



CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS



ETEC Sàrl
Ecologie aquatique,
Rue de Lausanne 39
CH 1950 Sion
tél. : +41 27 203 40 00
e-mail : info@etec-vs.ch

PhycoEco
Laboratoire d'algologie
Rue des XXII – Cantons 39
CH 2300 La Chaux-de-Fonds
tél. : +41 79 321 23 24
e-mail : fstraub@phycoeco.ch

*Etude et bilan réalisés à la demande du
Service de la protection de l'environnement*

**Observation
de la qualité
des eaux de
surface**

Campagne 2007-09

Le Rhône de Gamsen à Martigny

**Rapport final
et annexes**

Décembre 2009

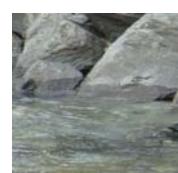


TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	1
2. PRESENTATION DU RHONE.....	1
2.1. BASSIN VERSANT	1
2.2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	1
2.3. INTERVENTIONS HUMAINES	2
2.3.1. <i>Aménagement du lit</i>	2
2.3.2. <i>Exploitation des forces hydrauliques, purges et vidanges, prises d'eau</i>	3
2.3.3. <i>Assainissement des eaux usées</i>	4
2.3.4. <i>Extraction de graviers</i>	5
2.3.5. <i>Valeurs naturelles</i>	5
3. METHODOLOGIE	6
3.1. PRINCIPES ET INTERVENANTS	6
3.2. LOCALISATION DES STATIONS, CAMPAGNES, METHODES UTILISEES.....	6
3.2.1. <i>Choix des stations et principe de codification</i>	6
3.2.2. <i>Dates des campagnes, conditions météorologiques et hydrologiques</i>	25
3.2.3. <i>Hydrologie et physico-chimie</i>	26
3.2.4. <i>Études des diatomées</i>	27
3.2.5. <i>Prélèvements et analyses biologiques : les macroinvertébrés</i>	27
4. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX.....	29
4.1. RESULTATS.....	29
4.2. INTERPRETATION.....	29
4.2.1. <i>Débits</i>	29
4.2.2. <i>Température</i>	32
4.2.3. <i>pH</i>	33
4.2.4. <i>Conductivité</i>	33
4.2.5. <i>Matières en suspension (MES)</i>	35
4.2.6. <i>Matière organique (DOC, TOC)</i>	36
4.2.7. <i>Formes azotées (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻)</i>	37
4.2.8. <i>Phosphore (PO₄³⁻, P_{tot})</i>	39
4.2.9. <i>Bactériologie</i>	41
4.2.10. <i>Conclusion sur les résultats physico-chimiques, phytosanitaires et bactériologiques</i>	43
5. ÉTUDE DES DIATOMEES ET QUALITE BIOLOGIQUE DES EAUX	50
5.1. RESULTATS BRUTS.....	50
5.2. ÉTAT DES COMMUNAUTES DE DIATOMEES	50
5.2.1. <i>Biomasses</i>	50
5.2.2. <i>Fragmentation</i>	52
5.2.3. <i>Téralogie</i>	53
5.2.4. <i>Diversité floristique et valeur patrimoniale de la flore</i>	55
5.2.5. <i>Diversité structurale des communautés</i>	59
5.2.6. <i>Conclusion sur l'état des peuplements de diatomées</i>	62
5.3. AUTRES ALGUES	62
5.4. DIATOMEES ET QUALITE DES EAUX	64
5.4.1. <i>Mise en garde</i>	64
5.4.2. <i>État de santé global (légal)</i>	64
5.4.3. <i>Niveau saprobique et trophique</i>	65
5.5. SYNTHÈSE PAR STATION.....	69

6. ÉTUDE DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES, QUALITÉ BIOLOGIQUE DU COURS D'EAU ..	79
6.1. SUBSTRATS	79
6.2. FAUNE BENTHIQUE ÉCHANTILLONNÉE.....	81
6.3. RESULTATS LIÉS À L'INDICE BIOLOGIQUE GLOBAL NORMALISÉ (IBGN)	85
6.4. RESULTATS LIÉS AU MACROINDEX	94
6.5. RESULTATS PAR STATIONS	96
6.6. CONCLUSION	113
7. CONFRONTATION DE L'ENSEMBLE DES RESULTATS	114
8. COMPARAISON AVEC LES RESULTATS BIOLOGIQUES ANTERIEURS.....	117
8.1. DIATOMÉES.....	117
8.2. FAUNE BENTHIQUE	118
9. CONCLUSION.....	121
10. ZUSAMMENFASSUNG.....	123
 BIBLIOGRAPHIE	 124
ANNEXES	127

OBSERVATION DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE DU CANTON DU VALAIS

ÉTUDE 2007-2009 : le Rhône de Brig (Gamsen) à Martigny

1. INTRODUCTION

Depuis 1990, le Service de la Protection de l'Environnement du Canton du Valais (SPE) effectue un programme annuel d'observation de la qualité des eaux de surface (cf. rapports 1991 à 2007). Ces études s'inscrivent également dans le cadre des plans d'action de la CIPEL, notamment celui de la période 2001-2010 « Pour que vivent le Léman et ses rivières », ainsi que dans le produit e-DICS 1301 des objectifs 2006 du SPE. Cette approche vise à apprécier la qualité globale des cours d'eau ; elle se base sur des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux, sur l'étude des diatomées, ainsi que celle de la faune benthique (méthode biologique IBGN). En 2007, le choix du SPE s'est porté sur le Rhône entre l'amont de Brig et Martigny.

La conduite de l'étude était conçue en deux temps : le lot 1 concernait le tronçon Brig (Gamsen)-Noës pour lequel 10 stations ont été étudiées en 2007-2008, puis le lot 2 en 2008-2009 avec 10 autres stations situées sur le tronçon Granges-Martigny. Un rapport provisoire en 2008 présentait les résultats du lot 1.

Le présent document constitue le rapport final intégrant tous les résultats obtenus entre Brig et Martigny. Il établit la synthèse des résultats d'analyses, tant physico-chimiques que biologiques, les interprète, les confronte aux données déjà obtenues en Valais et propose s'il y a lieu des mesures de gestion visant à améliorer la qualité actuelle de ce cours d'eau. Les anciens résultats sont comparés à ceux obtenus dans le cadre de cette nouvelle campagne et permettent de préciser l'évolution de la qualité du Rhône sur ce secteur.

2. PRÉSENTATION DU RHÔNE

2.1. Bassin versant

Le bassin versant du Rhône récolte la quasi totalité des eaux qui s'écoulent en Valais, soit environ 6'000 km de cours d'eau. Ces torrents et rivières latérales drainent une centaine de sous-bassins, variant de quelques km² à plusieurs centaines de km².

Ce bassin versant, qui occupe la majeure partie de la plaine, est divisé en plusieurs sous-bassins. Entre Brig et Martigny, le Rhône traverse 6 sous-bassins (n°50-086, 50-135, 50-177, 50-227, 50-238 et 50-245 selon l'Atlas hydrologique suisse). Leurs caractéristiques principales sont reportées dans le Tableau 1.

2.2. Réseau hydrographique

La source du Rhône (code GEWISS 095), constituée par les eaux de fonte du glacier du Rhône, est située à 2'431 m d'altitude, au pied du col de la Furka. Gonflée par les eaux de nombreux affluents, le torrent devient fleuve à l'aval de la vallée de Conches et, après avoir parcouru environ 160 km, aboutit dans le Léman. Les affluents les plus importants sont d'amont en aval : la Vispa en rive gauche, la Lonza en rive droite, la Navisence en rive gauche, la Liène en rive droite, la Borgne en rive gauche, la Morge rive droite, la Dranse, le Trient et la Vièze en rive gauche. Le Rhône collecte aussi les eaux de drainage de la plaine, par l'intermédiaire d'un réseau de canaux.

Le fleuve à l'état naturel est caractérisé par un régime hydrologique de type b-glaciaire (ASCHWANDEN, 1986). Les modifications hydrologiques liées aux exploitations hydroélectriques influencent toutefois ce dernier qui tend à présent vers un régime de type nival.

Le Rhône appartient, selon la classification d'ILLIES (1963) à l'hydropithron (rivières de montagnes). L'endiguement actuel a fortement contraint le cours du fleuve qui, à l'état naturel, occupait une grande partie de la plaine (cours en tresses ou anastomosé).

Sur le plan piscicole, la zonation établie par HUET (1949), le situe dans la zone à Salmonidés dominants.

Critères	Caractéristiques selon l'Atlas hydrologique suisse et cartes
Sous bassins du Rhône entre Brig (Gamsen) et Noës	<p>6 sous-bassins :</p> <p>Lot 1 de Brig à Noës</p> <p>50-086 (embouchures Saltina – Vispa) 50-135 (embouchures Vispa - Lonza) 50-177 (embouchures Lonza – Navisence)</p> <p>Lot 2 de Granges à Martigny</p> <p>50-227 (embouchures Navisence – Sionne) 50-238 (embouchures Sionne - Fare) 50-245 (embouchures Fare – Dranse)</p>
Superficie	Lot 1 : 52.1 km ² et Lot 2 : 103.6 km ² soit au total 155.7 km²
Altitude moyenne	Lot 1 : 659 m et Lot 2 : 490 m
Pente moyenne	Lot 1 : 8.4° et Lot 2 : 4.3°
Contexte géologique général	La plaine du Rhône est constituée principalement de dépôts alluviaux et, dans une moindre mesure, de dépôts lacustres et marécageux. Schématiquement, les roches sont de nature calcaire en rive droite du Rhône entre la Dala et le Léman, et cristalline en rive gauche jusqu'à une ligne reliant Salanfe-col d'Emaney et Barberine.
Surface glaciaire	0 %
Surface boisée	Lot 1 : 13 %, surtout dans le sous-bassin 50-086 (25.5 %) Lot 2 : 4 %, surtout dans le sous-bassin 50-227 (7.5 %)
Surfaces rendues étanches	Lot 1 : 6.3 %, surtout dans le sous-bassin 50-177 (14.6 %) Lot 2 : 6.1 %, le minimum étant situé dans le sous-bassin 50-245 (4.8 %)
Communes concernées	Lot 1: Brig-Glis, Eggerberg, Lalden, Baltschieder, Raron, Niedergesteln, Turtmann, Varen, Leuk, Salgesch, Sierre Lot 2: Sierre, Grône, Sion, Sion, Ardon, Nendaz, Leytron, Saxon, Fully, et Martigny

Tableau 1 : Synthèse des caractéristiques principales des sous bassins-versants du Rhône dans le secteur de plaine entre Brig et Martigny.

2.3. Interventions humaines

Le Rhône a déjà fait l'objet de nombreuses études qui mettent en évidence les déficits du fleuve, en particulier dans le cadre du projet de 3^{ème} correction du Rhône. Le rapport d'impact sur l'environnement (RIE du Plan d'aménagement Rhône 3 - PA-R3 -, 1^{ère} étape, mai 2008) dresse le bilan synthétique de l'état actuel. Les éléments principaux sont repris dans le chapitre suivant.

2.3.1. Aménagement du lit

A l'exception du secteur de Finges, le tronçon Gamsen-Noës est corrigé, d'aspect monotone et rectiligne, tout comme le tronçon Noës-Martigny.

En amont de Noës, une grande partie du linéaire présente le profil typique de la 1^{ère} correction du fleuve avec des épis réguliers, de longueur variable selon les secteurs, orientés vers l'intérieur du lit. Ils concentrent ainsi l'écoulement vers le centre. Des dépôts de sédiments fins, plus rarement de graviers ou de galets, entre les épis, créent un lit majeur inondé temporairement en hautes eaux. Ces épis sont partiellement érodés. Des enrochements, datant de la 2^{ème} correction, placés en tête des anciens épis, renforcent par endroit le lit mineur bordé de chaque côté par une banquette, matérialisant le lit majeur. Dans les traversées de villes, zones industrielles et autres secteurs urbanisés, le fleuve s'écoule dans un corset où ce lit majeur disparaît.

Sur le tronçon en aval entre Noës et Martigny, des épis plus courts de la 1^{ère} correction sont encore visibles jusqu'à Granges. Ensuite, le profil devient caractéristique de la 2^{ème} correction avec des enrochements qui contraignent le lit mineur et un lit majeur sous forme de banquette de chaque côté. La traversée

de Granges ou le secteur de Saxon font exception avec un profil simple, car un des lits majeurs a été supprimé soit en rive droite ou rive gauche lors de la construction de l'autoroute.

Une extrapolation du Diagnostic environnement (DE) a été réalisée entre Brig et Martigny pour le PA-R3. En termes de déficits écomorphologiques, la quasi-totalité du linéaire est classé en « Etat dénaturé » du fait de la morphologie contrainte par l'endiguement du cours du fleuve.

Les tronçons du secteur de Finges et des îles Falcon sont aussi classés dans cette catégorie « dénaturé », du fait des impacts induits par les gravières exploitées en aval du barrage de la Souste et dans Finges ou d'un endiguement local (secteur amont et à hauteur de la gravière Praz). Seul un tronçon de 5 km, situé dans le secteur de Finges, appartient à la catégorie « peu atteint ».

2.3.2. Exploitation des forces hydrauliques, purges et vidanges, prises d'eau

L'exploitation hydroélectrique influence l'hydrologie du Rhône qui tend vers un régime « nival » non naturel, dû aux accumulations importantes en été (fonte glaciaire) et au déstockage hivernal des barrages. De manière générale, à l'aval des restitutions, les débits estivaux sont peu modifiés par les retenues des barrages, alors que les débits écoulés en saison froide sont augmentés d'environ 20%. Toutefois, sur le secteur Brig-Noës, le barrage de la Souste dérive toutes les eaux en hiver et une partie en été (jusqu'à saturation des équipements).

En tout, cinq captages sont situés sur le Rhône. Trois captages se localisent à l'amont de Brig (Gluringen, Fiesch et Massaboden), un à la Souste et le dernier à Lavey. A l'aval des trois ouvrages amont, le déficit local est important, mais le régime redevient presque naturel (> 80 % du débit naturel) dès la restitution de Britsch située à l'amont de Brig. L'effet de marnage, (brusques variations de la hauteur des eaux liées aux turbinages) en particulier hivernal, y est toutefois très élevé. Le captage de la Souste provoque une importante réduction des débits, qui correspond alors à 21 à 40% du débit moyen annuel naturel sur le tronçon aval.

Plusieurs restitutions hydroélectriques influencent le Rhône, soit directement, soit via un affluent. Celles situées à Biel ou sur la Vispa (Ackersand) induisent un marnage plus ou moins important sur le linéaire étudié. La station de Noës se localise en aval de 2 restitutions, sur le Rhône (débit équipé de 62 m³/s) et sur la Navisence (12 m³/s).

La restitution de la Lienne à St-Léonard (11 m³/s) est située à l'amont de la station de Poutafontana. Celle de Chandoline (10.25 m³/s) se localise quelques 2 km en amont des îles. Deux restitutions - Bieduron (75 m³/s) et Nendaz (45 m³/s) - influencent l'hydrologie de la station de Leytron. Enfin, les stations de Saxon et de Fully se localisent à l'aval de la restitution de Riddes (28.75 m³/s).

Ainsi, les tronçons sont soumis à une modulation journalière et hebdomadaire des débits qui peut être importante (en hiver, augmentation évaluée de 5 à 15 m³/s à Brig, de 15 m³/s à 25 m³/s à Chippis, à Sion de 15 à 70 m³/s, et de 40 à 150 m³/s, soit 120 cm en terme de hauteur d'eau, à Fully). En été par contre, des fluctuations du débit sont provoquées par les surverses des prises d'eau saturées qui sont situées sur le Rhône ou les affluents latéraux. L'aval de la Souste est concerné par ce problème avec des déversements qui peuvent dépasser 60 m³/s au début du printemps.

Le barrage de la Souste bénéficie d'une autorisation annuelle « Purge et vidange répétitive ». Si les barrages d'altitude ont peu d'influence en terme de purges, car ils ne sont pas vidés ou peu fréquemment, les bassins d'accumulation quant à eux, qui sont pour la plupart vidés chaque année, présentent une plus grande influence sur le Rhône. L'impact global du dessablage des prises sur le Rhône, des bassins et des prises d'eau latérales est toutefois mal connu. Les purges sont effectuées, pour la plupart, durant la période des hautes eaux.

Outre les ouvrages hydro-électriques, les débits du Rhône sont influencés par les prises d'eau industrielles pour les besoins en eaux de refroidissement. Quatre prises d'eau sont situées sur le Rhône, dont 3 sur le linéaire étudié en 2007-2008 (prises de Lalden /anciennement TERANOL actuellement DSM, de Viège/Lonza et de Steg pour Alcan).

En bref, les impacts de l'exploitation hydroélectrique et industrielle des eaux du bassin versant sur le Rhône sont diverses : réduction des débits estivaux, écrêtement des crues annuelles, marnage très important en étiage, variations brusques par surverses des prises d'eau à leur saturation et perturbations liées aux purges des bassins et des prises d'eau (apport de matériaux),

2.3.3. Assainissement des eaux usées

Diverses STEP sont implantées dans la plaine entre Gamsen et Martigny. Leurs exutoires débouchent dans le Rhône, soit de manière directe, soit par le biais de canaux. La capacité de ces installations varie de 1'000 Eq. Hab. (60 g/Hab.) pour la STEP de Guttet, à presque 390'000 Eq. Hab. (60 g/Hab.) pour la STEP industrielle de la Lonza (Visp/Lonza) qui déverse 30'000 m³/j par jour dans le Grossgrundkanal, juste à l'amont de son embouchure au Rhône. Les STEP de Brig (Briglina/Brig), de Noës et de Sion (Châteauneuf) traitent elles-aussi des volumes importants, situés entre 20'000 et 30'000 m³/j, ce qui correspond à une capacité comprise entre 55'000 et 97'500 Eq. Hab. (voir Tableau 2).

La localisation des STEP et de leurs rejets est représentée sur les Figure 1 à 3.

La capacité d'autoépuration du Rhône n'avait pas fait l'objet d'études précises jusqu'en 2007 date à laquelle un travail de diplôme de l'EPFL (Design Project) a été mené à ce sujet (ROQUIER C. et al., 2007), sur proposition du SPE. Elle serait réduite par différents facteurs, notamment les basses températures et l'augmentation des vitesses d'écoulement dues à la correction du fleuve, ainsi que le colmatage et la productivité réduite du phytobenthos.

ARA / STEP	Capacité			Fact dilu- tion	Mise en service	Trans- forma- tion	Rejet
	Eq.Hab 60g/Hab	M ³ /J	Kg DBO5/J				Milieux récepteurs
Briglina / Brig	55'000	20'000	3'300	17	1984	-	Gamsenkanal, Rhône
Visp / Lonza	388'833	28'650	23'330	19	1976	2000	Grossgrundkanal, Rhône
Leuk / Radet	30'533	9'766	1'832	52	1994	-	Rhône
Guttet	1'000	320	60	50	1973	2000	Feschelbach, Rhône
Varen	1'333	400	80	25	1982	-	Rhône
Sierre / Noës	97'500	30'000	5'850	34	1976	1995	Rhône
Sierre / Granges	27'500	9'800	1'650	103	1976	1992	Rhône
Ayent	12'650	5'400	759	1	1995	-	Lienne, Rhône
Sion / Chandoline	32'500	11'700	1'950	2	1980	1998	C. de Vissigen, Rhône
Sion / Chateauneuf	66'667	25'837	4'000	49	1980	2000/04	Rhône
Vétroz-Conthey	24'000	7'500	1'440	168	1975	1996	Rhône
Aproz / SEBA prétrait.	14'167	1'100	850	1145	1996	2003	STEP Nendaz, Rhône
Nendaz / Bieudron	26'667	8'000	1'600	158	1981	2006	Rhône
Chamoson	10'000	1'500	600	840	1978	2000	Rhône
Riddes	8'750	3'150	525	560	1978	2000/02	Rhône
Leytron	7'500	2'400	450	735	1978	1996	Rhône
Saillon	2'133	675	128	2613	1984	2006/07	Rhône

Tableau 2 : Rejets de STEP arrivant au Rhône entre Gamsen et Martigny (liste établie par le SPE en 2006).

Bien que dans le Tableau 2 ne figurent que les rejets de STEP situés dans ou à proximité du Rhône, l'influence des autres apports latéraux peut se faire sentir, en particulier à l'étiage. Durant la période des hautes eaux, l'effet de dilution par des eaux faiblement chargées (à l'exception des MES) diminue fortement cette influence.

2.3.4. Extraction de graviers

Plusieurs gravières exploitent les matériaux dans le lit du Rhône (voir Tableau 3). A cela s'ajoute les installations sur les affluents qui modifient aussi considérablement les apports en matériaux du fleuve. A terme, la gestion des extractions fera l'objet d'une planification particulière dans le cadre du projet de 3^{ème} correction du Rhône. La localisation des gravières est représentée sur les Figure 1 à 6.

Lieu	N°	Nom	Type	Cours d'eau
Brig	202	Gamsa Kies AG	En rivière	Gamsa
Visp	324	Analage Rhonebrücke nr 1710 B. Fantoni	Dans le Rhône	Rhône
Baltschieder	301	Kieswerk Volken Baltschieder	En rivière	Baltschiederbach
Baltschieder	303	Sand + Kies AG / B. Fantoni	Dans le Rhône	Rhône
Raron	404	Kieswerk St-German Theler AG	Dans le Rhône	Rhône
Gampel	504	Kiesdepot camping Gampel	Dans le Rhône	Rhône
Leuk	507	Pfynwald B. fantoni	Dans le Rhône	Rhône
Leuk	518	Dala Kiessammler	En rivière	Dala
Salgesch	512	Zementwarenfabrik AG Pfyn (Volken)	Dans le Rhône	Rhône
Salgesch	517	Kiessammler	En rivière	Raspille
Sierre	617	Gravière Praz	Dans le Rhône	Rhône
Sierre	616	Pont Chalais, Pramont A. Et G. Zufferey	Dans le Rhône	Rhône
Sion	809	Gravière Luginbühl	Dans le Rhône	Rhône
Chamoson	910	Gravière du Rhône à Pont Genetti SA	Dans le Rhône	Rhône
Riddes	1018	Le grand Canal, Genetti SA	Dans le Rhône	Rhône
Leytron	1029	Ravanay, Losentza SA	En rivière	Losentze

Tableau 3 : Liste des gravières en service situées dans le Rhône et sur ses affluents à proximité de leur embouchure entre Gamsen et Martigny (source : SPE).

2.3.5. Valeurs naturelles

Diverses études constatent un déficit environnemental important le long du Rhône, dont le plus marqué touche les zones alluviales dynamiques. Dans la plaine du Rhône valaisan, exceptées les 5 zones alluviales d'importance nationale de la vallée de Conches, les sites de Finges, du Bois Noir et l'Île des Clous sur territoire vaudois, il ne reste aujourd'hui plus que quelques reliques de végétation alluviale dispersées ou déconnectées du fleuve. D'autres objets de protection, de type milieu humide annexe, ponctuent le linéaire du Rhône (les objets en italique ne sont pas situés dans le tronçon Brig-Martigny) :

- Deux Bas-marais d'importance nationale dans le Valais central inscrits dans l'Ordonnance sur les bas-marais du 7 septembre 1994 (Poutafontana BM 1363, Marais d'Ardon BM 1364) ;
- Cinq sites de reproduction de batraciens d'importance nationale retenus en tant qu'objets fixes par l'Ordonnance sur les batraciens, OBat, du 15 juin 2001 (Finges IBN 26 et 28, Poutafontana IBN VS 66, le Rosel IBN VS 75, *la Tuilière IBN VD 463*) ;
- Deux objets inscrits à l'annexe 4 OBat (Grand Blettay IBN VS 121, *Les Grangettes, IBN VD 21*).

De manière générale, à l'exception des secteurs de Finges, Poutafontana et des Follatères, les valeurs naturelles du tronçon Brig-Martigny sont faibles. Le milieu riverain est le plus souvent constitué de cordons boisés localisés en sommet d'enrochements ou sur les digues, ne présentant pas ou peu de contact avec le fleuve.

3. METHODOLOGIE

3.1. Principes et Intervenants

Le but de cette étude est de connaître la qualité du fleuve en différents points, répartis entre Brig et Martigny, sachant qu'un premier lot s'attache au secteur amont allant de Gamsen à Noës, le second au secteur aval entre Granges et Martigny. Plusieurs approches sont utilisées ; les informations récoltées sont complémentaires et permettent une interprétation plus précise de la qualité des eaux et du milieu. Les différents aspects de cette étude ont été traités par les intervenants suivants :

- **mandant et coordinateur** : Service de la Protection de l'Environnement (SPE) ;
- **prélèvements** d'échantillons d'eau pour analyses physico-chimiques et bactériologiques : SPE pour le mois d'août 07; bureaux ETEC et PhycoEco pour les campagnes de novembre 2007, mars, août et décembre 2008, ainsi que mars 2009 ;
- examen de la **qualité physico-chimique** de l'eau à l'aide de sonde portable : bureau ETEC ; analyses des échantillons d'eau : laboratoire du SPE ; analyses **bactériologiques** : laboratoire cantonal ;
- étude biologique des **diatomées** fixées sur le substrat comme indicatrices de la qualité des eaux (prélèvements des échantillons, détermination et interprétation des résultats) : Dr François Straub (PhycoEco), avec constitution d'une collection de référence déposée au Musée de la Nature en Valais ;
- étude **biologique** à l'aide d'une méthode basée sur la faune benthique (prélèvements des échantillons, détermination et interprétation) : bureau ETEC ;
- **confrontation et interprétation** de l'ensemble des résultats, **rédaction** du rapport de synthèse : bureaux ETEC et PhycoEco (Dr François Straub).

3.2. Localisation des stations, Campagnes, Méthodes utilisées

3.2.1. Choix des stations et principe de codification

Au total, 20 stations ont été retenues en fonction des caractéristiques de l'environnement et des aménagements (voir Figure 1 à 3 pour localisation sur le bassin versant et photos pages suivantes).

Le cahier des charges avait localisé les 20 stations sur la base des données disponibles (stations précédemment étudiées) et des compléments d'étude à faire dans le cadre des projets en cours (mesures prioritaires de Viège et Chippis du projet de 3^{ème} correction du Rhône).

Pour le lot 1, la première campagne du mois d'août a respecté ces localisations. Toutefois, lors de prélèvement de faune benthique en novembre 2007, certaines stations ont dû être très légèrement déplacées, sachant que les conditions physico-chimiques restaient identiques. Les stations RHO 107.4 (Baltschieder) et RHO 88.7 (Varen aval Dala) ont été respectivement remplacées par les stations RHO 108.5 (Baltschieder) et RHO 85.1 (Finges, amont rejet gravière), la première pour des raisons d'accessibilité et la seconde du fait du trop faible débit (fin des déversements provenant du barrage de la Souste). De même pour le lot 2, les stations RHO 75.2, (Granges), RHO 56.6 (aval Morge et Lizerne) et RHO 37.9 (coude de Martigny) ont été déplacées en amont ou en aval de 100 ou 200 m, afin d'avoir des conditions optimales pour les prélèvements IBGN, sans que la physico-chimie ne soit influencée. Elles prennent les codes RHO 75.1, RHO 56.8 et RHO 38.1. Le déplacement de la station RHO 44.5 à 45.2 a été rendu nécessaire pour des conditions d'accessibilité, la route de digue n'étant pas praticable du fait de l'enneigement important. Ces modifications sont rappelées dans le Tableau 6.

Le principe de **codification** des stations pour le Rhône en Valais est le suivant : les 3 lettres sont les premières lettres capitales du nom du cours d'eau (« RHO » pour le Rhône), et les chiffres qui leur font suite représentent la distance kilométrique de la station par rapport à la confluence avec le milieu récepteur (soit le Lac Léman). Ainsi, « RHO 78.7 » indique la station du Rhône sise à 78.7 km de l'embouchure du Rhône au Léman.

Les coordonnées des stations, ainsi que les photos correspondantes sont fournies dans le Tableau 4.

Code	Nom	Coordonnées		Photos
		x	y	
Gamsen (RD), aval Brig	RHO 116.1	639'390	128'600	photo 1
Lalden (RD)	RHO 112.5	636'150	127'350	photo 2
Baltschieder (RD)	RHO 108.5	632'319	128'066	photo 3
Gampel (RD)	RHO 99.7	623'740	128'460	photo 4
Turtmann (RD)	RHO 96.1	620'150	128'780	photo 5
Susten (RG)	RHO 92.0	616'200	128'840	photo 6
Salgesch, amont rejet gravière	RHO 85.1	610'109	127'727	photo 7
Sierre, amont gravière Praz	RHO 84.0	609'110	127'150	photo 8
Chippis (RG)	RHO 80.5	606'970	125'450	photo 9
Noës (RD)	RHO 78.7	605'200	125'040	photo 10
Granges (RG)	RHO 75.1	601'840	123'825	photo 11
Poutafontana (RG)	RHO 72.9	600'150	122'440	photo 12
Sion Vissigen (RG)	RHO 66.0	594'725	120'060	photo 13
Les Iles (RD)	RHO 60.8	590'620	117'660	photo 14
Aval Morges et Lizerne (RD)	RHO 56.8	587'015	115'915	photo 15
Chamoson, amont GD	RHO 55.2	585'740	114'860	photo 16
Leytron (RG)	RHO 51.1	582'055	113'980	photo 17
Saxon (RG)	RHO 46.6	578'880	111'520	photo 18
Fully (RD)	RHO 45.2	577'655	110'790	photo 19
Coude de Martigny (RD)	RHO 38.1	571'345	107'850	photo 20

Tableau 4 : Coordonnées des stations étudiées sur le Rhône entre Brig et Martigny.

Les caractéristiques du milieu et les interventions humaines susceptibles d'influencer les stations étudiées apparaissent dans le Tableau 5.

Stations	Code	Alt.	Caractéristiques	Captages, restitutions	Gravières	STEP et rejets
Gamsen aval Brig (RD)	RHO 116.1	660 m	Cours rectiligne, enrochements	-	-	-
Lalden (RD)	RHO 112.5	653 m	Cours rectiligne, enrochements	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gamsa Kies AG 3.1 km amont (dont 0.5 km dans Gamsa) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Briglina / Brig 3.3 km amont
Baltschieder (RD)	RHO 108.5	641 m	Cours rectiligne, anciens épis	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prises d'eau industrielles (Lalden/ anciennement TERANOL + Viège/Lonza) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sand+Kies AG/Fantoni 150 m amont ▪ Anlage Rhonebrücke / Fantoni 850 m amont ▪ Kieswerk Volken Baltschieder 1.4 km dont 550 m dans Baltschiederb. 	-
Gampel (RD)	RHO 99.7	630 m	Cours rectiligne, enrochements	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visp / Lonza 8.7 km amont (dont 7.5 km Grossgrundk)

Stations	Code	Alt.	Caractéristiques	Captages, restitutions	Gravières	STEP et rejets
Turtmann (RD)	RHO 96.1	624 m	Cours rectiligne, anciens épis	-	▪ Kiesdepot camping Gampel 3.2 km amont	-
Susten (RG)	RHO 92.0	618 m	Anciens épis et enrochements	-	-	▪ Guttet 2.7 km amont (dont 1.3 km dans Feschelbach) ▪ Leuk / Radet 3.1 km
Salgesch, amont rejet gravière	RHO 85.1	538 m	Bancs graviers	▪ Barrage de Susten	▪ Gravière Volken	▪ Varen - 3 km amont
Sierre, amont gravière Praz	RHO 84.0	540 m	Bancs graviers	-	▪ Gravière Volken 1km amont	-
Chippis (RG)	RHO 80.5	523 m	Cours rectiligne, anciens épis	▪ Restitutions Chippis	▪ Gravière Praz 2.7 km amont	-
Noës (RD)	RHO 78.7	520 m	Cours rectiligne, anciens épis	-	▪ Pont Chalais, Pramont 430 m amont	-
Granges (RG)	RHO 75.1	505 m	Cours rectiligne, enrochements	-	-	▪ Sierre / Noës 2.4 km amont
Poutafontana (RG)	RHO 72.9	501 m	Cours rectiligne, enrochements	▪ Restitution Lienne SA St-Léonard	-	▪ Sierre/Granges 0.8 km amont
Sion Vissigen (RG)	RHO 66.0	490 m	Cours rectiligne, anciens épis	-	-	-
Les Iles (RD)	RHO 60.8	484 m	Cours rectiligne, enrochements (érosions)	▪ Restitution Chandoline GD (4.6 km amont)	▪ Gravière Luginbühl, 3.7 km amont	▪ Sion / Chandoline 3.8 km amont (dont 0.3 km dans canal Vissigen)
Aval Morges et Lizerne (RD)	RHO 56.8	478 m	Cours rectiligne, enrochements et anciens épis	-	-	▪ Vétroz-Conthey 1.5 km amont ▪ Sion / Châteauneuf 3.8 km amont
Chamoson, amont GD (RG)	RHO 55.2	477 m	Anciens épis et enrochements	-	-	▪ Nendaz / Bieudron (+ Aproz SEBA) 0.4 km amont
Leytron (RG)	RHO 51.1	470 m	Cours rectiligne, enrochements	▪ Restitution Nendaz (3.5 km amont) ▪ Restitution Bieudron (3.9 km amont)	▪ Ravanay, Losentza SA - 1.7 km amont dont 0.4 km dans Losentze ▪ Gravière Genetti 1.9 km amont	▪ Riddes 0.6 km amont ▪ Chamoson 3.5 km amont
Saxon (RG)	RHO 46.6	465 m	Cours rectiligne, enrochements	▪ Restitution Riddes (2.6 km amont)	-	▪ Saillon 2.8 km amont ▪ Leytron 4.4 km amont
Fully (RD)	RHO 45.2	464 m	Cours rectiligne, enrochements	-	-	-
Coude de Martigny (RD)	RHO 38.1	460 m	Cours rectiligne, enrochements	▪ Restitution Batiaz (50 m amont)	-	-

RG : rive gauche – RD : rive droite

Tableau 5 : Caractéristiques des stations étudiées sur le Rhône (année 2007-2009).



Photo 1 : « RHO 116.1, Gamsen RD » (mars 2008).



Photo 2 : RHO 112.5, « Lalden RD » (mars 2008).



Photo 3 : RHO 108.5., « Baltschieder RD » (mars 2008).

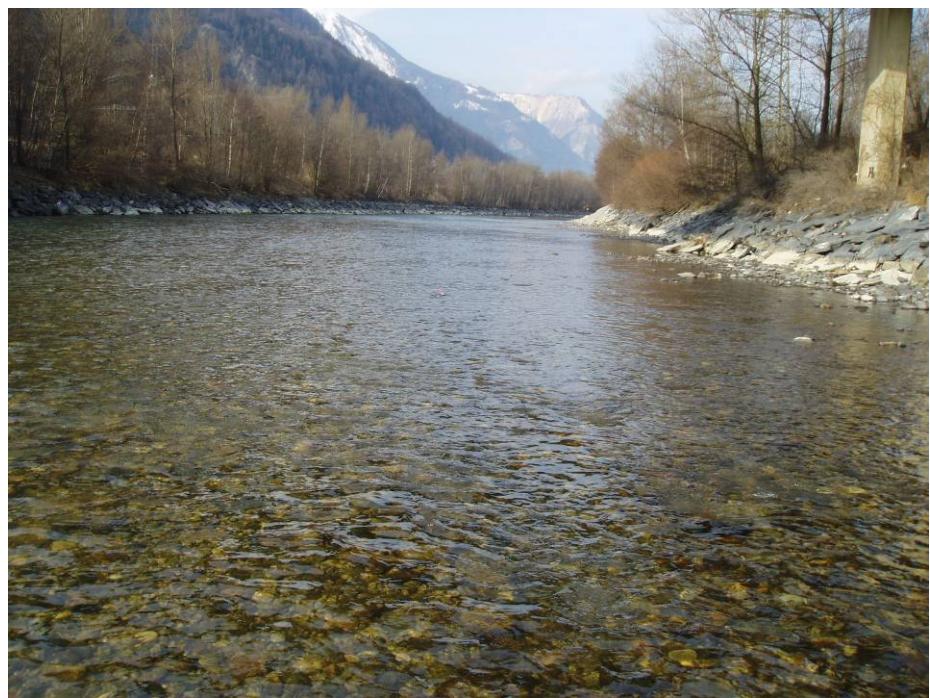


Photo 4: RHO 99.7, « Gampel RD » (mars 2008).



Photo 5: RHO 96.1, « Turtmann RD » (mars 2008).



Photo 6: RHO 92.0, « Susten RG » (mars 2008).



Photo 7: RHO 85.1, « Salgesch, amont rejet gravière Volken » (novembre 2007).



Photo 8: RHO 84.0, « Sierre, amont gravière Praz » (novembre 2007).

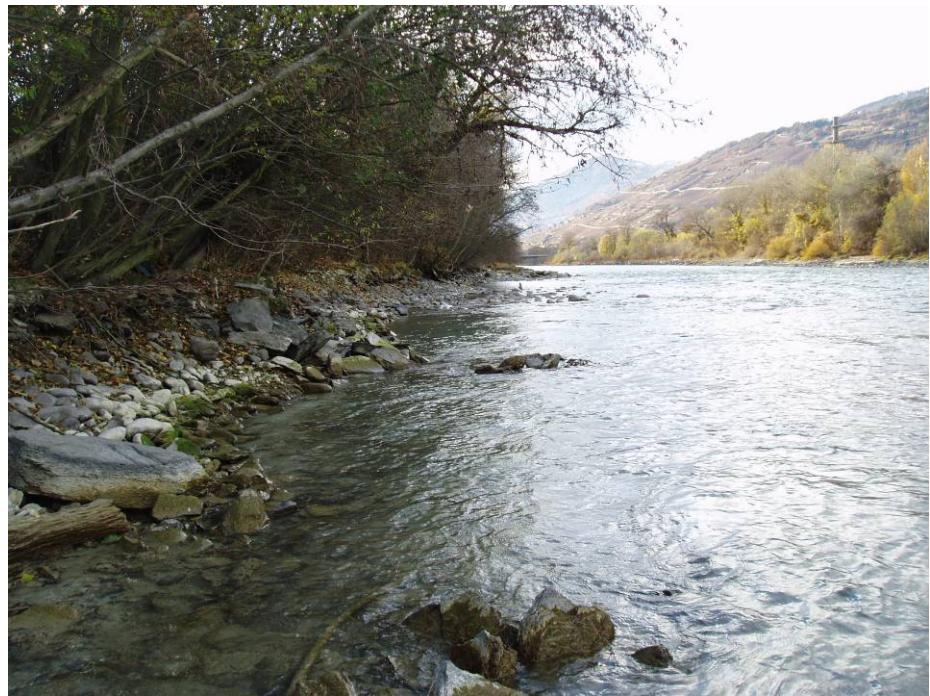


Photo 9: RHO 80.5, « Chippis (RG) » (novembre 2007).



Photo 10: RHO 78.7, « Noës RD » (mars 2008).



Photo 11: RHO 75.1, « Granges (RG) » (mars 2009).



Photo 12: RHO 72.9, « Poutafontana (RG) » (mars 2009).

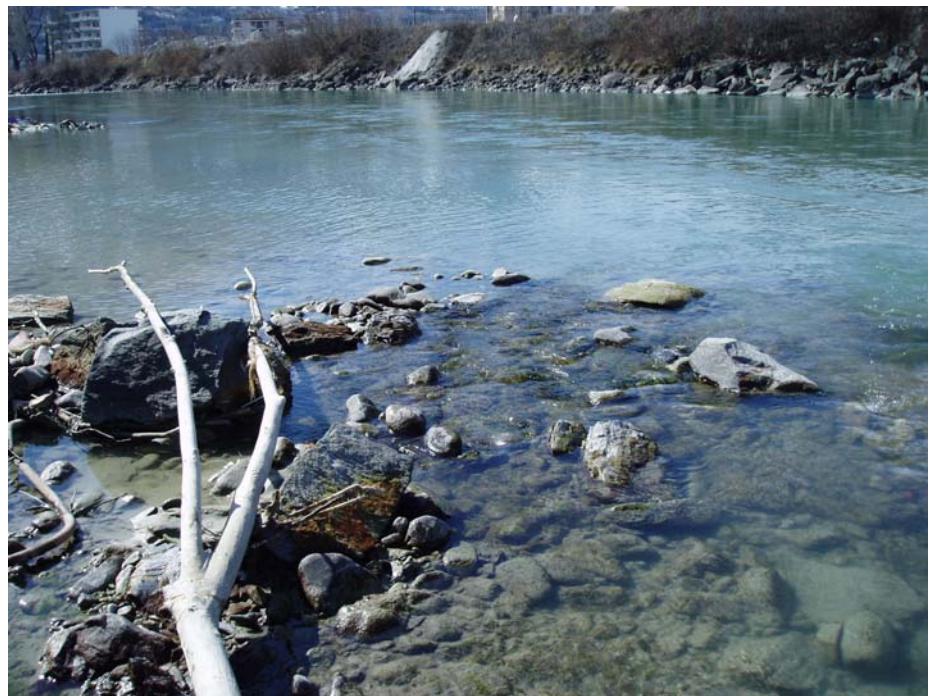


Photo 13: RHO 66.0, « Sion Vissigen (RG) » (mars 2009).



Photo 14: RHO 60.8, « Les Iles (RD) » (mars 2009).



Photo 15: RHO 56.8, « Aval Morges et Lizerne (RD) » (mars 2009).



Photo 16: RHO 55.2, « Chamoson amont GD (RG) » (décembre 2008).



Photo 17: RHO 51.1, « Leytron (RG) » (mars 2009).

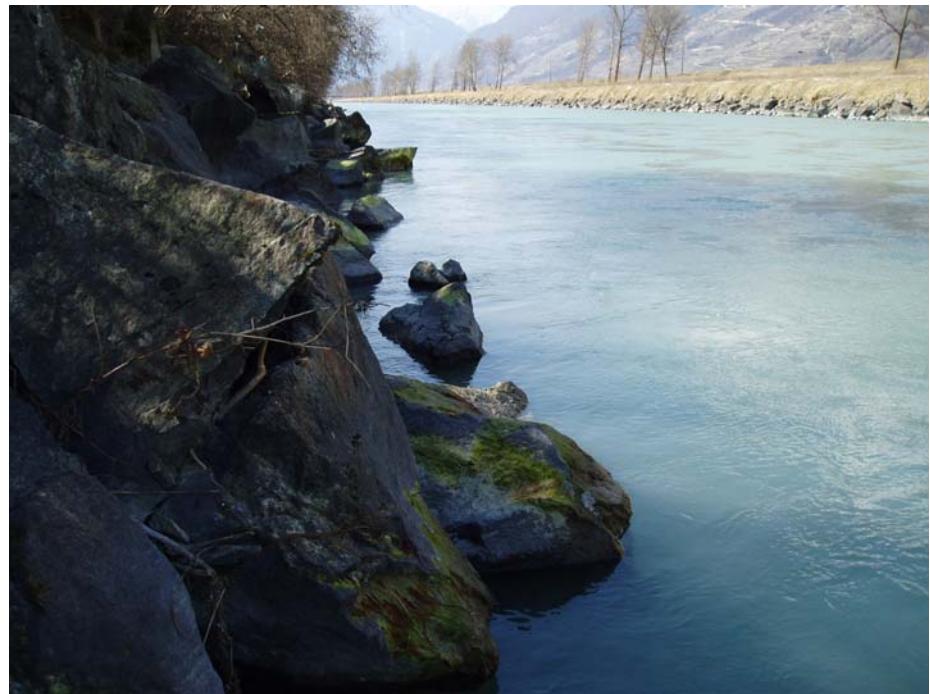


Photo 18: RHO 46.6, « Saxon (RG) » (mars 2009).



Photo 19: RHO 45.2, « Fully (RD) » (mars 2009).

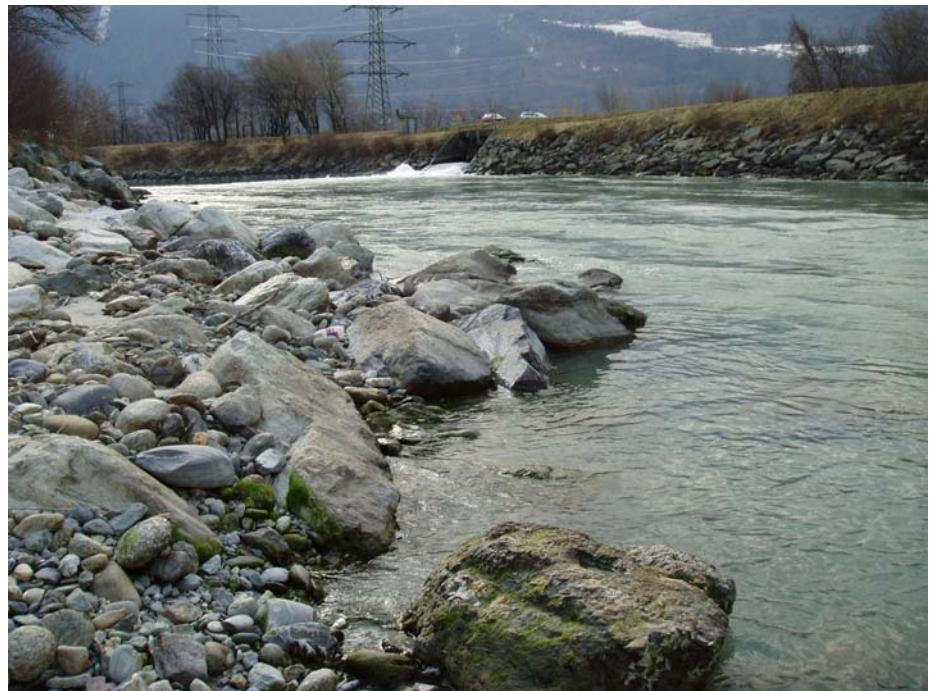


Photo 20: RHO 38.1, « Coude de Martigny (RD) » (mars 2009).

Le Rhône (no Gewiss: 95)

Etat au 01.08.2008

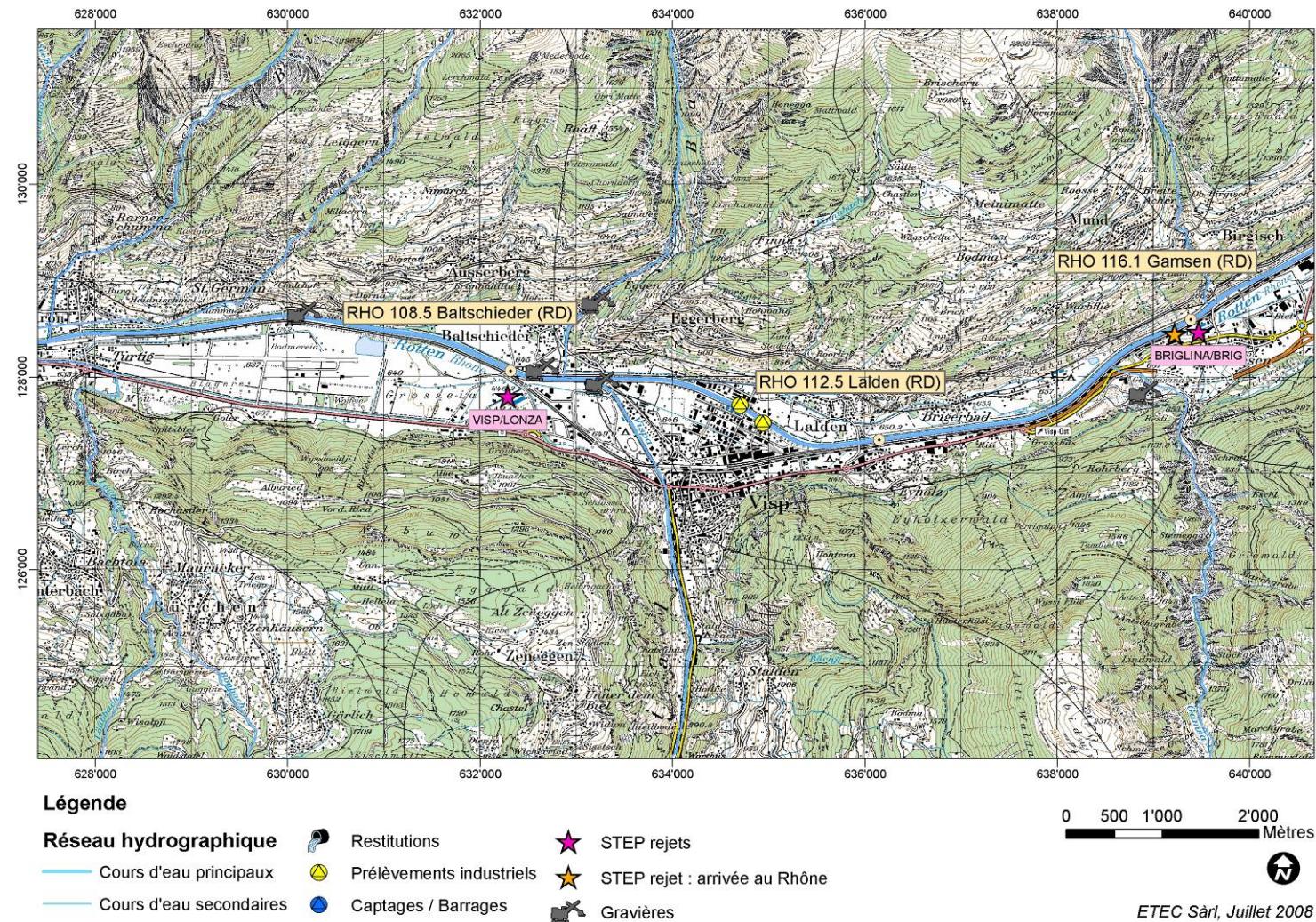
Gamsen - Baltschieder (RHO 116.1 à 108.5)**Bassin versant général**

Figure 1 : Contexte du bassin versant du Rhône, localisation des stations entre Gamsen et Noës ; plan 1 (2007-2008).

Le Rhône (no Gewiss: 95)

Etat au 01.08.2008

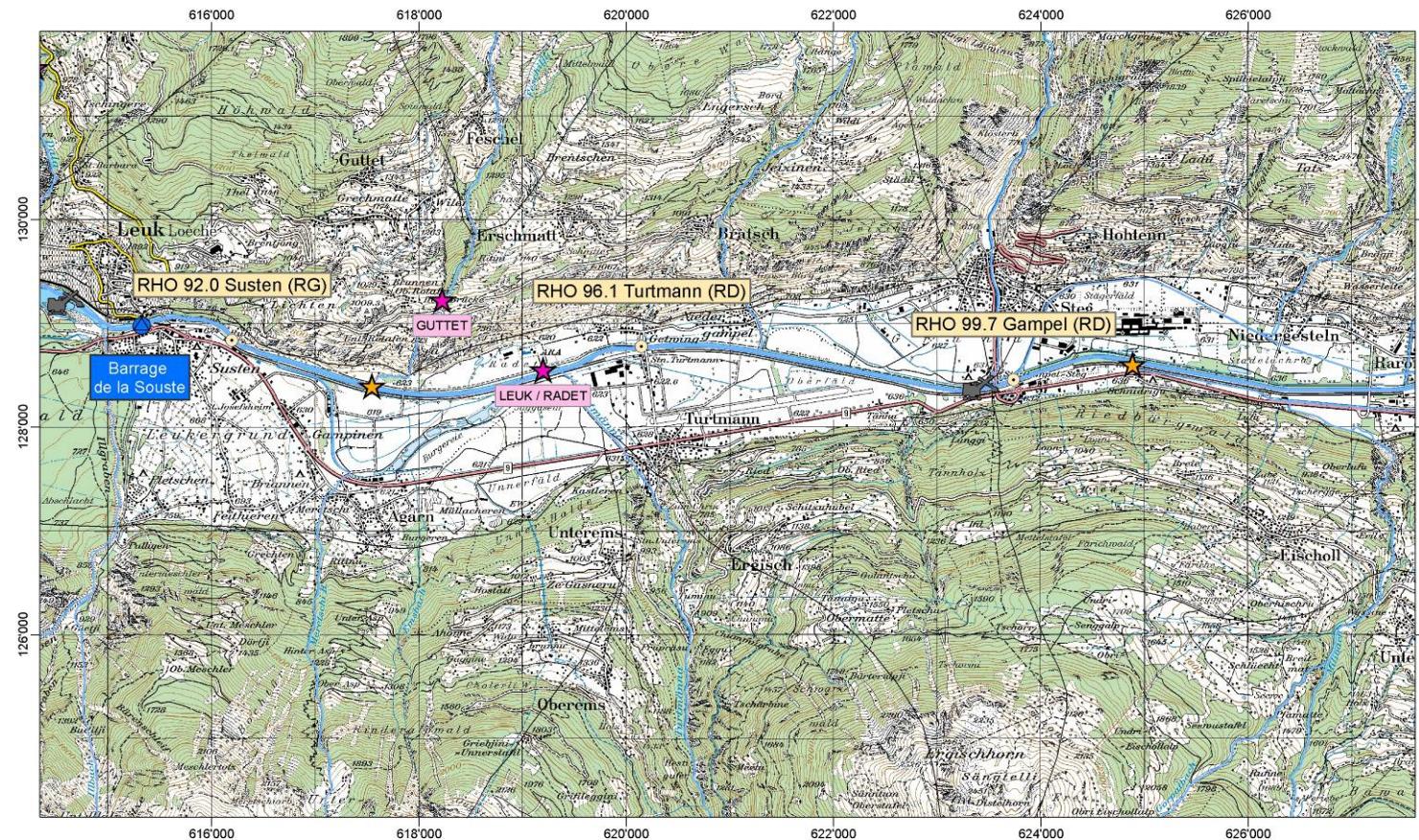
Gampel - Susten (RHO 99.7 à 92.0)**Bassin versant général**

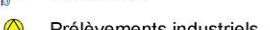
Figure 2 : Contexte du bassin versant du Rhône, localisation des stations entre Gamsen et Noës ; plan 2 (2007-2008).

Légende**Réseau hydrographique**

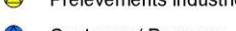
- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau secondaires



Restitutions



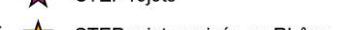
Prélèvements industriels



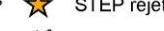
Captages / Barrages



STEP rejets



STEP rejet : arrivée au Rhône



Gravières

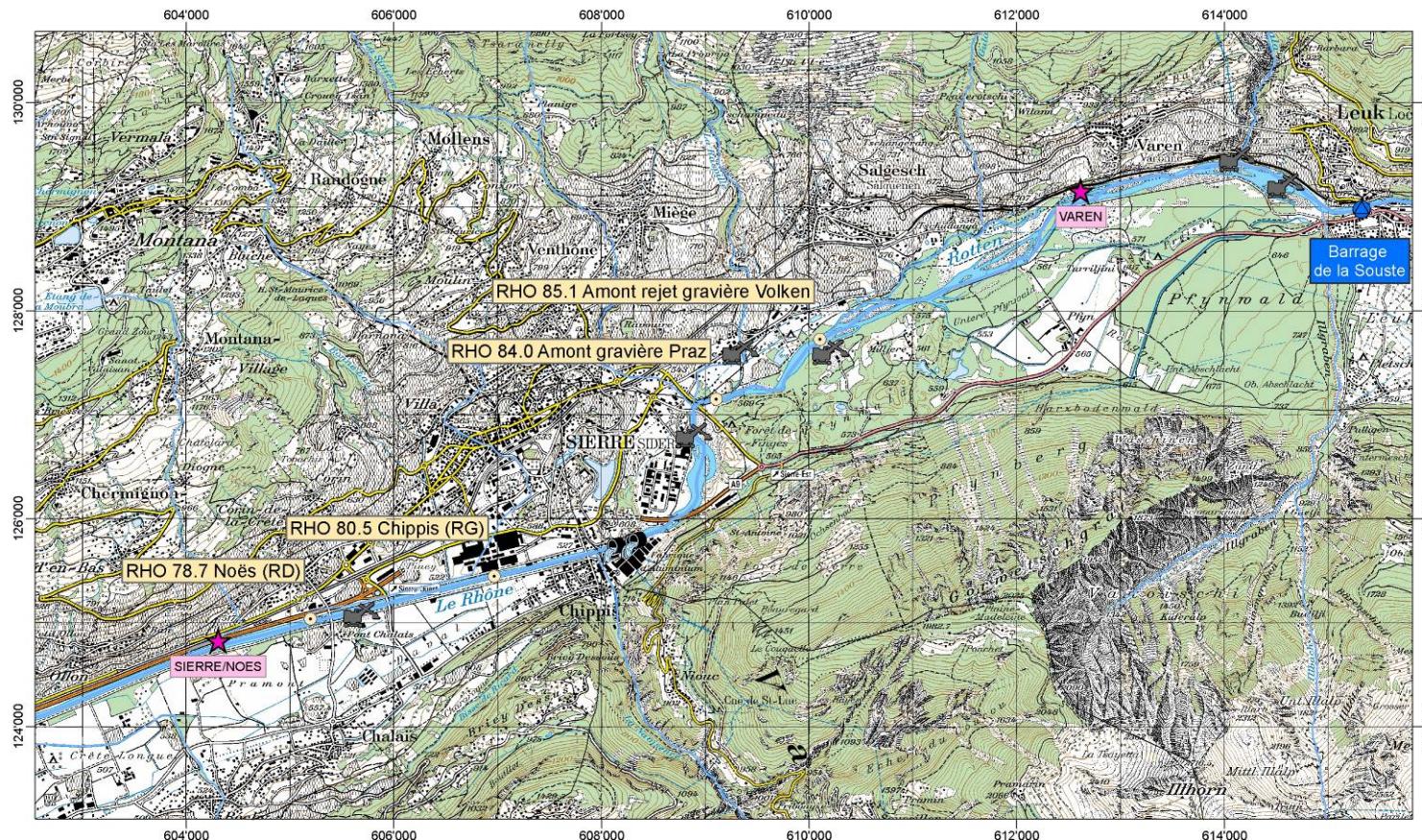
0 500 1'000 2'000 Mètres



ETEC Sàrl, Juillet 2008

Le Rhône (no Gewiss: 95)

Etat au 01.08.2008

Salgesch - Noës (RHO 85.1 à RHO 78.7)**Bassin versant général****Légende****Réseau hydrographique**

- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau secondaires

- Restitutions
- Prélèvements industriels

- Captages / Barrages

- ★ STEP rejets

- ★ STEP rejet : arrivée au Rhône
- Gravières

ETEC Sàrl, Juillet 2008

Figure 3 : Contexte du bassin versant du Rhône, localisation des stations entre Gamsen et Noës ; plan 3 (2007-2008).

