



FÉDÉRATION DE HAUTE-SAVOIE POUR LA PÊCHE ET LA PROTECTION DU MILIEU AQUATIQUE

## Évaluation des gains biologiques sur la basse Dranse après modification du mode de gestion des éclusées de la centrale hydroélectrique de Bioge depuis 2004



Janvier 2010

---

## SOMMAIRE

---

<b>1. ELEMENTS METHODOLOGIQUES.....</b>	<b>9</b>
1.1. RAPPEL SUR LE PROTOCOLE D'ACCORD DES DRANSES .....	9
1.2. RAPPEL DES CONCLUSIONS DE L'ETUDE PRECEDENTE .....	10
1.3. LOCALISATION DES STATIONS D'ETUDES.....	11
1.4. METHODES EMPLOYEES .....	11
1.4.1. Qualité physico-chimique .....	11
1.4.2. Qualité hydrobiologique.....	11
1.4.3. Qualité piscicole.....	15
1.4.4. Structure thermique .....	15
1.4.4.1. Méthode.....	15
1.4.4.2. Exploitation des résultats .....	15
1.4.5. Hydrologie.....	17
1.4.5.1. Mesures de débit.....	17
1.4.5.2. Étude des chroniques hydrologiques.....	18
1.4.6. Micro-habitats par la méthode EVHA .....	20
1.4.6.1. Méthode.....	20
1.4.6.2. Choix des courbes de préférences .....	20
1.4.7. Cartographie des frayères effectives .....	22
<b>2. RESULTATS.....</b>	<b>23</b>
2.1. EVALUATION DE LA QUALITE GLOBALE DU MILIEU .....	23
2.1.1. La qualité physico-chimique .....	23
2.1.1.1. Résultats obtenus en 2007-2008.....	23
2.1.1.2. Comparaison aux résultats de 2000.....	23
2.1.2. Le régime thermique .....	25
2.1.2.1. Conditions de réalisation.....	25
2.1.2.2. Résultats .....	25
2.1.3. L'hydrologie.....	31
2.1.3.1. Jaugeages de débits .....	31
2.1.3.2. Régime hydrologique actuel.....	32
2.1.3.3. Régime hydrologique antérieur à 2005 .....	37
2.1.3.4. Synthèse de l'analyse du régime hydrologique.....	41
2.1.4. Synthèse concernant la qualité globale du milieu .....	43
2.2. EVALUATION DE LA CAPACITE D'ACCUEIL DU MILIEU .....	44
2.2.1. Préambule concernant l'évaluation de la capacité d'accueil.....	44
2.2.2. Conditions de réalisation.....	44
2.2.3. Description des tronçons issus de l'étude de 2001 .....	44
2.2.4. Résultat de la modélisation des stations d'étude.....	46
2.2.4.1. Station MH2 .....	46
2.2.4.2. Station MH3 .....	50
2.2.4.3. Station MH4 .....	54
2.2.4.4. Station MH5 .....	58
2.2.4.5. Station MH6 .....	62
2.2.4.6. Station MH7 .....	66
2.2.5. Interprétation longitudinale des résultats .....	70
2.2.5.1. Evolution des surfaces mouillées normées.....	70
2.2.5.2. Evolution longitudinale de la SPU pour les stades « alevins » .....	73

2.2.5.3.	Evolution longitudinale de la SPU pour les stades TRF adultes et BIG adultes	76
2.2.5.4.	Exploitation de la courbe de préférence du stade SAS Frai sur la station MH7	79
2.2.6.	Evaluation des gains concernant le capacité d'accueil du milieu	87
2.3.	EVALUATION DES GAINS BIOLOGIQUES	88
2.3.1.	Les macroinvertébrés benthiques	88
2.3.1.1.	Conditions d'intervention	88
2.3.1.2.	Résultats	88
2.3.1.3.	Discussion	88
2.3.1.4.	Comparaison aux données antérieures	89
2.3.2.	Volet piscicole	90
2.3.2.1.	Conditions d'interventions	90
2.3.2.2.	Résultats bruts	90
2.3.2.3.	Les peuplements de référence	92
2.3.2.4.	Structure des populations de truite 2007-2008	97
2.3.2.5.	Comparaison aux résultats de 2000	100
2.3.2.6.	Cas des adultes de truites de lac	105
2.3.3.	Évaluation du gain biologique	106
2.4.	EVALUATION DES GAINS CONCERNANT LES CONDITIONS D'ECOULEMENT SUR LES SITES DE FRAYERES	107
2.4.1.	Condition de réalisation	107
2.4.2.	Résultats	107
2.4.3.	Discussion	112
2.4.4.	Evaluation de gain	118
<b>3.</b>	<b>SYNTHESE ET PERSPECTIVES</b>	<b>119</b>
<b>4.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>122</b>

---

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

---

- **Liste des cartes :**

Carte 1: Carte de localisation des stations d'étude .....	13
Carte 2: Carte de localisation des stations micro-habitats.....	14
Carte 3: Carte de localisation des stations thermiques .....	16
Carte 4: localisation des bornes de la station MH2 .....	46
Carte 5: localisation des bornes de la station MH3 .....	50
Carte 6: localisation des bornes de la station MH4 .....	54
Carte 7: localisation des bornes de la station MH5 .....	58
Carte 8: localisation des bornes de la station MH6 .....	62
Carte 9: localisation des bornes de la station MH7 .....	66
Carte 10 Carte de localisation des frayères par tronçons synthèse 2007/2008 .....	108
Carte 11: Carte de localisation des frayères par tronçons synthèse 2008/2009 .....	109
Carte 12: Carte de localisation des frayères par tronçons synthèse générale.....	110

- **Liste des Photos :**

Photo 1: vue du dispositif permettant de maintenir la sonde thermique dans l'eau lors d'un déchargement intermédiaire des données sur la station BaD 07 ; la sonde est fixée sur un pavé, relié à la proie par un câble acier gainé fixé dans la roche à l'aide d'une cheville.....	15
Photo 2: Vue d'ensemble de la station de microhabitat MH2 .....	48
Photo 3: Vue de la partie aval de la station de microhabitat MH3.....	52
Photo 4: Vue d'ensemble de la station de microhabitat MH4 .....	56
Photo 5: Vue d'ensemble de la station de microhabitat MH5 .....	60
Photo 6: Vue de l'amont de la station de microhabitat MH6.....	64
Photo 7: Vue d'ensemble de la station de microhabitat MH7 .....	68
Photo 8: vue d'un secteur dans la zone de marnage des éclusées en aval de la station MH7 ; sur la gauche, un bras asséché à bas débit.....	71
Photo 9 : Vue du transect 9 de la station MH7 ; au premier plan la rive gauche.....	85
Photo 10: Truites lacustres observées sur le tronçon 7 .....	111
Photo 11: Planche de photos de frayères accolées à la berge.....	114
Photo 12: Planche de photos de frayères accolées à des blocs ou localisées dans des secteurs présentant de nombreux blocs. ....	115
Photo 13: Photos de frayères localisées en tête de radier (a gauche) ou dans un radier (a droite) .....	116
Photo 14: Illustration de frayères exondées recensées durant les reconnaissances réalisées entre 2007 et 2009.....	117

- **Liste des tableaux :**

Tableau 1: Présentation et description des 9 variables thermiques utilisées dans l'étude (CAUDRON, 2006). .....	17
Tableau 2 : Débits moyen annuels pour la période de données disponible comparé au module interannuel calculé sur la période (1906-2002) ; en gris le changement de régime d'éclusées ; en bleu, les années étudiées.....	18

Tableau 3 : comparaison synthétique des tailles prises en compte pour les différents stades du préférendum TRE CEMAGREF et des tailles observées sur la Basse Dranse. ....	21
Tableau 4: Résultats des analyses physico-chimiques réalisées durant la période 2007-2009 dans la Basse Dranse ; Les classes de qualité du SEQ-Eau V2 ont été appliquées .....	24
Tableau 5: Période d'enregistrement des données thermiques sur les stations d'étude .....	25
Tableau 6: Dates correspondant à 50 % d'alevins émergents évaluées à partir d'une date médiane de ponte au 15 décembre 2007 sur les 9 stations retenues. ....	29
Tableau 7: résultats des campagnes de jaugeages réalisées sur la Basse Dranse.....	31
Tableau 8: nombre d'éclusées détectées sur la période 2006-2008.....	33
Tableau 9: nombre éclusées détectées sur les périodes 2000-2002 et 2006-2008 .....	37
Tableau 10: Synthèse des résultats de l'étude hydrologique; en bleu, les résultats 2006-2008, en noir les résultats 2000-2002.....	42
Tableau 11: coordonnées GPS des bornes de la station MH2.....	46
Tableau 12: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH2	47
Tableau 13: coordonnées GPS des bornes de la station MH3.....	50
Tableau 14: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH3	51
Tableau 15: coordonnées GPS des bornes de la station MH4.....	54
Tableau 16: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH4	55
Tableau 17: coordonnées GPS des bornes de la station MH5.....	58
Tableau 18: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH5	59
Tableau 19: coordonnées GPS des bornes de la station MH6.....	62
Tableau 20: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH6	63
Tableau 21: coordonnées GPS des bornes de la station MH7.....	66
Tableau 22: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH7	67
Tableau 23: Evaluation des surfaces de marnage sur les stations modélisées ; Des apports intermédiaires d'environ 1m <sup>3</sup> /s ont été utilisée pour corriger le débit minimum ; les valeurs supérieures à 50 % figurent en gras. ....	71
Tableau 24: Synthèse de l'évolution de la surface du lit mouillé entre le débit de base, le débit de base complété de 1.3m <sup>3</sup> /s et le débit de base complété de 2 m <sup>3</sup> /s. Les valeurs exactes sont à prendre avec précaution, puisque en absence de connaissance précise des apports intermédiaires, ceux-ci ont été évalués. Les tendances sont en revanche valides.....	72
Tableau 25: Synthèse de l'évolution de la SPU pour le stade YOY entre le débit de base et le débit de base complété de 2m <sup>3</sup> /s. Les valeurs exactes sont à prendre avec précaution, puisque en absence de connaissance précise des apports intermédiaires, ceux-ci ont été évalués. Les tendances sont en revanche valides.....	75
Tableau 26: Synthèse de l'évolution de la SPU pour le stade TRF ALE entre le débit de base et le débit de base complété de 2m <sup>3</sup> /s. Les valeurs exactes sont à prendre avec précaution, puisque en absence de connaissance précise des apports intermédiaires, ceux-ci ont été évalués. Les tendances sont en revanche valides. ....	75
Tableau 27 : Synthèse de l'évolution de la SPU pour le stade TRF adulte entre le débit de base, le débit de base complété de 1.3 m <sup>3</sup> /s et le débit de base complété de 2 m <sup>3</sup> /s. Les valeurs exactes sont à prendre avec précaution en absence de connaissance précise des apports intermédiaires. Les tendances sont en revanche valides. ....	78
Tableau 28 : Synthèse de l'évolution de la SPU pour le stade Large Brown Trout entre le débit de base et le débit de base complété de 2 m <sup>3</sup> /s. Les valeurs exactes sont à prendre avec précaution en absence de connaissance précise des apports intermédiaires. Les tendances sont en revanche valides. ....	78
Tableau 29: Synthèses des résultats IBGN ; les classes de qualité pour l'hydro-écorégion « Jura Préalpes du Nord » ont été appliquées.....	88

Tableau 30: Synthèses des résultats des IBGN réalisés en 2000 ; les classes de qualité pour l'hydro-écorégion « Jura Préalpes du Nord » ont été appliquées.....	89
Tableau 31 : Données estimées des inventaires 2007 et 2008 .....	91
Tableau 32 : Niveaux Typologiques Théoriques des trois stations pêche électrique sur la Basse Dranse .....	93
Tableau 33: Comparaison des densités des stades alevins, juvéniles et adultes (ind./10 ares) entre 2007 et 2008 .....	98
Tableau 34 : Comparaison des inventaires réalisés en 2000, 2007 et 2008 sur la Basse Dranse .....	101
Tableau 35: Résultats de comptages de truites lacustres à la passe à poisson de Vongy pour les années 1999 et 2009 .....	105
Tableau 36: Dates des campagnes de cartographie des frayères effectives sur la Basse Dranse .....	107

- **Liste des figures :**

Figure 1 : représentation graphique des débits minimum du protocole d'accord Dranse de 2005.....	9
Figure 2 : comparaison du protocole des Dranses (en gris) et de la proposition minimale souhaitable (en vert) issue de l'étude 2001. ....	10
Figure 3: Illustration des paramètres extraits des cycles d'éclusées sur la Basse Dranse .....	19
Figure 4: Courbes d'habitats sélectionnées et périodes prises en compte pour l'analyse .....	20
Figure 5: courbes des températures moyennes journalières calculées sur la période du 13/07/2006 au 12/07/2007 pour les stations BaD07 (amont) et BaD10 (aval). ....	26
Figure 6: Températures maximales (T Mini H), minimales (T Maxi H) et amplitude annuelle calculées sur les moyennes journalières (Amplitude An moyJ) obtenues sur les 9 stations retenues.....	26
Figure 7: Température moyenne des trente jours les plus chauds obtenue sur les 9 stations retenues.....	27
Figure 8: Nombre de jours dont la température moyenne correspond au préférendum thermique de la truite fario obtenu sur les 9 stations retenues. ....	28
Figure 9: Durées totales en jours de vie sous gravier (50% d'alevins émergents) obtenue sur les 9 stations retenues.....	28
Figure 10: Durées en heures durant lesquels la température est inférieure à 1 et supérieure à 12 lors de la période de vie sous gravier, obtenues sur les 9 stations retenues. ....	29
Figure 11: Illustration de différents types de cycles d'éclusées observés sur le Danse à Bioge ; en haut : deux cycles par jours ; en bas : un cycle par jour. ....	32
Figure 12: Histogramme de répartition des durées des éclusées détectées entre 2006 et 2008	33
Figure 13: Histogramme de répartition des débits minimum des éclusées détectées entre 2006 et 2008 .....	34
Figure 14: Histogramme de répartition des débits maximum des éclusées détectées entre 2006 et 2008.....	35
Figure 15 : Histogramme de répartition des amplitudes des éclusées détectées entre 2006 et 2008.....	35
Figure 16 : Histogramme de répartition des vitesses maximums d'augmentation (Va max) et de diminution (Vb max) des débits durant les éclusées détectées entre 2006 et 2008.....	36
Figure 17: Histogramme de répartition des durées des éclusées détectées durant les périodes 2000-2001 et 2006-2008 .....	37

Figure 18: Histogramme de répartition des débits minimum des éclusées détectées durant les périodes 2000-2002 et 2006-2008. Les débits minimums relevés durant les périodes 1 et 2 figurent en rouge. ....	38
Figure 19: Histogramme de répartition des débits minimum des éclusées détectées durant les périodes 2000-2002 et 2006-2008.....	39
Figure 20: Histogramme de répartition des amplitudes des éclusées détectées durant les périodes 2000-2002 et 2006-2008.....	39
Figure 21: Histogramme de répartition des vitesses maximums d'augmentation des débits durant les éclusées détectées durant les périodes 2000-2002 et 2006-2008 .....	40
Figure 22: Histogramme de répartition des vitesses maximums de diminution des débits durant les éclusées détectées durant les périodes 2000-2002 et 2006-2008 .....	41
Figure 23: profil en long de la station MH2 au débit observé lors du relevé de terrain.....	47
Figure 24: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 m) sur la station MH2, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées. ....	49
Figure 25: profil en long de la station MH3 au débit observé lors du relevé de terrain.....	51
Figure 26: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 ml) sur la station MH3, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées. ....	53
Figure 27: profil en long de la station MH4 au débit observé lors du relevé de terrain.....	55
Figure 28: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 ml) sur la station MH4, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées. ....	57
Figure 29: profil en long de la station MH5 au débit observé lors du relevé de terrain.....	59
Figure 30: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 ml) sur la station MH5, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées. ....	61
Figure 31: profil en long de la station MH6 au débit observé lors du relevé de terrain.....	63
Figure 32: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 ml) sur la station MH2, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées. ....	65
Figure 33: profil en long de la station MH7 au débit observé lors du relevé de terrain.....	67
Figure 34: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 ml) sur la station MH2, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées. ....	69
Figure 35: Courbe représentant la surface mouillée normée (m <sup>2</sup> pour 100 ml) de l'ensembles des stations, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum des éclusées. ....	70
Figure 36: Courbe représentant la SPU normée du stade TRF YOY pour l'ensembles des stations, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum des éclusées. ....	73
Figure 37: Courbe représentant la SPU normée du stade TRF ALE pour l'ensembles des stations, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum des éclusées. ....	74

Figure 38: Courbe représentant la SPU normée du stade TRF adulte pour l'ensemble des stations, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum des éclusées. ....	76
Figure 39: Courbe représentant la SPU normée du stade « Large Brown Trout » pour l'ensembles des stations, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum des éclusées. ....	77
Figure 40: Courbe représentant la SPU normée du stade Frai du Saumon pour l'ensembles des stations, en fonction du débit.....	80
Figure 41: confrontation de la vue en plan des valeurs d'habitats du stade frai du saumon sur la station MH7 pour un débit de 3.6 m <sup>3</sup> /s et de la position réel des frayère de truites lacustres ; La position des 93 frayères est matérialisées par les ronds noir. ....	81
Figure 42: confrontation de la vue en plan des valeurs d'habitats du stade frai du saumon sur la station MH7 pour un débit de 15 m <sup>3</sup> /s et de la position réel des frayère de truites lacustres ; La position des 93 frayères est matérialisées par les ronds noir. ....	82
Figure 43: confrontation de la vue en plan des valeurs de préférence « vitesse » du stade frai du saumon sur la station MH7 pour un débit de 3.6 m <sup>3</sup> /s et de la position réel des frayère de truites lacustres ; La position des 93 frayères est matérialisées par les ronds noir. ....	83
Figure 44: confrontation de la vue en plan des valeurs de préférence « vitesse » du stade frai du saumon sur la station MH7 pour un débit de 15 m <sup>3</sup> /s et de la position réel des frayère de truites lacustres ; La position des 93 frayères est matérialisées par les ronds noir. ....	84
Figure 45 : Comparaison entre peuplements optimaux et observés en 2007 et 2008 sur les trois stations.....	95
Figure 46 : Distribution des classes de tailles (mm) de la truite fario sur les trois stations en 2007 et en 2008 .....	97
Figure 47 : Distribution des classes de taille du Chabot sur les trois stations en 2007 et en 2008.....	99
Figure 48 : Comparaison entre peuplements optimaux et observés en 2000, 2007 et 2008 ..	102
Figure 49 : Comparaison de la structure de la population de Truite fario par station entre 2000, 2007 et 2008.....	104
Figure 50: Distribution des effectifs de truites lacustres en montaison sur toute l'année 1999 .....	105
Figure 51: Nombre de frayères effectives recensées lors des reconnaissance 2007/2008 et 2008/2009.....	111
Figure 52: Nombre de frayères recensées par campagnes lors des suivis 2007/2008 et 2008/2009.....	113

---

## INTRODUCTION, CADRE DE L'ETUDE

---

La centrale de Bioge turbine les eaux de la Dranse de Morzine, de la Dranse d'Abondance ainsi que celles du Brevon dérivées vers la retenue du Jotty.

Le lancement d'une première étude avait été motivé par une situation conflictuelle entre les usagers du cours d'eau et par interrogations de certains acteurs locaux sur la gravité des incidences de la gestion des installations hydroélectriques (usine de Bioge), sur les peuplements piscicoles à l'aval. Le problème principal mis en avant sur le secteur d'étude était l'exondation de frayères de truites fario sédentaires et lacustres.

Cette étude réalisée par le cabinet CIDEE relative à l'impact des éclusées sur ce tronçon a été initiée en 1999 par la Fédération Départementale de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques de Haute-Savoie. Les conclusions de cette étude, rendues en 2001, et la concertation avec tous les acteurs de l'eau (kayakistes, professionnels du rafting, pêcheurs, EDF, sous l'égide de la sous-préfecture de Thonon-Les-Bains) ont permis la mise en application récente (2004) d'un nouveau mode de gestion des éclusées. Ce dernier consiste à la mise en place d'un débit minimum de base biologique adapté à chaque stade de développement de la truite et donc variable avec les saisons.

Après plus de quatre ans de ce nouveau mode de gestion des éclusées, il apparaît opportun d'évaluer le gain biologique sur la Basse Dranse.

## 1. ELEMENTS METHODOLOGIQUES

La ligne directrice globale de cette étude est d'évaluer les gains biologiques potentiels et l'atteinte des objectifs fixés par la précédente étude. La méthodologie mise en œuvre consiste à reprendre les investigations réalisées lors de l'étude de 2001.

Les compartiments étudiés sont les suivants :

- qualité physico-chimique,
- structure thermique,
- hydrologie,
- peuplement piscicole,
- peuplement d'invertébrés,
- habitat piscicole,
- accessibilité des frayères.

Pour chaque compartiment étudié, la situation actuelle est décrite, puis comparée aux résultats de l'étude de 2001.

### 1.1. RAPPEL SUR LE PROTOCOLE D'ACCORD DES DRANSES

Le protocole d'accord des Dranses est issu d'un accord entre Electricité De France, Le Groupement des Compagnies des Dranses, la Fédération Départementale des AAPPMA de la Haute Savoie et le Comité Départementale de Canoë Kayak. Il a été signé en 2005 et prévoit la restitution d'un débit minimum adapté aux exigences des différents stades de la truite fario, modulé sur trois périodes.

Les débits sont les suivants :

- 1.1 m<sup>3</sup>/s du 16 juin au 14 novembre ; ce débit correspond à l'ancien débit de base permanent,
- 2.4 m<sup>3</sup>/s du 1<sup>er</sup> janvier au 15 février et du 15 novembre au 31 décembre,
- 3.1 m<sup>3</sup>/s du 16 février au 15 juin.

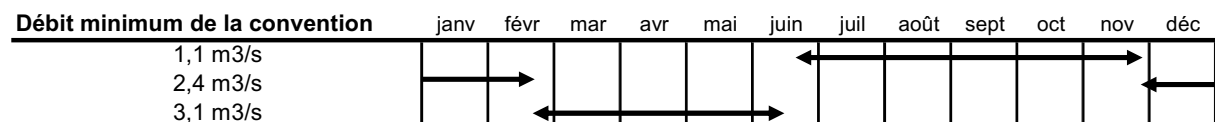


Figure 1 : représentation graphique des débits minimum du protocole d'accord Dranse de 2005.

Ces débits correspondent aux débits réservés de la Dranse d'Abondance, de la Dranse de Morzine et du Brevon auquel s'ajoute si besoin un débit complémentaire injecté au niveau de la centrale de Bioge.

Les schémas des installations hydroélectriques et de leur fonctionnement sont présentés dans les annexes 2 et 3.

## 1.2. RAPPEL DES CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE PRÉCÉDENTE

L'objectif de l'étude précédente était d'estimer l'impact des fluctuations de débit, liées au fonctionnement des ouvrages hydro-électriques, sur les populations salmonicoles (truites fario sédentaires et lacustres), leur habitat et zones de reproduction, la macrofaune benthique, ainsi que l'impact des autres usages du cours d'eau sur le milieu naturel. Les propositions pour l'amélioration du fonctionnement des ouvrages hydroélectriques ont été faites au regard de l'ensemble des usages sportifs et de loisir pratiqués sur le cours d'eau.

L'étude de 2001 a mis en évidence une perturbation profonde des populations de salmonidés, et conclue à l'effet prédominant de la modulation du régime qu'impose le fonctionnement par éclusées et débits minimum trop faible pour permettre le bon déroulement des processus biologique et la préservation des milieux naturels (CIDEE, 2001)

A l'issue de ce travail, une proposition « minimale souhaitable » a été réalisée sur la base des exigences des truites fario principalement, ainsi les gains attendus concernaient prioritairement le compartiment piscicole et plus particulièrement les salmonidés.

Il est cependant difficile de présenter ici les gains biologiques espérés suite au changement de gestion étant donné que le protocole des Dranses actuellement en vigueur est différent de la proposition initiale (Figure 2)

Ref.	stade concerné	janv	fev	mar	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
	débit moyen à Bioge (4/5ème du débit à Reyvroz de l'année 2000)	8,48	16,3	17,4	24,4	31,9	14,5	14,1	7,6	6,2	14,6	21,2	13,6
1,1 m3/s	débit minimum en cours (étude 2001)						←						→
2 m3/s	adultes						←			→			
2,4 m3/s	frai	→											←
3,1 m3/s			←				→						
4,3 m3/s	conditions écologiques générales	→										←	
5 m3/s	juvéniles et alevins		←				→						

**Figure 2 : comparaison du protocole des Dranses (en gris) et de la proposition minimale souhaitable (en vert) issue de l'étude 2001.**

En outre, en raison de l'impossibilité de récupérer un certain nombre de données brutes de l'étude précédente (perte des données) ou de problèmes méthodologiques liés au contexte de la précédente étude, le travail demandé a souvent dû être réajusté.

Pour ces deux raisons une comparaison directe des résultats des 2 études n'a pas toujours été possible ce qui a conduit à réévaluer le gain potentiel au fil du rapport.

### 1.3. LOCALISATION DES STATIONS D'ETUDES

La localisation des stations d'étude est directement issue de l'étude de 2001. L'emplacement de ces stations hors stations micro-habitats figure sur la « Carte de localisation des stations d'étude » (carte page 13). La carte page 14 localise les stations micro-habitats et les tronçons que représentent ces stations.

Une station de pêche médiane (D2) a été ajoutée par rapport à l'étude de 2001 où seules deux stations avaient été investiguées. A l'inverse, une station micro-habitats a été abandonnée en raison de sa faible représentativité du secteur d'étude (MH1).

La station de pêche D3 a été déplacée de quelques centaines de mètres entre 2007 et 2008, en raison de modifications morphologiques du lit de la Basse Dranse entre les deux campagnes.

### 1.4. METHODES EMPLOYEES

#### 1.4.1. Qualité physico-chimique

La qualité physicochimique de l'eau a été évaluée lors de 6 campagnes réalisées entre 2007 et 2009, dans des conditions hydrologiques et d'exploitations différentes.

Les analyses réalisées sont les suivantes :

#### Physico-chimie in-situ :

- Oxygène dissous
- Saturation en oxygène
- Température de l'eau
- pH
- conductivité

#### Analyses en laboratoire :

- Nitrates,
- Nitrites
- Ammonium
- phosphore

Les analyses physico-chimie in-situ ont été réalisées directement dans la Dranse à l'aide d'appareils portatifs de mesures.

Des prélèvements d'eau ont été réalisés conjointement. Ils ont été conservés au froid dans des caissons isothermes réfrigérés (glacières) puis transmis au laboratoire de l'INRA de Thonon les Bains dans un délai maximum de quelques heures.

#### 1.4.2. Qualité hydrobiologique

Les investigations ont été entreprises en utilisant les peuplements de macroinvertébrés benthiques selon le protocole IBGN (Norme NFT 90 350)

L'analyse des peuplements de macro-invertébrés benthiques constitue, dans le cadre des diagnostics des eaux superficielles, une base pour l'appréciation de la qualité globale de l'écosystème aquatique. Le peuplement d'un habitat, tel que le *benthos*, peut être considéré comme l'expression synthétique des complexes paramétriques caractérisant le milieu qui l'héberge. Les altérations portées sur la qualité des eaux, de l'habitat,..., provoquent des évolutions plus ou moins marquées des communautés vivantes. Ainsi, l'appréciation de la qualité hydrobiologique d'un milieu vient généralement compléter et pondérer les résultats obtenus lors des investigations physico-chimiques, image souvent instantanée de la qualité des eaux.

La qualité hydrobiologique est depuis 1992 généralement appréhendée par la méthode de l'Indice Biologique Global Normalisé (I.B.G.N., T 90-350 - AFNOR 1992).

Quatre paramètres synthétiques permettent de caractériser les peuplements prélevés :

- **L'abondance** : nombre total d'individus prélevés.
- **La variété taxonomique** : nombre de taxons récoltés. Ce paramètre est généralement indicateur (quand la physico-chimie des eaux n'est pas limitante) de la qualité habitacionnelle du milieu
- **Le groupe faunistique indicateur** (G.F.I.) : 9 groupes indicateurs, constitués à partir d'une gamme de taxons à polluosensibilité différentielle, permettent de se repérer quant à la qualité du milieu. Chaque groupe est affecté d'un numéro, variant de 1 à 9, proportionnel à la polluosensibilité des taxons le constituant. Ce paramètre est habituellement bien corrélé avec la qualité physico-chimique des eaux pour les variables de pollution organique.
- **La note I.B.G.N. (sur 20)** : paramètre synthétique dont la valeur est déterminée à partir du groupe indicateur et de la variété taxonomique.

Ces éléments, intégrés à une grille de qualité, permettent d'attribuer une classe de qualité définissant pour :

- l'**IBGN**, la qualité biologique des cours d'eau conditionnée par la qualité de l'eau et celle de l'habitat,
- le **GFI**, la sensibilité des organismes à la pollution, essentiellement organique, de l'eau.

La qualité hydrobiologique du milieu est alors conditionnée par le plus déclassant des deux paramètres. Le tableau ci-dessous, présente la grille d'interprétation des résultats mise en place par l'Agence de l'Eau RMC pour l'Hydroécocorégion Jura-Préalpes du Nord<sup>1</sup>.

Grille IBGN Jura Préalpes du Nord				
Classes		IBGN	GFI	
Très bonne		supérieur ou égal à 15		égal à 9
Bonne		compris entre 12 et 14		7 ou 8
Moyenne		compris entre 8 et 11		5 ou 6
Médiocre		compris entre 4 et 7		3 ou 4
Mauvaise		inférieur à 4		1 ou 2

La classe de qualité verte (Bonne qualité) est assimilée au bon état écologique, défini transitoirement dans la circulaire DCE 2005/12 du 28 juillet 2005.

Afin d'affiner le diagnostic écologique, une détermination à un niveau taxonomique générique (plus pointu que celle nécessaire à la réalisation d'un IBGN) a été réalisée.

<sup>1</sup> Source : circulaire DCE 2005/12 du 28 juillet 2005

# Evaluation des gains biologiques sur la Basse Dranse

## Carte de localisation des stations d'étude

Echelle 1 / 40 000



Q3  
D3  
(2007)

D3  
(2008)

PC 6  
Th BaD10

PC 5

PC 4  
Q1  
IBGN2  
D2

PC 3

Limnimètre

PC 2  
Q1  
IBGN1  
D1

PC 1  
Th BaD07



### 1.4.3. Qualité piscicole

Les inventaires piscicoles ont été réalisés par pêche électrique à pied par épuisement ; sur une station de longueur déterminée il est procédé à au moins deux passages en pêche électrique. Les poissons de chaque passage sont stockés séparément dans des viviers en rivière pour être ensuite déterminés, mesurés et pesés avant d'être remis à l'eau à la fin de l'opération.

Les données obtenues sont ensuite traitées par un outil mathématique qui permet de déterminer le nombre le plus probable d'individus de la population concernée et ainsi de fournir des données fiables de densité et de biomasse. Dans le cas présent, les données ont été traitées par la méthode de Carl et Strub.

### 1.4.4. Structure thermique

#### 1.4.4.1. Méthode

Un suivi thermique a été réalisé sur deux stations. La méthode employée est la pose dans le milieu de sondes autonomes enregistreuses de température (Sondes HOBO PENDANT TEMP).

Les sondes ont été programmées sur un pas de temps horaire et installées sur une année pleine.



**Photo 1:** vue du dispositif permettant de maintenir la sonde thermique dans l'eau lors d'un déchargement intermédiaire des données sur la station BaD 07 ; la sonde est fixée sur un pavé, relié à la proie par un câble acier gainé fixé dans la roche à l'aide d'une cheville.

#### 1.4.4.2. Exploitation des résultats

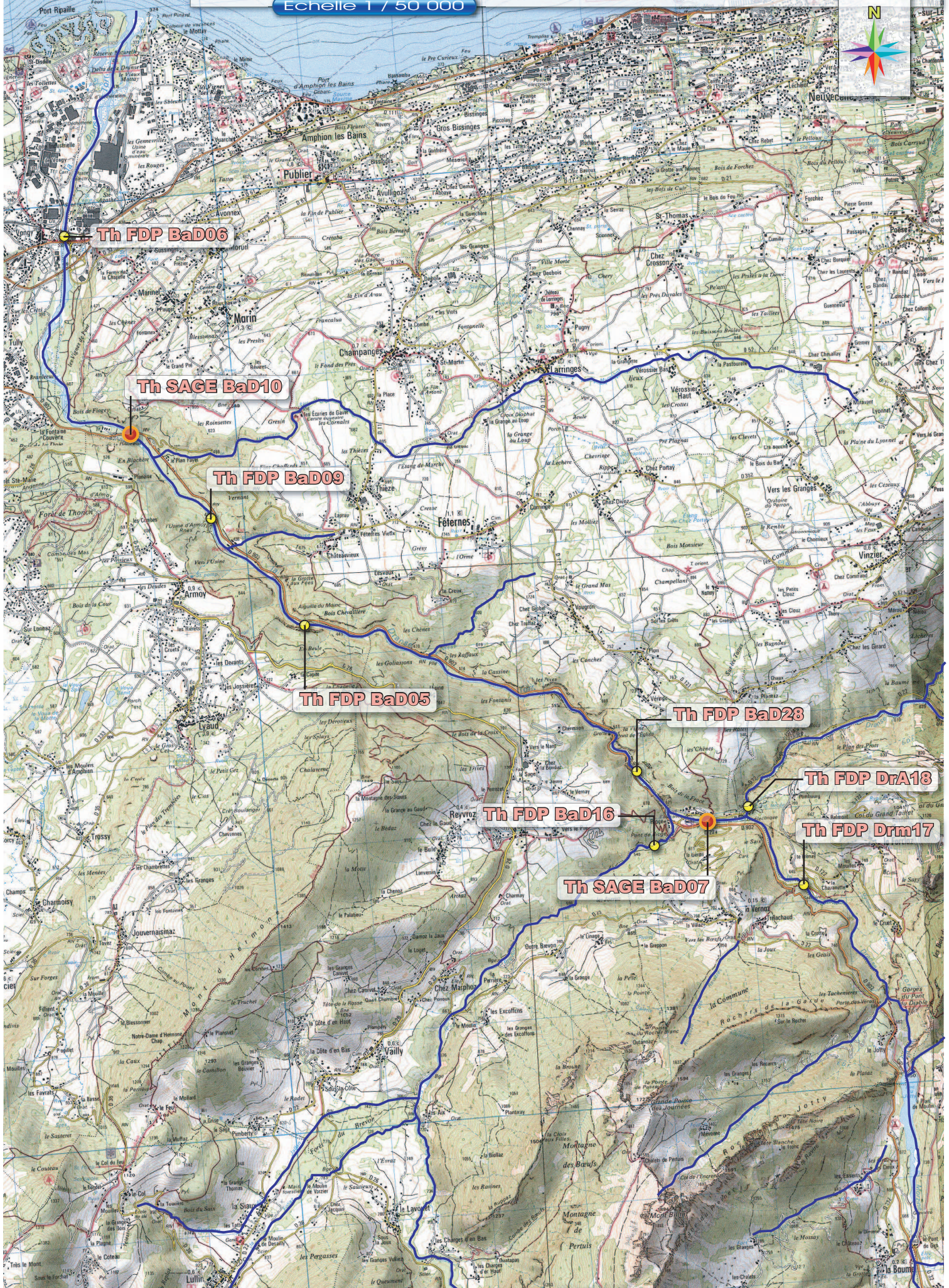
Les données obtenues ont fait l'objet d'une validation pour s'affranchir d'éventuelles anomalies (mise hors d'eau de sonde, problème d'enregistreur...).

# Evaluation des gains biologiques sur la Basse Dranse

## Carte de localisation des stations thermales

Echelle 1 / 50 000

EVIAN-LES-BAINS



L'exploitation des résultats s'est intégrée à la démarche méthodologique de diagnostic thermique initiée par la Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques dans le cadre du programme Interreg IIIA.

A ce titre, trente variables associées aux exigences thermiques de la truite fario ont été extraites par un outil informatique développé sous Excel. Parmi celles-ci, 9 apportent les informations les plus pertinentes dans le cadre de la basse Dranse. Le Tableau 1 reprend la liste des 9 variables interprétées dans l'étude.

Nom variable	Description
T Mini H	Valeur de la température instantanée minimale relevée pendant le cycle annuel
T Maxi H	Valeur de la température instantanée maximale relevée pendant le cycle annuel
T Moy An	Température moyenne annuelle
Amplitude An moyJ	Différence entre les températures moyennes journalières minimale et maximale calculées
T Moy 30 J	Valeur de la température moyenne calculée sur les 30 jours les plus chauds (Verneaux, 1973)
	Dates
NbJ T4-19	Nombre de jours où la température est comprise entre 4 et 19°C (préférendum thermique de la truite fario selon Elliott, 1975 et Crisp, 1996)
NbJ D3	Durée en jours de la période totale de développement embryo-larvaire sous graviers (de la fécondation à l'émergence) calculée à partir d'une date de ponte médiane fixée au 1er décembre en utilisant l'équation de Crisp (1992)
	Date émergence
NbH > 12 (D3)	Nombre d'heures totales calculées pendant la période de vie sous graviers (D3) où la température instantanée est supérieure à 12°C (température max pouvant être considérée comme létale au cours du développement embryo-larvaire)
NbH < 1 (D3)	Nombre d'heures totales calculées pendant la période de vie sous graviers (D3) où la température instantanée est inférieure à 1°C (température min pouvant être considérée comme létale au cours du développement embryo-larvaire)

**Tableau 1: Présentation et description des 9 variables thermiques utilisées dans l'étude (CAUDRON, 2006).**

Des enregistrements fournis par la Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques et récoltés selon la même méthodologie et durant la même période de mesure ont été intégrés. Ils concernent quatre stations sur le Basse Dranse et trois sur les affluents. (Cf. Carte de localisation des stations thermiques, p16)

### 1.4.5. Hydrologie

L'étude de l'hydrologie s'articule autour de deux démarches complémentaires :

- La réalisation de trois campagnes de mesures de débits, afin d'observer l'évolution longitudinale des débits depuis Bioge jusqu'au lac,
- L'étude des chroniques de débits mesurés à proximité de Bioge sur la période 2000-2008.

#### 1.4.5.1. Mesures de débit

Les mesures de débits ont été réalisées par jaugeage au micro moulinet sur trois stations (Cf. « Carte de localisation des stations d'étude » page 13) lors de chaque campagne. Cette méthode, dite « d'exploration du champ de vitesses », consiste à relever en différents points d'une section transversale du cours d'eau les vitesses de courant, puis d'intégrer ces valeurs élémentaires sur l'ensemble de la section afin d'en déterminer le débit total (Débit = Vitesse x Section).

Le moulinet utilisé était un moulinet de type OTT-C2 (hélice de diamètre 3 cm), permettant des mesures dans une fine lame d'eau.

Les conditions de réalisation de jaugeages de débit sur la Basse Dranse sont relativement difficiles en raison notamment de courants turbulents et de vitesses élevées. Dans ces conditions, la précision des mesures n'est pas optimale.

### 1.4.5.2. Étude des chroniques hydrologiques

#### 1.4.5.2.1. Données sources

Les chroniques de débits nous ont été fournies par EDF. La localisation de la station limnimétrique figure sur « Carte de localisation des stations d'étude » page 13. Les données nous ont été fournies sur un pas de temps de 10 minutes, sur la période 2000-2008, ce qui permet un suivi fin du fonctionnement en écluse de l'usine de Bioge.

La station est localisée en aval immédiat de la confluence de la Dranse et du Brevon. Elle prend donc en compte la majorité des apports sur le bassin versant. Elle est située environ 600 m à l'aval de la restitution de la centrale de Bioge et reflète donc précisément la morphologie des éclusées.

#### 1.4.5.2.2. Choix des années retenues pour l'étude

Les éclusées ont été étudiées sur trois années antérieures au changement de régime (2000 – 2002) et sur trois années dans la situation actuelle (2006-2008).

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Module interannuel (1906-2002)
Débit moyen annuel	21.17	30.40	34.18	21.89	20.91	18.94	21.75	22.79	16.66	20.10

**Tableau 2 : Débits moyen annuels pour la période de données disponible comparé au module interannuel calculé sur la période (1906-2002) ; en gris le changement de régime d'éclusées ; en bleu, les années étudiées.**

Le module interannuel est calculé sur la période du 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre (1906-2002). Ces données sont issues de la station V0334010 La Dranse à Revroz, de la DREAL Rhône-Alpes. Cette station est localisée au même endroit que la station actuel mais n'est plus gérée par la DREAL depuis 2002.

La Tableau 2 donne à titre indicatif le débit moyen annuel pour la période de données disponible. On note en 2001 et 2002 des débits moyens annuels supérieurs au module. Un déficit est observé en 2008.

Ces indicateurs sont toutefois à prendre avec précaution puisque le régime des éclusées dépend d'avantage des caractéristiques des périodes de basses eaux que de l'hydrologie générale. On peut noter par exemple que l'année 2003, en dépit d'un étiage estival prolongé et exceptionnel dans le département n'apparaît pas comme tel par cette approche du fait de pluviométries abondantes en début et fin d'année.

Les années 2004 et 2005 ont été exclues car le changement de régime d'éclusées est intervenu fin 2004, début 2005.

#### 1.4.5.2.3. Traitement des données

Les fichiers de données ont fait l'objet d'une extraction automatique des cycles d'éclusées sur la base d'une définition incluant des seuils de vitesses de montée et de descente et l'existence d'un débit plancher. Les éclusées ou séquences ressemblantes ont fait l'objet d'un filtre sur les

débites maximums et les durées. Les résultats ont ensuite été validés manuellement, en vérifiant notamment que le nombre d'éclusées détectées correspondait au nombre d'éclusées existantes. Les éclusées « atypiques » au vu des paramètres extraits et analysés ci-après ont été vérifiées une à une et conservées.

