

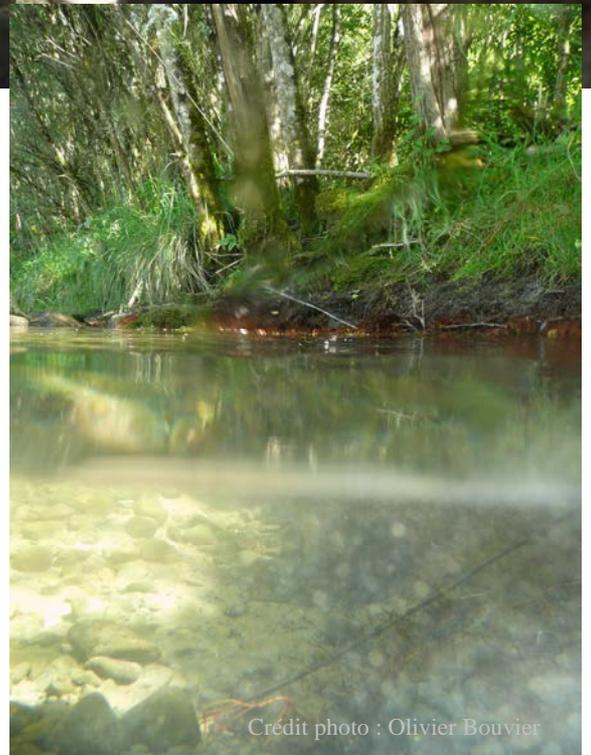


# Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

2092, route des Diacquenods  
Le Villaret  
74 370 St Martin Bellevue  
Tél. 04 50 46 87 55  
www.pechehautesavoie.com

## PLAN DE GESTION PISCICOLE Unité de gestion CHAISE

2010-2014



Credit photo : Olivier Bouvier

**VIGIER LAURE  
CATINAUD LUDOVIC  
CAUDRON ARNAUD**

**OCTOBRE 2009**

(REF RAPPORT : FDP74.09/05)

## **SOMMAIRE**

### **INTRODUCTION**

#### **I – RAPPEL DU SCHEMA DEPARTEMENTAL DE CONSERVATION ET DE REHABILITATION DES POPULATIONS DE TRUITES AUTOCHTONES 2007-2013**

#### **II – PRESENTATION DE LA CHAISE : CARACTERISTIQUES GENERALES**

#### **III – MATERIEL ET METHODES**

- A - Investigations menées à l'échelle du Bassin Versant
  - A.1 – occupation du sol
  - A.2 – Historique de l'alevinage
- B - Investigations menées à l'échelle du tronçon
  - B.1 – Recensement des frayères
- C - Investigations menées à l'échelle de la station
  - C.1 – Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau et du peuplement macrobenthique
  - C.2 – Métabolisme thermique et typologie
  - C.3 – Etude des populations de poissons
    - a - Analyse du peuplement piscicole
    - b - Analyse de la population de truite fario

#### **IV – SYNTHÈSE DES DONNÉES EXISTENTES**

- A - Première approche de l'occupation du sol
- B - Evolution historique des pratiques de gestion piscicole
- C - qualité du milieu
  - C.1 – Etude de la qualité thermique de la Chaise et de ses affluents
    - a – Conditions thermiques générales
    - b – Température extrême, amplitude et moyenne estivale
    - c – Période de croissance et préférendum thermique
    - d – Conditions favorables à l'infection par la PKD
    - e – Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaires
  - C.2 – Etude de la qualité physico-chimique et hydrobiologique de la Chaise et de ses affluents (CG74, 2004)
    - a - Physico-chimie de l'eau
    - b – qualité hydrobiologique
- D - Analyse des données piscicoles existantes
  - D.1 - Résultats génétiques (Caudron *et al.*, 2006)
  - D.2 - Evaluation de l'efficacité du repeuplement et de la contribution du recrutement naturel
    - a - Contribution des repeuplements et du recrutement naturel dans les populations en place à l'automne : stade 0+ (Caudron & Champigneulle, 2007)
    - b - Recensement de frayères de l'hiver 2001-2002
    - c - Contribution des repeuplements dans les captures par pêche à la ligne
  - D.3 – Analyse des pêches électriques d'inventaires
    - a - Analyse qualitative et quantitative du peuplement piscicole de la Chaise
    - b - Etude scalimétrique sur le bassin de la Chaise
    - c - Evolution longitudinale de la structure de la population de truite commune
    - d - Statut de la population de truite fario (Caudron *et al.*, 2006b)

#### **V – SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES**

- A – Une population de souche autochtone fonctionnelle mais en danger
- B – Proposition d'un plan de gestion
- C – Déroulement prévisionnel du plan de gestion 2010-2014
  - C.1 – 2009-2010 : Acquisition de données après 5 ans sans repeuplement
  - C.2 – principes de réalisation du plan de gestion

## Liste des figures et tableaux

**Figure 1 :** évolution des connaissances sur les populations de truites de souches autochtones entre 2002 et 2007

**figure 2 :** localisation géographique du bassin versant de la Chaise et présentation topographique de la partie Haute Savoiarde.

**figure 3 :** profil en long du cours principal de la Chaise de sa source à la limite départementale Savoie / Haute-Savoie

**figure 4 :** répartition des grands types d'occupation du sol sur le bassin haut savoyard de la Chaise

**Figure 5 :** évolution temporelle des déversements d'alevins de truite commune pré-estivaux (toutes origines confondues) pratiqués sur le bassin haut savoyard de la Chaise.

**figure 6 :** localisation géographique des 6 stations étudiées sur le bassin de la Chaise dans le cadre du suivi thermique 2006-2007. La croix rouge signifie la perte de la sonde et le rond rouge la mise hors d'eau temporaire de la sonde.

**figure 7 :** courbes des températures moyennes journalières calculées sur la période du 01/07/2006 au 30/06/2007 pour les 5 stations exploitables sur le cours de la Chaise.

**Figure 8 :** température maximal instantanée (A), amplitude des moyennes journalières (B) et moyennes des 30 jours les plus chauds (C), obtenus sur les 5 stations concernées par le suivi thermique annuel sur le bassin versant de la Chaise.

**figure 9 :** durée en jours du préférendum thermique de la truite commune (A), durée totale en heure (B) et durée de la séquence maximale (C) durant laquelle la température est restée en dessus de 19°C sur les 5 stations concernées par le suivi thermique annuel sur le bassin versant de la Chaise.

**Figure 10 :** durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température est restée au dessus de 15°C sur les 5 stations concernées par le suivi annuel sur le bassin de la Chaise.

**figure 11 :** durée totale en jours de vie sous gravier (50% d'alevins émergents) (A) et durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température est restée au dessous de 1°C ou supérieure à 12°C pendant la période du développement embryon-larvaire (B) sur les 5 stations concernées par le suivi annuel sur le bassin de la Chaise.

**figure 12 :** localisation géographique des stations étudiées dans le cadre du suivi de qualité des eaux CG, 74 (2005) et classe de qualité hydrobiologique du SEQ II.

**figure 13 :** évolution des différents indices de la qualité hydrobiologique sur les 4 stations situées sur le cours principale de la Chaise et sur les 2 stations étudiées sur le ruisseau du Marais et le Bief de Saint-Ferréol. A : variables et notes relatives à l'IBGN ; B : variables et notes relatives au Cb2.

**Figure 14 :** évolution des effectifs relatifs (A) et de la variété relative (B) des taxons saprobiontes et polluosensibles dans les peuplements d'invertébrés observés sur les 4 stations situées sur le cours principale de la Chaise et sur les 2 stations étudiées sur le ruisseau du Marais et le Bief de Saint-Ferréol.

**Figure 15 :** évolution de la densité d'invertébrés aquatiques sur les 4 stations situées sur le cours principale de la Chaise et sur les 2 stations étudiées sur le ruisseau du Marais et le Bief de Saint-Ferréol.

**Figure 16 :** Présentation spatialisée des classes de taux d'allèle atlantique estimé dans les populations naturelles d'adultes en place sur le réseau hydrographique de la Haute-Savoie et localisation des zones abritants des populations de truites autochtones méditerranéennes (Caudron *et al.*, 2006b).

**figure 17 :** analyse en composante principale (ACP) réalisée à partir des fréquences alléliques des allèles d'origine méditerranéenne au niveau de 7 loci diagnostiques des 36 secteurs échantillonnés en milieu naturel. Seuls les 2 premiers axes sont représentés. (d'après Caudron, 2008).

**Figure 18 :** arbre de Neighbour-joining obtenu à partir des distances de Cavalli-Sforza et Edwards (1967) calculée sur 7 loci microsatellites en ne considérant que les allèles d'origine méditerranéenne pour les 36 secteurs échantillonnés en milieu naturel (d'après Caudron, 2008)

**Figure 19 :** localisation des stations d'étude et taux de marqués sur la Chaise en 2004.

**Figure 20 :** localisation des secteurs prospectés et des densités de frayères observées sur le réseau hydrologique de la Chaise durant l'hiver 2001-2002.

**Figure 21 :** répartition géographique des captures par pêche à la ligne en fonction de leur origine sur le bassin de la Chaise (période 2002-2006) ) et taux d'individus marqués dans les captures sur l'ensemble du bassin.

**Figure 22 :** localisation géographique des stations où l'on dispose de données piscicoles (points rouge) et des stations où ont été réalisées des pêches électriques d'inventaires (rond jaune). Le niveau typologique théorique (Bn) est précisé quand il a pu être calculé.

**Figure 23 :** histogramme des classes de tailles rétromesurées à 1 an (LT1), 2 ans (LT2) et 3 ans (LT3) des truites d'âge 2+ et supérieur échantillonnées sur le réseau hydrographique du bassin de la Chaise et taille légale de capture (pointillés oranges).

**Figure 24 :** comparaison de la fréquence moyenne standard (FMS) aux fréquences relatives observées (à gauche) et histogramme de densité par classes de tailles (à droite) sur les quatre stations étudiées sur le Chaise.

**figure 25 :** synthèse des principaux résultats issus des données existantes sur le cours principal de la Chaise et du Bief de Saint-Ferréol.

**tableau 1 :** caractéristiques des stations d'étude de la qualité thermique vis-à-vis des exigences écologiques de la truite commune sur le bassin haut-savoyard de la Chaise

**tableau 2 :** caractéristiques des 9 variables utilisées dans la présente étude pour caractériser la qualité thermique de la Chaise vis-à-vis des exigences écologiques de la truite commune (d'après Caudron *et al.*, 2006).

**tableau 3 :** récapitulatif des variables et calculs intermédiaires intervenants dans le calcul du NTT.

**tableau 4 :** synthèse des densités et biomasses par espèce (en italique densité ou biomasse brute) sur les 4 stations de la Chaise et comparaison des classes d'abondances observées et théoriques en fonction du biotype de la station.

**tableau 5 :** état du stock en place et niveau de menace des populations de truites autochtones sur le bassin de la Chaise. Avec  $D_e$ = densité de truites estimée,  $B_e$ =Biomasse de truites estimée,  $D_mT$ =Densité moyenne d'adultes,  $S_e$ =Surface en eau ( $m^2$ ),  $N_eT$ =Nombre total de truite estimée,  $N_eA$ =Nombre estimé de truites adultes (Caudron, 2008)

## **INTRODUCTION**

Le programme d'identification, de sauvegarde et de réhabilitation des populations de truites autochtones a mis en évidence la présence d'une population de truite de souche autochtone dans la rivière la Chaise sur l'ensemble de son cours en Haute-Savoie (Caudron *et al.*, 2006) et est donc à ce titre considérée comme une rivière possédant un intérêt biologique majeur pour la conservation de cette souche.

La stratégie départementale de gestion piscicole consiste prioritairement à réhabiliter les populations de truites de souche autochtone sur les unités de gestion présentant un potentiel suffisant. Ces populations, bien adaptées aux contraintes des torrents de montagne, sont les plus à même d'accomplir leur cycle vital dans ces milieux particuliers majoritaires en Haute-Savoie et donc de permettre à terme l'implantation de populations naturellement fonctionnelles sur les cours d'eau piscicole de Haute-Savoie.

Ce rapport a pour objectif de faire la synthèse des données existantes sur l'unité de gestion Chaise et de proposer un premier plan de gestion piscicole pour la période 2010-2014.

## **I – RAPPEL DU SCHEMA DEPARTEMENTAL DE CONSERVATION ET DE REHABILITATION DES POPULATIONS DE TRUITES AUTOCHTONES 2007-2013**

La truite commune (*Salmo trutta* L.) est une espèce importante au niveau patrimonial (grande diversité intra-spécifique) et socio-économique (halieutisme, tourisme...). La conservation et la gestion durable des populations de truite répondent donc à des enjeux multiples : écologiques et patrimoniaux, humains et sociologiques.

En France, deux lignées évolutives ou formes génétiques sont représentées : le rameau évolutif atlantique (REA) et méditerranéen (REM). Ces deux formes ont colonisé naturellement les réseaux hydrographiques de la façade atlantique et méditerranéenne après la dernière période de grande glaciation, il y a environ 10 000 ans. Ces deux entités initialement séparées sur le plan géographique ont ensuite été mises en contact artificiellement par le biais des repeuplements massifs utilisant des souches domestiques d'origine atlantique (ATL). Ces introductions de truites atlantiques dans la zone méditerranéenne ont provoqué une contamination des populations autochtones de souche méditerranéenne (MED) par des gènes étrangers qui risquent à terme de compromettre l'existence d'un patrimoine génétique local issu de plusieurs milliers d'années de sélection naturelle.

Dans un souci de gestion durable de ses populations salmonicoles majoritaires dans le département, la Fédération de Pêche de Haute-Savoie pratique une gestion axée sur la conservation des populations de truite autochtones et/ou fonctionnelles ainsi que sur la protection et la réhabilitation des milieux. Cette orientation de gestion a nécessité une meilleure connaissance :

- des peuplements piscicoles et notamment pour les populations de truites de leur répartition et de l'efficacité de leur gestion,
- de la qualité des milieux

Ainsi, entre 2002 et 2007, la Fédération de Pêche, avec l'aide de plusieurs partenaires financiers, a réalisé à l'échelle départementale à la fois une évaluation de l'efficacité du repeuplement dans les rivières de Haute-Savoie et un programme d'identification, de sauvegarde et de réhabilitation des populations de truites autochtones (programme INTERREG III-A). Les objectifs de ces deux programmes sont de pratiquer à terme une gestion différenciée à travers la mise en place de stratégies adaptées aux différentes unités de gestion et de conservation définies.

Avant 2002

En 2007

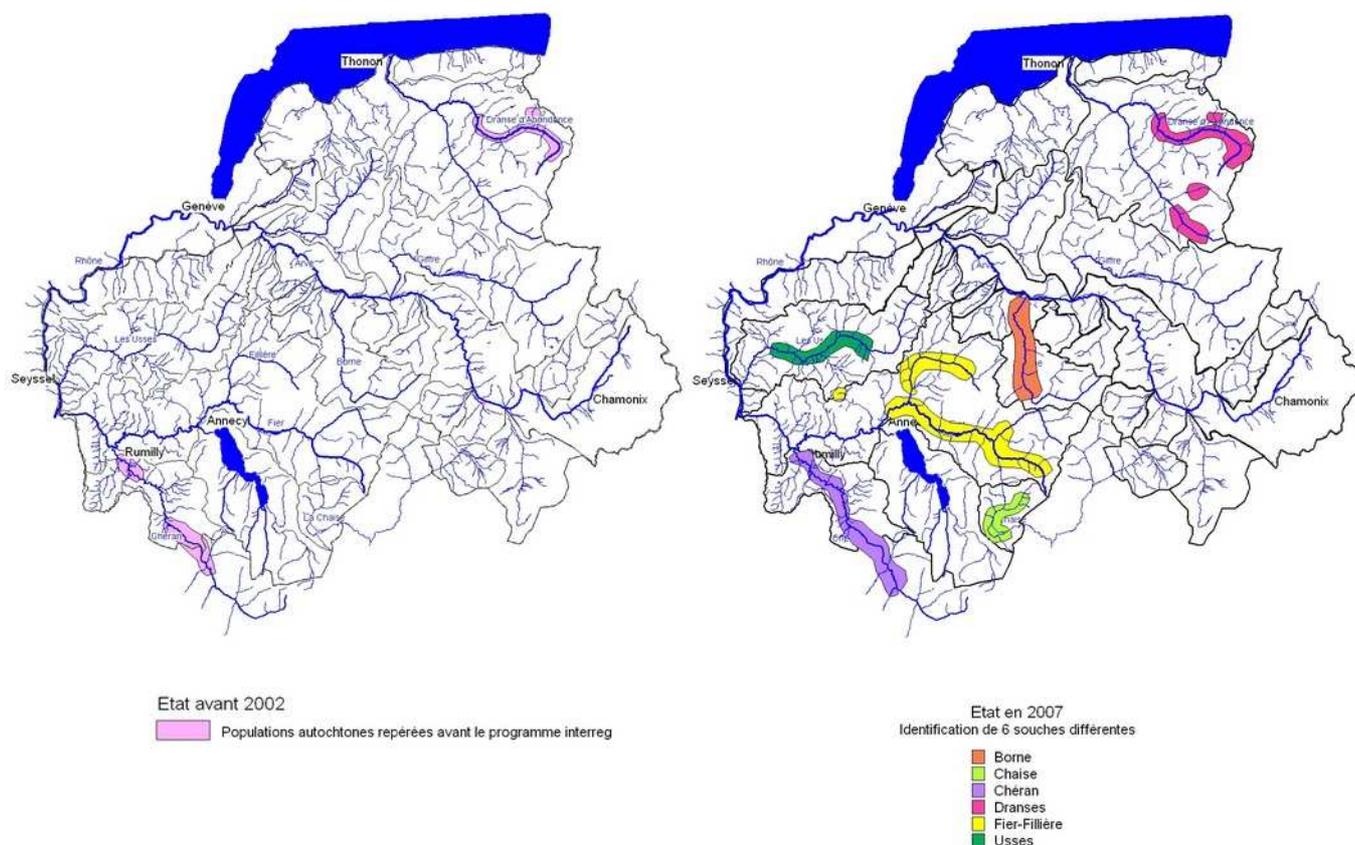


Figure 1 : évolution des connaissances sur les populations de truites de souches autochtones entre 2002 et 2007

A la suite des résultats obtenus, la Fédération a présenté les orientations d'actions en mettant en place un Schéma Départemental de Conservation et de Réhabilitation des Populations de Truites Autochtones (Vigier & Caudron, 2007). Ce schéma vise à réhabiliter les populations de truites de souche autochtone sur les unités de gestion présentant un potentiel suffisant (figure 1), ce qui est le cas de la Chaise dont la population est cependant considérée comme étant « en danger » (Caudron *et al.*, 2006a) du fait d'une aire de répartition trop faible sur le bief de la Chaise d'une part et d'une faible densité de géniteurs sur le cours principal de la Chaise d'autre part.

Ainsi, dès 2005, il a été procédé à un arrêt total des repeuplements afin de préserver l'intégrité de cette souche autochtone.

## II – PRESENTATION DE LA CHAISE : CARACTERISTIQUES GENERALES

La Chaise est le principal affluent haut-savoyard de l'Arly. Elle prend sa source sous la Riondaz dans le massif du Mont Charvin puis emprunte la cluse Annecy-Ugine pour rejoindre l'Arly en Savoie à l'aval d'Ugine. Elle appartient au bassin versant de l'Isère (figure 2).

