



Service de l'environnement
Canton de Fribourg

ETUDE DE L'ÉTAT SANITAIRE DES COURS D'EAUX DU CANTON DE FRIBOURG

LA BASSE SARINE – CAMPAGNE 2008



ETEC Sàrl

Lausanne 39 - 1950 Sion
Tél. 027 203 40 00 / Fax 027 203 40 10
info@etec-vs.ch

octobre 2009

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION	1
2.	METHODOLOGIE	1
2.1.	INTERVENANTS.....	1
2.2.	CHOIX DES STATIONS.....	1
2.3.	PRELEVEMENTS ET ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	2
2.4.	BIOLOGIE	2
3.	PRESENTATION DE LA BASSE SARINE	2
3.1.	BASSIN VERSANT ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE	2
3.2.	ATTEINTES CONNUES.....	5
3.2.1.	<i>Assainissement des eaux usées</i>	<i>5</i>
3.2.2.	<i>Décharges et installations industrielles.....</i>	<i>5</i>
3.2.3.	<i>Prélèvements d'eau, modification du débit.....</i>	<i>5</i>
3.2.4.	<i>Ecomorphologie, aménagement du lit.....</i>	<i>6</i>
3.3.	ATTEINTES OBSERVEES SUR LE TERRAIN	6
4.	QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX.....	7
4.1.	RESULTATS.....	7
4.2.	INTERPRETATION.....	8
5.	QUALITE BIOLOGIQUE	11
5.1.	COMPOSANTES DE L'ENVIRONNEMENT	11
5.2.	FAUNE BENTHIQUE ECHANTILLONNEE.....	12
5.3.	RESULTATS LIES A L'INDICE BIOLOGIQUE GLOBAL NORMALISE (IBGN)	13
6.	COMPARAISON AVEC LES RESULTATS ANTERIEURS – EVOLUTION DE LA QUALITE DE LA JOGNE DEPUIS 1983.....	17
6.1.	RESULTATS PHYSICO-CHIMIQUES (1983-2008)	17
6.2.	QUALITE BIOLOGIQUE.....	18
7.	PROPOSITION DE MESURES DE GESTION	20
8.	RESUME	21
	BIBLIOGRAPHIE	
	ANNEXES	

1. INTRODUCTION

Depuis 1981, le Service de l'Environnement du Canton de Fribourg (SEn) étudie l'état sanitaire des cours d'eau par bassin versant. Le canton a souhaité réactualiser ces données antérieures à partir de 2004, afin de connaître l'évolution de la qualité des cours d'eau et évaluer l'efficacité des mesures d'assainissement mises en place au cours des années.

La Basse Sarine avait déjà fait l'objet de campagnes en 1983, puis en 1991.

Le but de ces études est de dresser un bilan de la qualité physico-chimique et biologique des cours d'eau, de mesurer leur évolution dans l'espace (amont-aval des bassins versants), puis dans le temps et proposer si besoin des mesures correctives pour améliorer l'état des cours d'eau.

Cette démarche permet de disposer d'un outil de gestion et de contrôle de la qualité des cours d'eau.

Le présent rapport établit la synthèse des résultats d'analyses physico-chimiques et biologiques obtenus en 2008, les interprète, les confronte aux données antérieures et propose s'il y a lieu de nouvelles mesures visant à améliorer la qualité actuelle de ce cours d'eau.

2. METHODOLOGIE

2.1. Intervenants

Les différents aspects de cette étude ont été traités par les intervenants suivants :

- **mandant et coordinateur** : Service de l'Environnement du Canton de Fribourg (SEn) ;
- **prélèvements** d'échantillons d'eau et **analyses** physico-chimiques : SEn ;
- étude **biologique** à l'aide d'une méthode basée sur la faune benthique ; reconnaissance des stations : SEn et bureau ETEC Sàrl ; **prélèvements** des échantillons, **tri et détermination** : bureau PRONAT ; **interprétation** : bureau ETEC Sàrl avec l'appui du SEn ;
- **confrontation et interprétation** de l'ensemble des résultats, **rédaction** du rapport de synthèse : bureau ETEC Sàrl.

2.2. Choix des stations

Dès 1981, ces études visaient à connaître la qualité des cours d'eau sur l'ensemble du bassin versant. La méthodologie mise en place a été conservée lors des campagnes suivantes : les stations, distantes d'1 ou 2 km sur la rivière principale, sont généralement placées en amont et en aval de zones susceptibles d'être polluées et réparties en amont et en aval des affluents principaux.

Toutes les stations précédemment étudiées sur le bassin versant de la Basse Sarine (rivière principale et ses affluents) ont été conservées en 2008. Certaines stations pour des raisons d'accessibilité ou de représentativité, ont été légèrement déplacées de d'une cinquantaine de mètres pour la 611 et d'une centaine de mètres pour la 610, toutes deux situées sur la Basse Sarine ; les conditions étant similaires, elles ont conservées leur numérotation initiale.

2.3. Prélèvements et analyses physico-chimiques

Seules certaines stations sont retenues pour les analyses physico-chimiques (pour les trois campagnes, 8 sur les 16). Des préleveurs échantillonnent les eaux sur une durée de 24 heures. Les analyses sont effectuées sur un échantillon moyen journalier. La campagne de prélèvement a été réalisée le 21.11.2008.

Les paramètres analysés sont la température, la conductivité, le pH, l'oxygène dissous, les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), le carbone organique dissous (DOC), les formes azotées avec l'ammonium (NH_4^+), les nitrites (NO_2^-), les nitrates (NO_3^-), le phosphore avec les orthophosphates (PO_4^{3-}) et le phosphore total (Ptot), le calcium (Ca^{++}), le magnésium (Mg^{++}), les chlorures (Cl) et la dureté totale.

Références pour la qualité physico-chimique des eaux : les résultats d'analyses ont été interprétés à l'aide des classes de qualité proposées par la méthode suisse d'analyse et d'appréciation des cours d'eau module « Chimie niveau R et C », actuellement en consultation (OFEFP, actuellement OFEV, 2004).

2.4. Biologie

La méthode proposée et retenue en 2004 pour l'analyse de la qualité biologique est celle de l'**Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)**. Cette méthode a été largement testée, puis validée et homologuée en France en tant que norme AFNOR (NF T90-350), en décembre 1992. Quelques adaptations ont été introduites et une nouvelle version de cette norme est sortie en mars 2004, prise en compte dans cette étude (AFNOR, 2004).

La méthode utilisée lors des deux campagnes précédentes était celle de l'indice biotique (Ib), mise au point par VERNEAUX ET TUFFERY (1967). Afin de ne pas perdre les informations et qualifications recueillies en 1981 et 1993 et pour qu'elles puissent toujours servir de comparatif, un système de conversion des anciens indices a été établi et analysé de façon critique afin de cerner au mieux les éventuels biais qui pourraient découler de cette démarche. La problématique est développée dans un document spécifique « Rapport méthodologique » (2005) qui sert de base méthodologique à tous les rapports d'état des bassins versants qui sont publiés à partir de 2004.

Les relevés de terrain ont consisté à effectuer les prélèvements de faune benthique conformément à la méthode IBGN, puis à décrire l'environnement et les composantes structurelles de chaque station. Les paramètres qualifiés sont quasi similaires à ceux qui avaient été retenus dans les campagnes précédentes. En 2008, les prélèvements ont eu lieu les 10, 17 et 18 novembre 2008.

3. PRESENTATION DE LA BASSE SARINE

3.1. Bassin versant et réseau hydrographique

Toutes les caractéristiques, données de base, profils en long, etc., sont développés dans la publication de NOËL et FASEL (1985). Seul un résumé figure dans ce rapport.

Le bassin versant de la Basse Sarine comprend le tronçon de la Sarine qui s'écoule entre le Lac de Gruyère (code GEWISS 9276 selon l'Atlas hydrologique) et le lac du Schiffensee (code GEWISS 9285). Il est constitué de 2 sous-bassins (n° 20-275 et n° 20-293), dont quelques caractéristiques sont présentées dans le Tableau 1. Généralement peu encaissé, le bassin versant de la Basse Sarine présente une superficie totale voisine de 104.8 km². La Basse Sarine (code GEWISS 227), qui prend sa source à l'aval du barrage de Rossens à une altitude de 610 m, présente un débit déterminé par la dotation octroyée à l'aval de ce dernier. Elle coule en direction du nord, puis du nord-est à partir Posieux, pour rejoindre en méandre le lac de Schiffensee à une altitude de 540 m environ. D'une longueur de 28.3 km (dont 15.1 km sur le bassin versant n° 20-275) et d'une pente moyenne de l'ordre de 0.3 %, le tracé de la Basse Sarine est naturel, de même que celui de ses affluents, à l'exception de la station aval localisées dans un tronçon plus contraint (traversée de Fribourg).

Dans la vallée formée par la rivière, le sous-sol de la Basse Sarine est constitué de roches siliceuses. Le reste du bassin versant est de type quaternaire, formé d'alluvions et de moraines.

N° bassin versant	Km ²	Pente %	Surface boisée %	Surface étanche %
20-275 (amont)	27.2	9.1	24.9	1.3
20-293 (aval)	77.6	5.9	16.5	6.7

Tableau 1 : Caractéristiques du bassin versant de la Basse Sarine et de ses sous-bassins selon l'Atlas Hydrologique de Suisse.

La Basse Sarine comporte plusieurs affluents importants (voir Figure 1). Certains ont fait l'objet d'études à part entière (la Glâne, la Gérine, le Gottéron, etc.). D'autres, plus modestes sont intégrés à l'étude de la Basse Sarine. Parmi l'ensemble de ces affluents, citons d'amont vers l'aval, le Ruisseau de la Verasse (non répertorié dans l'Atlas hydrologique de Suisse), le ruisseau des Arvagnys (ou ruisseau de Treyvaux), le Chambéroz (ou ruisseau des Sènèdes ou encore ruisseau de Prassasson, code GEWISS 1579), le ruisseau d'Arconciel (non répertorié dans l'Atlas hydrologique de Suisse), la Gérine (également étudiée en 2008 mais faisant l'objet d'un rapport distinct), le Gottéron (idem Gérine), et enfin la Glâne, seul affluent situé en rive gauche (étudié en 2007).

La Basse Sarine et ses affluents appartiennent selon ILLIES (1963) au **rhithron** (torrents et ruisseaux-hyporithron) Sur le plan piscicole, la zonation établie par HUET (1949) situe ces cours d'eau dans la zone à **Salmonidés dominants**, plus précisément dans la zone à truites.

Le régime hydrologique de la Basse Sarine n'est pas caractérisé dans l'Atlas hydrologique, car fortement influencé par le barrage de Rossens. Celui de ses affluents est donné et varie entre le type nivo-pluvial préalpin avec des plus hautes eaux au printemps, des basses eaux en hiver et une amplitude relativement marquée (Gottéron), le type nival de transition, avec des hautes eaux à la fin du printemps, des basses eaux en hiver et une amplitude très marquée (Gérine), et le type pluvial jurassien caractérisé par des hautes eaux au printemps, mais des basses en automne (Glâne).

En 2008, 16 stations ont été étudiées sur le bassin versant de la Basse Sarine (voir Figure 1) ; dont 8 ont fait l'objet de prélèvements physico-chimiques :

- 12 sur la Basse Sarine elle-même, dont 5 avec physico-chimie (603, 605, 607, 608 et 611) ;
- 1 sur le ruisseau de la Verasse, avec physico-chimie (612) ;
- 1 sur ruisseau des Arvagnys, avec physico-chimie (613) ;
- 1 sur le ruisseau de Chambéroz, avec physico-chimie (614) ;
- 1 sur le ruisseau d'Arconciel, sans physico-chimie.

Pour faciliter la compréhension des descriptions et des interprétations, les numéros de station sont précédés du code rivière (BSA pour Basse Sarine, BSA-VER pour le ruisseau de la Verasse, BSA-ARV pour le ruisseau des Arvagnys, BSA-CHA pour le ruisseau de Chambéroz et BSA-ARC pour le ruisseau d'Arconciel).