Le Rhône (no Gewiss: 95)

Etat au 01.02.2009

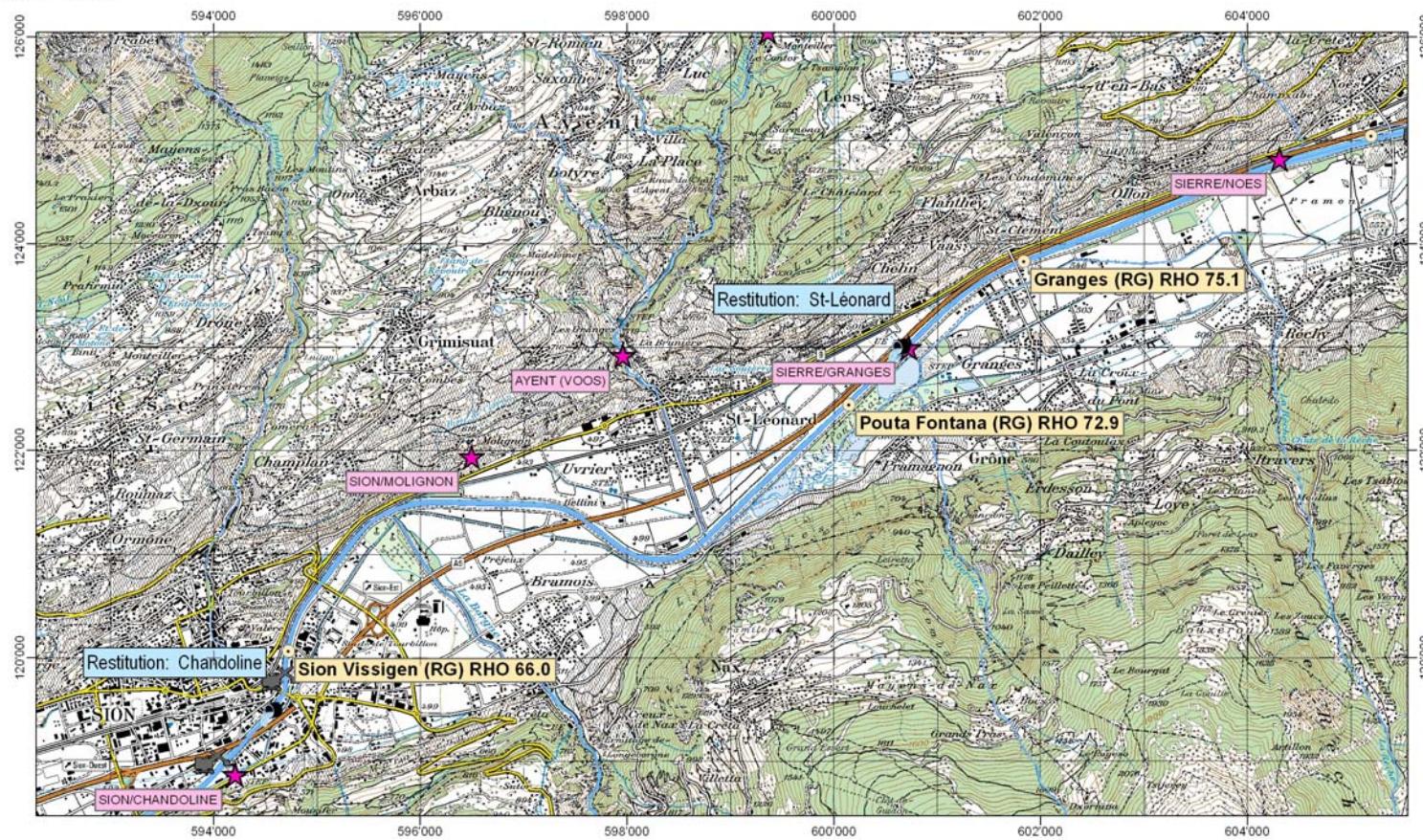
Granges - Sion (RHO 75.1 à RHO 66.0)**Bassin versant général**

Figure 4 : Contexte du bassin versant du Rhône, localisation des stations entre Granges et Martigny ; plan 4 (2008-2009).

Légende**Réseau hydrographique**

- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau secondaires

- Restitutions

- Prélèvements industriels
- Captages / Barrages

- ★ STEP rejets

- Gravières

0 500 1'000 2'000 Mètres



ETEC Sàrl, Février 2009

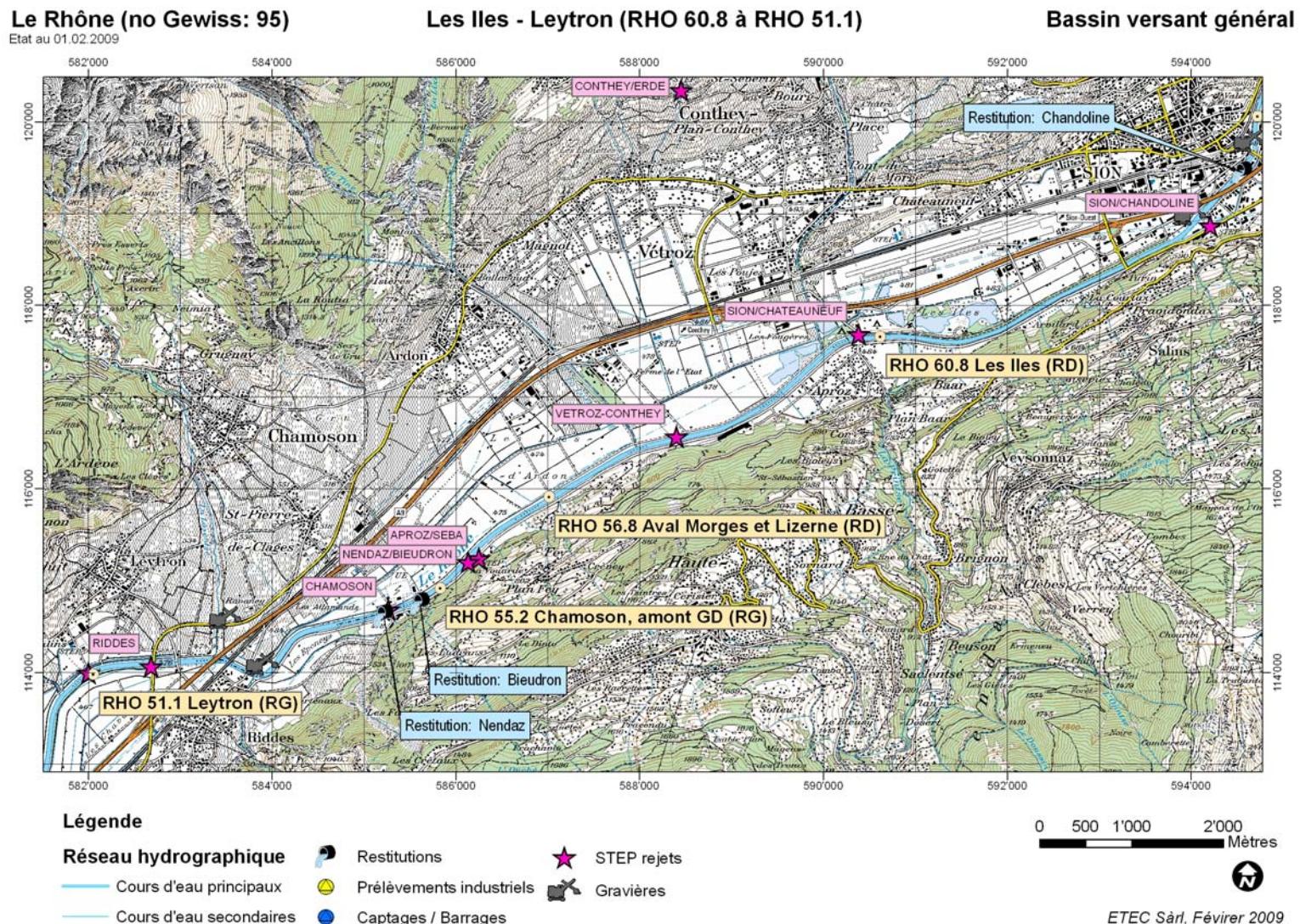


Figure 5 : Contexte du bassin versant du Rhône, localisation des stations entre Granges et Martigny ; plan 5 (2008-2009).

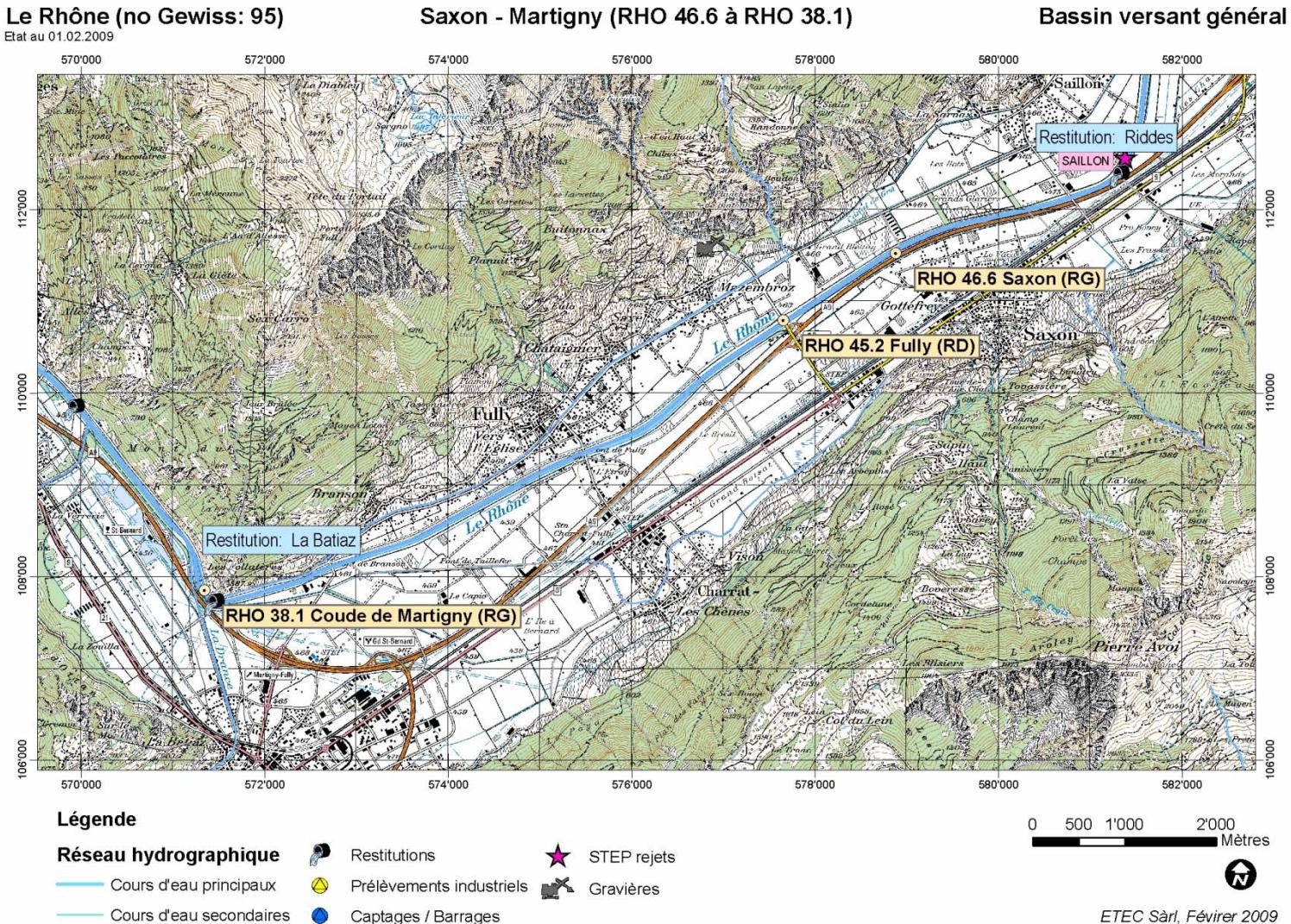


Figure 6 : Contexte du bassin versant du Rhône, localisation des stations entre Granges et Martigny ; plan 6 (2008-2009).

3.2.2. Dates des campagnes, conditions météorologiques et hydrologiques

Date	Conditions météo*	Type analyse	RHO 116.1	RHO 112.5	RHO 108.5	RHO 99.7	RHO 96.1	RHO 92.0	RHO 85.1	RHO 84.0	RHO 80.5	RHO 78.7
30.08.07	Pluie Brig 5.5 mm le 30.08, 23.1 mm le 29.08 Sierre : 0.3 mm le 30 29.5 le 29.08	Mesures in situ, phys-chim, bact	+	+	+	(RHO 107.4)	+	+	+	(RHO 88.7)	+	+
10.11.07	Pluie et neige Brig 16.1 mm Sierre : 8.7 mm	Diatomées IBGN	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
11.11.07	Couvert, légère pluie Brig : 0 mm Sierre : 3 mm	Diatomées IBGN	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
12.11.07	Couvert, légère pluie Brig : 0.4 mm Sierre : 0 mm	Mesures in situ, phys-chim, bact	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
04.03.08	Temps sec Brig et Sierre : 0 mm dès 1.03	Mesures in situ, phys-chim, bact	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
07.03.08	Temps sec	Diatomées IBGN	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-
08.03.08	Temps sec	Diatomées IBGN	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+

* données de pluviométrie sur les communes les plus proches; hauteur de pluie totale en mm/jour

Tableau 6 : Protocole d'étude du Rhône en 2007-2008 et conditions météorologiques.

Date	Conditions météo*	Type analyse	RHO 75.1	RHO 72.9	RHO 66.0	RHO 60.8	RHO 56.8	RHO 55.2	RHO 51.1	RHO 46.6	RHO 45.2	RHO 38.1
25.08.08	Pluie Brig 5.5 mm le 30.08, 23.1 mm le 29.08 Sierre : 0.3 mm le 30 29.5 le 29.08	Mesures in situ, phys-chim, bact	+(RHO 75.2)	+	+	+	+(RHO 56.6)	+	+	+	+(RHO 44.5)	+(RHO 37.9)
07.12.08	Pluie et neige Brig 16.1 mm Sierre : 8.7 mm	Diatomées IBGN	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
08.12.08	Couvert, légère pluie Brig : 0 mm Sierre : 3 mm	Diatomées IBGN	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
09.12.08	Couvert, légère pluie Brig : 0.4 mm Sierre : 0 mm	Mesures in situ, phys-chim, bact	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		IBGN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
14.03.09	Beau	Diatomées IBGN	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
15.03.09	Beau	Diatomées IBGN	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
16.03.09	Beau	Mesures in situ, phys-chim, bact	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

* données de pluviométrie sur les communes les plus proches; hauteur de pluie totale en mm/jour

Tableau 7 : Protocole d'étude du Rhône en 2008-2009 et conditions météorologiques.

Trois campagnes physico-chimiques ont été réalisées sur les 20 stations (parfois légèrement déplacées en fonction de l'accessibilité et des conditions locales, mais représentant toujours le même cas de figure pour la physico-chimie). Deux campagnes, « diatomées » et « faune benthique » (d'après la méthode de l'IBGN, voir paragraphe 3.2.5) ont été menées en novembre 2007 et mars 2008 sur les dix premières stations (lot Brig-Noës), ainsi qu'en décembre 2008 et mars 2009 sur les dix restantes (lot Granges-Martigny). Le Tableau 6 et le Tableau 7 récapitulent, pour les lots 1 et 2 respectivement, les dates des diverses campagnes et indiquent les conditions météorologiques.

Tous les prélèvements ont été effectués des samedis ou dimanches lorsqu'il fallait s'affranchir du marnage (lot 2 en particulier) afin de ne pas échantillonner les bandes exondées quotidiennement et de fait stériles. Or, pour 4 des 20 stations étudiées (stations RHO 51.1, RHO 46.6, RHO 45.2 et RHO 38.1), alors que le jour de terrain était férié (et considéré comme un dimanche, donc à priori sans turbinage), et malgré les efforts d'échantillonnage des substrats les plus immersés (en espérant atteindre ceux toujours en eau et donc colonisés), les prélèvements ont été réalisés dans la bande soumise au marnage, les eaux de Grande Dixence étant turbinées. De ce fait, les IBGN donnent des résultats erronés qui sont toutefois présentés, mais pas utilisés pour l'interprétation.

3.2.3. Hydrologie et physico-chimie

- **Prélèvements physico-chimiques et bactériologiques**

À la demande du SPE, les prélèvements d'eau ont été **ponctuels**. Pour la bactériologie, ils ont été effectués dans des bouteilles stériles. Tous les échantillons d'eau ont été conservés en glacière avant d'être transmis le soir même aux laboratoires (laboratoire cantonal pour la bactériologie et laboratoire du SPE pour la physico-chimie).

- **Mesures de débit**

Les débits proviennent des relevés hydrologiques des stations OFEV de Brig, Sion et Branson à Fully.

- **Analyses physico-chimiques**

Seuls les principaux paramètres caractéristiques de la pollution organique des eaux (carbone organique, azotes et phosphores) ont été analysés. Les résultats bruts des analyses physico-chimiques et bactériologiques figurent en Annexe 1. L'unité des valeurs est précisée dans le Tableau 8. Des relevés de température de l'eau, conductivité, pH, oxygène dissous ont également été effectués sur le terrain avec une sonde portable. Ces valeurs ont été introduites dans ce tableau général. Le fichier informatisé des analyses physico-chimiques, repris dans les fiches de synthèse, exprime les concentrations du carbone, de l'azote et du phosphore en mg ou µg de C, N ou P par litre.

- **Références pour la qualité physico-chimique des eaux**

Les exigences relatives à la qualité des eaux figurent dans l'Annexe 2 de l'Ordonnance fédérale sur la protection des eaux, sous forme chiffrée ou descriptive. Le module « Analyse physico-chimique » niveau R du système modulaire gradué se base sur cette annexe et fournit des informations sur l'interprétation des résultats en proposant une échelle de valeur à 5 niveaux (de très bon à mauvais).

Appréciation de la qualité	DOC (mg C/l)	Nitrates (mg N/l) NO ₃ ⁻	Nitrites (mgN/l) NO ₂ ⁻	Ammonium NH ₄ ⁺ (mg N/l)		Ortho-P (mg P/l) PO ₄ ³⁻	Ptotal (mg P/l) Ptot
				T > 10°C	T < 10°C		
Très bonne	<2.0	<1.5	<0.025	<0.04	<0.08	<0.02	<0.04
Bonne	2.0 <4.0	1.5 <5.6	0.025 <0.05	0.04 <0.2	0.08 <0.4	0.02 <0.04	0.04 <0.07
Moyenne	4.0 <6.0	5.6 <8.4	0.05 <0.075	0.2 <0.3	0.4 <0.6	0.04 <0.06	0.07 <0.1
Médiocre	6.0 <8.0	8.4 <11.2	0.075 <0.1	0.3 <0.4	0.6 <0.8	0.06 <0.08	0.1 <0.14
Mauvaise	≥8.0	≥11.2	≥0.1	≥0.4	≥0.8	≥0.08	≥0.14

Tableau 8 : Classes de qualité pour quelques paramètres chimiques des eaux courantes (OFEV, 2006).

- **Références pour la qualité bactériologique des eaux**

L'interprétation du nombre de germes totaux s'est faite selon les classes utilisées par le plan MAPOS. En Suisse, il n'existe par contre pas de norme bactériologique pour les eaux courantes vis-à-vis des *Escherichia Coli* et des Entérocoques. En France, les Agences de l'Eau (1999) ont introduit des « classes d'aptitude » dans le SEQ-Eau pour définir la qualité de l'eau en vue d'une production d'eau potable.

Paramètres	Unités	Classe de qualité				
		Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
Germes totaux	n/ml	< 500	501-1000	1001-25000	-	> 25000
Escherichia Coli	n/100 ml	≤ 20	21-200	201-2000	2001-20000	> 20000
Entérocoque	n/100 ml	≤ 20	21-200	201-1000	1001-10000	> 10000

- Seulement 4 classes pour la Suisse, au lieu de 5 pour la France.

Tableau 9 : Interprétation des résultats bactériologiques pour les eaux courantes d'après les classes utilisées par le plan MAPOS et le SEQ-Eau - Agences de l'Eau françaises.

3.2.4. Études des diatomées

Les détails de la méthodologie utilisée pour les prélèvements et pour l'analyse des diatomées figurent en Annexe 2. Les échantillons et préparations de référence sont déposés au Musée d'Histoire naturelle de La Chaux-de-Fonds (coll. F. Straub). Des doubles des préparations microscopiques seront transmises au Musée de la Nature à Sion, dans la collection de référence des diatomées valaisannes.

3.2.5. Prélèvements et analyses biologiques : les macroinvertébrés

- **L'Indice Biologique Normalisé (IBGN)**

La méthode retenue pour l'analyse de la qualité biologique est celle de **l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)**¹. Cette méthode a été largement testée, puis validée et homologuée en France en tant que norme AFNOR (NF T90-350), en décembre 1992. Une adaptation de la norme a été publiée en 2004.

Elle prend en compte toute la problématique des **mosaïques d'habitats** (combinaison des substrats et des vitesses), paramètre soupçonné comme prépondérant pour les cours d'eau. En effet, la nature et la qualité des substrats du fond déterminent la diversité et l'abondance des macroinvertébrés benthiques; ceux-ci dépendent très fortement de la capacité « biogénique »² de ces substrats. La **structure et l'état des fonds** ont été relevés lors des prélèvements de faune benthique.

Sur chaque station, l'échantillonnage se compose de 8 prélèvements de 1/20 m², soit une superficie totale de 0.4 m², dans tous les types de substrat représentés (bryophytes, litières, galets, graviers, vases, dalles, etc.) et de vitesse (soit 5 classes entre moins de 5 cm/s et plus de 150 cm/s). Le protocole directeur de la méthode doit parfois être adapté aux conditions propres de chaque station.

Les organismes échantillonnés sont conservés dans du formol à 10 %, triés et déterminés en général jusqu'à la famille, qui constitue la limite de détermination pour cette méthode (taxon). Pour chacune des stations, une liste faunistique des macroinvertébrés benthiques est établie (principalement larves d'insectes).

Le calcul de l'IBGN se fonde :

- ⇒ sur le **Groupe Indicateur (GI)** ; les taxons sont organisés en 9 classes selon leur sensibilité aux différents paramètres de qualité d'un cours d'eau (eau et lit); la classe 9, la plus élevée, est constituée des taxons les plus exigeants, à savoir les taxons les plus sensibles à la qualité du milieu;
- ⇒ et sur la **diversité taxonomique** (nombre de taxons) comptabilisée dans la liste faunistique.

¹ Les rapports sortis avant 1993 utilisaient l'IBG (testé avant homologation définitive ; la conversion est toutefois possible).

² Aptitude à héberger une faune abondante et diversifiée.

La note ainsi obtenue, comprise entre 1 et 20 (minimum et maximum), donne une appréciation de la qualité biologique globale de la station (cf. Tableau 10). Elle intègre les paramètres abiotiques (diversité des substrats, vitesse du courant, physico-chimie des eaux, débit, etc.) et biotiques (faune benthique, niveau trophique, etc.). La méthode IBGN permet d'obtenir une note rapide de qualité du milieu aquatique qui fait office de valeur de référence dans le temps. Une interprétation plus poussée des listes faunistiques est toutefois nécessaire pour cerner les atteintes éventuelles.

- **Le concept des hydroécorégions**

Pour mieux pouvoir comparer les différents types de cours d'eau, les hydrosystèmes possédant des caractéristiques naturelles similaires (relief, géologie, climat, géochimie des eaux et débit) ont été regroupés. Le CEMAGREF (WASSON, *et al.*, 2002 ; WASSON, *et al.*, 2004) distingue plusieurs hydroécorégions (HER) qui permettent de tenir compte des caractéristiques et du potentiel naturel dans l'interprétation des résultats biologiques.

Les notes IBGN permettent de classer la rivière selon cinq classes de qualité biologique. Les valeurs seuils de ces classes ont donc été adaptées aux hydroécorégions pour introduire l'effet des conditions naturelles. Il en découle un ajustement des classes de qualité en fonction des caractéristiques naturelles du bassin versant étudié. Ainsi, vu le caractère plus rude des cours d'eau des Alpes internes, les limites sont moins sévères que celles du Jura et Préalpes du Nord, elles-mêmes déjà plus basses que les limites proposées par la grille de la norme IBGN (AFNOR, 2004). Le Rhône fait partie de l'HER « Alpes internes ». Les valeurs seuils figurent au Tableau 10 ; à titre indicatif celles-ci ont été mises en regard des résultats IBGN selon la norme initiale. En effet, compte tenu de la forte anthropisation du Rhône, ce sont les notes IBGN non corrigées qui ont été retenues pour interpréter les résultats et élaborer les cartes en Figure 13 à Figure 18.

- **Macrozoobenthos Niveau R (MacroIndex)**

Cette méthode a été développée dans le cadre du système modulaire gradué d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse par un groupe d'experts issus de l'OFEV, de l'EAWAG, des services cantonaux et de bureaux d'étude privés. La détermination taxonomique des organismes prélevés s'appuie sur la liste de taxons du niveau R, indiquée en Annexes 4. Cette liste est un extrait de la liste exhaustive des taxons répertoriés en Suisse. Le dépouillement des relevés se base sur le calcul standardisé d'un indice de qualité qui suppose de manière simplifiée que les atteintes portées aux cours d'eau par les activités anthropiques se traduisent généralement par une baisse de diversité biologique affectant tout particulièrement les populations d'insectes.

Le calcul du MacroIndex se fonde sur la matrice suivante :

- ⇒ Détermination du quotient taxons insectes / taxons non-insectes (abscisse);
- ⇒ Différentes combinaisons d'unités taxonomiques constituent les ordonnées de la matrice (classées selon leur sensibilité).

La combinaison du quotient insectes / non-insectes en abscisse et des groupes taxonomiques en ordonnée indique le MacroIndex, dont la valeur s'échelonne de 1 à 8. L'indice 1 correspond aux cours d'eau non pollués, l'indice 8 à un fort degré de pollution.

Pour la notation de l'état biologique des cours d'eau, les valeurs de l'indice sont réparties en cinq classes de qualité (voir Tableau 10). Cette appréciation est complétée d'une interprétation de l'état biologique.

IBGN selon norme de base	≥ 17	16-13	12-9	8-5	≤ 4
Qualité biologique globale	Bonne	Satisfaisante	Moyenne	Mauvaise	Polluée
Notes adaptées à l'HER « Alpes internes »	≥ 13	12-10	9-7	6-4	≤ 3
MacroIndex	1-2	3	4	5-6	7-8
État biologique selon MI	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

Tableau 10 : Note IBGN et interprétation de la qualité biologique globale avec indication du correctif lié à l'hydroécorégion (HER) ; classification selon la méthode MacroIndex.

Le calcul du MacroIndex a été appliqué à trois stations entre Brig et Noës en 2007/08, et deux stations entre Granges et Martigny en 2008/09. Les stations ont été sélectionnées sur la base des résultats IBGN. Pour la campagne 2007-2008, le choix s'est porté en premier lieu sur la station amont RHO 116.1 (novembre et mars) qui présente une diversité taxonomique parmi les plus élevées des 10 stations étudiées et dont le peuplement comprend plusieurs familles particulièrement sensibles vis-à-vis de la qualité du milieu. Il a aussi été étendu à deux autres stations présentant à l'inverse un état biologique dégradé (note IBGN et diversité taxonomique faible) : RHO 108.5 et RHO 80.0. En 2008-2009, les mêmes critères ont permis de sélectionner la station RHO 66.0 (bonne diversité taxonomique et présence de familles sensibles) et la station RHO 45.2, faible en terme de diversité et de taxons indicateurs. Sur l'ensemble du Rhône, cinq résultats MacroIndex ont été établis.

4. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX

4.1. Résultats

Les résultats physico-chimiques et bactériologiques bruts figurent dans le tableau général en Annexe 1. Les Figures 7 à 12 indiquent, pour les stations étudiées, la qualité des eaux à l'aide des quatre paramètres retenus (DOC, N-NH₄, P-PO₄ et Ptot) et les résultats bactériologiques en août 2007, novembre 2007 et mars 2008 (périodes de plus basses eaux, supposées les plus critiques).

4.2. Interprétation

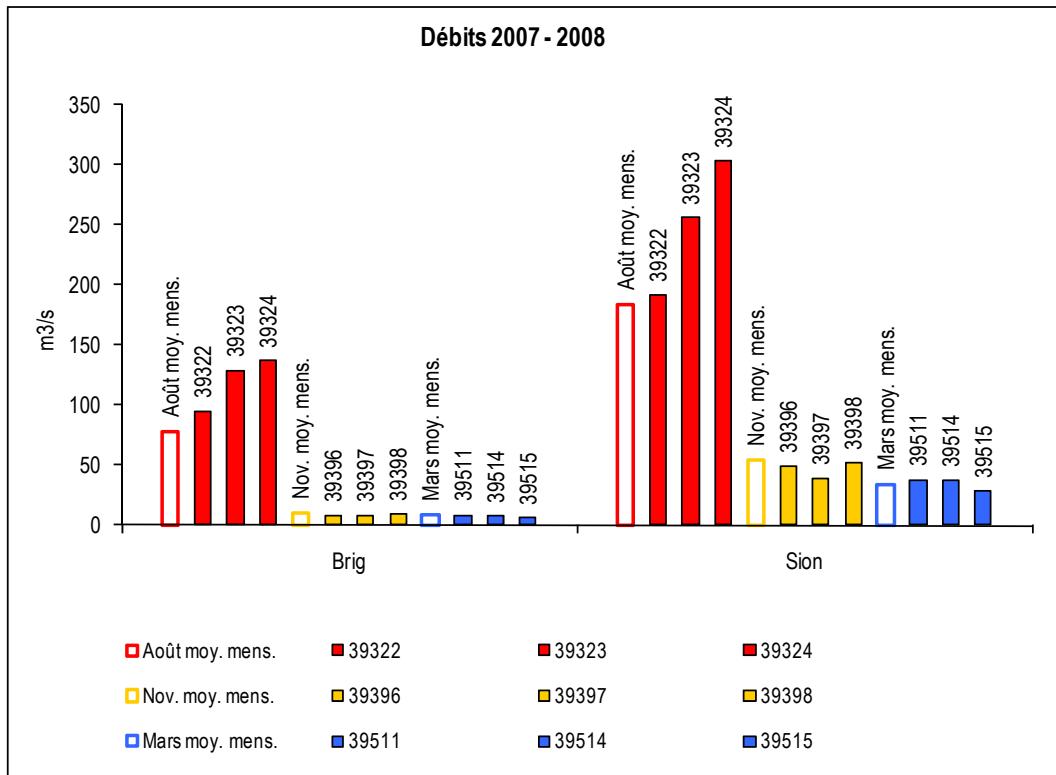
4.2.1. Débits

Les données issues des mesures hydrologiques de l'OFEV sur les stations de Brig, de Sion et de Branson (Fully) permettent de connaître les débits à ces endroits, puis d'estimer grossièrement ceux des autres stations (voir Tableau 11). Plusieurs commentaires se dégagent :

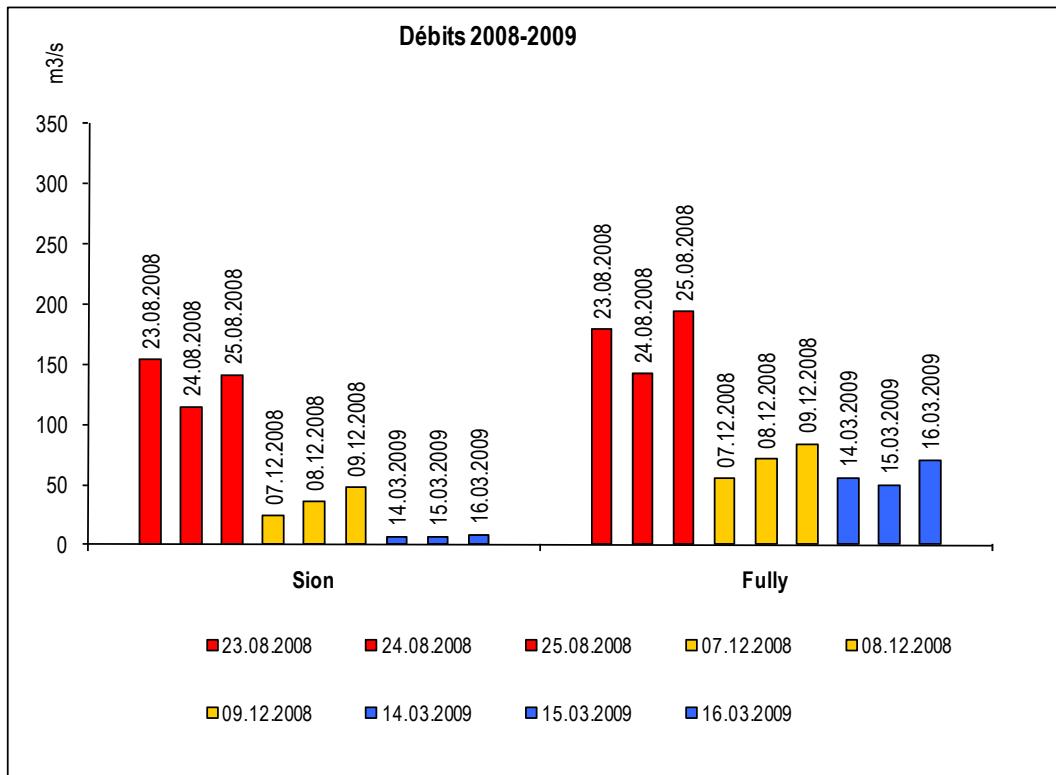
- Dans la partie amont (Brig), les débits varient entre 6 m³/s (mars 2008) et 137 m³/s (août 2007) ; cette dernière valeur correspond au maximum mensuel enregistré (moyenne mensuelle ~ 80 m³/s) ; cette situation résulte de la concomitance des hautes eaux et des pluies enregistrées la veille (Tableau 6 et Tableau 7).
- Dans la partie aval (Sion-Fully), les débits varient et 303 m³/s (août 2007) ; cette dernière valeur correspond au maximum mensuel enregistré (moyenne mensuelle ~ 180 m³/s) ; cette situation résulte de la concomitance des hautes eaux et des pluies enregistrées la veille (Tableau 6 et Tableau 7).
- Les débits du mois de novembre et décembre sont quant à eux légèrement plus hauts, en raison de conditions météorologiques pluvieuses (précipitations notamment lors des prélèvements).
- A Sion et à Fully, suite aux apports de différents affluents, le débit est nettement plus important, particulièrement en étiage ; il varie entre 23.9 m³/s (décembre 2008) et 303 m³/s (août 2007), chiffre qui correspond également au maximum mensuel enregistré en août 2007 et 2008 (moyenne mensuelle ~ 180 m³/s). Les mêmes tendances qu'à Brig se retrouvent ; le mois de mars montre les débits les plus bas ; le mois de février étant celui présentant les débits les plus faibles (6.43 m³/s). Cette période peut donc être retenue comme l'étiage pour les campagnes de prélèvements (absence de fonte).
- Les échantillonnages de faune benthique ont toujours été effectués lorsque les débits du Rhône étaient au plus bas, donc moins influencés par le turbinage hydroélectrique ; le risque d'avoir prélevé dans des habitats pouvant être temporairement exondés est écarté sauf pour les 4 stations en aval de la restitution de Grande Dixence à Riddes prélevées le 8 décembre 2008 (voir paragraphe 3.2.2) dans la mesure où les débits sont un peu plus élevés que la veille (un dimanche).

Débits (m ³ /s)	Stations OFEV		
Période (moyenne journalière)	Brig	Sion	Fully
30.08.07 - jeudi	137 +	303 +	-
<i>Août 07 (moy. mensuelle)</i>	78.2	184	-
10.11.07 - samedi (IBGN)	8.3	49.3	-
11.11.07 - dimanche (IBGN)	8.6	39.1	-
12.11.07- lundi	9.7	52.0	-
<i>Novembre 2007 (moy. mensuelle)</i>	10.0	53.7	-
04.03.08 - mardi	8.8	38.2	-
07.03.08- vendredi (IBGN)	7.7	37.3	-
08.03.08- samedi (IBGN)	6.0	28.5	-
<i>Mars 2008 (moy. mensuelle)</i>	8.1	34	-
25.08.2008 - lundi	-	141.00	194.00
<i>Août 08 (moy. mensuelle)</i>	-	175.00	217.00
07.12.2008 – dimanche (IBGN)	-	23.90	54.80
08.12.2008 – lundi férié (IBGN)	-	35.80	71.00
09.12.2008 - mardi	-	47.40	84.00
<i>Décembre 08 (moy. mensuelle)</i>	-	38.3	74.5
14.03.2009 – samedi (IBGN)	-	30.2	56.1
15.03.2009 – dimanche (IBGN)	-	30.6	49.8
16.03.2009 - lundi	-	36.4	70.2
<i>Mars 09 (moy. mensuelle)</i>	-	37.9	67.7

Tableau 11: Débits mesurés à Brig, Sion et Martigny en 2007-2009 (+ maximum mensuel).
Source : OFEV.



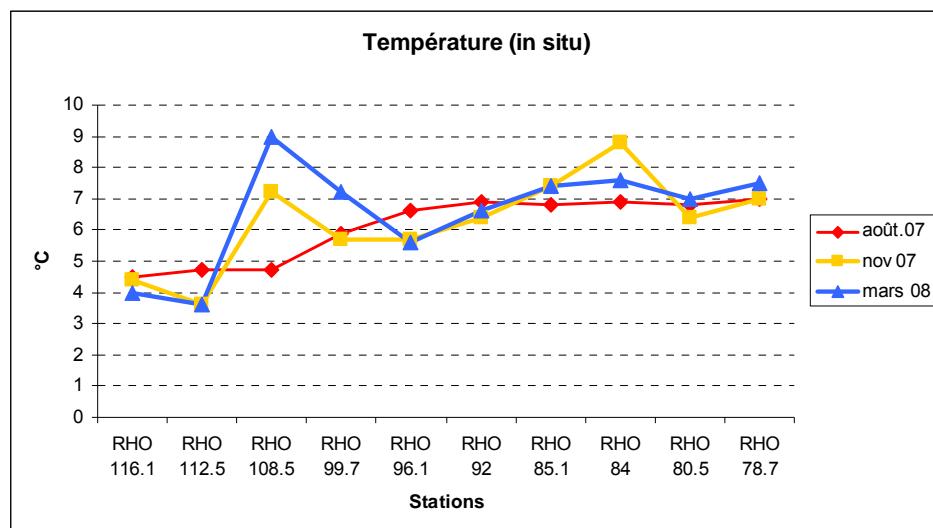
Graphique 1 : Débits mesurés sur le Rhône en août et novembre 2007, mars 2008. Source : OFEV.



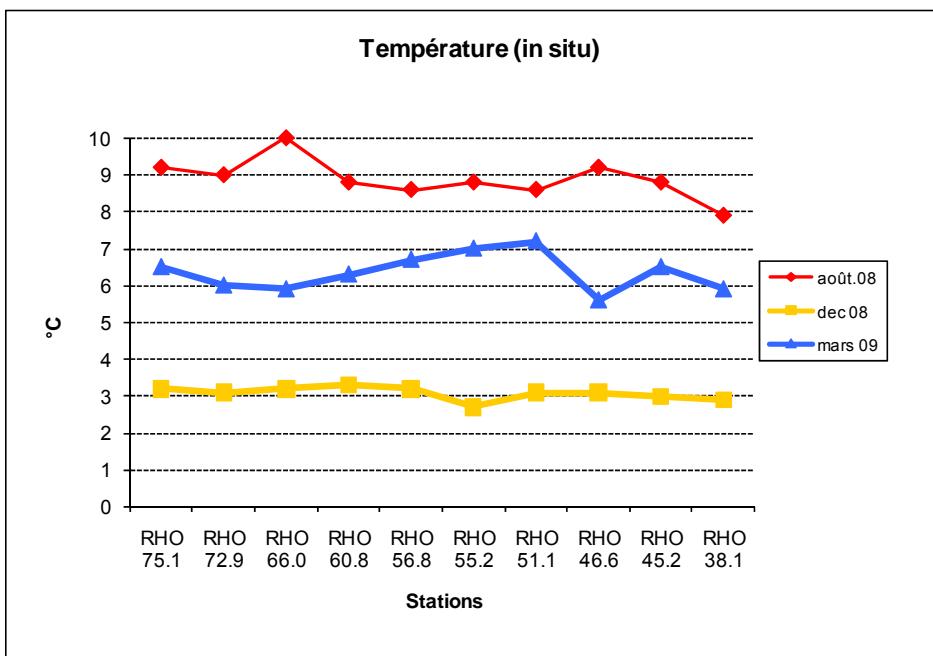
Graphique 2 : Débits mesurés sur le Rhône en août et décembre 2008, mars 2009. Source : OFEV.

4.2.2. Température

Entre Gamsen et Noës, les trois campagnes de mesures montrent des tendances assez similaires, avec localement des températures pouvant être plus élevées (RHO 108.5 - Baltschieder - avec un maximum de 9 °C en mars et RHO 84.0 – Sierre – avec 8.8 °C en novembre 2007, hausse de température qui pourrait être due aux apports du Laldenkanal (RD) qui reçoit les eaux chaudes de Brigerbad). Les températures moyennes sur l'ensemble des stations varient peu, soit de 6.08 °C en août à 6.5 °C en mars. Les températures sont plus froides en août (toujours ≤ 7 °C). Globalement les eaux se réchauffent d'amont en aval, à la faveur de la température extérieure et localement du fait de la réduction des débits (traversée de Finges par exemple en novembre et mars, stations RHO 85.1 et RHO 84.0).



Graphique 3 : Températures sur le Rhône entre Brig et Noës (2007-08).



Graphique 4 : Températures sur le Rhône entre Granges et Martigny (2008-09).

A l'inverse, sur le tronçon Granges-Martigny, les températures moyennes sont constantes sur l'ensemble des stations, mais varient nettement d'une campagne à l'autre, avec 8.9 °C en août, 3.1 °C en décembre et 6.4 °C en mars. Au regard des températures du mois de décembre 2008, l'hiver 2008 a été plus froid. Les petites variations observées d'une station à l'autre au cours d'une même campagne sont difficiles à interpréter. Rappelons que l'hydrologique du Rhône (et donc son régime de température) est extrêmement perturbée par les nombreuses restitutions qui se font directement dans le fleuve ou dans les affluents latéraux. De plus, l'exploitation hydroélectrique étant planifiée à la demande, chaque aménagement turbine les eaux selon un programme spécifique.

Les températures restent très basses, puisqu'elles ne dépassent pas 10 °C.

4.2.3. pH

Le pH montre des eaux proches de la neutralité voire légèrement alcalines (entre 7.8 et 8.6) sur l'ensemble des stations, à l'exception de RHO 108.5 (Baltschieder) où il s'élève à 9.1 en mars ! Cette hausse du pH est sans doute liée aux apports d'eaux de lavage turbides de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder (voir MES), rejetées sans décantation, ni neutralisation.

4.2.4. 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). Elle augmente progressivement d'amont vers l'aval. Les mesures obtenues in situ avec les sondes de terrain ou celles obtenues en laboratoire présentent des résultats peu différents. Le Tableau 12, le Tableau 13, ainsi que le Graphique 5 et le Graphique 6 reprennent les résultats du laboratoire.

Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)										
Stations Période	RHO 116.1	RHO 112.5	RHO 108.5	RHO 99.7/99.2	RHO 96.1	RHO 92.0	RHO 85.1/88.7	RHO 84.0	RHO 80.5	RHO 78.7
Août 2007	65	68	70	85	85	105	109	120	120	118
Novembre 2007	348	285	226	215	216	258	657	645	261	316
Mars 2008	231	261	259	283	245	339	652	644	356	360

Tableau 12 : Conductivités des eaux du Rhône entre Brig et Noës (2007/2008).

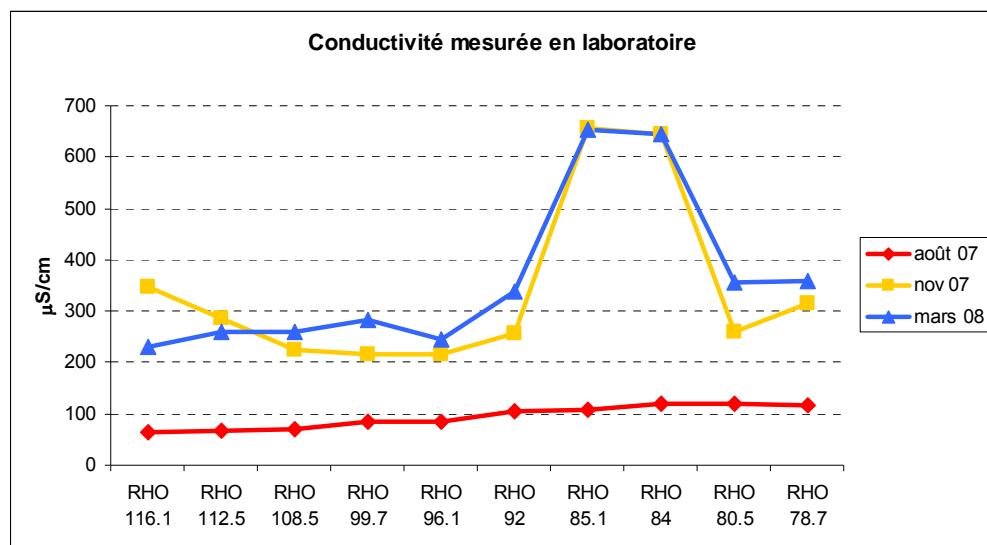
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)										
Stations Période	RHO 75.1	RHO 72.9	RHO 66.0	RHO 60.8	RHO 56.8	RHO 55.2	RHO 51.1	RHO 46.6	RHO 45.2	RHO 38.1
Août 2008	214	164	232	194	212	204	180	172	188	157
Décembre 2008	366	342	393	340	355	376	263	252	276	310
Mars 2009	399	384	516	417	430	445	242	321	293	224

Tableau 13 : Conductivités des eaux du Rhône entre Granges et Martigny (2008/2009).

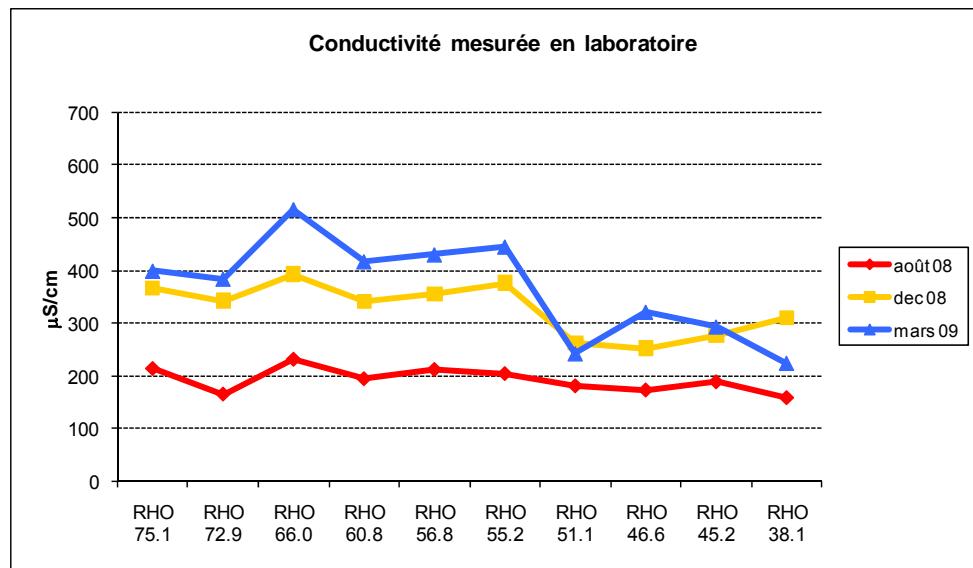
La conductivité fluctue en fonction de la saison et des stations. De manière générale, sur les campagnes estivales (août 2007 et 2008), les minéralisations enregistrées sont faibles, sous l'effet des débits plus élevés, avec des apports d'eaux moins minéralisées (fonte glaciaire). En périodes de basses eaux (novembre, décembre et mars), le substratum en place s'exprime de façon plus marquée.

De Brig à Noës, la conductivité conserve une courbe quasi similaire en automne et en hiver, avec selon NISBET et VERNEAUX (1970), une minéralisation moyennement à assez forte sur les stations amont (RHO 116.1 à RHO 96.1), puis un pic marqué au travers de Finges (RHO 85.1 et RHO 84.0 où les conductivités sont très fortes, voire excessives, et des valeurs nettement plus basses sur les deux stations aval RHO 80.5 et RHO 78.7. Ceci met très clairement en évidence l'effet de dérivation des eaux du Rhône, le secteur de Finges à tronçon résiduel n'étant plus que sous l'influence des apports latéraux.

De Granges à Martigny, la conductivité varie avec les mêmes tendances sur l'ensemble des campagnes. Moyenne à forte en décembre et mars, elle est comparable aux valeurs obtenues à l'amont (à l'exception de la zone de Finges). Une diminution se dessine d'amont vers l'aval, induite par l'augmentation des débits dus aux apports moins minéralisés des restitutions hydroélectriques. En août 2008, la minéralisation est modérée à moyenne, un peu plus élevée que sur le lot 1 amont.



Graphique 5 : Conductivités des eaux du Rhône entre Brig et Noës (2007/2008).



Graphique 6 : Conductivités des eaux du Rhône entre Granges et Martigny (2008/2009).

4.2.5. Matières en suspension (MES)

En août 2007, les concentrations sont très élevées sur toutes les stations entre Brig et Noës, avec des valeurs situées entre 792 et 1'210 mg/l. Localement, l'apport des affluents plus ou moins chargés d'eaux de fonte glaciaire contenant des limons explique les fluctuations enregistrées, p. ex. une baisse sur RHO 107.4 (Baltschieder) due à la Vispa. En novembre, les quantités de MES sont faibles (≤ 30 mg/l), à l'exception des 68 mg/l mesurés sur RHO 84.0, dus au rejet des eaux de lavage de la gravière Volken à Salgesch (observé lors des prélèvements). Mars est la campagne qui montre la plus faible valeur moyenne (concentrations inférieures à 20 mg/l), si l'on écarte la station RHO 108.5 qui présente une quantité de MES très importante (222 mg/l), dont l'impact visuel avait été relevé lors des relevés de terrain. Cet apport proviendrait de l'activité de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder située à 1.4 km en amont sur le Baltschiederbach.

Les concentrations en MES en août 2008 entre Granges et Martigny (170 mg/l en moyenne) sont nettement plus faibles que celles rencontrées en août 2007 sur la partie amont (1'003 mg/l en moyenne). Au vu des débits plus faibles (ils étaient du double en 2007 à Sion), la fonte glaciaire devait déjà être en grande partie stoppée. En décembre 2008 et mars 2009, les quantités de MES sont globalement peu élevées, mais supérieures à ce qui est enregistré sur le lot amont. Cette hausse est due à l'effet cumulatif des restitutions avec une tendance à une augmentation de l'amont vers l'aval. Deux pics sont toutefois à relever :

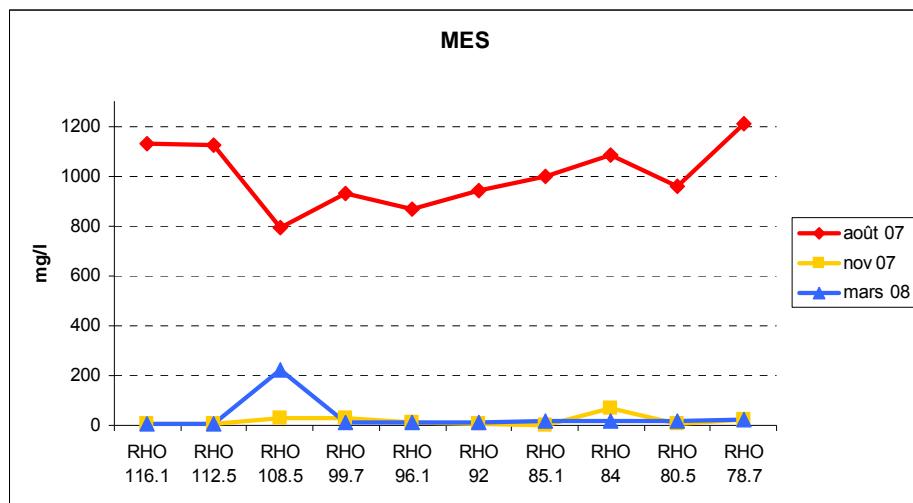
- A Poutafontana (RHO 72.9) avec 61 mg/l en décembre 2008 ; une plus forte turbidité et la présence d'organismes hétérotrophes avaient été observées lors des prélèvements ;
- à Saxon (RHO 46.6) avec 115 mg/l également en décembre 2008 ; ces MES sont dues à la restitution hydroélectrique de Riddes.

MES (mg/l)											
Période	Stations	RHO 116.1	RHO 112.5	RHO 108.5 /107.4	RHO 99.7	RHO 96.1	RHO 92.0	RHO 85.1/88.7	RHO 84.0	RHO 80.5	RHO 78.7
Août 2007		1'128	1'122	792	930	869	943	999	1'084	956	1'210
Novembre 2007		8	5	30	30	14	7	2	68	8	25
Mars 2008		7	6	222	9	11	9	19	17	16	20

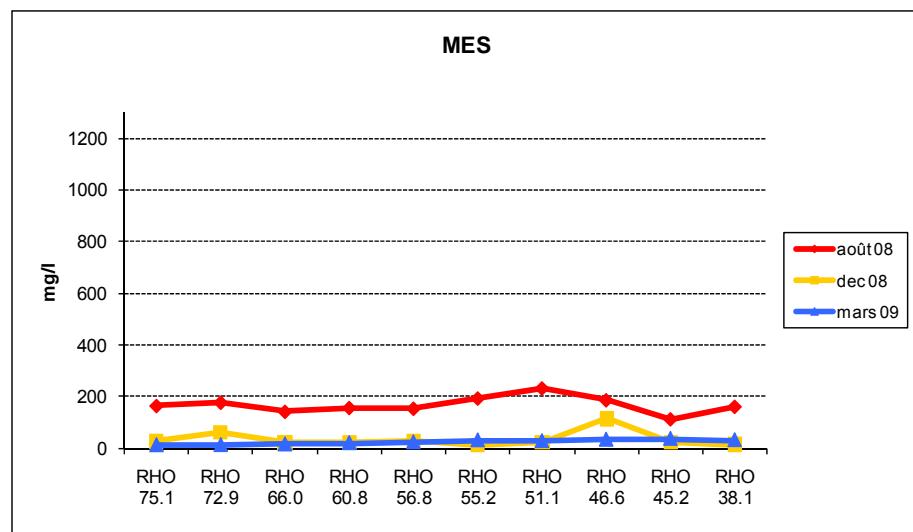
Tableau 14 : Taux de MES mesurés dans le Rhône entre Brig et Noës (2007/2008).

