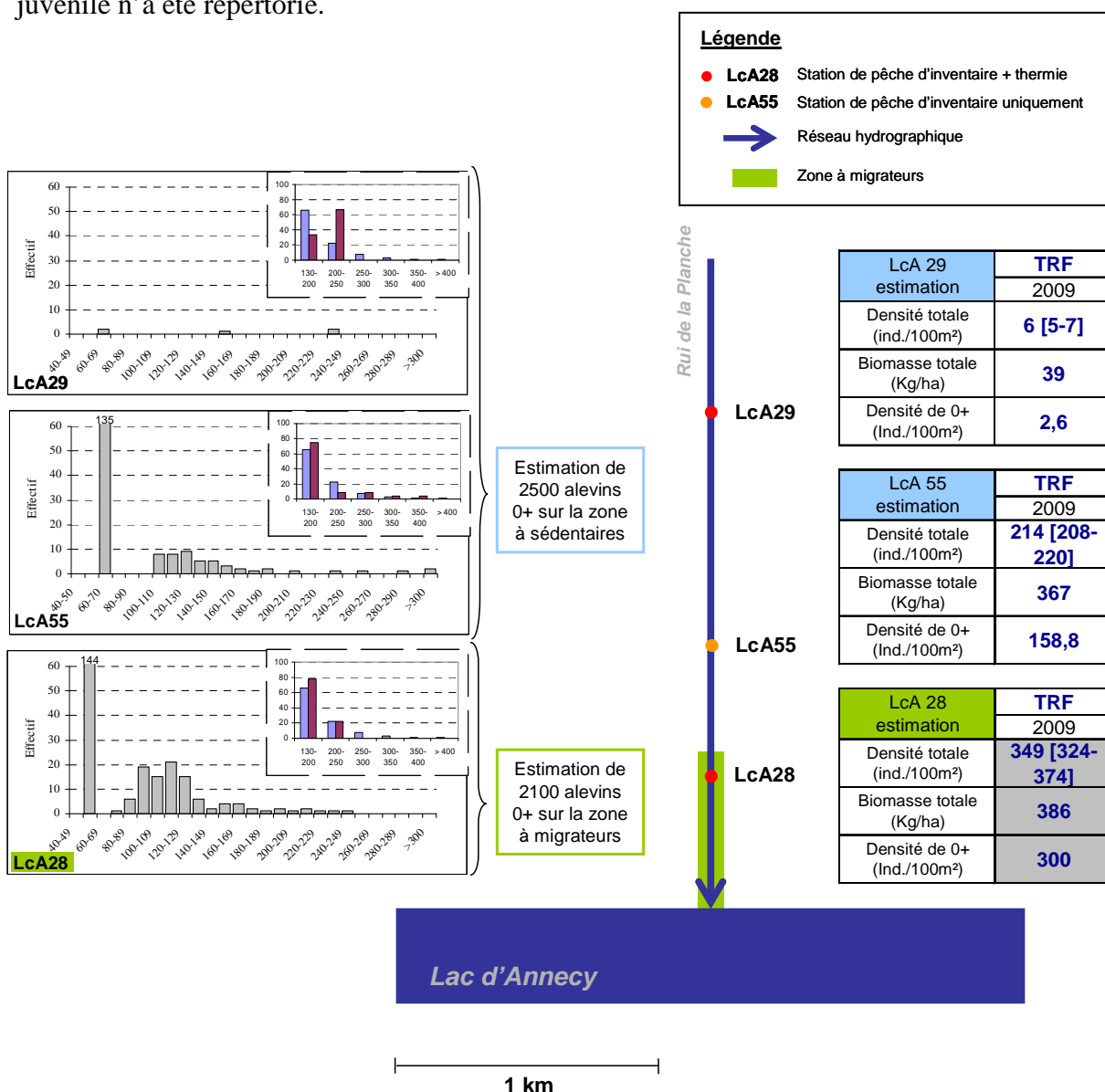
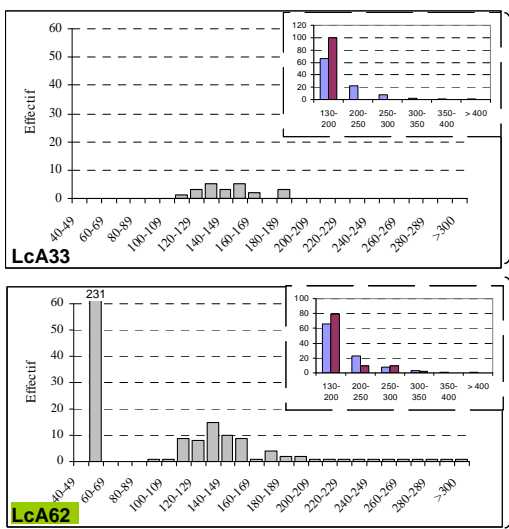
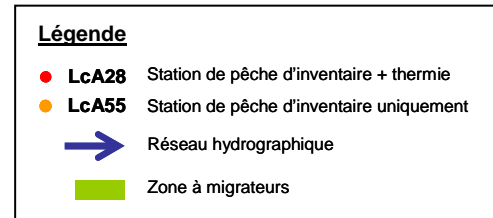
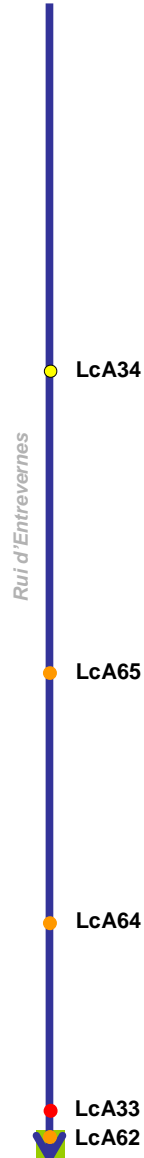


Figure 17 : Synthèse des résultats relatifs au peuplement piscicole du Rui de la Planche. De gauche à droite : structure des populations de truite fario (gris) et comparaison des fréquences de taille relatives (prune) aux fréquences moyennes standards du département (bleu) ; stocks estimés de truites fario (*Salmo trutta*).



Pas d'alevins 0+ sur la zone à sédentaires

Estimation de 800 alevins 0+ sur la zone à migrateurs



LcA65 } Apiscolles
LcA64 }

LcA 33 estimation	TRF 2009
Densité totale (ind./100m ²)	21 [19-23]
Biomasse totale (Kg/ha)	80
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	0
LcA 62 estimation	TRF 2009
Densité totale (ind./100m ²)	288 [279-297]
Biomasse totale (Kg/ha)	427
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	221,1

Lac d'Annecy

2 km

Figure 18 : Synthèse des résultats relatifs au peuplement piscicole du Rui d'Entrevernes. De gauche à droite : structure des populations de truite fario (gris) et comparaison des fréquences de taille relatives (prune) aux fréquences moyennes standards du département (bleu) ; stocks estimés de truites fario (*Salmo trutta*).

3. Historique du repeuplement

De 1996 à 2006, la majorité des alevins de truite déversés sur l'aval du Rui de la Planche sont de souche lacustre et concerne des quantités entre 1000 à 1500 individus 0+ (*Figure 19*) soit presque deux fois moins que la quantité présente estimée sur la zone à migrateurs (2100 alevins) (*Figure 17*).

Concernant le Rui d'Entrevernes, seuls trois ans de repeuplement ont eu lieu entre 2002 et 2004. Les densités naturelles de poissons sur ce cours d'eau, notamment sur la zone à sédentaires où aucun alevin n'a été observé au moment de la campagne de pêches de 2009, sont inférieures à celles du Rui de la Planche.

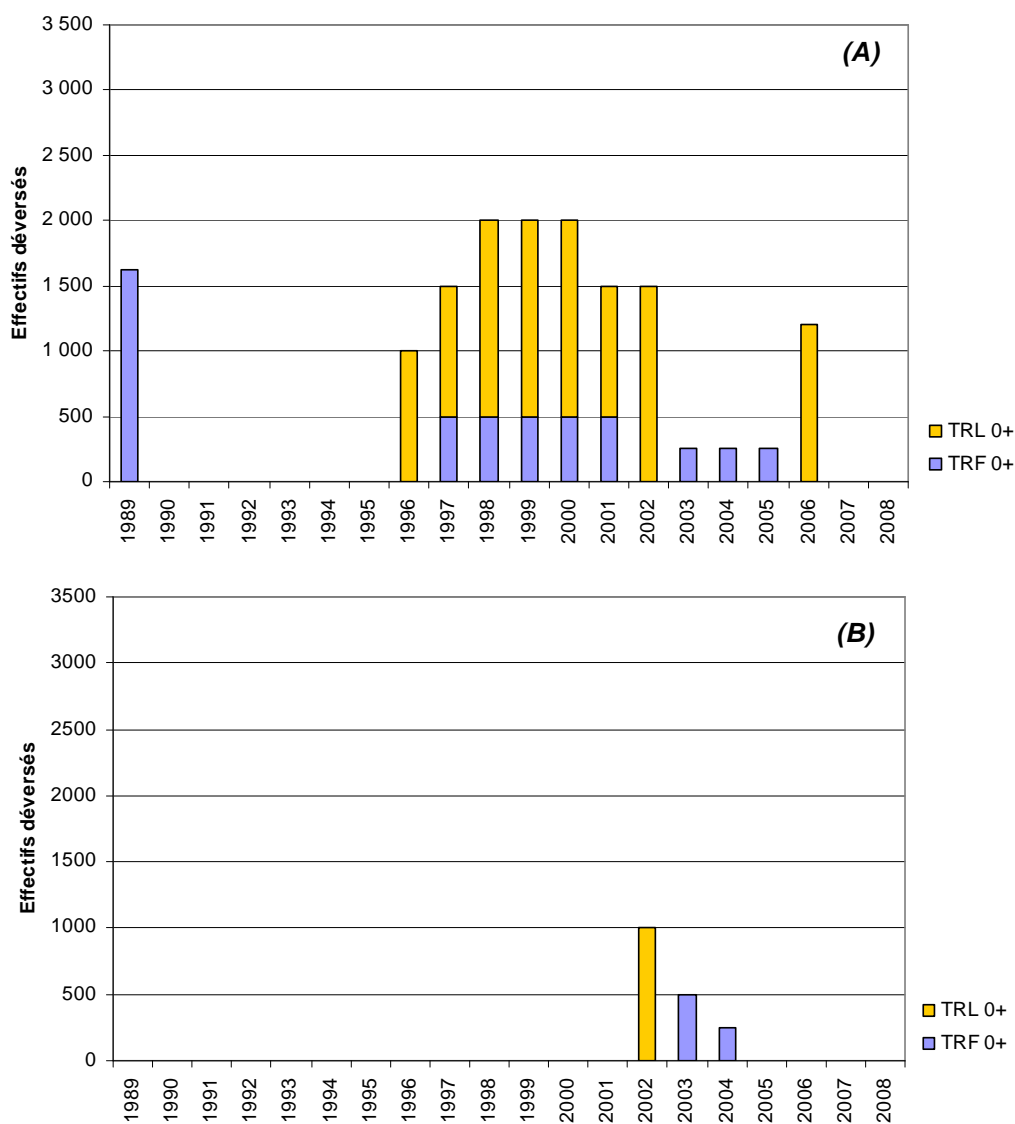


Figure 19 : Evolution des quantités repeuplées en alevins (0+) entre 1989 et 2008 sur le bassin du Rui de la Planche (A) et celui du Rui d'Entrevernes (B).

B. Laudon

1. Thermie

1.1. Conditions thermiques générales

Le profil des moyennes des températures instantanées journalières est similaire sur l'ensemble des stations du Laudon. Cependant la station aval LcA05 affiche des températures estivales bien supérieures aux autres avec des pics supérieurs à 20°C entre mi juillet et mi août (*Figure 20*).

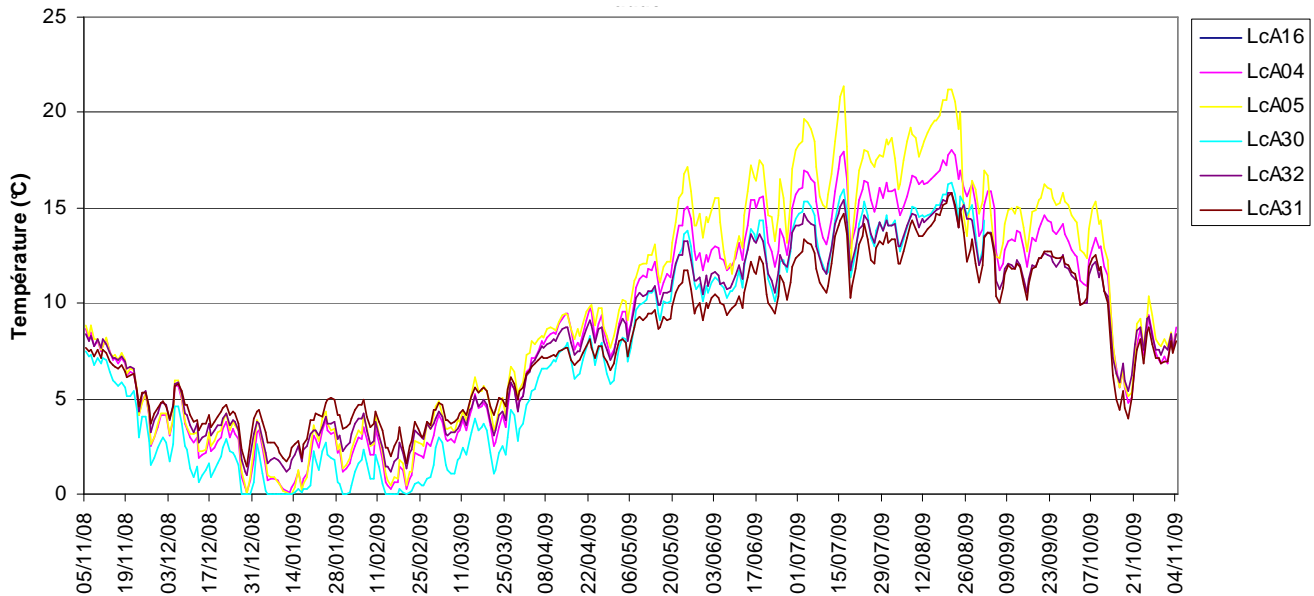


Figure 20 : Courbes des températures moyennes journalières calculées sur la période du 05/11/2008 au 04/11/2009 (sauf pour LcA 30 arrêt de l'enregistrement de la température le 01/09/2009) pour les 3 stations sur le Laudon (LcA 16, LcA 04 et LcA 05) et les 3 stations des affluents (Rui de St Eustache LcA 30, LcA 32 et Nant du Cruet LcA 31) concernées par le suivi thermique annuel.

1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale

Le cours principal du Laudon montre une température instantanée maximale entre 20 et 24°C alors que celle des affluents avoisine 17°C (*Figure 21*). En parallèle, les amplitudes de moyennes journalières et les températures moyennes des 30 jours les plus chauds sont plus élevées sur le cours principal du Laudon que sur les affluents (valeurs voisines de 15°C pour les deux paramètres). Un dysfonctionnement de la sonde d'enregistrement de températures LcA 16 nous prive de données thermiques sur la partie amont du Laudon au dessus de la confluence avec son affluent le Rui de St Eustache.

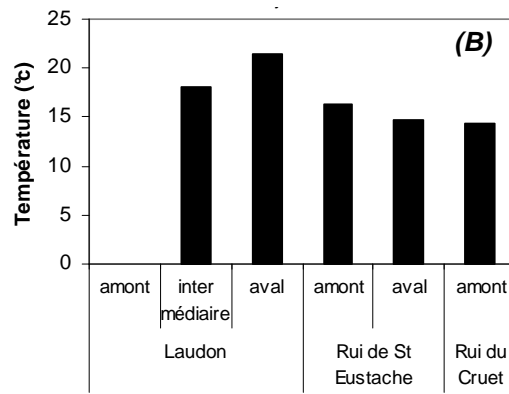
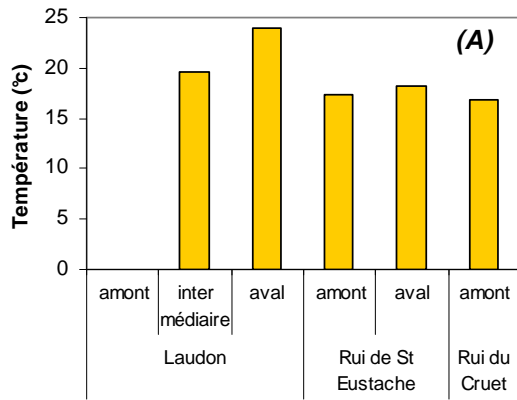


Figure 21 : Température instantanée maximale (A), amplitude thermique des moyennes journalières (B) et température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (C) sur les stations concernées par le suivi thermique annuel : 3 sur le Laudon et les 3 sur ses affluents.

1.3. Période de croissance et préférendum thermique

Le Laudon et ses affluents présentent les caractéristiques du préférendum thermique de la truite fario sur moins des $\frac{3}{4}$ d'une année (Figure 22-A). Le problème pointé sur le cours principal concerne une température supérieure à 19°C pendant une durée totale d'environ 24 jours (soit 563 h) (Figure 22-B). Par ailleurs des températures froides pénalisent la truite fario sur l'amont du Rui de St Eustache.

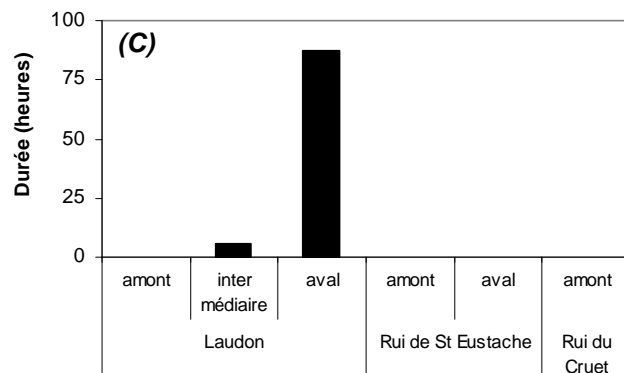
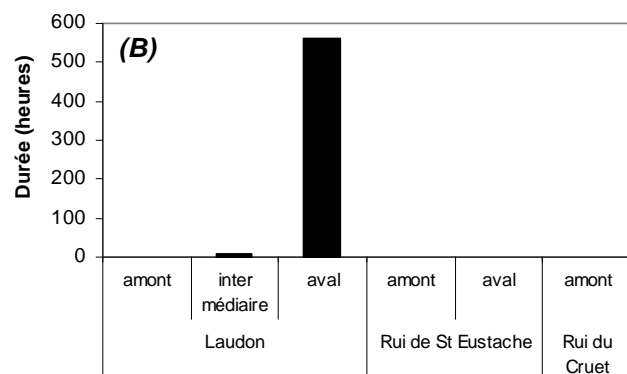
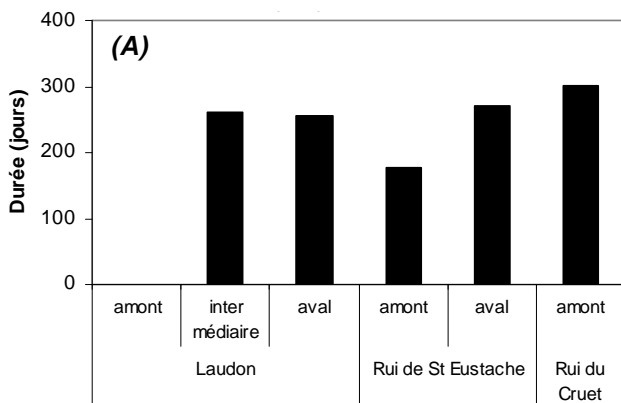


Figure 22 : Durée en jours du préférendum thermique de la truite commune *Salmo trutta* (A), durée en heures où la température est supérieure à 19°C (B) et durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure à 19°C (C) sur les stations concernées par le suivi thermique annuel : 3 sur le Laudon et les 3 sur ses affluents.

1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD

Seul le cours principal du Laudon présente un risque potentiel important de développer la PKD notamment la zone soumise aux migrations (*Figure 23*). Le secteur un peu plus en amont reste à surveiller car la séquence maximale durant laquelle la température est supérieure à 15°C avoisine les 15 jours (soit 331 h).