#### 1.4.5.2.4. Exploitation des résultats

Les résultats sont exploités par lots de 3 années, ce qui représente deux jeux de données d'environ 1000 éclusées. Les trois périodes du protocole d'accord des Dranses de 2005 ont été individualisées pour pouvoir comparer les différents indicateurs suivis.

Le nombre total d'éclusées ainsi que sa répartition dans les trois périodes de la convention est similaire pour les deux jeux de données étudiées. Les résultats sont globalisés sur une période de trois ans afin de s'affranchir autant que possible des variations de l'hydrologie.

#### 1.4.5.2.5. Paramètres étudiés

Un cycle d'éclusée tels qu'extrait dans le jeu de données est composé d'une augmentation rapide du débit, d'une phase de turbinée, d'une diminution rapide du débit et d'une phase de débit plancher. Le cycle d'éclusée est considéré fini lorsqu'une nouvelle phase d'augmentation rapide est détectée. (Cf. Figure 3)

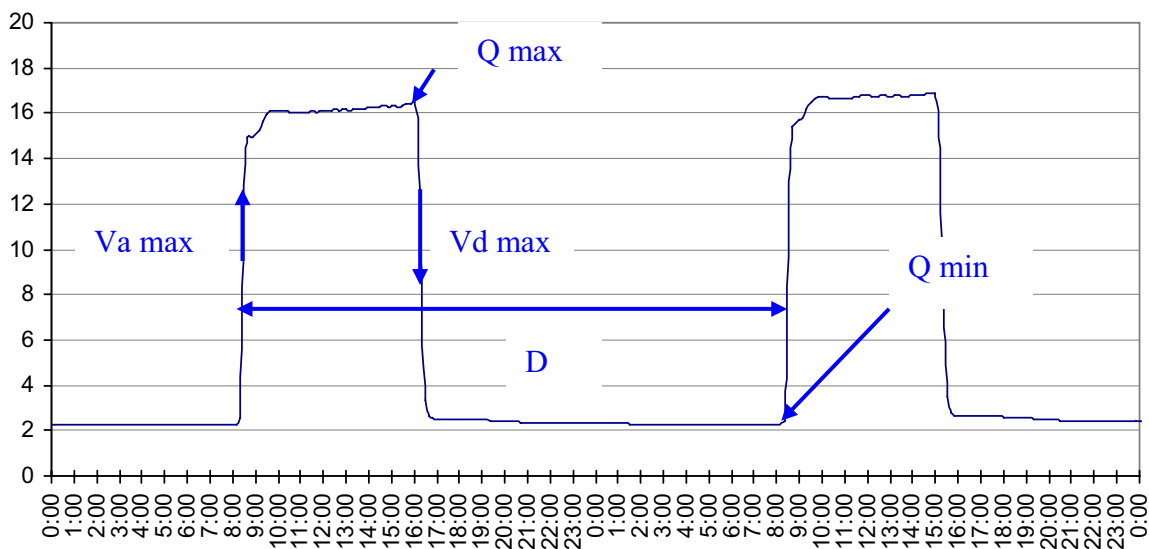


Figure 3: Illustration des paramètres extraits des cycles d'éclusées sur la Basse Dranse

Pour chaque cycle d'éclusée, les paramètres extraits sont les suivants :

- **D** : Durée d'un cycle d'éclusée, ce mode de calcul ne distingue pas l'éclusées de la période de débit plancher.
- **Q max** : Débit maximum de l'éclusée,
- **Q min** : Débit de base minimum,
- **Delta Q** : Amplitude de l'éclusée (Q max- Q min)
- **V a max** : Vitesse maximum d'augmentation du débit,
- **V d max** : Vitesse maximum de diminution du débit.

## 1.4.6. Micro-habitats par la méthode EVHA

### 1.4.6.1. Méthode

La méthode des micro-habitats permet d'évaluer le comportement hydrodynamique d'une portion de cours d'eau et de l'interpréter en terme de capacités d'accueil potentielles pour le poisson, en fonction du débit. La modélisation est effectuée par le logiciel EVHA (EVHA Version 2.02 – CEMAGREFF Lyon).

Le protocole est détaillé par GINOT *et al.* (1998). Le principe général consiste à coupler les paramètres physiques et les préférences des poissons pour prédire l'habitat disponible à différents débits.

Les paramètres retenus pour décrire l'habitat physique sont la hauteur d'eau, la vitesse du courant et le substrat (respectivement H, V et S). Chaque station d'étude est subdivisée en portions homogènes, chacune de ces portions étant représentée par un profil en travers ou transect. Sur chaque transect, des relevés de hauteurs, vitesses et substrats sont effectués, constituant ainsi des cellules homogènes pour ces trois variables (H, V, S). Une topographie des transects et de la station est également réalisée. Les valeurs de vitesses et hauteurs pour différents débits sont ensuite reconstituées au moyen d'un modèle hydraulique renseigné à partir de la description hydraulique et topographique de la station étudiée,

Le modèle biologique traduit les relations entre l'affinité des différents stades de développement des espèces de poisson et les valeurs des variables prises en compte dans la description physique. Les relations habitats-poissons sont exprimées en courbes de préférence. Pour chaque stade, on utilise donc trois courbes de préférence correspondant respectivement à la hauteur d'eau, à la vitesse moyenne dans la colonne d'eau et au substrat.

### 1.4.6.2. Choix des courbes de préférences

Le choix des courbes utilisées dans la présente étude ainsi que leur gamme d'utilisation a fait l'objet de concertations au sein du groupe de pilotage et d'une validation lors de la réunion du 23 février 2008. (Cf. Annexe 4)

Les conclusions sont synthétisées dans la Figure 4 :

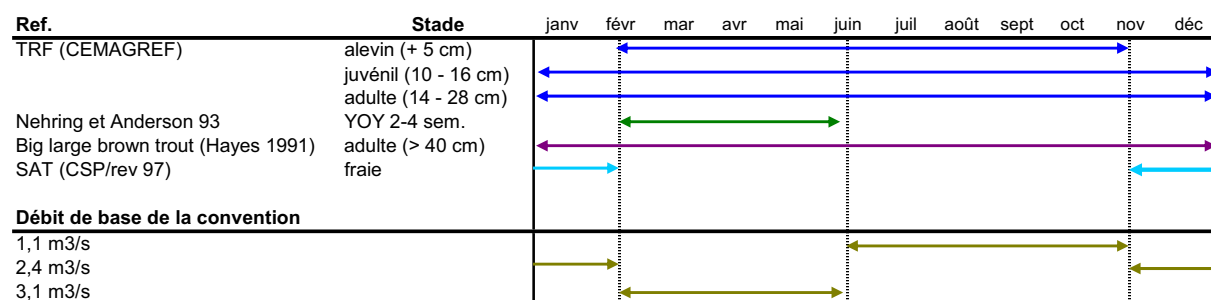


Figure 4: Courbes d'habitats sélectionnées et périodes prises en compte pour l'analyse

Les courbes de préférendum utilisées sont fournies dans l'annexe 7.

- **TRF truite fario (CEMAGREF) :** (SOUCHON *et al.*, 1989).

Le constat préliminaire concernant les courbes pour la truite fario est la différence importante existant entre la croissance des truites de la Dranse et celle prise en compte dans le modèle traditionnellement utilisé.

	<b>Alevins</b>	<b>juvéniles</b>	<b>géniteurs</b>
TRF Cemagref	5<0+<10 cm	10<1+<16 cm	14<gen<28 cm
TRF sédentaires Dranse <sup>2</sup>	0+ < 17 cm	15<1+<33 cm	18 cm <gen mâle 24 cm <gen femelle

**Tableau 3 : comparaison synthétique des tailles prises en compte pour les différents stades du préférendum TRE CEMAGREF et des tailles observées sur la Basse Dranse.**

Etant donné l'absence de données de préférendum particulières à cette population, ces courbes TRF Cemagref semblent être les plus valables pour les truites sédentaires et lacustres si l'on considère d'une part les lacunes de ce modèle pour la prise en compte des individus de taille supérieure à 28 cm (particulièrement dans le cas des lacustres) et d'autre part la nécessité de prendre en compte les différences de tailles pour les juvéniles (sédentaires et lacustres).

La prise en compte du taux de croissance au stade alevin amène à ne pas utiliser les courbes de ce stade lors du traitement des micro-habitats sur la période hivernale. En effet, comme nous avons pu le constater lors des pêches, les alevins de l'année dépassent pour la plupart la limite des 10 cm transitoires entre le stade alevin et juvénile dans le modèle TRF (Cemagref). Les courbes du stade juvénile seront donc utilisées sur la période hivernale en relais de celles du stade alevins.

- **YOY truite fario (Young of the year) 2-4 semaines** (NEHRING et ANDERSON 1993):

Le modèle précédent occulte le stade alevins après émergence (<5cm) qui est un stade « critique » de développement et potentiellement limitant pour la population de truites. En outre les différences notables entre les courbes YOY et alevins TRF, notamment pour les préférendum de vitesse et de hauteur d'eau sont révélateurs d'exigences différentes et arguent en faveur de l'utilisation de ce modèle numérique dans notre analyse.

Sur la base des données thermiques, la date médiane d'émergence s'étend sur les deux premières semaines de mai. (2.1.2.2.5 Développement embryo-larvaire). La période principale concernée par ce stade est celle s'étendant entre mi-février et mi-juin. Cette période n'est pas stricte puisqu'une partie des alevins ont probablement moins de 4 semaines à mi-juin.

- **SAT saumon atlantique** (CSP/ rev 1997):

L'utilisation des courbes de préférendum du saumon avait initialement été proposée afin de mieux prendre en compte la présence des truites lacustres au moins en ce qui concerne le stade adulte et frai.

Etant donné que le modèle SAT ne considère pas le stade adulte et qu'il semble que le comportement des alevins de saumon est significativement différent du comportement des alevins de truites sédentaires (GAUDIN et HELAND, 1995), seule l'utilisation des courbes relatives au stade frai semble envisageable.

Comme nous l'avons vu précédemment, les caractéristiques des zones de frai des truites lacustres sont très différentes de celles décrites dans le modèle TRF cemagref. La comparaison des courbes des stades frai du saumon (SAT) et truite (TRF) montre :

<sup>2</sup> Sur la base de l'étude scalimétrique non publiée réalisée sur la Basse Dranse par la Fédération de Haute Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatiques et l'INRA.

- une gamme de profondeur à la fois plus étendue et globalement plus profonde pour SAT
- des vitesses peu significativement différentes de celles du modèle TRF
- un substrat plus grossier pour le modèle SAT (sables/gravier TRF Cemagref, gravier/galet SAT)

Les caractéristiques des zones de frai des truites lacustres, validées par les observations de terrains, sont plus proches des courbes de frai SAT que TRF.

Les courbes des habitats de frai seront utilisées sur la période hivernale correspondant au débit de base 2,4 m<sup>3</sup>/s en vigueur de mi-novembre à mi-février. La validité de cette période est confirmée par les observations réalisées dans le cadre de cette étude (2.4.3.1.2 Période de reproduction).

- **BIG large trout (> 400mm) poste d'alimentation (nourriture dérivante) (HAYES 1991):**

L'utilisation du modèle Big trout semble intéressante car, malgré son caractère restrictif aux postes d'alimentation, elle permet de considérer les plus gros individus (géniteurs sédentaires et de lacustres issus des remontées précoces) ignorés par les autres modèles proposés.

#### **1.4.7. Cartographie des frayères effectives**

Les frayères effectives ont été cartographiées durant la période allant de mi-novembre à mi-février lors des hivers 2007/2008 et 2008/2009. Pour ce faire, l'intégralité du secteur d'étude a fait l'objet de plusieurs reconnaissances pédestres dans la période concernée. Les frayères observées ont été recensées, décrites et localisées au GPS.

Pour s'assurer de l'efficacité du recensement, les reconnaissances ont été réalisées en totalité au débit minimum d'exploitation de la centrale de Bioge pour la période hivernale, à savoir 2.4 m<sup>3</sup>/s dans la Basse Dranse en aval de sa confluence avec le Brevon.

## 2. RESULTATS

### 2.1.EVALUATION DE LA QUALITE GLOBALE DU MILIEU

#### 2.1.1. La qualité physico-chimique

##### 2.1.1.1. Résultats obtenus en 2007-2008

Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 3.

Les campagnes ont été réalisées à différentes saisons de l'année et dans différentes configurations d'exploitations hydroélectriques. Le débit fourni à chaque campagne est extrait des enregistrements automatiques de la station limnimétrique (Cf. 1.4.5.2)

La **qualité est bonne** sur tout le linéaire lors de 5 des 6 campagnes. Seule la campagne de février 2009, présente une qualité moyenne pour l'**ammonium**, sur presque toutes les stations. Bien que la qualité reste bonne pour ces paramètres, les **nitrate**s et les **nitrite**s présentent également, lors de cette campagne, des concentrations sensiblement plus importantes.

Cette campagne est intervenue durant la saison touristique hivernale et le déclassement observé pour l'ammonium est probablement à corréliser à la surcharge des stations d'épurations liée à l'affluence de fréquentation dans les stations de sports d'hiver. La mesure obtenue a été réalisée lors d'une éclusée d'environ 13 m<sup>3</sup>/s et l'on peut s'interroger sur la source de la pollution : débit réservé ou eau turbinée à l'usine de Bioge. L'hypothèse la plus probable n'est pas le débit réservé puisque aucun rejet important n'est présent sur le tronçon amont de l'usine de Bioge.

Il est à noter que les valeurs observées sur les quatre stations amont (0.9 à 1.1 mg/l) approchent voire dépassent le seuil critique de 1 mg/l pouvant conduire à des mortalités en cas d'exposition prolongée. (ALABASTER et LYOD, 1980) Toutefois ce résultat est ponctuel.

Des valeurs **pH** entre 8 et 8,5 sont observées sur toutes les campagnes. Ces valeurs sont communes pour ce contexte géologique et ne constituent pas des valeurs élevées.

Des valeurs élevées de **conductivité** sont également observées au niveau de la station 5 le 30/01/2008 et le 17/02/2009 ; respectivement 959 et 795 µS/cm. Ce résultat n'est pas corrélé à une augmentation d'un autre paramètre physico-chimique et la localisation de la station 5 rend peu crédible l'hypothèse d'une source routière de sel. Cette observation n'est pas expliquée.

##### 2.1.1.2. Comparaison aux résultats de 2000

Concernant la qualité physico-chimique, si l'on excepte une qualité moyenne concernant l'ammonium en février 2009, peu de changements significatifs sont observés dans la présente étude. La qualité pour les paramètres analysés est bonne.

Date	16/10/2007						30/01/2008						28/04/2008									
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Station	16:59	17:10	17:17	17:25	17:35	14:45	13:20	14:30	14:45	15:30	15:50	16:00	14:30	14:40	15:00	15:05	14:30	14:40	15:00	15:05	15:15	15:30
Heure	1.4						2.4						3.0									
Débit	8						6						14									
T air	9.7	9.9	10.1	10	10.1	10.3	4.8	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	8.6	8.5	8.5	8.5	8.6	8.5	8.5	8.5	8.5	8.6
T eau	11.0	11.0	11.2	11.4	10.3	10.4	12.6	12.8	12.3	12.3	11.1	12.1	12.1	12.5	12.8	12.6	12.1	12.5	12.8	12.6	12.5	12.5
O <sub>2</sub> dissous	102	102	104	105	97	99	103	106	102	101	93	100	112	114	116	114	112	114	116	114	113	114
Saturation O <sub>2</sub>	8.27	8.16	8.21	8.19	7.96	8.09	8.35	8.3	8.31	8.33	7.96	8.24	8.38	8.28	8.35	8.33	8.38	8.28	8.35	8.33	8.3	8.29
pH	336	530	537	553	696	688	417	580	556	551	959	643	343	339	333	336	343	339	333	336	362	356
Conductivité	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.030	0.023	0.023	0.039	0.036	0.049	0.026	0.030	0.030	0.033	0.026	0.030	0.030	0.033	0.030	0.030
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	2.081	1.993	2.081	2.214	2.879	3.233	3.100	2.834	2.923	3.056	3.587	4.783	1.949	1.860	1.860	1.860	1.949	1.860	1.860	1.860	1.904	2.037
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.006	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.049	0.057	0.041	0.110	0.113	0.137	0.026	0.034	0.034	0.037	0.026	0.034	0.034	0.037	0.024	0.024
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.009	0.009	0.009	0.009	0.016	0.009	0.022	0.031	0.028	0.028	0.025	0.038	0.050	0.075	0.075	0.081	0.050	0.075	0.075	0.081	0.053	0.053
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>																						
Date	19/08/2008						07/10/2008						17/02/2009									
Station	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Heure	13:30	14:30	14:35	14:45	15:00	15:15	10:20	10:40	12:20	10:35	14:00	14:30	10:10	10:30	10:45	11:00	10:30	10:45	11:00	11:00	09:45	11:15
Débit	20						1.75						13									
T air	20						11						2									
T eau	12.7	13.3	13.2	13.1	13	13.4	9.5	9.6	9.9	10.3	11.1	11.9	1.9	2.4	2.6	2.6	1.9	2.4	2.6	2.6	3.1	2.5
O <sub>2</sub> dissous	9.7	10.1	10.3	10.2	10.2	10.2	10.7	11.2	11.2	11.3	10.4	11.9	13.8	13.8	14.0	13.6	13.8	13.8	14.0	13.6	13.0	13.8
Saturation O <sub>2</sub>	98	103	105	103	103	103	100	104	105	107	100	117	98	100	102	99	98	100	102	99	96	100
pH	8.32	8.47	8.45	8.49	8.44	8.31	8.22	8.17	8.15	8.31	8.01	8.27	8.3	8.27	8.3	8.3	8.3	8.27	8.3	8.3	8.15	8.3
Conductivité	382	391	393	398	430	428	304	441	445	379	534	499	474	508	515	517	474	508	515	517	795	613
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.062	0.069	0.069	0.066	0.066	0.062	0.010	0.010	0.013	0.016	0.013	0.013	0.059	0.056	0.059	0.062	0.059	0.056	0.059	0.062	0.046	0.056
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3.321	3.321	3.321	3.233	3.321	3.321	2.391	2.436	2.524	2.214	1.373	2.701	4.694	4.694	4.739	4.739	4.694	4.694	4.739	4.739	4.561	4.783
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.094	0.126	0.114	0.097	0.086	0.000	0.004	0.010	0.009	0.013	0.010	0.014	1.141	1.097	0.946	0.946	1.141	1.097	0.946	0.946	0.419	0.519
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.034	0.047	0.044	0.047	0.053	0.047	0.038	0.031	0.028	0.038	0.025	0.028	0.066	0.072	0.063	0.063	0.066	0.072	0.063	0.063	0.031	0.047

Tableau 4: Résultats des analyses physico-chimiques réalisées durant la période 2007-2009 dans la Basse Dranse ; Les classes de qualité du SEQ-Eau V2 ont été appliquées

## 2.1.2. Le régime thermique

### 2.1.2.1. Conditions de réalisation

Il était prévu de suivre l'évolution de la température sur une année pleine (2007/2008) mais une des deux sondes a été perdue avant la fin de la période. En conséquence, une des deux chroniques n'est pas complète mais des données partielles avaient été récupérées lors de la campagne précédente de déchargement préventif des sondes.

La période de mesure disponible sur chacune des deux stations figure dans le tableau ci-dessous :

Station	Date début	Date fin	Durée d'enregistrement (jours)
BaD07	02/10/2007	07/10/2008	371
BaD10	02/10/2007	19/08/2008	322

Tableau 5: Période d'enregistrement des données thermiques sur les stations d'étude

### 2.1.2.2. Résultats

#### 2.1.2.2.1. Préambule

« La température est un facteur déterminant dans la qualité des milieux vis-à-vis du poisson et en particulier de la truite commune qui est une espèce très exigeante pour ce paramètre. Dans le cas de la truite qui affectionne préférentiellement les eaux froides, les dangers sont liés essentiellement à une élévation de température durant la période estivale. Cependant les valeurs froides extrêmes en période hivernale peuvent compromettre la réussite de la reproduction naturelle (maturation, déroulement du frai, développement des œufs) Ainsi la température agit directement sur le métabolisme des poissons et influence positivement ou négativement la croissance et le développement. Elle a également des effets indirects sur les autres paramètres physico-chimiques (oxygénation, pollution), sur les biocénoses dont les invertébrés benthiques (faune nourricière) et sur les agents pathogènes (infections, prolifération). » (CAUDRON *et al.*, 2006)

Les suivis thermiques mis en oeuvre ont pour objectif de nous permettre d'évaluer l'effet de ce paramètre abiotique sur la population de truite de la basse Dranse.

#### 2.1.2.2.2. Conditions thermiques générales

Sur les deux stations suivies, les températures moyennes journalières varient entre 2 et 16 °C. (Figure 5). Ces températures sont globalement dans la plage de confort pour la truite fario.

D'une manière générale, la période la plus froide est observée de mi-décembre à fin mars. La période la plus chaude s'étend entre juin et août.

Les résultats observés sur la station amont (BaD07) apparaissent plus tamponnés que ceux observés sur la station aval (BaD10) :

- plus frais en été : jusqu'à 2°C,
- moins froid en hiver : jusqu'à 1°C.

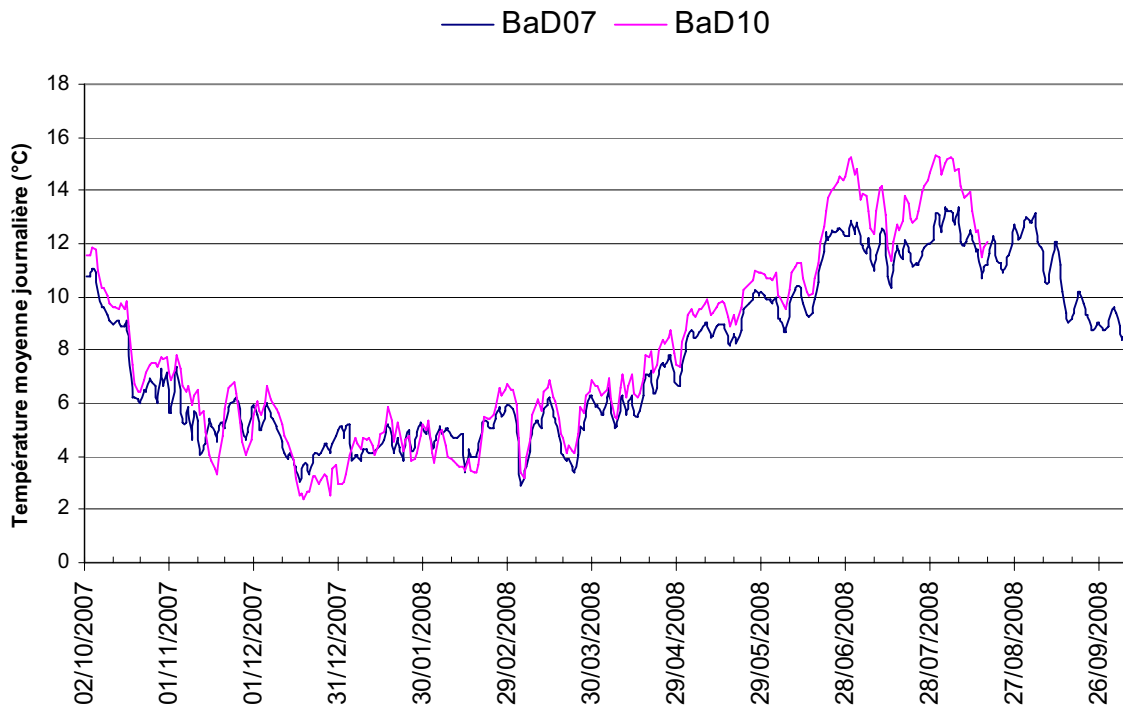


Figure 5: courbes des températures moyennes journalières calculées sur la période du 13/07/2006 au 12/07/2007 pour les stations BaD07 (amont) et BaD10 (aval).

2.1.2.2.3. Températures extrêmes

La Figure 6 présente les températures extrêmes relevées sur les enregistrements pour les six stations de la Basse Dranse et ses trois affluents principaux.

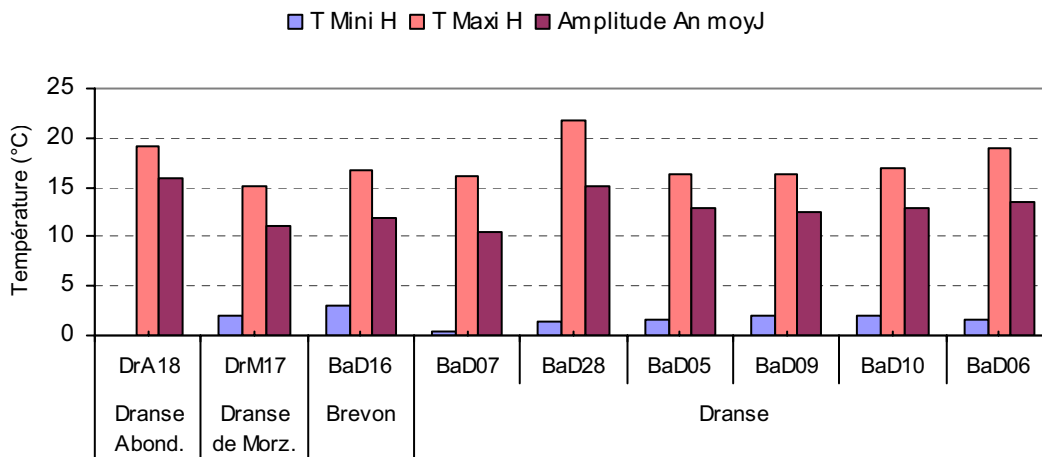
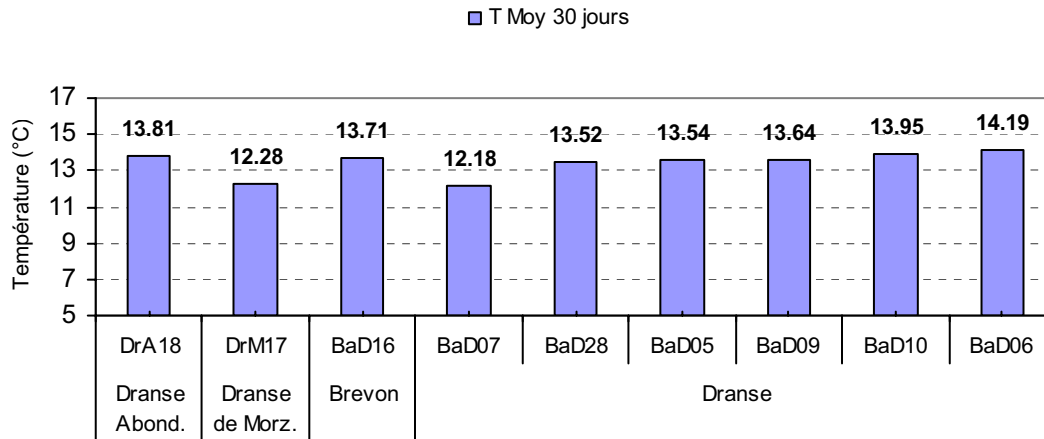


Figure 6: Températures maximales (T Mini H), minimales (T Maxi H) et amplitude annuelle calculées sur les moyennes journalières (Amplitude An moyJ) obtenues sur les 9 stations retenues.

Les températures maximums observées montrent qu'il n'y a pas atteint même ponctuel de la limite supérieur de confort pour la truite fario (19°C) sur cinq des six stations.

Les affluents sont tous trois des débits réservés. Le plus tempéré semble être la Dranse de Morzine tandis que la Dranse d'abondance montre les résultats les plus contrastés. Les

résultats obtenus sur la station la plus amont de la Basse Dranse (BaD07) apparaissent intermédiaires entre ceux des deux affluents précédemment cités qui l'alimentent. L'effet de l'injection d'eau par l'usine de Bioge en amont de cette station ne se fait pas sentir sur ces paramètres.



**Figure 7: Température moyenne des trente jours les plus chauds obtenue sur les 9 stations retenues.**

Les températures pour les trente jours les plus chauds sur la Basse Dranse varient de 12.18 à 14.19 °C. (Figure 7) Un gradient amont aval semble respecté. Celui-ci est lié à l'échauffement de la masse d'eau par l'insolation et les échanges thermiques avec l'atmosphère.

Il est à noter que la température concernant les trente jours les plus chauds est légèrement inférieure (12.18) sur la station amont de la Basse Dranse que pour les deux affluents qui l'alimentent (12.28 et 13.81). L'écart est cependant faible et les températures dans un débit réservé peuvent montrer des fluctuations longitudinales importantes du fait de la faible inertie de la masse d'eau.

#### 2.1.2.2.4. Période de croissance et préférendum thermique

Les données thermiques disponibles permettent de calculer le temps, en nombre de jours par an, où la température était comprise dans le préférendum thermique de la truite. Ce préférendum est évalué entre 4 et 19°C selon Elliot, (1975) et Crisp, (1996).

La Figure 8 présente le nombre de jours obtenu sur les stations retenues.

Ce nombre de jours est supérieur à 300 sur toutes les stations de la Basse Dranse. Cela révèle de conditions thermiques favorables à la truite fario pour ce paramètre.

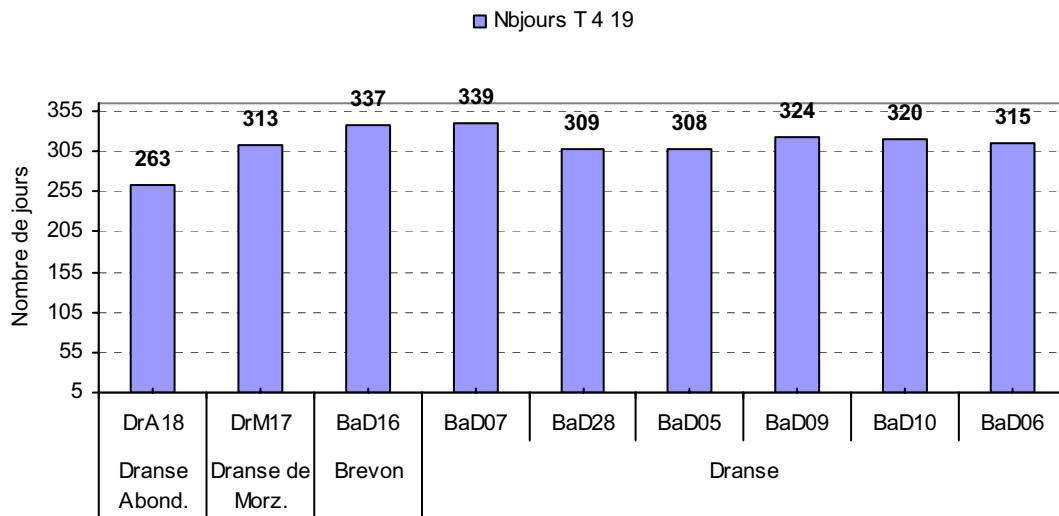


Figure 8: Nombre de jours dont la température moyenne correspond au préférendum thermique de la truite fario obtenu sur les 9 stations retenues.

2.1.2.2.5. Développement embryo-larvaire

Une estimation de la durée totale (50% d’alevins émergents) de vie sous gravier des œufs et des 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 disponibles dans la bibliographie (CHAMPIGNEULLE et al., 1988 sur le Redon ; CHAMPIGNEULLE et al., 2003 sur le ruisseau de Chevenne ; CAUDRON, données non publiées sur le Fier) et les observations réalisées lors du suivi de Frayères sur la Dranse (2.4.3.1.2. Période de reproduction). Une fois la durée calculée, une date d’émergence peut être proposée et les conditions thermiques pendant cette phase peuvent être plus précisément étudiées.

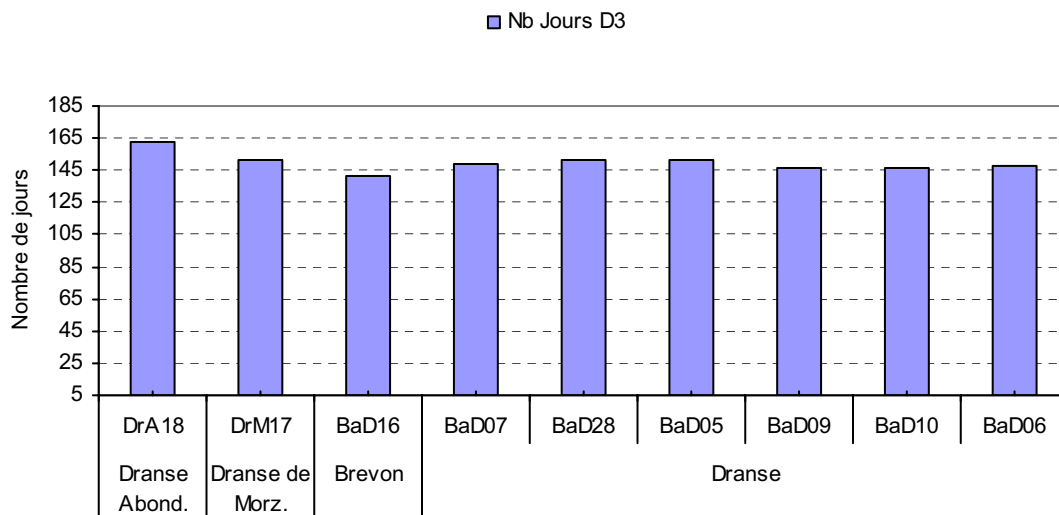


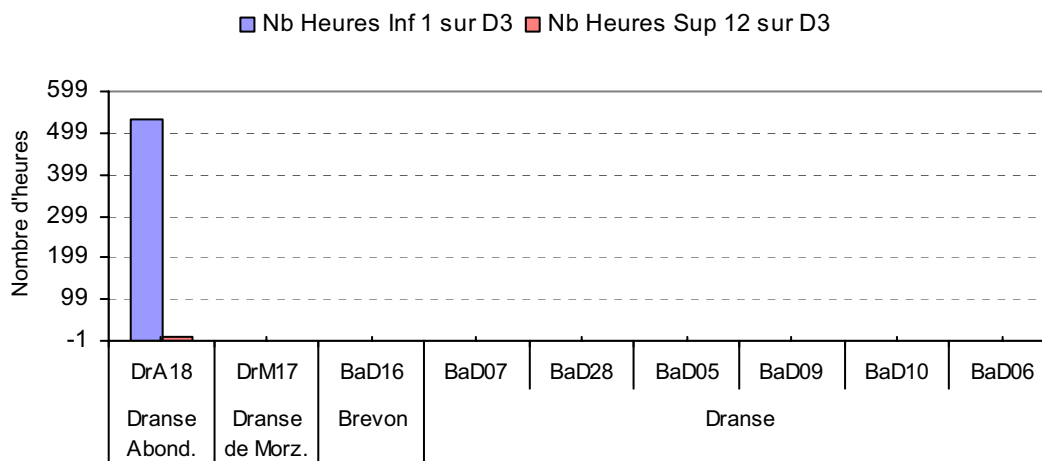
Figure 9: Durées totales en jours de vie sous gravier (50% d’alevins émergents) obtenue sur les 9 stations retenues

Les durées varient entre 145 et 155 jours sur la Basse Dranse. Les dates d'émergence évaluées sont présentées dans le Tableau 6.

<b>Dranse Abond.</b>	DrA18	25/05/2008
<b>Dranse de Morz.</b>	DrM17	13/05/2008
<b>Brevon</b>	BaD16	04/05/2008
<b>Dranse</b>	BaD07	11/05/2008
	BaD28	14/05/2008
	BaD05	13/05/2008
	BaD09	09/05/2008
	BaD10	08/05/2008
	BaD06	10/05/2008

**Tableau 6: Dates correspondant à 50 % d'alevins émergents évaluées à partir d'une date médiane de ponte au 15 décembre 2007 sur les 9 stations retenues.**

La date médiane d'émergence se situe dans la première quinzaine de mai pour les stations de la Basse Dranse. Les températures observées durant la période de vie sous gravier peuvent être comparées aux limites de la plage de développement optimal pour les œufs et embryons (JUNGWIRTH et WINKLER, 1994 ; CRISP, 1996).



**Figure 10: Durées en heures durant lesquels la température est inférieure à 1 et supérieure à 12 lors de la période de vie sous gravier, obtenues sur les 9 stations retenues.**

Aucune période critique n'est observée durant la phase de développement embryon-larvaire sur la Basse Dranse.

#### 2.1.2.2.6. *Conclusions*

Les caractéristiques thermiques étudiées indiquent une situation favorable au développement de la truite fario sur la Basse Dranse. Les résultats synthétiques sont :

- Un régime thermique évoluant entre 2 et 16° pour les deux sondes spécifiquement posées pour cette étude,
- L'absence de températures critiques pour le développement de la truite,
- Un nombre de jours dont la température est dans le préférendum thermique de la truite fario supérieur à 300 jours par an sur toutes les stations,
- Une date médiane d'émergence (50% des alevins émergents) dans la première quinzaine de mai et l'absence de températures critiques durant la période de vie sous gravier.

## 2.1.3. L'hydrologie

### 2.1.3.1. Jaugeages de débits

Trois campagnes de jaugeages étaient prévues afin d'évaluer l'importance des apports intermédiaires dans les trois configurations de la convention de 2005. Les jaugeages de débit se sont révélés impossibles à réaliser pour un débit supérieur à 3 m<sup>3</sup>/s aussi la troisième campagne a été réalisée au débit minimum.

La localisation des stations de mesure figure sur la Carte de localisation des stations d'étude (page 13).

Campagne	Débit de la convention	Station	heure	Débit (m <sup>3</sup> /s)	apports (m <sup>3</sup> /s)
19/10/2007	1.1	Q1	13:00	1.42	-
		Q2	14:00	1.74	0.32
		Q3	14:30	2.01	0.59
30/01/2008	2.4	Q1	13:45	3.11	-
		Q2	15:00	2.82	-0.29
		Q3	16:25	3.2	0.09
07/10/2008	1.1	Q1	10:40	1.75	-
		Q2	12:30	1.97	0.22
		Q3	15:00	3	1.25

**Tableau 7: résultats des campagnes de jaugeages réalisées sur la Basse Dranse**

Les résultats sont variables d'une campagne à l'autre.

Deux campagnes ont été réalisées au débit minimum de la convention. Les apports mesurés sont faibles et représentent une augmentation vers l'aval de 0.6 à 1.2 m<sup>3</sup>/s.

Lors de la campagne de mesure en période « printanière » de la convention, aucun apport n'est mesuré, à l'imprécision de la mesure près. Il est à noter toutefois que les conditions d'interventions se sont révélées délicates à un tel débit. Le résultat obtenu au niveau de la station Q1 est confirmé par les données du limnimètres.

En conclusion, les apports intermédiaires sont faibles en période sèche sur le bassin versant de la Basse Dranse. Les apports mesurés varient de 0 à 1.25 m<sup>3</sup>/s.

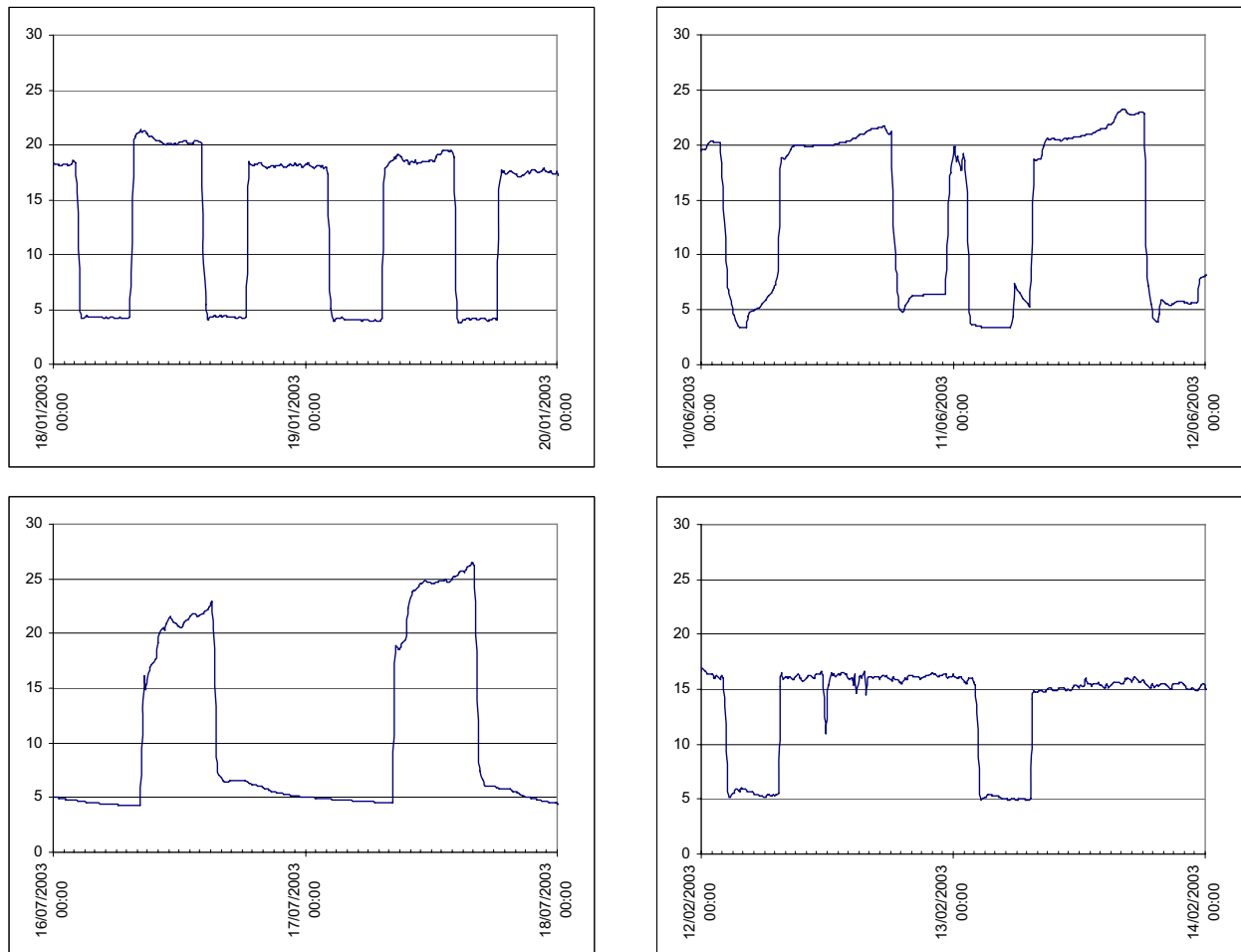
La méthodologie mise en œuvre ne nous permet pas d'évaluer de manière fiable les apports intermédiaires. Le nombre de points de mesure ainsi que le nombre de campagnes se révèle insuffisant.

