

Fédération Départementale pour la Pêche
et la Protection du Milieu Aquatique
« Le Villaret »
2092, route des Diacquenods
74370 SAINT-MARTIN BELLEVUE
Tel 0450468755
www.pechehautesavoie.com

Diagnostic écologique des cours d'eau du bassin versant de la Menoge



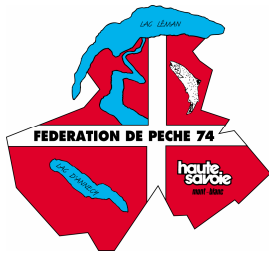
Rapport FDP74.12/06

Philippe HUCHET

décembre 2012

Etude réalisée avec la participation financière de :





Fédération Départementale pour la Pêche
et la Protection du Milieu Aquatique
« Le Villaret »
2092, route des Diacquenods
74370 SAINT-MARTIN BELLEVUE
Tel 0450468755
www.pechehautesavoie.com

Diagnostic écologique des cours d'eau du bassin versant de la Menoge

Référence à citer : HUCHET P., 2012. **Diagnostic écologique des cours d'eau du bassin versant
le la Menoge** - Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique,
84p. + annexes

REMERCIEMENTS

A toutes les personnes ayant participé aux différentes pêches électriques : L'ensemble des pêcheurs bénévoles, l'AAPMA du Chablais-Genevois, les gardes particuliers professionnels de l'AAPPMA du Chablais-Genevois (Denis LYONNAZ-PERROUX et Emmanuel MOLLARD), et le personnel de la Fédération de pêche (Guillaume Bini, Ludovic Catinaud, Arnaud Caudron, Laure Vigier).

SOMMAIRE

INTRODUCTION **1**

PARTIE I : CONTEXTE GENERAL ET OBJECTIFS DE L'ETUDE **2**

| | |
|---|----|
| I- Contexte et Objectifs | 2 |
| II- Caractéristiques générales du bassin versant de la Menoge | 3 |
| II-1 Contexte physique : situation géographique et administrative | 3 |
| II-2 Contexte climatique et régime hydrologique | 10 |
| II-3 Aménagements hydroélectriques | 13 |
| II-4 Contexte géologique général | 13 |
| III- Présentation de la démarche globale | 14 |
| IV- Présentation des sites d'étude | 14 |
| IV-1 Sectorisation en tronçons | 17 |
| IV-2 Stations d'études | 17 |

PARTIE II : MATERIEL ET METHODE **19**

| | |
|---|----|
| I- Analyses à l'échelle du bassin versant | 19 |
| I-1 Analyse de l'occupation des sols | 19 |
| I-2 Analyse de la structure géologique du BV | 19 |
| I-3 Historique des repeuplements | 19 |
| II- Analyses à l'échelle du tronçon | 19 |
| II-1 Observations des Frayères | 19 |
| II-2 Recherche de toxiques dans les chairs des poissons | 20 |
| III- Analyses à l'échelle des stations | 20 |
| III-1 Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau | 20 |
| III-2 Recherche de toxiques dans les sédiments | 21 |
| III-3 Détermination du niveau typologique théorique (NTT) | 21 |
| III-4 Etude du compartiment macrobenthique | 22 |
| III-5 Inventaires piscicoles | 24 |
| IV- Autre données disponibles | 26 |
| V- Bilan des investigations réalisées et des données disponibles sur chaque station | 27 |

PARTIE III : RESULTATS **29**

| | |
|---|----|
| I- Evaluation de la qualité globale du milieu | 29 |
| I-1 Bilan de l'occupation des sols et risques d'altération des cours d'eau | 29 |
| I-2 Nature géologique du bassin versant et incidences sur le fonctionnement des cours d'eau | 34 |
| I-3 Qualité physico-chimique du milieu | 35 |
| I-3-1 Qualité physico-chimique de l'eau | 35 |
| I-3-2 Qualité du compartiment sédimentaire | 43 |
| I-4 Fragmentation du milieu | 44 |
| II- Détermination du niveau typologique théorique | 46 |
| III- Analyse des peuplements macrobenthiques | 47 |
| III-1 Analyse des communautés benthiques 2008 | 47 |
| III-1-1 Cours principal de la Menoge | 47 |
| III-1-2 Petits affluents directs de la Menoge | 51 |
| III-1-2 Foron de Fillinges et Thy | 56 |
| III-1-3 Brevon de Saxel et affluents | 59 |

| | |
|--|----|
| III-2 Analyse de l'impact de la pollution 2007 | 62 |
| IV- Analyse des peuplements piscicoles | 65 |
| IV-1 Historiques des repeuplements | 65 |
| IV-2 Recensement des frayères | 67 |
| IV-3 Qualité sanitaire des poissons | 69 |
| IV-4 Synthèse des pratiques halieutiques | 69 |
| IV-5 Caractérisation des peuplements piscicoles en place | 70 |
| IV-5-1 Cours principal de la Menoge | 70 |
| IV-5-2 Petits affluents directs de la Menoge | 74 |
| IV-5-2 Foron de Fillinges et Thy | 76 |
| IV-5-2 Brevon de Saxel et Affluents | 78 |

PARTIE IV : BILAN ET PERSPECTIVES **81**

BIBLIOGRAPHIE **84**

INTRODUCTION

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

Dans un souci de gestion durable de ces populations salmonicoles, majoritaires dans le département, la Fédération de Pêche de Haute-Savoie propose à ses AAPPMA une gestion axée sur la mise en place ou la conservation des populations fonctionnelles ainsi que sur la protection et la réhabilitation des milieux. Cette orientation de gestion nécessite une meilleure connaissance :

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

Entre 2002 et 2007, la Fédération de Pêche, avec l'aide de plusieurs partenaires financiers, a réalisé, à l'échelle départementale, à la fois une évaluation de l'efficacité du repeuplement dans les rivières de Haute-Savoie et un programme d'identification, de sauvegarde et de réhabilitation des populations de truites autochtones (programme INTERREG III-A).

Les résultats de ces deux programmes ont mis en évidence la nécessité de pratiquer une gestion différenciée à travers la mise en place de stratégies adaptées aux différentes unités de gestion et de conservation définies.

La Fédération de pêche a précisée les orientations d'actions en mettant en place un Schéma Départemental de Conservation et de Réhabilitation des Populations de Truites Autochtones (Vigier et Caudron, 2007) dans lequel le bassin versant de la Menoge a été défini comme une unité de gestion prioritaire où une étude préliminaire est nécessaire avant la proposition d'un plan de gestion.

Ce document rapporte les résultats du diagnostic mené sur le bassin versant de la Menoge entre 2008 et 2012, et intègre l'ensemble des données issues des études récentes le concernant.

PARTIE I : CONTEXTE GENERAL ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

I- Contexte et Objectifs

Cette étude a pour but initial de dresser un bilan de l'état de santé global des cours d'eau du bassin versant de la Menoge, notamment à la suite d'une crue cinquantennale subie en 2007 ayant eu un impact physique notable sur la Menoge et ses affluents sur la moitié amont de son cours. Pour ce faire, des données sur les peuplements piscicoles, la macrofaune benthique et sur certains éléments mésologiques (qualité de l'eau, usages en cours sur les bassins versants...) ont été acquises entre 2008 et 2010, la finalité de ce diagnostic complet étant de servir de base à un plan de gestion piscicole adapté aux situations rencontrées sur le bassin versant.

Cependant, au cours de la finalisation du diagnostic initial, la Menoge a subi en octobre 2010 une pollution massive au xylophène ayant impacté près de 15 Km du cours d'eau. Les mortalités piscicoles et macrobenthiques consécutives à cette pollution, allant de 100% à 40% le long d'un gradient amont/aval (Cf. figure 1), ont alors rendu caduques les orientations de gestion piscicole découlant des analyses initiales réalisées sur ce secteur. Afin de mesurer l'impact global de cet événement dans l'espace et dans le temps, des données complémentaires ont donc du être acquises postérieurement à la pollution (en 2010, 2011 et 2012), sur l'ensemble du linéaire impacté, afin d'intégrer au diagnostic de bassin versant les conséquences de la pollution, et de proposer un plan de gestion final adapté à cette nouvelle situation.

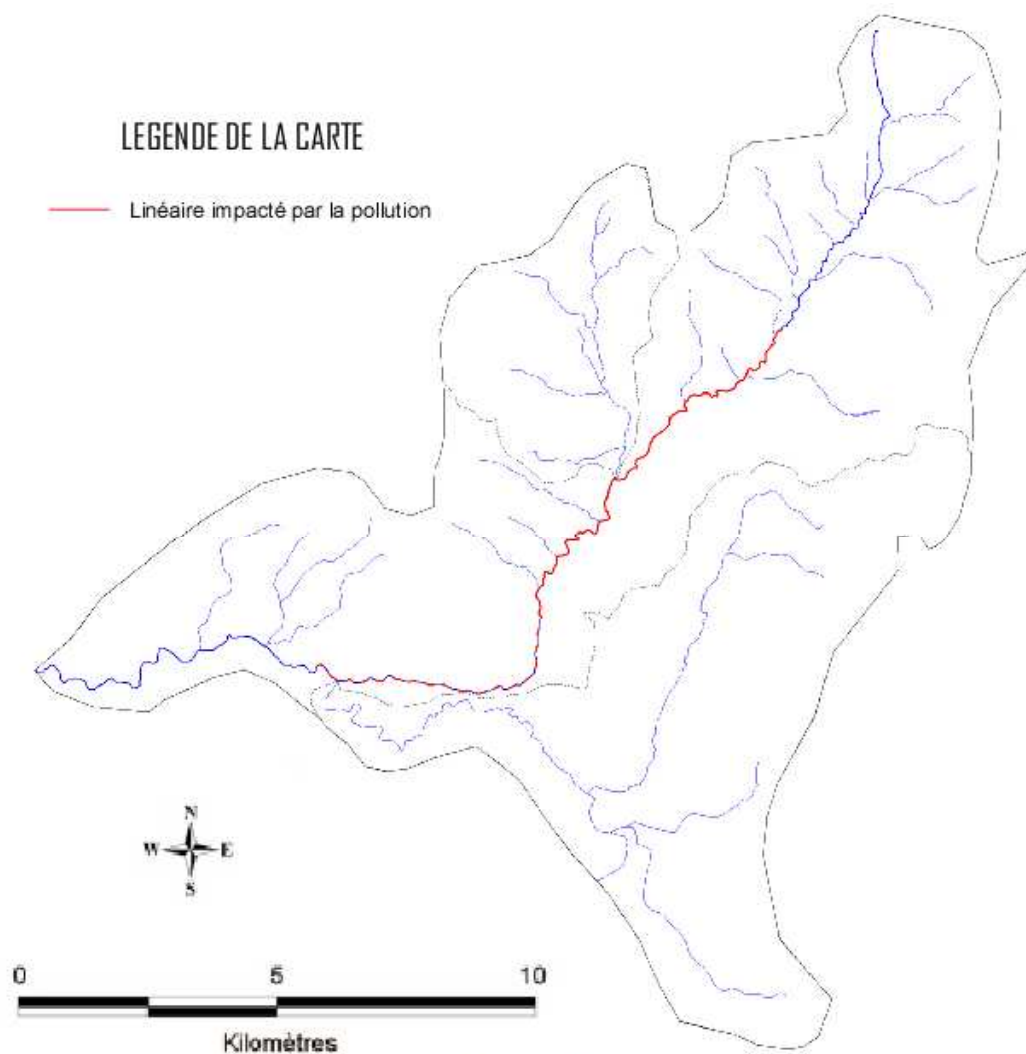


Figure 1 : Carte du linéaire impacté par la pollution au xylophène de la Menoge en octobre 2010

II- Caractéristiques générales du bassin versant de la Menoge

II-1 Contexte physique : situation géographique et administrative

Le bassin versant de la Menoge s'étend sur une superficie de 162 Km², pour un périmètre de 75,2 Km (Cf. Figure2). Il est bordé par le massif des Voirons au nord-ouest (point culminant : le signal des Voirons, 1480m), le plateau des Moises au nord (point culminant : le mont Forchet, 1539m) et le massif des Brasses à l'est (point culminant : la montagne d'Hirmentaz, 1598m), la partie sud-ouest du bassin rejoignant la plaine de l'Arve (confluence avec l'Arve à 405m d'altitude). Il englobe deux sous-bassins correspondant aux deux principaux affluents de la Menoge, le Brevon de Saxel (rive droite) et le Foron de Fillinges (rive gauche)

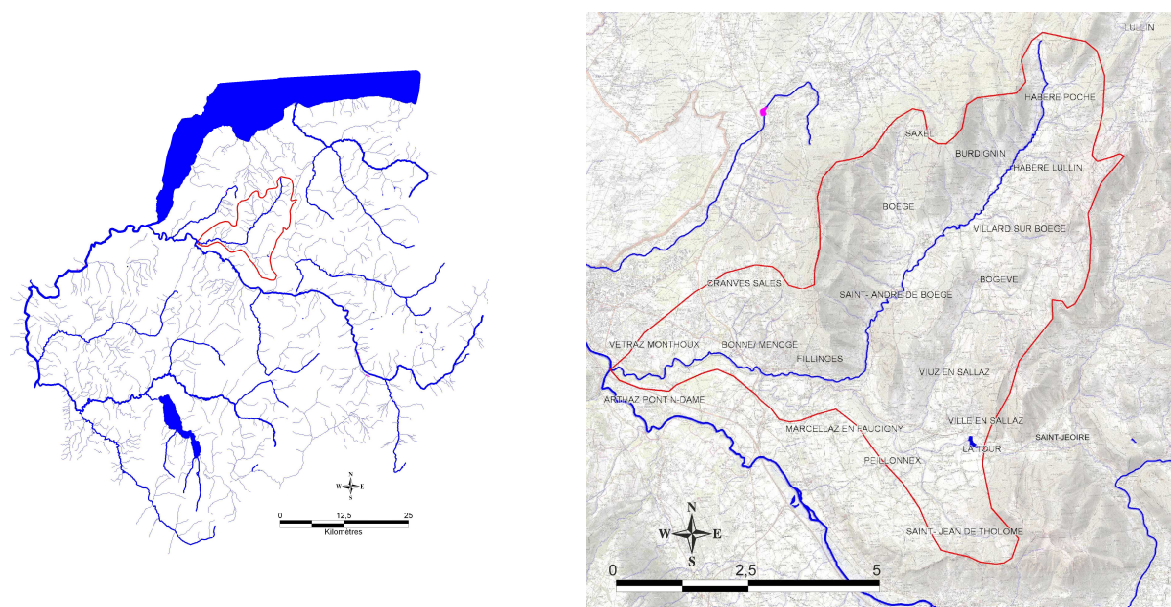


Figure 2 : Localisation géographique et présentation topographique du bassin versant de la Menoge

D'un point de vue administratif, on dénombre 27 communes sur le bassin de la Menoge, dont 21 ont la majeure partie de leur territoire située au sein du périmètre du bassin versant (Cf. Tableau 1).

| Bassin Versant | Communes | Superficie | Périmètre | Altitude max | Altitude min | IGN 1/25000 |
|------------------------------|--|-----------------------|-----------|--------------|--------------|-------------------------------|
| Menoge | Habère -Poche, Habère-Lullin, Burdignin, Villard sur Boège, Saxel, Boège, Saint André de Boège, La Tour , Bogève, Viuz en Sallaz, Ville en sallaz, Faucigny, Saint-Jean de Tholome, Peillonex, Marcellaz en Faucigny, Fillinges, Bonne sur Menoge, Arthaz, Lucinges, Cranves Sales, Vétraz-Monthoux, Lullin, Draillant, Bellevaux, Mégevette, Onnion, Saint Jeoire | 160,9 Km ² | 75,2 Km | 1598 m | 405 m | 3428 ET 3429 ET 3430 ET |
| Foron de Fillinges (sous-BV) | La Tour, Bogève, Viuz en Sallaz, Ville en sallaz, Faucigny, Saint-Jean de Tholome, Peillonex, Marcellaz en Faucigny, Fillinges, <i>Mégevette, Onnion, Saint-Jeoire, Bonne sur Menoge</i> | 53,5 Km ² | 45,6 Km | 1503 m | 490 m | 3429 ET |
| Brevon de saxel (sous-BV) | Saxel, Boège | 17,6 Km ² | 18,1 Km | 1480 m | 720 m | 34329 ET |

Tableau 1 : Principales caractéristiques du bassin versant de la Menoge et de ses sous-bassins. (Les communes en italiques ont une partie marginale de leur territoire sur le BV, en gras : CC4R, soulignées : Annemasse Agglo)

Onze de ces communes sont regroupées depuis 1993 au sein de la Communauté de Communes des Quatre rivières (la CC4R : <http://www.cc4r.fr/>), quatre autres sont rattachées à Annemasse Agglo(<http://www.annemasse-agglo.fr/>), les autres communes étant regroupées au sein de la Communauté de Commune de la Vallée Verte, à l'exception d'Arthaz rattachée quant à elle à la Communauté de Communes Arve et Salève. En outre, depuis 2009, le bassin versant de la Menoge fait partie intégrante du périmètre du SAGE Arve, porté par le Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Affluents (SM3A : <http://www.riviere-arve.org/>), dont la CLE a été constituée en 2011.

Le diagnostic écologique a porté sur 17 cours d'eau répartis sur l'ensemble du bassin versant. A des fins d'analyse, ces cours d'eau ont été regroupés en 4 groupes dans le cadre de la présente étude:

- Menoge (cours principal)
- Brevon de Saxel et affluents
- Foron de Fillings et affluents
- Petits affluents directs de la Menoge

↳ Menoge (cours principal)

La Menoge prend sa source au col des Moises à 1100 m d'altitude. C'est l'un des principaux affluents de l'Arve aval, avec lequel elle conflue en rive droite, en amont de l'Agglomération d'Annemasse. Elle s'étend sur un linéaire de 30 Km, au sein d'un bassin versant de 162 Km². Elle draine une vallée rurale sur la moitié amont de son cours, la partie aval étant quand elle plus urbanisée. D'une pente moyenne de 23 ‰, la Menoge présente un profil torrentiel marqué en amont de Boège (pente moyenne 53 ‰, pente maxi de 90 ‰), sa pente se faisant moins marquée entre Boège et la confluence avec le Brevon de Saxel (moyenne de 12 ‰). En aval du Brevon, elle rejoint une zone gorgée où la pente se fait à nouveau plus forte (moyenne de 30 ‰) jusqu'au seuil de Pont de Fillings, en aval duquel elle s'assagit jusqu'à sa confluence avec l'Arve (pente moyenne de 11 ‰, pente de 8 ‰ sur les 7 Km aval). Des extractions abusives dans les années 1970, alliées à ce profil marqué, ont conféré au lit de la Menoge une forte instabilité ayant conduit à un net surcreusement, notamment sur sa partie aval. La Menoge reçoit tout au long de son cours les eaux de nombreux affluents, dont les deux principaux sont le Brevon de Saxel et le Foron de Fillings (Cf. figure 3).

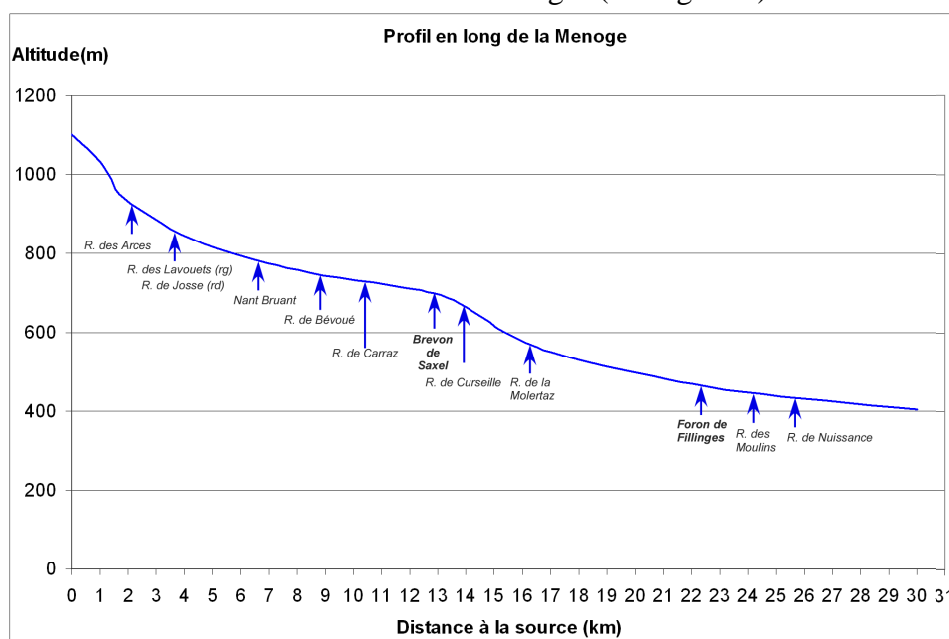


Figure3 : Profil en long de la Menoge

↳ Brevon de Saxel et affluents

Le Brevon de Saxel est un affluent rive droite de la Menoge prenant sa source au col de Saxel, à 940 m d'altitude. Il s'étend sur 6,2 Km au sein d'un bassin versant essentiellement rural et rejoint la Menoge en aval immédiat de Boège. Le cours d'eau présente un profil torrentiel marqué sur la moitié amont de son cours (pente moyenne 54 ‰, maxi de 113 ‰ à l'extrême amont), la partie aval présentant une pente plus douce jusqu'à la confluence avec la Menoge, en aval immédiat de Boège (moyenne de 15 ‰). Le Brevon subit des étiages marqués sur son extrême amont, les débits étant soutenus plus en aval par les eaux de plusieurs petits affluents, dont les deux principaux, le ruisseau des Rafforts et le Manant ont fait l'objet d'investigations au cours de ce diagnostic. Ces affluents, relativement courts (respectivement 2,1 et 3,2 Km), présentent des pentes très marquées (moyenne de 152 ‰ pour le ruisseau de rafforts, 223 ‰ pour le Manant). Ils drainent le versant Est des Voiron, leurs bassins respectifs étant tous deux très majoritairement forestiers en amont, et ruraux en aval.

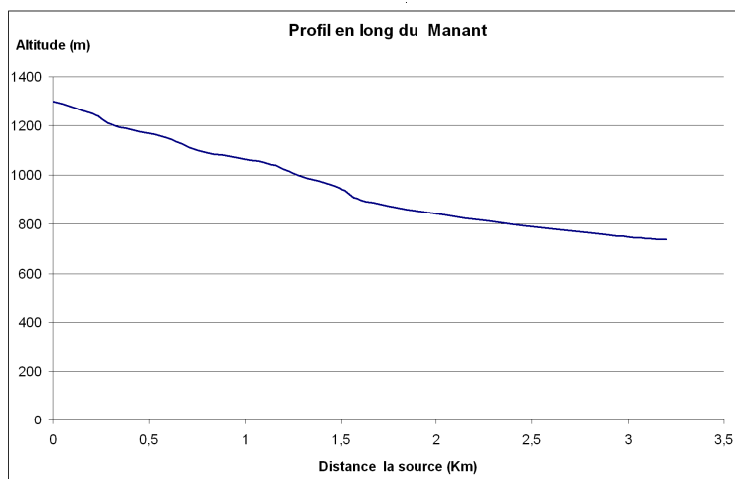
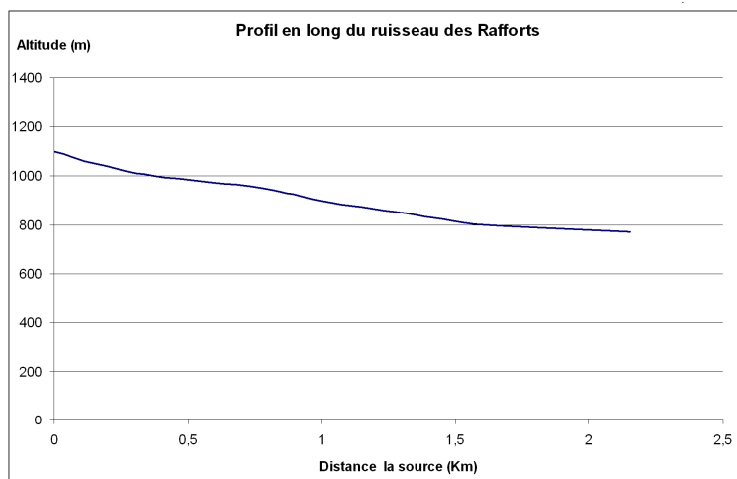
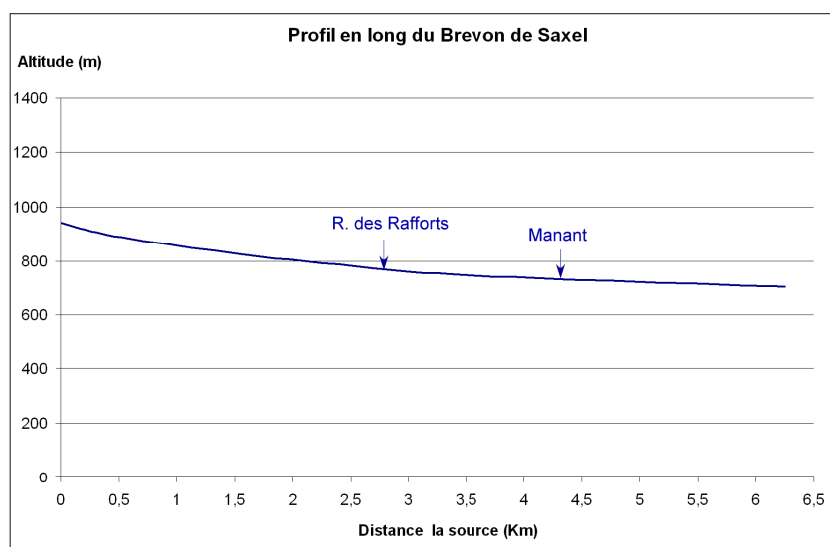


Figure 4 : Profils en long du Brevon de Saxel, du ruisseau des Rafforts et du Manant

↳ Foron de Fillinges et Thy

Le Foron de Fillinges est le principal affluent de la Menoge. Il draine un bassin versant de plus de 53 Km², pour un linéaire de 18,7 Km. Son cours supérieur (amont de Viuz-en-Sallaz) s'inscrit dans une vallée encaissée et boisée, où le Foron présente un caractère torrentiel marqué (pente moyenne de 64 ‰, maxi de 158 ‰ à l'extrême amont). Son lit méandre plus sagement à l'aval de Viuz (pente moyenne de 10 ‰) au sein d'un territoire dominé par les zones agricoles et d'habitat dispersé. Le Foron de Fillinges subit des étiages très sévères dans le secteur de Bogève

(Source : SDVP 74, 2006), et est alimenté en aval de Viuz par le Thy, son principal affluent, qui a également fait l'objet d'investigations dans le cadre de cette étude.

Le Thy s'écoule sur 4,5 Km au sein d'une plaine occupée par des zones agricoles et de l'habitat dispersé. Son cours est principalement marqué par la présence d'une retenue en lit mineur à 500m en aval de ses sources, le Lac du Môle. Le Thy présente un profil peu marqué, avec une pente moyenne relativement faible ($27^{0}/_{00}$), seule la partie située en amont du lac du Môle ayant des pentes un légèrement plus fortes ($44^{0}/_{00}$) que le reste de son cours .

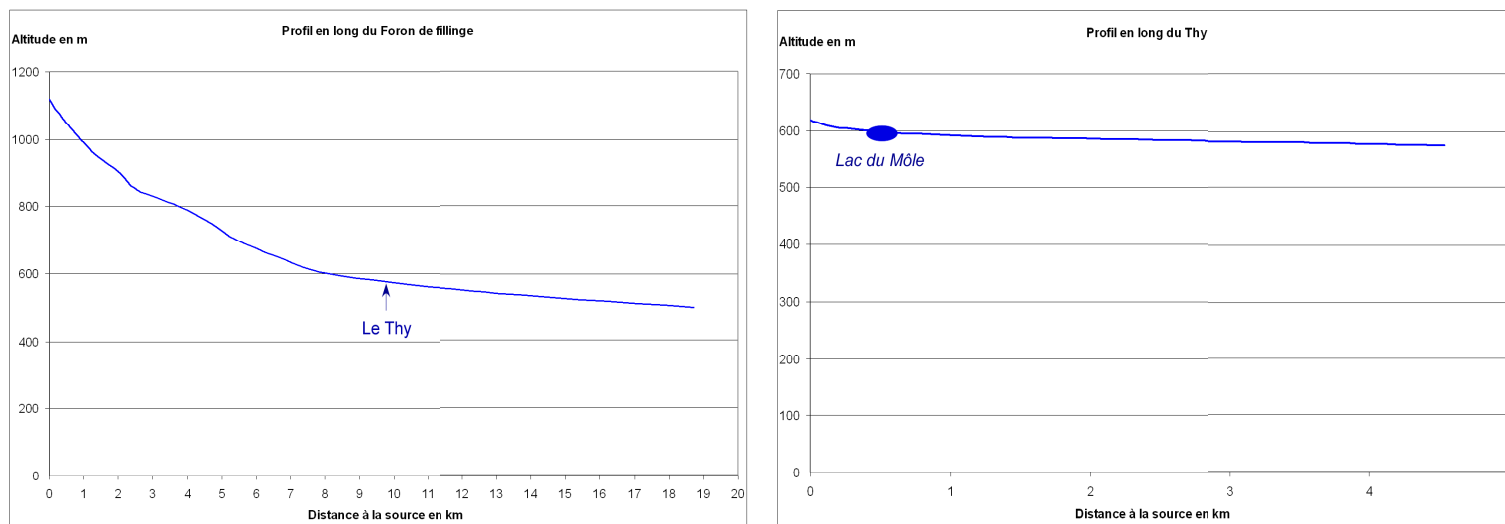


Figure 5 : Profils en long du Foron de Fillings et du Thy

↳ Petits affluents directs de la Menoge

* Ruisseau des Arces

Le ruisseau des Arces est le premier affluent pérenne que reçoit la Menoge. Il prend sa source à 1110 m d'altitude, au col des Arces, pour confluer avec la Menoge au terme d'un parcours de 2,4 Km au sein d'un bassin versant majoritairement forestier et agricole. Il présente un profil régulier au caractère plutôt torrentiel (pente moyenne $65^{0}/_{00}$).

* Ruisseau des Lavouets

Le ruisseau des Lavouets prend sa source à un peu moins de 1100m d'altitude, au col de Terramont. D'une longueur équivalente à celle du ruisseau des Arces (2.3 Km), il présente en revanche un caractère torrentiel un peu plus marqué que ce dernier (pente moyenne $94^{0}/_{00}$), et un profil bien moins régulier : en effet, à un premier tiers amont à $52^{0}/_{00}$ succèdent deux tiers aval aux pentes beaucoup plus marquées (jusqu'à $157^{0}/_{00}$ au niveau de la rupture de pente, plus de $100^{0}/_{00}$ de pente moyenne) jusqu'à la confluence avec la Menoge. Son cours s'étend au sein d'un territoire majoritairement agricole régulièrement ponctué de petits îlots d'habitation.

* Ruisseau de Josse

Le ruisseau de Josse est le plus petit affluent direct de la Menoge ayant fait l'objet d'investigations dans le cadre de cette étude. Il prend sa source en bas de pente du versant Est de la tête du Char, à 930 m d'altitude, et conflue avec la Menoge 65 m plus bas après à peine plus d'un kilomètre d'un cours presque parallèle à celui de cette dernière. Il présente un profil relativement régulier, caractérisé par une pente moyenne de $63^{0}/_{00}$.

*** Nant Bruant**

Le Nant Bruant dévale également de la Tête du Char, au pied de laquelle il prend sa source à 1110m d'altitude. Il draine sur 3,1 Km un territoire majoritairement occupé par les espaces forestiers et agricoles, ponctués par un habitat dispersé peu dense. Il présente une pente moyenne relativement forte ($99^{0}/_{00}$), son profil en long, assez régulier, présentant cependant une nette rupture de pente dans sa partie médiane ($209^{0}/_{00}$ sur quelques centaine de mètre), ces caractéristiques lui conférant globalement un caractère torrentiel marqué.

*** Ruisseau de Bévoué**

Le ruisseau de Bévoué prend sa source à 1210m d'altitude, et s'écoule sur un peu plus de 3 Km au sein d'un territoire majoritairement forestier et agricole, pour confluer rive gauche avec le Menoge après avoir traversé le village de Villard-sur-Boège. C'est d'ailleurs au niveau de la traversée de ce village que le profil en long du cours d'eau se scinde en deux parties inégales, les $\frac{3}{4}$ amonts présentant un caractère torrentiel très marqué (pente moyenne de $170^{0}/_{00}$, secteurs à plus de $240^{0}/_{00}$), tandis que le dernier quart se révèle plus calme (pente moyenne de $53^{0}/_{00}$) et artificialisé (rectification).

*** Nant de Carraz**

Le Nant de Carraz prend sa source au dessus de Burdignin, à 1100 m d'altitude. Sa pente moyenne élevée ($143^{0}/_{00}$) lui confère un caractère torrentiel très marqué, en particulier sur les $\frac{2}{3}$ amonts de son cours ($202^{0}/_{00}$ de pente moyenne avec des secteurs à près de $300^{0}/_{00}$), tandis que le tiers aval présente des pentes plus modérées ($53^{0}/_{00}$ en moyenne). Si le territoire au sein duquel il s'écoule sur les 2,5 Km de son linéaire est majoritairement forestier et agricole, on note que le nant de Carraz est artificialisé sur son extrême aval (rectification et endiguement), dans la traversée du hameau du même nom, au niveau duquel il conflue en rive droite avec la Menoge.

*** Ruisseau de Curseille**

Le ruisseau de Curseille prend sa source à 1150 m d'altitude, sur le versant Est des Voirons. Il présente également un caractère torrentiel très marqué ($153^{0}/_{00}$ de pente moyenne), allant en s'amenuisant à mesure que l'on se rapproche du terme de son cours : à un premier Kilomètre à $221^{0}/_{00}$ de pente moyenne (passages à plus de $300^{0}/_{00}$) succède un secteur de 1,4 Km à $122^{0}/_{00}$, les 500 derniers mètres, à partir de l'entrée du cours d'eau dans le hameau de Curseille, ayant une pente moins marquée que le reste du linéaire ($76^{0}/_{00}$). La majeure partie du territoire drainé par le ruisseau de Curseille est forestière, seul l'extrême aval, toujours à partir de l'entrée dans Curseille, présentant une vocation agricole et habitationnelle. On note également sur cette dernière partie du cours d'eau un important foyer de renouée colonisant l'ensemble des berges.

*** Ruisseau de la Molertaz**

Le ruisseau de la Molertaz prend également sa source sur le versant Est des Voirons, à 1250 m d'altitude. Il présente également un caractère torrentiel très marqué ($248^{0}/_{00}$ de pente moyenne) avec un maximum de plus de $320^{0}/_{00}$ dans sa partie médiane, l'extrême aval de son cours présentant une pente plus modérée mais tout de même marquée ($176^{0}/_{00}$). Le ruisseau, qui présente des débits d'étiage relativement faibles, s'écoule sur 2,4 Km au sein d'un bassin quasi essentiellement forestier.

*** Ruisseau des Moulins**

Le ruisseau des Moulins est un affluent rive droite de la basse Menoge, avec laquelle il conflue en aval de Bonne-sur-Menoge, au terme des 3,7 Km de son cours. Il dévale du versant Sud-Ouest des Voirons, où il prend sa source à 970 m d'altitude. D'une pente moyenne de 137⁰/₀₀, il présente un caractère torrentiel marqué sur ses deux tiers amonts (pente moyenne de 189⁰/₀₀ avec des secteurs à plus de 320⁰/₀₀), et s'assagit sur son tiers aval (pente de 59⁰/₀₀). Dès sa source, il s'écoule au sein d'une zone majoritairement urbanisée, mais est bordé sur la quasi-totalité de son cours par une ripisylve de qualité. Ses débits d'étiage sont eux aussi relativement faibles.

*** Ruisseau de Nuissance**

Le ruisseau de Nuissance est également un affluent rive droite de la basse Menoge, dans laquelle il se jette à un peu plus de 4 Km de la confluence Menoge/Arve, au niveau de la commune de Cranves-Sales. D'une longueur de 3,8 Km, il présente un profil torrentiel sur le premier quart de son linéaire (pente moyenne de 147⁰/₀₀) au terme duquel il rejoint la plaine alluviale de la Menoge où il présente une pente moyenne relativement faible (32⁰/₀₀). Tout comme le ruisseau des Moulins, il s'écoule au sein d'un territoire fortement urbanisé, mais possède à l'inverse de ce dernier une ripisylve assez clairsemée sur la majorité de son cours.

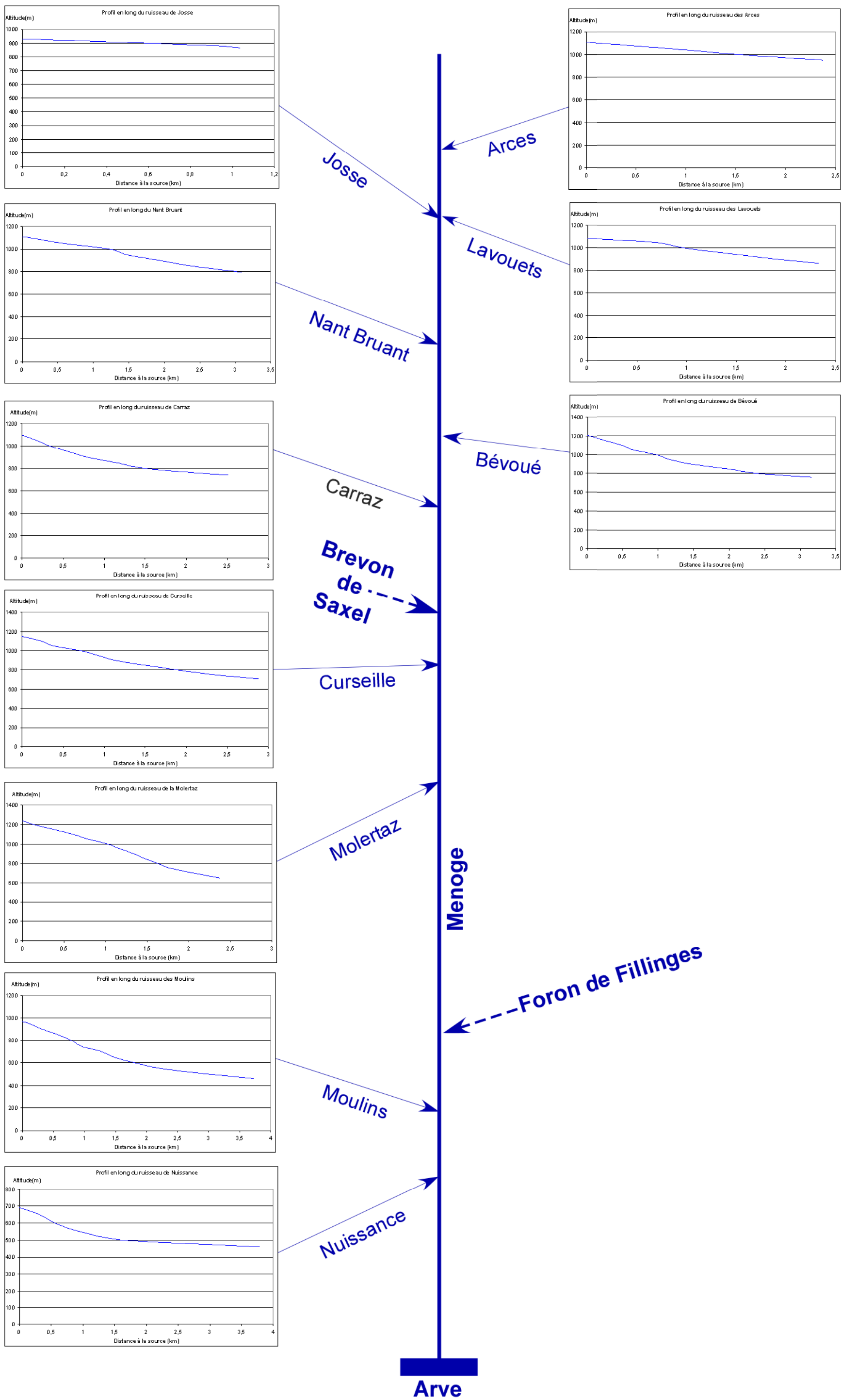


Figure 6 : Profils en long des petits affluents directs de la Menoge

II-2 Contexte climatique et régime hydrologique

* Données climatiques

Le bassin versant de la Menoge bénéficie d'un climat subcontinental montagnard. Le cumul moyen annuel des précipitations enregistrées à Boège entre 1970 et 1996 est de 1483 mm/an, ce qui est largement supérieur à la moyenne nationale, mais reste inférieur aux cumuls maximaux mesuré sur les massifs haut savoyards les plus arrosés (Giffre, Aravis, Beaufortin). Bien que les cumuls mensuels moyens apparaissent relativement peu contrastés (compris entre 102 et 151 mm/mois), on note un pic de précipitations au printemps (mai-juin) et, dans une moindre mesure entre octobre et décembre. Les précipitations estivales, majoritairement orageuses, demeurent importantes (> 100mm/mois). Les précipitations hivernales sont quand à elles principalement neigeuses (décembre à février), la fonte ayant lieu en mars-avril.