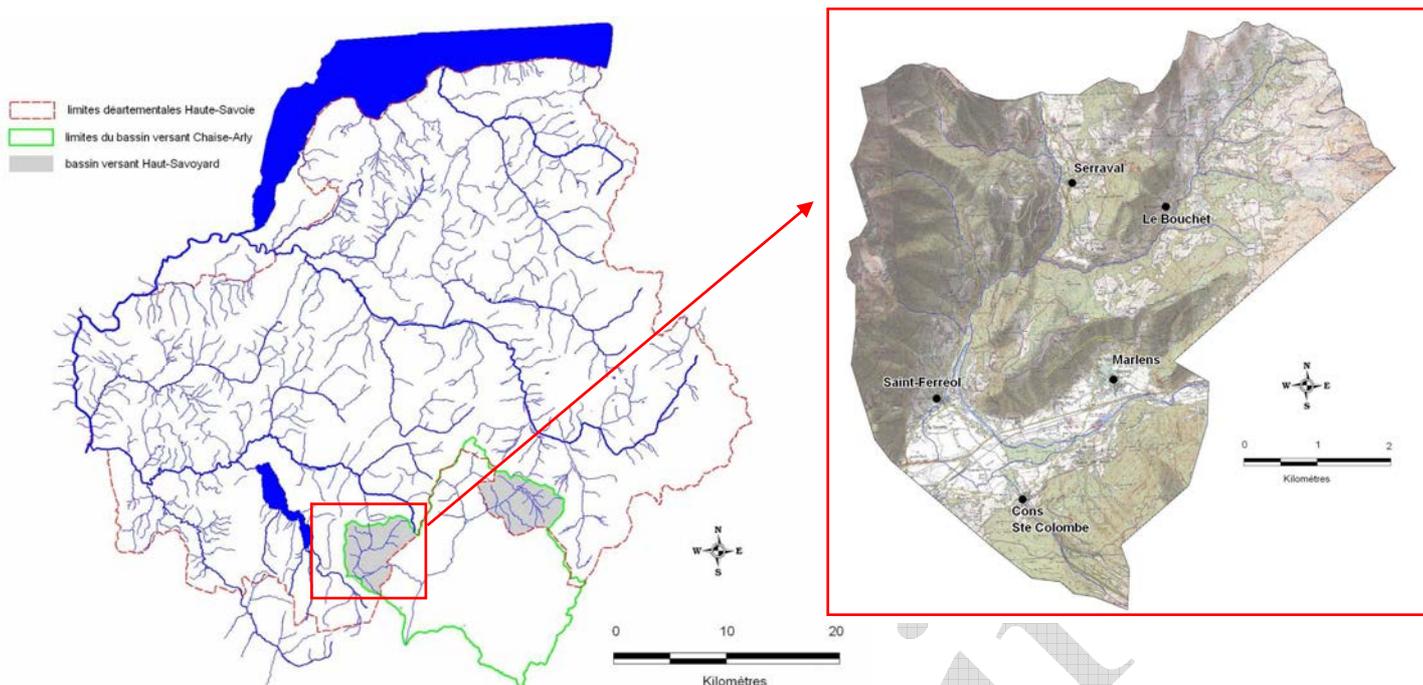


figure 2 : localisation géographique du bassin versant de la Chaise et présentation topographique de la partie Haute Savoyarde.

C'est un torrent à forte pente (figure 3), la pente moyenne est de 7% ; l'écoulement se fait tout d'abord sur de gros blocs et en cascades suivi d'un secteur à pente plus modérée marqué par la présence d'une zone plus urbaine au niveau de Faverges affectant la qualité du milieu (pollutions organiques, métallique...). C'est une rivière dégradée par l'érosion. L'extraction de granulats a longtemps été pratiquée entraînant une érosion régressive importante aujourd'hui compensée par une succession de seuils artificiels qui limitent ses potentialités piscicoles (SDVP, 2006).

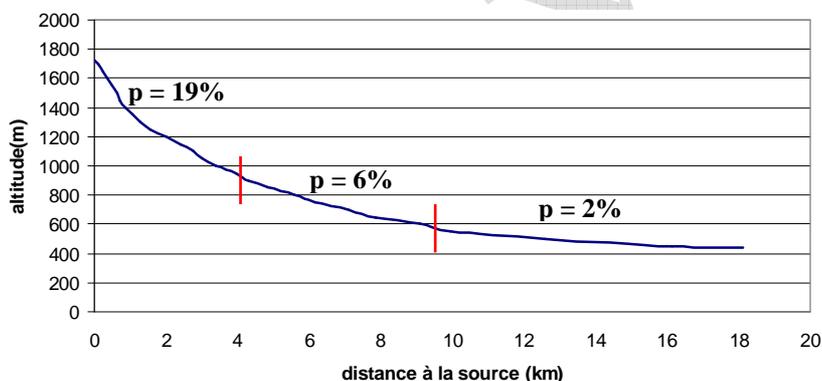


figure 3 : profil en long du cours principal de la Chaise de sa source à la limite départementale Savoie / Haute-Savoie.

Le ruisseau du Marais est son principal affluent haut-savoie, il se développe sur un linéaire de 4 km pour un bassin versant de 12 km<sup>2</sup>. Il naît au col du Marais puis s'enfonce dans un thalweg encaissé très boisé. Il se jette dans la Chaise au niveau de la commune de Serraval.

Le régime hydrologique de la Chaise est de type pluvio-nival caractérisé par deux étiages, un estival et un hivernal, et deux périodes de fortes eaux, à l'automne et au printemps.

### III – MATERIEL ET METHODES

#### A - Investigations menées à l'échelle du Bassin Versant

##### A.1 – occupation du sol

Une vue globale de l'occupation du sol sur le bassin est extraite du SIG (Système d'Information Géographique) de la fédération de pêche. L'observation des photos aériennes (Google earth) complète cette analyse.

##### A.2 – Historique de l'alevinage

Un historique des pratiques de repeuplement depuis 1982 a été fourni par l'AAPPMA d'Annecy Rivière. La prise en compte de l'évolution en terme de pratique et de la répartition des repeuplements pratiqués sur la Chaise est un élément indispensable de l'étude des populations actuelles de truite commune.

En outre, cet antécédent est important à considérer lors de la définition des propositions de gestion consécutives à ce diagnostic.

#### B - Investigations menées à l'échelle du tronçon

##### B.1 – Recensement des frayères

Dans le cadre de la caractérisation du recrutement naturel sur la Chaise, un recensement des frayères naturelles a été réalisé durant l'hiver 2001-2002 (26/11 au 07/12/2001) par les gardes professionnels de l'AAPPMA : Mr Yves Josserand et Mr Guy Genevey.

Ces données, retranscrites en densités seront utilisées dans le cadre de l'évaluation du recrutement naturel.

#### C - Investigations menées à l'échelle de la station

##### C.1 – Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau et du peuplement macrobenthique

Les données présentées sont issues du suivi de la qualité des cours d'eau de Haute-Savoie réalisé par le Conseil Général de Haute-Savoie. Le programme 2004-2005 qui concerne le bassin de la Chaise a été réalisé par le bureau d'étude SAGE environnement.

Six stations de mesures ont été concernées par les analyses suivantes :

- **Physico-chimie** : les 6 stations de prélèvements ont fait l'objet de 2 campagnes (septembre 2004 et février 2005) de prélèvements au cours desquelles ont été analysés les paramètres suivants :
  - o In-situ : température de l'eau instantanée, oxygène dissous, saturation en oxygène, conductivité, pH,
  - o En laboratoire agréé : matières en suspension, carbone organique dissous, demande biochimique en oxygène, ammonium, nitrites, nitrates, azote kjeldahl, orthophosphates,
- **Minéralisation** : la détermination de la concentration en Calcium et en magnésium a été réalisée lors d'une seule campagne sur 6 stations,
- **Hydrobiologie** : toutes les stations ont fait l'objet, en étiage durant le mois de septembre (29/09/2004) de prélèvements de faune benthique pour la détermination de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau sont interprétés sur la base des classes du SEQeau (Meed & Agence de l'eau RMC, 2003 ; Mission interministérielle, 1990), et éventuellement par d'autres valeurs issues de la littérature scientifique (Nisbet & Verneaux, 1970). En outre, la relation qualité d'eau – peuplement piscicole sera basée sur une synthèse

bibliographique de valeurs seuils, issues de la littérature, à partir desquels des effets négatifs pour les salmonidés sont observés (Caudron *et al.*, 2006a).

En ce qui concerne le peuplement macrobenthique, Les méthodes d'analyses simplifiées des communautés benthiques, généralement exprimées sous forme indicielle, permettent d'apprécier l'évolution dans l'espace et dans le temps de l'aptitude biogène globale des sites d'eau courante.

**L'Indice Biologique Global Normalisé** (AFNor, 1992) est particulièrement sensible aux modifications de la qualité organique de l'eau et de la nature du substrat. Ainsi le groupe indicateur renseigne sur la qualité physico-chimique pour les paramètres de pollution classique à dominante organique. Cet outil nécessite une détermination au niveau de la famille. Le calcul de la note IBGN est complété par le calcul de la robustesse de la note IBGN. Celle-ci, calculée en supprimant le premier groupe indicateur de la liste faunistique et en conservant la même variété taxonomique, permet ainsi de juger la fiabilité de l'estimation fournie par la note IBGN.

**L'indice d'aptitude biogène, cb2** (Verneaux, 1982), est également calculé. Cet indice plus robuste du fait de sa prise en compte de la densité des taxons ( $\geq 3$  individus) et d'un répertoire faunistique plus important (92 taxons indicateurs) a également l'avantage de distinguer deux indices : l'indice nature et l'indice variété. Leur contribution respective à la note totale apporte une information intéressante quant à la participation de la qualité physico-chimique de l'eau (*In*) ou de l'habitat (*Iv*) sur l'hospitalité du milieu. Afin de faciliter l'interprétation du cb2, et notamment de l'*Iv*, un **coefficient morphodynamique (*m*)** est calculé. Il permet d'évaluer la qualité de l'habitat en fonction des couples substrat/vitesse inventoriés sur la station.

## C.2 – Métabolisme thermique et typologie

La température est un facteur déterminant de la qualité du milieu aquatique, notamment pour les cours d'eau salmonicoles. Six stations ont bénéficié d'un suivi sur un cycle annuel complet (du 24 juin 2006 au 23 juin 2007) au pas de temps horaire à l'aide de thermographes enregistreurs *Onset HOBO*.

Trois sondes enregistreuses ont été positionnées sur le cours principal de la Chaise, une sur le ruisseau du Marais et deux sur le bief de Saint-Ferréol (tableau 1).

Cours d'eau	nom station	Localisation	distance à la source (km)	altitude (m)	commune
Ruisseau des Marais	Arl22	l'Hermite	1	770	Serraval
Chaise	Arl03	le Bouchet. 50m en aval de l'accès : parking en face de la grange	4	890	Le Bouchet
Chaise	Arl14	Saint-Ferréol. 150m en amont de la prise d'eau	10,4	500	Saint-Ferréol
Bief Chaise	Arl06	300 m en aval de la barrière d'accès, en face de la zone de dépôt de gravier, 10 en amont d'un passage béton	10,7	490	Saint-Ferréol
Bief Chaise	Arl21	150m en amont de la confluence avec la Chaise	16,2	480	Marlens
Chaise	Arl17	80 m en amont du pont de la STEP	16,3	400	Marlens

tableau 1 : caractéristiques des stations d'étude de la qualité thermique vis-à-vis des exigences écologiques de la truite commune sur le bassin haut-savoyard de la Chaise

La sonde posée sur la station amont du cours principal de la Chaise a été perdue (Arl 03).

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

(annexe 1 : Arl 22)). La sonde placée sur le ruisseau du Marais (Arl 22) semble avoir été temporairement hors d'eau (du 15/02/2007 au 01/06/2007). Un certain nombre de variables n'ont donc pas pu être calculées sur cette station.

Les données brutes permettent de caractériser sur chaque station 30 variables thermiques différentes (Caudron *et al.*, 2006a) dont neuf (tableau 2) ont été retenues dans cette étude.

Variable	description
Tmax (°C)	Valeur de la température instantanée maximale relevée pendant le cycle annuel
Amp max (°C)	Différence entre les températures instantanées minimales et maximales relevées pendant le suivi
Tm30 (°C)	Valeur de la température moyenne calculée sur les 30 jours les plus chauds (Verneaux, 1973)
4°C<Jr<19°C	Nombre de jours où la température est comprise entre 4°C et 19°C (préférendum thermique de la truite fario selon Elliot, 1975; Elliot et Elliot, 1995 et Crisp, 1996)
seq (H)max >19°C	nombre d'heures de la séquence maximale où la température reste supérieure ou égale à 19°C durant le suivi annuel
seq (H)max >15°C	nombre d'heures de la séquence maximale où la température reste supérieure ou égale à 15°C durant le suivi annuel
DVSG(Jr)	Durée en jours de la période totale de développement embryon-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)
seq (H)max >12°C(DVSG)	Nombre d'heures de la séquence maximales durant la période de vie sous graviers (DVSG) où la température reste supérieure à 12°C
seq (H)max <1°C(DVSG)	Nombre d'heures de la séquence maximales durant la période de vie sous graviers (DVSG) où la température reste inférieure à 1°C

tableau 2: caractéristiques des 9 variables utilisées dans la présente étude pour caractériser la qualité thermique de la Chaise vis-à-vis des exigences écologiques de la truite commune (d'après Caudron *et al.*, 2006).

Parmi ces variables, la valeur de la température moyenne calculée sur les 30 jours les plus chauds (Verneaux, 1973) sera utilisée pour le calcul du niveau typologique théorique. Les autres 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.

La détermination de l'appartenance typologique d'une station constitue le préalable nécessaire aux actions rationnelles de préservation, de gestion et d'aménagement des ressources aquatiques, ainsi qu'à la définition des objectifs et critères de qualité des eaux (Verneaux, 1976).

En prenant en compte six paramètres mésologiques à travers les trois facteurs fondamentaux que sont le facteur thermique, le facteur trophique et le facteur morphodynamique, il est possible de calculer le niveau typologique théorique d'une station de cours d'eau.

- le facteur thermique  $T_1$  prend en compte la moyenne des températures maximales des 30 jours consécutifs les plus chauds ( $\theta_{max}$ ).
- le facteur géotrophique  $T_2$  est fonction de la distance à la source ( $d_0$  en km) et de la dureté calco-magnésienne ( $D$  en mg/L)

- le facteur morphodynamique  $T_3$  est lié à la section mouillée à l'étiage ( $S_m$  en  $m^2$ ), à la pente du lit ( $p$  en ‰) et à la largeur du lit mineur ( $l$  en m)

Chaque facteur, composante du niveau typologique, se calcule de la manière suivante :

$$T_1 = 0,55 \theta_{\max} - 4,34$$

$$T_2 = 1,17 [\text{Ln}(d_0 \times D / 100)] + 1,50$$

$$T_3 = 1,75 [\text{Ln}(S_m / (p \times l^2) \times 100)] + 3,92$$

Le niveau typologique théorique (NTT) s'obtient grâce à une formule finale :

$$T_{th} = 0,45 \times T_1 + 0,30 \times T_2 + 0,25 \times T_3$$

Les données physico-chimiques nécessaires ont été recueillies lors d'une campagne d'analyse réalisée sur 6 stations. Les valeurs de températures ont été extraites du suivi thermique.

Ce calcul permet de définir les populations référentielles de poissons et de macroinvertébrés sur la base des caractéristiques mésologiques de la station. Il s'avère donc intéressant dans le cadre de la comparaison avec le peuplement observé.

### C.3 – Etude des populations de poissons

Trois pêches électriques d'inventaires ont été pratiquées en juin 2005, suite à l'identification de la population de souche autochtone sur le bassin de la Chaise au niveau des stations suivantes : le Bouchet (Arl 03), aval Bief (Arl 21) et amont STEP (Arl 17).

Une pêche d'inventaire réalisée par le CSP en octobre 2002 sur la Chaise en amont du Bief (St Ferréol) complète l'analyse.

#### a - Analyse du peuplement piscicole

Une estimation de la densité et de la biomasse est réalisée pour chaque espèce présente sur les 4 stations étudiées (De Lury, 1951).

La transformation de ces données en classe d'abondance (Csp dr5, 1995 ; annexe 2) pour les espèces présentes permet la confrontation au peuplement théorique, associé au niveau typologique de la station (annexe 3). En effet, à chaque niveau typologique correspond, en l'absence de perturbations d'origine anthropique, un peuplement optimal composé d'un nombre prédéfini d'espèces en abondance déterminée (Verneaux, 1981). La confrontation entre peuplement observé et peuplement théorique apporte des éléments d'interprétation.

#### b - Analyse de la population de truite fario

- Analyse de la structure de la population

La structure de la population de truite est étudiée par l'intermédiaire de l'histogramme densité (/100m<sup>2</sup>)/taille et l'analyse est complétée par l'information concernant l'âge des poissons définie par la lecture des écailles (Caudron *et al.*, 2006).

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 (Baglinière & Maisse, 2002). 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).

- Rappel de la méthodologie utilisée dans le cadre du programme Interreg IIIA : Echantillonnage des populations de truites en milieu naturel (Scalimétrie, génétique)

Les échantillonnages ont été pratiqués par pêches électriques d'inventaire ou de sondage au cours de la période été-automne de l'année 2003. La récolte des données s'est faite sur un échantillon aléatoire de 20 à 30 truites de taille supérieure à 20 cm (longueur totale). L'effort d'échantillonnage pratiqué sur une large gamme de taille a permis de prendre en compte des différences potentielles de croissance entre les secteurs et éviter de biaiser les échantillons.

Sur chaque secteurs, toutes les truites potentiellement adultes ont été identifiées par un numéro de référence unique et manipulées selon le protocole suivant :

- Anesthésie à l'aide du 2-Phenoxyethanol ou dans une solution d'environ 40 mg/l d'eugénol à 90%,
- Mesure de la longueur totale (Lt en mm)
- Prise d'écailles dans la zone standardisée pour les salmonidées (Ombredane et Richard, 1990). Le traitement des écailles permet de réaliser des études fines de croissance sur les populations.
- Récolte de la nageoire adipeuse ou d'une fraction de nageoire pelvienne) et stockage de celle-ci en tube Eppendorf dans l'éthanol (95-96%) en vue des analyses génétiques
- Remise à l'eau du poisson vivant

Les modalités de traitement des résultats sont précisés ci-dessous :

- Etude de la croissance par la scalimétrie

La croissance est un paramètre particulièrement important pour comprendre la dynamique des populations de truite, gérer leur exploitation et ainsi préserver la diversité intra-spécifique de l'espèce.

Quatre-vingt huit individus ont été échantillonnés sur l'ensemble du réseau hydrographique de la Chaise. Sur cette base les gammes de tailles correspondantes aux classes d'âges peuvent être définies.

Le modèle de rétro mesure utilisé pour cette analyse est celui de Fraser-Lee qui a été validé pour la Haute-Savoie (Caudron *et al.*, 2006a). La taille rétro mesurée représente la taille en début de saison de pêche. Cependant, étant donné les faible croissance d'automne et d'hiver (Lagarrigue, 2000 ; Baglinière et Maisse, 1990), les tailles rétro mesurées à 1, 2 et 3 ans devraient être relativement proches, légèrement supérieures aux tailles automnales, respectivement des 0+, 1+, et 2+.

- Etude génétique

La récolte et l'analyse des données génétiques est détaillée dans Caudron *et al.*, 2006b.

- Evaluation du recrutement naturel en truite commune

La récolte de ces résultats a été effectuée dans le cadre de l'évaluation de la contribution du repeuplement et recrutement naturel, réalisée par la Fédération de pêche 74 et l'INRA de Thonon à l'échelle du département (Caudron & Champigneulle, 2007).

La totalité des alevins déversés dans le département ont été marqués selon la méthode de marquage des otolithes à l'Alizarine RedS (Caudron et Champigneulle, 2006) au printemps 2002, 2003 et 2004. A l'automne de ces 3 années, des prélèvements de truite ont été pratiqués par pêches électriques de sondage sur des secteurs de rivières concernés par les pratiques de repeuplement. Afin d'obtenir un échantillonnage représentatif de la population en place sans mettre cette dernière en péril, chaque secteur a été prospecté sur un linéaire de plusieurs centaine de mètres et des échantillons de truites ont été sacrifié (par excès d'anesthésiant) au hasard dans des gammes de tailles susceptibles de contenir les différentes cohortes recherchées.

La technique de marquage à l'alizarine red S ainsi que le protocole de traitement des otolithes (sagittae) en laboratoire pour détecter les poissons marqués est décrit par Caudron & Champigneulle (2006).

- Contribution du repeuplement dans les captures par la pêche à la ligne

L'effort d'échantillonnage a été poursuivi au stade adulte afin de connaître la contribution réelle des poissons repeuplés directement dans les captures des pêcheurs. Pour cela, des carnets de suivis ont été distribués à des pêcheurs volontaires qui ont accepté de récolter des données sur leur captures (date, lieu, mode de pêche, sexe, maturité sexuelle) et de faire des prélèvements à domicile (écailles et tête, cette dernière étant coupée juste en arrière des pectorales et conservée au congélateur).

Les suivis dans les captures ont commencé à partir de la saison 2004 et se sont poursuivis jusqu'en 2006 afin de prendre en compte les cohortes 2002, 2003 et 2004 marqués.