### 2.1.3.2. Régime hydrologique actuel

#### 2.1.3.2.1. Morphologie générale des éclusées

La morphologie des éclusées peut être observées sur les hydrogrammes. (Cf. annexe 6)

Le déroulement d'un cycle dépend de nombreux facteurs dont l'hydrologie naturelle, les besoins énergétiques, les contraintes techniques d'exploitations et les éventuels accords liés aux usages. Si une éclusée type ne peut être reconstituée, différents types de cycles se rencontrent fréquemment.



**Figure 11: Illustration de différents types de cycles d'éclusées observés sur le Danse à Bioge ; en haut : deux cycles par jours ; en bas : un cycle par jour.**

La morphologie de l'éclusée est également influencée par les apports des bassins versants intermédiaires des débits réservés de la Dranse de Morzine, de la Dranse d'Abondance et du Brevon. D'autres singularités sont observées en début et fin de période d'éclusée, notamment quand des éclusées n'interviennent que par intermittence.

Face à cette variabilité, la fréquence des valeurs des indicateurs définis en 1.4.5.2.4 permet de reconstituer sinon des cycles types, les caractéristiques les plus fréquentes des éclusées ainsi que leur gamme de variation.

### 2.1.3.2.2. Nombre et fréquence des éclusées

Le tableau ci-après présente le nombre moyen d'éclusées par an sur chacune des périodes considérées ainsi que la moyenne journalière.

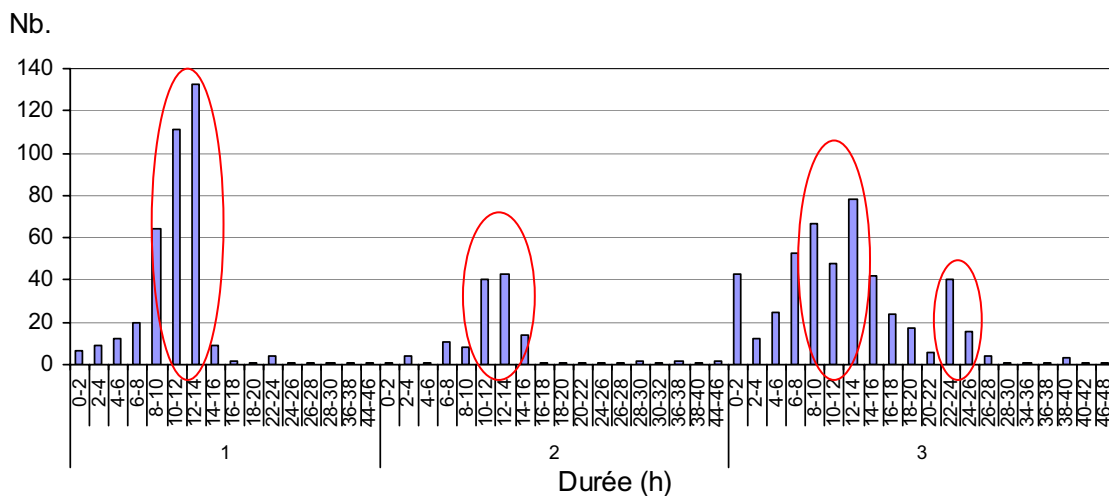
		période	nb. d'éclusées	moy./ans	moy./jours
2006/2008	1	1 <sup>er</sup> janvier au 15 février et du 15 novembre au 31 décembre,	377	126	1.4
	2	16 février au 15 juin.	135	45	0.4
	3	16 juin au 14 novembre,	483	161	1.1
<b>Total</b>			<b>995</b>	<b>332</b>	<b>0.9</b>

**Tableau 8: nombre d'éclusées détectées sur la période 2006-2008**

Le nombre moyen annuel d'éclusées entre 2006 et 2008 est de 332 qui se répartissent de façon hétérogènes sur les trois périodes étudiées. Les deux périodes qui comprennent le plus d'éclusées sont l'hiver (période 1) et l'été (période 3) dont la fréquence journalière des éclusées est supérieure à 1.

Les périodes hivernales et estivales recourent les deux étiages annuels d'un cours d'eau à régime pluvio-nival, ce qui explique la plus forte fréquence des éclusées. La période printanière correspond en revanche à une hydrologie relativement forte du fait de la fonte des neiges d'où un régime d'exploitation hydroélectrique en éclusées moins fréquent.

Le Figure 12 présente la répartition des durées des éclusées par période entre 2006 et 2008.



**Figure 12: Histogramme de répartition des durées des éclusées détectées entre 2006 et 2008**

On observe sur les périodes 1 et 2 des répartitions unimodales de la durée des éclusées ayant pour valeur médiane 12 h. Durant la troisième période, en été, la répartition est bimodale montrant un premier pic important autour de 12 h et un second de moindre ampleur à 24 h.

Ces résultats confirment l'existence en période de fonctionnement en éclusées de deux cycles par jours quand le débit le permet. Lors de la période d'étiage, notamment en été le cycle peut se dérouler sur 24 h. La prédominance de cycles d'une durée comprise entre 10 et 14 h indique que le régime d'éclusées le plus courant est constitué de deux cycles sub-égaux par jour.

### 2.1.3.2.3. Amplitudes des éclusées

La centrale hydroélectrique de Bioge est équipée de quatre groupes de production permettant de turbiner au maximum 23 m<sup>3</sup>/s. Ils se décomposent en trois groupes permettant de turbiner 4 m<sup>3</sup>/s chacun et d'un groupe permettant de turbiner 11 m<sup>3</sup>/s. Ce débit s'ajoute au débit existant au droit de l'usine et dans le tronçon court circuité du Brevon.

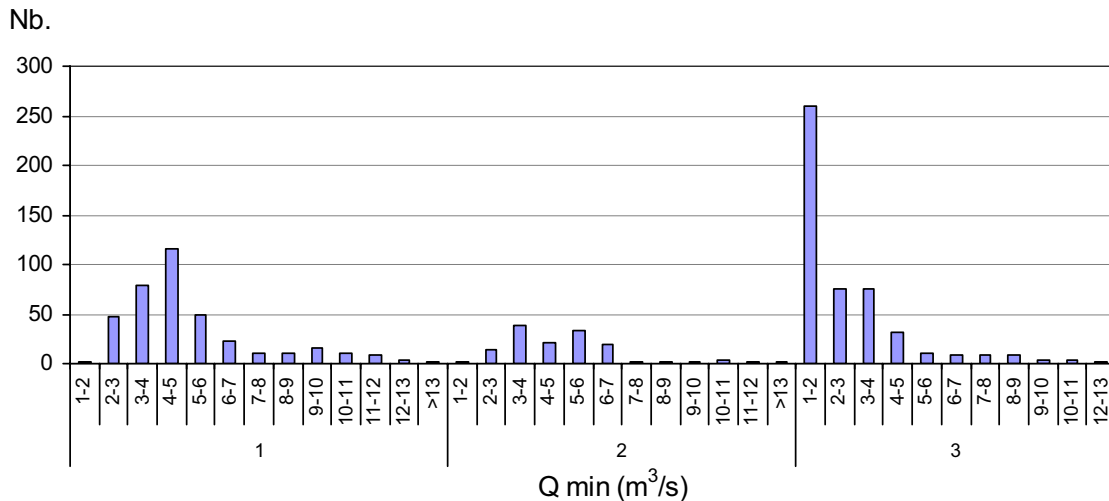


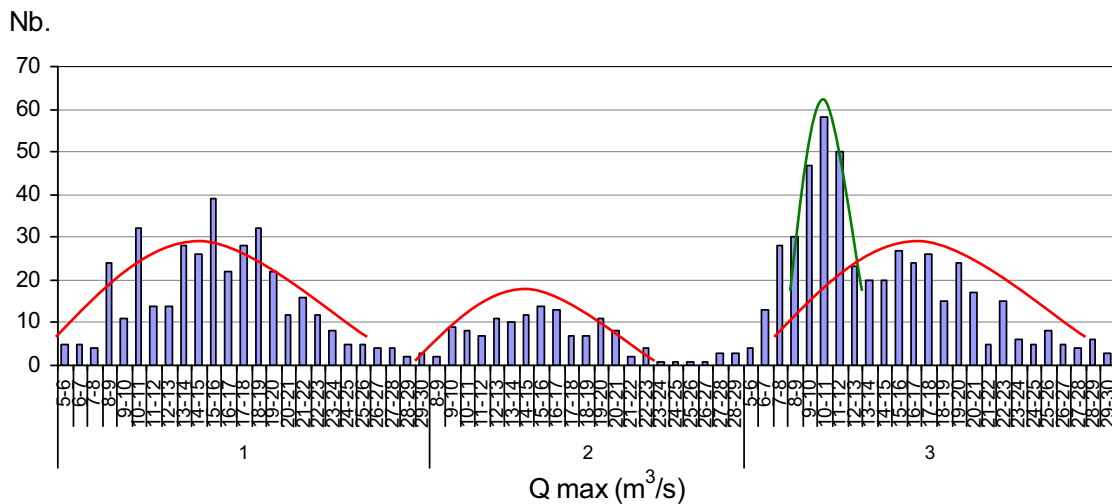
Figure 13: Histogramme de répartition des débits minimum des éclusées détectées entre 2006 et 2008

Les débits minimum définis dans le protocole d'accord Dranse sont pour les périodes 1, 2 et 3 respectivement 2.4, 3.1 et 1.1 m<sup>3</sup>/s.

Lors de la période estivale (3) on observe une nette dominance d'éclusées ayant un débit de base entre 1 et 2 m<sup>3</sup>/s. Cette classe de débit correspond à l'absence complète d'apport d'eau par éclusées.

Lors des périodes 1 et 2, l'augmentation des débits planchers des éclusées définie dans la convention impose l'injection d'un débit complémentaire à l'Usine de Bioge. Ce débit nécessite le fonctionnement au moins partiel d'une des turbines de 4 m<sup>3</sup>/s. Pour ces deux périodes, les valeurs médianes observées sont entre 3 et 5 m<sup>3</sup>/s ce qui correspond à l'injection d'environ 3 ou 4 m<sup>3</sup>/s. Il apparaît que la nécessité de laisser fonctionner une turbine conduit le gestionnaire à injecter globalement plus de débit que définit dans la convention du fait de contraintes techniques de fonctionnement des groupes de production.

L'observation de débits inférieurs à la convention peut être notée. La vérification des hydrogrammes confirme que ces données sont liées à l'existence isolée d'éclusées dont le débit plancher est plus bas que ceux définis sur la période. Toutefois la précision de l'évaluation des débits par la station de mesure ne nous est pas connue, notamment pour les débits les plus bas. Si cette observation est confirmée, il est à noter qu'une seule dérogation à la convention peut annuler le bénéfice potentiel de l'augmentation des débits planchers concernant la problématique d'exondation de frayères.

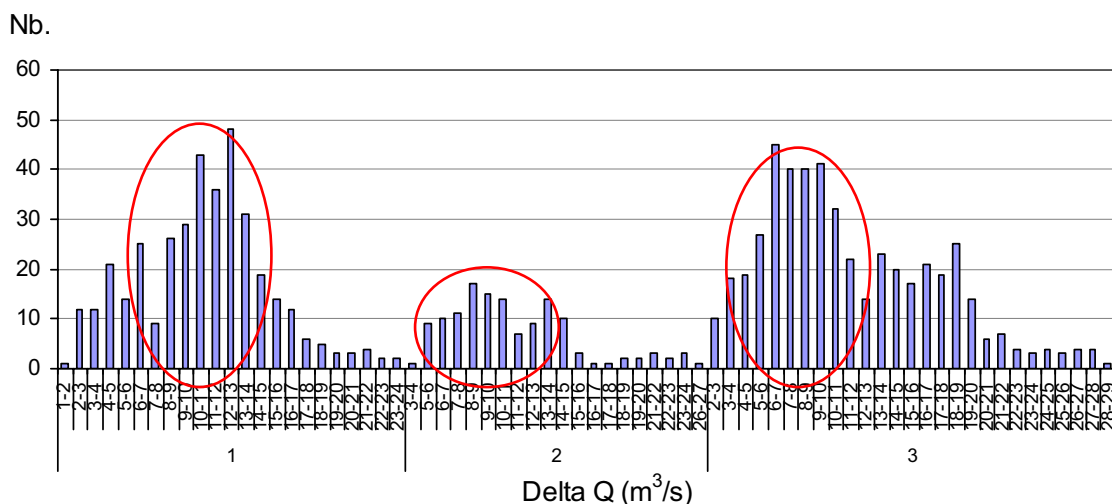


**Figure 14: Histogramme de répartition des débits maximum des éclusées détectées entre 2006 et 2008**

Les débits maximums observés durant les cycles d'éclusées correspondent au cumul de l'hydrologie existante dans le tronçon et du débit turbiné à l'usine de Bioge.

Les débits les plus fréquents observés apparaissent similaires durant les périodes 1 et 2, variant essentiellement entre 10 et 20 m<sup>3</sup>/s (en rouge). En été, la courbe est bimodale avec un pic observé autour de 9-12 m<sup>3</sup>/s (en vert) et un second identique aux précédents. Ce pic s'explique par le maintien par l'Usine de Bioge d'un débit d'écluse minimum de 12 m<sup>3</sup>/s pour permettre la pratique du rafting.

Si l'on considère les résultats sur une année, 77% des éclusées présentent un débit compris entre 8 et 20 m<sup>3</sup>/s.



**Figure 15 : Histogramme de répartition des amplitudes des éclusées détectées entre 2006 et 2008**

L'amplitude d'un cycle d'éclusées est mesurée par différence entre les deux variables présentées précédemment. Elle correspond théoriquement au débit turbiné par l'Usine de

Bioge mais peut être influencée par des variations de l'hydrologie dans les tronçons court-circuités ou ponctuellement par des manœuvres de vannes sur la retenue du Jotty ou de la Dranse d'Abondance.

Si l'on exclue les valeurs extrêmes, l'amplitude des éclusées varie de 2-3 m<sup>3</sup>/s à 22-23 m<sup>3</sup>/s, ce qui correspond à la plage d'équipement de l'usine de Bioge. Les gammes d'amplitudes les plus fréquentes sont similaires sur les trois périodes : entre 6 et 14 m<sup>3</sup>/s. Toutefois, lors de la période estivale, les éclusées d'amplitude supérieures à 15 m<sup>3</sup>/s représentent 27% contre la moitié seulement lors des périodes 1 et 2.

#### 2.1.3.2.4. Vitesses de transition

La vitesse maximum d'augmentation et de diminution de débit est calculée sur un pas de temps de 10 mn.

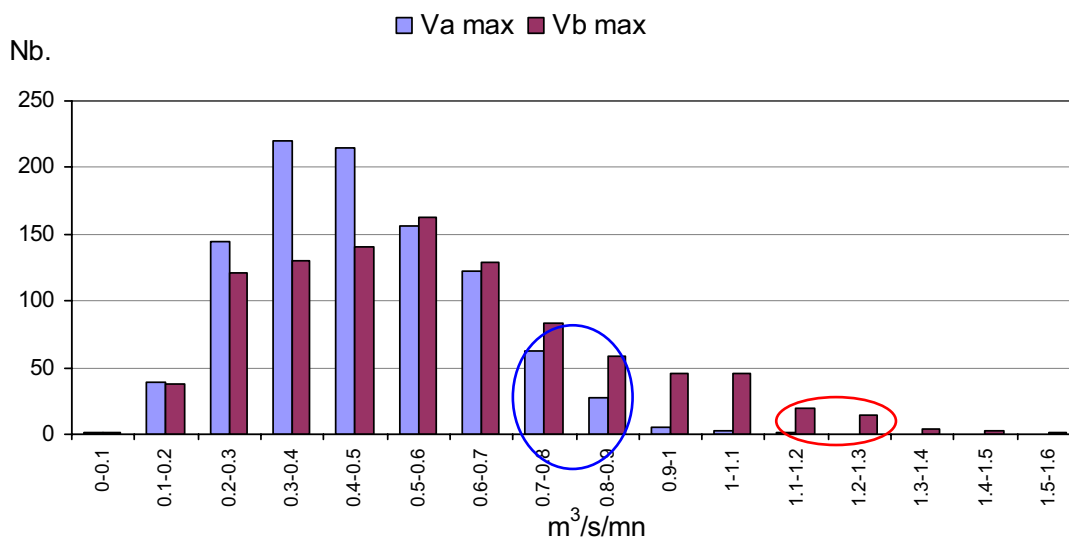


Figure 16 : Histogramme de répartition des vitesses maximums d'augmentation (Va max) et de diminution (Vb max) des débits durant les éclusées détectées entre 2006 et 2008.

Les vitesses d'augmentation du débit lors d'une éclusée apparaissent très variables, entre 0,1 et 0,9 m<sup>3</sup>/s/mn, avec une classe modale de 0,3 à 0,4 m<sup>3</sup>/s/mn. Ces variations sont probablement des artéfacts de mesures liés à la moyenne sur dix minutes et au temps court de mise en charge. Techniquement, l'usine de Bioge procède à une éclusée avec une consigne de 0,75 m<sup>3</sup>/s/mn, ce qui correspond aux valeurs maximums observées, hors quelques exceptions. Le pas de temps de 10 mn conduit à tamponner les vitesses maximums calculées puisque une éclusée de 10 m<sup>3</sup>/s ne se met en place qu'en 13 minutes ; la probabilité que le pas de temps intègre la vitesse maximum est donc faible.

Les vitesses de diminution de débit sont plus fortes que les vitesses d'augmentation de débit. En effet les valeurs non anecdotiques les plus élevées observées, sont de 1,3 m<sup>3</sup>/s/mn, ce qui doit correspondre à la vitesse courante de baisse des débits pour les mêmes raisons qu'évoquées ci avant.

Les valeurs à retenir sont une mise en place d'éclusées avec une vitesse de 0,75 m<sup>3</sup>/s/mn et une baisse de débit de l'ordre de 1,2 voir 1,3 m<sup>3</sup>/s/mn

### 2.1.3.3. Régime hydrologique antérieur à 2005

#### 2.1.3.3.1. Nombre et fréquence des éclusées

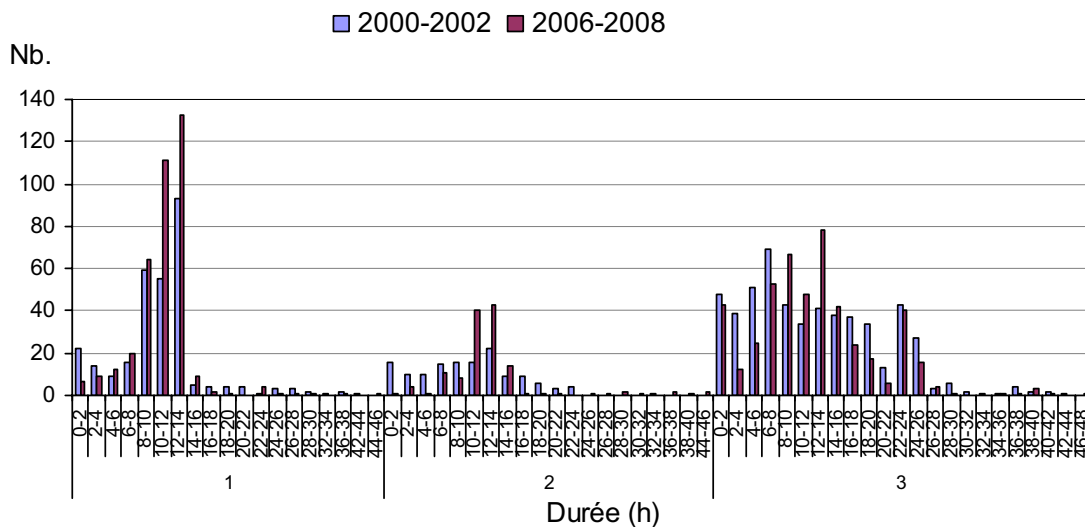
	période	nb. d'éclusées	moy./ans	moy./jours
2006/2008	1 1 <sup>er</sup> janvier au 15 février et du 15 novembre au 31 décembre,	377	126	1.4
	2 16 février au 15 juin.	135	45	0.4
	3 16 juin au 14 novembre,	483	161	1.1
	<b>Total</b>	<b>995</b>	<b>332</b>	<b>0.9</b>
2000/2002	1 1 <sup>er</sup> janvier au 15 février et du 15 novembre au 31 décembre,	298	99	1.1
	2 16 février au 15 juin.	137	46	0.4
	3 16 juin au 14 novembre,	539	180	1.2
	<b>Total</b>	<b>974</b>	<b>325</b>	<b>0.9</b>

**Tableau 9: nombre éclusées détectées sur les périodes 2000-2002 et 2006-2008**

Le nombre moyen annuel d'éclusées est de 332 sur la période 2006/2008 contre 325 sur la période 2000/2002. Il est à noter que les périodes définies ci-dessus n'ont pas de signification avant la mise en place de la convention et ne figurent qu'à titre de comparaison.

Le nombre moyen journalier d'éclusées est de 0.9 sur les deux périodes. La distribution annuelle est similaire puisque essentiellement dépendante de l'hydrologie. Les deux jeux de données sont donc comparables.

Le graphique ci-dessous présente la répartition des durées des éclusées sur les deux périodes étudiées.



**Figure 17: Histogramme de répartition des durées des éclusées détectées durant les périodes 2000-2001 et 2006-2008**

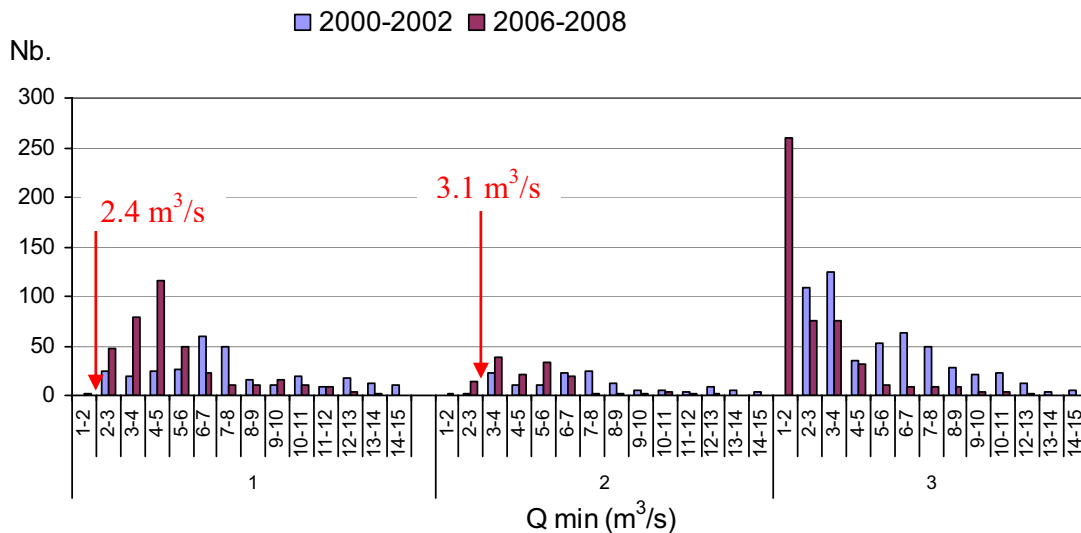
Durant la période hivernale (période 1), la répartition des durées des éclusées est similaire pour les deux jeux de données. Elle est unimodale et la valeur médiane est de 12 h.

Pour les périodes 2 et 3 (respectivement le printemps et l'été) les durées des éclusées montrent une plus grande dispersion pour le jeu de données 2000-2002 que pour celui de 2006-2008. Pour le jeu de données représentant l'ancien régime d'exploitation, les durées des éclusées apparaissent plus variables mais s'inscrivent dans une durée maximum de 24 h. La

prédominance de cycles d'une durée comprise entre 10 et 14 h est moins nette ce qui indique une plus grande dissymétrie des cycles journaliers.

### 2.1.3.3.2. Amplitudes des éclusées

Le débit minimum comparé pour les deux jeux de données figure dans le graphique présenté ci-dessous.



**Figure 18: Histogramme de répartition des débits minimums des éclusées détectées durant les périodes 2000-2002 et 2006-2008. Les débits minimums relevés durant les périodes 1 et 2 figurent en rouge.**

L'observation du graphique précédent appelle les commentaires suivants :

Concernant les débits minimums, les résultats sont contradictoires. Presque aucune valeur sous la convention signée en 2005 n'est observée dans le jeu de données 2000-2002. A l'inverse plusieurs valeurs sous la convention sont observées après le changement de régime d'exploitation.

Comme déjà abordé en 2.1.3.2.3, la précision de l'évaluation du débit par la station de mesure nous est inconnue et ces observations sont probablement des effets de seuils. Le jeu de données ne semble pas exploitable concernant l'évaluation précise des débits minimums effectifs.

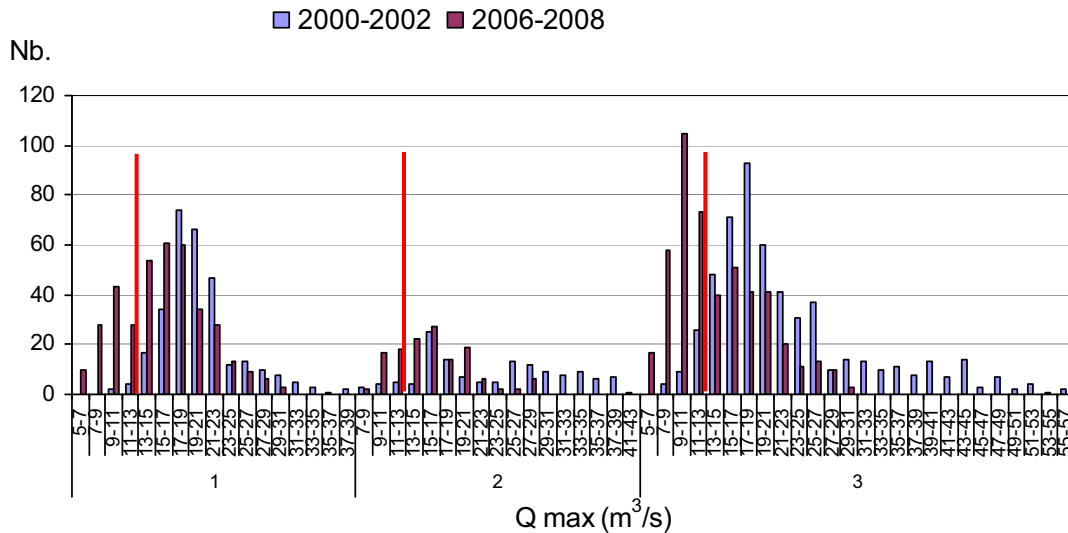
Les observations générales suivantes peuvent néanmoins être effectuées.

**Pour le jeu de données 2000-2002**, la répartition des débits minimum apparaît bimodale sur les trois périodes avec pour les périodes 1 et 2 une prédominance d'éclusées dont le débit minimum se situe entre 6 et 8 m<sup>3</sup>/s et une classe secondaire où les débits varient entre 2 et 4 m<sup>3</sup>/s. Lors de la période estivale (3), la tendance s'inverse et la classe 2 à 4 m<sup>3</sup>/s est majoritaire.

**Pour le jeu de données 2006-2008**, les débits les plus fréquents apparaissent plus faibles.

Les débits minimums sur les différentes périodes apparaissent d'autant plus bas qu'elles comprennent une proportion importante d'été.

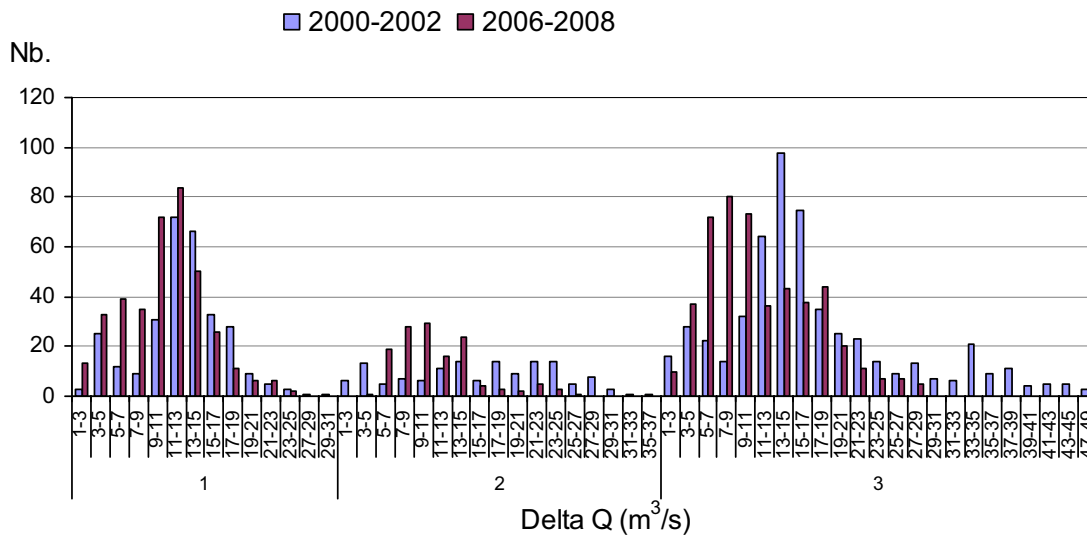
Le graphique ci-dessous présente la répartition des débits maximums :



**Figure 19: Histogramme de répartition des débits minimum des éclusées détectées durant les périodes 2000-2002 et 2006-2008.**

L'analyse de l'histogramme fait apparaître une proportion plus importante d'éclusées dont le débit maximum est inférieur à 13 m<sup>3</sup>/s pour le jeu de donnée 2006-2008. La classe modale du débit maximum est en effet plus élevée dans le jeu de données représentant l'ancien régime

Cette observation pourrait être interprétée comme un effet indirect du changement du régime d'éclusées toutefois cette situation est surtout observée durant la période 3 qui ne fait pas l'objet d'un changements du débit de base.



**Figure 20: Histogramme de répartition des amplitudes des éclusées détectées durant les périodes 2000-2002 et 2006-2008.**

La confrontation des données précédentes est présentée dans l'histogramme ci-dessus.

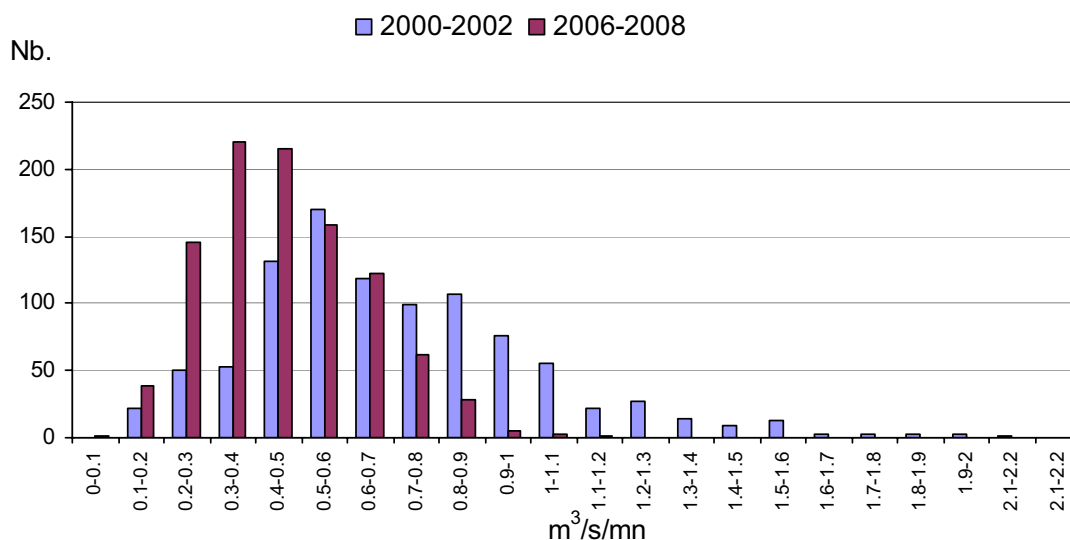
Si l'on exclue les valeurs extrêmes, l'amplitude des éclusées varie pour les deux jeux de données entre 3 et 24 m<sup>3</sup>/s ce qui correspond à la plage d'équipement de l'usine de Bioge. Les jeux de données sont comparables, les quelques différences existantes sont les suivantes :

Pour la période printanière (2) l'amplitude des éclusées apparaît plus étalée dans le jeu de données 2000-2002 alors qu'une classe modale aux environs de 11m<sup>3</sup>/s se détache dans le jeu de données 2006-2008.

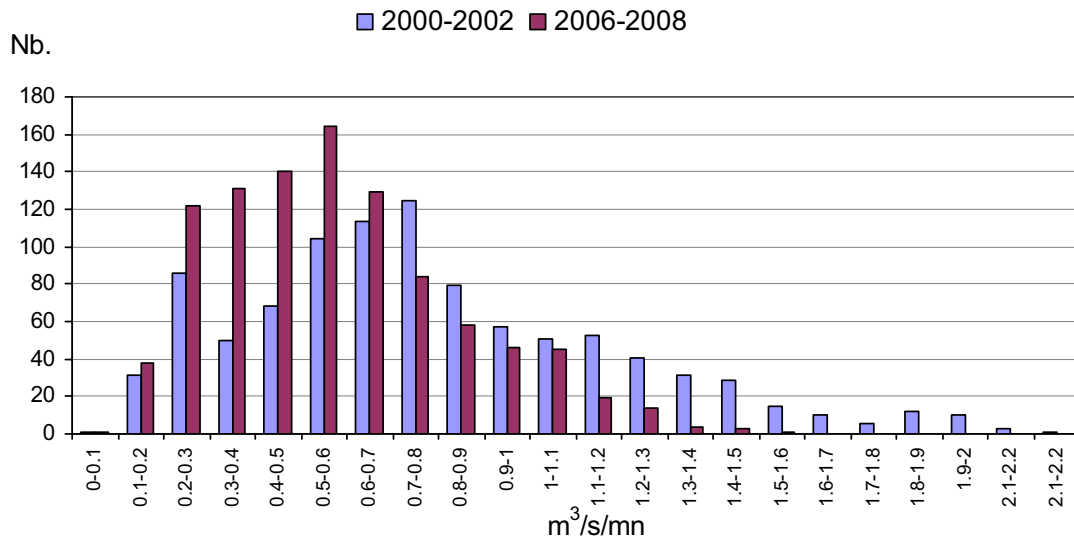
Pour la période estivale, la classe modale est plus faible pour le jeu de données correspondant au nouveau régime d'exploitation (6-10 m<sup>3</sup>/s) que pour celui représentant l'ancien (12-16 m<sup>3</sup>/s). Cette observation est à corrélérer aux débits maximums d'éclusées plus importants observés précédemment dans ce même jeu de données.

#### 2.1.3.3.3. Vitesses de transition

Comme indiqué en 2.1.3.2.4 la vitesse maximum d'augmentation et de diminution de débit est calculée sur un pas de temps de 10 mn. Ceci conduit à tamponner les vitesses maximums calculées puisque une éclusée de 10 m<sup>3</sup>/s ne se met en place qu'en 13 minutes. Ce sont donc les vitesses maximums qui sont à prendre en compte.



**Figure 21: Histogramme de répartition des vitesses maximums d'augmentation des débits durant les éclusées détectées durant les périodes 2000-2002 et 2006-2008**



**Figure 22: Histogramme de répartition des vitesses maximums de diminution des débits durant les éclusées détectées durant les périodes 2000-2002 et 2006-2008**

L'ordre de grandeur des vitesses d'augmentation de débit est le même, toutefois, un nombre non négligeable d'éclusées présente des vitesses d'augmentation du débit plus élevées sur le jeu de données 2000-2002 qu'actuellement, dépassant les 1 m<sup>3</sup>/s/mn.

Cette observation n'est pas confirmée par l'usine de Bioge puisque les consignes de mise en place des éclusées n'ont pas variées sur les deux périodes. Le résultat est probablement affecté par le lot d'éclusées « aberrantes » dont les amplitudes sont supérieures à 24 m<sup>3</sup>/s (ce qui est le débit maximum turbinable) dans le jeu de données 2000-2002 (Cf. Figure 20).

Par précaution, nous n'exploiterons pas les vitesses de transition sur ce jeu de données.

#### 2.1.3.4. Synthèse de l'analyse du régime hydrologique

L'augmentation des débits planchers des éclusées sur deux périodes d'intérêt prioritaire dans le cycle biologique de la truite fario est un gain objectif concernant le volet hydrologique.

L'analyse réalisée ci avant a pour objectif :

- d'une part de déterminer les caractéristiques des éclusées qui seront utilisées pour l'interprétation des résultats de l'évaluation de la capacité d'accueil dans le modèle EHVA,
- et d'autre part de comparer l'ancien et le nouveau régime sur un certain nombre d'indicateurs pour savoir si la mise en place des débits minimums avait eu pour conséquences d'autres modifications sensibles qui pouvaient conditionner le diagnostic.

Le Tableau 10 synthétise les résultats obtenus concernant les caractéristiques des jeux de données 2000-2002 et 2006-2008.

		1 15 novembre au 15 février	2 16 février au 15 juin.	3 16 juin au 14 novembre
Débit de base théorique	m3/s	1.1	1.1	1.1
		2.4	3.1	1.1
Nombre et fréquence	Nombre d'éclusées	298	137	539
	nombre moyen par an	377	135	485
	Fréquence	1.1	0.4	1.2
	nombre moyen par jour	1.4	0.4	1.1
Amplitudes	Débit de base observé	6 - 8	6 - 8	2 - 4
		3 - 5	3 - 5	1 - 4
	Débit d'éclusee observé	17 - 20	15 - 20	16 - 20
	plage des débits les plus fréquents (+ 1/3 des éclusées) en m3/s	13 - 19	13 - 17	9 - 12
	Amplitude	12 - 15	12 - 20	12 - 16
		10 - 13	6 - 11	6 - 10
Vitesse	mise en place		?	
	retrait		0.75	
			?	
			1.2	

**Tableau 10: Synthèse des résultats de l'étude hydrologique; en bleu, les résultats 2006-2008, en noir les résultats 2000-2002.**

Globalement le nouveau régime d'exploitation est similaire à l'ancien. Il est structuré autour de deux éclusées par jours, l'amplitude variant le plus couramment entre 5 et 20 m3/s.

L'analyse comparée des deux jeux de données a fait apparaître quelques différences :

- les débits minimums prennent des valeurs plus fréquemment faibles, proches des valeurs de la convention.
- les débits maximums les plus fréquents apparaissent également plus faibles dans le jeu de données 2006-2008 qu'anciennement.
- Les amplitudes semblent également être plus faibles mais si les valeurs les plus fréquentes semblent significativement différentes les distributions sont proches.

L'ensemble de ces observations a été fait sur des jeux de données de trois ans ce qui confère une certaine robustesse à ces observations. Toutefois la morphologie et le régime d'éclusées sont conditionné principalement, par ordre d'importance, par :

- l'hydrologie,
- les besoins énergétiques,
- les contraintes techniques d'exploitations,
- la convention de débit minimum de 2004,
- les éventuels accords liés aux usages.

Une variation d'un de ces facteurs peut influencer fortement le régime d'éclusées. En conséquence il apparaît ambitieux d'affecter les différences diagnostiquées ci avant à la seule mise en place de la convention, même si à notre connaissance les autres facteurs ont peu variés.

#### 2.1.4. Synthèse concernant la qualité globale du milieu

L'analyse de la qualité globale est un préalable à l'évaluation des gains biologiques. Les résultats obtenus sont les suivants :

Concernant la qualité physico-chimique, si l'on excepte une qualité moyenne concernant l'ammonium en février 2009, peu de changements significatifs sont observés dans la présente étude. La qualité pour les paramètres analysés est bonne.

Concernant les conditions thermiques, l'étude de 2001 (CIDEE, 2001) avait avancé que l'écart de température existant entre le débit réservé et l'eau provenant du Jotty était faible et que l'augmentation de température résultante des éclusées était dans la gamme de tolérance pour les salmonidés. L'approche complémentaire suivie dans la présente étude montre que les conditions thermiques existantes dans la Basse Dranse ne présentent pas de caractéristiques défavorables pour la truite fario.

Concernant les conditions hydrologiques, l'étude des éclusées sur les deux jeux de données avant et après mise en place de la convention montre que :

- Globalement le nouveau régime d'exploitation est similaire à l'ancien. Il est structuré autour de deux éclusées par jours, 77% des éclusées se situant dans la plage 8-20 m<sup>3</sup>/s.
- Quelques différences sont observées concernant les débits minimum et maximum les plus fréquents mais rien n'indique que ces modifications soient liées au changement de régime.

Ces résultats permettent de s'affranchir des modifications qui auraient pu exister sur ces paramètres dans la suite de l'étude.

## **2.2. EVALUATION DE LA CAPACITE D'ACCUEIL DU MILIEU**

### **2.2.1. Préambule concernant l'évaluation de la capacité d'accueil**

La variabilité des débits est un facteur primordial de la variabilité d'un habitat aquatique. C'est pourquoi l'évaluation de l'impact de l'exploitation hydroélectrique sur la capacité d'accueil d'un tronçon de cours d'eau soumis à un régime en éclusées ne peut se résumer à la seule évaluation de la capacité d'accueil au débit plancher, comme cela peut être fait dans un débit réservé.

L'objectif de la présente évaluation est de déterminer l'effet, de l'augmentation des débits planchers à certaines périodes de l'année correspondant aux phases de reproduction et d'émergence des alevins.