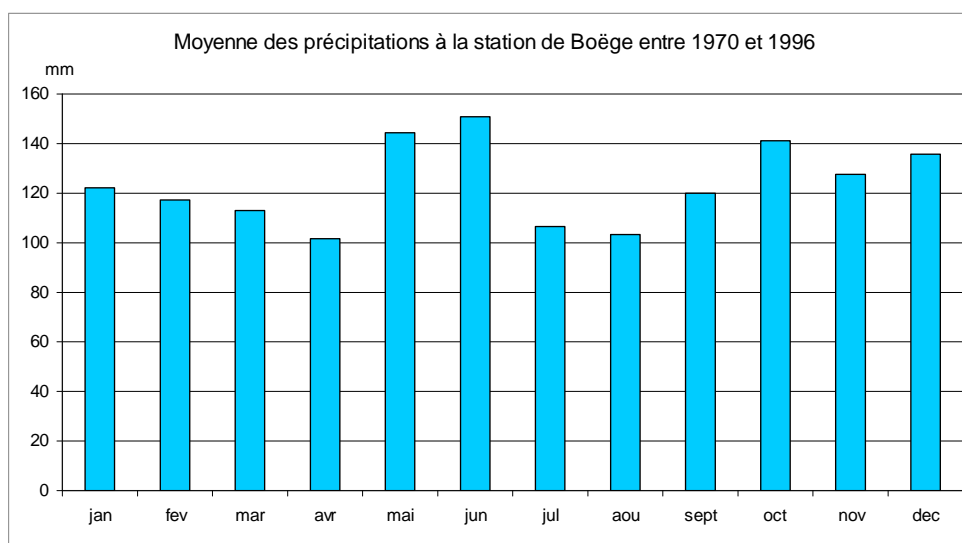


Figure 7 : Précipitations moyennes mensuelles à Boège (1970-1996)

* Hydrologie générale

Les données hydrologiques de la Menoge sont issues de l'exploitation de deux stations limnimétriques gérées par la DREAL Rhône-Alpes : la station de Vétraz- Monthoux, en service entre 1979 et 2007, et la station de Bonne qui lui a succédé.

Le graphique des débits moyens mensuels de la Menoge calculés sur la période 1979-2012 (Cf. figure 8) met en évidence un régime torrentiel simple, caractérisé par une seule alternance annuelle des hautes eaux et des basses eaux. Les maxima mensuels sont atteints en période de fonte nivale (mars-avril). A partir du mois de mai, on note une nette diminution des débits, qui passent sous le module interannuel ($3.57 \text{ m}^3/\text{s}$) dès le mois de juin pour atteindre leur minimum en août ($1.26 \text{ m}^3/\text{s}$). La période de basses eaux correspondant à la période estivale (juillet-août-septembre), au cours de laquelle la Menoge subit des étiages marqués (débits $< 2 \text{ m}^3/\text{s}$). Les débits augmentent progressivement à partir de septembre, pour repasser au dessus du module en novembre, à la faveur des précipitations automnales. Les valeurs hivernales demeurent parmi les plus fortes observées, la légère inflexion constatée en janvier et février étant probablement imputable à la nature neigeuse des précipitations.

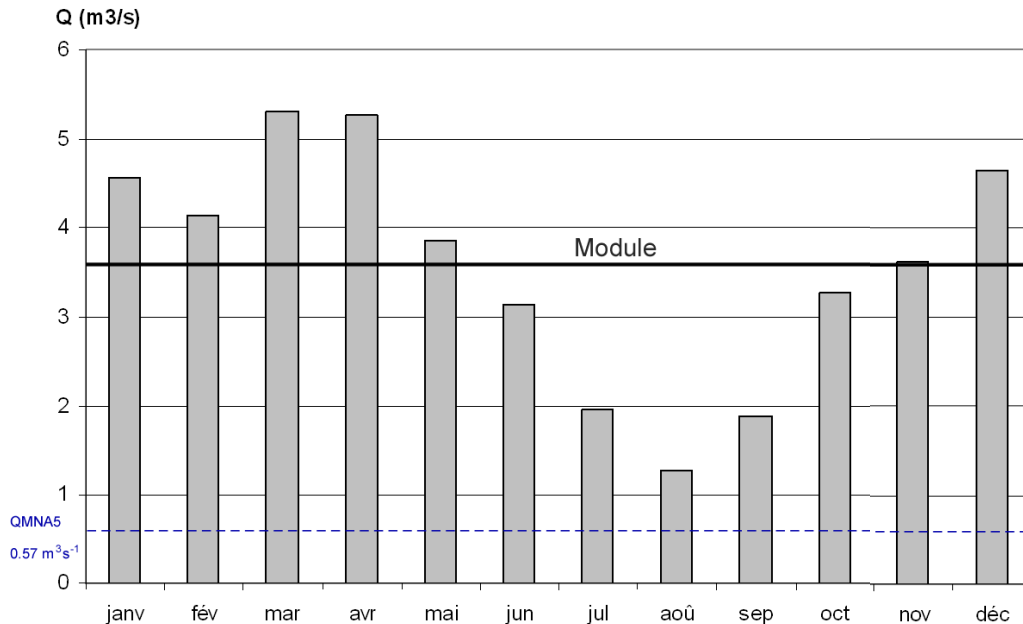


Figure 8 : Débits moyens mensuels de la Menoge à Bonne (coordonnées Lambert X : 907560 ; Y : 2137 300) calculés sur la période 1979-2012 (loi de Galton), source : Banque HYDRO, 2012.

✕ Evolution temporelle des débits de la Menoge

Les valeurs hydrologiques décrites ci-dessus demeurent des moyennes réalisées sur la période allant de 1979 à 2012 et ne permettent pas, de fait, de mesurer l'évolution de ces débits de la Menoge au cours de ces trois décennies. Afin d'appréhender cette évolution sur la période allant de 1979 à 2011, nous avons utilisé les valeurs des moyennes mensuelles de chaque année afin de vérifier mois par mois, par le biais d'une droite de régression, si une tendance se dégageait. Les résultats sont présentés dans figure 9, et semblent mettre en évidence une tendance à l'augmentation progressive de la période de basses eaux estivales au cours des 3 dernières décennies.

En effet, en prenant comme repère la valeur du module interannuel (droite verte sur la figure 9), on constate que si les 3 mois d'été (juillet, août et septembre) ont toujours présenté des débits moyens inférieurs au module depuis 1979. A partir du début des années 90, cette période basses eaux s'est étendue aux mois de juin et d'octobre. Enfin, à partir de 1997, on observe que les débits du mois de mai deviennent également majoritairement inférieurs au module, et que cette tendance semble s'étaler au mois de novembre depuis 2007.

Si on prend maintenant comme repère $2\text{m}^3/\text{s}$ (droite rouge sur la figure 9), qui correspond à la valeur de débits à laquelle seules les moyennes interannuelles des mois d'été (juillet, août et septembre) sont inférieures (Cf Figure 8), on constate que la même tendance est en train de s'amorcer à la fin des années 2000 : si cette tendance se confirmait, elle signifierait que les étiages estivaux, réservés jusqu'à cette période aux trois mois d'été, sont en train d'apparaître dès le mois de mai pour se terminer en novembre.

De fait, il semble que, plus que l'intensité des étiages subis par la Menoge, ce soit leur durée qui augmente progressivement au cours du temps, soumettant ainsi ses communautés biologiques à un stress de même intensité immédiate, mais de durée de plus en plus longue. Une analyse des données journalières (dont nous ne disposons malheureusement pas) et leur comparaison avec des valeurs de référence (crues biennales, quinquennales et décennales, étiage) permettrait de préciser cette tendance apparente.

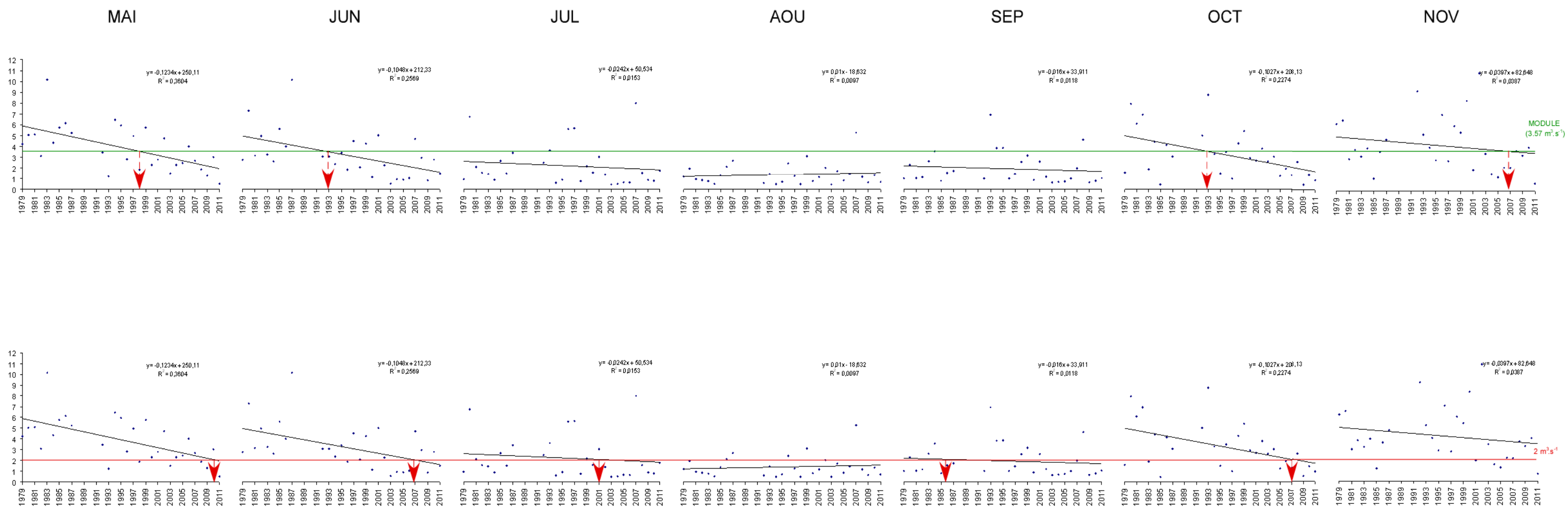
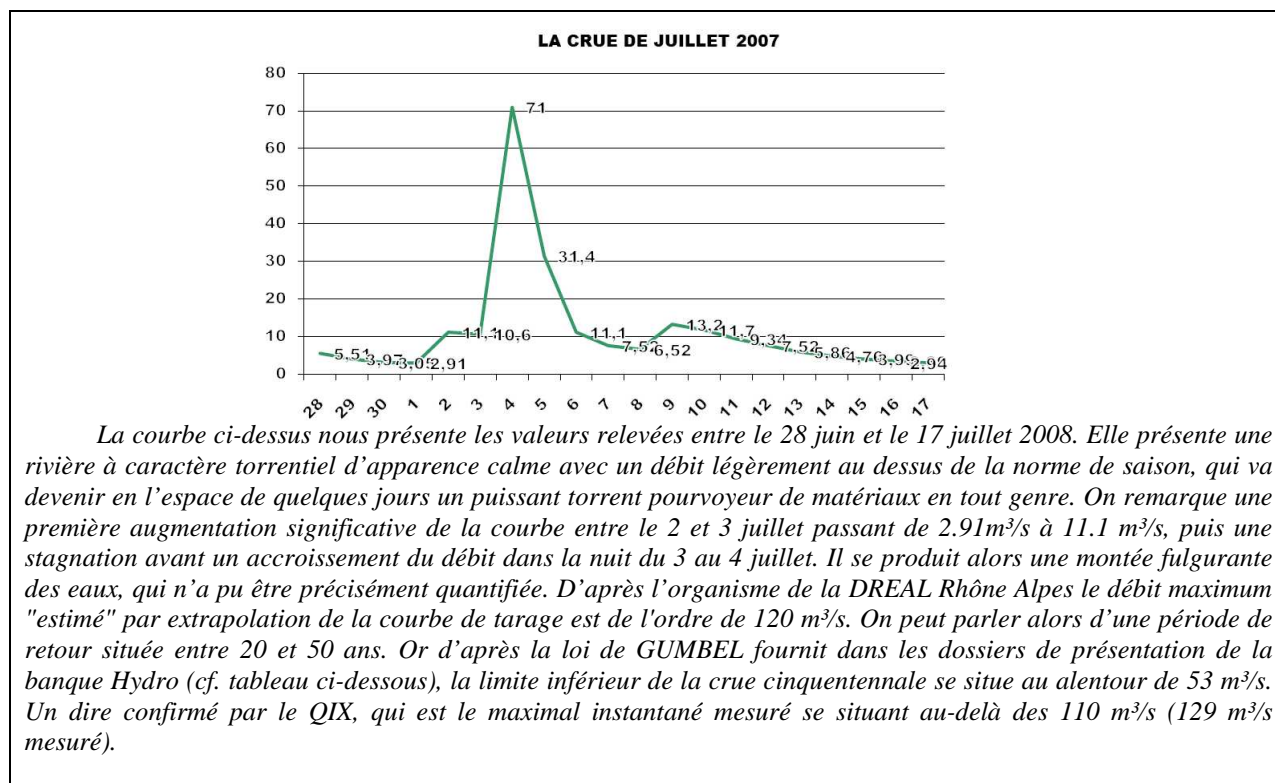


Figure 9 : Evolution des débits moyens mensuels de la période des basses eaux entre 1979 et 2011), source : Banque HYDRO, 2012

* La crue de juillet 2007

En juillet 2007, la Menoge a subi une crue cinquantennale, décrite dans l'étude réalisée en 2011 par la CC4R (Burtey & Faynot, 2011) :



Cette crue majeure a eu un impact notable sur la Menoge amont, à partir du secteur d'Habère-Poche, provoquant un important charriage des matériaux de fond, ainsi que, sur les secteurs les plus impactés (secteur d'Habère Lullin, de l'aval de Boège jusqu'au pont de Fillinges), une mise à nu du socle géologique par endroits (banc argileux affleurants) et une forte érosion des berges. L'impact a été également très marqué sur les deux tiers aval du Brevon de Saxel et le Manant, ainsi que sur certains des petits affluents directs de la Menoge (Ruisseau des Lavouets, Nant bruant notamment).

II-3 Aménagements hydroélectriques

Le cours de la Menoge et des ses affluents ne compte pas d'équipement hydroélectrique d'importance. Les seuls aménagements présents sont des prises d'eau alimentant des biefs. On en compte deux sur la Menoge (seuil des prés sur la commune du Villard, scierie Chatelain en amont de Boège), deux sur l'aval du Foron (bief Dégerine et bief Bonnefois) et un sur le Brevon de Saxel (Bief Dupuis). Ces aménagements, du fait de leur faible gabarit, ont un impact hydraulique très faible sur les cours d'eau qu'ils concernent, et hébergent pour la plupart des populations fonctionnelles de truites fario.

II-4 Contexte géologique général

Du point de vue géologique, le bassin versant de la Menoge suit un pli des préalpes. Les montagnes formant les limites du bassin versant sont de natures diverses : Le massif des Voirons et le mont du Vouan sont principalement formés de séries de grès et de schistes argileux, tandis que les massifs bordant l'Est du bassin reposent sur des calcaires marneux et des schistes. Le fond de vallée est quant à lui majoritairement formé par des dépôts glaciaires (principalement des moraines argileuses) et des alluvions récentes.

III- Présentation de la démarche globale

La réalisation de diagnostics écologiques de cours d'eau à l'échelle du bassin versant par l'intermédiaire de trois échelles de travail : bassin versant, tronçon et station, est largement répandue. Cette méthode de travail dite par « échelles emboîtées » est le préalable nécessaire à la mise en place d'une gestion intégrée et est notamment préconisée par les agences de l'eau.

Les objectifs de ce type d'approche sont :

- de travailler du général vers le particulier (fig.10). En effet, les investigations réalisées à l'échelle du bassin versant permettent d'orienter les recherches aux échelles plus locales.
- de croiser les diverses informations récoltées aux différentes échelles spatiale sur une courte échelle de temps. La confrontation de données de natures diverses par le biais de la spatialisation des données permet de mettre en évidence certaines **relations causes - impacts**.

Le bassin versant est l'échelle d'investigation la plus importante. Les investigations menées à cette échelle permettent de mettre en évidence une grande partie des facteurs potentiellement perturbateurs du milieu. Ce travail permet de mieux définir les investigations à réaliser à des niveaux plus précis.

Les tronçons correspondent à des unités structurales homogènes. La sectorisation du linéaire en tronçons homogènes est réalisée sur la base de caractéristiques physiques et géomorphologiques. Les critères utilisés sont les changements de pente, les changements importants d'occupation des sols, les modifications notable de débits (confluence, tronçon court-circuité). Les tronçons sont théoriquement homogènes en termes de dynamique, de succession des faciès et donc de communautés vivantes.

Les stations sont définies de façon à ce que les faciès présents et leurs taux de recouvrements soient représentatifs du tronçon considéré. Ainsi les investigations menées à l'échelle de la station sont généralisables à l'échelle du tronçon. En règle générale, pour s'assurer de sa représentativité, la longueur d'une station correspond à entre 10 et 20 fois la largeur du lit mineur.

A ces différentes échelles, différents descripteurs sont étudiés : la qualité physico-chimique de l'eau et des sédiments, la qualité physique, l'intégrité biotique par l'intermédiaire des communautés de poissons et de macroinvertébrés.

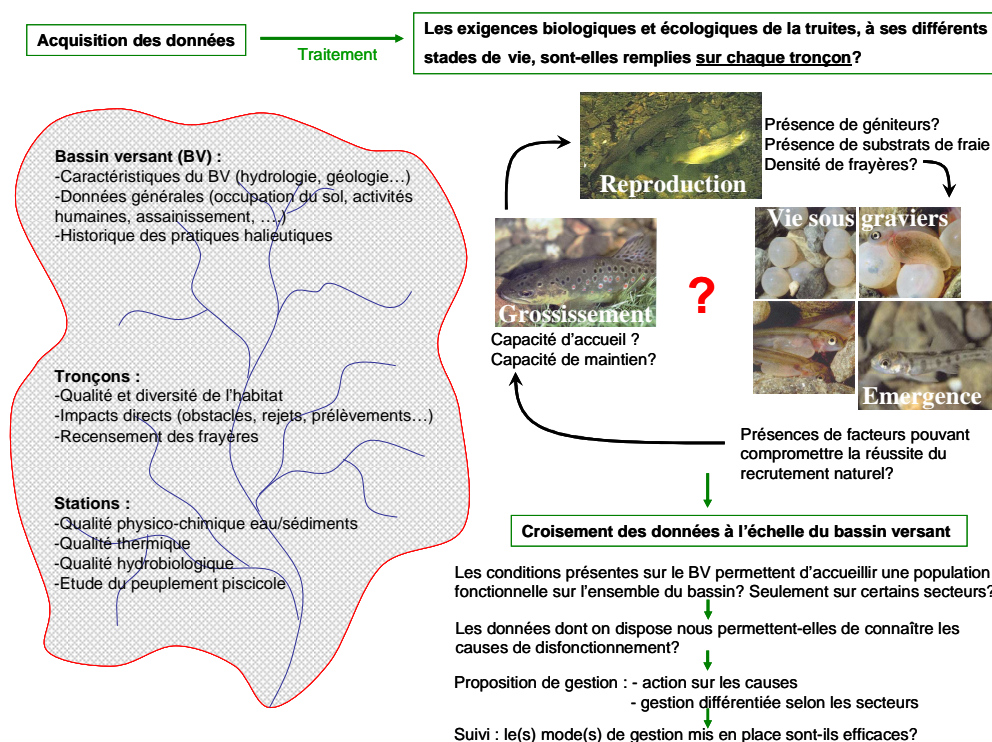


Figure 10 : Illustration de l'approche par échelle emboîtée dans la démarche globale de diagnostic des peuplement piscicole (exemple de la truite fario) réalisée sur le bassin versant de la Menoge.

IV- Présentation des sites d'étude

IV-1 Sectorisation en tronçons

La sectorisation en tronçons homogènes a été effectuée selon la méthode décrite dans le paragraphe précédent sur les cours principaux de la Menoge, du Foron de Fillinges et du Brevon de Saxel. La Menoge a été sectorisée en 13 tronçons, le Foron en 10 et le Brevon en 5 (Cf. figure 11). Les principales caractéristiques des tronçons sont décrites dans tableau 2.

| | N° de tronçon | limites de tronçon | longueur | géologie | pente moyenne (‰) |
|---------------------------|---------------|---|----------|---------------------------|-------------------|
| Menoge | 1 | source à 200m amont R. des Arces | 1,6 Km | Moraine argileuse | 93 |
| | 2 | 200m amont R. des Arces au pont d'HabèreLullin | 3,6 Km | Moraine argileuse | 39 |
| | 3 | Pont d'HabèreLullin au Nant Bruant | 1,4 Km | Moraine argileuse | 23 |
| | 4 | Du Nant Bruant à 300 m aval R. de bévoué | 2,3 Km | Moraine argileuse | 17 |
| | 5 | 300 m aval R. de Bévoué au Brevon de Saxel | 3,2 Km | Moraine argileuse | 14 |
| | 6 | Brevon de Saxel à 200 m aval R. de Curseille | 1,7 Km | Moraine argileuse | 18 |
| | 7 | 200 m aval R. de Curseille à Chez Calendrier | 1,4 Km | Moraine argileuse | 45 |
| | 8 | Chez Calendrier au Pont Morand | 2,6 Km | Moraine argileuse | 28 |
| | 9 | Pont Morand au Pont de Fillinges | 1,9 Km | Moraine argileuse | 16 |
| | 10 | Pont de Fillinges au Foron de Fillinges | 2,6 Km | Moraine argileuse | 16 |
| | 11 | Foron de Fillinges aux Covées | 2,7 Km | Moraine argileuse | 10 |
| | 12 | Les Covées au Cry | 1,4 Km | Molasse rouge | 8 |
| | 13 | Du Cry à L'Arve | 3,6 Km | Moraine argileuse | 7 |
| Foron de Fillinges | 1 | Source au pont de la D190b | 1,3 Km | Moraine de versant | 124 |
| | 2 | Pont de la D190b à 200 m aval cimetière de Bogève | 0,7 Km | Moraine de versant | 77 |
| | 3 | 200 m aval cimetière de Bogève à 200 m amont lagunage | 0,4 Km | Moraine de versant | 109 |
| | 4 | 200 m amont lagunage à 700 m aval pont de Boex | 1,9 Km | Moraine de versant | 45 |
| | 5 | 700 m aval pont de Boex à Brenaz | 1 Km | Moraine de versant | 66 |
| | 6 | Brenaz à 100 m amont pont du Bovet | 1,5 Km | Moraine de versant | 43 |
| | 7 | 100 m amont Pont du Bovet au pont de Bucquigny | 0,8 Km | Alluvions indifférenciées | 38 |
| | 8 | Pont de Bucquigny au Thy | 2,2 Km | Alluvions indifférenciées | 17 |
| | 9 | Du Thy à 700m aval confluence Thy | 0,7 Km | Alluvions indifférenciées | 9 |
| | 10 | 700m aval confluence Thy à la Menoge | 8,2 Km | Alluvions indifférenciées | 8 |
| Brevon de saxel | 1 | Sources à 300 m aval sources | 0,3 Km | Moraine de versant | 113 |
| | 2 | 300 m aval sources à 200m aval pont D320 | 0,9 Km | Moraine de versant | 67 |
| | 3 | 200m aval pont D320 à 200 m amont R. des Rafforts | 1,3 Km | Moraine de versant | 52 |
| | 4 | 200 m amont R. des Rafforts à 100 m amont Chez Tournier | 0,9 Km | Alluvions indifférenciées | 35 |
| | 5 | 100 m amont Chez Tournier à la Menoge | 2,8 Km | Alluvions indifférenciées | 14 |

Tableau23 : Principales caractéristiques des tronçons sur la Menoge, le Foron et le Brevon

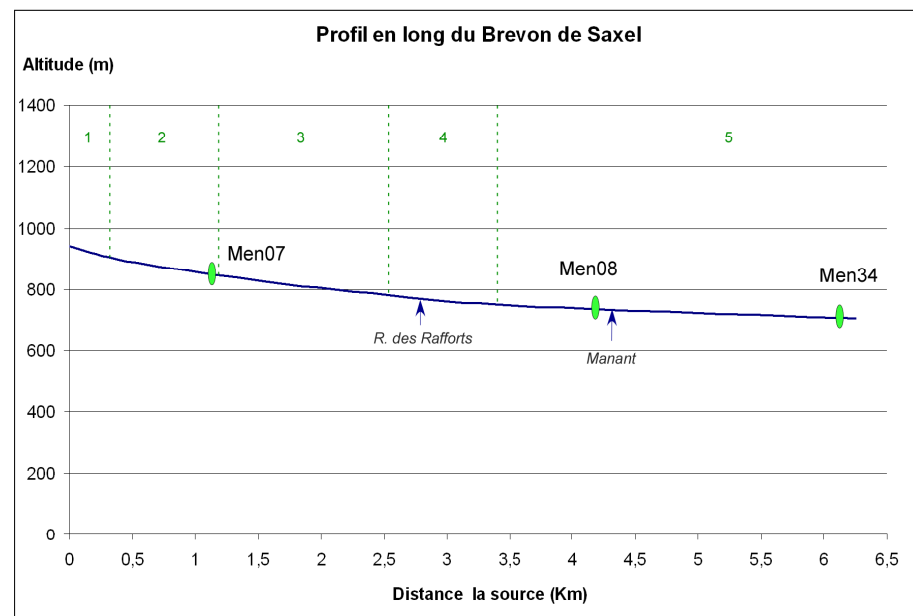
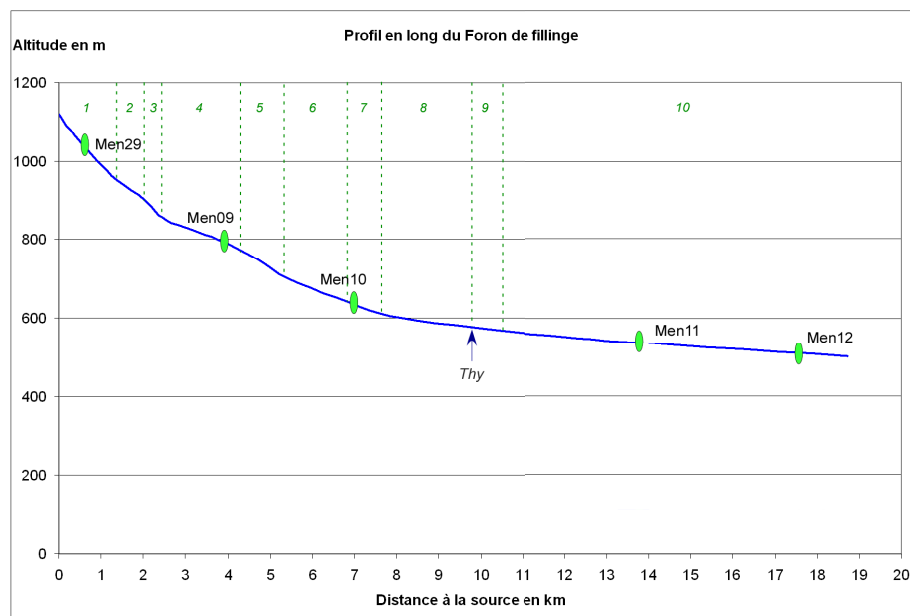
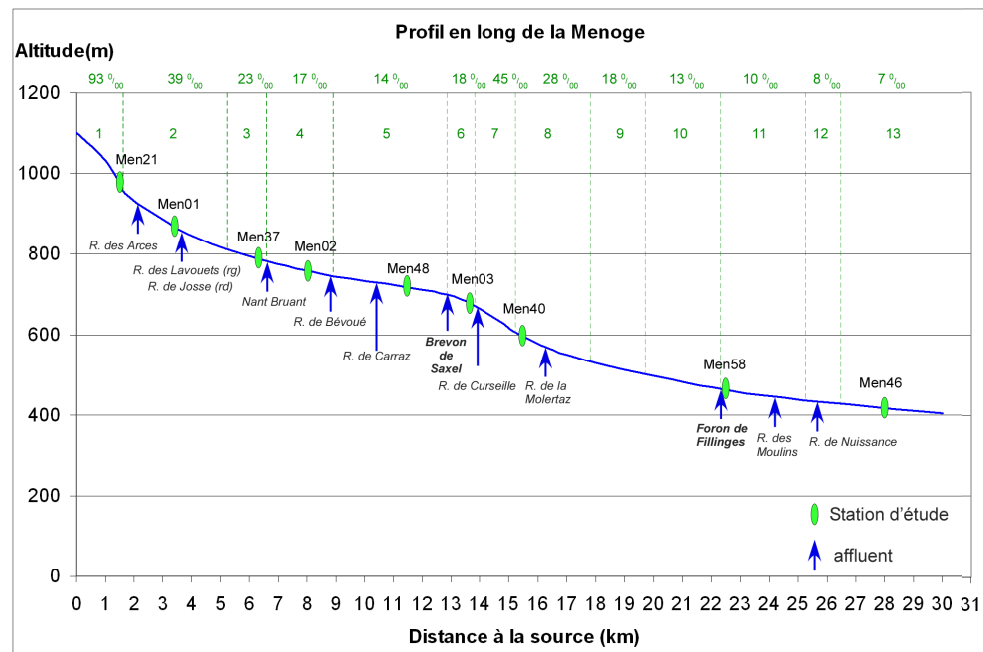


Figure 11 : Délimitation des tronçons homogènes et position des stations d'étude sur les profils en long de la Menoge, du Foron de Fillings et du Brevon de Saxel

IV-2 Stations d'études

32 stations ont été positionnées sur les cours d'eau du bassin versant, en fonction des connaissances antérieures et des enjeux identifiés sur le territoire. L'ensemble de ces stations est localisé sur la Figure 12. La liste des stations et leurs principales caractéristiques sont retranscrites dans le Tableau 3.

| | Code station | Cours d'eau | Distance à la source (Km) | Longueur (m) | Largeur moyenne (m) | Atitude (m) | habitat piscicole | | Ripisylve (%) | Coord Lambert II | |
|---------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------|--------------|---------------------|-------------|-------------------|-----------|---------------|------------------|---------|
| | | | | | | | Nature | Abondance | | X | Y |
| MENOGE | Men21 | Menoge chez paccot | 1,55 | 47,1 | 3,1 | 1000 | BLO, BRA | ++ | 100 | 918294 | 2148561 |
| | Men01 | Menoge habère poche | 3,465 | 52,6 | 5 | 875 | BLO, BER | ++ | 80 | 918088 | 2146850 |
| | Men37 | Menoge habère lullin | 6,309 | 89,6 | 5 | 800 | BLO, BER, BRA | ++ | 80 | 916884 | 2144924 |
| | Men02 | Menoge Villard | 8,08 | 80 | 4 | 770 | BLO, BER, BRA | + | 30 | 915976 | 2143649 |
| | Men48 | Menoge Boege | 11,508 | 98 | 11,3 | 735 | BLO, BER | - | 90 | 913790 | 2142102 |
| | Men03 | Menoge Saint andré de Boege | 13,638 | 104 | 11 | 715 | BLO, BER, BRA | ++ | 70 | 912955 | 2140490 |
| | Men40 | Menoge Chez Calendrier | 15,235 | 118 | 10 | 670 | BLO, BER | ++ | 50 | 912147 | 2139746 |
| | Men58 | Menoge Bonne | 22,432 | 72 | 12,2 | 500 | BLO | + | 0 | 907540 | 2137330 |
| | Men46 | Menoge les moulins | 28,013 | 96 | 10,2 | 430 | BLO | + | 0 | 903722 | 2137125 |
| PETITS AFFLUENTS MENOGE | Men06 | Ruisseau des Arces | 2,176 | 55 | 2,7 | 960 | BLO, BER | +++ | 100 | 918400 | 2148150 |
| | Men20 | Ruisseau du Lavouet | 1,884 | 51,5 | 3,3 | 900 | BLO, BER | - | 70 | 918414 | 2146911 |
| | Men19 | Ruisseau de Josse | 0,828 | 36,5 | 1,8 | 880 | BLO, BER | ++ | 100 | 917946 | 2146829 |
| | Men17 | Nant Bruant | 2,779 | 51,3 | 3,9 | 810 | BLO | + | 80 | 916493 | 2144943 |
| | Men52 | Bévoué aval | 2776 | 70,1 | 3,1 | 775 | BLO, BER | - | 50 | 916360 | 2143270 |
| | Men16 | Bévoué amont | 1,376 | 80 | 1,2 | 920 | BLO | ++ | 80 | 917175 | 2142860 |
| | Men57 | Nant de Carraz | 2,3 | 43,1 | 2,5 | 750 | BLO, BER | + | 40 | 914360 | 2142980 |
| | Men56 | Ruisseau de Curseille | 2,506 | 47,9 | 3 | 740 | BLO | - | 80 | 912520 | 2140600 |
| | Men55 | Ruisseau de la Molertaz | 2,148 | 37,5 | 1,5 | 675 | BER | + | 60 | 911550 | 2139230 |
| | Men24 | Ruisseau du moulin amont | 0,659 | 59,7 | 2,2 | 625 | BLO | + | 50 | 907229 | 2139524 |
| | Men23 | Ruisseau du moulin aval | 2,554 | 67,2 | 1,6 | 475 | BER, BRA | - | 90 | 906333 | 2138050 |
| | Men54 | Ruisseau de Nuissance amont | 0,802 | 60 | 1,2 | 560 | BLO | + | 100 | 905840 | 2140090 |
| | Men15 | Ruisseau de Nuissance aval | 3,161 | 51,8 | 1,9 | 485 | BER | + | 80 | 905056 | 2138371 |
| FORON DE FILLINGES ET AFFLUENTS | Men29 | Foron amont | 0,595 | 51,3 | 1 | 990 | BLO | ++ | 80 | 916716 | 2140556 |
| | Men09 | Foron à Boex | 3,924 | 65,2 | 3,7 | 795 | BLO, BER | ++ | 100 | 914894 | 2139077 |
| | Men10 | Foron au Bovet | 6,997 | 57 | 3,8 | 635 | BLO, BER | ++ | 70 | 913971 | 2136642 |
| | Men11 | Foron à pont de Fillinges | 13,74 | 94 | 8 | 545 | BLO, BER | + | 80 | 910046 | 2136860 |
| | Men12 | Foron à Couvette | 17,507 | 85 | 8,4 | 505 | BER | + | 90 | 908078 | 2136794 |
| | Men31 | Thy aux moulins | 3,943 | 60,2 | 4,2 | 580 | BER | + | 80 | 912925 | 2134300 |
| BREVON DE SAXEL ET AFFLUENTS | Men07 | Brevon de saxel Loyats | 1,139 | 64,9 | 2,3 | 850 | BLO, BER, BRA | ++ | 90 | 912613 | 2145635 |
| | Men08 | Brevon de saxel Les Bioles | 4,197 | 62,5 | 3,6 | 740 | CHV, BER, BRA | + | 50 | 912862 | 2143014 |
| | Men34 | Brevon de saxel amont STEP Boege | 6,225 | 68 | 5,5 | 720 | BLO, BER, BRA | + | 100 | 913165 | 2141531 |
| | Men22 | Ruisseau des Raforts | 1,953 | 49,8 | 2,3 | 775 | CHV, BER | - | 10 | 912489 | 2144266 |
| | Men18 | Ruisseau de Manant | 1,638 | 65,7 | 2,25 | 770 | BLO | + | 70 | 912468 | 2142894 |

Tableau 3 : Principales caractéristiques des stations d'étude (BLO = blocs, BER = sous-berges, BRA = branchages, CHV = chevelus racinaires ; abondances : - = très faible, + = faible, ++ = moyenne, +++ = forte)

L'ensemble de ces stations a fait l'objet du diagnostic initial (2008-2010), et quatre d'entre elles ont fait l'objet du suivi spécifique postérieur à la pollution d'octobre 2010 :

- La station Men37 : Située au lieu dit « Chez Soujeon », cette station témoin est située à 1 km en amont du lieu de la pollution.
- La station Men02 : Située à 1 km en aval du lieu de la pollution, en aval du seuil « des Prés ». La mortalité piscicole constatée suite à la pollution (octobre 2010) y était de 100% (pêche d'inventaire).
- La station Men03 : Située à 6,5 Km en aval du lieu de la pollution, et 1 km en aval de la confluence avec le Brevon de Saxel. La mortalité piscicole constatée suite à la pollution y était de 80% (pêche d'inventaire).

- La station Men40 : Située à 7,2 km en aval du lieu de la pollution, au lieu dit « Chez Calendrier ». La mortalité piscicole constatée suite à la pollution (octobre 2010) y était estimée à 40% (pêches de sondages).

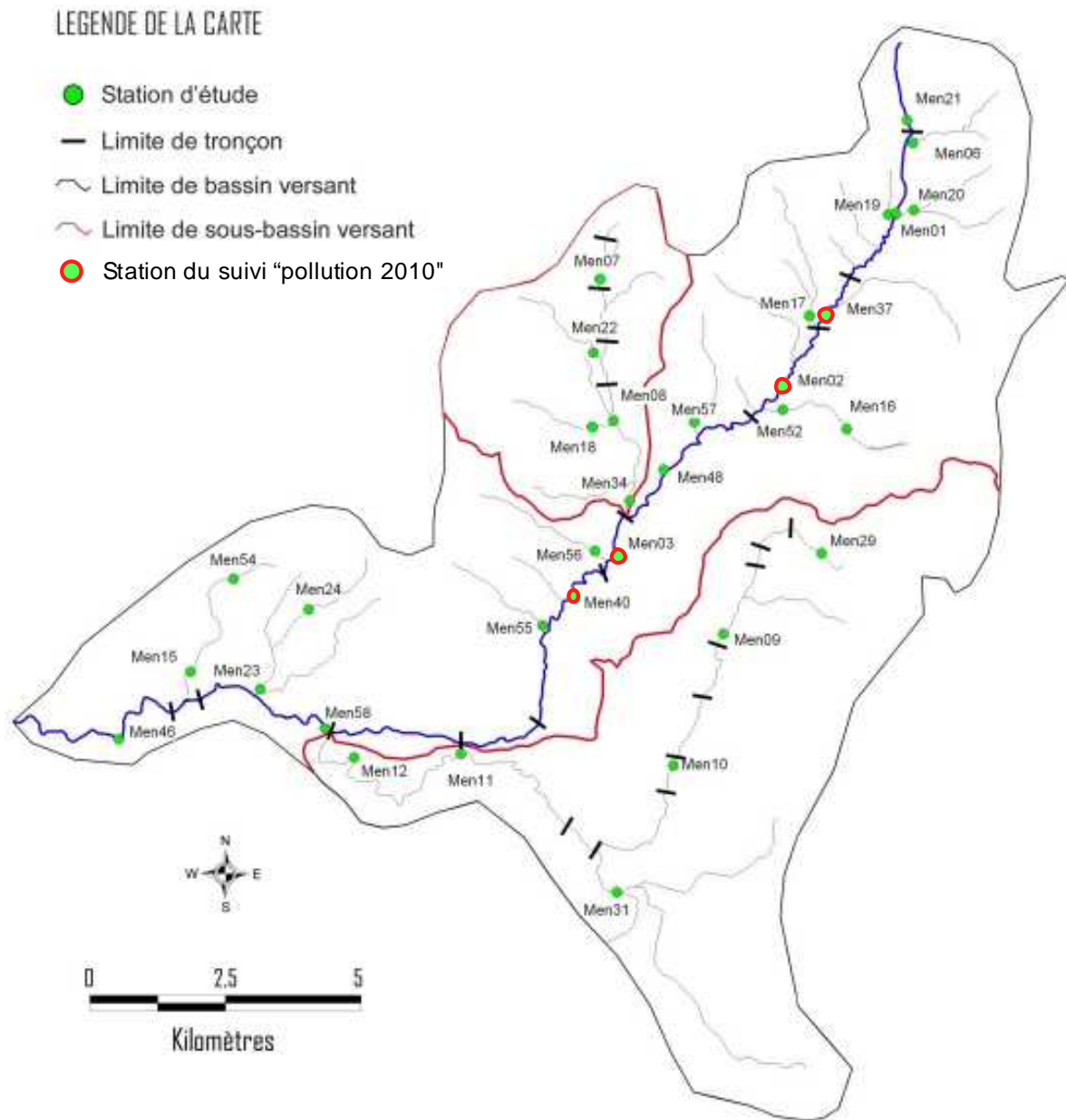


Figure 12 : Délimitation des tronçons homogènes et positionnement des stations étudiées sur le bassin versant de la Menoge.

PARTIE II : MATERIEL ET METHODE

I- Analyses à l'échelle du bassin versant

I-1 Analyse de l'occupation des sols

Dans un premier temps les limites géographiques du bassin versant topographique ont été déterminées sur un fond de carte IGN au 25/1000^{ème}.