Points de prélèvements sur La Basse Sarine

 Périmètre du bassin versant

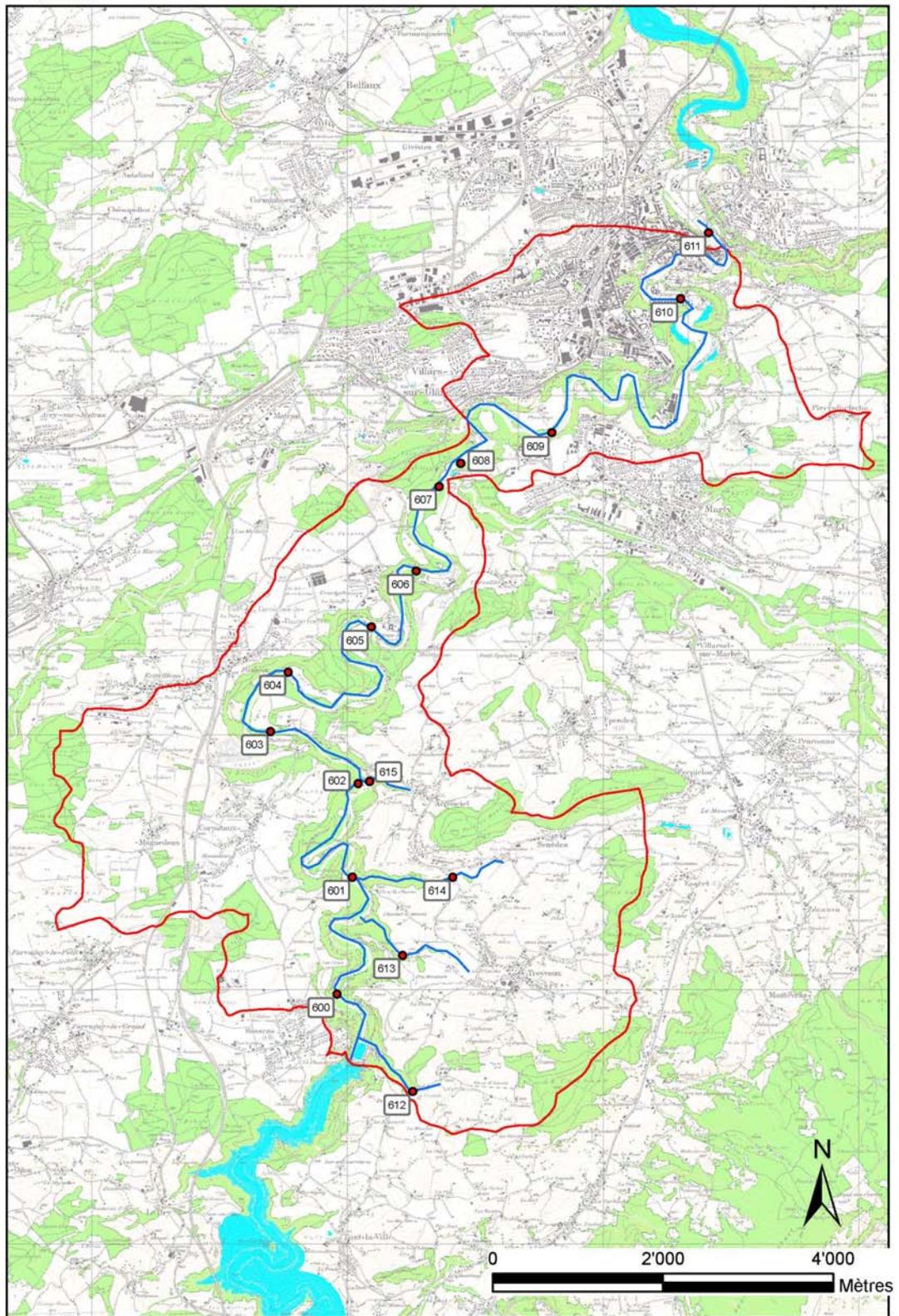


Figure 1 : Localisation des stations de prélèvement sur le bassin versant de la Basse Sarine.

3.2. Atteintes connues

3.2.1. Assainissement des eaux usées

Le Tableau 2 dresse le bilan de l'état du raccordement au réseau d'assainissement entre 1983 et 2008.

Actuellement, la totalité des communes sont raccordées.

Plusieurs STEP se jettent dans la Basse Sarine ou dans un de ses affluents et influencent la qualité des eaux des stations, à savoir d'amont en aval : la STEP de Corpataux qui rejoint un petit ruisseau puis la Sarine en amont de la station BSA 602 (très faible débit), la STEP de Posieux dont le rejet se localise en amont de la station BSA 606, et la STEP de Marly dont les effluents se déversent dans la Sarine en amont de la station BSA 608. La STEP de Fribourg se jette quant à elle en l'aval des stations d'étude.

Quelques habitations non raccordés et disposant d'un assainissement individuel pourraient avoir une influence sur la qualité des eaux.

Communes BV Basse Sarine	Etat 1983	Etat 1991	Etat 2008	EH
Treyvaux	-	total STEP Marly	STEP Marly	24'000
Senèdes	-	total STEP Marly	STEP Marly	24'000
Arconciel	total STEP Marly	total STEP Marly	STEP Marly	24'000
Corpataux	-	total STEP Corpataux	STEP Corpataux	1'140
Magnedens	-	total STEP Corpataux	STEP Corpataux	1'140
Ecuwillens	total STEP Posieux	total STEP Posieux	STEP Posieux	3'100
Posieux	total STEP Posieux	total STEP Posieux	STEP Posieux	3'100
Marly	total STEP Marly	total STEP Marly	STEP Marly	24'000
Fribourg	total STEP Fribourg	total STEP Fribourg	STEP Fribourg	150'000
9 communes = 100%	5 communes = 56%	9 communes = 100%	9 communes = 100%	

Tableau 2 : Communes sises sur le bassin versant de la Basse Sarine et évolution du taux de raccordement entre 1983 et 2008.

3.2.2. Décharges et installations industrielles

Relevons la présence de la décharge de la Pila entre les stations BSA 606 et 607. Etant à proximité du cours d'eau, elle provoque une pollution chronique en PCB de la Sarine depuis environ 30 ans.

Dans la région de la décharge, existent également l'usine d'incinération de Fribourg (SAIDEF), ainsi qu'une zone industrielle importante (décharge bioactive du canton, centre de tri des déchets, centre de compostage, etc.). Les rejets d'eaux claires aboutissent dans la Sarine, et bien que régulièrement contrôlés, des dépassements ponctuels ou pollutions en micropolluants pourraient se produire.

Tous ces apports d'eau peuvent influencer la qualité des eaux de la Sarine à partir de la station BSA 607.

3.2.3. Prélèvements d'eau, modification du débit

Le débit de la Basse Sarine est fortement influencé par le barrage de Rossens (lac de la Gruyère, concession avec échéance en 2055), puisqu'en aval, le débit actuel est < 50 % du Q_{347} (dotation : 2.5 m³/s, 3.5 m³/s en été). Le débit est naturel en aval de la restitution, à la centrale de Hauterive, sur le linéaire comportant les stations BSA 607, BSA 608, BSA 609.

A l'entrée de la ville de Fribourg, le barrage de la Maigrauge turbine les eaux pour la production hydroélectrique (concession avec échéance en 2084, lac de Pérolles). Le déficit hydrologique en aval est du même ordre que celui vu en amont, soit < 50 % du Q_{347} (dotation : 4 m³/s). La station BSA 610 se situe dans le tronçon à débit résiduel, alors que BSA 611 se localise en aval de la restitution (débit naturel).

3.2.4. Ecomorphologie, aménagement du lit

Le bassin versant de la Basse Sarine n'a pas fait l'objet de relevés selon la méthode d'analyse « Ecomorphologie niveau R » par le canton. Le cours de la Basse Sarine est très naturel, et ne présente des stabilisations ou des berges aménagées uniquement dans la traversée de Fribourg. La morphologie des stations a été saisie dans les fiches de synthèses (voir Annexe 1).

3.3. Atteintes observées sur le terrain

Les relevés de terrain fournissent des indications sur l'état des stations.

Station	Rivière	Morphologie	Caractéristique / type d'atteinte	Influence de STEP / autre
612	R. de la Verasse	Naturelle	Pâturages, champs - Forêts feuillus	
600	Basse Sarine	Naturelle	Forêts mixtes RG Barrage de Rossens (débit dotation : 2.5 m ³ /s - 3.5 m ³ /s)	
613	R. des Arvagnys	Naturelle	Pâturages - Forêts mixtes	
614	R. de Chambéroz	Naturelle	Pâturages - Prairie de fauche	
601	Basse Sarine	Naturelle	Forêts mixtes Tronçon à débit résiduel	-
602	Basse Sarine	Naturelle	Forêts mixtes Tronçon à débit résiduel	Corpataux
615	R. d'Arconciel	Naturelle	Champs – Forêts mixtes - Village	-
603	Basse Sarine	Naturelle	Pâturages – Champs - Forêts mixtes Tronçon à débit résiduel	-
604	Basse Sarine	Naturelle	Pâturages - Forêts mixtes Tronçon à débit résiduel	-
605	Basse Sarine	Naturelle	Pâturages – Forêts alluviales Tronçon à débit résiduel	-
606	Basse Sarine	Naturelle	Pâturages – Champs – Forêts de feuillus - Falaise Tronçon à débit résiduel	Posieux
607	Basse Sarine	Naturelle	Forêts mixtes - Champs Restitution Rossens / débit naturel	Décharge Pila + divers rejets
608	Basse Sarine	Naturelle	Forêts mixtes - Village Restitution (débit naturel)	Marly
609	Basse Sarine	Naturelle	Pâturages - Cordons feuillus - Falaise Restitution (débit naturel)	-

Station	Rivière	Morphologie	Caractéristique / type d'atteinte	Influence de STEP / autre
610	Basse Sarine	Naturelle	Pâturages - Forêts de feuillus Barrage de Maigrage (débit dotation : 4 m ³ /s)	-
611	Basse Sarine	Berges aménagées	Ville de Fribourg Restitution (débit naturel)	-

Tableau 3 : Observations effectuées sur les stations lors des reconnaissances et prélèvements IBGN.

La qualité écomorphologique des stations est excellente puisqu'une seule est contrainte ; il en ressort donc que :

- 15 stations (94 %) sont naturelles ; elles ne présentent aucune stabilisation ou aménagement (ou très anciens et hors lit mineur) ;
- 1 station présente des stabilisations de berges (traversée de Fribourg).

4. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX

4.1. Résultats

Seuls les principaux paramètres caractérisant la charge organique de l'eau ont été retenus pour l'interprétation des données biologiques (voir Annexe 1, synthèse par station). Les autres paramètres sont rapidement commentés dans les paragraphes qui suivent. Le Tableau 4 présente la plupart d'entre eux et donne leur classe de qualité selon l'OFEV (2004). Pour faciliter la compréhension du bassin versant et l'intégration de l'évolution spatiale, les stations apparaissent dans un ordre amont-aval, en insérant les affluents selon leur influence géographique.

Stations	Rivière	DOC	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-tot	P-PO4
		[mg C/l]	[mg N/l]	[mg N/l]	[mg N/l]	[mg P/l]	[mg P/l]
612	R. de la Verasse	2.0	2.4	0.030	0.15	0.09	0.05
613	R. des Arvagnys	2.0	3.8	0.013	0.06	0.03	0.02
614	R. de Chambéroz	2.9	4.4	0.014	0.07	0.06	0.04
603	Basse Sarine	2.5	1.0	0.004	0.05	0.01	0.01
605	Basse Sarine	2.1	1.0	n.d.	0.04	0.01	n.d.
607	Basse Sarine	2.3	0.84	0.00	0.06	0.01	< 0.006
608	Basse Sarine	2.4	0.73	n.d.	0.03	0.01	n.d.
611	Basse Sarine	2.8	0.97	0.004	0.04	0.02	n.d.

Légende :

	Très bon		Moyen
	Bon		Médiocre
			Mauvais

Tableau 4 : Résultats obtenus sur le bassin versant de la Basse Sarine (21 nov. 2008) et qualité physico-chimique selon le « module chimie » de l'OFEV (2004) ; chlorures < 10 mg/l sauf pour BSA-CHA 614 et BSA-ARV 613 et température < 10 °C ; n.d. : concentration non détectée.

4.2. Interprétation

Les analyses ont été pratiquées sur un échantillon moyen représentatif d'une situation ponctuelle et ne donnent pas une image synthétique (ou image « moyennée ») de la qualité physico-chimique des milieux.

- Température

Les prélèvements ont été effectués en automne (mi-novembre 2008). Les températures relevées dans les 16 stations étaient toutes inférieures à 10 °C.

- Conductivité

La conductivité dépend de la composition chimique des eaux. En tête de réseau hydrographique, elle résulte de la nature géologique du bassin versant et des apports d'eau (ruissellement des eaux de pluie, fonte des neiges et des glaciers). La conductivité augmente ensuite naturellement d'amont en aval, par enrichissement minéral et organique. Cette évolution est peu visible sur la Basse Sarine. Dès l'amont les eaux sont fortement minéralisées selon NISBET et VERNEAUX (1970) puis les valeurs varient très peu d'une station à l'autre (entre 418 et 435 $\mu\text{S/cm}$). La minéralisation des affluents est quant à elle très élevée (> 600 $\mu\text{S/cm}$), toujours supérieures à celle rencontrée dans la Basse Sarine. Le maximum est rencontré sur le ruisseau de Chambéroz (BSA-CHA 614), avec une conductivité de 670 $\mu\text{S/cm}$.

- pH

Le pH est très constant sur l'ensemble du bassin versant, légèrement alcalin (entre 8.1 et 8.3).

- Oxygène dissous

Pour les stations situées sur les affluents, le taux en oxygène dissous est assez proche de la saturation (entre 94 % et 98 %, soit 9.9 à 10.6 mg/l). Les eaux de la Basse Sarine sont légèrement moins oxygénées (87 % à 95 % soit 9.4 et 10.5 mg/l), le minimum étant observé sur la station BSA 607. La situation reste toutefois très bonne dans son ensemble.

- Matières en suspension (MES)

Les concentrations en matières en suspension sont très faibles. Le maximum est relevé sur la station aval de la Basse Sarine (BSA 611) avec 7 mg/l.