La démarche suivie consiste donc, après avoir vérifié en 1.4.5.2 (Étude des chroniques hydrologiques) que le changement de régime d'éclusées n'avait pas eu d'autres effets indirects sur les caractéristiques des éclusées, à examiner spécifiquement l'effet du relèvement du débit de base, sans présumer de l'importance relative qui reste à déterminer des autres impacts hydrauliques sur la capacité d'accueil tels que l'amplitude des marnages, leur fréquence ou encore les vitesses de mise en place des éclusées.

Après avoir analysé par station les résultats de la modélisation ainsi que les conditions d'habitat durant une éclusée, l'effet du relèvement du débit de base sera évalué à partir d'une synthèse longitudinale des résultats pour les stades « juvéniles » et « adultes ».

Le stade « frai » sera évalué spécifiquement à partir des résultats obtenus sur la station MH7.

A titre d'information, les débits maximums des éclusées les plus fréquentes seront figurés autant que possible sur les différents graphiques présentés ci-après.

### **2.2.2. Conditions de réalisation**

Les stations micro-habitats, ont été localisées lors de l'étude de 2001 pour représenter des tronçons de cours d'eau à la morphodynamique relativement homogène. Ces localisations ont été reprises le plus fidèlement possible en adaptant localement les bornes des stations pour s'adapter aux contraintes de modélisation imposées par le logiciel EVHA tout en conservant la représentativité du tronçon.

La réalisation des levés topographiques et hydrologiques nécessite une intervention au débit minimum d'exploitation durant plusieurs heures. Ces conditions n'ont pu être obtenues durant l'été 2007 du fait d'une forte hydraulité et toutes les stations ont été traitées en 2008.

### **2.2.3. Description des tronçons issus de l'étude de 2001**

La description des tronçons issus de l'étude de 2001 est rappelée ci-dessous :

- Tronçon n° 1

Depuis la centrale de Bioge jusqu'à la confluence avec le Brévon, ce premier tronçon d'une longueur de 1 180 m environ se caractérise par une pente moyenne assez faible de 6,8 ‰, une largeur du lit de plein bord de 20 à 25 m, des hauteurs de berge de 1 à 1,5 m surmontées de talus proches de 7 à 8 m de haut.

- Tronçon n° 2

Depuis la confluence avec le Brévon jusqu'au pont de l'église, ce tronçon d'une longueur de 900 m environ se caractérise par une pente moyenne assez forte de 22 ‰, une largeur du lit de plein bord de 35 à 50 m, des hauteurs de berge de 1m surmontées de talus proches de 8 à 12 m de haut.

- Tronçon n° 3

Depuis le pont de l'église jusqu'au lieu-dit « la Cassine », ce tronçon d'une longueur de 1 180 m environ est typique des systèmes en gorges avec une pente forte de 31,5 ‰, une largeur du lit de plein bord de 20 à 30 m, des hauteurs de berge de plusieurs mètres.

- Tronçon n° 4

Depuis la fin des gorges jusqu'au niveau de la Grotte aux fées, ce tronçon d'une longueur de 2 350 m environ se caractérise par une pente moyenne de 13 ‰, une largeur du lit de plein bord de 40 à 50 m, des hauteurs de berge d'environ 1,5 m surmontées de talus proches de 4 à 6 m de haut.

- Tronçon n° 5

Depuis la Grotte aux fées jusqu'au pont de la Douceur, ce tronçon d'une longueur de 2 670 m environ se caractérise par une pente moyenne assez faible de 9 ‰, une largeur du lit de plein bord de 50 à 65 m, des hauteurs de berge d'environ 1 m surmontées de talus proches de 3 à 5 m de haut.

- Tronçon n° 6

Depuis le pont de la Douceur jusqu'à la passe à poisson de Vongy, ce tronçon d'une longueur de 2 316 m environ se caractérise par une pente moyenne faible de 1,2 ‰, une largeur du lit de plein bord de 60 à 85 m, des hauteurs de berges d'environ 2 m surmontées d'une plaine alluviale plus ou moins anthropisée.

Le méandrage est typique de ce tronçon.

- Tronçon n° 7

Depuis la passe à poisson de Vongy jusqu'à la confluence avec le Léman, ce tronçon d'une longueur de 2 980 m environ se caractérise par une pente moyenne faible de 0,6 ‰, une largeur du lit de plein bord de 60 à 85 m, des hauteurs de berge d'environ 1 m surmontées d'une plaine alluviale fortement anthropisée (hors zone naturelle du delta de la Dranse). Ce tronçon présente des tressages.

## 2.2.4. Résultat de la modélisation des stations d'étude

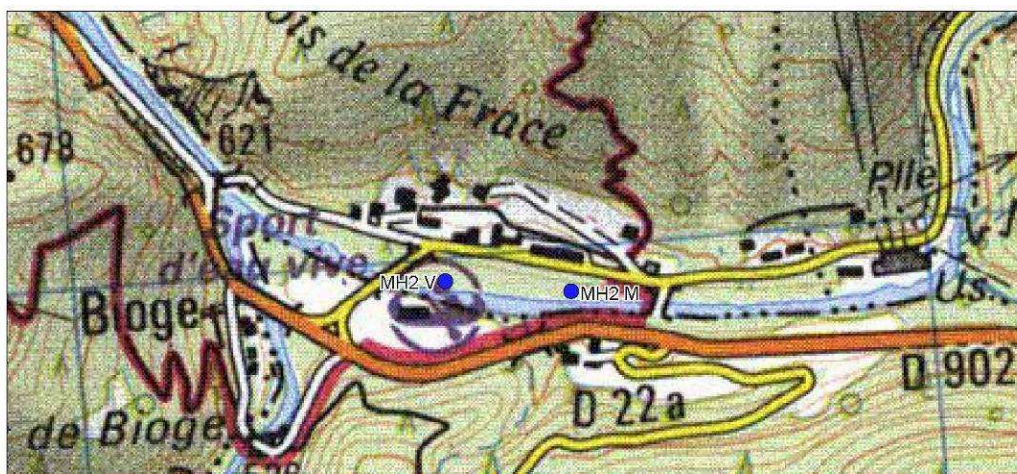
### 2.2.4.1. Station MH2

#### 2.2.4.1.1. Localisation

Les bornes amont (M) et aval (V) des stations modélisées ont été localisés au GPS. Les coordonnées sont données ci-dessous :

Station	Point	Coordonnées (WGS 84 UTM 32 T)	
MH2	MH2 M	X	0 314 585
		Y	5 132 948
	MH2 V	X	0 314 439
		Y	5 132 972

Tableau 11: coordonnées GPS des bornes de la station MH2



Carte 4: localisation des bornes de la station MH2

La station micro-habitats est localisée en amont du pont de Bioge.

#### 2.2.4.1.2. Dépouillement et description de la station

Le tableau de dépouillement topographique édité par EVHA est donné ci-dessous.

No de transect	No de section	Nombre de points par transect	Nombre de points dans l'eau	Nombre de relevés de surface d'eau	Longueur transect décimètre	Longueur transect topo	Largeur en mètres	Distance en mètres	Pente (‰)
1	1	39	21	3	11.2	11.23	10.9	7	
2	3	44	29	3	13.1	13.02	13.1	20.7	8.03
3	5	39	17	3	11.2	11.16	11.15	38	8.67
4	7	34	23	3	14.6	14.59	14.3	48.3	2.91
5	9	33	24	3	16.3	16.23	16.95	63.1	4.73
6	11	39	26	3	13.1	13.12	13.2	78.7	8.33
	12	33	16	3		15.8	15.8	84.5	5.17
7	13	47	25	3	11.25	11.17	11.25	88.6	36.59
8	15	37	23	3	14.15	14.12	13.5	96.5	16.46
9	17	37	22	3	13.2	13.12	13.1	107.6	10.81
10	19	32	21	3	13.65	13.66	13.5	117.2	11.46
	20	29	17	4		13.55	13.55	124.9	3.9
11	21	38	20	3	13.75	13.74	13.3	129.1	14.29
12	23	38	24	3	14.7	14.74	14.7	138.9	8.16
13	25	41	29	3	18.8	18.8	18.9	150.8	6.72
<b>TOTAL</b>		<b>560</b>	<b>337</b>	<b>46</b>				<b>159.7</b>	<b>8.9</b>

Tableau 12: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH2

Le profil en long ci-dessous retrace sur chaque section : la cote d'eau moyenne et la cote de fond maximale.

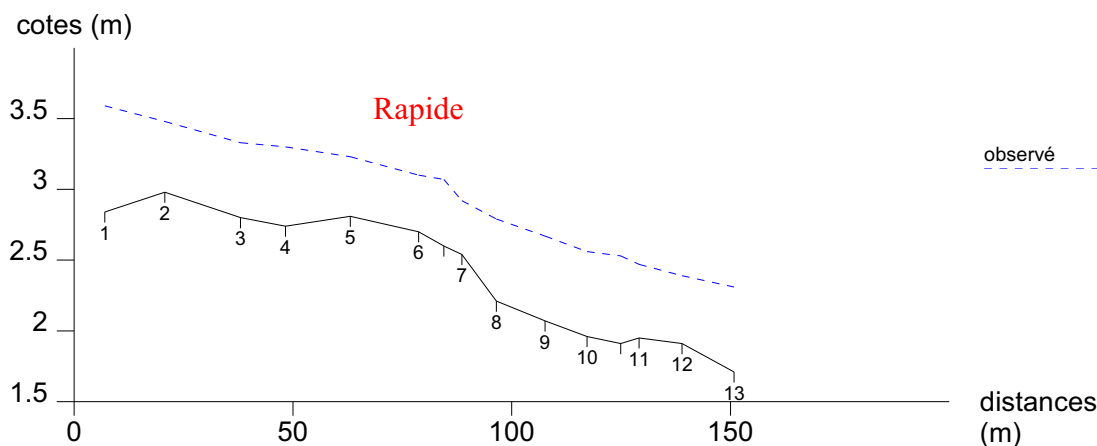


Figure 23: profil en long de la station MH2 au débit observé lors du relevé de terrain.

Treize transects ont été nécessaires à la description de la station ainsi que deux sections hydrauliques complémentaires. Le profil en long est relativement homogène (Cf. Figure 23) ; un seul faciès est présent, de type rapide. La pente sur ce tronçon est moyenne ; elle est de 8.9 ‰ sur la station.



**Photo 2: Vue d'ensemble de la station de microhabitat MH2**

Cette station est caractérisée par une pente moyenne et des potentialités d'expansion modérées lors d'une éclusée. La hauteur d'eau au débit d'observation est relativement faible et les abris hydrauliques sont peu abondants. (Cf. Photo 2)

#### *2.2.4.1.3. Evaluation de la SPU pour les stades pris en compte*

- **Préalable valable pour l'exploitation de l'ensemble des stations :**

Les SPU obtenues par la modélisation peuvent être comparées aux débits caractéristiques des éclusées. Sur les graphiques ci-après, figurent :

- en bleu les trois débits minimums de la convention à savoir 1.1, 2.4 et 3.1 m<sup>3</sup>/s. Le débit de 1.1 m<sup>3</sup>/s correspond à l'absence d'injection d'un débit complémentaire au niveau de l'usine de Bioge ; il est donc assimilable à l'ancien régime d'éclusées. Des apports latéraux sont pris en compte progressivement au cours du linéaire pour représenter environ 1m<sup>3</sup>/s sur la station la plus aval.
- en rouge, figure en trait plein la valeur médiane du débit maximum des éclusées analysées sur la période 2006-2008. Les traits pointillés délimitent les bornes des débits maximums englobant 77% des occurrences (8 à 20 m<sup>3</sup>/s).

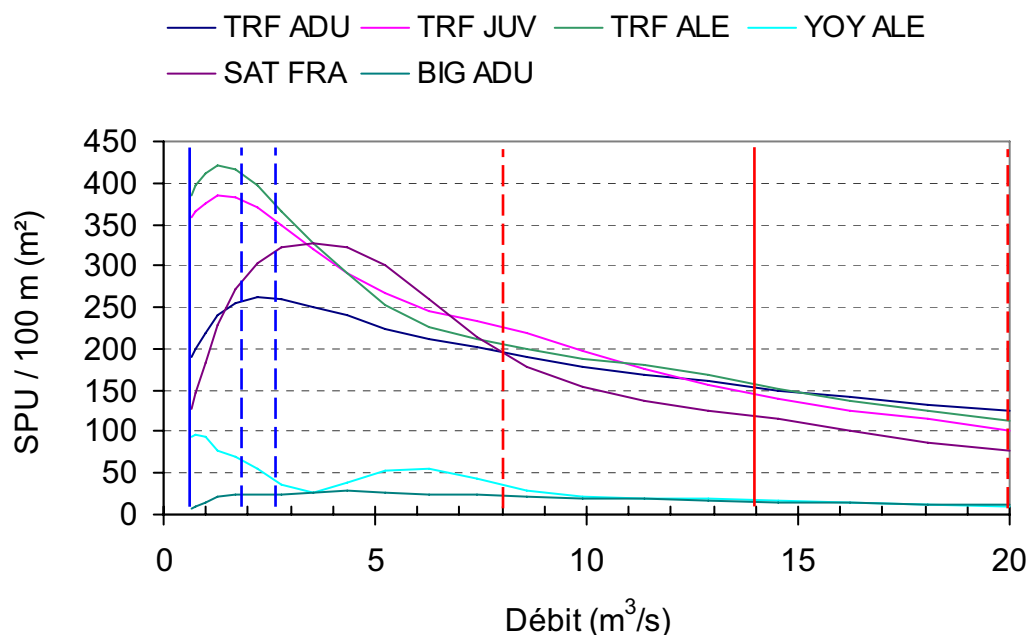
Il est à noter que les résultats obtenus pour les débits supérieurs à 10 m<sup>3</sup>/s sont à prendre avec précaution puisque : d'une part, le modèle hydraulique simule un régime fluvial et n'est pas valide en régime torrentiel et d'autre part, le modèle biologique réagit à la baisse concernant les vitesses et les hauteurs d'eau importantes, faute de données du fait de la difficulté d'échantillonnage de ce type d'habitat.

L'interprétation des résultats à ce stade concernera essentiellement l'évolution des courbes de SPU pour les stades alevin (TRF ALE), juvénile (TRF JUV) et adulte (TRF ADU) pour la truite fario (Cf. 1.4.6.2 Choix des courbes de préférences). Les résultats obtenus pour les stades truite 2-4 semaines (YOY) et truite de taille supérieure à 40 cm (BIG ADU) issus de sources bibliographiques différentes ne seront pas directement comparés et feront l'objet d'une interprétation spécifique ci-dessous. (2.2.5. Interprétation longitudinale des résultats)

Le stade frai du saumon (SAS FRAY) ne sera exploité que sur la station MH7, seule station présentant des frayères effectives durant le suivi 2006-2008. Ce stade est peu représentatif sur les autres stations puisque celles-ci ont été positionnées pour refléter les conditions d'habitats et non les conditions d'écoulement sur les frayères. Il apparaît de plus à l'issue de l'analyse (Cf. 2.2.5.4. Exploitation de la courbe de préférence du stade SAS Frai sur la station MH7, ci-après) que le choix des frayères est influencé par le régime en écluse existant à cette période de l'année et ne peut être évalué par la seule détermination de l'évolution de la SPU.

- **Exploitation des courbes de SPU pour la station MH2**

Tous les stades pris en compte figurent dans le graphique ci-dessous. Les valeurs de débits minimum sont celles de la convention déduite du débit réservé du Brévon.



**Figure 24:** Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 m) sur la station MH2, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées.

La SPU concernant les stades juvéniles et alevins est bonne, proche du maximum au débit minimum de la convention, correspondant à l'ancien régime d'éclusées. Elle apparaît la meilleure pour le débit printanier de la convention puis décroît rapidement pour atteindre 50 % de sa valeur pour un débit de 8 m³/s.

La SPU truite adulte montre une croissance de 190 à 250 m²/100m entre le débit minimum et le premier seuil. Elle reste stable et maximum jusqu'à un débit d'environ 2.8m³/s puis décroît.

Globalement sur cette station, l'habitat apparaît favorable aux stades juvéniles au débit minimum. Ceci s'explique par la profondeur moyenne relativement faible. Lorsque le débit augmente, l'augmentation de la vitesse de courant associé conduit immédiatement à une réduction de la SPU sans que cela ne soit compensé par la mise en eau de nouveaux secteurs. La SPU du stade adulte évolue selon les mêmes modalités avec toutefois des valeurs plus faibles et une augmentation marquée jusqu'à 2,5 m<sup>3</sup>/s. Cette différence s'explique essentiellement par une préférence pour des hauteurs d'eau plus importantes de ce stade.

- **Synthèse**

Cette station est caractérisée par un lit relativement large et des hauteurs d'eau peu importantes. L'habitat pour les juvéniles est bon à bas débit mais diminue rapidement avec l'augmentation de débit du fait de l'augmentation des vitesses d'écoulement. L'habitat pour les adultes est moins bon à bas débit du fait de hauteurs d'eau insuffisantes sur des surfaces importantes. L'augmentation de débit conduit à des gains de SPU jusqu'à 2,5 m<sup>3</sup>/s liés à l'augmentation des hauteurs d'eau mais pour ce stade aussi les vitesses deviennent rapidement limitantes.

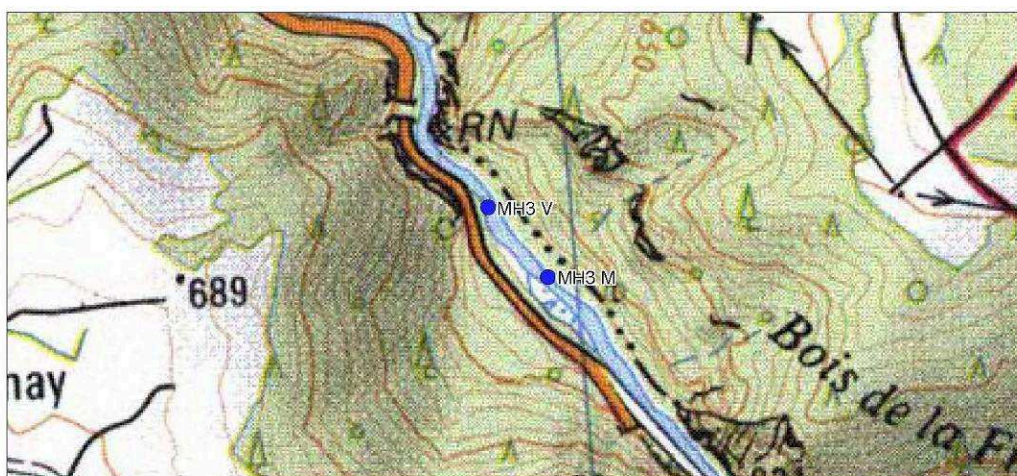
### 2.2.4.2. Station MH3

#### 2.2.4.2.1. Localisation

Les bornes amont (M) et aval (V) des stations modélisées ont été localisés au GPS. Les coordonnées sont données ci-dessous :

Station	Point	Coordonnées (WGS 84 UTM 32 T)	
MH3	MH3 M	X	0 313 972
		Y	5 133 416
	MH3 V	X	0 313 909
		Y	5 133 503

**Tableau 13: coordonnées GPS des bornes de la station MH3**



**Carte 5: localisation des bornes de la station MH3**

#### 2.2.4.2.2. Dépouillement et description de la station

Le tableau de dépouillement topographique édité par EVHA est donné ci-dessous.

No de transect	No de section	Nombre de points par transect	Nombre de points dans l'eau	Nombre de relevés de surface d'eau	Longueur transect décamètre	Longueur transect topo	Largeur en mètres	Distance en mètres	Pente (‰)
1	1	25	20	3	11.2	11.24	11.3	7.6	
2	3	26	22	3	10.7	10.83	10.6	15.5	32.91
3	5	27	22	3	11.2	11.19	11.4	23.3	20.51
4	7	30	24	3	13.5	13.7	13.3	34.3	6.36
	8	7	3	3		15.3	15.3	44.3	11
5	9	35	30	3	10.8	10.85	10.5	54.3	47
6	11	40	33	3	12.4	12.33	12.4	63.7	14.89
	12	11	4	3		13	13	69	73.58
7	13	19	13	2	8.1	8.82	6.9	75.4	20.31
	14	9	5	2		7.43	7.43	80.4	62
8	15	23	13	3	8.05	7.97	8.2	84.1	10.81
9	17	14	7	3	7.95	7.94	7.8	89.6	5.45
10	19	16	12	2	11	11.13	11.5	99.5	-4.04
11	21	26	21	3	10.9	10.95	10.8	108.2	0
	22	9	5	2		13.91	13.91	111.4	12.5
<b>TOTAL</b>		<b>317</b>	<b>234</b>	<b>39</b>				<b>111.4</b>	<b>20.33</b>

Tableau 14: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH3

Le profil en long ci-dessous retrace sur chaque section : la cote d'eau moyenne et la cote de fond maximale.

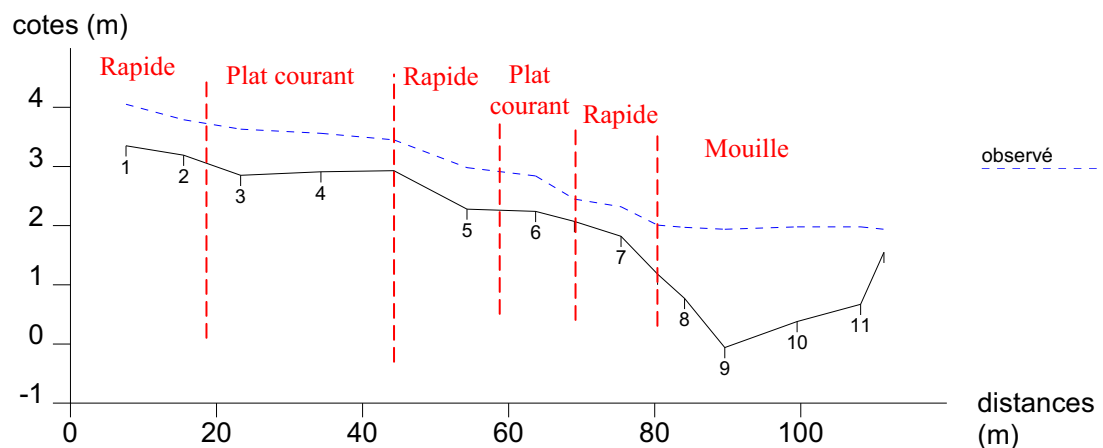


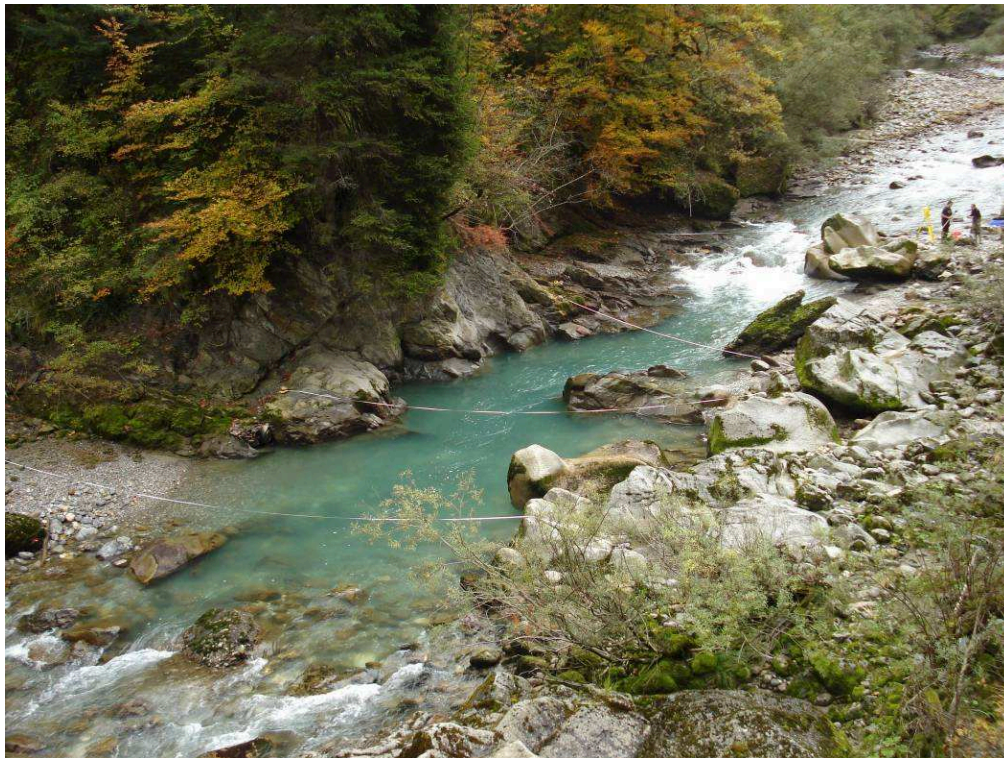
Figure 25: profil en long de la station MH3 au débit observé lors du relevé de terrain.

Onze transects ont été nécessaires à la description de la station ainsi que quatre sections hydrauliques complémentaires. Les bornes de la station étaient contraintes puisque étaient présents :

- en amont, deux bras dont la cote d'eau libre était nettement différentes,
- en aval une fosse profonde non accessible.

La station semble néanmoins représentative du tronçon. Le profil en long illustre la morphologie de la station (Cf. Figure 25) à savoir l'alternance d'une section amont rapide peu profonde, composée d'une alternance de faciès rapide et plat courant (Transect 1 à 7) et d'une fosse (Transects 8 à 11).

La pente est plus importante que sur la station précédente ; elle est de 20 ‰ sur la station.

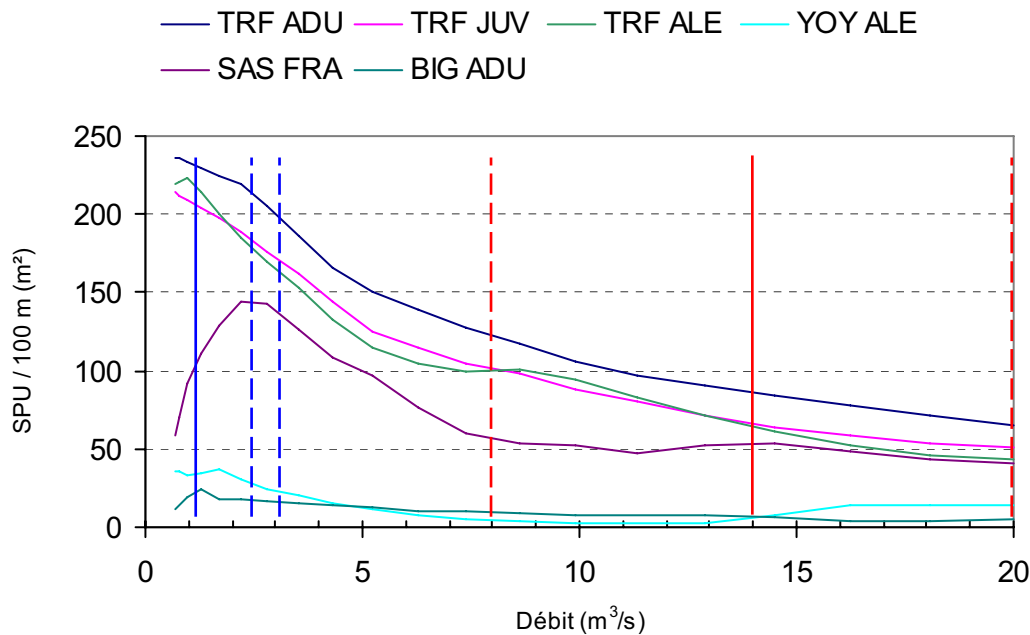


**Photo 3: Vue de la partie aval de la station de microhabitat MH3**

Cette station est caractérisée par des potentialités d'expansion importante sur la partie amont mais inexistante sur la partie aval. Les abris hydrauliques apparaissent peu abondants. (Cf. Photo 3)

#### 2.2.4.2.3. *Evaluation de la SPU pour les stades pris en compte*

Tous les stades pris en compte figurent dans le graphique ci-dessous. Les valeurs de débit minimum sont strictement celles de la convention.



**Figure 26: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 ml) sur la station MH3, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées.**

La SPU concernant les stades juvéniles, alevins et adulte est maximum, entre 200 et 250 m<sup>2</sup>/100m, pour le débit minimum de la modélisation. L'augmentation du débit conduit à une diminution importante de ces indicateurs puisque la surface utilisable diminue de moitié pour un débit de 8 m<sup>3</sup>/s. L'examen de l'évolution, des trois paramètres hauteur, vitesse et substrat témoigne que c'est l'augmentation de vitesse qui est le seul paramètre explicatif de la baisse de la SPU.

#### • Synthèse

Cette station est caractérisée par des vitesses relativement élevées, même à débit minimum, probablement du fait de la pente importante (20 ‰). Cette caractéristique lui confère des valeurs de SPU faibles. Celles-ci, calculées pour les trois stades principaux pour la truite fario (alevin, juvénile et adulte) est maximum au débit minimum et décroît ensuite avec l'augmentation de débit, du fait de l'augmentation de la vitesse.

### 2.2.4.3. Station MH4

#### 2.2.4.3.1. Localisation

Les bornes amont (M) et aval (V) des stations modélisées ont été localisés au GPS. Les coordonnées sont données ci-dessous :

Station	Point	Coordonnées (WGS 84 UTM 32 T)	
MH4	MH4 M	X	0 311 390
		Y	5 135 207
	MH4 V	X	0 311 307
		Y	5 135 246

Tableau 15: coordonnées GPS des bornes de la station MH4



Carte 6: localisation des bornes de la station MH4

La station de micro-habitats correspond à la station de pêche électrique D2. Elle est localisée au lieu dit « les Chênes ».

#### 2.2.4.3.2. Dépouillement et description de la station

Le tableau de dépouillement topographique édité par EVHA est donné ci-dessous.

No de transect	No de section	Nombre de points par transect	Nombre de points dans l'eau	Nombre de relevés de surface d'eau	Longueur transect décamètre	Longueur transect topo	Largeur en mètres	Distance en mètres	Pente (‰)
1	1	33	22	3	13.1	13.16	13.06	11	
2	3	39	34	3	20.35	20.27	20.3	33.4	33.04
	4	22	11	3		17.21	17.21	38.4	28
3	5	35	23	3	13.1	13.1	12.8	43.3	14.29
4	7	28	14	3	12.85	12.78	12.4	49.1	-3.45
5	9	29	17	3	14.4	14.5	14.4	59.9	2.78
6	11	37	23	3	16.6	16.53	16.55	69.1	1.09
	12	28	7	3		13.84	13.84	76.4	32.88
7	13	31	17	3	12.2	12.14	11.7	80.2	-7.89
8	15	36	18	3	9.7	9.73	9.55	87.5	1.37
9	17	27	13	3	11	10.92	10.9	98.6	2.7
10	19	27	13	3	12.55	12.51	13.5	110.3	-0.85
	20	43	26	9		17.9	17.9	114.8	0
11	21	42	26	3	13.4	13.43	13.3	122.2	6.76
12	23	52	30	3	24	24.03	24	135.7	11.85
13	25	49	37	3	21.2	21.19	21.2	144.1	5.95
	26	10	4	2		24.44	24.44	152.9	38.64
<b>TOTAL</b>		<b>568</b>	<b>335</b>	<b>56</b>				<b>152.9</b>	<b>12.76</b>

Tableau 16: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH4

Le profil en long ci-dessous retrace sur chaque section : la cote d'eau moyenne et la cote de fond maximale.

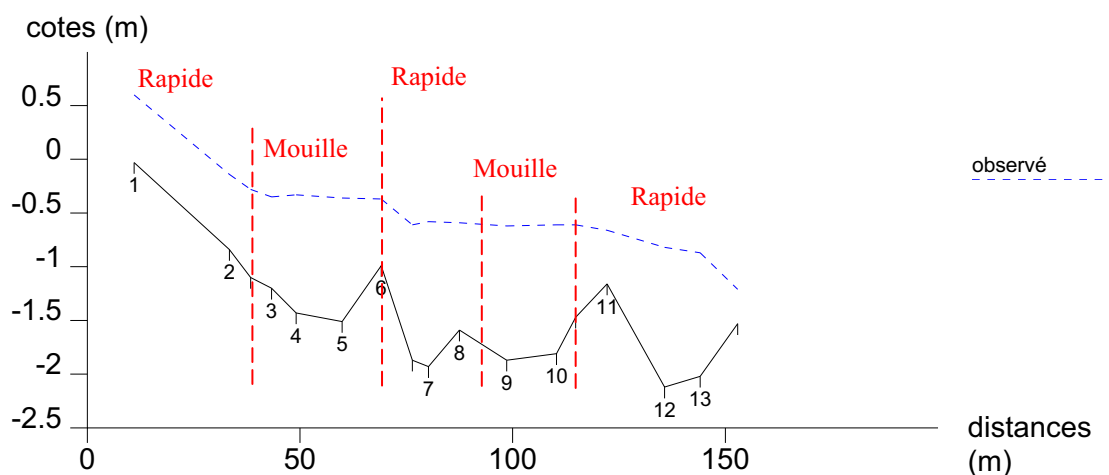


Figure 27: profil en long de la station MH4 au débit observé lors du relevé de terrain.

Treize transects ont été nécessaires à la description de la station ainsi que quatre sections hydrauliques complémentaires. La station marque l'alternance de trois rapides et deux mouilles. Le profil des fonds (Cf. Figure 27) ne retranscrit pas nettement l'alternance des faciès puisque c'est la cote de fond maximum qui figure et non la cote moyenne de la section.

La pente est moyenne sur cette station; elle est de 13 ‰.

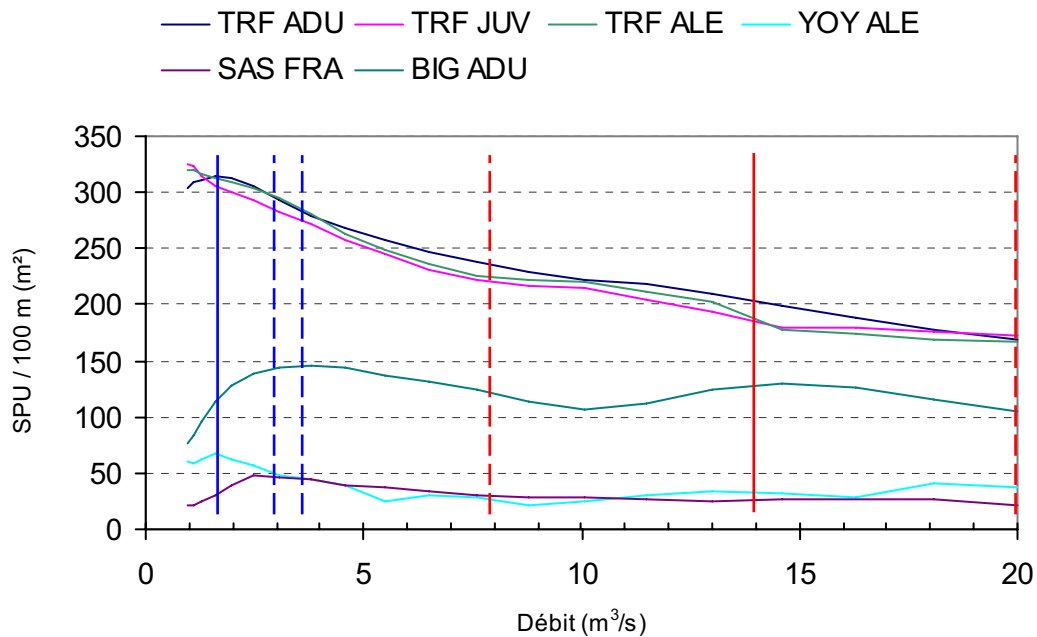


**Photo 4: Vue d'ensemble de la station de microhabitat MH4**

Cette station est caractérisée par des potentialités d'expansion moyenne et des abris hydrauliques abondants. (Cf. Photo 4)

#### *2.2.4.3.3. Evaluation de la SPU pour les stades pris en compte*

Tous les stades pris en compte figurent dans le graphique ci-dessous. Les valeurs de débit minimum sont celles de la convention augmentées de 0.5 m<sup>3</sup>/s pour prendre en compte approximativement les apports intermédiaires.



**Figure 28: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 ml) sur la station MH4, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées.**

La SPU concernant les stades juvénile, alevin et adulte est maximum, supérieure à 300 m<sup>2</sup>/100m, pour le débit minimum de la convention. L'augmentation du débit conduit à une diminution modérée de ces indicateurs. La baisse de surface utile liée à l'augmentation de vitesse est pondérée dans un premier temps par la mise en eau de secteurs exondés, notamment en rive droite.

#### • Synthèse

Cette station est caractérisée par des vitesses relativement élevées, même à débit minimum, probablement du fait de la pente importante (13 ‰). La SPU calculée pour les trois stades principaux pour la truite fario (alevin, juvénile et adulte) est maximum au débit minimum et décroît ensuite avec l'augmentation de la vitesse d'écoulement. La présence de fosses permet le maintien de hauteurs d'eau importantes ce qui explique que la SPU soit maximum au débit minimum.

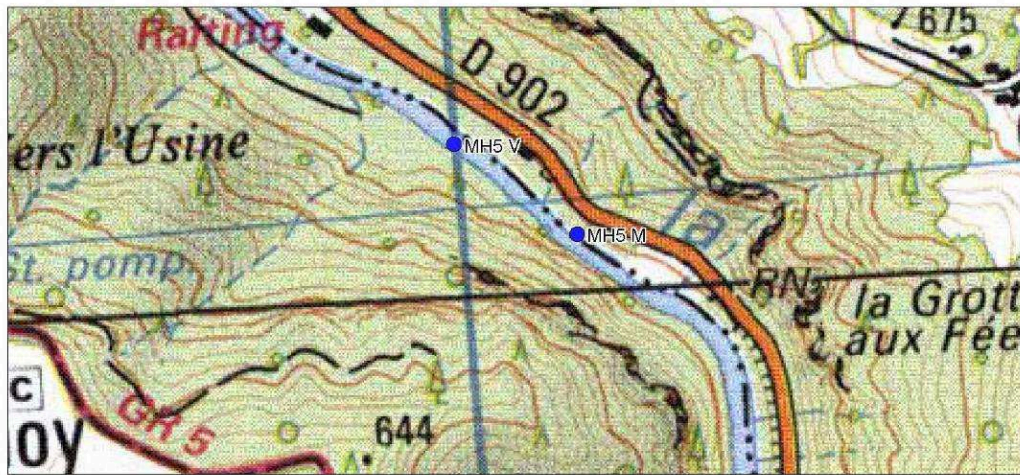
### 2.2.4.4. Station MH5

#### 2.2.4.4.1. Localisation

Les bornes amont (M) et aval (V) des stations modélisées ont été localisés au GPS. Les coordonnées sont données ci-dessous :

Station	Point	Coordonnées (WGS 84 UTM 32 T)	
MH5	MH5 M	X	0 310 136
		Y	5 135 957
	MH5 V	X	0 310 001
		Y	5 136 074

Tableau 17: coordonnées GPS des bornes de la station MH5



Carte 7: localisation des bornes de la station MH5

La station est localisée en amont de la base de rafting.

#### 2.2.4.4.2. Dépouillement et description de la station

Le tableau de dépouillement topographique édité par EVHA est donné ci-dessous.

No de transect	No de section	Nombre de points par transect	Nombre de points dans l'eau	Nombre de relevés de surface d'eau	Longueur transect décamètre	Longueur transect topo	Largeur en mètres	Distance en mètres	Pente (‰)
1	1	24	18	3	13.45	13.44	13.3	6	
	2	11	5	3		13.42	13.42	11.4	3.7
2	3	23	15	3	13.6	13.52	13.1	15.1	21.62
3	5	25	17	4	18.9	18.92	17.7	24.5	2.13
4	7	21	12	3	14.7	14.74	14.8	34.8	0.97
5	9	24	18	3	19.4	19.41	19.5	49.4	1.37
6	11	25	13	3	17.4	17.34	17.1	76.8	0
	12	13	7	2		20.03	20.03	88.7	2.52
7	13	27	17	3	18.2	18.09	18.4	100	1.77
8	15	31	20	3	19.3	19.3	19.2	115.9	3.77
9	17	33	18	3	18.7	18.74	18.7	139	10.39
	18	28	11	4		16.46	16.46	148	2.22
10	19	33	22	4	25.7	25.67	25.2	154.2	4.84
11	21	27	19	3	21.5	21.57	20.5	180.5	1.9
12	23	40	26	3	20.9	20.82	20.9	212.1	2.85
<b>TOTAL</b>		<b>385</b>	<b>238</b>	<b>47</b>				<b>238.6</b>	<b>3.35</b>

Tableau 18: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH5

Le profil en long ci-dessous retrace sur chaque section : la cote d'eau moyenne et la cote de fond maximale.

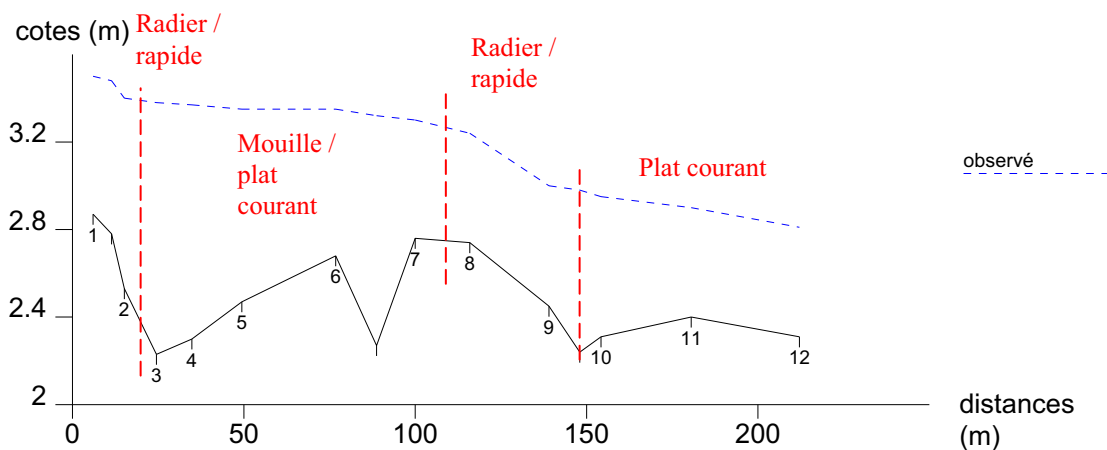


Figure 29: profil en long de la station MH5 au débit observé lors du relevé de terrain.