MES (mg/l)											
Période	Stations	RHO 75.1	RHO 72.9	RHO 66.0	RHO 60.8	RHO 56.8	RHO 55.2	RHO 51.1	RHO 46.6	RHO 45.2	RHO 38.1
Août 2008		166	179	143	158	155	195	234	188	115	163
Décembre 2008		27	61	21	25	30	14	26	115	25	16
Mars 2009		13	14	16	21	24	31	28	34	37	32

Tableau 15 : Taux de MES mesurés dans le Rhône entre Granges et Martigny (2008/2009).



Graphique 7 : Taux de MES mesurés dans le Rhône entre Brig et Noës (2007/2008).

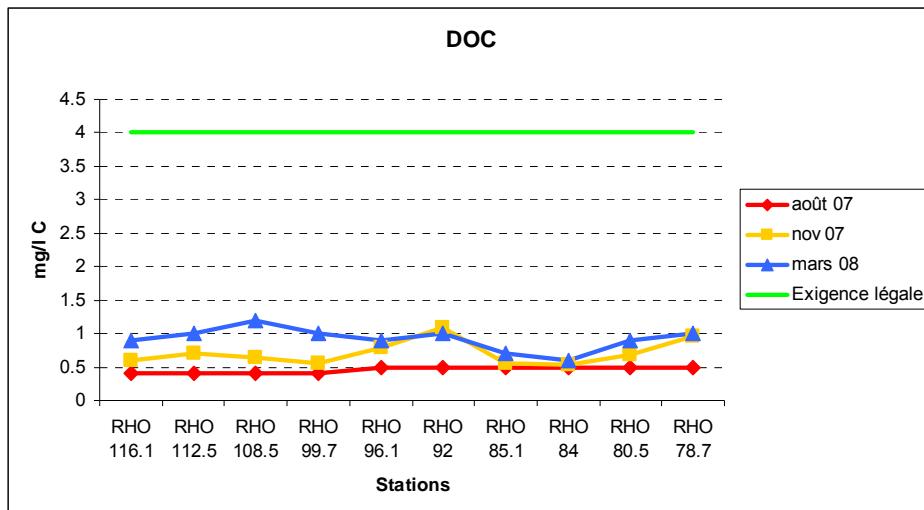


Graphique 8 : Taux de MES mesurés dans le Rhône entre Granges et Martigny (2008/2009).

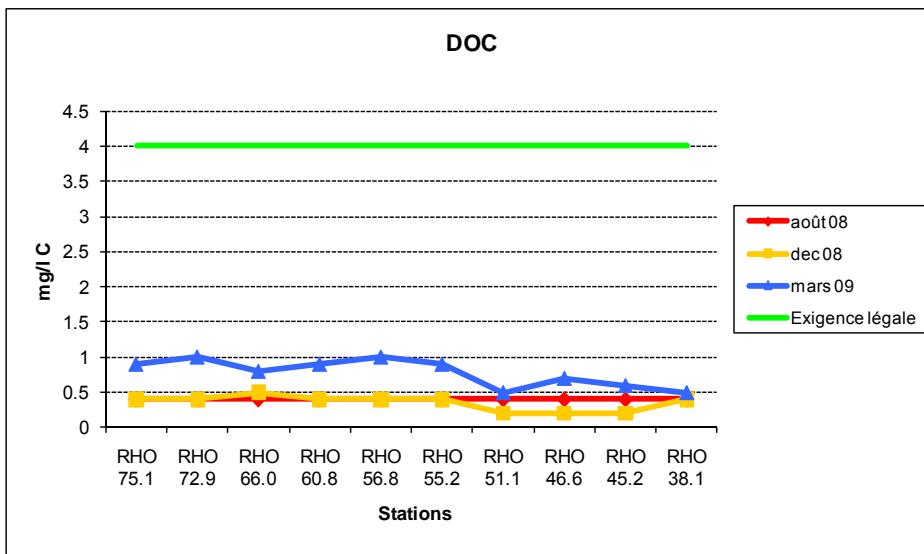
4.2.6. Matière organique (DOC, TOC)

Dans tous les cas, la qualité de l'eau est considérée comme **très bonne**.

Sur l'ensemble des stations, les valeurs ne dépassent pas 1.2 mg/l, ce qui correspond à des eaux faiblement chargées en matière organique. Les concentrations sont légèrement plus élevées en mars 2008 et mars 2009, influencées par les apports en matières organiques des différents rejets (à RHO 108.5, Baltschieder, rejet de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder, à RHO 92.0, Susten, rejet des STEP de Guttet et/ou Leuk / Radet, à RHO 60.8 Les îles, rejet de la STEP de Sion Chandoline) ou encore de la production primaire. En novembre 2008, elles augmentent légèrement sur RHO 96.1 et RHO 92.0, puis à partir de RHO 80.5, comme en mars. La baisse enregistrée sur RHO 51.1 en mars 2009 et dans une moindre mesure décembre 2008 est due aux restitutions hydroélectriques à Riddes. Les concentrations sont en général les plus basses en août (effet de la dilution par la fonte glaciaire).



Graphique 9 : Valeurs de DOC mesurées dans le Rhône entre Brig et Noës (2007/2008).



Graphique 10 : Valeurs de DOC mesurées dans le Rhône entre Granges et Martigny (2008/2009).

- **TOC ou COT (Carbone Organique Total)** (cf. Figure 7 à 6 et résultats en annexe 1)

Les concentrations en TOC sont très proches de celles du DOC, parfois légèrement supérieures, avec un écart maximal mars 2009 de 0.3 mg/l C.

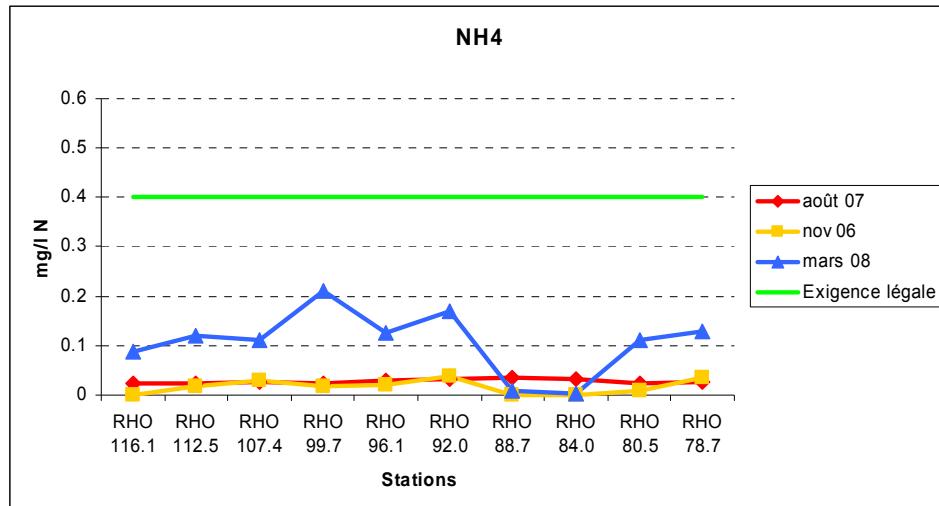
4.2.7. Formes azotées (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-)

- **NH_4^+ (ammonium)** (cf. Figure 7 à 6 et résultats en annexe 1)

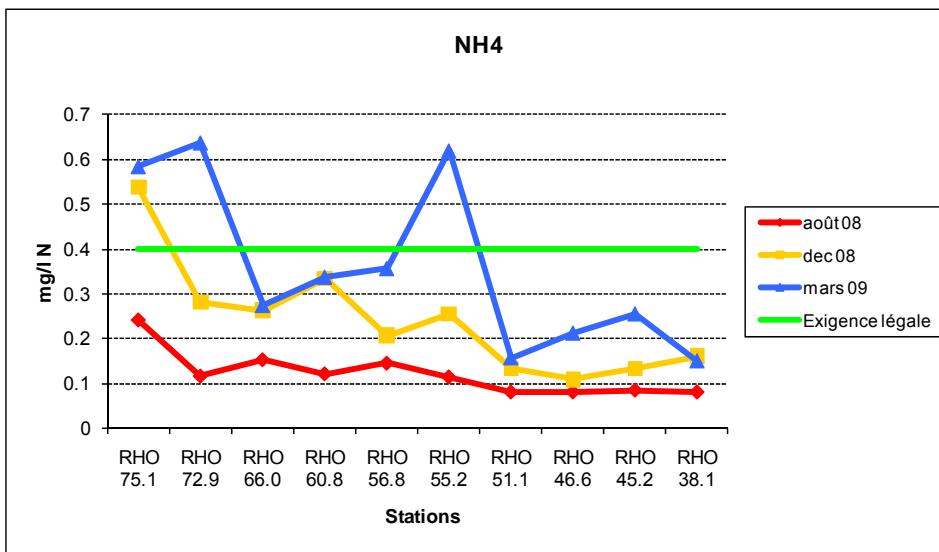
De Brig à Noës, en août et novembre 2007, la qualité de l'eau est toujours considérée comme **très bonne** sur l'ensemble des stations. En mars 2008 par contre, les concentrations augmentent légèrement sur les stations, à l'exception de RHO 85.1 et RHO 84.0. La qualité reste toutefois bonne sur ce tronçon.

De Granges à Martigny, quelle que soit la campagne, les concentrations en ammonium sont plus élevées que sur le lot amont. La plupart des stations respectent toutefois le seuil de bonne qualité à l'exception de Granges (RHO 75.1) en décembre 2008 et mars 2009, Poutafontana (RHO 72.9) en mars 2009 et Chamoson (RHO 55.2) également en mars, qui, avec des concentrations entre 0.54 mg N/l et 0.64 mg N/l se classent en qualité moyenne ou médiocre. Ces altérations sont liées aux rejets des STEP, respectivement

celle de Sierre/Noës (capacité de 97'500 Eq. Hab, débit moyen annuel du rejet de 95 l/s) située à l'amont de RHO 75.1, éventuellement celle de Granges en amont de la station de Poutafontana, celle de Nendaz/Bieudron, en amont de Chamoson. Ces résultats montrent une nitrification ponctuellement insuffisante en hiver (concomitance de températures froides avec activité bactérienne ralentie, des faibles débits de dilution et de l'activité touristique maximale).



Graphique 11 : Concentrations en NH_4^+ mesurées dans le Rhône entre Brig et Noës (2007/2008).



Graphique 12 : Concentrations en NH_4^+ mesurées dans le Rhône entre Granges-Martigny (2008/2009).

• NO2- (nitrites)

Les nitrites sont la forme intermédiaire de l'oxydation des NH_4^+ . 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 $\text{Cl}^- < 10 \text{ mg/l}$, classement décalé d'une classe vers le haut (moins bonne qualité, car toxicité un peu plus élevée) ;
- pour $10-20 \text{ mg/l}$ ou Cl^- non connu, application des classes telles que proposées ;

- pour $\text{Cl}^- > 20 \text{ mg/l}$, classement décalé d'une classe vers le bas (meilleure qualité, toxicité plus faible en présence de Cl^-).

La qualité de l'eau vis-à-vis de ce paramètre est **très bonne** pour l'ensemble des stations et des campagnes (concentrations toujours inférieures à 0.02 mg N/l pour des concentration en $\text{Cl}^- < 10 \text{ mg/l}$ et inférieures à 0.05 mg N/l pour des concentration en Cl^- comprises entre 10 et 20 mg/l), à l'exception de la station située à Gampel RHO 99.7 en mars 2008 qui présente une valeur nettement supérieure (0.12 mg/l) classant les eaux en **mauvaise qualité**. Cette dégradation est très probablement due au rejet de la STEP de Visp/Lonza qui rappelons-le possède une capacité de 388'833 Eq. Hab pour un débit rejeté de 28'650 m³/j (soit plus de 330 l/s).

- **NO₃- (nitrates)**

Les nitrates sont la forme finale de l'oxydation de l'ammoniac. La qualité de l'eau vis-à-vis de ce paramètre est **très bonne** (concentrations inférieures à 1.12 mg N/l, valeur maximale enregistrée en mars 2009 sur RHO 55.2, Chamoson).

- **Bilan azoté**

La charge azotée est relativement faible sur l'ensemble du Rhône. La qualité est globalement considérée comme bonne, voire très bonne dans la partie amont du fleuve. Des dépassements ponctuels pour le NH_4^+ surtout en mars 2009 sont toutefois à signaler. La mauvaise nitrification des eaux en STEP en est la cause, sachant que les basses températures rencontrées dans le Rhône (5-7°C) limitent fortement la nitrification dans le milieu naturel

4.2.8. Phosphore (PO₄³⁻, P_{tot})

- **PO₄³⁻ (orthophosphates) (cf. Figure 7 à 6 et résultats en annexe 1)**

Les concentrations en orthophosphates (phosphore d'origine anthropique, directement assimilable par les plantes) sont toujours en catégorie **très bonne** qualité. Les concentrations sont toujours inférieures à 0.016 mg P/l.

- **P_{tot} (phosphore total) (cf. Figure 7 à 6 et résultats en annexe 1)**

Entre Brig et Noës, les valeurs obtenues pour le phosphore total en novembre 2007 sont proches de celles du PO₄³⁻, et place les stations en **très bonne** qualité. En mars 2008, trois stations montrent des concentrations plus élevées (RHO 108.5, Baltschieder, en qualité **moyenne**, en lien avec les MES aussi plus hautes, RHO 80.5 et RHO 78.7 toutes deux encore en-dessous du seuil d'exigence légale). En août 2007 par contre, l'ensemble des stations présente une **mauvaise** qualité, avec des valeurs de phosphore d'origine naturelle très élevées, atteignant 0.66 mg P/l. Ces fortes concentrations sont à mettre en relation avec les taux très importants de MES rencontrés en août de cette année là.

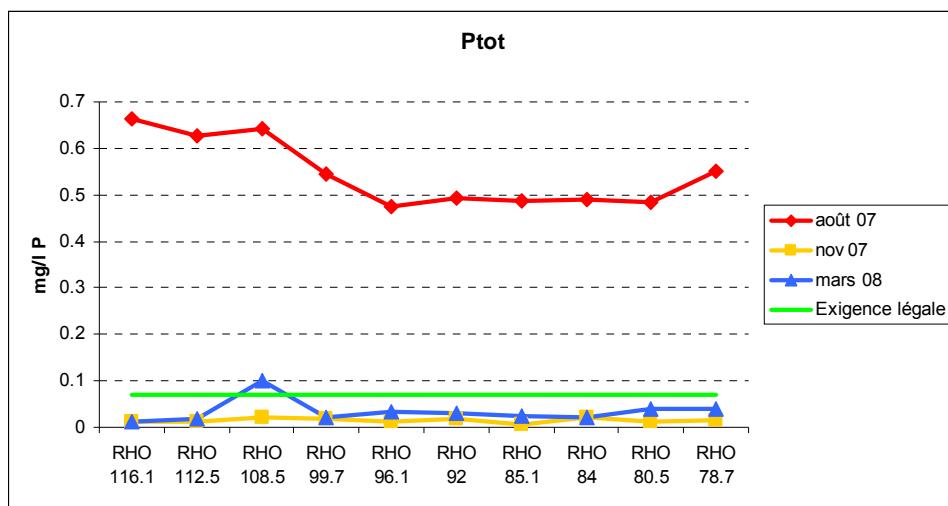
De même en août 2008, toujours en lien avec les MES présentes dans les eaux de fonte, les concentrations en phosphore total classent la majorité des stations entre Granges et Martigny en **qualité moyenne**. Les concentrations sont toutefois moins élevées que sur le lot amont. En décembre 2008 et mars 2009, la qualité est **bonne ou très bonne** pour l'ensemble des stations.

P _{tot} (mg P/l)											
Période	Stations	RHO 116.1	RHO 112.5	RHO 108.5/ 107.4/	RHO 99.7	RHO 96.1	RHO 92.0	RHO 85.1/88.7	RHO 84.0	RHO 80.5	RHO 78.7
Août 2007		0.663	0.626	0.641	0.546	0.475	0.493	0.491	0.491	0.485	0.55
Novembre 2007		0.012	0.011	0.02	0.018	0.013	0.019	0.005	0.021	0.013	0.016
Mars 2008		0.011	0.019	0.1	0.022	0.034	0.03	0.023	0.021	0.041	0.04

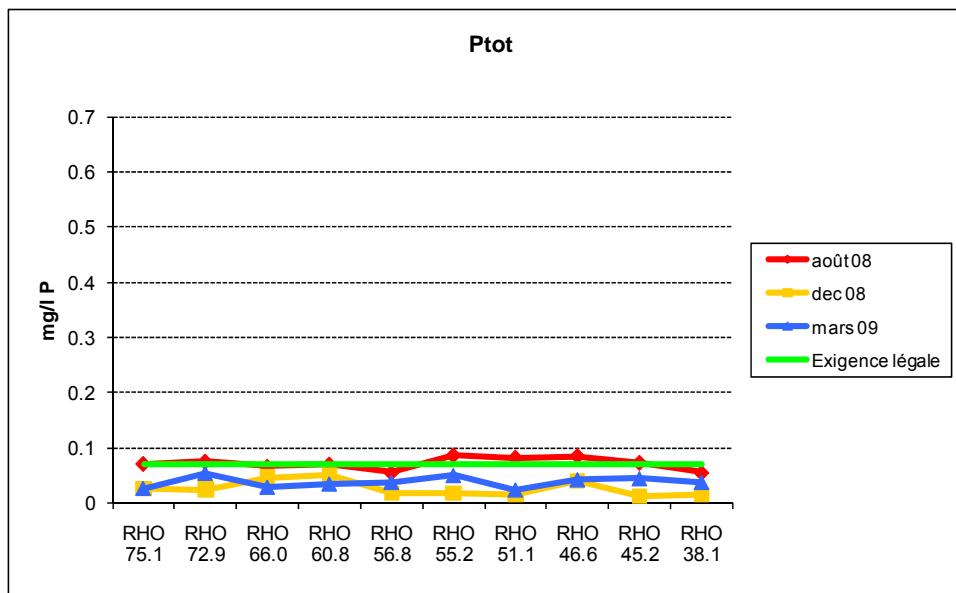
Tableau 16 : Phosphore total mesuré sur le Rhône entre Brig et Noës (2007/2008).

		Ptot (mg P/l)									
Période	Stations	RHO 75.1	RHO 72.9	RHO 66.0	RHO 60.8	RHO 56.8	RHO 55.2	RHO 51.1	RHO 46.6	RHO 45.2	RHO 38.1
Août 2008		0.071	0.08	0.066	0.07	0.055	0.086	0.082	0.085	0.073	0.055
Décembre 2008		0.025	0.02	0.046	0.05	0.017	0.017	0.014	0.039	0.012	0.014
Mars 2009		0.026	0.054	0.028	0.034	0.037	0.05	0.023	0.042	0.044	0.037

Tableau 17 : Phosphore total mesuré sur le Rhône entre Granges et Martigny (2008/2009).



Graphique 13 : Courbes du phosphore total mesuré sur le Rhône entre Brig et Noës (2007/2008).



Graphique 14 : Courbes du phosphore total mesuré sur le Rhône entre Granges et Martigny (2008/2009).

4.2.9. Bactériologie

Les couleurs reportées dans le Tableau 18 selon la grille d'interprétation retenue (cf. paragraphe 3.2.3) permettent de mettre en évidence les éventuelles contaminations.

- **Germes totaux (cf. Figure 7 à 6 et résultats en annexe 1)**

Entre Brig et Noës, le nombre de germes diminue sensiblement entre les campagnes d'août 2007, et celles de novembre 2007 et mars 2008. En août, l'ensemble des stations se situe en qualité moyenne, contre 5 en novembre. La présence de germes peut être mise en lien avec les précipitations enregistrées en 2007 tant au mois d'août, qu'en novembre. En mars, les valeurs sont toujours qualifiées de bonnes ou très bonnes sur l'ensemble des stations.

Sur la partie aval entre Granges et Martigny, toutes les campagnes 2008/2009 montrent aussi une majorité des stations classées en qualité moyenne, le nombre de germes totaux atteignant un maximum en décembre 2008 de 12'000 /ml à Poutafontana (RHO 72.9). La situation ne s'améliore en décembre que sur la partie la plus aval, à partir de Saxon (RHO 46.6), avec une diminution du nombre de germes correspondant à une qualité bonne ou très bonne.

- **Escherichia coli (bactéries indicatrices d'une contamination fécale récente)**

Les *E. coli* montrent des contaminations sur l'ensemble des stations en août 2007 (4 stations présentent une qualité médiocre), plus ponctuelles en novembre sur 5 stations situées entre Lalden (RHO 112.5) et Susten (RHO 92.0), alors qu'en mars 2008 la qualité est bonne ou très bonne.

En 2008 et 2009 (août, décembre et mars), l'ensemble des stations entre Granges et Martigny présente aussi un nombre d'*E. Coli* supérieur au seuil fixé par la législation, (avec en août, 2 stations en qualité médiocre, contre 3 en décembre).

En août 2007 et 2008, les précipitations ont sans doute favorisé des déversements d'eaux usées via les déversoirs d'orage (DO) ou bassins d'eaux pluviales (BEP). En novembre 2007 et décembre 2008, ces résultats témoignent plutôt de rejets d'eaux épurées ou usées, mais les précipitations (faibles pluies et neige) ont aussi pu contribuer à cette contamination. Les résultats 2007 révèlent la présence de rejet provenant très probablement de la STEP de Brig (rejet en aval de Gamsen). En 2008, les atteintes désignent à priori les STEP de Sierre/Noës, de Sion/Chandoline et Nendaz/Bieudron.

Soulignons toutefois que le nombre d'*E. Coli* est élevé sur toutes les stations, dénotant une qualité sanitaire altérée par des contaminations d'origine diverse (rejets de STEP, déversements du réseau, rejets polluants non raccordés).

Germes	Germes totaux /ml			Escherichia Coli /100 ml			Entérocoque /100 ml		
	Mois/année	août 07	nov. 07	mars 08	août 07	nov. 07	mars 08	août 07	nov. 07
RHO 116.1	3500	3000	370	500	75	60	200	40	12
RHO 112.5	3000	1200	690	800	300	85	200	100	30
RHO 108.5	1800	1800	810	1000	1500	69	180	100	28
RHO 99.7	3000	700	450	1200	600	56	200	50	25
RHO 96.1	3600	900	600	1500	250	136	1000	35	30
RHO 92.0	3000	1800	340	2500	300	100	300	100	35
RHO 85.1	5000	750	300	2500	45	12	800	50	5
RHO 84.0	2400	100	180	1800	120	19	250	40	8
RHO 80.5	2400	360	420	3000	85	78	320	30	21
RHO 78.7	1800	1800	510	3200	110	68	700	50	25

Légende

	Très bon		Bon
	Moyenne		Médiocre
			Mauvais

Tableau 18 : Résultats bactériologiques obtenus sur le Rhône entre Brig et Noës (2007/2008).

Germes	Germes totaux /ml			Escherichia Coli /100 ml			Entérocoque /100 ml		
	Mois/année	août 08	déc. 08	mars 09	août 08	déc. 08	mars 09	août 08	déc. 08
RHO 75.1	920	1800	3600	1620	820	700	410	480	250
RHO 72.9	1280	12000	3700	4500	880	1260	1170	420	1000
RHO 66.0	1000	4200	2300	1630	5000	580	770	5500	470
RHO 60.8	1080	6000	2800	1600	4800	660	190	4200	220
RHO 56.8	1100	1100	3200	1050	780	550	580	360	300
RHO 55.2	1280	680	3600	1900	1400	370	790	750	520
RHO 51.1	950	1800	790	1700	2100	120	680	700	68
RHO 46.6	610	480	1000	1000	800	460	650	440	430
RHO 45.2	1080	720	1040	2100	1100	310	830	360	120
RHO 38.1	1740	480	2000	1200	880	270	630	380	110

Légende

	Très bon		Bon
	Moyenne		Médiocre
	Mauvais		

Tableau 19 : Résultats bactériologiques obtenus sur le Rhône entre Granges et Martigny (2008/2009).

• Entérocoques

En 2007/2008, à l'exception de la campagne d'août où toutes les stations situées de Gampel à Noës sont en qualité moyenne, l'ensemble des autres résultats présente un nombre d'entérocoques qui classe les eaux en bonne ou très bonne qualité. Toutefois, à l'instar d'*Escherichia Coli* et des germes totaux, la concentration est un peu plus élevée en novembre sur RHO 112.5 (Lalden), RHO 108.5 (Baltschieder) et RHO 92.0 (Susten).

Le nombre d'entérocoques relevé en 2008/2009 entre Granges et Martigny concordent avec celui des *E. Coli*, avec des qualités médiocres sur les mêmes stations. Le maximum est enregistré en décembre à Poutafontana. La qualité s'améliore en mars sur les stations aval.

• Bilan global

Sur la partie amont (lot 1), en août, des contaminations par des eaux usées sont enregistrées sur la plupart des stations, provoquées très certainement par les précipitations et des déversements des ouvrages du réseau d'assainissement. En novembre, les germes totaux décelables dès l'amont sont aussi à mettre en lien avec les précipitations, alors que les contaminations par les *Escherichia Coli* proviennent vraisemblablement des rejets de la STEP de Brig. En mars, la situation est bonne pour tous les types de germes.

La situation est nettement moins bonne sur la partie aval du Rhône (lot 2), où de très nombreux dépassemens sont relevés aussi bien en août, qu'en décembre et mars 2008. Les valeurs les plus élevées sont relevées en décembre 2008 à Poutafontana (RHO 72.9) pour les germes totaux relevés, et à Vissigen (RHO 66.0) pour les *E. Coli* et Entérocoques. Ces mauvais résultats sont à mettre en relation avec les rejets des STEP de Sierre/Noës, de Sion/Chandoline et de Nendaz/Bieudron. D'autres apports peuvent toutefois contribuer à la mauvaise qualité sanitaire du Rhône, comme les déversements du réseau, les mauvais ou même non raccordements.

4.2.10. Conclusion sur les résultats physico-chimiques, phytosanitaires et bactériologiques

Les différentes campagnes d'analyses physico-chimiques mettent en évidence une qualité globale des eaux du Rhône **bonne** sur la partie amont Brig-Noës, qui se dégrade ponctuellement sur la partie Granges-Martigny.

Entre Brig et Noës, la station qui a subit la plus grande atteinte du point de vue physico-chimique est celle de Baltschieder (RHO 108.5), qui recevait apparemment les eaux de lavage de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder (forte turbidité, présence de MES, augmentation de la température, du pH, du DOC et du Ptot).

Sur les stations entre Granges et Martigny, les concentrations en ammonium dépassent à plusieurs reprises le seuil de bonne qualité et sont imputables aux rejets des STEP (nitrification insuffisante)

En août 2007 et août 2008, les concentrations en phosphore total supérieures à l'exigence de l'OEaux sont à mettre en relation avec la teneur élevée en MES due à la fonte glaciaire et sont donc d'origine naturelle.

Les contaminations révélées par les *Escherichia Coli* en novembre 2007, ainsi que par les germes totaux et entérocoques sur l'ensemble des stations à l'aval de Noës en 2008 sont dues à des rejets de différentes STEP (Brig, Sierre/Noës, Sion/Chandoline et Nendaz/Bieudron). D'autres apports polluants ne sont toutefois pas exclus (rejets d'eau usées ou mauvais raccordements).

Ces données restent toutefois des **clichés ponctuels** avec seulement 3 campagnes par station basées sur des prélèvements instantanés.

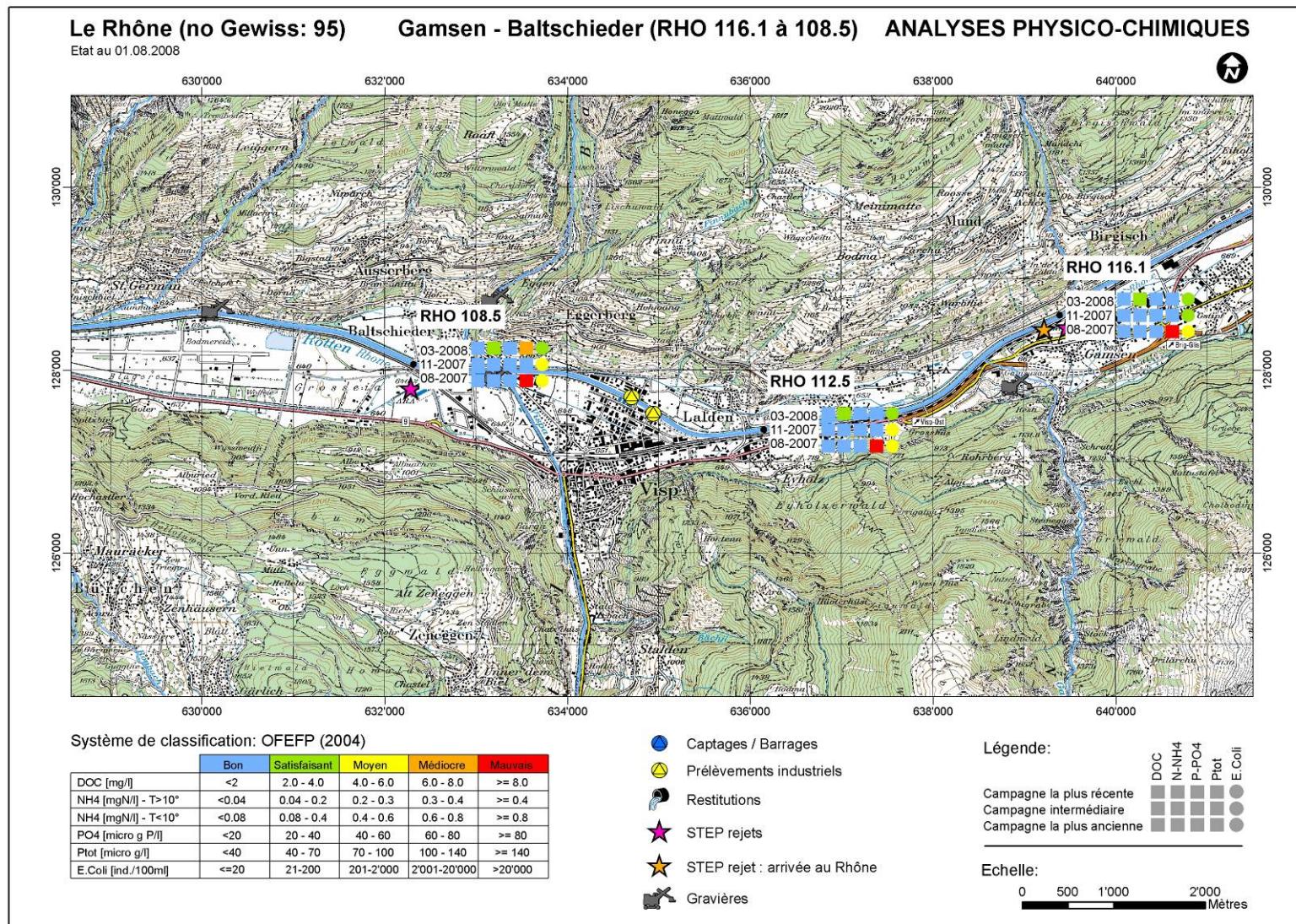


Figure 7 : Le Rhône, résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques entre Brig et Noës (2007/08), plan 1.

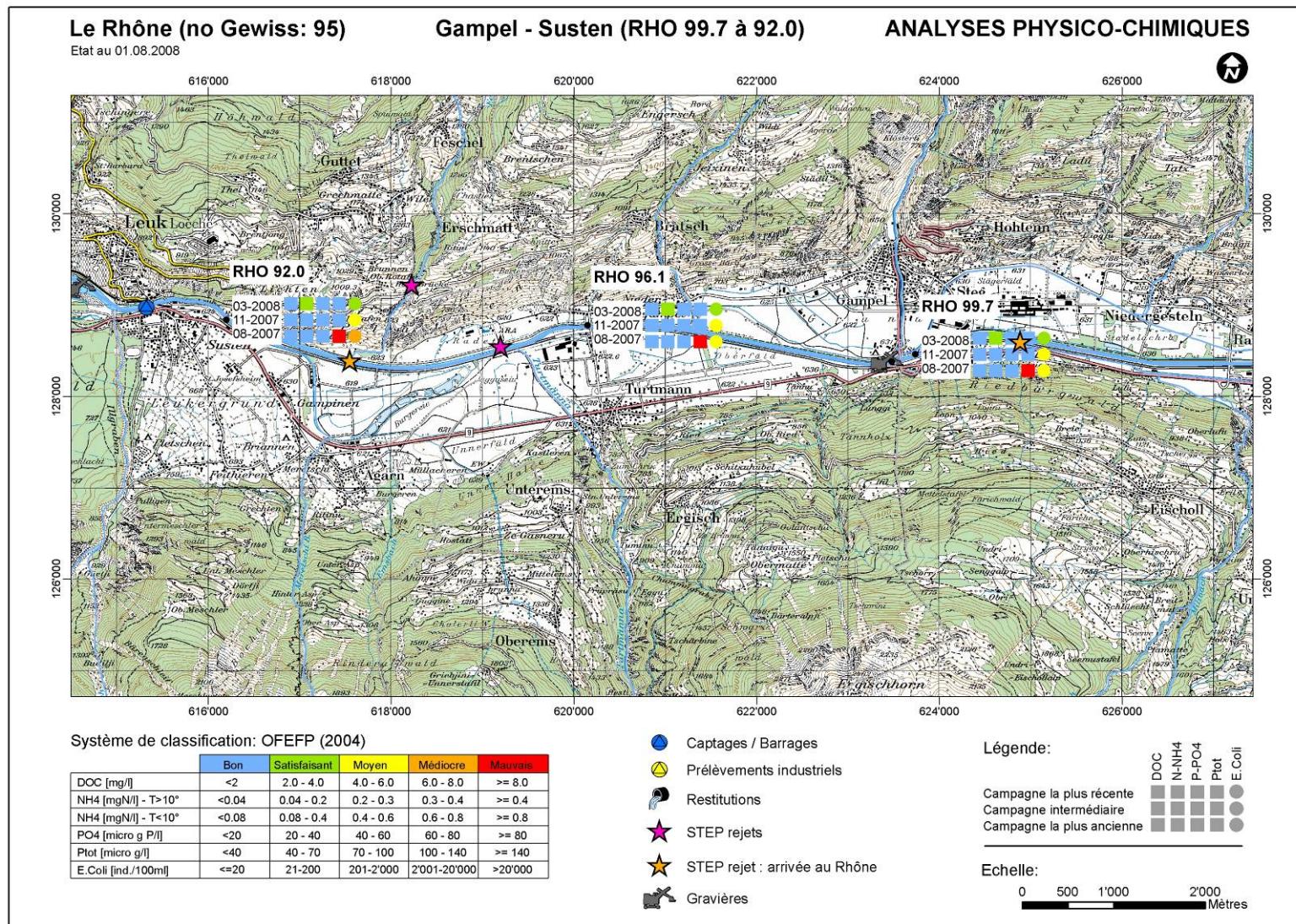


Figure 8 : Le Rhône, résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques entre Brig et Noës (2007/08), plan 2.

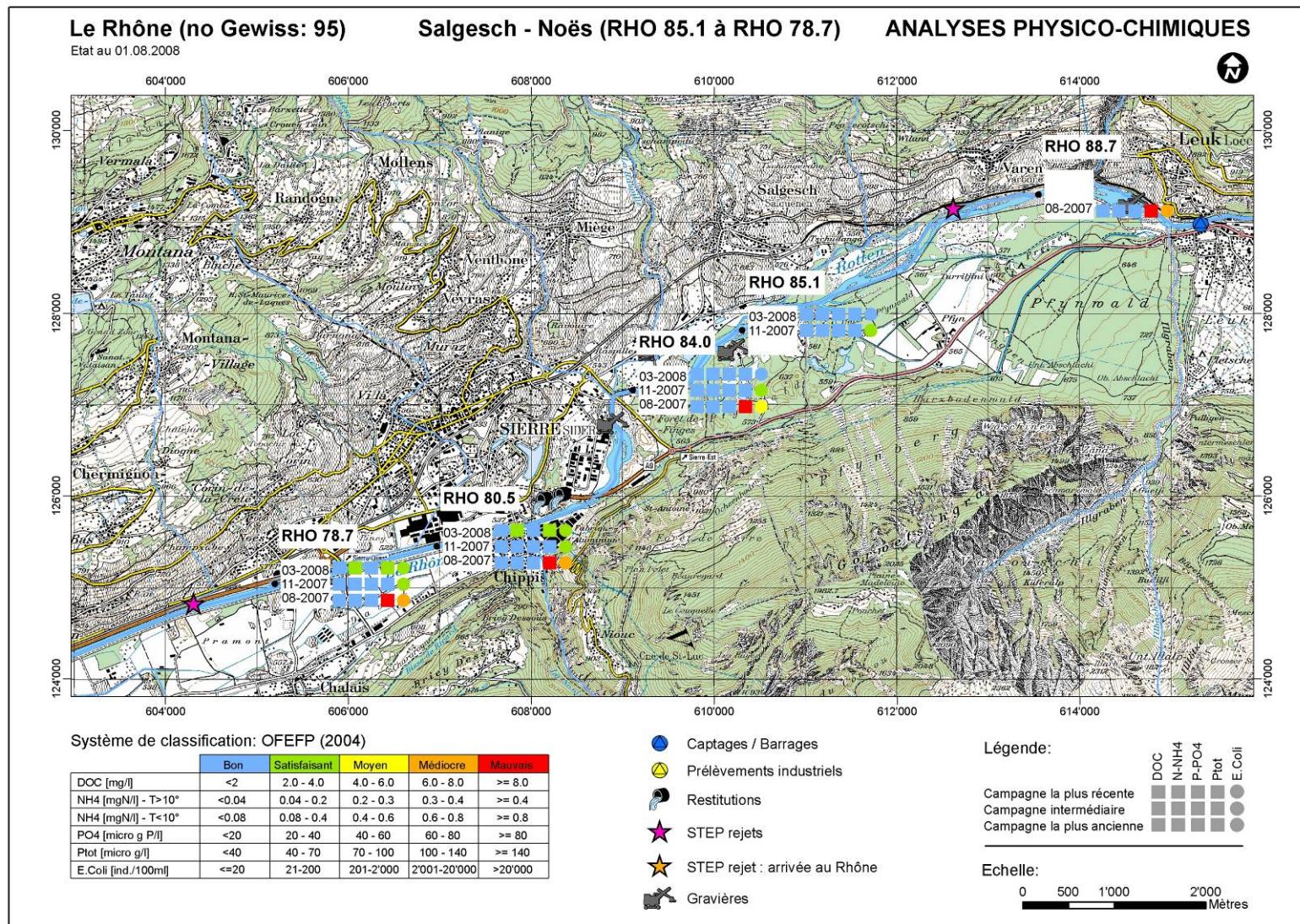


Figure 9 : Le Rhône, résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques entre Brig et Noës (2007/08), plan 3.

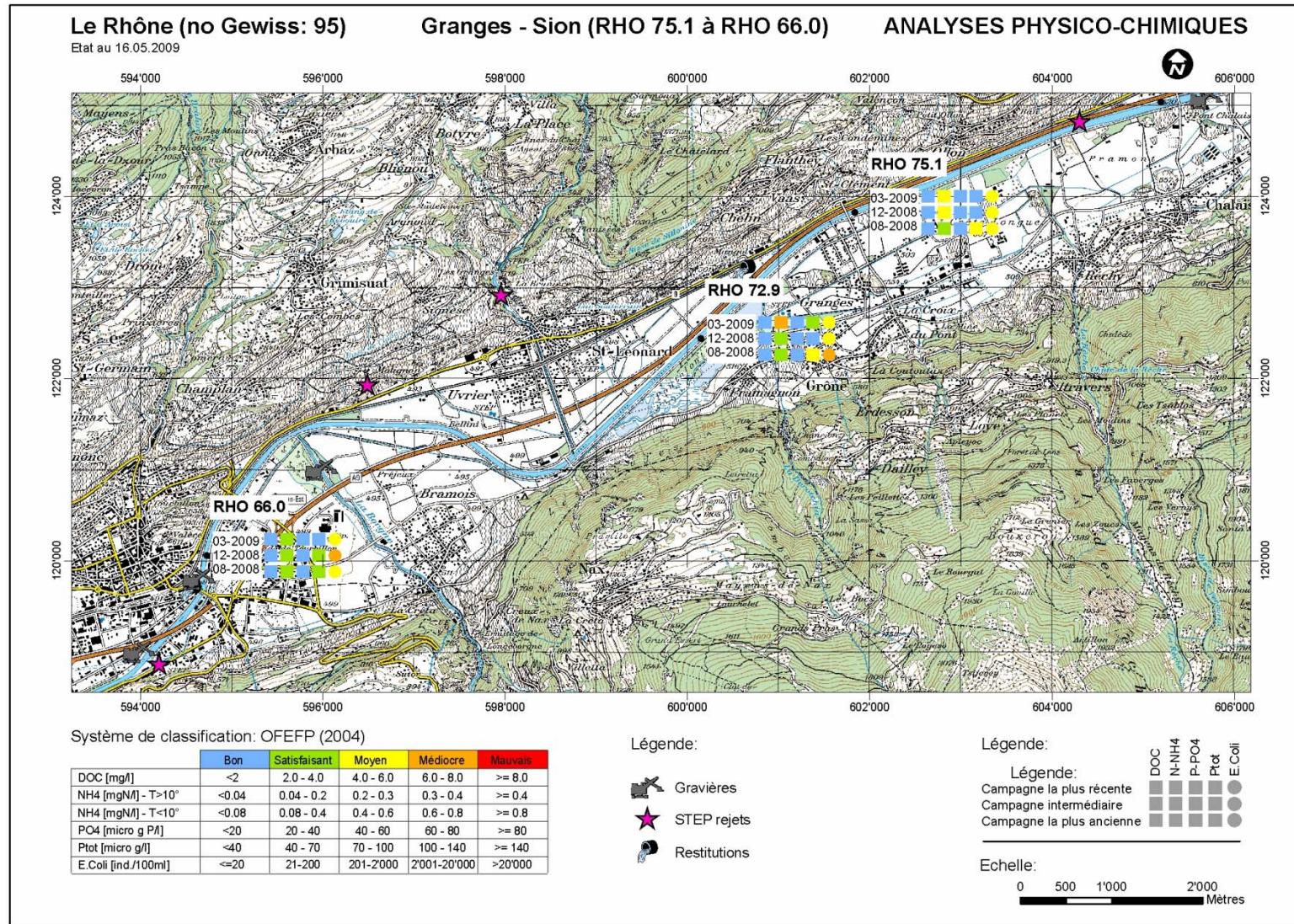


Figure 10 : Le Rhône, résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques entre Granges et Martigny (2008/09), plan 4.

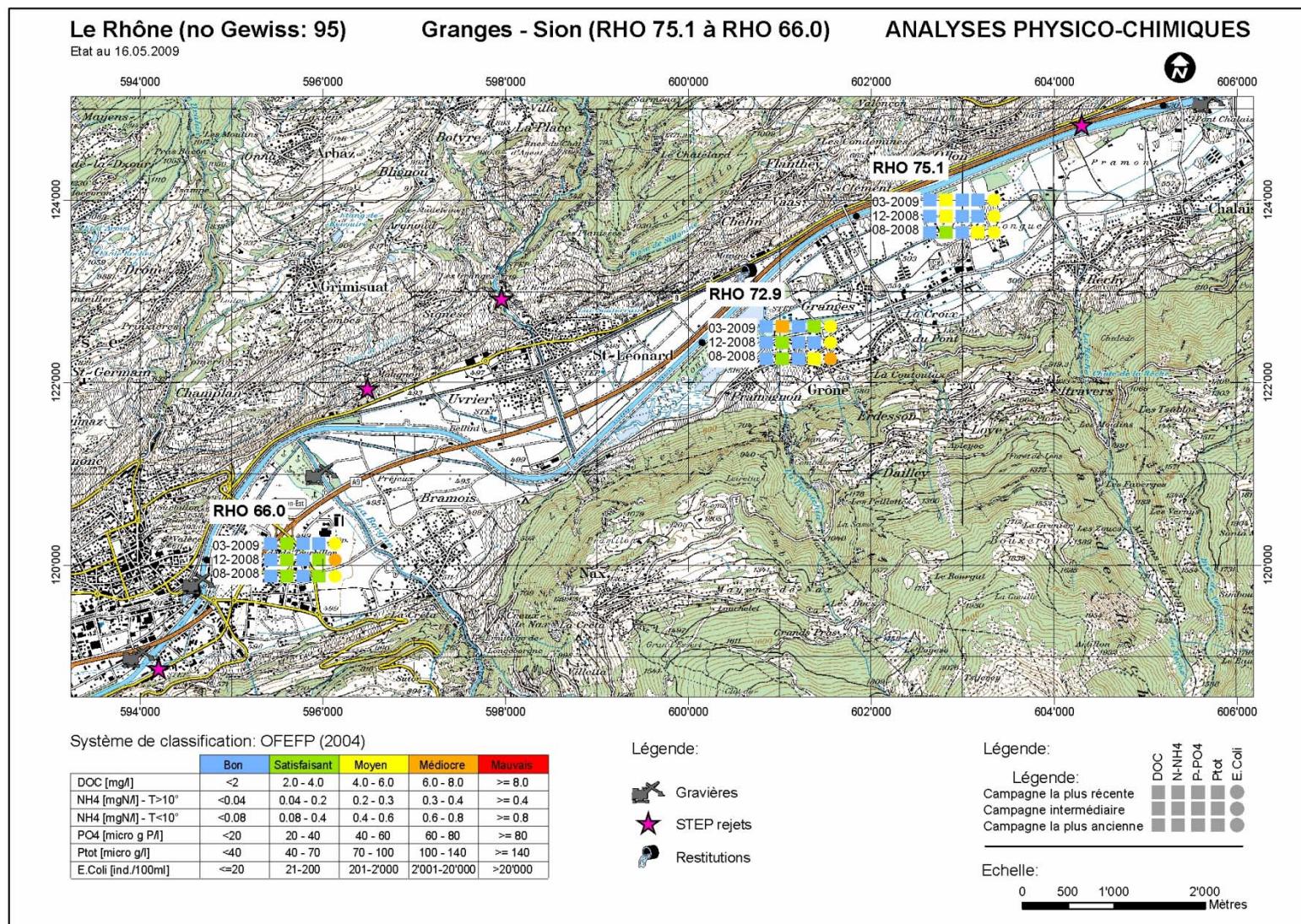


Figure 11 : Le Rhône, résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques entre Granges et Martigny (2008/09), plan 5.

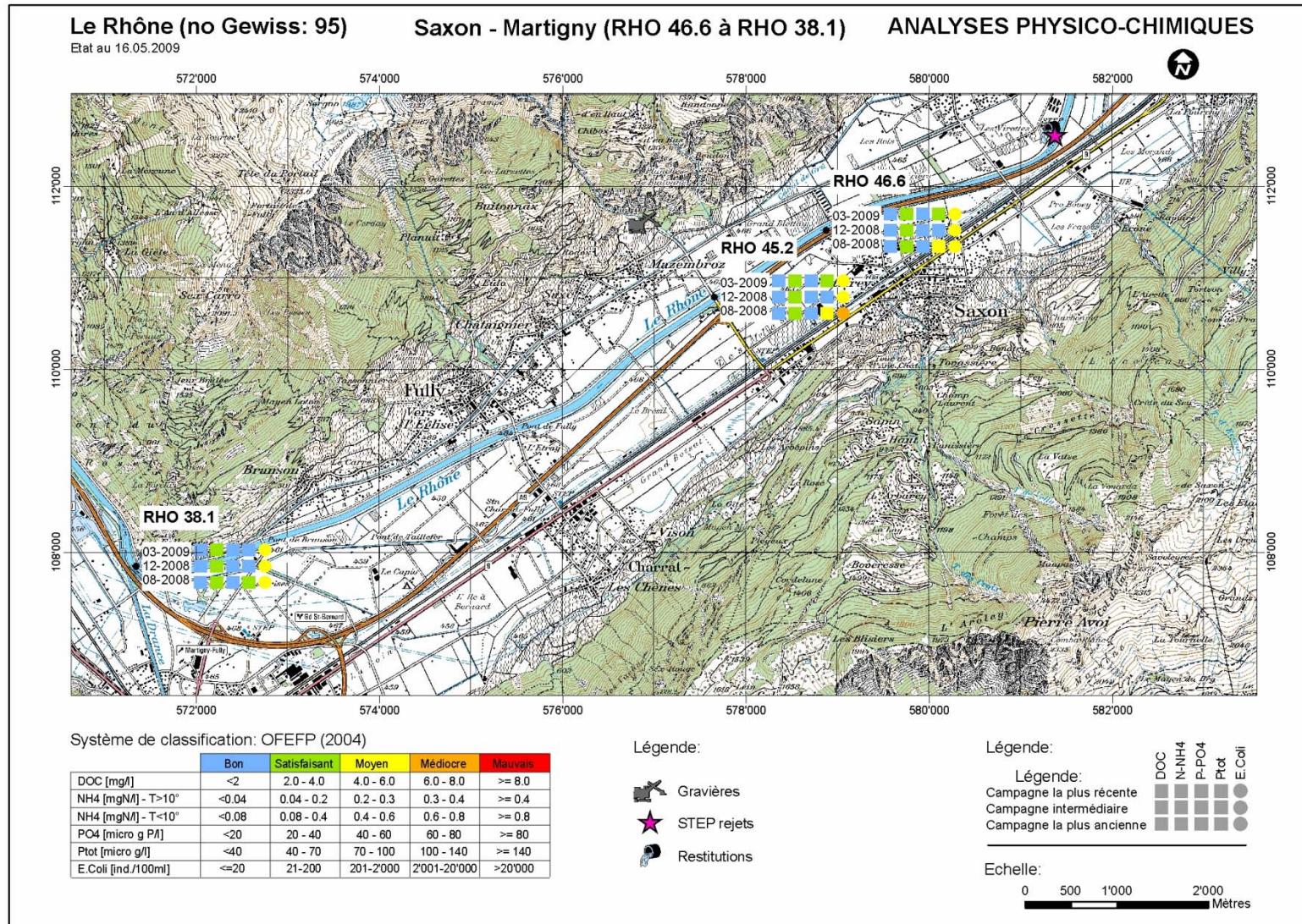


Figure 12: Le Rhône, résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques entre Granges et Martigny (2008/09), plan 6.

5. ÉTUDE DES DIATOMEES ET QUALITE BIOLOGIQUE DES EAUX

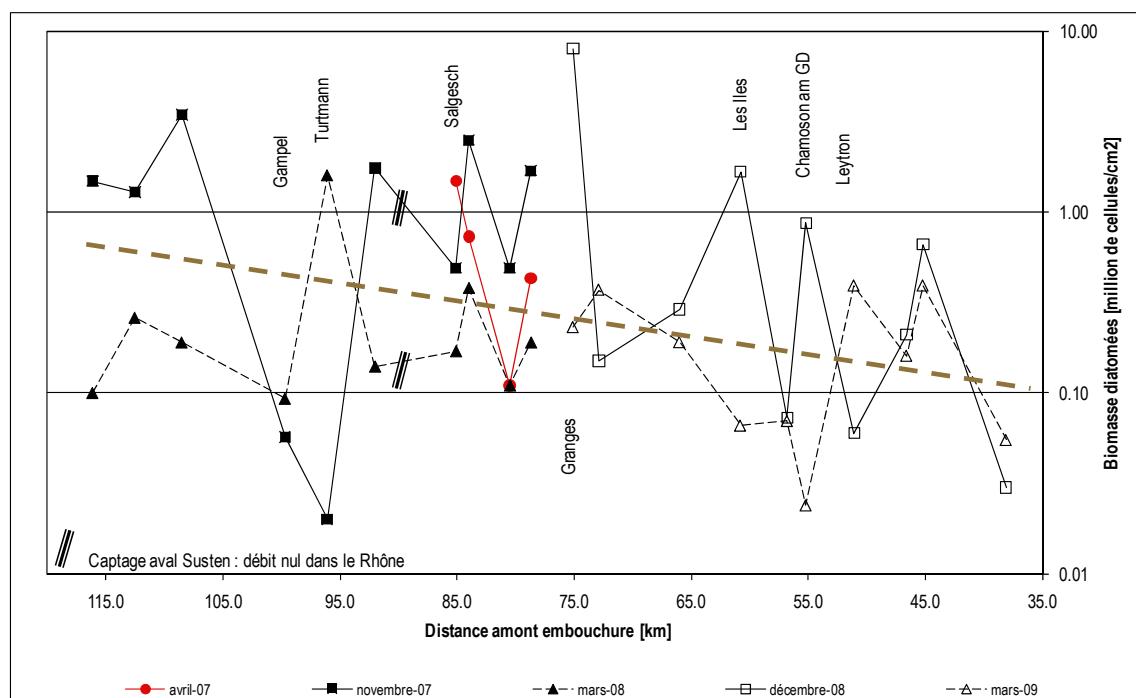
5.1. Résultats bruts

Les résultats bruts de l'analyse des communautés de diatomées prélevées dans le Rhône, se trouvent dans les deux tableaux des Annexes 3 (premier tableau : résultats 2007-2008, second tableau : résultats 2008-2009 et 2 échantillons historiques (présentés en détails au chapitre 0). Dans la première colonne de ces tableaux figurent les espèces et variétés de diatomées classées en fonction de leur résistance sapro-bique (colonne B). Dans les colonnes C à H apparaissent respectivement les valeurs indicatrices et les valeurs de pondération des indices DI-CH2002, DI-CH2006 et trophique selon SCHMEDTJE & al. 1988. Les valeurs de l'ancien indice DI-CH2002 sont données pour faciliter la comparaison avec les études précédentes des rivières valaisannes. La colonne I signale la présence de formes monstrueuses de diatomées (tématologie). Dans les colonnes J à T figurent pour chaque espèce, les données de la liste rouge des diatomées d'Europe centrale (LANGE-BERTALOT 1996). Ces indications servent à juger de la valeur patrimoniale des peuplements de diatomées. Dans les colonnes suivantes, on trouve les fréquences relatives des diatomées formant les communautés à chaque station pour les deux campagnes annuelles de prélèvements. Au bas des colonnes se trouvent les sommes des catégories d'espèces et les valeurs des différents indices qui servent aux diagnostics de qualité d'eau.

5.2. État des communautés de diatomées

5.2.1. Biomasses

Les biomasses des diatomées épilithiques vivant dans le courant sont distribuées d'amont en aval sur le Graphique 15 (attention, l'échelle des biomasses est logarithmique !).

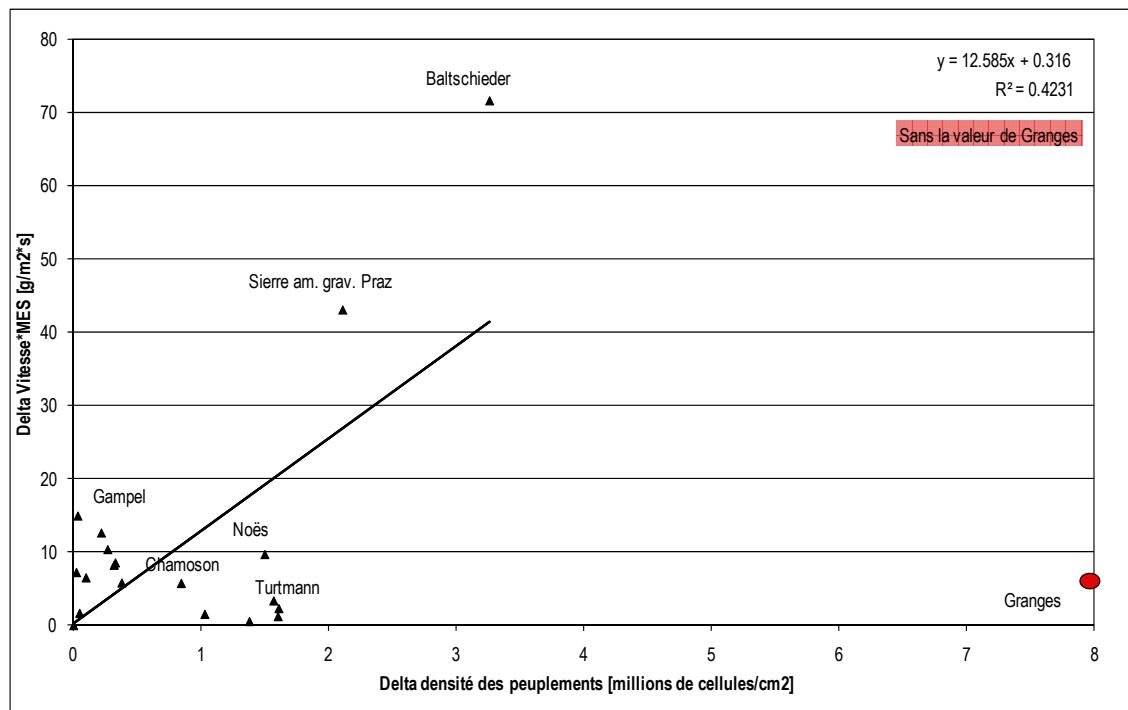


Graphique 15 : Répartition des biomasses de diatomées épilithiques d'amont en aval du Rhône en novembre 2007 et mars 2008. En surimpression, les valeurs trouvées entre Salgesch et Noës en avril 2007, sont données pour comparaison.