Station	Rivière	MES [mg/l]
		[mg P/l]
612	R. de la Verasse	5
613	R. des Arvagnys	2
614	R. de Chambéroz	5
603	Basse Sarine	3
605	Basse Sarine	5
607	Basse Sarine	5
608	Basse Sarine	4
611	Basse Sarine	7

Tableau 5 : Concentrations en MES obtenus sur le bassin versant de la Basse Sarine (novembre 2008).

- Calcium

Les concentrations en calcium sont toujours supérieures à 70 mg/l (entre 78.1 et 131 mg/l), révélant des eaux moyennes à riches vis-à-vis de ce paramètre. Les valeurs les plus élevées sont observées sur les affluents, notamment le ruisseau de la Verasse et le ruisseau de Chambéroz avec 131 mg/l.

- Magnésium

Les valeurs trouvées dans le bassin versant sont toutes relativement proches, les moins élevées étant observées sur la Basse Sarine et le ruisseau de la Verasse (entre 7.3 et 8.3 mg/l). Sur les ruisseaux de Chambéroz et des Arvagnys, la concentration en Magnésium est légèrement plus élevée, respectivement de 12.2 et 12.4 mg/l.

- Chlorures

A l'instar du Magnésium, les chlorures sont en faible quantité, particulièrement sur la Basse Sarine et le ruisseau de la Verasse (entre 4.1 et 7.7 mg/l). Ils sont en quantité légèrement supérieure sur les deux autres affluents (11.8 mg/l sur ruisseau de Chambéroz et 13.7 mg/l sur le ruisseau des Arvagnys).

La concentration en chlorures est prise en compte pour apprécier la toxicité des nitrites (voir paragraphe plus bas). Sachant qu'ils sont souvent liés à des rejets de STEP, il apparaît que les 3 STEP qui se rejettent dans la Basse Sarine ne se marquent pas sur les concentrations en chlorures.

- Dureté totale

Elle est comprise entre 4.5 meq/l (Basse Sarine BSA 608) et 7.6 meq/l (ruisseau de Chambéroz BSA-CHA 614), ce qui correspond à des eaux dures à extrêmement dures.

- Demande chimique en oxygène (DCO)

Elle est toujours inférieure à 15 mg/l. Bien que les dosages dans le milieu récepteur comportent une certaine imprécision (dilution trop importante de la matière organique oxydable, raison pour laquelle les analyses sont surtout effectuées sur les effluents), ces concentrations ne permettent pas de suspecter de rejets polluants.

- Carbone Organique Dissous (DOC)

Le DOC se classe en bonne qualité sur toutes les stations (voir Tableau 4). Le maximum est enregistré sur le ruisseau de Chambéroz (BSA-CHA 614) avec une concentration de 2.9 mg/l, et respecte l'exigence de l'OEaux (bonne qualité jusqu'à 4 mg/l). La charge en carbone organique est donc peu élevée.

- Formes azotées (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-)

- NH_4^+ (ammonium)

Au regard des classes établies dans le module chimie de l'OFEV (avec température des eaux inférieure à 10 °C), ce paramètre apparaît toujours en très bonne qualité (voir Tableau 4) ; seule la station BSA-VER 612 sur le ruisseau de la Verasse présente une concentration légèrement supérieure mais se classe cependant en bonne qualité.

- NO_2^- (nitrites)

Les nitrites sont la forme intermédiaire de l'oxydation des NH_4^+ en NO_3^- .

L'EAWAG (1991) détermine pour les eaux courantes des valeurs limites en nitrites en tenant compte de la concentration en chlorures (Cl^-), car la toxicité des nitrites diminue en présence de chlorures. Le module chimie propose donc d'adapter les classes de qualité en fonction de la teneur en chlorures :

- pour $\text{Cl}^- < 10$ mg/l, classement décalé d'une classe vers le haut (moins bonne qualité, car toxicité un peu plus élevée) ;
- pour Cl^- entre 10-20 mg/l ou Cl^- non inconnu, application des classes telles que proposées ;
- pour $\text{Cl}^- > 20$ mg/l, classement décalé d'une classe vers le bas (meilleure qualité, toxicité plus faible en présence de Cl^-).

Sur le bassin versant de la Basse Sarine, les concentrations en chlorures sont presque toujours inférieures à 10 mg/l (voir paragraphe spécifique aux chlorures). A cette concentration, le module chimie propose un objectif de qualité de 0.02 mg/l N-NO₂⁻. Comme pour l'ammonium, l'ensemble des stations sont en très bonne qualité, à l'exception de BSA-VER 612, où la concentration en nitrites (0.03 mg/l N) dépasse l'objectif légal et classe la station en qualité moyenne.

- **NO₃⁻** (nitrates)

Les nitrates sont la forme finale de l'oxydation de l'ammoniac. Toutes les stations (voir Tableau 4) montrent des concentrations inférieures à l'objectif fixé par l'OEaux (5.6 mg N/l) ; leur qualité est systématiquement considérée comme bonne (affluents) ou très bonne (Basse Sarine).

Sur l'ensemble du bassin versant, la charge azotée est donc faible. Seules les stations situées sur les affluents à l'amont du bassin versant présentent des concentrations un peu plus élevées, en particulier sur le ruisseau de la Verasse (BSA-VER 612). Cette dernière étant située en zone de pâturages, des apports polluants d'origine agricole peuvent être suspectés.

- Phosphore (PO₄³⁻, Ptot)

- **PO₄³⁻** (orthophosphates)

Les concentrations en orthophosphates sont peu élevées sur l'ensemble du bassin versant. Elles dépassent toutefois le seuil de bonne qualité sur deux stations : sur le ruisseau de la Verasse (BSA-VER 612) et le ruisseau de Chambéroz (BSA-CHA 614). Ces stations se classent en qualité moyenne (voir Tableau 4).

- **Ptot** (phosphore total)

Le phosphore total quantifie à la fois le phosphore d'origine anthropique (orthophosphates) et celui d'origine naturelle lié aux particules minérales. Contrairement aux orthophosphates, le phosphore particulaire n'est pas directement assimilable par les végétaux.

Le Ptot est plus élevé (qualité moyenne) sur le ruisseau de la Verasse (BSA-VER 612), alors que la quantité de MES est faible. L'ensemble des autres stations se classent en qualité bonne ou très bonne pour la Basse Sarine (voir Tableau 4).

Conclusion

De manière générale, les relevés physico-chimiques effectués en 2008 sur la Basse Sarine et ses affluents démontrent une bonne qualité des eaux pour la plupart des paramètres analysés. Quelques dépassements par rapport au seuil de bonne qualité fixé par l'OEaux sont toutefois observés, notamment à l'amont du bassin versant sur les affluents de la Basse Sarine. Les ruisseaux de la Verasse (BS-VER 612) et de Chambéroz (BSA-CHA 614) reçoivent vraisemblablement des apports d'origine agricole.

5. QUALITE BIOLOGIQUE

5.1. Composantes de l'environnement

Station	Rivière	Nombre substrats	Substrat dominant	État des substrats	Algues filament.	Végétation
612	R. Verasse	7	Blocs - Cailloux et galets - Sable et limon	Léger ensablement	oui	Bryophytes (rares)
600	Basse Sarine	5	Blocs - Cailloux, galets	Léger ensablement	oui	Bryophytes (rares)
613	R. Arvagnys	7	Cailloux et galets	-	oui	Bryophytes (rares) Spermaphytes immergés
614	R. Chambéroz	6	Cailloux et galets - Gravier	-	-	Bryophytes Spermaphytes immergés
601	Basse Sarine	5	Cailloux, galets	-	oui	Bryophytes (rares)
602	Basse Sarine	6	Cailloux, galets	-	oui	Bryophytes (rares)
615	R. Arconciel	5	Blocs - Cailloux, galets	-	-	Bryophytes (rares)
603	Basse Sarine	6	Cailloux, galets	-	oui	Bryophytes (rares) Spermaphytes immergés
604	Basse Sarine	7	Cailloux, galets	-	oui	Bryophytes (rares) Spermaphytes immergés
605	Basse Sarine	5	Cailloux, galets - Gravier	-	oui	Bryophytes (rares)
606	Basse Sarine	6	Cailloux, galets	-	oui	Bryophytes (rares) Spermaphytes immergés
607	Basse Sarine	6	Cailloux, galets - Gravier	-	oui	Bryophytes (rares)
608	Basse Sarine	6	Cailloux, galets	-	oui	Bryophytes (rares)
609	Basse Sarine	5	Cailloux, galets – Sable et limon	-	oui	-
610	Basse Sarine	5	Blocs - Cailloux, galets	Léger ensablement	oui	-
611	Basse Sarine	5	Cailloux, galets - Gravier	Léger ensablement	oui	-

Légende : substrats : 9 au maximum selon méthode IBGN - MES = matière en suspension – MO = matière organique – Phanéro = phanérogames

Tableau 6 : Principales caractéristiques des stations du bassin versant de la Basse Sarine (2008).

Les prélèvements de faune benthique ont été réalisés en 2008, en novembre (les 10, 17 et 18). La diversité des substrats (Tableau 6) varie entre 5 et 7 classes, le nombre de substrats théoriques étant de 9 classes, voire 10 avec les algues. La diversité peut être considérée comme moyenne à bonne. Les substrats dominants sont les cailloux et galets. Des blocs s'observent sur les stations BSA 600 et BSA 610, ainsi que sur les ruisseaux de la Verasse et d'Arconciel. Des graviers sont aussi observés sur la majorité des stations, mais ils ne sont pas dominant.

L'ensablement des substrats étaient localement légers et le colmatage nul.

Des bryophytes sont présentes sur une grande partie des stations, mais sont généralement rares au sein de la station. Des algues filamenteuses se développent dans toutes les stations, mais restent peu abondantes. Elles sont absentes des ruisseaux de Chambéroz et d'Arconciel.

5.2. Faune benthique échantillonnée

La liste faunistique figure en Annexe 2.

• Composition faunistique du peuplement benthique

La composition taxonomique varie d'une station à l'autre, en fonction des conditions du milieu. Si certains groupes se retrouvent fréquemment et en abondance, d'autres sont sporadiques.

Notons que plusieurs familles de plécoptères sont présentes sur le bassin versant : les Perlidae, Perlodidae, Leuctridae et les Nemouridae

Taxons peu fréquents et le plus souvent peu abondants, voire rares

Un grand nombre de taxons (27, soit 55 %) ne sont présents que dans quelques stations (1 à 4). Parmi eux, plus de la moitié montre une abondance très faible (≤ 5 ind.) : les Perlidae, Nemouridae, Éphéméridae, Glossosomatidae, Hydrophilidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Halipidae, Hydraenidae, Helodidae, Anthomyidae, Empididae, Scatophagidae, Agriotypidae, Dreissenidae, Dendrocoelidae, Dugesidae, Spheceriidae et Nematelminthes.

Perlodidae, Leuctridae, Ephéméridae, Hydroptilidae, Polycentropidae, Sericostomatidae, Ceratopogonidae, Psychodidae, Ancyliidae et Glossiphonidae sont présents en plus grand nombre, bien que toujours assez restreint.

Quelques taxons se rencontrent dans un plus grand nombre de stations, mais non la majorité, comme les Goeridae, Athericidae, Tipulidae ou Erpobdellidae. Les Athericidae sont représentés par un total de 51 individus sur l'ensemble du bassin versant, distribué sur 7 stations dont une totalise 42 ind.).

Taxons ubiquistes, distribués dans la plupart des stations et bien représentés en nombre d'individus

Hydropsychidae, Limnephilidae, Rhyacophilidae, Baetidae, Heptageniidae, hironomidae, Limoniidae, Simuliidae, Gammaridae, Planariidae et Oligochètes sont présents en nombre important sur la plupart des stations échantillonnées. Ces familles ou groupes s'adaptent facilement aux variations des paramètres biotiques et abiotiques du milieu et leurs exigences moins élevées vis-à-vis de la qualité du milieu expliquent leur large répartition et leur abondance souvent supérieure.

Les proliférations sont rares, seuls les Gammaridae montrent une abondance dépassant 1'000 individus sur une même station.

Taxons présents uniquement sur les stations amont

Les Polycentropidae, Sericostomatidae et Psychodidae, déjà rares sur la partie amont du Bassin versant, disparaissent complètement à l'aval.

Taxons présents surtout sur les stations en aval

Plusieurs taxons colonisent préférentiellement l'aval du bassin versant, comme les Perlodidae, Asellidae et les Ancyliidae.

Taxons présents uniquement sur la Basse Sarine

De nombreux taxons ne se rencontrent que sur la Basse Sarine et non sur ses affluents. Il s'agit notamment des Perlidae, Perlodidae, Goeridae, Ephéméridae, Heliodidae, Hydraenidae, Dreissenidae, Limnaeidae et Dugesidae.

Taxons présents essentiellement sur les affluents

A l'inverse, quelques taxons, plus rares, ne sont rencontrés que sur certains affluents (ou en densité nettement plus élevée), du fait de conditions particulières de substrats et de faciès (notamment en termes de vitesses d'écoulement). Il s'agit entre autre des Ephemerelellidae et Hydrophilidae.