Douze transects ont été nécessaires à la description de la station ainsi que trois sections hydrauliques complémentaires. La station marque l'alternance de deux séquences « radier / rapide » et « plat courant / mouille ». (Cf. Figure 29)

La pente est faible sur cette station; elle est de 3 ‰.

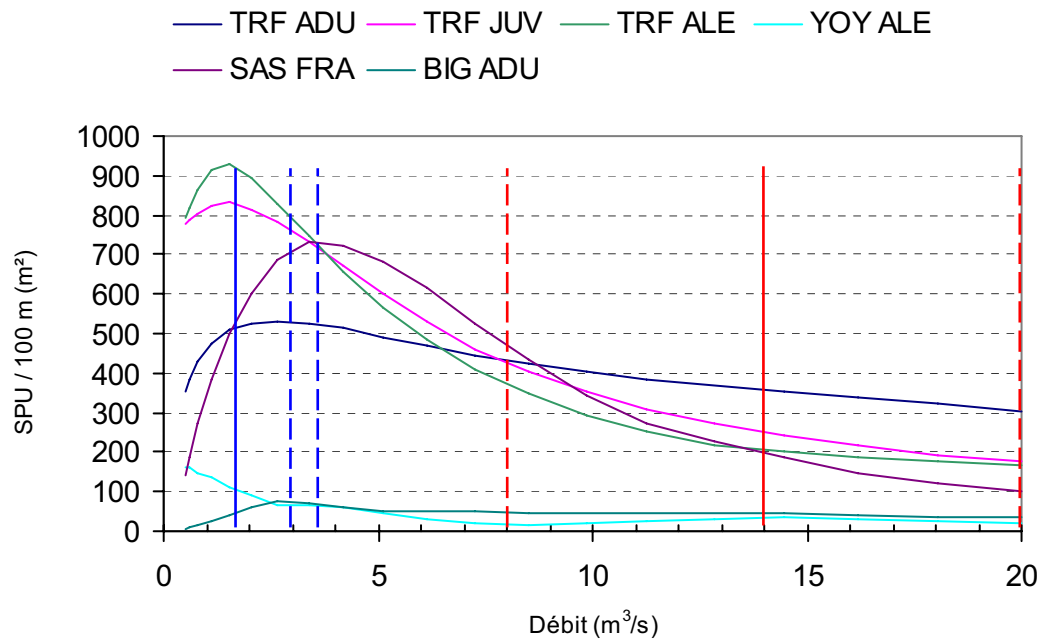


**Photo 5: Vue d'ensemble de la station de microhabitat MH5**

Cette station est caractérisée par des potentialités d'expansion faibles et des abris hydrauliques peu abondants dans le lit mais nombreux en berge. (Cf. Photo 5)

#### *2.2.4.4.3. Evaluation de la SPU pour les stades pris en compte*

Tous les stades pris en compte figurent dans le graphique ci-dessous. Les valeurs de débit minimum sont celles de la convention augmentées de 0.5 m<sup>3</sup>/s pour prendre en compte approximativement les apports intermédiaires.



**Figure 30: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 ml) sur la station MH5, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées.**

La SPU concernant les stades juvénile et alevin est nettement supérieure à celle des stations précédentes au débit minimum de la convention, correspondant à l'ancien régime d'éclusées. Elle décroît rapidement pour atteindre 50 % de sa valeur pour un débit d'environ 7 m<sup>3</sup>/s.

La SPU truite adulte est élevée également, bien, qu'inférieure de moitié à celles évoquées précédemment. Elle montre en revanche une bonne résistance à l'augmentation de débit, y compris sur toute la gamme de débit maximum d'éclusées.

Celle-ci est moins sensible pour le stade truite adulte dont le préférendum vitesse est plus élevé. Elle est compensée partiellement par un gain de hauteur d'eau.

- **Synthèse**

Cette station est caractérisée par un lit relativement large et des hauteurs d'eau relativement bonnes même à bas débit. Cette caractéristique lui confère une SPU élevée pour les principaux stades.

Lorsque le débit augmente, l'habitat pour les juvéniles diminue fortement sous l'effet de l'augmentation de vitesse. Ce phénomène est en parti compensé pour les adultes par l'augmentation de la hauteur d'eau.

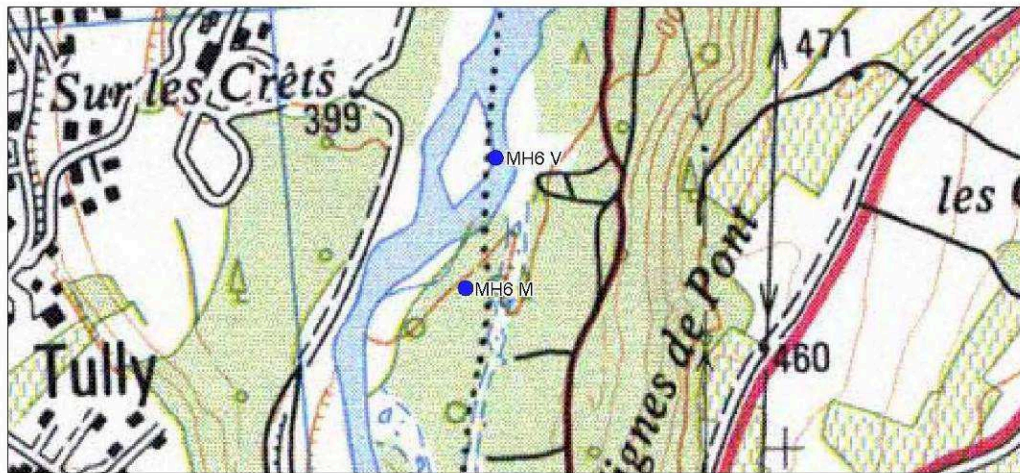
### 2.2.4.5. Station MH6

#### 2.2.4.5.1. Localisation

Les bornes amont (M) et aval (V) des stations modélisées ont été localisés au GPS. Les coordonnées sont données ci-dessous :

Station	Point	Coordonnées (WGS 84 UTM 32 T)	
MH6	MH6 M	X	0 308 200
		Y	5 138 654
	MH6 V	X	0 308 248
		Y	5 138 803

Tableau 19: coordonnées GPS des bornes de la station MH6



Carte 8: localisation des bornes de la station MH6

La station est localisée en aval des vignes de Marin.

#### 2.2.4.5.2. Dépouillement et description de la station

Le tableau de dépouillement topographique édité par EVHA est donné ci-dessous.

No de transect	No de section	Nombre de points par transect	Nombre de points dans l'eau	Nombre de relevés de surface d'eau	Longueur transect décimètre	Longueur transect topo	Largeur en mètres	Distance en mètres	Pente (‰)
1	1	24	19	3	14	14.03	13.75	9.5	
	2	18	11	3		14.75	14.75	17.2	3.9
2	3	31	23	3	15.2	15.32	15.15	22.6	9.26
3	5	24	15	3	12.4	12.56	12.2	31.8	6.52
	6	35	24	5		14.47	14.47	38.6	5.88
4	7	33	19	3	11.4	11.36	11.5	50	14.04
5	9	24	15	3	12.3	12.29	12.4	63.5	8.15
6	11	25	15	3	16	16.04	15.8	76.5	1.54
	12	29	17	3		21.19	21.19	88.2	5.13
7	13	43	34	3	22.6	22.67	22.4	102.3	9.93
8	15	41	32	3	23.3	23.17	23.2	108.6	7.94
9	17	34	24	3	23.95	23.99	24	124.3	1.91
10	19	28	22	3	24.9	24.8	24.6	136.1	5.08
11	21	24	18	3	26.35	26.4	26.4	151.9	0.63
12	23	40	31	3	28.2	28.27	28.2	164.4	3.2
<b>TOTAL</b>		<b>453</b>	<b>319</b>	<b>47</b>				<b>170.5</b>	<b>5.55</b>

Tableau 20: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH6

Le profil en long ci-dessous retrace sur chaque section : la cote d'eau moyenne et la cote de fond maximale.

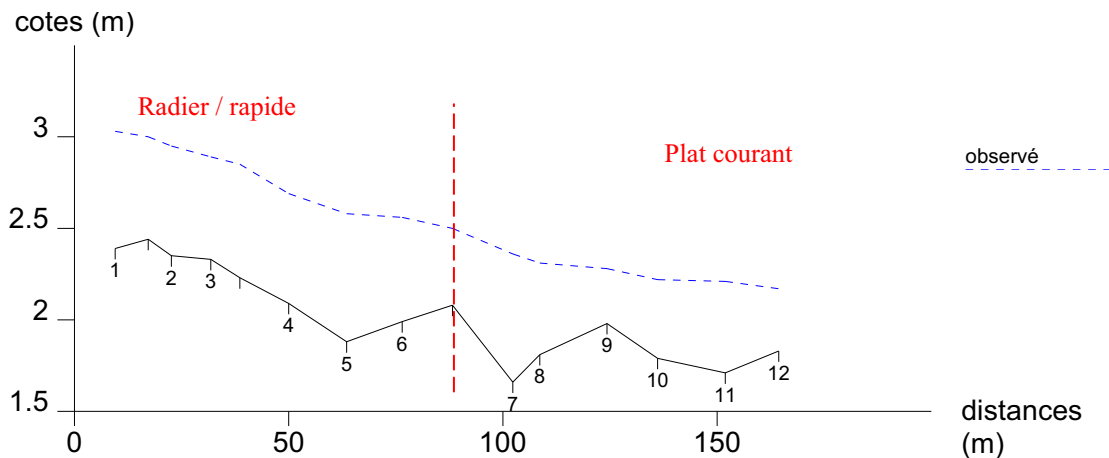


Figure 31: profil en long de la station MH6 au débit observé lors du relevé de terrain.

Douze transects ont été nécessaires à la description de la station ainsi que trois sections hydrauliques complémentaires. La station s'est révélée difficile à placer en raison de nombreux secteurs présentant deux bras, impossibles à modéliser. La station est finalement contrainte entre deux secteurs à bras multiple. L'habitat modélisé semble en revanche représentatif du tronçon.

La station marque l'alternance d'un grand faciès de type radier / rapide puis d'un plat courant. (Cf. Figure 31) Elle coïncide avec la station de pêche électrique D3 de 2008.

La pente est faible sur cette station; elle est de 5.5 ‰.

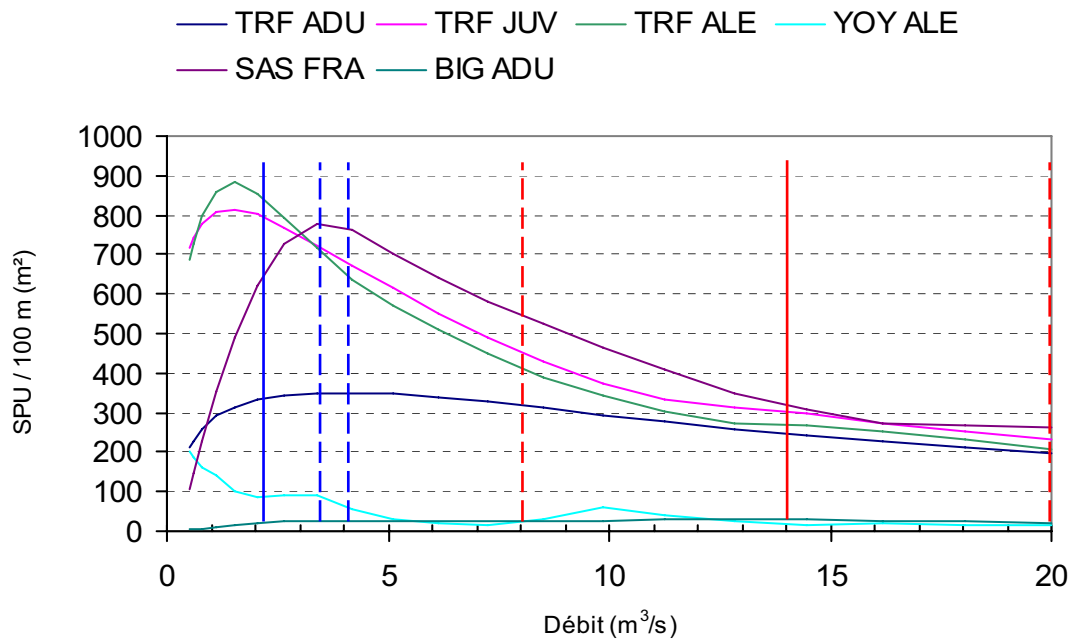


**Photo 6: Vue de l'amont de la station de microhabitat MH6**

Cette station est caractérisée par des potentialités d'expansion importantes et des abris hydrauliques peu abondants. (Cf. Photo 6)

#### *2.2.4.5.3. Evaluation de la SPU pour les stades pris en compte*

Tous les stades pris en compte figurent dans le graphique ci-dessous. Les valeurs de débit minimum sont celles de la convention augmentées de 1 m<sup>3</sup>/s pour prendre en compte approximativement les apports intermédiaires.



**Figure 32: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 ml) sur la station MH2, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées.**

La SPU concernant les stades juvéniles et alevins est importante, proche de 800 m<sup>2</sup>/100m, au débit minimum de la convention, correspondant à l'ancien régime d'éclusées. Elle décroît ensuite rapidement pour atteindre 50 % de sa valeur à un débit d'environ 8 m<sup>3</sup>/s.

La SPU truite adulte est moyennement élevée, de l'ordre de 350 m<sup>2</sup>/100m au débit minimum. Elle montre en revanche une légère croissance puis une bonne résistance à l'augmentation de débit, y compris sur toute la gamme de débit maximum d'éclusées.

Le facteur explicatif principal de la baisse de SPU pour tous les stades est comme sur les stations précédentes l'augmentation de vitesse. Celle-ci est compensée en partie pour le stade truite adulte par l'augmentation de hauteur d'eau qui lui est favorable.

#### • Synthèse

Cette station est caractérisée par un lit relativement large et des hauteurs d'eau relativement faibles à bas débit. Cette caractéristique lui confère une SPU plus élevée pour les juvéniles que pour les truites adultes.

Lorsque le débit augmente, l'habitat pour les juvéniles diminue fortement sous l'effet de l'augmentation de vitesse. Ce phénomène est en partie compensé pour les adultes par l'augmentation de la hauteur d'eau.

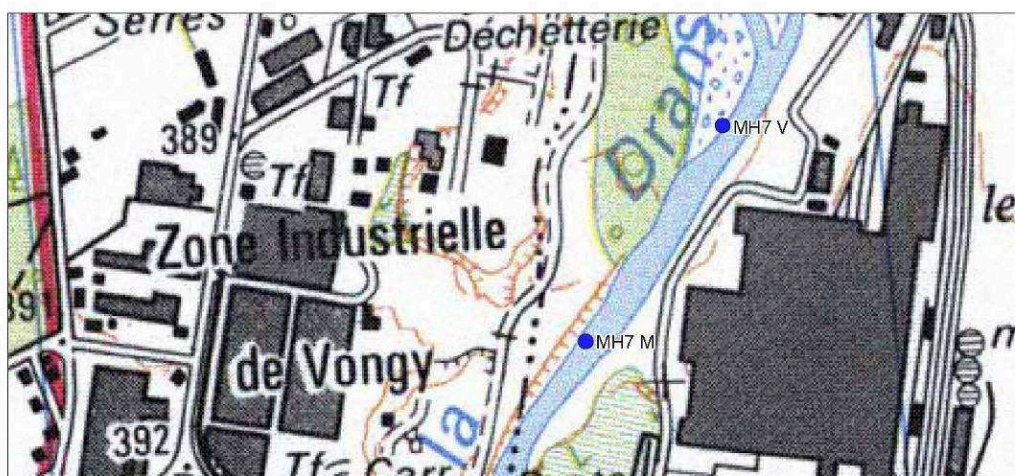
### 2.2.4.6. Station MH7

#### 2.2.4.6.1. Localisation

Les bornes amont (M) et aval (V) des stations modélisées ont été localisés au GPS. Les coordonnées sont données ci-dessous :

Station	Point	Coordonnées (WGS 84 UTM 32 T)	
MH7	MH7 M	X	0 308 638
		Y	5 140 486
	MH7 V	X	0 308 819
		Y	5 140 724

Tableau 21: coordonnées GPS des bornes de la station MH7



Carte 9: localisation des bornes de la station MH7

#### 2.2.4.6.2. Dépouillement et description de la station

Le tableau de dépouillement topographique édité par EVHA est donné ci-dessous.

No de transect	No de section	Nombre de points par transect	Nombre de points dans l'eau	Nombre de relevés de surface d'eau	Longueur transect décimètre	Longueur transect topo	Largeur en mètres	Distance en mètres	Pente (‰)
1	1	19	12	3	24.1	23.68	24	8.6	
2	3	24	19	3	25.2	25.32	25.3	34.3	1.17
3	5	21	15	4	28.25	28.37	28.2	49	2.04
	6	16	10	4		25.79	25.79	69.4	3.43
4	7	33	24	2	23.05	22.99	22.8	84	6.85
5	9	27	16	3	18.4	18.58	19.7	124.4	2.72
6	11	29	18	2	19.3	19.19	20	139.4	0
	12	15	9	3		20.76	20.76	149.9	4.76
7	13	36	23	3	13.35	13.27	17.15	180.4	8.2
8	15	23	14	3	15.2	15.24	15.3	218.1	3.18
	16	20	9	3		15.87	15.87	229.1	0.91
9	17	22	13	3	17.3	17.27	17.4	240.7	0.86
10	19	28	18	3	18.4	18.43	18.6	263.6	0.87
11	21	41	32	4	25.3	25.21	25.2	296.8	2.71
<b>TOTAL</b>		<b>354</b>	<b>232</b>	<b>43</b>				<b>307.7</b>	<b>3.09</b>

Tableau 22: Tableau de dépouillement topographique édité par EVHA pour la station MH7

Le profil en long ci-dessous retrace sur chaque section : la cote d'eau moyenne et la cote de fond maximale.

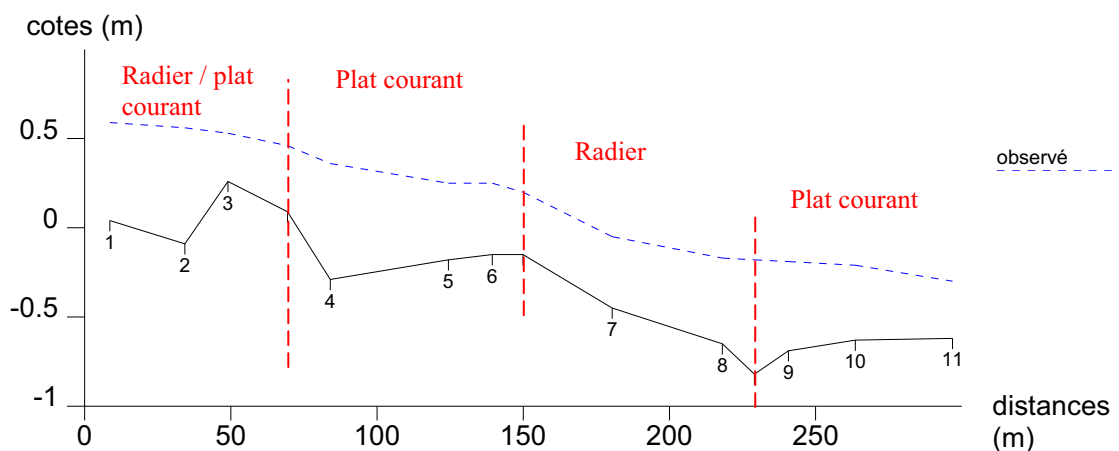


Figure 33: profil en long de la station MH7 au débit observé lors du relevé de terrain.

Onze transects ont été nécessaires à la description de la station ainsi que trois sections hydrauliques complémentaires. Ce secteur est relativement homogène et se situe dans un secteur contraint par l'urbanisation, en amont immédiat du delta de la Dranse.

La station marque l'alternance de deux séquences radier – plat courant. (Cf. Figure 33) Elle coïncide avec un secteur majeur de reproduction des truites lacustres sur la Basse Dranse.

La pente est faible sur cette station; elle est de 3 ‰.

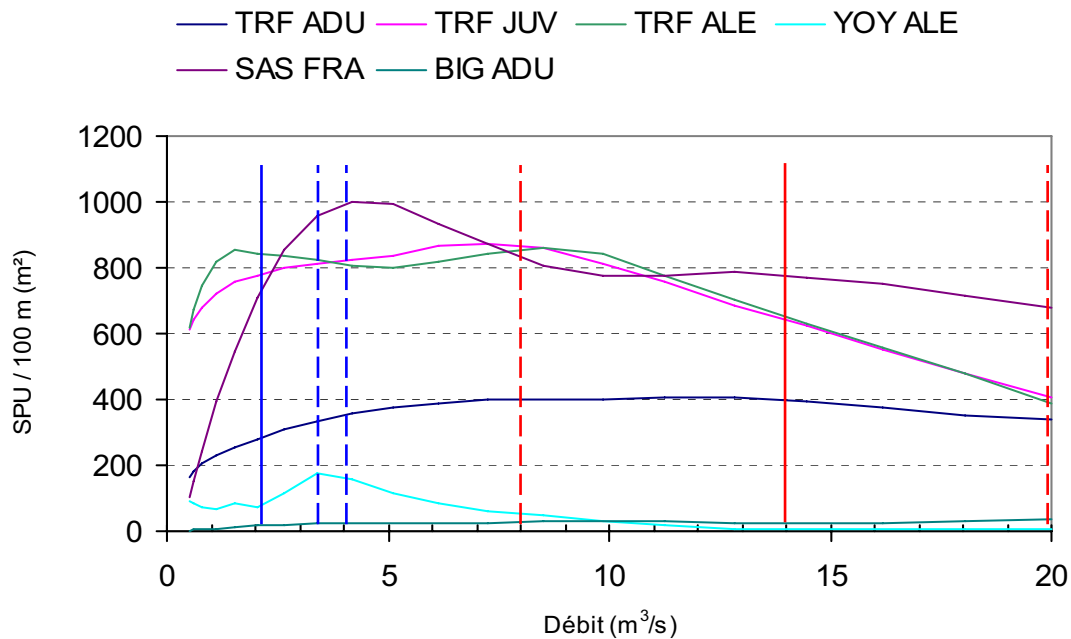


**Photo 7: Vue d'ensemble de la station de microhabitat MH7**

Cette station est caractérisée par un lit large, peu profond et des potentialités d'expansion importantes. (Cf. Photo 7)

#### *2.2.4.6.3. Evaluation de la SPU pour les stades pris en compte*

Tous les stades pris en compte figurent dans le graphique ci-dessous. Les valeurs de débit minimum sont celles de la convention augmentées de 1 m<sup>3</sup>/s pour prendre en compte approximativement les apports intermédiaires.



**Figure 34: Courbe représentant la surface pondérée utile normée (SPU pour 100 m) sur la station MH2, des stades pris en compte dans la présente étude, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum et minimum des éclusées.**

La SPU concernant les stades juvénile et alevin est importante, proche de 800 m<sup>2</sup>/100 m, au débit minimum de la convention, correspondant à l'ancien régime d'éclusées. Elle se maintient voire augmente légèrement jusqu'à un débit de 8 m<sup>3</sup>/s puis décroît lentement. Cette observation s'explique par la mise en eau progressive de secteurs nouveaux quand le débit augmente.

La SPU truite adulte est peu élevée au débit minimum. Elle croît progressivement jusqu'à 8 m<sup>3</sup>/s puis est stable jusqu'à 14 m<sup>3</sup>/s avant de décroître faiblement. La faible valeur de la SPU adulte à bas débit s'explique principalement par des hauteurs d'eau insuffisantes en de nombreux secteurs. L'augmentation de débit est favorable à l'habitat de ce stade du fait de l'effet combiné de l'augmentation de hauteur d'eau et de la mise en eau de bancs de galets.

#### • Synthèse

Cette station est caractérisée par un lit relativement large et des hauteurs d'eau relativement faibles à bas débit. Cette caractéristique lui confère une SPU élevée à bas débit pour les juvéniles mais plus faible pour les adultes.

Lorsque le débit augmente, l'habitat pour les juvéniles se maintient jusqu'à près de 10 m<sup>3</sup>/s du fait de la mise en eau de secteurs en berge. L'habitat pour les adultes augmente sous l'effet combiné de l'augmentation de la hauteur d'eau de l'augmentation de surface mouillée.

## 2.2.5. Interprétation longitudinale des résultats

### 2.2.5.1. Evolution des surfaces mouillées normées

La surface mouillée normée correspond à la surface en eau pour un débit donné, rapporté sur un linéaire de 100 m. Cela permet de comparer les surfaces des différentes stations sans être influencé par la longueur de celles-ci.

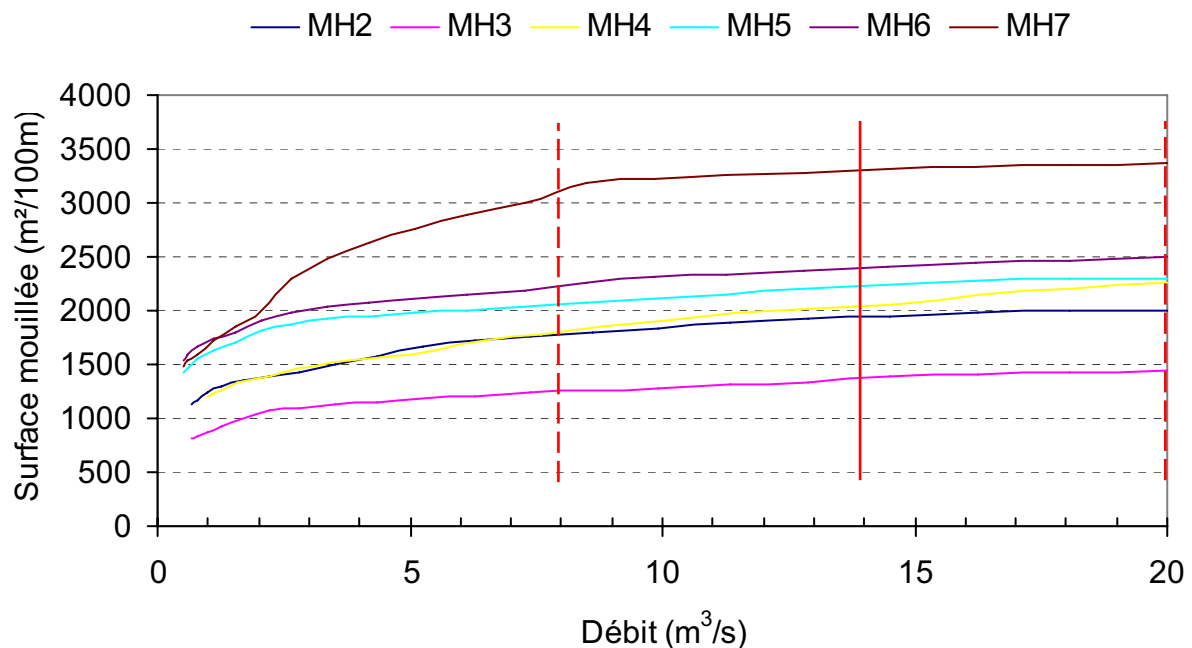


Figure 35: Courbe représentant la surface mouillée normée (m<sup>2</sup> pour 100 ml) de l'ensembles des stations, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum des éclusées.

L'évolution des surfaces est directement assimilable à l'évolution des largeurs moyennes.

A l'exception de la station MH3, qui présente la surface mouillée la plus faible, les surfaces des stations apparaissent, à débit égal, croissantes d'amont vers l'aval.

Ces résultats confirment les observations de terrain. Les stations amont sont en effet relativement engorgées ; ce qui limite leur largeur. Vers l'aval, le cours d'eau est moins contraint et des espaces de divagations apparaissent à partir de la station MH6.

L'évolution de la surface mouillée est similaire pour les stations MH2 à MH6. Elle montre une croissance progressive sans seuils marqués. Sur ces stations la mise en eau des berges par l'augmentation de débit est progressive.

L'évolution de la surface mouillée de la station MH7 est plus forte et montre plusieurs paliers. Ceci est caractéristique de la mise en eau par seuils de secteurs importants en berges. (Cf. Photo 8).

Sur la station MH7 était notamment visible un bras, qui était mis en eau lors de chaque éclusées.



**Photo 8:** vue d'un secteur dans la zone de marnage des éclusées en aval de la station MH7 ; sur la gauche, un bras asséché à bas débit.

Le marnage lors d'une éclusée peut être évalué sur les stations modélisées.

Station	Débit minimum		Eclusée 8 m <sup>3</sup> /s			Eclusée 15 m <sup>3</sup> /s			Eclusée 20 m <sup>3</sup> /s		
	Débit m <sup>3</sup> /s	Surface mouillée m <sup>2</sup> /100 m	Surface mouillée m <sup>2</sup> /100 m	Marnage m <sup>2</sup> /100 m %		Surface mouillée m <sup>2</sup> /100 m	Marnage m <sup>2</sup> /100 m %		Surface mouillée m <sup>2</sup> /100 m	Marnage m <sup>2</sup> /100 m %	
MH2	0.6	1127	1778	651	<b>58%</b>	1949	822	<b>73%</b>	2005	878	<b>78%</b>
MH3	1.1	920	1253	333	36%	1388	468	<b>51%</b>	1445	525	<b>57%</b>
MH4	1.6	1329	1815	487	37%	2063	734	<b>55%</b>	2258	929	<b>70%</b>
MH5	1.6	1712	2056	344	20%	2242	530	31%	2305	593	35%
MH6	2.1	1902	2223	320	17%	2413	510	27%	2501	599	31%
MH7	2.1	2003	3088	1085	<b>54%</b>	3308	1304	<b>65%</b>	3364	1360	<b>68%</b>

**Tableau 23:** Evaluation des surfaces de marnage sur les stations modélisées ; Des apports intermédiaires d'environ 1m<sup>3</sup>/s ont été utilisée pour corriger le débit minimum ; les valeurs supérieures à 50 % figurent en gras.

Le Tableau 23 synthétise les valeurs de marnage en mètre carré pour cent mètres et en pourcentage de la surface observée à bas débit sur les stations modélisées.

**Les stations MH2 et MH7** voient leur surface augmenter de plus 50% dès 8 m<sup>3</sup>/s soit presque lors de chaque éclusées. Pour la limite maximum des éclusées les plus fréquentes (20 m<sup>3</sup>/s), la station MH2 voit sa surface augmenter de 78 % contre 68 % pour la station MH7. Cette augmentation de surface peut être traduite en une augmentation de la largeur moyenne du lit mouillé. Elle est de 8.7 m sur la station MH2 et 13 m sur la station MH7.

**Les stations MH3 et MH4** voient leur surface augmenter de plus de 50 % pour la valeur médiane des éclusées les plus fréquentes (15 m<sup>3</sup>/s). Pour la valeur de 20 m<sup>3</sup>/s, le marnage est de 57 % pour la station MH3 et 70 % pour la station MH4. Ces pourcentages correspondent respectivement à des augmentations de la largeur moyenne de la station de 5 et 9 m.

**Les station MH5 et MH6** présentent le marnage le moins important. Celui-ci varie entre 20 et 35 % pour la station MH5 et entre 17 et 31 % pour la station MH6, aux bornes des débits maximums des éclusées les plus fréquentes. Ces pourcentages correspondent à des augmentations d'environ 6 m de la largeur moyenne au maximum de débit.

Les possibilités d'expansion latérales des éclusées apparaissent variables selon les stations. Elles varient de 4.7 m à 17 m au débit médian d'écluse. La présence de secteurs importants mis en eaux lors d'un cycle d'écluse peut avoir des conséquences variables sur la population de poissons :

- d'une part l'augmentation de la largeur du lit et la mise en eau de secteurs émergés à bas débit augmentent les indices d'habitats en augmentant la surface mouillée et en atténuant l'augmentation de vitesse défavorable dans le cas de la Basse Dranse.
- d'un autre coté, en raison de la rapidité de transition et haut et bas débit, ainsi que du rythme bi-journalier des éclusées elles augmentent significativement les risques d'échouage des poissons, notamment des juvéniles qui se seront réfugiés dans la zone de marnage durant l'écluse.

#### • Effet du changement de régime d'éclusées

L'effet d'une augmentation du débit de base se traduit par une diminution de surface de marnage. Ces surfaces peuvent être évaluées pour les deux débits de la convention et comparés aux surfaces de marnage pour le débit de base. Cette démarche est synthétisée dans le Tableau 24 ci-dessous.

	éclusee 15 m <sup>3</sup> /s	débit de base			débit de base + 1.3 m <sup>3</sup> /s			débit de base + 2 m <sup>3</sup> /s		
	Surface m <sup>2</sup> /100m	Surface m <sup>2</sup> /100m	Marnage m <sup>2</sup> /100m	%	Surface m <sup>2</sup> /100m	Marnage m <sup>2</sup> /100m	%	Surface m <sup>2</sup> /100m	Marnage m <sup>2</sup> /100m	%
MH2	1948	1127	821	73%	1393	555	40%	1431	517	36%
MH3	1388	920	468	51%	1083	306	28%	1109	280	25%
MH4	2063	1329	734	55%	1485	577	39%	1530	533	35%
MH5	2242	1712	530	31%	1892	350	18%	1932	310	16%
MH6	2413	1902	510	27%	1987	426	21%	2078	334	16%
MH7	3308	2003	1304	65%	2490	818	33%	2633	675	26%

**Tableau 24: Synthèse de l'évolution de la surface du lit mouillé entre le débit de base, le débit de base complété de 1.3m<sup>3</sup>/s et le débit de base complété de 2 m<sup>3</sup>/s. Les valeurs exactes sont à prendre avec précaution, puisque en absence de connaissance précise des apports intermédiaires, ceux-ci ont été évalués. Les tendances sont en revanche valides.**

L'injection d'un débit complémentaire au débit de base diminue très sensiblement les surfaces de marnage sur toutes les stations.

Sur la période estivale, du 15 juin au 15 novembre, aucune modification de régime n'est appliquée. Le marnage varie de 4.6 m sur la station MH3 à 13 m sur la station MH7.

Sur la période du 15 novembre au 15 février, le débit de base est soutenu par l'injection de 1.3 m<sup>3</sup>/s. Ce débit complémentaire durant la période de reproduction a pour objectif de réduire le risque d'exondation de frayères. Le marnage sur cette période varie de 3.5 m sur la station MH5 à 8,18 m sur la station MH7.

Sur la période du 15 février au 15 juin, couvrant l'émergence des alevins, le marnage varie de 2.8 m sur la station MH2 à 6.76 sur la station MH7.

En conclusion, l'injection d'un débit complémentaire au niveau de l'usine de Bioge permet de réduire de façons importantes les surfaces de marnage. Le gain potentiel concernant la réduction du risque d'exondation de frayères apparaît confirmé.

### 2.2.5.2. Evolution longitudinale de la SPU pour les stades « alevins »

Deux stades d'alevins ont été retenus dans cette analyse : les stades YOY et TRF ALE :

- Le stade YOY (NEHRING et ANDERSON, 1993) décrit les préférences pour des alevins de truite fario de 2 à 4 semaines. Ce stade est une étape sensible du développement et les préférendum associés sont exigeants (Cf. Annexe)
- Le stade TRF ALE est issu des courbes CEMAGREFF pour la truite fario.

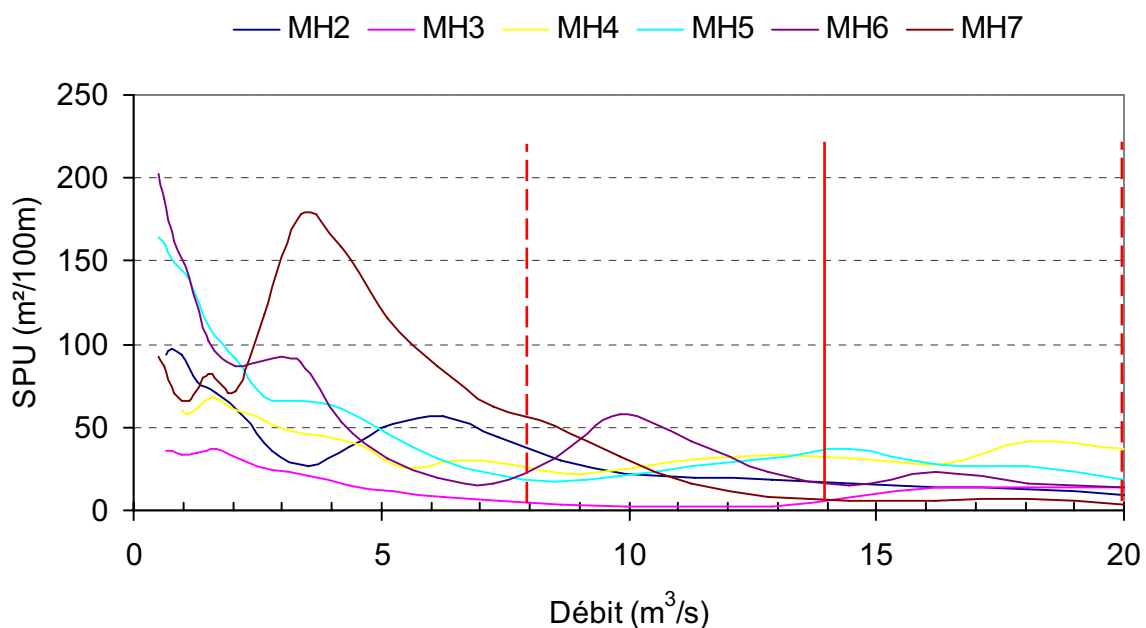


Figure 36: Courbe représentant la SPU normée du stade TRF YOY pour l'ensemble des stations, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum des éclusées.

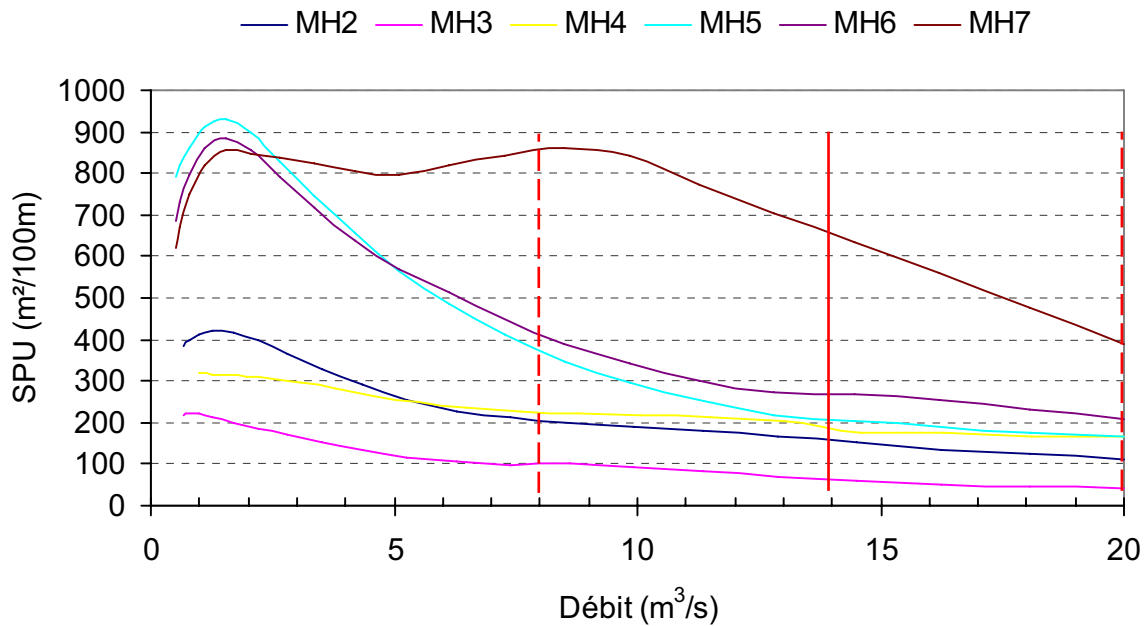


Figure 37: Courbe représentant la SPU normée du stade TRF ALE pour l'ensemble des stations, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximums des éclusées.

- **Analyse du stade YOY**

L'évolution du stade jeune alevin (YOY) est relativement irrégulière (Figure 36), montrant des phases de croissance et de décroissance de sa SPU spécifique. Ce résultat est à associer aux fenêtres étroites des préférences de vitesse et de hauteur d'eau qui conduisent à des effets de seuils suite à la mise en eau ou à la perte de secteurs favorables.

Pour les stations MH2 à MH6, les plus fortes valeurs de SPU se rencontrent au débit minimum de la modélisation qui est inférieur au débit plancher d'éclusée. Les valeurs décroissent ensuite rapidement. La station MH7 affiche une évolution similaire aux autres résultats jusqu'à environ 2 m³/s, puis la SPU augmente rapidement sous l'effet de mise en eau de secteurs latéraux.

- **Analyse du stade TRF ALE**

Les valeurs de SPU pour le stade alevin sont synthétisées dans la Figure 37. Les trois stations les plus en aval sont celles qui montrent les plus fortes valeurs de SPU. Sur les stations MH2 à MH6, les plus fortes valeurs sont obtenues pour un débit variant entre 1 et 2 m³/s. Pour les débits supérieurs, l'habitat diminue fortement sous l'effet de l'augmentation de la vitesse d'écoulement. La Station MH7 affiche une évolution différente liée à la mise en eau de secteurs latéraux qui créent de l'habitat pour les alevins quand le débit augmente.

L'ordre d'intérêt croissant des stations pour ce stade suit approximativement l'ordre observé en 2.2.5.1 concernant les surfaces mouillées. Toutefois les stations MH5, MH6 et MH7 se détachent nettement du lot puisque en complément de surfaces mouillées importantes ces stations présentent également de nombreux secteurs peu profonds.