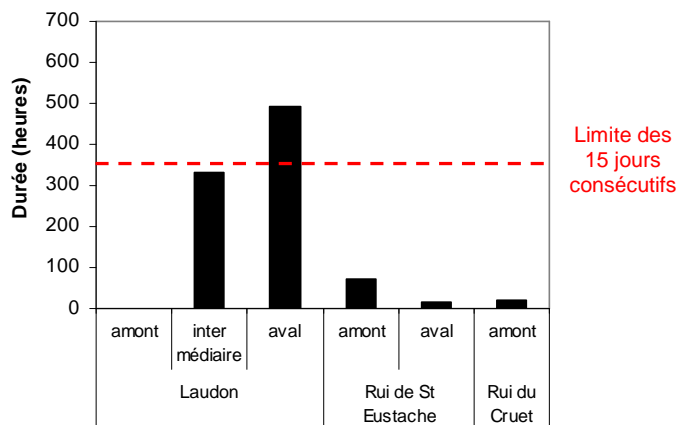


Figure 23 : Durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure ou égale à 15°C sur les stations concernées par le suivi thermique annuel : 3 sur le Laudon et les 3 sur ses affluents.

1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire

La phase embryo-larvaire dure environ 150 jours sur tout le bassin du Laudon (*Figure 24-A*). Durant celle-ci, ce sont essentiellement les températures basses inférieures à 1,5°C qui affectent le plus les alevins émergents en particuliers sur l'amont du Rui de St Eustache (*Figure 24-B*).

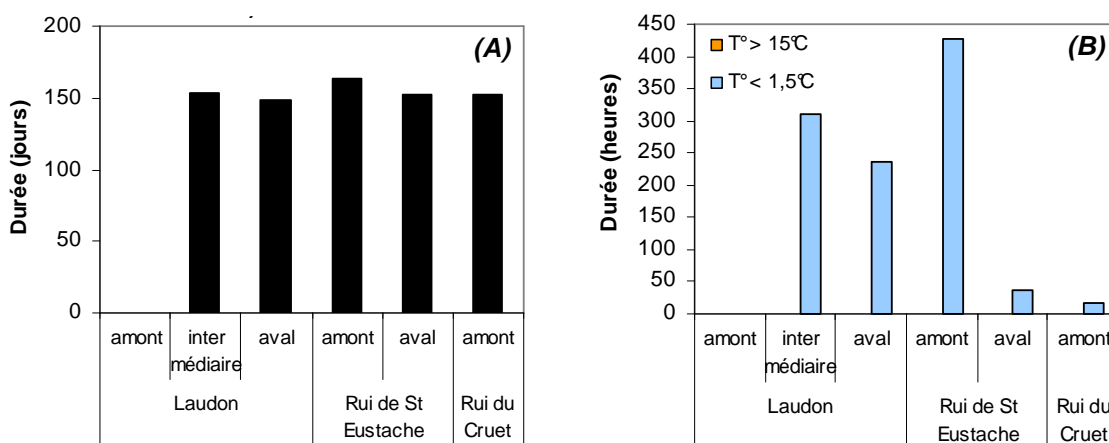


Figure 24 : Durée totale en jours de la phase embryo-larvaire de la vie sous graviers (de la fécondation à l'émergence) (A) et durée en heures des séquences maximales durant laquelle la température est restée en dessous de 1,5°C et au dessus de 15°C pendant la période de développement embryo-larvaire (B) sur les stations concernées par le suivi thermique annuel : 3 sur le Laudon et les 3 sur ses affluents.

2. Caractéristiques du peuplement piscicole

La densité estimée moyenne de truites communes sur la zone à migrateurs (77 ind/100m²) se chiffre environ au double que celle sur la zone à sédentaires (40 ind/100m²) (*Figure 25*). Pour autant ces densités sont bien inférieures à celles observées sur les ruisseaux de la Planche et d'Entrevernes.

Une grande quantité d'alevins issus de la reproduction naturelle a été observée sur la partie aval du Laudon (du lac jusqu'à la confluence avec le Rui de St Eustache). Ceux-ci représentent environ 80% des individus observés sur la zone à migrateurs alors que ce pourcentage tombe à 40% en amont sur la zone à sédentaires. Concernant ce dernier secteur, la reproduction y est nettement moins présente sur la partie amont (au dessus de la confluence avec le Rui de St Eustache) que sur la partie aval.

Les relevés de frayères montrent deux secteurs préférentiellement sur la zone à migrateurs pour la fraie des truites : les secteurs en aval de la station LcA 57 avec 9 frayères pour 1000m² et un second en aval de la station LcA 22 avec un nombre de 7 frayères pour 1000 m². Les estimations chiffrent à 9900 alevins sur la zone à migrateurs et 6900 alevins pour la zone à sédentaires.

Sur la zone à truite sédentaire, les densités estimées au moment de la campagne 2009 sont nettement supérieures à celles estimées à partir des pêches de la campagne de 1998. Cette tendance n'est pas vérifiée pour la station de référence sur le secteur aval. A l'époque, seul la station LcA 22 référençait des alevins non observées sur les stations plus en amont.

En comparant les fréquences de taille relatives observées à celles de la FMS il apparaît que les populations de truites sont déséquilibrées sur presque l'ensemble du bassin du Laudon avec une forte densité d'individus entre 13 et 20 cm (*Figure 26*). Cependant le petit affluent du Rui du Cruet se place comme l'exception du bassin avec une petite population bien structurée.

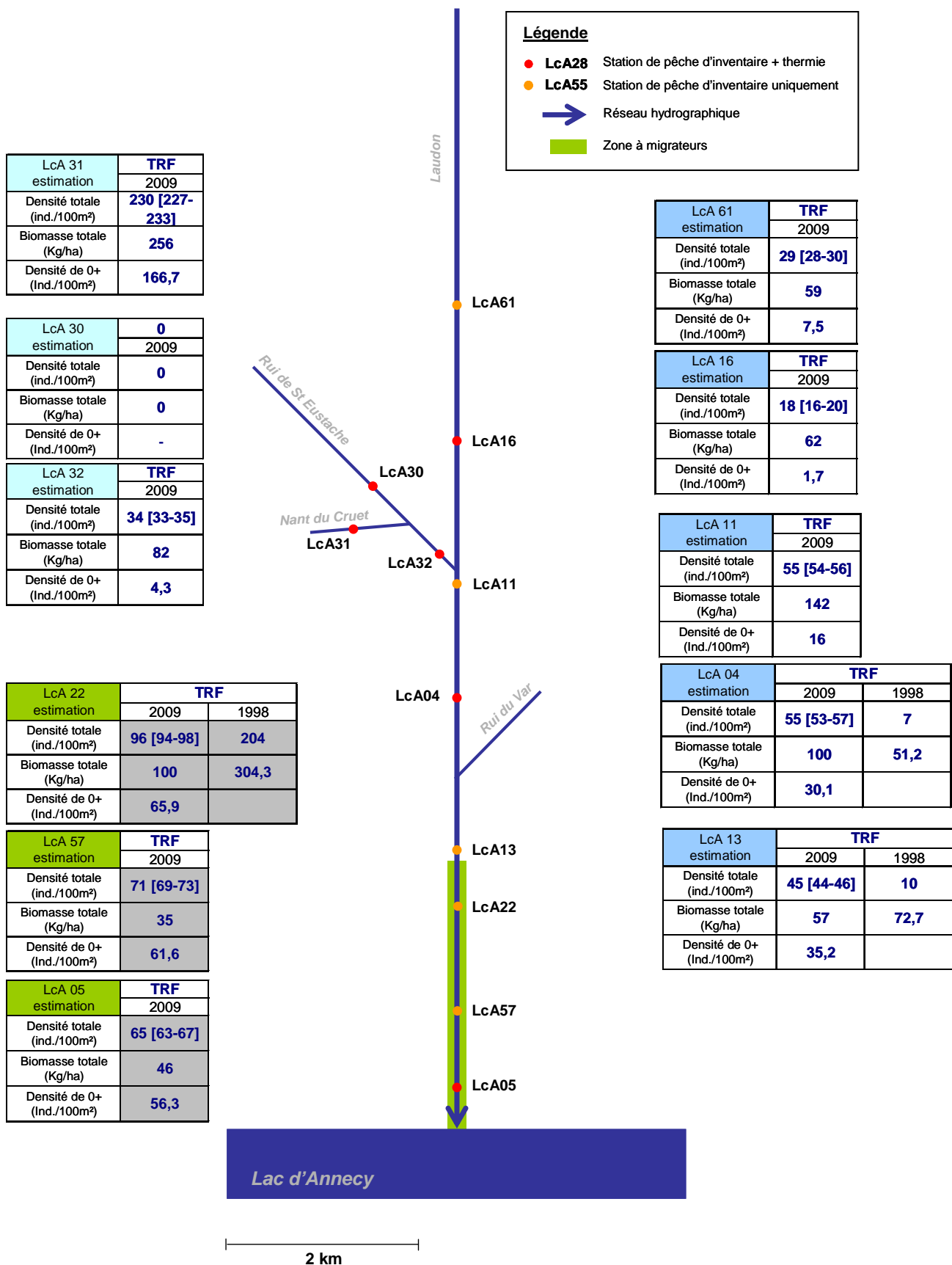


Figure 25 : Résultats relatifs au peuplement piscicole du Laudon. Stocks estimés de truites fario (*Salmo trutta*) lors de la campagne d'étude de 2009 et les campagnes antérieures.

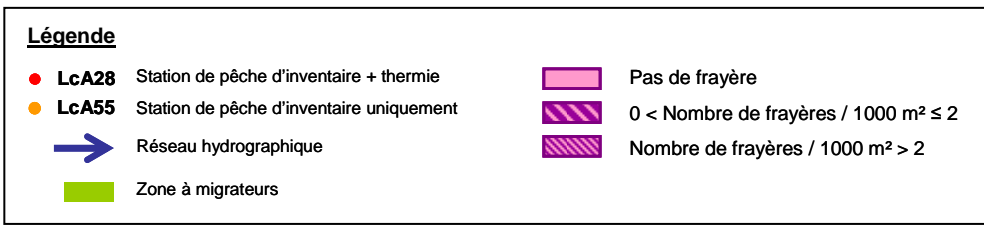
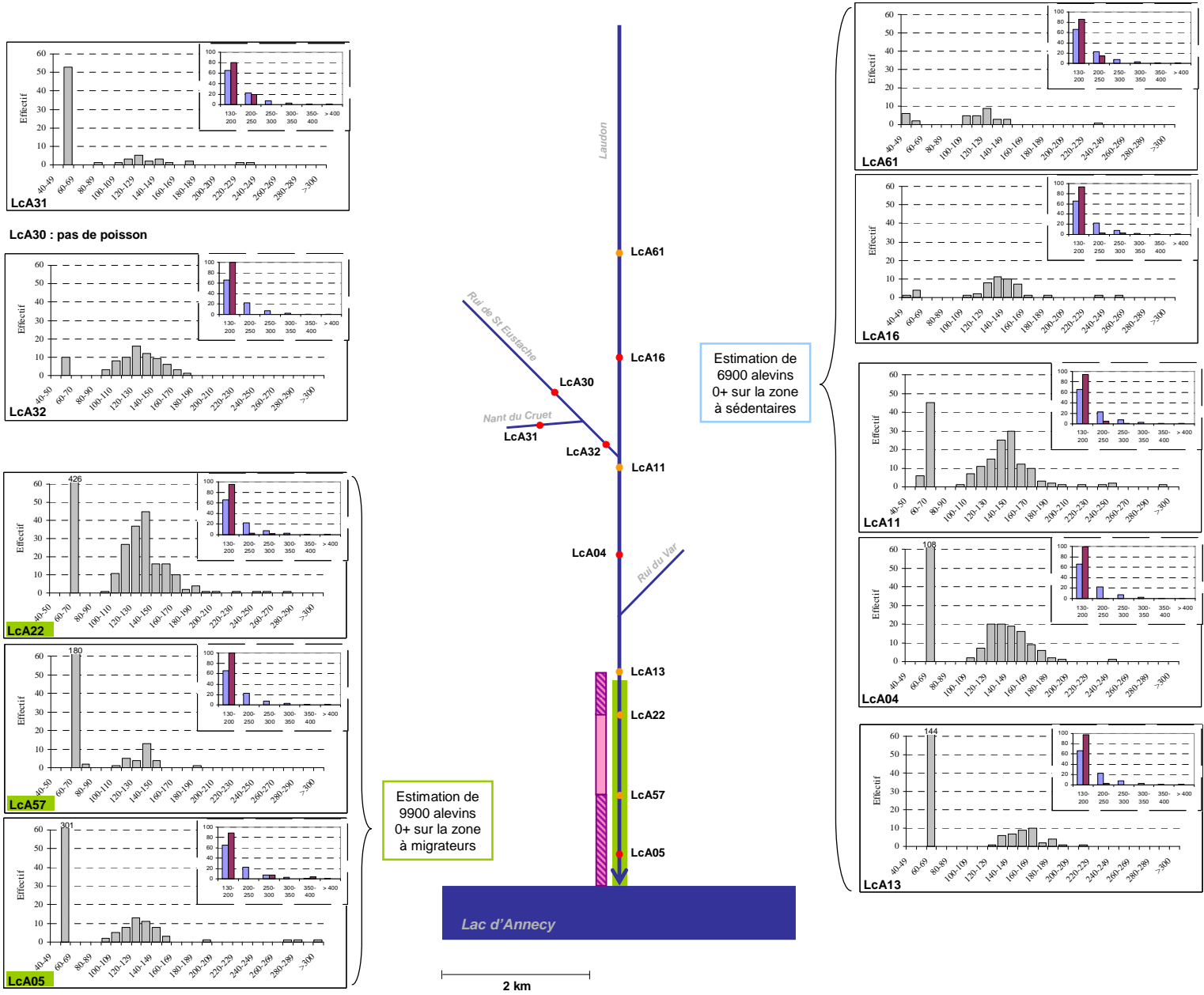


Figure 26 : Résultats relatifs au peuplement piscicole du Laudon. Structure des populations de truite fario (gris) et comparaison des fréquences de taille relatives (prune) aux fréquences moyennes standards du département (bleu) ; localisation et densités des frayères observées en 2008-2009.

3. Historique du repeuplement

Les déversements de poissons sur le Laudon concernent uniquement des alevins de truites de souche sédentaire avec pour les dix dernières années des quantités entre 5250 et 6500 individus (*Figure 27*).

Le Laudon est le seul tributaire du lac d'Annecy non repeuplé en truite de souche lacustre.

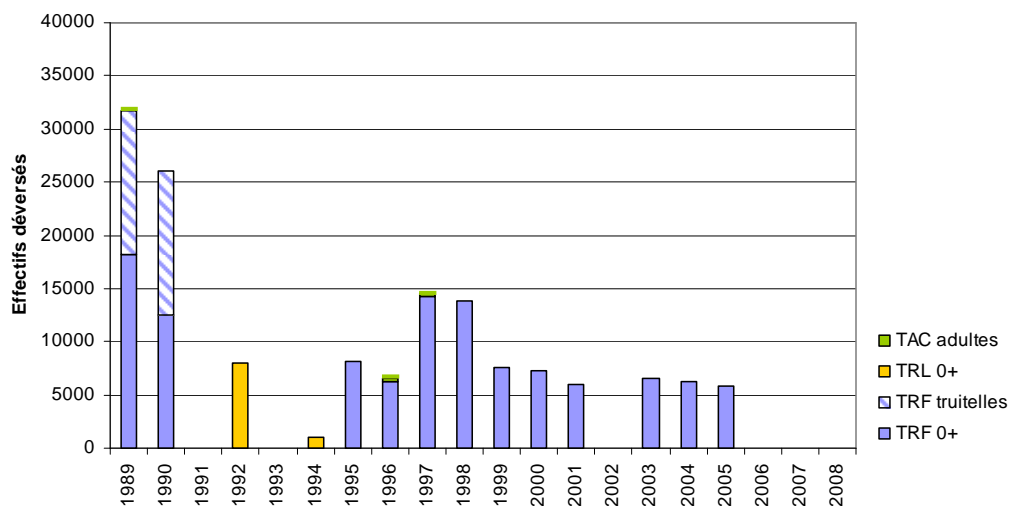


Figure 27 : Evolution des quantités repeuplées en alevins (0+), en truitelles et en adultes entre 1989 et 2008 sur le bassin du Laudon

C. La Bornette

1. Thermie

1.1. Conditions thermiques générales

Les courbes des températures moyennes journalières présentent la même allure sur l'ensemble du bassin de la Bornette. La station LcA 35 se démarque des autres par son profil plus tamponné qui s'explique par un cours d'eau de petite taille, milieu beaucoup plus réactif aux variations de températures. L'enregistrement des températures pour les stations LcA 51 et LcA 35 s'est arrêté au moment de la période estivale (*Figure 28*). Le traitement de données devra prendre en considération ce manque de données.

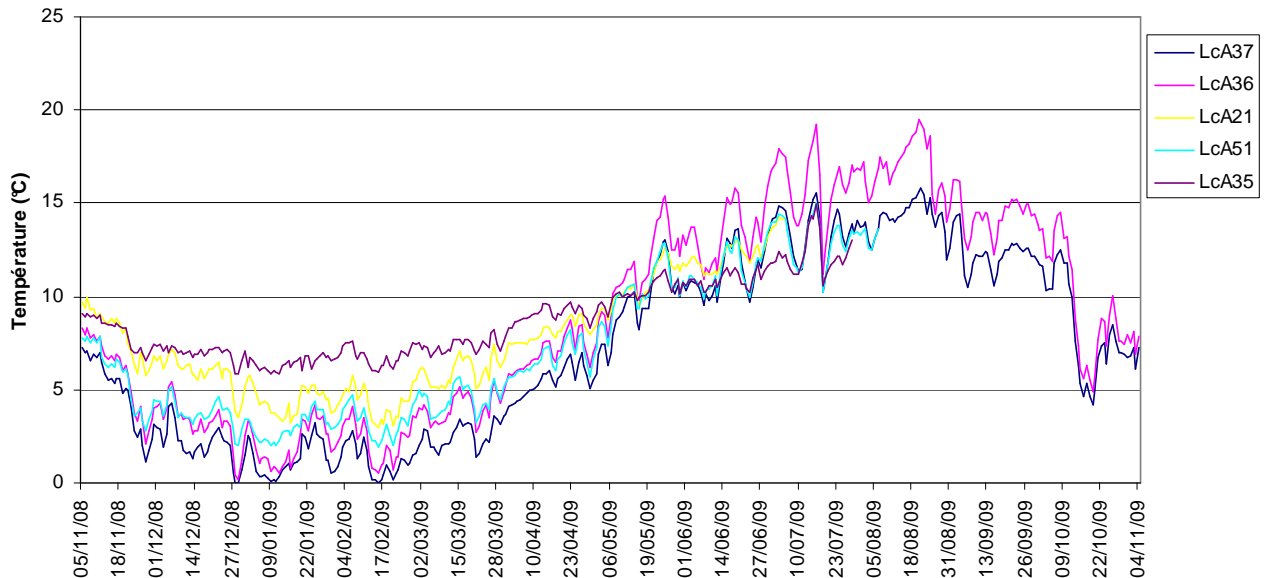


Figure 28 : Courbes des températures moyennes journalières calculées sur la période du 05/11/2008 au 04/11/2009 (sauf pour LcA 21, LcA 51 et LcA 35 arrêt de l'enregistrement de la température le 05/07/2009, le 06/08/2009 et le 28/07/2009 respectivement) pour les 3 stations de la Bornette (LcA 37, LcA 36 et LcA 21) et les 2 stations des affluents (Rui de la Mine LcA 51 et Rui de Lathuille LcA 35) concernées par le suivi thermique annuel.

1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale

Les températures maximales enregistrées sur le bassin de la Bornette sont comprises entre 15 et 23°C, avec les bornes extrêmes répertoriées sur les stations aval et intermédiaire du cours principal de la Bornette (*Figure 29*). Les amplitudes thermiques sont plus importantes sur l'amont et la partie intermédiaire du cours principal de la Bornette. La même tendance se vérifie sur la moyenne des températures des 30 jours les plus chauds, avec cependant un bémol pour les valeurs attribuées aux deux affluents.