A la fin de chaque saison de pêche, les prélèvements effectués ont été récupérés et traités en laboratoire à la fédération de pêche et à l'INRA.

- Estimation des stock et statut des populations autochtones (Caudron et al., 2006a).

La formulation de propositions d'actions de conservation et de gestion des populations de truites autochtones nécessite préalablement d'évaluer leur état actuel et de connaître leur statut. Les mesures de gestion doivent avoir comme objectif principal de maintenir à son maximum la variabilité génétique intra et inter population (Ryman et Stahl, 1980 ; Utter, 1981 ; Meffe, 1986 ; Hindar et al., 1991 ; Ryman, 1991 ; Waples, 1991 ; Laikre et al., 1999). En effet, la perte de cette variabilité génétique se traduit par une dérive génétique, une perte de variation phénotypique et de plasticité ainsi que d'une perte du potentiel d'évolution pouvant remettre en cause la persistance des populations à long terme (Allendorf et Ryman, 2001).

La variabilité génétique d'une population est directement dépendante du nombre d'adultes présents dans cette population, celui-ci conditionnant le nombre de géniteurs efficace (Soule & Wilcox, 1980 ; Frankel & Soule, 1981).

A partir des densités moyennes totales, des densités d'adultes potentiellement géniteurs et des surfaces en eau correspondant à l'aire de répartition des truites autochtones, une estimation du nombre total d'individus (NeT) et du nombre total d'adultes (NeA) à été calculée pour chaque zone. Cette démarche a pour objectif de déterminer la viabilité des populations en place.

## IV – SYNTHÈSE DES DONNÉES EXISTENTES

### A – Première approche de l'occupation du sol

La carte (figure 4) fait ressortir le caractère rural du bassin versant de la Chaise avec une large dominance des secteurs boisés et des pâturages.

Nous remarquons deux configurations d'occupation du sol :

- sur la partie amont les prairies et alpages dominant largement le territoire, notamment sur le bassin amont de la Chaise,
- sur la partie aval, les surfaces boisées et des surfaces agricoles sont équivalentes mais ces dernières sont en contact plus direct avec la Chaise ou sont Bief.

En outre, il semblerait que la vocation des surfaces agricoles diffèrent entre l'amont où les alpages et pâtures associés aux exploitations de production laitière dominant et l'aval où l'activité semble tournée vers des pratiques plus intensives (cultures).

D'une manière générale, le cordon rivulaire est peu développé, la rivière étant longée par un cordon boisé majoritairement dans les secteurs de gorges.

Les secteurs bâtis semblent globalement minoritaires et concentrés au niveau de bourgs. Saint Ferréol constitue la plus grande étendue bâtie et se développe directement le long des berges de la Chaise d'une part et du Bief d'autre part.

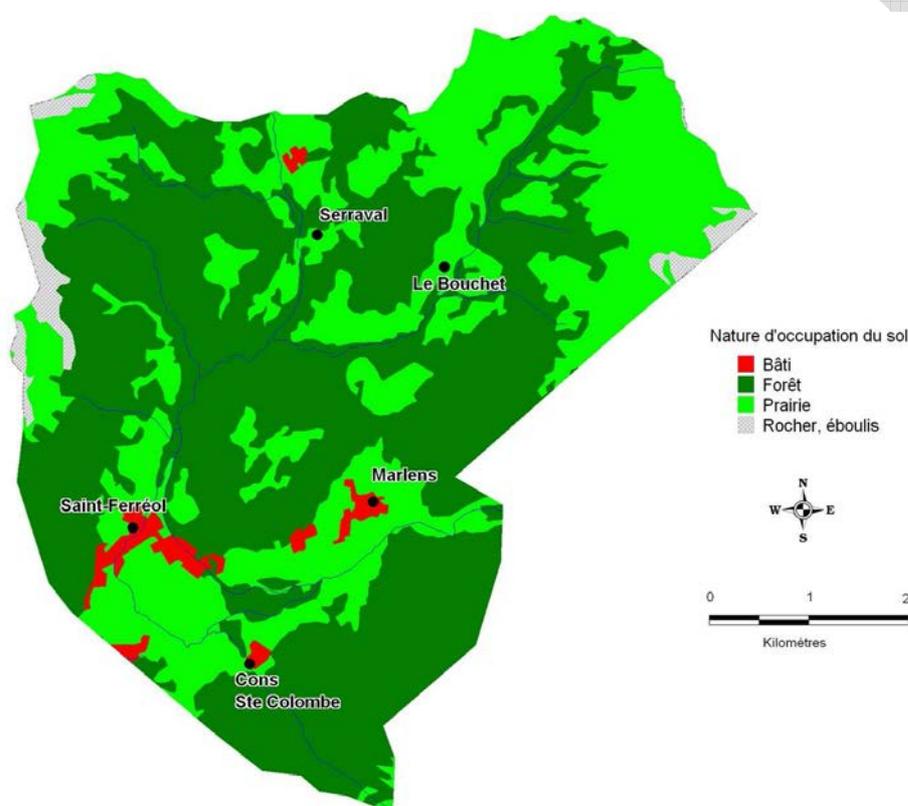


figure 4 : répartition des grands types d'occupation du sol sur le bassin haut savoyard de la Chaise

### B - Evolution historique des pratiques de gestion piscicole

La gestion piscicole est réalisée par l'AAPPMA d'Annecy. L'étude de l'évolution des pratiques de gestion montre que (figure 5) :

- la majorité des alevinages pratiqués sont des déversements de jeunes pré-estivaux (alevins démarrés 2-3 cm, truitelles de 4-6 cm) dont l'origine varie selon les années ; plusieurs origines sont parfois introduites la même année.
- une diminution par palier des quantités déversées : de 200.000 individus déversés au début des années 80, puis 60.000 en 1988 et 1989 et finalement entre 16.000 et 7.000 individus sur la période 1999-2005, date après laquelle plus aucun déversement n'a

été pratiqué suite à l'identification de la population de souche autochtone sur la Chaise.

A ceci pouvait parfois se rajouter l'introduction de truites arc en ciel aux stades alevins ou truites portions dans des quantités relativement variables.

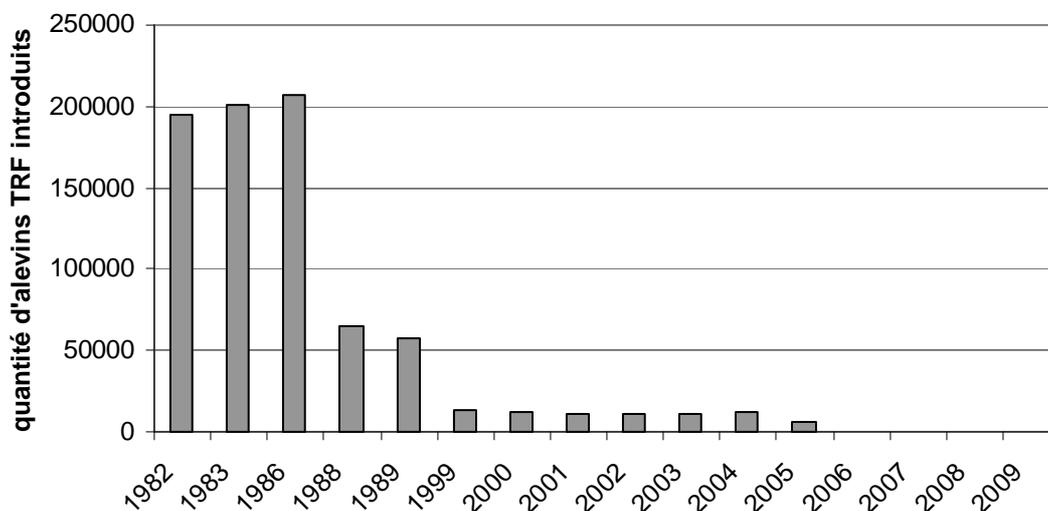


Figure 5 : évolution temporelle des déversements d'alevins de truite commune pré-estivaux (toutes origines confondues) pratiqués sur le bassin haut savoyard de la Chaise.

## C – qualité du milieu

### C.1 – Etude de la qualité thermique de la Chaise et de ses affluents

#### a – Conditions thermiques générales

Les moyennes journalières annuelles évoluent entre 0,5 au minimum et 19°C au maximum (figure 7). La période des plus faibles températures se situe entre début novembre et fin avril. Les températures estivales restent globalement dans la gamme de confort de la truite commune. En ce qui concerne les profils des valeurs moyennes journalières sur le cycle annuel 2006-2007 sur les 5 stations étudiées sur le réseau hydrographique de la Chaise (figure 6) nous observons une sensibilité aux températures extrêmes estivales et hivernales plus fortes sur l'amont du cours principal de la Chaise et sur le Bief que sur le ruisseau du Marais et la station située en amont de la STEP.

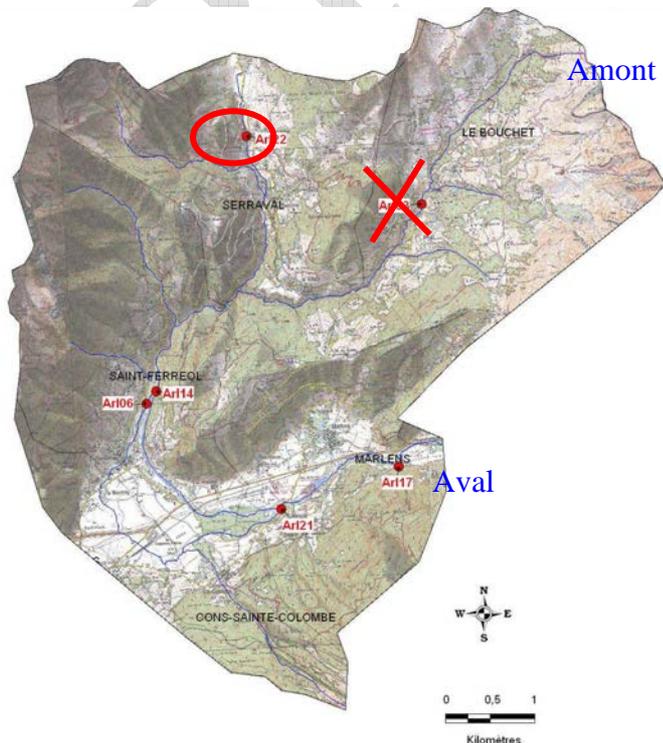


figure 6 : localisation géographique des 6 stations étudiées sur le bassin de la Chaise dans le cadre du suivi thermique 2006-2007. La croix rouge signifie la perte de la sonde et le rond rouge la mise hors d'eau temporaire de la sonde.

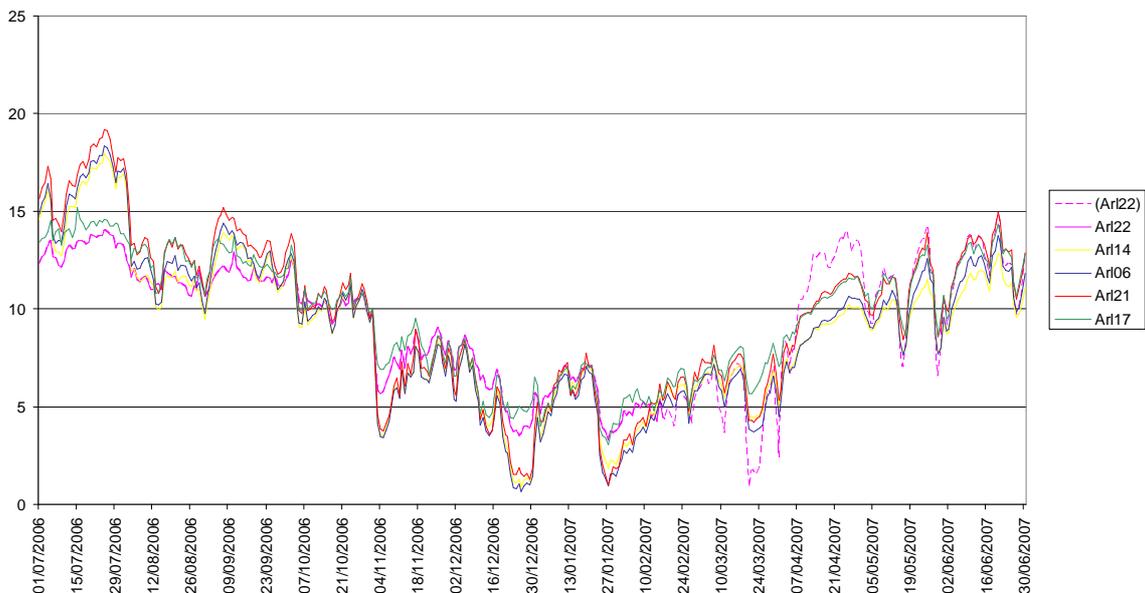


figure 7 : courbes des températures moyennes journalières calculées sur la période du 01/07/2006 au 30/06/2007 pour les 5 stations exploitables sur le cours de la Chaise.

### b - Température extrême, amplitude et moyenne estivale

Les valeurs de températures maximales, d'amplitude annuelles et de moyennes sur les 30 jours les plus chauds montrent des distributions globalement similaires (figure 8). Les valeurs de températures instantanées maximales évoluent entre 15°C à 21,5°C sur l'ensemble de 5 stations.

En outre, les valeurs d'amplitude annuelle des températures moyennes journalières minimale et maximale mettent en évidence les mêmes différences qu'abordées au paragraphe précédent, c'est-à-dire un pouvoir tampon (du point de vue thermique) plus important en ce qui concerne le ruisseau du Marais (Arl 22) et la station située en amont de la STEP sur la Chaise (Arl 17). En effet, pour ces stations l'amplitude annuelle des moyennes journalières est respectivement de 14°C et 12°C, alors que pour les 3 autres elle se situe plutôt aux alentours de 18°C. Ces stations présentent toutes deux les caractéristiques d'un milieu thermiquement tamponné avec des moyennes journalières minimales de températures hivernales particulièrement élevés (3°C) en ce qui concerne Arl 17 et des maximums estivaux de l'ordre de 15°C pour ces 2 stations. Par contre, du point de vu de l'évolution des températures instantanées au sein d'un cycle journalier, la station Arl 22 présente des fluctuations moindres (de l'ordre de 2°C) sur toute l'année que celles observées sur la station Arl 17 qui peuvent atteindre jusqu'à 5°C en période estivale.

Ainsi le ruisseau du marais est véritablement un milieu tamponné avec de faibles variations annuelles et journalières des températures, malgré une légère sensibilité aux faibles températures hivernales.

Les valeurs de la moyenne des températures des 30 jours consécutifs les plus chauds sont comprises entre 13,3 et 17°C.

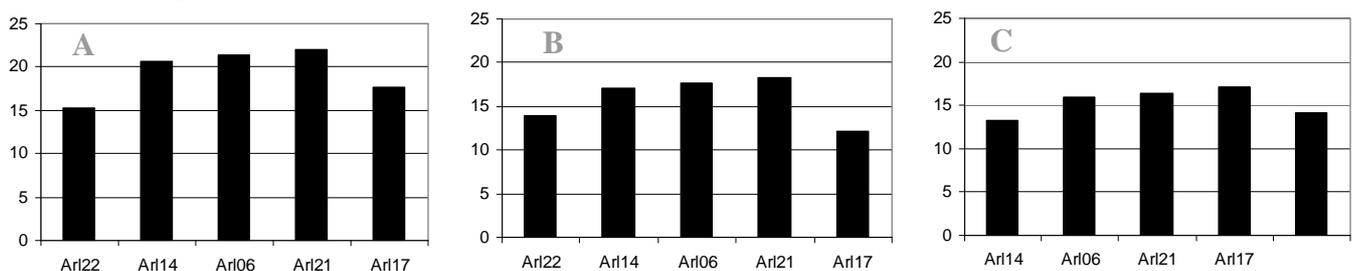


Figure 8 : température maximale instantanée (A), amplitude des moyennes journalières (B) et moyennes des 30 jours les plus chauds (C), obtenus sur les 5 stations concernées par le suivi thermique annuel sur le bassin versant de la Chaise.

### c – Période de croissance et préférendum thermique

Les données thermiques disponibles ont permis de calculer le temps (nombre de jours par an) où la température de l'eau était comprise dans le préférendum thermique de la truite commune. Ce préférendum peut-être défini comme la plage de température d'eau permettant une activité métabolique de la truite c'est-à-dire favorable à son alimentation et à sa croissance. En accord avec de nombreux auteurs (Varley, 1967 ; Elliott, 1975 ; Alabaster & Lloyd, 1980 ; Elliott, 1981 ; Crisp, 1996 ; Elliott & Hurlay, 2001), les limites basses et hautes de ce préférendum ont été fixées respectivement à 4°C et 19°C.

La figure 9, montre des durées de préférendum thermique comprises entre 321 (Arl 06) et 359 (Arl 17) jours par an, ce qui est globalement élevé par rapport aux autres résultats obtenus sur le département (Caudron *et al.*, 2006). Ces résultats témoignent de conditions thermiques favorables à la truite fario et ceci d'autant plus que le seuil léthal de 25°C n'est jamais atteint même de manière ponctuelle.

Sur les stations Arl 22 et Arl 17, le seuil de confort des 19°C n'est pas atteint non plus. Sur les 3 autres stations, le seuil des 19°C est atteint sur un nombre d'heures cumulées relativement faibles (entre 39 et 144 heures) et des durées consécutives courtes, toutes inférieures à 12 heures.

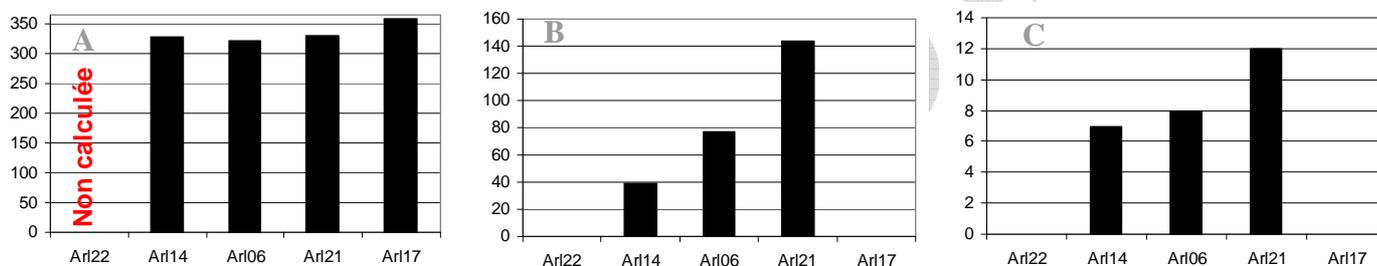


figure 9 : durée en jours du préférendum thermique de la truite commune (A), durée totale en heure (B) et durée de la séquence maximale (C) durant laquelle la température est restée en dessus de 19°C sur les 5 stations concernées par le suivi thermique annuel sur le bassin versant de la Chaise.

### d – Conditions favorables à l'infection par la PKD

La PKD (« Proliferative Kidney Disease » = maladie rénale proliférative), 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 étude a été menée afin d'identifier les sites présentant des conditions thermiques favorables aux 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. 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.

Pour la totalité des stations étudiées sur la Chaise le risque de développement de PKD est faible avec les durées de séquences maximales durant laquelle la température est supérieure à 15°C comprises entre 3 et 260 heures consécutives (figure 10).

Une recherche spécifique de la PKD chez les individus juvéniles de truites a été réalisée conjointement à l'évaluation de l'efficacité du repeuplement dans les rivières de Haute-Savoie. Ainsi, en 2004, aucun individu 0+ échantillonné n'étaient atteint par la PKD sur le bassin de la Chaise (Caudron & Champigneulle 2004 non publié).

Il est intéressant de prendre en compte cette variable concernant les risques potentiels d'infection dans l'étude des populations de truites au vu également de la mise en évidence récente de sites infectés en Grande Bretagne (Feist *et al.*, 2002) et en Suisse (Wahli *et al.*, 2002) où la PKD est considérée sur certains secteurs comme responsable du déclin piscicole (Burkhardt-Holm *et al.*, 2002).

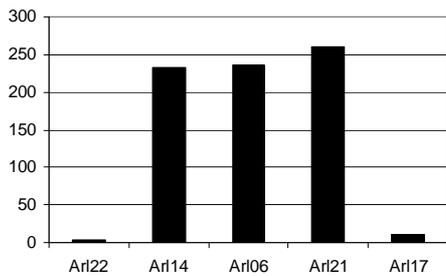


Figure 10 : durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température est restée au dessus de 15°C sur les 5 stations concernées par le suivi annuel sur le bassin de la Chaise.