- **Synthèse**

Les stades alevins ont des affinités pour les faibles hauteurs d'eau et montrent donc des valeurs maximums pour les faibles débits. Leurs SPU est par conséquent rapidement affectées par une augmentation de débit. Les stations qui présentent les plus fortes valeurs de SPU sont

les trois stations aval. Ces stations sont les plus larges et sont de plus en plus profondes sur des surfaces importantes. Pour la station MH7, les valeurs d'habitats montrent une certaine résistance à l'augmentation de débit, plus nette pour le stade juvénile que pour le stade YOY. Cette observation s'explique par la mise en eau sur cette station de secteurs latéraux. Comme abordé en 2.2.5.1, cet état de fait a pour conséquence associée une augmentation du risque d'échouage.

- **Evaluation de l'effet du nouveau régime d'éclusées sur la SPU**

Pour le stade YOY seule l'augmentation printanière du débit de base est concernée.

	SPU pour le stade YOY (m <sup>2</sup> /100m)		évolution	
	débit de base	débit de base + 2 m <sup>3</sup> /s	m <sup>2</sup> /100m	%
MH2	97	36	-61	-63%
MH3	34	20	-14	-41%
MH4	68	44	-24	-35%
MH5	111	61	-50	-45%
MH6	86	53	-33	-38%
MH7	72	158	86	119%

**Tableau 25:** Synthèse de l'évolution de la SPU pour le stade YOY entre le débit de base et le débit de base complété de 2m<sup>3</sup>/s. Les valeurs exactes sont à prendre avec précaution, puisque en absence de connaissance précise des apports intermédiaires, ceux-ci ont été évalués. Les tendances sont en revanche valides.

L'injection de 2 m<sup>3</sup>/s complémentaire à cette période de l'année a pour conséquence une réduction de la SPU sur les stations 1 à 6 variant entre 35 et 65%. Seule la station MH7 voit sa SPU augmenter de 119 % du fait de la mise en eau de bancs de galets.

Le stade TRF ALE correspond à des individus de 5 à 10 cm. Du fait de la croissance observée lors des inventaires piscicoles, ce stade ne sera pris en compte que lors des périodes printanières et estivales. (Cf. 1.4.6.2 Choix des courbes de préférences)

	SPU pour le stade TRF ALE (m <sup>2</sup> /100m)		évolution	
	débit de base	débit de base + 2 m <sup>3</sup> /s	m <sup>2</sup> /100m	%
MH2	385	364	-21	-5%
MH3	213	160	-53	-25%
MH4	315	280	-35	-11%
MH5	910	715	-195	-21%
MH6	875	650	-225	-26%
MH7	820	810	-10	-1%

**Tableau 26:** Synthèse de l'évolution de la SPU pour le stade TRF ALE entre le débit de base et le débit de base complété de 2m<sup>3</sup>/s. Les valeurs exactes sont à prendre avec précaution, puisque en absence de connaissance précise des apports intermédiaires, ceux-ci ont été évalués. Les tendances sont en revanche valides.

Pour le stade alevin 5 à 10 cm également, l'injection de 2 m<sup>3</sup>/s complémentaire de mi-février à mi-juin a pour conséquence une réduction de 1 à 26 % de la SPU sur toutes les stations. Aucune modification de régime n'est mise en place durant l'été, période principale de grossissement des alevins.

Les stades « alevins » sont généralement les plus sensibles quand l'on considère l'impact d'une gestion hydroélectrique en éclusées sur l'habitat piscicole. Des effets significatifs

concernant le déclenchement de la dévalaison, par les éclusées ont été mis en évidence par différents auteurs (LAUTERS, 1995) (H. LIEBIG, P. LIM et A. BELAUD, 1998). Les travaux de H. Liebig *et al.* en canal semi naturel ont mis en évidence le déclenchement d'une dévalaison allant jusqu'à 10 % de la population sur des alevins de truite de 2 à 3 mois lors d'un cycle d'éclusée. Cette dévalaison est amplifiée par des débits de base faible.

En effet les fortes surfaces utilisables par les jeunes truites pour les faibles débits conduit à une dispersion des alevins qui recherchent individuellement à ce stade des postes de chasses ou la dépense énergétique est minimale pour un gain maximal. Le déclenchement d'une éclusée à ce stade augmente la proportion d'individus qui dérivent (LIEBIEG *et al.*, 1998). Si les conditions d'habitats au débit de base se rapprochent des conditions existantes lors des éclusées, l'alevin tendra à occuper des postes plus abrités et sera moins susceptible d'être entraîné. (LIEBIEG *et al.*, 1998).

Dans ce cadre, la diminution des SPU notamment du stade YOY avec l'augmentation des débits minimum apparaît comme un gain potentiel à confirmer. Toutefois, l'âge des individus utilisés dans l'expérimentation (2 à 3 mois) laisse craindre un risque qui perdure au delà du 15 juin, date de fin du soutien « printanier » du débit de base.

### 2.2.5.3. Evolution longitudinale de la SPU pour les stades TRF adultes et BIG adultes

Deux stades adultes ont été retenus dans cette analyse :

Le stade TRF Adulte est extrait des courbes Cemagref, il prend en compte des truites fario de 14 à 28 cm.

En raison de la taille moyenne généralement supérieure des adultes sur la basse Dranse, ces courbes seront complétées par celles issues de John Hayes, (1991) concernant des truites de plus de 40 cm. Il semble en revanche que ces courbes constituent des préférendum dans un contexte d'alimentation et ne prennent pas en compte l'ensemble des tenues et du comportement de ces individus. L'exploitation qui en est faite doit en tenir compte.

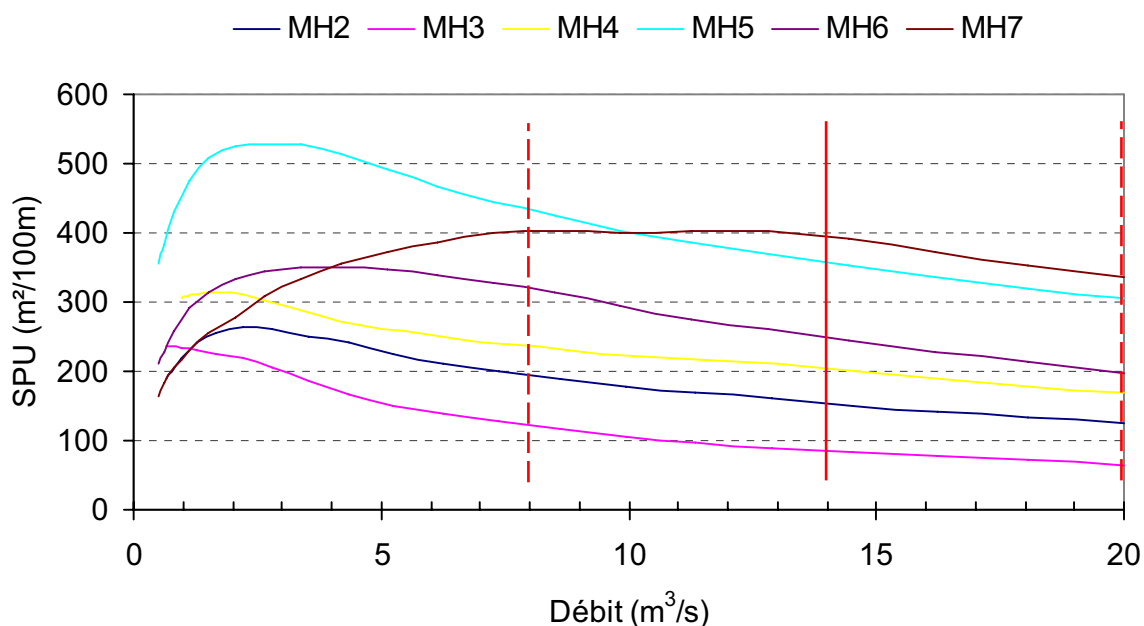
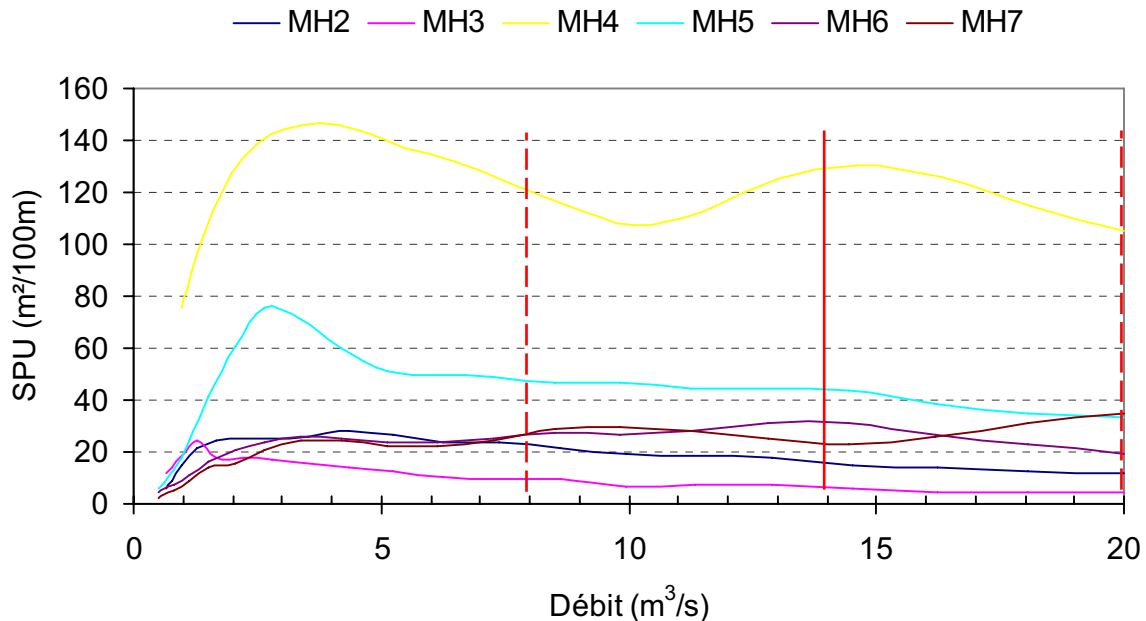


Figure 38: Courbe représentant la SPU normée du stade TRF adulte pour l'ensemble des stations, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximum des éclusées.

Les SPU optimales se rencontrent pour des débits inférieurs à 5 m<sup>3</sup>/s sur l'essentiel des stations. Seule la Station MH7 présente une SPU maximum aux environs de 10 m<sup>3</sup>/s du fait de l'expansion importante du lit mouillé.

Les stations qui présentent les SPU maximales sont celles qui ont les surfaces de lit mouillées les plus importantes. Ceci s'explique d'un part par la simple augmentation de surface et d'autre part par ce que l'effet de l'augmentation de vitesse liée à l'augmentation de débit se fait moins ressentir.

Durant un cycle d'écluse, les SPU pour la truite se maintiennent même si les plus fortes valeurs se rencontrent à bas débit.



**Figure 39:** Courbe représentant la SPU normée du stade « Large Brown Trout » pour l'ensemble des stations, en fonction du débit. Les barres verticales représentent les débits caractéristiques maximums des éclusées.

Le préférendum « Large Brown Trout » est caractérisé par une affinité pour des hauteurs d'eau supérieures, associées à des débits plus soutenus.

Deux stations se détachent, MH4 et MH5. La station MH5 a également les valeurs de SPU les plus fortes pour la truite adulte. Cette station est caractérisée par un lit relativement large et des profondeurs importantes. La station MH4 est une des stations suivies en pêche électrique (D2). Elle est caractérisée par la présence de fosses.

A l'exception de la station MH3, les courbes réagissent positivement à une augmentation modérée du débit. Les meilleures valeurs obtenues se situent entre 3 et 5 m<sup>3</sup>/s.

- **Evaluation de l'effet du nouveau régime d'éclusées sur la SPU**

Pour le stade truite adulte, l'évaluation de l'effet du nouveau régime a été faite pour les deux périodes de soutiens du débit de base. La synthèse figure dans le tableau Tableau 27 ci-dessous.

	SPU pour le stade TRF Adulte (m <sup>2</sup> /100m)						
	débit de base Surface m <sup>2</sup> /100m	débit de base + 1.3 m <sup>3</sup> /s			débit de base + 2 m <sup>3</sup> /s		
		Surface m <sup>2</sup> /100m	évolution m <sup>2</sup> /100m	%	Surface m <sup>2</sup> /100m	évolution m <sup>2</sup> /100m	%
MH2	195	255	60	31%	260	65	33%
MH3	230	215	-15	-7%	195	-35	-15%
MH4	315	295	-20	-6%	280	-35	-11%
MH5	505	510	5	1%	507	2	0%
MH6	340	360	20	6%	360	20	6%
MH7	290	320	30	10%	355	65	22%

**Tableau 27 : Synthèse de l'évolution de la SPU pour le stade TRF adulte entre le débit de base, le débit de base complété de 1.3 m<sup>3</sup>/s et le débit de base complété de 2 m<sup>3</sup>/s. Les valeurs exactes sont à prendre avec précaution en absence de connaissance précise des apports intermédiaires. Les tendances sont en revanche valides.**

Pour quatre des six stations, l'injection d'un débit complémentaire conduit à un gain de SPU, maximum pour les stations MH2 et MH7. Sur les stations MH3 et MH4, les courbes d'évolution de la SPU sont décroissantes dès le début de la modélisation. L'injection d'un débit complémentaire au débit plancher induit donc immédiatement une perte de SPU. L'augmentation des vitesses d'écoulement sur ces stations se traduit immédiatement par une perte d'habitat.

	SPU pour le stade Large brown trout (m <sup>2</sup> /100m)						
	débit de base Surface m <sup>2</sup> /100m	débit de base + 1.3 m <sup>3</sup> /s			débit de base + 2 m <sup>3</sup> /s		
		Surface m <sup>2</sup> /100m	évolution m <sup>2</sup> /100m	%	Surface m <sup>2</sup> /100m	évolution m <sup>2</sup> /100m	%
MH2	9	23	14	156%	24	15	167%
MH3	20	17	-3	-15%	16	-4	-20%
MH4	115	140	25	22%	145	30	26%
MH5	40	67	27	68%	65	25	63%
MH6	20	23	3	15%	25	5	25%
MH7	15	21	6	40%	25	10	67%

**Tableau 28 : Synthèse de l'évolution de la SPU pour le stade Large Brown Trout entre le débit de base et le débit de base complété de 2 m<sup>3</sup>/s. Les valeurs exactes sont à prendre avec précaution en absence de connaissance précise des apports intermédiaires. Les tendances sont en revanche valides.**

Concernant le stade large brown trout, (Tableau 28), pour cinq des six stations, l'injection d'un débit complémentaire conduit à un gain important de SPU, de l'ordre de 25 à 167 %. La station MH3 en revanche voit son habitat diminuer dès l'injection d'un débit complémentaire, et ce en relation avec des augmentations de vitesse importantes.

L'augmentation du débit plancher sur les stades adultes se traduit globalement par une augmentation de la SPU. Cette augmentation est plus nettement perceptible pour le stade grosse truite pour lequel les exigences en terme de hauteur d'eau sont plus fortes. Les résultats de ce stade ne sont pas directement comparables aux autres, notamment en terme de valeurs absolues des SPU. La tendance observée est toutefois à considérer avec attention puisque les adultes de truite sédentaire ainsi que les truites lacustres présentent des tailles supérieures à 40 cm.

Le gain pour les truites lacustres semble confirmé durant la période hivernale où elles sont présentes en abondance pour se reproduire. Leur présence à ce moment de l'année est toutefois conditionnée par la frai et il est probable que les conditions de reproduction priment

sur les conditions d'habitat. Cette augmentation de SPU pourrait être bénéfique durant la période estivale ou des individus remontent dans la Dranse mais aucun débit complémentaire n'est ajouté à cette période.

Pour les truites adultes de petites tailles, l'effet est moins net mais semble positif. Cet effet ne se fait cependant pas ressentir entre mi-juin et mi-octobre (pas de complément au débit de base) qui est la période maximale d'activité.

Ces stades ne sont toutefois pas ciblés par les mesures prises.

#### **2.2.5.4. Exploitation de la courbe de préférence du stade SAS Frai sur la station MH7**

La méthode des micro-habitats est peu adaptée à l'étude du stade frai.

- D'une part, les stations sont positionnées pour représenter la diversité d'habitat sur un tronçon de cours d'eau. La prise en compte des frayères potentielles est difficile à ce stade, d'autant qu'une forte hétérogénéité spatiale peut exister.
- D'autre part, une valeur de SPU peut correspondre à des habitats plus ou moins morcelés dont l'utilisation réelle est difficilement prévisible.

Pourtant la reproduction de la truite est la cible majeure qui a conduit au relèvement du débit de base en hivern. C'est pourquoi la démarche d'évaluation concernant ce stade a été adaptée :

- dans l'objectif de mieux comprendre les critères de choix d'un site de frai dans un contexte hydraulique d'éclusées,
- et afin d'évaluer l'effet du relèvement du débit de base.

##### *2.2.5.4.1. Complément méthodologique*

#### **• Principe de la démarche**

La démarche suivie s'appuie :

- d'une part sur les résultats de la modélisation de la station MH7 pour le stade frai du saumon, (Cf. 1.4.6.2 Choix des courbes de préférences)
- d'autre part sur les résultats du suivi de frayères effectives mis en place durant les saisons 2006/2007 et 2007/2008. (Cf. 2.4 Evaluation des gains concernant les conditions d'écoulement sur les sites de frayères)

La station MH7 est la seule station de micro-habitats sur laquelle ont été relevés des frayères effectives. Elles ont de plus été relevées en grand nombre puisque 93 sites de frai ont été identifiés en 10 campagnes sur 2 ans.

Dans le cadre de ce recensement, chaque frayère a fait l'objet de relevés dont :

- la localisation GPS,
- la distance à la berge,
- les caractéristiques d'écoulement ...

Les données concernant les frayères recensées ont été confrontées avec les vues en plan d'Evha de la station MH7.

- **Géoréférencement des vues en plan issues Evha**

Des résultats de modélisation sous forme de vues en plan de la station micro-habitats ont fait l'objet d'export sous format image. Ces exports ont été mis à l'échelle par confrontation avec les données topographique relevées sur le terrain.

Les rasters ont ensuite pu être géoréférencés à l'aide des coordonnées GPS qui avaient été relevées en des points particuliers et le calage a été validé par la photo aérienne.

- **Calage des positions des frayères recensées**

Le positionnement GPS présente une précision de +/- 5m. Il est utilisé pour placer longitudinalement les frayères sur le cours d'eau.

La distance à la berge de chaque « nids » ou groupe de « nids » a été relevée. Cette donnée a permis le positionnement transversal fin de chaque frayère.

Ainsi le positionnement transversal est plus fin que le positionnement longitudinal.

#### 2.2.5.4.2. Réponse des courbes de SPU pour le stade frai

Comme abordé précédemment, le positionnement des stations de micro-habitats ne reflète probablement pas les potentialités du tronçon en terme de reproduction. Il est toutefois à noter que la seule station sur laquelle ont été observés des comportements de reproduction est également celle qui présente les plus fortes valeurs de SPU (Figure 40). D'autres facteurs favorisent toutefois cette station comme son accessibilité depuis le lac.

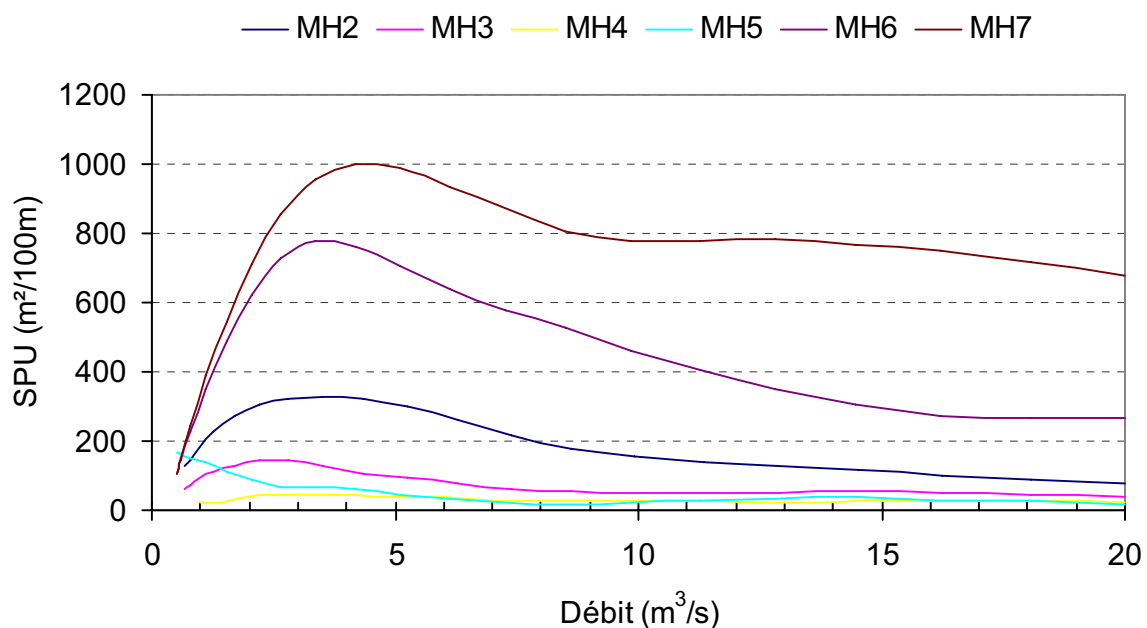


Figure 40: Courbe représentant la SPU normée du stade Frai du Saumon pour l'ensemble des stations, en fonction du débit

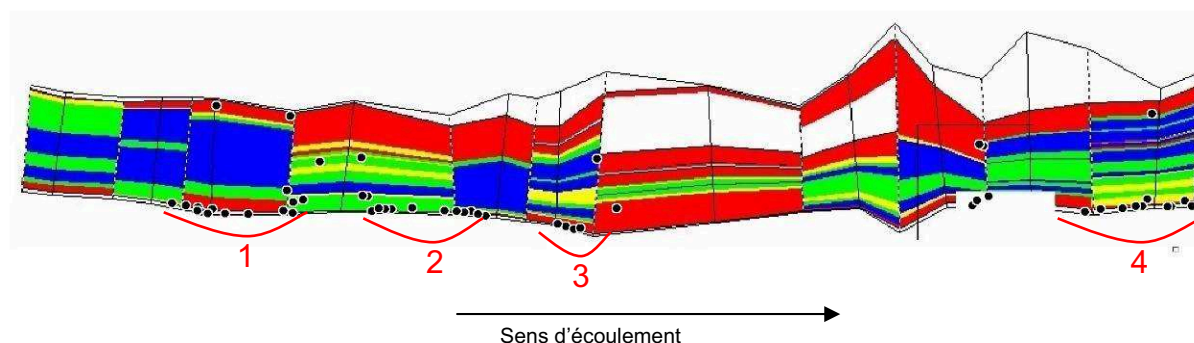
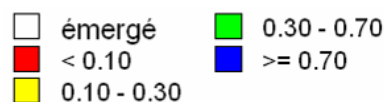
#### 2.2.5.4.3. Confrontation des vues en plan pour la valeur d'habitat du stade frai et des positions des frayères effectives

La première étape a consisté à confronter les vues en plan des valeurs d'habitat pour le stade frai et le choix effectif des sites de frai par les truite lacustres.

Cette confrontation a été faite à deux débits :

- 3.6 m<sup>3</sup>/s, ce débit correspond au débit de calage de la modélisation, réalisée au débit de base, auquel est ajouté 1.3m<sup>3</sup>/s correspondant au complément injecté à l'usine de Bioge pendant la période de frai. Il peut donc être assimilé au débit de base pendant la période de frai.
- 15 m<sup>3</sup>/s, ce débit correspond au débit maximum d'une éclusée moyenne. Il sera assimilé au débit haut de l'éclusée.

Les résultats figurent ci-après.



**Figure 41: confrontation de la vue en plan des valeurs d'habitats du stade frai du saumon sur la station MH7 pour un débit de 3.6 m<sup>3</sup>/s et de la position réel des frayère de truites lacustres ; La position des 93 frayères est matérialisées par les ronds noir.**

L'essentiel des sites de frai est accolé à la rive gauche ; peu de sites sont présent dans le chenal et en rive droite. Quatre sites principaux se détachent, regroupant plus de 75% des frayères.

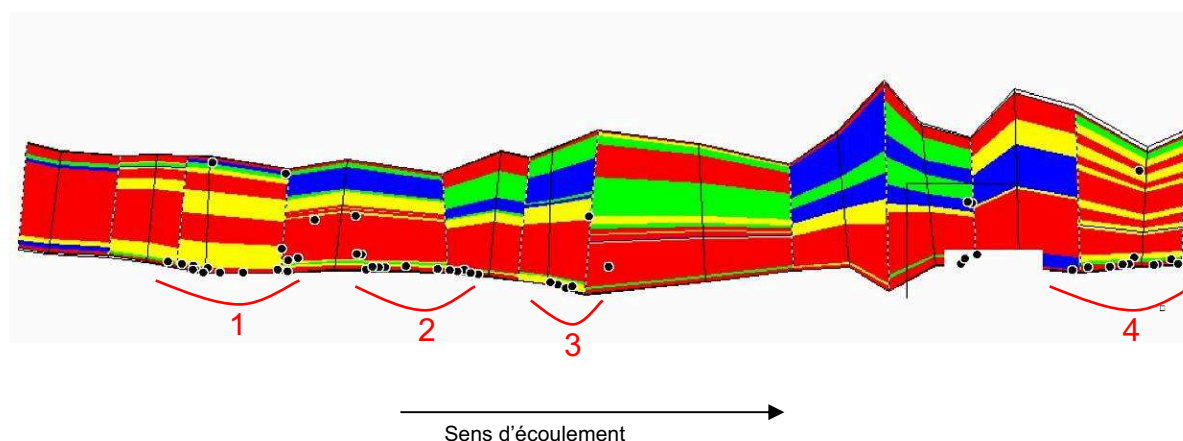
Site 1 (22 frayères) : les frayères sont localisées sur des cellules dont la valeur d'habitat est mauvaise, inférieure à 0.10. Quelques frayères aux extrémités sont sur des cellules dont la valeur d'habitat est meilleure, (verte).

Site 2 (21 frayères) : Les frayères sont localisées sur des cellules dont la valeur d'habitat est moyenne (verte)

Site 3 et 4 (6 et 22 frayères) : les frayères sont localisées sur des cellules dont la valeur d'habitat est faible à mauvaise (jaune et rouge)

En revanche de larges plages présentant une bonne valeur d'habitat (bleu) sont présentes au centre du chenal mais aucune d'elles n'incluent de frayère.

Les valeurs d'habitat obtenues au débit de base de 3.6 m<sup>3</sup>/s ne permettent pas d'expliquer le choix de positionnement des frayères.



**Figure 42: confrontation de la vue en plan des valeurs d'habitats du stade frai du saumon sur la station MH7 pour un débit de 15 m<sup>3</sup>/s et de la position réel des frayère de truites lacustres ; La position des 93 frayères est matérialisées par les ronds noir.**

Le résultat pour un débit de 15m<sup>3</sup>/s peut être décrit sur les mêmes groupes de frayères.

Site 1 et 2 : les frayères sont localisées sur des cellules dont la valeur d'habitat est mauvaise. Les cellules adjacentes présentent pour l'essentiel une valeur d'habitat faible (jaune).

Site 3 : les frayères sont localisées sur des cellules dont la valeur d'habitat est faible (jaune).

Site 4 : les frayères sont localisées sur des cellules dont la valeur d'habitat est mauvaise (rouge). Quelques frayères coté chenal sont sur des cellules dont la valeur d'habitat est meilleure, (verte à jaune).

Les larges plages présentant une bonne valeur d'habitat (bleu) dans le chenal au débit de base ne se retrouvent plus. D'autres apparaissent en rives droites.

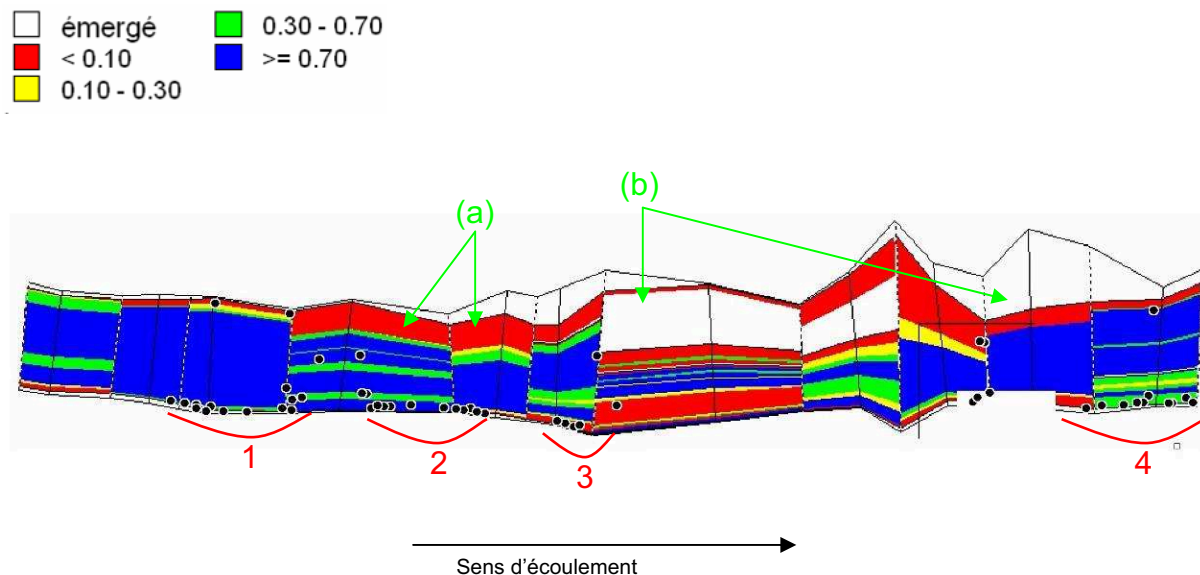
Les valeurs d'habitat obtenues au débit haut d'une écluse ne permettent pas non plus d'expliquer le choix de positionnement des frayères. Les observations de terrain, réalisées au débit de base ont montrées que les frayères étaient fréquemment localisées dans des profondeurs faibles, inférieures à 50 cm. Cette valeur correspond pourtant au minimum de la gamme de préférence du saumon, pour un choix de frayère.

La valeur d'habitat est calculé à partir des préférences de hauteur d'eau, vitesse et de substrat. La granulométrie du substrat est un paramètre fixe qui ne varie pas au cours d'une écluse. Pour s'affranchir des exigences de hauteur d'eau pour lesquels les observations de terrain à bas débit ne confortent pas les valeurs théoriques de préférences, l'analyses peut être réalisée

sur le paramètre vitesse uniquement. La vitesse est de plus le paramètre le plus variant et probablement le plus contraignant au cours d'un cycle d'éclusées.

#### 2.2.5.4.4. Confrontation des vues en plan pour la valeur de préférence « vitesse » du stade frai et des positions des frayères effectives

Le résultat de la modélisation en prenant en compte uniquement le facteur vitesse est présenté ci-dessous :



**Figure 43: confrontation de la vue en plan des valeurs de préférence « vitesse » du stade frai du saumon sur la station MH7 pour un débit de 3.6 m<sup>3</sup>/s et de la position réel des frayère de truites lacustres ; La position des 93 frayères est matérialisées par les ronds noir.**

Pour un débit de 3.6 m<sup>3</sup>/s, les frayères des sites 1 et 2 sont localisées sur des cellules dont la valeur de préférence est bonne (bleu) à moyenne (verte).

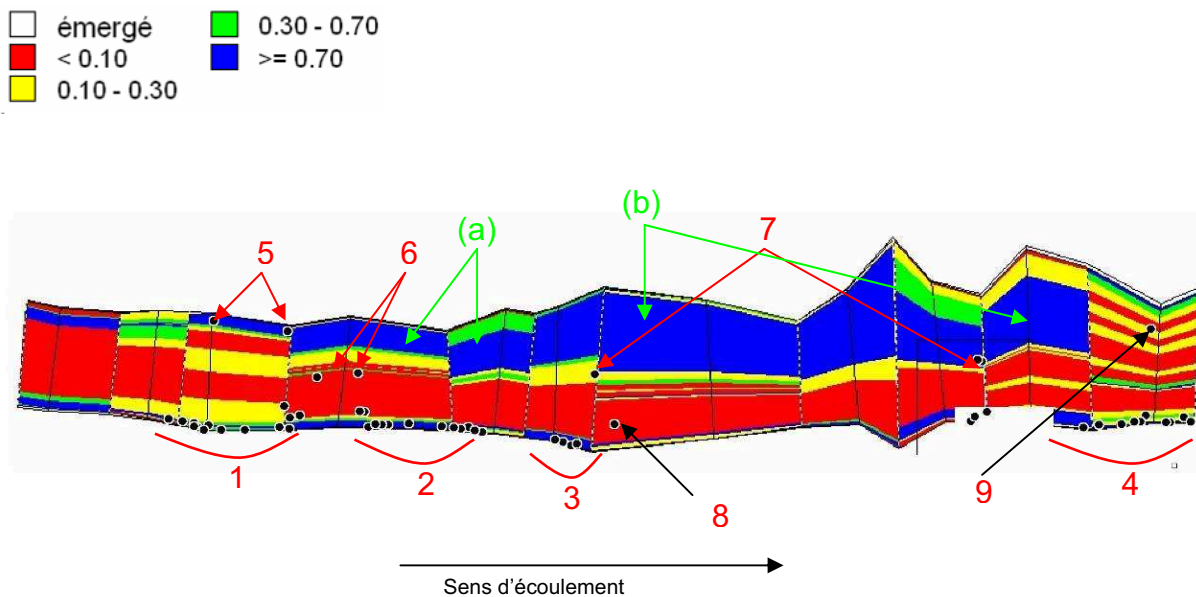
Les frayères du site 3 sont localisées sur des cellules dont la valeur de préférence est mauvaise (rouge), du fait de vitesses trop faibles. Ce site ne représente toutefois que 6 frayères.

Les frayères du site 4 sont localisées sur des cellules dont la valeur d'habitat est moyenne (verte)

Les autres frayères localisées dans le chenal et en rive droite sont majoritairement placées sur ou à proximité immédiate de cellules dont la valeur de préférence est bonne (bleu).

Le valeurs de préférence obtenues à bas débit pour le facteur vitesse semblent concordantes dans la grosse majorité des cas avec le positionnement des sites de frai. Quelques frayères semblent être présentes dans des secteurs où la vitesse est insuffisante. Ce résultat est confirmé par les observations de terrain.

Les conditions d'écoulement sur la stations à bas débit ne conditionnent pas à elles seules le choix des sites de frai puisque de nombreux secteurs apparemment favorables ne sont pas exploités. En parallèle, des secteurs exploités ne semblent pas les meilleurs.



**Figure 44: confrontation de la vue en plan des valeurs de préférence « vitesse » du stade frai du saumon sur la station MH7 pour un débit de 15 m<sup>3</sup>/s et de la position réel des frayère de truites lacustres ; La position des 93 frayères est matérialisées par les ronds noir.**

Pour un débit de 15 m<sup>3</sup>/s, les frayères des sites 1 2 et 3 sont localisées sur des sites dont la vitesse d'écoulement est bonne (bleu). Pour le site 4 les frayères sont localisées sur des cellules dont la valeur de préférence est moyenne à faible.

Les frayères en 5 et 7, localisées en rive gauche à bas débit sont dans des cellules du chenal qui conservent une bonne vitesse d'écoulement au débit maximum.

Les frayères en 6 sont les seuls réellement dans le chenal, au débit minimum et maximum de l'écluse. Elles sont localisées au niveau d'une fine cellule dont la valeur de préférence est moyenne. Cette configuration traduit probablement un abri hydraulique.

Les frayères 8 et 9 sont positionnées dans des cellules dont la vitesse d'écoulement est mauvaise.

Les valeurs de préférence obtenues à débit maximum d'écluse pour le facteur vitesse sont concordantes avec le positionnement des sites de frai.

Les conditions d'écoulement sur la station à débit d'écluse semblent conditionner de façon plus fiable le choix des sites de frai qu'à bas débit. La seule prise en compte des conditions d'écoulement à débit d'éclusées n'explique toutefois pas le choix des sites de frai puisque quelques secteurs (a) ne sont pas exploités alors que les conditions d'écoulement sont bonnes à débit maximum. Ce secteur recoupe en revanche des cellules dont des valeurs de préférence sont mauvaises à bas débit. Aucune frayère exondée n'a non plus été observée en (b) alors qu'une surface importante favorable apparaît à débit maximum.

#### 2.2.5.4.5. Discussion et évaluation de gain concernant la capacité d'accueil du milieu pour le stade frai

L'étude des conditions d'écoulement sur les frayères de la station MH7 permet d'expliquer le choix des sites de frai dans un contexte hydraulique d'éclusées. Ce choix semble être

conditionné principalement par les conditions d'écoulement existantes à débit d'éclusee. Celles-ci sont aussi les plus limitantes.

Il est intéressant de noter que les sites apparaissant favorables du point de vue des vitesses d'écoulement à débit maximum mais défavorables ou à sec au débit de base n'ont pas été utilisés. Il semble ainsi probable que le choix des sites par les truites lacustres intègre les conditions existantes lors d'un cycle complet d'éclusee, limitant ainsi les exondations de frayères.

Sur la station MH7, les deux rives du lit mouillé étaient fortement différentes (Cf. Photo 9) :

- En rive droite, le lit mouillé est en jonction avec le plein bord de la rivière.
- En rive gauche, sont présents des bancs de galets et le lit mouillé est mobile en fonction du débit



**Photo 9 : Vue du transect 9 de la station MH7 ; au premier plan la rive gauche**

La connexion du lit mouillé et du lit plein bord est un facteur déterminant expliquant les conditions d'écoulements en rive droite. Lors d'une éclusee, la montée d'eau se fait sans déplacement du lit mouillé, les écoulements sont ralentis par la rugosité de la berge ce qui crée une « zone refuge » ou la vitesse est moindre. C'est dans cette bande, accolée à la berge qu'était localisé l'essentiel des frayères.

En rive gauche, l'augmentation de débit se traduit par un marnage. Les secteurs en berge au débit de base se retrouvent dans le chenal au débit d'éclusee et les vitesses d'écoulement deviennent trop importantes. Les quelques frayères localisées en rive droite étaient accolées à des abris hydrauliques de type blocs.

Lors des suivis de frayères, le lit mouillé en rive droite était en limite de connexion au lit plein bord sur plusieurs secteurs. Les conséquences étaient l'existence de vitesses d'écoulement trop faibles, quasi stagnantes à bas débit. C'est probablement le cas de figure observé pour le groupe de frayères 3.

Les remarques suivantes concernant l'effet du relèvement du débit de base sur la reproduction de la truite lacustre peuvent être formulées :

- Les valeurs de SPU ne sont pas directement exploitables pour évaluer les possibilités de reproduction dans un contexte d'éclusées.
- Les possibilités réelles de reproduction sur le secteur étudié dépendent de l'existence de « zones refuges » de faibles dimensions, difficiles à modéliser. Dans le cas de la station MH7, les « zones refuges » présentes en rive droite étaient de taille suffisante pour qu'elles soient détectées par le modèle hydraulique. En revanche des abris hydrauliques de petites dimensions, liés à la présence d'obstacles ponctuels ne sont pas détectables.
- L'augmentation du débit de base, en réduisant le contraste existant entre débit minimum et débit maximum augmente les probabilités d'existence d'un site répondant aux préférences de vitesses pour ces deux extrêmes.

Ces observations concernent le choix des sites de frai par les truites lacustres mais ne présument pas de la réussite des pontes effectuées dans ces conditions.

### 2.2.6. Evaluation des gains concernant le capacité d'accueil du milieu

Comme indiqué en préambule (2.2.1. Préambule concernant l'évaluation de la capacité d'accueil), l'objectif de la présente évaluation est de déterminer l'effet de l'augmentation des débits planchers à certaines périodes de l'année correspondant aux phases de reproduction et d'émergence des alevins.

Les effets mis en évidence par l'étude des modèles sont :

**Sur les jeunes stades de truite fario**, l'injection de 2 m<sup>3</sup>/s entre mi-février et mi-juin provoque une baisse de la SPU, de 35 et 65% pour le stade YOY (si l'on exclu la station MH7) et de 1 à 26 % pour le stade alevin. Cette observation s'explique par l'affinité de ce stade pour les faibles hauteurs d'eau. Ainsi les meilleures valeurs d'habitat pour ces stades sont donc fréquemment associées aux débits les plus faibles.

Des travaux réalisés sur des truitelles de 2 à 3 mois (LIEBIG *et al.*, 1998) ont montré que des éclusées en milieu contrôlé étaient responsables de la dérive des individus. Ce phénomène selon ces auteurs pourrait expliquer l'appauvrissement en alevins des secteurs soumis à un régime hydraulique d'éclusées. Ils ont également mis en évidence que la dévalaison est d'autant plus importante que le débit de base est faible donc que l'habitat pour les alevins est important.

La retransposition de ces observations dans le contexte de la Basse Dranse est à confirmer mais dans ce cas, un gain potentiel peu être attendu de l'injection du débit complémentaire en période printanière. Toutefois, l'âge des individus utilisés dans l'expérimentation (2 à 3 mois) laisse craindre un risque qui perdure au delà du 15 juin, date de fin du soutien « printanier » du débit de base.

**Sur les stades adultes**, l'augmentation du débit plancher sur les stades adultes se traduit globalement par une augmentation de la SPU. Cette augmentation est plus nettement perceptible pour le stade grosse truite pour lequel les exigences en terme de hauteur d'eau sont plus fortes. Cette tendance est à considérer avec attention puisque les adultes de truites sédentaires ainsi que les truites lacustres présentent des tailles supérieures à 40 cm.