De grandes variations de biomasse ont été mesurées le long du Rhône et parfois à certaines stations. En moyenne, les quantités de diatomées ont tendance à baisser légèrement d'amont en aval, mais pas de façon continue. Cette diminution est surprenante d'autant plus que le niveau trophique moyen des eaux a tendance à augmenter d'amont en aval (voir le paragraphe 5.4.3). Le plus souvent, les biomasses sont moindres en mars qu'en novembre ou décembre. Ce constat est peut-être lié aux différences de température des eaux. Dans le détail, à certaines stations (Turtmann, Susten, Granges, Les Iles, Chamoson et Leytron dans une moindre mesure) des différences considérables ont été observées, qui ne sont pas saisonnières : elles semblent liées à des phénomènes ponctuels. Au contraire, une certaine stabilité des biomasses est observée aux stations de Salgesch à Chippis, de Pontafontana, d'aval Morges-Lizerne et de Saxon à Martigny. Parfois des réductions drastiques à moins de 10^5 cellules/cm² sont relevées : un ou plusieurs facteurs limitent ou détruisent la biomasse algale.

A elles seules en valeurs absolues, les variations de vitesse de l'eau et de turbidité d'une station à l'autre, n'expliquent pas ces différences de biomasse. Les produits des deux mesures, exprimé en g/m²*s (sorte de mesure du pouvoir érosif de l'eau), ne sont pas non plus corrélés en valeurs absolues aux variations absolues de biomasse de façon satisfaisante.

Si l'on distribue par contre pour chaque station la variation de biomasse par rapport à la variation de l'énergie de l'eau (Δ biomasse versus Δ vitesse*MES), on obtient (Graphique 16) une fonction plus logique qui explique 65 % de la variance ($R^2 = 0.4231$) pour autant qu'on élimine la valeur trouvée à Granges. Ainsi on peut considérer que le degré de variation de l'énergie de l'eau (degré de perturbation) détermine globalement une bonne part des variations de biomasse, en particulier les réductions anormales de moins de 10^5 cellules/cm².



Graphique 16 : Biomasses de diatomées distribuées en fonction de l'activité érosive de l'eau donnée par le produit des vitesses et des taux de matières en suspension.

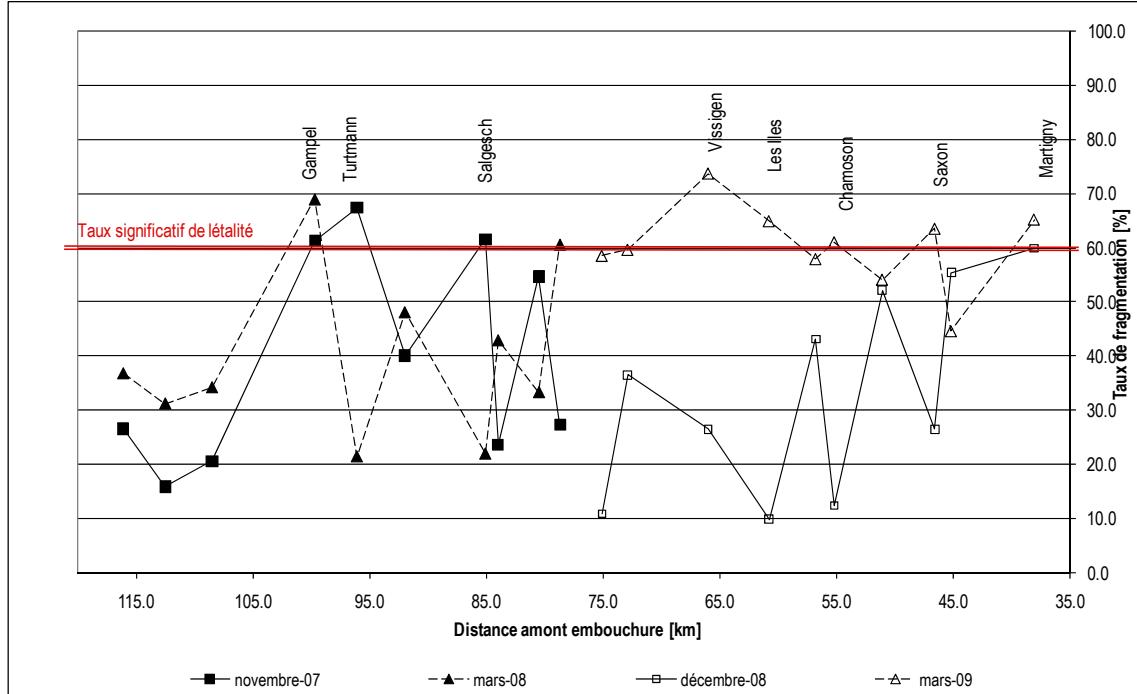
En résumé, le développement de la biomasse dans le Rhône semble plus complexe que dans les cours d'eau de petite taille, à analyser séparément pour chaque station. Globalement les valeurs de 0,1 à 3 millions de cellules/cm² sont normales pour des rivières de plaine. Par contre, les valeurs de 0,02 à 0,09 millions de cellules/cm² représentent des réductions de biomasse qui semblent anormales dans le contexte général du cours d'eau, réductions qui touchent également les autres microorganismes et qui de ce fait réduisent sans doute localement les capacités d'autoépuration du Rhône.

Les valeurs de biomasses mesurées en avril 2007 dans le cadre d'un autre mandat (également pour le SPE) du secteur Sierre amont gravière Praz jusqu'à Noës sont à peine plus élevées qu'en mars 2008, mais elles fluctuent dans le même sens. Par contre à Salgesch, en avril 2007 la biomasse s'élevait à 1.49 million de cellules/cm², contre 0.17 million en mars 2008. Cette différence est sans doute aussi liée à des différences de turbidité : en avril 2007, aucune exploitation de graviers n'avait lieu dans le cours en amont de la station ; l'eau était limpide. Par contre en mars 2008, l'exploitation était active 100 m en amont. Bien que les extractions soient réalisées hors d'eau, les camions en franchissant la rivière à gué entraînaient une forte turbidité de l'eau. Cette observation tend à montrer que les perturbations liées aux exploitations de graviers (mise en suspension de MES) détermine en grande partie l'établissement de la communauté de diatomées. D'autres facteurs peuvent aussi intervenir (vidange technique du barrage de Susten en février 2008).

Les interprétations concernant les causes locales de variation de turbidité des eaux, se réfèrent à la position d'exploitations de graviers directement dans le lit du Rhône ou le long d'affluents importants (qui rejettent des particules fines). Nous mettons le doigt sur ces exploitations, car la turbidité n'est pas uniforme le long du cours d'eau : localement elle augmente brusquement et diminue en aval par effet de sédimentation, alors qu'en hiver la turbidité due aux eaux de fonte des glaciers est réduite (mesures globales à la Porte du Scex, PORTMANN et al. 2004). Ces auteurs évoquent par ailleurs l'impact négatif des matières en suspension sur les communautés vivantes, en particulier sur la réduction de la production algale. Pour le détail des impacts probables, voir le paragraphe 5.5.

5.2.2. Fragmentation

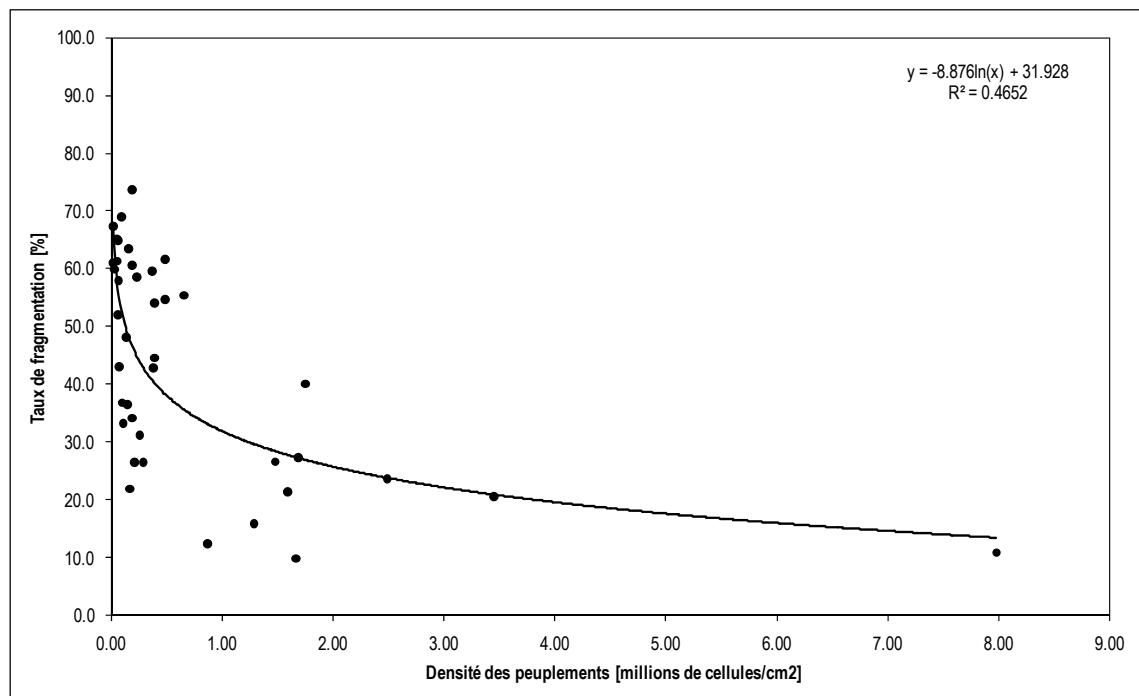
Les taux de fragmentation des diatomées varient également fortement d'amont en aval (Graphique 17). Ils sont faibles et non significatifs dans les trois stations amont. A Gampel, ils deviennent significatifs d'une mortalité anormale. Sur tout ce tronçon, ainsi qu'à Susten (km = 92.0), ces taux sont à peu près équivalents en automne et en hiver. Des taux significatifs de mortalité anormale sont aussi observés à Turtmann en novembre, ainsi que dans trois stations du tronçon aval, soit en automne, soit en hiver.



Graphique 17 : Répartition des taux de fragmentation des diatomées [%] d'amont en aval.

En aval de Sierre, les taux varient aussi fortement mais pas de la même manière. Dans le haut de ce tronçon, en décembre 2008, ces taux sont globalement faibles, alors qu'en mars 2009, ils sont pour la plupart élevés, significatifs de mortalité excessive, alors que la fonte n'a pas encore commencé. En aval du secteur, ces taux ont tendance à se stabiliser autour de la valeur significative de létalité.

Les différences de vitesse d'eau n'expliquent pas ces variations (d'habitude les fragments s'accumulent par vitesse faible). Par contre, les taux de fragmentation sont inversement proportionnels aux biomasses selon une fonction logarithmique qui explique le 68 % de la variance (Graphique 18). Cette relation permet de dire que dans une grande mesure, les facteurs qui limitent la biomasse semblent aussi responsables des taux de fragmentation, en tout cas que les faibles biomasses sont accompagnées de fortes fragmentations des diatomées. Le facteur qui semble principalement limiter la biomasse étant le pouvoir érosif de l'eau, il paraît logique que les taux de fragmentation augmentent avec ce paramètre.



Graphique 18 : Distribution des taux de fragmentation des diatomées [%] en fonction de la biomasse.

Ainsi on peut poser l'hypothèse que la turbidité est le paramètre qui conditionne le plus le développement du périphyton. Les excès de matières en suspension, les brusques augmentations, causent une érosion néfaste au bon métabolisme du fleuve. Ces perturbations sont responsables des faibles biomasses de diatomées, de leur destruction périodique, ce qui éclaire l'importance des espèces pionnières dans les peuplements (paragraphe 5.2.5). Cette érosion ne conditionne pas seulement les diatomées, mais aussi les autres microbes, ce qui explique, outre la dilution, les faibles capacités d'autoépuration du fleuve (ROQUIER et al. 2007, STRAUB 2007). L'érosion est aussi probablement responsable de la faible couverture d'algues macroscopiques (paragraphe 5.3, érosion qui a par ailleurs été expérimentée dans la Sihl (ELBER et al. 1996).

Si les travaux de renaturation du Rhône provoquaient une diminution de turbidité, on pourrait assister à une meilleure colonisation microbienne benthique et à une augmentation de la capacité autopépuratoire. Mais il faudrait également s'attendre à une augmentation de la colonisation du lit par les algues macroscopiques, ce qui serait aussi un signe d'amélioration de l'état de santé du cours d'eau³.

5.2.3. Tématologie

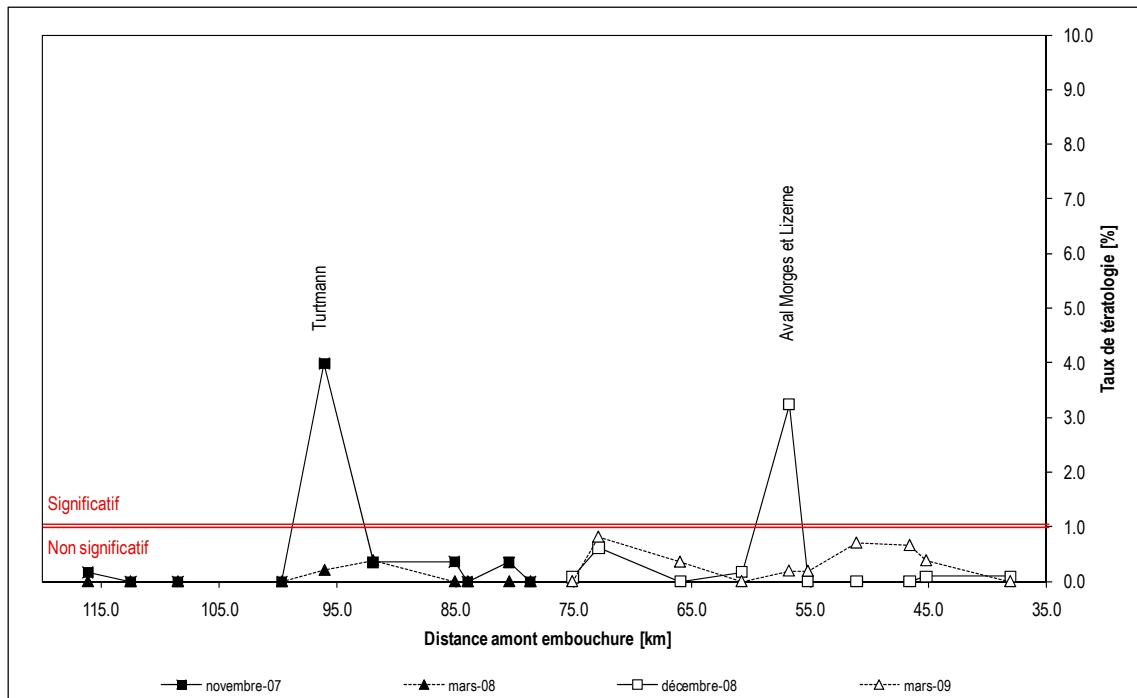
Dans la plupart des cas, les taux de formes tématologiques sont nuls ou inférieurs à 1.0, correspondant au taux limite significatif à notre connaissance (Graphique 19).

A Turtmann en novembre 2007 par contre, le taux de monstruosités atteint 4.0 %, principalement chez *Cocconeis placentula* (diatomée épiphyte) et dans une moindre mesure chez *Fragilaria arcus* et *Nitzschia inconspicua*. Ce phénomène montre qu'un paramètre environnemental perturbe la croissance des diatomées, ce qui explique peut-être la biomasse extrêmement faible mesurée à cette station en novembre, dif-

³ Paradoxalement, ce genre de développement sera plutôt perçu comme une nuisance par le grand public et les pêcheurs, qui préfèrent voir dans les rivières, des galets bien « propres » plutôt que des algues.

ficile à mettre uniquement sur le compte du pouvoir érosif de l'eau. Il pourrait être dû à l'apport des eaux de la STEP de Visp/Lonza (STEP industrielle) qui sont rejetées dans le Grossgrundkanal avant de rejoindre le Rhône à Steg. En mars 2008, le taux est tombé à 0.2 %. Les espèces touchées étaient *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Nitzschia pura* et *Diatoma vulgaris*. Plus bas, à Susten, on observe une petite proportion de monstruosités, tant en automne qu'en hiver, également chez *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* et *Diatoma vulgaris* : il s'agit sans doute du même phénomène qu'à Turtmann, mais de manière atténuée. A la station aval Morges et Lizerne, le taux de monstruosités de 3.25 % est également significatif. Il n'affecte que le taxon *Cocconeis placentula* var. *lineata*. Cette observation n'est corrélée à aucun autre aspect de la communauté de diatomées. Il révèle peut-être une toxicité de l'eau qui expliquerait d'autres observations.

Aux autres endroits, les taux sont en principe non significatifs et ne sont pas toujours permanents pendant les deux saisons. Cependant, sur le secteur Salgesch-Noës en novembre 2007, ces taux sont inversement proportionnels aux biomasses : les réductions de biomasses seraient peut-être aussi liées à un autre facteur que le pouvoir érosif de l'eau. En avril 2007, le long du même secteur, aucune forme tératologique n'avait été observée. A Pontafontana, les taux sont proches de la limite significative de façon permanente : ils sont peut-être liés à l'impact d'eaux usées signalé aux paragraphes 5.4.3 et 5.5. Les taxons touchés sont *Diatoma moniliformis* (taxon relativement résistant) en décembre 2008, puis *Caloneis bacillum* var. *lanceolata* et *Fragilaria capucina* var. *rumpens* (taxons plutôt sensibles) en mars 2009. Le long du secteur de Leytron à Saxon, le taux est aussi un peu élevé en mars 2009, alors que l'indice DI-CH indique plutôt une amélioration par rapport à la station précédente. Les taxons affectés sont respectivement *Diatoma moniliformis* et *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (deux espèces relativement résistantes), ainsi qu'un ou deux taxons indéterminables tant les valves sont déformées. Dans ce cas, les taux de monstruosités ne sont pas corrélés avec d'autres indications.



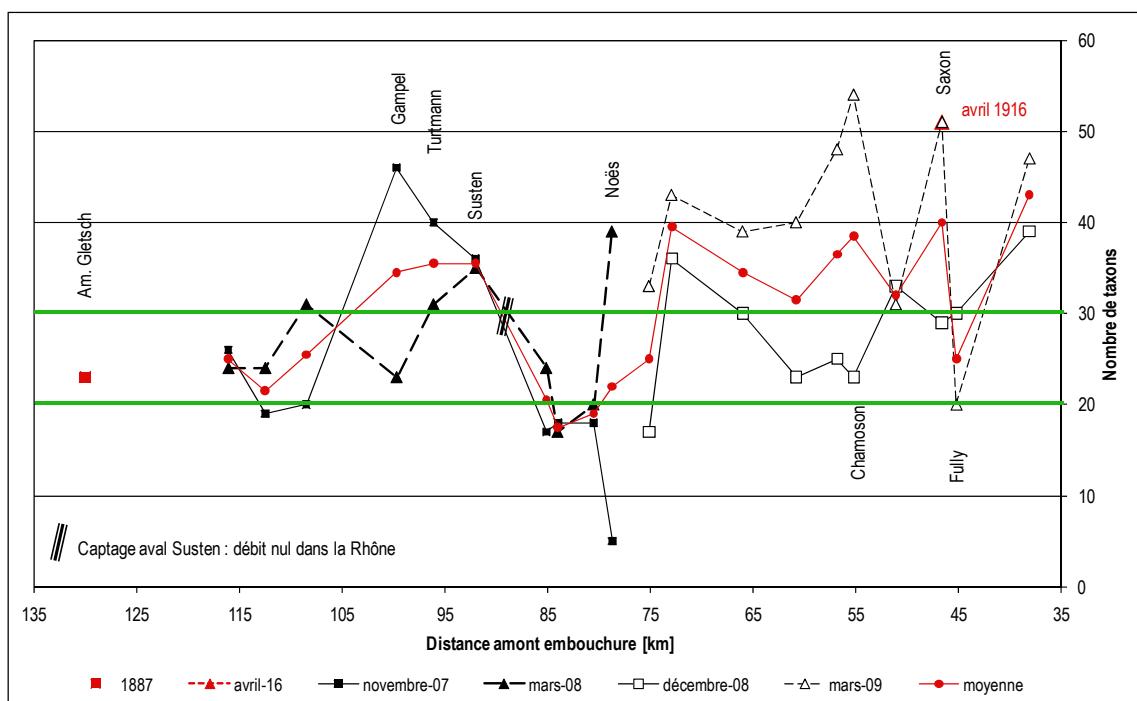
Graphique 19 : Répartition d'amont en aval des taux de diatomées monstrueuses (formes tératologiques) trouvés dans les assemblages de diatomées épilithiques.

Dans les deux échantillons historiques, aucune forme tératologique n'a été relevée.

5.2.4. Diversité floristique et valeur patrimoniale de la flore

A l'heure actuelle, 226 taxons ont été trouvés dans le Rhône dans 46 échantillons (1877, avril 1916, avril 2007, novembre 2007, mars 2008, décembre 2008 et mars 2009). Cette diversité n'est pas comparable à celle des autres rivières prospectées en Valais, du fait du nombre d'échantillons largement supérieur analysés ici.

A chaque station, la flore dominante (obtenue après dénombrement de 500 individus) est répartie d'amont en aval sur le Graphique 20. Globalement on remarque de grandes variations de diversité floristique, à l'image des variations de biomasse. Dans les trois stations d'amont, 20 à 30 taxons forment l'essentiel des assemblages, comme dans la grande majorité des stations des rivières suisses (médiane à 26 taxons pour 3694 prélèvements, HÜRLIMANN et NIEDERHAUSER 2006), rivières eutrophisées mais en bon état. Dans l'échantillon historique d'amont Gletsch de 1877, la flore dominante était de 23 taxons. Plus en aval, dès Gampel, la flore dominante est en moyenne plus variée, avec cependant des écarts importants entre la fin de l'automne et l'hiver. Le long du secteur en aval de la prise d'eau de Susten, mais aussi après la restitution de Chippis, la flore dominante se rapproche de la normale, tout en étant légèrement moins variée que dans le secteur amont. Les plus grandes variations sont enregistrées à Gampel (46 taxons en novembre contre 23 taxons en mars) et à Noës (5 taxons seulement forment le 99 % de la communauté épilithique en novembre, alors qu'en mars 39 taxons sont dénombrés). On peut penser que des perturbations importantes ont eu lieu à ces stations. Il est à remarquer que ces variations ne semblent pas directement dépendantes de la saison, mais dans les trois stations amont, la flore dominante est plus diversifiée en mars qu'en novembre.



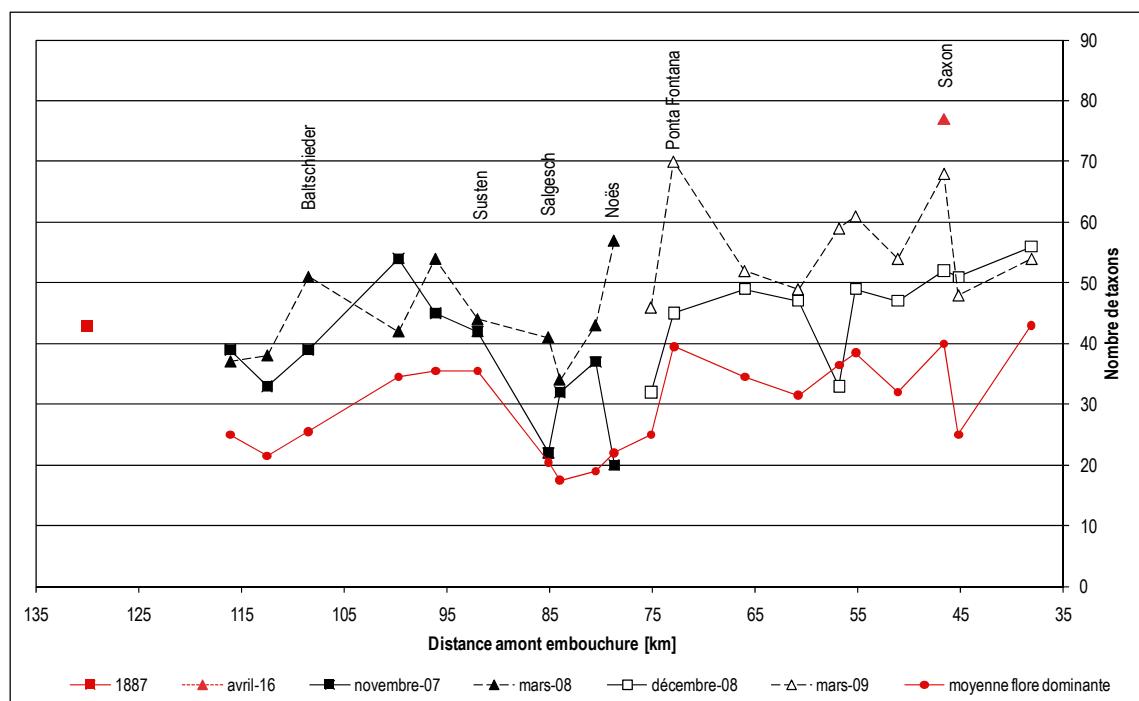
Graphique 20 : Distribution de la flore dominante des diatomées d'amont en aval du Rhône. En vert, le nombre moyen de taxons trouvé dans la majorité des stations situées sur les rivières suisses (en général eutrophisées mais en bon état) et qui y forme le 99 % des peuplements.

Plus bas que Noës, la diversité de la flore dominante s'accentue pour dépasser nettement le nombre moyen de taxons trouvés dans les rivières suisses. En particulier en mars 2009, les peuplements sont très diversifiés. À Leytron et à Fully, des réductions de biodiversité spécifique sont enregistrées. À Saxon, tant en avril 1916 qu'en mars 2009, le peuplement est très diversifié avec 51 taxons.

Les faibles biodiversités enregistrées en amont, aussi bien qu'à Gletsch en 1877, suggèrent que les peuplements sont pionniers, dans des eaux de faible niveau trophique. Plus bas la colonisation est meilleure,

parallèlement à l'augmentation des teneurs en nutriments (voir paragraphe 5.4.3). Après la retenue de Susten et la mise à sec ponctuelle du Rhône une grande partie de l'année, il semble que la colonisation doive recommencer, comme dans une nouvelle rivière : ce n'est que plus bas, également en fonction de l'augmentation du niveau trophique, que les peuplements se diversifient. Les réductions drastiques de biodiversité à Sierre et Chippis sont peut-être également dues aux exploitations de gravier. La réduction de biodiversité enregistrée à Leytron peut être mise sur le compte des exploitations de graviers situées juste en amont, mais est à priori essentiellement due aux restitutions hydroélectriques qui s'effectuent à Riddes. Par contre la réduction observée à Fully, n'est pas compréhensible (ni les taux de fragmentation), car aucune perturbation majeure n'existe entre cette station et Saxon.

Un des objectifs de cette étude étant un état des lieux avant les corrections programmées sur le Rhône, ces aménagements devant augmenter la biodiversité de la rivière, il nous a paru intéressant de développer un peu l'étude floristique pour se faire une idée de la biodiversité totale des peuplements (stock floristique potentiel pour le peuplement à chaque station). Pour cela l'examen microscopique a été poursuivi au delà du dénombrement semi-quantitatif de 500 individus, en approfondissant l'observation des préparations microscopiques pendant une demi-heure supplémentaire pour chaque prélèvement. La diversité floristique totale obtenue varie entre un minimum de 20 taxons en novembre 2007 à Noës, alors que 57 taxons ont été trouvés en mars 2008 au même endroit (Graphique 21) et que des maxima de 70 taxons (Pontafontana) et de 68 taxons (Saxon) étaient présents en mars 2009. Dans le secteur en amont de Susten, la flore totale varie entre 33 et 54 taxons ; elle est en général proportionnelle à la moyenne de la flore dominante qui augmente progressivement d'amont en aval. A Susten cependant, la flore totale est un peu réduite. Dans le secteur à l'aval de Salgesch par contre, de grandes différences sont parfois observées entre la taille de la flore totale et la taille moyenne de la flore dominante. Il n'y a pas de tendance générale le long de ce secteur. Les plus grandes différences sont relevées à Salgesch et à Noës.



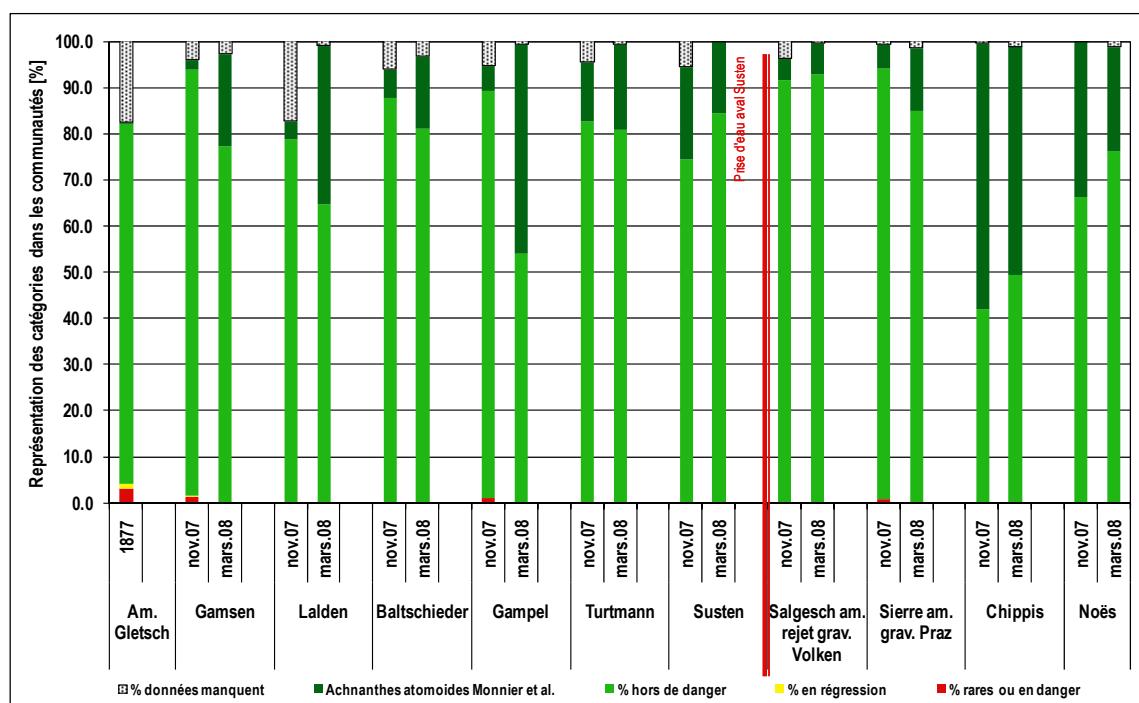
Graphique 21 : Distribution de la flore totale des diatomées d'amont en aval du Rhône en regard de la taille moyenne de la flore dominante.

Dès Granges et en aval, les différences saisonnières sont parfois importantes à certaines stations, mais la flore totale est aussi plus ou moins proportionnelle à la taille moyenne de la flore dominante. Le long de ce tronçon aval, la flore est en moyenne plus diversifiée qu'en amont de Susten et est en général plus diversifiée en mars qu'en décembre. On peut remarquer que la flore totale trouvée dans l'échantillon historique d'amont Gletsch (43 taxons) est du même ordre de grandeur, que dans les flores échantillonées entre Gamsen et Susten en 2007-2008. Par contre, la flore de l'échantillon de Saxon d'avril 1916 est exception-

nellement riche, avec 77 taxons, dont beaucoup sont des épiphytes, qui montrent que la variété écomorphologique du fleuve était meilleure qu'actuellement.

Cette flore totale a été soumise à l'examen de la liste rouge des diatomées, valable pour les régions de plaine et de mi-montagne d'Europe centrale (LANGE-BERTALOT 1996). Cette liste rouge classe les espèces en différentes catégories de raréfaction entre les très rares, en danger et celles qui ont disparues. Cette liste donne aussi les espèces en régression et elle met en évidence celles qui sont actuellement hors de danger de disparition. Enfin une série de taxons, décrits récemment, et pour lesquels il manque des données, sont également cités. Pour des raisons de lisibilité, les résultats sont donnés sur deux graphiques correspondant aux deux tronçons du fleuve étudiés successivement.

Le Graphique 22 présente les taux de représentation de ces catégories au sein des communautés trouvées à chaque station en novembre 2007 et en mars 2008 le long du tronçon amont du Rhône. Sur tout ce secteur, les diatomées hors de danger en Europe centrale (en vert clair) forment de 40 à 95 % de la biomasse des communautés. *Achnanthes atomoides* Monnier *et al.* (en vert foncé), très abondant dans le Rhône, doit certainement être agrégé à ce groupe. Cette espèce n'a été décrite qu'en 2004, car elle était associée auparavant à *Achnanthes minutissima*, par manque de critères distinctifs ou nommée illégitimement *A. atomus* (espèce strictement asiatique) comme dans le catalogue floristique du DI-CH (HÜRLIMANN et NIEDERHAUSER 2002, 2006). De ce fait elle manque dans la liste rouge. Mais à notre connaissance, c'est une espèce fréquente et abondante qui a été relevée depuis, en particulier au Luxembourg et dans plusieurs rivières suisses et françaises du bassin du Doubs, mais aussi en abondance dans l'Aar, le haut Rhin et l'Inn. C'est pourquoi, nous l'associons ici aux diatomées hors de danger. En tenant compte de cela, on peut donc considérer que 82 à 100 % de la biomasse des communautés est composée d'espèces hors de danger : cela indique qu'actuellement les communautés de diatomées de ce secteur du Rhône ont une faible valeur patrimoniale. Or en principe dans l'arc alpin, les taux d'espèces rares ou en danger devraient être plus élevés (comme nous l'avons vérifié en amont de la Salentse et de la Sionne, ainsi que dans les lacs de Sierre).

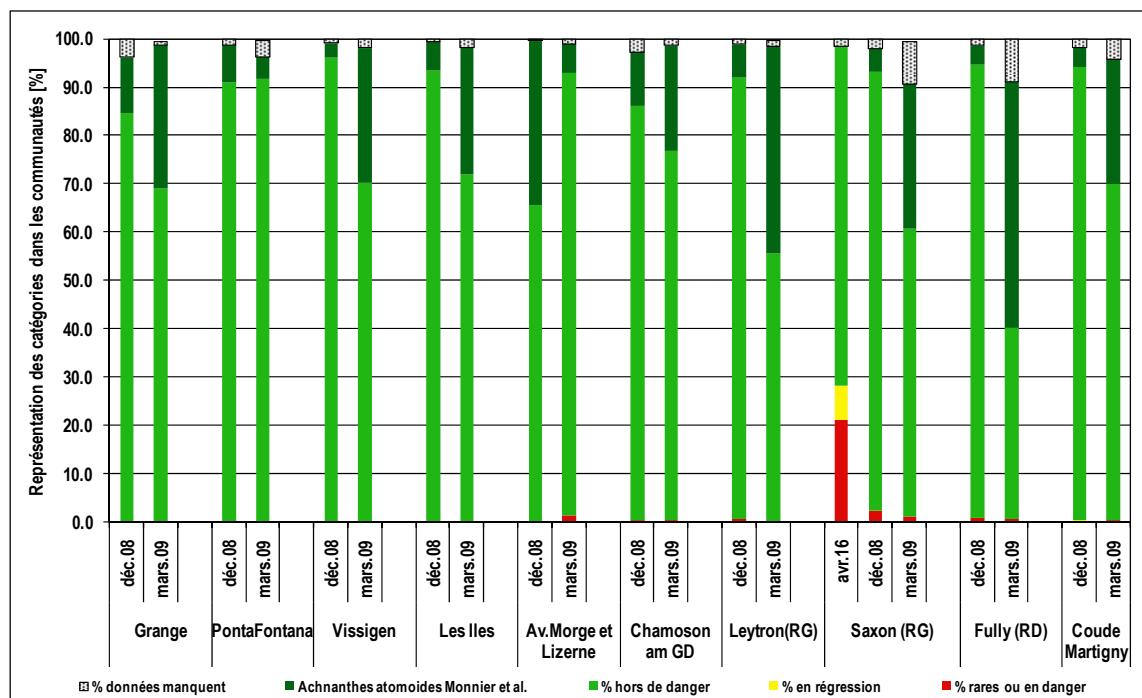


Graphique 22 : Taux de représentation (en % de cellules) des catégories de raréfaction selon la liste rouge des diatomées d'Europe centrale (LANGE-BERTALOT 1996) dans les communautés de novembre 2007 et mars 2008 à chaque station du tronçon amont du Rhône ; ce graphique donne une idée de la faible valeur patrimoniale des peuplements.

Quelques % de diatomées rares, en danger, voire en régression ont été trouvé tout de même dans les communautés de Gamsen, Gampel et Sierre amont gravière Praz. Il s'agit de 17 taxons très sensibles à la pollution (voir la liste des espèces en haut des tableaux des Annexes 3). Pour pondérer cette vision un peu triste, il faut signaler que parmi la proportion de taxons sur lesquels des données manquent (en blanc), une partie d'entre eux sont rarement signalés (d'où le manque d'information). Il s'agit essentiellement d'*Achnanthes minutissima* var *jackii* (particulièrement abondant à Lalden, mais aussi bien implantée dans les autres stations en amont de Susten) et de plusieurs espèces de *Gomphonema* décrites récemment. Toutes ces espèces sont très sensibles, typiques de torrents alpins ou de quelques ruisseaux oligotrophes encore présents sur le Plateau suisse. On peut donc inclure (avec une certaine incertitude) l'essentiel de cette proportion (en blanc) pour juger de la valeur patrimoniale des peuplements : cette valeur diminue régulièrement d'amont en aval. Dans la plupart des cas, les communautés établies en novembre présentent une meilleure valeur patrimoniale que celles qui se développent à la fin de l'hiver. Les communautés de moindre valeur patrimoniale sont celles qui livrent les diversités floristiques totales les plus faibles, c'est à dire à Sierre amont gravière Praz, Chippis, et en novembre à Salgesch et Noës.

Il est intéressant de constater que dans l'échantillon historique d'amont Gletsch de 1887, la part du peuplement occupée par des espèces en danger ou en régression actuellement n'est pas non plus très élevée. Par contre la part des espèces sur lesquelles on manque d'information (espèces rares) est plus élevée, mais du même ordre de grandeur qu'à Lalden en novembre 2007. Ici, *Achnanthes atomoides* est présent mais avec une très petite abondance (0.4 %). Dans cet échantillon aussi, contrairement à ce qu'on trouve actuellement en amont des rivières latérales, la valeur du peuplement était faible, avec une majorité de taxons hors de danger. Cela provient sans doute du fait, que dans les eaux de fonte du glacier du Rhône, il y avait à l'époque une communauté pionnière minérotrophe d'eau froide très spécialisée autour du genre *Fragilaria*, formée de taxons encore très abondants actuellement dans les endroits perturbés en permanence.

Sur le Graphique 23 figurent les taux de représentation des catégories de raréfaction au sein des communautés épilithiques trouvées à chaque station en décembre 2008 et en mars 2009 le long du tronçon aval du Rhône.



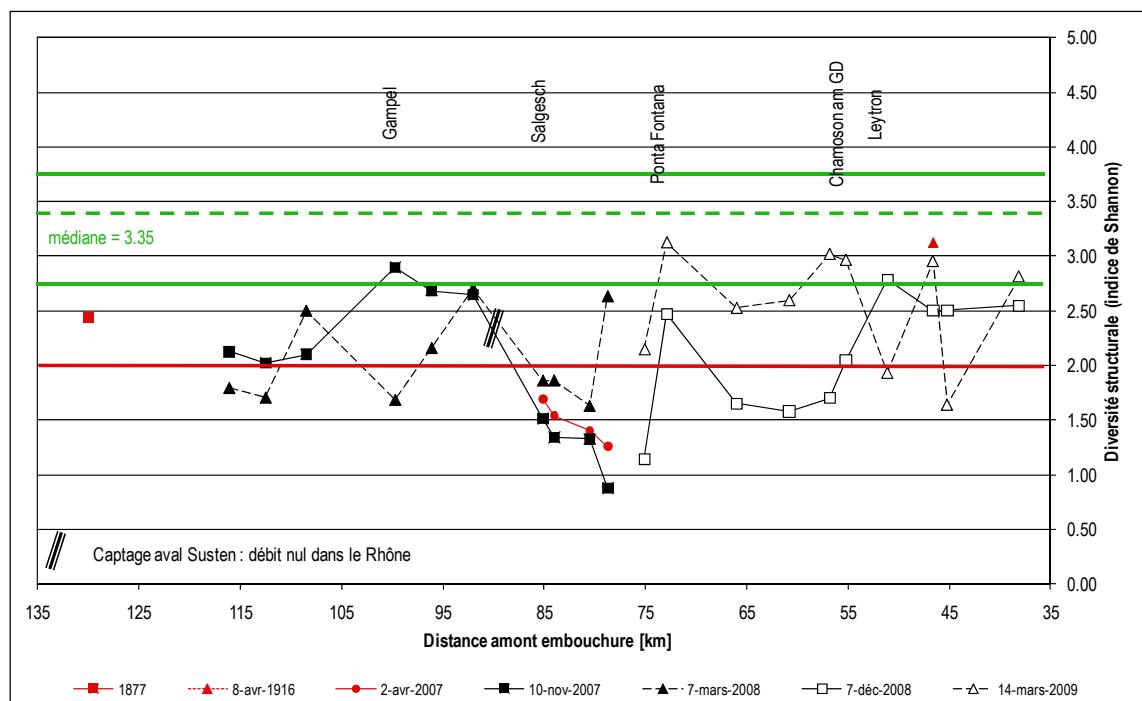
Graphique 23 : Taux de représentation (en % de cellules) des catégories de raréfaction selon la liste rouge des diatomées d'Europe centrale (LANGE-BERTALOT 1996) dans les communautés de décembre 2008 et mars 2009 à chaque station du tronçon aval du Rhône ; ce graphique donne une idée de la faible valeur patrimoniale des peuplements.

La tendance observée dans le tronçon amont se poursuit en aval : importance des taxons hors de danger, abondance d'*Achnanthes atomoides* variable d'une station à l'autre et selon la saison, réduction de l'abondance des taxons sur lesquels les données manquent. Globalement, les peuplements sont aussi banals que sur le tronçon Salgesch à Noës, avec une légère amélioration dans les trois stations du bas. Contrairement au secteur amont la valeur patrimoniale est à peine meilleure en fin d'hiver qu'en décembre, sauf à Granges et Chamoson (mais les différences sont minimes et peut-être non significatives). Dans quelques stations, en aval des restitutions hydroélectriques, on trouve tout de même de petites proportions d'espèces de la liste rouge d'Europe, en particulier à Saxon. A cette station, l'échantillon de 1916 livre un peuplement composé à près de 30 % de biomasse par des taxons en danger et en régression actuellement.

Avec les aménagements de la troisième correction du Rhône tels que prévus, visant à améliorer et diversifier l'écomorphologie du lit du fleuve et des rives, on peut espérer que les taxons rares ou en danger se réimplantent à nouveau avec le temps, d'autant plus que la qualité classique des eaux (niveaux saprobique et trophique) est bonne.

5.2.5. Diversité structurale des communautés

La diversité structurale des peuplements indique leur degré de spécialisation, c'est à dire, en terme floristique, le degré de dominance de peu de taxons sur les autres (faible diversité structurale) ou à contrario le partage de l'espace par une plus grande diversité de taxons (haute diversité structurale). Cette dimension des communautés est exprimée par l'indice de Shannon, exprimé ici en logarithme népérien pour comparaison avec la base de données suisse, contrairement à l'expression en logarithme décimal utilisée en France et dans notre étude précédente (STRAUB 2007). Les valeurs trouvées de diversité structurale sont distribuées d'amont en aval sur le Graphique 24. Dans l'ensemble les valeurs de cet indice sont basses, voire très basses, en comparaison des autres rivières suisses.



Graphique 24 : Distribution des valeurs de l'indice de Shannon d'amont en aval ; pour comparaison, la grande majorité des communautés étudiées sur les rivières suisses livrent des indices entre 2.75 et 3.75, avec une médiane située à 3.35 (pour 3'694 échantillons, HÜRLIMANN et NIEDERHAUSER 2006) ; dans ce lot, les indices ≤ 2.0 sont révélateurs de peuplements exceptionnellement spécialisés.

En mars, dans quelques stations seulement, les peuplements ont une meilleure biodiversité structurale. Cela indique une forte spécialisation des communautés presque sur tout le cours du Rhône. Le degré de biodiversité structurale ne semble pas dépendant de la saison (à part le long du tronçon Granges à Chamoson).

moson amont restitution GD), mais varie en dents de scie, comme la biomasse, et ce sont des conditions locales, ponctuelles, qui semblent déterminer aussi cet aspect des communautés.

En amont de Susten, en général les communautés sont moins spécialisées en novembre qu'en mars, sauf à Baltschieder. D'amont en aval, les communautés ont tendance à se diversifier en hiver et se rapprochent des moyennes suisses. A Gampel et Turtmann, la recolonisation massive (à la suite des défauts de biomasse hivernales) est assurée par un petit nombre d'espèces, d'où la spécialisation extrême des communautés. A l'aval de Salgesch, les communautés sont très spécialisées en permanence, comme le montrent également les prélèvements d'avril 2007. A Noës seulement, en mars 2008, la communauté est moins spécialisée.

Plus bas jusqu'à Chamoson, en hiver les peuplements restent très spécialisés, tandis qu'ils sont près ou dans la moyenne suisse en mars 2009. Le long de ce secteur, les peuplements de Pontafontana font exception : il n'est pas rare chez les diatomées, qu'une légère pollution trophique permette une diversification des communautés. Depuis Leytron, en décembre 2008, les communautés étaient stables d'une station à l'autre, tandis qu'en mars, des perturbations ponctuelles ont causé des baisses importantes de biodiversité structurale.

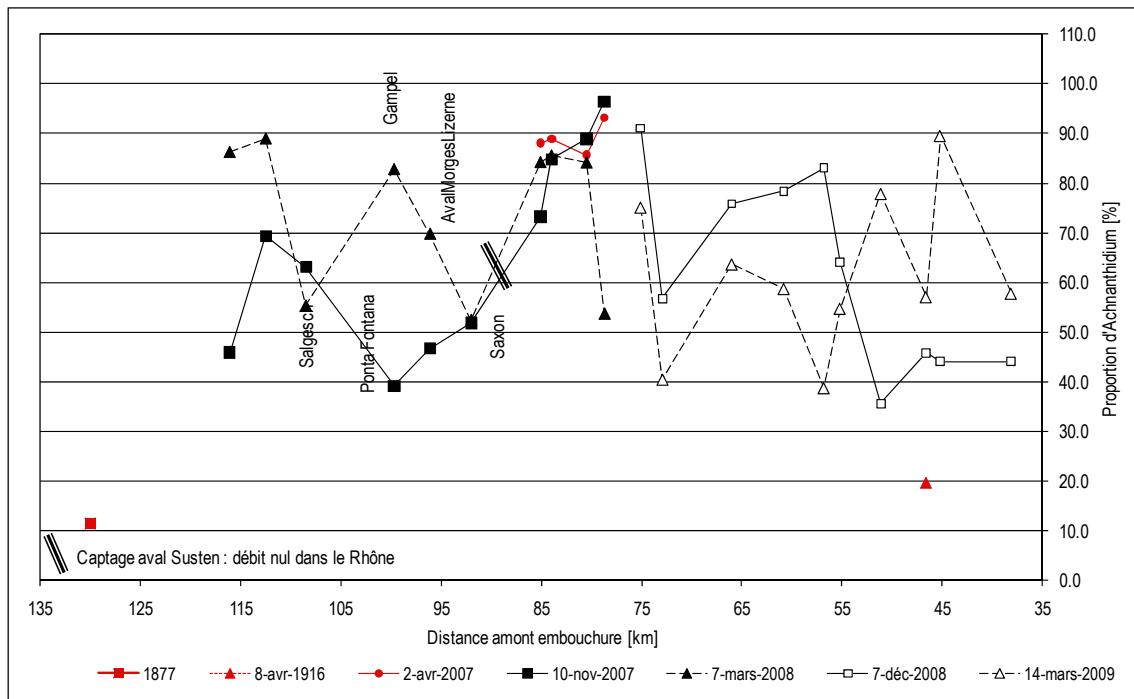
A plusieurs endroits, des biodiversités très faibles (≤ 2.0) ont été relevées. Des cas similaires ont été signalés en Suisse dans des cas extrêmes, soit d'oligotrophies prononcées, soit de perturbations très fortes dues à des pollutions domestiques excessives ou de toxicité des eaux. Dans le cas du Rhône, comme cela est montré ci-dessous, ces faibles biodiversités étant liées à des taux record d'espèces pionnières sensibles, dans des eaux de fort bonne qualité trophique et saprobique, on peut logiquement y voir aussi une conséquence (comme pour les biomasses) du fort pouvoir érosif des eaux chargées de particules fines.

Cette faible diversité structurale est due au fait que 35.6 à 96.4 % des biomasses de diatomées sont formées par 2-6 taxons parmi les 8 du sous-genre *Achnanthidium*, à savoir *A. minutissima* var. *jackii* et jordanons voisins, *A. pyrenaica*, *A. subatomus*, *A. minutissima*, *A. minutissima* var. *inconspicua*, et *A. atomoides* (citées de la plus sensible à la moins sensible envers la pollution domestique). Tous ces taxons sont indicateurs de très bonne à bonne qualité biologique des eaux. Ils ont cependant une grande amplitude écologique et sont caractérisés par leur pouvoir de colonisation à la suite de perturbations diverses (diatomées pionnières d'eau méso- à eutrophes). De ce fait, ils ont une faible valeur indicatrice envers la pollution domestique (pollution classique mesurée avec les indices habituels de qualité biologique). L'importance de ces taxons et leur faible pouvoir indicateur avaient déjà été relevés pour le tronçon Salgesch/Noës en avril 2007 (STRAUB 2007).

Les sommes des proportions de ces 8 taxons pionniers dans les communautés sont distribuées d'amont en aval sur le Graphique 25. Visuellement les variations sont quasiment à l'inverse de celles de l'indice de Shannon (Graphique 24) : cela prouve que l'essentiel des variations de biodiversité structurale est déterminé par les proportions de ces taxons pionniers. Dans le détail par contre, on voit que les courbes ne sont pas totalement inversement proportionnelles. Dans les deux stations amont, à Gamsen et Lalden, l'écart est dû à des proportions importantes d'*Encyonema minutum* (espèce sensible mais très résistante au courant) et de *Reimeria sinuata*, diatomée moins sensible que les *Achnanthidium* envers les matières organiques. La première espèce est aussi bien représentée dans les stations dont les communautés ont une plus forte biodiversité structurale, en particulier à Baltschieder, Gampel, Turtmann, mais aussi parfois en aval de Salgesch et plus bas à Ponta Fontana, Aval Morges et Lizerne en mars, puis aux quatre stations aval en décembre 2008. La seconde espèce, *Reimeria sinuata* est aussi une espèce fidèle au Rhône plus en aval, mais comme compagne, sauf à Leytron en décembre 2008 où elle est un peu plus abondante.

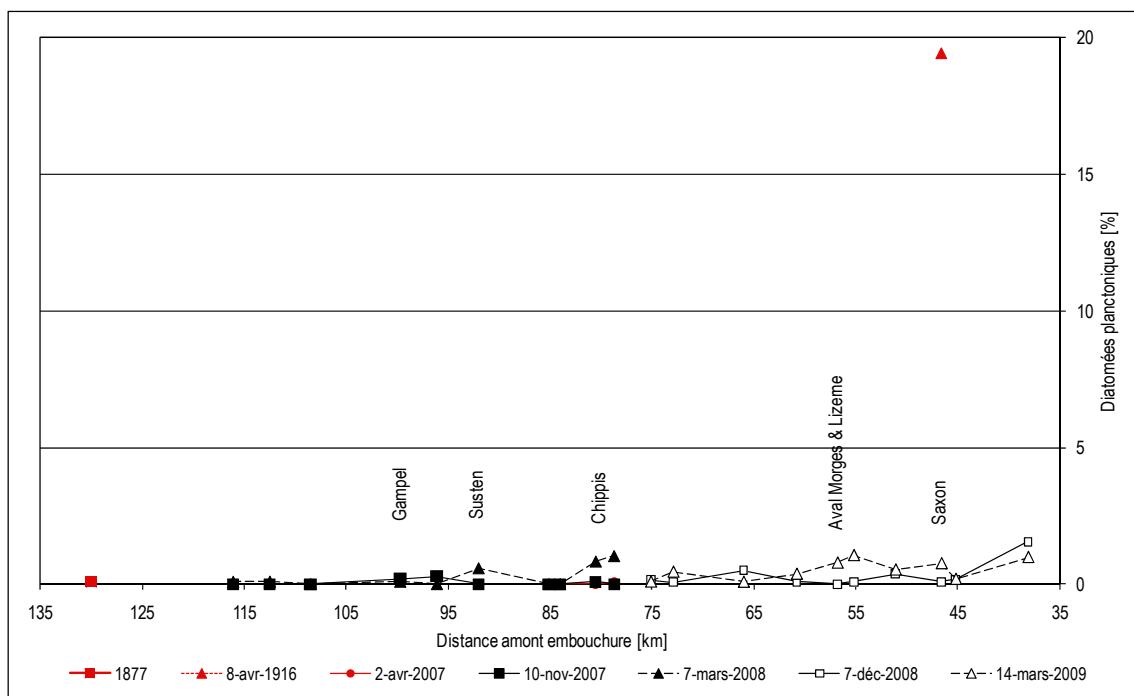
Sinon, de cas en cas, des espèces plus résistantes sont présentes dans certaines stations, ou à une des saisons. Ces cas seront discutés plus en détail station par station dans le paragraphe 5.5.

Dans les deux échantillons historiques, les proportions de ces taxons pionniers d'eaux méso- à eutrophes sont faibles. A amont Gletsch en 1877, le peuplement était formé par des taxons pionniers (du genre *Fragilaria*) d'un autre type d'eau, à savoir minérotrophe. A Saxon en avril 1916 par contre, la proportion de 20% d'*Achnanthidium* montre que l'eau était déjà méso- eutrophe mais abritait un peuplement bien plus stable, d'espèces sensibles à l'érosion, ce qui montre que les problèmes de matières en suspension n'étaient pas aussi aigus qu'actuellement.



Graphique 25 : Distribution d'amont en aval des sommes des proportions des huit taxons pionniers du sous-genre *Achnanthidium*, qui dominent les communautés.

Un autre groupe de diatomées est important pour le diagnostic métabolique des fleuves, à savoir les espèces planctoniques. Le phytoplancton ne se développe que si les perturbations sont faibles au cours de l'écoulement, et si de l'eau stagnante subsiste le long des cours d'eau. Les proportions de ces espèces sont représentées d'amont en aval sur le Graphique 26.



Graphique 26 : Distribution d'amont en aval des sommes des proportions de diatomées planctoniques dans les communautés.