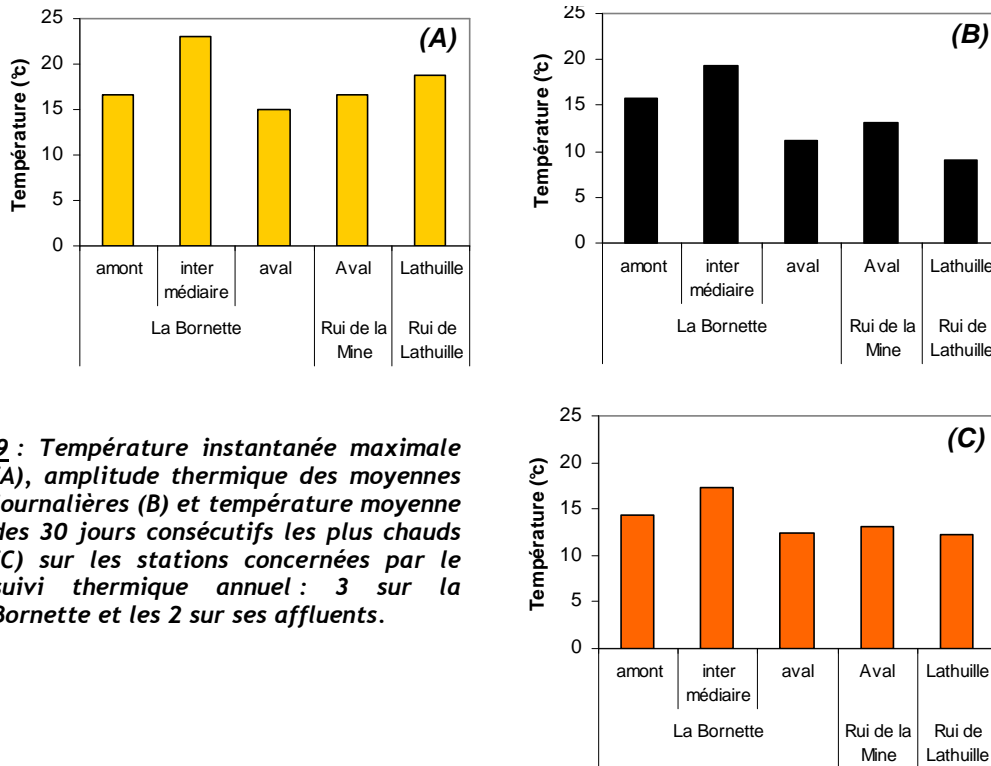


Figure 29 : Température instantanée maximale (A), amplitude thermique des moyennes journalières (B) et température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (C) sur les stations concernées par le suivi thermique annuel : 3 sur la Bornette et les 2 sur ses affluents.

1.3. Période de croissance et préférendum thermique

Les conditions du préférendum thermique de la truite fario sont atteintes sur le bassin de la Bornette pendant des durées de 186 à 266 jours (**Figure 30-A**). Les températures supérieures à 19°C concernent uniquement la station intermédiaire du cours principal de la Bornette (**Figure 30-B et C**).

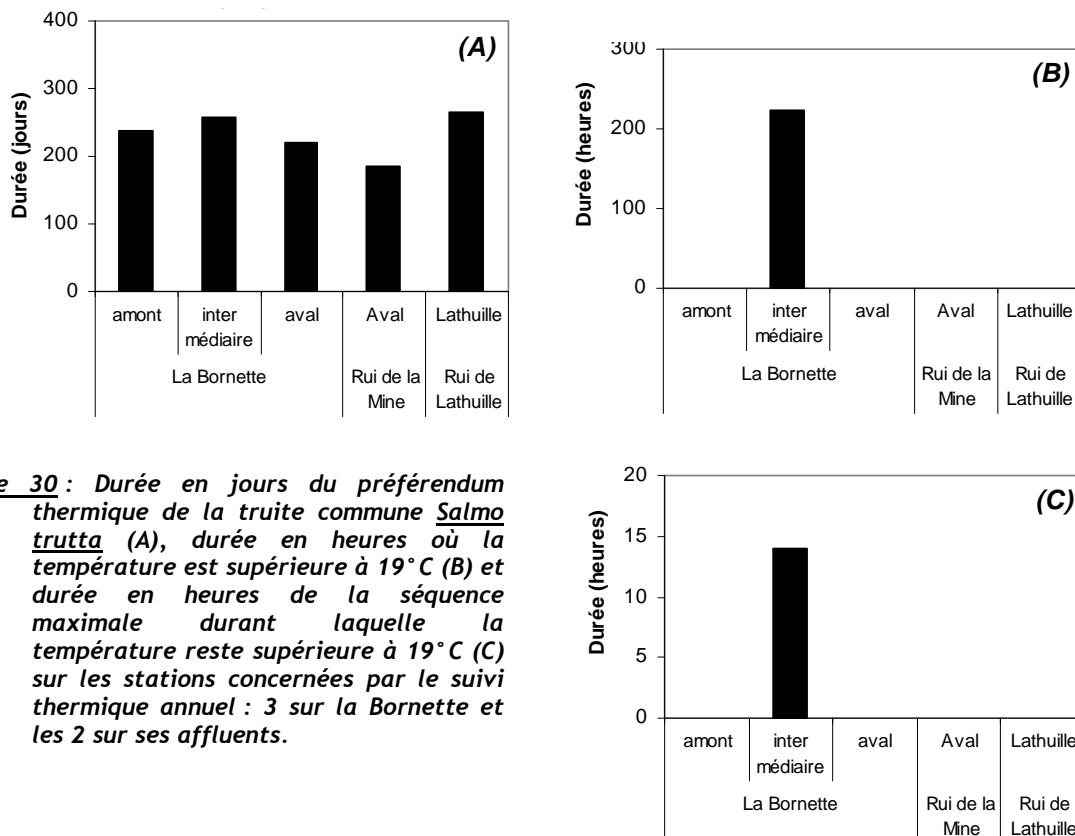


Figure 30 : Durée en jours du préférendum thermique de la truite commune *Salmo trutta* (A), durée en heures où la température est supérieure à 19°C (B) et durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure à 19°C (C) sur les stations concernées par le suivi thermique annuel : 3 sur la Bornette et les 2 sur ses affluents.

1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD

Même si les résultats précédents identifient la station intermédiaire de la Bornette comme étant une station plus « chaude », cette station comme toutes les autres du bassin de la Bornette ne présentent pas de risque potentiel au développement de la PKD. Sa séquence maximale où la température est supérieure à 15°C est égale à 280 h soit 11 jours et demi (Figure 31).

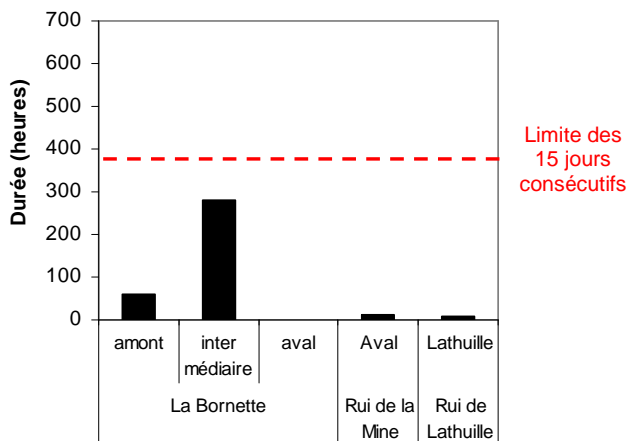


Figure 31 : Durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure ou égale à 15°C sur les stations concernées par le suivi thermique annuel : 3 sur la Bornette et les 2 sur ses affluents.

1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire

La PEL dure environ 150 jours sur l'ensemble des stations sauf sur celle du Rui de Lathuille où celle-ci s'étend sur 115 jours (Figure 32-A). Sur les secteurs amont et en particulier l'amont de la Bornette (séquence maximale de 378 h consécutives), les températures inférieures à 1,5°C sont limitantes pour le développement des œufs (durée de la période d'incubation supérieure à 130 jours) (Figure 32-B).

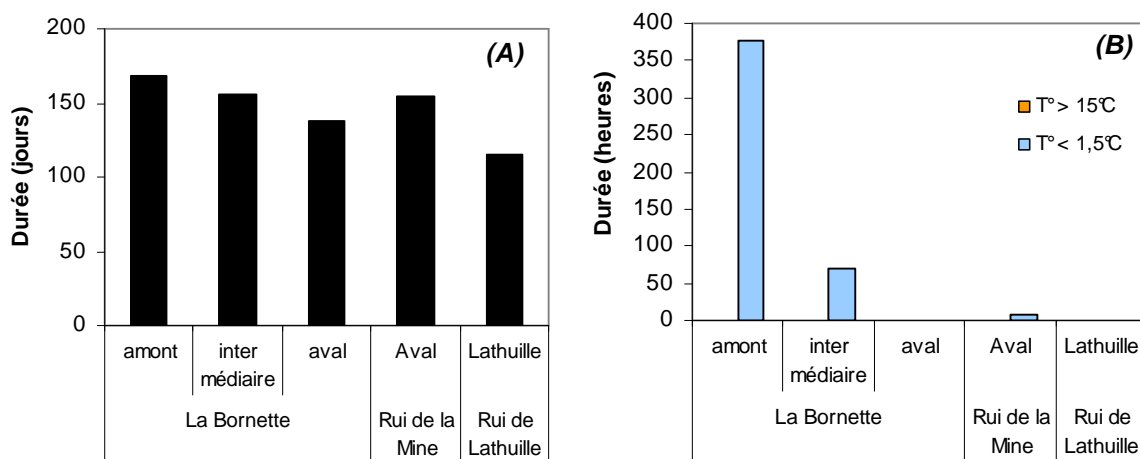


Figure 32 : Durée totale en jours de la phase embryo-larvaire de la vie sous graviers (de la fécondation à l'émergence) (A) et durée en heures des séquences maximales durant laquelle la température est restée en dessous de 1,5°C et au dessus de 15°C pendant la période de développement embryo-larvaire (B) sur les stations concernées par le suivi thermique annuel : 3 sur la Bornette et les 2 sur ses affluents.

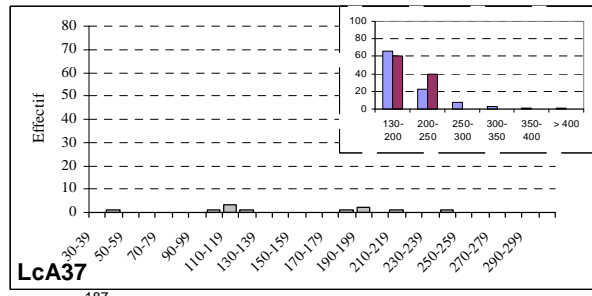
2. Caractéristiques du peuplement piscicole

Les populations de truite commune présentent une structure plutôt équilibrée sur presque tout le bassin de la Bornette (*Figure 33*) ; seule la station LcA27 montre un déséquilibre avec un manque de poissons de maille (20 à 25 cm).

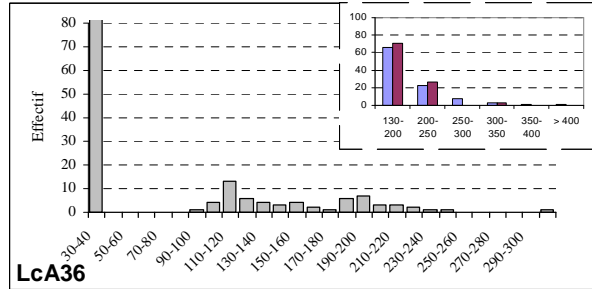
Les densités estimées au niveau de la confluence du Rui de Lathuile et l'affluent en lui-même sont bien plus faibles que les densités estimées sur les secteurs en amont et aval direct de ce secteur.

Sur la zone à migrateurs, les alevins de l'année représentent environ 90% des individus de la population de truites au moment des pêches électriques d'inventaire de la campagne 2009 ; il est estimé à 9000 individus 0+ sur l'ensemble de cette zone. La reproduction naturelle apparaît moyenne mais homogène sur l'ensemble de la zone à migrateurs (nombre de frayères inférieurs à 2 pour 1000 m²). La densité estimée élevée (270 alevins par 100 m²) au moment de l'inventaire montre un bon recrutement naturel au niveau de la station LcA 27. En montant vers l'amont, les densités d'alevins diminuent pour devenir quasiment nulle au dessus de la confluence du Rui de la Mine (LcA 37), les conditions thermiques hivernales étant limitantes.

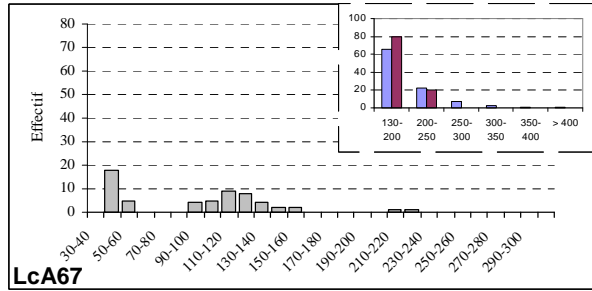
LcA 37 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	5 [#5]
Biomasse totale (Kg/ha)	26
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	0,4



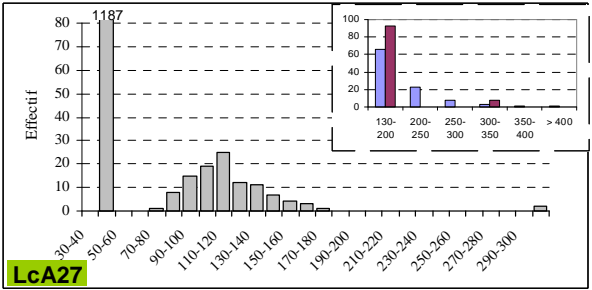
LcA 36 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	137 [132-142]
Biomasse totale (Kg/ha)	61
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	105,3



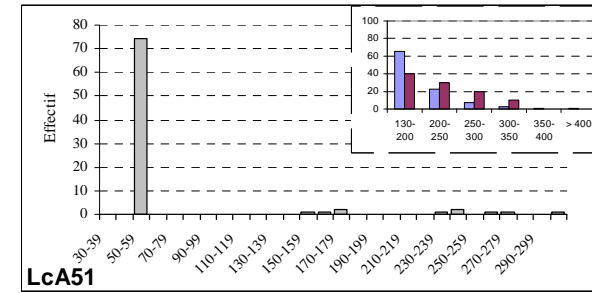
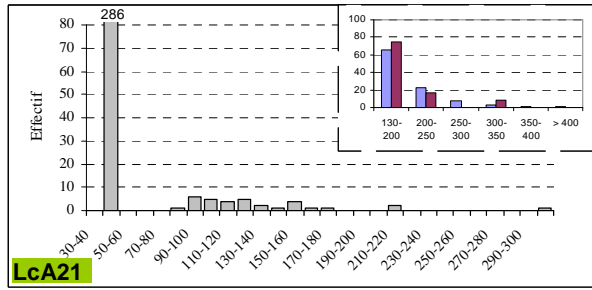
LcA 67 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	15 [#15]
Biomasse totale (Kg/ha)	23
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	6,1



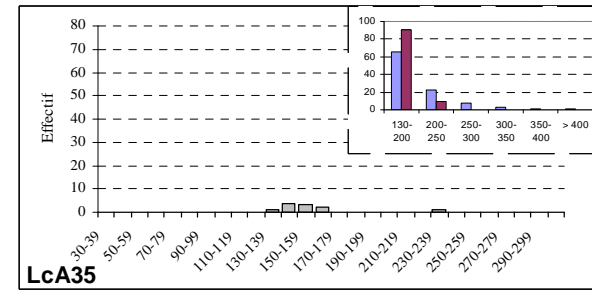
LcA 27 estimation	TRF	
Densité totale (ind./100m ²)	294 [291-297]	177
Biomasse totale (Kg/ha)	98	33,7
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	269,9	



LcA 21 estimation	TRF	
Densité totale (ind./100m ²)	54 [53-55]	59
Biomasse totale (Kg/ha)	30	13,9
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	48,4	



LcA 51 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	64 [52-76]
Biomasse totale (Kg/ha)	62
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	69,3



LcA 35 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	16 [#16]
Biomasse totale (Kg/ha)	76
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	0

Estimation de 7700 alevins 0+ sur la zone à sédentaires

Estimation de 9000 alevins 0+ sur la zone à migrateurs

Lac d'Annecy

1 km

Légende

- LcA28 Station de pêche d'inventaire + thermique
- LcA55 Station de pêche d'inventaire uniquement
- ➔ Réseau hydrographique
- ▬ Zone à migrateurs
- ▬ Pas de frayère
- ▬ 0 < Nombre de frayères / 1000 m² ≤ 2
- ▬ Nombre de frayères / 1000 m² > 2

Figure 33 : Résultats relatifs au peuplement piscicole de la Bornette. De gauche à droite : stocks estimés de truites fario (*Salmo trutta*) lors de la campagne d'étude 2009 et de campagnes antérieures ; Structure des populations de truite fario (gris) et comparaison des fréquences de taille relatives (prune) aux fréquences moyennes standards du département (bleu) ; localisation et densités des frayères observées en 2008-2009.

3. Historique du repeuplement

Depuis 1994, des alevins de truites de souche lacustre sont déversés dans la Bornette (**Figure 34**) ; les dix premières années les quantités déversées avoisinaient les 10000 individus soit environ la quantité estimée d'alevins sur l'ensemble de la zone à migrateurs avec cependant une exception en 2001 avec un alevinage de 19000 truites lacustres 0+. Depuis 2005, les quantités d'alevins déversés ont doublé par rapport aux années antérieures.

Concernant la truite de souche sédentaire, un repeuplement d'environ 5000 individus 0+ a eu lieu chaque année entre 1994 et 2005 (sauf en 1996).

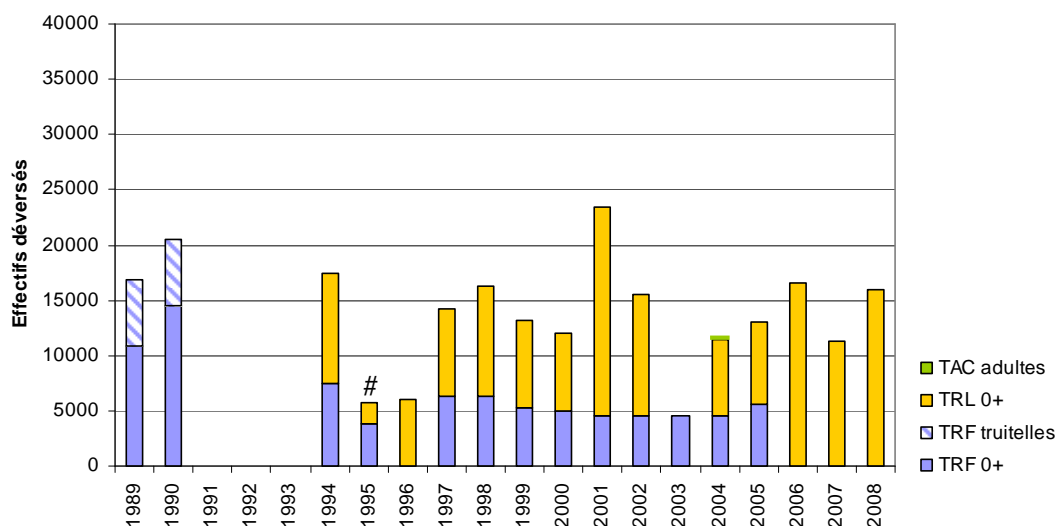


Figure 34 : Evolution des quantités repeuplées en alevins (0+), en truitelles et en adultes entre 1989 et 2008 sur le bassin de la Bornette ; # : en 1995, TRL déversées sous forme de 1+.

D. L'Ire

1. Thermie

1.1. Conditions thermiques générales

Tous les profils annuels de températures moyennes journalières montrent une même allure avec le gradient amont-aval respecté (*Figure 35*). La station LcA 38 située sur l'affluent Ruisseau de Chevalline affiche une courbe de températures plus tamponnées que celles du cours principal. L'enregistrement de la sonde LcA 18 s'est arrêté à la fin du mois de juillet, occultant donc la moitié de la période estivale.