Un assemblage des photographies aériennes (été 2008), du Registre Parcellaire Graphique 2008 et des données ponctuelles issues de l'IGN est réalisé à partir des données du site Internet du Géoportail (www.geoportail.fr). A partir de ces données est effectuée une délimitation des zones agricoles, des zones construites et des zones boisées, à laquelle est superposé un relevé non exhaustif des modalités ponctuelles susceptibles d'influencer le fonctionnement des cours d'eau (captages, station d'épuration...).

Une image du recouvrement parcellaire en est déduite (occurrence des différentes modalités), ainsi qu'une partie des perturbations anthropiques existantes ou envisageables sur le bassin versant ou ses sous-bassins.

I-2 Analyse de la structure géologique du BV

Cette analyse a pour objectif de contribuer à la compréhension des caractéristiques physico-chimiques des eaux de surfaces et de permettre, dans une certaine mesure, de dissocier les phénomènes naturels d'apports potentiellement polluants d'origine anthropique.

Les caractéristiques géologiques peuvent également, dans certains cas, permettre de définir les voies de transferts des polluants sur le bassin versant et de tenter d'identifier les facteurs aggravant le risque de transferts de polluants (matières organiques, micropolluants divers, matière minérales fines...) vers le cours d'eau.

I-3 Historique des repeuplements

Un historique des pratiques de repeuplement sur plusieurs années est réalisé sur la base des archives des plans d'alevinages fournis par les AAPPMA. La prise en compte de l'évolution temporelle et spatiale des pratiques de repeuplements : densités introduites par secteur, espèce(s), souche(s), stade(s) de déversements, sont des éléments indispensables à prendre en compte dans l'analyse des populations actuelles de truite commune.

Une étude globale réalisée à l'échelle du département (*Caudron et Champigneulle, 2007*) démontre cette grande variabilité des pratiques de repeuplement. Cette expérience suggère qu'il est nécessaire de faire un historique des pratiques de repeuplement sur cinq ans afin de considérer la période influençant potentiellement la population en place.

II- Analyses à l'échelle du tronçon

II-1 Observations des Frayères

Une campagne de d'observation et de comptage des frayères de truites fario a été réalisée durant l'hiver ayant précédé les inventaires piscicoles 2008 (décembre 2007-janvier2008). Des données antérieures, fournies par l'AAPPMA du Chablais-Genevois sont également disponibles (hivers 1997, 1998 et 1999)

II-2 Recherche de toxiques dans les chairs des poissons

Deux lots de 10 poissons ont été prélevés le 20 décembre 2010 sur la Menoge, afin de rechercher dans les chairs les molécules toxiques entrant dans la composition du xylophène (Cyperméthrine, Propiconazole et Tébuconazole):

- Un au lieu dit « Chez Calendrier », au sein du linéaire le plus fortement touché par la pollution et à un endroit où il était possible de trouver des poissons ayant survécu à la pollution.
- Un autre en amont du pont de Bonne et de la confluence avec le Foron de Fillinges, afin de quantifier une éventuelle contamination en aval du seuil du pont de Fillinges.

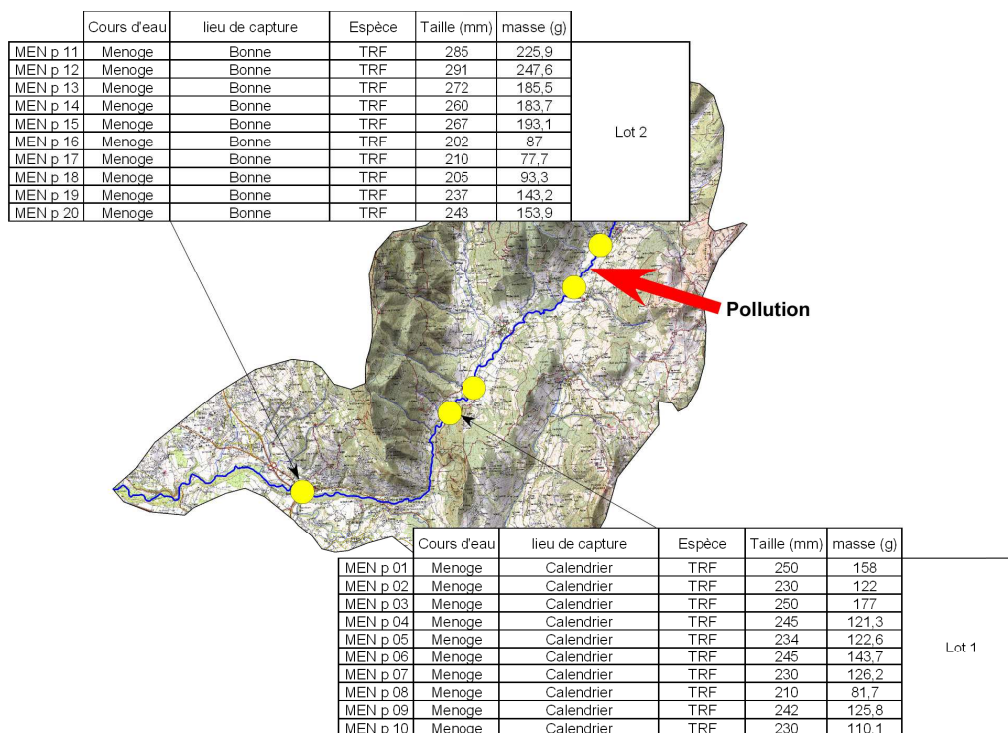


Figure 13 : Localisation et composition des échantillonnages de poissons pour recherche de toxiques dans les chairs

III- Analyses à l'échelle des stations

III-1 Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau

La qualité physico-chimique de l'eau a été évaluée sur chaque station par une analyse des paramètres physico-chimiques suivants :

- Température
- pH
- Conductivité
- Azotes (NO₂, NO₃ et NH₄)
- Orthophosphates (PO₄)

Les échantillons d'eau ont été analysés en laboratoire à l'aide du spectrophotomètre MERK spectroquant NOVA M60 et des tests spectroquant MERK (1.14752.0001 Ammonium test, 1.09713.0001 Nitrat test, 1.14848.0001 Phosphat test, 1.14776.0001 Nitrit test).

Les mesures du pH et de la conductivité ont été effectuées sur site au moment des prélèvements, à l'aide du boîtier multisonde *WMR SymPHony SP90M5* et de ses sondes conductivité/température *SymPHony 11388-372* et pH/température *SymPHony 14002-860*.

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau sont interprétés sur la base des classes du guide technique d'évaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole (*Meed & Agence de l'eau RMC, 2009*), ainsi que d'autres valeurs issues de la littérature scientifique (*Verneaux & Nisbet, 1970*).

III-2 Recherche de toxiques dans les sédiments

Des prélèvements de sédiments ont été réalisés le 24 novembre 2010 sur 5 stations du cours principal de la Menoge (4 stations impactées et 1 station témoin en amont du lieu de la pollution, Cf. figure 14), en vue d'une recherche des composés toxiques présents dans le xylophène (IBPC, Cyperméthrine, Propiconazole et Tébuconazole).

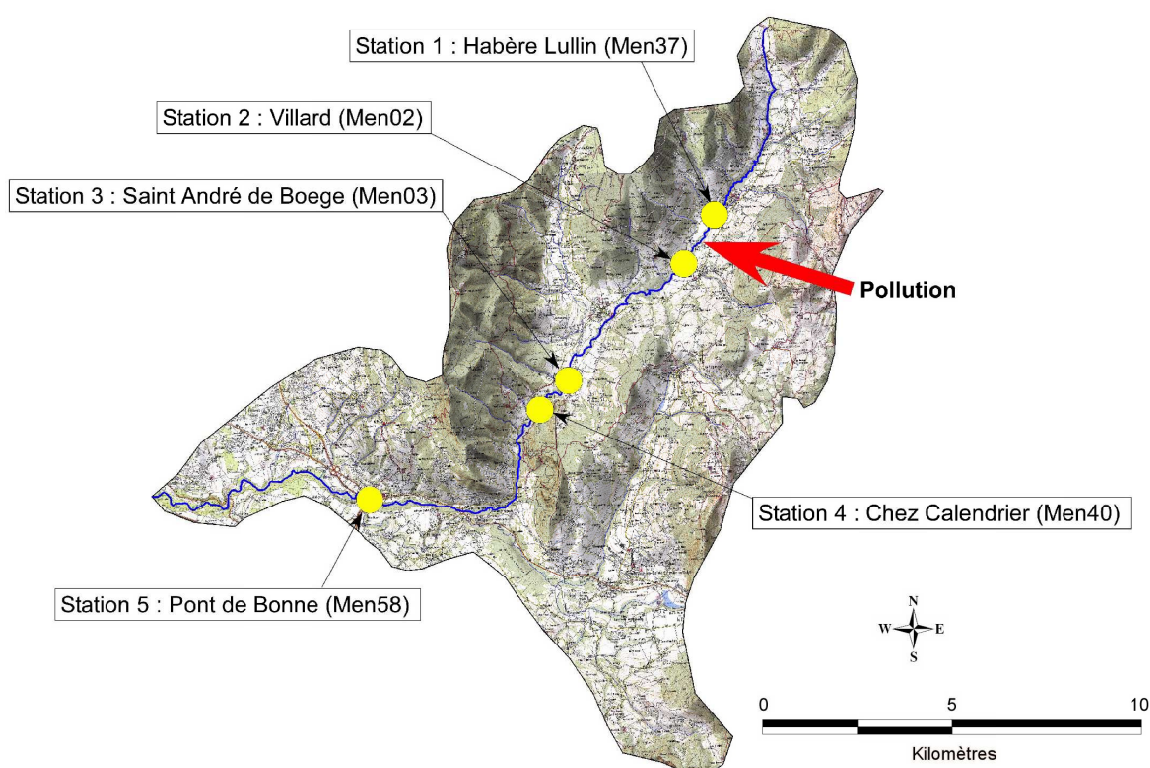


Figure 14 : Positionnement des 5 stations du cours principal de la Menoge ayant fait l'objet d'une recherche de polluants dans les sédiments.

Le compartiment sédimentaire a été choisi du fait de sa propension à adsorber les molécules déversées au cours de cette pollution, en faisant ainsi un traceur incontournable dans le cadre de la mesure du risque de contamination durable du milieu. De plus, plusieurs auteurs ont montré que la biodégradation des pyrèthrinoides en phase adsorbées était fortement ralentie par rapport à la phase aqueuse (*Muir et Al., 1985 ; Sundaram, 1991 ; Long et Al., 1998*), faisant des sédiments contaminés un réservoir potentiel de contamination chronique du milieu (remise en suspension, relargage).

III-3 Détermination du niveau typologique théorique (NTT)

La détermination de l'appartenance typologique d'une station (*Verneaux, 1976*) permet de définir les populations référentielles de poissons et de macroinvertébrés sur la base des

caractéristiques mésologiques de la station. Il s'avère donc intéressant dans le cadre de la comparaison peuplement de référence / peuplement observé. En prenant en compte six paramètres mésologiques à travers les trois facteurs fondamentaux que sont le facteur thermique, le facteur trophique et le facteur morphodynamique, il est possible de calculer le niveau typologique théorique d'une station de cours d'eau.

- le facteur thermique T_1 prend en compte la moyenne des températures maximales des 30 jours consécutifs les plus chauds (θ_{\max}),
- le facteur géotrophique T_2 est fonction de la distance à la source (d_0 en km) et de la dureté calco-magnésienne (D en mg/L)
- le facteur morphodynamique T_3 est lié à la section mouillée à l'étiage (S_m en m^2), à la pente du lit (p en ‰) et à la largeur du lit mineur (l en m)

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

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

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

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

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

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

III-4 Etude du compartiment macrobenthique

↳ Récolte et traitement des données :

L'échantillonnage des communautés d'invertébrés est adapté du protocole d'analyse semi-quantitative (*adapté de Bacchi, 1994 ; Parmentier, 1994, Teleos, 2000*). Ce protocole est fondé sur une prospection plus complète de l'espace fluvial (12 ou 20 placettes dans ce type d'étude) et sur une détermination générique des taxons prélevés. Il balaye les trois composantes majeures de l'habitat aquatique : nature du substrat, vitesses de courant et hauteurs d'eau. Lors de l'échantillonnage des stations, chaque couple substrat/vitesse recensé est échantillonné au moins une fois dans la hauteur d'eau où il est le plus représenté. Dans le cas d'une variété de substrat/vitesse inférieure à 12, les prélèvements sont dupliqués pour les couples dominants dans les classes de profondeurs différentes.

Afin de disposer de données homogènes sur le territoire, acquises principalement à l'aide de l'application du protocole IBGN, les prélèvements sont effectués comme suit :

- phase 1 : les prélèvements sont à réaliser selon le protocole IBGN.
- phase 2 : le complément à 12 ou 20 est effectué sur les combinaisons de substrat-vitesse-hauteur non échantillonnées.

Ce protocole nécessite la réalisation préalable d'une cartographie prenant en compte les trois composantes de l'habitat : substrat/support, hauteurs d'eau et vitesses de courant. Cette cartographie ainsi que l'échantillonnage doivent être réalisés durant l'étiage.

La détermination du macrobenthos est effectuée au genre pour la majorité des ordres. Ce niveau de détermination paraît être le niveau minimum indispensable pour analyser les structures semi-quantitatives des biocénoses benthiques du fait des divergences d'exigences écologiques au sein d'une même famille d'invertébrés. Ce niveau de détermination générique reste cependant insuffisamment précis mais permet toutefois une bonne approche du peuplement de la macrofaune benthique.

↳ Analyse des résultats :

× **Les méthodes indicielles**

Sur la base de la liste faunistique relative aux 8 placettes et d'une détermination à la famille, l'Indice Biologique Global Normalisé (AFNor, 1992) est particulièrement sensible aux modifications de la qualité organique de l'eau et de la nature du substrat. Ainsi le groupe indicateur renseigne principalement sur la qualité physico-chimique pour les paramètres de pollution classique à dominante organique.

Le calcul de la note IBGN est complété par le calcul de la robustesse de la note IBGN. Celle-ci, calculée en supprimant le premier groupe indicateur de la liste faunistique et en conservant la même variété taxonomique, permet ainsi de juger de la fiabilité de la note IBGN.

L'indice d'aptitude biogène, **cb2** (Verneaux, 1982), est également calculé. Cet indice plus robuste du fait de sa prise en compte de la densité des taxons (≥ 3 individus) et d'un répertoire faunistique plus important (92 taxons indicateurs, *annexe 5*) a également l'avantage de distinguer deux indices : l'indice nature et l'indice variété. Leur contribution respective à la note totale apporte une information intéressante quant à la participation de la qualité physico-chimique de l'eau (**In**) ou de l'habitat (**Iv**) sur l'hospitalité du milieu. Afin de faciliter l'interprétation du cb2, et notamment de l'**Iv**, un **coefficient morphodynamique (m)** est calculé. Il permet d'évaluer la qualité de l'habitat en fonction des couples substrat/vitesse inventoriés sur la station.

Ces méthodes d'analyses simplifiées des communautés benthiques, généralement exprimées sous forme indicielle, permettent d'apprécier l'évolution dans l'espace et dans le temps de l'aptitude biogène globale des sites d'eau courante. Toutefois, leur degré de sensibilité est insuffisant pour mesurer quantitativement l'impact de plusieurs catégories de perturbations. De plus, le niveau de détermination à la famille s'avère souvent trop imprécis pour dégager et différencier certaines causes de perturbations. Compte tenu des limites de ces méthodes, la méthode expérimentale générique semi-quantitative des peuplements benthiques (adaptée de Bacchi, 1994) est mise en œuvre.

× **L'analyse semi-quantitative**

Sur la base d'une liste faunistique plus complète (12 ou 20 placettes) et d'une détermination plus poussée, cette approche permet de comparer la structure de la communauté benthique sur la base de descripteurs simples : variété taxonomique (S), évolution des effectifs et/ou densités, présence/absence de taxons, évolution longitudinale de la présence et de la représentativité des taxons (ordres, familles, genres...), caractéristiques et sensibilité des taxons présents.

La caractérisation objective de la diversité et de l'équilibre de la structure du peuplement présent sur chaque station est effectuée par les calculs :

- de l'indice de Shannon et Wiener **H'** (Shannon, 1948) qui permet d'appréhender à la fois l'abondance et la richesse taxonomique. Indépendant de la taille de l'échantillon, l'indice calculé informe sur la diversité à l'intérieur du peuplement : la dominance marquée d'un taxon révèle une faible diversité, alors que la codominance de plusieurs espèces révèle une grande diversité. Cet indice évolue entre 0 (diversité faible) et $\log_2 S$ dans le cas où toutes les espèces présentes le sont avec une abondance équivalente (généralement $H' = 4,5$ ou 5 pour les peuplements les plus diversifiés).

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \times \log_2 \frac{n_i}{N}$$

avec s = richesse taxonomique
 Ni = effectif du taxon i dans l'échantillon
 N = effectif total

- de l'équitabilité E (Pielou, 1966) permet de mesurer l'équitabilité (= équirépartition, régularité) des effectifs des taxons du peuplement par rapport à une répartition théorique égale pour l'ensemble des espèces (H_{max}). Cet indice correspond au rapport de la diversité observée dans l'échantillon (H') à une distribution de fréquence des taxons complètement égale (effectifs égaux). Cet indice varie entre 0 (une seule espèce domine) et 1 (toutes les espèces ont la même abondance). Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage.

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

avec $H_{max} = \log_2 s$

Le calcul de ces indices fournit une indication supplémentaire et synthétique permettant de comparer la diversité et l'équilibre de la structure des peuplements observés sur les différentes stations d'étude.

Cette approche complémentaire permet de mieux comprendre les réponses des communautés benthiques face aux variations de l'environnement par l'intermédiaire du classement des organismes en groupe fonctionnels ou par rapport à leurs préférences écologiques. Les réponses des différents groupes de la communauté benthique face aux variations de l'environnement traduisent les tendances générales d'évolution du peuplement dans son ensemble. Ces tendances ne sauraient être détectées par l'étude d'une espèce particulière trop peu représentative ou des paramètres structuraux (richesse spécifique, abondance, biomasse) trop généraux (Grall et Hily, 2003).

Enfin, dans le cadre précis de la pollution au xylophène, un focus particulier sera porté sur les taxons bio indicateurs connus pour être particulièrement sensibles aux molécules composant les produits de traitement du bois (pyréthrinoides de synthèse notamment), à savoir les Gammaridae (Adam, 2002 et 2008).

→ Ces trois approches : indicielle, semi-quantitative et fonctionnelle, apportent toutes des éléments complémentaires à l'interprétation des résultats qui sont respectivement (pour les plus importants) : la possibilité d'une comparaison avec les données historiques, une approche écologique basée sur les caractéristiques individuelles des populations des divers taxons et une approche reproductible considérant les fonctions de la communauté benthique dans son ensemble.

III-5 Inventaires piscicoles

↳ Acquisition des données

L'échantillonnage pisciaire est réalisé par pêche électrique. L'ensemble des stations retenues est pêché la même année selon la méthode par enlèvement successif (De Lury, 1951).

Le nombre d'anodes préconisé (*Beaumont et al., 2002*) pour avoir une efficacité de pêche suffisante est de (exemple pour une anode de diamètre 38 cm) :

- une pour une largeur de cours d'eau inférieure ou égale à 5m,
- deux jusqu'à dix mètres de large
- trois jusqu'à quinze mètres de large...

Les campagnes d'inventaires piscicoles sont préférentiellement réalisées en période d'étiage estival et automnal, ce qui permet de prendre en compte les alevins de l'année (taille permettant une relativement bonne efficacité de capture en pêche à l'électricité, mais également assez petite pour pouvoir identifier sans ambiguïté leur appartenance à la classe 0+).

Relevés biométriques et renseignements collectés:

- La différenciation des captures effectuées aux différents passages (au minimum 2),
- La réalisation des mesures biométriques suivantes :
 - o chaque individu est identifié (espèce), mesuré (longueur totale en mm) et pesé (grammes) individuellement,
 - o dans le cas de fortes abondances de petites espèces (chabot, loche franche, vairon, ...) ou d'alevins d'une espèce, des lots sont réalisés par espèce et par classes de tailles homogènes. Dans ce cas, ne sont relevés que la taille minimale et maximale, le poids total et le nombre d'individus constituant le lot,
 - o lorsque le nombre d'individus est trop important, des tares de 100 individus sont réalisées (1 tare par espèce et classes de tailles) sur le principe des lots. Les individus restants sont triés selon le même schéma que les tares réalisées puis font l'objet d'un simple pesage.

↳ Traitement des données

Du point de vue qualitatif, la composition spécifique des peuplements inventoriés est analysée (présence ou absence d'espèce), ainsi que la présence de recrutement naturel au sein des populations de truites fario. Du point de vue quantitatif, les données brutes des inventaires piscicoles sont traitées par le biais de la formule de *Carle & Strub (1978 in Gerdeaux, 1987)*, qui permet d'estimer les densités et biomasses spécifiques des populations piscicoles composant le peuplement en place, et de mettre en évidence l'état de santé de chacune d'entre elles. La structure de la population de truite est étudiée par l'intermédiaire de l'histogramme fréquence/taille. Les cohortes déficitaires peuvent être un indice précieux dans la précision de certains mécanismes perturbant la population.

En outre, nous effectuons une comparaison des fréquences de tailles relatives des populations échantillonnées à une fréquence moyenne standard (Figure 15) établie sur le territoire de la Haute-Savoie sur la base de 209 résultats de pêches d'inventaires entre 1995 et 2006 sur 154 stations d'études réparties sur l'ensemble du département. Cette méthode d'analyse exclue les individus juvéniles (<130 mm) qui sont soumis à de trop fortes variations interannuelles. Cette méthode comparative est intéressante à utiliser en complément des traitements précédents car elle permet de visualiser l'état de la structure de la population par rapport à un standard sur une zone d'étude préalablement définie. Elle permet de mettre en évidence certains déséquilibres d'ordres naturels (déficit de recrutement, mortalités...) ou liés à gestion halieutique (sur ou sous exploitation par la pêche) (*Caudron et Catinaud, 2008*).

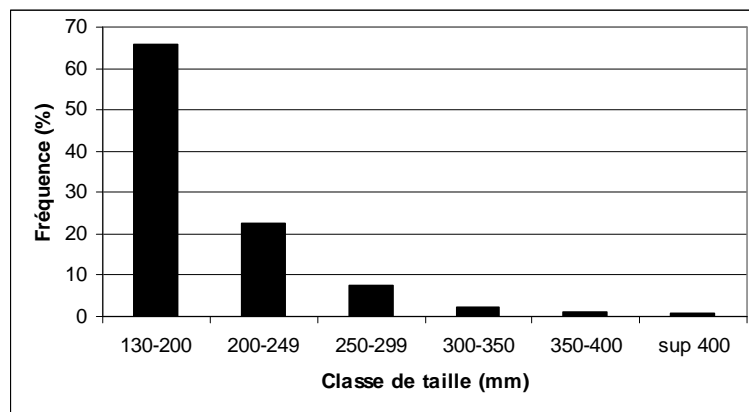


Figure 15 : fréquence moyenne standard pour la truite commune développée pour le département de Haute-Savoie.

IV- Autre données disponibles

* Données scalimétriques

L'étude scalimétrique réalisée à l'échelle du département a permis d'aboutir à une formule de rétro mesure commune aux différentes souches présentes en Haute-Savoie : le modèle de Fraser Lee a été validé sur un échantillon de 5670 individus sur l'ensemble du réseau hydrographique de la Haute-Savoie (Caudron et al., 2006a). Sur le bassin de la Menoge, 198 poissons ont fait l'objet d'une lecture d'écaïlle le cadre de cette étude départementale. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

| | n°de Tronçons | Classes de tailles (mm) | | |
|--------------------|--------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| | | LT1 | LT2 | LT3 |
| Menoge | 1 - 2 | 60 - 150 | 110 - 190 | 150 - 220 |
| | 3 - 4 | 70 - 150 | 140 - 210 | 190 - 250 |
| | 5 - 6 - 7 - 8 - 9 | 80 - 150 | 160 - 230 | 210 - 340 |
| | 10 - 11 - 12 - 13 | 90 - 150 | 160 - 240 | 250 - 360 |
| Foron de Fillinges | 4 - 5 | 100 - 160 | 160 - 240 | 210 - 280 |
| | 6 - 7 | 90 - 170 | 150 - 260 | 220 - 300 |
| | 8 - 9 - 10 (amont) | 80 - 160 | 150 - 280 | 200 - 390 |
| | 10 (aval) | 80 - 150 | 140 - 240 | 250 - 280 |
| Brevon de Saxel | 2 - 3 - 4 | 90 - 120 | 150 - 210 | 240 - 260 |
| | 5 | 90 - 150 | 170 - 250 | 210 - 320 |

Tableau 4 : Données scalimétriques disponibles sur le Bassin versant de la Menoge (Caudron et al., 2006a)

* Etude sur l'efficacité des repeuplements

La récolte de ces résultats a été effectuée dans le cadre de l'évaluation de la contribution du repeuplement et du recrutement naturel, réalisée par la Fédération de pêche 74 et l'INRA de Thonon sur l'ensemble du département (Caudron & Champigneulle, 2006). La technique de marquage à l'alizarine red S ainsi que le protocole de traitement des otholithes (sagittae) en laboratoire pour détecter les poissons marqués est décrit par Caudron et Champigneulle (2006).

Sur La Menoge et le Brevon, cette étude avait mis en évidence un recrutement naturel très satisfaisant et la présence de populations de truite fonctionnelles sur la majorité des secteurs étudiés (14/19), seuls la Menoge à Habère-Poche et les ruisseaux de Josse, des Arces et des Moulins présentaient des contributions de l'alevinage majoritaires. De plus, la part des poissons issus de l'alevinage dans le panier du pêcheur était faible, plus de 70% des captures étant issues du recrutement naturel.

* Etude sur la génétique des populations de truite fario

Dans le cadre du programme INTERREG IIIA « Identification, sauvegarde et réhabilitation des population de truites autochtones en Vallée d'Aoste et en Haute-savoie », 12 secteurs ont fait l'objet d'un échantillonnage et d'une analyse génétique des leurs populations de truites fario (120 individus au total).

Les résultats de cette analyse témoignent de l'absence de souche autochtone sur la bassin versant de la Menoge, dont les populations de truites présentent une assez forte introgression (Cf. Figure 16), avec des taux d'allèles atlantiques allant de 30% à 77.5% (Caudron et al., 2006a). De plus, les taux d'allèles méditerranéens observés sur l'ensemble du bassin sont probablement expliqués par l'utilisation de souches de piscicultures « rhodaniennes » à des fins d'alevinages (Chazey-Bons rhodanien). L'utilisation de cette souche de pisciculture explique également l'observation régulière d'individus présentant un phénotype méditerranéen au sein des populations de truites des différents secteurs.

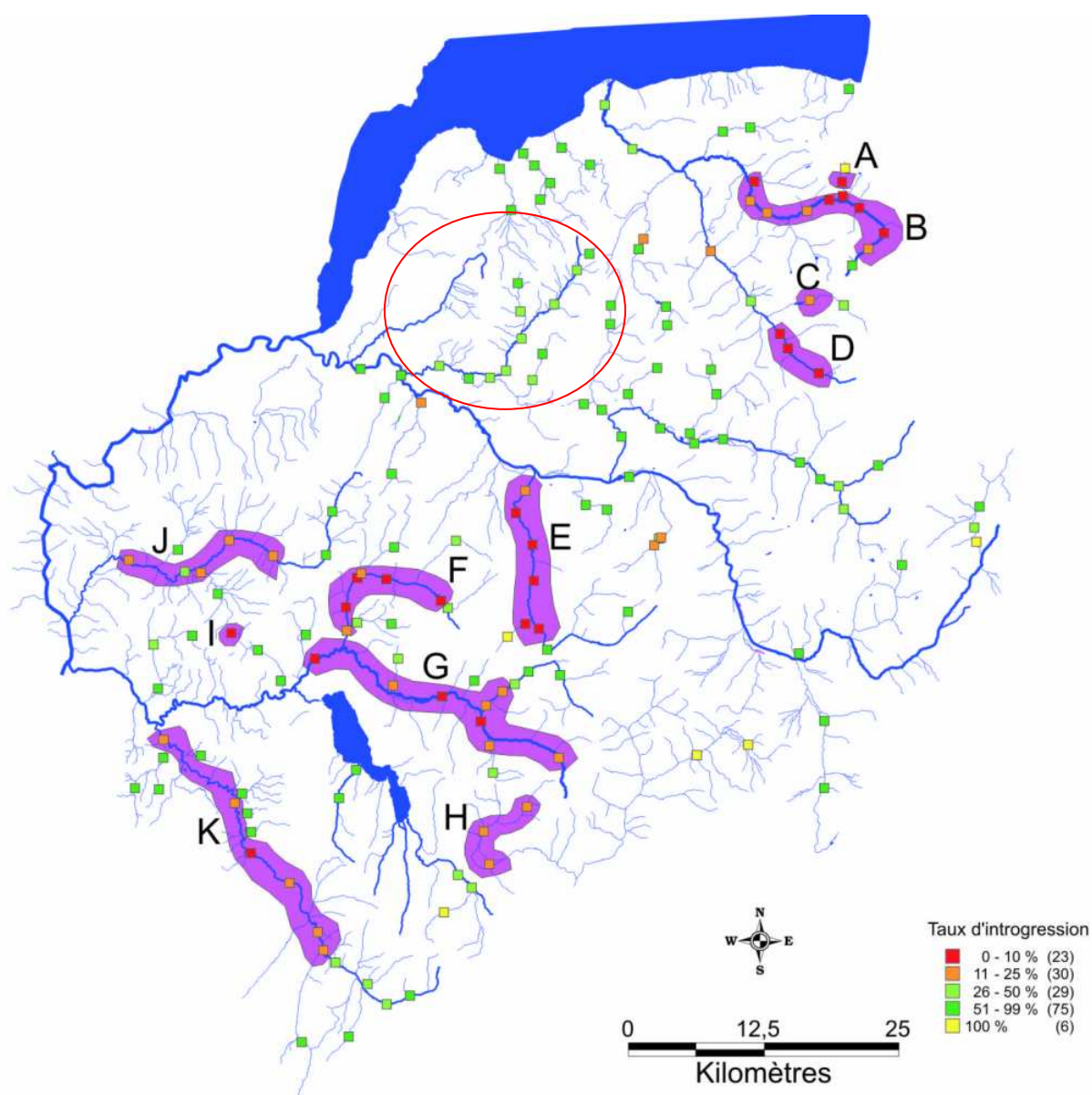


Figure 16: Carte des classes de taux d'allèles atlantiques estimés dans les populations naturelles de truite fario adultes en place sur le réseau hydrographique de la Haute-Savoie et localisation des populations de truites autochtones méditerranéennes (Caudron et al., 2006a)

V- Bilan des investigations réalisées et des données disponibles sur chaque station

Les tableaux suivants reprennent de manière synthétique les investigations menées et les descripteurs utilisés aux trois échelles de travail (tableau 5), et les investigations menées sur chaque station (tableau 6) au cours de cette étude.

| Descripteurs | BV | Tronçon | Station |
|--|---|--|---|
| Caractéristiques BV | Géologie Climatologie Hydrologie | | |
| Occupation des sols | Modalités surfaciques et ponctuelles, activités humaines | | |
| Usages | Prélèvements Assainissement | | |
| Historique des repeuplements | Evolution historique des alevinages | | |
| Recensement frayères | Campagne hivernale 2007/2008, observations 2010, données antérieures (1997, 1998, 1999) | | |
| Continuité écologique | recensement et caractérisation des ouvrages | | |
| Suivi thermique | | bilan thermique 2005-2006 | |
| Recherche de toxiques dans les noissons | | Pyréthroïdes de synthèse dans les chairs | |
| Physico-Chimie | | rejets | Nitrates, nitrites, ammonium, orthophosphates, calcium, magnésium, conductivité, pH, température |
| Habitat physique | | | description des stations d'étude |
| Qualité sédiments | | | pyréthroïdes de synthèse |
| Niveaux typologiques théoriques | | | calcul NTT |
| Peuplements macrobenthiques | | | Indices (IBGN, Cb2) Etude semi-quantitative des peuplements au genre sur 12 placettes (MAG12) |
| Stocks piscocles | | | Estimation densités et biomasses |
| Struture des populations de truite | | | Histogrammes taille fréquences, utilisation des fréquences de taille relatives, données scalimétriques |
| Evaluation du recrutement naturel | | | Taux de marquage des alevins |

Tableau 5 : Bilan des descripteurs utilisés dans le cadre du diagnostic de bassin Menoge aux 3 échelles d'étude

| | Code station | Physico-chimie (2campagnes) | Prélèvements invertébrés aquatiques | Pêches électriques d'inventaires | Analyses de sédiments |
|--|--------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| MENOGÉ | Men21 | X | X | X | X |
| | Men01 | X | X | X | X |
| | Men37 | X | X | X (4 campagnes) | X |
| | Men02 | X | X | X (4 campagnes) | X |
| | Men48 | X | X | X | X |
| | Men03 | X | X | X (4 campagnes) | X |
| | Men40 | X | | X (3 campagnes) | X |
| | Men58 | X | | X | X |
| Men46 | X | | X | X | |
| PETITS AFFLUENTS MENOGÉ | Men06 | X | X | X | X |
| | Men20 | X | X | X | X |
| | Men19 | X | X | X | X |
| | Men17 | X | X | X | X |
| | Men52 | X | X | X | X |
| | Men16 | X | X | X | X |
| | Men57 | X | X | X | X |
| | Men56 | X | X | X | X |
| | Men55 | X | X | X | X |
| | Men24 | X | X | X | X |
| | Men23 | X | X | X | X |
| | Men54 | X | X | X | X |
| | Men15 | X | X | X | X |
| FORON DE FILLINGES ET AFFLUENTS | Men29 | X | X | X | X |
| | Men09 | X | X | X | X |
| | Men10 | X | X | X | X |
| | Men11 | X | X | X | X |
| | Men12 | X | X | X | X |
| | Men31 | X | X | X | X |
| BREYON DE SAXEL ET AFFLUENTS | Men07 | X | X | X | X |
| | Men08 | X | X | X | X |
| | Men34 | X | | X | X |
| | Men22 | X | X | X | X |
| | Men18 | X | X | X | X |

Tableau 6 : Bilan des investigations menées sur les 32 stations du bassin versant de la Menogé

PARTIE III : RESULTATS

I- Evaluation de la qualité globale du milieu

I-1 Bilan de l'occupation des sols et risques d'altération des cours d'eau

Les différentes modalités d'occupation des sols sur le bassin versant de la Menoge et leurs occurrences respectives sont présentées dans la figure 16 et le tableau 7.

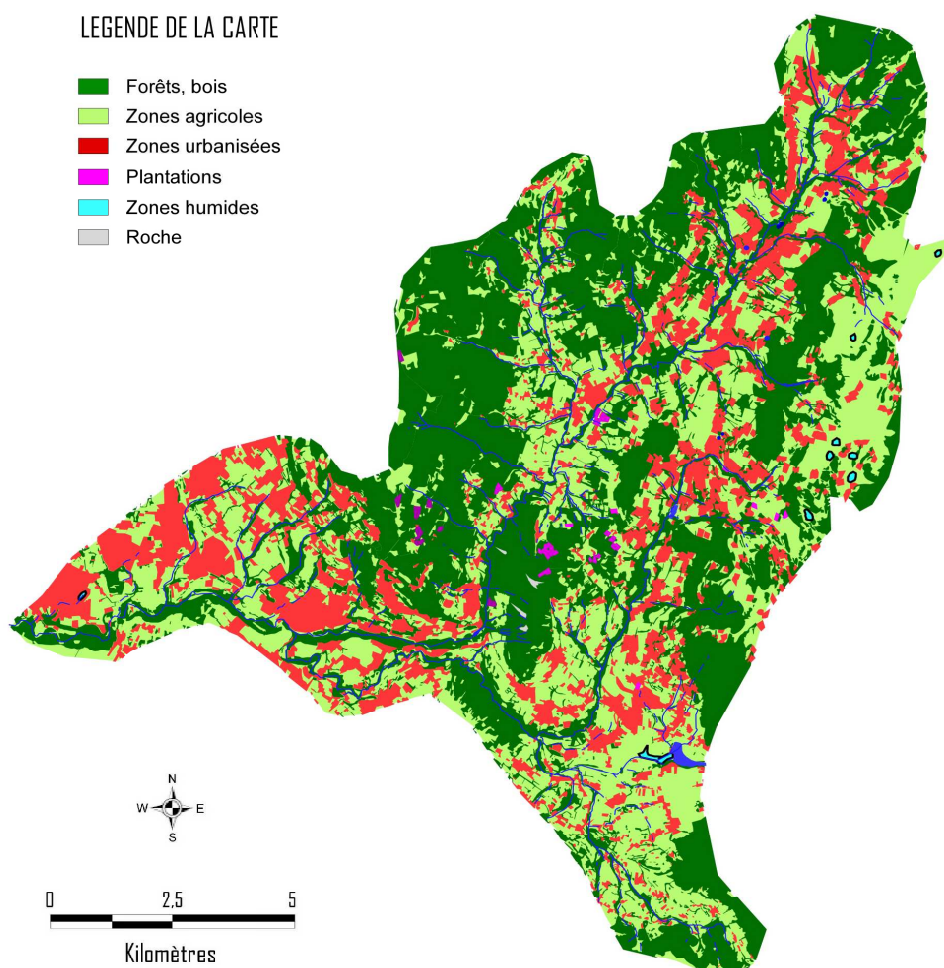


Figure 17: Carte des principales modalités d'occupation des sols sur le bassin versant de la Menoge

| | | Surface (Ha) | Représentation (%) |
|-------------------|-----------------------------|--------------|--------------------|
| Zones boisées | forêts, bois | 8088,34 | 47,86% |
| | Plantations | 23,66 | 0,14% |
| Zones agricoles | Pâtures | 4525,82 | 26,78% |
| | Cultures | 1390,87 | 8,23% |
| Zones construites | zones urbanisées | 2426,84 | 14,36% |
| | routes | 354,9 | 2,10% |
| Zones humides | zones humides sensu stricto | 23,66 | 0,14% |
| | étangs | 13,52 | 0,08% |
| Sols nus | | 52,39 | 0,31% |
| TOTAL | | 16900 | 100,00% |

Tableau 7: Représentation surfacique des principales modalités d'occupation des sols sur le bassin versant de la Menoge

*** Zones boisées**

Le bassin versant de la Menoge présente globalement une vocation forestière marquée, les bois et forêts occupant près de la moitié de sa surface. En terme de répartition, on constate que les boisements occupent principalement les pentes des reliefs présents sur le territoire (Voirons à l'ouest, Brasses à l'est, Vouan en partie centrale du bassin versant), se concentrant ainsi majoritairement sur les parties apicales des cours d'eau drainant le bassin, qu'il s'agisse des trois principaux cours d'eau (Menoge, Brevon et Foron) ou de leurs petits affluents direct. On note également la présence d'un cordon rivulaire relativement constant le long du réseau hydrographique, conférant à la majorité des cours d'eau du bassin une ripisylve de qualité.

Ce caractère fortement boisé du bassin y implique une activité sylvicole notable, dans le cadre de laquelle certains usages sont susceptibles de présenter un risque d'impact sur les cours d'eau du territoire (coupes à blancs, présence de nombreuse scierie avec usage de produits toxiques).

*** Zones agricoles**

Les zones à vocation agricoles représentent, en terme d'occurrence, la seconde modalité d'occupation des sols du bassin versant (35%). Les trois quarts de ces zones agricoles sont composés de prairies et pâtures, le quart restant étant alloué aux cultures céréalières, ces dernières étant par ailleurs essentiellement concentrées sur la partie aval du bassin versant (basse Menoge et Foron de Fillinges aval). De fait, il apparaît qu'à l'exception de cette zone aval du bassin, le territoire drainé par la Haute Menoge (amont de Pont de Fillinges), le Brevon et le Foron) est très majoritairement dédié au fourrage et au pacage bovin (bovins : 4685 têtes ; volailles : 438 têtes - RGA, 2000 in *Burtey & Faynot, 2011*).

Les risques liés à ces activités agricoles, outre d'éventuelles pollutions accidentelles ponctuelles, sont principalement liés aux pollutions diffuses potentielles (épandages, traitement des cultures).

*** Zones Construites**

Les zones urbanisées recouvrent 16% du territoire (dont 2% d'infrastructures routières).