Tout en amont, les proportions de phytoplancton sont quasiment nulles, résultats sans doute de l'agitation de l'eau. Dans l'échantillon historique d'amont Gletsch de 1877, le taux est aussi quasiment nul, ce qui est connu dans les eaux minérotropes de fonte de glaciers. Plus en aval, dès Gampel les taux progressent un peu jusqu'à la retenue de Susten. Après le secteur mis à sec par cette retenue, les eaux sont de nouveau vierges en phytoplancton, puis s'enrichissent de nouveau vers l'aval. De Granges à Martigny, des perturbations semblent empêcher cette communauté de s'établir dans plusieurs stations, alors qu'à Aval Morges & Lizerne, à Chamoson, puis à Martigny, les taux sont plus importants. L'échantillon historique de Saxon d'avril 1916, se distingue par son abondance de phytoplancton, représenté par l'unique espèce d'eau oligotrophe *Cyclotella distinguenda*. Cela montre qu'à l'époque, il devait y avoir des zones d'eau stagnantes en amont de cette station, zones qui ont disparu lors de la dernière correction du fleuve. Il est intéressant de savoir que cette espèce est encore actuellement majoritaire dans le phytoplancton des 3 lacs de Sierre (ETEC, PHYCOEco et al., en cours).

On peut attendre des travaux de renaturation, par la diversification écomorphologique du fleuve, que le phytoplancton se développe de nouveau mieux.

5.2.6. Conclusion sur l'état des peuplements de diatomées

Il se dégage de cette analyse, que l'état des communautés de diatomées est conditionné en majeure partie par le pouvoir érosif de l'eau (produit de la vitesse et des matières en suspension) : réductions parfois drastiques des biomasses, importance des espèces pionnières. Il ressort aussi que les deux tronçons séparés par la prise d'eau de Susten ont des métabolismes différents. Sur le tronçon amont, on observe une progression de la biodiversité, malgré parfois une baisse marquée de la biomasse ; le long du secteur aval, la biomasse et le taux de fragmentation fluctuent en dent de scie, à tel point qu'aucune ligne générale ne se dessine, si ce n'est la très faible biodiversité des communautés. Sur ce tronçon, tout donne l'impression que l'état des communautés dépend de facteurs ponctuels de station, à interpréter localement, en particulier à Noës en mars 2008, où une réduction du peuplement c'est traduite par une nette augmentation de biodiversité. Plus en aval, le tronçon de Granges à Chamoson, se caractérise (malgré les fluctuations) par de plus fortes biodiversités en mars 2009 qu'en décembre 2008. Dès Leytron et plus bas, le métabolisme du fleuve est différent avec de fortes fluctuations de composition des peuplements d'une station à l'autre.

5.3. Autres algues

Au cours des prélèvements, des algues macroscopiques ont été observées et récoltées pour identification. Leur présence est indiquée dans le Tableau 20.

A Gamsen en novembre 2007, les lanières gélatineuses brun-jaune *d'Hydrurus foetidus* étaient très visibles à l'œil nu. Aux autres endroits ou aux autres dates, seuls quelques débris de ces algues ont été trouvés, soit dans certains prélèvements de macroinvertébrés, soit observés au microscope dans les échantillons bruts de périphyton. L'identification de cette algue sur le terrain peut prêter à confusion, car parmi les algues jaune-doré, plusieurs espèces forment des amas gélatineux. Par contre au microscope, la reconnaissance est aisée, car cette espèce est formée de cellules ovoïdes arrangeées très régulièrement dans la masse visqueuse. Cette espèce est bien connue dans les torrents alpins et préalpins plutôt oligotropes et oligosaprobes, surtout en période hivernale. Sa présence dans les stations amont et sa disparition dès Baltschieder (une seule occurrence modeste à Vissigen), correspondent aux indications données par les diatomées : en amont, les eaux sont peu chargées et leurs niveaux trophique et saprobique augmentent progressivement vers l'aval (voir paragraphe 5.4).

Dans les rapides de plusieurs stations dès Salgesch, on trouve des filaments rouge sombre accrochés aux pierres. A Vissigen, ils étaient particulièrement bien développés. L'abondance de cette espèce n'est pas constante : est doit aussi dépendre de la charge érosive des eaux et des rythmes d'activité des exploitations de graviers ou des restitutions hydroélectriques. Il s'agit de l'algue rouge *Bangia arthropurpurea*, que seul un examen microscopique permet d'identifier avec certitude. C'est une espèce de rivière typique des chutes et des embruns, qui résiste très bien à la sécheresse grâce à ses parois cellulaires très épaisses. C'est une espèce à large spectre écologique, qui supporte une pollution modérée.

Stations	Hydrurus foetidus (Chrysophyceae)		Bangia arthropurpurea (Rhodophyceae)		Cladophora sp. (Chlorophyceae)		Ulothrix zonata (Chlorophyceae)	
	Nov. 2007	Mars 2008	Nov. 2007	Mars 2008	Nov. 2007	Mars 2008	Nov. 2007	Mars 2008
RHO 116.1 – Gamsen (RD)	++	+						
RHO 112.5 – Lalden (RD)	+	+						
RHO 108.5 – Baltschieder (RD)	+				+			
RHO 99.7 – Gampel (RD)								
RHO 96.1 – Turtmann (RD)								
RHO 92.0 – Susten (RG)					+	+		
RHO 85.1 – Salgesch			+	++	+	+		
RHO 84.0 – Sierre amont gravière				+	+	+		
RHO 80.5 – Chippis (RG)								
RHO 78.7 – Noës (RD)				+	+	++		
	Déc. 2008	Mars 2009	Déc. 2008	Mars 2009	Déc. 2008	Mars 2009	Déc. 2008	Mars 2009
RHO 75.1 – Granges (RG)					+	+		
RHO 72.9 – Ponta Fontana (RG)					+	+		+
RHO 66.0 – Vissigen (RG)		+	++	++	++			++
RHO 60.8 – Les Iles (RD)					+			
RHO 56.8 – Av. Morges-Lizerne (RD)			(+)	+	+	+	+	
RHO 55.2 – Chamoson am GD (RG)					+	+	+	+
RHO 51.1 – Leytron (RG)				+	(+)	(+)	+	+
RHO 46.6 – Saxon (RG)				+		+		+
RHO 45.2 – Fully (RD)						+		
RHO 38.1 – Martigny (RD)						+	(+)	

(+) vues qu'au microscope, + présentes, ++ abondantes

Tableau 20 : Occurrences d'algues macroscopiques dans les stations étudiées.

Modestement à Baltschieder, puis de façon plus constante dès Susten jusqu'à Martigny, des touffes vertes sont accrochées aux galets, soit dans le courant directement, soit en bordure aux endroits plus calmes. La plupart de ces touffes sont plutôt râches au toucher, car visiblement ramifiées. L'examen microscopique a montré qu'il s'agissait d'algues vertes du genre *Cladophora*. L'identification ne peut pas être approfondie car dans nos prélevements, tous les spécimens sont stériles. Ces algues vivent plutôt en eaux eutrophes mais pas trop polluées, ce qui correspond aussi aux indications données par les diatomées. Dès Pontafontana et de plus en plus fréquemment en aval, ces peuplements verts s'enrichissement de touffes gluantes. L'examen microscopique a montré qu'il s'agissait de l'algue verte *Ulothrix zonata*, espèce typique d'eau eutrophe. L'apparition, puis son développement en aval correspondent à l'augmentation moyenne du niveau trophique des eaux. L'occurrence de ces algues devrait augmenter à la suite des travaux de renaturation, si la charge particulaire et la vitesse des eaux diminuent. Cela serait signe d'un meilleur métabolisme du cours d'eau, mais pourrait être considérée comme une nuisance par les promeneurs et les pêcheurs.

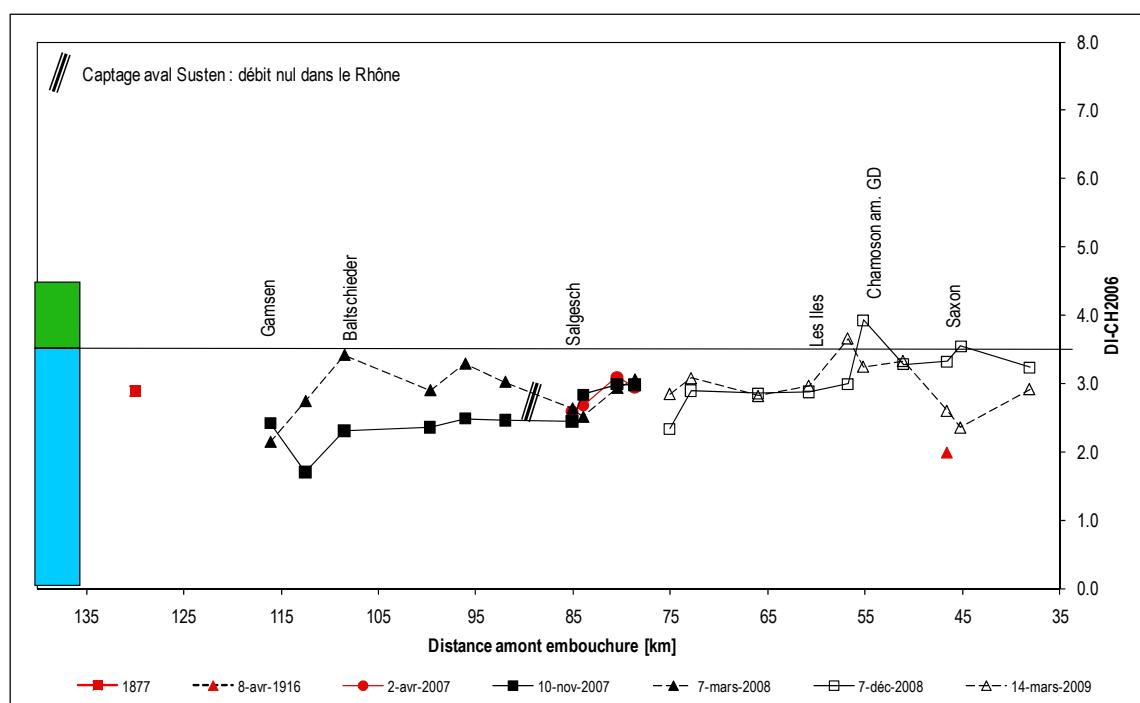
5.4. Diatomées et qualité des eaux

5.4.1. Mise en garde

Les indications de qualité biologique des eaux ne sont valables que par rapport aux paramètres qui ont servi à l'étalonnage des méthodes classiques de mesure. Ces paramètres sont ceux de pollution habituelle d'origine domestique et agricole, c'est à dire liées aux taux de matières organiques et aux taux d'engrais (phosphates, nitrates). La qualité des eaux ne se borne pas à ces paramètres, mais doit être complétée par d'autres aspects, comme l'analyse présentée au paragraphe 5.2 tend à le montrer, en particulier par rapport aux variations de biomasse, de taux de fragmentation des diatomées et des taux de formes tératologiques.

5.4.2. État de santé global (légal)

Les valeurs de l'indice DI-CH2006 (HÜRLIMANN et NIEDERHÄUSER 2006) calculées à partir de la composition des communautés de diatomées sont réparties d'amont en aval sur le Graphique 27.



Graphique 27 : Variations des valeurs de l'indice de pollution intégré DI-CH2006 (Système modulaire gradué suisse) de haut en bas du Rhône. La valeur donnée par le carré rouge a été obtenue à partir de l'échantillon historique de 1877. La valeur donnée par le triangle rouge est issue de l'échantillon historique de 1916. Les cercles rouges sont les valeurs du même indice à peu près aux mêmes endroits, en avril 2007. Selon l'acception de la loi suisse, le bleu est l'indication des eaux de très bonne qualité et le vert, de bonne qualité. Ces valeurs ne révèlent pas les perturbations subies par les communautés de diatomées du point de vue des biomasses, des taux de fragmentation et des formes tétratologiques.

Le long du linéaire entre Gamsen et Les Iles, avec de légères fluctuations, ces valeurs indiquent des eaux de très bonne qualité. Plus bas les valeurs montrent une légère dégradation : elles passent parfois en classe de bonne qualité (cette légère dégradation est sans doute liée aux 6 rejets de STEP qui ont lieu le long de ce tronçon).

A Gamsen, sur les tronçons en aval de Salgesch et en aval de Ponta Fontana les variations saisonnières ne sont pas significatives. Dans le Haut-Rhône la qualité des eaux semble légèrement moins bonne en mars 2008 qu'en novembre 2007. C'est à Lalden et Baltschieder que les écarts saisonniers sont les plus importants. A ces endroits, des impacts non négligeables de polluants domestiques, agricoles ou autres

activités (influence des eaux chaudes provenant de Brigerbad qui se rejettent dans le Laldenkanal) doivent avoir lieu, qui se marquent surtout en mars (moindre dilution en fin d'hiver). La même remarque, en plus pondéré doit être faite à propos des résultats obtenus à Turtmann. En moyenne sur ce tronçon de 24.1 km, les eaux subissent une légère dégradation d'amont en aval, de 0.5 point de l'indice. Cette dégradation est à mettre en relation avec les rejets de la STEP de Visp/Lonza de type mixte (domestique et industrielle) qui sont amenés par le Grossgrundkanal en rive gauche du Rhône à la hauteur de Gampel. Le mélange des eaux n'intervient sans doute que plusieurs km en aval. L'impact sur les diatomées n'est donc pas mesurable en rive droite à Gampel, mais se ressent à Turtmann.

Sur le tronçon Salgesch – Les Iles la qualité des eaux semble très stable (même par rapport aux mesures effectuées en avril 2007), sauf à Granges en aval des déversements de la STEP de Noës. Dans tous les cas, les objectifs écologiques légaux de qualité biologique des eaux sont atteints. Dans le bas du linéaire, on observe une inversion saisonnière à Chamoson et aux trois dernières stations. Les eaux y semblent plus dégradées en décembre qu'en mars (les restitutions multiples, provoquant des dilutions, sont probablement plus élevées en hiver qu'en fin d'automne où la demande énergétique est moindre). Toutefois sur l'ensemble du linéaire l'indice DI-CH indique que les eaux correspondent aux objectifs légaux. Les valeurs calculées à partir des échantillons historiques ne sont pas très différentes des valeurs mesurées actuellement. Dans le cas de l'échantillon d'amont Gletsch de 1877, la valeur de DI-CH est certainement exagérée, car le genre d'assemblage rare de diatomées présent à l'époque n'a pas pu être pris en compte dans l'étalonnage de l'indice suisse.

5.4.3. Niveau saprobique et trophique

Le taux d'activité de décomposition (proportionnel au taux de matières oxydables – matières organiques et matières minérales réduites) est évalué par la méthode du diagnostic saprobique selon LANGE-BERTALOT. La quantité d'engrais présente dans les eaux est estimée à partir des peuplements de diatomées par le calcul de l'indice trophique de SCHMEDTJE *et al.* Ces estimations permettent de préciser l'origine des variations globales de qualité des eaux et sont en général plus sensibles que les indices à vocation normative (DI-CH). Les valeurs obtenues figurent dans le Tableau 21.

L'échantillon de 1877 prélevé à amont Gletsch indique que la charge saprobique des eaux était entre l'oligosaprobie et la β -mésosaprobie, c'est à dire en bassin versant carbonaté, la moins chargée que l'on connaisse (en fait ce type d'assemblage à *Fragilaria* diverses indique des eaux minérotrophes, pas forcément pauvres, mais surtout très oxydées, comme on en trouve actuellement en régions arctiques ou en haute montagne dans les eaux de fonte. Actuellement, les niveaux saprobiques des eaux sont en général β -mésosaprobies (classe II), de Gamsen aux Iles. Deux exceptions sont à relever le long de ce tronçon : à Lalden, en novembre 2007, la charge est un peu moins élevée, près de la limite entre l'oligosaprobie et la β -mésosaprobie ; à Baltschieder, la charge correspond à une forte β -mésosaprobie, près de la limite critique, en tout cas au-dessus de ce que préconise la loi suisse. Plus en aval, les charges sont en général plus élevées (près de la limite critique) en décembre 2008 sauf à Saxon, tandis qu'elles sont de nouveau dans la norme β -mésosaprobie le long de ce secteur en mars 2009, sauf à Aval Morges Lizerne où la charge dépasse le niveau préconisé par la loi. La constance autour de la β -mésosaprobie correspond aux valeurs de matières organiques obtenues par analyses (COD et COT). Les valeurs de ces deux paramètres chimiques enregistrent également les légères dégradations observées le long du Rhône.

Pour comparaison, à Saxon en 1916, l'échantillon historique livre une charge nettement moindre à la limite inférieure de la β -mésosaprobie.

Stations	Saprobie	Saprobie	Trophie	Trophie
	1877		1877	
Amont Gletsch	I-II		1.7	
	Novembre 2007	Mars 2008	Nov. 2007	Mars 2008
RHO 116.1 – Gamsen (RD)	II	II	1.5	1.7
RHO 112.5 – Lalden (RD)	(I)-II	II	1.3	2.0
RHO 108.5 – Baltschieder (RD)	II	II-(III)	1.6	2.2
RHO 99.7 – Gampel (RD)	II	II	1.6	2.2
RHO 96.1 – Turtmann (RD)	II	II	1.7	2.1
RHO 92.0 – Susten (RG)	II	II	1.8	2.0
RHO 85.1 - Salgesch	II	II	1.6	1.7
RHO 84.0 – Sierre amont grav. Praz	II	II	1.7	1.8
RHO 80.5 – Chippis (RG)	II	II	2.3	2.2
RHO 78.7 – Noës (RD)	II	II	2.1	2.0
	Déc. 2008	Mars 2009	Déc. 2008	Mars 2009
RHO 75.1 – Granges (RG)	II	II	1.6	2.1
RHO 72.9 – Ponta Fontana (RG)	II	II	2.0	2.0
RHO 66.0 – Vissigen (RG)	II	II	1.8	2.0
RHO 60.8 – Les Iles (RD)	II	II	1.9	2.1
RHO 56.8 – Aval Morges Lizerne (RD)	II	II-(III)	2.1	2.3
RHO 55.2 – Chamoson am GD (RG)	II-(III)	II	2.2	2.2
RHO 51.1 – Leytron (RG)	II-(III)	II	2.1	2.3
		Avril 1916		Avril 1916
RHO 46.6 - Saxon		(I)-II		1.3
	Déc. 2008	Mars 2009	Déc. 2008	Mars 2009
RHO 46.6 – Saxon (RG)	II	II	1.9	1.9
RHO 45.2 – Fully (RD)	II-(III)	II	2.0	1.8
RHO 38.1 – Coude Martigny	II-(III)	II	1.9	2.1

Tableau 21 : Indications de niveau saprobique et d'indice trophique des eaux Rhône, calculés à partir des communautés de diatomées.

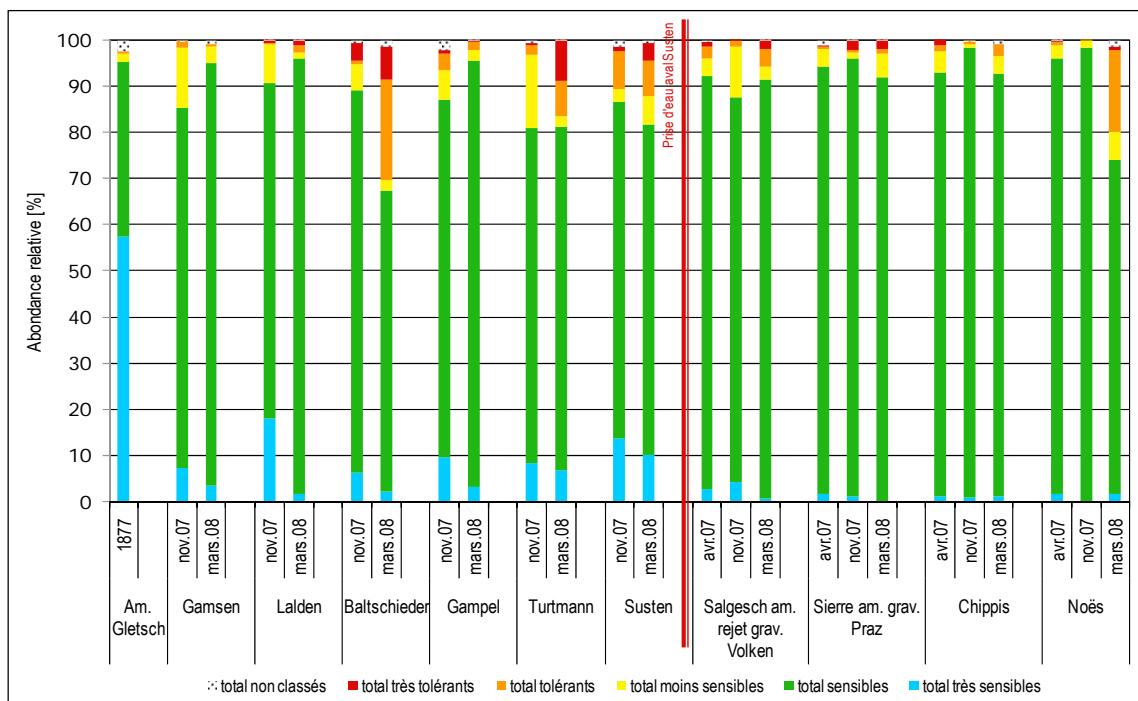
Afin de mieux visualiser les petites différences de charge saprobique entre les stations, la composition des communautés de diatomées est présentée sur le Graphique 28 et le Graphique 29 par groupes de résistance envers les matières oxydables (en principe toxiques pour ces algues). Les valeurs obtenues en 2007-08 et 2008-2009, n'ont pas été reportées sur le même graphique pour des questions de lisibilité.

Le long du tronçon Gampen-Noës, si dans tous les cas les diatomées sensibles (en vert) dominent ce qui désigne cette constance de la β -mésosaprobie, dans le détail, certaines différences ou certaines constantes peuvent être significatives. Pour les 4 stations du tronçon en aval de la prise d'eau de Susten, les valeurs trouvées en avril 2007 (STRAUB 2007) sont données pour comparaison.

Le long du tronçon situé à l'amont de Susten, la proportion de diatomées très sensibles est plus élevée que le long du tronçon aval, quand bien même les proportions de diatomées moins sensibles et tolérantes sont plus élevées sur ce tronçon amont.

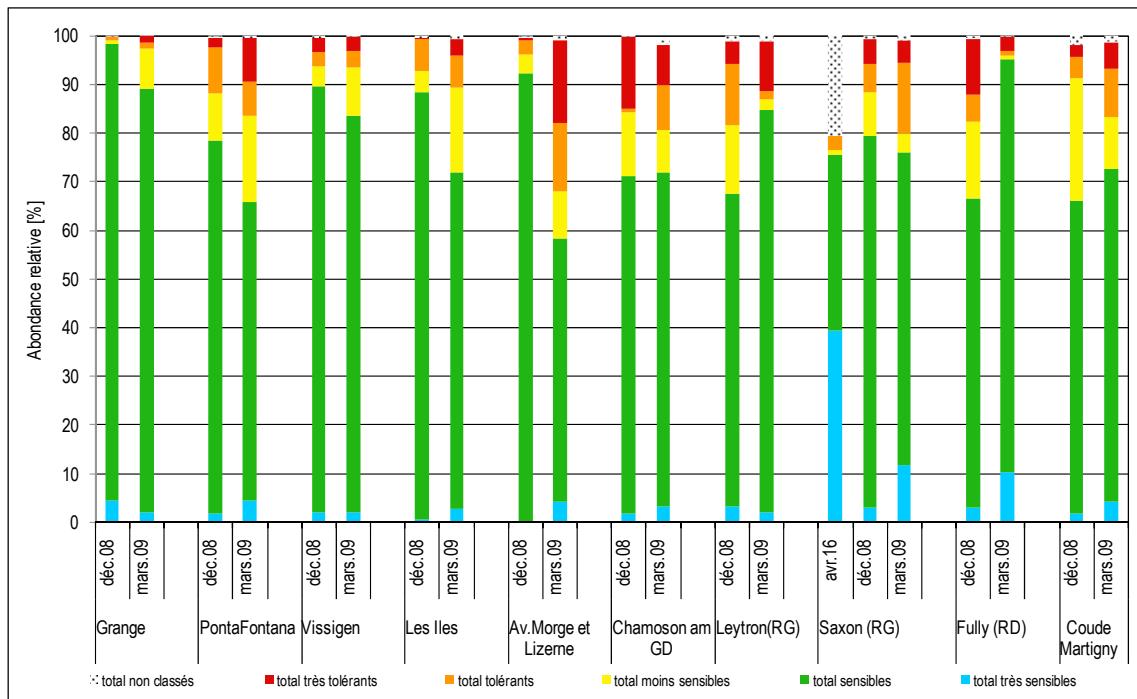
Cela correspond à ce qui a été dit sur la biodiversité floristique et structurale plus élevée sur ce secteur amont, qu'en aval de Susten. Ainsi en aval, bien que plus banales, les communautés indiquent tout de même des eaux β -mésosaprobes. Par ailleurs, le long des dix stations, mais moins visible sur le secteur

aval, il semblerait que la charge saprobique soit légèrement plus élevée en mars qu'en novembre (moins d'espèces sensibles, plus de tolérantes et très tolérantes) signe sans doute d'une moindre dilution pendant l'hiver. Cela se remarque aussi partiellement en avril 2007 sur les stations du tronçon en aval de Susten. Cette différence est surtout marquée à Baltschieder, Turtmann et Noës. A Baltschieder en mars 2008, l'indication est même proche du niveau critique de classe II-(III). C'est à Gamsen et à Lalden que les eaux sont en moyenne les moins chargées. Pour comparaison, l'échantillon historique de 1877 à amont Gletsch montre de manière contrastée, qu'à l'époque en sommet du fleuve, plus du 50% de la communauté de diatomées était constitué par des espèces très sensibles, caractéristiques de très faibles charges oxydables.



Graphique 28 : Compositions des communautés de diatomées par groupes de résistance envers les matières oxydables entre Gletsch (1877), Gamsen et Noës, en novembre 2007 et en mars 2008 (avec les données d'avril 2007 pour les 4 stations situées à l'aval de Susten).

Le long du tronçon Granges-Martigny, les diatomées sensibles restent majoritaires, mais les proportions de diatomées plus résistantes augmentent aux stations influencées par des rejets de STEP. A ces stations les eaux ont des charges saprobiques proches du niveau critique. Les conditions les pires ont été trouvées à aval Morges et Lizerne. Comme dans le Haut-Rhône, les charges saprobiques semblent souvent plus élevées en mars qu'en décembre (après une période de moindre dilution), mais ce phénomène n'est pas général comme on peut le voir à Leytron et Fully.



Graphique 29 : Compositions des communautés de diatomées par groupes de résistance envers les matières oxydables entre Granges et Martigny, en décembre 2008 et en mars 2009. A Saxon, les valeurs obtenues à partir de l'échantillon de 1916 ont été introduites pour comparaison.

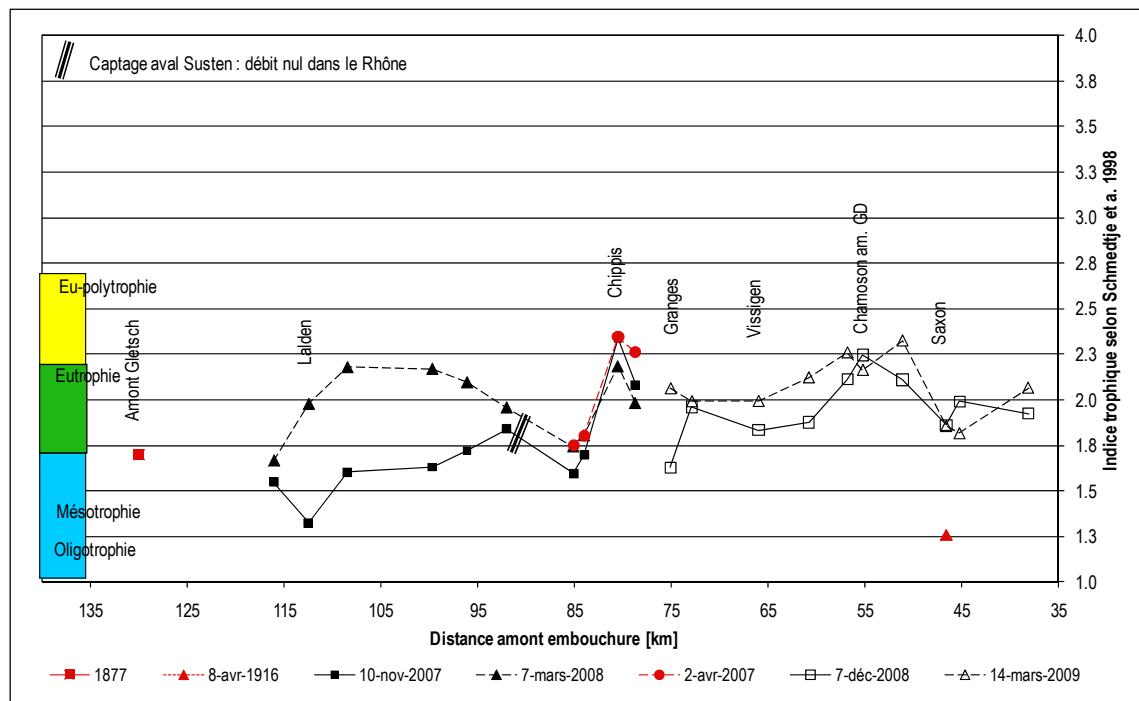
En comparaison l'échantillon historique provenant de Saxon en 1916 livre une communauté contrastée formée à 40% par des taxons très sensibles et 20% de taxons planctoniques non classés dans le système des saprobies, mais connus de lacs oligotrophes. L'estimation du niveau saprobique d'époque est une très faible β -mésosaprobie.

Ces indications de niveau saprobique livrent un diagnostic plus contrasté (parfois plus sévère) que celles données par l'indice DI-CH (indice officiel de la confédération).

Les valeurs de l'indice trophique, présentées dans le Tableau 21, sont réparties d'amont en aval sur le Graphique 30. L'échantillon de 1877 prélevé à amont Gletsch indique des eaux fortement mésotrophes, niveau trophique que l'on retrouve actuellement à Gamsen (cette indication est à prendre avec réserve, car le type de communauté minérotrophe trouvé dans cet échantillon, n'a pas été pris en compte dans l'étalonnage de l'indice trophique de SCHMEDTJE *et al.* 1998). De Lalden à Susten, les niveaux trophiques moyens ont tendance à augmenter de la mésotrophie à l'eutrophie. Cette hausse se marque sur une augmentation de diversité floristique (paragraphe 5.2.4, fait qui a déjà été relevé dans d'autres rivières du Valais. A Salgesch, les eaux sont de nouveau mésotrophes ; leur charge trophique augmente à Chippis. Les augmentations d'eutrophie en aval de Lalden et en aval de Chippis correspondent aux augmentations d'ammoniaque et de nitrates mises en évidence par ROQUIER *et al.* 2007. Le faible niveau trophique des eaux dans le secteur de Finges correspond aussi à leurs résultats. A la plupart des stations, les niveaux trophiques sont stables entre novembre et mars. Autour de Chippis, ces valeurs sont même stables depuis avril 2007. Cependant entre Lalden et Turtmann, une nette augmentation de charge trophique a lieu pendant l'hiver. Cette différence ne semble pas avoir été relevée par les analyses chimiques (azote et phosphore), sauf à Baltschieder (voir ci-dessous). A Chippis, la brusque augmentation de charge trophique semble permanente. En novembre 2007, un niveau polytrophe a même été mis en évidence : à cet endroit, les objectifs écologiques ne sont pas atteints. Plus en aval, la charge trophique diminue à Noës, sans dilution complémentaire, ce qui confirme la capacité autoépuratoire de ce tronçon (STRAUB 2007). Ces résultats sont plus sévères que les interprétations issues des analyses chimiques.

Bien que le pic de phosphore total mesuré en mars à Baltschieder (RHO 108.5) corresponde à l'indice trophique trouvé, les diatomées indiquent cependant que l'augmentation de charge trophique commence

déjà à Lalden (RHO 112.5). Cependant, à Baltschieder en mars 2008, on peut imaginer que l'impact soit une pollution brute de phosphore organique, puisque d'après les diatomées, la charge saprobique à cet endroit est ponctuellement plus élevée, de niveau presque critique. Les eaux de lavage non traitées de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder, très chargées en MES sont sans doute à l'origine de cette pollution.



Graphique 30 : Distribution des indices trophiques d'amont en aval. Pour comparaison les niveau trophiques obtenus à partir des échantillons historiques de 1877 (amont Gletsch) et d'avril 1916 (Saxon) sont indiqués respectivement par un carré et un triangle rouges. Pour les quatre stations situées autour de Chippis, les valeurs obtenues en avril 2007 sont données pour comparaison.

Depuis Granges et en aval, en moyenne les niveaux trophiques ont tendance à augmenter en passant de la nette eutrophie à de légères polytrophies qui dépassent les objectifs écologiques légaux (ces augmentations aussi été mise en évidence par ROQUIER *et al.* 2007) Le long de ce secteur, comme en amont de Susten, mais de façon moins marquée, les charges trophiques sont parfois plus élevées en mars qu'en décembre (en particulier autour de Sion), mais dans l'ensemble elles sont stables. En aval de Chamoson, les niveaux trophiques ont tendance à baisser de nouveau, probablement grâce à la restitution des eaux de la Grande Dixence, si bien qu'à Saxon elles ne sont plus que légèrement eutrophes. Pour comparaison, l'échantillon historique prélevé en 1916 à cette station, indique des eaux oligo-mésotrophes. Plus en aval la charge trophique a tendance à augmenter de nouveau un peu. Ces variations et les différences saisonnières sont aussi enregistrées par les analyses chimiques de 09.12.08 et 16.03.2009, mais se marquent plus sur les fluctuations de nitrates et d'ammonium que de phosphore.

5.5. Synthèse par station

• RHO 116.1 - Gamsen (RD), aval Brig

Sur le terrain, le périphyton brun caramel fin indique, que les diatomées dominent tant en novembre qu'en mars, signe de bas niveau trophique. Ce périphyton est gluant, ce qui dû à la présence de la Chrysophycée *Hydrurus foetidus*.

Au point de vue visuel, il n'y a qu'un peu de déchets anthropiques (PET et métal).

La biomasse de diatomées est élevée en novembre avec $1,43 \times 10^6$ cellules/cm², ce qui montre que les conditions de développement de ces algues sont bonnes. Par contre en mars, le peuplement est tombé à $0,1 \times 10^6$ cellules/cm². Cette réduction de biomasse est sans doute due à l'érosion par les particules fines, dont la concentration augmente lors de chaque turbinage (effet combiné avec le marnage). Comme nous l'avons vu sur le terrain, pendant le prélèvement, l'augmentation de débit, visible à l'œil nu, s'accompagne d'une augmentation de la turbidité. De ce fait, la valeur mesurée ponctuellement des MES à cet endroit n'est peut-être pas significative du lieu. Sinon, les autres caractéristiques quantitatives du peuplement de diatomées sont normales.

D'un peuplement varié de fin d'automne à *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (37.4 %), *Encyonema minutum* (24.6 %) et *Reimeria sinuata* (10.2 %), on passe en mars à une communauté franchement pionnière à *Achnanthes pyrenaica* (47.3 %), *Achnanthes atomoides* (20.1 %) et *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (13.5 %). En novembre surtout, des espèces de la liste rouge occupent environ 5 % du peuplement, ce qui est peu par rapport à ce que l'on trouve dans les rivières latérales. La biodiversité est faible, due probablement à la pauvreté en nutriments. En automne, la présence marquée de *Reimeria sinuata* indique un léger impact anthropique qui ne s'exprime que légèrement sur l'indice DI-CH de 2.4, alors qu'il baisse un peu à 2.1 en mars. Cet impact anthropique est sans doute le résultat des déversements provenant des villages situés en amont de Brigue, puisque les rejets épurés de cette ville n'entrent dans le Rhône qu'en aval de notre point de prélèvement. Du point de vue légal, les eaux sont de très bonne qualité. Aux deux saisons, elles sont de classe saprobique II, soit de nette β-mésosaprobie. Ces eaux sont mésotrophes de niveau trophique de 1.5 en novembre et de 1.7 en mars, c'est à dire stables.

• RHO 112.5 - Lalden (RD)

Sur le terrain, le périphyton brun caramel fin indique, que les diatomées dominent tant en novembre qu'en mars, signe de bas niveau trophique. Ce périphyton est gluant, ce qui dû à la présence de la Chrysophycée *Hydrurus foetidus*.

Au point de vue visuel, la station est souillée par des déchets anthropiques en quantité moyenne (câbles, nylon, verre et poubelles éventrées).

La biomasse de diatomées est élevée en novembre avec $1,29 \times 10^6$ cellules/cm², ce qui montre que les conditions de développement de ces algues sont bonnes. Par contre en mars, comme à Gamsen, mais de manière atténuée, le peuplement est tombé à $0,26 \times 10^6$ cellules/cm². L'activité érosive des MES (la turbidité combinée au marnage plus marqué en mars) est sans doute aussi la cause de la réduction de peuplement, liée peut-être à l'activité d'exploitation de gravier située en bas de la Gamsa. Sinon, les autres caractéristiques quantitatives de la communauté de diatomées sont normales.

En novembre le peuplement est constitué principalement par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (38.1 %), la très sensible *Achnanthes minutissima* var. *jackii* (15.8 %), *Achnanthes pyrenaica* (9.4 %), *Encyonema minutum* (12.7 %) et encore *Reimeria sinuata* (8.0 %). C'est la communauté la plus sensible qui a été relevée sur le tronçon amont du Rhône. Ce peuplement contient près de 20 % d'individus appartenant à des espèces de la liste rouge. Cela lui confère la valeur patrimoniale maximale relevée pour l'instant dans le Rhône. En mars, le peuplement s'est transformé vers une communauté nettement pionnière comme à Gamsen, un peu moins sensible, formée par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (35.4 %), *Achnanthes atomoides* (34.3 %) et *Achnanthes pyrenaica* (17.5 %).

Ces communautés indiquent en novembre une valeur de DI-CH de 1.7 (la plus basse mesurée sur le tronçon) et en mars, un DI-CH de 2.7. Les eaux semblent donc d'excellente à très bonne qualité par rapport aux exigences écologiques suisses. En novembre, elles sont très légèrement β-mésosaprobes, de classe (I)-II, c'est à dire très près de la transition vers l'oligosaprobie, tandis qu'en mars, elles semblent plus chargées et passent à une franche β-mésosaprobie. Mais le changement le plus net est l'augmentation de niveau trophique qui passe d'une valeur de 1.5 (mésotrophie) en novembre, à une valeur de 2.0 (franche eutrophie). Il faut noter que les rejets de la STEP de Briglina/Brig situés à 4 km en amont, ne semblent plus avoir d'impact très important à cette station.

• RHO 108.5 - Baltschieder (RD)

En novembre, l'aspect du périphyton est limoneux avec de petites touffes d'algues vertes filamentueuses. En mars, il est plus fin, mais toujours de couleur brun vert. Ce type de périphyton, riche en particules détritiques et algues vertes, contraste avec le périphyton à diatomée des deux stations situées en amont. C'est

signe d'une sédimentation des particules fines, qui colmate les galets et transforme les conditions de développement de la communauté de diatomées.

En correspondance avec cette observation, nous avons constaté que la biomasse de diatomées est de 3.45×10^6 cellules/cm² en novembre (la plus élevée mesurée sur le tronçon). Par contre en mars, la réduction de biomasse est drastique, puisqu'elle tombe à 0.19×10^6 cellules/cm². A cet endroit, la différence d'activité érosive entre novembre et mars est maximale (taux maximal de MES en mars). Cela laisse penser que les activités d'extraction de graviers et surtout le rejet des eaux de lavage non décantées de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder sont ponctuels au cours de l'année. Sinon les autres caractéristiques quantitatives de la communauté de diatomées sont normales.

En novembre, le peuplement est constitué par une communauté essentiellement composée par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (41.3 %), *Encyonema minutum* (16.8 %), *Achnanthes pyrenaica* (7.2%) d'eau propre, mais se transforme en mars en une communauté pionnière dominée par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (28.3 %), *Achnanthes atomoides* (15.7 %), *Achnanthes pyrenaica* (7.7%) associées à plusieurs taxons tolérants à très tolérants comme *Adlafia minuscula* var. *muralis* (11.0 %), *Nitzschia pusilla* (8.4 %). Avec environ 5-8 % d'individus d'espèces de la liste rouge, la valeur patrimoniale du peuplement retombe au niveau de ce qui a été observé à Gamsen. La communauté de novembre indique des eaux de très bonnes qualité (DI-CH = 2.3) tandis qu'en mars, l'importance prise par les taxons tolérants, montre qu'une pollution relativement importante marque l'endroit : le DI-CH monte à 3.4, les eaux sont encore de bonne qualité, mais visiblement marquées par une pollution, sans doute atténué par l'importante dilution dans le cours d'eau. Cet impact brutal semble provenir du rejet des eaux de lavage de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder. Cette différence se marque mieux sur les niveaux saprobiques, plus élevés qu'en amont, sachant que pour le mois de mars, il s'agit du pire que nous ayons relevé sur tout le linéaire. Ce niveau correspond à une forte β-mésosaprobie, proche du niveau critique. Cette différence se marque aussi sur la variation de niveau trophique, puisque la valeur d'indice trophique passe de 1.6 (mésotrophie) en novembre, à une valeur de 2.2 (nette eutrophie) en mars. Cette augmentation de niveau trophique se marque aussi sur une diversité floristique plus élevée (les diatomées aiment l'eutrophie) et sur une augmentation de biodiversité structurale en mars.

Cette différence se marque aussi sur l'aspect général relevé sur le terrain :

- en novembre, l'aspect est légèrement marqué par l'impact humain (légère turbidité, déchets plastiques, taux moyen de débris organiques, taux moyen de limons sableux) ;
- en mars, l'aspect est nettement marqué par l'impact humain (odeur synthétique, forte turbidité, fort taux de limon sableux et toujours des déchets plastiques).

• RHO 99.7 - Gampel (RD)

L'aspect du périphyton est de nouveau normal, comme en amont de Baltschieder, c'est à dire fin brun caramel, tant en novembre qu'en mars.

Sur le plan visuel, la station est marquée par un peu de déchets anthropiques (plastique, métal).

Les biomasses de diatomées sont très faibles et stables tant en novembre qu'en mars (0.06 et 0.09×10^6 cellules/cm² respectivement), malgré la différence de niveau trophique calculé : 1.6 en novembre et 2.2 en mars. Cela indique qu'une pression empêchant le développement des diatomées s'exerce sur le périphyton. Nous y voyons l'action érosive des MES, qui semble permanente vu les taux anormaux de fragmentations des diatomées de 61.3 % en novembre et de 69 % en mars. L'activité érosive semble active, bien que de visu, la turbidité de l'eau soit moindre qu'à Baltschieder.

En automne, la station abrite le peuplement le plus varié du tronçon, tant du point de vue de la biodiversité floristique que structurale. La communauté est dominée par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (25.0 %), *Encyonema minutum* (15.4 %) et *Encyonema ventricosum* (9.1 %). Cet assemblage de pleine β-mésosaprobie et d'eau mésotrophe (indice de Schmedtje = 1.6) indique des eaux de très bonne qualité sur le plan légal, avec un DI-CH de 2.4. En mars par contre, cette communauté a disparu au profit d'un peuplement très spécialisé de diatomées pionnières, dominées par *Achnanthes atomoides* (45.5 %), *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (31.3 %), avec 7.7 % des deux variétés les plus courantes de *Cocconeis placentula*. Comme en amont, ce peuplement indique une pleine β-mésosaprobie, mais un niveau trophique un peu plus élevé qu'en novembre (indice = 2.2) et une légère dégradation (DI-CH = 2.9). Aux deux saisons la valeur patrimoniale des peuplements est relativement faible. Les rejets de la STEP de Visp/Lonza ne semblent pas affecter beaucoup la qualité de l'eau.

Il faut signaler qu'en mars, nous avons relevé dans les préparations microscopiques de diatomées, également beaucoup de kystes de Chrysophycées (non identifiables à l'espèce). Il est surprenant de constater cela, alors qu'*Hydrurus foetidus* semble avoir disparu à l'aval de Baltschieder.

- **RHO 96.1 - Turtmann (RD)**

L'aspect du périphyton est toujours normal, comme en amont de Baltschieder, c'est à dire fin brun caramel tant en novembre qu'en mars.

Au point de vue visuel, les quelques déchets anthropiques relevés en novembre ont totalement disparu en mars.

A cette station, de façon excessive, les différences de biomasses sont très marquées. Alors qu'en général, en mars les biomasses sont plus faibles, ici, c'est en novembre que la biomasse est extrêmement réduite (0.02×10^6 cellules/cm²), dans la poursuite de ce qui semble amorcé à Gampel. En ce lieu aussi, une action érosive semble avoir été importante en automne (gravière située 3 km en amont). Par contre, en mars, c'est tout le contraire ; le peuplement est très bien développé, avec une biomasse de 1.59×10^6 cellules/cm². Contrairement à Gampel, l'action érosive semble avoir cessé en fin d'hiver. Cela se marque aussi sur le taux anormal de fragmentation des diatomées de 67.4 % en novembre, alors qu'en mars, ce taux est tombé à un niveau normal. En novembre encore, l'impact sur la biomasse est aussi marqué par un taux significatif de formes monstrueuses de 4 %, affectant plusieurs espèces, mais en particulier *Cocconeis placentula*. Ceci est vraisemblablement dû aux rejets de la STEP de Visp/Lonza (arrivée au Rhône par le Grossgrundkanal), dont l'effet ne se fait sentir en rive droite que quelques km en aval, après mélange des eaux.

Les assemblages de diatomées sont toutefois assez diversifiés tant en automne qu'en mars. En automne, la communauté réduite est dominée par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (23.3 %), *Achnanthes atomoides* (12.6 %), *Encyonema minutum* (11.9 %) et *Reimeria sinuata* (13.0 %). En mars, une communauté pionnière s'installe, dominée par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (44.9 %), *Achnanthes atomoides* (18.3 %), mais avec 6.3 % de l'espèce très tolérante *Fistulifera saprophila*. Ainsi, de novembre à mars, les diatomées perturbées dans leur développement par un impact qui semble physique, font place à une autre communauté, qui elle a enregistré une pollution. Les trois indications de qualité biologique le montrent : élévation du DI-CH de 2.5 à 3.3, élévation de l'indice trophique de 1.7 à 2.1, passage d'une pleine β-mésosaprobie à une forte β-mésosaprobie. Sur le plan légal, les eaux restent cependant de très bonne qualité. Cette légère dégradation, si elle peut encore partiellement être due au rejet des eaux de lavage de la Kieswerk Volken Baltschieder, est l'effet des rejets de la STEP de Visp/Lonza, qui ne se marque pas encore sur la station immédiatement en amont, les eaux du Rhône et du Grossgrundkanal (qui reçoit les rejets de la STEP) n'étant pas encore mélangées.

- **RHO 92.0 - Susten (RG)**

A cette station, le peuplement de diatomées retrouve une certaine normalité tant quantitative que qualitative, après les épisodes de perturbations observés entre Baltschieder et Turtmann.

Le périphyton est stable aux deux saisons, c'est à dire fin brun caramel (à majorité de diatomées) avec de petites touffes d'algues filamenteuses vert olive (*Cladophora* sp.).

Sur le plan général, outre un peu de déchets anthropiques permanents (métal), en novembre une nette odeur de fermentation était perceptible. Cette odeur avait disparu en mars.

La biomasse en novembre est élevée avec 1.75×10^6 cellules/cm² et comme dans les stations amont en mars, le peuplement est moins développé avec 0.14×10^6 cellules/cm². Le taux de formes tématologiques est en dessous de la valeur significative. En novembre cependant, un taux élevé de fragmentation suggère qu'un impact physique ait de nouveau lieu à cet endroit (légère turbidité), mais qui n'affecterait pas la biomasse.

En novembre, la communauté est bien diversifiée, dominée par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (25.1 %), *Achnanthes atomoides* (19.9 %) et *Gomphonema olivaceum* (11.3 %). En mars, tout en gardant une certaine diversité, la communauté est dominée par les pionnières *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (24.0 %), *Achnanthes atomoides* (15.5 %) et *Achnanthes pyrenaica* (12.2 %). Malgré la bonne diversité, la valeur patrimoniale de la flore reste faible. Ces deux communautés indiquent des qualités relativement constantes de qualité d'eau, très bonnes sur le plan légal (DI-CH de 2.5 et 3.0 respectivement), de pleine β-mésosaprobie, mais eutrophes (de 1.8 à 2.0). La légère augmentation de qualité d'eau par rap-

port à Turtmann est surprenante, d'autant plus que des rejets de la STEP de Leuk/Radet ont lieu 2 km en amont. L'impact qui devrait être plus marqué est peut-être dilué par les apports des rivières latérales (Turtmänna et autres petits affluents).

• RHO 85.1 - Salgesch, amont rejet gravière Volken

Tant en mars qu'en novembre, le périphyton a son aspect normal comme en amont du tronçon, c'est à dire fin brun caramel, à majorité de diatomées. En novembre, quelques filaments de l'algue rouge *Bangia arthropurpurea* étaient présents. En mars, cette espèce était plus développée dans les rapides, sur près de 10 % des galets.

Question aspect visuel, aucun déchet n'était visible en novembre, mais le paysage avait totalement changé depuis avril 2007, à cause des exploitations des dépôts de graviers dans le lit. En mars 2008 par contre, nous avons relevé une forte turbidité et une quantité moyenne de limons sableux colmatant les galets : c'est le résultat du va et vient des camions de transport de graviers, roulant à gué directement dans le lit du Rhône.

En novembre et en mars, la biomasse est relativement constante, mais faible, avec respectivement 0.49 et 0.17×10^6 cellules/cm². Ces faibles biomasses sont sans doute liées aux exploitations de graviers dans le lit même de la rivière. En novembre, ce préjudice se marque aussi par la fragmentation des diatomées (taux de 61.6 %). Pour comparaison, en avril 2007, lorsque aucune exploitation n'était active dans le lit, la biomasse à cet endroit était nettement plus élevée (1.49×10^6 cellules/cm²).

Dès cette station et plus en aval, la biodiversité floristique et structurale des communautés est en général bien plus faible que le long du tronçon en amont de Susten. En novembre, le peuplement assez équilibré, est dominé par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (61.0 %), *Reimeria sinuata* (10.7 %), *Encyonema minutum* (8.2 %). En mars ici aussi, c'est une communauté de pionnières qui s'est installée avec dominance d'*Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (46.4 %) *Achnanthes pyrenaica* (23.1 %) et son ancienne variété *A. subatomus* (7.6 %), ainsi qu'*Achnanthes atomoides* (6.6 %). Ce peuplement est très proche de celui trouvé en avril 2007. La valeur patrimoniale des peuplements est plus faible que le long du tronçon sis en amont de Susten.

Ces communautés indiquent des qualités biologiques assez constantes : eaux très bonnes, de DI-CH passant de 2.4 à 2.6, de pleine β-mésosaprobie et méso-eutrophes (indice trophique de 1.6 à 1.7).

• RHO 84.0 - Sierre, amont gravière Praz

Aux deux dates de prélèvement, le périphyton est fin, brun caramel, mais avec quelques touffes d'algues vertes (*Cladophora*) dans les rapides. En mars de surcroît, quelques filaments de l'algue rouge *Bangia arthropurpurea* sont présents.

En novembre, l'aspect visuel était très bon à part quelques déchets anthropiques. Par contre en mars, cet aspect était moins bon, avec une turbidité moyenne de l'eau, une quantité moyenne de limons sableux colmatant les galets et un peu d'écume stable en aval des rapides.

Les biomasses sont élevées en novembre (2.49×10^6 cellules/cm²), réduites normalement en mars (0.38×10^6 cellules/cm²), si bien qu'aucune perturbation majeure ne semble avoir affecté les peuplements. Ces biomasses sont du même ordre de grandeur qu'en avril 2007.

Tant en novembre qu'en mars, les diatomées pionnières dominent. En novembre, la communauté est constituée par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (67.0 %), *Achnanthes pyrenaica* (10.3 %) et *Encyonema minutum* (8.0 %). En mars c'est *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (34.7 %), *Achnanthes pyrenaica* (30 %) et *Achnanthes atomoides* (13.5 %) qui dominent une communauté très semblable à celle trouvée en avril 2007. Il ne reste dans ces communautés plus qu'un très faible taux d'individus appartenant aux espèces de la liste rouge. La valeur patrimoniale de ces flores est très faible.

Ces communautés indiquent pourtant encore des eaux de très bonne qualité avec des DI-CH de 2.8 à 2.5, de pleine β-mésosaprobie, méso-eutrophes (indices de 1.7 à 1.8).

En mars, quelques kystes de Chrysophycées étaient présents dans les préparations microscopiques.

- **RHO 80.5 - Chippis (RG)**

Le périphyton à cette station est constitué par une mosaïque de surfaces brun caramel et de taches limoneuses vert olive, tant en novembre qu'en mars. L'aspect vert olive est causé par la présence de cyanobactéries et d'algues vertes microscopiques, qui indiquent un niveau trophique plus élevé que la normale. L'aspect général de la station est bon malgré une légère turbidité des eaux et quelques déchets anthropiques (métal, plastique).

Les biomasses sont relativement faibles à cet endroit tant en novembre qu'en mars, avec respectivement 0.49 et 0.11×10^6 cellules/cm², de même ordre de grandeur qu'en avril 2007. Ces faibles biomasses suggèrent qu'un impact défavorable au développement des diatomées ait lieu à cet endroit. Cet impact pourrait être dû à des particules en suspension provenant de la gravière Praz, des eaux de restitution des usines hydroélectriques de Chippis ou encore des apports de la Navisence.

A cet endroit, le peuplement est stable en novembre et en mars, extrêmement spécialisé avec deux espèces pionnières dominantes : *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (28.0 et 29.5 %), *Achnanthes atomoides* (57.7 et 49.4 %). La valeur patrimoniale des communautés est très faible. Les eaux ont une qualité biologique constante. Bien qu'une dégradation se marque à cet endroit particulièrement sur le plan trophique (polytrophie à forte eutrophie, indices de 2.3 et 2.2), les eaux sont encore très bonnes (DI-CH de 3.0 et 2.9), de pleine β-mésosaprobie. L'augmentation de niveau trophique avait déjà été mise en évidence en avril 2007. Les eaux de restitution provenant de Susten, qui ont un niveau trophique plus élevé, en sont peut-être la cause.

En mars, quelques kystes de Chrysophycées étaient visibles dans les préparations microscopiques.

- **RHO 78.7 - Noës (RD)**

En constance, le périphyton est fin, brun caramel indiquant de nouveau une baisse de niveau trophique. En mars seulement, des paquets d'algues filamenteuses vertes (*Cladophora* sp.) se développent en bordure de la rivière.

C'est sur le plan visuel que le plus de changements ont été observés entre novembre et mars, car à cette station, avec un profil de rivière plus étalé qu'en amont, les différences de débit se marquent mieux. En novembre les gouilles latérales du lit majeur sont en eau, tandis qu'en mars elles sont à sec. En mars, le retrait de la rivière libère une surface de marnage bien plus large qu'en automne, laissant apparaître une vraie décharge publique (plastique, carton, papier, métal, même un ordinateur entier) et beaucoup de limons sableux.

Les biomasses sont normales avec 1.69×10^6 cellules/cm² en novembre et 0.19×10^6 cellules/cm² en mars, du même ordre de grandeur qu'en avril 2007.

Inversement aux communautés observées en amont, c'est en automne que le peuplement est le plus spécialisé avec *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (62.3 %) et *Achnanthes atomoides* (33.6 %) dominantes. Cet assemblage indique des eaux très bonnes sur le plan légal (DI-CH = 3.0), eutrophes (indice de 2.1) et β-mésosaprobes. En mars par contre, la communauté a une biodiversité structurale plus élevée avec la co-dominance d'*Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (27.6 %), *Achnanthes atomoides* (22.5 %), *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (9.9 %) et *Encyonema minutum* (9.6 %) qui indique surtout une charge saprobique plus élevée qu'en novembre (forte β-mésosaprobie). L'origine de cette charge est peut-être la gravière de Pont Chalais, mais cet impact éventuel, ne se marque pas sur la biomasse. Par contre les eaux sont encore très bonnes au point de vue légal (DI-CH = 3.1), toujours eutrophes (indice de 2.0).

En mars, quelques kystes de Chrysophycées étaient visibles dans les préparations microscopiques.

- **RHO 75.1 – Granges (RG)**

Le périphyton est fin, brun caramel, donc à majorité de diatomées, tant en décembre qu'en mars, ce qui correspond à l'état normal dans le Rhône.

Dans l'aspect général nous avons relevé en décembre une forte turbidité correspondant à un très fort colmatage du lit. En mars, la turbidité était modérée mais le colmatage tout autant important. En décembre un taux moyen de taches de sulfure de fer a été relevé, tandis qu'en mars les taches avaient disparues. Les déchets anthropiques (emballages et sacs poubelles) relevés en décembre ont disparu en mars.