#### e- Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaires

Une estimation de la durée totale de vie sous-graviers des œufs et alevins vésiculés a été calculée selon la méthode proposée par Crisp (1992). La date médiane de ponte a été fixée au 15 décembre en accord avec les observations actuellement disponibles sur différents cours d'eau de Haute-Savoie (Champigneulle *et al.*, 1998 sur le Redon, Champigneulle *et al.*, 2003 sur le ruisseau du Chevenne ; Caudron, données non publiées sur le Fier).

Une fois la durée de la phase de développement embryo-larvaire évaluée, les conditions thermiques pendant cette phase ont été plus précisément étudiées. Ainsi, les séquences de temps où la température présente des valeurs inférieures à 1°C ou supérieures à 12°C ont été recherchées. Ces valeurs peuvent être considérées comme les limites de la plage de développement optimale pour les œufs et les embryons (Jungwirth et Winkler, 1984 ; Crisp, 1996).

L'estimation de durée de vie sous graviers est peu variable d'un site à l'autre avec des valeurs comprises entre 124 et 138 jours (figure 11-A), ce qui situe les dates médianes d'émergence (50% d'alevins émergents) entre mi-avril et début-mai. Elles peuvent être considérées comme des durées d'incubations assez courantes sur le département et appartiennent à la gamme de durées autorisant la réussite du recrutement naturel (Caudron *et al.*, 2008).

L'atteinte du seuil inférieure de 1°C (figure 11-B), considéré comme létale à ce stade par plusieurs auteurs (Elliot, 1984 ; Humpesh, 1985 ; Crisp, 1988 et 1996), sur 3 stations Arl 14, Arl 06 et Arl 21, ne semble également pas rédhibitoire. En effet, les durées pendant lesquelles les températures sont inférieures à 1°C sont courtes, de plus nous avons eut des observations similaires sur des stations pour lesquelles nous avons connaissance de la réussite du recrutement naturel. Il semblerait que ce paramètre soit discutable du fait notamment de l'existence possible d'une différences d'environ 1°C entre la température de l'eau (mesurée dans notre cas et celle intra-gravier (Crisp, 1992)). Pour les mêmes raisons, et parce que les durées de dépassement du seuil de 12°C sont relativement courtes (inférieure à 10 heures consécutives), cette variable n'est probablement pas limitante pour le développement de la population de truite fario.

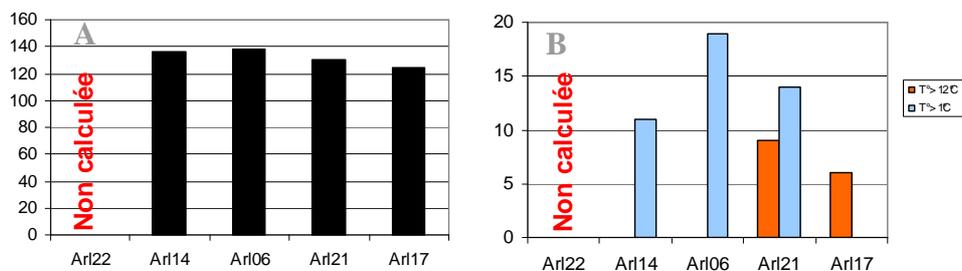


figure 11 : durée totale en jours de vie sous gravier (50% d'alevins émergents) (A) et durée en heures de la séquence maximale durant laquelle la température est restée au dessous de 1°C ou supérieure à 12°C pendant la période du développement embryon-larvaire (B) sur les 5 stations concernées par le suivi annuel sur le bassin de la Chaise.

## C.2 – Etude de la qualité physico-chimique et hydrobiologique de la Chaise et de ses affluents (CG74, 2004)

### a - Physico-chimie de l'eau

Ce paragraphe reprend les conclusions de l'étude réalisée dans le cadre du suivi de la qualité des cours d'eau réalisé par le conseil général 74. Les résultats brutes figurent en annexe 4.

Les valeurs relevées en ce qui concerne le pH (entre 7,6 et 8,3) ou la conductivité (entre 309 et 440  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) sont caractéristiques de cours d'eau de zones supérieures à moyennes en région calcaire.

De même, les teneurs obtenues en ce qui concerne le magnésium (entre 4 et 7 mg/l) ou le calcium (entre 59 et 80 mg/l) témoignent d'un substrat constitué de roches sédimentaires et donc d'une certaine productivité des eaux.

Les nitrates sont responsables de la dégradation de la qualité globale sur l'ensemble du cours principal de la Chaise. Les apports d'origines agricole et domestique sont ciblés ainsi que la faible capacité d'assimilation du milieu. Sur la partie aval, les apports du Bief et de la station d'épuration contribuent à dégrader la qualité physico-chimique du milieu respectivement par le biais d'apports de matières organiques et oxydables et des matières azotées ( $\text{NH}_4$ , NTK et  $\text{NO}_2$ ). A ce propos, nous pouvons remarquer la forte teneur (0,59 mg/l) en ammonium relevée au février 2005.

Le ruisseau du Marais, quant à lui, présente des altérations caractéristiques de rejets domestiques.

Les analyses réalisées ne permettent pas de connaître l'origine des altérations détectées sur l'ensemble du linéaire et plus particulièrement au niveau du Bief de Saint-Ferréol dont la qualité est moyenne du fait des concentrations élevées d'ammonium (0,89 mg/l en septembre 2004) et de matières en suspension –MES– (110 mg/l en septembre 2004 et 40 mg/l en février 2005) observées. Il est d'autant plus important de cerner l'origine et de qualifier ces rejets (nature, quantité, source...) que les concentrations citées précédemment peuvent avoir un effet négatif sur les salmonidés : principalement en ce qui concerne le risque de colmatage des frayères induisant l'asphyxie des œufs pour les MES ; ainsi que les excès d'ammonium (teneur > 0.3 mg/l potentiellement néfaste) qui peuvent affecter tous les stades de développement de la truite commune.

### b – qualité hydrobiologique

La qualité hydrobiologique évolue entre très bonne à médiocre (analyse SEQ) de l'amont vers l'aval avec une dégradation notable en aval du rejet de la STEP (figure 12 et 13). Cette dégradation se traduit par la perte progressive du nombre de taxons polluosensibles et de leurs effectifs et l'augmentation en parallèle du nombre de taxons saprobiontes et de leurs effectifs (figure 14-A et 14-B).

D'autre part, le ruisseau du Marais est caractérisé par une diversité intéressante mais par une valeur de groupe indicateur de 8 qui corrobore l'existence d'apports polluants amont. On remarque par ailleurs la présence d'organismes fortement polluosensibles appartenant au groupe repère maximum mais qui ne sont pas en nombre suffisant pour être retenus.

Enfin, avec une classe de qualité « moyenne », la station située sur le bief est la plus mauvaise en raison de la faiblesse du groupe repère et de la prolifération des taxons saprobiontes, qui apprécient la matière organique, (figure 14 et 15) et sont majoritaires dans le peuplement (figure 14-B). Ces observations témoignent de la pollution organique qui affecte ce bief et limite vraisemblablement la diversité du peuplement macrobenthique.

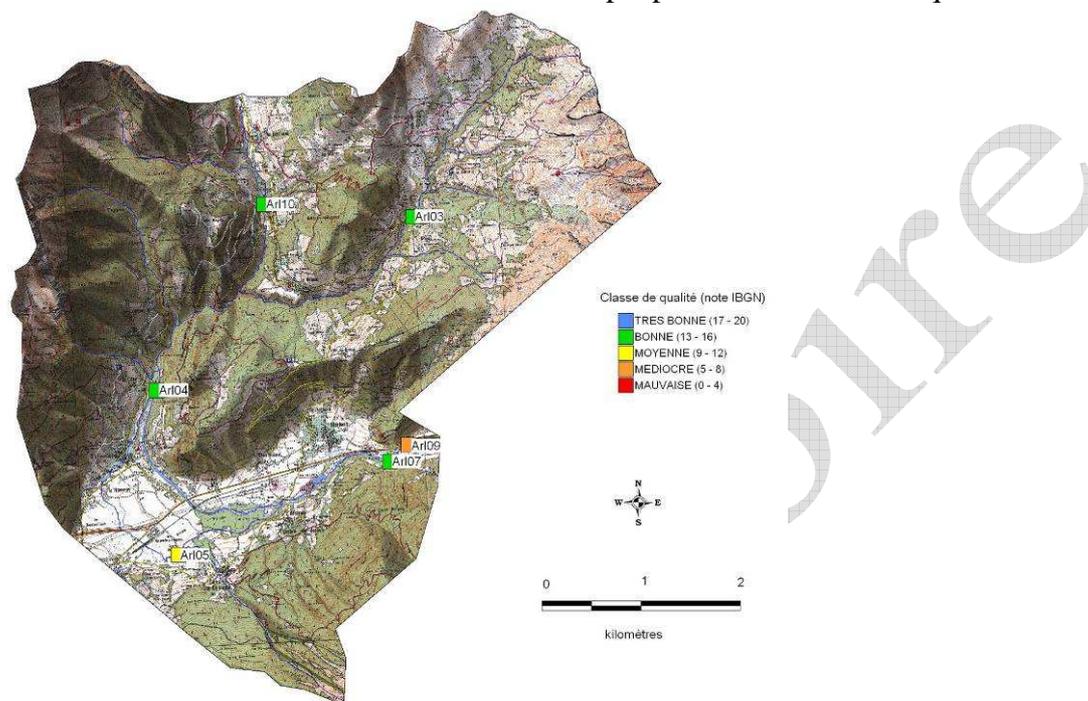


figure 12 : localisation géographique des stations étudiées dans le cadre du suivi de qualité des eaux CG, 74 (2005) et classe de qualité hydrobiologique du SEQ II.

Globalement, les différents indices calculés (figure 13), mettent en évidence une diversité habitationnelle médiocre (coefficient morphodynamique, m ; Indice variété, Iv) qui est retranscrite au travers de la variété taxonomique (Vt) et qui peut être considérée comme moyenne à faible.

Une déstructuration plus profonde du peuplement est visible au niveau de la station située en aval de la STEP de Faverges, où malgré une valeur de coefficient morphodynamique caractéristique d'une diversité habitationnelle intéressante, la diversité taxonomique semble affectée par la mauvaise qualité de l'eau.

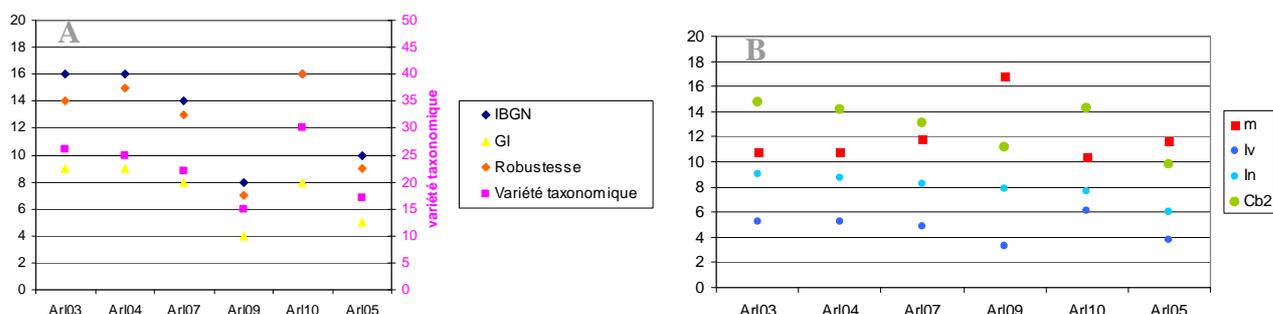


figure 13 : évolution des différents indices de la qualité hydrobiologique sur les 4 stations situées sur le cours principale de la Chaise et sur les 2 stations étudiées sur le ruisseau du Marais et le Bief de Saint-Ferréol. A : variables et notes relatives à l'IBGN ; B : variables et notes relatives au Cb2.

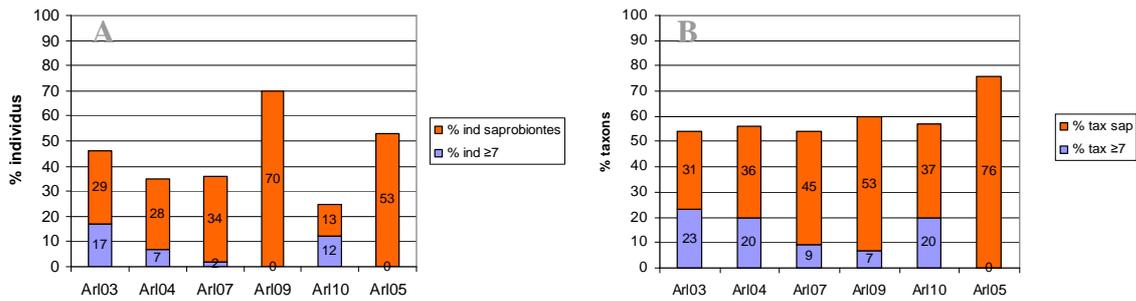


Figure 14 : évolution des effectifs relatifs (A) et de la variété relative (B) des taxons saprobiontes et polluosensibles dans les peuplements d'invertébrés observés sur les 4 stations situées sur le cours principale de la Chaise et sur les 2 stations étudiées sur le ruisseau du Marais et le Bief de Saint-Ferréol.

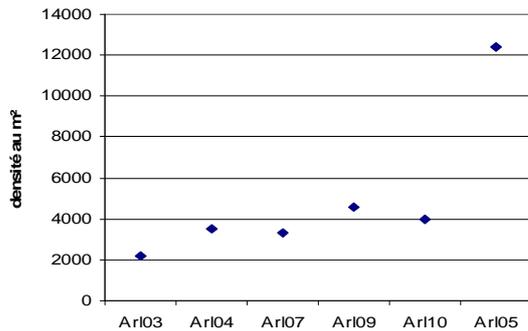


Figure 15 : évolution de la densité d'invertébrés aquatiques sur les 4 stations situées sur le cours principale de la Chaise et sur les 2 stations étudiées sur le ruisseau du Marais et le Bief de Saint-Ferréol.

Les différentes données dont nous disposons en ce qui concerne la qualité du milieu montrent que :

- toutes les variables thermiques étudiées sont compatibles avec le développement d'une population fonctionnelle de truite fario.
- La qualité physico-chimique de l'eau est affectée par des apports diffus d'origines agricoles et domestiques qui impactent de manière chronique le réseau hydrographique de la Chaise et de ses affluents et ceci dès l'amont.
- la station d'épuration impact fortement le milieu
- le milieu dispose vraisemblablement d'une faible capacité d'autoépuration
- la qualité de l'habitat est globalement médiocre et ne permet pas le développement d'une faune très diversifiée.

## D – Analyses des données piscicoles existantes

### D.1 - Résultats génétiques (Caudron *et al.*, 2006)

La Chaise fait partie des secteurs qui peuvent être considérés comme abritant naturellement des individus à forte dominante d'allèles autochtones, c'est-à-dire présentant un taux d'introgession inférieur à 25% (figure 16).

Sur les 3 secteurs échantillonnés sur la Chaise le taux moyen d'introgession est de 21,70 % et la totalité du linéaire Haut-Savoyard, soit environ 12 km, est estimée colonisée par cette population.

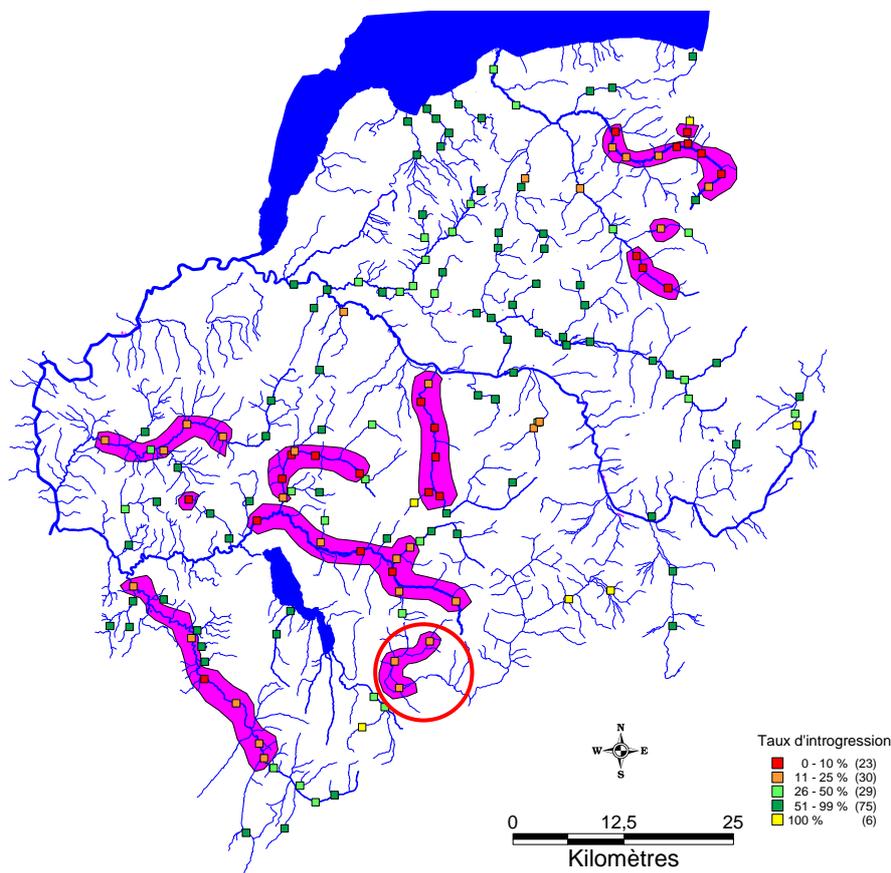


Figure 16 : présentation spatialisée des classes de taux d'allèle atlantique estimé dans les populations naturelles d'adultes en place sur le réseau hydrographique de la Haute-Savoie et localisation des zones abritants des populations de truites autochtones méditerranéennes (Caudron *et al.*, 2006b). le bassin de la Chaise est entouré en rouge.

Les analyses statistiques qui suivent (figure 17 et 18) montrent une certaine proximité génétique entre le secteur du Fier (Fie) et de la Chaise (Arl), ces résultats sont compatibles avec l'histoire topographique de ces bassins versants puisque la Chaise avant de basculer sur le bassin de l'Isère rejoignait celui du Fier (Caudron, 2008). La configuration actuelle influencée naturellement par le seuil de Faverges et les cônes de déjection de la Chaise et de l'Eau Morte semble avoir été fixée par l'homme relativement récemment au cours du 18-19<sup>ème</sup> siècle (Pellisier, com. Pers.).

Cependant, d'après les résultats génétique réalisé à l'échelle du département de la Haute-Savoie, six unités : Chaise, Borne, Chéran, Dranses, Ussets et Fier, se distinguent parfaitement (figure 18). Ainsi, chacune doit faire l'objet d'une gestion particulière.

Ainsi, le Fier et la Chaise constituent 2 unités de gestion bien distincte.