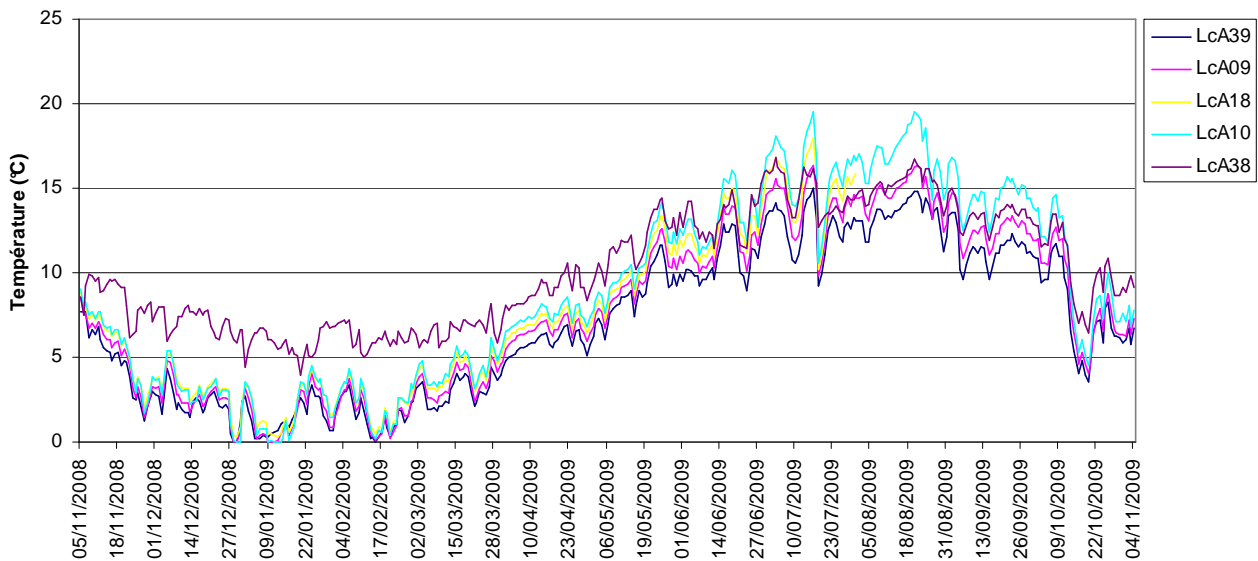


Figure 35 : Courbes des températures moyennes journalières calculées sur la période du 05/11/2008 au 04/11/2009 (sauf pour LcA 18, arrêt de l'enregistrement de la température le 31/07/2009) pour les 4 stations de l'Ire et la station du Ruisseau de Chevalline (son affluent) concernées par le suivi thermique annuel.

1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale

Les températures instantanées maximales sont comprises entre 17 et 23 °C ; le maximum étant enregistré sur le Ruisseau de Chevalline (*Figure 36-A*). Sur ce dernier, l'amplitude thermique est la plus basse (<15°C) du fait de la petite taille du milieu (*Figure 36-B*). Sur le cours principal de l'Ire, un gradient amont-aval pour chaque variable se marque bien avec des valeurs maximales à l'aval.

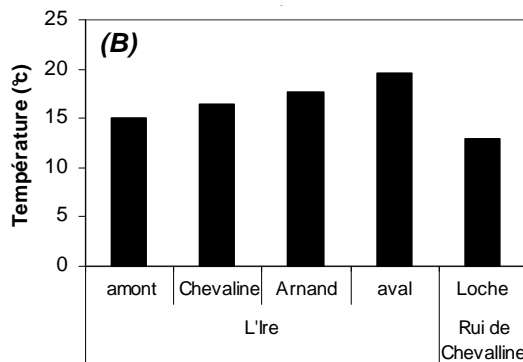
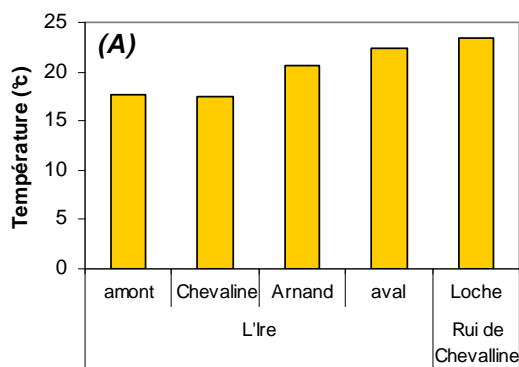
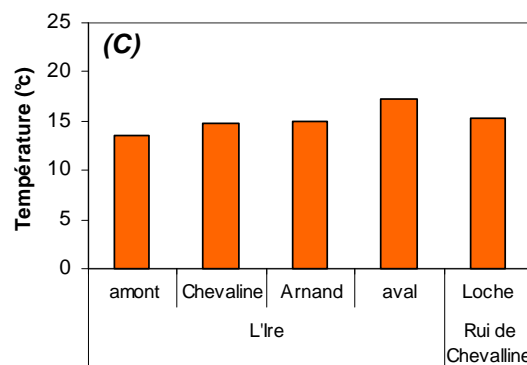


Figure 36 : Température instantanée maximale (A), amplitude thermique des moyennes journalières (B) et température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (C) sur les 4 stations de l'Ire et la station du Rui de Chevalline (son affluent) concernées par le suivi thermique annuel.



1.3. Période de croissance et préférendum thermique

Le préférendum thermique dure en moyenne 250 jours sur le cours principal de l'Ire (sans tenir compte de la station « Arnand » où l'enregistrement n'est pas complet) alors que sur l'affluent les températures plus tamponnées permettent de bonnes conditions de vie pour la truite toute l'année (Figure 37-A). La station aval de l'Ire montre un total cumulé de 200 h (soit plus de 8 jours) où la température dépasse 19°C avec une séquence maximale de 15 h (Figure 37-B et C).

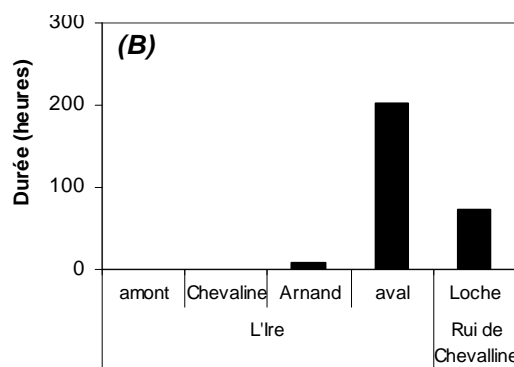
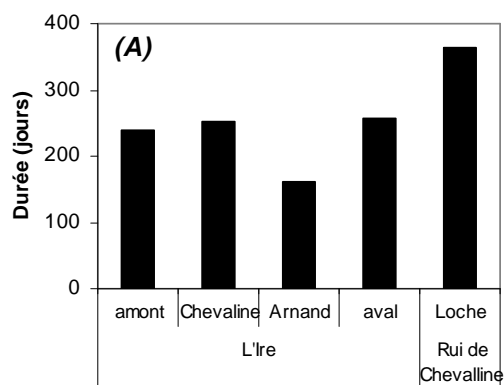
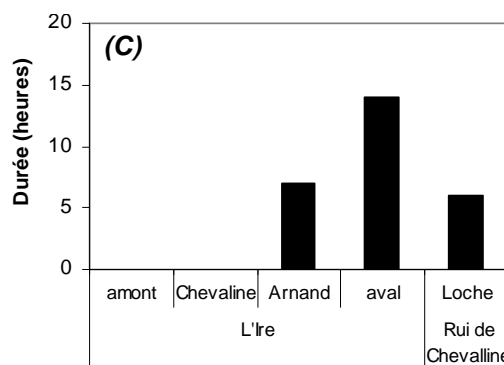


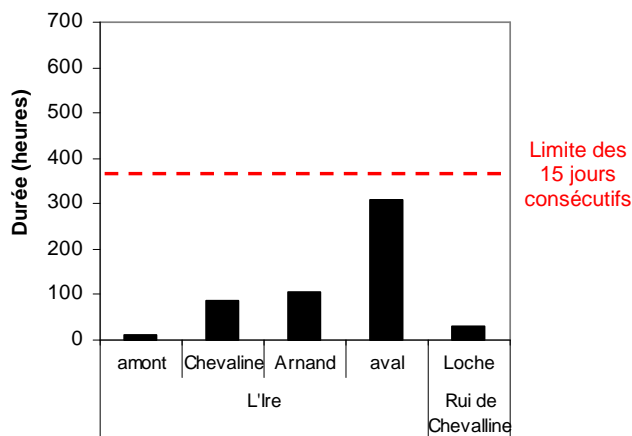
Figure 37 : Durée en jours du préférendum thermique de la truite commune *Salmo trutta* (A), durée en heures où la température est supérieure à 19°C (B) et durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure à 19°C (C) les 4 stations de l'Ire et la station du Rui de Chevalline (son affluent) concernées par le suivi thermique annuel.



1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD

Aucun risque de développer potentiellement la PKD n'est détecté sur l'ensemble du bassin de l'Ire (Figure 38). Cependant une surveillance sur l'aval de l'Ire pourrait être judicieuse étant donné que la séquence où la température est supérieure à 15°C est proche de la valeur seuil (309 h).

Figure 38 : Durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure ou égale à 15°C sur les 4 stations de l'Ire et la station du Rui de Chevalline (son affluent) concernées par le suivi thermique annuel.



1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire

La PEL se déroule sur une moyenne de 160 jours avec des valeurs légèrement décroissantes de l'amont à l'aval (Figure 39-A). Sur le Rui de Chevalline, celle-ci ne s'étant que sur 122 jours. Sur le cours principal de l'Ire, seules les températures inférieures à 1,5°C sont limitantes pour la PEL (Figure 39-B).

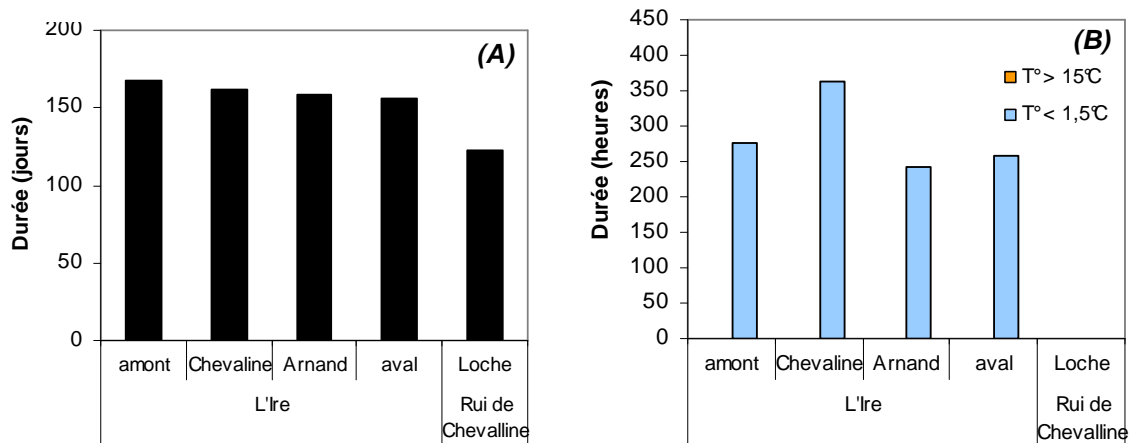


Figure 39 : Durée totale en jours de la phase embryo-larvaire de la vie sous graviers (de la fécondation à l'émergence) (A) et durée en heures des séquences maximales durant laquelle la température est restée en dessous de 1,5°C et au dessus de 15°C pendant la période de développement embryo-larvaire (B) sur les 4 stations de l'Ire et la station du Rui de Chevalline (son affluent) concernées par le suivi thermique annuel.

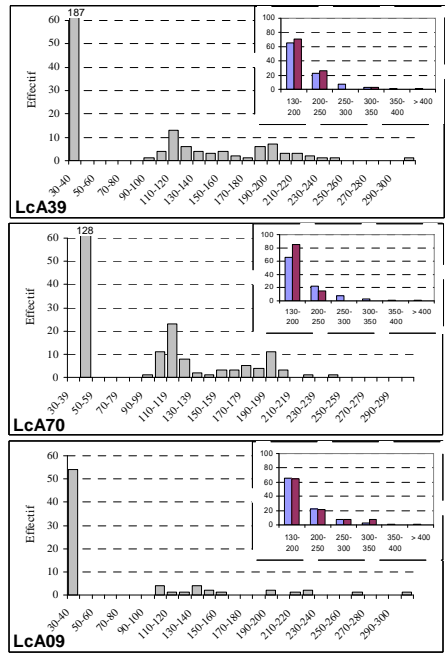
2. Caractéristiques du peuplement piscicole

Toutes les populations de truites du bassin de l'Ire affichent des structures équilibrées avec sur les secteurs amont à sédentaires, une distribution des fréquences relatives de taille très proche de celle standard définie pour le département de la Haute-Savoie (*Figure 40*).

Très peu de frayères ont été recensées sur la zone à migrants, uniquement deux sur la partie la plus aval. Même si le recensement des frayères n'a pas été réalisé sur le secteur amont de la zone à migrants, ce dernier montre une reproduction naturelle plus élevée qu'à l'aval (23 alevins/100 m²).

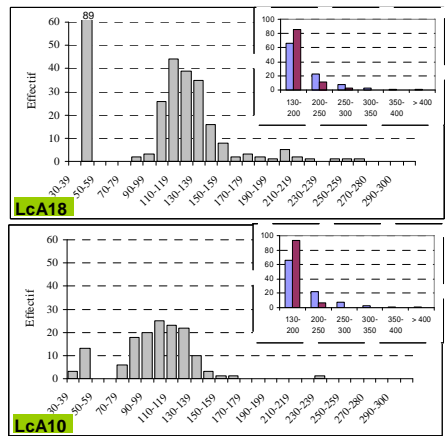
Contrairement aux autres tributaires du lac d'Annecy, l'Ire présente une densité d'individus 0+ de truite maximale sur la station amont. L'estimation d'alevins chiffre à 4600 leur nombre sur la zone à sédentaires alors que celui-ci ne serait que de 2600 sur la zone à migrants, une tendance inversée en comparaison aux autres affluents du lac.

LcA 39 estimation	TRF 2009	
Densité totale (ind./100m²)	60 [58-62]	
Biomasse totale (Kg/ha)	83	
Densité de 0+ (Ind./100m²)	46	
LcA 70 estimation	TRF 2009	
Densité totale (ind./100m²)	31 [30-32]	
Biomasse totale (Kg/ha)	46	
Densité de 0+ (Ind./100m²)	20,4	
LcA 09 estimation	TRF 2009	
Densité totale (ind./100m²)	11 [#11]	
Biomasse totale (Kg/ha)	20	
Densité de 0+ (Ind./100m²)	7,9	

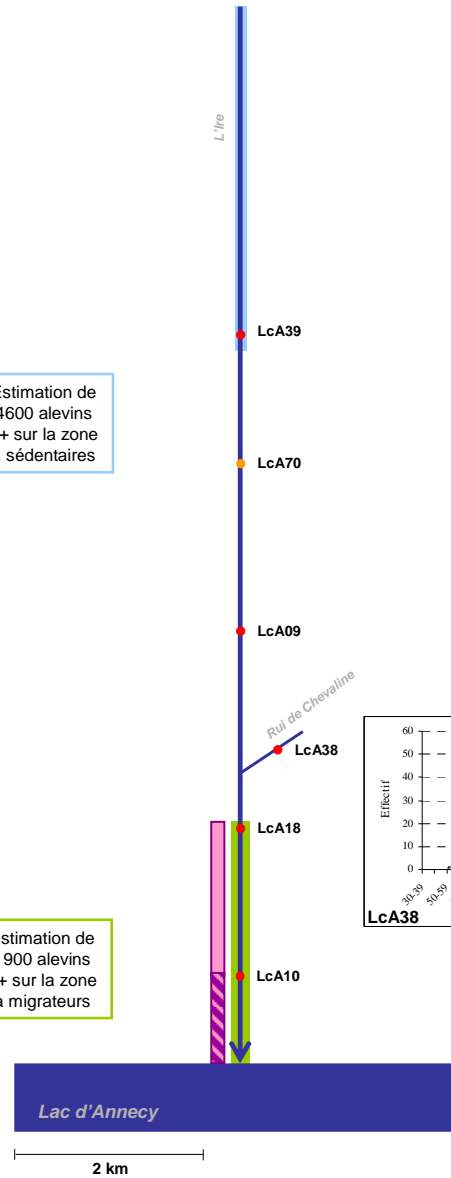


Estimation de 4600 alevins 0+ sur la zone à sédentaires

LcA 18 estimation	TRF 2009		1998
Densité totale (ind./100m²)	62 [60-64]	28	
Biomasse totale (Kg/ha)	118	76,6	
Densité de 0+ (Ind./100m²)	23,1		
LcA 10 estimation	TRF 2009		1998
Densité totale (ind./100m²)	19 [18-20]	69	
Biomasse totale (Kg/ha)	27	24,2	
Densité de 0+ (Ind./100m²)	2,3		

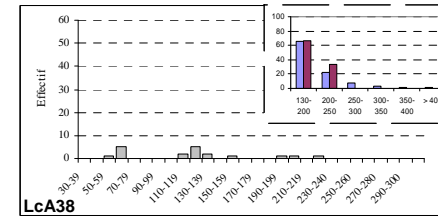


Estimation de 1900 alevins 0+ sur la zone à migrateurs



Légende

- LcA28 Station de pêche d'inventaire + thermie
- LcA55 Station de pêche d'inventaire uniquement
- LcA23 Station de thermie uniquement
- ➔ Réseau hydrographique
- Zone à migrateurs
- Réserve de pêche
- Pas de frayère
- 0 < Nombre de frayères / 1000 m² ≤ 2
- Nombre de frayères / 1000 m² > 2



LcA 38 estimation	TRF 2009	
Densité totale (ind./100m²)	39 [37-42]	
Biomasse totale (Kg/ha)	120	
Densité de 0+ (Ind./100m²)	12,5	

Figure 40 : Résultats relatifs au peuplement piscicole de l'Ire. De gauche à droite : stocks estimés de truites fario (*Salmo trutta*) lors de la campagne d'étude 2009 et de campagnes antérieures ; structure des populations de truite fario (gris) et comparaison des fréquences de taille relatives (prune) aux fréquences moyennes standards du département (bleu) ; localisation et densités des frayères observées en 2008-2009.

3. Historique du repeuplement

Le plan d'alevinage sur le bassin de l'Ire est comparable à celui effectué sur le bassin de la Bornette (**Figure 41**). Les quantités d'alevins de truite de souche lacustre déversées sont identiques sur ces deux cours d'eau, soit entre 5000 et 11000 individus 0+ avec une année exceptionnelle en 2001 avec un repeuplement de 19000 individus 0+.

Concernant la truite de souche sédentaire, les déversements d'alevins actuellement stoppés concernaient des quantités de 8500 juvéniles en 1997 décroissantes jusqu'en 2005 à 3500 individus.

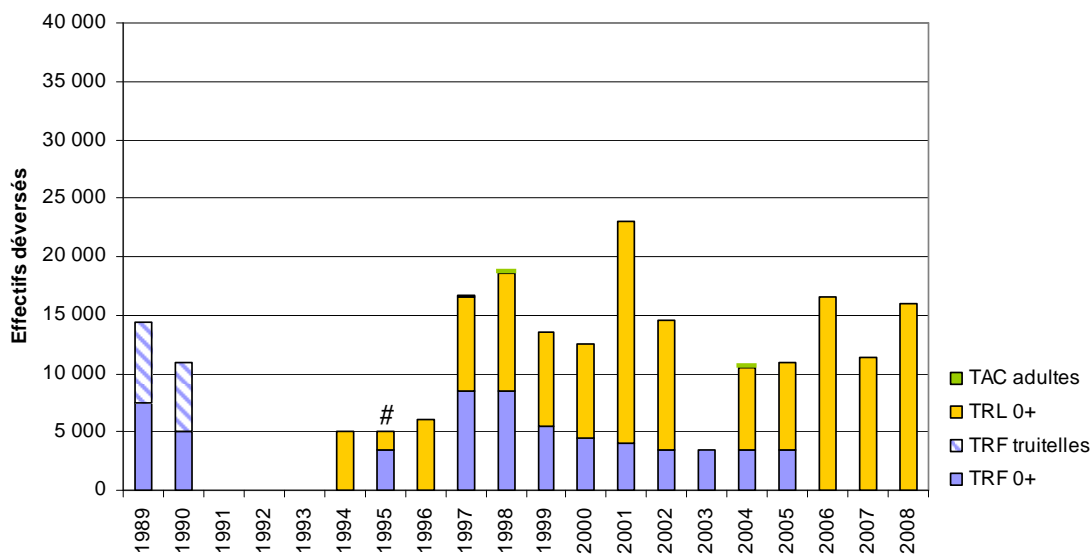


Figure 41 : Evolution des quantités repeuplées en alevins (0+), en truitelles et en adultes entre 1989 et 2008 sur le bassin de l'Ire ; # : en 1995, TRL déversées sous forme de 1+.