Par contre un nombre moyen de colonies d'hétérotrophes ont été observées en mars, alors qu'en décembre il n'y en avait pas.

En décembre 2008 une exceptionnelle biomasse de 7.98×10^6 cellules/cm² en très bon état de conservation a été observée, tandis qu'en mars 2009, celle-ci a chuté pour s'établir à 0.23×10^6 cellules/cm². Cet excès, puis cette chute de biomasse, n'a pas pu être relié à un phénomène visible ou connu sur cette station ou juste en amont. La chute est cependant liée à un taux de fragmentation excessif de près de 60%. Sur le plan qualitatif, le peuplement est essentiellement formé par les taxons pionniers *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (73.0% en décembre et 37.7% en mars) et *Achnanthes atomoides* (11.5% et respectivement 29.8%). Le peuplement de décembre est extrêmement spécialisé (c'est l'explosion d'une espèce), tandis qu'en mars la communauté est plus équilibrée tout en étant pionnière également. Au point de vue de la composition des autres espèces, ces deux peuplements sont relativement stables. De ce fait les indications classiques de qualité d'eau sont stables : eaux très bonnes sur le plan légal (DI-CH = 2.3 resp. 2.9), charge β-mésosaprobe en permanence, mais à peine plus forte en mars. Seule l'indication de niveau trophique change : mésotrophie (indice de 1.6) en décembre 2008, puis eutrophie (indice de 2.1) en mars. L'indication de mésotrophie est à prendre avec réserve, car elle n'est fondée que sur la très forte abondance d'*Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, espèce à très large spectre écologique, donc à valeur indicative limitée. La STEP de Sierre-Noës ne semble pas avoir d'impact important sur la qualité de l'eau à Granges, d'autant plus qu'elle paraît de meilleure qualité qu'à la station de Noës.

• RHO 72.9 – Pontafontana (RG)

Le périphyton est fin mais brun verdâtre, stable de décembre à mars. Cette couleur indique une plus forte concentration en nutriments et matières organiques, qu'en amont.

Dans l'aspect général nous avons relevé en décembre une forte turbidité correspondant à un fort colmatage du lit. En mars la turbidité était modérée mais le colmatage tout autant important. En décembre un taux moyen de taches de sulfure de fer a été relevé sous les galets, tandis qu'en mars les taches avaient disparues.

En plus de la turbidité habituelle au Rhône, nous avons observé en mars une grande quantité de flocons opalescents en suspension dans l'eau (voir Photo 23). L'observation au microscope a montré qu'il s'agissait à l'état pur, d'un organisme hétérotrophe, à savoir du protozoaire cilié *Vorticella aff. convallaria*. Cet organisme provient de floc épuratoire, soit d'un égout sauvage, soit d'une STEP dans laquelle il y a des problèmes de sédimentation dans le bassin final de décantation. De tels flocons ont aussi été repérés sur les galets ou accrochés dans les algues filamenteuses en taux moyen. Des restes de papier hygiénique ont aussi été observés, tandis qu'en décembre aucun déchet anthropique n'avait été vu. En outre lors des deux prélèvements des taux moyens d'écume stable ont été observés.

En décembre 2008 la biomasse était faible pour le Rhône avec 0.15×10^6 cellules/cm². En mars la biomasse atteignait 0.37×10^6 cellules/cm², ce qui n'est pas très élevé non plus par rapport à ce qu'on trouve en amont. Ces différences de biomasses ne semblent pas être liées à la fragmentation des diatomées.

Les taux de formes tératologiques sont relativement élevés dans les deux prélèvements (mais peut-être non significatifs).

En décembre, la communauté est dominée par des espèces sensibles, dont la pionnière *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (43.4%) et l'espèce bien installée *Encyonema minutum* (9.3 %). Les eaux sont alors de très bonne qualité légale (DI-CH = 2.9), β-mésosaprobes mais eutrophes (2.0).

En mars la communauté est un peu différente, formée des espèces pionnières *Achnanthes pyrenaica* (17.5%) et *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (15.9%), enrichie de l'espèce typique d'eaux d'épuration *Fistulifera saprophila* (6.8%). Malgré cela, la communauté dans son ensemble indique des eaux encore très bonnes (DI-CH = 3.1) et toujours β-mésosaprobes et eutrophes (2.0). La présence de *F. saprophila* concorde avec la présence des flocons de protozoaires et les taux de formes tératologiques près de la valeur significative. Ces trois aspects sont les seules marques de ce qui pourrait être l'impact de la STEP de Sierre-Granges. Malgré la présence de ces nuisances, les valeurs des indices ne changent pratiquement pas. C'est dire, soit la capacité de dilution du Rhône, qui sans doute cache parfois des dysfonctionnements des stations d'épuration ou la limite de sensibilité des indices classiques de qualité d'eau, pour les bassins versants alpins.

- **RHO 66.0 – Vissigen (RG)**

Comme à la station précédente, le périphyton est fin mais brun verdâtre, ce qui indique une pérennité des excès de nutriments et de matières organiques sur tout le tronçon, tant en décembre qu'en mars.

Dans l'aspect général nous avons relevé en décembre une forte turbidité correspondant à un fort colmatage du lit. En mars la turbidité est modérée mais le colmatage tout autant important. En décembre un taux moyen de taches de sulfure de fer a été relevé sous les galets, tandis qu'en mars cette forme réduite du fer n'a été observée que dans les épais limons riverains. Tant en décembre qu'en mars de nombreux déchets anthropiques souillent la station : emballages, plastique, métaux divers, tissus et tout venant de démolition.

Les différences de biomasses entre décembre 2008 et mars 2009 ne sont pas significatives (respectivement 0.29 et 0.19×10^6 cellules/cm 2). Les biomasses sont en moyenne plus faibles que celles qui ont été trouvées en amont de Sierre. La faible biomasse de mars est liée à un taux de fragmentation exceptionnellement élevé, de 73.7%.

En décembre l'espèce pionnière *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* domine largement avec 63.7% d'abondance relative. Elle est accompagnée par *Encyonema minutum* (5.5%). Cette communauté indique des eaux très bonnes (DI-CH = 2.9), β -mésosaprobes et eutrophes (1.8). La communauté est très spécialisée autour d'une espèce à large spectre écologique, si bien que les indications ne sont pas fiables à 100%.

En mars, la communauté est un peu plus diversifiée avec les trois espèces pionnières *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (23.8%), *Achnanthes atomoides* (27.9%), *Achnanthes pyrenaica* (8.5%) et *Encyonema minutum* (10.4 %), un peu mieux représentée. Les indications sont aussi : eaux très bonnes (DI-CH = 2.8), β -mésosaprobes et eutrophes (2.0). Les impacts des rejets de STEP situés en amont ne se marquent pas non plus sur les indices calculés à partir des diatomées, mais se marquent mieux sur les aspects généraux relevés en cours de prélèvements. Le fort taux de fragmentation est peut-être partiellement lié à ces rejets.

- **RHO 60.8 – Les Iles (RD)**

Comme à la station précédente, le périphyton est fin mais brun verdâtre, ce qui indique une pérennité des excès de nutriments et de matières organiques sur tout le tronçon, tant en décembre qu'en mars.

Comme en amont une forte turbidité a été relevée en décembre et une turbidité moyenne en mars. Par contre le colmatage à cette station est encore plus marqué qu'à Vissigen. Sur les rives, tant en décembre qu'en mars un peu de déchets anthropiques (plastique, métaux) sont déposés sur la rive ou acrochés dans les arbustes. En décembre un taux moyen de taches de sulfure de fer a été relevé sous les galets dans la masse de sédiment fin, tandis qu'en mars les taches avaient disparues.

La biomasse hivernale est élevée (1.67×10^6 cellules/cm 2), mais normale pour une eau eutrophe. Par contre la quantité de diatomées a chuté en mars 2009, pour s'établir à 0.07×10^6 cellules/cm 2 avec un taux de fragmentation (64.9%) significatif de mortalité anormale. Cette chute anormale indique un impact érosif anormal à cette station, lié sans doute aux deux exploitations de graviers situées juste en amont, qui sont probablement aussi la cause du très fort colmatage.

Malgré ces observations, en décembre la communauté de diatomées, assez spécialisée, était dominée par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (68.0%) et *Achnanthes atomoides* (6.1%), deux espèces sensibles. Cette communauté, comme à la station précédente indiquerait des eaux de qualité légale très bonne (DI-CH = 2.9), β -mésosaprobes et eutrophes (indice = 1.9).

En mars, comme à la station précédente la communauté est plus diversifiée avec la dominance des trois espèces pionnières *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (23.2%), *Achnanthes atomoides* (26.4%) et *Achnanthes pyrenaica* (7.2%). Les indications sont stables : qualité légale des eaux très bonne (DI-CH = 3.0), β -mésosaprobes et eutrophes (indice = 2.1).

Les observations visuelles révèlent sans doute l'impact des STEP situées en amont, en particulier celle de Sion-Chandoline. Par contre les indications fournies par les diatomées ne révèlent pas d'impact négatif marqué sur la qualité des eaux, peut-être grâce à la dilution provoquée par la restitution de Chandoline.

- **RHO 56.8 – Av. Morges et Lizerne (RD)**

Comme à la station précédente, le périphyton est fin mais brun verdâtre, ce qui indique une pérennité des excès de nutriments et de matières organiques sur tout le tronçon, tant en décembre qu'en mars.

Pour l'aspect général, outre les variations de turbidité et le fort colmatage, comme en amont, une quantité moyenne de déchets anthropiques souillent la station (plastique, papier et métaux).

La biomasse très faible de 0.07×10^6 cellules/cm² est stable aux deux saisons. Cette valeur bien en dessous de la moyenne indique un impact érosif permanent, qui pourrait être attribué eaux chargées en particules fines des affluents du Rhône. Ces biomasses sont liées à de forts taux de fragmentation de près de 60%. En décembre 2009 le taux de formes tératologiques de 3.24% est nettement significatif d'un impact toxique sur le développement des diatomées.

Malgré cela, en décembre la communauté dominée par *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (44%) et *Achnanthes atomoides* (33.9%) indique des eaux très bonnes (DI-CH = 3.00), β-mésosaprobes et eutrophes (2.1). Par contre en mars, la communauté est plus diversifiée, dominée par les espèces sensibles *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (24.9%), *Achnanthes pyrenaica* (6.3%) et *Encyonema minutum* (9.8%), mais complétée par deux espèces très résistantes aux pollutions domestiques, *Mayamaea atomus* var. *permittis* (6.5%) et *Nitzschia palea* (7.3%). Cette communauté indique une dégradation de la qualité des eaux, qui sont alors bonnes sur le plan légal (DI-CH = 3.7), fortement β-mésosaprobes et eutrophes à polytrophes (indice = 2.3). Cette dernière indication et l'abondance de formes tératologiques correspondent aux observations générales faites à cette station et sont sans doute le signe de l'impact des deux STEP situées en amont.

- **RHO 55.2 – Chamoson am GD (RG)**

En décembre le périphyton est fin brun verdâtre, comme aux stations précédentes, indiquant aussi une charge dissoute excessive. Par contre en mars, le périphyton était fin brun caramel, indiquant une amélioration de la qualité des eaux (comme pour les autres aspects généraux présentés ci-dessous).

La turbidité est forte en décembre et moyenne en mars, tandis que le colmatage est très important, qui est accentué par des dépôts de vase organique en quantité moyenne. En décembre un taux moyen de taches de sulfure de fer a été relevé sous les galets, tandis qu'en mars les taches avaient disparu. En décembre une quantité moyenne d'écume stable était visible, tandis qu'en mars cette écume avait disparu. Lors des prélèvements quelques déchets anthropiques ont été relevés : emballages et papier.

En décembre 2008, la biomasse est relativement élevée avec 0.87×10^6 cellules/cm². Par contre en mars, le peuplement est fortement endommagé, puisqu'il ne reste plus que 0.02×10^6 cellules/cm² et que le taux de fragmentation est supérieur à 60%. Les mêmes causes d'impact érosif qu'aux deux stations amont sont sans doute responsables de ce fait.

En décembre, la communauté pionnière d'*Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (48.9%) et *Achnanthes atomoides* (11.3%) est complétée par *Fistulifera saprophila* (9.6%) et *Mayamaea atomus* var. *permittis* (5.1%), deux espèces très résistantes aux pollutions domestiques. La communauté dans son ensemble indique des eaux de qualité légale bonnes (DI-CH = 3.9), à forte β-mésosaprobie et eutrophes (indice = 2.2). En mars par contre, la petite biomasse résiduelle est dominée par les trois espèces sensibles typiques du Rhône, *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (23.2%), *Achnanthes atomoides* (21.7%) et *Encyonema minutum* (6.1%). Les eaux seraient de nouveau très bonnes (DI-CH = 3.2), β-mésosaprobes et eutrophes (indice = 2.2). Les observations d'aspect général et les indices fournis par les diatomées en décembre sont à associer à l'impact du rejet de STEP (Nendaz / Bieudron) situé juste en amont. Par contre en mars l'impact d'eau d'épuration ne se marque plus du tout.

- **RHO 51.1 – Leytron (RG)**

En décembre 2008, le périphyton était fin brun caramel, correspondant à l'état normal du Rhône. Par contre en mars 2009 son aspect a viré au verdâtre, indiquant un niveau trophique nettement plus élevé.

Ici aussi la turbidité est forte en décembre et plus modérée en mars. Par contre le colmatage est moins qu'en amont. En décembre un taux moyen de taches de sulfure de fer a été relevé sous les galets, tandis qu'en mars les taches avaient disparu. En mars seulement quelques colonies d'hétérotrophes ont été observées. Comme en amont, un peu de déchets anthropiques (plastique, métaux et emballages) souillent les rives.

En décembre 2008, avec une valeur de 0.06×10^6 cellules/cm², la biomasse de diatomées doit être considérée comme beaucoup trop faible. Les exploitations de gravier en sont sans doute la cause. Par contre en mars, le peuplement a pu se développer un peu puisque la biomasse atteignait 0.39×10^6 cellules/cm², mais comporte un taux de formes tératologiques (0.7%) un peu trop élevé.

En décembre la communauté de diatomées est diversifiée, le poids des espèces pionnières est moindre : *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (25.9 %) et *Achnanthes atomoides* (6.9%). L'espèce sensible *Encyonema minutum* (6.9 %) est bien installée, ainsi que les espèces moins sensibles *Gomphonema olivaceum* (12.5%), *Diatoma moniliformis* (6.5%) et *Reimeria sinuata* (5.0%) ou même l'espèce tolérante *Navicula gregaria* (5.4%). Cependant cette communauté indique des eaux de très bonne qualité légale (DI-CH = 3.3), mais fortement β-mésosaprobes et eutrophes (2.1).

En mars la communauté est plus spécialisée autour des espèces pionnières sensibles *Achnanthes atomoides* (42.9%) et *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (27.4 %). La présence de l'espèce très résistantes *Fistulifera saprophila* (9.1%) indique un léger déplacement de la qualité des eaux : (DI-CH = 3.3) très bonnes, β-mésosaprobes mais eutrophes à polytrophes (2.3). Ces indications révèlent l'impact des STEP située en amont (Chamoson et Riddes). Par contre les restitutions de Bieudron et de Nendaz ne semblent pas améliorer la qualité des eaux.

• RHO 46.6 – Saxon (RG)

A cette station, l'aspect du périphyton est de nouveau normal tant en décembre qu'en mars, indiquant ici une baisse de niveaux trophique et saprobique par rapport à la station précédente.

Ici par contre, la turbidité est forte tant en décembre qu'en mars : elle cause un important colmatage du lit. Des déchets anthropiques en quantité moyenne sont déposés sur les rives : plastique, verre, métaux et emballages.

Les biomasses sont faibles mais stables avec respectivement 0.21×10^6 cellules/cm² et 0.16×10^6 cellules/cm² (différence non significative) : ici l'impact érosif semble constant mais nettement moindre qu'à certaines stations situées en amont. Cependant il faut signaler que seul en mars 2009, le taux de fragmentation de 65.3% est significatif d'une mortalité anormale. Ce taux s'accompagne d'une abondance de formes tératologiques (0.7%) un peu trop élevée.

En décembre la communauté est dominée par les espèces sensibles *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (34.8 %), *Achnanthes pyrenaica* (5.0%), *Encyonema minutum* (17.1 %) et *Nitzschia dissipata* (5%) qui indiquent des eaux de qualité légale très bonne (DI-CH = 3.3), β-mésosaprobes et eutrophes (1.9). La communauté de mars est un peu plus spécialisée, avec les sensibles *Achnanthes atomoides* (29.9%), *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (14.3 %), *Encyonema minutum* (5.9 %) et l'espèce tolérante *Adlaafia minuscula* var. *muralis* (5.0%). Cette communauté indique cependant toujours des eaux très bonnes (DI-CH = 2.6), β-mésosaprobes et eutrophes (1.9). La baisse d'indice trophique correspond à l'aspect visuel du périphyton.

Les seules marques d'impact provenant de la STEP de Saillon seraient les formes tératologiques, les taux de fragmentation et la fréquence de l'espèce tolérante en mars. Par contre l'abaissement du niveau trophique par rapport à Leytron, pourrait être lié à la restitution de Riddes. C'est à cette station que les taux les plus élevés d'espèces en danger et en régression dans le Rhône ont été trouvés. Ces deux communautés de diatomées ont les plus fortes valeurs patrimoniales du tronçon aval du fleuve. Cela est peut-être aussi lié à la qualité des eaux de restitution.

• RHO 45.2 – Fully (RD)

Le périphyton est également fin brun caramel comme à la station précédente, indiquant des bonnes qualités d'eau en décembre et en mars.

Ici de nouveau la turbidité est forte en décembre et plus modérée en mars. Le colmatage du lit est important. En mars seulement, un peu de colonies d'hétérotrophes a été observé et un peu de déchets anthropiques sur la rive : papier, métal, plastique.

Le peuplement est stable et assez bien développé pour le Bas Rhône avec respectivement 0.66×10^6 cellules/cm² puis 0.39×10^6 cellules/cm². L'impact érosif semble moindre sur cette station.

La communauté de décembre, dominée par les espèces sensibles *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (35.2%) et *Encyonema minutum* (13.2 %) est complétée par l'espèce très résistante aux matières

organiques *Fistulifera saprophila* (8.3%). Les eaux sont bonnes également (DI-CH = 3.5), fortement β -mésosaprobes et eutrophes (2.0). En mars, c'est une communauté pionnière qui a pris le relais avec *Achnanthes atomoides* (51.0%) et *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (26.1 %), indiquant des eaux très bonnes (DI-CH = 2.4), β -mésosaprobes et eutrophes (1.8). La qualité des eaux est quasiment la même qu'à Saxon. Une légère proportion d'espèces en danger et en régression donne une certaine valeur patrimoniale aux peuplements de cette station, mais moindre qu'à Saxon.

• RHO 38.1 – Martigny (RD)

Le périphyton est fin brun verdâtre indiquant une augmentation moyenne des niveaux trophique et sapro-bique, ce qui correspond aux traces de pollution présentées ci-dessous.

Ici aussi la turbidité est forte en décembre et plus modérée en mars, mais le colmatage du lit est moindre qu'en amont. Un peu d'écume stable en mars et des déchets anthropiques (emballages, plastique et tissus) en quantité moyenne dénaturent modérément la station.

La biomasse est en permanence réduite avec respectivement 0.03×10^6 cellules/cm² et 0.06×10^6 cellules/cm². Cette faible biomasse est liée à un taux de fragmentation significatif de plus de 60%. L'impact érosif est constant, lié sans doute aux apports de MES par la Dranse de Bagnes ou par les eaux de restitution de La Batiaz.

La communauté de décembre est dominée par les espèces sensibles *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (36.1%) et *Encyonema minutum* (12.1%), est complétée par la moins sensible *Amphora pediculus* (13.9%). Les indications sont : eaux très bonnes (DI-CH = 3.2), à forte β -mésosaprobie et eutrophes (indice = 1.9). En mars, une communauté pionnière a pris la place avec *Achnanthes atomoides* (25.9%) et *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (20.5 %), mais relativement diversifiée tout de même. Les eaux sont alors très bonnes (DI-CH = 2.9), β -mésosaprobes et eutrophes (indice = 2.1). Les indices de qualité d'eau ne révèlent pas d'impact de pollution particulier.

6. ÉTUDE DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES, QUALITÉ BIOLOGIQUE DU COURS D'EAU

Le fichier informatisé des résultats d'analyses biologiques (cf. base de données « BD-Hydrobio ») décrit les caractéristiques de l'environnement, indique les couples « substrat-vitesse », donne les valeurs biologiques des échantillons (diversité, groupe indicateur, nombre d'individus, note IBGN) et dresse la liste des taxons inventoriés. La Figure 13 et suivantes visualisent la qualité des stations d'après les notes IBGN trouvées entre 2007 et 2009.

6.1. Substrats

La diversité des substrats est **moyenne** sur l'ensemble des stations visitées avec un total de quatre à six substrats (cf. Tableau 22) sur les neuf types de substrats théoriques (10 avec les algues). La représentation de certaines granulométries comme les graviers, les sables et les limons varie de faible (5 à 15 %), à dominante (à partir de la station de Leytron RHO 51.1 et plus en aval). Une faible proportion des sables et limons, fractions très peu biogènes pour la faune benthique, n'est toutefois pas gênante. Sur la partie amont, seule la station de Finges (RHO 85.1) est ensablée (activité des gravières), contre trois entre Granges et Martigny. L'absence de graviers montre un déséquilibre dans la composition des substrats, très fortement dominés par les galets, les blocs et les éléments très fins. Sur presque toutes les stations, les substrats sont colmatés, voire très fortement.

En général, les substrats sont principalement minéraux et comportent peu d'éléments végétaux (litières, bryophytes). Des algues filamentueuses du genre *Cladophora* en plus ou moins grande abondance ont été observées dans les stations RHO 108.5 (en novembre 2007 seulement et sous forme de quelques filaments), RHO 85.1 (en quantité plus importante en mars 2008), RHO 84.0 (seulement en mars 2008), RHO 80.5 et RHO 78.7 (quelques unes en novembre 2007, plus nombreuses en mars 2008 surtout sur les bords). En mars 2008, cette dernière station présentait en outre des algues bleues filamentueuses (*Cyanobactéries*). Des algues rouges (*Bangia arthropurpure*) ont également été systématiquement observées sur la station RHO 85.1, RHO 66.0. L'espèce est typique des chutes et des embruns.

Stations Date	Nombre de sub- strats			Nov. 07 Dec. 08 substrats supplément.	Mars substrats supplément.	Remarques
	Nov.07 Dec 08.	Mars 08 Mars 09				
RHO 116.1	5	4	Litières	-		Substrats moyennement diversifiés, colmatés , dominés par les galets
RHO 112.5	5	5	-	-		Substrats moyennement diversifiés, colmatés (moyennement), dominé par les galets
RHO 108.5	5	5	-	-		Substrats moyennement diversifiés, colmatés (limons, ensablés en mars), dominé par les galets, très gros apport de MES (turbidité et dépôts datant su moins de plusieurs jours)
RHO 99.7	5	5	-	-		Substrats moyennement diversifiés, légèrement à moyennement colmatés (limons), dominé par les galets
RHO 96.1	4	5	-	Litières sous grosse pierre		Substrats moyennement diversifiés, très colmatés , dominé par les galets
RHO 92.0	5	6	-	Bryophytes (rares)		Substrats moyennement diversifiés, extrêmement colmatés (limons dus à influence zone de retenue), dominé par les blocs
RHO 85.1	5	5	-	-		Substrats moyennement diversifiés, non colmatés mais ensablés , dominé selon le bras par les galets ou les sables (2 ^{aire})
RHO 84.0	5	5	-	-		Substrats moyennement à bien diversifiés, non colmatés, avec dépôts de limons dans les zones lentes, dominé par les blocs
RHO 80.5	5	5	Litière	Vases		Substrats moyennement diversifiés, extrêmement colmatés (moins en mars), dominés par les blocs et les galets
RHO 78.7	5	5	Litière	Algues		Substrats moyennement diversifiés, colmatés (plus fortement en mars), dominés par blocs
RHO 75.1	5	5				Substrats moyennement diversifiés, très colmatés , dominés par les galets
RHO 72.9	4	5		graviers		Substrats moyennement diversifiés, extrêmement colmatés , dominé par les galets
RHO 66.0	5	5				Substrats moyennement diversifiés, colmatés et légèrement ensablés, dominés par les galets
RHO 60.8	5	5				Substrats moyennement diversifiés, très colmatés , dominés par les galets
RHO 56.8	5	5				Substrats moyennement diversifiés, colmatés, avec dépôts de limon, dominés par les galets
RHO 55.2	5	5	Litière très décomposée	graviers		Substrats moyennement diversifiés, très colmatés , fort dépôt de limons, dominés par blocs
RHO 51.1	5	5				Substrats moyennement diversifiés, peu colmatés mais très ensablés (sables et limons), dominés par les sables et limons
RHO 46.6	5	5				Substrats moyennement diversifiés, colmatés ensablés , dominés par les sables et limons
RHO 45.2	5	5				Substrats moyennement diversifiés, très colmatés (limons), ensablé sur l'amont, dominés par les blocs, les sables et les limons
RHO 38.1	5	5				Substrats moyennement diversifiés, moyennement colmatés, dominé par les limons

Tableau 22: Diversité et qualité des substrats trouvés dans du Rhône de Gamsen à Noës (2007-2008) et de Granges à Martigny (2008-2009).

Hydrurus foetidus, algues gélatineuses brun-jaune formant des lanières, n'a été rencontré qu'à Gamsen (RHO 116.1) en novembre 2007. Aux autres stations ou aux autres dates, seuls quelques débris de ces algues ont été trouvés.

Des organismes hétérotrophes sous forme de flocons ont été observés en décembre 2008 à RHO 72.9 (voir paragraphe 5.5) en assez grand quantité, alors que leur nombre était moyen sur RHO 75.2.

Les déterminations des algues et organismes hétérotrophes ont été effectuées par François Straub.

6.2. Faune benthique échantillonnée

- **Composition faunistique du peuplement benthique** (cf. Tableau 23)

Les taxons recensés ne se rencontrent pas dans toutes les stations. Les répartitions sont liées à des variations spatiales ou saisonnières. Pour rappel, les 4 stations aval étudiées en décembre 2008 ne sont pas prises en compte.

Taxons ubiquistes, distribués dans la plupart des stations (lot 1 et 2) et généralement bien représentés en nombre d'individus

Leuctridae, Taeniopterygidae (en nombre toutefois limité sur les stations du lot 2), Limnephilidae (très fortement représentés la plupart du temps), Baetidae, Chironomidae, Simuliidae, Oligochètes. Ces taxons s'adaptent facilement aux variations des paramètres biotiques et abiotiques du milieu. Ils se retrouvent sur la plupart des rivières valaisannes étudiées jusqu'à présent.

Certains taxons montrent dans plusieurs stations des densités élevées, proches ou supérieures à 400 individus. Les Limnephilidae prolifèrent sur plus de la moitié des stations (proche ou supérieur à 1'000 ind.), leur abondance approchant 7'000 individus sur la station RHO 99.7 en novembre. Les oligochètes sont aussi en nombre très abondant (plus de 5'000) sur la station RHO 55.2 (Chamonson) en décembre 2008.

D'autres familles sont également régulièrement rencontrées sur la plupart des stations, mais en nombre moins important, par exemple les Rhyacophilidae et Limoniidae.

Taxons présents dans au moins 50 % des stations

Perlodidae, Nemouridae, Heptageniidae (seulement pour le lot 1) : ils présentent des effectifs plus restreints, mais sont encore assez bien répartis dans l'ensemble des stations. La présence de Perlodidae, famille exigeante vis-à-vis de la qualité des eaux, en quantité parfois notable (59 individus sur la campagne d'automne 2007-2008) est à relever.

Taxons peu fréquents et peu abondants

Capniidae, Empididae, Planariidae et Nemathelminthes : ces taxons sont représentés le plus souvent par quelques individus.

Taxons rencontrés de façon exceptionnelle, présents dans une ou deux stations, avec moins de 3 individus, et même souvent 1 seul individu sur l'ensemble des campagnes

Ils constituent presque la moitié des taxons rencontrés sur le Rhône entre Gamsen et Martigny : Perlidae (très faiblement représenté avec seulement 9 individus dont 7 sur le lot 1), Chloroperlidae (uniquement 3 individus), Hydropsychidae, Hydroptilidae, Glossosomatidae, Leptophlebiidae, Elmidae, Athericidae, Psychodidae, Stratiomyidae, Tabanidae, Tipulidae, Asellidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Dugesidae, Erpobdellidae et Hydracariens. Certains individus peuvent provenir de la dérive ; leur abondance très limitée indique qu'ils n'arrivent pas à se développer dans la plupart des stations prospectées et que leur apparition est sans doute saisonnière ; ces taxons trouvent localement les paramètres abiotiques favorisant leur développement ou sont en permanence déstabilisés par des atteintes.

Une répartition saisonnière ou spatiale peut être dégagée pour quelques taxons

➤ Variations temporelles :

Quelques taxons, présents sur la plupart des stations en automne, voient leur densité et leur représentation diminuer au printemps, dont certaines familles sensibles telles que les Capniidae (qui disparaissent même sur le lot 1), et dans une moindre mesure (les densités restant plus élevées) les Taeniopterygidae (entre la Souste et Poutafontana), les Rhyacophilidae, ainsi que les Limnephilidae. A l'inverse, les densités de Leuctridae, Simuliidae (pour le lot 1) et Oligochètes (surtout pour le lot 1) augmentent en mars.

STATION	RHO 116.1	RHO 112.5	RHO 108.5	RHO 99.7	RHO 96.1	RHO 92.0	RHO 85.1	RHO 84.0	RHO 80.5	RHO 78.7
Date	10.11.07	07.03.08	10.11.07	07.03.08	10.11.07	07.03.08	10.11.07	08.03.08	10.11.07	08.03.08
Diversité	17	15	13	14	12	10	15	12	14	15
Note IBGN AFNOR	14	13	13	13	11	10	13	12	13	13
Qualité selon norme	satisfaisante	satisfaisante	satisfaisante	satisfaisante	moyenne	moyenne	satisfaisante	moyenne	satisfaisante	satisfaisante

* Nombre d'individus recensés dans l'échantillon selon protocole IBGN, soit sur une superficie de 0.4 m²

Tableau 23 : Faune benthique recensée dans du Rhône entre Gamsen et Noës en novembre 2007 et mars 2008

STATION	RHO 75.1	RHO 72.9	RHO 66.0	RHO 60.8	RHO 56.8	RHO 55.2	RHO 51.1	RHO 46.6	RHO 45.2	RHO 38.1										
Date	07.12.08	14.03.09	07.12.08	14.03.09	07.12.08	14.03.09	07.12.08	14.03.09	09.12.08	15.03.09	09.12.08	15.03.09	09.12.08	15.03.09	09.12.08	15.03.09	09.12.08	15.03.09		
PLECOPTERES																				
Capniidae		2		3			2		3											
Leuctridae	71	28	177	149	237	209	188	123	293	456	234	448	1	276	2	58	1	117	40	
Nemouridae	1	1	1		1	1			1	7	2	11		5		1		1	2	
Perlidae		1		1																
Perlodidae		1		3	6	4	3	1	2	3	1	1		2			1		2	
Taeniopterygidae	10		2		10	12	4	3	1	3		23		10		2		1	7	
TRICOPTERES																				
Hydropsychidae			1		2		1		1		4	2		1				1		
Hydroptilidae					1		3													
Limnephilidae	632	358	522	651	805	83	1598	1231	3245	1055	1361	356	33	560	53	56	19	116	16	82
Rhyacophilidae	9	3	7	17	21	11	13	12	22	10	7	21		19		5		5		1
EPHEMEROPT.																				
Baetidae	290	118	168	113	269	492	260	166	178	297	99	227		180	1	23	1	77		92
Heptageniidae					1				2	1				1		1				
Leptophlebiidae									1		1									
COLEOPTERES																				
Elmidae			2		1					2	2					1				
DIPTERES																				
Athericidae			1																	
Chironomidae	249	57	154	337	141	490	88	36	97	65	455	231	10	141	23	175	9	326	2	196
Empididae	4		4		2		1		6	2	4			1			2		4	
Limoniidae	6	3	4	8	15	9	3	3	15	9	28	20	2	15	14	3	17	2	1	1
Psychodidae				2		1														
Simuliidae	57	4	13		81	40	84	2	36	21	161	17		25		15	1	12		5
Tabanidae															1					
Tipulidae				1										1						
AMPHIPODES																				
Gammaridae	2		4	9	7	3	17	15	55	58	151	67	1	38	1	123	1	34	1	7

STATION	RHO 75.1	RHO 72.9	RHO 66.0	RHO 60.8	RHO 56.8	RHO 55.2	RHO 51.1	RHO 46.6	RHO 45.2	RHO 38.1
Date	07.12.08	14.03.09	07.12.08	14.03.09	07.12.08	14.03.09	07.12.08	14.03.09	07.12.08	15.03.09
GASTEROPOD.										
Lymnaeidae										
Physidae					1	1				
ACHETES										
Erpobdellidae									1	1
TRICLADES										
Planariidae					1	2	3	5	13	4
AUTRES TAX.										
Oligochetes	69	51	874	1428	99	138	133	14	800	97
Nemathelminthes	1	1			6	3	5		1	3
Hydracariens	1		2		2			3	2	
Nbre total d'individus*	1402	626	1938	2719	1710	1496	2401	1606	4762	2087
Individus au m ²	3505	1565	4845	6798	4275	3740	6003	4015	11905	7743
Groupe indicateur (GI)	9	7	7	9	9	9	9	7	9	8
Taxon indicateur	Taeniopterygidae	Leuctridae	Leuctridae	Perlididae	Perlididae	Perlididae	Taeniopterygidae	Leuctridae	Perlididae	Capniidae
Diversité	14	12	17	12	20	14	15	11	20	21
Note IBGN AFNOR	13	10	12	12	14	13	13	12	12	13
Qualité selon norme	satisfaisante	moyenne	moyenne	moyenne	satisfaisante	satisfaisante	satisfaisante	moyenne	satisfaisante	moyenne

Tableau 24 : Faune benthique recensée dans du Rhône entre Granges et Martigny en décembre 2008 et mars 2009. N.B. : les prélèvements sur les 4 stations aval en décembre ont été effectués dans la bande soumise au marnage.

➤ Variations spatiales :

Taxons présents sur le linéaire amont

Les Heptageniidae sont abondants en amont (lot 1) et leur nombre chute sur le lot 2. Les rares Chloroperlidae, Glossosomatidae, Stratiomyidae, Asellidae recensés ne le sont qu'en amont.

Perlidae, Chloroperlidae, se rencontrent en amont du barrage de Susten, qui constitue une coupure dans la continuité biologique longitudinale du Rhône).

Taxons présents sur le linéaire aval

Les Gammaridae et Nemathelminthes sont recensés à partir de la station RHO 85.1 (Salgesch). Les Empididae sont plus régulièrement rencontrés dans les stations du lot 2, alors que les Erpobdellidae ne sont présents que sur les stations aval.

Mis à part les Capniidae et les Hydracariens qui disparaissent en aval des restitutions de Riddes (restitutions provoquant le marnage le plus important), les autres taxons ne semblent pas influencés l'exploitation hydroélectrique.

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

- **Abondance totale**

Avec les Limnephilidae

Le nombre total d'individus (cf. Tableau 23, Tableau 24 ; Graphique 31, et Graphique 34) varie entre 32 (coude de Martigny RHO 38.1 en décembre 2008) et 7'743 (Chamoson RHO 55.2 en novembre). L'abondance moyenne sur l'ensemble des stations est d'environ 2'760 individus en novembre 2007, 1'630 en mars 2008, 3'320 en décembre 2008 et 1'520 en mars 2009, soit environ 2'310 individus en comptabilisant les 2 campagnes. À titre comparatif, l'abondance moyenne des cours d'eau valaisans (toutes campagnes confondues) citée dans l'article CIPEL (BERNARD R., PERRAUDIN KALBERMATTER R., BERNARD M., 1994) est de 1'200 individus. Le Rhône montre donc une plus grande abondance, mais avec une forte fluctuation saisonnière. Les Limnephilidae qui prolifèrent sur plusieurs stations contribuent de manière significative à cette situation.

La variabilité de l'abondance est marquée en fonction des stations. Elle varie parfois fortement en fonction de la saison, notamment du fait de la prolifération des Limnephilidae, avec une plus grande densité en nov-déc. (RHO 99.7, RHO 96.1, RHO 92.0 et RHO 78.7, RHO 75.1, RHO 66.0, RHO 60.8, RHO 56.8, et RHO 55.2) ou au contraire en mars (RHO 116.1, RHO 112.5, RHO 72.9, RHO 51.1, RHO 46.6, RHO 45.2, RHO 38.1).

Sans les Limnephilidae

Afin d'obtenir une vision plus précise du peuplement benthique et de ses variations en termes de densités, l'abondance a été recalculée sans les Limnephilidae (ce taxon constitue jusqu'à 98 % du peuplement sur les stations étudiées). Des tendances différentes apparaissent alors (cf. Tableau 25, Tableau 26 ; Graphique 31 et Graphique 34), puisque l'abondance moyenne qui était auparavant de près de 2'310 individus, passe alors à quelques 1067 individus !

Sur le tronçon Gamsen-Noës, mars devient le mois où l'abondance est presque toujours supérieure, sauf pour les stations RHO 108.5, RHO 80.5 et RHO 78.7. Les abondances très élevées trouvées en novembre sur RHO 99.7, RHO 96.1, RHO 92.0 et dans une moindre mesure RHO 78.7 incombent à la prolifération des Limnephilidae.

Sur le tronçon Granges-Martigny, la tendance est moins nette et peut même s'inverser avec une abondance supérieure en décembre (RHO 75.1, RHO 60.8, RHO 56.8 et RHO 55.2 sachant qu'ici ce sont les oligochètes qui prolifèrent).

STATION								
Date								
Limnephilidae	903	1889	1337	1900	1232	281	6828	960
Nbre total d'individus*	1462	3006	1820	3110	1388	329	7130	1583
% Limnephilidae	62	63	73	61	89	85	96	61
Individus/m ²	1397	3655	7515	4550	3470	8225	17825	3957.5
Nbre total * sans Limnephilidae	559	1117	1207	1210	390	156	120	1557
Individ./m ² sans Limnephilida	2792	483	3025	302	623	120	120	13792.5

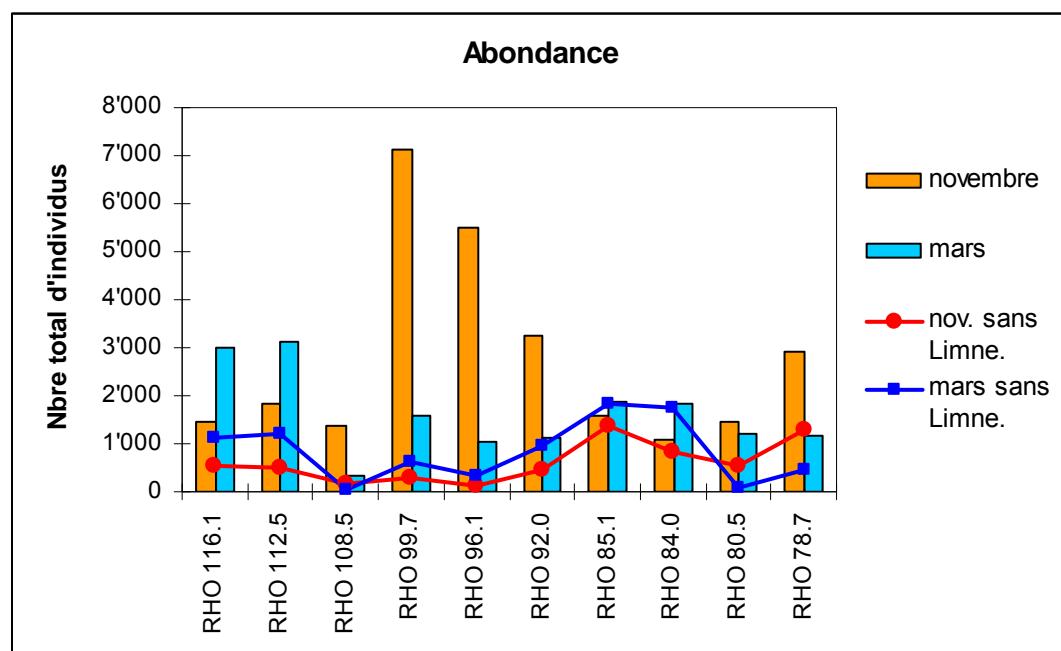
* Nombre d'individus recensés dans l'échantillon selon protocole IBGN, soit sur une superficie de 0.4 m²

Tableau 25 : Proportion de Limnephilidae recensée dans la faune benthique du Rhône entre Gamsen et Noës en novembre 2007 et mars 2008 et calcul de l'abondance sans ce taxon.

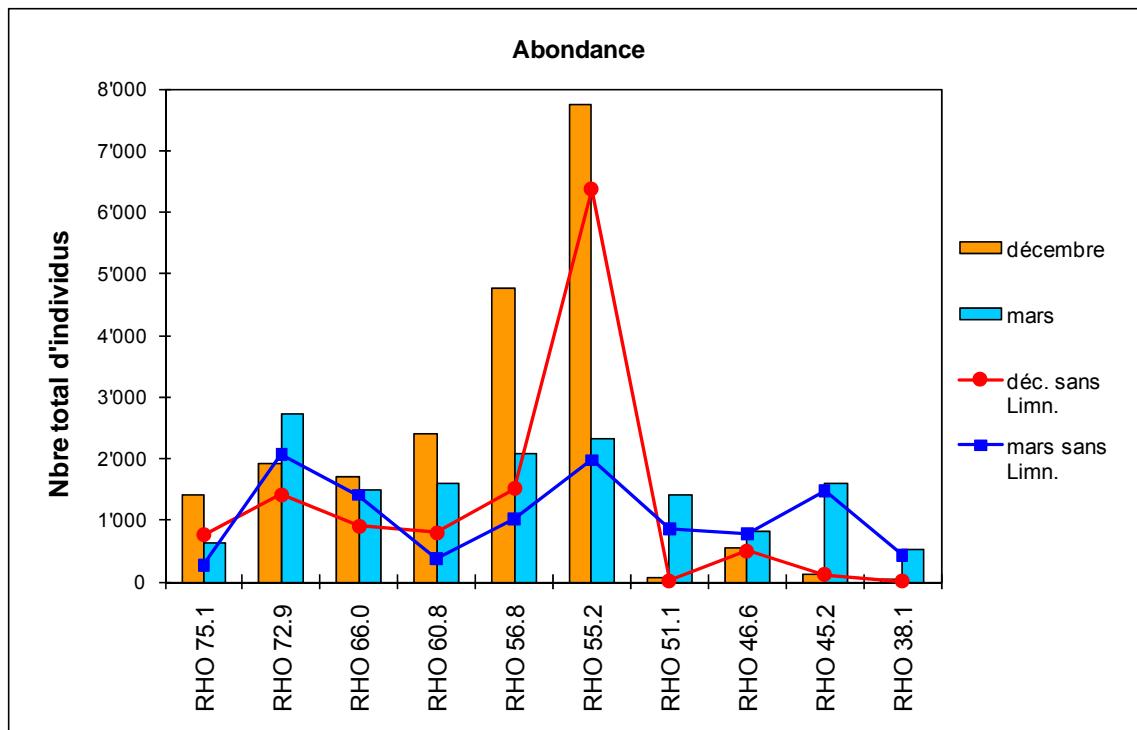
STATION								
Date								
Limnephilidae	632	358	522	651	805	83	1598	1231
Nbre total d'individus*	1402	626	1938	2719	1710	1496	2401	1606
% Limnephilidae	45	57	27	24	47	6	67	77
Individus/m ²	3505	1565	4845	6798	4275	3740	6003	375
Nbre total * sans Limnephilidae	770	268	1416	2068	905	1413	803	937.5
Individ./m ² sans Limnephilida	670	1032	2580	5218	1055	1361	356	4015

* Nombre d'individus recensés dans l'échantillon selon protocole IBGN, soit sur une superficie de 0.4 m²

Tableau 26 : Proportion de Limnephilidae recensée dans la faune benthique du Rhône entre Granges et Martigny en décembre 2008 et mars 2009 et calcul de l'abondance sans ce taxon.



Graphique 31 : Abondance de la faune benthique dans le Rhône entre Gamsen et Noës en novembre 2007 et mars 2008. Sur les courbes, le nombre total de Limnephilidae a été retranché.



Graphique 32 : Abondance de la faune benthique dans le Rhône entre Granges et Martigny en décembre 2008 et mars 2009. Sur les courbes, le nombre total de Limnephilidae a été retranché (chiffres pour les 4 stations aval en décembre non significatifs).

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

Rappelons que la faune benthique est prélevée sur une surface de 0.4 m².

Afin d'intégrer la fréquence habituelle des taxons, la DIREN Rhône-Alpes en France propose une échelle d'abondance qui tient compte des **différences naturelles**⁴. (Agence de l'Eau, guide technique de l'IBGN). Les Tableau 27 et Tableau 28 dressent la liste des taxons aux abondances « élevées » (classe 3 : +) et « très élevées » (classe 4 : ++).

STATION	10.11.07	RHO 116.1	07.03.08	RHO 116.1	10.11.07	RHO 112.5	07.03.08	RHO 112.5	10.11.07	RHO 108.5	07.03.08	RHO 108.5	10.11.07	RHO 99.7	08.03.08	RHO 99.7	10.11.07	RHO 96.1	08.03.08	RHO 96.1	11.11.07	RHO 92.0	08.03.08	RHO 92.0	11.11.07	RHO 85.1	07.03.08	RHO 85.1	11.11.07	RHO 84.0	07.03.08	RHO 84.0	11.11.07	RHO 80.5	07.03.08	RHO 80.5	11.11.07	RHO 78.7	08.03.08	RHO 78.7	
Date																																									
PLECOPTERES																																									
Capniidae	+					+			+					+				+			+																				
Leuctridae	+	++	+	++		+		+	+	++	+	+	+	+	+	++		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++						
Perlodidae	+		++	+				++								++																									
Taeniopterygidae	++	++	++	++					++					++		+			++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++					
TRICOPTERES																																									
Limnephilidae	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++						
Rhyacophilidae	++	++	+							++						+			++	+	++	+	++	+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++				
EPHEMEROPTERES																																									
Baetidae	+	+	+	+					+	+				+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Heptageniidae	++	+	++	++					+	+																															
DIPTERES																																									
Chironomidae	+					+				+				+				+	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Limoniidae	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
Simuliidae						++																					+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++				
AUTRES TAXONS																																									
Oligochetes																		+	+									+											+		
Nemathelminthes																																									+

+
 abondance élevée ;
 ++
 abondance très élevée ;
 les cases grisées indiquent des abondances extrêmement élevées (proliférations).

Tableau 27 : Taxons les plus abondants pour le Rhône entre Brig et Noës en 2007-2008 selon les critères de fréquences proposés par la DIREN.

⁴ Certains taxons étant toujours naturellement mieux représentés que d'autres, des classes spécifiques ont été établies ; p. ex. pour atteindre la **classe** maximale 4, il faudra 9 individus pour les Perlodidae ou Perlidae, 65 ind. pour les Taeniopterygidae ou Leuctridae et 513 individus pour les Baetidae et Chironomidae.

STATION		RHO 75.1	RHO 75.1		RHO 72.9	RHO 72.9		RHO 66.0	RHO 66.0		RHO 60.8	RHO 60.8		RHO 56.8	RHO 56.8		RHO 55.2	RHO 55.2		RHO 51.1	RHO 51.1		RHO 46.6	RHO 46.6		RHO 45.2	RHO 45.2		RHO 38.1	RHO 38.1			
Date		07.12.08	14.03.09		07.12.08	14.03.09		07.12.08	14.03.09		07.12.08	14.03.09		07.12.08	14.03.09		09.12.08	15.03.09		09.12.08	15.03.09		09.12.08	15.03.09		09.12.08	15.03.09						
PLECOPTERES																																	
Leuctridae		++	+		++	++		++	++		++	++		++	++		++	++		++	++		++	++		++	++		+	+			
Perlodidae							+																										
Taeniopterygidae																																	
TRICOPTERES																																	
Limnephilidae		++	+		++	++		++	+		++	++		++	++		++	+		++	+								+	+			
Rhyacophilidae		++			+	++		++	++		++	++		++	++		+	++		++	++		+	+		+	+	+	+	+			
EPHEMEROPTERES																																	
Baetidae		+	+		+	+		+	+		+	+		+	+		+	+		+	+		+					+	+	+			
DIPTERES																																	
Chironomidae		+			+	+		+	+		+			+	+	+	+	+		+		+					+	+	+	+			
Empididae																																	
Limoniidae		+				+		++	++					++	++	++	++			++	++								++	++			
Simuliidae		+						++	+	++				+	+	++	+			+													
AMPHIPODES																																	
Gammaridae																																	
AUTRES TAXONS																																	
Oligochetes		+			++	++		+	+		+			++	+	++	++			+	+		+	+	+	+	+	++	+	+			
Nemathelminthes								+			+																						

+

abondance élevée ;

++

abondance très élevée ;

■

les cases grisées indiquent des abondances extrêmement élevées (proliférations).

Tableau 28 : Taxons les plus abondants pour le Rhône entre Granges et Martigny en 2008-2009 selon les critères de fréquences proposés par la DIREN.

Plusieurs remarques peuvent être faites (les 4 stations aval ne sont pas prises en compte) :

- Certains taxons sont très abondants dans la plupart des stations : les Leuctridae (sur respectivement 10 % des stations en novembre 2007, 60 % en mars 2008, toutes en décembre 2008 et 60 % en mars 2009), les Taeniopterygidae sur le tronçon Gamsen-Noës (sur 50 % des stations en novembre 2007 et 40 % en mars 2008), Limnephilidae (sur 80 % des stations en novembre 2007, 60 % en mars 2008, toutes en décembre 2008 et mars 2009), Rhyacophilidae (sur 50 % des stations en novembre 2007, 20 % en mars 2008, 70 % en décembre 2008 et 60 % en mars 2009) et Limoniidae (sur 30 % des stations en novembre 2007, 50 % en mars 2008, 50 % en décembre 2008 et 40 % en mars 2009) ;
- D'autres sont très abondants plus ponctuellement : les Perlodidae (tronçon Gamsen-Noës, en novembre), Heptageniidae (sur les 2 stations les plus en amont RHO 116.1 et 112.5), Simuliidae (en mars et décembre 2008) et les Oligochètes (surtout dans la tronçon Granges-Martigny) ; sur les stations amont l'abondance des Perlodidae, taxon appartenant au GI le plus élevé, est à relever ; elle reste toutefois très en-deçà des valeurs rencontrées sur certains affluents (16 individus recensés au maximum dans le Rhône contre 120 Perlodidae dénombrés dans une station amont de la Sionne) ;
- Plusieurs taxons sont régulièrement abondants : les Baetidae, les Chironomidae ;
- Quelques taxons présentent une plus forte abondance de façon ponctuelle : les Capniidae sur le tronçon Gamsen-Noës (7 stations), en novembre, et dans une moindre mesure les Némathelminthes (dans trois stations).

Relevons aussi que :

- Les Limnephilidae prolifèrent sur 6 stations en novembre 2007 (plus de 5'000 individus sur RHO 99.7 et RHO 96.1), 3 en mars 2008 (1'900 individus sur RHO 112.5) ; 3 en décembre 2008 (plus de 1'300 individus sur RHO 60.8, 56.8, et 55.2), 2 en mars 2009 (plus de 1'000 individus sur RHO 60.8 et 56.8) ;
- sur le tronçon Granges-Martigny, les Oligochètes prolifèrent dans 2 stations en mars 2009 (plus de 1'400 individus sur RHO 72.9) et en décembre 2008 (plus de 7'700 individus sur RHO 55.2) ;
- Les stations RHO 116.1 (en novembre 2007), RHO 66.0 (en décembre 2008), RHO 55.2 (en mars 2009) présentent le plus grand nombre de taxons abondants ou très abondants (10 au lieu de 2 à 9 pour les autres stations) ; la station RHO 80.5, située à Chippis, est celle qui en montre en mars, le moins (2, contre 8 en novembre).

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

Sur tout le linéaire étudié du Rhône entre Gamsen et Martigny entre 2007-2009, un total de **36 taxons** (familles pour la plupart) a été recensé entre Gamsen et Martigny, avec respectivement **28 taxons** pour le tronçon Gamsen et Noës en 2007-2008, et **30 taxons** entre Granges et Martigny en 2008-2009. Cette diversité est nettement moins élevée que le maximum de taxons relevé dans l'article CIPEL en 1994 (étude globale des données valaisannes), qui indiquait un total de 45 taxons pour les affluents du Rhône.

Sur le tronçon Gamsen-Noës (cf. Tableau 23 et Graphique 33), la diversité taxonomique des stations varie entre 10 (RHO 108.5 en mars 2008) et 17 (RHO 116.1, RHO 92.0 et RHO 85.1 en novembre 2007). Sur le tronçon Granges-Martigny (cf. Tableau 24, Graphique 32), elle s'étend de 11 (RHO 60.8 en décembre 2008) à 21 (RHO 55.2 en décembre 2008).

Entre Gamsen- Noës, la **diversité moyenne** est de **15** en novembre 2007 et de **13** en mars 2008, soit environ **14 taxons** sur les 2 campagnes.

Sur le tronçon Granges-Martigny (sans les 4 stations aval de décembre 2008), la **diversité moyenne** est de **18** en décembre 2008 et de **14** en mars 2009, soit environ **16 taxons** sur les 2 campagnes.

On obtient, pour l'ensemble du linéaire, une diversité moyenne de **16** en automne, de **14** en hiver et de **15 taxons** toutes stations et campagnes confondues. Ces chiffres sont conformes à la tendance généralement rencontrée en Valais, avec un nombre de taxons supérieur à l'automne.

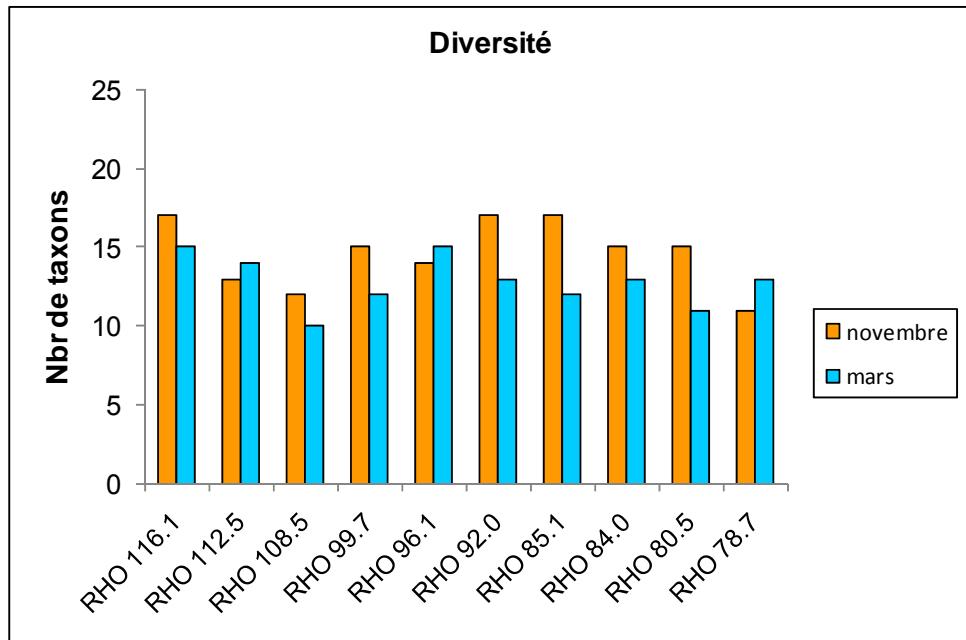
Dans le détail, sur le tronçon Gamsen-Noës, en novembre 2007 et mars 2008, on constate une diminution de la diversité entre Gamsen et Baltschieder (RHO 108.5), puis une tendance à une augmentation d'amont en aval, plus marquée en novembre, sauf sur les 3 stations aval (avec en mars, une diversité moins élevée fluctuant entre 11 et 13 taxons).

Sur le tronçon Granges-Martigny, en décembre 2008 et mars 2009, on constate une augmentation (plus marquée en décembre) de la diversité entre les stations de Granges et Chamoson (RHO 55.2), excepté sur la station des Iles (RHO 60.8). En mars 2009, en aval des restitutions de GD, une baisse régulière de l'abondance, qui passe de 18 à 13, est observée.