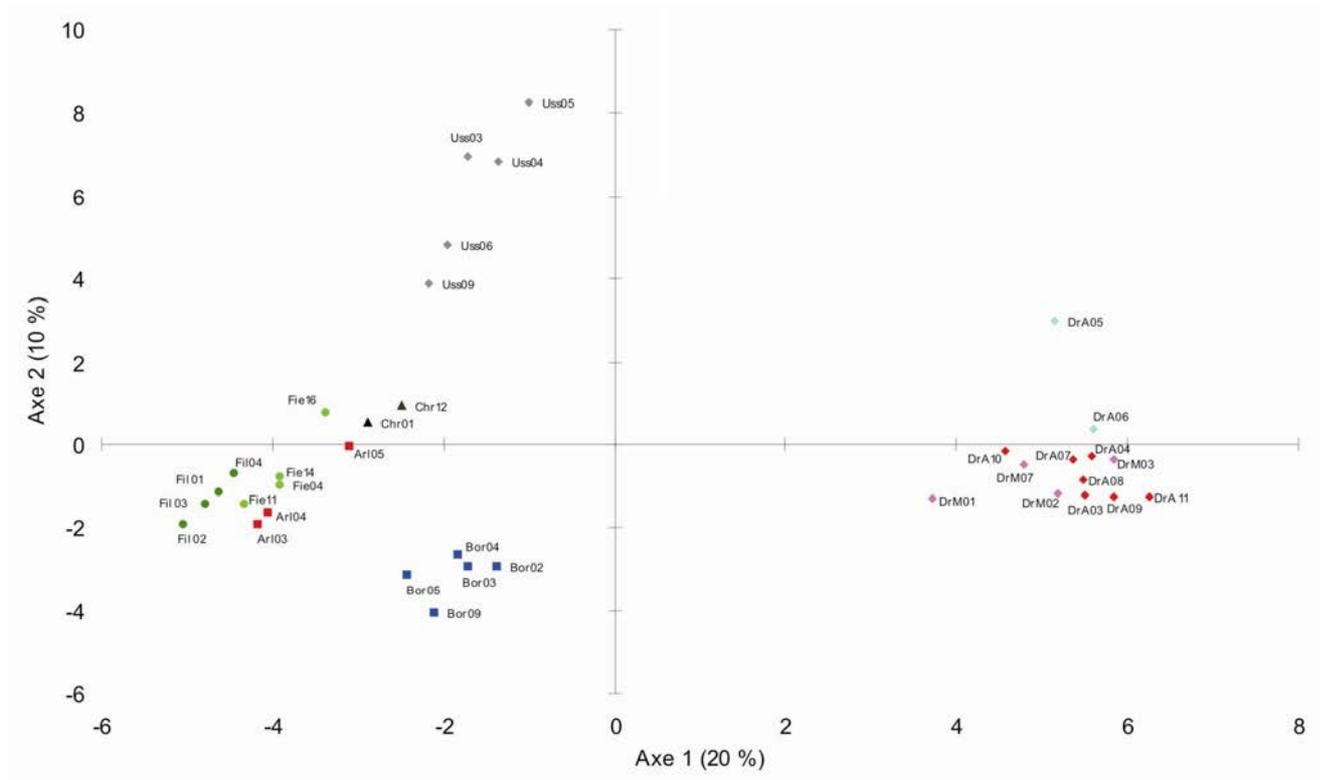


figure 17 : analyse en composante principale (ACP) réalisée à partir des fréquences alléliques des allèles d'origine méditerranéenne au niveau de 7 loci diagnostiques des 36 secteurs échantillonnés en milieu naturel. Seuls les 2 premiers axes sont représentés. (d'après Caudron, 2008).

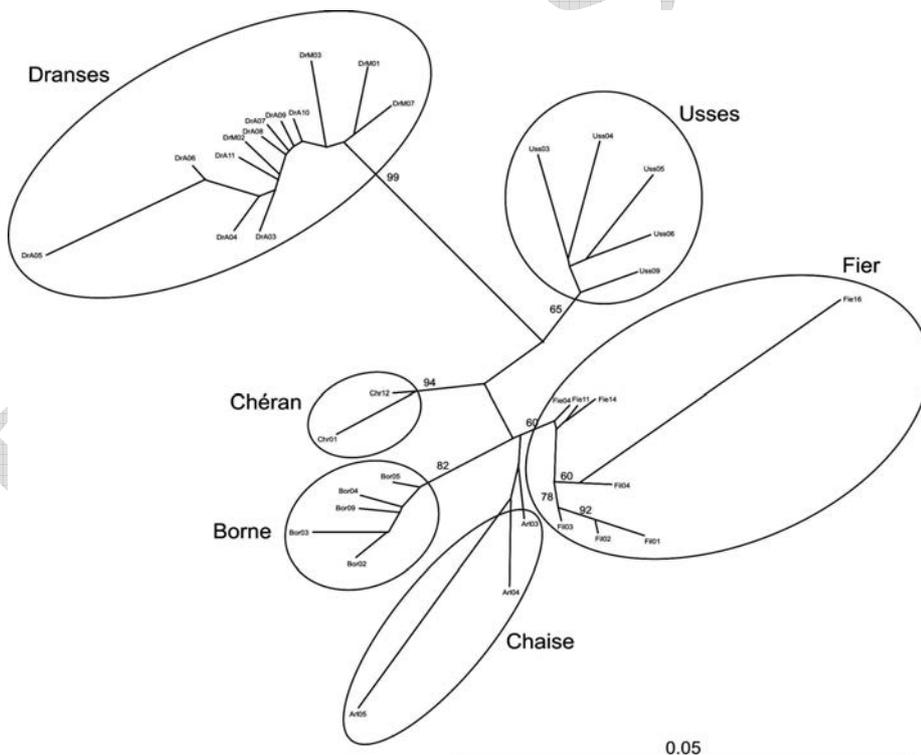


Figure 18 : arbre de Neighbour-joining obtenu à partir des distances de Cavalli-Sforza et Edwards (1967) calculée sur 7 loci microsatellites en ne considérant que les allèles d'origine méditerranéenne pour les 36 secteurs échantillonnés en milieu naturel (d'après Caudron, 2008)

## D.2 - Evaluation de l'efficacité du repeuplement et de la contribution du recrutement naturel

### a - Contribution des repeuplements et du recrutement naturel dans les populations en place à l'automne : stade 0+ (Caudron & Champigneulle, 2007)

En 2004, six secteurs ont été échantillonnés sur la Chaise et le bief (figure 19). A part le secteur amont de la Chaise (Le Bouchet) qui montre une contribution importante du repeuplement, sur le reste du linéaire, le recrutement naturel est largement dominant avec des taux de marqués compris entre 0 et 27%. Cette situation indique que sur l'ensemble du bief et sur la majorité du linéaire de la Chaise, une population naturellement fonctionnelle est installée.

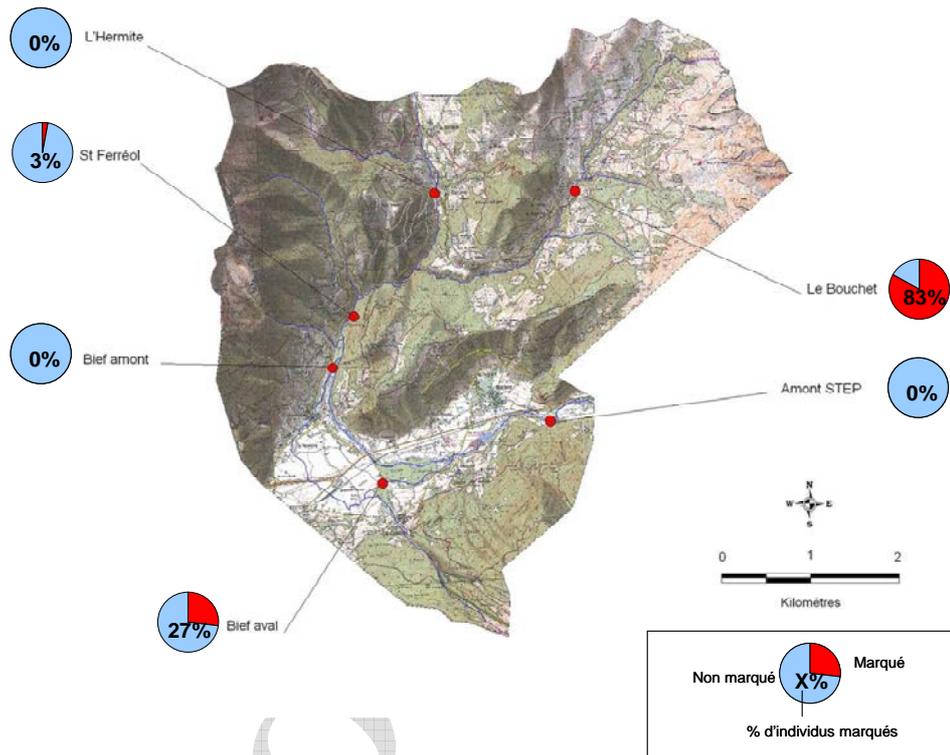


Figure 19 : localisation des stations d'étude et taux de marqués sur la Chaise en 2004.

### b - Recensement de frayères de l'hiver 2001-2002

Les prospections réalisées durant l'hiver 2001-2002 montrent des densités de frayères relativement faibles, majoritairement inférieure à 1 frayère/100m<sup>2</sup> (figure 20). La densité la plus forte est observée sur le secteur amont du bief avec un densité de 1,9 frayères/100m<sup>2</sup>.

Durant ce recensement de frayères, un manque d'eau conséquent a été observé au niveau du tronçon court-circuité du cours principal de la Chaise durant l'étiage hivernal (dès novembre 2001).

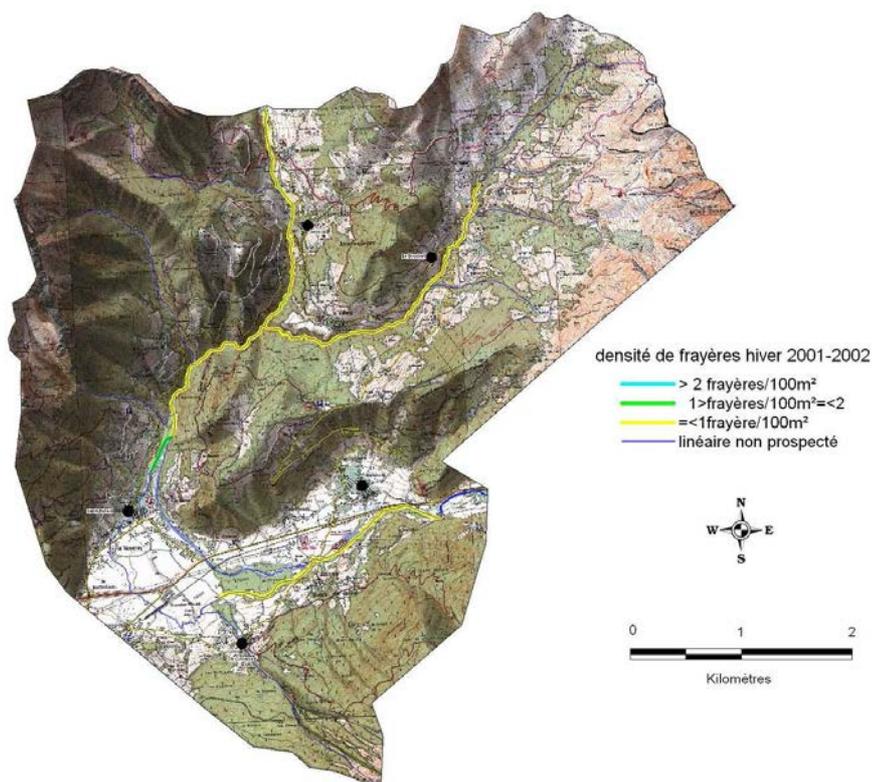


Figure 20 : localisation des secteurs prospectés et des densités de frayères observées sur le réseau hydrologique de la Chaise durant l'hiver 2001-2002.

### c - Contribution des repeuplements dans les captures par pêche à la ligne

Les résultats obtenus sur le bassin de la Chaise sont comparables à ceux obtenus sur l'ensemble du département de la Haute-Savoie : le pourcentage d'individus naturels dans les captures par pêche à la ligne échantillonnées sont largement majoritaire, ils représentent 70% des captures sur la Chaise (figure 21). Seuls 30% des individus capturés dans la pêche sont issus des repeuplements pratiqués au stade alevin.

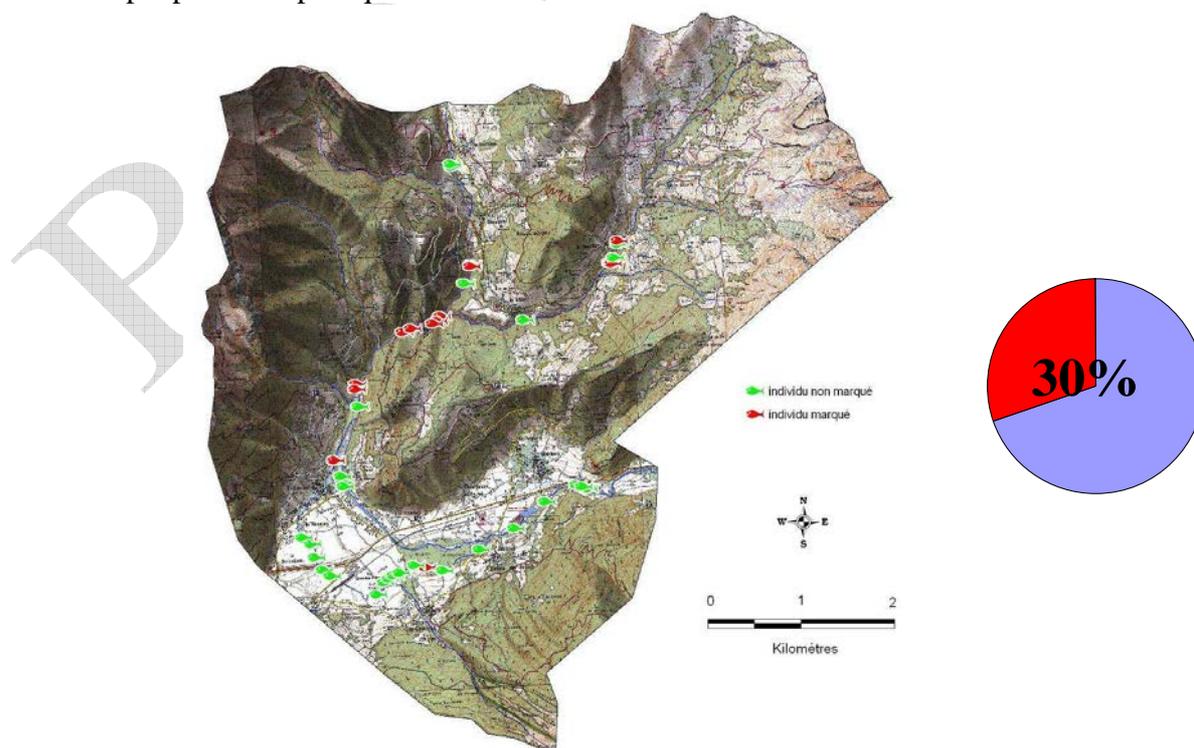


Figure 21 : répartition géographique des captures par pêche à la ligne en fonction de leur origine sur le bassin de la Chaise (période 2002-2006) et taux d'individus marqués dans les captures sur l'ensemble du bassin.

### D.3 – Analyse des pêches électriques d’inventaires

#### a - Analyse qualitative et quantitative du peuplement piscicole de la Chaise

Les niveaux typologiques théoriques (NTT) calculés (tableau 3) sur trois stations pour lesquelles nous disposons des données nécessaires, évoluent entre B3,5 sur la Chaise en amont du Bief et B4 sur la Chaise en amont de la STEP (figure 22). En outre, nous observons un glissement typologique au niveau du bief où l’on obtient un biotype plus élevé (B5).

	alt (m)	do (km)	pente (‰)	min (mg/l)	T30 (°C)	l lit min (m)	prof moy (m)	Sm (m²)	T1	T2	T3	NTT	Biotype
Le Bouchet	890	4	110			4,8	0,7	3,36					B?
Saint-Ferréol	530	10,4	19	67	15,94	6,5	0,2	1,3	4,43	3,77	0,73	3,31	B 3,5
aval Bief	488	14,9	7,6	68	17,08	2	0,5	1	5,05	4,21	6,00	5,04	B 5
amont STEP	445	16,3	6	87	14,19	8	0,8	6,4	3,46	4,60	4,81	4,14	B 4

tableau 3 : récapitulatif des variables et calculs intermédiaires intervenants dans le calcul du NTT.

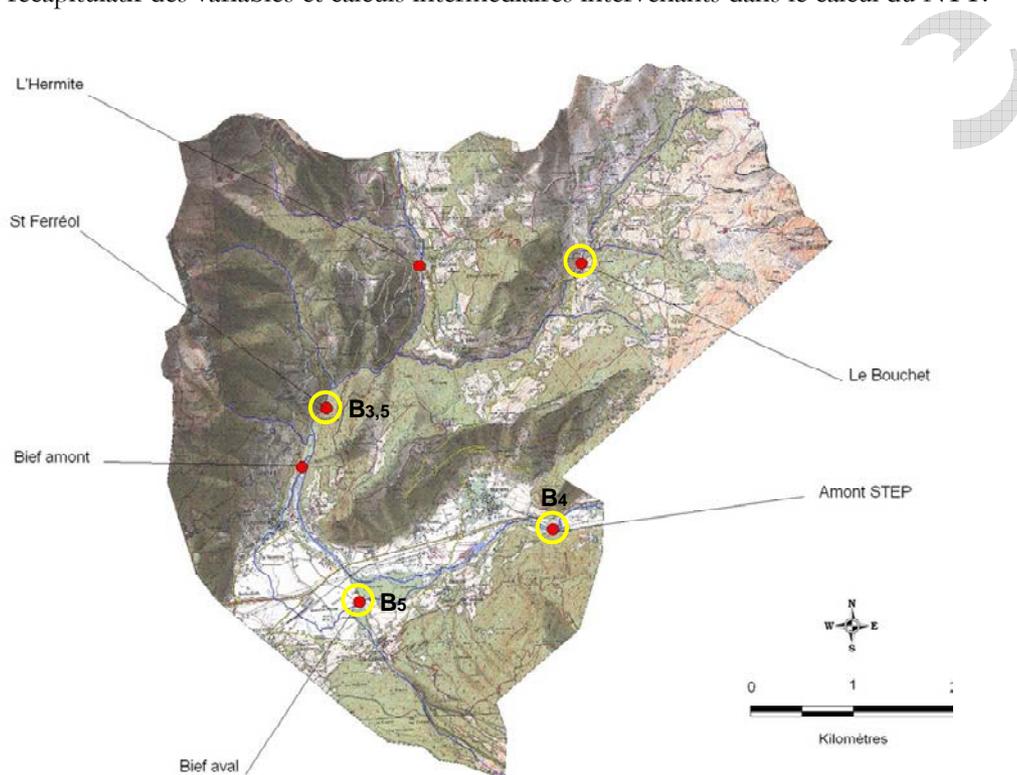


Figure 22 : localisation géographique des stations où l’on dispose de données piscicoles (points rouge) et des stations où ont été réalisées des pêches électriques d’inventaires (rond jaune). Le niveau typologique théorique (Bn) est précisé quand il a pu être calculé.

Nous observons un important décalage entre le cortège d’espèces potentiellement présent sur de tels biotypes et les peuplements observés (annexe 3). En effet, la truite est l’espèce la plus représentée avec des densités et des biomasses respectivement comprises entre 8 et 62 ind/100m<sup>2</sup> et 35 à 235 kg/ha. Le Chabot est représenté dans des proportions anecdotiques sur les stations extrêmes amont (Le Bouchet) et extrême aval (amont STEP).

Ce déficit en espèce pourrait s’expliquer par la médiocre connectivité longitudinale connue sur le bassin.

Ces pêches d’inventaires ont été réalisées dans un contexte de pratique de repeuplement traditionnel. Elles ont cependant été effectuées avant les alevinages de l’année 2005. Ainsi, les juvéniles observés sont obligatoirement issus du recrutement naturel.

Sur le cours principal de la Chaise, les quantités de truite fario observées sont assez stables sur l’ensemble du linéaire (tableau 4) : les classes d’abondances calculées sont de 2 sur

les trois stations concernées et les densités et biomasses évoluent respectivement entre 8 et 14 ind/100m<sup>2</sup> et entre 35 et 76 kg/ha.

En revanche, la population présente sur le Bief de la Chaise présente une densité et une biomasse très forte avec 62 ind/100m<sup>2</sup> et 236 kg/ha.

STATION	Biotype (NTT)	espèces présentes	densité (ind/100m <sup>2</sup> )	biomasse (kg/ha)	classe d'abondance observée	classe d'abondance théorique
Le Bouchet	B?	TRF	8,3	34,8	2	?
		CHA	0,3	0,1	0	?
Saint-Ferréol	B3,5	TRF	14	49,5	2	5
aval Bief	B5	TRF	62,2	235,7	5	4
amont STEP	B4	TRF	8,1	76,2	2	5
		CHA	6	5,4	1	5

tableau 4 : synthèse des densités et biomasses par espèce (en italique densité ou biomasse brute) sur les 4 stations de la Chaise et comparaison des classes d'abondances observées et théoriques en fonction du biotype de la station.

Les abondances observées sont inférieures aux théoriques sur les stations situées sur le cours principal de la Chaise : St Ferréol et amont STEP, puisque les abondances attendues pour les biotypes concernés sont de 5 et nous n'obtenons que des abondances de 2. La situation est inverse sur le bief puisque nous obtenons une abondance de 5 pour une attendue de 4.