E. L'Eau morte et ses affluents : le Montmin, le Rui du St Ruph, le Rui du Bar, et le Rui des Combes

1. Thermie

1.1. Conditions thermiques générales

Les courbes annuelles des températures moyennes journalières de chaque station du bassin de l'Eau Morte présentent une même allure (*Figure 42*). Cependant la station LcA 43 située sur le Rui du Bar en aval direct de la confluence avec le Tamié se démarque des autres par son profil beaucoup plus tamponné que les autres.

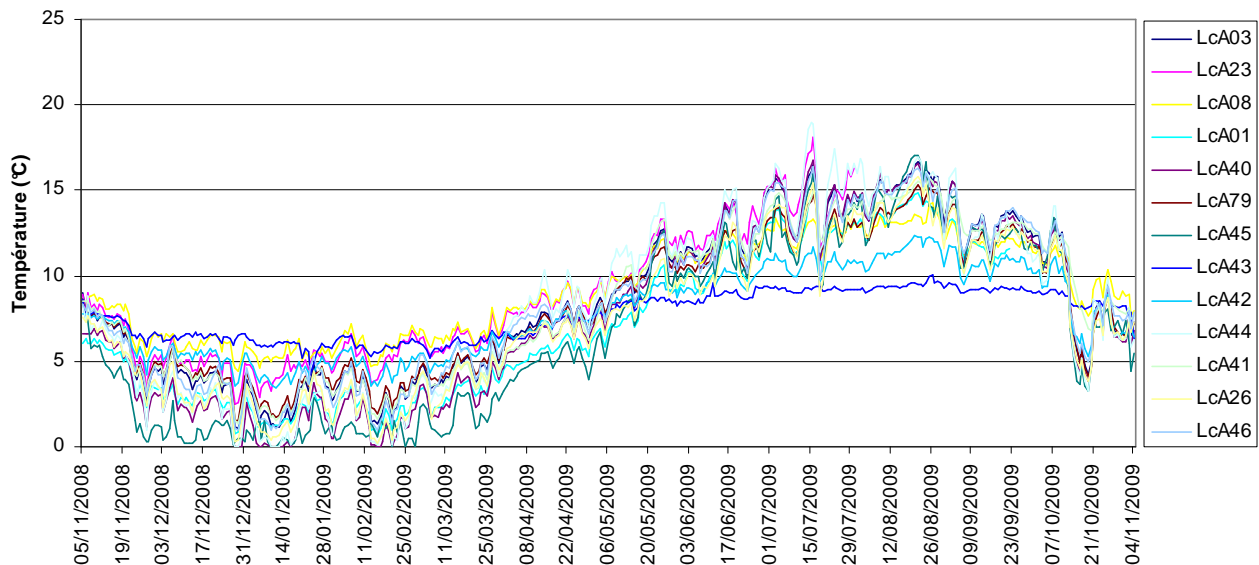


Figure 42 : Courbes des températures moyennes journalières calculées sur la période du 05/11/2008 au 04/11/2009 (sauf pour LcA 23 et LcA 01, arrêt de l'enregistrement de la température le 30/07/2009 et le 23/09/2009 respectivement) pour les 3 stations de l'Eau morte (LcA 03, LcA 23 et LcA 08) et les 10 stations de ses affluents (St Ruph : LcA 01 et LcA 40 ; Rui du Bar : LcA 79, LcA 45, LcA 43 et LcA 42 ; Rui du Tamié : LcA 44 ; Rui des Combes : LcA 41 ; Montmin : LcA 26 et LcA 46) concernées par le suivi thermique annuel.

1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale

De manière générale sur l'ensemble des stations du bassin de l'Eau Morte, les températures maximales instantanées sont comprises entre 15 et 22°C, l'amplitude thermique des moyennes journalières et la moyenne des 30 jours les plus chauds ont une valeur de 15°C (*Figure 43*). Cependant quelques stations se démarquent des autres :

- celle de l'aval de l'Eau Morte qui montre une faible amplitude thermique d'à peine 10°C qui contraste avec la station intermédiaire affichant une température instantanée de plus de 22°C.
- le tronçon depuis la station tamponnée (aval confl. Tamié) jusqu'à l'aval du Rui du Bar sur lequel un gradient amont-aval est observable sur les trois variables présentées ici. L'aspect de thermie tamponnée identifié à la station LcA 43 s'amenuise au fur et à mesure du linéaire pour retrouver une tendance moyenne à la confluence avec les deux autres affluents amont.

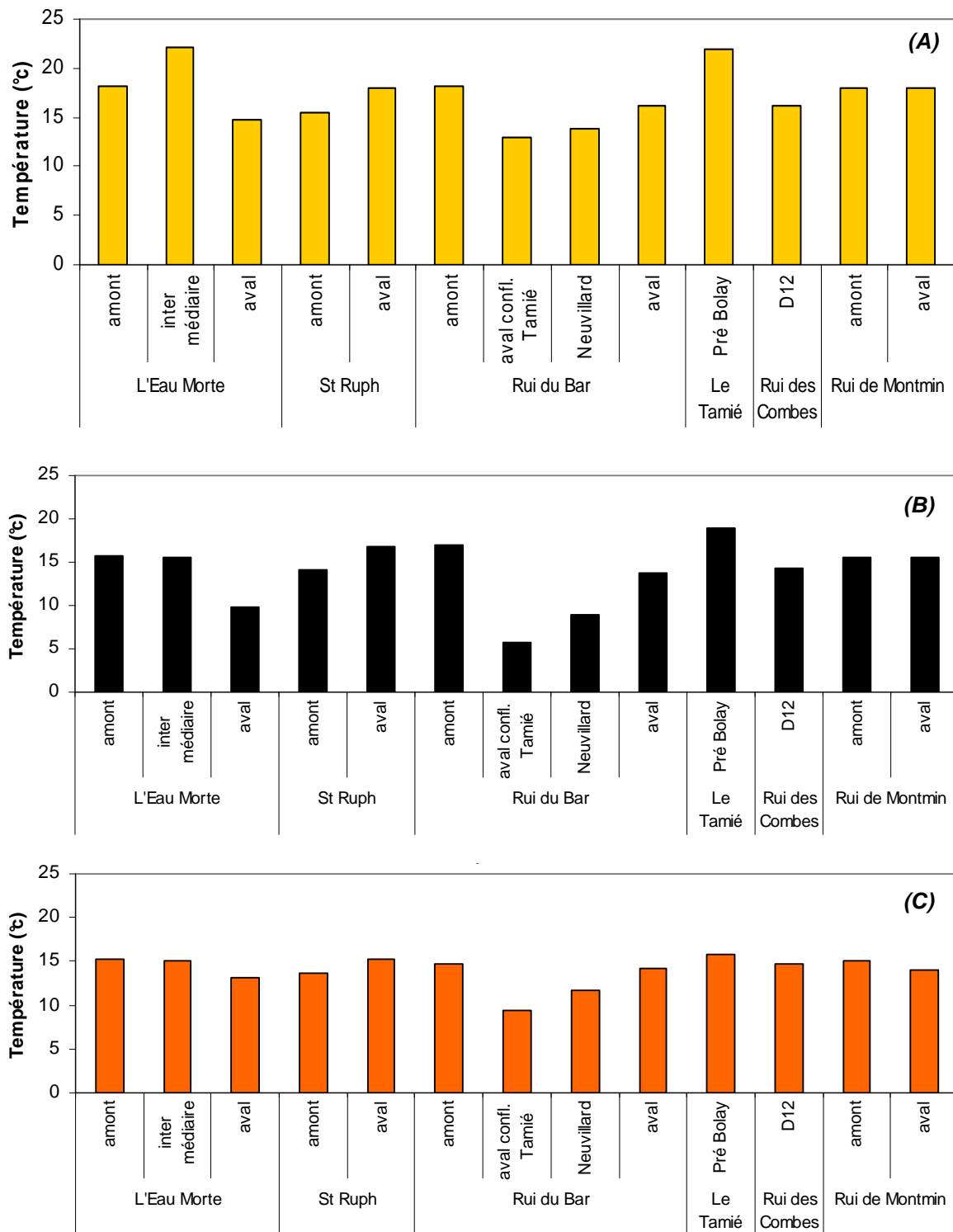


Figure 43 : Température instantanée maximale (A), amplitude thermique des moyennes journalières (B) et température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (C) sur les 3 stations de l'Eau morte et les 10 stations de ses affluents concernées par le suivi thermique annuel.

1.3. Période de croissance et préférendum thermique

La truite trouve des conditions thermiques préférentielles dans les cours d'eau du bassin de l'Eau Morte pendant une durée moyenne de 285 jours (**Figure 44-A**). Les stations qui se démarquaient par des valeurs faibles pour les variables précédentes, apparaissent ici avec les maximales ; ces stations étant plus tamponnées sont nettement moins concernées par les températures extrêmes. Ainsi les conditions thermiques de ces secteurs sont idéales pour la truite presque toute l'année.

Sur deux stations seulement, celle intermédiaire du cours principal de l'Eau Morte et celle du Tamié, des températures supérieures à 19°C ont été enregistrées (**Figure 44-B et C**).

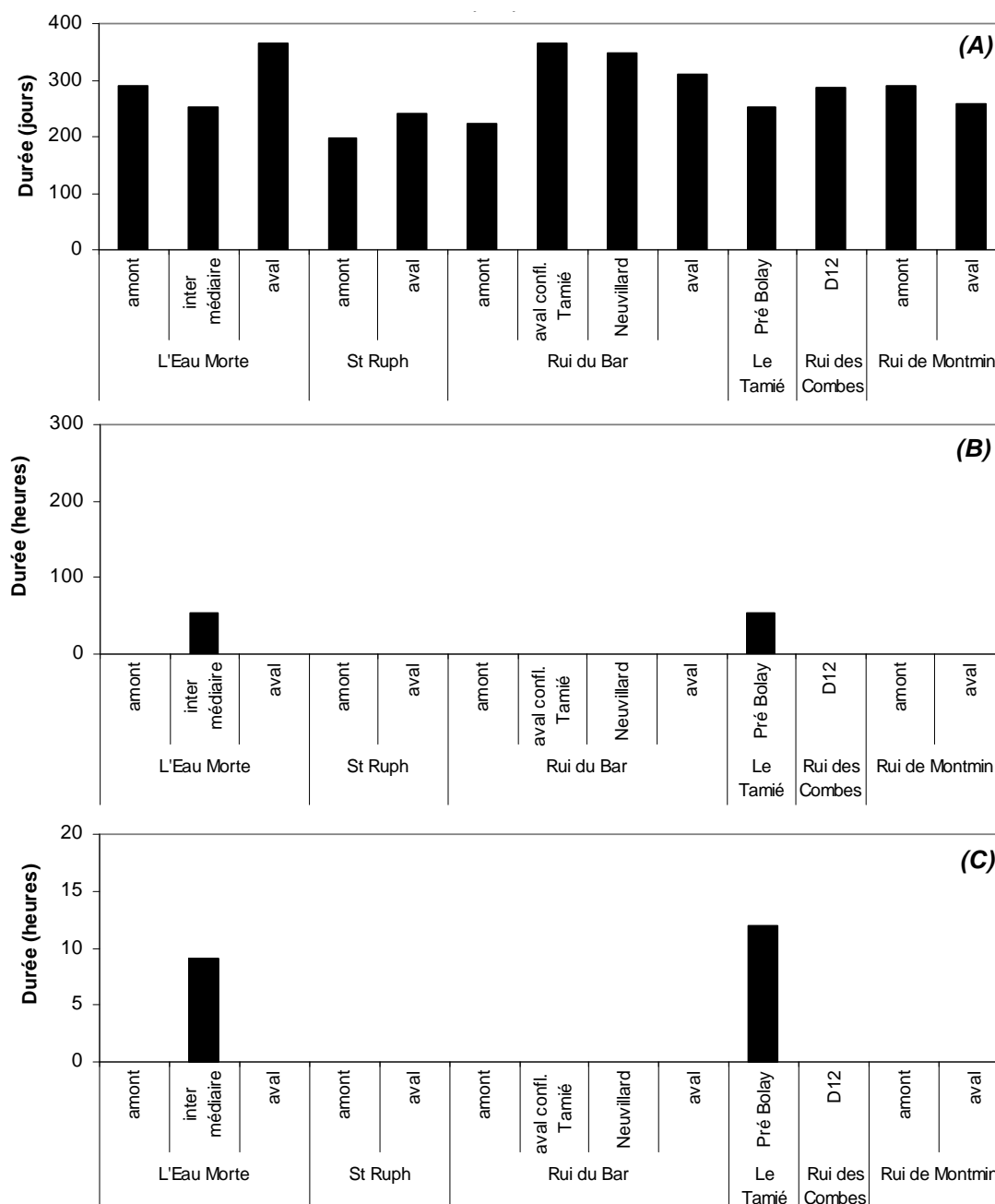


Figure 44 : Durée en jours du préférendum thermique de la truite commune *Salmo trutta* (A), durée en heures où la température est supérieure à 19°C (B) et durée de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure à 19°C (C) sur les 3 stations de l'Eau morte et les 10 stations de ses affluents concernées par le suivi thermique annuel.

1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD

Aucun risque potentiel de développement de la PKD n'a été répertorié sur l'ensemble du bassin de l'Eau Morte (**Figure 45**).

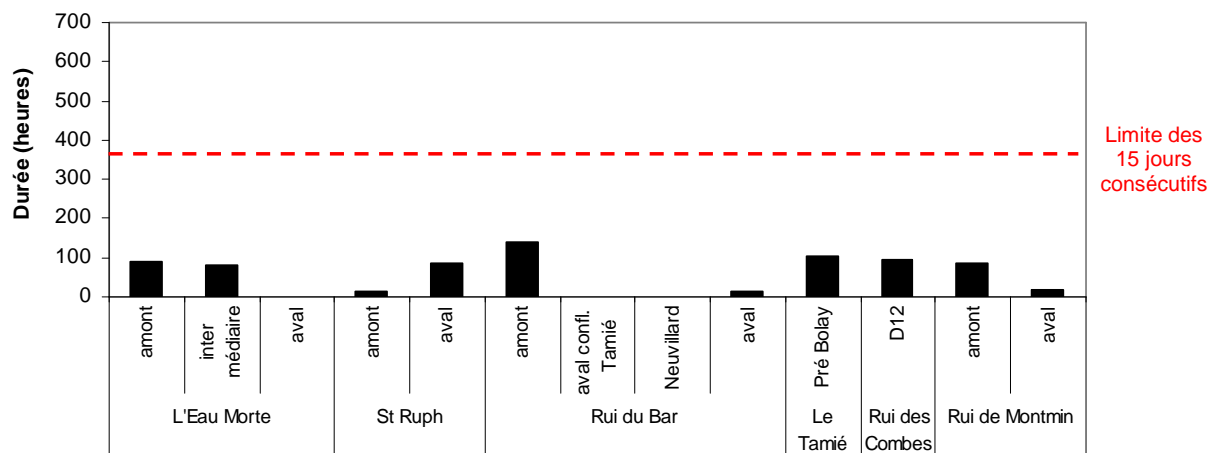
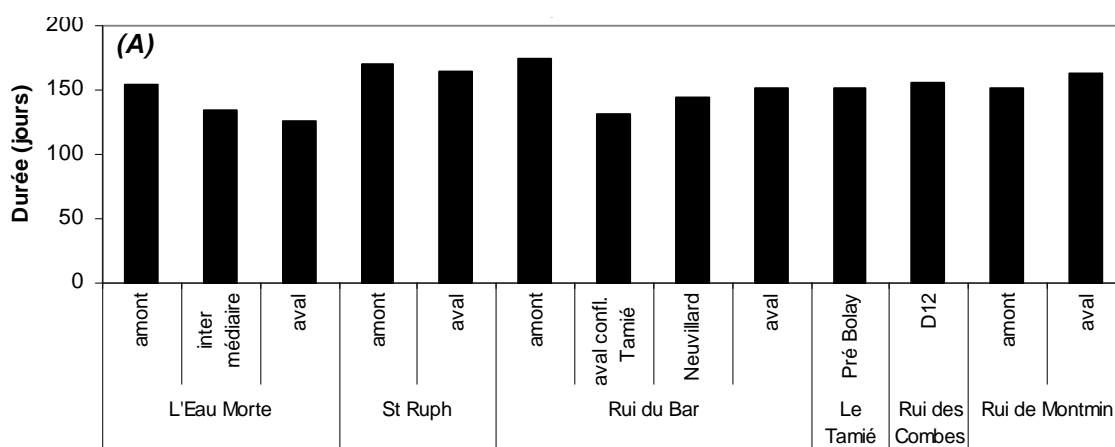


Figure 45 : Durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure ou égale à 15°C sur les 3 stations de l'Eau morte et les 10 stations de ses affluents concernées par le suivi thermique annuel.

1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire

Comme sur les autres affluents du lac d'Annecy, la phase embryo-larvaire dure en moyenne 150 jours (**Figure 46-A**). Sur les secteurs où aucune température extrême n'est enregistrée, les conditions étant continuellement favorables pour la truite, les PEL dure moins longtemps. Cependant pour la station sur le Rui du Bar en aval de la confluence avec le Tamié, la durée de résorption (2nde phase de la PEL) s'avère un peu longue (53 jours) pouvant être limitante pour le développement des alevins émergents. Sur tous les affluents de l'Eau Morte hormis le secteur tamponné du Rui du Bar, la température descend en dessous 1.5°C durant la PEL (**Figure 46-B**).



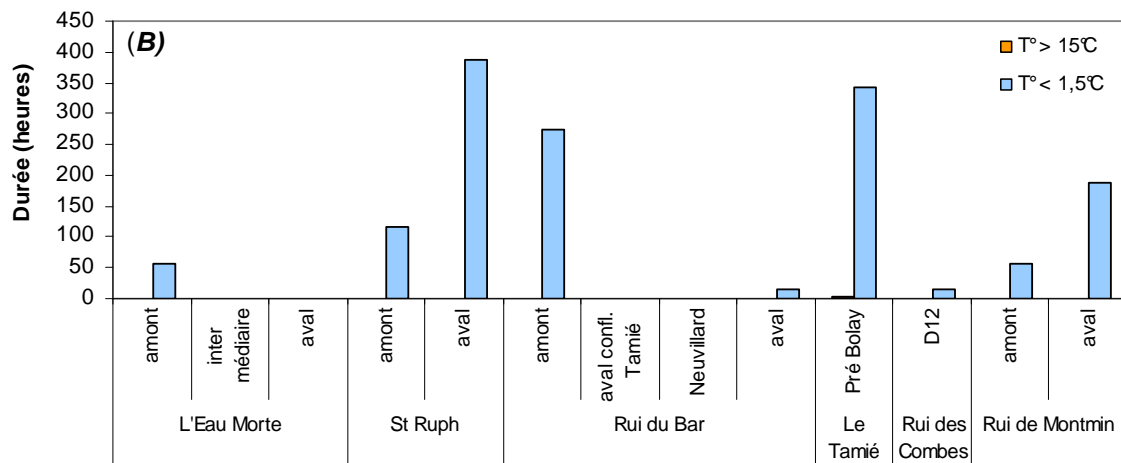


Figure 46 : Durée totale en jours de la phase embryon-larvaire de la vie sous graviers (de la fécondation à l'émergence) (A) et durée en heures des séquences maximales durant laquelle la température est restée en dessous de 1,5°C et au dessus de 15°C pendant la période de développement embryon-larvaire (B) sur les 3 stations de l'Eau morte et les 10 stations de ses affluents concernées par le suivi thermique annuel.