Elles sont majoritairement dédiées aux habitations, l'ensemble des communes du bassin versant rassemblant 36554 habitants (Cf. tableau 8). La densité moyenne sur l'ensemble des communes du bassin versant est très légèrement supérieure à la moyenne départementale (182 Hab/Km² contre 164 pour le département). Cependant, si on analyse dans le détail la répartition de cette population, corrélée à celle des zones urbanisées, on constate tout d'abord une nette concentration en fond de vallée, le long des cours d'eau ainsi qu'un net déséquilibre à l'échelle du bassin versant, plus de la moitié de la population étant très largement concentrée sur la partie aval du territoire : ainsi, les densités varient de 420 Hab/Km² sur le territoire des communes drainé par la basse Menoge (de l'aval du Pont de Fillinges à l'Arve) à 91 Hab/Km² sur bassin versant haute Menoge/Brevon de Saxel, en passant par 138 Hab/Km² pour le bassin du Foron de Fillinges. On note également une fréquentation touristique relativement importante sur le territoire, en lien avec le ski et, dans une moindre mesure, le tourisme vert estival.

Une partie de ces zones construites est également dédiée aux activités industrielles, principalement regroupées sur la basse Menoge. On relève tout de même la présence de nombreuses scieries sur le reste du bassin versant, en lien avec la vocation sylvicole du territoire, ainsi que de quelques micro industries (fabriquant de palettes, fabriquant de cuves, décolletage

charcuterie industrielle à Viuz-en-Sallaz, décolletage à Saint-André-de-Boège notamment). On dénombre enfin quatre installations classées (ICPE) sur le territoire (Cf. tableau 9).

| | Commune | Population sédentaire (INSEE 2009) | Population saisonnière* | TOTAL | |
|--|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------|---------------|
| | | | | sédentaire | saisonnnière* |
| Haute Menoge et Brevon de saxel | Habère-Poche | 1230 | 4250 | | |
| | Habère-Lullin | 831 | 982 | | |
| | Villard-sur-Boège | 755 | 1098 | | |
| | Burdignin | 623 | 990 | 6072 | 9373 |
| | Boège | 1652 | 770 | | |
| | Saxel | 383 | 745 | | |
| | St-André-de-Boège | 598 | 538 | | |
| Basse Menoge | Bonne | 2760 | 761 | | |
| | Cranves-Sales | 5476 | 905 | 17792 | 1891 |
| | Vetraz-Monthoux | 6674 | 225 | | |
| | Lucinges | 1580 | NC | | |
| | Arthaz-Pont-Notre-Dame | 1302 | NC | | |
| Foron de Fillinges | Fillinges | 3179 | 1489 | | |
| | Marcellaz | 792 | NC | | |
| | Faucigny | 510 | NC | | |
| | Bogève | 1094 | 1757 | | |
| | Peillonex | 1417 | 116 | 12690 | 7018 |
| | St-Jean de Tholome | 903 | 615 | | |
| | La Tour | 123 | 336 | | |
| | Viuz-en-Sallaz | 3962 | 2578 | | |
| | Ville-en-Sallaz | 710 | 127 | | |
| TOTAL | | 36554 | 18282 | | |

Tableau 8 : Bilan de la population des communes du bassin Versant de la Menoge (*données 2004 tirée de Gay environnement, 2004)

| | Commune | Nature | Cours d'eau concerné |
|--------------|-------------------|--------------------------|----------------------|
| Haute-Menoge | Habère-Lullin | Scierie | Menoge |
| | Villard-sur-Boège | Scierie | Menoge |
| Basse-Menoge | Cranves-Sales | Casse automobile | R. de Nuissance |
| Foron | Viuz-en-Sallaz | Charcuterie industrielle | Thy |

Tableau 9 : Installations classées recensées sur le bassin versant de la Menoge (source : MEED, 2011)

* Autres modalités d'occupation des sols

Les autres modalités d'occupation des sols sur le bassin présentent des occurrences très faibles (moins de 1%). Les zones humides (0.22% du territoire) sont essentiellement regroupées sur les hauteurs des reliefs Est du bassin et dans la zone du lac du Môle (tourbières et lac artificiel). Les sols à nus sont, quant à eux essentiellement représentés par les affleurements rocheux surplombant la Menoge sur le versant Ouest du Vouan.

* Usages de l'eau

On compte deux principaux type d'usage de l'eau sur le bassin versant de la Menoge : les prélèvements d'eau, d'une part et le traitement des eaux usées d'autre part. La figure 17 répertorie l'ensemble des modalités ponctuelles en lien avec ces usages recensées sur le bassin versant de la Menoge (sources : AERMC, SIE, MEED, IGN).

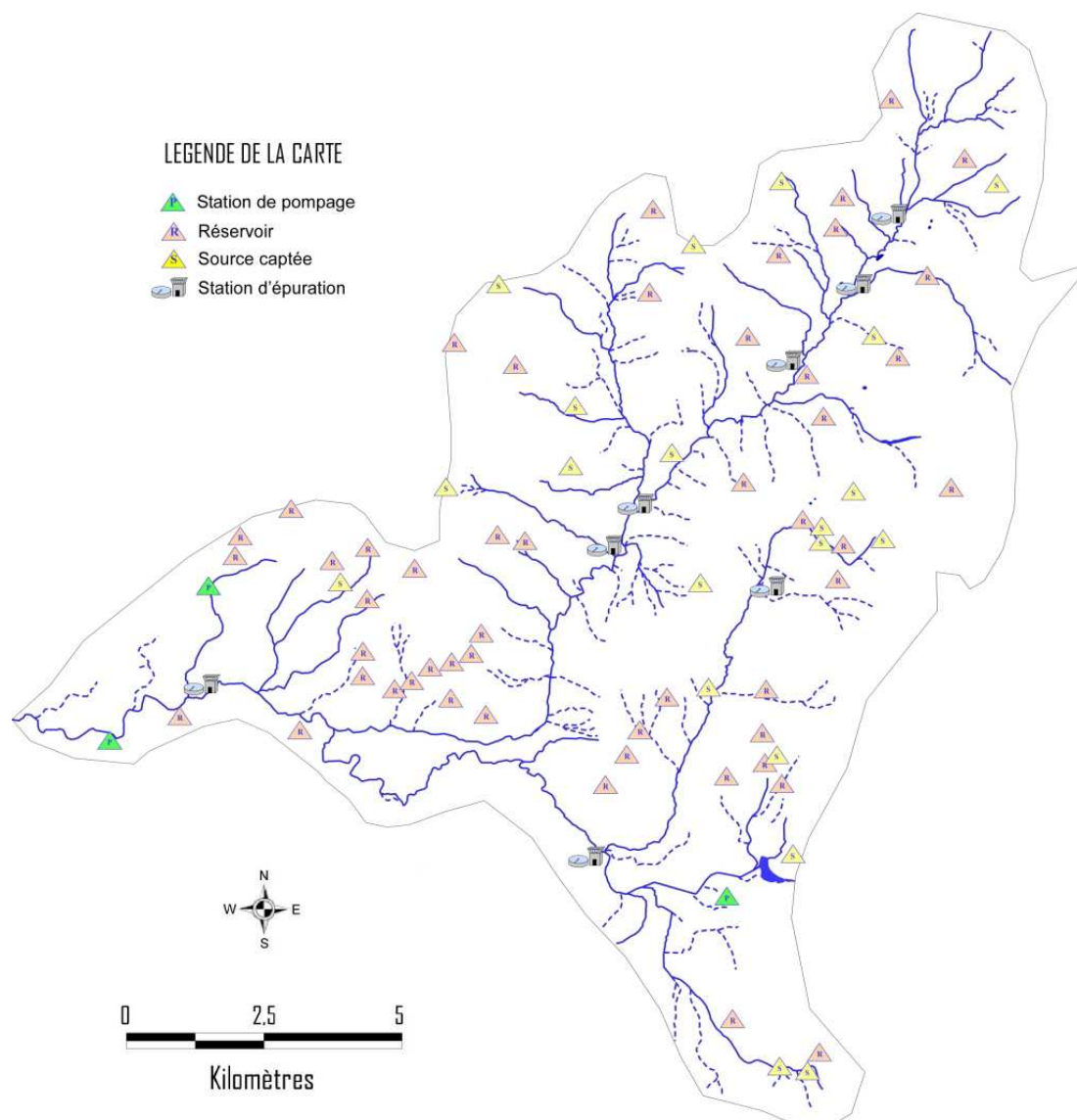


Figure 18 : Carte des différents usages de l'eau sur le bassin versant de la Menoge

On dénombre 21 sources captées, 3 forages et 60 réservoirs sur l'ensemble du bassin versant de la Menoge, pour un volume total prélevé de 2,2 m³/s (Cf. tableau 10).

| | Sources captées | | Pompages | | Réservoirs |
|--------------|-----------------|----------------------|----------|----------------------|------------|
| | Nombre | Volume prélevé (L/s) | Nombre | Volume prélevé (L/s) | Nombre |
| Haute-Menoge | 7 | 450,1 | 0 | 0 | 23 |
| Basse-Menoge | 1 | 232,7 | 2 | 593,8 | 19 |
| Brevon | 4 | 197,5 | 0 | 0 | 4 |
| Foron | 9 | 723 | 1 | 19,5 | 14 |
| Total | 21 | 1603,3 | 3 | 613,3 | 60 |

Tableau 10 : Bilan des prélèvements en eaux officiellement répertoriés sur le bassin versant de la Menoge (source : AERMC, 2008)

Le principal forage se situe à l'extrême aval de la Menoge et, du fait de sa nature et de son positionnement, ne semble pas être susceptible d'avoir une incidence notable sur les débits du cours d'eau.

En revanche, on constate que la majeure partie des prélèvements est effectuée au niveau de sources captées, situées sur les parties apicales des cours d'eau du bassin versant. La plus forte pression en terme de prélèvements s'effectue sur le Foron et la haute Menoge (Menoge en amont du Pont de Fillinges et Brevon de Saxel), qui regroupent 1.4 m³ prélevés chaque seconde, soit

85% du volume des sources captées sur la totalité du bassin versant. Ces prélèvements ne semblent pas devoir être sans conséquences sur les débits des cours d'eau, notamment en période de basses eaux : en effet, ce chiffre est supérieur au débit moyen mensuel de la Menoge mesuré au mois d'août au niveau du pont de Bonne, et est quasiment égal au triple du débit de l'étiage quinquennal du cours d'eau au même endroit. Le potentiel impactant de ces prélèvements s'avèrent d'autant fort sur la haute Menoge qu'une partie des volumes prélevés est exporté vers un autre bassin versant, et ne rejoint donc jamais les cours d'eau du territoire par le biais des rejets d'eaux usées.

| Station d'épuration | type | Capacité nominale (EH) | Charge maximale en entrée (EH) | Date de mise en service | Communes raccordées | Milieu récepteur | Rejet estimé (AERMC) | Conformité en performance (2010) |
|---------------------|----------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|------------------|--|----------------------------------|
| Cranves-Sales | boues activées | 7500 | 6417 | 31/12/1982 | Cranves-Sales, Bonne, Fillinges, Lucinges | Menoge | 33,09 Kg/j Azote 44,5 Kg/j MES 84,6 Kg/j DCO 18,9 Kg/j DBO5 | non |
| Burdignin | macrophytes | 1000 | 170 | 01/12/2008 | Burdignin, Le Villard | Menoge | 60 EH en 2007 | oui |
| Habère-Lullin | macrophytes | 700 | 100 | 01/07/2008 | Habère-Lullin | Menoge | 44 EH en 2007 | oui |
| Habère-Poche | macrophytes | 3150 | 2100 | 31/12/1991 | Habère-Poche | Menoge | 467 EH en 2007 | non |
| St André de Boège | macrophytes | 650 | 56 | 31/12/2006 | St André de Boège | Menoge | 8 EH en 2007 | oui |
| Peillonex-le Thy | boues activées | 7000 | 13200 | 31/12/1997 | Peillonex, Viuz en Sallaz, Ville en Salaz, La Tour | Foron | 37,2 Kg/j Azote 16,4 Kg/j MES 63,6 Kg/j DCO 12,7 Kg/j DBO5 | non |
| Bogève | lagunage | 2600 | 3200 | 31/12/1988 | Bogève | Foron | 368 EH en 2004 | oui |
| Boège | boues activées | 1233 | 649 | 31/12/1975 | Boège, Saxel, Burdignin | Brevon | 207 EH en 2007 | oui |

Tableau 11 : Caractéristiques des Stations d'épuration présentes sur le bassin versant de la Menoge

Pour ce qui concerne les eaux usées, on dénombre 8 stations d'épuration sur le bassin versant de la Menoge (Cf. tableau 11), qui traitent une partie des eaux usées du territoire. L'autre parties des eaux usées produites sur le territoire est soit traitée en assainissement individuel, soit exportée vers des unités de traitement collectif situées en dehors du bassin versant (STEP de Scientrier et d'Annemasse, rejet dans l'Arve).

Les rejets des stations d'épuration situées sur le bassin de la Menoge n'étaient pas conformes en 2010 pour trois d'entre elles : Cranves-Sales (basse Menoge), Habère-Poche (haute Menoge) et Peillonex (Foron de Fillinges médian), et sont donc potentiellement impactants pour le milieu. Cependant, d'une manière générale, les rejets des stations conformes peuvent également s'avérer potentiellement impactants dans le cas où le débit du milieu récepteur est trop faible pour diluer le rejet (cas des têtes de bassin ou des cours d'eau connaissant des étiages sévères et prolongés).

* Principales pollutions répertoriées

Le tableau 12 retranscrit l'ensemble des altérations subies par les cours d'eau du bassin versant de la Menoge ayant fait l'objet d'un rapport de constat ou d'un procès verbal de la part des services en charge de la police de l'eau. Ce tableau n'est pas exhaustif. On y relève deux principales catégories d'atteintes au milieu : les pollutions chimiques (eaux usées, toxiques) et les altération physiques (destruction de berge, recalibrage...).

Les plus notables d'entres elles en terme d'impact sur les milieu sont les pollutions subies par la Menoge en 2009 (déversement de polymère au niveau de la STEP de Cranves-Sales, mortalité piscicole sur près de 5 kilomètres), et en 2010 (pollution au xylophène en amont du Villard, mortalité piscicole et astacicole sur 15 Km).

| | date | Cours d'eau | affluent de | Commune | type de pollution |
|--------------------|--------------|---------------------------|-----------------|-------------------|--|
| Haute Menoge | 24/03/1997 | Menoge | Arve | Boège | Déversement d'hydrocarbures dans le cours d'eau |
| | 09/07/2003 | R. d'Habère-Lullin | Menoge | Habère-Lullin | Déversement de 15000L d'eaux usées dans le ruisseau |
| | 13/09/2005 | Menoge | Arve | Boège | déversement d'eaux usées par le gymnase de Boège - mortalité piscicole (alevins) |
| | 20/11/2008 | R. de Carraz | Menoge | Burdignin | Travaux sans autorisation - 50 m de berges impactés |
| | 15/05/2009 | R. des Arces | Menoge | Habère-Poche | Travaux sans autorisation avec modification des écoulements |
| | 04/08/2010 | Menoge | Arve | Burdignin | Travaux sans autorisation - passage à gué |
| | 30/09/2010 | Menoge | Arve | Villard-sur-Boège | Déversement de plusieurs centaines de litres de xylophène dans la menoge - mortalité piscicole et astacicole sur 15 Km |
| | 27/01/2011 | Menoge | Arve | Boège | Dépôt de déchets en lit majeur (pelleteuse hors d'usage + pneus) |
| | 13/05/2011 | Petit affluent temporaire | Menoge | Habère-Poche | Déversement d'herbicide dans le ruisseau |
| | 27/09/2011 | Menoge | Arve | Burdignin | Coloration blanche des eaux au lieu dit les prés - nature indéterminée |
| | 12/12/2011 | Menoge | Arve | St-André-de-Boège | Déversement d'effluents agricoles dans un fossé |
| | Basse Menoge | 25/05/1997 | R. des Moulins | Menoge | Bonne |
| 18/09/2009 | | Menoge | Arve | Cranves-Sales | Déversement d'une cuve de polymère depuis la STEP - mortalité piscicole sur 4,8Km |
| 29/04/2011 | | R. des Moulins | Menoge | Lucinges | Déchets en provenance d'une ancienne décharge dans le lit mineur du cours d'eau sur plusieurs Km |
| 27/03/2012 | | Menoge | Arve | Bonne | Déversement d'eau usées dans le cours d'eau depuis le réseau |
| Foron de Fillinges | 05/05/2000 | Foron de Fillinges | Menoge | Bogève | Travaux sans autorisation avec modification des berges |
| | 26/07/2004 | Foron de Fillinges | Menoge | Viuz-en-Sallaz | Déversement d'eau usées (by-pass) |
| Brevon de saxel | 30/07/2002 | R. de Rafforts | Brevon de Saxel | Boège | Déversement d'eaux usées dans le cours d'eau |
| | 17/06/2008 | R. de Combes | Brevon de Saxel | Boège | Déversement de lisier |
| | 27/07/2010 | Brevon de saxel | Menoge | Boège | Déversement d'eaux usées - mortalité sur 1 Km |
| | 04/11/2010 | Brevon de saxel | Menoge | Boège | Déversement d'hydrocarbures dans le cours d'eau (secteur aval) |

Tableau 12 : Bilan des principales altérations d'origine anthropiques subies par les cours d'eau du bassin versant de la Menoge (source : constats et procès verbaux, ONEMA)

I-2 Nature géologique du bassin versant et incidences sur le fonctionnement des cours d'eau

La figure 18 présente la carte géologique simplifiée du bassin versant de la Menoge, réalisée à partir des cartes géologiques au 1/50000^{ème} du BRGM en regroupant les substrats géologiques en fonction de leur nature simplifiée. On dénombre ainsi 7 ensembles de natures différentes sur le bassin :

- Les substrats à dominante argileuse : ils recouvrent la majeure partie du bassin versant, et regroupent différentes moraines à matrice argilo limoneuse, comprenant des inclusions ou des dépôts de galets centimétriques à métriques. Ces substrats, lorsqu'ils affleurent, sont susceptibles d'apporter au cours d'eau graviers, galets et blocs. Les bancs argileux de la matrice forment quant à eux des dalles dans le fond du lit mineur, dont l'érosion provoque souvent une charge conséquente des eaux en matières en suspension et un colmatage des substrats grossiers en aval. Nombre de ces bancs ont été mis à jour lors de la crue de 2007 du fait du charriage massif des substrats grossiers qui les recouvraient, sur certains secteurs situés entre Habère-Poche et Burdignin d'une part, et de manière marquée sur la zone située entre la confluence avec le Brevon de Saxel et le Pont de Fillinges d'autre part. Le rechargement en cours de la Menoge en substrats minéraux grossiers suite à cette crue cinquantennale tend à faire diminuer progressivement leur occurrence actuelle, et par corollaire les épisodes de trouble des eaux récurrents que connaissait la Menoge sur ses deux tiers aval depuis 2007.
- Les substrats regroupés sous la désignation « divers » : il s'agit de différents substrats (complexe de versant de Voirons et conglomérats du Vouan sur les versants de reliefs, alluvions en fond de vallée) ayant pour caractéristiques communes une matrice incluant

des galets d'ordre centimétriques à métriques. Ils sont assez bien représentés sur le bassin versant, particulièrement au niveau du lit des cours d'eau, auxquels ils apportent une fraction minérale grossière (graviers à blocs), ainsi que, suivant la nature de la matrice, des sables et limons (basse Menoge, Foron de Fillinges en aval de Viuz, Thy).

- Les molasses : très faiblement représentées, on les retrouve essentiellement au niveau du lit de la Menoge, sur de faibles linéaires (secteurs de Chez calendrier (men40) et de Cranves-Sales (Men46)). Il s'agit de molasses rouges, composées de grès et marnes bariolées. Au niveau du lit mineur de la Menoge dans les secteurs concernés, se sont surtout les bancs de marnes grises qui affleurent, composant des dalles glissantes facilement érodables, qui libèrent tout comme, les bancs argileux des moraines, une forte charge en MES.
- Les quatre autres types de substrats sont également minoritaires sur le bassin : il s'agit des grès des Voirons, des calcaires des Brasses et du plateau des Moises, et des marnes (situées sur les versants des reliefs bordant l'est et l'ouest du bassin) et enfin des substrats tourbeux (que l'on retrouve au niveau des zones humides répertoriées sur le bassin). Le seul de ces substrats que l'on retrouve au niveau du lit des cours d'eau sont les zones tourbeuses au sein desquelles s'écoule le Thy à sa sortie du lac du Môle.

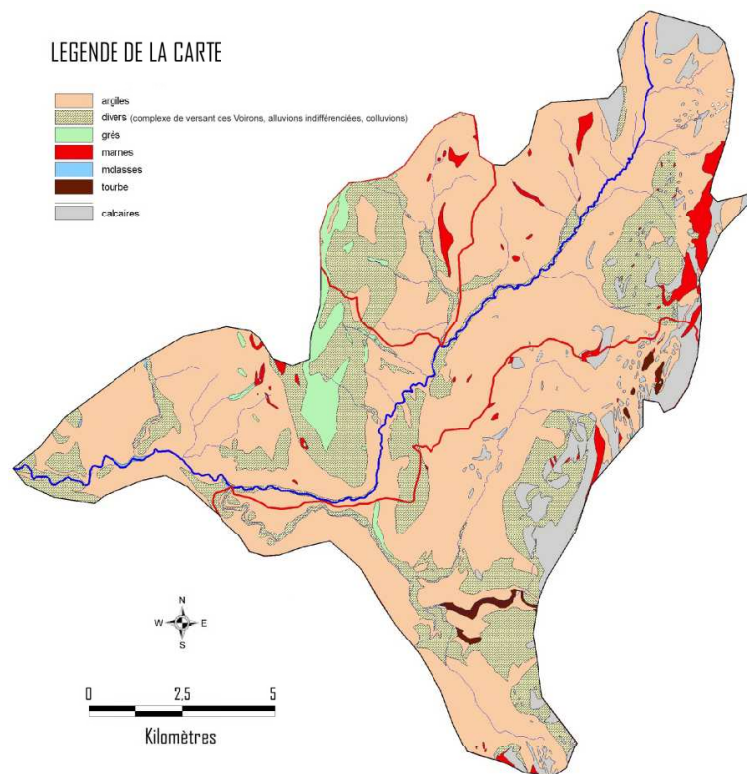


Figure 19 : Carte géologique simplifiée du bassin versant de la Menoge réalisée à partir des cartes géologiques au 1/50 000 ème du BRGM.

I-3 Qualité physico-chimique du milieu

I-3-1 Qualité physico-chimique de l'eau

↳ Analyses des nutriments (composés azotés et phosphates)

Les résultats des analyses d'eau effectuées sur la Menoge en 2008 et 2010 sont respectivement retranscrits dans les figures 19 et 20. Les prélèvements ont été réalisés en période d'étiage estival.

* Cours principal de la Menoge

En 2008, les nitrates sont la forme majoritaire de l'azote sur le cours principal de la Menoge avec des concentrations comprises entre 2.6 et 7 mg/L. Ces concentrations demeurent d'une manière générale relativement modérées au regard de la vocation agricole marquée du bassin versant. On relève tout de même une concentration maximale au niveau de la station la plus apicale (Men21), où le cours d'eau semble subir un apport non négligeable en matières azotées, qui ne semble cependant pas l'impacter plus en aval, à en juger par les concentrations mesurées sur les stations suivantes. L'autre pic de concentration en NO₃ se situe sur la station Men46, qui clos le bassin versant, et peut-être mis en lien avec le rejet de la station d'épuration de Cranves-Sales. On retrouve un profil très similaire en 2010, avec des valeurs de concentrations mesurées un peu plus fortes qu'en 2008 pour les deux stations extrêmes (7.9 mg/L sur Men21 et 7.3 mg/L sur Men46), et légèrement plus faibles sur le reste du linéaire.

Les valeurs de concentrations en nitrites restent également modérées sur l'ensemble du cours d'eau aussi bien en 2008 qu'en 2010, avec des valeurs comprises entre 0.02 mg/L et 0.07 mg/L. Les valeurs maximales relevées au cours des deux campagnes le sont systématiquement au niveau de Boège (Men48, 0.07 mg/L en 2008, 0.05 mg/L en 2010), dénotant une probable pollution ponctuelle (rejet) induisant une légère perturbation du cycle de l'azote (Nisbet & Verneaux, 1970).

Les concentrations en ammonium relevées sur la Menoge sont en revanche un peu plus élevées (entre 0.07 et 0.22 mg/L en 2008, et entre 0.08 et 0.19 mg/L en 2010). Sans témoigner d'une pollution massive, ces valeurs mettent en évidence une pollution insidieuse sensible (Nisbet & Verneaux, 1970), en particulier au niveau d'Habère-Poche (Men21, rejet de la station d'épuration) et en aval de Boège (Men48, Men03 et Men40, rejets en aval du gymnase et stations d'épuration de Boège et de St-André-de-Boège). On relève enfin un dernier pic sur la station la plus en aval (Men46), seulement mesuré lors de la campagne 2010, et probablement en lien avec le rejet de la station d'épuration de Cranves-Sales.

Les phosphates, enfin, présentent en 2008 comme en 2010 des concentrations globalement modérées, représentatives d'une productivité moyenne à forte caractéristiques des rivières de piémont (Nisbet & Verneaux, 1970), et traduisant juste une légère pollution de fond. En 2008, on relève toutefois un pic de concentration en orthophosphates marqué au niveau des stations d'Habère-Lullin (Men37, 0.67 mg/L) et du Villard (Men02, 1.15 mg/L), traduisant en revanche une pollution nette (rejets domestiques). En 2010, on retrouve ce pic au niveau du Villard (Men02, 0.87 mg/L), en dépit de la mise en service de la station d'épuration des Prés entre les deux campagnes d'analyses. A Habère-Lullin, en revanche, la mise en service de la station d'épuration semble avoir modéré le phénomène sur la station Men37 (0.22 mg/L).

D'une manière globale, il apparaît donc que le cours d'eau subisse une légère pollution de fond, sans conséquence majeure et en lien avec les usages en cours sur son bassin versant. On relève ponctuellement une plus forte intensité de cette pollution sur certains secteurs (potentiellement impactante localement : extrême amont, Habère-Poche, secteur aval de Boège, aval Cranves-Sales), souvent sous les effets concomitant de rejets (de station d'épuration ou domestiques) et de débits d'étiage faibles limitant leur dilution. Ces constats avaient déjà été dressés dans le cadre de suivis physico-chimiques antérieurs (Gay environnement, 2004 ; Asconit, 2007). On constate enfin une altération beaucoup marquée de la qualité des eaux au niveau de la station du Villard (Men02), laissant soupçonner un rejet plus conséquent, mais de nature indéterminée, dans le secteur compris entre Habère-Lullin et le Villard.

× Petits affluents directs de la Menoge

Du point de vue de la qualité chimique de leurs eaux, les petits affluents directs de la Menoge présentent des tendances similaires en 2008 et en 2010, peuvent être regroupés en 4 grandes catégories :

- Les cours d'eau présentant une qualité d'eau très satisfaisante : il s'agit du Nant Bruant (Men17) et du Ruisseau de la Molertaz (Men55), qui présente des charges nutritives faibles à très faibles, conformes à leur caractère apical. Ce constat trouve son explication probable dans la nature exclusivement forestière de leurs bassins versants respectifs.
- Les cours d'eau subissant une légère pollution insidieuse: les ruisseaux des Arces (Men06), du Lavouet (Men20) de Josse (Men19) et de Curseille (Men56) qui présentent des concentrations en ammonium et en orthophosphates supérieures à ce qu'elles devraient être (comprises entre 0.12 mg/L et 0.2 mg/L pour NH₄, et entre 0.13 mg/L et 0.52 mg/L en PO₄) sur des cours d'eau de tête de bassin. Ces valeurs traduisent une légère pollution de fond probablement liée à des rejets ponctuant leur cours.
- Les cours d'eau présentant une pollution insidieuse plus marquée : il s'agit du ruisseau de Carraz (Men57) et du ruisseau de Bévoué (Men52, Men06). Le premier présente des concentrations en ammonium et en nitrites relativement élevées (respectivement 0.33 et 0.13 mg/L en 2008, 0.28 et 0.14 mg/L en 2010). Le second apparaît surtout impacté sur sa partie aval (Men52, 0.41 mg/L d'ammonium en 2008 et 0.53 mg/L en 2010), son cours amont (Men06) présentant simplement une concentration en nitrates de plus de 6mg/L en 2008 et en 2010. Si ce dernier constat peut être lié à un léger impact agricole (présence d'abreuvoirs dans le lit mineur, épandages), les concentrations en nutriments relevé sur le nant de Carraz et l'aval du ruisseau de Bévoué semblent quant à elles être en lien avec la traversée de zones urbanisées et les rejets qui y sont présents.
- Les cours d'eau plus fortement impactés, enfin : il s'agit des ruisseaux de Nuissance (Men15 et Men54) et des Moulins (Men24 et Men23). Ces deux cours d'eau présentent tant en 2008 qu'en 2010 des charges nutritives très élevées, non seulement par rapport aux autres cours d'eau du bassin, mais également au regard de leur caractère apical. Ces surcharges sont particulièrement marquées en ce qui concerne l'ammonium (entre 0.4 et 0.71 mg/L selon les stations et les années) et en nitrates (entre 8.2 et 13.3 mg/L). Il semble que ces deux cours d'eau aient à subir une pollution notable de leurs eaux dès leur source, probablement liée au caractère artificialisé de leurs bassins versants respectifs. En effet, ces cours d'eau voisins sont tous deux situés dans la partie aval du bassin versant, qui concentre le plus de zones urbanisées et les zones de cultures céréalières.

× Foron de Fillinges et Thy

Les analyses de qualité d'eau réalisées sur le Foron de Fillinges témoignent d'une situation constante dans le temps (2008 et 2010). La station apicale (Men29) présente une bonne qualité d'eau, l'ensemble des éléments du compartiment azoté et les orthophosphates étant présents dans des concentrations faibles et conformes au caractère apical du cours d'eau sur ce secteur. On note une surcharge nutritive des eaux du Foron au niveau de la station suivante (Men09), où les concentrations en ammonium et en orthophosphates témoignent d'une pollution insidieuse du cours d'eau, tandis que les concentrations en nitrites (0.13 mg/L et 0.15 mg/L) mettent en évidence une perturbation du cycle de l'azote. Ce constat, similaire à celui effectué en 2004 (Gay environnement, 2004), est probablement à mettre en lien avec la traversée du lagunage de

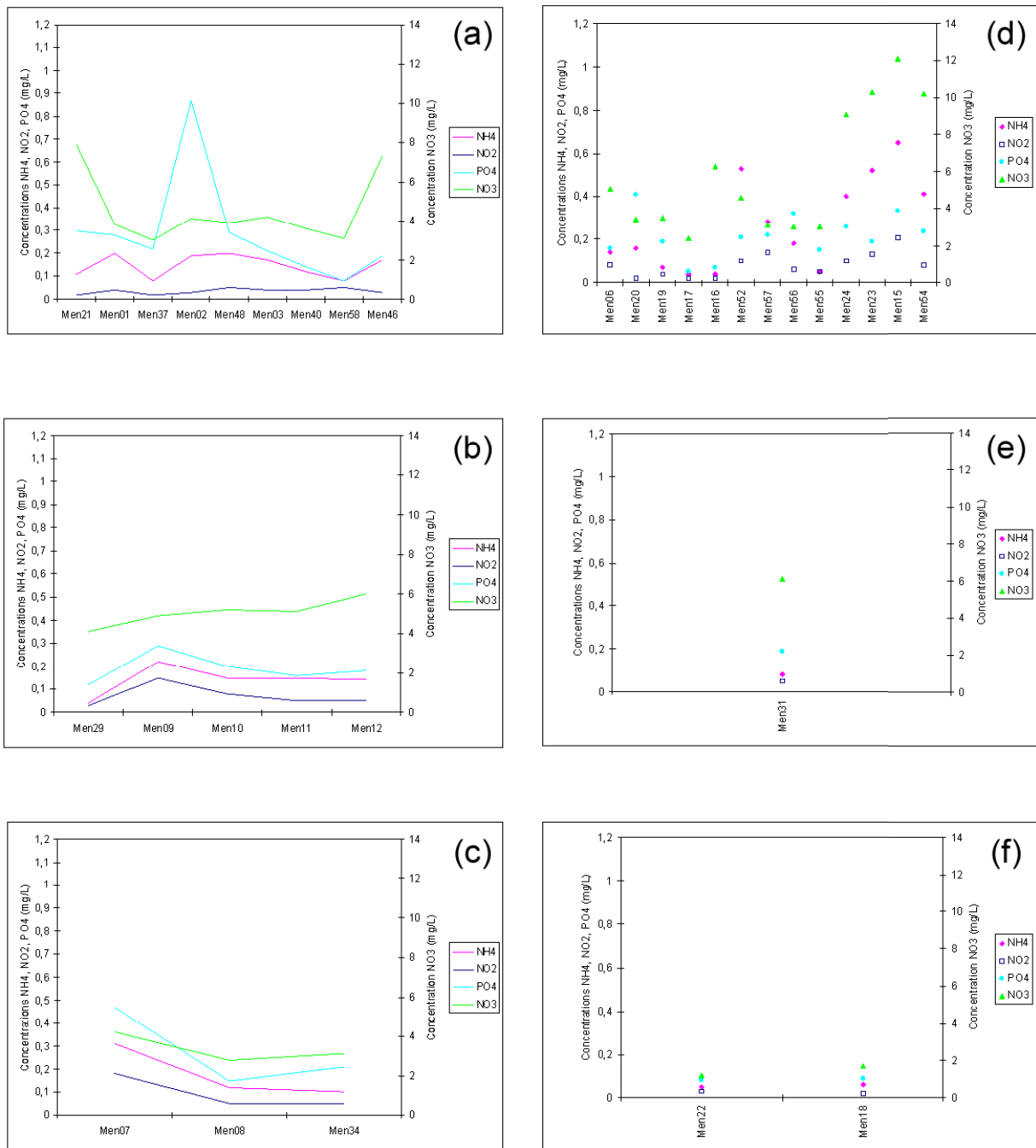


Figure 21 : Evolution longitudinale des concentrations en nutriments sur la Menoge (a), le Foron de Fillings(b) et le Brevon de Saxel (c), et concentrations mesurées sur les affluents directs de la Menoge (d), du Foron de Fillings(e) et du Brevon de Saxel (f) en 2010.

Le Thy (Men31), quant à lui, présente une qualité chimique globalement satisfaisante : les concentrations en nutriments relevées au cours des campagnes 2008 et 2010 ne témoignent en effet que d'une légère pollution diffuse, en lien probable avec l'occupation du sol sur le territoire drainé par le cours d'eau (traversée d'une zone urbanisée, cultures céréalières modérées et traversée du lac du Môle).

✱ Brevon de Saxel et Affluents

Au vu des résultats des analyses réalisées en 2008 et 2010, il semble que le Brevon subisse une pollution de ses eaux dès le début de son cours. En effet, on relève sur la station la plus en amont (men07) des concentrations en nutriments élevées, eu égard au caractère apical du cours d'eau sur ce secteur. Les valeurs d'ammonium (0.22 mg/L en 2008, 0.31 mg/L en 2010) et d'orthophosphates (0.47 mg/L en 2010) témoignent d'une surcharge nutritive, tandis que celles des nitrites (0.21 mg/L en 2008, 0.18 mg/L en 2010) mettent en évidence une perturbation

du cycle de l'azote. Ce constat, déjà réalisé par le passé (Gay environnement, 2004), est probablement lié aux rejets subis par le cours d'eau au niveau de Saxel et aux faibles débits constatés sur ce secteur. Il semble cependant que les effets de cette perturbation soient cantonnés au cours amont du Brevon. En effet, les analyses de 2008 et de 2010 mettent en évidence une amélioration notable de la qualité des eaux dans les parties médianes (Men08) et aval (Men34) du torrent, qui présente de fait sur le reste de son cours une qualité d'eau satisfaisante. Si l'autoépuration des eaux peut expliquer une partie de ce constat, la dilution du flux polluant par les apports latéraux prend également part à cette amélioration de la qualité chimique des eaux du Brevon. En effet, les résultats des analyses réalisées sur les deux affluents du Brevon étudiés dans le cadre de ce diagnostic, à savoir le ruisseau des Rafforts (Men22) et le Manant (Men18), mettent en évidence l'excellente qualité de leurs eaux pour l'ensemble des éléments recherchés.

↳ Autres paramètres

✱ Conductivité

Les résultats des mesures de conductivités réalisées sur le bassin versant de la Menoge en 2008 et 2010 sont retranscrits dans la figure 21.

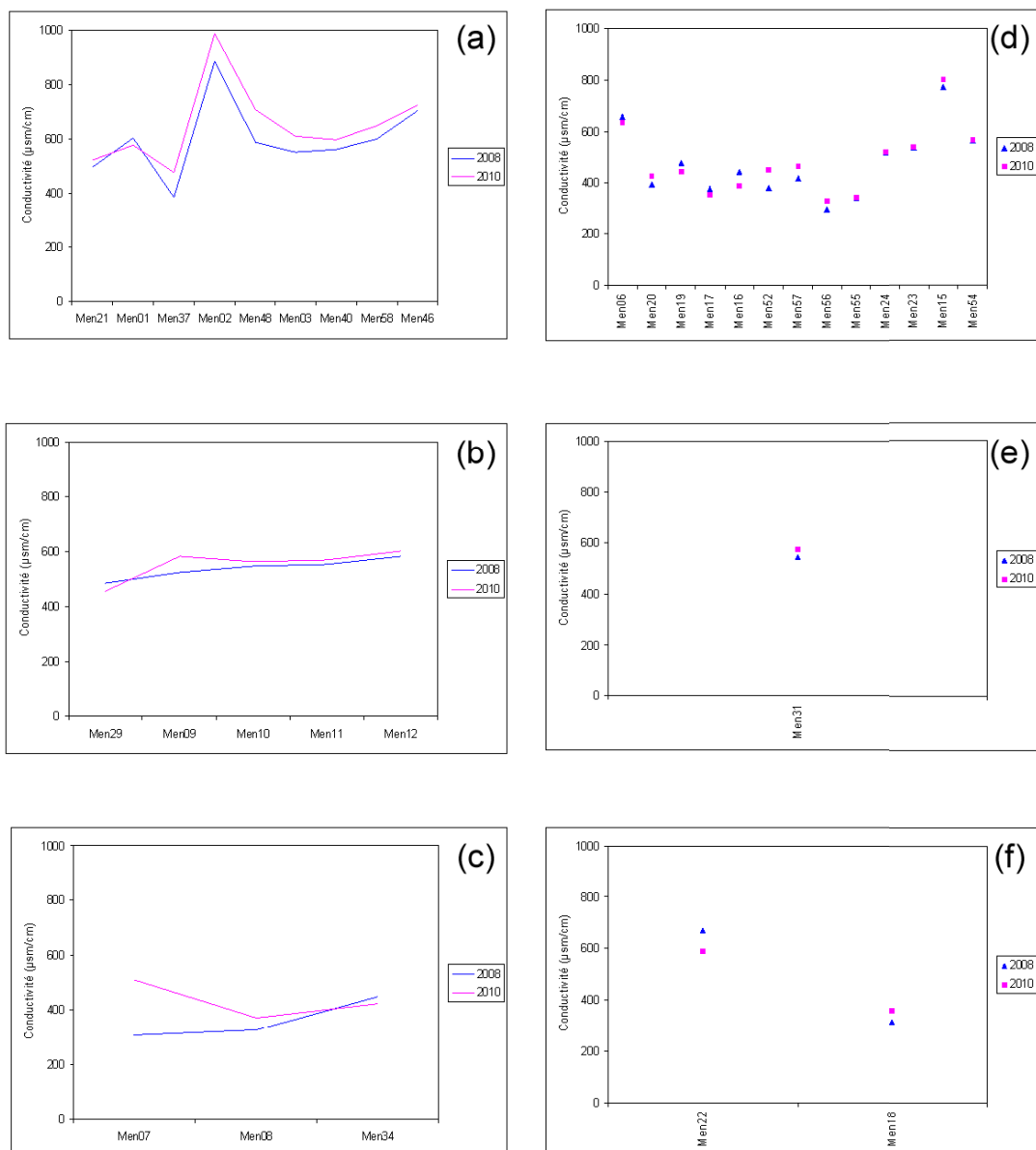


Figure 22 : Evolution longitudinale de la conductivité sur la Menoge (a), le Foron de Fillinges(b) et le Brevon de Saxel (c), et conductivités mesurées sur les affluents directs de la Menoge (d), du Foron de Fillinges(e) et du Brevon de Saxel (f) en 2008 et 2010.

Les valeurs de conductivité mesurées au cours des campagnes d'analyses 2008 et 2010 sont, d'une manière générale, relativement élevées (entre 299 et 886 $\mu\text{sm}/\text{cm}$), et globalement caractéristiques d'une forte minéralisation des eaux (Nisbet & Verneaux, 1970), en lien probable avec la géologie des terrain traversés.

Sur le cours principal de la Menoge, on constate une certaine constance des valeurs dans le temps, ainsi qu'une corrélation avec les principales altérations chimiques décrites plus haut : on relève ainsi d'amont en aval un premier pic de conductivité au niveau du rejet de la station d'épuration d'Habère-Poche (Men21), puis un second au niveau du Villard (Mern02) où les valeurs atteignent presque 1000 $\mu\text{sm}/\text{cm}$, puis des valeurs situées entre 600 et 700 $\mu\text{sm}/\text{cm}$ à partir de Boège jusqu'à la confluence avec l'Arve, avec une légère augmentation en aval de la station d'épuration de Cranves-Sales, au niveau de la station clôturant le bassin versant (Men46).