Les stations caractérisées par un GI 9 (taxons les plus sensibles), sont situées sur la partie aval de la Basse Sarine, qui, en outre, présente une diversité taxonomique plus élevée que ses affluents.

5.3. Résultats liés à l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)

Station	Rivière	Abondance (4/10 m ²)	Abondance (au m ²)	Diversité taxonomique	GI	Note IBGN	Qualité selon norme
612	R. Verasse	1173	2933	22	7	13	satisfaisante
600	Basse Sarine	1439	3598	21	5	11	moyenne
613	R. Arvagnys	516	1290	17	2	12	moyenne
614	R. Chambéroz	898	2245	15	4	8	médiocre
601	Basse Sarine	824	2060	23	7	13	satisfaisante
602	Basse Sarine	661	1653	16	7	11	moyenne
615	R. Arconciel	913	2283	12	4	7	médiocre
603	Basse Sarine	761	1903	21	7	13	satisfaisante
604	Basse Sarine	1165	2913	22	7	13	satisfaisante
605	Basse Sarine	1312	3280	24	7	13	satisfaisante
606	Basse Sarine	1106	2765	20	7	12	moyenne
607	Basse Sarine	1438	3595	19	6	11	moyenne
608	Basse Sarine	1075	2688	18	9	14	satisfaisante
609	Basse Sarine	786	1965	16	5	9	moyenne
610	Basse Sarine	778	1945	16	9	13	satisfaisante
611	Basse Sarine	270	675	13	2	6	médiocre

Légende : GI = Groupe indicateur

Tableau 7 : Résultats obtenus avec l'IBGN sur le bassin versant de la Basse Sarine (novembre 2008).

• Abondance totale

Le nombre total d'individus (Tableau 7) varie entre 170 (BSA 611) et 1'439 (BSA 607). L'abondance moyenne est d'environ 945 individus (soit un peu plus de 2'350 ind/m²).

Le graphique en Figure 2 montre que l'abondance varie fortement d'une station à l'autre :

- Elle décroît sur la Basse Sarine entre l'amont et la station BSA 602, augmente presque régulièrement jusqu'à la station BSA 607 (abondance la plus élevée du bassin versant), puis montre une nette diminution sur l'aval, avec un minimum atteint sur la station BSA 611 ;
- L'abondance relevée sur le ruisseau de la Verasse (BSA-VER 612) correspond à un peuplement bien représenté en nombre d'individus, mais reste en deçà des densités rencontrées sur certaines stations de la Basse Sarine ;
- Le ruisseau des Arvagnys (BSA-ARV 613) présente une abondance modérée ; il s'agit de la densité la plus faible rencontrée sur les affluents ;
- Sur les ruisseaux de Chambéroz (BSA-CHA 614) et d'Arconciel (BSA-ARC 615), l'abondance se rapproche de celle relevée sur le ruisseau de la Verasse, mais reste légèrement plus faible.

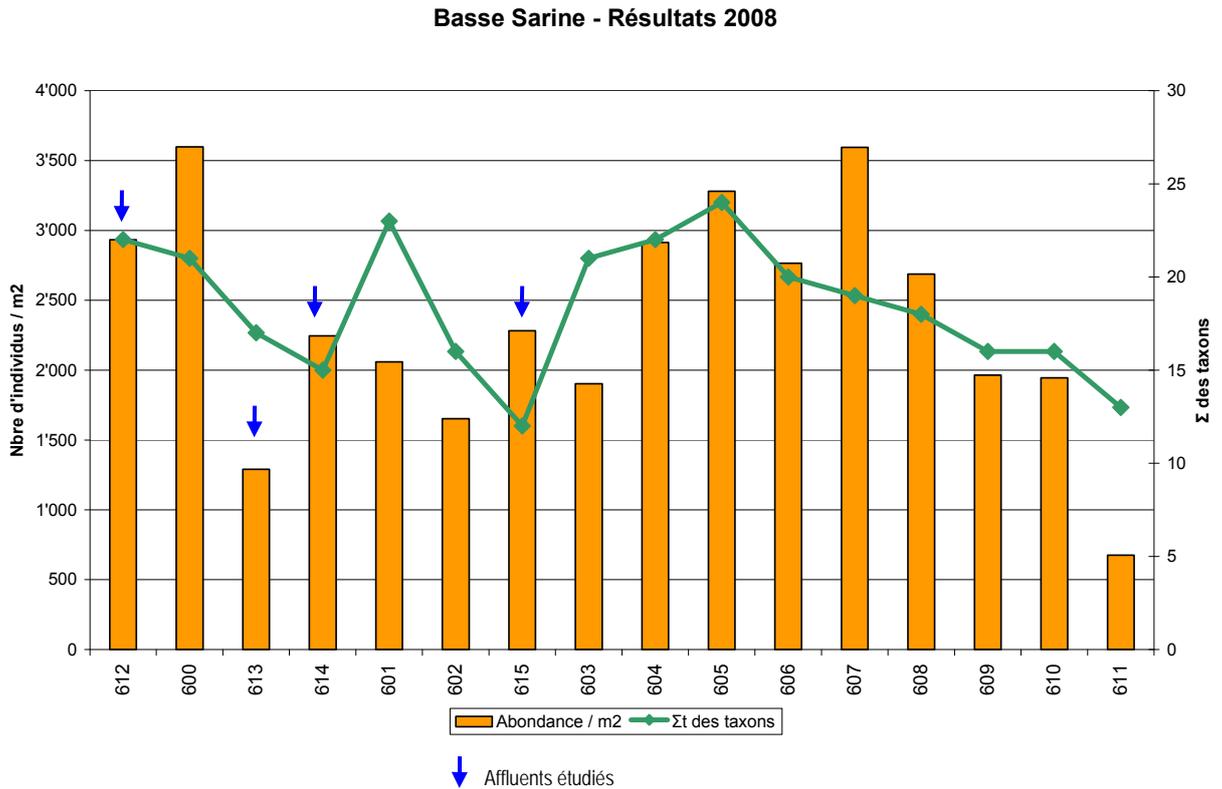


Figure 2 : Abondance (individus/m²) et diversité taxonomique (bassin versant de la Basse sarine).

- **Abondance (nombre d'individus) par taxon**

Les taxons les plus abondants (nombre total d'individus recensés dans le bassin versant) sont par ordre d'importance :

- les Gammaridae, avec plus de 7'650 individus ;
- les Baetidae, avec un peu moins de 1'800 individus ;
- Les Chironomidae qui comptent plus de 1'500 individus ;
- les Oligochètes, proches de 750 individus ;

Ces chiffres sont assez faibles en regard des densités rencontrées sur la Sionge (étude menée en parallèle de la Basse Sarine, en 2008).

- **Diversité taxonomique (nombre de taxons) d'après la méthode utilisée (IBGN)**

Un total de 49 taxons (familles pour la plupart) a été recensé dans le bassin versant de la Basse Sarine en 2008. La diversité taxonomique des stations (voir Tableau 7 et Figure 2) varie entre 24 (stations BSA 605) et 12 taxons (BSA-ARC 615). La diversité moyenne est légèrement supérieure à 18 taxons sur l'ensemble du bassin versant.

- **Groupe indicateur (GI)**

La définition du groupe indicateur est donnée dans le rapport méthodologique général.

Il se situe entre 2 et 9 (le maximum de 9 étant atteint uniquement sur 2 stations). Malgré des extrêmes plus marqués, il s'agit en moyenne d'un résultat relativement comparable à celui obtenu sur le bassin versant de la Sionge en 2008 où l'ensemble des stations présentaient un GI compris entre 4 et 8.

- **Note IBGN**

Les notes IBGN (voir Tableau 7) obtenues sur le bassin versant de la Basse Sarine (rappelons que la note maximale est de 20) se répartissent comme suit (voir Figure 3) :

- 7 stations obtiennent une « qualité satisfaisante » (44%) ;
- 6 stations possèdent une « qualité moyenne » (38%) ;
- 3 stations se classent en « qualité médiocre » (19%).

Aucune note ne se situe dans les catégories « bonne ou mauvaise » qualités.

La note moyenne calculée pour l'ensemble du bassin est de 11.2 ; la qualité biologique globale du bassin versant se situe donc en catégorie « moyenne ».

- **Conclusion**

Le bassin versant de la Basse Sarine montre une qualité globale « moyenne », avec une majorité des stations (9/16) se classant dans cette catégorie et en qualité « médiocre ». La confrontation de ce résultat avec les résultats physico-chimiques, les composantes de l'environnement et la morphologie des stations amènent les commentaires suivants :

- Les résultats physico-chimiques (qui dans cette campagne ne s'attachent pas aux micropolluants) indiquent une qualité des eaux bonne à très bonne sur l'ensemble des stations à quelques exceptions près ; mais ce ne sont pas les stations affichant des concentrations plus élevées (notamment la station BSA 612) qui montrent les moins bonnes qualité biologique ; une corrélation est donc difficile à mettre en évidence ; elle pourrait expliquer partiellement la dégradation sur BSA 614 classée en qualité médiocre et dans laquelle des apports en orthophosphates sont visibles ; la bonne structuration écomorphologique du réseau hydrographique dans son ensemble laisserait supposer une autoépuration suffisante et une « résistance » de la faune benthique à des apports polluants en quantité modérée ; relevons que les rejets industriels (décharge de la Pila et autres) ne se marquent pas sur les paramètres courants ;
- La morphologie de la Basse Sarine et des affluents étudiés est pratiquement toujours naturelle (mis à part la Sarine dans Fribourg sur la station BSA 611 qui affiche effectivement une qualité « médiocre » avec un GI extrêmement bas de 2) ; de même, les stations ne présentent pas de colmatage ou d'ensablement particulier ; or, les notes IBGN ne traduisent pas cette bonne qualité écomorphologique des stations ; d'autres facteurs influencent donc négativement la qualité biologique ;
- Les rejets de STEP pourraient en partie expliquer les moins bonnes qualités trouvées sur BSA 606 et 607 (en aval de la STEP de Posieux) et sur BSA 609 (en aval de la STEP de Marly, sachant cependant que la station immédiatement en aval, BSA 608, apparaît en qualité « satisfaisante » ;
- Les perturbations hydrologiques (réduction des débits, restitutions modifiant le régime des températures) semblent être l'explication la plus plausible vis-à-vis des dégradations enregistrées sur la Basse Sarine ; par contre, la qualité moyenne ou médiocre des trois affluents (ruisseaux d'Arvagyns, de Chambéroz et d'Arconciel) ne trouve pas d'interprétation probante.

- **Résultats par stations**

Les résultats pour chaque station sont détaillés dans les fiches de synthèses (voir Annexe 1, 16 fiches). Outre les éléments obtenus en 2008, les fiches comportent les résultats antérieurs acquis en 1983 et 1991, permettant ainsi une comparaison et une analyse de l'évolution de la qualité (voir chapitre suivant).