2. Caractéristiques du peuplement piscicole

Les populations de truite du secteur à migrateurs de l'Eau Morte sont beaucoup plus denses que celles du secteur à sédentaires (densité moyenne estimée multipliée par 4) mais elles se composent essentiellement de juvéniles qui représentent en moyenne 90% des effectifs estimés (Figure 47). De grandes surfaces de fraie ont été observées sur la partie amont de la zone à migrations. De manière générale, ce secteur montre une très bonne reproduction naturelle avec une estimation à 81300 alevins sur l'ensemble de la zone soumise aux migrations (Figure 48).

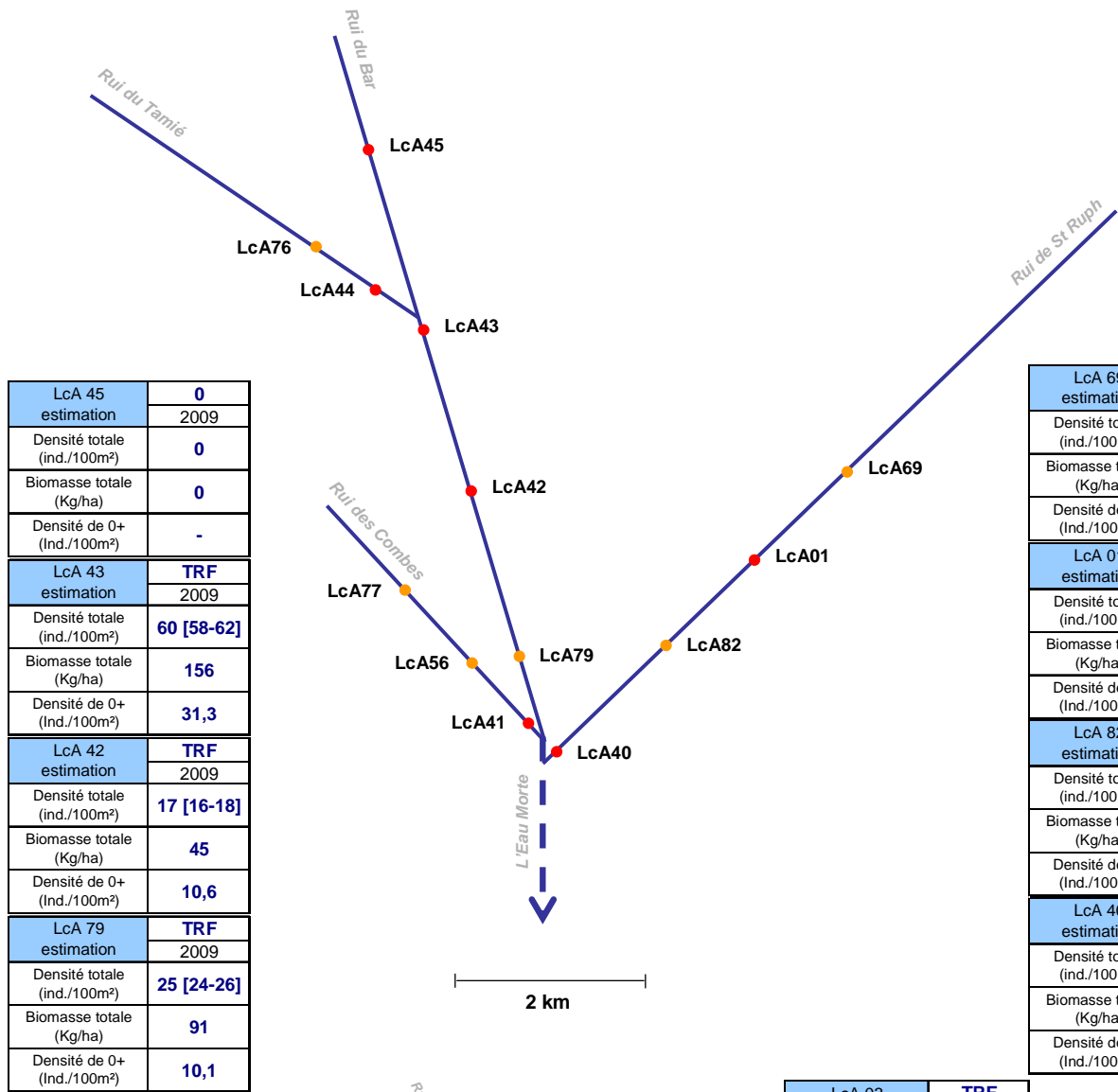
Le secteur à sédentaire du Montmin présente une densité moyenne estimée de truite plus élevée (96 ind. / 100 m²) que celle du secteur à migrateurs (73 ind. / 100 m²) (Figure 47). Cependant le recrutement naturel sur l'aval est meilleur que sur l'amont avec presque ¾ des individus pêchés à l'aval étant des juvéniles de l'année alors qu'ils ne représentent que la moitié des individus inventoriés à l'amont.

Les structures de tailles des populations de truites de l'Eau Morte et du Montmin présentent un certain équilibre sur les secteurs à sédentaires moins flagrant voire inexistant sur les zones à migrateurs (Figure 48).

Les secteurs amont du Rui du Bar et du Rui des Combes sont apiscicoles tandis que leurs parties aval accueillent des populations de truite équilibrées (Figure 48) avec des densités moyennes estimées de 34 ind. / 100m² et 16 ind / 100 m² respectivement (Figure 47). Les juvéniles représentent environ 50% du peuplement inventoriés en 2009 sur le Rui du Bar. En comparaison sur le Rui des Combes ce pourcentage est 10 fois moins important.

Les populations de truite du Rui du St Ruph sont réduites (densité moyenne estimée de 5 ind. /100 m²) (Figure 47) avec une faible reproduction naturelle qui s'expliquent en partie par des conditions thermiques limitantes (cf Figure 44-A). Toutefois les distributions des fréquences de taille relatives de presque toutes les populations de truites du St Ruph se calquent sur la FMS affichant ainsi une structure équilibrée (Figure 48).

LcA 76 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	13 [12-14]
Biomasse totale (Kg/ha)	40
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	0
LcA 44 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	0
Biomasse totale (Kg/ha)	0
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	-



LcA 45 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	0
Biomasse totale (Kg/ha)	0
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	-

LcA 43 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	60 [58-62]
Biomasse totale (Kg/ha)	156
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	31,3

LcA 42 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	17 [16-18]
Biomasse totale (Kg/ha)	45
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	10,6

LcA 79 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	25 [24-26]
Biomasse totale (Kg/ha)	91
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	10,1

LcA 69 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	7 [6-8]
Biomasse totale (Kg/ha)	48
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	0

LcA 01 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	6 [#6]
Biomasse totale (Kg/ha)	37
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	1

LcA 82 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	2 [#2]
Biomasse totale (Kg/ha)	18
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	0,4

LcA 40 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	5 [#5]
Biomasse totale (Kg/ha)	23
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	0,3

LcA 77 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	0
Biomasse totale (Kg/ha)	0
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	-

LcA 56 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	0
Biomasse totale (Kg/ha)	0
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	-

LcA 41 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	16 [15-17]
Biomasse totale (Kg/ha)	68
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	0,8

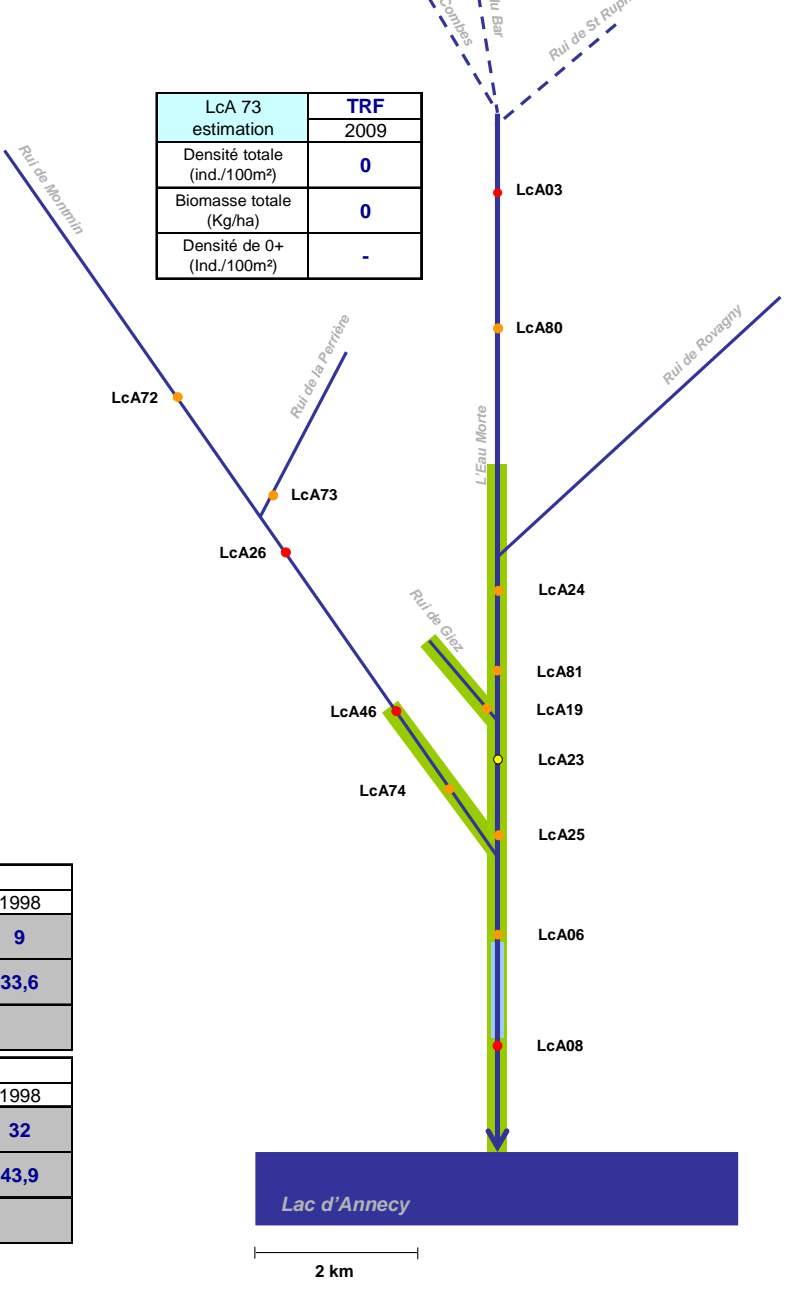
LcA 72 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	134 [127-141]
Biomasse totale (Kg/ha)	228
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	80,4

LcA 26 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	59 [50-68]
Biomasse totale (Kg/ha)	87
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	20,1

LcA 46 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	55 [52-58]
Biomasse totale (Kg/ha)	184
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	38,9

LcA 74 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	92 [89-95]
Biomasse totale (Kg/ha)	131
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	77,7

LcA 73 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	0
Biomasse totale (Kg/ha)	0
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	-



LcA 03 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	12 [#12]
Biomasse totale (Kg/ha)	57
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	3,2

LcA 80 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	76 [68-84]
Biomasse totale (Kg/ha)	184
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	56,5

LcA 24 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	373 [364-382]
Biomasse totale (Kg/ha)	139
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	325,9

LcA 81 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	150 [148-152]
Biomasse totale (Kg/ha)	65
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	121,3

LcA 19 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	50 [49-51]
Biomasse totale (Kg/ha)	99
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	10,5

LcA 23 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	-
Biomasse totale (Kg/ha)	134
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	-

LcA 25 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	202 [192-212]
Biomasse totale (Kg/ha)	157,8
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	194,5

Légende

- LcA28 Station de pêche d'inventaire + thermie
- LcA55 Station de pêche d'inventaire uniquement
- LcA23 Station de thermie uniquement
- ➔ Réseau hydrographique
- Zone à migrateurs
- Réserve de pêche

LcA 06 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	19 [17-21]
Biomasse totale (Kg/ha)	30
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	16

LcA 08 estimation	TRF
Densité totale (ind./100m ²)	91 [89-93]
Biomasse totale (Kg/ha)	29
Densité de 0+ (Ind./100m ²)	81,6

Figure 47 : Résultats relatifs au peuplement piscicole de l'Eau morte et de ses affluents. Stocks estimés de truites fario (*Salmo trutta*) lors de la campagne d'étude 2009 et de campagnes antérieures.

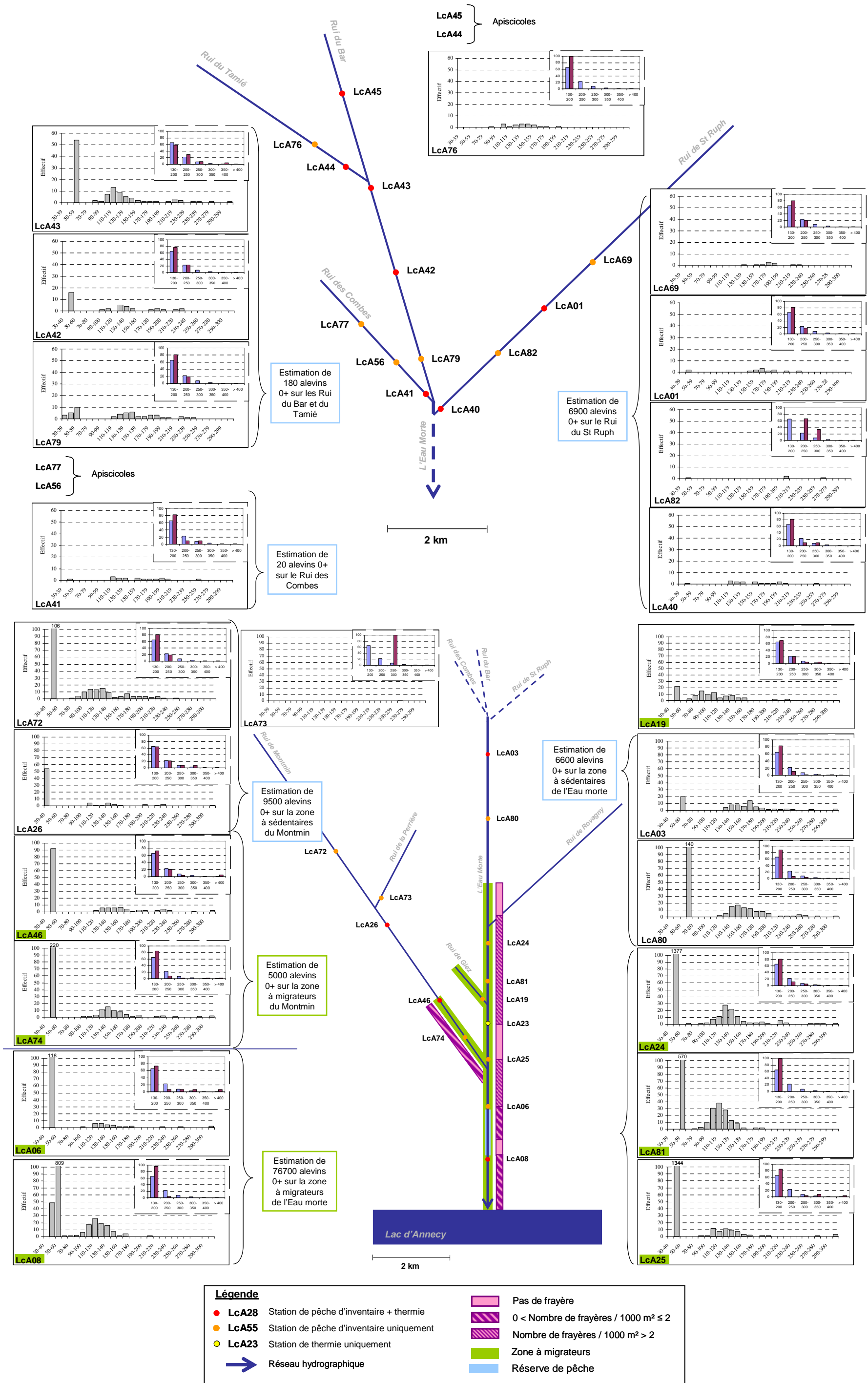


Figure 48 : Résultats relatifs au peuplement piscicole de l'Eau morte et de ses affluents. Structure des populations de truite fario (gris) et comparaison des fréquences de taille relatives (prune) aux fréquences moyennes standards du département (bleu) ; localisation et densités des frayères observées en 2008-2009.

3. Historique du repeuplement

Les déversements en truite de souche lacustre ont débutés en 1992 sur l'Eau Morte et le Montmin avec une quantité de 35000 alevins (*Figure 49*). Entre 1994 et 2005, des repeuplements moins importants (entre 5000 et 25000) ont été effectués complétés par des juvéniles de souche sédentaires en quantité moindre (entre 8500 et 12500). Depuis 2005, les quantités d'alevins déversées de souche lacustre ont réaugmentées sans raison particulière s'élevant à 30000 soit à peine la moitié de la quantité recrutée naturellement.

Sur les affluents amont de l'Eau Morte, les déversements s'élevaient à 9500 alevins de truite sédentaire en 1997 puis n'étaient plus que de 4000 en 2005.

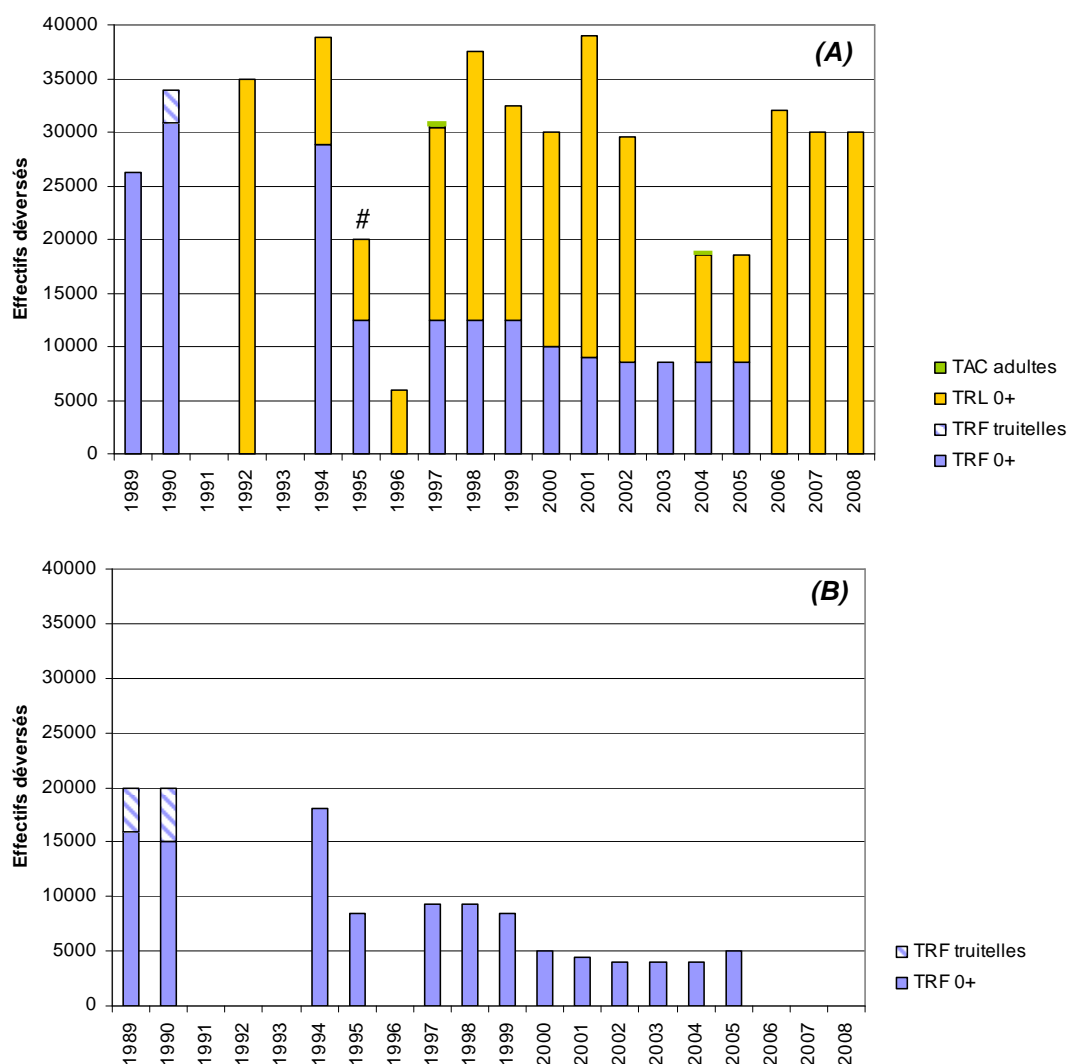


Figure 49 : Evolution des quantités repeuplées en alevins (0+), en truitelles et en adultes entre 1989 et 2008 sur le bassin de L'Eau morte - Montmin (A) et sur celui des 3 affluents amont de l'Eau morte : Rui du St Ruph, Rui du Bar et Rui des Combes (B) ; # : en 1995, TRL déversées sous forme de 1+.