Sur les petits affluents directs de la Menoge, les valeurs sont globalement comprises entre 300 et 450 $\mu\text{sm}/\text{cm}$, à l'exception du ruisseau des Arces (men06, valeurs de l'ordre de 650 $\mu\text{sm}/\text{cm}$), et des deux affluents de la basse Menoge, les ruisseaux des Moulins (Men24 et Men23) et de Nuissance (Men54 et Men15) qui présentent des conductivité de l'ordre de 550 $\mu\text{sm}/\text{cm}$, allant jusqu'à 800 $\mu\text{sm}/\text{cm}$ sur la Nuissance amont (Men15).

Sur le Foron, les valeurs de conductivité vont de 457 à 601 $\mu\text{sm}/\text{cm}$, et semblent suivre comme sur la Menoge le profil des altérations chimiques, augmentant à partir de l'aval du lagunage de Bogève pour demeurer stable jusqu'à la confluence avec la Menoge. Le Thy présente quant à lui une conductivité du même ordre de grandeur que celles du Foron médian et aval.

Sur le Brevon, enfin, on relève une disparité entre les mesures de 2008 et de 2010. Si le profil des valeurs mesurées en 2010 semble similaire à celui des altérations chimiques (décroissance des valeurs d'amont en aval), ce n'est pas le cas en 2008 où la conductivité augmente d'amont en aval. Les affluents présentent quant à eux des valeurs sensiblement différentes, les eaux du Ruisseau des Rafforts (Men22) semblant être beaucoup minéralisées (conductivité 2 fois plus élevée) que celle du Manant (Men18), qui présente des valeurs de conductivité du même ordre de grandeur que celles du Brevon.

*** pH**

Les résultats des mesures de pH réalisées sur le bassin versant de la Menoge en 2008 et 2010 sont retranscrits dans la figure 22. L'ensemble des cours d'eau du bassin versant présentent des valeurs de pH relativement similaires et stables dans le temps, comprise entre 8,3 et 8,7. Ces valeurs, plutôt caractéristiques des zones inférieures des réseaux hydrographiques (Nisbet & Verneaux, 1970) sont assez fréquentes dans le département.

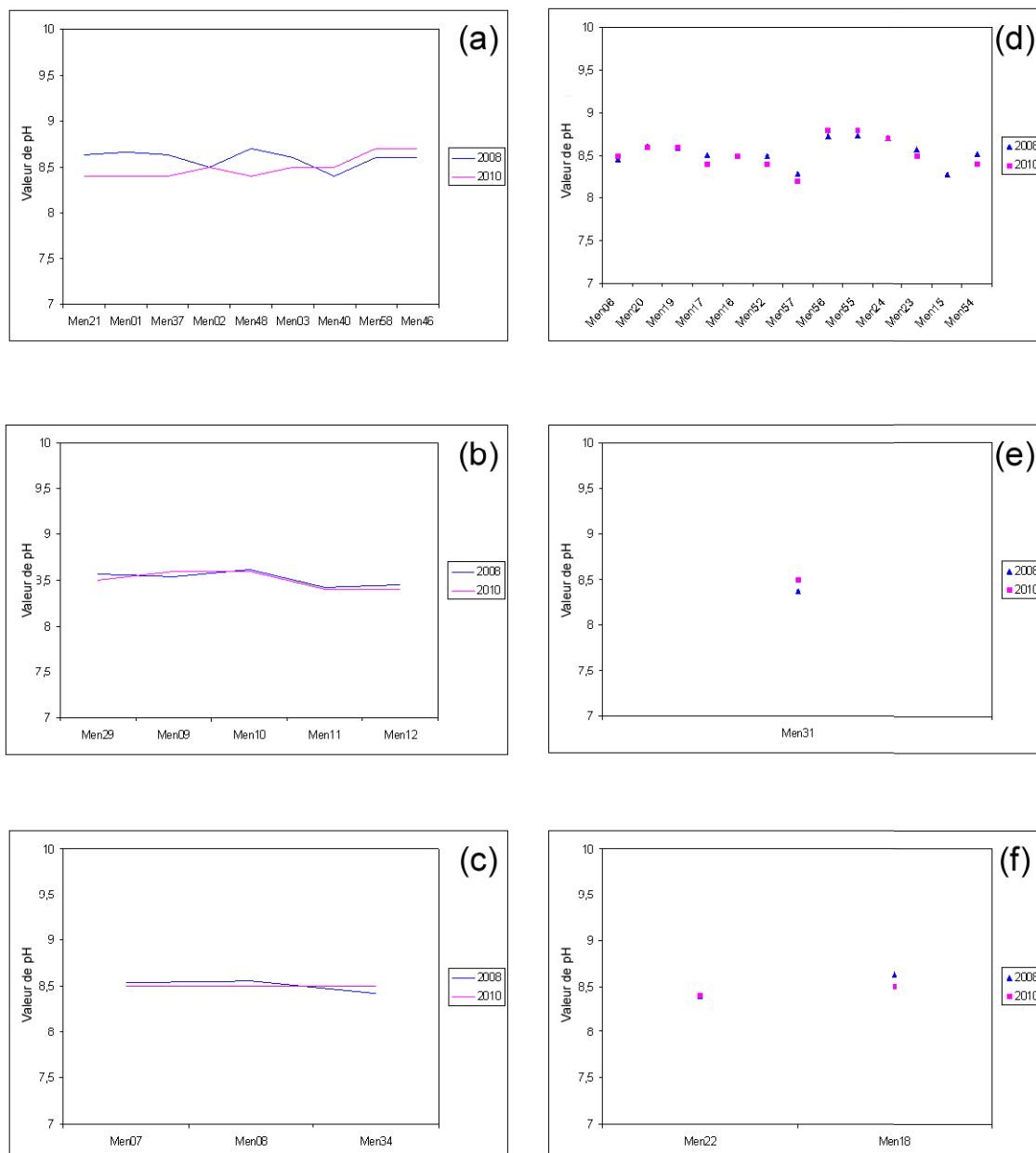


Figure 23 : Evolution longitudinale du pH sur la Menoge (a), le Foron de Fillinges (b) et le Brevon de Saxel (c), et pH mesurés sur les affluents directs de la Menoge (d), du Foron de Fillinges (e) et du Brevon de Saxel (f) en 2008 et 2010.

✕ Thermie

Une étude de la qualité thermique de la Menoge avait été réalisée en 2005 et 2006, antérieurement à ce diagnostic de bassin versant (Vigier & Caudron, 2007). Les stations suivies dans le cadre cette étude, en continu et durant une année pleine, sont localisées dans la figure 23.

Les principales conclusions de ce diagnostic thermique était que les conditions de températures demeuraient favorables à la vie salmonicole sur l'ensemble des cours d'eau étudiés (Menoge, Brevon et Foron), à l'exception de la basse Menoge (aval de Pont de Fillinges), où les températures estivales très élevées apparaissaient incompatibles avec la survie des salmonidés. Cependant, cette étude relevait également une forte dépendance des cours d'eaux du bassin versant de la Menoge aux conditions thermiques extérieures, entraînant des températures estivales élevées, bien que non rédhibitoires, sur la majorité des secteurs étudiés, et des températures hivernales souvent proches de 0°C. Ce constat semblait être fortement lié à des débits d'étiages trop faibles, auxquels s'ajoutait la faiblesse des échanges entre les cours d'eau et leur nappe, en lien avec la géologie.

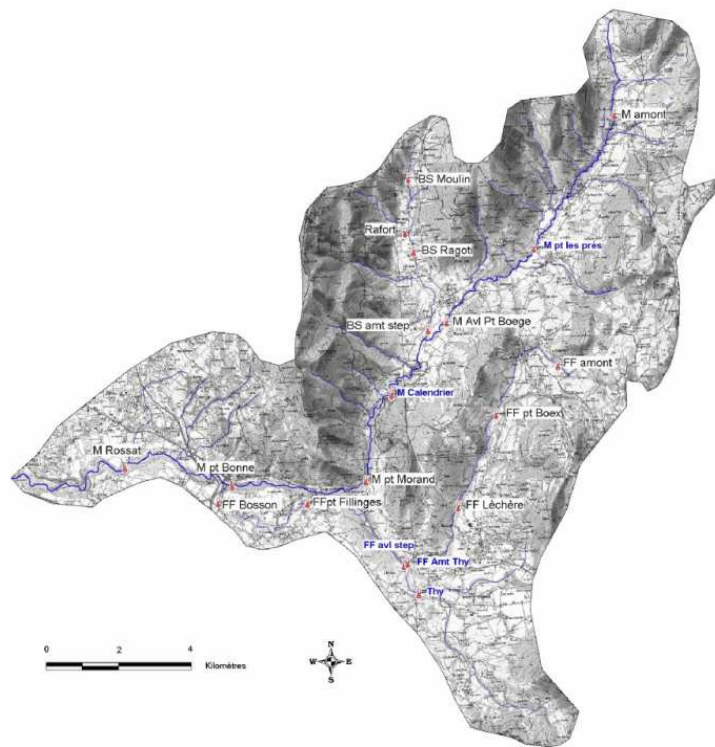


Figure 24 : Localisation géographique des 19 stations étudiées sur le bassin de la Menoge dans le cadre du suivi thermique entre 2005 et 2006. Les enregistrements des 5 stations notées en bleu n'ont pas pu être étudiés (Vigier & Caudron, 2007)

I-3-2 Qualité du compartiment sédimentaire

Les résultats de ces analyses, effectuées par le laboratoire Département d'Analyse de la Drôme (LDA26) font état de concentrations inférieures au seuil de détection pour l'ensemble des stations et des molécules recherchées, et tendent à mettre en évidence l'absence de contamination durable des sédiments de la Menoge suite à la pollution au xylophène de septembre 2010 (cf. tableau 13).

Cependant, le risque de « faux zéro », c'est-à-dire de la présence des molécules recherchées dans des concentrations inférieures au seuil de détection du procédé analytique ne peut être écartée à la seule lecture des résultats des analyses. Ce risque doit d'autant plus être pris en compte dans le cas de cette pollution que les composés incriminés peuvent présenter une toxicité à des concentrations inférieures au seuil de détection de l'analyse (à partir de quelques ppb dans les sédiments (Adam, 2008)). Seuls les résultats de l'étude de l'évolution des compartiments biologiques (macrobenthos et poissons), du fait de leur rôle intégrateur, permettra de statuer définitivement sur une absence de contamination durable du milieu.

| | | Résultats (µg/kg MS) | Seuil de détection (µg/kg MS) |
|---------------------------|---------------|----------------------|-------------------------------|
| Men37 (habère Lullin) | Cyperméthrine | <25 | 25 |
| | Propiconazole | <50 | 50 |
| | Tébuconazole | <50 | 50 |
| | IBPC | <50 | 50 |
| Men02 (Villard) | Cyperméthrine | <25 | 25 |
| | Propiconazole | <50 | 50 |
| | Tébuconazole | <50 | 50 |
| | IBPC | <50 | 50 |
| Men03 (St André de Boège) | Cyperméthrine | <25 | 25 |
| | Propiconazole | <50 | 50 |
| | Tébuconazole | <50 | 50 |
| | IBPC | <50 | 50 |
| Men40 (Chez Calendrier) | Cyperméthrine | <25 | 25 |
| | Propiconazole | <50 | 50 |
| | Tébuconazole | <50 | 50 |
| | IBPC | <50 | 50 |
| Men58 (Pont de Bonne) | Cyperméthrine | <25 | 25 |
| | Propiconazole | <50 | 50 |
| | Tébuconazole | <50 | 50 |
| | IBPC | <50 | 50 |

Tableau 13 : Résultats des analyses réalisées par le LDA26 sur les sédiments des cinq stations d'étude de la Menoge

I-4 Fragmentation du milieu

Un recensement des ouvrages transversaux a été réalisé entre 2009 et 2010 sur l'ensemble du département haut savoyard (Chasseriau, 2010). Dans le cadre de cette étude portant sur la continuité écologique, le bassin versant de la Menoge a fait l'objet d'un recensement exhaustif des obstacles anthropiques et naturels ponctuant ses cours d'eau. La figure 24 retranscrit les résultats de ce recensement. On dénombre 74 obstacles d'origine anthropique répartis sur les cours d'eau du bassin versant, et 9 obstacles naturels principalement situés sur les zones apicales (seul celui situé à l'amont du Ruisseau des Lavouets étant considéré comme infranchissable).

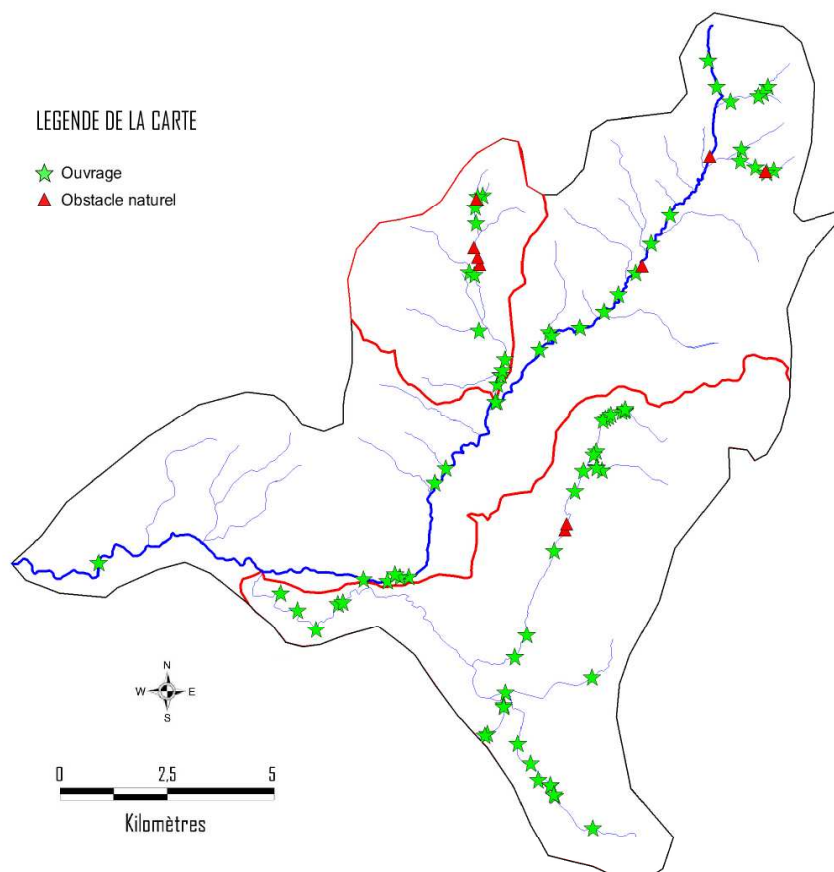


Figure 25 : Cartographie des obstacles recensés sur le bassin versant de la Menoge

Suite à ce recensement, les obstacles ont été diagnostiqués individuellement afin de statuer sur leur franchissabilité piscicole à la montaison (Cf. Chasseriau, 2010). La Figure 25 présente les résultats de ces diagnostics pour la truite fario.

✖ Sur le cours principal de la Menoge, on dénombre 6 obstacles à la montaison (4 seuils, 1 buse et 1 radier béton). Parmi ces 6 ouvrages, seuls les 4 seuils peuvent se révéler structurants vis-à-vis des populations de truites fario:

- Le premier d'entre eux, d'aval en amont, est le seuil du pont de Fillings. D'une hauteur de près de 5m, il sépare totalement la basse Menoge de la haute Menoge, et fait actuellement l'objet d'une procédure visant à le rendre franchissable.
- Les deux seuils suivants forment une série située en amont de Boège. Ils sont positionnés entre les stations Men02 à l'amont (Villard) et Men48 en aval (Boège). Leurs hauteurs respectives (1.1m et 1.8m) font qu'ils sont considérés comme infranchissables à la

montaison pour la truite fario, même s'ils peuvent très ponctuellement être franchis à la faveur de crues importantes.

- Le dernier seuil, toujours d'aval en amont, est situé en amont immédiat de la station Men02 (Villard), et présente des caractéristiques similaires à celles des deux seuils précédents.

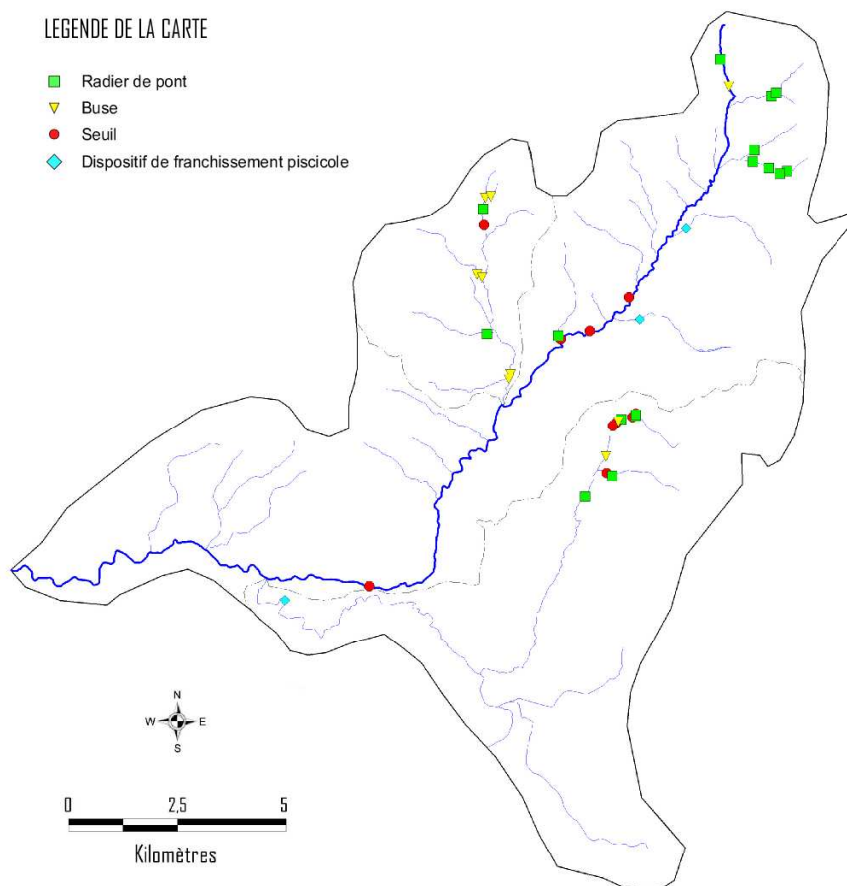


Figure 26 : Cartographie des ouvrages diagnostiqués comme obstacles à la montaison vis à vis de la truite fario sur le bassin versant de la Menoge.

✱ Les obstacles recensés sur les petits affluents directs de la Menoge sont essentiellement des radiers béton. Seul celui situé à la confluence entre le ruisseau de Carraz et la Menoge semble pouvoir être structurant dans le cadre de la présente étude, la station Men57 étant située en amont. Les autres ouvrages, concentré sur les parties apicales des ruisseaux du Lavouet et des Arces étant systématiquement positionnés en amont des stations d'étude.

✱ Sur le Foron de Fillings, on dénombre 10 obstacles (5 seuils, 2 buses et 3 radiers béton), tous situés dans le secteur de Bogève, entre la station Men09 (aval lagunage) et la station la plus apicale (Men29). Parmi ces obstacles, seuls les 5 seuils peuvent se révéler structurants vis-à-vis des populations de truite fario dans le cadre de cette étude (hauteurs de chute entre 80cm et 1,5m), isolant la station Men29 du reste du cours d'eau.

✱ Sur le sous-bassin versant du Brevon de Saxel enfin, on dénombre 9 obstacles (1 seuil, 6 buses et 2 radiers béton). Parmi ces obstacles, 2 peuvent se révéler structurants dans le cadre de cette étude. Il s'agit, d'aval en amont :

- Un passage busé au niveau du franchissement de la RD20 à Boège, situé en amont de la station Men34, que ses caractéristiques (buse perchée) rende difficilement franchissable par la truite fario.
- Le seuil situé en aval immédiat de la station Men07 (Brevon amont), considéré comme infranchissable, et déconnectant ainsi l'extrême amont du Brevon du reste de son linéaire.

II- Détermination du niveau typologique théorique

Les niveaux typologiques théoriques calculés sur les stations situées sur les cours principaux de la Menoge, du Brevon de Saxel et du Foron de Fillings sont détaillés dans le tableau 14. Les NTT n'ont pas été calculés sur les petits affluents de ces trois cours d'eau principaux du fait de l'absence de données thermiques.

| | station (MEN) | localisation | T Moy 30 jours (°C) | distance à la source (Km) | largeur lit mineur (m) | Section mouillée (m ²) | pente (0/00) | Dureté Ca/Mg | T1 | T2 | T3 | Tth |
|--------|---------------|----------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|------|-------|-------|------------|
| MENOGE | 21 | chez pacot | 13,54 | 1,55 | 3,1 | 0,28 | 90 | 37,5 | 3,11 | 0,87 | -2,08 | 1 |
| | 01 | habère poche | 13,54 | 3,465 | 5 | 0,7 | 30 | 45,5 | 3,11 | 2,03 | -0,23 | 2 |
| | 37 | habère lullin | 13,54 | 6,309 | 4 | 0,71 | 19 | 49,6 | 3,11 | 2,83 | 1,37 | 2,5 |
| | 02 | villard | 14,55 | 8,08 | 4 | 0,83 | 19 | 96,6 | 3,66 | 3,90 | 1,65 | 3 |
| | 48 | boege | 14,55 | 11,508 | 11,3 | 3,4 | 12 | 49,3 | 3,66 | 3,53 | 1,29 | 3 |
| | 03 | saint andré de boege | 14,55 | 13,638 | 11 | 3,3 | 41 | 56,8 | 3,66 | 3,90 | -0,82 | 2,5 |
| | 40 | chez calendrier | 14,55 | 15,235 | 10,3 | 3,1 | 41 | 89 | 3,66 | 4,55 | -0,70 | 3 |
| | 58 | M pt Bonne | 18,26 | 22,432 | 12,2 | 3,66 | 13 | 106 | 5,70 | 5,21 | 1,01 | 4,5 |
| | 46 | M Rossat | 18,96 | 28,013 | 10,2 | 3,57 | 8 | 106 | 6,09 | 5,47 | 2,44 | 5 |
| BREVON | 07 | Layat | 15,72 | 1,139 | 2,3 | 0,46 | 63 | 36,7 | 4,31 | 0,48 | 0,45 | 2 |
| | 08 | BS Ragoti | 15,72 | 4,197 | 3,6 | 0,9 | 14 | 29,1 | 4,31 | 1,73 | 2,69 | 3 |
| | 34 | BS amt step | 15,69 | 6,225 | 5,5 | 1,375 | 14 | 30,1 | 4,29 | 2,23 | 1,95 | 3 |
| FORON | 29 | FF amont | 12,95 | 0,595 | 1 | 0,1 | 116 | 38,6 | 2,78 | -0,22 | -0,37 | 1 |
| | 9 | FF pt Boex | 13,91 | 3,924 | 3,7 | 0,56 | 50 | 42,3 | 3,31 | 2,09 | -0,46 | 2 |
| | 10 | FF Lèchère | 14,92 | 6,997 | 3,8 | 0,57 | 45 | 44,7 | 3,87 | 2,83 | -0,34 | 2,5 |
| | 11 | FFpt Fillings | 15,4 | 13,74 | 8 | 2,4 | 8 | 39,5 | 4,13 | 3,48 | 2,59 | 3,5 |
| | 12 | FF Bosson | 16,21 | 17,507 | 8,4 | 2,52 | 8 | 34,7 | 4,58 | 3,61 | 2,51 | 4 |

Tableau 14: Niveaux typologiques théoriques de la Menoge, du Foron de Fillings et du Brevon de Saxel

Les niveaux typologiques théoriques calculés sur la Menoge s'échelonnent de B1 (source et ruisselets, secteurs non ou peu piscicoles) à B5 (rivières de prémontagne). D'un point de vue typologique, la Menoge se scinde en deux secteurs distincts :

- la haute Menoge (Men21 à Men40, B1 à B3), située en amont du Pont de Fillings et caractéristique de la zone à truite (Huet, 1949). En terme de zonation, ce secteur va du crénon à l'epi-rithron (Illies & Botosaneanu, 1963)
- la basse Menoge, en aval du Pont de Fillings, correspondant à la zone à ombre (B4+ sur la station Men58, B5 sur Men46) de Huet, et à un rithron en terme de zonation.

Sur le Brevon, les niveaux typologiques théoriques vont de B2 (ruisseaux issus de source d'altitude) à B3 (Ruisseau montagnard), ce qui place le cours d'eau dans son intégralité dans la zone à truite (Crénon/epi-rithron d'Illies & Botosaneanu).

Sur le Foron, enfin, les NTT sont compris entre B1 (sources et ruisselets, secteurs non ou peu piscicoles) et B4 (petites rivières froides). Le Foron s'inscrit donc également dans la zone à truite (Huet, 1949), allant du crénon au rithron en terme de zonation.

III- Analyse des peuplements macrobenthiques

III-1 Analyse des communautés benthiques 2008

III-1-1 Cours principal de la Menoge

En 2008, les 3 stations aval de la Menoge (Men40, Men58 et Men46) n'ont pas pu être prélevées du fait la forte turbidité des eaux en aval de Saint-André de Boège, induite par l'érosion des bancs argileux affleurant dans le lit mineur du cours d'eau consécutivement à la crue cinquantennale de l'été 2007. De fait, seule la haute Menoge fera l'objet d'une analyse de ses communautés macrobenthiques. Les principaux résultats sont retranscrits dans la figue 26, les listes faunistiques figurent en annexe 2.

Les indices calculés sur le cours principal de la haute Menoge en 2008 sont globalement satisfaisants : les notes IBGN (majoritairement comprises entre 15/20 et 17/20), leur relative robustesse (perte d'1 point sur l'ensemble des stations), ainsi que les variétés faunistiques (majoritairement comprises entre 28 et 33 taxons) traduisent une bonne qualité globale des communautés macrobenthiques. Leur développement optimal semble simplement limité (absence des taxons les plus, polluosensible, GFI9) par la légère altération de la qualité physico-chimique des eaux, un peu plus marquée sur la station Men01 (Habère-Poche). On relève cependant une exception notable à ce constat général au niveau de la station Men37 (Habère-Lullin), où l'IBGN se révèle médiocre (12/20) bien que relativement robuste (11/20). Il apparaît que cette diminution de la note IBGN, par rapport à celles des autres stations de la haute Menoge, soit principalement portée par une baisse marquée de la variété faunistique sur la station Men02 (seulement 20 taxons échantillonnés).

Les notes globales du Cb2, bien que plus sévères, n'apportent pas d'information supplémentaire, suivant une tendance similaire à celles de l'IBGN (14/20 sur la majorité des stations, 13/20 sur Men01 et 12/20 sur Men37). La lecture des composantes du Cb2 permet de constater une relative stabilité de l'In, indice sanctionnant la qualité physico-chimique des eaux, sur l'ensemble des stations, y compris Men37. Les scores de l'In, satisfaisants sans être optimaux (compris entre 7.2/10 et 8.1/10), traduisent la légère altération physico-chimique globale des eaux de la haute Menoge. La note la plus faible est calculée sur la station Men01, mettant en évidence l'intensité un peu plus élevée de cette altération sur ce secteur, probablement en lien avec le rejet de la station d'épuration d'Habère-Poche. L'Iv, indice en lien avec la variété faunistique et traduisant l'incidence de l'attractivité de l'habitat sur les synusies benthiques, présente quand à lui des scores globalement moyens sur la majorité des stations, sanctionnant une attractivité globale assez moyenne vis-à-vis du macrobenthos (5.7/10 à 6.6/10). En revanche, la note obtenue sur la station Men37 (4.4/10) met quant à elle en évidence une attractivité mauvaise. Il semble donc que ce soit ce paramètre qui explique les notes indicelles globales plus faibles obtenues sur la station d'Habère-Lullin.

Pourtant, si l'on observe l'évolution longitudinale des valeurs de l'indice hydromorphologique (m du Cb2), sanctionnant la qualité habitationale au travers de la diversité des substrats et vitesses prélevées, on ne note pas d'inflexion particulière de la note sur la station Men37. En effet, ces valeurs, comprise entre 13.4 et 15.8, sanctionnent sur l'ensemble des stations de la haute Menoge une qualité habitationale moyenne à bonne, allant en s'améliorant à mesure que l'on va vers l'aval sous l'effet d'une plus grande variété de substrats : les stations apicales, situées sur des secteurs à plus forte pente et à forte instabilité des fonds, présentent des substrats très majoritairement minéraux (galets et graviers), tandis que l'amointrissement de la pente et la meilleure stabilité des fonds sur les stations situées plus en aval (A partir du Villard (Men02)) autorise la présence de substrats supplémentaires (fines organiques, augmentation de l'occurrence de la litière, bon développement des bryophytes).

L'analyse semi-quantitative des communautés macrobenthiques échantillonnées sur 12 placettes confirme le constat réalisé à la lecture des indices, tout en permettant d'affiner le diagnostic.

Sur un plan quantitatif, du fait de la prédominance, sur l'ensemble des stations, de certains taxons au sein des effectifs, les indices de diversité et de régularité sont moyens, voire même faibles sur la station Me01 du fait de l'ultra dominance des Gammaridae : l'indice de Shannon oscille ainsi autour de 3 sur la quasi-totalité des stations, et présente une valeur minimum de 1.9 sur Men01, tandis que l'indice d'équitabilité de Pielou est également minimal sur la station Men01 (0.37) et s'échelonne de 0.57 sur Men21 à 0.7 sur Men37.

L'observation des valeurs de densités, quant à elle, fait apparaître une situation moyenne : seule la valeur observée sur la station apicale (Men21) est presque conforme au biotype (5768 ind/m²). Sur les autres stations, les densités sont systématiquement inférieures à ce que l'on devrait trouver. Ainsi, la station Men03 présente une valeur moyenne au regard de son biotype (4412 ind/m²), principalement soutenue par la forte abondance des Chironomidae (1723 ind/m²). Les stations Men01 (Habère-Poche), Men02 (Villard) et Men48 (Boège) présentent des densités faibles (respectivement 1733, 1783 et 1973 ind/m²). La station Men37, enfin, affiche quant à elle une densité très faible (858 ind/m²), se démarquant encore une fois nettement des autres stations.

Sur un plan qualitatif, il apparaît également que la légère altération de la qualité des eaux se fasse ressentir, au travers de la quasi absence des taxons les plus polluosensibles (grands, plécoptères, Taeniopterigidae, Capniidae...) au sein des effectifs échantillonnés : sur l'ensemble des stations étudiées sur la haute Menoge, on ne relève en effet que la présence d'un Perlodidae (*Isoperla sp.*) sur la station Men21. On note également d'assez fortes occurrences des taxons les plus saprophiles au sein des peuplements : on relève ainsi des abondances relative en taxons saprophiles allant de 70% sur la station Men21 à 95% sur Men01. Ces abondances sont majoritairement soutenues par les Chironomidae (à l'exception des stations Men01 et Men37, du fait de l'absence de placettes de fines organiques), les Baetidae (*Baetis sp.* et *Acentrella sp.* représentent de 18 à 38% des effectifs sur les stations échantillonnées) et les Oligochètes (entre 7 et 27% des effectifs des différentes stations), à l'exception de la station Men01 (Habère Poche), seule station où les Gammaridae sont ultra dominants (65% des effectifs totaux, en lien avec la forte abondance de litière non colmatée sur cette station).

Cependant, l'intensité de l'impact de cette altération sur les communautés macrobenthiques semble tout de même modérée, au vu de la présence de taxons relativement sensibles sur la majorité des stations : *Odontocerum albicorne*, présent sur toutes les stations à l'exception de Men37, *Leuctra sp.* significativement présent sur toutes les stations (27% des effectifs sur Men01, 13% des effectifs sur Men37 par exemple), les Nemouridae présents sur l'ensemble des stations (*Nemoura sp.* sur toutes les stations, *Protonemoura sp.* seulement absent des effectifs des deux stations les plus apicales), *Sericostoma sp.* présent sur l'intégralité des stations. On relève en outre la présence de plusieurs genres d'Elmidae (*Elmis sp.*, *Esolus sp.*, *Limnius sp.*, *Riolus sp.*) sur l'ensemble des stations (entre 2 et 4 genre par station), taxons particulièrement sensibles aux produits de traitement du bois (Adam, 2008), semblant indiquer l'absence de contamination notable par ces molécules en dépit de la présence de plusieurs scieries sur le secteur.

Cependant, il ne semble pas à l'analyse des synusies que la particularité de la station Men37 (variété faunistique très faible induisant des indices médiocres) tienne à une altération de la qualité intrinsèque de ses eaux ou de la composition de son habitat moindre que celle des autres stations. C'est en regardant du côté des données antérieures que l'on peut trouver une explication à cette faiblesse des indices globaux à Habère-Lullin :

- En effet, en 2004, les résultats du suivi de la qualité hydrobiologique de la Menoge mis en place par le Conseil Général de Haute-Savoie mettaient en évidence une situation globalement satisfaisante et homogène sur le secteur (IBGN de 14/20 à 15/20), relevant simplement l'incidence d'une légère altération de la qualité physico-chimique des eaux (Gay environnement, 2004).
- En 2007, les analyses réalisées dans ce même cadre mettaient en évidence une toute autre situation : en effet, à l'exception de la station la plus apicale (Men21), où les indices demeuraient stables par rapport à 2004, on constatait un effondrement des notes IBGN sur l'ensemble des stations de la haute Menoge, avec des notes comprises entre 10/20 et 11/20, bien inférieures à celles obtenues en 2008.

Or la campagne 2007 a été réalisée au cours des mois de septembre et d'octobre, c'est-à-dire juste après la crue cinquantennale subie par la Menoge. La qualité des eaux ne semblant pas avoir varié dans le temps sur ce secteur, il semble que l'explication de cette altération marquée de la qualité macrobenthique en 2007 par rapport aux campagnes antérieures et postérieures soit en lien direct avec l'impact de la crue de juillet 2007. La forte mobilisation des substrats au cours de cet épisode hydrologique s'est en effet directement répercutée sur les communautés benthiques dans les secteurs les plus impactés, conduisant à cette baisse sensible des indices, seule la station Men21 ayant été épargnée du fait de sa situation apicale. En 2008, il semble que les effets de cet impact se soient globalement réduits sur l'ensemble des stations concernées, à l'exception du secteur dans lequel se trouve la station Men37, l'un des plus fortement touchés physiquement par la crue, et où l'on relevait encore en 2008 une forte instabilité des fonds se faisant toujours ressentir sur les communautés benthiques.

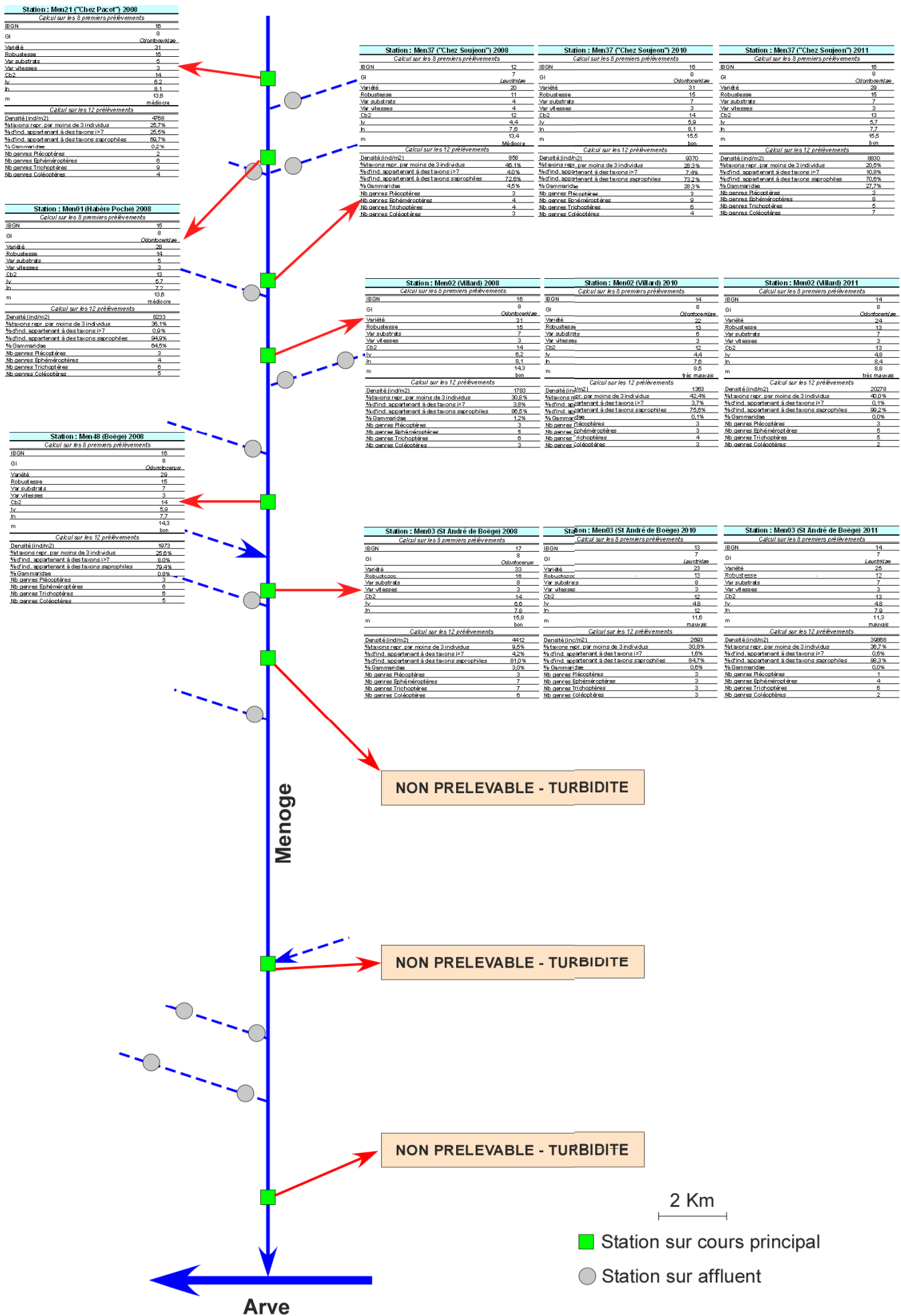


Figure 27 : Principaux descripteurs des peuplements macrobenthiques échantillonnés en 2008, 2010 et 2011 sur le cours principal de la Menoge

III-1-2 Petits affluents directs de la Menoge

Les principaux résultats sont retranscrits dans la figure 27, les listes faunistiques figurent en annexe 2.

*** Ruisseau des Arces**

Les indices calculés sur le ruisseau des Arces (Men06), s'ils traduisent une situation globalement satisfaisante (IBGN 15/20, robustesse 14/20, Cb2 à 13/20), ne sont cependant pas optimaux et traduisent une légère altération de la qualité du peuplement macrobenthique. L'In moyen du Cb2 (7.9/10) souligne les effets d'une légère pollution de fond sur le cours d'eau, tandis que l'Iv faible (5.5/10) met en évidence une attractivité globale médiocre de l'habitat sur le macrobenthos. Le coefficient morphodynamique m de 14.2/10 plutôt bon et la variété des vitesses maximale (5 classes représentées sur la station), tendent à indiquer que ce déficit d'attractivité habitationnel du ruisseau des Arces vis-à-vis du macrobenthos tient plus à la faible variété des substrats présents (seulement 5) qu'à la qualité intrinsèque de l'habitat. Ce constat tient probablement au faible gabarit du cours d'eau.

L'analyse des prélèvements réalisés sur 12 placettes confirme ce constat : la légère altération de la qualité des eaux transparaît au travers de l'absence des taxons les plus polluosensibles et des fortes abondances de *Baetis sp.* (35% des effectifs) et des Chironomidae (17.2% des effectifs), taxons plutôt saprophiles. La domination du peuplement par ces taxons se traduit par ailleurs par un indice d'équitabilité très moyen ($E = 0.53$). Cependant la présence de taxons relativement sensibles tels qu'*Odontocerum albicorne*, *Sericostoma sp.*, *Atherix sp.*, ou encore *Leuctra sp.* (12.5% des effectifs) met en évidence le caractère modéré de cette perturbation. La présence significative des Gammaridae (25.6% des effectifs) et des Elmidae (3 genres représentés par 50 individus) semble souligner quand à elle l'absence de contamination toxique notable. Le relatif manque d'attractivité habitationnelle transparaît au travers des descripteurs quantitatifs : la densité est moyenne (4068 ind/m²), tout comme l'indice de diversité ($H' = 2.7$).

Globalement, il apparaît donc que la situation hydrobiologique du ruisseau des Arces demeure globalement satisfaisante, les communautés benthiques du cours d'eau ne semblant se ressentir que d'une légère pollution de fond.