Campagne 2008 - La Basse Sarine

Qualité biologique selon IBGN

- Bon
- Satisfaisant
- Moyen
- Médiocre
- Mauvais

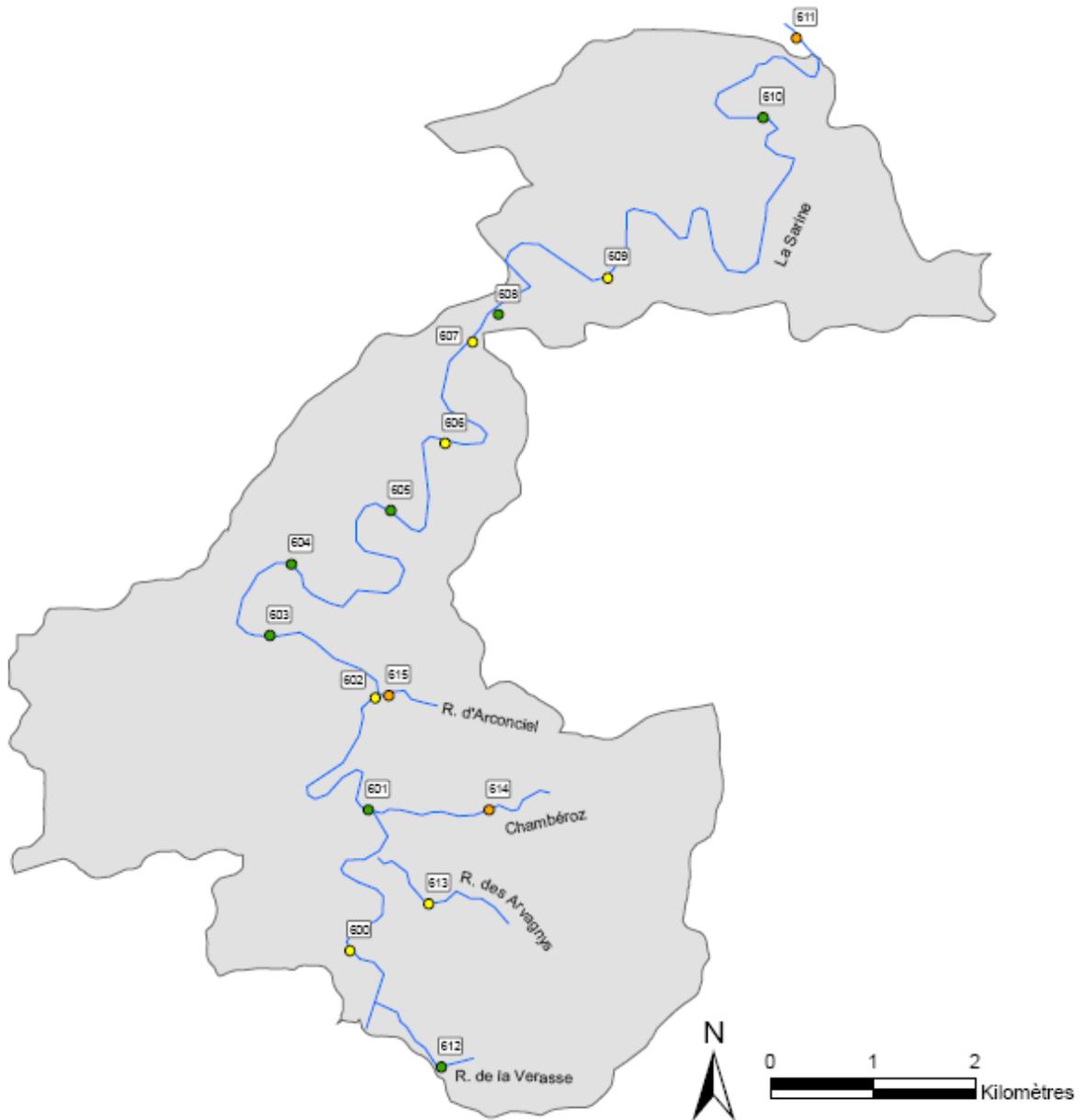
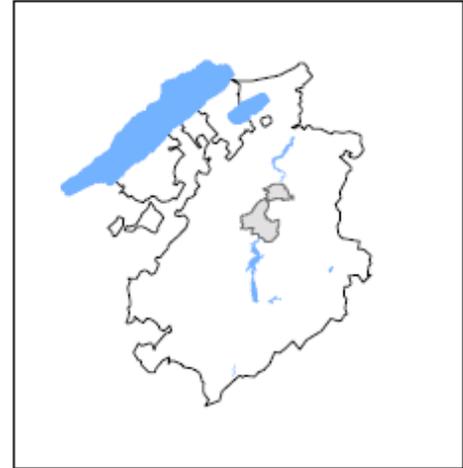


Figure 3 : Bassin versant de la Sarine qualification des stations avec les notes IBGN (2008).

6. COMPARAISON AVEC LES RESULTATS ANTERIEURS – EVOLUTION DE LA QUALITE DE LA JOGNE DEPUIS 1983

6.1. Résultats physico-chimiques (1983-2008)

Les résultats physico-chimiques des principaux paramètres sont synthétisés dans le Tableau 8. Ils permettent de voir l'évolution de la qualité des eaux au cours des 25 dernières années. Soulignons que les résultats concernent un prélèvement sur 24 h représentatif d'une situation ponctuelle. Il ne s'agit pas d'un suivi en continu sur lequel pourraient être effectuées des moyennes et études statistiques.

		P-PO ₄ [mg P/l]	P-tot [mg P/l]	N-NO ₃ [mg N/l]	N-NO ₂ [mg N/l]	N-NH ₄ [mg N/l]	DOC [mg C/l]	MES [mg/l]
603	1983	0.05	0.08	0.2	< 0.02	0.03	2.6	0.8
	1991	< 0.01	0.02	1.0	0.020	0.03	2.0	5.0
	2008	0.01	0.01	1.0	0.004	0.05	2.5	3.0
605	1983	0.04	0.05	0.1	< 0.02	< 0.02	3.6	1.0
	1991	0.03	0.03	1.1	0.020	0.02	1.6	13.0
	2008	n.d.	0.01	1.0	n.d.	0.04	2.1	5.0
607	1983	0.03	0.05	0.3	< 0.02	< 0.02	2.3	1.4
	1991	< 0.01	0.02	0.7	< 0.01	< 0.01	1.9	9.0
	2008	< 0.006	0.01	0.8	0.000	0.06	2.3	5.0
608	1983	0.03	0.04	0.1	< 0.02	0.02	2.2	1.0
	1991	0.02	0.05	1.3	0.080	0.08	2.4	8.0
	2008	n.d.	0.01	0.7	n.d.	0.03	2.4	4
611	1983	0.06	0.09	0.1	< 0.02	0.05	3.2	7.6
	1991	0.02	0.04	1.6	0.020	0.02	2.0	4.0
	2008	n.d.	0.02	1.0	0.004	0.04	2.8	7
612	1983	0.20	0.31	0.4	0.030	0.03	2.8	2.0
	1991	0.04	0.09	3.2	0.050	0.05	3.0	1.0
	2008	0.05	0.09	2.4	0.030	0.15	2.0	5
613	1983	0.15	0.26	0.7	0.040	0.04	2.2	2.6
	1991	< 0.01	0.05	3.8	0.020	0.02	1.1	2.0
	2008	0.02	0.03	3.8	0.013	0.06	2.0	2
614	1983	0.58	1.17	0.9	< 0.02	0.30	3.7	2.6
	1991	0.05	0.07	3.3	0.170	0.17	4.0	1.0
	2008	0.04	0.06	4.4	0.014	0.07	2.9	5

Classes d'interprétation selon « module chimie » de l'OFEFP		Très bon		Moyen
		Bon		Médiocre
				Mauvais

Tableau 8 : Résultats physico-chimiques des principaux paramètres étudiés entre 1983 et 2008 (avec température eau > 10°C en 1983 et 1991 et < 10°C 2008) ; n.d. : concentration non détectée..

En 1983, la majorité des stations montraient des dépassements vis-à-vis du phosphore total, des orthophosphates (qualité moyenne, médiocre, voire mauvaise). Ponctuellement, les concentrations en nitrites, ammonium et DOC sont aussi au dessus des objectifs de l'OEaux. La station du ruisseau de la Verasse (BSA-VER 612) se classait en qualité médiocre pour l'ammonium, de même que celle du ruisseau de Chambéroz (BSA-CHA 614) pour les nitrites.

En 1991, pour le phosphore, seuls les deux points situés sur le ruisseau de la Verasse (BSA-VER 612) et le ruisseau de Chambéroz (BSA-CHA 614) sont en qualité moyenne. Par contre la charge azotée s'était nettement accrue, avec des dépassements presque systématiques pour les nitrites.

Les résultats de 2008 montrent une amélioration globale pour l'ensemble des paramètres.

Phosphore total et orthophosphates restent toutefois encore trop élevés sur le ruisseau de la Verasse (BSA-VER 612) et le ruisseau de Chambéroz (BSA-CHA 614). L'évolution du phosphore indique une diminution constante des concentrations.

Pour l'azote, les différentes formes (nitrates, nitrites et ammonium) indiquent une faible charge en 2008 dans le milieu avec peu de nitrites et d'ammonium, à l'exception du ruisseau de la Verasse (BSA-VER 612), qui présente toujours une concentration en nitrites largement supérieure à l'objectif légal. La charge azotée qui s'était nettement accrue en 1991, présente en 2008 des concentrations plus faibles que celle rencontrées en 1983.

L'ensemble des résultats physico-chimique montre que la qualité s'est améliorée, et qu'elle est actuellement satisfaisante, à quelques exceptions près.

6.2. Qualité biologique

L'abondance (voir Figure 4) relevée en 1983 (316 individus/m²) a nettement augmenté en 1991 (1'045 individus/m²), puis en 2008, où elle atteint 2'361 individus/m². L'étude méthodologique comparative menée sur l'Arbogne (3 stations sur lesquelles ont été effectués l'Ib et l'IBGN) a mis en évidence qu'avec l'IBGN, l'abondance est 2 à 4 fois supérieure à l'Ib (voir rapport spécifique « Approche et méthodologie générale »). Ceci pourrait expliquer l'augmentation observée entre 1991 et 2008, mais celle apparue entre les deux premières campagnes est induite par d'autres facteurs qu'il est difficile de connaître sans analyses plus poussées du peuplement et des méthodes de récolte. Des proliférations sont nettement mises en évidence (2 stations montrent d'ailleurs une abondance plus élevée qu'en 2008, BSA 602 et BSA 608, en aval du rejet de la STEP de Marly). Des apports polluants ou dysfonctionnement peuvent en être l'origine.

La notes biologiques obtenues en 1983 et 2008 (courbes, voir Figure 5 et Tableau 9) sont relativement proches en termes de tendances, avec des fluctuations de moins bonne ou meilleure qualité aux mêmes stations. Par contre, les résultats de 1991, en moyenne meilleurs que ceux obtenus en 1983 (moyenne des notes IBGN respectivement de 7.4 et 6.4), diffèrent plus. La campagne 2008 montre à l'exception de deux stations (BSA 602 et BSA-ARC 615), une amélioration uniforme de la qualité, qui se traduit sur la moyenne IBGN de 11.2. Une station de la Basse Sarine présente une moins bonne qualité qu'en 1983 : celle la plus en aval (BSA 611).

Quelques remarques plus précises peuvent être émises :

- Pour les 3 campagnes, la qualité biologique sur le ruisseau de Chambéroz (BSA-CHA 614) et le ruisseau d'Arconciel (BSA-ARC 615) montre les mêmes dégradations, avec des qualités mauvaises ou médiocres ;
- Une grande partie des stations se sont améliorées entre 2008 ; les trois stations présentant des notes inférieures aux campagnes précédentes, conservent pour deux d'entre elles leur classe de qualité (médiocre) ; par contre, la station BSA 602, jugée satisfaisante en 1991, devient moyenne en 2008 (note passant de 13 à 11) ;
- Basse Sarine et affluents (à l'exception du ruisseau d'Arconciel, BSA-ARC 615) ont accru leur note IBGN entre 1991 et 2008, avec un gain avoisinant les 4 points (calcul basé sur la note moyenne, avec + 3.8 pour la Basse Sarine et + 4.5 pour les affluents) ; les ruisseaux de la Verasse (BSA-VER 612) et des Arvignys (BSA-ARV 613), tous deux en qualité mauvaise en 1991, présentent l'amélioration la plus notable (respectivement + 10 et + 8 points).

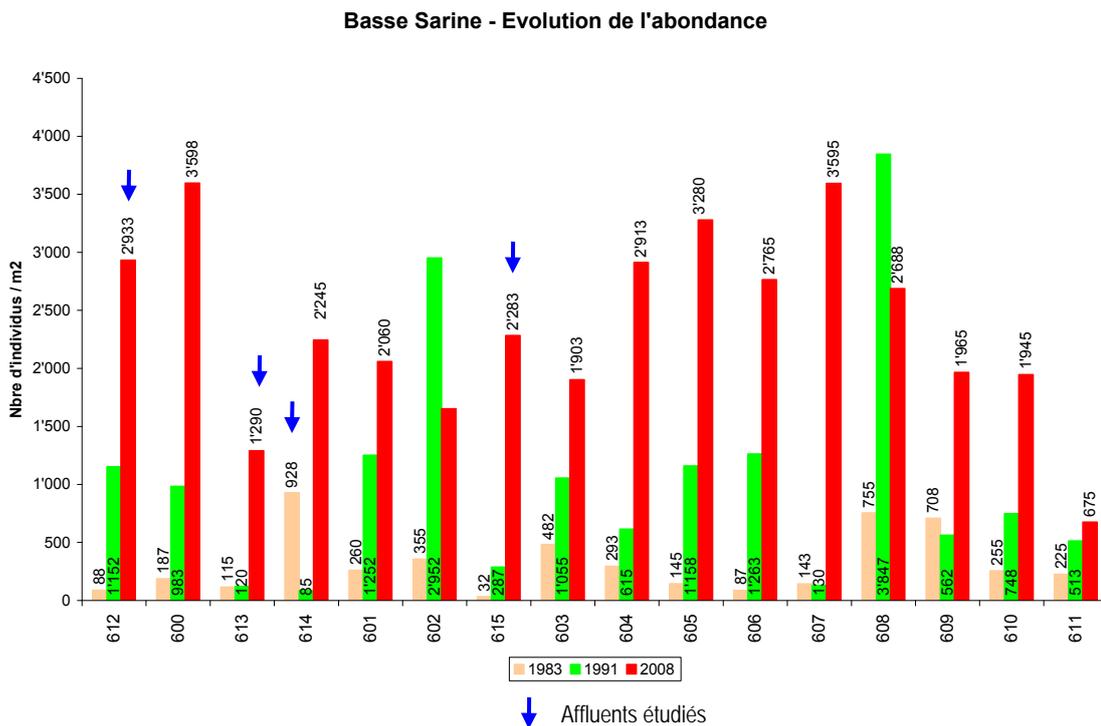


Figure 4 : Comparaison de l'abondance des campagnes menées sur le bassin versant de la Base Sarine.