F. Rui d'Angon et Nant de Bluffy

1. Thermie

1.1. Conditions thermiques générales

Les deux petits affluents en rive droite du lac montrent des courbes annuelles de températures moyennes journalières de même allure (*Figure 50*). Les profils thermiques annuels des stations amont des deux cours d'eau (LcA48 et LcA50) sont presque identiques avec des courbes qui se superposent.

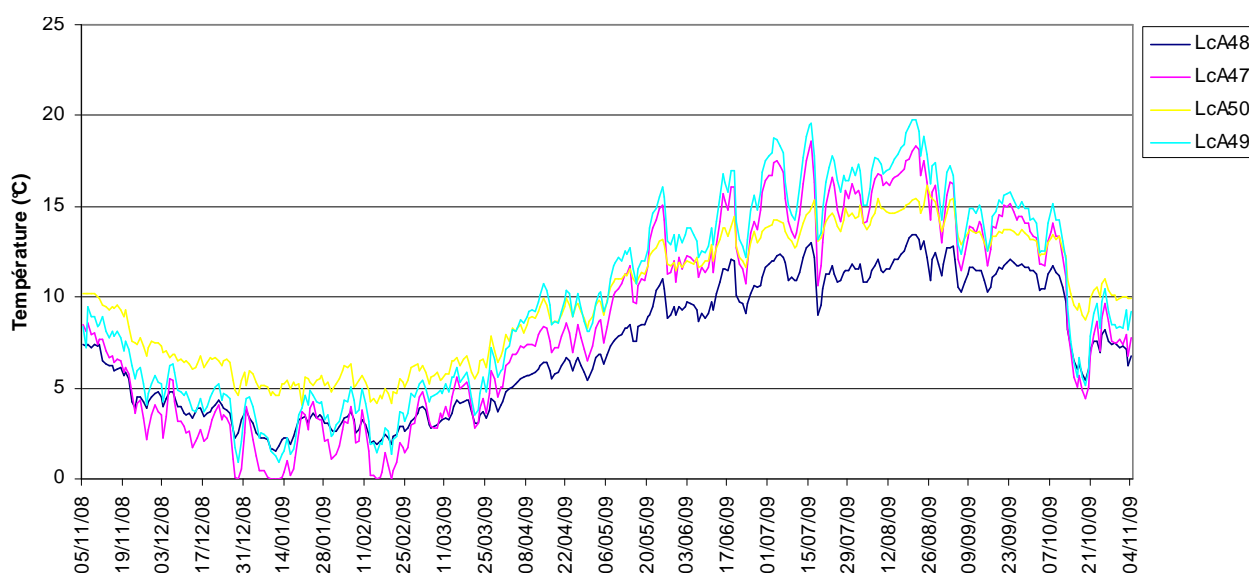


Figure 50 : Courbes des températures moyennes journalières calculées sur la période du 05/11/2008 au 04/11/2009 pour les 2 stations (amont et aval) respectivement du Rui d'Angon (LcA 48 et LcA 47) et du Nant de Bluffy (LcA 50 et LcA 49).

1.2. Températures extrêmes, amplitude, moyenne estivale

Les températures instantanées maximales, les amplitudes thermiques des moyennes journalières et les températures moyennes des 30 jours les plus chauds sont plus élevées à l'aval des deux cours d'eaux qu'à l'amont montrant ainsi un gradient thermique logique amont - aval (*Figure 51*). Sur les deux stations aval des températures instantanées ont été enregistrés à 21°C, température limitante pour la vie de la truite commune.

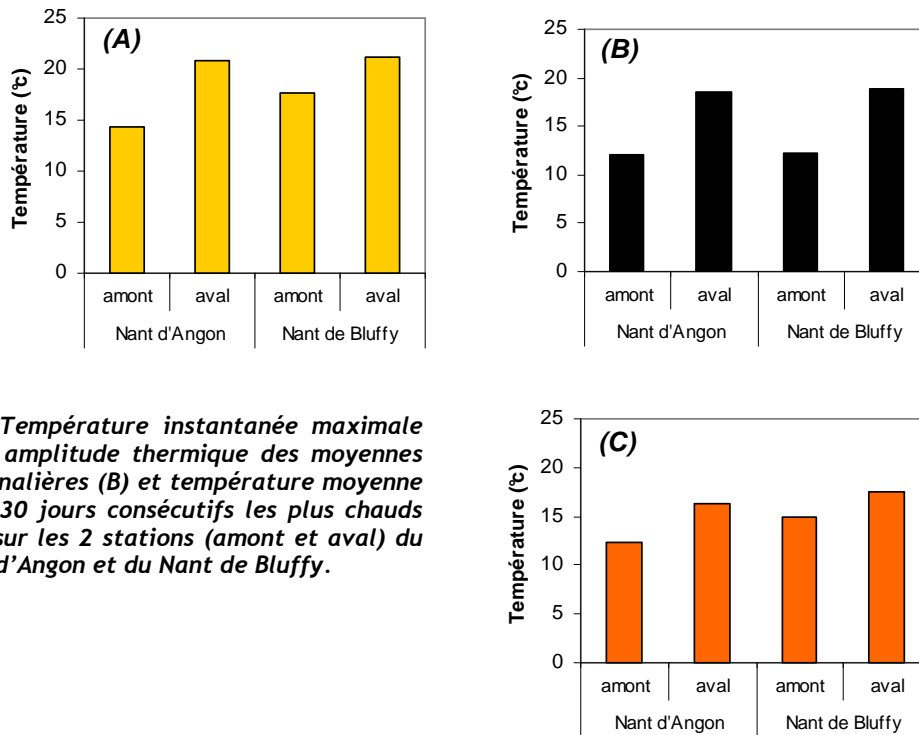


Figure 51 : *Température instantanée maximale (A), amplitude thermique des moyennes journalières (B) et température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (C) sur les 2 stations (amont et aval) du Rui d'Angon et du Nant de Bluffy.*

1.3. Période de croissance et préférendum thermique

Sur le Rui d'Angon, le préférendum thermique de la truite dure 260 jours aussi bien à l'amont qu'à l'aval (**Figure 52-A**).

Quant au Nant de Bluffy, les conditions préférentielles de la truite apparaissent plus de 300 jours dans l'année avec un gradient inversé amont – aval. Cette constatation est paradoxale au regard des résultats de pêche d'inventaire présentés après.

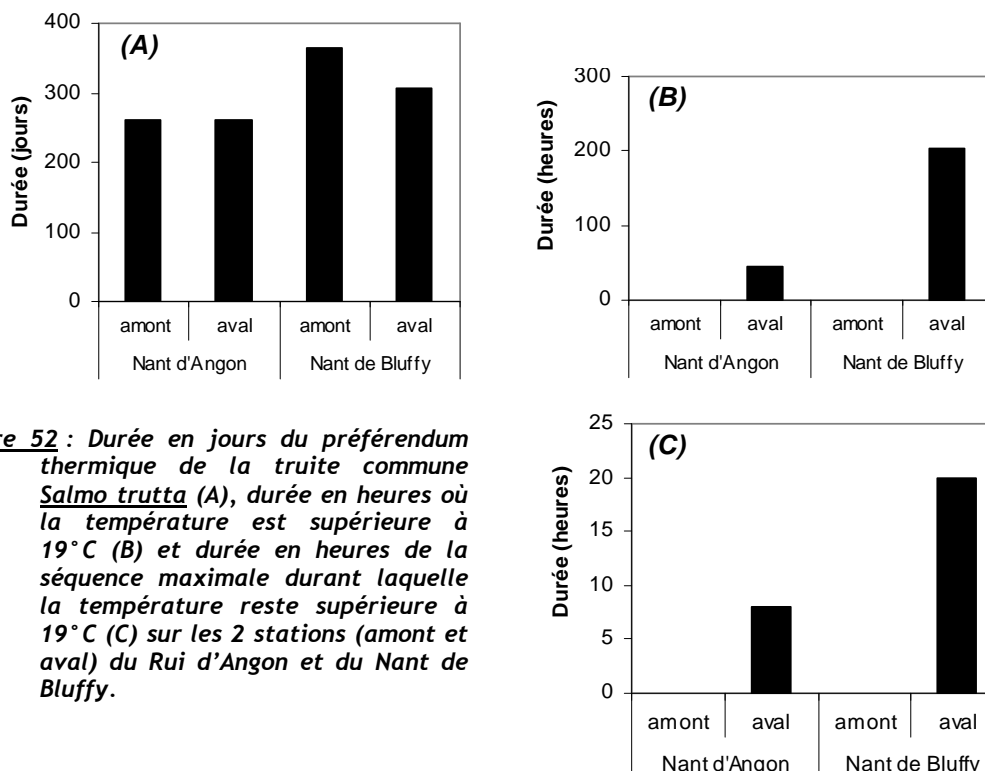
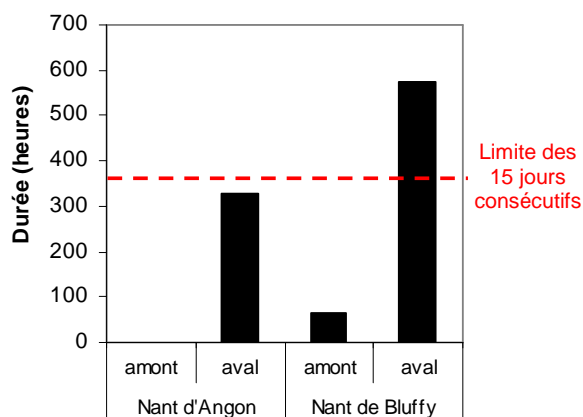


Figure 52 : *Durée en jours du préférendum thermique de la truite commune Salmo trutta (A), durée en heures où la température est supérieure à 19°C (B) et durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure à 19°C (C) sur les 2 stations (amont et aval) du Rui d'Angon et du Nant de Bluffy.*

1.4. Conditions favorables à l'infection par la PKD

Seul l'aval du Nant de Bluffy présente un risque de développer la PKD (**Figure 53**). Même si ce risque n'est pas identifié à l'aval du Rui d'Angon, il doit être surveillé puisque la durée maximale où la température est supérieure à 15°C s'élève à 328 heures soit 13,5 jours environ.

Figure 53 : Durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température reste supérieure ou égale à 15°C sur les 2 stations (amont et aval) du Rui d'Angon et du Nant de Bluffy.



1.5. Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire

La phase embryo-larvaire dure environ 160 jours sur le Rui d'Angon avec des périodes où la température est inférieure à 1,5°C, température limitante pour le développement des œufs et des alevins émergents à cette période de l'année (**Figure 54**).

Sur le Nant de Bluffy, la PEL s'étend en moyenne sur 135 jours.

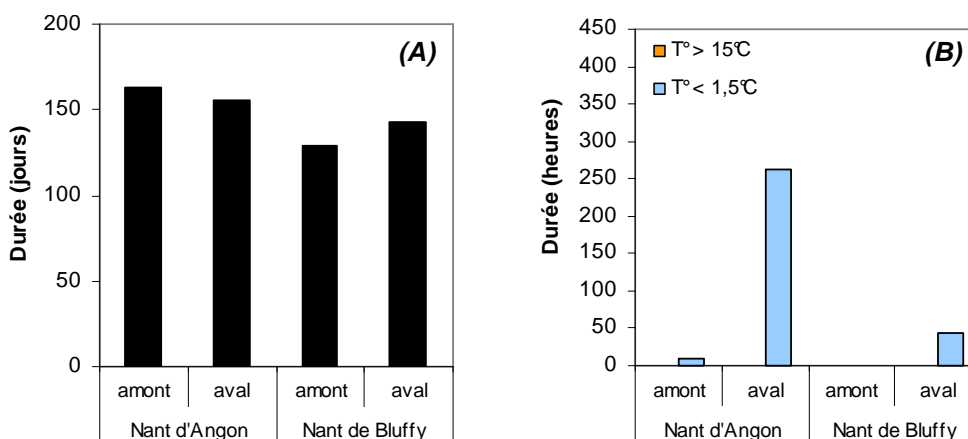


Figure 54 : Durée totale en jours de la phase embryo-larvaire de la vie sous graviers (de la fécondation à l'émergence) (A) et durée en heures des séquences maximales durant laquelle la température est restée en dessous de 1,5°C et au dessus de 15°C pendant la période de développement embryo-larvaire (B) sur les 2 stations (amont et aval) du Rui d'Angon et du Nant de Bluffy.

2. Caractéristiques du peuplement piscicole

Sur les deux petits affluents en rive droite du lac, les populations de truite fario sont réduites en taille (effectifs pêchés faibles) et ne présentent pas une structure fréquentielle de taille équilibrée en comparaison avec la FMS (**Figure 55**).

Cependant le Rui d'Angon accueille des densités correctes de poissons et offre un recrutement naturel homogène sur tout son linéaire. Même si la densité estimée de 0+ sur la zone à migrateurs est supérieure à celle de la zone à sédentaires, en quantitatif il est estimé cette dernière presque 9 fois plus longue produirait 3400 alevins contre 1000 alevins à l'aval.

Sur le nant de Bluffy en été 2008, les densités estimées sont faibles voire très faibles et aucune reproduction naturelle n'a été observée sur l'ensemble du linéaire.

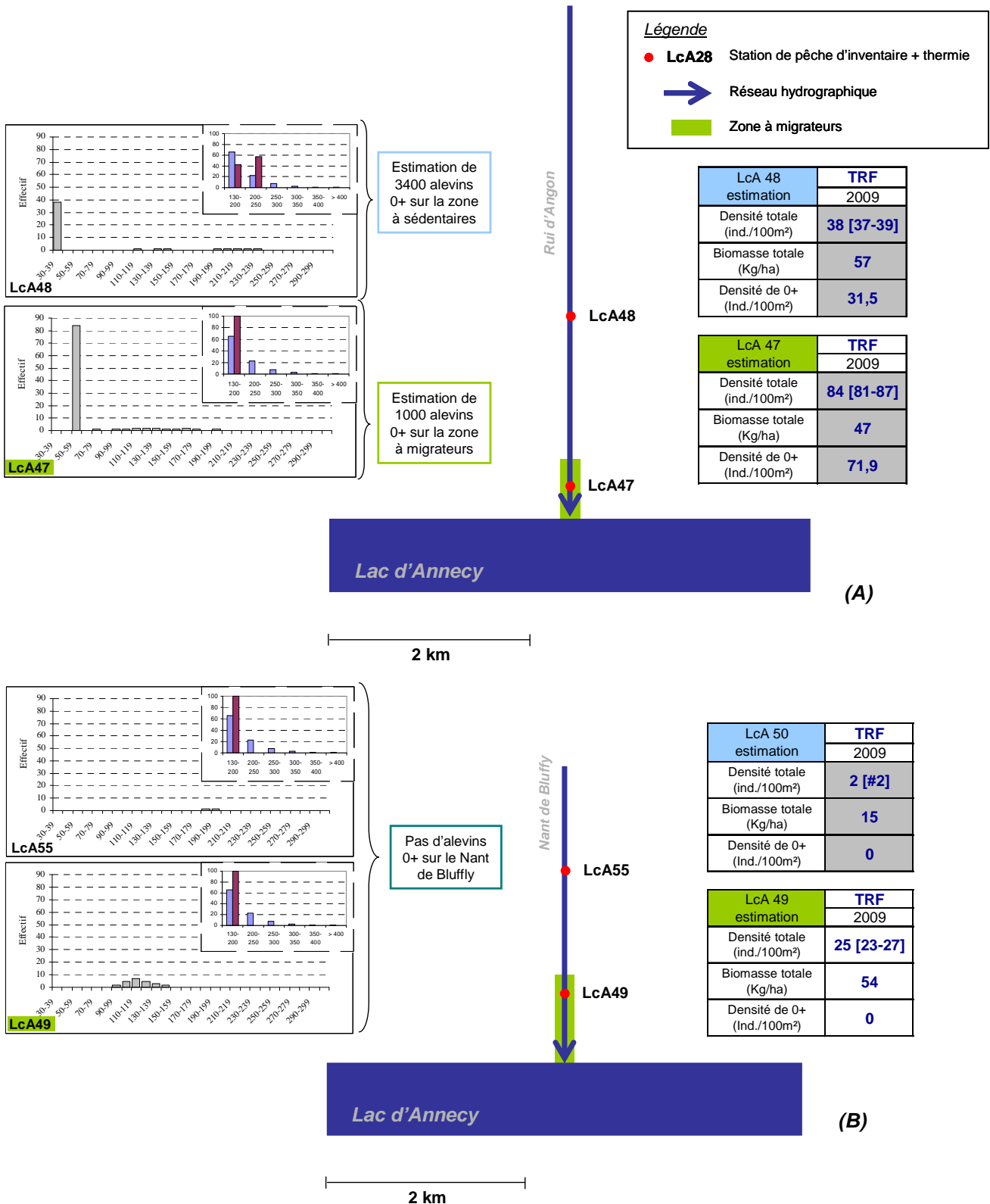


Figure 55 : Synthèse des résultats relatifs au peuplement piscicole du Rui d'Angon (A) et du Nant de Bluffy (B). De gauche à droite : structure des populations de truite fario (gris) et comparaison des fréquences de taille relatives (prune) aux fréquences moyennes standards du département (bleu) ; stocks estimés de truites fario (*Salmo trutta*).

3. Historique du repeuplement

Les repeuplements concernent uniquement l'aval du Rui d'Angon ; ils concernent des individus de souche lacustre d'âge 0+ déversés en quantités très variables suivant les années (Figure 56).

Ces fluctuations sont également constatées sur l'aval du Nant de Bluffy. A l'inverse sur l'amont de ce cours d'eau, les repeuplements mettaient en jeu annuellement 500 alevins de truites sédentaires entre 1999 et 2005.