*** Ruisseau des Lavouets**

La situation semble un peu moins bonne sur le ruisseau des Lavouets (Men20) : en effet, les indices sont moyens (IBGN 13/20, robustesse 12/20, Cb2 à 12/20), et sanctionnent un peuplement peu varié (20 taxons IBGN), peu dense (1217 ind/m²), relativement instable (un tiers des individus sont présentés par moins de 3 individus) et au sein duquel sont absents les taxons les plus sensibles (GFI 9). Ce constat semble tenir à deux causes principales :

- D'une part l'altération de la qualité chimique des eaux transparaissant, outre l'absence des taxons les plus polluosensibles, au travers de la forte proportion des taxons saprophiles au sein des effectifs (34% d'Oligichètes, 21% de Chironomidae, 9.3% de *Baetis sp.*), cette domination induisant de fait un indice de régularité moyen ($E = 0.63$). Cependant, la présence de taxons tels *Leuctra sp.* (15.3% des effectifs), *Odontocerum albicorne* ou encore *Nemoura sp.* tend à modérer l'intensité de l'impact de cette altération, qui ne suffit pas à elle seule à expliquer la situation.
- D'autre part, un déficit d'attractivité habitationnelle (m médiocre de 13.6) pouvant notamment expliquer la faible densité observée (1217 ind/m²) ainsi que la valeur

moyenne de l'indice de Shannon ($H' = 2.9$). En outre, les effets de ce déficit habitational ont probablement été aggravés par l'impact de la crue 2007, particulièrement marqué sur ce cours d'eau aux fonds minéraux mobiles (graviers).

* Ruisseau de Josse

Le ruisseau de Josse (Men19) présente une qualité macrobenthique globale atisfaisante, sanctionnée par des indices relativement bons (IBGN 16/20, robustesse 15/20, Cb2 à 14/20). Cependant, cette qualité apparaît non optimale, du fait d'une légère altération de la qualité des eaux (absence des taxons du GFI 9, mais présence de *Leuctra sp.*, *Goera sp.*, *Odontocerum albicorne*, *Sericostoma sp.*, *Habrophlebia sp.* notamment) et d'une l'attractivité habitational faible (m mauvais (11.9), densité moyenne (4810 ind/m²), indice de Shannon faible (2.2)), probable corollaire des faibles gabarits et débits du cours d'eau (seulement 2 classes de vitesse représentées). La forte proportion de Gammaridae (62.4%) souligne quand à elle le caractère forestier du cours d'eau, et induit un indice d'équitabilité faible ($E = 0.43$).

* Nant Bruant

Le Nant Bruant (Men17) présente une bonne qualité macrobenthique globale. Les indices sont relativement bons (IBGN 16/20, robustesse 15/20, Cb2 à 14/20), et on relève la présence au sein des effectifs de nombreux taxons sensibles, notamment *Perla sp.* et *Brachyptera sp.* appartenant au GFI 9, mais également *Odontocerum albicorne*, *Atherix sp.*, *Tinodes sp.* *Leuctra sp.* ou encore *Philopotamus sp.* La forte proportion de Gammaridae au sein du peuplement (51.3% des effectifs), outre le fait qu'elle explique un indice d'équitabilité très moyen ($E = 0.53$), met en évidence le caractère forestier marqué du cours d'eau. Celle des Heptagenidae (12% des effectifs, 3 genres représentés), ainsi que la présence des Blépharicéridae, souligne la caractère torrentiel marqué du cours d'eau. Seule l'attractivité habitational du ruisseau semble faire légèrement défaut, induisant un coefficient morphodynamique et un indice de variété Iv du Cb2 médiocres (respectivement 13.6/20 et 5.5/10). En outre, on relève une densité très moyenne (2957 ind/m²) et un indice de Shannon moyen ($H' = 2.7$). Ces bémols au bon constat général peuvent être expliqués par le faible gabarit du cours d'eau d'une part, et par l'impact de la crue 2007, particulièrement marqué sur le Nant Bruant (fond de galets mobiles et forte pente) d'autre part.

* Ruisseau de Bévoué

Le ruisseau de Bévoué présente une situation très contrastée entre l'amont et l'aval :

- la station amont (Men16) présente un peuplement macrobenthique de bonne qualité globale, sanctionné par des indices très satisfaisants (IBGN 17/20, robustesse 17/20, Cb2 à 16/20, In de 9.3/10). Ces indices sanctionnent un peuplement relativement varié (32 taxons), dense (8808 ind/m²), stable (seulement 10% des taxons représentés par moins de 3 individus) et au sein duquel sont significativement présents de nombreux taxons polluosensibles (*Siphonoperla sp.*, *Isoperla sp.*, *Odontocerum albicorne*, *Philopotamus sp.*, *Habroleptoides sp.* notamment). Ce constat est d'autant plus satisfaisant que le faible gabarit du cours d'eau sur cette station apicale y induit une attractivité habitational médiocre ($m = 11.8$), dont les effets n'apparaissent qu'au travers d'un indice de Shannon décrivant une diversité moyenne ($H' = 0.6$). Le seul bémol à ce bon constat global est l'incidence de la légère pollution agricole de fond subie par le cours d'eau sur ce secteur, transparaissant au travers des abondances de certains taxons saprophiles (34% de *Baetis sp.*, 17.6% de Chironomidae). Cette incidence se révèle toutefois modérée, les abondances en *Némoura sp.* et *Protonemoura sp.*, plécoptères moyennent polluosensibles appartenant à la famille de Nemouridae, étant du même ordre de grandeur (respectivement 23% et 11% de l'effectif total).

- A contrario, la station aval (Men52) héberge un peuplement macrobenthique peu varié (24 taxons), peu dense (3580 ind/m²) instable (40% des taxons représentés par moins de 3 individus), ultra dominé par les taxons saprophiles (96% des effectifs soutenus par les Chronomidae, les Oligochètes, les Baetidae et les Simulidae) et au sein duquel les taxons polluosensibles sont quasiment absents (seulement représentés par 1 individu d' *Odontocerum albicorne*, 1 *Habrophlebia sp.* et 10 *Nemoura sp.*). Ce peuplement se voit de fait sanctionné par des indices de qualité globale médiocres (IBGN 12/20, robustesse 10/20, Cb2 à 12/20, In de 7.6/10) et des indices de diversité et d'équitabilité moyens ($H' = 2.6$, $E = 0.54$).

Cette dégradation amont/aval marquée de la qualité du peuplement macrobenthique du ruisseau de Bévoué trouve sa probable explication dans la pollution induite par les rejets qu'il subit dans sa traversé du Villard d'une part, et dans la banalisation de ses habitats liée à un recalibrage ancien de son cours aval d'autre part.

× Nant de Carraz

Le Nant de Carraz aval (Men57) présente un peuplement macrobenthique de qualité globale médiocre sanctionné par des indices moyens (IBGN 13/20, robustesse 10/20, Cb2 à 13/20). Ce peuplement se révèle également peu varié (22 taxons), peu dense (1617 ind/m²), instable (45% des taxons représentés par moins de trois individus), et les taxons polluosensibles y sont faiblement représentés (absence des taxons du GFI 9, 1 seul individu d' *Odontocerum albicorne*, 2 *Habroleptoïdes sp.*, 1 *Habrophlebia sp.*). Seuls *Leuctra sp.* et *Nemoura sp.* sont significativement présent sur la station, présence permettant de légèrement modérer l'hypothèse de l'impact d'une qualité d'eau médiocre. Outre cette altération physico-chimique, l'artificialisation des berges du cours d'eau et le recalibrage de son lit sur le secteur aval au sein duquel se trouve la station d'étude (traversée de Carraz) peuvent également expliquer ce constat.

× Ruisseau de Curseille

Les bons indices calculés sur le ruisseau de Curseille aval (Men56) sanctionnent un peuplement relativement varié (30 taxons) et dense (6860 ind/m²), au sein duquel les taxons polluosensibles sont significativement présents (*Perla sp.*, *Odontocerum albicorne*, *Habroleptoïdes sp.*, *Leuctra sp.*, *Protonemoura sp.* notamment). Ce constat traduit une bonne qualité globale du cours d'eau sur la station, ce en dépit d'une attractivité habitationnelle médiocre (coefficient morphodynamique $m = 11.6/20$). Seules la relative instabilité du peuplement (24% des taxons représentés par moins de 3 individus) et la forte domination des effectifs par les taxons saprophiles (54% d'Oligochètes, 19% de Chironomidae, 10% de Baetidae, induisant un indice d'équitabilité très moyen ($E = 0.47$)), soulignent les effets d'une légère pollution sur les communautés benthiques, probablement liée à des rejets domestiques subis dans la traversée du hameau de Curseille.

× Ruisseau de la Molertaz

Les indices calculés sur le ruisseau de la Molertaz (Men55) traduisent une qualité globale moyenne : l'IBGN est de 14/20 (robustesse à 13/20), tout comme le Cb2. Ces indices semblent plus sanctionner une attractivité habitationnelle moyenne qu'une altération de la qualité des eaux. En effet, si l'on relève une variété faible (24 taxons, indice de Shannon à 2.4), une densité très moyenne (2993 ind/m²) ainsi qu'une forte instabilité du peuplement (45% des taxons représentés par moins de 3 individus), la présence de nombreux taxons polluosensibles au sein des effectifs (*Isoptena sp.*, *Odontocerum albicorne*, *Protonemoura sp.*, *Habroleptoïdes sp.*, *Habrophlebia sp.*, *Leuctra sp.* notamment) et les abondances relativement modérées des taxons saprophiles autres de les Gammaridae (qui soutiennent 55% des effectifs, en lien avec le

caractère forestier du cours d'eau) tendent à mettre en évidence l'absence d'altération notable de la qualité des eaux. De plus, il semble que ce déficit d'attractivité de l'habitat soit plus lié à la faiblesse des débits du cours d'eau, du fait de son très faible gabarit, qu'à la qualité ou à la diversité des substrats qu'il propose (coefficient morphodynamique $m = 14/20$ avec 6 substrats inventoriés).

× Ruisseau des Moulins

La station amont du ruisseau des Moulins (Men24) héberge un peuplement macrobenthique déstructuré, caractérisé par une faible variété faunistique (20 taxons), une très faible diversité (indice de Shannon de 0.5) et une très faible occurrence des taxons sensibles (absence des GFI 9, 2 *Leuctra sp.*, 1 *Odontocerum albicorne*). Il est outre ultra dominé par les Gammaridae, qui représentent près de 94% des effectifs (indice de Pielou $E = 0.12$). ce peuplement se voit sanctionné par des indices très médiocres (IBGN 11/20, robustesse 07/20, Cb2 à 10/20). L'explication de cette situation tient probablement aux effets conjoint d'une altération notable de la qualité des eaux et d'une attractivité habitationnelle médiocre vis-à-vis du macrobenthos ($m = 11.6$, le substrat « dalle » représentant 50% des placettes échantillonnées, correspondant à des blocs recouvrant la grande majorité de la surface de la station).

Sur la station aval, la situation s'améliore quelque peu en apparence, les indices atteignant des notes satisfaisante (IBGN 15/20, robustesse 14/20, Cb2 à 14/20). Toutefois, l'observation des autres métriques décrivant le peuplement et de sa composition qualitative viennent largement tempérer cette amélioration des notes indicelles. Le peuplement est toujours aussi déséquilibré du fait de l'ultra domination des Gammaridae (92% des effectifs), induisant des indices de diversité et d'équitabilité très faibles ($H' = 0.7$, $E = 0.13$) et soutenant à eux seuls une densité forte (12 593 ind/m²). Les taxons polluosensibles demeurent globalement sous représentés tant en variété qu'en effectif, en dépit d'une légère augmentation de l'occurrence des Leuctridae (37 *leuctra sp.*), traduisant la persistance de l'altération physico-chimique des eaux. Il semble que se soit la seule augmentation de la variété faunistique par rapport à l'amont (32 taxons), probablement due à l'amélioration de la qualité habitationnelle sur l'aval du cours d'eau ($m = 14/20$), qui soutienne les indices sur cette station.

De fait, il semble que les communautés macrobenthiques du ruisseau des Moulins subissent l'impact d'une altération notable de la qualité des eaux du cours d'eau, impact amplifié sur la partie amont par un habitat naturellement peu hospitalier vis-à-vis du macrobenthos (majorité de substrats de type dalle).

× Ruisseau de Nuisance

Le ruisseau de Nuisance présente tant à l'amont (Men54) qu'à l'aval (Men15) des indices de qualité globale mauvais (IBGN respectifs de 6/20 et 8/20, Cb2 de 7/20 et 10/20), sanctionnant des peuplements macrobenthiques déstructurés, peu variés (14 taxons à l'amont, 22 à l'aval) dont sont totalement absents les taxons polluosensibles. La seule différence marquée entre les deux stations est leur qualité habitationnelle, médiocre à l'amont du fait du faible gabarit du cours d'eau ($m = 11.7/20$), mais bonne à l'aval ($m = 15.5/20$) où elle semble expliquer à elle seule l'augmentation de la variété faunistique et de la densité (432 ind/m² à l'amont contre 5293 ind/m² à l'aval où les effectifs sont soutenus par les taxons saprophiles qui représentent 95% des effectifs, dont 61% de Gammaridae). Ce constat semble indiquer que les peuplements macrobenthiques du cours d'eau souffrent d'une altération sévère de la qualité des eaux de la Nuisance sur l'ensemble de son cours.

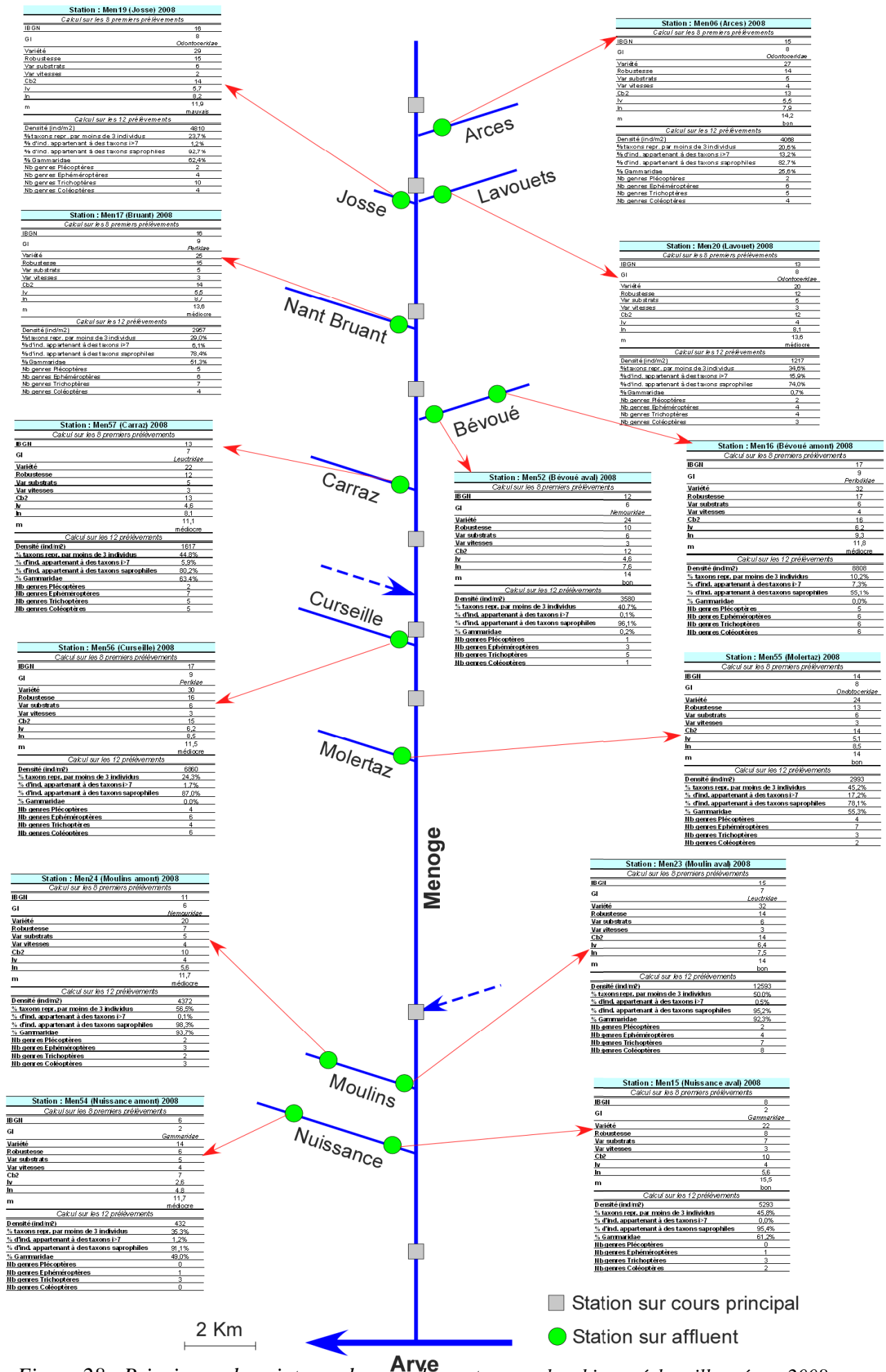


Figure 28 : Principaux descripteurs des peuplements macrobenthiques échantillonnés en 2008 sur les petits affluents directs de la Menoge

III-1-2 Foron de Fillinges et Thy

Les principaux résultats sont retranscrits dans la figure 28, les listes faunistiques figurent en annexe 2.

✱ **Foron de Fillinges**

Les IBGN calculés sur le cours principal du Foron de Fillinges en 2008 sont globalement moyens et relativement homogènes : on relève ainsi des scores de 14/20 sur les trois stations amont (Men29, Men09 et Men10) et de 13/20 sur les deux stations aval (Men11 et Men12). Ces notes semblent sanctionner des peuplements macrobenthiques de qualité globale moyenne et assez peu variés (entre 21 et 24 taxons sur l'ensemble des stations).

Cette apparente homogénéité disparaît lorsque l'on s'intéresse à l'évolution longitudinale (amont/aval) des autres métriques descriptives et de la composition des peuplements :

- La station la plus apicale, située en amont de Bogève (Men29), est caractérisée par une bonne robustesse de l'IBGN (14/20) et un Cb2 moyen mais maximal sur le cours d'eau (14/20, In = 8.8, Iv = 5.1). Le peuplement présente en outre une densité très faible (693 ind/m²), une forte instabilité (44% des taxons représentés par moins de 3 individus), et l'attractivité habitationnelle est médiocre ($m = 12.4$). Sur un plan qualitatif, si on relève l'absence des taxons les plus polluosensibles (GFI 9), la présence significative des taxons appartenant à un GFI supérieur ou égal à 7 (11.3% des effectifs), tels *Odontocerum albicorne*, *Philopotamus sp.*, *Habrophlebia sp.*, *Atherix sp.*, *Leuctra sp.*, et donc relativement sensibles à la pollution, tend à mettre en évidence l'absence de dégradation majeure de la qualité des eaux du Foron sur ce secteur. De fait, les insuffisances relevées à l'observation du peuplement macrobenthique de la station sont probablement principalement dues au faible gabarit et à la faiblesse des débits d'étiage du cours d'eau sur le secteur.
- Sur la station suivante, on relève une inflexion de la robustesse de l'IBGN (-1 point) et du Cb2, qui passe à 12/20 (In = 8, Iv = 4.4). L'attractivité habitationnelle est en revanche bien meilleure qu'en amont ($m = 15.8$), tout comme la stabilité du peuplement, bien qu'elle reste relativement médiocre (24% des taxons représentés par moins de trois individus). On note également une nette augmentation de la densité (5253 ind/m²), qui demeure cependant moyenne et se révèle principalement portée par les Gammaridae (71% des effectifs), témoins du caractère forestier du cours d'eau. Cette prédominance d'un taxon au sein du peuplement induit également une diminution de indices de Shannon et de Pielou (qui passent respectivement de 3 à 2 et de 0.63 à 0.38). L'abondance absolue des taxons plutôt polluosensibles diminue quand elle (3.8% des effectifs appartenant à des taxons avec un GFI supérieur ou égal à 7), mettant en évidence une altération de la qualité des eaux par rapport à l'amont, probablement due à la traversée du lagunage de Bogève par le cours d'eau. Cependant, la présence de taxons polluosensibles tels *Isoperla sp.* (1 seul individu) *Odontocerum albicorne*, *Protonemoura sp.*, *Atherix sp.*, *Leuctra sp.* semble indiquer que l'impact de cette altération, bien que notable, n'est pas totalement rédhibitoire vis-à-vis des communautés macrobenthiques.
- La station Men10, située 3Km en aval de Men09, présente un peuplement globalement similaire, aussi bien en terme de métriques qu'en terme de composition qualitative. Seules les augmentations de sa stabilité (16.7% des taxons représentés par moins de trois individus) et de l'occurrence des taxons polluosensibles (dont la proportion passe de 3.8% sur men09 à 5.5% sur Men10), en dépit d'une moins bonne attractivité habitationnelle globale ($m = 13.6$), mettent en évidence une légère atténuation de

l'intensité de l'impact de l'altération physico-chimique des eaux, probablement sous l'effet de l'autoépuration.

- On relève une nouvelle diminution de la qualité globale du peuplement macrobenthique sur la station suivante (Men11), située 7 Km en aval, au niveau du Pont de Fillings. En effet, en dépit d'une attractivité habitationnelle globale légèrement meilleure ($m = 14$), on note une perte de robustesse de l'IBGN (moins 2 points), une baisse sensible de l'occurrence des taxons appartenant à un GFI supérieur ou égal à 7 (disparition des Nemouridae, d'*Odontocerum albicorne* et d'*Atherix sp.*), une augmentation notable des effectifs de certains taxons pollutotolérants (*Hydropsyche sp.*, Simuliidae) ainsi que de l'instabilité du peuplement (25% des taxons représentés par moins de trois individus). La densité augmente quand à elle sensiblement (11565 ind/m²), mais est essentiellement portée par la prolifération des Gammaridae (88.8% des effectifs). Ces constats sont autant de signes d'une accentuation du déséquilibre trophique de l'édifice macrobenthique sur la station. Cette dégradation par rapport à l'amont trouve sa probable explication dans les effets du rejet de la station d'épuration de Peillonex, accentués par de très faibles débits d'étiages (le secteur situé en amont proche de la station subit des assècs estivaux récurrents).
- Sur la station Men12, enfin, qui clôture le bassin du Foron dans le cadre de cette étude, la qualité du peuplement macrobenthique apparaît sensiblement identique à celle observée sur la station précédente, tant au niveau indiciel qu'en terme de composition faunistique. Il semble donc que la l'impact de l'altération de la qualité globale du cours d'eau se maintienne sur l'ensemble du cours aval du Foron.

Au vu de ces résultats, il semble que le Foron de Fillings présente une qualité macrobenthique très moyenne, s'altérant à mesure que l'on va vers l'aval et que le cours d'eau reçoit les rejets des unités d'assainissement présentes sur son cours (Bogève et Peillonex). Les indices calculés en 2004 et 2007 dans le cadre du suivi de la qualité hydrobiologique du Foron mis en place par le Conseil Général 74 (Gay environnement, 2004 ; Asconit, 2007) suivaient déjà un schéma similaire.

× Thy

Les indices calculés sur Le Thy (Men31) traduisent une qualité globale très moyenne : l'IBGN de 13/20, qui se révèle peu robuste (11/20), et le Cb2 de 13/20 ($I_n=8.5$, $I_v = 4.2$) sanctionnent un peuplement peu varié (21 taxons), instable (30% des taxons représentés par moins de trois individus) au sein duquel les taxons polluosensibles sont peu représentés (seulement 3 taxons avec un GFI supérieur ou égal à 7, ne regroupant que 0.4% des effectifs). La densité est moyenne (6718 ind/m²) et principalement soutenue par les Gammaridae (79.6% des effectifs), cette prolifération induisant un déséquilibre du peuplement qui transparait au travers d'indices de Shannon et Pielou très faibles (respectivement 1.3 et 0.26). L'attractivité habitationnelle de la station, en revanche, est assez bonne, comme en témoigne le coefficient morphodynamique de 15.2/20. De fait, il apparaît que les communautés benthiques du Thy présentent une qualité très moyenne, induite par des dysfonctionnements du milieu probablement liés aux effets concomitants d'une pollution de fond modérée et de l'influence du lac du Môle, traversé par le cours d'eau en amont de la station.

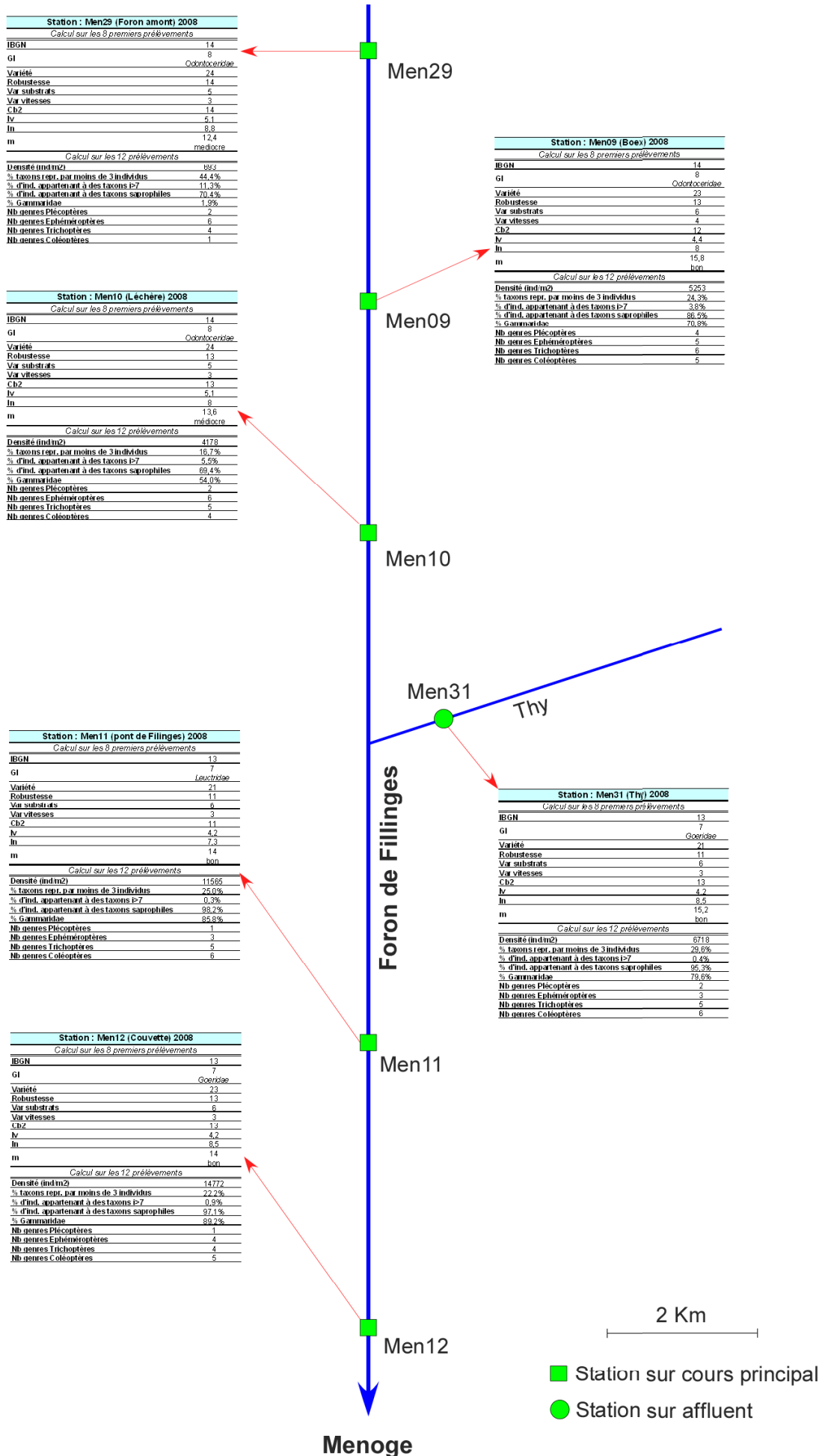


Figure 29 : Principaux descripteurs des peuplements macrobenthiques échantillonnés en 2008 sur le Foron de Fillings et le Thy

III-1-3 Brevon de Saxel et affluents

Le prélèvement IBGN de la station aval du Brevon de Saxel (Men34) n'a pas pu être traité en raison d'un problème de conservation. De fait, seules les deux stations amont seront traitées dans cette partie. Les principaux résultats sont retranscrits dans la figure 29, les listes faunistiques figurent en annexe 2.

✕ **Brevon de Saxel**

La station amont du Brevon de Saxel (Men07) présente des scores indiciaires plutôt bons : l'IBGN de 17/20 (robustesse à 16/20) et le Cb2 de 15/20 semblent témoigner d'un milieu de qualité globale satisfaisante. Cependant, en détaillant certaines métriques descriptives du peuplement, on constate que ces bons indices sont assez fortement soutenus par une bonne variété faunistique (35 taxons présents, $Iv = 6.8/10$), probablement liée à un habitat de qualité satisfaisante ($m = 14.3/20$). En revanche, on constate une densité relativement faible ($2318 \text{ ind}/\text{m}^2$), une forte instabilité du peuplement (38% des taxons représentés par moins de trois individus), et une prédominance des taxons saprophiles au sein des effectifs (86%, indices de Shannon et de Pielou moyens : $H' = 3$, $E = 0.54$). Si les Gammaridae représentent à eux seuls la moitié de cet effectif de taxons saprophiles (42% des effectifs totaux) et que leur présence est principalement liée au caractère forestier du cours d'eau, on relève tout de même les fortes abondances des taxons polluo-résistants tels *Hydropsyche sp.* (8% des effectifs totaux), les Chironomidae (16% des effectifs) ou les Baetidae (18% des effectifs). À l'inverse, les taxons les plus polluo-sensibles sont absents du peuplement (GFI9), et les occurrences des taxons polluo-sensibles présents se révèlent relativement faibles (2.4% des effectifs, seulement 4 taxons avec un GFI supérieur ou égal à 7). Ces constats sont autant de témoins de l'impact d'une légère altération de la qualité physico-chimique des eaux, probablement liée aux rejets bruts de Saxel, plus en amont. Cependant, il semble que cet impact reste modéré au niveau de la station Men07 en 2008. En effet, l'analyse du peuplement macrobenthique réalisée sur une station un peu plus apicale en 2004 dans le cadre du suivi de la qualité des cours d'eau mis en place par le Conseil Général 74 (Gay environnement, 2004) témoignait d'une altération beaucoup plus marquée du milieu et des synusies benthiques (IBGN à 5/20). Cette amélioration de la situation peut être expliquée par une bonne capacité d'autoépuration du cours d'eau (la station Men07 est située en aval de la station 2004), ou par une baisse de l'intensité de l'impact des rejets de Saxel entre 2004 et 2008, ces deux hypothèses pouvant agir conjointement.

Sur la station médiane (Men08), on relève une nette diminution des indices par rapport à la station amont : l'IBGN passe de 17 à 14/20 (robustesse à 11/20) et le Cb2 de 15 à 11/20. On relève également une baisse notable de la densité ($1673 \text{ ind}/\text{m}^2$), qui apparaît très faible au regard de la situation typologique de la station Men08, ainsi qu'une augmentation de l'instabilité de peuplement, qui devient très forte (45% des taxons représentés par moins de trois individus). La lecture des composantes du Cb2 met en évidence que cette inflexion de la qualité globale du peuplement macrobenthique par rapport à l'amont est principalement liée à une baisse de la variété faunistique : l' I_n , caractérisant la qualité des eaux, reste stable ($7.7/10$) alors que l' I_v , sanctionnant l'attractivité habitationnelle au travers de la variété faunistique, s'effondre ($3.7/10$), tout comme cet dernière (passage de 35 taxons sur Men07 à 19 sur Men08). La lecture de la liste faunistique de la station Men08 et sa comparaison avec celle de la station Men07 mettent en évidence une composition globale des peuplements relativement similaire (prédominance des Gammaridae, fortes occurrences des Chironomidae et des Baetidae, absence des taxons les plus polluo-sensibles et faible occurrence des taxons appartenant à un GFI supérieur ou égal à 7), la différence entre les deux peuplements étant principalement liée à la disparition sur Men08 de nombreux taxons marginaux et faiblement indicateurs présents au sein du peuplement récolté sur Men07. Ce constat tend à indiquer, tout comme l'absence de source de pollution majeure entre les deux sites, l'absence d'altération significative de la qualité des eaux entre les deux stations. Si le coefficient morphodynamique ($m = 12.2$) diminue également entre les deux

stations, l'ampleur modérée de cette baisse d'attractivité habitationnelle globale ne semble pas pouvoir expliquer à elle seule la situation. L'hypothèse la plus probable pour expliquer cette altération des communautés benthiques sur Men08 est celle de l'impact de la Crue 2007. En effet, cette station est située au cœur du linéaire du Brevon très fortement impacté par cet événement hydrologique, et en portait encore les stigmates en 2008 (dépôts de galets sur les berges, mis à nu de bancs argileux induisant un fort colmatage minéral des substrats, érosion des berges).

* Affluents du Brevon de Saxel

Les indices calculés sur le ruisseau des Rafforts aval (Men22) témoignent d'un peuplement macrobenthique de qualité satisfaisante mais non optimale (IBGN de 15/20, robustesse à 14, CB2 de 13/20). Ce peuplement est caractérisé par une densité moyenne compte tenu du faible gabarit du cours d'eau (2232 ind/m²), une assez forte instabilité (34% des taxons représentés par moins de trois individus) et une diversité moyenne (27 taxons, H' = 3). On relève une forte représentation des taxons saprophiles au sein du peuplement (70% des effectifs). Cependant, le fait que cette abondance soit principalement expliquée par une forte prédominance des Gammaridae (42% des effectifs) tend à mettre en évidence, corrélativement à la présence significative de nombreux taxons polluosensibles (*Odontocerum albicorne*, *Protonemoura sp.*, *Tinodes sp.*, *Habroleptoïdes sp.*, *Habrophlebia sp.*, *Atherix sp.*, *Leuctra sp.*), l'absence d'altération physico-chimique marquée. Seule l'absence des taxons appartenant au GFI 9 et la présence modérée des Hydropsychidae soulignent une très légère pollution de fond possible. Il semble que le principal facteur limitant le développement d'un édifice macrobenthique optimal sur la station soit la médiocrité de son attractivité habitationnelle, sanctionnée par un m très moyen (11.1) et probablement liée au faible gabarit du cours d'eau, ainsi qu'à son artificialisation sur le secteur (rectification ancienne, absence de ripisylve).

Les indices obtenus sur le Manant (Men18) sont relativement moyens : l'IBGN est de 13/20 (robustesse à 12), tout comme le Cb2. Cependant il apparaît clairement la lecture des autres métriques descriptives et de la composition faunistique du peuplement que ses indices moyens sanctionnent essentiellement des faibles densités, diversités et stabilités (663 ind/m², 16 taxons seulement, 27% des taxons représentés par moins de 3 individus). Ce constat ne semble pas lié à l'attractivité habitationnelle du cours d'eau sur ce secteur (m = 14.4), ni à la qualité des eaux. En effet, l'In du Cb2 est excellent (10/10), les taxons polluosensibles sont significativement présents au sein du peuplement (*Isoperla sp.*, appartenant au GFI9, *Odontocerum albicorne*, *Leuctra sp.*, *Protonemoura sp.*), et l'abondance des taxons saprophiles modérée (42% des effectifs, essentiellement portés par les Baetidae). On relève que les Heptageniidae sont la famille la plus représentée au sein du peuplement (3 genres présents regroupant 44% des effectifs de la station), témoignage supplémentaire de l'absence d'altération physico-chimique, mais également du caractère torrentiel marqué du ruisseau. De fait, il semble que l'explication des indices moyens soit liée à cette dernière caractéristique du cours d'eau, rendant le milieu naturellement sélectif d'une part, et ayant renforcé l'impact de la crue 2007 sur le Manant d'autre part, du fait de sa forte pente et de l'instabilité de ses fonds minéraux mobiles.

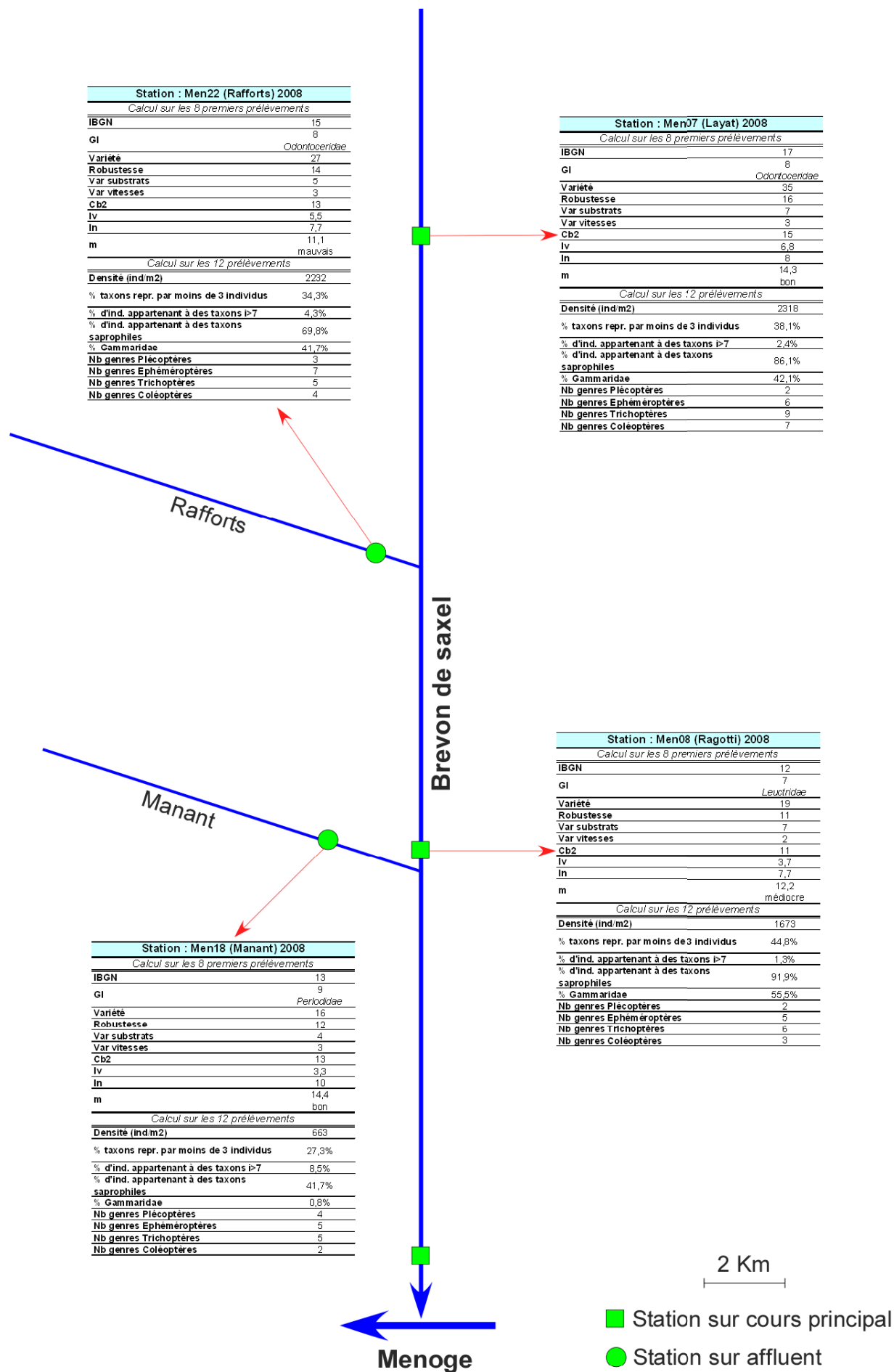


Figure 30 : Principaux descripteurs des peuplements macrobenthiques échantillonnés en 2008 sur le Brevon de Saxel et ses affluents

III-2 Analyse de l'impact de la pollution 2007

Dans le cadre de l'évaluation de l'impact de la pollution au xylophène subie par la Menoge en septembre 2010, des prélèvements de macrobenthos ont été réalisés sur 3 stations du cours principal de la haute Menoge en 2010 et 2011 :

- la station Men37 (Habère-Lullin), station témoin non impactée par la pollution.
- la station Men02 (Villard), située en aval proche du lieu de la pollution
- la station Men03 (St-André de Boège) située en aval éloigné du lieu de la pollution

Il apparaît, à la lecture des indices (Figure 26) et des listes faunistiques (Annexe 2), que la station témoin, d'une part et les deux stations impactées d'autre part suivent depuis 2008 deux tendances évolutives opposées.