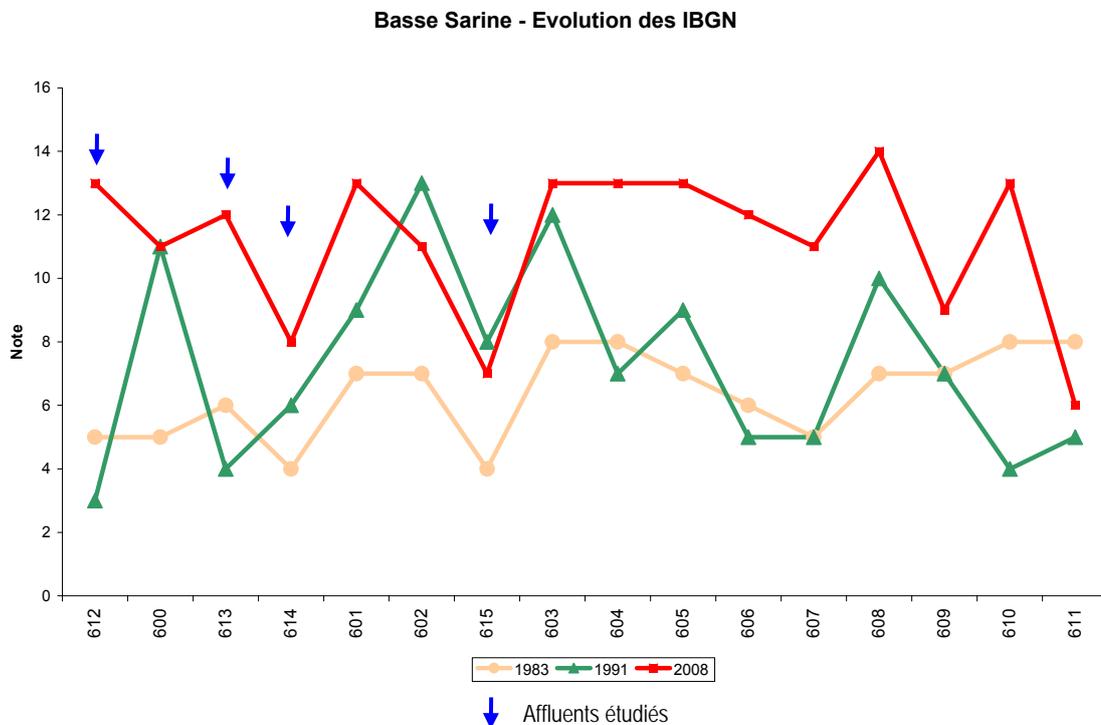


Figure 5 : Comparaison des indices (Ib en 1983 et 1991, convertis en note IBGN en 2008) obtenus lors des campagnes menées sur le bassin versant de la Basse Sarine.

Cours d'eau	stations	Ib-1983	IB-1991	stations	IBGN-1983	IBGN-1991	IBGN-2008
R. Verasse	612	4	6	612	5	3	13
Basse Sarine	600	4.5	7.5	600	5	11	11
R. Arvagnys	613	5	5.5	613	6	4	12
R. Chambéroz	614	5	6	614	4	6	8
Basse Sarine	601	7	7	601	7	9	13
Basse Sarine	602	7	8	602	7	13	11
R. Arconciel	615	5	6	615	4	8	7
Basse Sarine	603	7.5	7	603	8	12	13
Basse Sarine	604	7.5	5	604	8	7	13
Basse Sarine	605	7	7	605	7	9	13
Basse Sarine	606	5	6	606	6	5	12
Basse Sarine	607	7	5	607	5	5	11
Basse Sarine	608	7	7	608	7	10	14
Basse Sarine	609	7	6	609	7	7	9
Basse Sarine	610	7.5	5	610	8	4	13
Basse Sarine	611	7	6	611	8	5	6

Légende :	Ib		Bon (9.5-10)	IBGN		Bon (≥ 17)
			Satisfaisant (8-9.4)			Satisfaisant (16-13)
			Moyen (6.5-7.9)			Moyen (12-9)
			Médiocre (5-6.4)			Médiocre (8-5)
			Mauvais (<5)			Mauvais (≤ 4)

Tableau 9 : Synthèse des indices (Ib en 1983 et 1991) et conversion en notes IBGN obtenues lors des campagnes menées sur le bassin versant de la Basse Sarine en 2008.

La qualité biologique s'est plus fortement améliorée entre 1991 et 2008 (avec + 1 point entre 1983 et 1991, mais + 4 points entre 1991 et 2008). La qualité écomorphologiques de la Basse Sarine et de ses affluents étant dans l'ensemble très bonne, le facteur pouvant expliquer cette hausse globale serait imputable à une meilleure qualité des eaux qu'il n'est toutefois pas possible de mettre en évidence par des analyses basées sur les prélèvements ponctuels.

Actuellement, la qualité globale est considérée « moyenne » (ce qui est surprenant pour une rivière subissant peu de contraintes écomorphologiques), sachant que 3 stations sont classées en « médiocre » (affluents ou aval corrigé de la Basse Sarine).

7. PROPOSITION DE MESURES DE GESTION

Les principales mesures qui pourraient être mises en place pour améliorer la qualité des stations sont :

- Recherche de l'origine des apports en azote et phosphore sur les ruisseaux de la Verasse (BSA-VER 612) et de Chambéroz (BSA-CHA 614) ;
- Contrôle du bon fonctionnement des systèmes d'épuration privés, en particulier sur les secteurs à proximité du ruisseau d'Arconciel ;
- Surveillance des stations les plus dégradées (BSA-CHA 614 et BSA-ARC 615) pour mieux appréhender sur le long terme les paramètres altérant la qualité de ces stations ;
- Rechercher les facteurs hydrauliques et hydrologiques (résultant des aménagements hydroélectriques) qui pourraient contribuer à diminuer la qualité de la Basse Sarine à certains endroits ;
- Mesures de renaturation sur le linéaire le plus dégradée (BSA 611).

8. RESUME

Depuis 1981 (avec déjà quelques observations en 1979), le Service de l'Environnement du Canton de Fribourg (SEN) étudie l'état sanitaire des cours d'eau par bassin versant. La **Basse Sarine** déjà suivie en 1983, puis en 1991, a fait l'objet d'une nouvelle campagne en **2008**. Le but de ces études est de dresser un bilan de la qualité physico-chimique et biologique des cours d'eau, de mesurer leur évolution dans l'espace (amont-aval des bassins versants) et dans le temps, puis de proposer des mesures correctives pour améliorer l'état des cours d'eau.

Stations et mode de prélèvement physico-chimiques ont été conservés. Par contre, la méthode biologique initialement utilisée en 1983 et 1991 (indice biotique, Ib), a été modifiée en préférant utiliser l'**Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)**, nouvelle méthode largement testée, validée et homologuée, plus fiable et représentative du milieu. Un système de conversion des anciens indices a été établi et analysé de façon critique (voir rapport spécifique « Approche et méthodologie générale », 2005) dans le but de ne pas perdre les informations acquises.

Les résultats physico-chimiques et leur comparaison dans le temps indiquent que la qualité des eaux, globalement moyenne en 1983, s'est améliorée successivement en 1991 et 2008. Actuellement, quelques dépassements des objectifs légaux pour les nitrites, le phosphore total et les orthophosphates sont à signaler sur deux affluents, en particulier sur le ruisseau de la Verasse (BSA-VER 612).

La comparaison des notes biologiques obtenues lors des trois campagnes montre que les résultats, en moyenne relativement stables entre 1983 et 1991, s'améliorent nettement en 2008. La qualité globale du bassin versant est considéré globalement « moyenne », ce qui apparaît surprenant pour une rivière subissant peu de contraintes écomorphologiques. D'autres paramètres sont à rechercher pour expliquer cette qualité peu satisfaisante, notamment du côté des perturbations hydrauliques et hydrologiques qui résultent des aménagements hydroélectriques.

Quelques mesures peuvent être prises pour éviter tout risque de pollution des eaux d'origine agricole ou domestiques (assainissement individuel en particulier). Sur ces points, les efforts devront se concentrer sur le ruisseau d'Arconciel (BSA-ARC 615).

Sion, octobre 2009
Document établi par Christel Dischinger et Régine Bernard

BIBLIOGRAPHIE

- EAWAG, 1991. L'azote dans l'air et l'eau. *Nouvelles de l'EAWAG n° 30. Dübendorf.*
- AFNOR, 2004. Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique global normalisé (I.B.G.N.). *NF T90-350. Paris.*
- ETEC, 1999. Etude statistique des données hydrobiologiques du Canton du Valais. *Service de la Protection de l'Environnement de l'Etat du Valais.*
- ETEC, 2005. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Rapport méthodologique. *Service de l'Environnement du canton de Fribourg.*
- HUET M., 1949. Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles dans les eaux courantes *Schweiz.Z.Hydrol. 11, 332-351.*
- ILLIES J. et BOTOSANEANU L., 1963. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Internat. Ver. Limnol. 12, 1-57.*
- NISBET M. et VERNEAUX J., 1970. Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Ann limno t. 6, fasc. 2, p. 161-190*
- NOEL F. et FASEL D., 1985. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. *Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. - Vol 74 1/2/3 p. 1-332.*
- OFEFP, 1998. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse, système modulaire gradué. *Informations concernant la protection des eaux n°26, 43 p.*
- OFEFP, 1998. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Ecomorphologie R (région). *Informations concernant la protection des eaux n°27, 49 p.*
- OFEFP, 2004. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Module chimie - Analyses physico-chimiques niveau R et C. Projet. *Informations concernant la protection des eaux.*
- OFEV, 2006. Modifications du module « Chimie – Analyses physico-chimiques » Niveaux R & C. Classement selon les décisions du groupe d'experts (7.11.2006).

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : **Fiches par station** - synthèse de la qualité 2008 et évolution depuis 1983.

Annexe 2 : **Synthèse des listes faunistiques** des macro-invertébrés benthiques selon IBGN

Rivière :	R. de la Verasse	N° BV : 20-275
Station :	BSA-VER 612	N° GEWISS : -
Nom de la station	Le Ferpicle (Treyvaux)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Cailloux et galets	Sables	Blocs - Cailloux et galets - sable et limon
	Végétation aquatique	-	-	Bryophytes - Algues
Données canton	Végétation riveraine	Pâturages - Forêts mixtes	Pât. - Champs - Forêts de feuillus	Pâturages - Champs - Forêts de feuillus
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Hydrobiologie	Influence amont			
	DOC [mg C/l]	2.8	3.0	2.0
	N-NO ₃ [mg N/l]	0.4	3.2	2.4
	N-NH ₄ [mg N/l]	0.03	0.05	0.15
	P-tot [mg P/l]	0.31	0.09	0.09
	MES [mg/l]	2.0	1.0	5
Interprétation et évolution de la station	Ecomorphologie Niveau-R			
	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	88	1152	2933
	Diversité taxonomique	5	8	22
	Taxon indicateur / n° GI	4	1	7
Note obtenue	4	6	13	
Note calculée (IBGN)	5	3		
Interprétation et évolution de la station		Concentration en phosphore total dépassant fortement le seuil légal. Qualité mauvaise pour l'Ib et médiocre selon IBGN. Diversité taxonomique et abondance extrêmement faibles. Note Ib sous-estimée.	Concentration en phosphore total élevée. Qualité médiocre pour l'Ib et mauvaise selon l'IBGN. Diversité taxonomique faible; GI le plus bas. Augmentation de l'abondance. Note Ib surestimée.	Concentration en Ptot toujours trop élevée. Nette amélioration de la qualité biologique avec une diversité taxonomique presque triplée et un GI plus élevé. Absence des familles les plus exigeantes vis-à-vis de la qualité du milieu.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-275
Station :	BSA 600	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Le Craux (Treyvaux)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Blocs - Cailloux et galets	Cailloux et galets	Blocs - Cailloux et galets
	Végétation aquatique	Algues	Algues	Bryophytes - Algues
Données canton	Végétation riveraine	Forêts mixtes	Forêts mixtes	Forêts mixtes
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Hydrobiologie	Influence amont			Barrage Rossens - Débit dotation 2.5 m ³ /s, 3.5 m ³ /s en été
	DOC [mg C/l]	-	-	-
	N-NO ₃ [mg N/l]	-	-	-
	N-NH ₄ [mg N/l]	-	-	-
	P-tot [mg P/l]	-	-	-
	MES [mg/l]	-	-	-
Ecomorphologie Niveau-R				
Hydrobiologie	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	187	983	3598
	Diversité taxonomique	6	13	21
	Taxon indicateur / n° GI	4	7	5
	Note obtenue	4.5	7.5	11
Note calculée (IBGN)		5	11	
Interprétation et évolution de la station		Qualité mauvaise pour l'Ib et médiocre selon l'IBGN. Diversité taxonomique et abondance faibles, GI très bas; Note Ib sous-estimée.	Amélioration de la qualité biologique, moyenne pour l'Ib et l'IBGN. Absence des familles les plus sensibles. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Qualité biologique moyenne avec une nette diversification du peuplement. Familles peu exigeantes vis-à-vis de la qualité du milieu.