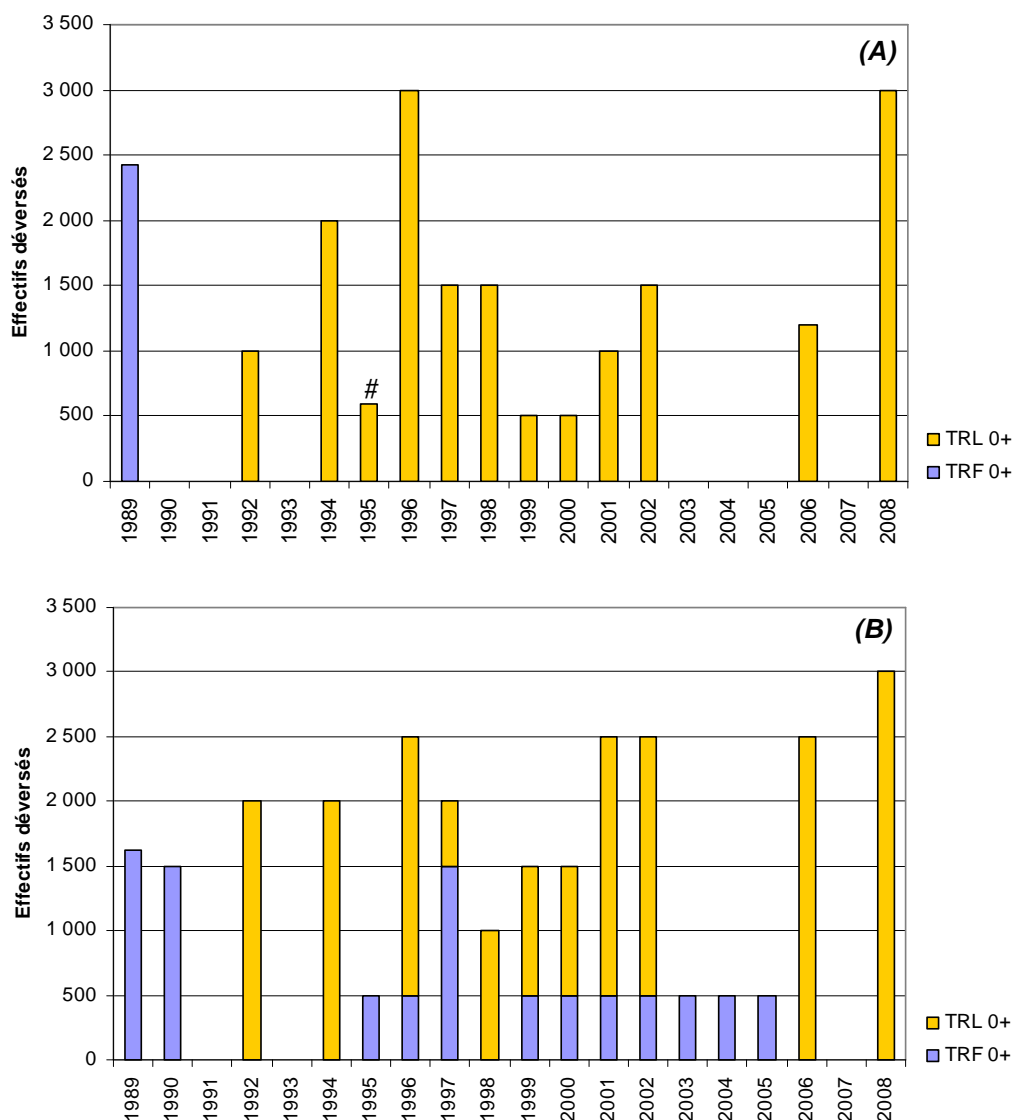


Figure 56 : Evolution des quantités repeuplées en alevins (0+) entre 1989 et 2008 sur le bassin du Rui d'Angon (A) et celui du Nant de Bluffy (B) ; # : en 1995, TRL déversées sous forme de 1+.

G. SYNTHÈSE DES RESULTATS ET PERSPECTIVES

Les résultats présentés dans ce rapport constituent un premier volet de l'étude des populations naturelles du bassin versant du lac d'Annecy. Cette étude doit se poursuivre par deux autres volets, d'une part la caractérisation génétique des populations de truites migratrices et sédentaires et d'autre part par un suivi par marquage de la contribution des repeuplements en truites lacustres dans la pêche jusqu'en 2014.

Ce premier volet s'est essentiellement focalisé sur les affluents en s'intéressant aux points suivants :

- Recensement et cartographie des zones de reproduction au cours de l'hiver 2008 / 2009 ;
- Etude du peuplement piscicole et caractérisation des populations de truites en 2009 ;
- Analyse des pratiques historiques de repeuplements depuis 1989 ;
- Caractérisation des régimes thermiques annuels sur l'ensemble des affluents sur une période d'un an entre novembre 2008 et novembre 2009;
- Recensement des obstacles à la migration au cours de la période estivale 2009.

Les principales informations qui ressortent des résultats obtenus sont :

Le suivi de la reproduction des truites de lac indique finalement que la majorité (70%) des zones de reproduction disponibles sur le bassin du lac sont largement utilisées.

Par contre, l'utilisation par les géniteurs de truites lacustres des zones de reproduction disponibles montre une répartition hétérogène entre les affluents. Sur les trois principaux tributaires, le Laudon, la Bornette et l'Eau Morte, le taux d'utilisation des zones de frayères disponibles est important (supérieur à 70%). Seules les zones de frayères situées sur le Montmin et l'Ire semblent sous utilisées par les géniteurs de truite lacustre avec seulement 10%. Cette singularité ne peut être expliquée ni par les conditions thermiques qui sont comparables sur ces 5 cours d'eau, ni pas une rupture de la continuité écologique.

Les fortes densités de 0+ observées en 2009, à la fois sur les parties colonisées par les truites migratrices et sédentaires sont révélatrices d'un bon recrutement naturel. Sur les parties aval des cours d'eau où des reproductions de truite de lac ont été observées, les densités pré-estivales de 0+ peuvent varier considérablement avec des valeurs comprises entre 14 et 354 individus / 100 m² (sans tenir compte de l'Ire). Sur ces zones, la production naturelle totale de 0+ en 2009 a pu être estimée à près de 100000 individus (*Annexe*).

Le diagnostic des populations de truites sédentaires réalisé en 2009, après 4 années consécutives sans repeuplements montre que ces populations sont naturellement fonctionnelles.

Sur le cours principal du Laudon, même si les densités sont satisfaisantes, les populations montrent une distribution de fréquence de taille relatives anecdotique par rapport aux populations de tous les autres affluents avec un manque d'individus de grande taille (>20 cm). Plusieurs causes peuvent expliquer ce constat : une faible croissance, des perturbations récurrentes pendant au moins deux ans ou une forte pression de pêche.

Les conditions thermiques ne montrent pas de différences significatives entre les affluents. L'ensemble des indicateurs donne des valeurs en accord avec les exigences écologiques de la truite commune et sont donc très favorables à la réalisation de l'ensemble des phases de son cycle de vie.

Le Ruisseau d'Entrevernes montre une situation atypique avec 85% de son linéaire apiscicole. Seul le premier kilomètre du cours situé à proximité du lac abrite un peuplement piscicole.

Depuis 2005 les parties amont des affluents du lac d'Annecy ne sont plus repeuplées tandis que les secteurs l'aval le sont toujours avec des alevins de truites de souche lacustre. Les quantités et les origines des juvéniles actuellement déversés peuvent varier radicalement suivant les années.

En terme de perspectives, trois recommandations peuvent être formulées pour approfondir les résultats obtenus :

Pour mieux comprendre sur le Montmin et l'Ire l'absence de colonisation des zones potentielles de reproduction par les géniteurs de truites de lac, il serait nécessaire de mener des investigations supplémentaires. Trois principaux paramètres pourraient être étudiés et comparés aux autres cours d'eau : la qualité de l'habitat physique (répartition des différents faciès) ; la qualité physico-chimique et hydrobiologique du milieu ; et le régime hydrologique. Ces connaissances permettraient d'apprécier la faisabilité d'entreprendre une stratégie de restauration sur ces cours d'eau et de mieux orienter les choix de gestion.

Afin d'éclaircir les causes de l'absence de vie piscicole sur le ruisseau d'Entrevernes, il semble nécessaire d'entreprendre des investigations supplémentaires. Dans un premier temps, un recensement global, à l'échelle du bassin versant d'Entrevernes, des perturbations potentielles affectant le fonctionnement du cours d'eau (occupation du sol, captage de source et prélèvement d'eau, sources de pollution) pourrait être entrepris.

Sur le Laudon, il serait intéressant de vérifier l'hypothèse que les différences de distribution en taille observées sur la population de truites sédentaires par rapport aux autres cours d'eau soit le résultat d'une plus forte pression de pêche. Pour se faire, l'instauration d'une réserve de pêche sur le Laudon associée à un suivi de l'évolution de la population ainsi qu'une enquête de fréquentation permettant d'évaluer la pression de pêche sur l'ensemble des affluents pourraient être envisagées.

Enfin de manière plus générale, une réflexion collégiale avec l'ensemble des acteurs pourrait être menée concernant la mise en place d'indicateurs pérennes de suivi des populations de truites sur les affluents. Par exemple, la mise en place d'indices d'abondance en 0+ sur les principaux affluents permettrait de mieux évaluer la variabilité du recrutement naturel et son éventuel effet sur l'évolution de la population de truites lacustres. De même, un suivi par marquage différencié des différentes populations sur les affluents-frayères permettrait d'étudier les différents traits d'histoire de vie (taux de mortalité, taux de retour, croissance, migration) de la fraction introduite et de la fraction naturelle des populations de truite. L'objectif de ces investigations serait de combler les lacunes actuelles concernant les connaissances sur l'évolution et le fonctionnement des populations de truites lacustres au cours de leur phase juvénile sur les affluents. Ces suivis apporteraient des résultats très complémentaires aux données actuellement recueillies sur les statistiques de pêche en lac.

ANNEXE : Tableau de synthèse des densités et biomasses estimées des pêches d'inventaire de la campagne 2009

BV	Cours d'eau	Station	X	Y	Longueur (m)	Largeur (m)	Espèces présentes autre que TRF	Densité totale de TRF estimée (ind./100m²)	Densité totale de TRF estimée par secteur (ind./100m²)	Biomasse totale de TRF estimée (Kg/ha)	Biomasse totale de TRF estimée par secteur (Kg/ha)	Densité de 0+ estimée (Ind./100m²)	Evaluation du recrutement naturel par zone			
													Limite des zones	Densité estimée de 0+ (ind/100 m²) sur les stations pêchées	Surface en eau estimée de la zone (m²)	Nombre total de 0+ estimé par zone
La Planche	La Planche	LcA 28	895842,27	2101669,49	56,2	1,55	-	349 [324-374]	349	386	386	300	Zone Migrateur	300	900	2100
	La Planche	LcA 55	895460	2101420	53	1,7	-	214 [208-220]	118	367	218	158,8	Zone Sédentaire	86,3	3200	2500
	La Planche	LcA 29	895203,327	2100581,45	48	1,62	-	6 [5-7]		39		2,6				
Laudon	Laudon	LcA 05	897805,383	2100685,59	94	6,2	CHA, LOF, PER, CHE, BRO	65 [63-67]	75	46	64	56,3	Zone Migrateur	57,5	16200	9900
	Laudon	LcA 57	897471,992	2100067,5	79	4	LOF	71 [69-73]		35		61,6				
	Laudon	LcA 22	896654,896	2099412,4	94	7,25	LOF	96 [94-98]		100		65,9				
	Laudon	LcA 13	896483	2099008	64	6,66	LOF	45 [44-46]	43	57	86	35,2	Zone Sédentaire	27,8	38500	6900
	Laudon	LcA 04	896020,536	2097754,84	84	4,8	LOF	55 [53-57]		100		30,1				
	Laudon	LcA 11	895900,126	2096678,25	74	4,4	-	55 [54-56]		142		16				
	Laudon	LcA 16	895828,292	2095252,23	83	3,5	-	18 [16-20]		62		1,7				
	Laudon	LcA 61	895460	2093970	52	2,3	-	29 [28-30]		59		7,5				
	Rui St Eustache	LcA 32	896071,404	2096261,57	61	3,8	-	34 [33-35]		82		4,3				
	Rui St Eustache	LcA 30	896319,099	2095361,07	32,5	1,66	-	0		0		-				
	Nant du Cruet	LcA 31	896823,769	2095826,32	29	1,1	-	230 [227-233]		256		166,7				
Rui d'Entrevernes	Rui d'Entrevernes	LcA 62	900100	2099210	64	1,8	CHA	288 [279-297]	288	427	427	221,1	Zone Migrateur	221,1	400	800
	Rui d'Entrevernes	LcA 33	900122,739	2099148,44	56	2	-	21 [19-23]	21	80	80	0	Zone Sédentaire	0	2000	0
	Rui d'Entrevernes	LcA 64	899888,907	2098125,12	41,2	1,5	-	0		0						
	Rui d'Entrevernes	LcA 65	899576,367	2096756,96			-	0		0						
	Rui d'Entrevernes	LcA 34	899560	2095070			-									
Bornette	Bornette	LcA 21	901298,774	2095424,65	100	6,2	CHA, LOF, PER	54 [53-55]	156	30	59	48,4	Zone Migrateur	142,7	6300	9000
	Bornette	LcA 27	901050	2094670	100	4,6	CHA	294 [291-297]		98		269,9				
	Bornette	LcA 67	901080	2094490	79	3,4	CHA	15 [#15]	41	23	64	6,1	Zone Sédentaire	21,7	20700	7700
	Bornette	LcA 36	901034,81	2093761,36	70	2,86	CHA	137 [132-142]		190		105,3				
	Bornette	LcA 37	900012,754	2092055,22	71	3,3	CHA	5 [#5]		26		0,4				
	Nant de Lathuille	LcA 35	900518,684	2094249,76	32	2	-	16 [#16]		76		0				
	Rui de Saury	LcA 51	900027,877	2092437,19	63	2,9	-	64 [52-76]		117		69,3				
Ire	Ire	LcA 10	902261,828	2094782,27	104	8,3	CHA, LOF	19 [18-20]	35	27	60	2,3	Zone Migrateur	9,5	19600	1900
	Ire	LcA 18	902284,97	2093249,7	75	6,5	CHA	62 [60-64]		118		23,1				
	Ire	LcA 09	902312,81	2091411,58	100	7,1	CHA	11 [#11]	30	20	45	7,9	Zone Sédentaire	21,7	58700	4600
	Ire	LcA 70	902509,523	2089696,16	86	8,3	-	31 [30-32]		46		20,4				
	Ire	LcA 39	902504,825	2088432,14	93	4,93	-	60 [58-62]		83		46				
	Rui de Chevaline	LcA 38	901810,317	2092481,18	50	1	-	39 [37-42]		120		12,5				
Eau Morte	Eau Morte	LcA 08	902671,521	2095203,54	120	10	CHA, CHE, LOT, VAI	91 [89-93]	135	29	54	79,6	Zone Migrateur	124,4	61400	76700
	Eau Morte	LcA 06	903518,862	2094291,46	100	10	CHA, VAI	19 [17-21]		30		13,7				
	Eau Morte	LcA 25	903521,153	2093397,95	112	8,8	CHA, CHE	202 [192-212]		72		194,5				
	Eau Morte	LcA 23	903232	2092598	75	5										
	Eau Morte	LcA 81	903770	2092060	108	4,7	CHA, LOF, CHE	150 [148-152]		65		121,3				
	Eau Morte	LcA 24	904266,644	2091520,42	102	4,6	CHA, VAI, CHE, LOF	373 [364-382]		139		354,1				
	Montmin	LcA 74	904201,798	2092675,6	93	3,66	CHA	92 [89-95]	76	131	155	77,7	Zone Sédentaire	59,7	8400	5000
	Montmin	LcA 46	905037,568	2093020,57	71	3,95	CHA	55 [52-58]		184		38,9				
	R. marais de Gier	LcA 19	903632	2092316	85	2,5	CHA, LOF, VAI	50 [49-51]		99		10,5				
	Eau Morte	LcA 80	906880	2091110	117	5,1	CHA	76 [68-84]	34	184	101	56,5	Zone Sédentaire	21,2	29600	6600
	Eau Morte	LcA 03	907922,033	2090004,12	78	8,5	CHA	12 [#12]		57		3,2				
	Rui de Montmin	LcA 26	904868,581	2095405,06	100	2,8	-	59 [50-68]	67	87	116	20,1	Zone Sédentaire	40,7	23100	9500
	Rui de Montmin	LcA 72	904907,878	2097458,45	53	3,2	-	134 [127-141]		228		80,4				
	Rui de la Perrière	LcA 73	905009,843	2095986,15	55	1,6	-	1,1		14,6		-				
	Rui de St Ruph	LcA 40	908312,135	2089428,76	92	4,2	CHA	5 [#5]	5	23	28	0,3	Zone Sédentaire	0,50	31800	180
	Rui de St Ruph	LcA 82	907800	2088070	55	4,4	-	2 [#2]		18		0,4				
	Rui de St Ruph	LcA 01	906710	2087530	65	3,2	-	6 [#6]		37		1				
	Rui de St Ruph	LcA 69	905440	2087070	50	3,2	-	7 [6-8]		48		0				
	Rui du Bar	LcA 79	908430	2089330	70	3	CHA	25 [24-26]		91		10,1				
	Rui du Bar	LcA 42	908653,661	2087839,6	76	3,1	CHA	17 [16-18]	32	45	38	10,6	Zone Sédentaire	17,3	23400	3000
	Rui du Bar	LcA 43	909109,639	2086133,34	60	3,2	CHA	60 [58-62]		156		31,3				
	Rui du Bar	LcA 45	908797,214	2084417,93			-	0		0		-				
	Le Tamié	LcA 44	909364,323	2085665,68	57	1,5	-	0		0		-				
Le Tamié	LcA 76	909390	2084910	61	2,3	-	13 [12-14]		40		0					
Rui des Combes	LcA 41	908530	2089320	60	2,1	CHA	16 [15-17]	16	68	68	0,8					
Rui des Combes	LcA 56	909280	2088770			-	0		0		-					
Rui des Combes	LcA 77	909565,732	2087832,61			-	0		0		-					
Angon	Angon	LcA 47	901784,883	2099155,31	52	2,4	PER	84 [81-87]	84	47	47	71,9	Zone Migrateur	71,9	1400	1000
	Angon	LcA 48	902787,349	2100016,51	51	2,4	-	38 [37-39]	38	57	57	31,5	Zone Sédentaire	57	10900	3400
Bluffy	Bluffy	LcA 49	899310,226	2102975,1	50	2,1	-	25 [23-27]	25	54	54	0	Zone Migrateur	0	1900	0
	Bluffy	LcA 50	900200	2103550	58	1,7	-	2 [#2]	2	15	15	0	Zone Sédentaire	0	3600	0

IV. BIBLIOGRAPHIE

- Anderson C.L., Canning E.U. & Okamura B., 1999. 18S rDNA sequences indicate that PKX organism parasites bryozoa. *Bulletin of the European association of fish pathologists*, 19, 94-97.
- Canning E.U., Curry A., Feist S.W., Longshaw M. & Okamura B., 1999. *Tetracapsula bryosalmonae* n. sp. for PKX organism the cause of PKD in salmonid fish. *Bulletin of the European association of fish pathologists*, 19, 203-206.
- Caudron A., Champigneulle A. & Large A., 2006. Etats et caractéristiques des populations autochtones de truite commune identifiées en Haute-Savoie et qualité globale du milieu. pp : 55-118 in programme INTERREG III A- Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones en vallée d'Aoste et en Haute-Savoie. Rapport final.06/02. 12p + annexes.
- Caudron A. & Catinaud L., 2008. Utilisation des fréquences de taille relative pour évaluer les structures de tailles des populations de truites en Haute-Savoie., note technique, FDP74.2008/01, 8p.
- Champigneulle, A. Buttiker, B. & Melhaoui, M., 1999. Main characteristics of the biology of the trout (*Salmo trutta*) in Lake Lemman (Lake Geneva) and some of its tributaries. In "Biology and ecology of the brown trout and sea trout". Baglinière J.L. & Maisse G. (Eds). Springer Published in association with Praxis Publishing, Chichester, U.K., pp. 147-174.
- CSP – Délégation Régionale Franche-Comté, Bourgogne, Rhône-Alpes, 1999. Synthèse des connaissances sur les 4 principaux affluents du lac d'Annecy (Eau Morte, Laudon, Ire, Bornette) ; Etat des peuplements piscicoles et cas particulier de la truite de lac, pp. 28 + annexes.
- De Lury, 1951. On the planning of experiments for the estimation of fish population. *J. Fish Res. Bd. Can.*, 18, 281-307.
- Dumoutier Q., Vigier L. & Caudron A., 2010. Macro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques Salmonicoles, MACMASalmo1.0. Rapport SHL293.2010 / FDP74.10/03 disponible sur http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1_bis.php?categ=5
- Gay M., Okamura B. & De Kinkelin P., 2001. Evidence that infectious stages of *Tetracapsula bryosalmonae* for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* are present throughout the year. *Diseases of Aquatic Organisms*, 46, 31-40.
- Gerdeaux D., Druart J.C., Lainé L., Lazzarotto J. & Perga M.E., 2007. Suivi de la qualité des eaux du lac d'Annecy. Rapport 2006. SILA (ed) et INRA-Thonon. 92 page + annexes.
- Laikre L., Antunes A., Apostolidis A., Berrebi P., Duguid A., Ferguson A., Garcia-Marin J.L., Guyomard R., Hansen M.M., Hindar K., Koljonen M-L., Lardiadèr C., Martinez P., Nielsen E.E., Palm S., Ruzzante D., Ryman N. & Triantaphyllidis C., 1999. Conservation genetic management of Brown trout (*Salmo trutta*) in Europe. Report by the concerted action on identification, management and exploitation of genetic resources in the Brown trout (*Salmo trutta*). ("Troutconcert"; EU FAIR CT97-3882). 91p.