Le gain de SPU pour les truites lacustres, varie de 15 à 156 % en période hivernale si l'on excepte la station MH3. Durant cette période, les truites lacustres sont présentes en nombre pour se reproduire. Cette augmentation de SPU pourrait être bénéfique durant la période estivale ou des individus remontent dans la Dranse mais aucun débit complémentaire n'est ajouté à cette période.

Pour les truites adultes de plus petites tailles, l'effet est moins net mais semble positif. Cette effet ne se fait cependant pas ressentir entre mi-juin et mi-octobre (pas de complément au débit de base) qui est la période maximale d'activité.

Ces stades ne sont toutefois pas ciblés par les mesures prises.

**Sur le stade frai**, l'effet d'un relèvement des débits minimum est plus difficilement quantifiable puisque les valeurs de SPU ne sont pas directement exploitables pour évaluer les possibilités de reproduction dans un contexte d'éclusées.

Il a toutefois été mis en évidence que le choix des sites de frai semble être conditionné principalement par les conditions d'écoulement existantes à haut débit. Celles-ci doivent également n'être pas trop défavorables à bas débit pour permettre le succès de la ponte.

L'augmentation du débit de base, en réduisant le contraste existant entre débit minimum et débit maximum augmente les probabilités d'existence d'un site répondant aux préférences de vitesse pour ces deux extrêmes.

## 2.3. EVALUATION DES GAINS BIOLOGIQUES

### 2.3.1. Les macroinvertébrés benthiques

#### 2.3.1.1. Conditions d'intervention

Les interventions ont été réalisées dans de bonnes conditions d'intervention. Les campagnes se sont déroulées les 15/10/2007 et 7/10/2008 au débit de base et par temps sec.

#### 2.3.1.2. Résultats

Le tableau ci-dessous synthétise les paramètres principaux des analyses hydrobiologiques :

	2007		2008	
	Station IBGN1	Station IBGN2	Station IBGN1	Station IBGN2
Date	16/10/2007	15/10/2007	07/10/2008	07/10/2008
IBGN (/20)	12	12	12	12
Taxon indicateur	Leuctridae	Leuctridae	Leuctridae	Leuctridae
GFI (/9)	7	7	7	7
Variété taxonomique	17	19	17	17
Effectifs	357	477	489	858
Robustesse(/20)	11	11	11	11

**Tableau 29: Synthèses des résultats IBGN ; les classes de qualité pour l'hydro-écorégion « Jura Préalpes du Nord » ont été appliquées.**

Les résultats sont très similaires aussi bien entre les deux stations que d'une année sur l'autre. Les 4 prélèvements obtiennent un indice de 12/20, le groupe faunistique indicateur (GFI) est représenté par le genre *Leuctra* (famille des Leuctridae, GFI 7) et la classe de variété taxonomique est la classe 6 (17 à 20 taxons). Le calcul de la robustesse<sup>3</sup> de l'indice donne également des résultats identiques avec un indice de robustesse de 11/20.

Les effectifs sont proches hormis sur la station aval en 2008 sur laquelle le nombre d'individus collectés double en raison d'une forte population de Diptères, Simuliidae et Chironomidae.

Les résultats obtenus (IBGN, GFI et variété) sont légèrement inférieurs à ceux attendus pour ce type de cours d'eau de moyenne montagne à régime pluvionival dont les eaux froides et à tendance plutôt oligotrophe limitent la diversification de la faune. On pourrait attendre une meilleure représentation de plécoptères, du GFI 9 notamment, et une variété un peu supérieure.

#### 2.3.1.3. Discussion

Les effectifs d'individus collectés mettent en évidence un dysfonctionnement significatif. En effet, les effectifs observés sont extrêmement bas et ce tous taxons confondus, ce qui indique que le peuplement d'invertébrés est soumis à une contrainte habitacionnelle forte (la présence de taxons polluosensibles indiquant que la qualité de l'eau n'est pas limitante).

L'examen approfondi des listes faunistiques met en évidence la faible représentation voir l'absence de taxons attendus sur ce type de cours d'eau de moyenne montagne. Les familles suivantes devraient théoriquement présenter des effectifs bien plus élevés : Plecoptères Leuctridae, Perlodidae, Trichoptères Limnephilidae, Ephémères Baetidae, Ephemerellidae, Heptageniidae.

<sup>3</sup> Le test de robustesse de l'IBGN consiste à calculer l'indice en prenant en compte le second taxon le plus sensible afin de mettre en évidence une éventuelle « surnotation » liée à la présence d'un taxon polluosensible non représentatif de la population stationnelle.

Les faibles effectifs de diptères Limoniidae (tribu des *Limoniini*), Tipulidae et des crustacés détritiformes Gammaridae pourrait indiquer un déficit en particules organiques grossières constituant en grande partie leur habitat et prenant une place importante dans leur régime alimentaire.

La famille des Hydropsychidae n'est quasiment pas représentée. Ce taxon filtreur est habituellement bien présent sur ce type de milieu. Ses faibles effectifs pourraient être mis en relation avec les variations de débits liées au régime d'éclusées incompatibles avec le maintien des filets de soie qu'il tisse pour filtrer les particules dérivantes et se réfugier en cas d'agression par d'autres invertébrés. De même, les Oligochètes inféodés aux sédiments fins minéraux/organiques sont peu représentés, peut-être du fait de l'instabilité de ce type d'habitat en raison du régime d'éclusée.

#### 2.3.1.4. Comparaison aux données antérieures

Les résultats obtenus lors de l'étude de 2000 sont rappelés ci-après :

	2000	
	Station IBGN1	Station IBGN2
Date	20/09/2000	20/09/2000
IBGN (/20)	7	12
Taxon indicateur	Baetidae	Leuctridae
GFI (/9)	2	7
Variété taxonomique	19	19
Effectifs	2364	1994

**Tableau 30: Synthèses des résultats des IBGN réalisés en 2000 ; les classes de qualité pour l'hydro-écocorégion « Jura Préalpes du Nord » ont été appliquées.**

Concernant la station amont, les résultats apparaissent meilleurs dans la présente étude qu'en 2000. Toutefois, la mauvaise valeur de l'indice est due à la présence de Leuctridae (taxon indicateur 7) en quantités insuffisantes pour pouvoir être pris en compte. La note potentielle est donc de 12/20, comme pour les autres stations.

Les résultats sont donc peu significativement différents. A noter toutefois des effectifs nettement plus importants observés dans l'étude de 2000.

## 2.3.2. Volet piscicole

### 2.3.2.1. Conditions d'interventions

Ces inventaires piscicoles ont été réalisés sur trois stations et deux années successives 2007 et 2008, entre fin septembre et début octobre, de façon à pouvoir tenir compte du recrutement naturel.

Les stations retenues sont :

- D1, se développant dans la partie amont de la zone d'étude en aval du confluent avec le Brévon et en amont pont de l'Eglise,
- D2, positionnée dans la partie médiane de la zone d'étude au lieu dit les Chênes,
- D3, située en amont du pont de la déviation et en aval des « vignes de Marin ».

Les interventions se sont déroulées dans un contexte particulier et à ce titre il apparaît nécessaire de préciser certains points qui influencent les résultats obtenus :

- les inventaires réalisés en octobre 2007 l'ont été après la forte crue du 4 juillet dont le débit maximal a été estimé à 260 m<sup>3</sup>/s à Bioge (correspondant à une crue décennale pour le débit de pointe), susceptible de développer des incidences sur les populations piscicoles,
- cette même crue a entraîné le « déchaussement » de la passe à poissons du seuil de Vongy qui conditionne l'accès des reproducteurs lacustres et de quelques géniteurs sédentaires aux frayères amont. En conséquence, les remontées 2007/2008 de Truites lacustres en amont de Vongy peuvent être considérées comme négligeables comme l'influence des pontes de ces dernières sur le recrutement naturel 2008. La fonctionnalité du dispositif au seuil de Vongy a été rétablie lors du printemps 2008,
- l'AAPPMA<sup>4</sup> du Chablais-Genevois qui assure la gestion piscicole sur le bassin des Dranses a réalisé un alevinage au printemps 2007 contrairement à ce qui avait été demandé dans le cadre de la présente étude induisant ainsi une incertitude sur l'origine des juvéniles capturés à l'automne 2007. Par contre, sur 2008 cette incertitude a été levée car l'alevinage a été reporté après la réalisation des inventaires,
- la station de pêche en amont de Vongy, D3, a été déplacée entre 2007 et 2008 en raison d'une évolution locale du lit ne permettant plus de réaliser dans de bonnes conditions l'inventaire. Ce déplacement néanmoins n'influence pas la comparaison des données entre 2007 et 2008.

### 2.3.2.2. Résultats bruts

Les données brutes des inventaires piscicoles sont présentées en annexe 9 ; les données traitées pour les deux années de suivi sont synthétisées dans le Tableau 31.

---

<sup>4</sup> Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique.

## Résultats des inventaires piscicoles 2007

Date	Station	Espèces	Effectif			Efficacité de pêche	Effectif estimé	Intervalle de confiance	Densité 10 ares	Biomasse kg/ha
			P1	P2	Total					
16/10/2007	<b>D1</b> (1890 m <sup>2</sup> )	Chabot	98	25	123	95%	130	+/-8	69.0	3.7
		Loche franche	1	0	1	100%	1	+/-0	1.0	0.02
		Truite fario	15	5	20	95%	21	+/-3	11.0	22.9
		Total	114	30	144	-	152	-	81.0	26.6
15/10/2007	<b>D2</b> (1560 m <sup>2</sup> )	Blageon	1	0	1	100%	1	+/-0	1.0	0.01
		Chabot	35	15	50	86%	58	+/-12	37.0	3.93
		Loche franche	3	2	5	100%	5	+/-0	3.0	0.21
		Truite fario	52	9	61	98%	62	+/-2	40.0	38.6
		Vairon	1	0	1	100%	1	+/-0	1.0	0.01
		Total	92	26	118	-	127	-	82.0	42.8
16/10/2007	<b>D3</b> (1638 m <sup>2</sup> )	Chabot	69	7	76	100%	76	+/-0	46.0	4.2
		Loche franche	2	2	4	-	4	-	2.0	0.1
		Truite fario	106	50	156	79%	196	+/-36	129.0	29.0
		Total	177	59	236	-	276	-	168.0	33.3

## Résultats des inventaires piscicoles 2008

Date	Station	Espèces	Effectif			Efficacité de pêche	Effectif estimé	Intervalle de confiance	Densité 10 ares	Biomasse kg/ha
			P1	P2	Total					
23/09/2008	<b>D1</b> (1725 m <sup>2</sup> )	Chabot	53	32	85	70%	122	+/-44	71.0	5.4
		Truite fario	20	9	29	88%	33	+/-7	19.0	13.2
		Truite de lac (Adulte)	3	0	3	100%	3	+/-0	2.0	62.5
		Total	76	41	117	-	158	-	92.0	81.1
23/09/2008	<b>D2</b> (1560 m <sup>2</sup> )	Chabot	83	61	144	54%	268	+/-135	172.0	3.4
		Truite fario	76	22	98	93%	105	+/-9	61.0	45.3
		Truite de lac (Adulte)	1	0	1	100%	1	+/-0	1.0	19.2
		Total	160	83	243	-	374	-	234.0	67.9
23/09/2008	<b>D3</b> (3400 m <sup>2</sup> )	Chabot	210	73	283	88%	320	+/-26	94.0	4.6
		Loche franche	3	1	4	100%	4	+/-0	1.0	0.1
		Truite fario	121	28	149	96%	156	+/-8	46.0	25.4
		Truite de lac (Adulte)	1	0	1	100%	1	+/-0	0.3	13.2
Total	335	102	437	-	481	-	141.3	43.3		

Tableau 31 : Données estimées des inventaires 2007 et 2008

Ces résultats font apparaître pour les truites fario :

- des densités très faibles en 2007, variant de 22.9 kg/ha sur la station D1 à 38.6 kg/ha sur la station D2,
- des densités nettement plus fortes en 2008, augmentant de l'aval vers l'amont, de 38.7 kg/ha à 75.7 kg/ha.

Les résultats de la seconde année sont cependant fortement influencés par la prise en compte d'adultes de truites lacustres qui représentent une part importante de la biomasse. Si l'on ne s'intéresse qu'à la population de truite sédentaire, les densités sont proches de celles de 2007 et varient de 13.2 kg/ha sur la station amont à 45.3kg/ha sur la station médiane. Ainsi, sur la station D1, la prise en compte de 3 truites lacustres seulement est responsable d'une augmentation de biomasse de 62.5 kg/ha, alors que la population en place représente 13.2 kg/ha pour 33 individus.

Dans la suite de l'étude des données, les adultes de truites lacustres seront différenciées des truites sédentaires.

### 2.3.2.3. Les peuplements de référence

#### 2.3.2.3.1. Complément méthodologique

Une façon d'apprécier la qualité d'un peuplement ou d'une population piscicole est d'interpréter les résultats des inventaires en classes d'abondance numérique et pondérale propres à chaque espèce présente puis de les comparer à celles obtenues après établissement du peuplement de référence. Cette méthode permet d'appréhender globalement l'état d'un peuplement et des populations en places.

Cette méthode nécessite de déterminer au préalable le niveau typologique théorique (Verneaux, 1973) des différentes stations.

Les niveaux typologiques théoriques calculés<sup>5</sup> (NTT) pour chaque station ainsi que les métriques associées sont donnés dans le tableau suivant.

Métriques		D1	D2	D3
Moyenne des températures maximales des 30 jours consécutifs les plus chauds (T) <sup>6</sup>	°C	13,5	13,6	14,9
Distance à la source (D <sub>0</sub> ) <sup>7</sup>	km	30,7	33,4	38,8
Dureté calco-magnésienne (D) <sup>8</sup>	mg/l	171	171	171
Section mouillée à l'étiage (Sm) <sup>9</sup>	m <sup>2</sup>	4,0	6,3	5,7
Pente (P)	‰	19,2	9,2	5,3
Largeur du lit mineur (L)	m	10	15	19
<b>Niveau typologique théorique (NTT)</b>		2,5	2,7	3,0
<b>Biocénotype</b>		<b>B<sub>2,5</sub></b>	<b>B<sub>3,0</sub></b>	<b>B<sub>3,0</sub></b>

<sup>5</sup> Le NTT se calcule à partir de 3 composantes : la composante thermique (T1), la composante trophique (T2) et la composante morphodynamique (T3) : **NTT = 0,45.T1 + 0,30.T2 + 0,25.T3**

T1 = 0,55 Tmm - 4,34 avec Tmm = température maxi moyenne des 30 jours les plus chauds,

T2 = 1,17 Ln (0,01.do.D) + 1,50 avec do = distance à la source et D = dureté totale,

T3 = 1,75 Ln (100 . Sm / PL2) + 3,92 avec Sm et l = surface et largeur mouillées à l'étiage et P = pente.

<sup>6</sup> Données : Fédération de Haute Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique.

<sup>7</sup> Données : IGN 1/25000<sup>ème</sup>.

<sup>8</sup> Données : Suivi de la qualité des eaux 2004 – Conseil Général de la Haute Savoie.

<sup>9</sup> Données morphométriques issues des microhabitats 2009 SAGE ENVIRONNEMENT.

**Tableau 32 : Niveaux Typologiques Théoriques des trois stations pêche électrique sur la Basse Dranse**

Le peuplement de référence de chaque niveau typologique est établi d'après la méthodologie proposée par le Conseil Supérieur de la Pêche (CSP).

A partir du modèle proposé par Verneaux (1973) et des données de pêche d'inventaire, le CSP a établi un tableau de référence quantitatif<sup>10</sup> (présenté en annexe) permettant de déterminer, par niveau typologique, la composition du peuplement et l'abondance théorique de chaque espèce. Il a été retenu pour la composition des peuplements de référence que :

- le Saumon de fontaine, la Lamproie de Planer, le Barbeau méridional sont considérés comme non autochtones et donc retirés,
- l'Ombre commun est également retiré. Certaines informations le citaient comme historiquement présent mais rien ne permet de le vérifier,
- le Blageon, espèce capturée en 2007 au niveau de D2, ne rentre pas dans la composition des peuplements de référence pour les NTT considérés. Sa présence est probablement accidentelle et rien ne permet d'affirmer qu'il se reproduit en Basse Dranse,
- la Truite de lac n'est pas prise en compte car elle ne réalise qu'une partie de son cycle biologique dans les eaux courantes.

En D1, le peuplement de référence est donc représenté par les espèces suivantes : la Truite fario (TRF), le Chabot (CHA), la Loche franche (LOF) et le Vairon (VAI). Pour les stations D2 et D3, la composition est identique au peuplement de référence de la station précédente et seules les classes d'abondance sont modifiées.

Les données obtenues dans le cadre des inventaires piscicoles sont alors converties en cote d'abondance par le biais de classes d'abondance numérique et pondérale variables selon les hydroécorégions. Dans le cas présent, il a été utilisé celles définies par le Conseil Supérieur de la Pêche pour l'hydroécorégion correspondant à la DR5 (Tableau présenté en annexe 10).

Pour chaque espèce, la classe d'abondance retenue est la plus faible des classes numériques et pondérales.

#### 2.3.2.3.2. Résultats

Le résultat de la transformation des données obtenues en cote d'abondances et la comparaison aux peuplements optimaux des cours d'eau est donnée dans la Figure 45 pour les années 2007 et 2008.

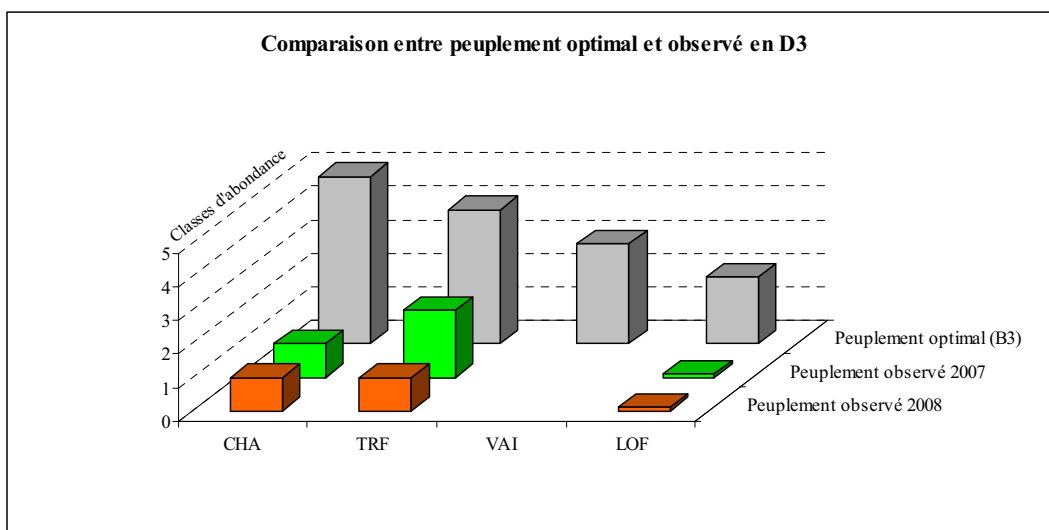
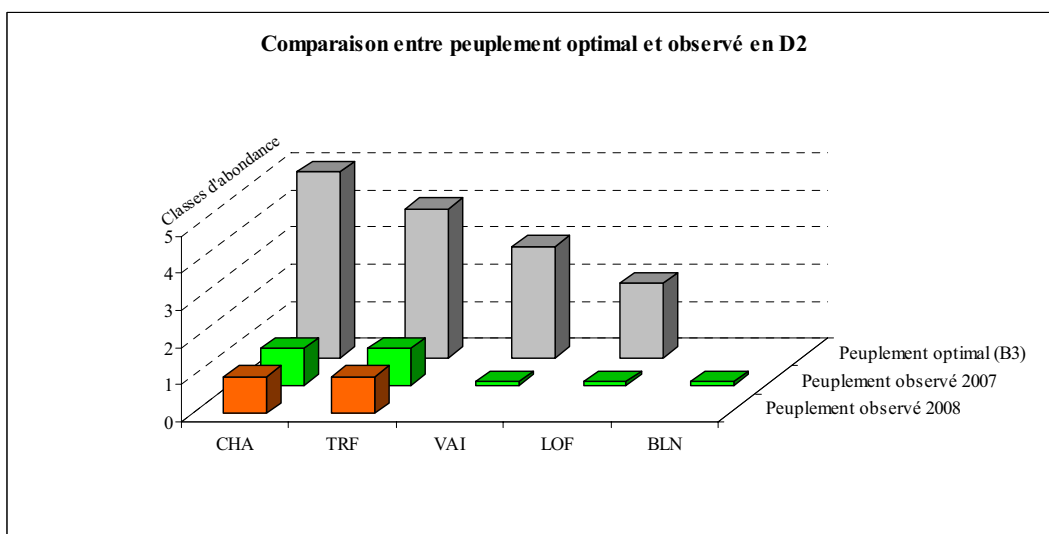
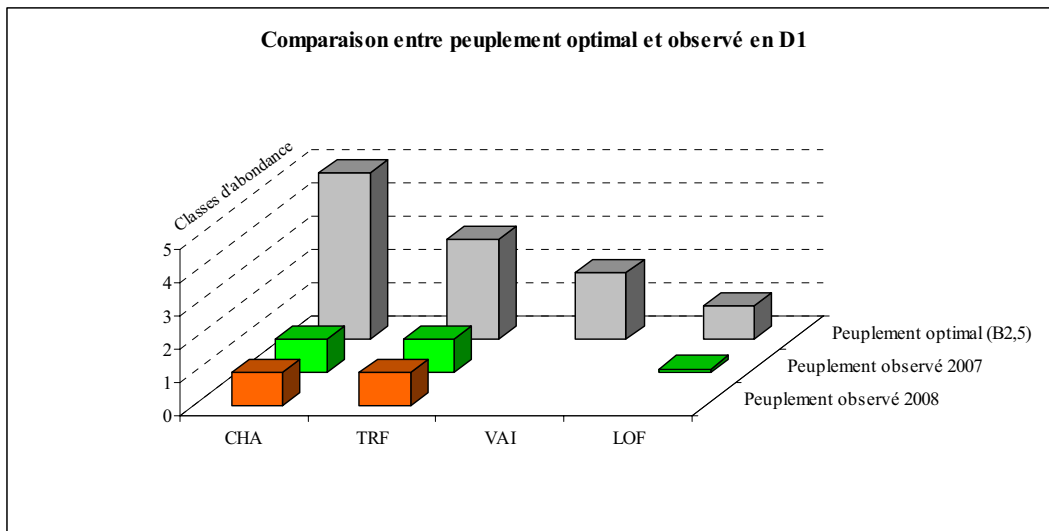
Ce type d'outil de diagnostic fournis une information globale sur le milieu qui doit être interprété avec précautions. Néanmoins le retour d'expérience en Haute Savoie (FDP 74, com. pers.) permet de valiser le référentiel.

Ces données font apparaître que :

- globalement et par stations, les espèces électives des types sont toutes présentes, sauf le Vairon en D1 et D3,
- toutes les espèces sont représentées avec des classes d'abondance très nettement inférieures à celles des peuplements optimaux et particulièrement le Vairon et la Loche franche,

<sup>10</sup> Conseil Supérieur de la Pêche – DR5 – 1995.

- la Loche Franche n'a pas été re-contactée en 2008 sur les stations D1 et D2.
- de même, le Vairon, dont un individu a été observé en 2007 sur la station D2 n'a été contacté en 2008 sur aucune station.
- la diminution sur la station D3 de la population de Truite fario d'une classe d'abondance entre 2007 et 2008.



**Figure 45 : Comparaison entre peuplements optimaux et observés en 2007 et 2008 sur les trois stations**

#### 2.3.2.3.3. Discussion

Ces éléments permettent la mise en évidence d'un peuplement profondément perturbé :

- avec deux espèces dont la présence peut être qualifiée de relictuelle, le vairon et la loche franche,
- et deux autres, la truite fario et le chabot, dont la situation est visiblement moins problématique mais néanmoins très préoccupante au regard des déficits constatés tant en densité qu'en biomasse par rapport aux référentiels.

Le vairon et la loche franche sont deux espèces qui présentent probablement dans ce type de cours d'eau des affinités pour les zones de bordure en raison de leur plus faible capacité de nage et/ou de leur régime alimentaire.

En effet, la loche franche affectionne les développements de la couverture biologique. Or sur la basse Dranse, ces développements s'observent en berge et dans la zone de marnage là où le courant est moins fort lors des éclusées.

Concernant le vairon, sa zone de répartition est naturellement peu étendue en Haute-Savoie et se cantonne souvent aux secteurs bas des rivières (*comm pers* FDP74). Ainsi, nous pouvons nous interroger sur la présence naturelle du vairon sur la Basse Dranse. L'hypothèse d'un apport par le biais de la pratique de la pêche au vif n'est pas à exclure, de même que pour le Balgeon, dont la pêche est cependant interdite du fait de son statut d'espèce protégée.

Cependant, la sensibilité élevée de ces espèces aux fluctuations des niveaux et des vitesses peut expliquer la situation critique des populations.

### 2.3.2.4. Structure des populations de truite 2007-2008

La structure des populations est présentée sur les graphiques de distribution des classes de taille dont les effectifs ont été ramenés à une unité de surface, ici 10 ares (1 000 m<sup>2</sup>), de façon à permettre la comparaison entre les différentes stations.

#### 2.3.2.4.1. La truite fario

Les classes de tailles pour la truite fario obtenues sur les trois stations en 2007 et en 2008 sont présentées sur la Figure 46.

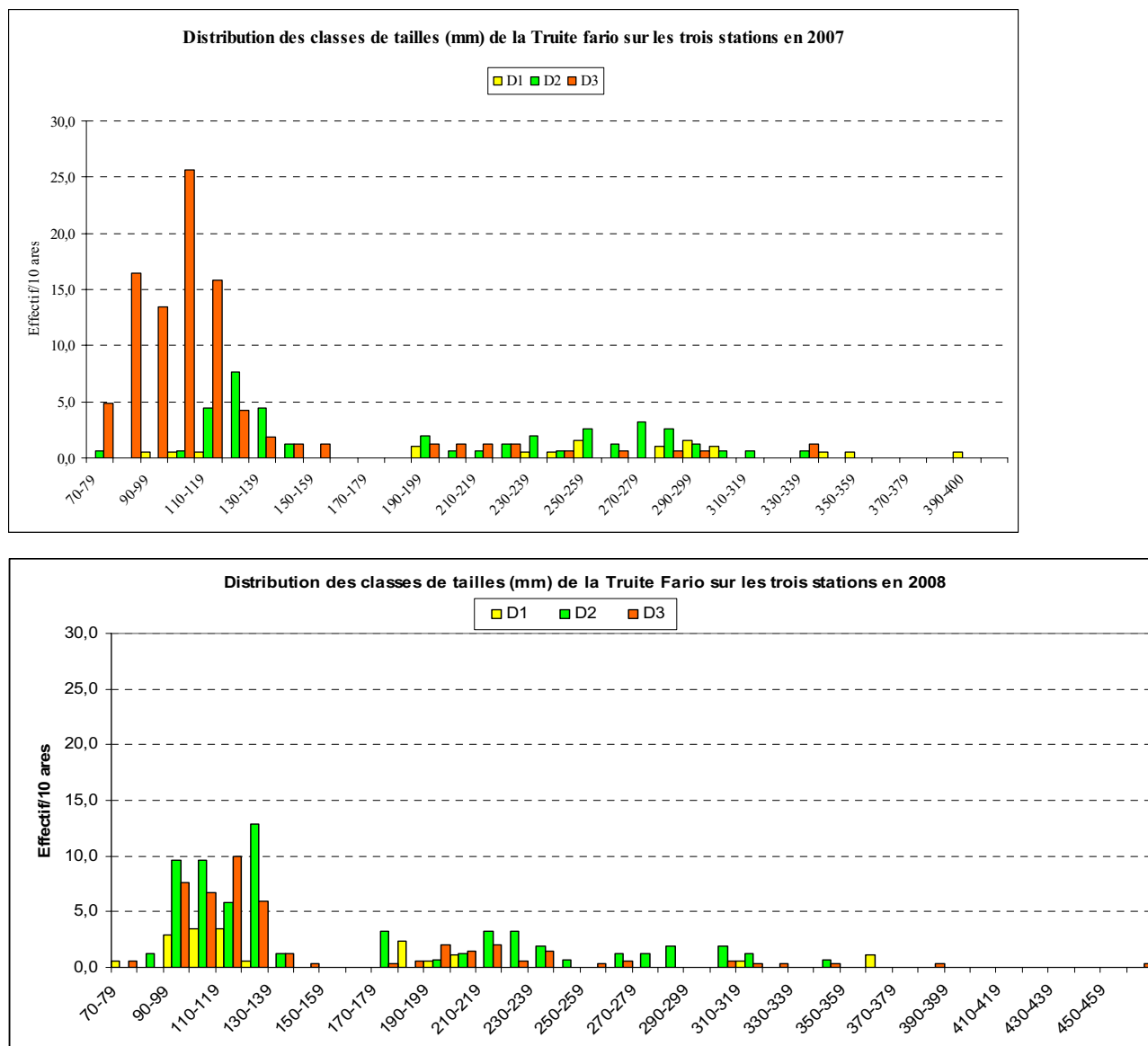


Figure 46 : Distribution des classes de tailles (mm) de la truite fario sur les trois stations en 2007 et en 2008

En 2007 nous observons :

- un gradient croissant des densités de juvéniles (0+ <150 mm) de l'amont vers l'aval,
- des densités d'alevins extrêmement faibles sur les stations D1 et D2,

- une déstructuration des populations de truites présentes sur les trois stations, marquée par l'absence de représentation de nombreuses classes de tailles, particulièrement au niveau de la station amont (D1).

Les inventaires de l'année 2008 ne prennent en compte que les alevins issus de la reproduction naturelle des truites sédentaires alors que s'ajoutait en 2007, l'alevinage et les alevins de truite lacustre. C'est donc uniquement le recrutement naturel issu de la reproduction 2007/2008 des truites sédentaires qui explique cette répartition. La comparaison des résultats obtenus en 2007 et 2008 montre :

- que la densité en 0+ augmente entre 2007 et 2008 sur les stations D1 et D2, en revanche elle diminue pour la station D3,
- que les plus fortes densités d'alevins sont observées sur la station D2.
- que les densités de 0+ par station semblent corrélées au nombre de reproducteurs en places (Tableau 33).
- que la déstructuration des populations de truites observées en 2007 est toujours d'actualité : de nombreuses classes de tailles sont absentes.

Stade	Alevins (T<150 mm)		Juvéniles (150<T<280 mm)		Adultes (T>280 mm)	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
D1	1.5	11.1	14.8	4.1	3.2	1.8
D2	19.5	40.4	16.6	16.6	3.1	5.7
D3	83.6	32.4	7.8	9.6	1.8	2.1

**Tableau 33: Comparaison des densités des stades alevins, juvéniles et adultes (ind./10 ares) entre 2007 et 2008**

Les conditions d'exécution différentes entre 2007 et 2008, limitent fortement les possibilités de comparaison sur ces 2 années. Cependant cette analyse qualitative des populations de truites de la Basse Dranse sur ces deux années fait ressortir :

- un effet de la crue exceptionnelle de juillet 2007 se traduisant notamment par le déficit en alevins de l'année sur les stations amont (D1 et D2) lors de la première campagne de pêche (2007)
- une déstructuration profonde de la population sur les 3 stations étudiées.

#### 2.3.2.4.2. La Truite de lac

En 2007 aucun adulte de Truite lacustre n'a été capturé lors des différents inventaires réalisés alors qu'ils se développaient lors de la période de migration. Cet état doit être directement relié au disfonctionnement de la passe à poisson suite à la crue de juillet 2007 et qui s'est poursuivie jusqu'au printemps 2008.

Par contre et comme précisé auparavant, les données des inventaires devraient prendre en compte le recrutement naturel issu de la ponte des géniteurs lacustres 2006/2007 avec cependant une incertitude liée à la méconnaissance du stade et du moment où se produit la dévalaison.

En 2008, plusieurs adultes de Truite lacustre ont été capturés sur les différentes stations. Cette situation confirme la remise en service de la passe à poisson au seuil de Vongy depuis le printemps 2008 et son fonctionnement.

Toutes les lacustres capturées étaient des poissons de grande taille, supérieure à 690 mm, dont les caractéristiques morphologiques ne laissaient aucun doute sur leur origine.

Les captures réalisées fin septembre 2008 montrent qu'à ce moment des reproducteurs lacustres étaient déjà présents sur tout le linéaire entre Bioge et Vongy.

#### 2.3.2.4.3. *Le Chabot*

La structure des populations de chabot en 2007 et 2008 est présentée sur les diagramme suivant (Figure 47). Pour cette espèce la distinction entre les différents stades de développement est plus problématique que pour la Truite fario. En effet, il est communément pris en compte une distinction entre juvéniles et adultes correspondant à une taille de 50 mm (2<sup>e</sup>) (FISHBASE, 2009) ce qui ne permet donc pas d'individualiser les alevins de l'année. Cette absence de distinction peut être liée :

- à la difficulté à capturer en pêche électrique les petits et très petits individus (>30 mm) particulièrement sur un cours d'eau comme la Basse Dranse avec des hauteurs d'eau importantes et des vitesses élevées,
- au faible intérêt suscité, pour l'instant, par cette espèce auprès des organismes de recherche.

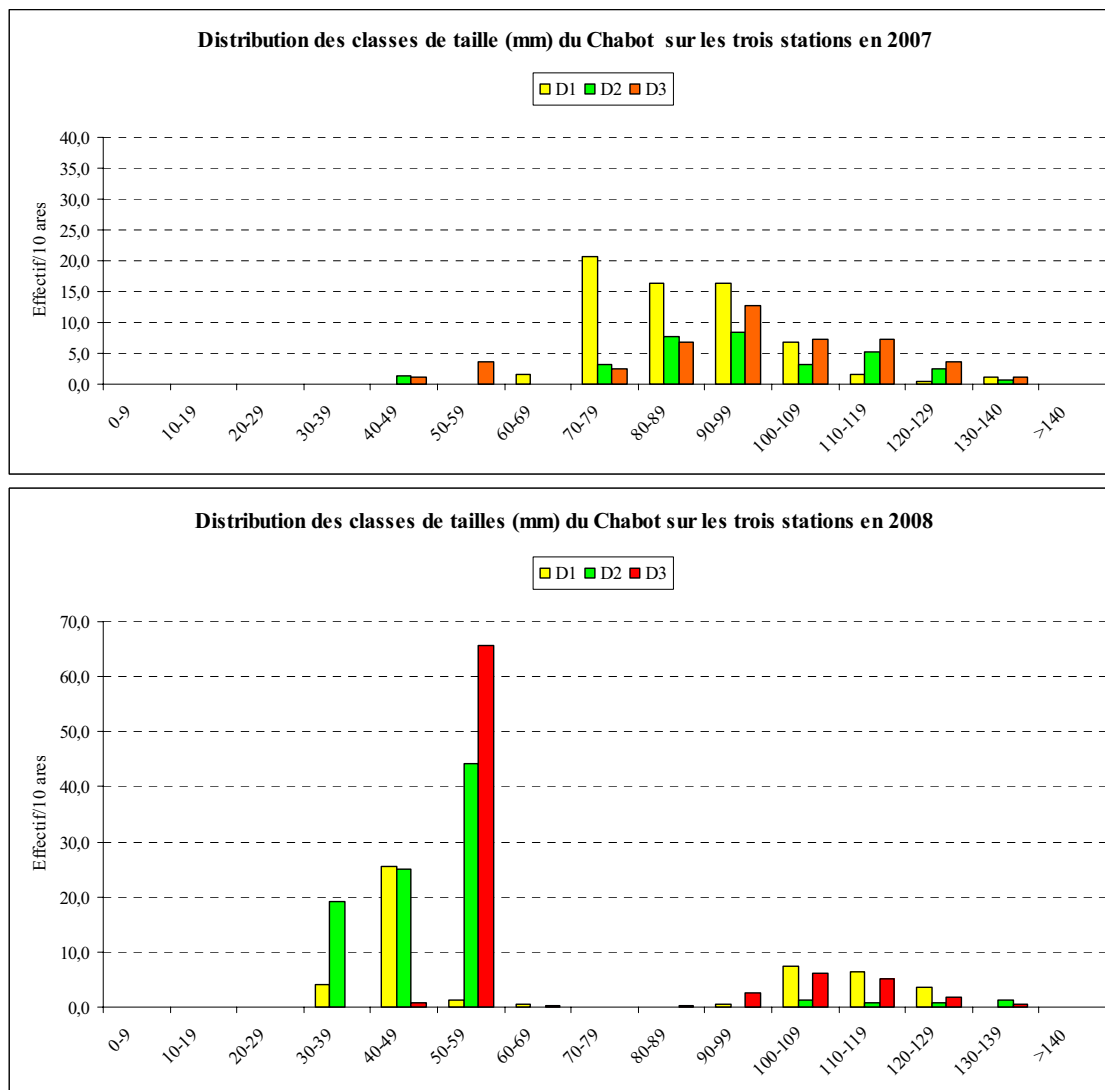


Figure 47 : Distribution des classes de taille du Chabot sur les trois stations en 2007 et en 2008

Les distributions observées en 2007 mettent en évidence :

- de très faibles densités d'individus dont la taille est inférieure à 50mm
- de faibles effectifs d'adultes toute station confondues,
- une plus forte densité des classes de taille comprise entre 70 et 100 mm sur la station D1.

En 2008, les distributions de classes de tailles sont très différentes de celles observées en 2007. Les histogrammes de la figure 46 mettent en évidence :

- la présence d'un recrutement naturel,
- un déficit en individus de tailles comprises entre 60 et 90 mm.

Ces résultats semblent mettre en évidence un impact de la crue de juillet 2007, qui semble avoir compromis la survie des chabots 0<sup>+</sup> cette année là. En effet, cette espèce non seulement se reproduit sous les pierres mais les jeunes individus sont particulièrement inféodés à ce type de substrat en raison de leur faible capacité de nage et de déplacement. Or une crue de 260 m<sup>3</sup>/s sur la Basse Dranse est une crue morphogène capable de mobiliser des éléments minéraux de grande taille et donc d'affecter directement les jeunes stades de développement du Chabot.

La destruction de la génération 0<sup>+</sup> de 2007 semble être responsable de la déstructuration de la population de chabot observée en 2008. Cependant, la réussite du recrutement naturel de 2008 laisse augurer que cette situation ne sera que transitoire.

### **2.3.2.5. Comparaison aux résultats de 2000**

#### *2.3.2.5.1. Sources des données et rappel du contexte de l'années 2000*

En 2000, dans le cadre CIDEE des inventaires piscicoles ont été réalisés par le Conseil Supérieur de la Pêche (CSP) sur des stations correspondant aux D1 et D3 de la présente étude. Les données utilisées ont été obtenues sur le site Image de l'Office National des l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA). Le détail des résultats par station est présenté en annexe 10.

Trois éléments marquants doivent être précisés :

- aucun alevinage n'avait été réalisé de façon à ne pas influencer les résultats piscicoles de l'étude précédemment citée,
- une chasse de dégravage a été réalisée en mai 1999, mais aucune en 2000,
- la passe à poisson du seuil de Vongy était fonctionnelle.

### 2.3.2.5.2. Comparaison des résultats 2000/2007-2008

Le Tableau 34 synthétise les résultats de ces deux opérations et les compare à ceux de 2007 et 2008 sur les mêmes stations.

Stations	Espèces	2000		2007		2008	
		Densité 10 ares	Biomasse kg/ha	Densité 10 ares	Biomasse kg/ha	Densité 10 ares	Biomasse kg/ha
D1	Chabot	52,8	13,7	69,0	3,7	71,0	5,4
	Loche franche	1,3	0,1	1,0	0,02	0,0	0,0
	Truite fario	54,1	62,6	11,0	22,9	19,0	13,2
	Truite de lac	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	62,5
	Vairon	1,3	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total	109,5	76,4	81,0	26,6	92,0	81,1
D3	Chabot	21,6	1,9	46,0	4,2	94,0	4,6
	Loche franche	0,8	0,1	2,0	0,1	1,0	0,1
	Truite fario	155,0	80,7	129,0	29,0	46,0	25,4
	Truite de lac	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	13,2
	Total	177,4	82,7	168,0	33,3	141,3	43,3

**Tableau 34 : Comparaison des inventaires réalisés en 2000, 2007 et 2008 sur la Basse Dranse**

Par rapport aux données de 2007 et 2008, on constate qu'en 2000 :

- les caractéristiques des populations de Truite fario étaient plus élevées sur les deux stations notamment en terme de biomasse,
- la population de Chabot était plus forte en D1 alors qu'elle était plus faible en D3,
- le Vairon était présent en D1 et la population de Loche franche mieux développée,
- aucune Truite de lac n'avait été capturée alors que le dispositif de montaison au seuil de Vongy était fonctionnel.