*** Evolution générale des synusies benthiques**

En 2008, la composition qualitative des synusies benthiques demeure satisfaisante sur les stations Men02 et Men03, seules les absences des taxons les plus sensibles et les proliférations de certains taxons polluo-résistants à forte valeur saprobiale mettant en évidence une légère altération de la qualité des eaux, tant d'un point de vue chimique que d'un point de vue thermique, probablement en lien avec les problème d'insuffisance des débits d'étiages dont souffre le cours d'eau (relatif échauffement des eaux, concentrations des flux polluants). Cette situation se voit sanctionnée par des indices satisfaisants, bien que non optimaux (respectivement 16 et 17 d'IBGN et 14 de Cb2). En revanche, ces mêmes indices sont médiocres sur la station Men37 (12 d'IBGN et de Cb2), notamment du fait d'un peuplement très peu varié (seulement 20 taxons IBGN), au sein duquel on relève la très faible occurrence des taxons sensibles, sans qu'il y ait pour autant de véritable prolifération des taxons saprophiles (71.6% des effectifs, dont 5% de Gammaridae). Si une partie de ce constat peut être en partie imputable, comme sur les stations 2 et 3, à une légère altération de la qualité physico-chimique des eaux, l'absence de prolifération des taxons les plus résistants à l'enrichissement du milieu et la très faible variété faunistique laissent supposer un impact habitational, probablement lié à la crue cinquantennale subie l'année précédente.

Cet impact se fait également sentir sur le plan quantitatif. En effet, d'une manière générale les densités sont très faibles sur l'ensemble des stations étudiées (de 5 à 10 fois moindre que ce qu'elles devraient être). Ce déficit en effectifs suit un gradient amont/aval que la typologie ne suffit pas à expliquer, la crue 2007 semblant de fait avoir eu un impact un peu plus important sur la zone amont, notamment du fait de la très forte mobilité des fonds sur le tronçon de cours d'eau au sein duquel se trouve la station Men37. Les résultats des IBGN réalisés dans le cadre du suivi de la qualité des cours d'eau du département mis en place par le Conseil Général de Haute-Savoie (*Gay environnement, 2004 ; Asconit, 2008*), tendent également à corroborer l'hypothèse de l'impact de la crue. En effet, sur deux stations situées respectivement en amont de la station Men37 et en amont de la station Men03, on relève une baisse de 3 points (passage de 14 à 11 pour la station amont et de 13 à 10 pour la station aval) des notes IBGN entre les prélèvements réalisés en août 2003 (pourtant effectués pendant un étiage très prononcé en lien avec la canicule) et en septembre 2007 (prélèvements post crue).

En octobre 2010, immédiatement après la pollution, on constate sur les deux stations aval (Men02 et Men03) que le flux polluant a eu non seulement un impact quantitatif (diminution des densités par rapport à 2008, où elles étaient déjà très faibles du fait de la crue 2007), mais également qualitatif (disparition de près d'un tiers des taxons présents, en particulier des taxons les plus sensibles encore présents sur la Menoge avant la pollution.), dont résulte une diminution des notes indicielles sur les deux station. Ces impacts de la pollution sont en outre probablement

sous-estimés, du fait du protocole de prélèvement du macrobenthos : en effet, lors de la réalisation d'un IBGN, les prélèvements sont fixés avec du formol, qui a pour effet de tuer les organismes vivants (insectes, mollusques, crustacés) et de permettre leur conservation en vue des opérations de tri, dénombrement et identification en laboratoire. Or, si certains taxons ou individus morts suite à la pollution étaient déjà décomposés lors des prélèvements réalisés 48h après la pollution (et n'apparaissent donc pas dans les prélèvements), certains taxons ou individus étaient simplement morts mais non décomposés au moment des prélèvements. Une fois ces prélèvements fixés au formol, il est alors impossible de les distinguer des individus vivants au moment du prélèvement lors des opérations de tri/détermination en laboratoire.

A contrario, sur la station Men37, épargnée par la pollution, on note une nette amélioration qualitative et quantitative du peuplement macrobenthique par rapport à 2008 : la variété faunistique passe de 20 à 31 taxons au sens de l'IBGN, la densité est multipliée par plus de 10 et redevient normale pour une telle station, et certains taxons sensibles réapparaissent au sein du peuplement (*Odontocerum albicorne*, *Paraleptophlebia sp.*, *Habrophlebia sp.*, *Atherix sp.*). Il en résulte une augmentation notable des indices qui, médiocres en 2008, deviennent satisfaisants en 2010. Seul le léger impact d'une pollution diffuse transparait à la lecture des listes faunistiques, notamment à travers l'absence des taxons les plus polluosensibles au sein des effectifs (GFI 9). Il apparaît donc, sur cette station témoin, qu'entre 2008 et 2010, les synusies benthiques se soient reconstituées suite à la crue centennale de 2007 et aient retrouvé une qualité globale satisfaisante.

En juin 2011, on ne relève pas d'évolution notable de la composition qualitative des peuplements macrobenthiques sur les stations Men02 et Men03, seule la variété faunistique augmentant légèrement du fait du retour de certains taxons marginaux au sein du peuplement. On note en revanche une nette évolution quantitative, les densités sur les 2 stations impactées étant multipliées respectivement par 15 et 10,1 par rapport à octobre 2010, et par 11,4 et 4,6 par rapport à 2008. De fait, les densités mesurées en 2011 se révèlent importantes (plus de 20 000 individus par m²). Ce constat trouve son explication dans plusieurs facteurs. D'une part, la moindre densité de prédateurs du macrobenthos sur les secteurs étudiés (poissons, mais également macro invertébrés prédateurs, qui représentait 15 à 20% des effectifs en 2008 contre à peine 2% en 2011, cette baisse s'expliquant par le fait que la plupart des invertébrés prédateurs présents sur la Menoge appartiennent à des taxons polluosensibles fortement impactés par la pollution). D'autre part, un « effet pionnier » : sur les deux stations, 95% des effectifs sont constitués par 3 taxons ubiquistes et polluosensibles, et par corollaire pionniers : un éphéméroptère Baetidae (*Baetis Sp.*), les Chironomidae et les Oligochètes. C'est la prolifération de ces taxons dans un milieu presque vide (faible pression de compétition) et sur lequel les prédateurs sont en large sous effectif (faible pression de la prédation) qui explique majoritairement les abondances relevées. Ces densités importantes, bien qu'elles mettent en évidence un net déséquilibre trophique induit par l'action conjointe de la pollution subie en 2010 et de la légère pollution de fond subie par la Menoge, seront favorables à l'augmentation des stock piscicoles (ressource alimentaire non limitante).

En l'absence apparente de contamination durable, au vu du résultats des analyses de sédiments, cet impact quantitatif notable de la pollution n'aura été qu'instantané (pas de temps pluriannuel), ce qui devrait permettre un retour à l'équilibre à moyen terme. Cependant, les dysfonctionnements affectant la Menoge et ses affluents avant la pollution (problème de débit, de thermie et de qualité d'eau dont découlent de faible densité au sein des taxons les plus sensibles encore présents sur la Menoge), la longueur du linéaire impacté par la pollution provoquant l'éloignement des secteurs potentiellement « source », et les modalités de déplacement/migration de certains des taxons ayant disparu du secteur impacté par le flux de xylophène sont autant de facteurs pouvant ralentir ce retour à l'équilibre qualitatif initial des

synusies benthiques de ces secteurs de la Menoge. Le suivi mis en place permettra de mesurer les évolutions à venir ainsi que leur vitesse.

Sur la station témoin, les résultats obtenus témoignent d'une relative constance qualitative et quantitative de l'édifice macrobenthique entre 2010 et 2011 sur le secteur non impacté, et par corollaire, de la stabilité des conditions générales du milieu sur la Menoge. Il apparaît donc que, sur le secteur non impacté par la pollution, le milieu avait retrouvé son équilibre initial suite à la crue de 2007 dès 2010. Ce constat permet de s'affranchir de toute influence autre que celle des conséquences de la pollution dans l'analyse des résultats obtenus en 2010 et 2011 dans le cadre du suivi du secteur impacté.

* Evolution des populations de Gammaridae

La sensibilité marquée *in natura* du genre *Gammarus* aux composés du xylophène a été mise en évidence dans le cadre d'un travail de Thèse portant sur l'impact des produits de traitement du bois sur les amphipodes (Adam, 2008). Ce taxon étant naturellement et significativement présent sur la Menoge, le suivi de l'évolution de ses populations sur les différentes stations étudiées peut se révéler intéressant, notamment pour l'évaluation de l'intensité et d'une éventuelle persistance de l'impact de la pollution au xylophène subie par le cours d'eau en 2010.

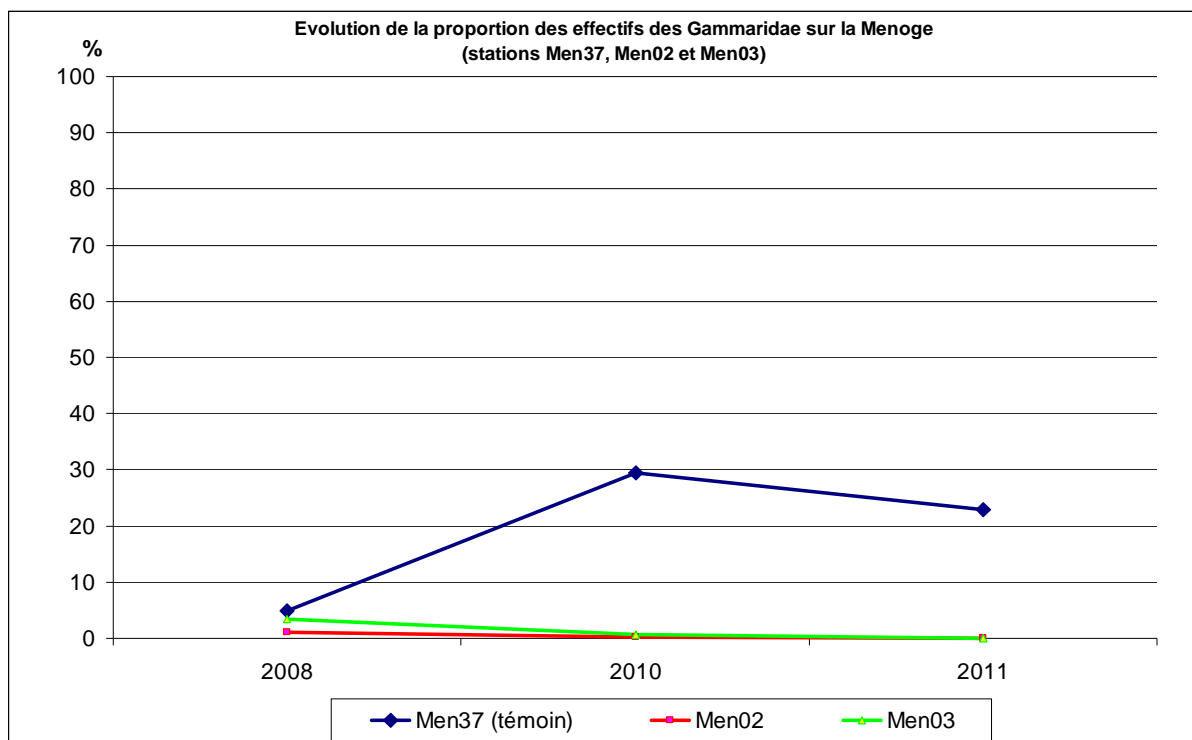


Figure 31 : Evolution de la proportion des Gammaridæ au sein des effectifs macrobenthiques sur les stations 1 (Men37), 2 (Men02) et 3 (Men03) entre 2008 et 2011

En 2008, la proportion de gammares au sein des effectifs était relativement faible et homogène sur l'ensemble des stations. Il semble que cette faible occurrence (moins de 5% des peuplements) ait été la conséquence de la crue subie en 2007, l'habitat et le mode de vie en pleine eau des Gammaridæ les rendant sensibles aux événements hydrologiques majeurs. Cette hypothèse se voit d'ailleurs renforcée par les résultats d'IBGN obtenus sur la Menoge amont en 2003, où les gammares sont décrits comme abondants, notamment en aval de Boège, et comme étant l'un des trois taxons composant « l'association typique » de la Menoge (CG74, *Gay environnement*, 2004).

En 2010, le même constat que celui réalisé sur l'évolution général des synusies benthiques peut être réalisé : on note une nette reconstitution des stocks sur la station non impactée par la pollution (Men37) , constat tendant à vérifier l'hypothèse de l'impact de la crue sur les résultats obtenus en 2008, tandis que les effectifs de gammars deviennent quasiment nuls sur les deux stations impactées (respectivement 0,3% et 0.7% sur les stations Men02 et Men03, les individus comptabilisés pouvant de plus être des individus morts mais non décomposés au moment des prélèvements). Il semble donc que la pollution ait eu un impact significatif sur les effectifs de Gammaridae de la Menoge.

Les résultats de 2011 confirment le constat réalisé en 2010, puisque si les effectifs demeurent stables et normaux sur la station Men37 (23% du peuplement), ils sont nuls sur les deux stations impactées. Deux hypothèses peuvent être émises pour expliquer cette situation :

- Celle d'un processus de recolonisation lent, notamment du fait de la destruction totale des effectifs sur le linéaire impacté et du mode de dissémination peu rapide des gammars (quasi essentiellement lié à la dérive).
- Celle plus préoccupante d'une contamination persistante du milieu non mesurable par les analyses chimiques (notion de « faux zéro ») empêchant la recolonisation par les Gammaridae.

Seuls les résultats du suivi à venir permettront de statuer sur la validité de l'un de ces deux scénarii.

IV- Analyse des peuplements piscicoles

IV-1 Historique des repeuplements

Le bilan 2002-2007 (période antérieure aux inventaires piscicoles de 2008) des quantités alevinées et des secteurs de déversements, issus des données fournies par les gestionnaires (AAPPMA du Chablais-Genevois, AAPPMA du Faucigny pour le Foron de Fillinges et ses affluents en amont du Thy) sont retranscrits dans la Figure 30 et le Tableau 15.

D'une manière générale, on note une nette tendance à la baisse des quantités alevinées sur le bassin versant de la Menoge au cours du temps. En effet, 194 700 alevins étaient déversés dans les cours d'eau du bassin versant en 2002 contre 74 000 en 2007.

Dans le détail, on constate que :

- La quasi-totalité du cours principal de la Menoge et de ses petits affluents directs était alevinée jusqu'en 2007, avec des charges allant de 28 à 167 alevins par 100 m². A partir de 2007, les alevinages ont été abandonnés sur le cours principal de la haute Menoge (en amont du pont Morand), seule la partie aval du cours d'eau ainsi que l'ensemble de ses petits affluents directs faisant encore l'objet de repeuplement.
- La majeure partie du Brevon de Saxel n'a plus été alevinée depuis 2002 (alevinage de l'extrême aval en 2003 et de l'extrême amont en 2004), seuls ses affluents continuant à faire l'objet de repeuplement en 2007.
- La moitié aval du cours principal du Foron de Fillinges n'a plus été alevinée depuis 2003 par l'AAPPMA du Chablais Genevois, sa moitié amont ainsi que le Thy faisant toujours l'objet de repeuplement en 2007 de la part de l'AAPPMA du Faucigny.

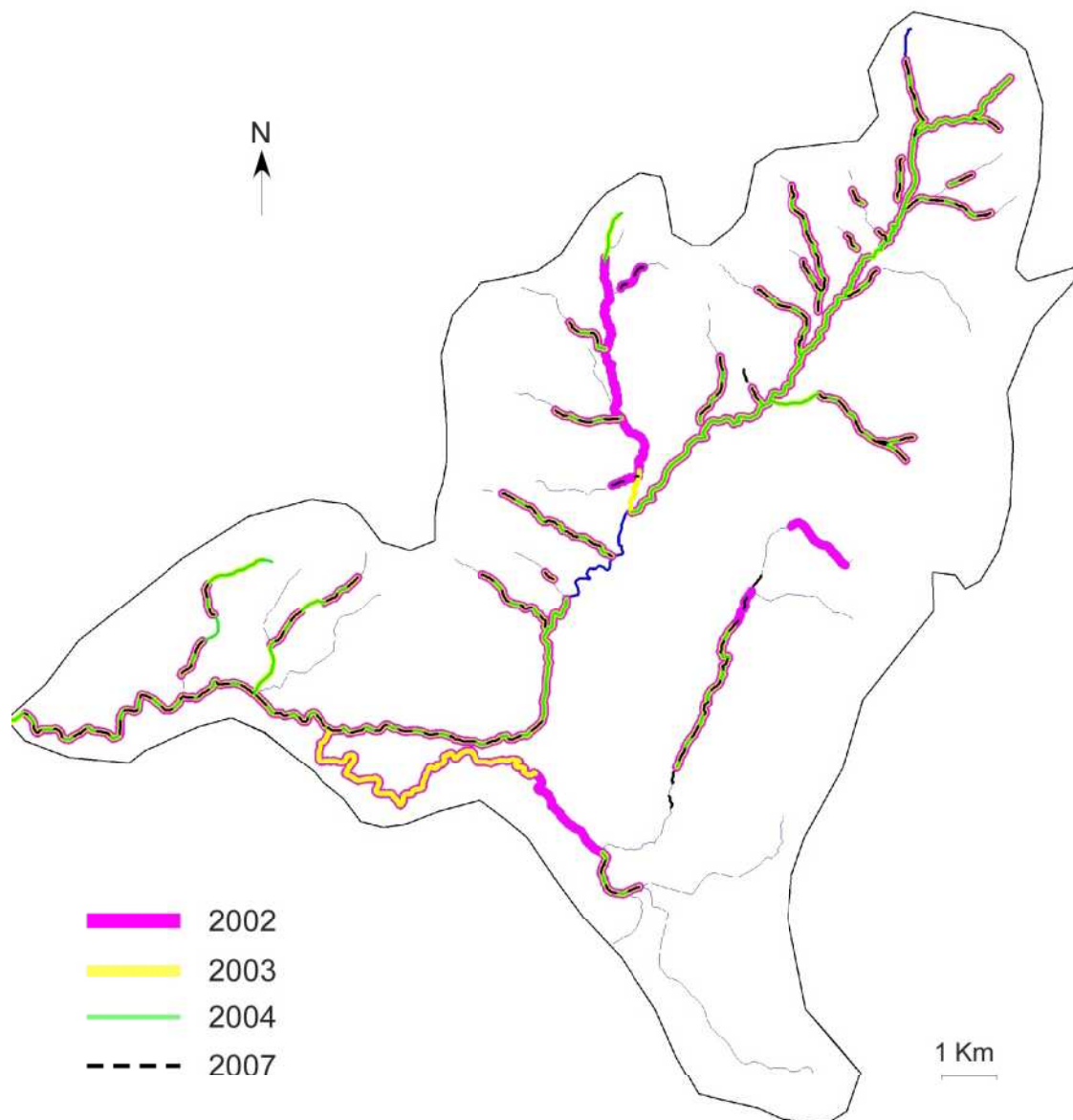


Figure 32 : Linéaire soumis à l'alevinage en truite fario entre 2004 et 2008 sur le territoire « entre Arve et Rhône » (données AAPPMA Chablais-Genevois).

Au cours de l'année 2008, durant laquelle ont été réalisés les inventaires piscicoles, il a été demandé aux gestionnaires de ne procéder à aucun alevinage afin de pouvoir statuer sur l'existence de recrutement naturel au sein des populations de truites fario par le biais des présences/absences d'alevins au sein des effectifs inventoriés.

Enfin, depuis 2010 seule la basse Menoge et ses deux petits affluents (ruisseau des Moulins et ruisseau de Nuissance) font encore l'objet de repeuplement, les alevinages ayant cessé sur l'ensemble des autres cours d'eau du bassin versant.

| | CodstaFD | cours d'eau | TOTAL aléviné (individus) | Densité moyenne* (années avec alevinages) ind/100m ² | Souche utilisée |
|--------------------------------------|----------|----------------------------------|--|---|--|
| MENOGÉ (cours principal) | Men21 | menoge chez paccot | | 47 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men01 | menoge habère poche | | 53 (2002, 2003, 2004) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men37 | menoge habère lullin | <u>2002</u> : 112500 | 41 (2002, 2003, 2004) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men02 | menoge Villard | <u>2003</u> : 111550 | 50 (2002, 2003, 2004) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men48 | menoge Boege | <u>2004</u> : 75300 | 28 (2002, 2003, 2004) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men03 | menoge Saint andré de Boege | <u>2007</u> : 40000 | 0 | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men58 | menoge Bonne | | 43 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons domestique |
| | Men46 | menoge les moulins | | 31 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons domestique |
| Petits affluents Menoge | Men06 | ruisseau des Arces | | 47 (2002, 2003, 2004) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men20 | ruisseau du Lavouet | | 37 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men19 | ruisseau de Josse | | 167 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men17 | Nant Bruant | | 36 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men52 | Bévué aval | | 92 (2003, 2004) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men16 | Bévué amont | <u>2002</u> : 28400 | 105 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men57 | Nant de Carraz | <u>2003</u> : 30300 | 31 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men56 | Ruisseau de Curseille | <u>2004</u> : 30500 | 61 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men55 | Ruisseau de la Molertaz | <u>2007</u> : 27205 | 39 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men24 | Ruisseau du moulin amont | | 40 (2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons domestique |
| | Men23 | Ruisseau du moulin aval | | 28 (2003, 2004) | Chazey-Bons domestique |
| | Men54 | Ruisseau de Nuissance amont | | 30 (2003, 2004) | Chazey-Bons domestique |
| | Men15 | Ruisseau de Nuissance aval | | 36 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons domestique |
| Foron de Filings et affluents | Men29 | Foron amont | | 75 (2002) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men09 | Foron à Boex | <u>2002</u> : 42000 <u>2003</u> : 44000 | 162 (2002, 2003, 2004) | Chazey-Bons domestique et rhodannien, Lozère |
| | Men10 | Foron au Bovet | <u>2004</u> : 26000 | 162 (2002, 2003, 2004) | Chazey-Bons domestique et rhodannien, Lozère |
| | Men11 | Foron à pont de Filings | <u>2007</u> : 0 | 20 (2002, 2003) | Dranse (Pont de Gys) |
| | Men12 | Foron à Couvette | | 19 (2002, 2003) | Dranse (Pont de Gys) |
| | Men31 | Thy aux moulins | | 157 (2002, 2003, 2004) | Chazey-Bons domestique |
| Brevon de saxel et Affluents | Men07 | Brevon de saxel Loyats | | 40 (2002, 2003, 2004) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men08 | Brevon de saxel Les Bioles | <u>2002</u> : 11800 | 58 (2002) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men34 | Brevon de saxel amont STEP Boege | <u>2003</u> : 5600 | 23 (2003) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men22 | Ruisseau des Raforts | <u>2004</u> : 4600 | 28 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons rhodannien |
| | Men18 | Ruisseau de Manant | <u>2007</u> : 6800 | 105 (2002, 2003, 2004, 2007) | Chazey-Bons rhodannien |

Tableau 15: Bilan 2002-2007 des quantités moyennes alevinées sur les cours d'eau investigués (Données AAPPMA Chablais-Genevois, AAPPMA du Faucigny)

IV-2 Recensement des frayères

Le tableau 16 et la figure 31 font le bilan des opérations de comptage de frayères réalisés sur le bassin versant la Menoge depuis 1997. Du fait des difficultés inhérentes à ce type d'observation, nécessitant des débits stables et des eaux claires (visibilité des fonds, effacement des nids suite à un épisode de hautes eaux), les résultats de ces observations ne sont absolument pas exhaustifs et revêtent une valeur simplement informative. Seul le croisement avec les résultats de pêches électrique d'inventaire et des campagnes de marquage d'otolithes permet d'évaluer véritablement le succès du recrutement naturel sur les cours d'eau.

| Année | Date début | Date fin | Nb de jours | Nb de jours avec conditions favorables | Nombre de nids | | | | Producteur des données |
|-------|--------------|----------|-------------|--|----------------|-------|--------|-----|--------------------------|
| | | | | | Menoge | Foron | Brevon | Thy | |
| 1997 | 16-nov | 27-déc | 7 | 4 | - | 81 | - | - | AAPPMA Chablais-Genevois |
| 1998 | 11-nov | 20-déc | 10 | 7 | - | 88 | - | - | AAPPMA Chablais-Genevois |
| 1999 | fin novembre | | nd | nd | - | 95 | - | - | AAPPMA Chablais-Genevois |
| 2007 | 28-nov | 21-déc | 6 | 3 | 60 | 11 | - | 3 | FDPPMA 74 |
| 2010 | 20-déc | 20-déc | 1 | 1 | 10 | - | - | - | FDPPMA 74 |

Tableau 16 : Bilan des campagnes de comptages de frayères réalisée sur le bassin de la Menoge

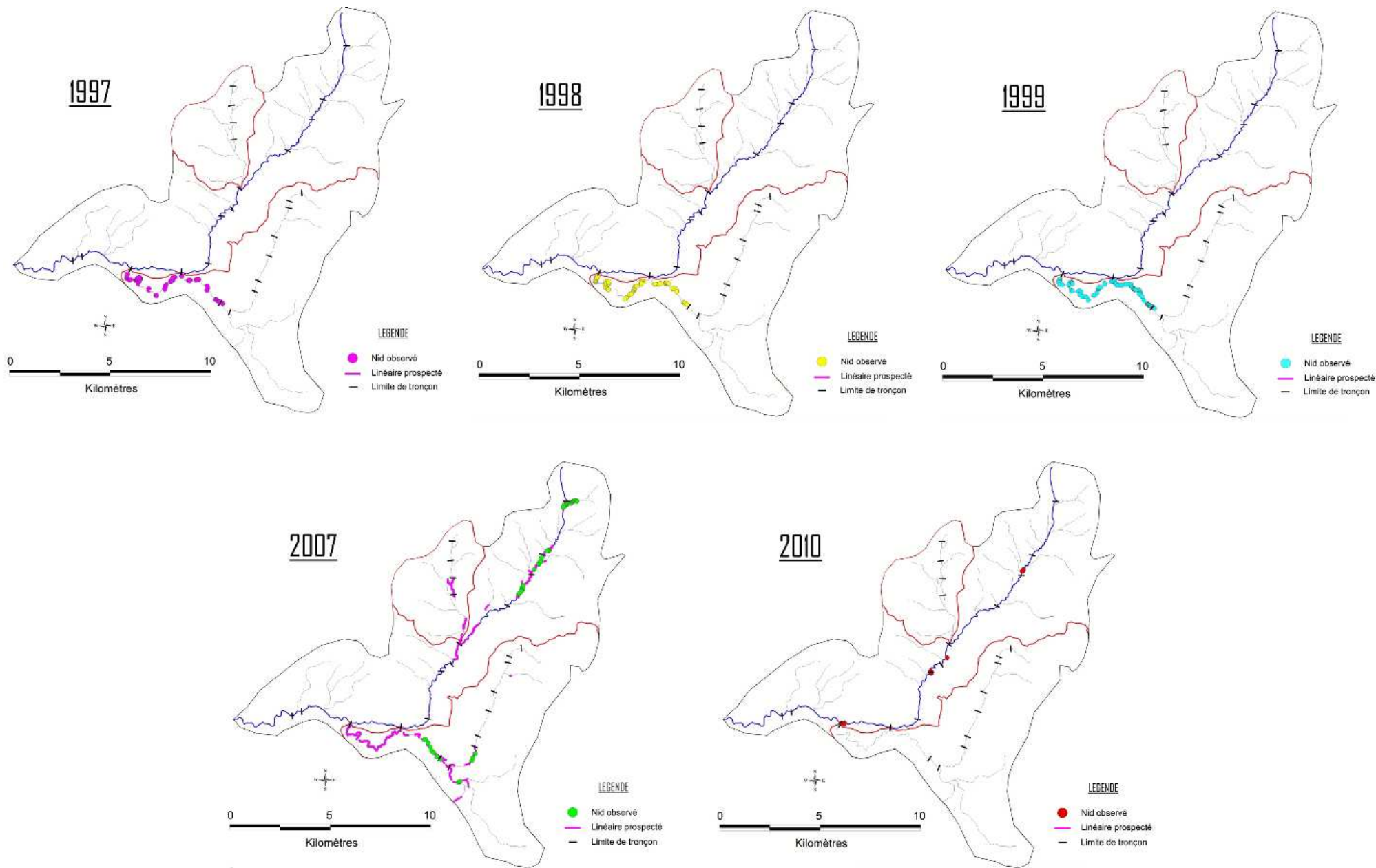


Figure 33 : Localisation des frayères de truite fario observées en 1997, 1998, 1999, 2007 et 2010

IV-3 Qualité sanitaire des poissons

Les résultats des analyses de la chair des poissons prélevés dans la Menoge le 20 décembre 2010 figurent en Annexe 4. Ces résultats d'analyses sont négatifs pour les deux lots de poissons, c'est-à-dire que pour les trois molécules recherchées (Cyperméthrine, Propiconazole et Tébuconazole) les concentrations sont inférieures aux seuils de détection, qui sont respectivement de 0,05, 0,02 et 0,05 mg/Kg de chair pour les 3 molécules citées plus haut (cf. tableau 17).

| | | Résultat (mg/KG) | Seuil de détection (mg/Kg) | DJA OMS (mg/Kg de poids corporel/jour) | Quantité de poisson consommée par jour par une personne de 60 Kg pour atteindre la DJA (Kg) dans le pire des cas |
|---------------------|---------------|------------------|----------------------------|--|--|
| Chez Calendrier | Cyperméthrine | < 0,05 | 0,05 | 0,05 | 60 |
| | Propiconazole | < 0,02 | 0,02 | 0,04 | 120 |
| | Tébuconazole | < 0,05 | 0,05 | 0,03 | 36 |
| Amont pont de Bonne | Cyperméthrine | < 0,05 | 0,05 | 0,05 | 60 |
| | Propiconazole | < 0,02 | 0,02 | 0,04 | 120 |
| | Tébuconazole | < 0,05 | 0,05 | 0,03 | 36 |

Tableau 17: Résultats des analyses et simulation de la quantité de poisson à consommer par jour pour un pêcheur de 60Kg pour atteindre la Dose Journalière Admissible dans le cas où les concentrations seraient égales au seuil de détection.

IV-4 Synthèse des pratiques halieutiques

Les cours d'eau du bassin versant de la Menoge sont globalement assidûment fréquentés par les pêcheurs.

Le linéaire de la Menoge situé entre la confluence avec le Brevon et le lieu dit « Chez calendrier (station men40) fait l'objet d'une réglementation spécifique depuis 1997 : le parcours est réservé à la mouche fouettée, l'armement y est limité à un hameçon simple sans ardillon et la remise à l'eau des poissons est obligatoire.

Jusqu'en 2011, la réglementation de la pêche sur le reste des cours d'eau du secteur limitait le nombre de captures à 5 poissons par jour et par pêcheur, la taille légale étant quant elle fixée à 23 cm. En 2011, consécutivement à la pollution au xylophène de septembre 2010, la pêche a été fermée par arrêté préfectoral pour des raisons sanitaires et environnementales sur l'ensemble du cours principal de la Menoge, sur l'aval du Brevon de Saxel et sur les deux tiers aval du Foron de Fillings.

La réouverture de la pêche en 2012 a été assortie d'une diminution du nombre de captures autorisées (2 poissons par jour et par pêcheur) et d'une augmentation de la taille légale de capture (25 cm).

IV-5 Caractérisation des peuplements piscicoles en place

IV-5-1 Cours principal de la Menoge

Les principaux résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Menoge sont synthétisés dans la figure 32. Les histogrammes taille/fréquence et les comparaisons avec la FMS (*Caudron et Catinaud, 2008*) figurent en annexe 3.

*** Bilan des inventaires 2008**

Les résultats des inventaires piscicoles réalisés en 2008 sur le cours principal de la Menoge mettent en évidence un net gradient amont/aval sur le cours d'eau, particulièrement marqué entre la haute et la basse Menoge, tant en ce qui concerne la composition spécifique des peuplements piscicoles que les caractéristiques des populations de truite fario, espèce centrale de ces peuplements sur la majorité du cours d'eau.

Les deux stations les plus apicales (Men21 et Men01), inventoriées en 2008, hébergent toutes deux un peuplement monospécifique, essentiellement composé de truite fario. La comparaison aux peuplements théoriques de leurs biotypes respectifs met en évidence d'absence du chabot. Les abondances en truite fario sont en revanche conformes aux biotypes, voire supérieures sur Men21. L'analyse de la structure des populations de truite fario témoigne de leur parfaite santé et de leur fonctionnalité (recrutement naturel), la comparaison avec la FMS mettant en évidence une structuration caractéristique des cours d'eau apicaux.

La station suivante, Men37 (Habère-Lullin) héberge également un peuplement monospécifique (truite fario), aucune des espèces accompagnatrices caractéristiques du biotype n'ayant été recensée au cours des différents inventaires. Si la population de truite apparaît fonctionnelle et structurée en 2008, l'abondance relevée est en revanche nettement inférieure à celle du biotype (classe 2/5 observée contre 4/5 attendue), témoignage d'une altération notable de la population. Cette altération semble directement liée à l'impact de la crue 2007, qui a sensiblement déstabilisé les communautés piscicoles des secteurs impactés sur la Menoge.

Sur la station Men02 (Villard), l'inventaire réalisé en 2008 met en évidence une situation similaire à celle constatée sur la station Men37, à savoir des abondances en truite fario bien inférieures à celles du biotype, du fait l'impact de la crue de 2007. On note en outre la présence en très faibles effectifs du chabot sur la station, le seuil « des Prés » situé en amont immédiat de la station semblant constituer la limite amont de répartition de cette espèce sur la Menoge. Les abondances en chabot sont cependant très faibles, probablement du fait de la sensibilité de l'espèce aux crues majeures d'une part, et du fait que la station soit en limite amont de l'aire de répartition de l'espèce sur la Menoge d'autre part.

Les résultats des inventaires réalisés en 2008 sur les stations Men48 (Boège) et Men03 (St-André de Boège) font état de situations relativement similaires sur les deux stations. Elles hébergent des peuplements plurispécifiques composé de truite fario, chabot, loche franche, et écrevisse signal, auxquels s'ajoute le vairon sur la station Men03. Les abondances sont inférieures au biotype pour l'ensemble des espèces présentes, le déficit en truite et chabot étant particulièrement marqué. Ce constat tient probablement aux conséquences de la crue cinquantennale de 2007, ayant probablement entraîné une mortalité notable sur les deux stations, et ayant conduit à une forte banalisation de l'habitat piscicole, essentiellement constitué d'embâcles emportés par la crue, sur la station Men48.

Sur l'ensemble de ces stations, toutes situées sur la haute Menoge, la comparaison avec les données antérieures existantes semble indiquer une légère diminution des abondances, que ce

soit par rapport aux données de 1988 (Men37, 02 et 48) ou de 1997 (Men03). Une part de cette tendance est probablement expliquée par l'impact de la crue 2007. Cependant, l'analyse de l'évolution temporelle de la structure des populations met clairement en évidence que le différentiel d'abondance tient essentiellement aux stades juvéniles (0+ et 1+), les abondances des poissons plus âgés, ainsi que la structuration en taille de ces cohortes supérieures à 1+ étant relativement stable dans le temps. De fait, il semble que les alevinages aient pour principale conséquence de gonfler les effectifs de poissons juvéniles, sans augmenter significativement la quantité de poissons adultes. Il apparaît que leur arrêt en 2007 n'a pas eu de conséquence notable sur la qualité des populations de truite fario, du fait de leur fonctionnalité naturelle, ni par corollaire sur celle de la pêche. Ce constat corrobore les observations réalisées à l'échelle départementale dans le cadre de l'étude de l'efficacité des repeuplements (*Caudron & Champigneulle, 2006*).

Les deux stations aval enfin, Men58 (Bonne) et Men46 (Cranves-Sales), situées toutes deux sur la basse Menoge, présentent en 2008 des peuplement piscicoles totalement déstructurés. En effet, si leurs cortèges spécifiques correspondent globalement aux biotypes (seul le spirilin manque sur la station men58, tandis que l'épinoche et le goujon sont absents de Men46), aucune des espèces normalement présentes n'y est dans une abondance conforme. Sur la station men58, la quasi-totalité des espèces est largement déficitaire, à l'exception du barbeau fluviatile, qui est au contraire largement surabondant (classe de 5/5 contre simple présence dans le peuplement théorique). Sur la station Men46, le même constat de déficit général est réalisé, seul le spirilin présentant une abondance supérieure au biotype (classe 3/5 contre 1/5 dans le peuplement théorique). Ce constat est la probable conséquence des dysfonctionnements thermiques mis en évidence sur cette partie de la Menoge (température estivales critiques), auxquels s'ajoute l'impact de l'altération de la qualité des eaux liée aux rejets (notamment celui de la STEP de Cranves-Sales). Les données antérieures (1998) faisaient déjà état de cette situation.

On relève par ailleurs la présence de l'ombre commun sur ces deux stations (adultes et juvéniles), la basse Menoge constituant une des principales zone de reproduction de l'espèce sur le bassin versant de l'Arve. Les conditions thermiques estivales semblent peu compatibles avec la présence d'une population conforme et pérenne d'ombre commun sur le secteur, le suivi par radiopistage de géniteurs en 2011 et 2012 ayant mis en évidence que la majorité des poissons rejoignaient rapidement l'Arve après la reproduction (*Gadais, 2012*).

*** Suivi de l'impact de la pollution 2010**

Sur la station témoin (men37), les résultats de l'inventaire piscicole réalisé en octobre 2010 dans le cadre de la quantification de l'impact de la pollution confirmait le fait que les déficits observés en 2008 étaient directement liés à l'impact de la crue 2007, les densités et les biomasses mesurées ayant été multipliées respectivement par 2 et 3 par rapport à 2008 et s'approchant de l'optimum sur la station. Les inventaires réalisés en 2011 et 2012 dans le cadre du suivi de la Menoge mettent en évidence la persistance de cette dynamique, les abondances en truite fario étant revenus à des niveaux satisfaisants 4 ans après la crue de 2007 (classe de 4/5 conforme au biotype). Au vu de ces résultats et de la structure de la population, il apparaît que la station Men37 héberge à nouveau une population fonctionnelle et optimale de truite fario.

Sur la station Men02, située en aval proche du lieu de la pollution, l'inventaire réalisé en octobre 2010, immédiatement après la pollution au xylophène, avait mis en évidence une mortalité piscicole totale sur la station, aucun poisson vivant n'ayant été capturé. L'observation de nombreuses truites mortes mettait en évidence l'existence, antérieurement à la pollution, d'une même dynamique de reconstitution des stocks que sur la station témoin suite à la crue de 2007. La pêche réalisée en juin 2011 a permis de contacter des truites fario, probablement venues par dévalaison de l'amont ou d'affluents, dans des abondances toutefois moindres qu'en 2008.

La présence d'alevins, largement majoritaires au sein des effectifs capturés, met en évidence la possibilité pour la truite fario de réaliser son cycle vital sur la station, et permet d'écarter l'hypothèse d'un impact durable de la contamination du milieu par les toxiques présents dans le xylophène. Du fait de la mortalité totale des poissons sur ce secteur à la suite de la pollution, le nombre de géniteurs potentiels restait cependant très faible en 2011, et la dynamique de reconstitution des stocks semblait par voie de conséquence devoir y être assez lente. On notait enfin l'absence de chabot au sein des effectifs capturés. Suite à ce constat, afin de favoriser un retour à la normale le plus rapide possible sur ce secteur, un transfert de population a été réalisé en fin d'été 2011 sur le secteur (à hauteur de 47 individus pour 1000m²), à partir de truites fario capturées dans des biefs situés sur le bassin versant et hébergeant des populations de truite fonctionnelles. L'ensemble des poissons transférés (toutes classes d'âges) a fait l'objet d'un marquage par ablation de la nageoire adipeuse, afin de pouvoir les distinguer au cours des inventaires ultérieurs. En 2012, on relève un net redressement de la population de truite fario sur la station (classe d'abondance de 3/5). L'analyse de la structure de la population met clairement en évidence qu'elle est toujours en reconstruction suite à la pollution, les individus juvéniles (0+ et 1+) composant l'essentiel des effectifs, témoins d'un excellent recrutement naturel. En outre, 50% des géniteurs capturés sur la station sont issus du transfert réalisé en 2011, les 2/3 des effectifs transférés étant encore en place en 2012.

La pêche effectuée en octobre 2010 sur la station Men03 (St-André-de-Boège), immédiatement après la pollution, confirmait les observations visuelle de mortalité massive de l'ensemble des espèces : la truite fario, la loche franche et le vairon voyaient leurs abondances fortement diminuer et se limiter à une simple présence, tandis qu'aucune écrevisse n'était capturée. Seul le chabot voyait son abondance augmenter par rapport à 2008, en dépit d'une mortalité massive constatée sur la station : ce constat, de prime abord étonnant, tient au fait que les effectifs avaient fortement augmenté entre 2008 et 2010, suite à une bonne dynamique de reconstitution globale des stocks piscicoles sur ce secteur après la crue de 2007, dynamique particulièrement marquée pour le chabot au vu des effectifs vivants et morts présents sur la station au cours de l'inventaire (approximativement 2 fois plus de poissons morts que de poissons vivants). En juin 2011, l'inventaire piscicole mettait en évidence une relative stabilité des abondances en espèces accompagnatrices par rapport à 2010, le retour de l'écrevisse signal et une augmentation nette de l'abondance en truite fario (les densités et biomasses mesurées pour cette espèce étant quasiment revenues au niveau qu'elles avaient suite à la crue de 2007). La structure de la population de truite fario constatée en 2011 (présence d'alevins et de géniteur, mais pas encore de structuration caractéristique d'une population fonctionnelle stable), en sus des constats précédemment cités, témoignaient d'une amorce de recolonisation du secteur par la faune piscicole (poissons survivants, dévalaison depuis le Brevon de Saxel et montaison depuis l'aval). En 2002, cette tendance se confirme, la population de truite fario étant quasiment revenue à l'optimum, tant en terme d'abondance que de structure. L'absence d'augmentation des stocks en vairons et loches franches semble en revanche indiquer une dynamique de recolonisation plus difficile pour ces espèces.