#### b - Étude scalimétrique sur le bassin de la Chaise

Les amplitudes de tailles rétromesurées de LT1 à LT3 varient respectivement de 60 à 140 mm pour LT1, de 120 à 230 mm pour LT2 et de 160 à 280 pour LT3 (figure 23).

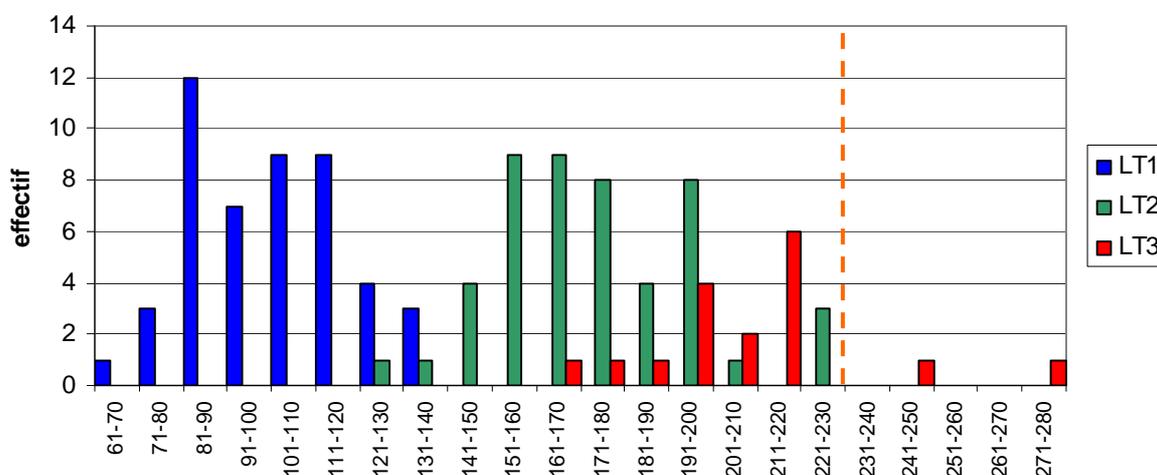


Figure 23 : histogramme des classes de tailles rétromesurées à 1 an (LT1), 2 ans (LT2) et 3 ans (LT3) des truites d'âge 2+ et supérieur échantillonnées sur le réseau hydrographique du bassin de la Chaise et taille légale de capture (pointillés oranges).

Ces amplitudes sont très comparables à la moyenne départementale (Caudron *et al.*, 2006a).

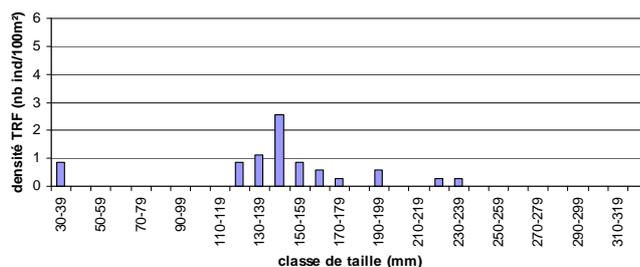
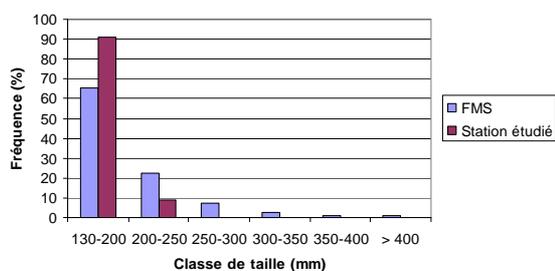
Le chevauchement restreint observé entre les classes de tailles correspondantes à LT1 et LT2 rend possible une identification fiable de la classe d'âge 1 an à partir de la taille (LT inférieure à 120 mm). En revanche, la distinction des classes d'âge 2 ans et 3 ans à partir de la taille n'est pas valable en raison des fortes amplitudes de taille qui caractérisent ces 2 classes d'âges et leur chevauchement important.

En outre, cette analyse montre que la taille de capture est adaptée car elle permet la protection de la majorité des géniteurs potentiels : 100% des individus 2+ et 90% des individus 3+ ont des tailles inférieures à cette limite.

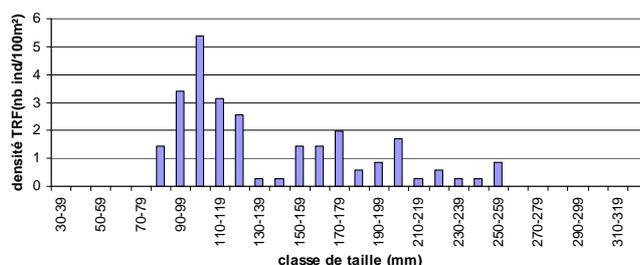
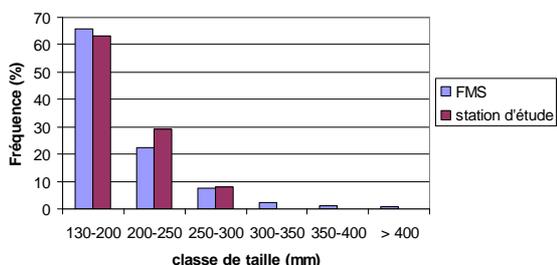
### c - Evolution longitudinale de la structure de la population de truite commune

L'analyse des fréquences relatives ainsi que des histogrammes de densité par classes de tailles mettent en évidence une population équilibrée, et globalement fonctionnelle (figure 24).

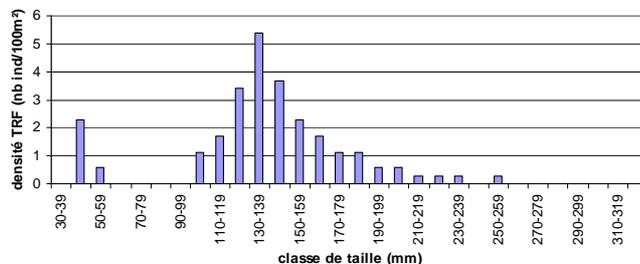
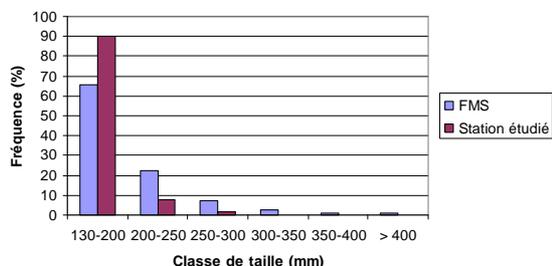
#### Le Bouchet (juin 2005) – Arl 03



#### Saint-Ferréol (octobre 2002) – Arl 14



#### Aval Bief (juin 2005) – Arl 21



#### Amont STEP (juin 2005) – Arl 17

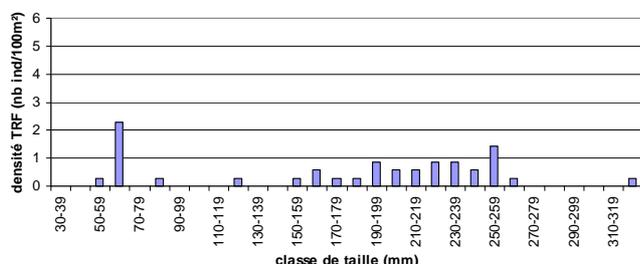
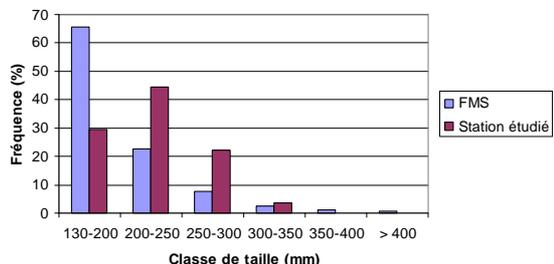


Figure 24 : comparaison de la fréquence moyenne standard (FMS) aux fréquences relatives observées (à gauche) et histogramme de densité par classes de tailles (à droite) sur les quatre stations étudiées sur le Chaise.

Le déficit en juvéniles observé sur les 3 pêches d'inventaires réalisées en 2005 pourrait être lié à la date de réalisation, la très petite taille des alevins à cette époque ne

permet sans doute pas de les capturer à l'électricité. Ceci expliquerait également le léger décalage observé entre la fréquence moyenne standard et les fréquences relatives des stations Arl 03 et Arl 21.

En outre, nous observons un déficit en individus d'âge 1+ (classe définie d'après les données scalimétriques) sur la station amont au niveau du Bouchet. Sur les autres histogrammes de tailles issus des pêches d'inventaires réalisées en juin 2005 ce déficit n'est pas aussi évident et la situation est certainement moins tranchée.

Concernant la station Arl 03, la possibilité d'un accident (hydrologique, pollution aiguë ou autres...) au cours de l'hiver 2003-2004 est à envisager, ceci d'autant plus que des informations antérieures (pêches de sondages 2003, *comm pers.*, Caudron) semblaient témoigner d'une population de Chabot beaucoup plus dense sur ce secteur.

La station aval (Arl 17) est celle qui présente la population la plus déstructurée, avec des densités faibles pour toutes les classes de tailles.

#### d - Statut de la population de truite fario (Caudron *et al.*, 2006b)

La Chaise, possède un statut de population **en danger** en raison principalement des densités de truites observées (tableau 5) qui sont environ 3 fois plus faibles que sur les autres zones à truite autochtone considérées comme viables.

Zone / Sous zone	De/100m <sup>2</sup>	Be (kg/ha)	Espèces	DmT	DmA	Linéaire (km)	Se estimée	NeT	NeA	Statut
Chaise	8,3	34	TRF, CHA	10,8	1,5	9	57000	6000	900	En danger
	13	50	TRF, CHA							
	8,1	74	TRF, CHA							
Bief de la Chaise	62	226	TRF, CHA	62	3,8	5	7500	4500	300	En danger

tableau 5 : état du stock en place et niveau de menace des populations de truites autochtones sur le bassin de la Chaise. Avec De= densité de truites estimée, Be=Biomasse de truites estimée, DmT=Densité moyenne d'adultes, Se=Surface en eau (m<sup>2</sup>), NeT=Nombre total de truite estimée, NeA=Nombre estimé de truites adultes (Caudron, 2008)

Les données piscicoles existantes montrent que :

- le bassin de la Chaise abrite une population de truite de souche autochtone différenciée des autres populations natives identifiées sur le département de la Haute-Savoie, qui doit donc faire l'objet d'une gestion spécifique,
- la population est globalement dominée par des individus naturels que ce soit au stade juvénile comme au stade adulte,
- le peuplement observé est largement moins diversifié que les peuplements théoriques associés aux biotypes des stations étudiées,
- la taille de capture semble adaptée, les poissons entrent dans la pêche après 2 ou 3 ans,
- une structure de population globalement équilibrée malgré les faibles densités observées sur le cours principale de la Chaise, à l'exception de la station aval (Arl 17), où toutes les classes de tailles sont présentes en faibles densités,
- un vraisemblable problème ayant affecté la réussite du recrutement naturel durant l'hiver 2003-2004 sur la station amont (Arl 03),
- des densités de frayères observées en 2001 qui semblent concordante avec les densités de géniteurs observés en 2005.

## V – SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

### A – Une population de souche autochtone fonctionnelle mais en danger

Le croisement des données existantes présentées dans ce document (figure 25) met en évidence une population de truite autochtone qui semble être naturellement fonctionnelle, dans laquelle les individus naturels dominent les effectifs au stade juvénile comme au stade adulte.

Paradoxalement, les plus fortes densités de truites sont observées au sein du Bief qui est un milieu artificiel mais qui possède surtout une qualité d'eau relativement mauvaise, du fait notamment d'apports organiques actuellement non identifiés clairement.

<b>CHAISE Cours Principal</b>	<b>BIEF</b>
Population de TRF de souche autochtone fonctionnelle	Population de TRF de souche autochtone fonctionnelle
Faible densité	Forte densité
Faibles densités frayères	Fortes densités frayères
Recrutement naturel majoritaire	Recrutement naturel majoritaire
Variables thermiques non limitantes	Variables thermiques non limitantes
Diminution progressive de la qualité d'eau de l'amont vers l'aval	Qualité d'eau très dégradée
Augmentation de la qualité de l'habitat de l'amont vers l'aval	Qualité d'habitat ? (milieu artificiel)
Hydrologie naturelle	Hydrologie stable

figure 25 : synthèse des principaux résultats issus des données existantes sur le cours principal de la Chaise et du Bief de Saint-Ferréol.

Comme cela avait été relevé suite au programme d'étude INTERREG II-A (Caudron et al, 2006b) cette population est fragile du fait de sa petite aire de répartition et des faibles densités de géniteurs.

Ces observations peuvent être le résultat de différentes altérations, qui à ce stade ne sont que des hypothèses :

- la médiocrité de l'habitat et la fragmentation du cours des affluents par de nombreux obstacles infranchissables résultant des anciennes extractions,
- l'assèchement fréquent du tronçon court-circuité,
- une dégradation chronique de la qualité de l'eau par des rejets agricoles et domestiques sur une grande partie du réseau hydrographique....

Les données dont nous disposons actuellement ne permettent pas d'identifier clairement les facteurs limitants le développement de la population de truite fario sur le cours de la Chaise. Ainsi, la première phase du plan de gestion décrit ci-dessous consiste à l'acquisition de données complémentaires qui permettront de définir précisément les actions de gestion à mettre en place.

## B – Proposition d'un plan de gestion

En premier lieu il est important de maintenir la mesure de gestion en place depuis 2006, c'est à dire : l'arrêt total des repeuplements à partir de souches extérieures au bassin de la Chaise (de souche atlantique ou « méditerranéenne » non autochtones), afin de préserver la souche et plus particulièrement ses caractéristiques génétiques.

Les moyens d'actions des gestionnaires dans le cas de la Chaise sont assez limités. Etant donnée la situation de la Chaise, établie sur la base des données existantes, la mesure de gestion pré-sentie consistera à réaliser un transfert de population des zones de forte densité (bief de Saint-Ferréol) vers les zones de plus faible densité (cours principal de la Chaise), à l'instar de ce qui a été réalisé sur d'autres rivières du département (Ugine, Chevenne, Borne).

Cependant, les modalités fines de réalisation doivent être précisées, pour cela nous devons acquérir des données supplémentaires afin de déterminer :

- 1 – si l'état actuel des populations nécessite toujours la réalisation de ce transfert ?
- 2 – si oui :
  - Où peut-on prendre les individus ? Dans quelles quantités (pour ne pas mettre la population en danger)?
  - Tous les secteurs sont-ils favorables à l'accueil des poissons transférés ? Si non, sur lesquels nous pouvons les transférer sans risque de les mettre en danger ?

## C – Déroulement prévisionnel du plan de gestion 2010-2014

C.1 – 2009-2010 : Acquisition de données après 5 ans sans repeuplement

Suite à la présente synthèse il semble nécessaire d'évaluer

- l'état quantitatif et qualitatif des populations de truites du bassin de la Chaise après 5 ans sans repeuplement, pour cela :
  - o des pêches électriques d'inventaires seront réalisées à l'automne 2010 sur un nombre de stations à définir (au minimum sur les 6 stations pour lesquelles nous disposons de données antérieures : Arl 03, Arl 14 et Arl 17 sur le cours principal de la Chaise ; Arl 06, Arl 21 sur le Bief et Arl 22 sur le ruisseau du Marais.)
  - o un suivi de la reproduction naturelle par comptage des frayères sera effectué durant l'hiver 2009-2010 sur l'ensemble du linéaire prospectable.
- La qualité du milieu actuel par la réalisation :
  - o une analyse plus fine de l'occupation des sols (analyse de photos aériennes récentes), et complément par visites de terrain,
  - o d'une description de l'habitat physique à l'échelle du tronçon, prenant également en compte les atteintes au milieu (rejets, état des berges, état de la ripisylve, phénomène d'érosion...)
  - o d'un relevé exhaustif des ouvrages transversaux,
  - o de campagnes de physico-chimie à différentes périodes de l'année, concernant les paramètres classiques (pH, conductivité, différentes formes de l'azote et phosphates total)

Ces données serviront de base à la proposition des actions de gestion pour le premier plan de gestion d'une durée de 5 ans, et serviront également « d'état zéro » pour le suivi et l'évaluation des actions qui seront mises en place.

## C.2 – principes de réalisation du plan de gestion

Une fois ces données acquises et traitées il paraît envisageable d'engager les actions définies dès 2010 ou 2011.

Deux ans après (2012 ou 2013) un premier suivi des actions mises en place sera pratiqué par le biais de pêches d'inventaires : ceci nous permettra d'effectuer un premier jaugeage des actions engagées et d'apporter d'éventuelles modifications au plan de gestion en cours.

Enfin en 2014 ou 2015 un deuxième suivi (sur le même schéma que le précédent) permettra d'évaluer l'efficacité des actions réalisées lors de ce premier plan de gestion de 5 ans et d'en proposer un nouveau pour une nouvelle période 5 ans.

Provisoire

## BIBLIOGRAPHIE

AAPPMA d'Annecy rivière. Plans d'alevinages.

AFNor, 1992. Essai des eaux. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation, norme homologuée T 90-350, 8p.

Alabaster & Llyod, 1980. Water quality criteria for fresh water fish, Butter Worths Ed., London, 297p.

Allendorf, Bayles, Bottom, Currens, Frissel, Hankin, Lichatowich, Nehlsen, Trotter & Williams, 1997. Prioritizing pacific salmon stock for conservation. *Conservation Biology*, 11, 140-152.

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.

Burkhardt-Holm P., Peter A. Segner H. (2002) Decline of fish catch in Switzerland. Project fishnet : a balance between analysis and synthesis. *Aquatic Sciences* 64, 36-54.

Baglinière & Maise, 2002. La biologie de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans la rivière Scorff, Bretagne : une synthèse des études de 1972 à 1997. *INRA Prod.Anim.*, 15, 319-331.

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, 2008. Etude pluridisciplinaire des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) des torrents haut-savoyards soumises à repeuplements : diversité intraspécifique, évaluation de pratiques de gestion et ingénierie de la conservation de populations natives. Thèse Doctorat de l'Université de Savoie Biodiversité, écologie, environnement. 180p+ annexes.

Caudron, Vigier & Catinaud, 2008. L'utilisation des suivis thermiques annuels pour compléter les diagnostics piscicoles sur les cours d'eau à truites.  
<http://www.milieuxaquatiques.com/telechargement2008.htm>

Caudron & Champigneulle, 2007. Evaluation à grande échelle de l'efficacité du repeuplement et comparaison des caractéristiques des truites (*Salmo trutta* L.) sauvages et introduites dans les rivières de Haute-Savoie. Rapport final 2002-2006. Rapport SHL 274-2007 et FDP74.07/06. 68p+annexes.

Caudron & Catinaud, 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.

Caudron & Champigneulle, 2006. Technique de fluoromarquage en masse à grande échelle des otolithes d'alevins vésiculés de la truite commune (*Salmo trutta* L.) à l'aide de l'alizarine Red S. *Cybium*, 30,pp. 65-72.

Caudron, Champigneulle & Large, 2006a. 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 153p.

Caudron, Champigneulle & Guyomard, 2006b. Identification et caractéristiques génétiques des populations de truites autochtones sur le réseau hydrographique de Haute-Savoie. pp : 39-53 in programme INTERREG III A- Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones en vallée d'Aoste et en Haute-Savoie. rapport final 153p.

Champigneulle, Melhaoui, Maise, Baglinière, Gillet & Gerdeaux, 1988. Premières observations sur la truite (*Salmo trutta* L.) dans le Redon, un petit affluent frayère du Lac Léman. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 310, 59-76.

Champigneulle, Largiader & Caudron, 2003. Reproduction de la truite (*Salmo trutta* L.) dans le torrent de chevenne, Haute-Savoie. Un fonctionnement original ? *Bulletin Français de Pêche et Pisciculture*, 369, 41-70.