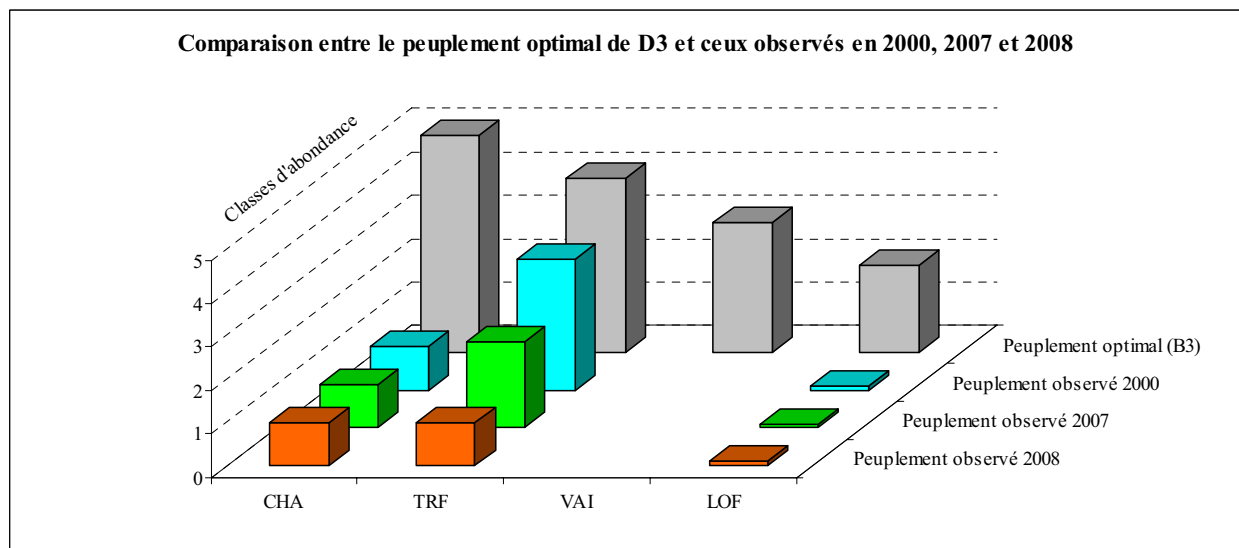
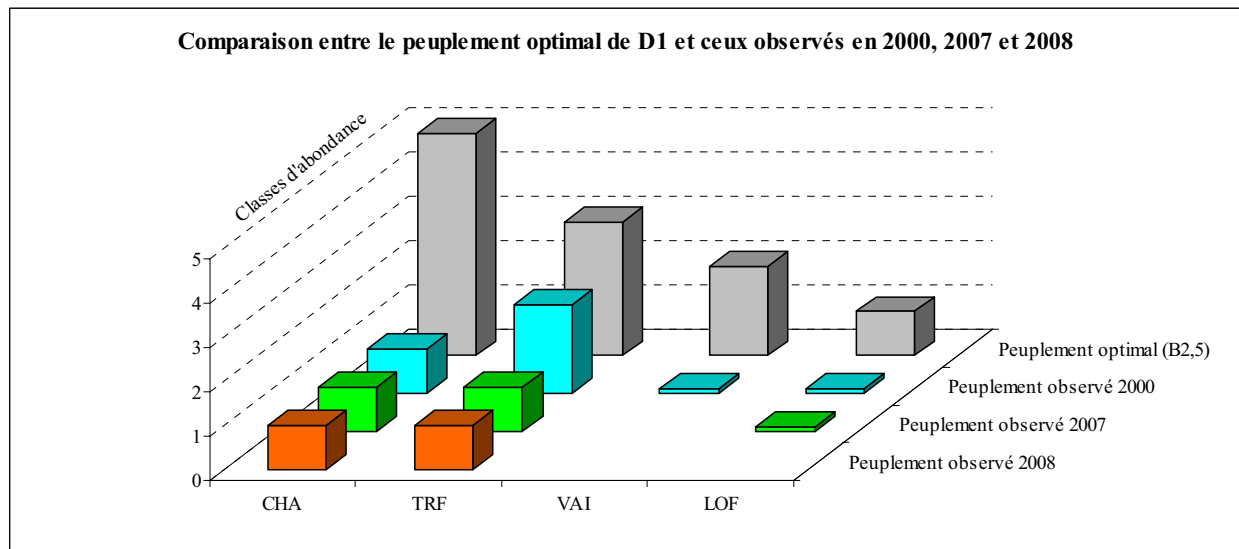
Pour ce dernier point, il est possible d'ajouter que cette absence de capture n'était pas liée à une absence de poissons dans la rivière puisque les comptages réalisés par l'INRA (COLON 2001) à partir de la mi-octobre, soit quelques jours après les inventaires, ont mis en évidence des remontées.

De la même façon qu'en 2007 et 2008 on remarque également que la densité et la biomasse en Truite fario sont plus faibles sur la station amont que sur la station aval. Par contre, en 2000 la biomasse de Chabot en D1 en regard de la densité apparaît très forte par rapport aux données plus récentes.

### 2.3.2.5.3. Comparaison aux référentiels

De la même façon que les inventaires récents, les données 2000 ont été converties en classes d'abondance pour permettre la comparaison aux peuplements optimaux et aux données transformées 2007 et 2008.

Les représentations graphiques de ces résultats (Figure 48) mettent clairement en évidence les déficits affectant les populations des différentes espèces électives des types.



**Figure 48 : Comparaison entre peuplements optimaux et observés en 2000, 2007 et 2008**

La prise en compte des données 2000 permet de mettre en évidence un certain nombre de points :

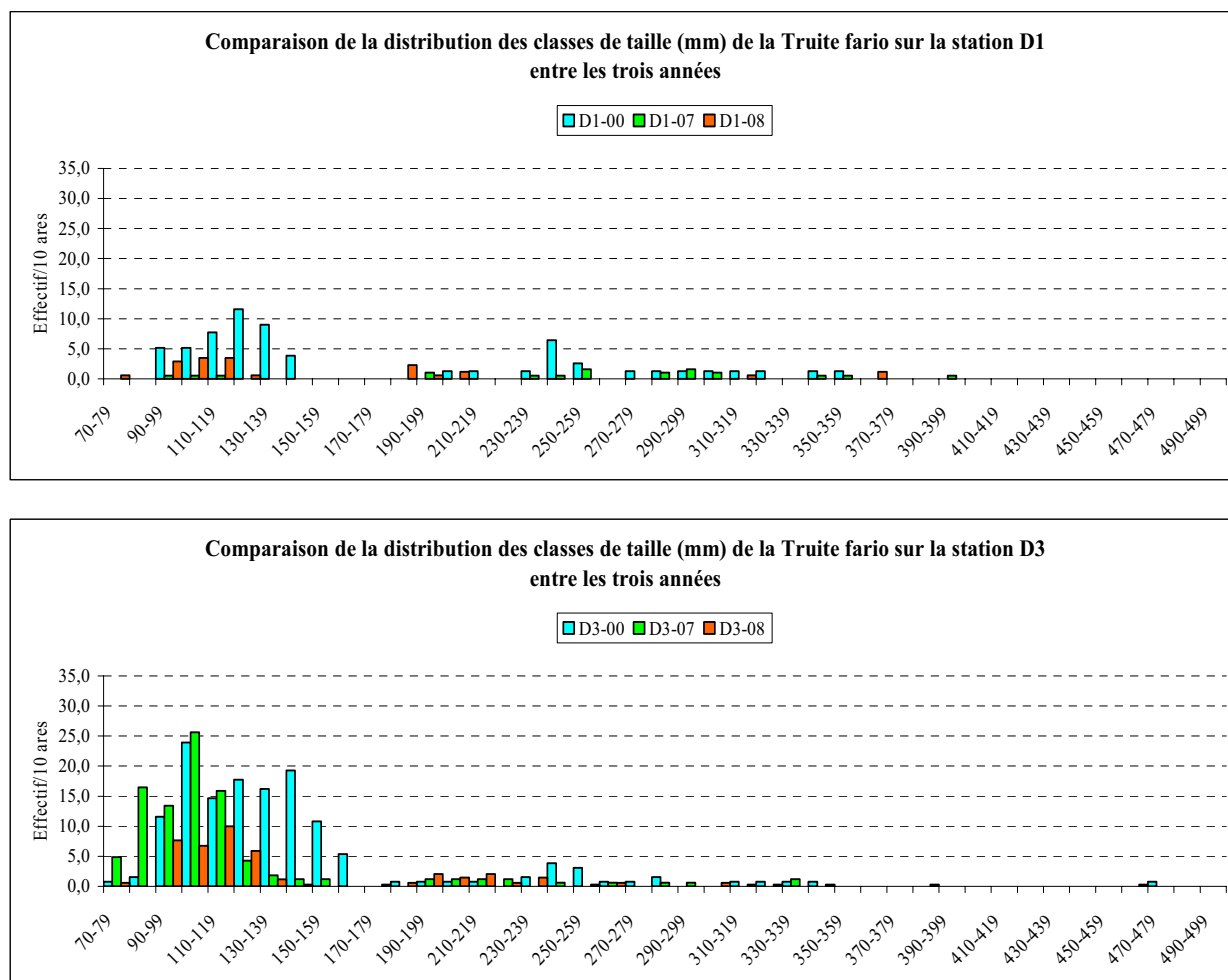
- en 2000 toutes les espèces électives du type sont présentes en D1 alors que le Vairon comme la Loche franche sont absentes en D3. Cela tend à démontrer que la situation de ces espèces est vraiment précaire sur la Basse Dranse et que la situation mise en évidence sur 2007 et 2008 n'est pas liée à la grosse crue de juillet 2007,
- la situation du Chabot en terme de classes d'abondance est stable et donc toujours très inférieure à l'optimum. Le Chabot est certainement l'espèce la plus pénalisée des peuplements comme le montre la succession 2000 → 2008 car dans les deux cas son optimum est la classe maximale (5) alors qu'elle ne dépasse pas la classe 1, quelque soit la station et l'année.
- les résultats pour la Truite fario sont plus conformes aux référentiels car l'écart n'est plus que d'une classe d'abondance en D1 comme en D3.

En 2000, les peuplements piscicoles des deux stations apparaissent clairement perturbés, comme en 2007 et 2008, au niveau des espèces compagnes de la Truite fario pour des raisons qui pourraient être :

- pour le Chabot les fluctuations de niveaux responsables du piégeage d'individus sur des zones exondées et les chasses de dégravage qui influenceraient les populations au niveau du recrutement naturel, notamment parce que souvent elles se déroulent concomitamment à la période de reproduction. Ces deux aspects seraient en partie compensés par le fait que cette espèce peut néanmoins occuper le chenal en raison de la rugosité importante du fond et de la présence de nombreuses infractuosités. Cela permettrait d'expliquer le niveau et la présence constante du Chabot sur les différentes stations contrairement aux autres espèces compagnes,
- la Loche franche ne disposerait pas de cette zone refuge qu'est le chenal en raison des vitesses excessives qui limitent entre autre le développement de la couverture biologique sur les substrats, principale ressource alimentaire de cette espèce. Elle ne pourrait donc se maintenir que sur les zones de bordures qui sont les plus sensibles à l'exondation. De plus et comme pour le Chabot sa reproduction printanière la rend particulièrement sensible aux chasses de dégravage,
- le Vairon, étroitement inféodé aux zones de bordures en raison de ses faibles capacités de nage et de sa vie en pleine eau, apparaît donc particulièrement sensible aux variations de niveaux d'autant plus que le chenal n'est pas non plus pour lui une zone refuge. De plus, comme les deux espèces précédentes sa reproduction est printanière et étroitement liée à la stabilité du substrat (sable grossier) ce qui le rend particulièrement sensible aux effets des chasses de dégravage.

#### 2.3.2.5.4. *Etude de l'évolution de la structure de truite fario*

La Figure 49 permet de comparer par station la structure de la population de Truite fario entre les différentes années.



**Figure 49 : Comparaison de la structure de la population de Truite fario par station entre 2000, 2007 et 2008**

Les résultats montrent :

- un gradient amont aval pour les juvéniles indépendamment de tous phénomènes de crue,
- un recrutement plus important en 2000,
- une déstructuration des populations sur les trois stations, marquée par des déficits de certaines classes de tailles.

L'existence d'un gradient amont aval pour les juvéniles semble se confirmer indépendamment de tout phénomène de crue. L'explication est peut-être à rechercher dans l'effet d'habitats contrastés ou d'une dévalaison liée aux éclusées.

La différence de recrutement observée en 2000 est à prendre avec précaution. D'une part les résultats concernant les juvéniles ne sont pas comparables du fait de conditions d'échantillonnages différentes (alevinage, crue, reproduction des truites lacustres) et d'autre part ces différences peuvent s'inscrire dans les variations interannuelles fortes pour ce stade.

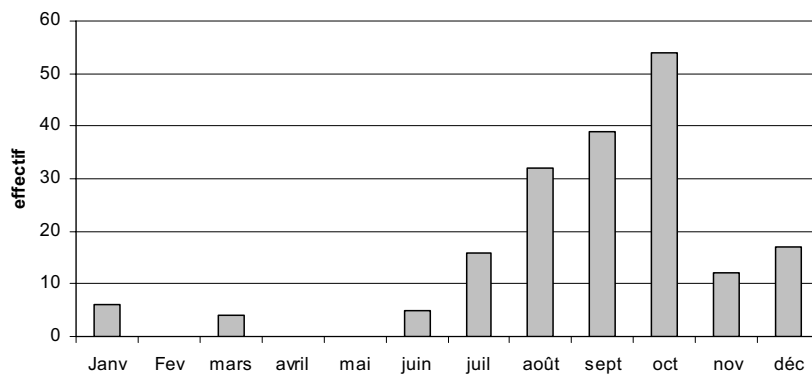
Sur la base de cette comparaison et compte tenu des éléments perturbateurs qui ont affectés les données 2007 et 2008 il n'est pas possible de mettre en évidence une amélioration.

### 2.3.2.6. Cas des adultes de truites de lac

Le cas des truites fario lacustres est difficile à traiter à partir des résultats d'inventaires piscicoles. Les quelques individus adultes capturés ne permettent pas d'envisager une évaluation de l'état de la population toutefois les éléments suivants, issus de sources bibliographiques (COLLON, 2000 pour les données 1999 ; FDP 74 com. Pers. pour les données 2009) nous amènent à formuler les remarques suivantes :

ANNEE	1999	2009
Truite de lac	<b>186</b> du 1 <sup>er</sup> janvier au 31 décembre dont <b>85</b> du 01/04/1999 au 15/09/1999	<b>129</b> du 01/04/2009 au 15/09/2009

**Tableau 35: Résultats de comptages de truites lacustres à la passe à poisson de Vongy pour les années 1999 et 2009**



**Figure 50: Distribution des effectifs de truites lacustres en montaison sur toute l'année 1999**

En 2009, le nombre de truites lacustre compté du 1er mars au 15 septembre montre une augmentation de plus de 50% par rapport aux résultats de 1999. Ces deux résultats sont ponctuels et ne prétendent représenter une tendance. Toutefois, l'étude de 1999 (COLLON 2000) démontre que la cohorte médiane migrant dans le Dranse est composée d'individus 4<sup>+</sup>. Si le changement de régime d'éclusées favorise la reproduction de la truite lacustre, le gain attendu se ferait ressentir dans le Dranse dès la première migration de cette génération, soit 4 ans plus tard. Le changement de régime d'éclusées étant intervenu en 2004/2005, les premières cohortes migrantes ne peuvent se rencontrer qu'au plus tôt en 2008/2009 et plus certainement en 2009/2010.

La Figure 50 montre qu'en 1999, la migration des truites lacustre s'est effectuée dès juin. Au 15 septembre, plus de 40% des individus migrants ont franchis la passe. Les conditions de dévalaison ne sont pas connues toutefois ces résultats laissent penser que des adultes de truites lacustre sont présents plus de six mois sur douze dans la Dranse. L'effet induit par ces individus de grande taille en terme de compétition et de prédation sur les truites sédentaires reste à évaluer.

### 2.3.3. Évaluation du gain biologique

Concernant les populations d'invertébrés, les données antérieures ne concernent qu'une campagne sur deux stations. Il est difficile d'interpréter les différences observées entre ces données et celle de la présente étude en terme de gain biologique. Les peuplements observés sont par ailleurs peu différents ; ils mettent en évidence une situation non optimum.

Concernant le volet piscicole, les deux années étudiées sont atypiques concernant le peuplement observé :

En 2007, une crue importante semble avoir impacté le peuplement. L'ampleur de cet impact nous est inconnu. De plus, les résultats prennent en compte un alevinage réalisé par l'AAPPMA du Chablais Genevois.

En 2008, les inventaires sont potentiellement encore impactés par les effets de la crue de 2007. Concernant les alevins, les inventaires ne prennent pas en compte la frai des truites lacustres en l'absence de migration pendant l'hivers 2007/2008 du fait du non fonctionnement de la passe.

Ces données ne sont donc comparables en aucun point avec les résultats des pêches réalisées en 2000, dans des conditions plus « normales ». Elles ne permettent par conséquent aucunement l'évaluation d'un gain lié au relèvement du débit de base par période.

## 2.4. EVALUATION DES GAINS CONCERNANT LES CONDITIONS D'ÉCOULEMENT SUR LES SITES DE FRAYÈRES

### 2.4.1. Condition de réalisation

La contrainte principale qui a conditionnée les dates et les conditions d'intervention est la nécessité d'intervenir au débit minimum d'exploitation de la centrale de Bioge. Les campagnes ont ainsi été déclenchées en fonction des conditions hydrologiques avec un délai minimum de 8 jours entre deux campagnes. La faible durée de la période diurne en hiver associée au rythme d'écluse de la centrale de Bioge a limité la durée des reconnaissances à quelques heures par jour ce qui a conduit à fragmenter les interventions sur deux ou trois jours.

Les dates des campagnes figurent dans le Tableau 5 ci-dessous.

Année	Numéro de campagne	Date(s)		
2007/2008	1	20/11/2007		
	2	27/11/2007	28/11/2007	
	3	27/12/2007	28/12/2007	
	4	29/01/2008	30/01/2008	
	5	13/02/2008	14/02/2008	
2008/2009	1	20/11/2008	21/11/2008	
	2	02/12/2008	03/12/2008	04/12/2008
	3	16/12/2008	18/12/2008	19/12/2008
	4	06/01/2009	07/01/2009	08/01/2009
	5	03/02/2009	04/02/2009	05/02/2009

Tableau 36: Dates des campagnes de cartographie des frayères effectives sur la Basse Dranse

Cinq campagnes ont ainsi pu être effectuées durant les deux périodes suivies. Les observations ont été réalisées dans de bonnes conditions de visibilité ce qui confère aux résultats une bonne représentativité.

### 2.4.2. Résultats

Les résultats des reconnaissances de terrain ont été synthétisés sur les cartes suivantes :

- Carte de localisation des frayères par tronçons synthèse 2007/2008 page 108,
- Carte de localisation des frayères par tronçons synthèse 2008/2009 page 109,
- Carte de localisation des frayères par tronçons synthèse générale page 110.

La

Figure 51 représente sous forme de graphique le nombre de frayères par tronçon recensées pour chacune des saisons suivies.




# Evaluation des gains biologiques sur la Basse Dranse

## Carte de localisation des frayères par tronçons

Echelle 1 / 40 000

Campagne 2007-2008



- 19  NB de frayères effectives par tronçons
-  limite de tronçons
-  frayères ou comportement de fraye observé



tronçon 7  
76 

tronçon 6  
4 

tronçon 5  
1 

tronçon 4  
2 

tronçon 3  
0 

tronçon 2  
0 

tronçon 1  
0 




# Evaluation des gains biologiques sur la Basse Dranse

## Carte de localisation des frayères par tronçons

Echelle 1 / 40 000

Campagne 2008-2009



- 19  NB de frayères effectives par tronçons
-  limite de tronçons
-  frayères ou comportement de fraye observé



tronçon 7  
135 

tronçon 6  
32 

tronçon 5  
19 

tronçon 4  
43 

tronçon 3  
5 

tronçon 2  
1 

tronçon 1  
0 

# Evaluation des gains biologiques sur la Basse Dranse

## Carte de localisation des frayères par tronçons

Echelle 1 / 40 000

Synthèse 2007-2009



- 19 NB de frayères effectives par tronçons
- limite de tronçons
- frayères ou comportement de fraye observé



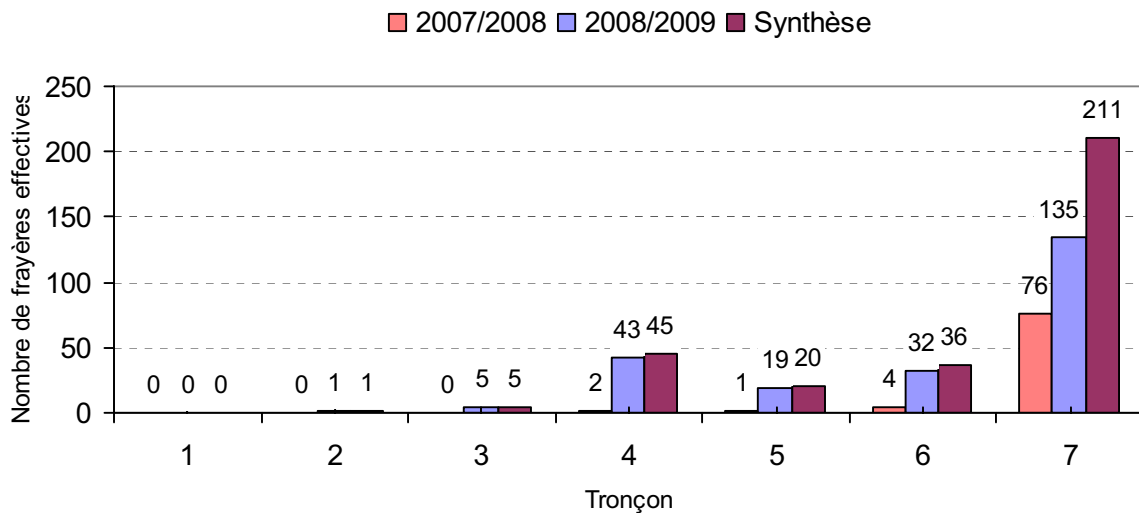


Figure 51: Nombre de frayères effectives recensées lors des reconnaissances 2007/2008 et 2008/2009.



Photo 10: Truites lacustres observées sur le tronçon 7

L'histogramme montre un gradient d'amont vers l'aval de la répartition des frayères.

Le nombre total de frayères effectives recensées est de 318 sur les deux saisons. La répartition d'une année sur l'autre est hétérogène puisque 83 frayères ont été recensées la première année pour 235 la seconde année.

**La première année de suivi** est atypique puisque la passe à poissons de Vongy n'était pas fonctionnelle suite au déchaussement du seuil pendant la crue de juillet 2007. En conséquence les truites lacustres n'ont pu franchir cet obstacle et seul le tronçon 7 leur était accessible.

Sur les 83 frayères recensées 2 frayères concernaient des truites sédentaires et il n'a pas été possible de trancher sur 1 frayère. Plus de 90% des frayères ont été recensées sur le tronçon 7, en relation avec le dysfonctionnement de la passe à poisson. Quelques frayères de truites lacustres ont cependant été identifiées en amont de celles-ci témoignant que quelques poissons ont pu franchir l'obstacle.

**Lors de la seconde année de suivi**, le nombre de frayères recensées est nettement supérieur. Le fonctionnement correct de la passe à poisson a permis une meilleure utilisation des secteurs amont pour la fraie toutefois 57 % des frayères restent localisées sur le tronçon 7. Parmi les 235 frayères identifiées, 10 seulement étaient dues à des truites sédentaires et 12 n'ont pu être affectées sans risque d'erreur.

Si l'on ne considère que le tronçon 7, dont l'accessibilité n'a pas varié entre les deux saisons, on remarque que le nombre de frayères observé en 2007/2008 (76) reste bien inférieur à celui observé en 2008/2009 (respectivement 76 contre 135). Cette deuxième année de suivi semble bien meilleure en terme de recrutement.

### 2.4.3. Discussion

#### 2.4.3.1.1. *Efficacité du recensement*

Trois points peuvent être abordés concernant l'efficacité du recensement :

- La détection visuelle des frayères
- Les périodes de reconnaissances
- Le classement des frayères en lacustres ou sédentaires

**La détection visuelle des frayères** a pu être réalisée car les interventions se sont faites en se calant sur le fonctionnement hydroélectrique, en intervenant au débit de base. La restitution du débit de base s'accompagne d'un éclaircissement progressif de l'eau qui est trouble au départ. Il s'est donc avéré nécessaire d'attendre la stabilisation complète du débit avant de pouvoir commencer les interventions. La luminosité est en revanche faible à cette période de l'année et l'obligation d'intervenir en après midi du fait de la rythmicité des éclusées représente une contrainte. Il faut de plus noter que le faible développement du périphyton dans le chenal, probablement associé au remaniement du substrat durant chaque éclusée, rend difficile la détection des frayères à distance.

Concernant la détection visuelle des frayères, nous pouvons évaluer que celle-ci était bonne pour les frayères à truites lacustres qui sont de grandes dimensions. Concernant les frayères à truites sédentaires, mise à part sur des secteurs caractéristiques bien identifiés (type queue de fosse), il est probable que l'efficacité de la reconnaissance soit moindre. Ceci semble confirmé par le nombre très restreint de frayères observé en 2007/2008 en dépit du recrutement confirmé par les pêches de 2008.

**Les périodes de reconnaissances** sont dépendantes de l'hydraulicité. Elles n'ont pu être réalisées que lorsque les débits naturels étaient suffisamment bas pour permettre un fonctionnement en éclusée. Toutefois, la Dranse est un cours d'eau à régime pluvio-nival et l'hiver est une période d'étiage. Les reconnaissances ont pu être réalisées avec une périodicité régulière variant de 15 jours à 1 mois. Nous évaluons que la couverture de la période de frai était bonne.

**Le classement des frayères en « truites lacustres » ou « sédentaires ».** Le classement frayères de types lacustres ou sédentaires s'est effectué en fonction de la taille des nids, de leur profondeur et de la granulométrie utilisée. Les frayères de truites lacustres sont de tailles très importantes (surface minimum d'un mètre carré pour un seul nid), fortement creusées et la granulométrie s'apparente à du galet. Il apparaît peu probable que des frayères de truite lacustre ait été classées comme issues de la reproduction de truites sédentaires. En revanche des frayères de grosses truites sédentaires ont pu présenter des morphologies proches des celles des truites lacustres et avoir été confondues.

En conclusion, les résultats obtenus pour les truites lacustres nous semblent représentatifs de l'activité de frai sur les deux années suivies. Ce protocole nous semble reproductible et les données obtenues comparables d'une saison sur l'autre. Le nombre de frayères obtenu ne peut constituer une évaluation exhaustive mais un indice qui peut être rapporté à un effort de suivi. Pour que les données soient comparables, il est nécessaire d'intervenir dès que l'hydrologie le permet avec une périodicité minimale de 15 jours durant toute la période de reproduction.

Pour la truite sédentaire, en raison des éléments évoqués ci-dessus, le suivi apparaît peu représentatif de l'activité de frai sur la Basse Dranse.

#### 2.4.3.1.2. Période de reproduction

Le nombre de frayères recensées par campagne est représenté dans Figure 52 :

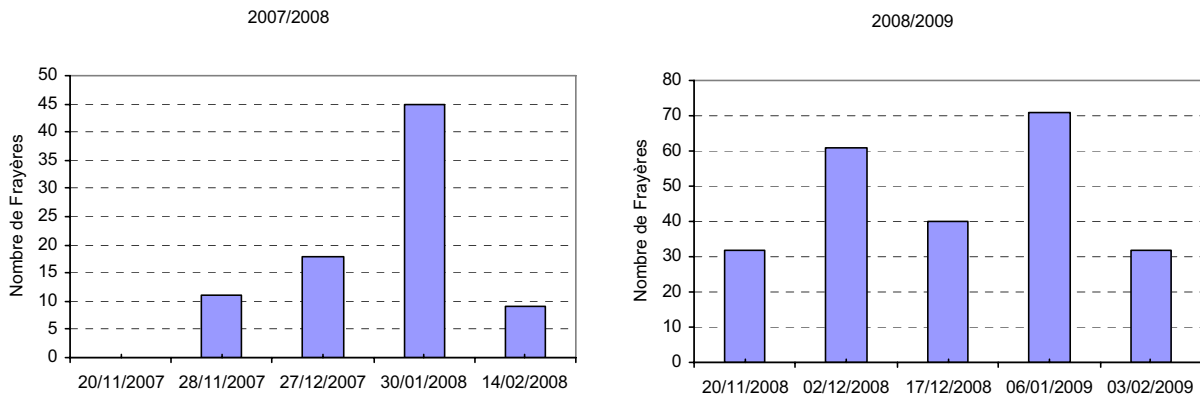


Figure 52: Nombre de frayères recensées par campagnes lors des suivis 2007/2008 et 2008/2009.

Les premières pontes de truites lacustres ont été détectées le 28 novembre lors de la saison 2007/2008 et le 20 novembre lors de la saison 2008/2009. Le maximum de frayères a été recensé lors de la campagne du 29 au 30 janvier durant la première saison (45 frayères) mais un peu plus tôt, du 6 au 8 janvier lors du second suivi. (71 frayères). Les suivis ont été arrêtés début février pour les deux années lorsque l'activité de fraie semblait réduire fortement.

La période hivernale de complément du débit de base de 1.3 m<sup>3</sup>/s s'étend de mi novembre à mi-février. Elle recoupe bien le démarrage et le maximum de la période de fraie.

#### 2.4.3.1.3. Choix des sites de fraie

Les observations ont été réalisées au débit de base d'éclusées. Celles-ci ne reflètent pas les conditions de hauteurs d'eau et de vitesses qui ont conditionnées le choix des sites de fraie. Comme mis en évidence en 2.2.5.4.4 (Confrontation des vues en plan pour la valeur de préférence « vitesse » du stade fraie et des positions des frayères effectives) :

- les conditions d'écoulement sur la station à débit maximum d'éclusée semblent conditionner de façon plus fiable le choix des sites de fraie qu'à bas débit.
- le choix des sites par les truites lacustres intègre les conditions existantes lors d'un cycle complet d'éclusée.

Ces conditions semblent avoir pour conséquence le choix de sites de ponte localisée dans des secteurs abrités à haut débit mais sur lesquels persiste un écoulement à bas débit. Ces conditions se retrouvent le long de la berge quand le lit mouillé est connecté au lit plein bord, (comme observé sur la station MH7), mais aussi le long de blocs ou de groupes de blocs. (Photo 11: Planche de photos de frayères accolées à la berge.)



**Photo 11: Planche de photos de frayères accolées à la berge.**

La planche de photos ci-dessous (Photo 12) illustre le cas plus fréquemment observé sur les secteurs amont, de ponte de truites lacustres localisées le long de blocs dans des secteurs où les blocs sont abondants. La surprofondeur créée au droit des blocs coté chenal s'est révélée fréquemment utilisée.



**Photo 12: Planche de photos de frayères accolées à des blocs ou localisées dans des secteurs présentant de nombreux blocs.**

La dernière planche (Photo 13) illustre un positionnement de frayères en tête de radier (à gauche) ou dans un radier (à droite). Les possibilités d'expansion du lit sont très importantes sur ce site et il est probable que l'augmentation de débit s'accompagne d'une augmentation de vitesse modérée. Les hauteurs d'eau à bas débit sont cependant très faibles et ne permettent pas l'accès des géniteurs. C'est dans ce cas aussi lors du débit d'écluse que la ponte a eu lieu.



**Photo 13: Photos de frayères localisées en tête de radier (a gauche) ou dans un radier (a droite)**

#### 2.4.3.1.4. Exondation des frayères

Sept frayères exondées ont été recensées durant les deux années de suivi, soit 2% des frayères recensées.



**Photo 14:** Illustration de frayères exondées recensées durant les reconnaissances réalisées entre 2007 et 2009.

L'impact de l'exondation de pontes apparaît faible au regard des 318 pontes recensées. Ces exondations pourraient survenir quand un débit soutenu, ne permettant pas le fonctionnement en éclusées de l'usine de Bioge, s'est maintenu durant plusieurs jours. Le retour des éclusées conduit dans ce cas à l'exondation des frayères localisées hors du lit au débit de base. Les résultats obtenus en 2.2.5.4.5, (Discussion et évaluation de gain concernant la capacité d'accueil du milieu) conduisent à penser que les exondations n'interviennent pas quand le cycle d'éclusées est en place. Dans ce cas, il semble en effet que le choix du site de frai prend en compte les écoulements existants au cours du cycle complet d'éclusée.

L'évaluation du gain ne semble pas devoir être fait en terme d'exondation de site de ponte mais d'augmentation des surfaces utilisables.

#### 2.4.4. Evaluation de gain

Le gain concernant les conditions d'écoulement sur les sites de frayères ne peut être réalisé directement puisque aucun protocole de suivi de la reproduction des truites n'avait pu être mis en place en 2000. Comme indiqué précédemment, l'impact de l'exondation de pontons apparaît négligeable au regard du nombre de cas concerné. L'évaluation du gain ne semble pas devoir être faite en terme de dévaluation de l'exondation de site de pontons mais d'augmentation des surfaces utilisables.

En ce sens, les conclusions sur ce compartiment reprennent les résultats obtenus par la modélisation d'habitat réalisée par le logiciel EVHA, soit que l'augmentation du débit de base, en réduisant le contraste existant entre débit minimum et débit maximum augmente les probabilités d'existence d'un site répondant aux préférences de vitesse pour ces deux extrêmes.

Nous rappellerons également les résultats obtenus concernant l'évaluation des surfaces en eau en fonction du débit. (2.2.5.1 Evolution des surfaces mouillées normées) qui sont que :

L'injection d'un débit complémentaire de 1.2 m<sup>3</sup>/s durant la fraie augmente de 15 % les surfaces mouillées en moyenne sur les six stations modélisées. Cette augmentation est de 25 % sur la station MH7 qui représente le tronçon 7 regroupant près de 60 % des frayères en 2008/2009.

### 3. SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

Les résultats obtenus pour l'évaluation du gain biologique sur la Basse Dranse suite à l'augmentation du débit de base sont les suivants.

#### **Concernant la qualité globale du milieu :**

L'analyse de la qualité globale est un préalable à l'évaluation des gains biologiques. Les résultats obtenus sont les suivants :

- Peu de changements significatifs de la qualité physico-chimique, si l'on excepte une qualité moyenne concernant l'ammonium en février 2009,
- Aucun élément thermique défavorable détecté,
- Quelques différences observées concernant les débits minimums et maximums les plus fréquents mais rien n'indique que ces modifications soient liées au changement de régime.

Ces résultats permettent de s'affranchir des modifications qui auraient pu exister sur ces paramètres dans la suite de l'étude.

#### **Concernant la capacité d'accueil du milieu :**

Les effets mis en évidence par l'étude des micro-habitats sont :

- Une diminution globale de SPU pour les jeunes stades : 35 et 65% pour le stade YOY (si l'on exclu la station MH7) et de 1 à 26 % pour le stade alevin. Cette réduction pourrait constituer un gain en réduisant les risques de dévalaison des juvéniles. Toutefois, les dates d'émergence fournies par les données thermiques montrent que le stade YOY (2 à 4 semaine) dépassent la date du 15 juin, de fin du soutien du débit de base ;
- Une augmentation de la SPU pour les stades adultes, plus marquée pour le préférendum « large brown trout » que pour celui des courbes Cemagref. Cette tendance est à considérer avec attention puisque les adultes de truites sédentaires ainsi que les truites lacustres présentent des tailles supérieures à 40 cm. La période du 16 juin au 14 novembre n'est toutefois pas concernée par la convention alors que les truites lacustres sont déjà en nombre dans la Dranse en septembre ;
- Pour le stade frai des truites de lac, une réduction des contrastes existant entre débit minimum et débit maximum augmente les probabilités d'existence d'un site répondant aux préférences de vitesse pour ces deux extrêmes.

**Concernant les gains biologiques :**

Le gain ne peut être mis en évidence :

- Les peuplements d'invertébrés observés avant et après mise en place de la convention, sont peu différents ; ils mettent en évidence une situation non optimum ;
- Les résultats des inventaires piscicoles ne sont pas comparables en raison de conditions d'échantillonnages significativement différentes (crués 2007, alevinage, absence migration de lacustres en 2007) ;
- La population de truite est déstructurée et les biomasses sont faibles ; les pressions existant sur cette population sont nombreuses et un approfondissement de l'étude de celles-ci semble nécessaire.

**Concernant les conditions découlement sur les frayères :**

Un suivi a été réalisé durant deux saisons mais en absence de données antérieures, ces résultats ne peuvent être comparés. Les observations de terrain ainsi que la modélisation d'un site de frai majeur permet d'évaluer que :

- L'évaluation du gain ne semble pas devoir être fait en terme d'évaluation de l'exondation de site de ponte mais d'augmentation des surfaces utilisables,
- Pour le stade frai des truites de lac, une réduction des contrastes existants entre débit minimum et débit maximum augmente les probabilités d'existence d'un site répondant aux préférences de vitesse pour ces deux extrêmes,
- L'injection d'un débit complémentaire de 1.2 m<sup>3</sup>/s durant la frai augmente de 15 % les surfaces mouillées en moyenne sur les six stations modélisées. Cette augmentation est de 25 % sur la station MH7 qui représente le tronçon 7 regroupant près de 60 % des frayères en 2008/2009.

L'analyse des résultats de pêche électrique met en évidence une déstructuration du peuplement et des populations. Cette situation est le résultat de pressions subies par les populations.

Parmi celles-ci, et sans signification hiérarchique particulière figurent :

- le régime hydrologique naturel, et en particulier l'effet des crues dans un cours d'eau ou les possibilités d'expansions sont faibles à nulles,
- le régime hydrologique influencé par le fonctionnement en éclusées de l'usine de Bioge,
- les chasses de dégravages intervenant dans le cadre de l'entretien de l'outil de production « lac du Jotty »
- les remontées de truites lacustres qui influencent dans une mesure qui reste à déterminer les populations de truites sédentaires (compétition, prédation),
- L'évolution de la qualité physico-chimique de l'eau au cours de l'année,
- Les conditions thermiques,
- etc...

Certaines pressions évaluées lors de l'étude de 2000 et suivies dans la présente étude, telles que la température ou la qualité de l'eau, s'avèrent faibles et peuvent être mise de coté. D'autres en revanche, restent à évaluer.

La présente étude avait pour objet l'évaluation de l'augmentation du débit de base qui est une des déclinaisons des pressions hydrologiques liées au fonctionnement de l'usine de Bioge. Si des effets positifs de cette mesure peuvent être attendus, notamment sur les aspects des conditions de reproduction de la truite lacustre, aucun effet n'a pu être clairement mis en évidence sur les peuplements de poissons.

Ce résultat est à mettre en perspective avec la multiplicité des pressions potentielles évoquées précédemment. Il semble désormais que seule une étude piscicole complète, évaluant et hiérarchisant les pressions citées ci avant permettrait d'identifier les leviers d'actions efficaces s'ils existent.

#### 4. BIBLIOGRAPHIE

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

Caudron A., Champigneulle A. et Large A., 2006. Etats et caractéristiques des populations autochtones de truite commune identifiées en Haute-Savoie et qualité globale. pp: 55-117 in Programme INTERREG III A- Identification sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones en Vallée d'Aoste et en Haute-Savoie. Rapport Final.

Champigneulle A. Melhaoui M., Maisse G., Baglinière J.-L., Gillet C., Gerdeaux D., 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 A., Largiader C.R., Caudron A., 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.

C.I.D.E.E., 2001. Etude d'impact de la centrale hydroélectrique de Bioge sur la Basse Dranse. Fédération de Haute Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique.

Colon, 2001. Passe à poissons de Vongy. Synthèse 1998/2001. rapport SHL 203-2001. INRA

Crisp D.T., 1992. Measurement of stream water temperature and biological applications to salmonid fishes, grayling and dace. Freshwater biological association, occasional publication N°29, 72p.

Crisp D.T., 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.

Elliott J.M., 1975. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. *Journal of Animal Ecology*, 44, 805-821.

Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2009. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2009).

Gaudin R, Heland M., 1995. Stratégies d'utilisation de l'habitat par les alevins postémigrants de truite commune (*Salmo trutta*) et de saumon atlantique (*Salmo salar*). *Bull. Fr Pêche Piscic*, 337/338/339.

Ginot V., Souchon Y., Capra H., Breil P., Valentin S., 1998. EVHA 2.0, Evaluation de l'habitat physique des poissons en rivière, Guide Méthodologique.

Hayes, John, 1991. Microhabitat used by large brown trout for drift feeding. *Freshwater Catch* 45

Interreg IIIA 2006, Identification, de sauvegarde et de réhabilitation des populations de truites autochtones en vallée d'Aoste et en Haute-Savoie. Rapport final. 274p

Jungwirth M. Winkler H., 1984. The temperature dependance of embryonic-development of grayling (*Thymallus thymallus*), Danube salmon (*Hucho hucho*) artic char (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Aquaculture*, 38, 315-327.

Lauters F. 1995. Impact sur l'écosystème aquatique de la gestion par éclusées des ouvrages hydroélectriques. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université Paul Sabatier de Toulouse 188p.

Liebig, H., Lim, P., et Belaud, A. 1998. Influence du débit de base et de la durée des éclusées sur la dérive d'alevins de truite commune : expérimentation en canal semi-naturel. Bull. Fr. Pêche et Piscic. 350-351 : 337-347.

Nehring R.B., Anderson R.M., 1993. Détermination of population limiting critical salmonid habitats in Colorado streams using the physical habitat simulation system. *Rivers*, 4 (1), 1-19

Norme NFT 90-350. détermination de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN). Mars 2004.

Souchon Y., Trocherie F., Fragnoud E., Lacombe C. 1989. Les modèles numériques des microhabitats des poissons. Applications et nouveaux développements. Revue des sciences de l'eau, 2: 807-830.

Tachet, Henri. Richoux, Philippe. Bournaud, Michel. Usseglio-Polatera, Philippe. 2002. Invertébrés d'eau douce – systématique, biologie, écologie. CNRS Editions, 587p.

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.

---

**LISTE DES ANNEXES**

---

- Annexe 1 : Cahier des charges : « 2007-2008 Evaluation des gains biologiques sur la basse Dranse après modification du mode de gestion des éclusées de la centrale hydroélectrique de Bioge depuis 2004 »
- Annexe 2 : Schéma des installations hydroélectriques (CIDEE, 2001)
- Annexe 3 : Schéma de fonctionnement des installations hydroélectriques (CIDEE, 2001)
- Annexe 4 : Compte rendu de réunion intermédiaire de l'étude Basse Dranse du 23 février 2008
- Annexe 5 : Courbes des températures des stations BaD07 et BaD10
- Annexe 6 : Courbes de débit des années 2000-2002 et 2006-2008
- Annexe 7 : Courbes de préférendum utilisées pour les micro-habitats
- Annexe 8 : Rapports d'essais d'analyses hydrobiologiques
- Annexe 9 : Résultats bruts des pêches électriques 2007, 2008 et 2000
- Annexe 10 : Tableaux des cotes d'abondances piscicoles