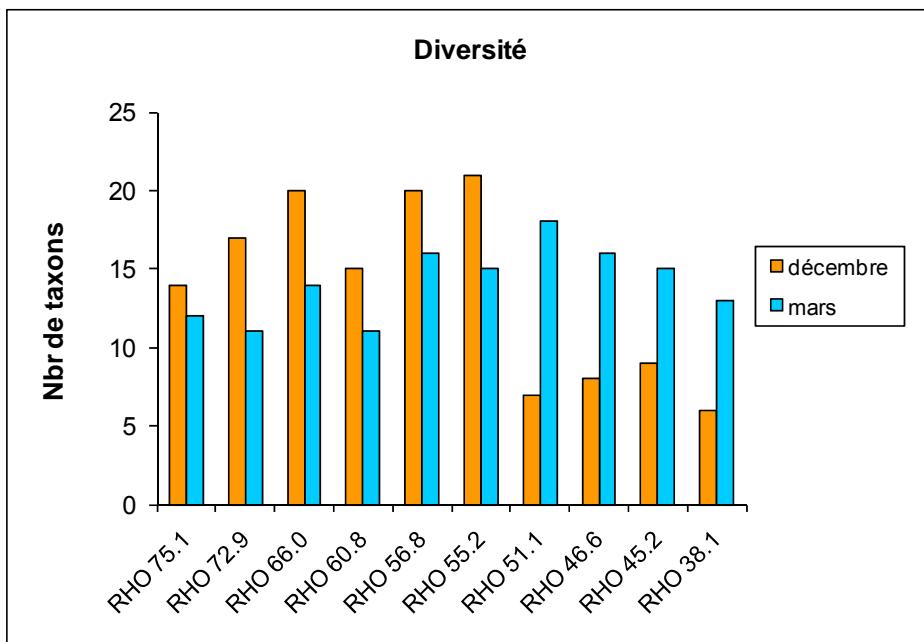
Les résultats des campagnes effectuées précédemment sur le Rhône entre Gamsen et Noës (voir chapitre 0, Tableau 32) donnaient une diversité taxonomique moyenne de 14 taxons, avec un maximum de 17 observé en mars 1997 dans la station RHO 116.1. Les nouvelles campagnes de 2007-2008 ne montrent donc pas d'évolution notable du point de vue de la diversité taxonomique.

Sur le tronçon Granges-Martigny, la diversité taxonomique moyenne des campagnes précédentes était de 13 taxons (Tableau 33), avec un maximum de 18 observé en mars 1997 dans la station RHO 46.6. Les résultats de 2008-2009 montrent donc une augmentation de la diversité taxonomique moyenne avec 4 taxons supplémentaires ; un maximum de 21 taxons a été observé en décembre 2008.

À titre comparatif, la diversité moyenne citée dans l'article CIPEL (1994) est de 13. La diversité obtenue sur le Rhône est donc supérieure, mais reste bien en-dessous de celle des Vièze qui montrait une diversité maximale moyenne en 2001 de 23 taxons (il était d'ailleurs proposé que ces stations fassent office de référence).



Graphique 33 : Diversité de la faune benthique dans le Rhône entre Gamsen et Noës en novembre 2007 et mars 2008.



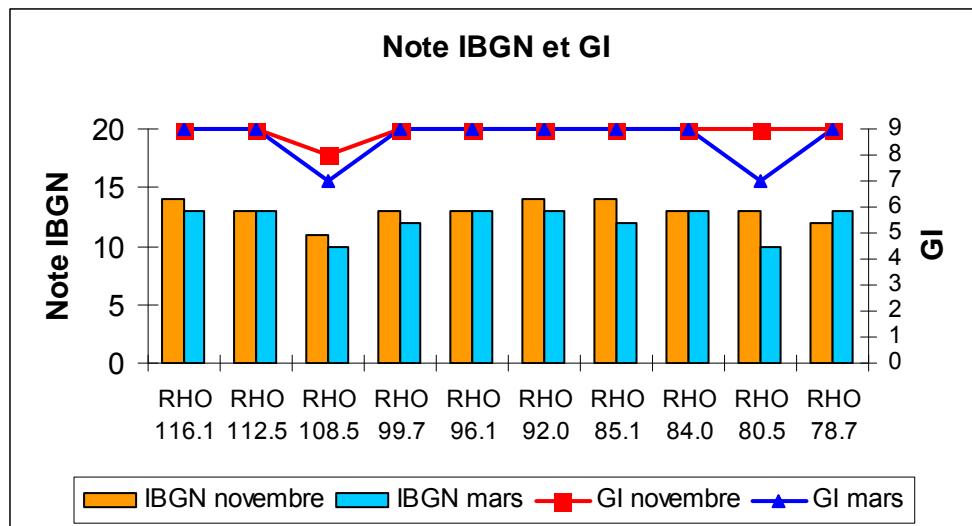
Graphique 34 : Diversité de la faune benthique dans le Rhône entre Granges et Martigny en décembre 2008 et mars 2009 (chiffres pour les 4 stations aval en décembre non significatifs).

- **Groupe indicateur (GI)**

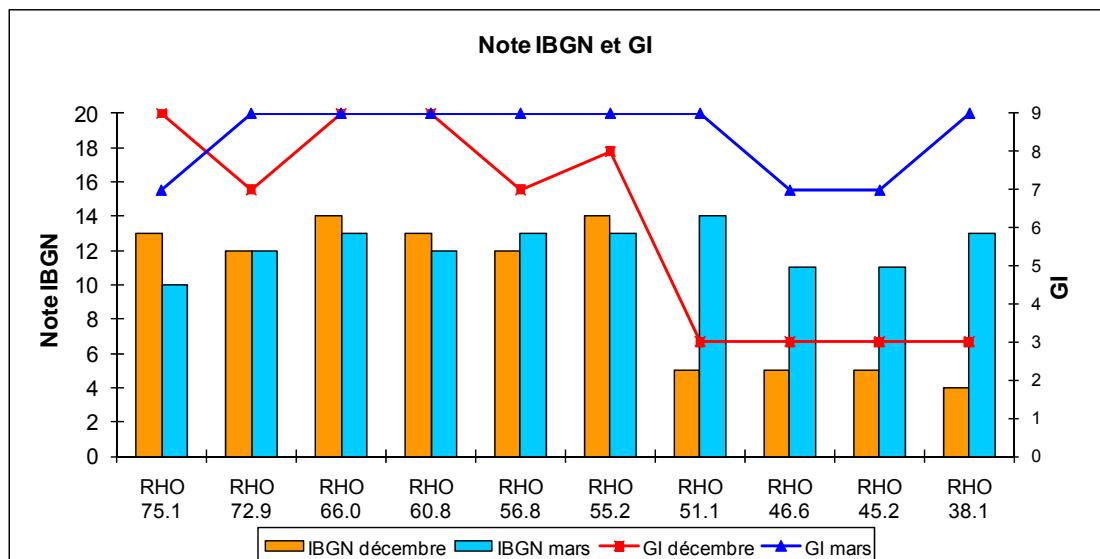
Le groupe indicateur maximal (cf. Graphique 35) de ⁵ est obtenu sur l'ensemble des stations, à l'exception (en général GI 7) des stations RHO 108.5 en novembre 2007 (GI 8) et mars 2008, RHO 80.5 en mars 2008, RHO 75.1 en mars 2009, RHO 72.9, RHO 56.8 et RHO 55.2 (GI 8) en décembre 2008, ainsi que RHO 46.6 et RHO 45.2 en mars 2009. Les taxons appartenant au GI 9 sont le plus souvent les Taeniopterygidae, ou moins fréquemment les Perlodidae (5 stations en novembre 2007, 1 en mars 2008, 2 en décembre 2008 et 3 en mars 2009).

⁵

Pour qu'un taxon du GI 9 soit retenu, il faut qu'il soit représenté par au moins 3 individus.



Graphique 35 : Notes IBGN (histogrammes) et GI (courbes) obtenus dans le Rhône entre Gamsen et Noës en novembre 2007 et mars 2008.



Graphique 36 : Notes IBGN (histogrammes) et GI (courbes) obtenus dans le Rhône entre Granges et Martigny en décembre 2008 et mars 2009 (chiffres pour les 4 stations aval en décembre non significatifs).

• Note IBGN

Les notes **IBGN** obtenues sur le Rhône en 2007-2009 (total de 20 stations) ont été qualifiées (cf. Tableau 23) avec la grille de qualité de base selon la norme AFNOR, sans application du correctif tenant compte de l'hydroécorégion (HER) « Alpes internes », puisque l'ensemble des stations souffrent d'anthropisations diverses (en particulier lit endigué, mais aussi réduction des débits au travers de Finges, restitutions hydroélectriques provoquant un marnage important, surtout sur le linéaire en aval de Riddes). Tableaux, cartes et interprétations ont donc été établies sans correctif HEC pour le Rhône.

Les Graphique 35 et Graphique 36, ainsi que les Tableau 23 et Tableau 24, permettent de mettre en évidence les éléments suivants :

- Sur le tronçon Gamsen-Noës, 14 prélèvements sur 20, dont 8 en novembre 2007, présentent une « **qualité satisfaisante** », avec des IBGN de 14 (RHO 116.1, RHO 92.0 et RHO 85.1 en novembre) et 13 pour les autres prélèvements ;

- Sur le tronçon Granges-Martigny, 9 prélèvements sur 16, dont 4 en décembre 2008, montrent une « **qualité satisfaisante** », avec des IBGN de **14** (RHO 66.0, RHO 55.2 en décembre et 51.1 en mars 2009) et **13** pour les autres stations ;
- Le reste des prélèvements sont en « **qualité moyenne** » avec des IBGN allant de **12 à 10**.
- Aucune note ne se situe dans les catégories « Bonne, médiocre ou polluée ».

On constate donc une forte homogénéité des résultats, avec une qualité globale qui apparaît satisfaisante (IBGN moyen pour l'ensemble du linéaire de 12.6) et quelques stations de moins bonne qualité. Toutefois, les seules notes et diversités ne sont pas suffisantes pour une interprétation fine des résultats. Le GI 9 est dans le tronçon Gamsen-Noës souvent donné par les Taeniopterygidae, taxon moins sensible à la qualité du milieu que les Perlodidae, Perlidae ou Chloroperlidae (le guide technique de l'IBGN propose d'ailleurs un calcul du test de robustesse des notes lorsque le GI est donné par les Taeniopterygidae). Selon les stations, la perte est de 1 point si les Capniidae sont présents, mais de 2 points lorsque le GI est donné par les Leuctridae.

Les stations peuvent être réparties comme suit :

- Seules 2 stations abritent des Perlodidae lors des 2 campagnes, Lalden (RHO 112.5), et Sion Vissingen (RHO 66.0), traduisant des conditions stables permettant leur maintien ;
- 5 autres possèdent des Perlodidae à l'automne (respectivement en novembre 2007 ou décembre 2008), qui disparaissent ou présentent moins de 3 individus en mars : Gamsen (RHO 116.1), Gampel (RHO 99.7), Susten (RHO 92.0), Salgesch (RHO 85.1), Les Iles (RHO 60.8) ;
- A l'inverse, 1 station (Aval Morges et Lizerne - RHO 56.8) possède des Perlodidae en mars 2009, retenus comme GI, alors qu'en décembre 2008, seuls 2 individus sont recensés ;
- 2 stations obtiennent une qualité satisfaisante pour les 2 campagnes avec un GI 9 basé sur les Taeniopterygidae pour les 2 campagnes : Turtmann (RHO 96.1) et Sierre amont (RHO 84.0) ; une autre station possède aussi les Taeniopterygidae en tant que GI, mais avec que pour 1 seule des campagnes (Noës - RHO 78.7) ; pour RHO 38.1 (coude de Martigny), seule 1 campagne peut être retenue, celle de mars 2008, qui présente aussi une qualité satisfaisante grâce aux Taeniopterygidae ;
- Les 9 autres stations souffrent de perturbations traduites par l'absence de GI 9 ou une diversité peu élevée qui ne permet d'atteindre la classe satisfaisante (Baltschieder - RHO 108.5 ; Chippis en mars 2008 - RHO 80.5 ; Noës - RHO 78.7 ; Granges en mars 2009 - RHO 75.1 ; Poutafontana en décembre 2008 - RHO 72.9 ; Aval Morges Lizerne en décembre 2008 - RHO 56.8 ; Chamoson en décembre 2008 - RHO 55.2 ; Saxon en mars 2009 - RHO 46.6 et Fully en mars 2009 - RHO 45.2).

Les interprétations faunistiques plus poussées sont détaillées par station dans le paragraphe suivant.

L'IBGN moyen (toutes stations et campagnes confondues) est proche de **13** (13 en novembre 2007, 12 en mars 2008, 13 en décembre 2008 et 12 en mars 2009). Les calculs réalisés pour l'article CIPEL (1994) donnaient un IBGN moyen inférieur à 10. Les résultats obtenus sur le Rhône sont donc meilleurs. Ils restent cependant moins bons que ceux obtenus sur certains affluents.

En comparaison avec les campagnes effectuées antérieurement sur le Rhône entre Gamsen et Noës (voir chapitre 0, Tableau 32), seule la campagne de 1999 égale la note moyenne obtenue en 2007/2008. Les précédents relevés présentent un IBGN moyen de 11 (1997) ou 12 (1992). Entre Granges et Martigny (Tableau 33), les campagnes précédentes donnent un IBGN moyen de 10 (1992), 11 (1997) et 12 (2002). Seule la campagne de 2002 atteint la moyenne obtenue de 12 pour ce tronçon. Toutes stations et campagnes confondues, ces anciens résultats donnent un IBGN de 12, soit une qualité moyenne.

Conclusion

Le Rhône montre une grande homogénéité dans les résultats, avec une diversité moyenne sur la plupart des stations, un GI souvent maximal (9) mais très faiblement représenté par les taxons les plus sensibles, et des notes IBGN qui oscillent entre 10 et 14, soit une qualité moyenne à satisfaisante. Le mois de novembre 2007 et décembre 2008 présentent cependant une qualité légèrement supérieure aux campagnes du printemps effectuées en mars 2008 et 2009. La comparaison avec les résultats antérieurs montrent que l'homogénéité est non seulement spatiale, mais aussi temporelle. Outre les effets de l'endiguement

du Rhône, du manque de dynamique et de la relative faible diversité des substrats, des atteintes chroniques peuvent cependant être mis en évidence dans certaines stations (voir paragraphe 6.5).

6.4. Résultats liés au MacroIndex

Outre l'IBGN, la Confédération a retenu dans le cadre des « Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau », la méthode du MacroIndex pour le Macrozoobenthos Niveau R (OFEV, 2005). L'ensemble des résultats qui en découle se trouvent dans le Tableau 29 (listes faunistiques plus détaillées du point de vue taxonomique). La plupart des taxons ne sont représentés que par 1 ou 2 genres (dans ce dernier cas, le second genre est le plus souvent représenté par moins de 3 individus). Ce constat confirme celui obtenu avec la méthode IBGN bien que le niveau taxonomique soit plus grossier : la diversité faunistique actuelle du Rhône est très pauvre.

De manière générale, le MacroIndex donne une appréciation plus favorable de la qualité du Rhône que celle obtenue par IBGN.

La station RHO 116.1 se classe en qualité très bonne selon le MacroIndex et satisfaisante selon l'IBGN sur les deux campagnes. La plupart des taxons présents en novembre (22) le sont aussi en mars (18), à l'exception des Chloroperlidae. 3 taxons non-insectes (famille d'Oligochètes) absents en mars permettent à la station de passer d'une note MacroIndex de 2 à 1. Cette amélioration est discutable : la disparition des genres *Siphonoperla* et *Chloroperla* (Chloroperlidae) et la diminution de l'abondance des taxons sensibles en mars laisse au contraire supposer une légère dégradation de la qualité du milieu. Celle-ci est d'ailleurs traduite par la diminution de l'indice IBGN entre les deux campagnes.

A la station RHO 108.5 (Baltschieder), la campagne de mars donne avec le MacroIndex un état biologique très bon pour une diversité toutefois nettement inférieure (11 taxons, avec EPT - Éphéméroptère, Plécoptère et Trichoptères - représentée par seulement 4 genres). Ce résultat diffère nettement de celui lié à la méthode IBGN, selon laquelle la qualité du milieu est moyenne. Cette surévaluation de la qualité par le MacroIndex est due au nombre de taxons non-insecte très faible (9 UT insecte contre 1 UT non-insecte), paramètre majorant qui ne reflète toutefois pas la dégradation du milieu traduite par la note IBGN.

	STATION	RHO 116.1		RHO 108.5	RHO 80.5	RHO 66.0	RHO 45.2
	Date	10.11.07	07.03.08	07.03.08	07.03.08	07.12.08	09.12.08
IBGN	Macrozoobenthos						
PLECOPTERES							
Capniidae		18	1	1		3	
	<i>Capnia</i> sp.	+	+	+			+
Chloroperlidae		2					
	<i>Chloroperla</i> sp.	+					
	<i>Siphonoperla</i> sp.	+					
Leuctridae		46	381	26	44	237	1
	<i>Leuctra</i> sp.	+	+	+	+	+	+
Nemouridae		14	2			1	
	<i>Nemoura</i> sp.	+	+				+
	<i>Protonemura</i> sp.	+	+				
Perlidae		1	1				
	<i>Perla</i> sp.	+	+				
Perlodidae		7	2	1		6	
	<i>Isoperla</i> sp.	+	+	+			+
	<i>Dictyogenus</i> sp.		+	+			
Taeniopterygidae		126	317		1	10	
	<i>Rhabdiopteryx</i>	+	+		+		+
TRICOPTERES							
Hydropsychidae						2	
	<i>Diplectrona</i> atra						+
Hydroptilidae						1	

	STATION	RHO 116.1			RHO 108.5		RHO 80.5		RHO 66.0		RHO 45.2		
		Date	10.11.07	07.03.08	07.03.08	07.03.08	07.03.08	07.12.08	07.12.08	09.12.08			
IBGN	Macrozoobenthos												
	<i>Nymphé non identifiée</i>										+		
Limnephilidae		903		1889		281		1117		805		19	
	<i>Stenophylacini/Chaetopterygini</i>		+		+		+		+		+	+	
Rhyacophilidae		17		17		2		2		21			
	<i>Rhyacophila sp.</i>		+		+		+		+		+		
EPHEMEROPTERES													
Baetidae		114		291		1		26		269		1	
	<i>Baetis sp.</i>		+		+		+		+		+	+	
Heptageniidae		79		44		4		2		1			
	<i>Ecdyonurus sp.</i>		+		+						+		
	<i>Rhithrogena sp.</i>		+		+		+		+				
COLEOPTERES											1		
Elmidae											+		
	<i>Oulimnius sp.</i>												
DIPTERES													
Chironomidae		68	+	29	+	7	+	7	+	141	+	9	
Empididae		1	+	2	+					2	+		
Limoniidae		11	+	15	+	5	+			15	+	17	
Simuliidae		4	+	14	+			2	+	81	+	1	
AMPHIPODES													
Gammaridae								2		7		1	
	<i>Gammarus sp.</i>								+		+	+	
GASTEROPODES													
Hydrobiidae							1	+					
PLATHELMINTHES													
Planariidae		1		1				2					
	<i>Crenobia alpina</i>		+		+				+				
Oligochetes		50						5		99		89	
	<i>Enchytraeidae</i>		+						+			+	
	<i>Haplotaxidae</i>		+										
	<i>Lumbriculidae</i>										+	+	
	<i>Naididae</i>		+						+		+	+	
NEMATHELMINTHES										6		1	
	<i>Nematoda</i>										+	+	
Hydracarina									2	+			
Groupe indicateur (GI)	Nombre taxons retenus	9	>4 Pléco.	9	>4 Pléco.	7	3-4 Pléco.	7	UT P+T ≤4	9	>4 Pléco.	3	UT Pléc. + Trich. <4
Diversité	UT insecte/ UT non-ins.	17	4.5	15	17	10	9	11	2	20	3.2	9	1.2
Note IBGN AFNOR	Note Macrozoo.	14	2	13	1	10	2	10	4	14	2	5	4
Qualité selon norme	Qualité (Macrozoo.)	Satis-fais.	Très bon	Satis-fais.	Très bon	Moyenne	Très bon	Moyenne	Moyenne	Satisfais.	Très bon	Médiocre	Moyenne

Tableau 29 : Comparaison des résultats obtenus sur le Rhône en 2007-2009 à l'aide de la méthode IBGN et du MacroIndex (OFEV), pour cinq stations.

La station RHO 80.5 (Chippis), selon le MacroIndex, présente un état biologique moyen en mars. Ce résultat concorde avec la classe de qualité obtenue par IBGN (qualité moyenne). Les taxons insectes sont au nombre de 8 et les non-insectes de 4.

A la station RHO 66.0 (Sion Vissigen), l'état biologique est très bon selon le MacroIndex, satisfaisant avec la méthode IBGN. C'est la station où la diversité est la plus élevée parmi les 5 stations testées avec le MacroIndex (20 taxons, avec EPT représenté par 5 genres). La qualité élevée donnée par le MacroIndex est due au nombre important de taxons insectes rencontrés par rapport aux taxons non-insectes (16 UT insecte contre 5 UT non-insecte). La qualité donnée par la note IBGN traduit plus précisément l'absence de groupes indicateurs plus sensibles comme les Chloroperlidae et Perlidae.

Pour RHO 45.2 (Fully), le MacroIndex indique un état biologique moyen. La diversité est en effet peu élevée (9 taxons, valeur la plus faible observée sur les 5 stations testées) et le nombre de taxons insectes est faible par rapport aux taxons non-insectes. Il n'est malheureusement pas possible de comparer ce résultat à celui obtenu par la note IBGN, cette dernière n'étant pas utilisable (cf. 3.2.1), puisqu'elle a clairement mis en évidence que le prélèvement était effectué dans la bande soumise au marnage, alors que le MacroIndex considère cet échantillon en qualité moyenne, donc sans atteinte trop grave.

6.5. Résultats par stations

Les résultats pour chaque station sont détaillés dans les fiches de synthèses disponibles dans la base de données « BD-Hydrobio » du canton. Une synthèse est établie ci-après pour chacune des stations.

• RHO 116.1 - Gamsen (RD), amont Brig

La composition du peuplement reste relativement similaire sur les deux campagnes : les Limnephilidae forment la majorité du benthos (env. 60 %), le reste étant principalement constitué de Baetidae (env. 10 %) et de Taeniopterygidae (env. 10 %). La proportion de Plécoptères est importante (15 % en novembre, avec 7 familles et 23 % en mars, avec 6 familles mais un nombre de Leuctridae plus important). Le GI 9 constitue env. 10 % du peuplement (env. 25 % sans tenir compte des Limnephilidae). La disparition en mars des Chloroperlidae est à signaler (seulement 2 individus en novembre), tout comme la présence de Perlidae lors des 2 campagnes (1 individu). Les Heptageniidae sont bien représentés en novembre (14 % sans les Limnephilidae). L'abondance du peuplement double en mars, principalement par accroissement du nombre d'individus appartenant aux taxons déjà bien représentés en novembre (prolifération de Limnephilidae), sauf pour les Chironomes dont le nombre baisse et pour les Oligochètes qui disparaissent.

La station montre, sur les deux campagnes de 2007-2008, la diversité la plus élevée avec 17 taxons en novembre et 15 en mars, dont des familles particulièrement sensibles vis-à-vis de la qualité du milieu, tels que les Chloroperlidae (2 genres *Siphonoperla* sp. et *Chloroperla* sp.), les Perlidae (*Perla maxima*) et les Perlodidae (*Isoperla* sp. et *Dyctiogenus* sp.). Ces taxons sont toutefois représentés par un petit nombre d'individus. Le test de robustesse (recherche du second GI, lorsque le GI est donné par les Taeniopterygidae) en mars donne un IBGN de 11 ; la qualité devient alors **moyenne**. La station présente donc une certaine fragilité liée à des atteintes plus spécifiques qui en l'état des données sont difficiles à identifier, mais dispose d'un potentiel, puisque quelques individus très sensibles (Chloroperlidae et Perlidae) y sont trouvés.

La méthode du MacroIndex a été appliquée à cette station en novembre et en mars. Les résultats et leur interprétation se trouvent au chapitre 6.4.

Cf macroindex novembre 2007

Capniidae :	1 genre	Capnia
Perlidae :	1 genre	<i>Perla maxima</i> (1 individu)
Chloroperlidae :	2 genres	<i>Chloroperla</i> et <i>Siphonoperla</i> (2 individus)
Perlodidae :	1 genre	<i>Isoperla</i> sp.(7)
Nemouridae :	2 genres	<i>Nemoura</i> sp. (3) et <i>Protonemoura</i> sp. (11)
Taeniopterygidae :	1 genre	<i>Rhabdiopteryx</i>
Heptageniidae :	2 genres	<i>Rhithrogena</i> sp. (78) et <i>Ecdyonurus</i> sp. (1 seul)

Cf macroindex mars 2008

Capniidae :	1 genre	Capnia
Perlidae :	1 genre	<i>Perla maxima</i> (1 individu)
Perlodidae :	2 genres	<i>Isoperla</i> sp.(1) et <i>Dyciogenus</i> (1)
Nemouridae :	2 genres	<i>Nemoura</i> sp. (1) et <i>Protonemoura</i> sp. (1)
Taeniopterygidae :	1 genre	<i>Rhabdiopteryx</i>
Heptageniidae :	2 genres	<i>Rhithrogena</i> sp. (43) et <i>Ecdyonurus</i> sp. (1 seul)

- **RHO 112.5 - Lalden (RD)**

Signalons pour cette station l'observation de nombreux déchets en tout genre sur la berge droite (bouteilles en verre et PET, sacs plastiques, barres métalliques, etc.).

A l'instar de la station située à l'amont, les Limnephilidae prolifèrent et constituent une part importante du peuplement (73 % en novembre et 61 % en mars). Les Plécoptères, avec 5 familles, constituent en novembre et mars respectivement 13 et 18 % de la faune benthique, avec un nombre élevé de Taeniopterygidae (*Rhabdiopteryx* sp.) et de Leuctridae. Contrairement à la station amont, les Chloroperlidae et les Perlidae ne sont plus présents. Si l'on ne tient pas compte des Limnephilidae, 38 % du peuplement est composé de taxons appartenant au GI 9 en novembre, soit le pourcentage le plus élevé rencontré sur l'ensemble des stations. En mars, l'abondance des autres taxons augmente, ce qui diminue cette proportion à 12 %. Les Heptageniidae sont bien représentés en novembre (16 % sans les Limnephilidae).

L'abondance du peuplement augmente en mars, principalement par l'accroissement du nombre d'individus appartenant aux taxons déjà bien représentés en novembre, à l'exception des Simuliidae peu abondant sur cette campagne.

La station montre, sur les deux campagnes, une diversité moins élevée que sur la station amont (13 en novembre et 14 en mars), mais le Groupe indicateur 9, qui constitue environ 10 % du peuplement en novembre et 5 % en mars, est toujours donné par les Perlodidae (*Isoperla* sp.). Ceci permet à la station de se classer en qualité **satisfaisante** sur les deux campagnes et atteste d'une relative stabilité. Les vitesses qui semblaient élevées pourraient être un facteur limitant la colonisation par le benthos.

- **RHO 108.5 - Baltschieder (RD)**

En mars, les substrats étaient très colmatés, recouverts d'un dépôt (voir Photo 21) collant d'aspect gras, à odeur indéfinissable. Ces matières fines résultent des eaux turbides observées lors du terrain, provenant des eaux de lavage de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder.

Sur les deux campagnes, les représentants du groupe indicateur 9 ont presque disparu. Le peuplement benthique est nettement dominé par les Limnephilidae (plus de 85 %, prolifération en novembre), puis secondairement par les Chironomidae en novembre (5 %) et les Leuctridae en mars (8 %). L'abondance chute drastiquement en mars (densité la plus faible rencontrée en 2007-2008), principalement par la diminution des Limnephilidae, mais aussi des Chironomidae, ou la disparition des Simuliidae et Oligochètes.

En novembre, 3 familles de Plécoptères sont présentes dont les Capniidae (*Capnia* sp.) en abondance élevée (37 individus, maximum recensé sur une station). Le GI 8, allié à une diversité taxonomique peu élevée de 12, indique que la qualité de la station est **moyenne** (note 11). La contribution des taxons sensibles (1 Perlodidae - *Isoperla* sp. et 1 Capniidae - *Capnia* sp.) est la plus faible des stations (0.6 % sans considérer les Limnephilidae). L'unique représentant des Taeniopterygidae (*Rhabdiopteryx* sp.) trouvé en novembre disparaît. Le groupe indicateur est donc donné par les Leuctridae (GI 7). La qualité de la station reste **moyenne** avec une note IBGN de 10.

Ces différents éléments indiquent que la station souffre d'une atteinte chronique, qui s'est fortement aggravée en mars. Les analyses physico-chimiques et observations visuelles soupçonnent des rejets provenant des eaux de lavage de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder. La forte turbidité, le colmatage des substrats, le pH élevé, sont autant de paramètres qui limitent, voire détruisent la faune benthique. La qualité biologique de cette station est donc sévèrement péjorée.

La méthode du MacroIndex a été appliquée à cette station en mars. Les résultats et leur interprétation se trouvent au chapitre 6.4. La note attribuée par le MacroIndex ne reflète absolument pas la réelle dégradation de la station. De ce point de vue, la note IBGN, systématiquement « moyenne » est plus pertinente.

Cf macroindex mars 2008

<i>Perlodidae</i> :	1 genre	<i>Dyctiogenus</i> sp.
<i>Nemouridae</i> :	1 genre	<i>Protonemoura</i> sp. (6)
<i>Taeniopterygidae</i> :	1 genre	<i>Rhabdiopteryx</i>
<i>Heptageniidae</i> :	1 genre	<i>Rhithrogena</i> sp. (26)



Photo 21 : RHO 108.5, « Baltschieder (RD) » (mars 2008); les substrats sont recouverts d'un dépôt.

- **RHO 99.7 - Gampel (RD)**

Les Limnephilidae constituent toujours une part considérable du benthos. Ils présentent une importante prolifération en novembre (96 % du peuplement avec près de 7'000 individus, maximum atteint sur l'ensemble des stations). En mars, leur nombre diminue fortement, mais ils forment encore 61 % du peuplement, le reste étant constitué principalement de Baetidae (13 %) et de Leuctridae (13%).

En novembre, la qualité de la station est **satisfaisante** : la diversité taxonomique (15 avec 6 familles de Plécoptères, dont les Capniidae (22 *Capnia* sp.), les Perlidae (2 *Perla maxima*, maximum enregistré parmi l'ensemble des prélèvements) et les Perlodidae (12 *Isoperla* sp.) revient au même niveau que les stations en amont de Baltschieder. Les Heptageniidae sont à nouveau bien représentés en novembre (11 % sans les Limnephilidae). Tous les taxons les plus sensibles à la qualité du milieu disparaissent en mars et la diversité taxonomique passe à 12. Le GI reste tout de même de 9 grâce aux Taeniopterygidae (*Rhabdiopteryx* sp.) dont l'abondance est élevée (comme cela se voit aussi dans la plupart des stations amont en mars). Ces éléments indiquent une qualité **moyenne** de la station. En appliquant le test de robustesse, on observe une perte de 2 points sur l'IBGN (GI 7 donné par les Leuctridae), soit une note de 10.

La station possédait donc une qualité satisfaisante en novembre, comparable aux 2 stations les plus en amont, et ne souffrait pas à priori des atteintes chroniques mises en évidence à Baltschieder. Par contre, en mars, la situation est différente, et l'impact des eaux de lavage de la gravière enregistré à Baltschieder se fait sentir jusque sur cette station de Gampel. Il est toutefois atténué et les résultats faunistiques montrent une similitude de situation par rapport à la campagne de novembre sur Baltschieder.

- **RHO 96.1 - Turtmann (RD)**

La constitution du peuplement est proche de celle rencontrée sur la station directement en amont (Gampel), mis à part la quasi disparition des Heptageniidae. La faune benthique est nettement dominée par les Limnephilidae (98 %, près de 5'400 individus). En mars, leur nombre diminue fortement, mais ils forment encore 68 % du peuplement, le reste étant constitué principalement de Chironomidae (11 %) et de Baetidae (9 %).

En novembre, 5 familles de Plécoptères sont présentes, dont les Perlodidae (2 *Isoperla* sp.) et les Taeniopterygidae (8 *Rhabdiopteryx* sp.). Bien que moins sensibles à la qualité du milieu, ces derniers appartiennent au GI 9 et permettent à la station, avec une diversité taxonomique de 14, de se classer en qualité **satisfaisante** (note IBGN de 13). Le test de robustesse aboutit à une perte de 1 point sur la note IBGN (présence de 27 Capniidae, GI 8), soit 12, signifiant une qualité moyenne. En mars, 6 familles de Plécoptères sont relevées : les 2 Perlodidae ont disparu, mais 1 Perlidae (*Perla maxima*) et 1 Chloroperlidae (*Siphonoperla* sp.) apparaissent. Avec une diversité de 15 et un GI 9 (Taeniopterygidae), la qualité est aussi jugée **satisfaisante** en mars. Le test de robustesse provoque cette fois une perte de 2 points sur la note IBGN (seulement 2 Capniidae, donc ce sont les Leuctridae qui sont retenus, GI 7), soit 11, signifiant une qualité moyenne.

Sur la base du seul calcul de note IBGN, cette station a une qualité satisfaisante, mais la trop faible présence des taxons les plus sensibles et l'application du test de robustesse indiquent que cette qualité est plus proche d'un niveau moyen. Une ou des atteintes péjorent le milieu, qui sont toutefois nettement moins fortes qu'à Baltschieder (meilleure diversité, 2 plécoptères sensibles à chaque campagne). Mis à part la gravière Kiesdepot camping Gampel (cf. Tableau 5) qui pourrait avoir encore une incidence sur la qualité de la station, cette baisse s'explique par l'effet des rejets de la STEP de Visp/Lonza qui arrivent au Rhône en rive gauche via le Grossgrundkanal et qui ne peut être mesuré sur la station amont, les eaux n'étant pas encore mélangées. La morphologie du Rhône est sans doute aussi responsable de cette dégradation. Sur ce tronçon en épis, les substrats de la station étaient très colmatés. Plusieurs conditions sont donc défavorables à l'installation d'une faune benthique plus exigeante.

- **RHO 92.0 - Susten (RG)**

Les Limnephilidae constituent 86 % du peuplement benthique en novembre. Ils chutent en mars, pour ne représenter plus que 14 % du peuplement. Le reste de la faune est essentiellement constitué de Chironomidae (7 % en novembre, 39 % en mars) et d'Oligochètes (35 % en mars). Les Heptageniidae sont réduit à 3 individus en novembre et absents en mars.

En novembre, la diversité taxonomique (17) rejoint celle obtenue sur la station amont de Gamsen (RHO 116.1). 5 familles de Plécoptères sont présentes, dont les Perlodidae qui appartiennent au GI 9 et dont l'abondance est élevée (14 *Isoperla* sp.). La station se classe en qualité **satisfaisante** (note IBGN de 14). En mars, le peuplement est constitué de Chironomidae (39 %), d'Oligochètes (35 %), puis secondairement de Limnephilidae (14 %) et de Leuctridae (8 %). Les Capniidae et les Nemouridae (2 genres *Protoneura* sp. et *Nemoura* sp.) trouvés en novembre disparaissent. On recense par contre 1 Perlidae (*Perla maxima*). La diversité taxonomique de 13 et le GI 9 donné par les Taeniopterygidae (*Rhabdiopteryx* sp.) donne une note IBGN de 13 et classe la station, à nouveau, en qualité **satisfaisante**. Le test de robustesse induit une perte de 2 points sur la note IBGN (GI 7 donné par les Leuctridae), soit 11, signifiant une qualité moyenne.

Cette station satisfaisante en novembre perd donc sa qualité en mars. Diverses atteintes expliquent cette situation. D'une part, la station semble fortement influencée par l'effet de retenue qu'exerce le barrage de Susten. Les substrats sont extrêmement colmatés, réduisant fortement la capacité biogénique des mésohabitats. D'autre part, des apports d'eau usées ne sont pas à exclure ; durant les prélèvements de novembre, des odeurs de lessive, voire de produits chimiques, ont été perçus et des déchets de papier hygiéniques aperçus en suspension dans l'eau. Le développement important des Chironomidae et des Oligochètes témoigne lui aussi d'un problème de qualité d'eau, ou d'accumulation de vases plus organiques. Compte tenu du temps pluvieux, ces rejets peuvent provenir d'un déversoir d'orage ou d'un bassin d'eau pluviale, mais une recherche d'éventuels mauvais raccordements doit être entreprise.

- **RHO 85.1 - Salgesch, amont rejet gravière Volken**

Sur cette station (de même que sur la suivante), les conditions hydrologiques et morphologique sont radicalement différentes des celles précédemment étudiées. Le barrage de Susten crée une véritable rupture dans la continuité biologique du fleuve. En hiver, l'entier des débits sont captés ; le Rhône est donc sous l'influence directe des affluents latéraux, à savoir la Dala, le Gürtschi, le Russubrunn et les canaux de Finges. En été, les débits excédentaires sont déversés, induisant un effet de marnage important. La morphologie est par contre plus proche d'un état naturel (bancs de graviers), toutefois presque intégralement façonnée par l'exploitation des gravières.

Le peuplement benthique, représenté par un nombre d'individus assez élevé, est constitué principalement de Baetidae (env. 26 %) et de Leuctridae (25 % en novembre, 36 % en mars). Contrairement aux stations amont, les Limnephilidae ne dominent plus (13 % en novembre et 2 % en mars). Les Heptageniidae sont à nouveau recensés comme sur les 3 stations amont de meilleure qualité (Gamsen, Lalden et Gampel).

En novembre, plus de 21 % du peuplement appartient au GI 9. Il s'agit de quelques Perlodidae (6 *Isoperla* sp.), mais surtout de Taeniopterygidae (*Rhabdiopteryx* sp.). La station contient 17 taxons, toutefois 4 d'entre eux présentent moins de 3 individus. Avec une note IBGN de 14, elle se classe en qualité **satisfaisante**. La présence de l'unique Glossosomatidae (Trichoptère) rencontré sur le tronçon Gamsen – Noës est à signaler.

En mars, plusieurs taxons disparaissent (diversité de 12), dont les Capniidae abondants en novembre. 1 seul Perlodidae subsiste ; celui-ci appartient au genre *Dyctiogenus* sp., rencontré sur la station amont RHO 116.1 en mars. Le GI 9, fourni cette fois par les Taeniopterygidae, permet à la station d'obtenir une note de 12. La qualité est alors **moyenne**. En appliquant le test de robustesse, on assiste à une perte de 2 points sur l'IBGN (GI 7 donné par les Leuctridae), soit une note de 10.

La station, bien que de qualité satisfaisante en novembre, subit des atteintes qui font chuter la note IBGN en mars. L'exploitation des graviers qui nécessite des passages à gué pourrait en partie expliquer cet état (pour accéder à la rive droite, les machines et camions empruntaient un passage dans le lit du Rhône juste en amont de la station), en occasionnant la mise en suspensions de MES et provoquant des effets de courant. Mais d'autres atteintes sont à rechercher. La vidange du barrage de Susten qui a eu lieu en février 2008 peut avoir une incidence notable. Même si les résultats des analyses physico-chimiques ne montrent rien de particulier, des apports d'eaux de moins bonne qualité peuvent être soupçonnés. Une étude sur la Dala (ETEC, non publié) avait mis en évidence des problèmes de dysfonctionnement de la STEP de Leukerbad. Les sables forment des dépôts peu biogènes qui altèrent la qualité des autres substrats. Les laves torrentielles générées par l'Illgraben contribuent fortement à cette situation, sans doute aggravée par la réduction des débits. De fait, la station souffre de multiples atteintes qu'il n'est pas possible de hiérarchiser en l'état actuel des connaissances. L'impact des rejets des eaux de lavage de la gravière Volken (observation faite lors du prélèvement de novembre, situation régularisée aujourd'hui puisque aucun rejet n'était effectué en mars) n'est toutefois pas suspecté, puisque les prélèvements se sont localisés en amont.

- **RHO 84.0 - Sierre, amont gravière Praz**

Comme la station juste en amont (Salgesch), les conditions hydrologiques et morphologiques sont différentes de celles des autres étudiées sur le Rhône. La qualité des eaux dépend des affluents latéraux ; s'ajoute ici, les apports de la Raspille et quelques autres canaux de Finges. La morphologie du lit est aussi plus proche d'un état naturel (bancs de graviers), avec toutefois une dynamique moins forte qu'en amont (cours plus étroit, plus rectiligne, car en partie contraint) et une berge en RD enrochée.

Les prélèvements de faune benthique ont été effectués préférentiellement sur les riffles ou zones plus rapides, en ayant soin d'éviter les zones très calmes en amont du radier dans lesquelles un film limoneux recouvre les substrats. A ces endroits, la densité de Limnephilidae était très élevée, et donc leur abondance trouvée dans les échantillons analysés est en partie sous évaluée.

La constitution du peuplement benthique diffère entre la campagne d'automne et d'hiver. Alors qu'en novembre, les Taeniopterygidae (27 %), les Limnephilidae (26 %) et les Leuctridae (19 %) dominent, en mars, ce sont les Chironomidae (25 %) et les Oligochètes (27 %) qui forment la majorité de la population, le reste étant principalement constitué de Simuliidae (15 %) et de Leuctridae (13 %). Rappelons que le

protocole de prélèvement appliqué à cette station sous évalue les Limnephilidae. Les Perlodidae, présents sur les stations amont, ont disparu. Les Heptageniidae sont rencontrés lors des deux campagnes.

La qualité est chaque fois **satisfaisante** avec une diversité de 15 et 13 en novembre et mars respectivement. En l'absence d'autre GI 9 que les Taeniopterygidae (*Rhabdiopteryx sp.*), le test de robustesse (recherche du second GI puis recalcule de la note avec celui-ci) a été appliqué. En novembre le GI 8 (45 Capniidae) donne une note de 12 (qualité toujours satisfaisante) ; en revanche en mars, le GI 7 (239 Leuctridae) affecte la note de 2 points, soit un IBGN de 11 (qualité moyenne).

En se plaçant dans les zones plus rapides, moins soumises au colmatage, il aurait été logique de trouver les taxons sensibles. La station subit donc des atteintes qui empêchent sa colonisation par ces espèces. Plusieurs explications peuvent être formulées. La première suspicion pointe la charge en MES (68 mg/l trouvés en novembre) qui provenait du rejet des eaux de lavage de la gravière Volken (voir mention sur station précédente de Salgesch). Cette situation dont la durée n'est pas connue affecte inévitablement la faune benthique. Mais la présence d'une population d'Heptageniidae, sensible à la charge minérale laisse penser que d'autres facteurs limitent le développement des plécoptères plus exigeants. La qualité des eaux pourrait être incriminée, bien qu'aucun résultat d'analyse ne prouve une quelconque dégradation. Les fortes variations hydrauliques (réduction des débits, déversements brusques en été) pourraient encore être une hypothèse.

- **RHO 80.5 - Chippis (RG)**

En novembre, les eaux sur cette station étaient légèrement turbides et dégageaient une odeur d'eaux usées en cours d'épuration. En mars, la rive gauche a été fortement déboisée (entretien du point de vue sécuritaire), comme le montre la Photo 22.



Photo 22: RHO 80.5, « Chippis (RG) » (mars 2008); les arbres viennent d'être coupés sur les 2/3 inférieurs de la berge.

Le peuplement benthique, représenté par un nombre d'individus assez élevé, est dominé par les Limnephilidae qui prolifèrent en mars (92 % de la population avec plus de 1'500 individus). Le reste du peuplement est composée principalement de Leuctridae (4 %) en novembre, de Chironomidae (16 %) et de Baeptidae (9 %) en mars. Les Heptageniidae sont surtout représentés en novembre.

En novembre, 4 familles de Plécoptères sont présentes dont 2 appartenant au GI 9 : deux Perlodidae (*Isoperla sp*) et 24 Taeniopterygidae (*Rhabdiopteryx sp.*) qui sont retenus pour le GI. La station contient 15 taxons et se classe en qualité **satisfaisante** avec une note IBGN de 13. En appliquant le test de robustesse

tesse, le GI est donné par les Capniidae, d'où une baisse de 1 point de l'IBGN, soit une note de 12 qui indique une qualité moyenne.

En mars, plusieurs taxons ne sont plus représentés (diversité de 11, la plus faible observée), dont les Perlodidae et les Capniidae qui étaient abondants en novembre. Le nombre de Taeniopterygidae ayant chuté à 1 unique individu, le GI 7 est donné par les Leuctridae. Avec une note de 10, la station se classe alors qualité **moyenne**.

Bien que de qualité satisfaisante en novembre, la station, au vue de sa composition faunistique et de la sous représentation des taxons sensibles, voire leur absence, possède une qualité globale moyenne. Les substrats y sont extrêmement colmatés, conséquence des conditions hydrauliques (écoulement très homogène et rapide), du faible apport en matériaux (déficit probable, le secteur semblant être en érosion) et d'une charge organique peut-être parfois supérieure à ce qu'indiquent les résultats d'analyses (odeurs d'eaux usées). Seules des investigations complémentaires pourraient mettre en évidence une éventuelle dégradation de la qualité des eaux (analyses plus périodiques, ou recherche dans les PGEE ou sur le terrain de mauvais raccordements, sachant que la Navisence peut être aussi à l'origine de ce problème).

La station est incluse dans le tronçon qui fera l'objet de la mesure prioritaire de Chippis pour la 3^{ème} correction du Rhône. Les résultats acquis en 2007-2008 constituent l'état initial avant travaux et pourront être comparés à ceux qui seront effectués ultérieurement pour le contrôle d'efficacité (voir PA-R3).

La méthode du MacroIndex a été appliquée à cette station en mars. Les résultats et leur interprétation se trouvent au chapitre 6.4.

Cf macroindex mars 2008

<i>Nemouridae</i> :	1 genre	<i>Protonemoura</i> sp. (7)
<i>Heptageniidae</i> :	1 genre	<i>Rhithrogena</i> sp. (44)

• RHO 78.7 - Noës (RD)

Dominé par les Limnephilidae, le peuplement se compose secondairement de taxons ubiquistes : de Baetidae (15 % en novembre et 13 % en mars) et Chironomidae (16 % en novembre et 8 % en mars). Les Heptageniidae sont surtout représentés en novembre.

Sur les deux campagnes, les Plécoptères ne sont représentés que par 2 familles dont les Taeniopterygidae (*Rhabdiopteryx* sp.), appartenant au GI 9 et qui permettent à la station de se classer en qualité **moyenne** (IBGN de 12) en novembre avec une diversité de 11 (comme pour la station précédente, c'est la diversité la plus faible observée), et en qualité **satisfaisante** (IBGN de 13) en mars avec une diversité de 13. En l'absence des taxons les plus sensibles de ce GI, le test de robustesse a été appliqué à la station. Avec une baisse systématique de 2 points, celui-ci donne respectivement un IBGN de 10 en novembre et de 11 en mars. La qualité de la station est alors **moyenne** sur les deux campagnes.

Tout comme la station de Chippis en amont, bien que montrant ponctuellement une qualité satisfaisante en mars, celle de Noës possède une qualité globale moyenne. Les substrats y sont moins colmatés, mais un développement plus conséquent d'algues filamenteuses a été observé. Outre les mauvaises conditions physiques du milieu (écoulement homogène et rapide contraint par les dépôts entre les épis, faible apport en matériaux), une dégradation de la qualité des eaux déjà suspectée en amont est probable.

Cette station, très similaire à la précédente du point de vue faunistique, servira de référence témoin pour juger le l'efficacité des mesures d'aménagement sur le tronçon de la mesure prioritaire. Il pourra ainsi en être déduit si l'amélioration attendue après les travaux d'élargissement est due seulement aux conditions de restauration d'une dynamique plus naturelle, ou si d'autres paramètres interviennent (amélioration par exemple de la qualité des eaux, qui permettrait de retrouver des taxons plus exigeants également sur cette station en aval).

• RHO 75.1 - Granges (RG)

La composition du peuplement est assez similaire pour les deux campagnes avec les Limnephilidae qui forment la majorité du benthos (45 % en décembre, 57 % en mars), le reste étant principalement constitué de Baetidae (21 % en décembre, 19 % en mars). En mars, la proportion de Chironomidae diminue fortement (9 %) alors qu'elle était assez élevée en décembre (18 %).

En décembre, la station est bien représentée en nombre d'individus, alors que l'abondance chute en mars, dû principalement à la diminution des Leuctridae, Chironomidae et Simuliidae.

En décembre, la diversité taxonomique assez bonne (14 taxons recensés), mais moins élevée en mars (12 taxons recensés). Le GI 9 constitue moins de 1 % du peuplement, donné uniquement par les Taeniopterygidae en décembre, et les Perlodidae en mars (1 seul individu). La qualité de la station est jugée **satisfaisante** en décembre, mais le test de robustesse ramène au GI 7 (Leuctridae) et donne un IBGN de 11 qui correspond à une qualité **moyenne**. La qualité de la station est également **moyenne** en mars, avec une note de 10, sachant que c'est la famille des Leuctridae qui est retenue en tant que taxon indicateur.

Outre les fonds très colmatés qui limitent fortement la colonisation de la faune benthique, en partie liée à l'endiguement du fleuve, d'autres perturbations, en premier lieu l'impact du rejet de la STEP de Sierre/Noës, expliquent cette moindre qualité. Les résultats physico-chimiques montrent des dépassements pour le NH_4^+ en décembre et mars, avec des concentrations supérieures aux exigences légales. Des tâches de sulfures de fer ont d'ailleurs été observées sous les pierres.

- **RHO 72.9 – Poutafontana (RG)**

Signalons en mars la présence d'organismes hétérotrophes (voir Photo 23 et paragraphe 5.5), ainsi que des flocons de lessive. La station est située à quelques centaines de mètres du rejet de la STEP de Sierre/Granges.



Photo 23: RHO 79.2, « Poutafontana (RG) » (mars 2009); présence d'organismes hétérotrophes.

La composition du peuplement benthique est identique pour les deux campagnes, peuplement dominé par les oligochètes (45 % en décembre, 53 % en mars avec prolifération du nombre d'individus). Il est constitué secondairement de Limnephilidae (27 % en décembre et 24 % en mars).

La diversité taxonomique est bonne en décembre avec 17 taxons recensés, mais chute à 12 en mars. Les taxons présents comprennent des familles plus sensibles vis-à-vis de la qualité du milieu, tels que Perlodidae, Taeniopterygidae et Capniidae, mais ne sont toutefois représentés que par quelques individus. Les Capniidae et les Nemouridae trouvés en décembre disparaissent en mars. On recense par contre 1 Perlidae. La qualité de la station pour les deux campagnes est donc **moyenne** (note de 12).

Également extrêmement colmatés comme sur la station amont, les substrats n'offrent pas les conditions favorables à l'installation de la faune benthique. L'impact de la STEP de Sierre/Noës se ressent encore probablement et s'additionne à celui de la STEP de Sierre/Granges (en décembre concentration en MES de 61 mg/l et dépassement pour le NH_4^+).

- **RHO 66.0 – Sion Vissigen (RG)**

Signalons que le secteur prélevé, dans le périmètre d'un ancien épi, présente une hauteur d'eau moins élevée que celle rencontrés sur toutes les autres stations. Relevons la présence d'algues vertes. Les fonds étaient légèrement ensablés, colmatés localement.

Le peuplement benthique, représenté par un nombre d'individus assez élevé, est dominé par les Limnephilidae (47 %). En mars, le nombre d'individus diminue fortement pour passer à un peuplement dominé par les Chironomidae (33 %). Celui-ci est constitué aussi de Baetidae (16 % en décembre, 33 % en mars), et de Leuctridae (14 % en décembre). Les Capniidae trouvés en décembre disparaissent en mars.

La diversité taxonomique est bonne en décembre, avec 20 taxons recensés. Elle diminue et passe à 14 taxons en mars. Les Chloroperlidae et Perlidae sont absents. Le GI 9 est composé de Taeniopterygidae et de Perlodidae, constituant moins de 5 % du peuplement. La famille des Perlodidae est toujours retenue en tant que taxon indicateur (GI 9). Elle permet à la station d'obtenir une note de 14 en décembre et 13 en mars, soit une qualité **satisfaisante** pour les deux campagnes.

Cette station, plus éloignée des sources de rejets polluants des 2 STEP amont, retrouve une qualité satisfaisante, sans doute favorisées par des substrats plus biogènes et peut-être plus régulièrement renouvelés (Rhône légèrement plus large avec dépôts de bancs de galets).

La méthode du MacroIndex a été appliquée à cette station en décembre. Les résultats et leur interprétation se trouvent au chapitre 6.4. La note attribuée par le MacroIndex surestime la qualité de la station jugée « très bonne », alors que l'IBGN la considère satisfaisante, ce qui semble plus pertinent en regard des atteintes morphologiques.

Cf macroindex décembre 2008

Capniidae :	1 genre	Capnia (3)
Perlodidae :	1 genre	Isoperla sp. (6)
Nemouridae :	1 genre	Nemoura sp. (1 seul)
Taeniopterygidae :	1 genre	Rhabdiopteryx (10)
Heptageniidae :	1 genre	Ecdyonurus sp. (1 seul)

- **RHO 60.8 – Les Iles (RD)**

Relevons ici aussi la présence de substrats très colmatés.

Le peuplement benthique est assez similaire entre les deux campagnes, présentant un nombre d'individus élevé, dominé par les Limnephilidae qui prolifèrent (67 % en décembre, 77 % en mars), puis secondairement constitué de Baetidae (respectivement 11 % et 10 %).

La diversité taxonomique est assez bonne en décembre avec 15 taxons recensés, alors qu'en mars, elle est moyenne (11 taxons, diversité la plus faible observée comme sur les stations 80.5 et 78.7). En décembre, la famille des Perlodidae (3 individus) est retenue en tant que taxon indicateur (GI 9). Il permet à la station d'obtenir une note de 13, soit une qualité **satisfaisante** (selon norme de base). En mars, la famille des Taeniopterygidae devient taxon indicateur (GI 9) et donne à la station une note de 12, soit une qualité **moyenne**. Le test de robustesse ramène au GI 7 (Leuctridae) et attribue un IBGN de 10 qui correspond aussi à une qualité **moyenne**.

Les Chloroperlidae et Perlidae sont absents des deux campagnes. Le GI 9 constitue moins de 1 % du peuplement, donné uniquement par les Perlodidae et les Taeniopterygidae.

Cette station subit des atteintes qui ne lui permettent pas de conserver une qualité satisfaisante constante sur l'ensemble de l'année. Plusieurs perturbations peuvent être à l'origine de cela : l'impact des rejets de la STEP de Sion/Chandoline, les effets des extractions de graviers (gravière Luginbühl) ou du marnage plus important avec la restitution de Chandoline.

- **RHO 56.8 – Aval Morges et Lizerne (RD)**

Les substrats sont moyennement diversifiés. Les fonds ne sont pas particulièrement colmatés, mais ils sont par contre ensablés et ponctuellement recouverts par des dépôts de limons.

Le peuplement benthique, représenté par un nombre élevé d'individus, est dominé par les Limnephilidae (68 % en décembre, 51 % en mars) qui prolifèrent sur les deux campagnes, puis secondairement constitué d'Oligochètes (17 %) en décembre, ou de Leuctridae (22 %) en mars.

En décembre, la diversité taxonomique est bonne avec 20 taxons recensés. En l'absence d'un nombre suffisant d'individus pour retenir une famille du GI 9 (Perlodidae 2 individus, Taeniopterygidae 1 individu, Capniidae 2 individus), ce sont les Leuctridae qui donnent le taxon indicateur (GI 7). La station obtient une note IBGN de 12, soit une qualité **moyenne**.

En mars, la diversité taxonomique est assez bonne avec 16 taxons recensés. La famille des Perlodidae (3 individus) est retenue en tant que taxon indicateur (GI 9) et permet à la station d'obtenir une note de 13, soit une qualité **satisfaisante**. Cependant, le GI 9 constitue moins de 1 % du peuplement, donné uniquement par les Perlodidae et les Taeniopterygidae. Les Capniidae trouvés en décembre disparaissent en mars.

La qualité satisfaisante de la station est donc précaire, car repose en mars sur le nombre minimal d'individus requis pour retenir le GI 9. Les conditions du milieu et les diverses atteintes (endiguement du Rhône, rejets de STEP (Sion/Chandoline, Sion/Châteauneuf, Vétroz) rendent difficile la colonisation par les taxons les plus sensibles. La qualité générale est donc jugée moyenne.