- Conseil général de Haute-Savoie, 2005. Suivi de la qualité des cours d'eau de la Haute-Savoie, programme 2004/2005, bassin versant de la Chaise, 32p+annexes. SAGE environnement.
- Conseil supérieur de la pêche, 1995. Limites des classes de densité numérique et pondérale estimée du stock en place.
- Crisp, 1988. Prediction, from water temperature, of eyeing, hatching and "swim-up" times for salmonids embryos. *Freshwat. Biol.*, 19, 41-48.
- Crisp, 1992. Measurement of stream water temperature and biological applications to salmonid fishes, grayling and dace. *Freshwater biological association, occasional publication N°29*, 72p.
- Crisp, 1996. Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in fresh water with particular reference to physical and chemical aspects. *Hydrobiologia*, 323, 201-221.
- De Lury, 1951. On the planning of experiments for the estimation of fish population. *J.Fish Res.Bd. Can.*, 18, 281-307.
- Elliott, 1975. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. *Journal of Animal Ecology*, 44, 805-821.
- Elliott, 1981. Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. pp 209-245 In *Stress and fish*, Pickering A.D (ed), Academic Press London.
- Elliott, 1984. Growth, size, biomass and production of young migratory trout *Salmo trutta* in a Lake District stream; 1966-83. *J.Anim.Ecol.* 53, 979-994.
- Elliott & Hurley, 2001. Modelling growth of brown trout, *Salmo trutta*, in terms of weight and energy units. *Freshwater Biology*, 46, 679-692.
- Frankel & Soulé, 1981. *Conservation and evolution*. Cambridge University Press, Cambridge, 327p.
- 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.
- Hindar, Ryman & Utter, 1991. Genetic effects of cultured fish on natural populations. *Canadian Journal of Fisheries and aquatic Sciences*, 48, 945-957.
- Humpesch, 1985. Inter-and intra-specific variation in hatching success and embryonic development of five species of salmonids and *Thymallus thymallus*. *Arch. Hydrobiol.* 104, 129-144.
- IGN, Top 25, 1998. Lac d'Annecy (3431 OT).
- Jungwirth & Winkler, 1984. The temperature dependance of embryonic-development of grayling (*Thymallus thymallus*), Danube salmon (*Hucho hucho*) arctic char (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Aquaculture*, 38, 315-327.
- Lagarrigue, 2000. Croissance de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans les Pyrénées françaises. Analyse régionale et locale des principaux facteurs de variabilité en rivière de montagne. Thèse Doctorat Science Agronomiques de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Laikre, (Ed), 1999. Conservation genetic management of Brown trout (*Salmo trutta*) in Europe. Report by the concerted action on identification, management an exploitation of genetic resources in the Brown trout (*Salmo trutta*) ("Troutconcert"; EU FAIR CT97-3882), 91p.
- Meffe, 1986. Conservation genetics and the anagement of endangered fishes. *Fisheries*, 11, 14-23.
- Nisbet & Verneaux, 1970. Composantes chimiques des eaux courantes, Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques, nn. *Sci-Univ. Fr-Comté*, t.6, fasc. 2, pp. 161-190.
- Ombredane & Richard, 1990. Détermination de la zone optimale de prélèvement d'écaillés chez les smolts de truite de mar (*Salmo trutta* L.) *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 344/345, 15-32.

Ryman, 1991. Conservation genetics considerations in fishery management. *Journal of fish Biology*, 39 (supplement A), 211-224.

Ryman & Stahl, 1980. genetic changes in hatchery stocks of brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 82-87.

SDVP 2006, <http://www.pechehautesavoie.com/sdvp74.htm>

Soulé & Wilcox, 1980. *Conservation Biology. An evolutionary-Ecological Perspective*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, MA, USA, 395p.

Utter, 1981. Biological criteria for definition of species and distant intraspecific populations and salmonids under the US Endangered Species Act of 1973. *Canadian Journal of Fisheries and aquatic sciences*, 38, 1626-1635.

Varley M.E., 1967. Water temperature and dissolved oxygen as environmental factors affecting fishes. pp 29-52 In *British freshwater fishes*, Fishing News, London.

Verneaux, 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Thèse d'Etat. Université de Franche-Comté, Besançon, 257p.

Verneaux, 1976. Biotypologie de l'écosystème « eau courante ». Les groupements socio-écologiques, C.R Acad. Sc. Paris, t. 284 (21.02.1977), série D, pp. 675-677.

Vernaux J., 1981. Les poissons et la qualité des cours d'eau. *Annales scientifiques de l'université de Franche-Comté, Besançon, Biologie Animale*, 4<sup>ème</sup> série, fascicule 2, p 33-41.

Verneaux, 1982. Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de la qualité générale (IBG), *Ann. Sci-Univ. Fr-Comte, Biol. Anim*, 3 : pp. 11-22.

Vigier & Caudron, 2007. Schéma départemental de conservation et de réhabilitation des populations de truites autochtones 2007-2013 : Evolution des connaissances depuis 2002 et propositions d'actions. FDP74.2007/XX, 41p+annexes.

Wyss, 2006. Les impacts des eaux usées des cabanes du club alpin suisse sur l'environnement. Rapport Unil, 53p + annexes.

Walpes, 1991. Pacific Salmon, *Onchorhynchus spp.*, and the definition of 'species' under the endangered species act. *Marine Fisheries Review*, 53, 11-22.

# ANNEXES

ANNEXES 1 – graphiques des données thermiques instantanées du 01/07/2006-30/06/2007 sur les 5 stations étudiées sur le bassin de la Chaise

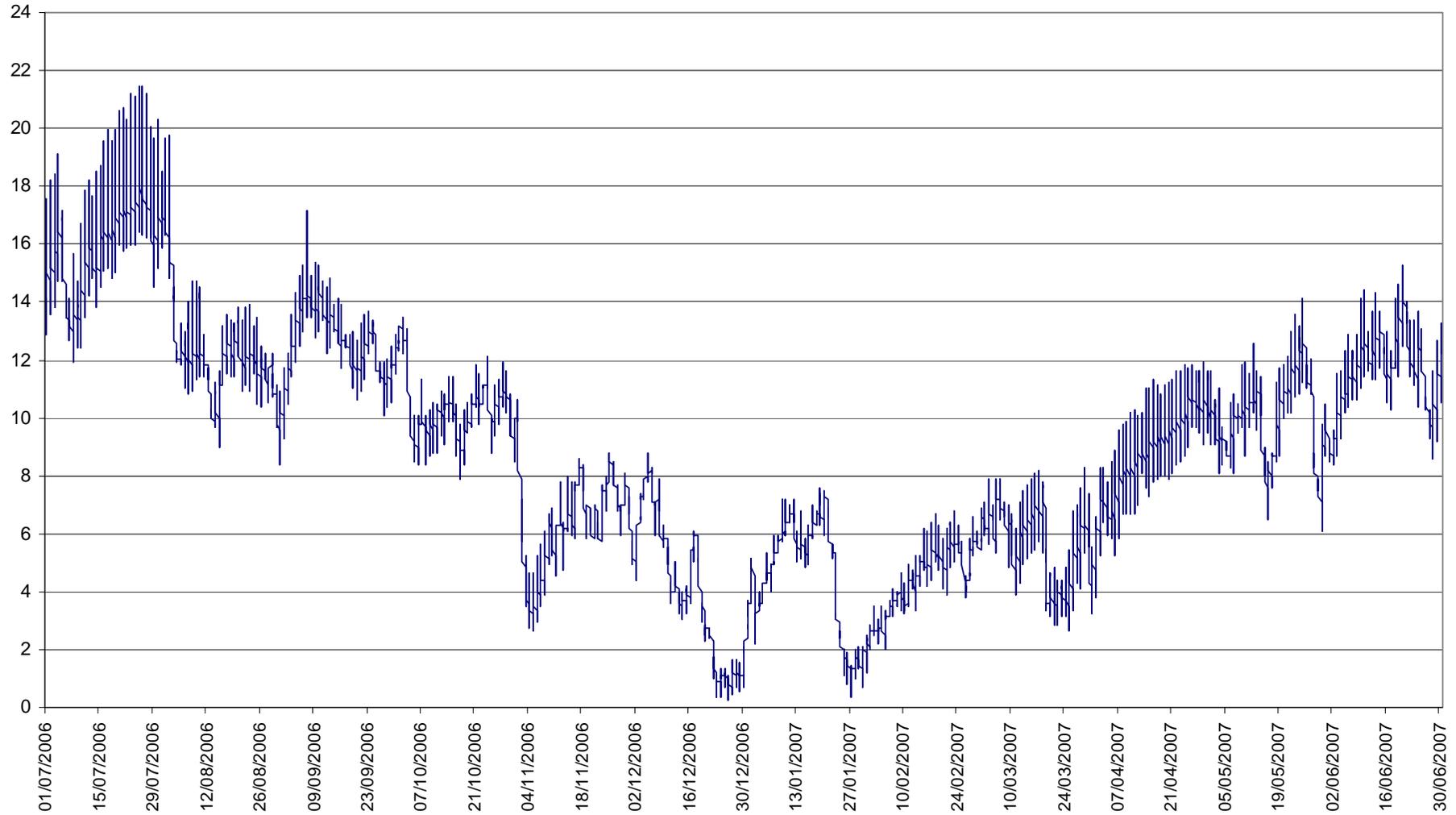
ANNEXE 2 – Limites des classes d'abondances numériques estimées du stock en place (CSP DR5, 1995)

ANNEXE 3 – tableau des répartitions longitudinale (au sens typologique) des abondances optimales potentielles de 40 espèces.

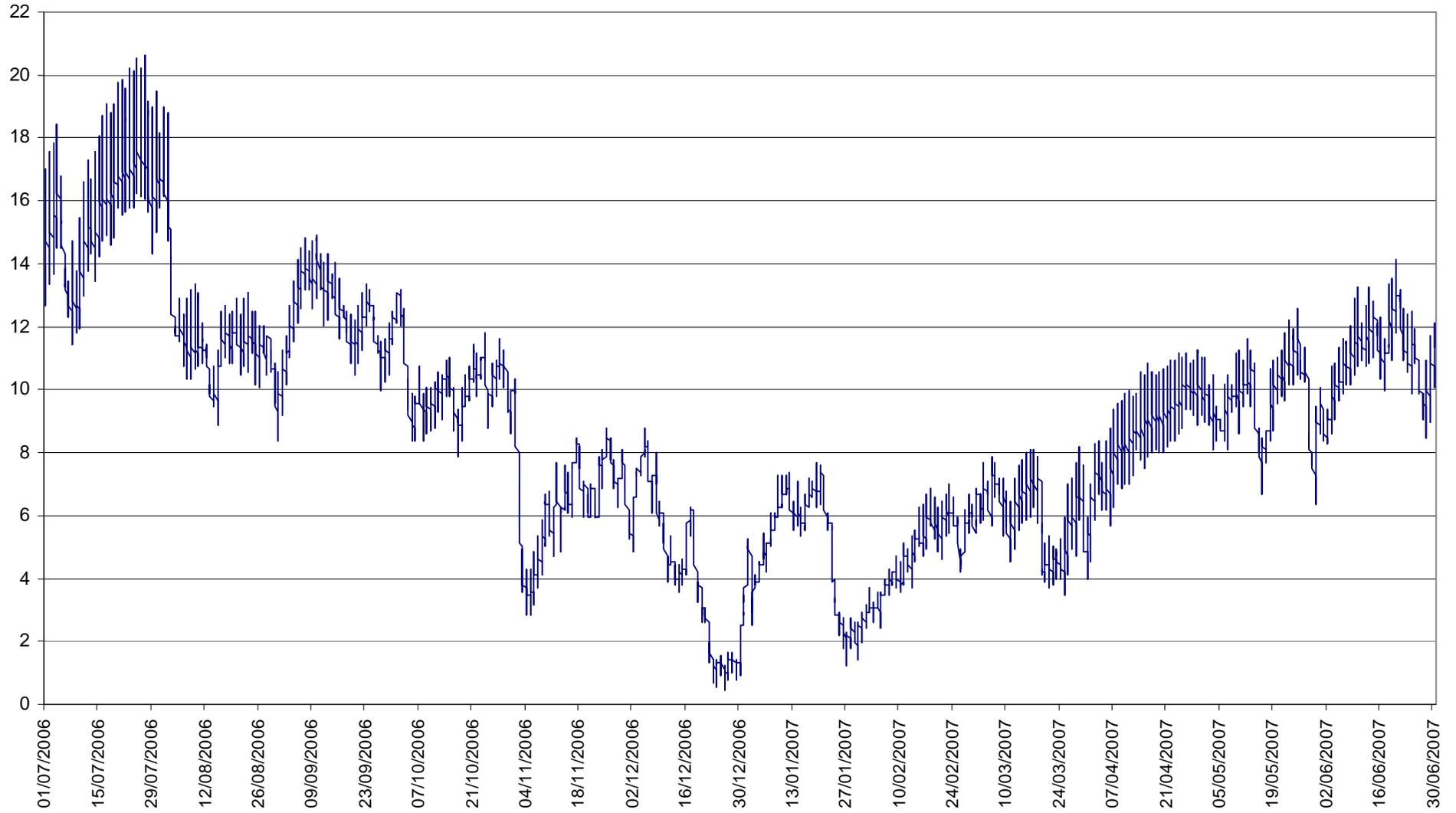
ANNEXE 4 – résultats brutes des analyses réalisées dans le cadre du suivi du CG74

ANNEXES 1 – graphiques des données thermiques instantanées du 01/07/2006-30/06/2007 sur les 5 stations étudiées sur le bassin de la Chaise