Rivière :	R. des Arvagnys	N° BV : 20-275
Station :	BSA-ARV 613	N° GEWISS : -
Nom de la station	Le Moulin (Treyvaux)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Cailloux et galets	Cailloux et galets	Cailloux et galets
	Végétation aquatique	Algues	Algues	Bryophytes - Algues - Spermaphytes immergés
Données canton	Végétation riveraine	Pâturages - Forêts mixtes	Pâturages - Forêts mixtes	Pâturages - Forêts mixtes
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Données canton	Influence amont			
	DOC [mg C/l]	2.2	1.1	2.0
	N-NO ₃ [mg N/l]	0.7	3.8	3.8
	N-NH ₄ [mg N/l]	0.04	0.02	0.06
	P-tot [mg P/l]	0.26	0.05	0.03
	MES [mg/l]	2.6	2.0	2
Hydrobiologie	Ecomorphologie Niveau-R			
	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	115	120	1290
	Diversité taxonomique	8	8	17
	Taxon indicateur / n° GI	4	2	2
Note obtenue	5	5.5	12	
	Note calculée (IBGN)	6	4	
Interprétation et évolution de la station		Concentration en phosphore total beaucoup trop élevée. Qualité médiocre pour l'Ib et IBGN. Diversité taxonomique et abondance faibles. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Bonne qualité physico-chimique des eaux. Qualité médiocre pour l'Ib et mauvaise selon l'IBGN. Diminution du GI (taxons ubiquistes). Note Ib surestimée.	Bonne qualité physico-chimique des eaux. Amélioration de la qualité biologique qui reste toutefois moyenne . Augmentation de la diversité taxonomique mais GI très bas car seulement familles très peu exigeantes vis-à-vis de la qualité du milieu.

Rivière :	R. de Chambéroz	N° BV : 20-275
Station :	BSA-CHA 614	N° GEWISS : 1579
Nom de la station	Prassasson (Treyvaux)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Sablon	Gravillons	Cailloux et galets - Gravier
	Végétation aquatique	Algues	Bryophytes	Bryophytes - Spermaphytes immergés
	Végétation riveraine	Pâturages	Champs	Pâturages - Prairie de fauche
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Données canton	DOC [mg C/l]	3.7	4.0	2.9
	N-NO ₃ [mg N/l]	0.9	3.3	4.4
	N-NH ₄ [mg N/l]	0.30	0.17	0.07
	P-tot [mg P/l]	1.17	0.07	0.06
	MES [mg/l]	2.6	1.0	5
	Ecomorphologie Niveau-R			
Hydrobiologie	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	928	85	2245
	Diversité taxonomique	8	10	15
	Taxon indicateur / n° GI	2	3	4
	Note obtenue	5	6	8
	Note calculée (IBGN)	4	6	
Interprétation et évolution de la station		Concentrations en DOC, ammonium et phosphore total trop élevées. Qualité médiocre selon l'Ib, mauvaise selon l'IBGN; GI très bas et diversité taxonomique faible. Note Ib surestimée.	Concentrations en DOC et phosphore total toujours élevés. Qualité médiocre selon l'Ib et l'IBGN; GI très bas et diversité taxonomique moyenne. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Amélioration de la qualité physico-chimique. Qualité biologique médiocre. La diversité est assez bonne mais les familles sensibles sont absentes (GI bas). L'abondance est nettement plus élevée.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-275
Station :	BSA 601	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Vers St. Pierre (Treyvaux)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Cailloux et galets	Blocs - Cailloux et galets	Cailloux et galets
	Végétation aquatique	Algues	Algues	Bryophytes - Algues
Données canton	Végétation riveraine	Forêts mixtes	Forêts mixtes	Forêts mixtes
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Hydrobiologie	Influence amont			Tronçon à débit résiduel
	DOC [mg C/l]	-	-	-
	N-NO ₃ [mg N/l]	-	-	-
	N-NH ₄ [mg N/l]	-	-	-
	P-tot [mg P/l]	-	-	-
Interprétation et évolution de la station	MES [mg/l]	-	-	-
	Ecomorphologie Niveau-R			
	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	260	1252	2060
	Diversité taxonomique	9	13	23
Taxon indicateur / n° GI	5	5	7	
Note obtenue	7	7	13	
Note calculée (IBGN)	7	9		
Interprétation et évolution de la station		Qualité moyenne selon l'Ib et médiocre pour l'IBGN. Diversité taxonomique faible et familles peu exigeantes pour le GI. Note Ib surestimée.	Qualité moyenne selon l'Ib et l'IBGN. Assez bonne diversité taxonomique mais familles peu exigeantes pour le GI. Bonne correspondance entre les méthodes.	Nette amélioration de la qualité biologique avec une forte diversification du peuplement. Les familles les plus exigeantes sont toujours absentes.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-275
Station :	BSA 602	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Corpataux	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Blocs - Cailloux et galets	Blocs - Cailloux et galets	Cailloux et galets
	Végétation aquatique	Algues	Algues	Bryophytes - Algues
Données canton	Végétation riveraine	Forêts mixtes	Forêts mixtes	Forêts mixtes
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Hydrobiologie	Influence amont			Tronçon à débit résiduel - STEP Corpataux (1'140 Eq. Hab.)
	Méthode utilisée			
Interprétation et évolution de la station	DOC [mg C/l]	-	-	-
	N-NO ₃ [mg N/l]	-	-	-
Interprétation et évolution de la station	N-NH ₄ [mg N/l]	-	-	-
	P-tot [mg P/l]	-	-	-
Interprétation et évolution de la station	MES [mg/l]	-	-	-
	Ecomorphologie Niveau-R			
Interprétation et évolution de la station	Abondance [ind/m ²]	lb	lb	IBGN
	Diversité taxonomique	355	2952	1653
Interprétation et évolution de la station	Taxon indicateur / n° GI	9	18	16
	Note obtenue	5	8	7
Interprétation et évolution de la station	Note calculée (IBGN)	7	8	11
	Note calculée (IBGN)	7	13	
Interprétation et évolution de la station		Qualité moyenne selon l'Ib et médiocre pour l'IBGN. Les familles exigeantes pour le GI sont absentes; diversité taxonomique faible. Note Ib surestimée.	Bonne qualité selon l'Ib et l'IBGN. Augmentation de l'abondance, de la diversité taxonomique et GI plus élevé. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Dégradation de la qualité biologique jugée moyenne , avec une baisse du GI (familles les plus exigeantes absentes) et de la diversité taxonomique. Le peuplement est bien représenté en nombre d'individus.

Rivière :	R. d'Arconciel	N° BV : 20-275
Station :	BSA-ARC 615	N° GEWISS : -
Nom de la station	Arconciel	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Molasse (affleurement roche)	Molasse (affleurement roche)	Blocs - Cailloux, galets
	Végétation aquatique	Algues	-	Bryophytes
Données canton	Végétation riveraine	Forêts mixtes - Village	Champs - Forêts mixtes - Village	Champs - Forêts mixtes - Village
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Hydrobiologie	Influence amont			
	DOC [mg C/l]	-	-	-
	N-NO ₃ [mg N/l]	-	-	-
	N-NH ₄ [mg N/l]	-	-	-
	P-tot [mg P/l]	-	-	-
Interprétation et évolution de la station	MES [mg/l]	-	-	-
	Ecomorphologie Niveau-R			
Interprétation et évolution de la station	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	32	287	2283
	Diversité taxonomique	7	9	12
	Taxon indicateur / n° GI	2	6	4
	Note obtenue	5	6	7
	Note calculée (IBGN)	4	8	
Interprétation et évolution de la station		Qualité médiocre pour l'Ib et mauvaise selon l'IBGN. Diversité taxonomique et abondance faibles; GI très bas. Note Ib surestimée.	Qualité médiocre selon l'Ib et l'IBGN, avec un GI plus élevé. Les taxons sensibles sont toujours absents. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Situation similaire à 1991 avec une qualité biologique médiocre . Le GI est très bas et la diversité taxonomique reste moyenne. L'abondance s'est fortement accrue.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-275
Station :	BSA 603	N° GEWISS : 227
Nom de la station	La Tuffière (Corpataux)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Blocs - Cailloux et galets	Blocs - Cailloux et galets	Cailloux et galets
	Végétation aquatique	Algues	Algues	Bryophytes - Algues - Spermaphytes immergés
Données canton	Végétation riveraine	Pâturages - Forêts mixtes	Pât. - Champs - Forêts de feuillus	Pâturages - Champs - Forêts mixtes
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Données canton	Influence amont			Tronçon à débit résiduel
	DOC [mg C/l]	2.6	2.0	2.5
	N-NO ₃ [mg N/l]	0.2	1.0	1.0
	N-NH ₄ [mg N/l]	0.03	0.03	0.05
	P-tot [mg P/l]	0.08	0.02	0.01
	MES [mg/l]	0.8	5.0	3
Hydrobiologie	Ecomorphologie Niveau-R			
	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	482	1055	1903
	Diversité taxonomique	12	15	21
	Taxon indicateur / n° GI	5	8	7
Note obtenue	7.5	7	13	
Interprétation et évolution de la station	Note calculée (IBGN)	8	12	
Interprétation et évolution de la station		Concentration en phosphore total dépassant le seuil légal. Qualité moyenne selon l'Ib, médiocre selon l'IBGN; absence des familles exigeantes pour le GI. Note Ib surestimée.	Bonne qualité physico-chimique des eaux. Qualité moyenne selon l'Ib et l'IBGN. Le GI et la diversité taxonomique sont plus élevés. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Bonne qualité physico-chimique des eaux. Amélioration de la qualité biologique , jugée bonne avec une forte diversification du peuplement. Les familles les plus exigeantes sont toujours absentes.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-275
Station :	BSA 604	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Prés d'en Bas (Posieux)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Molasse (affleurement roche)	Molasse (affleurement roche)	Cailloux et galets
	Végétation aquatique	Algues	Algues	Bryophytes - Algues - Spermaphytes
Données canton	Végétation riveraine	Pâturages - Forêts mixtes	Pâturages - Forêts mixtes	Pâturages - Forêts mixtes
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Données canton	Influence amont			Tronçon à débit résiduel
	DOC [mg C/l]	-	-	-
Hydrobiologie	N-NO ₃ [mg N/l]	-	-	-
	N-NH ₄ [mg N/l]	-	-	-
Hydrobiologie	P-tot [mg P/l]	-	-	-
	MES [mg/l]	-	-	-
Hydrobiologie	Ecomorphologie Niveau-R			
	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
Hydrobiologie	Abondance [ind/m ²]	293	615	2913
	Diversité taxonomique	12	10	22
Hydrobiologie	Taxon indicateur / n° GI	5	4	7
	Note obtenue	7.5	5	13
Hydrobiologie	Note calculée (IBGN)	8	7	
	Interprétation et évolution de la station	Qualité moyenne selon l'Ib, médiocre selon l'IBGN; absence des familles exigeantes pour le GI. Note Ib surestimée.	Dégradation de la qualité, médiocre selon l'Ib et l'IBGN. Le GI et la diversité taxonomique sont plus faibles. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Nette amélioration de la qualité biologique , avec une diversité taxonomique et une abondance fortement accrue. Les familles les plus exigeantes sont toujours absentes.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-275
Station :	BSA 605	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Abbaye de Hauterive (Posieux)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Blocs - Cailloux et galets	Blocs - Cailloux et galets	Cailloux et galets - Gravier
	Végétation aquatique	Algues	Algues	Bryophytes - Algues
Données canton	Végétation riveraine	Pâturages - Forêts mixtes	Pâturages - Forêts mixtes	Pâturages - Forêts alluviales
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Hydrobiologie	Influence amont			Tronçon à débit résiduel
	DOC [mg C/l]	3.6	1.6	2.1
	N-NO ₃ [mg N/l]	0.1	1.1	1.0
	N-NH ₄ [mg N/l]	< 0.02	0.02	0.04
	P-tot [mg P/l]	0.05	0.03	0.01
	MES [mg/l]	1.0	13.0	5
Interprétation et évolution de la station	Ecomorphologie Niveau-R			
	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	145	1158	3280
	Diversité taxonomique	9	15	24
	Taxon indicateur / n° GI	5	5	7
Note obtenue	7	7	13	
Note calculée (IBGN)	7	9		
Interprétation et évolution de la station		Bonne qualité physico-chimique. Qualité moyenne selon l'Ib et médiocre pour l'IBGN, avec absence des familles les plus exigeantes pour le GI et diversité taxonomique faible. Note Ib surestimée.	Très bonne qualité physico-chimique. Légère amélioration de la qualité biologique, moyenne selon l'Ib et l'IBGN, avec une diversité taxonomique plus élevée. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Forte amélioration de la qualité biologique. La diversité taxonomique et l'abondance sont nettement plus élevées. Le GI est plus haut, mais les familles les plus exigeantes sont toujours absentes.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-275
Station :	BSA 606	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Aval STEP Posieux	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Blocs - Cailloux et galets	Blocs - Cailloux et galets	Cailloux et galets
	Végétation aquatique	-	Bryophytes	Bryophytes - Algues - Spermaphytes immergés
Données canton	Végétation riveraine	Pâturages - Forêts mixtes	Pât. - Champs - Forêts mixtes	Pâturages - Champs - Forêts de feuillus - Falaise
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Hydrobiologie	Influence amont			STEP Posieux (3'100 Eq. Hab.)
	DOC [mg C/l]	-	-	-
	N-NO ₃ [mg N/l]	-	-	-
	N-NH ₄ [mg N/l]	-	-	-
	P-tot [mg P/l]	-	-	-
Interprétation et évolution de la station	MES [mg/l]	-	-	-
	Ecomorphologie Niveau-R			
	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	87	1263	2765
	Diversité taxonomique	8	9	20
Taxon indicateur / n° GI	4	3	7	
Note obtenue	5	6	12	
Note calculée (IBGN)	6	5		
Interprétation et évolution de la station		Qualité médiocre selon l'Ib et l'IBGN avec GI bas et une diversité taxonomique faible. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Situation relativement similaire à 1983. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Amélioration de la qualité biologique, jugée moyenne, avec un GI plus élevé et une bonne diversité taxonomique. Les familles les plus exigeantes vis-à-vis de la qualité du milieu sont absentes.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-275
Station :	BSA 607	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Amont Gérine (Marly)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Blocs - Cailloux et galets	Gravillons	Cailloux, galets - Gravier
	Végétation aquatique	Algues	-	Bryophytes - Algues
Données canton	Végétation riveraine	Pâturages - Forêts mixtes	Champs - Forêts mixtes	Champs - Forêts mixtes
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Données canton	Influence amont			Restitution Rossens - Décharge Pila + autres rejets
	DOC [mg C/l]	2.3	1.9	2.3
	N-NO ₃ [mg N/l]	0.3	0.7	0.8
	N-NH ₄ [mg N/l]	< 0.02	< 0.01	0.06
	P-tot [mg P/l]	0.05	0.02	0.01
Hydrobiologie	MES [mg/l]	1.4	9.0	5
	Ecomorphologie Niveau-R			
	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	143	130	3595
	Diversité taxonomique	9	8	19
Interprétation et évolution de la station	Taxon indicateur / n° GI	3	3	6
	Note obtenue	7	5	11
	Note calculée (IBGN)	5	5	
Interprétation et évolution de la station		Bonne qualité physico-chimique. Qualité moyenne selon l'Ib et médiocre pour l'IBGN. Le GI est très bas et la diversité taxonomique faible. Note Ib surestimée.	Très bonne qualité physico-chimique. Situation proche de celle rencontrée en 1983 malgré une baisse de l'Ib. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Bonne qualité physico-chimique des eaux. Amélioration de la qualité biologique , considérée comme moyenne avec un GI assez bas, mais avec une bonne diversité taxonomique. L'abondance est nettement plus élevée.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-275
Station :	BSA 608	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Aval STEP (Marly)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Blocs - Cailloux et galets	Blocs - Cailloux et galets	Cailloux et galets
	Végétation aquatique	Algues	-	Bryophytes - Algues
Données canton	Végétation riveraine	Forêts mixtes - Village	Forêts mixtes - Village	Forêts mixtes - Village
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Hydrobiologie	Influence amont		Odeur eaux usées	Rejet STEP Marly (24'000 Eq. Hab.)
	DOC [mg C/l]	2.2	2.4	2.4
	N-NO ₃ [mg N/l]	0.1	1.3	0.7
	N-NH ₄ [mg N/l]	0.02	0.08	0.03
	P-tot [mg P/l]	0.04	0.05	0.01
	MES [mg/l]	1.0	8.0	4
Interprétation et évolution de la station	Ecomorphologie Niveau-R			
	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	755	3847	2688
	Diversité taxonomique	12	10	18
	Taxon indicateur / n° GI	4	7	9
Note obtenue	7	7	14	
Note calculée (IBGN)	7	10		
Interprétation et évolution de la station		Bonne qualité physico-chimique des eaux. Qualité biologique moyenne pour l'Ib et médiocre selon l'IBGN. Le GI est bas et la diversité taxonomique moyenne. Note Ib surestimée.	Bonne qualité physico-chimique. Légère amélioration de la qualité biologique avec la présence de familles plus exigeantes pour le GI. L'abondance est nettement plus élevée. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Qualité physico-chimique des eaux toujours bonne. Nette amélioration de la qualité biologique , considérée comme satisfaisante, avec la présence des familles les plus exigeantes et une forte diversification du peuplement.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-293
Station :	BSA 609	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Planafaye (Villars-sur-Glâne)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Blocs - Cailloux et galets	Blocs - Sablon	Cailloux et galets - Sable et limon
	Végétation aquatique	-	-	Algues
Description	Végétation riveraine	Pâturages - Forêts mixtes	Pâturages - Forêts mixtes	Pâturages - Cordons feuillus - Falaise
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Description	Influence amont		Couleur verte de l'eau	Débit naturel
	Données canton			
Données canton	DOC [mg C/l]	-	-	-
	N-NO ₃ [mg N/l]	-	-	-
Données canton	N-NH ₄ [mg N/l]	-	-	-
	P-tot [mg P/l]	-	-	-
Données canton	MES [mg/l]	-	-	-
	Ecomorphologie Niveau-R			
Hydrobiologie	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	708	562	1965
Hydrobiologie	Diversité taxonomique	8	9	16
	Taxon indicateur / n° GI	5	5	5
Hydrobiologie	Note obtenue	7	6	9
	Note calculée (IBGN)	7	7	
Interprétation et évolution de la station		Qualité moyenne pour l'Ib et médiocre selon l'IBGN. Absence des familles exigeantes pour le GI et diversité taxonomique moyenne. Note Ib surestimée.	Situation proche de 1983 avec une qualité médiocre selon l'Ib et l'IBGN. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Légère amélioration de la qualité biologique , jugée moyenne avec une augmentation de la diversité taxonomique. Le GI reste stable et indique l'absence des familles exigeantes vis-à-vis de la qualité du milieu.