La station men40 (Chez Calendrier) n'avait pu être pêchée en 2008 du fait du trouble des eaux consécutif à la mise à nu de bancs argileux dans le lit mineur de la Menoge consécutivement la crue de 2007. Les pêches de sondages réalisées en octobre et décembre 2010 suite à la pollution avaient mis en évidence la présence de truites fario et de chabots vivants sur ce secteur, en dépit d'une forte mortalité constatée, estimée à 40% par l'ONEMA. Les résultats des pêche d'inventaire réalisée en 2011 et 2012 décrivent une situation similaire à celle de la station de Saint-André de Boège (Men03), mettant en évidence une relative homogénéité de la situation sur l'ensemble du parcours « no-kill » de la Menoge, tant en terme de peuplement piscicole qu'en terme de dynamique de recolonisation.



Figure 34 : Principaux résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Menoge et comparaison au référentiel typologique

Il semble donc, en dépit de densités et biomasses encore inférieures au potentiel réel de la rivière, notamment sur le secteur le plus durement touché par la pollution, que la recolonisation de la Menoge par la faune pisciaire soit en bonne voie. La présence de recrutement naturel de truite fario sur l'ensemble des stations investiguées témoigne de la fonctionnalité du milieu vis-à-vis de l'espèce, et semble confirmer les résultats d'analyses faisant état d'une absence de contamination durable des sédiments suite à la pollution. Les résultats des inventaires piscicoles à venir dans le cadre du suivi mis en place (2013 et 2014) permettront de suivre l'évolution de cette dynamique encourageante.

IV-5-2 Petits affluents directs de la Menoge

Les principaux résultats des inventaires piscicoles réalisés sur les petits affluents directs de la Menoge sont synthétisés dans la figure 33. Les histogrammes taille/fréquence et les comparaisons avec la FMS (*Caudron et Catinaud, 2008*) figurent en annexe 3.

L'ensemble des stations inventoriées sur les petits affluents directs de la Menoge hébergent des peuplements monospécifiques (truite fario), à l'exception de la Nuisance aval (Men15) où le vairon est présent dans de faibles abondances, et de la Nuisance amont (Men54), apiscicole.

Cinq situations distinctes se dégagent des résultats des inventaires ayant permis de capturer des poissons :

- Les secteurs hébergeant des populations de truite fario fonctionnelles et optimales : il s'agit du ruisseau des Arces (Men06) et du ruisseau de Bévoué amont (Men16). Sur ces secteurs, les populations de truites fario sont denses et structurées, et la présence d'alevins témoigne du bon fonctionnement du recrutement naturel.
- Les secteurs constituant des zones de reproductions fonctionnelles pour les poissons de la Menoge: ils s'agit du ruisseau de Josse aval (Men19), qui présente de très fortes densités d'alevins naturels de truite fario, et sur lequel aucun reproducteur n'a été capturé, laissant supposer que les alevins sont issus de la reproduction de géniteurs venus de la Menoge toute proche.
- Les secteurs hébergeant des populations de truite fario fonctionnelles mais perturbées : il s'agit du ruisseau de Bévoué aval (Men52), de Nuisance Aval (Men15) et du Moulin aval (Men23). Sur ces secteurs, des alevins naturels ont été capturés, mettant en évidence la possibilité pour la truite de réaliser son cycle biologique, mais les populations de truites sont peu denses et déstructurées, sous l'effet probable d'une altération de la qualité du milieu.
- Les secteurs hébergeant des populations de truite fario essentiellement soutenues par l'alevinage : Il s'agit du ruisseau de la Molertaz (Men55) et des Moulins amont (Men24). Sur ces secteurs les populations de truite sont conformes en abondance, mais aucun alevin n'a été capturé, laissant supposer l'absence de recrutement naturel.
- Les secteurs hébergeant des populations de truite fario non fonctionnelles et non conformes en dépit de l'alevinage : Il s'agit du ruisseau des Lavouets (Men20), du Nant Bruant (Men17), du ruisseau de Carraz (Men57) et du ruisseau de Curseille (Men56). Sur ces secteurs ni la reproduction naturelle (inexistante) ni l'alevinage ne semblent permettre de maintenir une population satisfaisante de truite fario.

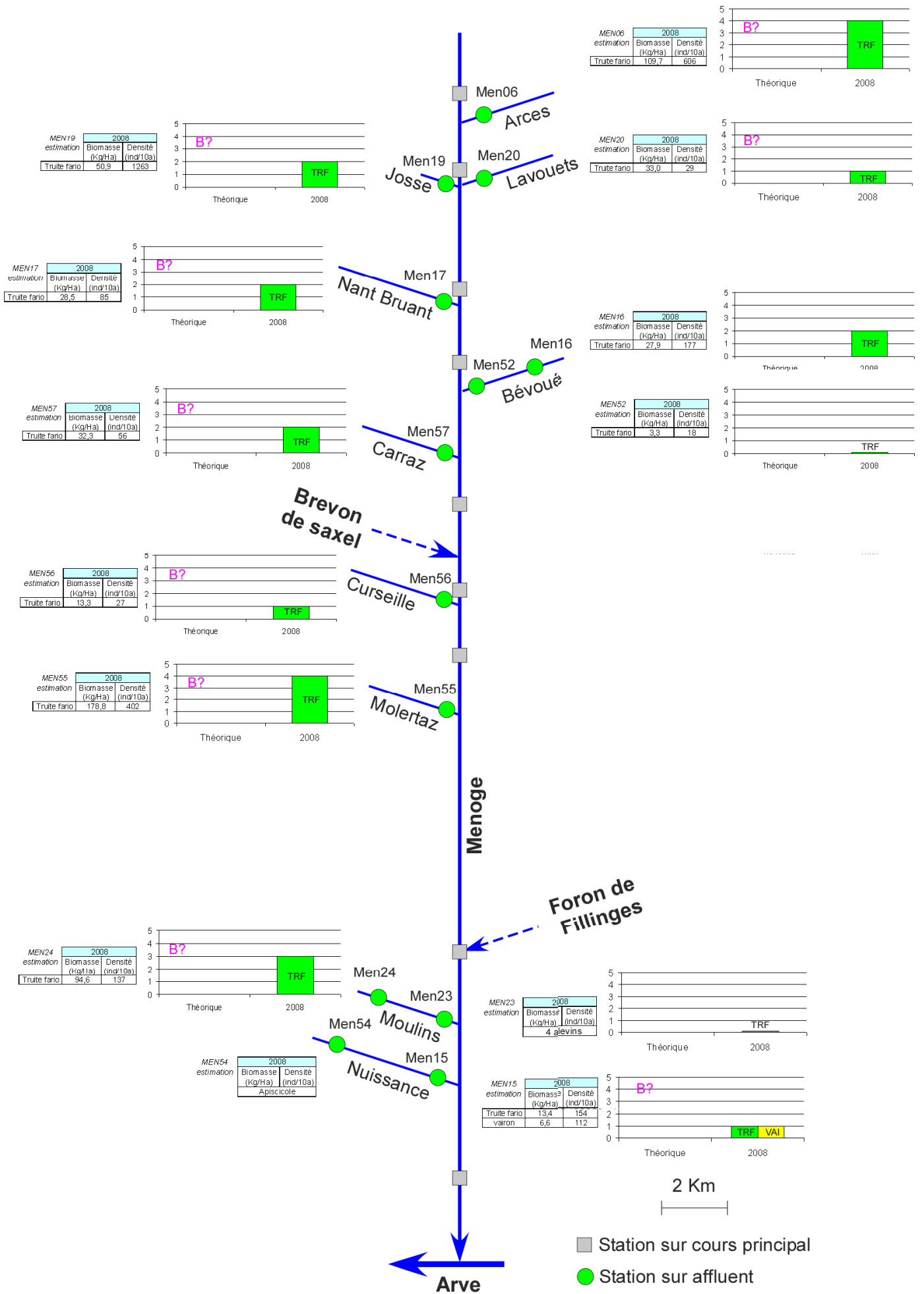


Figure 35 : Principaux résultats des inventaires piscicoles réalisés sur les petits affluents direct de la Menoge

IV-5-2 Foron de Fillinges et Thy

Les principaux résultats des inventaires piscicoles réalisés sur le Foron de Fillinges et le Thy sont synthétisés dans la figure 34. Les histogrammes taille/fréquence et les comparaisons avec la FMS (*Caudron et Catinaud, 2008*) figurent en annexe 3.

*** Foron de Fillinges**

La station apicale du Foron de Fillinges (Men29) est apiscicole, probablement naturellement, du fait notamment des très faibles débits sur ce secteur.

La station suivante, située en aval du lagunage de Bogève (Men09) présente un peuplement piscicole monospécifique (truite fario) non conforme au biotype. En effet, ni le chabot ni le vairon ne sont présents sur la station. Si l'absence de ce dernier est probablement naturelle et due au caractère torrentiel marqué du cours d'eau sur ce secteur, celle du chabot est plus étonnante, et laisse planer un doute sur l'intégrité du milieu. Ce doute est confirmé par l'analyse de la population de truite fario. En effet, si cette dernière est présente dans une abondance conforme voire même supérieure au biotype, la faiblesse des effectifs d'alevins capturés laisse planer un fort doute sur sa fonctionnalité. Les résultats d'un inventaire antérieur faisaient état de la même situation en 2005. De fait, il semble que le peuplement piscicole de cette station ait à subir l'impact d'une altération du milieu, probablement en lien avec la dégradation de la qualité des eaux provoquée par le lagunage situé en amont proche et accentuée par des débits d'étiages estivaux et hivernaux relativement faibles. Un marquage des alevins de truite fario déversés ou un arrêt des alevinages sur plusieurs années permettraient d'éclaircir cette situation.

La station suivante, Men10 (Chez Bovet), présente une toute autre situation : le fait que la composition spécifique du peuplement ne soit pas conforme au biotype trouve naturellement son explication dans la nature torrentielle du Foron sur ce secteur, les espèces absentes (vairon, loche franche, ombre commun et épinoche) n'étant pas vraiment électives de ce type de cours d'eau. En revanche, le chabot est présent sur la station et y présente une forte abondance, supérieure même à celle du biotype. La truite fario est également bien présente sur la station, la présence de nombreux alevins issus du recrutement naturel au sein des effectifs capturés, tout comme la structure de la population témoignant de son caractère fonctionnel. Seule l'abondance, légèrement inférieure au biotype, témoigne d'un léger caractère limitant du milieu, probablement en lien avec l'habitat (occurrence moyenne des caches et débits d'étiages relativement faibles sur la station). Il semble en revanche que l'impact du lagunage de Bogève ne se fasse plus ressentir à cette hauteur du Foron.

La station Men11 (Pont de Fillinges) présente également un peuplement non conforme au biotype. En revanche, sur cette station, le Foron a perdu son caractère torrentiel, et les absences de certaines espèces comme le chabot, la loche franche ou le vairon sont plus suspectes. De plus, l'abondance en truite fario, seule espèce composant le peuplement monospécifique de la station, se révèle inférieure à ce qu'elle devrait être. Cependant, l'analyse de la structure de la population met en évidence sa fonctionnalité (bon recrutement naturel). Plusieurs facteurs concomitants peuvent expliquer cette situation générale sur la station :

- d'une part, l'impact du rejet de la station d'épuration de Peillonex sur la qualité des eaux, transparaissant au travers des fortes croissances algales estivales observées sur le secteur.
- D'autre part la faiblesse des débits d'étiage du Foron, qui connaît des assecs estivaux récurrents sur le linéaire situé en amont proche de la station, ayant pour conséquence

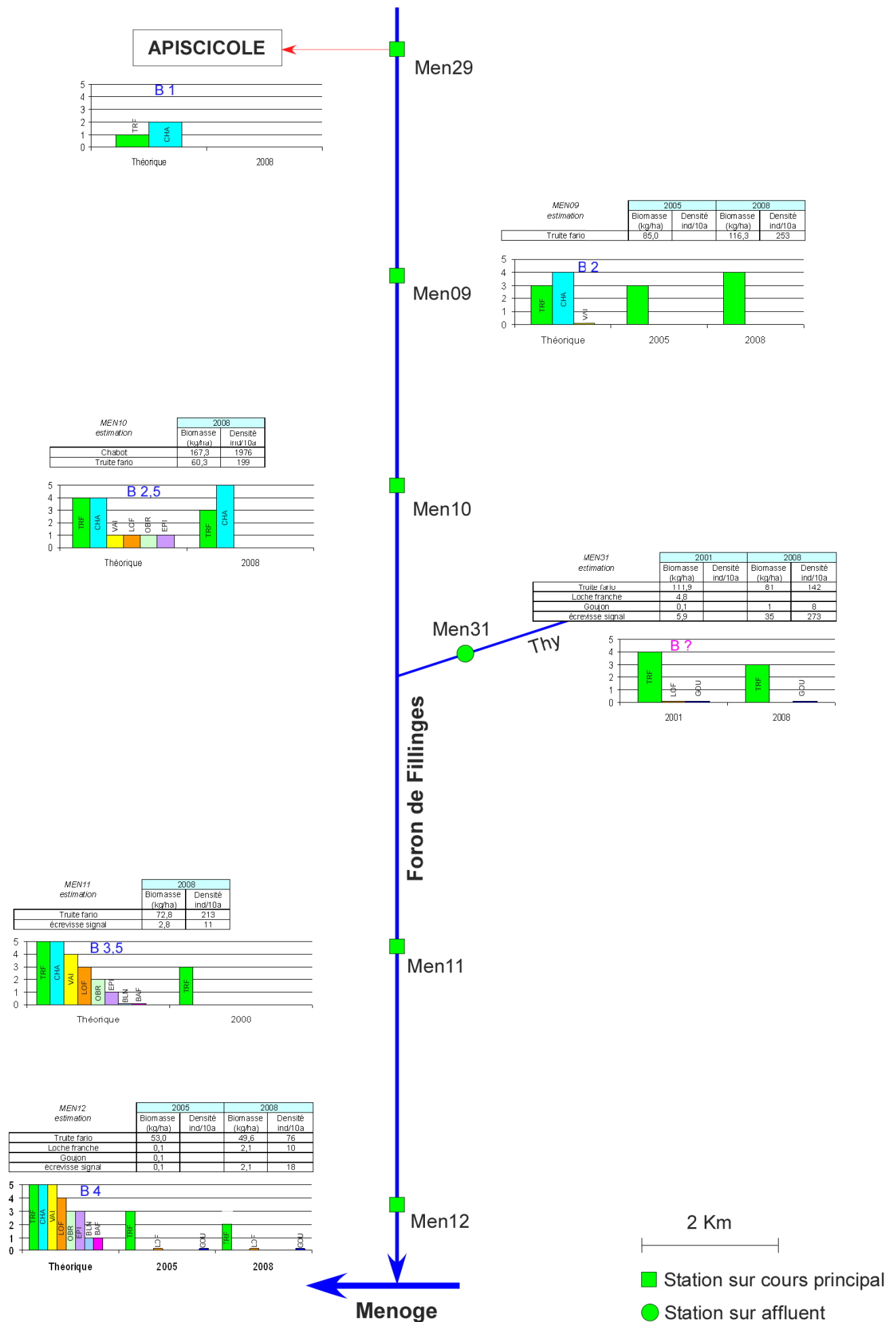


Figure 36 : Principaux résultats des inventaires piscicoles réalisés sur le Foron de Fillinges et le Thy, comparaison au référentiel typologique.

une limitation de l'accès aux caches, des élévations de la température de l'eau en période estivale, et accentuant les effets du rejet de la station d'épuration (problème de dilution).

La station men12, située à Couvette, présente une situation globalement similaire à la station précédente : de nombreuses espèces électives du biotype sont absentes (chabot, vairon, blageon), seules la loche franche et le goujon (non présent dans le peuplement théorique) accompagnant la truite fario au sein du peuplement, dans des abondances relevant de la simple présence. La population de truite fario, quand à elle, bien qu'apparemment fonctionnelle, présente également une abondance nettement inférieure au biotype. Sur cette station, il semble également que le peuplement piscicole ait à subir les effets de débits d'étiages insuffisants, et probablement également ceux d'une légère altération de la qualité des eaux. Cette situation était déjà identique en 2005.

*** Thy**

Le Thy (Men31) héberge en 2008 un peuplement piscicole composé de truite fario et de goujon, ce dernier étant présent de manière anecdotique sur la station (très faible abondance). La population de truite fario présente une abondance satisfaisante au regard du type de cours d'eau qu'est le Thy sur la station étudiée, et parfaitement fonctionnelle (bon recrutement naturel). On relève une très légère diminution de cette abondance par rapport au résultat obtenu en 2005, sans pour autant qu'elle soit significative. Il semble donc que la population de truite fario du Thy soit globalement conforme.

IV-5-2 Brevon de Saxel et Affluents

Les principaux résultats des inventaires piscicoles réalisés sur le Brevon de Saxel et ses affluents sont synthétisés dans la figure 35. Les histogrammes taille/fréquence et les comparaisons avec la FMS (*Caudron et Catinaud, 2008*) figurent en annexe 3.

*** Brevon de saxel**

La station apicale du Brevon de Saxel (Men 07) héberge un peuplement monospécifique. Deux espèces sont absentes par rapport au référentiel typologique : le vairon, dont l'absence peut être expliquée par le caractère torrentiel du cours d'eau, et le chabot, dont l'absence est plus étonnante. La truite fario est présente dans des abondances légèrement inférieures au biotype, mais la population semble fonctionnelle et autonome. Cette situation, qui n'a rien d'alarmante, tient probablement au caractère limitant de l'habitat induit par des débits d'étiage relativement faibles sur le secteur.

La station médiane (Men08) et la station aval (Men34) hébergent toutes deux des peuplements similaires, tant qualitativement que quantitativement, dont la composition spécifique semble plus conforme au biotype : en effet, les absences du vairon, de la loche de l'ombre et de l'épinoche par rapport à la composition spécifique indiquée par le biotype peuvent être liées au caractère torrentiel du cours d'eau. En revanche, le chabot et la truite fario, espèces électives de ce type de milieu, sont bien présents. Le chabot présente une abondance presque conforme au biotype sur les deux stations, tandis que la truite est en revanche déficitaire. Ce déficit peut être lié à l'impact de la crue de 2007, particulièrement marqué sur le secteur où sont situées les deux stations. Cependant, la présence d'alevins naturels au sein des effectifs capturés témoigne de la fonctionnalité des populations de truite fario. De fait, si le Brevon suit la dynamique observée sur les secteurs de la Menoge ayant également subis les effets de la crue, ses populations de truites se sont probablement reconstituées depuis 2008. Un inventaire piscicole sur l'une de ces deux stations permettrait de vérifier cette hypothèse.

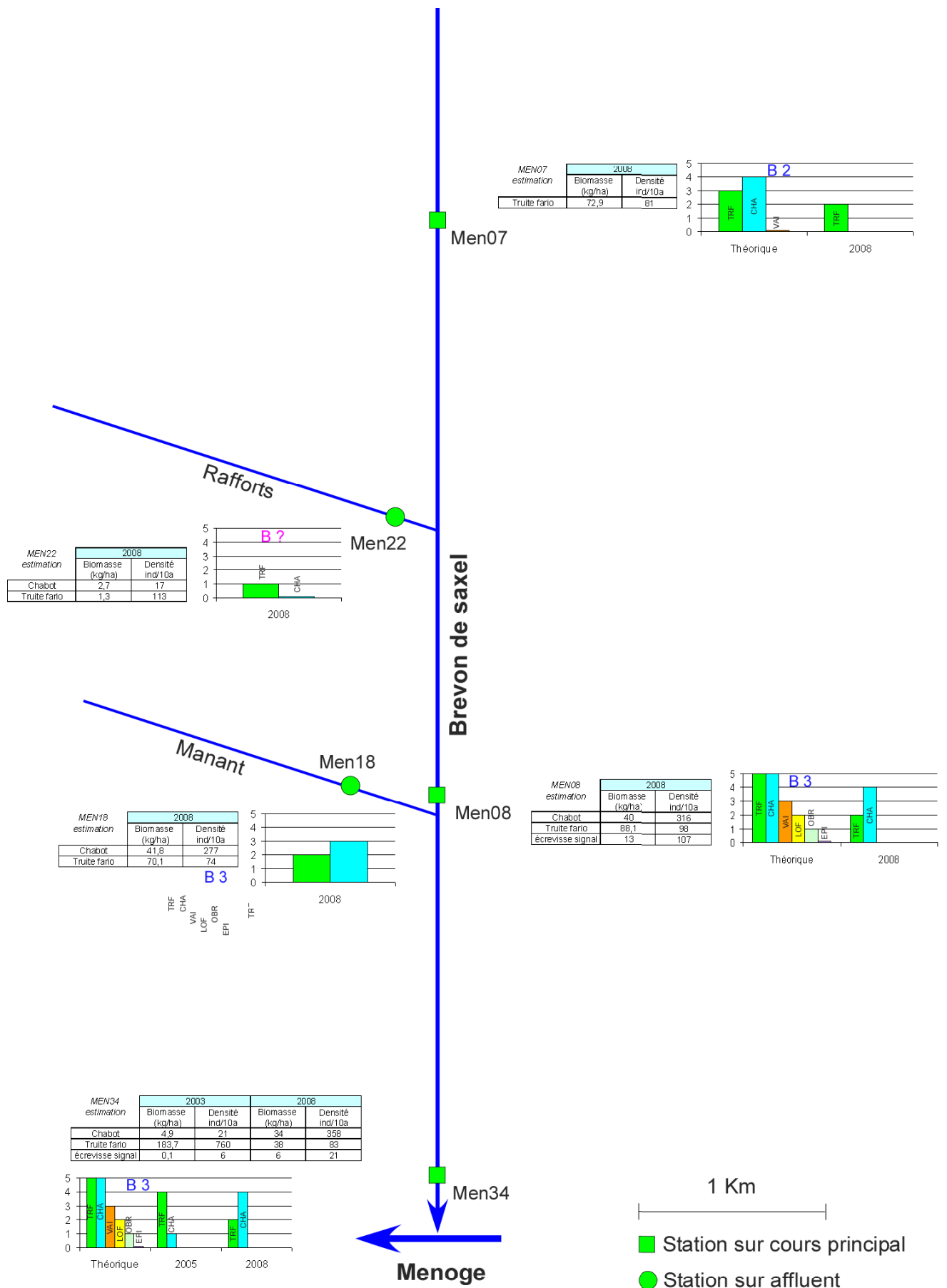


Figure 37 : Principaux résultats des inventaires piscicoles réalisés sur le Brevon de Saxel et ses affluents, comparaison au référentiel typologique

*** Affluents du Brevon de Saxel**

Le ruisseau des Rafforts (Men22) n'héberge qu'une espèce, la truite fario. De plus, cette dernière ne présente pas de population structurée, étant essentiellement représentée par des alevins naturels. Il semble donc que le ruisseau des Rafforts aval joue le rôle de zone de reproduction pour certains géniteurs du Brevon de Saxel.

Le Manant (men18), quant à lui, Héberge une belle population de chabot, ainsi qu'une population de truite fario. Cette dernière présente une abondance satisfaisante, au regard du type de cours d'eau qu'est le manant au droit de la station. Cependant, l'analyse de la structure de la population révèle l'absence d'alevins au sein des effectifs capturés en 2008 et, par corollaire de recrutement naturel, laissant planer un sérieux doute quand à la fonctionnalité et à l'autonomie de cette population de truite fario du Manant.

PARTIE IV : BILAN ET PERSPECTIVES

*** Des problèmes de débits**

D'une manière générale, le bassin versant de la Menoge semble être principalement affecté par un problème de ressource en eau. En effet, la grande majorité des cours d'eau du territoire subit des périodes de basses eaux marquées et prolongées, allant certaines années jusqu'à des assèchs sur plusieurs secteurs (Foron de Fillinges médian, Brevon de Saxel amont). Ce constat est à relier au fait de le bassin compte de nombreux captages et réservoirs, soustrayant aux cours d'eau un apport en eau non négligeable, d'autant plus qu'une partie des volumes prélevés est exportée en dehors du bassin versant. Les conséquences de ces problèmes de débits subis par les cours d'eau du bassin de la Menoge sont multiples :

- Le plus marquant des effets de ce manque d'eau est la dépendance thermique des trois cours d'eau principaux du bassin que sont la Menoge, le Brevon de Saxel et le Foron de Fillinges aux conditions de températures atmosphériques (Vigier, 2006), induisant des températures hivernales susceptibles d'être ponctuellement limitantes pour la reproduction, et un réchauffement général des eaux en période estivale. L'effet le plus notable de ce réchauffement se fait ressentir sur la basse Menoge, qui correspond au linéaire du cours d'eau situé en aval du Pont de Fillinges, et où les températures estivales se révèlent rédhibitoires pour nombre d'espèces naturellement présentes, affectant de fait notablement la fonctionnalité des peuplements piscicoles en place. Si cette altération thermique est plus modérée sur les autres secteurs (haute Menoge, Brevon de Saxel et Foron de Fillinges), il n'en demeure pas moins qu'elle a probablement un effet non négligeable sur le développement optimal des communautés biologiques des cours d'eau (poissons et macrobenthos).
- La faiblesse des débits d'étiage induit également, du fait de l'abaissement de la lame d'eau, une perte de qualité habitacionnelle des cours d'eau, tant sur un plan purement hydraulique que sur celui de l'accessibilité des caches (sous berges notamment).
- Enfin, ces débits insuffisants contribuent à accentuer l'impact des rejets polluants aux cours d'eau, par le biais d'une perte des capacités de dilution et d'autoépuration.

*** Qualité des eaux : un bruit de fond et quelques points noirs**

La qualité des eaux de la majorité des cours d'eau du bassin de la Menoge demeure relativement satisfaisante, n'ayant à souffrir que d'une légère pollution de fond inhérente aux activités humaines présentes sur le bassin versant, globalement peu impactantes pour les cours d'eau du fait de leur intensité modérée (bassin versant majoritairement forestier et prairial) et de leur nature (majoritairement habitations et pastoralisme).

Certains cours d'eau ou parties de cours d'eau semblent même totalement exempts de pollution notable (Les affluents du Brevon de Saxel, le nant Bruant, le Ruisseau de la Molertaz, le ruisseau de Bévoué en amont du Villard).

A l'inverse, certains secteurs souffrent d'une altération plus marquée de la qualité de leurs eaux. D'une manière générale, les secteurs situés en aval des rejets de stations d'épuration. Une partie de ces stations d'épurations est pourtant récente, de petit gabarit et leurs rejets semblent conformes, mais le manque de capacité de dilution des cours d'eau évoqué plus haut induit un impact de ces unités de traitement sur le milieu, sans que celui-ci ne se révèle totalement rédhibitoire vis-à-vis du développement de la faune aquatique. C'est le cas des

stations d'épuration d'Habère-Lullin, de Burdignin, de Boège et de Saint-André-de-Boège sur la haute Menoge. L'autre partie de ces stations se révèle en revanche plus impactante pour les milieux, soit qu'elles soient dysfonctionnelles ou saturées (Habère-Poche sur la haute Menoge, Cranves-Sales sur la basse Menoge et Peillonex sur le Foron de Fillinges médian et aval), soit qu'elle se situe sur le cours d'eau lui-même (Lagunage du Bogève, qui connaît de plus des problèmes de dysfonctionnement en hiver du fait des faibles températures). Les deux secteurs les plus impactés par ces rejets sont la basse Menoge en aval de Cranves-Sales et le Foron de Fillinges sur la majeure partie de son cours.

Des rejets bruts affectent également notablement certains cours d'eau ou secteur de cours d'eau sur le bassin versant : le Brevon de Saxel amont, qui subit les rejets de Saxel, le ruisseau de Bévoué aval, qui subit des rejets dans sa traversée du Villard, et les ruisseaux des Moulins et de Nuisance sur l'ensemble de leurs cours respectifs sont les secteurs les plus impactés par ce type de rejet.

Outre l'altération directe de la qualité de l'eau plus ou moins marquée selon les secteurs, la surcharge nutritive des eaux induit également, concomitamment au problème d'insuffisance des débits, d'importants bloom algaux estivaux sur les cours d'eau du bassin versant, pouvant aller jusqu'à un recouvrement de la totalité des fonds sur certains secteurs. Ces croissances algales massives provoquent deux types de préjudices: d'une part une altération notable de l'attractivité habitationale, tant vis-à-vis du macrobenthos que de petites espèces piscicoles, et d'autre part une altération de la qualité physico-chimique des eau (variations nyctémérales marquées de l'oxygène, relargages massifs de nutriments lorsque les algues se décomposent).

*** Une crue cinquantennale et une pollution massive**

Au cours des cinq dernières années, la Menoge a eu à subir deux événements majeurs ayant eu des conséquences notables sur les milieux et leurs occupants, l'un naturel, l'autre beaucoup moins :

- Une crue cinquantennale en juillet 2007, ayant provoqué une forte déstabilisation des communautés biologiques (mortalités immédiates, conséquences habitationnelles). Cette crue a principalement affecté la haute Menoge, le Brevon de Saxel et certains de leurs affluents, son impact se faisant clairement ressentir en 2008 à l'analyse des compartiments macrobenthiques et piscicoles. Cependant, les données acquises postérieurement sur la Menoge (Men37) ont mis en évidence une reconstitution des édifices biologique assez rapide (retour à la normale en 4 ans).
- Malheureusement, à l'impact de cette crue est venu s'ajouter sur une grande partie du linéaire de la haute Menoge celui d'une pollution massive au xylophène en 2010, ayant sévèrement impacté près de 15 Km de cours d'eau. Le suivi mis en place à la suite de ce triste évènement est toujours en cours. Il permet de constater pour le moment que les communautés biologiques de la Menoge sont en cours de reconstitution, sans que l'on puisse prédire quand aura lieu leur retour à l'équilibre.

*** Le peuplement piscicole, intégrateur des dysfonctionnements des milieux**

L'ensemble des pressions décrites ci-dessus et la disparité spatiale de leur intensité se répercutent de différentes manières sur les peuplements piscicoles des cours d'eau du bassin de la Menoge. On peut cependant, au vu des résultats du présent diagnostic, dégager trois grands secteurs distincts sur le bassin versant de la Menoge :

- La Haute Menoge, intégrant le cours principal de la Menoge situé en amont du pont de Fillinges, le Brevon de Saxel et leurs affluents respectifs. Ces cours d'eau sont dans leur globalité à dominante truiticole. Ce secteur est caractérisé par des peuplements piscicoles, et en particulier des populations de truite fario, majoritairement fonctionnels, dont le développement optimal est principalement limité par les conséquences directes et indirectes de l'insuffisance des débits. Cependant, cet impact demeure pour le moment modéré, l'ensemble des cours d'eau présentant un équilibre satisfaisant, bien que précaire, mis en évidence par la capacité de régénération dont ils ont fait preuve suite à la crue de 2007 et la pollution de 2010.
- La basse Menoge, d'autre part, qui correspond à une zone à ombre, présentant naturellement des peuplements piscicoles beaucoup plus diversifiés (prédominance des cyprinidés d'eau vive, ombre commun et truite fario). Cependant, ce secteur souffre de dysfonctionnements marqués (thermie, qualité d'eau) affectant directement ses peuplements piscicoles, qui se révèlent totalement déstructurés sous l'effets des pressions subies : la majorité des espèces attendues y est présente, mais leurs populations sont soit dysfonctionnelles (c'est le cas de la majorité de ces espèces) soit surabondantes (barbeaux, spirilin).
- Le Foron de Fillinges enfin, lui aussi majoritairement truiticole, mais subissant une pression globale plus prononcée que celle subie par la haute Menoge, et présentant de fait des communautés piscicoles et un fonctionnement global plus éloignés de l'optimum. Sur ce secteur, l'équilibre paraît très précaire et il semble urgent de remédier rapidement aux principales sources des dysfonctionnements constatés.

*** Vers une gestion piscicole adaptée**

Sur la base de ces éléments, un plan de gestion piscicole adapté sera proposé, dans le cadre de l'établissement du PDPG, aux gestionnaires des cours d'eau du Bassin versant, probablement en 2013. En l'état actuel des connaissances et en l'attente de ce plan de gestion, il conviendra de prolonger la gestion telle qu'elle a été réalisée en 2012 sur le bassin.

Le suivi de l'impact de la pollution de la Menoge se prolongera en outre jusqu'en 2014, et certains éléments complémentaires pourront être acquis sur le bassin : un inventaire sur une des stations aval du Brevon permettrait de confirmer l'hypothèse d'un retour à la normale après la crue de 2007, la poursuite de l'étude des populations d'ombre commun du bassin versant de l'Arve permettrait quant à elle d'avoir une connaissance plus fine du fonctionnement de l'espèce sur la basse Menoge, et d'y proposer ainsi une gestion piscicole en adéquation avec la conservation de cette espèce patrimoniale à l'échelle du bassin de l'Arve.

BIBLIOGRAPHIE

- Adam, 2002. Impact de produits de traitement du bois en scieries sur les biocéboles aquatiques – Approche autécologique sur trois cours d'eau du Haut-Doubs (Bief Belin, Drésine, Drugeon). Mémoire D.E.S.S. *Qualité et Traitement de eaux, Université Franche-Comté*, 46 p.
- Adam, 2008. Impact des produits de traitement du bois sur les amphipodes *Gammarus pulex* (L.) et *Gammarus fossarum* (K.) : approche chimique, hydro-écologique et écotoxicologique. Thèse, *Université Franche-Comté* 238p +annexes.
- AFNor, 1992. Essai des eaux. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). *Association française de normalisation, norme homologuée T 90-350*, 8p.
- Bacchi, 1994. Recherche sur la macrofaune benthique de la Haute-Loue, Structuration des habitats, Evolution des peuplements macrobenthiques depuis 1973, *mémoire D.E.S.S. Eaux continentales, Université Franche-Comté*, 30p.
- Bady, Dolédec, Fesl, Gayraud, Bacchi et Schöll, 2005. Use of invertebrate traits for biomonitoring of european large rivers : the effects of sampling effort on genus richness and functional diversity. *Freshwater biology*, 50, 159-173.
- Beaumont, Taylor, Lee et Welton, 2002. Guidelines for electric fishing best practice. *Environment Agency R&D Technical report W2-054/TR*. 127p.+ annexes. Disponible sur : <http://publications.environment-agency.gov.uk/pdf/sw2-054-tr-e-e.pdf>
- Burtay & Faynot, 2011. Etude diagnostic : bassin versant de la Menoge et de ses principaux affluents. CC4R, 292 p. + annexes
- Caudron et Champigneulle, 2006. Evaluation à grande échelle de l'efficacité du repeuplement et comparaison des caractéristiques des truites (*Salmo trutta* L.) sauvages et introduites dans les rivières de Haute-Savoie. *Rapport FDP74.07/06*, 68p. + annexes.
- Caudron et Champigneulle, 2006. Technique de fluoromarquage en masse à grande échelle des otolithes d'alevins vésiculés de la truite commune (*Salmo trutta* L.) à l'aide de l'alizarine Red S. *Cybium*, 30,pp. 65-72.
- Caudron, Champigneulle et Guyomard, 2006a. Identification et caractéristiques génétiques des populations de truites autochtones sur le réseau hydrographique de Haute-Savoie. pp : 39-53. in programme INTERREG III A- Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones en vallée d'Aoste et en Haute-Savoie. *Rapport final*. 06/02. 153p.
- Caudron, Champigneulle et Large, 2006b. Etats et caractéristiques des populations autochtones de truite commune identifiées en Haute-Savoie et qualité globale du milieu. pp : 55-118 in programme INTERREG III A- Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones en vallée d'Aoste et en Haute-Savoie. *Rapport final*. 06/02. 153p.
- Caudron, 2008. Etude pluridisciplinaire des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) des torrents haut-savoyards soumises à repeuplements : diversité intra-spécifique, évaluation de pratiques de gestion et ingénierie de la conservation de populations natives. Thèse, 180p + annexes disponible sur http://www.pechehautesavoie.com/wp-content/uploads/2012/01/These_Caudron_Truites_2008.pdf
- Caudron et Catinaud, 2008. Utilisation des fréquences de taille relative pour évaluer les structures de tailles des populations de truites en Haute-Savoie., note technique, FDP74.2008/01, 8p. Disponible sur http://www.pechehautesavoie.com/wp-content/uploads/2012/01/Note_technique_structure_taille_truites.pdf
- CG74, Agence de l'eau RMC, Gay environnement, 2004. Bilan de qualité ds cours d'eau du département, année 2003 – La Menoge et ses affluents, qualité physico-chimique et hydrobiologique. Rapport d'étude, 31p.
- CG74, Asconit consultants, 2008. Suivi de la qualité es cours d'eau de Haute-Savoie - étude des affluents de l'Arve – campagnes 2007-2008 – rapport final : le bassin de la Menoge. Rapport d'étude, 45p. + annexes
- Chasserieu, 2010. Recensement des ouvrages transversaux sur le réseau hydrographique de Haute-Savoie et continuité piscicole. *FDP74.2010/01*, 44p. + annexes
Disponible sur <http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1.php>
- Conseil supérieur de la pêche, 1995. Limites des classes de densité numérique et pondérale estimée du stock en place.
- De Lury, 1951. On the planning of experiments for the estimation of fish population. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 18, 281-307.
- Fédération des Pyrénées-Atlantiques pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques, 2010. Suivi piscicole sur le Gave d'Aspe suite à la pollution du 06 juin 2007 (Communes de Borce et Etsaut) – *Rapport d'étude*, 8p. + annexes

Gadais Romain, 2012. Etude des comportements migratoires post-reproduction chez l'ombre commun (*Thymallus thymallus* L. 1758) par radiopistage sur le bassin versant de l'Arve. *FDPPMA74*, 52 p. + annexes.

Gerdeaux D, 1987. Revue des méthodes d'estimation de l'effectif d'une population par pêches successives avec retrait. Programme d'estimation d'effectif par la méthode de Carle et Strub. *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture*, 304, pp 13-21.

Grall et Hily , 2003. Traitement des données stationnelles (faune), 10p.
http://www.rebent.org//medias/documents/www/contenu/pdf/document/Fiches_techniques/FT10-2003-01.pdf

Huet, 1949. Aperçu de la relation entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. *Schweiz. Z.Hydrol.* 11: 332–351.

Illies & Botosaneanu, 1963. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes considérées surtout du point de vue faunistique. *Int. Verh. Limnol.* 12: 1–57.

Long, House, Parker, Rae, 1998. Micro-organic compounds associated with sediments in the Humber rivers. *The Science of the total environment*, 210/211, 229-253.

Muir, Rawn, Grift, 1985. Bioconcentration of pyrethroid insecticides and DDT by rainbow trout : uptake, depuration, and effect of dissolved organic carbon. *Aquatic toxicologie*, 29, 223-240.

Parmentier, 1994. Etude de la biocénose benthique du Drugeon. Application d'un nouveau protocole d'échantillonnage. Bilan de la qualité habitationale. Analyse biocénotique générique. Bilan de la qualité faunistique. *Mémoire D.U.E.H.H., laboratoire d'hydrobiologie université de franche-comté*, 69p.

Pielou, 1966. The measurement of diversity indifferent types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13,131-144.

RTM, 1998. Plan de prévention des Risques de Saint-André-de-Boège, 50pp.

Shannon, 1948. A mathematical teory for communication. *Bell Labs Technical Journal* 27 379-423 et 623-656.

Sundaram, 1991. Fate and short-term persistence of permethrin insecticide injected in a northern Ontario (Canada) river stream. *Pesticide Science*, 31, 281-294.

Tachet, Richoux, Bournaud et Usseglio-Polatera, 2003. Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie, *CNRS Editions*, 587p.

Verneaux, 1976. Biotypologie de l'écosystème « eau courante ». Les groupements socio-écologiques, *Compte rendu de l'académie des sciences*, tome 284 (21.02.1977), série D, pp. 675-677.

Verneaux, 1982. Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de la qualité générale (IBG), *Annales scientifiques de l'université de Franche-Comté, Besançon, Biologie Animale*, 3 : pp. 11-22.

Verneaux , 1982a. Expression biologique qualitative et pratique de l'aptitude des cours d'eau au développement de la faune benthique. Un coefficient d'aptitude biogène : le Cb2. *Travaux du Centre d'Hydrobiologie, Université de Besançon*, 20p.

Ressources informatiques :

<http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>

<http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/>

<http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>

<http://sierm.eaurmc.fr/rejets-collectivites/>

<http://www.eaufrance.fr/>