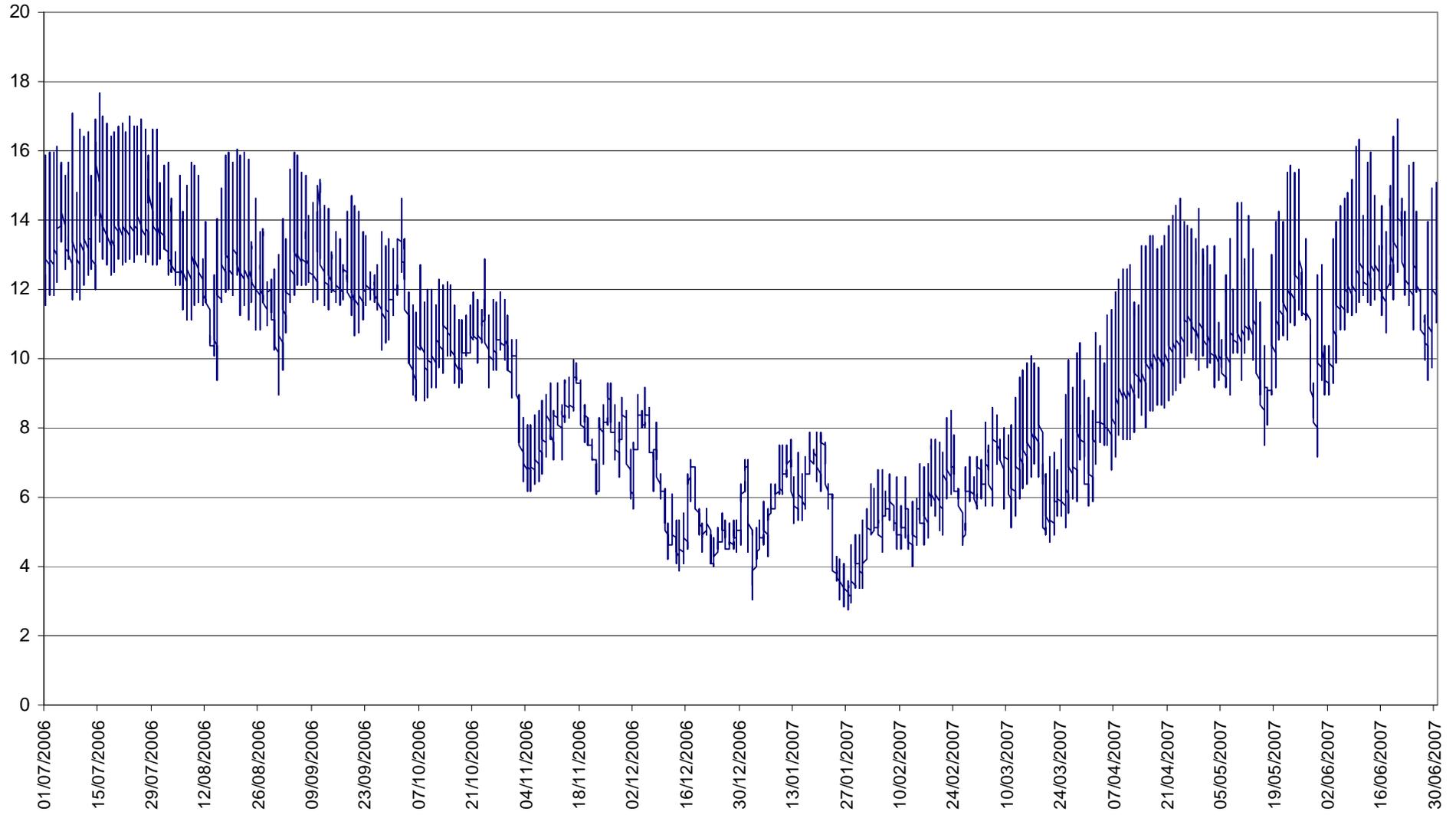
Arl06 : Bief la Chaise - amont



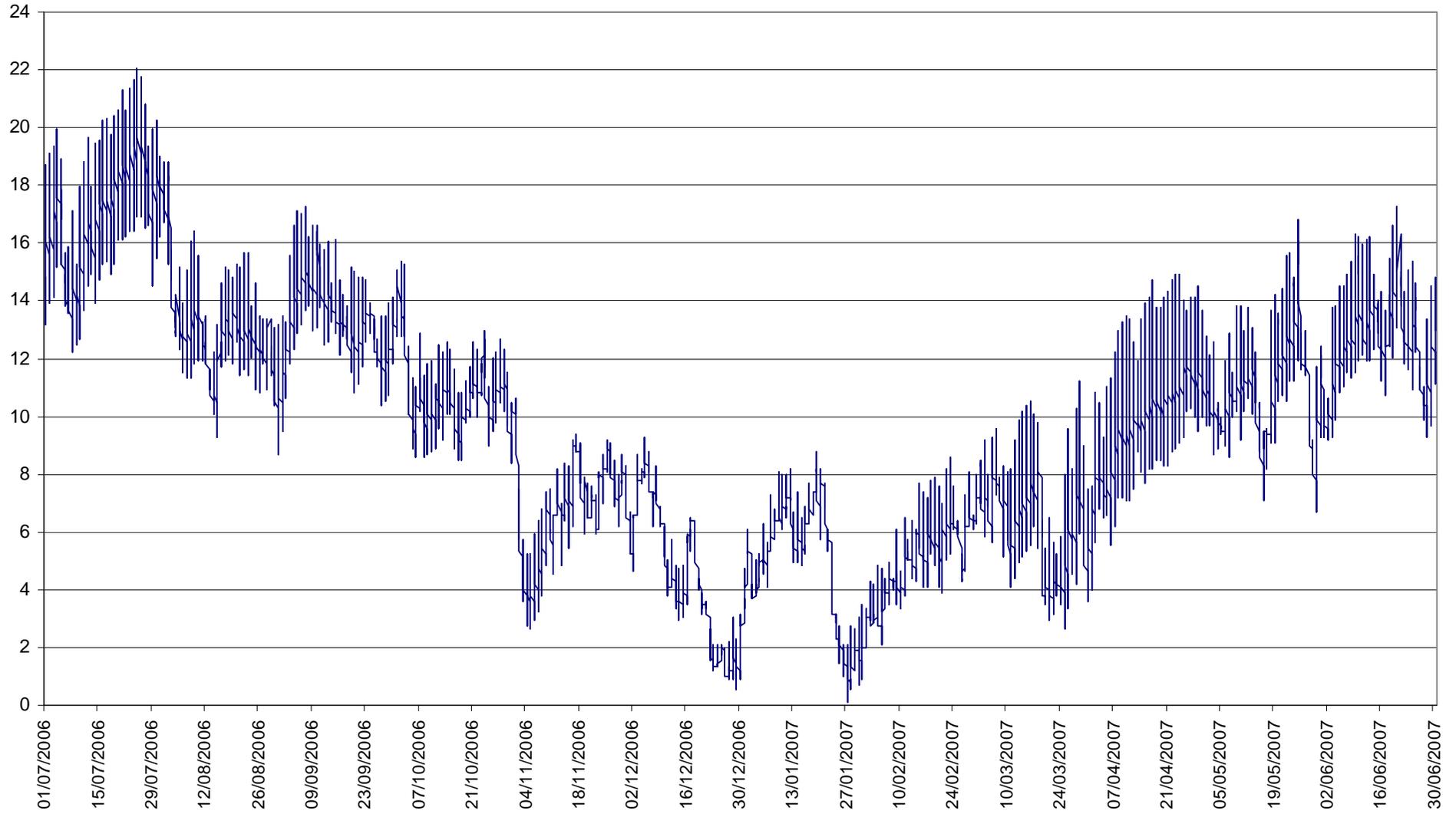
# Arl14 : Chaise - St Ferréol



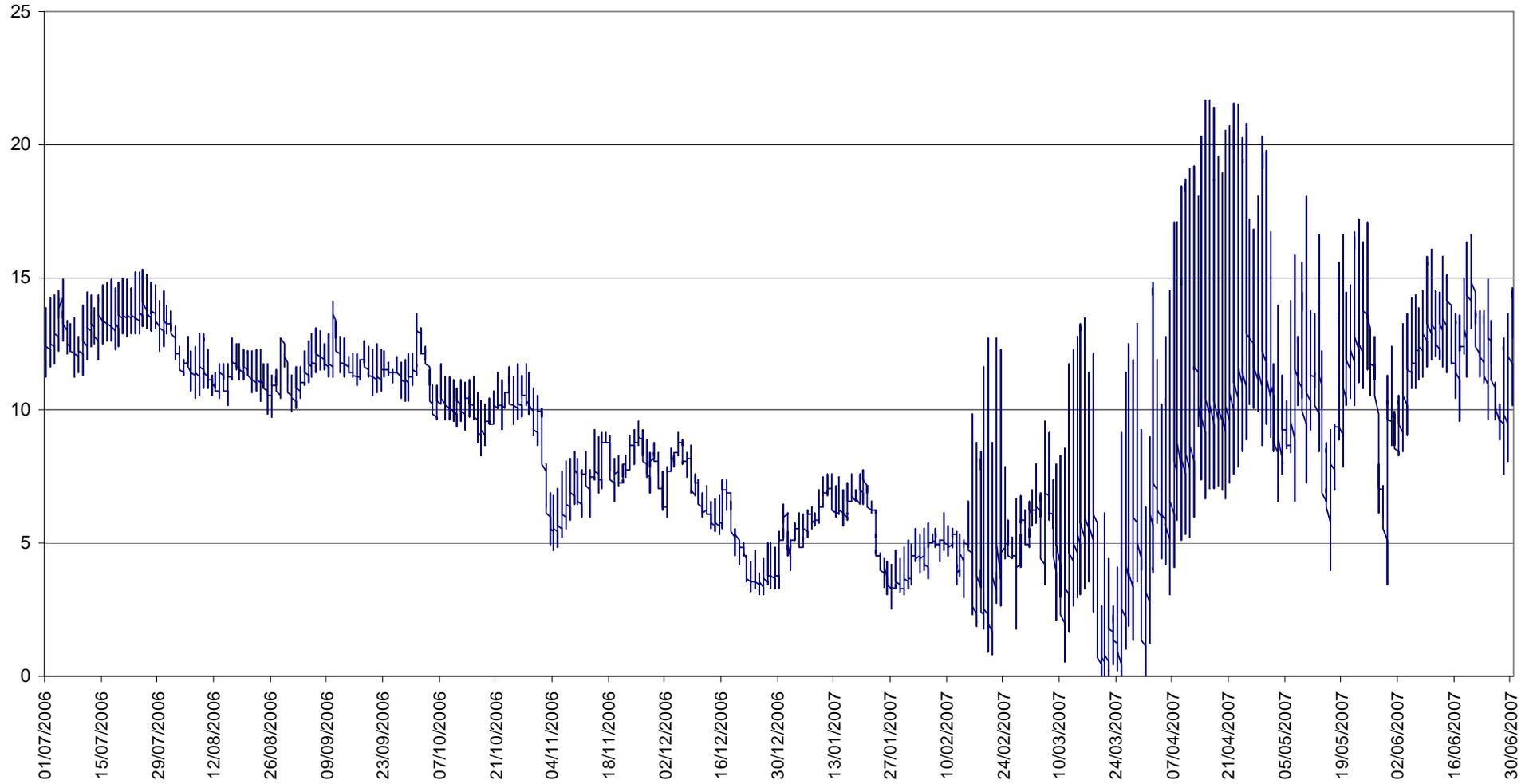
Arl17 : Chaise - STEP



Arl21 : Bief la Chaise - aval



Arl22 : Rui du marais - l'Hermitte HE



ANNEXE 2 – Limites des classes d'abondances numériques estimées du stock en place (CSP DR5, 1995)

	Moy.	Max.	Aff. Pot.	Efficacité		INF1	C1	SUP 1	C2	SUP 2	C3	SUP 3	C4	SUP 4	C5		INF1	C1	SUP 1	C2	SUP 2	C3	SUP 3	C4	SUP 4	C5
CHA	4	17	faible	très mauvaise	CHA	1		6		12		24		48		CHA	0,02		0,1		0,1		0,3		0,5	
TRF	60	120	faible	bonne	TRF	3		30		60		120		240		TRF	1,5		15		30		60		120	
VAI	104	820	faible	bonne	VAI	5		50		100		200		400		VAI	0,1		1		2		3		6	
LOF	15	100	faible	mauvaise	LOF	3		15		30		60		120		LOF	0,1		0,6		1,1		2,2		4,4	
OBR	9	20	faible	mauvaise	OBR	0,2		2		5		9		18		OBR	0,3		3,4		6,7		13,5		26,9	
BLN	5	26	moyenne	moyenne	BLN	1		5		10		20		40		BLN	0,2		0,8		1,5		3		6	
HOT	31	575	moyenne	moyenne	HOT	1		8		16		32		64		HOT	0,5		4		8		15		31	
TOX	8	10	moyenne	moyenne	TOX	0,5		2		4		8		16		TOX	0,4		1,5		3		6		12	
VAN	9	102	moyenne	moyenne	VAN	1		5		10		20		40		VAN	0,2		1		2		4		7	
CHE	64	465	moyenne	bonne	CHE	3		15		30		60		120		CHE	2,6		13		26		52		105	
BAF	9	51	moyenne	mauvaise	BAF	1		5		10		20		40		BAF	1,6		8		15		30		60	
LOT	1	3	moyenne	mauvaise	LOT	0,2		1		3		5		10		LOT	0,9		4,5		9		18		36	
SPI	31	135	moyenne	moyenne	SPI	1		8		16		32		64		SPI	0,03		0,2		0,5		0,9		1,9	
GOU	35	150	moyenne	moyenne	GOU	2		13		25		50		100		GOU	0,2		1		1		2		4	
BRO	4	15	forte	bonne	BRO	0,2		1		2		4		8		BRO	1,0		5		10		20		40	
PER	34	228	forte	bonne	PER	1		5		10		20		40		PER	0,3		1,5		3,1		6,1		12,3	
BOU	48	172	forte	bonne	BOU	2		13		25		50		100		BOU	0,03		0,2		0,3		0,7		1,3	
PES	48	470	forte	bonne	PES	2		13		25		50		100		PES	0,2		1,1		2,3		4,5		9	
ROT	29	166	forte	bonne	ROT	1		8		16		30		60		ROT	0,1		0,9		1,7		3,5		7	
CCO	5	21	forte	très mauvaise	CCO	0,2		1		3		5		10		CCO	0,8		4		8		16		33	
CAS	6	22	forte	mauvaise	CAS	0,5		2		3		6		12		CAS	0,3		1		2		4		8	
TAN	9	28	forte	moyenne	TAN	0,5		2		5		9		18		TAN	1,3		5		9		19		37	
BRE	8	54	forte	mauvaise	BRE	1		5		10		20		40		BRE	1,2		6		12		23		47	
PCH	43	215	forte	bonne	PCH	2		10		20		40		80		PCH	0,6		3		6		13		25	
GRE	4	15	forte	très mauvaise	GRE	0,5		2		4		8		16		GRE	0,03		0,1		0,2		0,5		1	
GAR	182	930	forte	bonne	GAR	5		45		90		180		360		GAR	1,0		9		18		37		73	
BRB	81	355	forte	bonne	BRB	2		20		40		80		160		BRB	0,3		3		6		12		23	
ABL	200	3167	forte	moyenne	ABL	5		50		100		200		400		ABL	0,06		0,6		1,3		2,6		5,1	
ANG	2	10	forte	mauvaise	ANG	0,2		1		2		4		8		ANG	0,8		4		7		15		29	
LPP	1	1	faible	très mauvaise	LPP	0,2		1		2		4		8		LPP	0,02		0,1		0,1		0,2		0,4	
SAN	3	9	forte	moyenne	SAN	0,5		2		3		6		12		SAN	0,5		2		4		9		17	
BBG	7	22	forte	bonne	BBG	0,5		2		4		8		16		BBG	0,5		2		4		8		16	
EPI	2	3	moyenne	très mauvaise	EPI	0,2		1		2		4		8		EPI	0,002		0,01		0,01		0,03		0,05	
EPT	2	2	moyenne	très mauvaise	EPT	0,2		1		2		4		8		EPT	0,004		0,02		0,03		0,06		0,13	
PSR	6	14	?	?	PSR	0,5		3		5		10		20		PSR	0,01		0,05		0,1		0,2		0,3	

Abondances numériques : effectif / 10 ares

Abondances pondérales : kg / ha

ANNEXE 3 : DELIMITATION DES CLASSES D'ABONDANCE SURFACIQUES  
OBTENUES PAR ECD (CSP, DR5, 1995)

ANNEXE 3 – tableau des répartitions longitudinale (au sens typologique) des abondances optimales potentielles de 40 espèces.

Tableau XXXII : répartition longitudinale (au sens biotypologique) des abondances optimales potentielles de 40 espèces.

APP	DISP	AMPL	Ordre	ESP	IS	IH	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	
1	4,0	4	1	SDF	70	88	2	3	5	3	2	1	1											
1,5	7,0	7	2	CHA	70	91	2	3	4	4	5	5	5	4	3	2	1	1	1	0,1				
1,5	8,0	8	3	TRF	45	88	1	2	3	4	5	5	5	4	4	4	2	1	1	1	1			
2	7,5	6	4	LPP	75	85			1	2	3	3	4	4	5	5	4	3	2	1				
2	8,0	7	5	VAI	55	77			0,1	1	3	4	5	4	3	3	2	1	1	1	1			
2,5	7,0	5	6	BAM	70	88				0,1	1	1	3	5	5	4	3	1	1					
2,5	8,5	7	7	LOF	30	85				1	2	3	4	5	5	4	3	3	2	1	1	1		
2,5	1,0	6	8	OBR	70	88				0,1	1	2	3	4	5	5	4	3	2	1	1	1		
3	9,0	7	9	EPI	25	45					0,1	1	3	4	5	5	4	3	3	2	2	1	1	
3,5	8,0	5	10	BLN	60	79						0,1	1	2	3	4	5	3	1	1	1			
3,5	8,0	6	11	CHE	30	38						0,1	1	3	3	3	4	4	5	3	3	2	1	
3,5	9,0	6	12	GOU	45	74						0,1	1	2	3	3	4	5	5	3	3	2	1	
3,5	9,0	5	13	APR	85	95							0,1	1	3	4	5	4	3	1	1			
3,5	8,0	5	14	BLE	45	75							0,1	1	3	4	5	4	2	1	1			
4,5	8,5	5	15	HOT	40	83								0,1	1	3	5	4	3	2	1	1		
4,5	8,5	5	16	TOX	40	82								0,1	1	3	5	4	3	2	1	1		
4,5	9,0	5	17	BAF	50	85								0,1	1	2	3	4	5	5	3	2	1	
4,5	8,5	5	18	LOT	60	95								0,1	1	2	3	4	5	3	2	1		
4,5	9,0	5	19	SPI	50	74								0,1	1	2	3	4	5	3	2	1	0,1	
4,5	9,0	5	20	VAN	55	63								0,1	1	2	3	4	5	3	2	1	1	
5	9,0	5	21	EPT	25	45									0,1	1	2	3	5	5	4	3	3	
5,5	9,0	4	22	BOU	45	88										0,1	1	4	3	5	5	4	4	
5,5	9,0	4	23	BRO	45	95										0,1	1	2	3	5	5	4	3	
5,5	9,0	4	24	PER	50	76										0,1	1	2	3	5	5	4	3	
5,5	9,0	4	25	GAR	20	46										0,1	1	2	3	4	5	4	3	
5,5	9,0	4	26	TAN	35	81										0,1	1	2	3	4	4	5	5	
6,5	9,0	4	27	ABL	25	46											0,1	1	3	4	5	4	4	
6	9,0	4	28	CAR	40	81											0,1	1	2	3	5	5	4	
6	9,0	4	29	PSR	15	35											0,1	1	3	4	5	5	4	
6,5	9,0	3	30	CCO	40	84												0,1	1	3	5	4	3	
6,5	9,0	3	31	SAN	30	73												0,1	1	3	5	4	4	
6,5	9,0	3	32	BRB	25	71												0,1	1	3	4	4	5	
6,5	9,0	3	33	BRE	30	74												0,1	1	3	4	4	5	
7	9,0	3	34	GRE	30	54													0,1	3	5	4	3	
7	9,0	3	35	PES	45	70													0,1	3	4	5	5	
7	9,0	3	36	ROT	40	89													0,1	2	3	4	5	
7,5	9,0	3	37	BBG	55	95													0,1	1	3	5	5	
7,5	9,0	2	38	PCH	35	80														0,1	3	5	5	
7,5	9,0	2	39	SIL	30	80														0,1	3	5	5	
4	9,0	6	40	ANG	31	55							0,1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	
							1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	
SCORE D'ABONDANCE OPTIMAL							2	5	8	12	14	16	20	22	24	36	48	56	60	76	84	80	76	
VARIÉTÉ OPTIMALE OBSERVÉE				+/-			1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	6	6	6	6	
VARIÉTÉ OPTIMALE OBSERVÉE							1	1	2	3	3	4	5	7	9	12	15	18	21	23	25	23	17	

# ANNEXE 4 – résultats brutes des analyses réalisées dans le cadre du suivi du CG74 (SAGE, 2005)

Conseil Général de Haute Savoie

Suivi de la Qualité des Cours d'Eau  
Campagne de septembre 2004

## Résultats bruts - Campagne de septembre 2004

LA CHAISE		Date	Heure	Débit	Temp. eau	O <sub>2</sub> dissous	O <sub>2</sub> Sat.	Conductivité	pH	MES	COD	DBO <sub>5</sub>	NTK	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Eschericia coli	Entérocoques
Cours d'eau	Station			m <sup>3</sup> /s	°C	mg/l O <sub>2</sub>	%	µS/cm	-	mg/l	mg/l C	mg/l O <sub>2</sub>	mg/l N	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	NPP/100 ml	NPP/100ml
Chaise	Cha1	13/09/2004	08.00	0,048	10,4	11,0	104	306	8,14	2,00	0,7	< 0,5	< 1	< 0,05	2,2	< 0,02	0,04	59	4,1	-	-
Marais	Mar	13/09/2004	09.25	0,056	11,9	10,8	106	338	8,19	18,00	1,1	< 0,5	< 1	< 0,05	2,9	< 0,02	0,14	80	7,7	-	-
Chaise	Cha2	13/09/2004	08.35	0,149	11,3	10,6	100	428	8,12	< 2	1	< 0,5	< 1	< 0,05	2,1	< 0,02	0,03	62	5,2	-	-
Bief de St Féréol	Bie	13/09/2004	10.30	0,161	12,1	10,9	106	338	8,11	110,00	1,1	< 0,5	< 1	0,89	2	< 0,02	< 0,03	63	5,5	-	-
Chaise	Cha3	13/09/2004	11.00	0,492	11,9	11,6	108	429	7,78	6,30	0,6	< 0,5	< 1	< 0,05	3,9	< 0,02	< 0,03	80	7,2	-	-
	Cha4	13/09/2004	11.50	0,480	12,3	10,8	105	439	7,75	< 2	1	< 0,5	1,1	< 0,05	4,3	0,1	0,14	78	7	-	-

## Résultats bruts - Campagne de février 2005

<b>LA CHAISE</b>		Date	Heure	Débit m <sup>3</sup> /s	Temp. eau °C	O <sub>2</sub> dissous mg/l O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> Sat. %	Conductivité µS/cm	pH -	MES mg/l	COD mg/l C	DBO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	NTK mg/l N	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l
Cours d'eau	Station																
Chaise	Cha1	17/02/2005	10:40	0,15	0,1	11,0	85	318	8,30	11,0	1,2	1,3	< 1	< 0,05	2,7	< 0,02	0,04
Marais	Mar	17/02/2005	11:00	0,18	0,6	11,2	85	298	8,10	3,2	1,3	0,7	< 1	< 0,05	2,7	< 0,02	0,04
Chaise	Cha2	17/02/2005	11:45	0,42	1,3	11,0	83	333	8,10	2,4	1,1	< 0,5	< 1	< 0,05	2,5	< 0,02	< 0,03
Bief de St Ferréol	Bie	17/02/2005	12:20	0,15	1,3	11,2	85	370	8,20	40,0	1,3	0,6	< 1	< 0,05	2,6	< 0,02	0,04
Chaise	Cha3	17/02/2005	12:45	0,80	4,2	9,6	80	350	7,70	8,4	0,9	< 0,5	< 1	< 0,05	3,9	< 0,02	< 0,03
	Cha4	17/02/2005	13:00	1,00	4,4	9,9	80	395	7,60	8,6	1,0	< 0,5	< 1	0,59	3,9	< 0,02	0,08

Indice biologique Global Normalisé  
Bassin Versant de la Chaise

Cours d'eau	Chaise	Chaise	Chaise	Chaise	Ru. du Marai	Bief de St Ferréol
Station	Cha1	Cha2	Cha3	Cha4	Mar	Bie
Date	29/09/2004	29/09/2004	29/09/2004	29/09/2004	29/09/2004	29/09/2004
<b>INSECTES</b>						
<b>PLECOPTERES</b>						
Leuctridae*	127	46	11		145	
Nemouridae*	175	107			164	
Perlidae*	1				2	
Perlodidae*	15	29				
<b>TRICHOPTERES</b>						
Glossosomatidae*	2	2			18	
Hydropsychidae*	50	34	17	126	94	25
Hydroptilidae*						13
Limnephilidae*	3				7	
Odontoceridae*		7	11	1	17	
Philopotamidae*	1				5	
Polycentropodidae*		1				
Rhyacophilidae*	9	7	11	42	22	14
Sericostomatidae*	4	18	13	1	21	
<b>EPHEMEROPTERES</b>						
Baetidae*	31	54	39	201	95	349
Caenidae*					1	
Ephemerellidae*						5
Ephemeridae*		2			2	
Heptageniidae*	212	575	35	1	280	
Leptophlebiidae*	2	9			6	
<b>COLEOPTERES</b>						
Dytiscidae	2	1	4		7	3
Elmidae*	1	22	4	1	105	2
Hydraenidae	2					34
<b>DIPTERES</b>						
Athericidae	6	6	2	1	55	
Ceratopogonidae	2					2
Chironomidae*	54	32	342	1157	120	669
Empididae	9	1	3	10	2	
Limonidae	17	6	3		6	
Psychodidae			4			
Simuliidae	1	319	71	73	19	583
Tabanidae			1	2		
Tipulidae			3	1		
<b>LEPIDOPTERES</b>						
Pyralidae	1					
<b>CRUSTACES</b>						
<b>AMPHIPODES</b>						
Gammaridae*		82	701	157	290	1873
<b>HYDRACARIENS</b>						
<b>MOLLUSQUES*</b>						
<b>BIVALVES</b>						
Sphaeriidae					13	3
<b>GASTEROPODES</b>						
Ancylidae			1			
Limnaeidae					1	1
Planorbidae		1	2		1	5
<b>ANNELIDES</b>						
OLIGOCHETES*	149	32	37	63	65	1369
<b>ACHETES*</b>						
Erpodeiidae						1
Glossiphoniidae		1				
<b>PLATHELMINTHES</b>						
<b>TRICLADES</b>						
Dugesidae	1	1				
Planariidae			1			
<b>NEMATHELMINTHES</b>						
<b>HYDROZOAIRE</b>						
Effectifs	878	1395	1316	1837	1601	4959
Variété taxonomique	26	25	22	15	30	17
Taxon indicateur	Perlodidae	Perlodidae	Odontoceridae	Rhyacophilidae	Odontoceridae	Hydroptilidae
Groupe Indicateur	9	9	8	4	8	5
I.B.G.N. / 20	16	16	14	8	16	10
Robustesse	14	-	13	7	-	9