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-293
Station :	BSA 610	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Maigrauge (Fribourg)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Molasse (affleurement roche)	Molasse (affleurement roche)	Blocs - Cailloux et galets
	Végétation aquatique	Algues	Algues	Algues
Description	Végétation riveraine	Pâturages - Forêts mixtes	Pâturages - Forêts mixtes	Pâturages - Forêts de feuillus
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Rivière naturelle
Description	Influence amont		Eau jaune marron	Barrage Maigrauge - Débit dotation 4 m ³ /s
	Données canton			
Données canton	DOC [mg C/l]	-	-	-
	N-NO ₃ [mg N/l]	-	-	-
Données canton	N-NH ₄ [mg N/l]	-	-	-
	P-tot [mg P/l]	-	-	-
Données canton	MES [mg/l]	-	-	-
	Ecomorphologie Niveau-R			
Hydrobiologie	Méthode utilisée	Ib	Ib	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	255	748	1945
Hydrobiologie	Diversité taxonomique	11	9	16
	Taxon indicateur / n° GI	5	2	9
Hydrobiologie	Note obtenue	7.5	5	13
	Note calculée (IBGN)	8	4	
Interprétation et évolution de la station		Qualité moyenne selon l'Ib, médiocre selon l'IBGN; absence des familles exigeantes pour le GI et diversité taxonomique moyenne. Note Ib surestimée.	Dégradation de la qualité biologique, médiocre selon l'Ib et mauvaise pour l'IBGN. Chute du GI et diminution de la diversité. Note Ib surestimée.	Très nette amélioration de la qualité biologique considérée comme satisfaisante , avec une forte diversification du peuplement et la présence des familles les plus exigeantes(GI 9).

Rivière :	Basse Sarine	N° BV : 20-293
Station :	BSA 611	N° GEWISS : 227
Nom de la station	Les Neigles (Fribourg)	



Qualité:	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais

Date campagne		1983	1991	2008
Description	Substrat dominant - Qualité	Blocs - Cailloux et galets	Blocs - Cailloux et galets	Cailloux et galets - Gravier
	Végétation aquatique	Algues	Algues	Algues
Données canton	Végétation riveraine	Village	Village	Village
	Aménagements	Rivière naturelle	Rivière naturelle	Berges aménagées
Hydrobiologie	Influence amont		Couleur verte de l'eau	Restitution - débit naturel
	DOC [mg C/l]	3.2	2.0	2.8
	N-NO ₃ [mg N/l]	0.1	1.6	1.0
	N-NH ₄ [mg N/l]	0.05	0.02	0.04
	P-tot [mg P/l]	0.09	0.04	0.02
	MES [mg/l]	7.6	4.0	7
Interprétation et évolution de la station	Ecomorphologie Niveau-R			
	Méthode utilisée	lb	lb	IBGN
	Abondance [ind/m ²]	225	513	675
	Diversité taxonomique	13	11	13
	Taxon indicateur / n° GI	4	2	2
Note obtenue	7	6	6	
Note calculée (IBGN)	8	5	6	
Interprétation et évolution de la station		Concentration en phosphore total dépassant le seuil légal. Qualité biologique moyenne selon l'lb et médiocre pour l'IBGN. Le GI est bas et la diversité assez bonne. Note lb sous-estimée.	Qualité physico-chimique bonne. Dégradation de la qualité biologique considérée comme médiocre selon l'lb et l'IBGN. Seuls les taxons les plus tolérants sont présents. Bonne correspondance entre les deux méthodes.	Bonne qualité physico-chimique des eaux. Situation similaire à 1991 avec une qualité biologique médiocre . Le GI est très bas et la diversité taxonomique reste moyenne. L'abondance, modérée, est stable.

ANNEXE 2 - Basse Sarine campagne 2008 - Liste faunistique

Riviere	R. de la Verasse	Basse-Sarine	R. des Arvagnys	R. de Chamberoz	Basse-Sarine	Basse-Sarine	R. d'Arconciel	Basse-Sarine								
Station	612	600	613	614	601	602	615	603	604	605	606	607	608	609	610	611
Dates	17.11.08	17.11.08	17.11.08	17.11.08	17.11.08	17.11.08	17.11.08	18.11.08	18.11.08	18.11.08	18.11.08	10.11.08	10.11.08	10.11.08	10.11.08	10.11.08
PLECOPTERES																
Leuctridae	2		3			1							5	2	4	
Nemouridae		2	1												1	
Perlidae														1		
Perlodidae								1	1			1	8		7	1
TRICHOPTERES																
Glossomatidae													1			
Goeridae		2			3	1		5	6	1	7					
Hydropsychidae	22	66	21	65	53	49	11	67	128	35	12	1	30		1	
Hydroptilidae		2	8												1	
Limnephilidae	12	2	1	2	1		7	7	9	5	30	93	228	38		3
Polycentropodidae	10	1			2											
Psychomyiidae	2	8			12	4		1	5	2	1	1			4	
Rhyacophilidae	2	7	12	43	7	10	5	13	17	13	13	2	15	2	21	
Sericostomatidae	6				1							3				
EPHEMEROPTERES																
Baetidae	27	253	343	388	3	27	8	48	12	184	116	19	199	14	131	20
Ephemeridae					1	1				3						
Ephemerellidae		1						18								
Heptageniidae		9	1		25	41	1	5	44	78	47	4	19	27	13	
Leptophlebiidae	4	1			13	17		5	1	45	47					2
COLEOPTERES																
Dytiscidae	1															
Elmidae		5	1	4	70	14	4	36	94	56	18	9	22	17	1	6
Gyrinidae														1		
Halplidae		1														
Helodidae				1												
Hydraenidae									2							
Hydrophilidae				1						2						
DIPTERES																
Anthomyiidae								1								
Athericidae	1				42				1	3	1		2	1		
Ceratopogonidae	8															1
Chironomidae	539	104	29	142	12	5	4	17	22	44	10	42	36	140	285	88
Empididae	1															
Limoniidae	16			7	14	1				5	3	4	2	4	19	8
Psychodidae	3		3	1												
Scatophagidae										1						
Simuliidae	231	23	9	34	4	35	3	19	170	13	40		34	2	11	
Tipulidae	1	1					1			5		1				1
HYMENOPTERES																
Agrotiypidae											2					
AMPHIPODES																
Gammaridae	81	880	45	170	500	415	850	450	590	710	710	1045	425	500	243	37
ISOPODES																
Asellidae			5		2			2		44	20	65	1	1		
BIVALVES																
Dreissenidae								2				1				
Sphaeriidae	2		1						2							
GASTEROPODES																
Ancylidae										6		1		1		1
Limnaeidae					10			2								
ACHETES																
Erpobdellidae					10			2	1	1	1					
Glossiphoniidae				1	3			1	1							
TRICLADES													1			
Dendrocoelidae												1				
Dugesidae											1					
Planariidae	7	10	1	3	18	22	4	19	22	32	14	94	1			
AUTRES TAXONS																
Oligochetes	195	60	32	36	18	18	15	41	35	23	13	51	46	35	34	101
Nemathelminthes		1							1				1		2	1
Abondance (8/20m2)	1173	1439	516	898	824	661	913	761	1165	1312	1106	1438	1075	786	778	270
Abondance (/m2)	2'933	3'598	1'290	2'245	2'060	1'653	2'283	1'903	2'913	3'280	2'765	3'595	2'688	1'965	1'945	675
Groupe indicateur GI	7	5	7	4	7	7	4	7	7	7	7	6	9	5	9	2
Diversité taxonomique	22	21	17	15	23	16	12	21	22	24	20	19	18	16	16	13
Note IBGN	13	11	12	8	13	11	7	13	13	13	12	11	14	9	13	6
Qualité IBGN	satisf.	moy.	moy.	méd.	satisf.	moy.	méd.	satisf.	satisf.	satisf.	moy.	moy.	satisf.	moy.	satisf.	méd.