- **RHO 55.2 – Chamoson, amont GD (RG)**

Le déversement intermittent de la STEP de Nendaz/Bieudron rend l'eau légèrement trouble et une très légère odeur de STEP a été relevée lors des différentes campagnes. Les substrats sont moyennement diversifiés et très colmatés avec de forts dépôts de limons.

Le peuplement benthique présente un nombre très élevé d'individus principalement constitué d'Oligochètes (67 % en décembre, 39 % en mars), puis secondairement en décembre de Limnephilidae (18 %) ou en mars de Leuctridae (19 %). En décembre, Oligochètes et les Limnephilidae prolifèrent sur la station avec respectivement plus de 5'000 et 1'300 individus recensés.

La diversité taxonomique est très bonne en décembre, avec 21 taxons recensés, ce qui représente la diversité la plus élevée observée sur l'ensemble des campagnes 2007-2009. Les taxons présents sont observés sur une ou plusieurs autres des stations, excepté les Lymnaeidae. En mars, la diversité est moins élevée mais reste assez bonne (15 taxons).

En décembre, on note la présence d'une famille sensible à la qualité du milieu : les Capniidae (avec cependant seulement 3 individus), qui est retenue en tant que taxon indicateur (GI 8). Elle permet à la station d'obtenir une note de 14, soit une qualité **satisfaisante**. De même, elle est aussi **satisfaisante** en mars (note de 13), avec pour taxon indicateur les Taeniopterygidae (GI 9). Toutefois, le test de robustesse ramène au GI 7 (Leuctridae) et donne un IBGN de 11, ce qui correspond à une qualité moyenne.

Les Chloroperlidae et Perlidae sont absents des deux campagnes. Le GI 9 constitue 1 % du peuplement, donné uniquement par les Perlodidae et les Taeniopterygidae. La prolifération d'Oligochètes traduit l'impact d'un apport de matière organique générée par le rejet de la STEP de Nendaz/Bieudron. Les résultats des analyses physico-chimiques montrent d'ailleurs en décembre 2008 une concentration en NH_4^+ élevé, qui classe les eaux en qualité médiocre vis-à-vis de ce paramètre.

- **RHO 51.1 – Leytron (RG)**

Les prélèvements effectués en décembre 2008 (et ce pour toutes les stations en aval qui vont suivre) ont été effectués dans la bande soumise au marnage. La turbidité était d'ailleurs très forte (les fonds n'étaient pas visibles) avec une couleur de l'eau bleue-grise laiteuse, typique des eaux de restitution de Grande Dixence. Les résultats obtenus pour cette campagne ne sont donc pas représentatifs et de ce fait ne sont pas interprétés.

Les substrats prélevés sont moyennement diversifiés, légèrement colmatés, très ensablés (sables et limons).

En mars, le peuplement benthique présente un nombre d'individus modéré, dominé par les Limnephilidae (39 %), et les Leuctridae (19 %).

La diversité taxonomique est bonne avec 18 taxons recensés. La famille des Taeniopterygidae est retenue en tant que taxon indicateur (GI 9) et permet à la station d'obtenir une note de 14, soit une qualité **satisfaisante**. Cependant, en appliquant le test de robustesse, les Leuctridae ramènent au GI 7 et donnent un IBGN de 12 qui correspond à une qualité moyenne.

Les Chloroperlidae et Perlidae sont absents. Le GI 9 constitue moins de 1 % du peuplement, donné uniquement par les Perlodidae et les Taeniopterygidae.

La qualité de la station est donc affectée par différentes atteintes : rejets de STEP, restitutions hydroélectriques, gravières.

- **RHO 46.6 – Saxon (RG)**

Les résultats obtenus en décembre ne sont pas interprétés.

Les substrats prélevés sont moyennement diversifiés, moyennement colmatés (essentiellement pris dans le limon) et ensablés.

Le peuplement benthique présente un nombre d'individus modéré, dominé par les Oligochètes (43 %), puis constitué secondairement par les Chironomidae (21 %).

La diversité taxonomique est assez bonne avec 16 taxons recensés. La famille des Leuctridae est retenue en tant que taxon indicateur (GI 7) et permet à la station d'obtenir une note de 11, soit une qualité **moyenne**.

Les Chloroperlidae, Perlidae et Perlodidae sont absents. Le GI 9 constitue moins de 1 % du peuplement, donné uniquement par les Taeniopterygidae.

La présence d'Oligochètes et de chironomes en nombre élevé traduit une charge organique élevée, résultant du cumul des différents rejets de STEP (Nendaz/Bieudron, Riddes, Chamoson, Saillon, Leytron).

- **RHO 45.2 – Fully (RD)**

Les résultats obtenus en décembre ne sont pas interprétés.

Les substrats sont moyennement diversifiés, moyennement colmatés (essentiellement pris dans le limon), et ensablés.

Tout comme la station précédente, le peuplement benthique présente un nombre d'individus bien représenté dominé par les Oligochètes (56 %), puis secondairement par les Chironomidae (20 %). La diversité taxonomique est assez bonne avec 15 taxons recensés, mais 6 présentent moins de 3 individus. La famille des Leuctridae est retenue en tant que taxon indicateur (GI 7) et permet à la station d'obtenir une note de 11, soit une qualité **moyenne** (selon norme de base).

Les Chloroperlidae, Perlidae sont absents. Le GI 9 constitue un peu moins de 1 % du peuplement, donné uniquement par les Taeniopterygidae (un seul individu) et les Perlodidae (un seul individu).

Tout comme la station en amont (très proche, puisque distante de 1.4 km, donc des conditions très similaires), la présence d'Oligochètes et de chironomes en nombre élevé traduit une charge organique élevée, résultant du cumul des différents rejets de STEP (Nendaz/Bieudron, Riddes, Chamoson, Saillon, Leytron).

La méthode du MacroIndex a été appliquée à cette station en décembre. Les résultats et leur interprétation se trouvent au chapitre 6.4. La note attribuée par le MacroIndex surestime la qualité de la station, sachant que les résultats IBGN montrent que le prélèvement a malheureusement été effectué dans la bande soumise au marnage, donc très peu colonisée. D'ailleurs, aucun taxon appartenant aux groupes les plus (Perlodidae, Nemouridae, Capniidae, Heptageniidae ou Taeniopterygidae).

- **RHO 38.1 – Coude de Martigny (RD)**

Les substrats sont moyennement diversifiés, moyennement colmatés (essentiellement pris dans le limon), et ensablés.

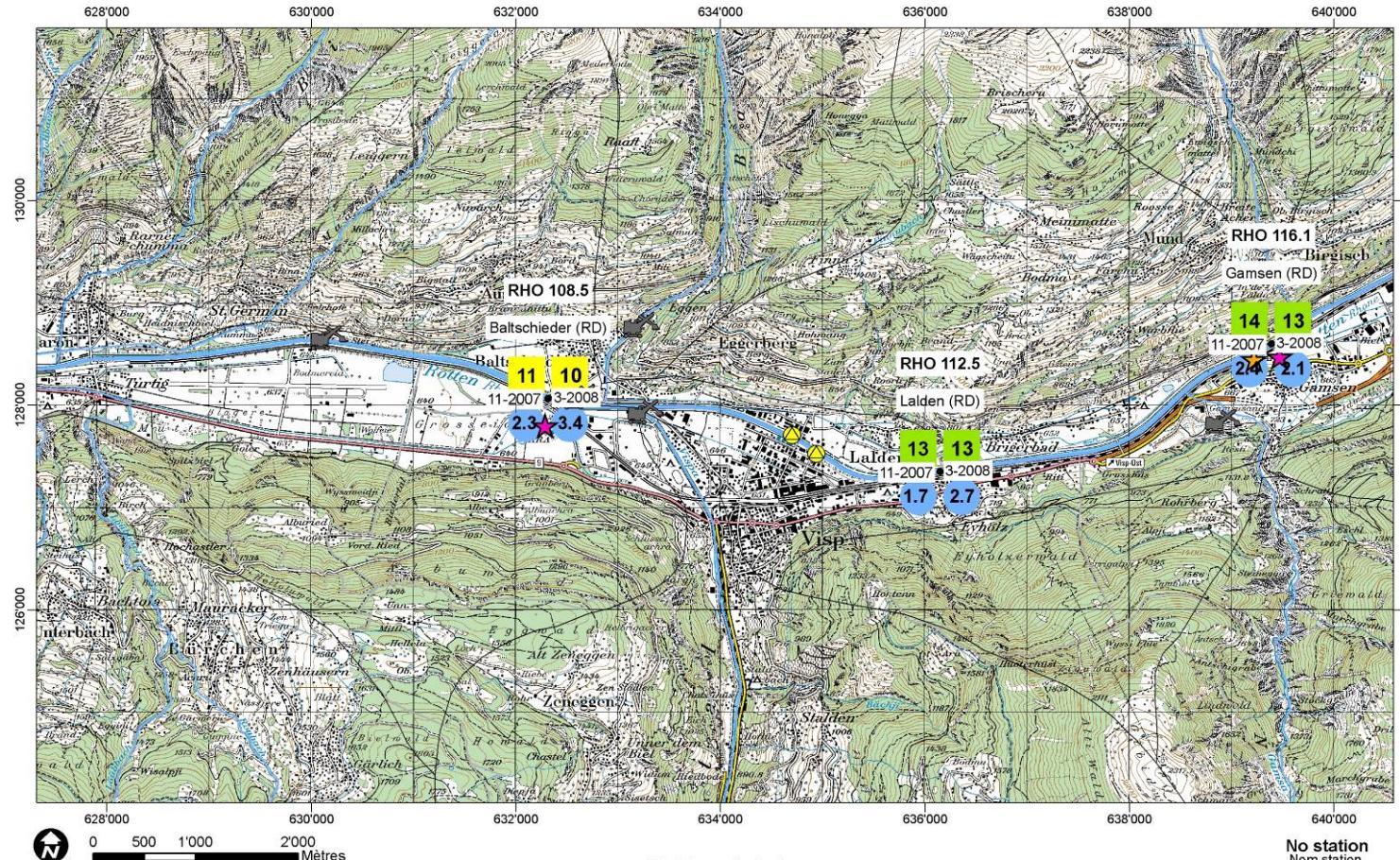
Le peuplement benthique présente un nombre d'individus modéré, dominé par les Chironomidae (38 %), puis constitué secondairement de Baetidae (18 %) et Limnephilidae (16 %).

La diversité taxonomique est assez bonne avec 13 taxons recensés. La famille des Taeniopterygidae est retenue en tant que taxon indicateur (GI 9) et permet à la station d'obtenir une note de 13, soit une qualité **satisfaisante**. Le test de robustesse (élimination du GI 9 et nouveau calcul IBGN) ramène au GI 7 avec les Leuctridae et donne un IBGN de 11 qui correspond à une qualité moyenne.

Les Chloroperlidae et Perlidae sont absents. Le GI 9 constitue environ 5 % du peuplement, donné par les Taeniopterygidae et Perlodidae.

La qualité de la station s'améliore donc par rapport aux 2 stations amont, mais les conditions du milieu ne sont pas encore suffisamment bonnes pour assurer une colonisation par les familles les plus sensibles à la qualité du milieu.

Le Rhône (no Gewiss: 95)
Etat au 01.08.2008



Gamsen - Baltschieder (RHO 116.1 à 108.5)

ANALYSES IBGN et DI-CH

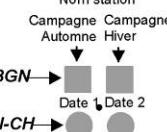
Figure 13 : Résultats des analyses IBGN et DI-CH de novembre 2007 et mars 2008 de Gamsen à Baltschieder. Plan 1.

Atteintes principales

- ★ STEP rejets
- ★ Rejet: arrivée au Rhône
- ★ gravières

- Captages / Barrages
- Restitutions
- Prélevements industriels

No station
Nom station



Système de classification

	Bon	Satisfaisant	Moyen	Médiocre	Mauvais
IBGN (norme AFNOR):	> 17	16 - 13	12 - 9	8 - 5	<= 4
DI-CH:	1.00 - 3.49	3.50 - 4.49	4.50 - 5.49	5.50 - 6.49	6.50 - 8.00

Le Rhône (no Gewiss: 95)

Etat au 01.08.2008

Gampel - Susten (RHO 99.7 à 92.0)

ANALYSES IBGN et DI-CH

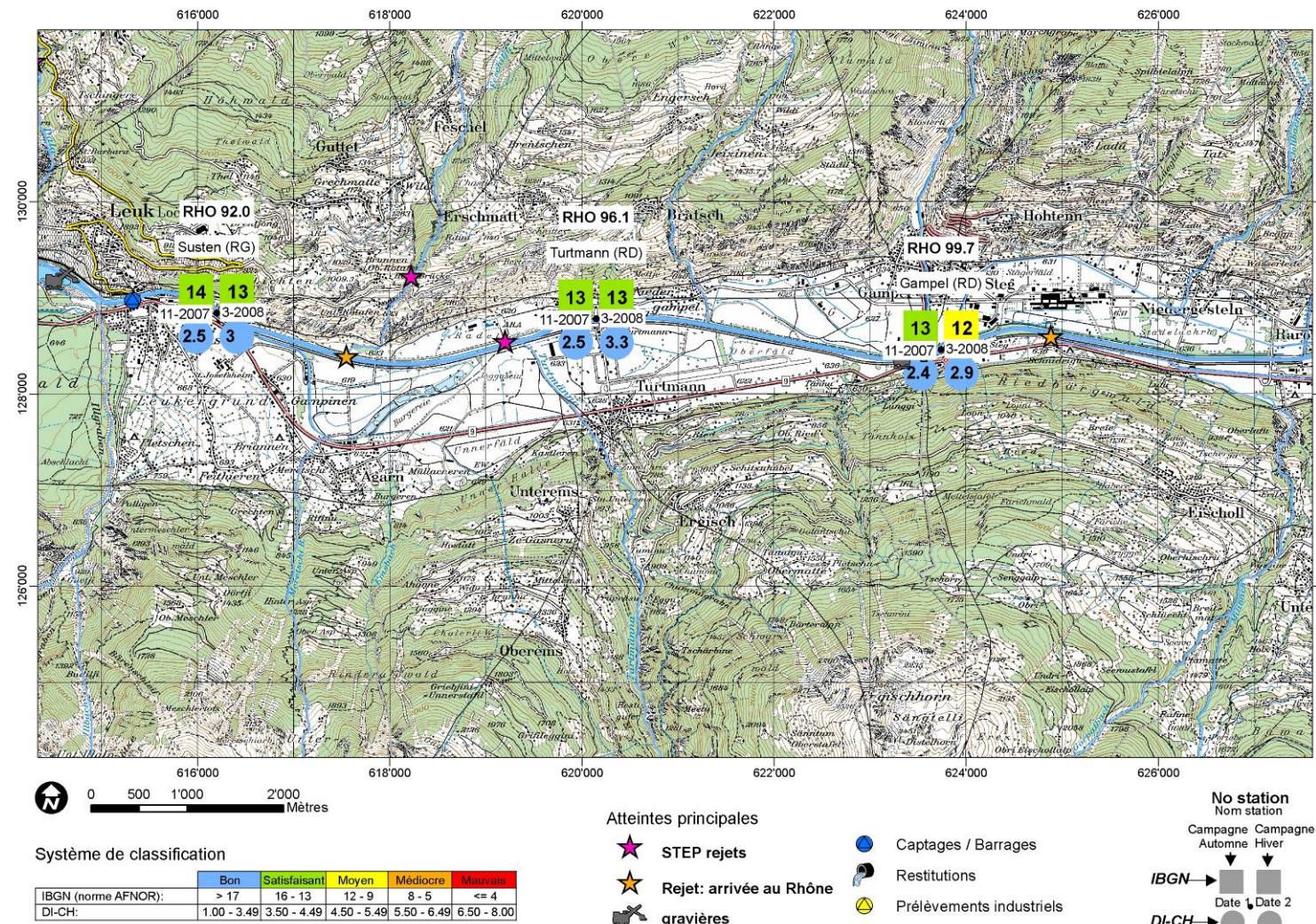


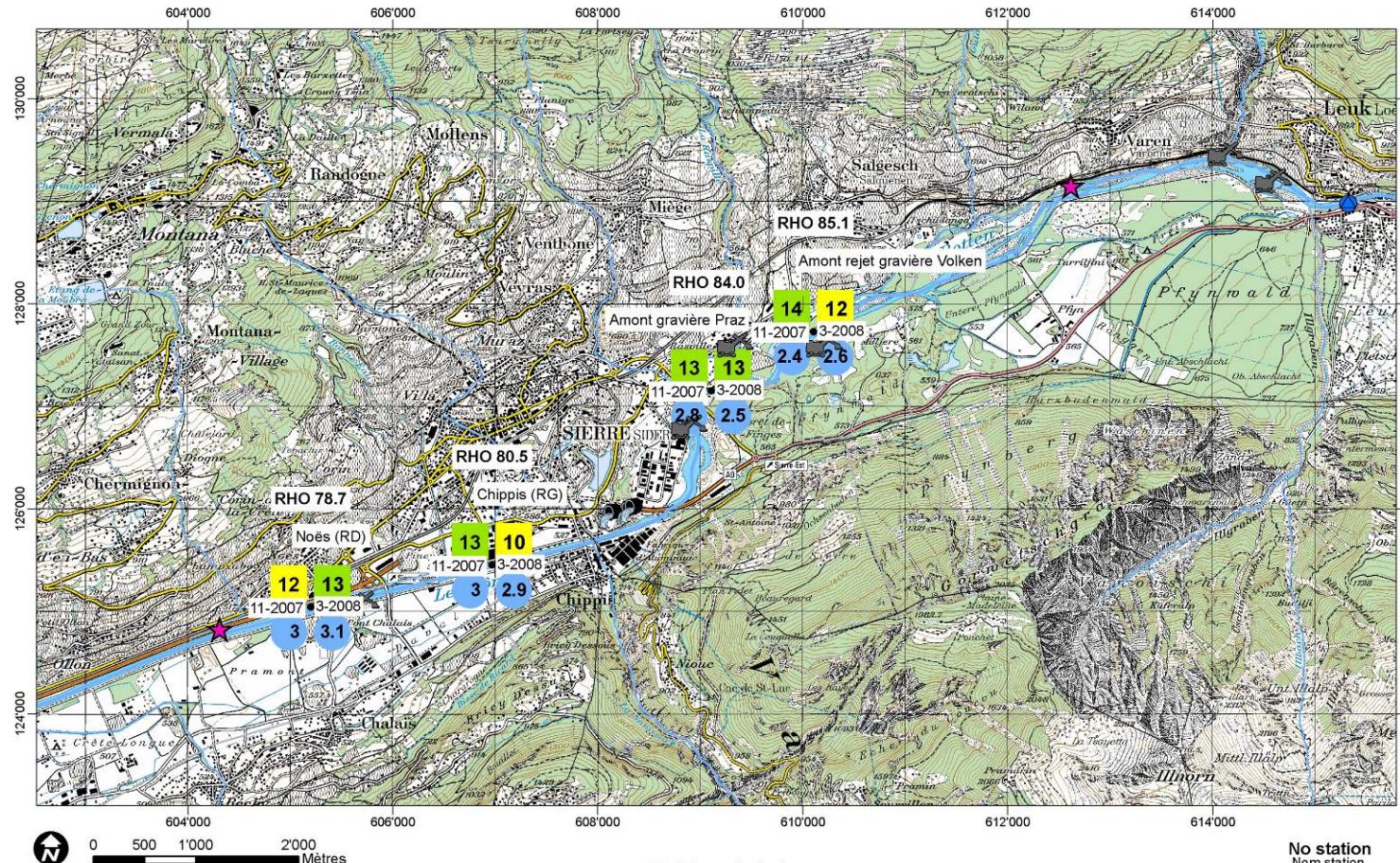
Figure 14 : Résultats des analyses IBGN et DI-CH de novembre 2007 et mars 2008 de Gampel à Susten. Plan 2.

Le Rhône (no Gewiss: 95)

Etat au 01.08.2008

Salgesch - Noës (RHO 85.1 à RHO 78.7)

ANALYSES IBGN et DI-CH



Système de classification

	Bon	Satisfaisant	Moyen	Médiocre	Mauvais
IBGN (norme AFNOR):	> 17	16 - 13	12 - 9	8 - 5	<= 4
DI-CH:	1.00 - 3.49	3.50 - 4.49	4.50 - 5.49	5.50 - 6.49	6.50 - 8.00

Atteintes principales

- ★ STEP rejets
- ★ Rejet: arrivée au Rhône
- ★ gravières

- Captages / Barrages
- Restitutions
- Prélèvements industriels

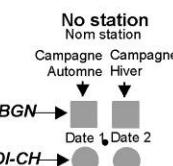


Figure 15 : Résultats des analyses IBGN et DI-CH de novembre 2007 et mars 2008 de Salgesch à Noës. Plan 3.

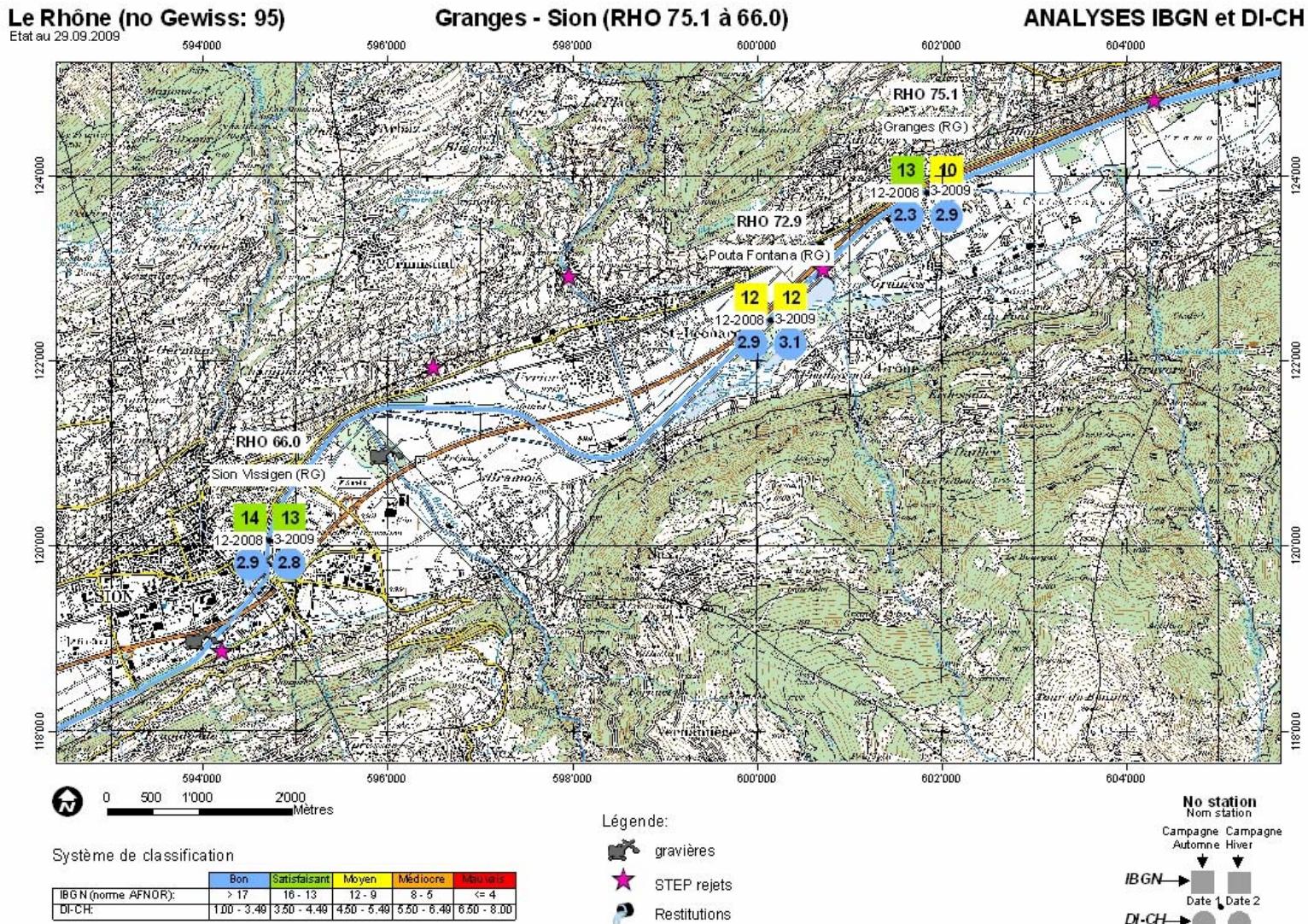


Figure 16 : Résultats des analyses IBGN et DI-CH de décembre 2008 et mars 2009 de Granges à Vissigen. Plan 4.

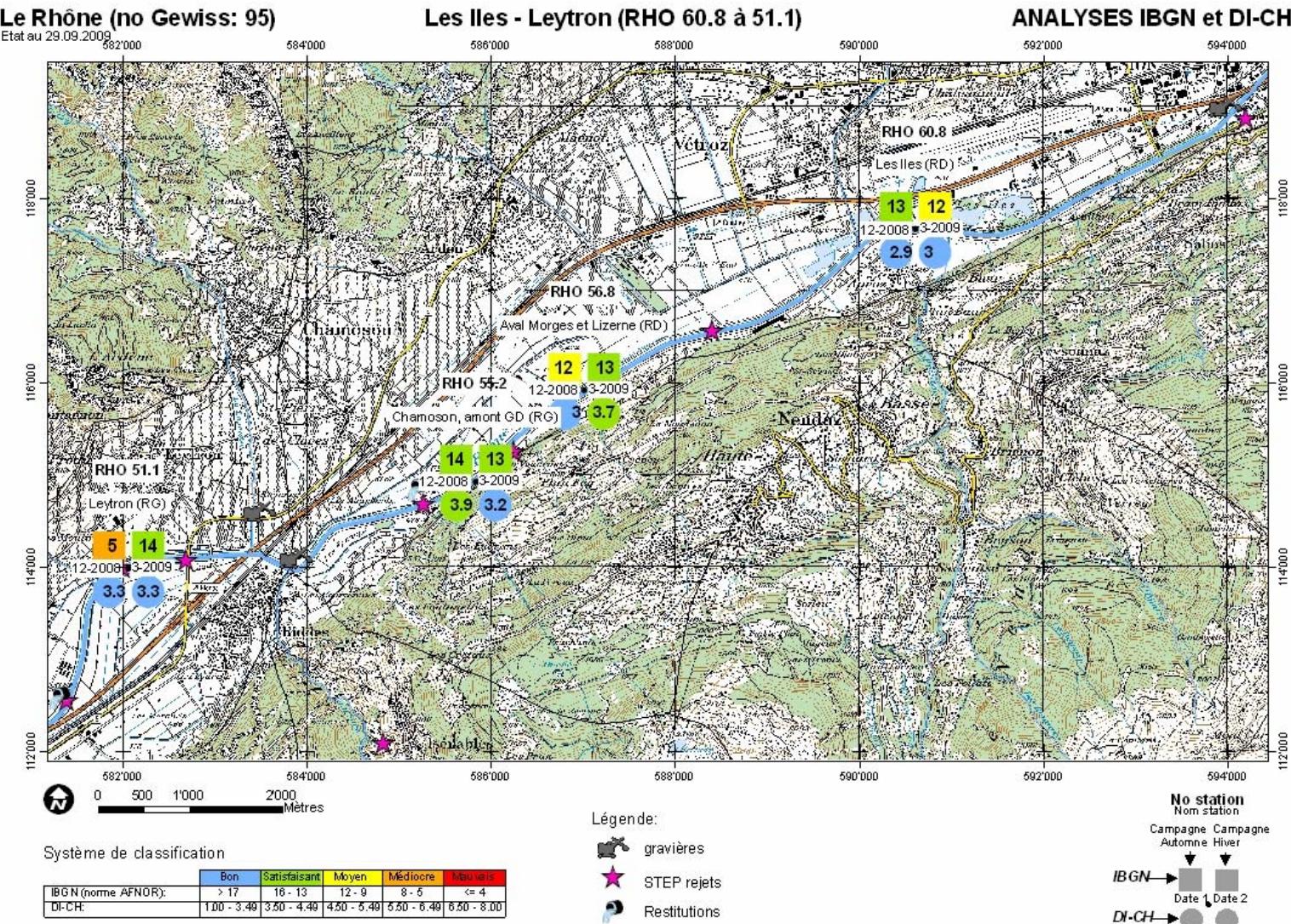


Figure 17 : Résultats des analyses IBGN et DI-CH de décembre 2008 et mars 2009 des îles à Leytron. Plan 5.

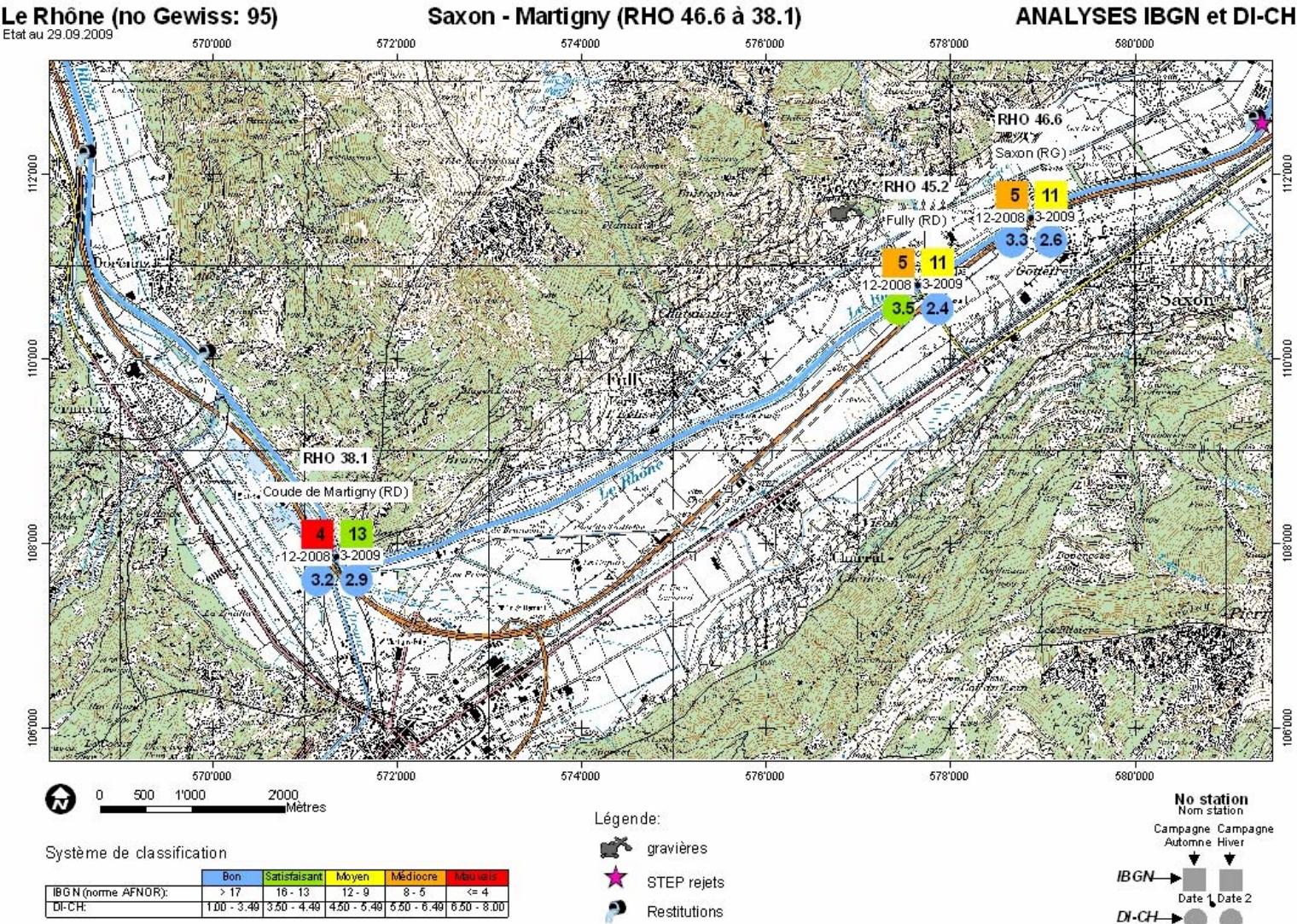


Figure 18 : Résultats des analyses IBGN et DI-CH de décembre 2008 et mars 2009 de Saxon à Martigny. Plan 6.

6.6. Conclusion

Le Rhône entre Gamsen et Martigny (sans tenir compte des 4 stations aval échantillonnées en décembre 2008) montre une qualité globalement satisfaisante, avec 23 résultats sur 36, soit plus de 60 % dans cette classe de qualité (dont 14 prélèvements sur 20 soit 70 % pour le lot 1 et 9 prélèvements sur 16 soit 56 % pour le lot 2). Toutefois en plusieurs endroits cette qualité semble surestimée, puisque les taxons les plus exigeants manquent ou sont sous représentés. Il s'agit parmi les stations qui montrent une qualité satisfaisante lors des 2 campagnes de celle de Turtmann (RHO 96.1), mais cette situation s'observe aussi pour 1 des 2 campagnes à Susten (RHO 92.0), Sierre amont (RHO 84.0), Chamoson (RHO 55.2). Plusieurs stations subissent une dégradation de leur qualité lors d'un des campagnes, celle de Baltschieder en mars 2008 (RHO 108.5) sachant que sa qualité est déjà jugée moyenne en novembre, celle des Iles (RHO 60.8), ainsi que celle en Aval Morges et Lizerne (RHO 56.8), d'où la supposition d'atteintes chroniques. Les résultats donnés par la faune benthique permettent de classer les stations comme suit :

- Les meilleures stations sont celles de Lalden (RHO 112.5) qui semble être la plus stable, de Gamsen (RHO 116.1) qui pourrait subir quelques atteintes, sachant qu'elle dispose d'un grand potentiel, et de Vissigen, sans doute à la faveur d'une meilleure qualité des substrats ;
- Vient la station de Susten (RHO 92.0), qui présente ponctuellement une bonne qualité (bien que dans la zone d'influence de la retenue de Susten), mais qui subit quelques dégradations ;
- Puis les stations de Chamoson (RHO 55.2) toujours en qualité satisfaisante (Capniidae ou Taeniopterygidae) mais qui accuse une prolifération d'Oligochètes traduisant l'impact du rejet de la STEP de Nendaz/Bieudron, de Gampel (RHO 99.7) qui subit l'atteinte qu'enregistre en mars la station de Baltschieder (eaux de lavage de mauvaise qualité de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder), des Iles (RHO 60.8) et Aval Morges et Lizerne (RHO 56.8) ;
- Deux stations, d'apparente qualité satisfaisante, se classent en qualité moyenne après application du test de robustesse (GI donné par les Taeniopterygidae) ; celle de Turtmann (RHO 96.1) dont l'origine de la baisse de qualité serait imputable aux rejets de la STEP de Visp/Ionza, non mesurable sur la station amont, car ils arrivent au Rhône en rive gauche via le Grossgrundkanal, ainsi qu'à la morphologie du Rhône, les substrats de ce tronçon en épis étant très colmatés ; également Sierre amont (RHO 84.0) qui subit sans doute un cumul d'atteintes (variation des débits, moindre qualité des eaux avec apport de MES par les eaux de lavage de la gravière Volken, sachant que la charge solide est naturellement élevée lorsque l'Illgraben génère des laves torrentielles) ;
- La station de Salgesch (RHO 85.1), dont les résultats sont décevants (qualité moyenne), dans la mesure où la dynamique naturelle du Rhône est plus faiblement contrainte ; perturbations du régime hydrologique, apports d'eau de moins bonne qualité, charge élevée en MES d'origine naturelle (Illgraben) ou anthropique (exploitation des matériaux, vidange du barrage en février 2008, passage à gué des camions) sont autant de paramètres qui peuvent périrer le milieu ;
- Les 3 stations entre Sierre et Granges (Chippis - RHO 80.5, Noës - RHO 78.7 et Granges - RHO 75.1) dont la qualité moyenne résulte aussi sans doute d'un effet cumulatif : conditions d'écoulement très homogènes, réduction du charriage (et donc du renouvellement des substrats), altération de la qualité des eaux par les rejets de STEP en particulier ;
- La station de Poutafontana (RHO 72.9) toujours en qualité moyenne sur laquelle semble se marquer de manière plus importante l'effet du rejet de la STEP de Sierre/Noës, ou parce qu'il se cumule à celui de la STEP de Granges ;
- Enfin, la plus forte dégradation est enregistrée à Baltschieder ; la campagne de novembre montre une atteinte chronique qui a été bien mise en évidence en mars (apport de MES par les eaux de lavage de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder) ;

Les 4 stations aval, qui ne possèdent qu'un seul résultat interprétable, se classent globalement en qualité satisfaisante à moyenne, les moins bonnes qualités étant observées à Saxon (RHO 46.6) et Fully (RHO 45.2). Les proliférations d'Oligochètes et Chironomes traduisent une charge élevée en matière organique sans doute en grande partie due à la STEP de Nendaz/Bieudron.

De manière générale les qualités diminuent systématiquement en mars (sauf sur la station de Noës et Aval Morges et Lizerne), soit par baisse de la diversité, soit par perte de taxons sensibles. Notons que les

Capniidae sont presque toujours absents en mars. Autre grand trait du peuplement rhodanien valaisan : le peuplement est très fortement dominé par les Limnephilidae qui prolifèrent à de nombreuses reprises.

7. CONFRONTATION DE L'ENSEMBLE DES RESULTATS

Les Tableau 30 et Tableau 31 synthétisent l'ensemble des résultats obtenus à l'aide des différentes méthodes d'investigation, en retenant pour la physico-chimie et la bactériologie les paramètres déclassant. Le but consiste à ne mettre en évidence que les éventuelles dégradations d'origine anthropique de la qualité physico-chimiques des eaux. Pour cette raison, les dépassements de Pttotal enregistrés en août 2007 dus aux MES ne sont pas mentionnés (quasi absence de l'exploitation de graviers en hautes eaux).

Période / station	Physico-chimie (param. déclassant NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ et PO ₄ ³⁻)	Bactériologie (param. déclassant : germes tot., Entéro-coques ou <i>E. coli</i>)	Diatomées trophie	Diatomées saprobie	Note IBGN (qualité selon norme)
Août 2007					
RHO 116.1 - Gamsen (RD)	blue	yellow	-	-	-
RHO 112.5 - Lalden (RD)	blue	yellow	-	-	-
RHO 108.5 - Baltschieder (RD)	blue	yellow	-	-	-
RHO 99.2 - Gampel-Steg	blue	yellow	-	-	-
RHO 96.1 - Turtmann (RD)	blue	orange	-	-	-
RHO 92.0 - Susten (RG)	blue	orange	-	-	-
RHO 88.7 - Amont STEP Varen	blue	yellow	-	-	-
RHO 84.0 - Sierre, amont gravière	blue	yellow	-	-	-
RHO 80.5 - Chippis (RG)	blue	orange	-	-	-
RHO 78.7 - Noës (RG)	blue	orange	-	-	-
Novembre 2007					
RHO 116.1 - Gamsen (RD)	blue	yellow	1.5	II	14
RHO 112.5 - Lalden (RD)	blue	yellow	1.3	(I)-II	13
RHO 108.5 - Baltschieder (RD)	blue	yellow	1.6	II	11
RHO 99.7 - Gampel (RD)	blue	yellow	1.6	II	13
RHO 96.1 - Turtmann (RD)	blue	yellow	1.7	II	13
RHO 92.0 - Susten (RG)	blue	yellow	1.8	II	14
RHO 85.1 - Salgesch, amont gravière	blue	green	1.6	II	14
RHO 84.0 - Sierre, amont gravière	blue	green	1.7	II	13
RHO 80.5 - Chippis (RG)	blue	green	2.3	II	13
RHO 78.7 - Noës (RG)	blue	yellow	2.1	II	12
Mars 2008					
RHO 116.1 - Gamsen (RD)	green	blue	1.7	II	13
RHO 112.5 - Lalden (RD)	green	blue	2.0	II	13
RHO 108.5 - Baltschieder (RD)	green	blue	2.2	II-(III)	10
RHO 99.7 - Gampel (RD)	red	red	NO ₂ ⁻ : 0.12 mg/l	II	12
RHO 96.1 - Turtmann (RD)	green	blue	2.1	II	13
RHO 92.0 - Susten (RG)	green	blue	2.0	II	13
RHO 85.1 - Salgesch, amont gravière	blue	blue	1.7	II	12
RHO 84.0 - Sierre, amont gravière	blue	blue	1.8	II	13
RHO 80.5 - Chippis (RG)	green	blue	2.2	II	10
RHO 78.7 - Noës (RG)	green	blue	2.0	II	13

Légende :



bon
moyen
mauvais



satisfaisant
médiocre
- prélevement non effectué

Tableau 30 : Confrontation des différents résultats obtenus sur le Rhône en 2007-2008.

L'ensemble des résultats obtenus par les différentes approches (physico-chimie, bactériologie, diatomées et faune benthique) concordent assez bien. En août et novembre 2007, la qualité des eaux est bonne, bien que des contaminations bactériologiques s'observent sur presque toutes les stations (période de précipitation). Le niveau trophique donné par les diatomées confirme le bon état général, sauf sur la station de Chippis. Le niveau saprobique indique quant à lui une qualité satisfaisante, qui concorde avec les résultats IBGN. En mars 2008, physico-chimie, bactériologie, niveaux trophique et saprobique sont presque toujours en classe satisfaisante. Une dégradation est toutefois visible à Baltschieder (qualité moyenne donnée par le niveau saprobique). Les notes IBGN indiquent par contre des dégradations de la qualité biologique (4 stations en qualité moyenne). Ceci provient du fait que l'IBGN intègre sur un laps de temps plus long non seulement la qualité des eaux, mais aussi les paramètres hydro-morphologiques du fleuve.

Période / station	Physico-chimie (param. déclassant NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ et PO ₄ ³⁻)	Bactériologie (param. déclassant : germes tot., Entéro-coques ou <i>E. coli</i>)	Diatomées trophie	Diatomées saprobie	Note IBGN (qualité selon norme)
Août 2008					
RHO 75.1 - Granges (RG)	vert	jaune	-	-	-
RHO 72.9 - Poutafontana (RG)	vert	jaune	-	-	-
RHO 66.0 - Sion Vissigen (RG)	vert	jaune	-	-	-
RHO 60.8 - Les Iles (RD)	vert	jaune	-	-	-
RHO 56.8 - Aval Morges Lizerne (RD)	vert	jaune	-	-	-
RHO 55.2 - Chamoson am. GD (RG)	vert	jaune	-	-	-
RHO 51.1 - Leytron (RG)	vert	jaune	-	-	-
RHO 46.6 - Saxon (RG)	vert	jaune	-	-	-
RHO 45.2 - Fully (RD)	vert	jaune	-	-	-
RHO 38.1 - Coude Martigny (RD)	vert	jaune	-	-	-
Décembre 2008					
RHO 75.1 - Granges (RG)	jaune	jaune	1.6	II	13
RHO 72.9 - Poutafontana (RG)	vert	jaune	2.0	II	12
RHO 66.0 - Sion Vissigen (RG)	vert	orange	1.8	II	14
RHO 60.8 - Les Iles (RD)	vert	orange	1.9	II	13
RHO 56.8 - Aval Morges Lizerne (RD)	vert	jaune	2.1	II	12
RHO 55.2 - Chamoson am. GD (RG)	vert	jaune	2.2	II-(III)	14
RHO 51.1 - Leytron (RG)	vert	orange	2.1	II-(III)	5
RHO 46.6 - Saxon (RG)	vert	jaune	1.9	II	5
RHO 45.2 - Fully (RD)	vert	jaune	2.0	II-(III)	5
RHO 38.1 - Coude Martigny (RD)	vert	jaune	1.9	II-(III)	4
Mars 2009					
RHO 75.1 - Granges (RG)	jaune	jaune	2.1	II	10
RHO 72.9 - Poutafontana (RG)	orange	jaune	2.0	II	12
RHO 66.0 - Sion Vissigen (RG)	vert	jaune	2.0	II	13
RHO 60.8 - Les Iles (RD)	vert	jaune	2.1	II	12
RHO 56.8 - Aval Morges Lizerne (RD)	vert	jaune	2.3	II-(III)	13
RHO 55.2 - Chamoson am. GD (RG)	orange	jaune	2.2	II	13
RHO 51.1 - Leytron (RG)	vert	jaune	2.3	II	14
RHO 46.6 - Saxon (RG)	vert	jaune	1.9	II	11
RHO 45.2 - Fully (RD)	vert	jaune	1.8	II	11
RHO 38.1 - Coude Martigny (RD)	vert	jaune	2.1	II	13

Légende :



bon

moyen

mauvais



satisfaisant

médiocre

- prélevement non effectué

Tableau 31 : Confrontation des différents résultats obtenus sur le Rhône en 2007-2008 (résultats pour les 4 stations aval en décembre 2008 non significatifs).

Pour toutes les campagnes du second lot (en aval de Sierre), la qualité des eaux est satisfaisante (légère baisse par rapport aux stations amont), mis à part quelques dépassemens notamment vis-à-vis du NH_4^+ , et des contaminations bactériologiques sur toutes les stations. Le niveau trophique donné par les diatomées confirme l'état satisfaisant, sauf en mars 2009 sur les stations Aval Morges et Lizerne et Leytron. Le niveau saprobique montre par contre des dégradations en décembre 2008 en aval du rejet de la STEP de Nendaz/Bieudron (à partir de Chamoson). Les résultats IBGN concordent moins bien que sur le lot 1. Là où les diatomées indiquent une altération, la qualité est satisfaisante, et inversement, là où les niveaux sont satisfaisants pour les diatomées, la qualité IBGN est moyenne. Le cumul d'atteintes (morphologie endiguée, absence de dynamique, rejets de STEP, restitutions hydroélectriques) agissent à divers niveaux, fragilisant l'équilibre des stations qui de ce fait n'offrent plus les conditions pour l'installation d'une faune benthique exigeante.

L'interprétation croisée des résultats amènent quelques remarques :

- Le Rhône montre une grande monotonie, tant du point de vue écomorphologique que des peuplements de diatomées et d'invertébrés benthiques ; les variations sont très faibles et les résultats très proches d'une station à l'autre, caractérisés par des notes IBGN satisfaisantes à moyennes ;
- Globalement, la qualité décroît de l'amont vers l'aval, sachant toutefois que des particularités locales améliorent ou au contraires péjorent le milieu ;
- Pour le lot amont, parmi l'ensemble des perturbations mises en évidence, il semble que l'exploitation de graviers porte plus préjudice à la qualité des eaux que les rejets de STEP, dont les impacts se marquent soit légèrement, soit de façon ponctuelle sur l'un ou l'autre des indicateurs de qualité d'eau. Mis à part la station de Turtmann où une atteinte par les rejets de la STEP de Visp/Ionza est perceptible, le Rhône semble bien supporter les apports d'eau épurée, du fait de sa grande capacité de dilution, sachant aussi que les STEP semblent fonctionner correctement. Par contre plusieurs stations sont touchées de différentes manières par les gravières : Baltschieder (rejet des eaux de lavage non décantée), Salgesch (passage à gué des camions, à confirmer et à relativiser au vue du contexte général), et éventuellement Chippis (trop faible apport de matériaux qui ne permet plus le renouvellement des substrats et qui favorise le pavage du lit) ;
- Par contre sur le lot aval, l'impact des STEP (et le cumul des rejets) se marquent nettement.

L'interprétation des résultats détaillés par station (diatomées et faune benthique) convergent en grande partie. Ils permettent de relever souvent les mêmes déficits et mêmes variations de qualités. Ainsi les meilleures qualités sont trouvées sur les 2 stations amont, la dégradation est communément enregistrée à Baltschieder, une altération est suspectée à Turtmann, Finges n'atteint pas le niveau de qualité attendu dans ce secteur de moindres contraintes morphologiques, les stations entre Sierre et Sion, notamment Chippis et Poutafontana, souffrent de diverses atteintes, en particulier à la qualité des eaux (STEP de Sierre/Noës), la qualité s'améliore ponctuellement à Vissigen. Plus en aval, il est plus difficile de trouver des tendances communes.

Le linéaire sur Rhône peut être découpé comme suit :

- Gamsen-Lalden ; la qualité des eaux est bonne, les indices biologiques indiquent les meilleurs niveaux et peu de perturbations sont suspectées ;
- Baltschieder-Susten ; ce linéaire monte des perturbations ponctuelles (mais sans doute aussi chronique) fortes, qui se marquent surtout à Baltschieder sur le niveau saprobique et le peuplement benthique (impact des eaux de lavage de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder) ; on enregistre aussi une augmentation progressive des niveaux trophiques, plus marqués en mars qu'en novembre qui se marque mieux sur les taux de nitrates que de Ptot ;
- Salgesch-Sierre amont gravière Praz ; les eaux paraissent de bonne qualité, mais des perturbations liées à l'exploitation des graviers directement dans le lit du Rhône semblent influencer négativement la qualité biologique en empêchant l'installation de communautés diatomiques et benthiques stables ; dans ce sens, bien que la morphologie du Rhône est ici la moins contrainte, elle n'en subit pas moins des perturbations permanentes (tant physiques, qu'hydrologiques) qui font que ce linéaire ne peut pas être considéré comme proche d'un état naturel ; les apports de

- l'Illgraben (laves torrentielles) peuvent toutefois aussi contribuer à limiter le potentiel biologique ; ces perturbations sont atténuées sur la station plus en aval de Sierre amont gravière Praz ;
- Chippis-Poutafontana ; le Rhône est à la fois marqué par des perturbations physiques (MES) et par des apports d'eaux de moins bonne qualité ; la concentration en NH_4^+ est élevée en mars 2009 à Poutafontana et des organismes hétérotrophe y ont été observés en quantité importante lors de cette même campagne ; les indices biologiques donnés par la faune benthique montrent des altérations variables selon les saisons, traduisant des peuplements peu stables ;
 - Sion-Vissigen ; cette station présente ponctuellement une meilleure qualité, sans doute à la faveur de conditions locales du substrat, plus favorable à l'installation d'une faune benthique plus sensible ;
 - Les Iles-Aval Morges et Lizerne ; la qualité fluctue entre un niveau moyen et satisfaisant ; le colmatage très important des substrats limitent fortement la colonisation par la faune benthique ; niveaux trophique et saprobique sont ponctuellement élevés à la station Aval Morges et Lizerne en mars 2009 ;
 - Chamoson-Coude de Martigny ; l'impact de la STEP de Nendaz-Bieudron (et sans doute des autres STEP qui se cumulent) se marque sur le niveau saprobique en décembre 2008 ; la qualité biologique est la moins bonne à Saxon et Fully et elle tend à s'améliorer au coude de Martigny ; pour les 4 stations aval, l'analyse ne repose rappelons-le que sur 1 campagne.

8. COMPARAISON AVEC LES RESULTATS BIOLOGIQUES ANTERIEURS

8.1. Diatomées

La comparaison avec les résultats obtenus par l'analyse des peuplements de diatomées en 2007 sur le tronçon Salgesch-Noës (STRAUB 2007) est directement intégrée à l'interprétation des résultats de ce rapport (voir chapitre 5). En résumé, l'état des peuplements de diatomées aux 4 stations étudiées le long de ce tronçon, est très semblable entre avril 2007, novembre 2007 et mars 2008. La qualité des eaux n'a guère varié sur ce laps de temps. L'impact d'eaux polluées est constant à Chippis.

Pour trouver des échantillons historiques de diatomées du Rhône, nous avons visité ou consulté les collections publiques suivantes susceptibles de conserver des prélèvements suisses : collection Meister (Zürich), collection Thomas-Courvoisier (Lausanne), collection Mauler (La Chaux-de-Fonds), collection Hustadt (Bremerhaven) et collection Brun (Genève). En tout et pour tout, nous n'avons trouvé que deux prélèvements dont le contenu est résumé ci-dessous, mais desquels les interprétations indicielles sont intégrées aux discussions des paragraphes 5.2 et 5.4.

• Échantillon historique de 1877

Désignation : écoulement du glacier du Rhône, le long de la route de la Furka, amont Gletsch, préparation 134 ex. coll. Brun (Genève). Probablement de l'épilithon.

Contenu : l'échantillon en très bon état de conservation contient un assemblage formé à 79.2% par 11 taxons très sensibles ou sensibles du genre *Fragilaria* (5 d'entre eux sont dominants). Ce type d'assemblage est caractéristique d'eaux carbonatées froides riches en minéraux (provenant de la lixiviation de moraines) et très pauvres en matières organiques. C'est un assemblage pionnier. Ce type d'eau qualifié de minérotrophe (pas forcément oligotrophe) est caractéristique des lacs et écoulements du grand nord canadien (DOUGLAS & SMOL 1993), de certains lac alpins comme l'Hobschensee dans le massif du Simplon (MARCINIAK 1988) et de l'état des lacs subalpins comme celui de Neuchâtel pendant la déglaciation d'il y a 15'000 à 12'500 ans (STRAUB 1990). Il est difficile d'intégrer ce type d'eau aux gradients trophique et saprobique utilisés habituellement dans le diagnostic de qualité d'eau. Par ailleurs, les indices intégrés de pollution ne tiennent pas compte de ce type d'eau, pour la simple raison qu'il est rare actuellement et n'est pas documenté dans les banques de données qui servent à la calibration de ces méthodes de calcul. Ainsi les valeurs indicielles données ici, sont à prendre avec réserve. La communauté trouvée a une biodiversité faible à moyenne (23 espèces dominantes, 43 espèces au total, biodiversité structurale de 2.45). Cela est normal pour ce type d'eau à forte contrainte écologique. Par contre 21,9 % de la biomasse est formé par des espèces peu connues, en régression ou en danger actuellement, ce qui lui

confère une certaine valeur patrimoniale. La valeur de l'indice DI-CH de 2.9 (très bonne qualité légale) doit être prise avec réserve : l'état devrait être meilleur encore, car on sait que ce type d'assemblage n'existe qu'en absence totale de pollution. L'indication d'oligo- à β -mésosaprobie est sans doute plus proche de la réalité : on ne connaît pas de vraie oligosaprobie en bassin versant calcaire, c'est la charge minimale des eaux carbonatées. L'indication méso-eutrophe est sans doute correcte, car ce type d'eau est chargé de minéraux (donc aussi d'engrais) mais totalement oxydés. Ce type d'eau est potentiellement nourrissant, mais le développement des algues y est limité par la température située en moyenne autour de 4°C. Actuellement, on ne sait pas si ce type d'assemblage existe encore à la source du Rhône. A Gampen et Lal-den actuellement, les assemblages de diatomées sont totalement différents, puisqu'il s'agit de communautés pionnières à *Achnanthes*, plutôt caractéristiques d'eau pleinement β -mésosaprobes, c'est à dire enrichies naturellement ou artificiellement par des matières organiques.

- **Échantillon historique du 8 avril 1916**

Désignation : canal du Rhône à Saxon, proche de RHO 46.6, préparations K9 et K10 ex. coll. Thomas-Courvoisier (Lausanne). Probablement de l'épilithon enrichi d'éphyton et de phytoplancton.

Contenu : l'échantillon en très bon état de conservation contient un assemblage très diversifié (50 espèces dominantes, 77 espèces au total, biodiversité structurale de 3.13, seulement 19.7 % d'*Achnanthes* pionnières). La biomasse est formée par 30 % d'espèces peu connues, en régression ou en danger actuellement, ce qui confère à cet échantillon une bonne valeur patrimoniale. En outre l'assemblage est formé à 19.4 % par l'espèce planctonique *Cyclotella distinguenda*, espèce oligotrophile caractéristique des lacs de Sierre, en tous cas depuis 1924, mais encore actuellement. Cette communauté montre que le Rhône en 1916, bien que déjà canalisé, avait conservé une diversité écomorphologique bien meilleure qu'actuellement (zones d'eaux stagnantes, bras morts, présence de macrophytes, variété de modes d'écoulement, régime hydrologique naturel sans barrage ni aménagement hydroélectrique). Les indications fournies par cet échantillon sont : eaux de très bonne qualité (DI-CH = 1.3), très légère β -mésosaprobie [de classe (I)-II] proche de la limite inférieure de charge en eaux carbonatées, oligo- à mésotrophie (indice = 1.3). Cet échantillon permet de visualiser l'augmentation des charges saprobique et trophique qui ont affecté le bas Rhône actuellement (Graphique 29 et Graphique 30).

8.2. Faune benthique

Plusieurs prélèvements de faune benthique ont déjà été effectués depuis 1992 (méthode de l'IBG à ce moment là). Les Tableau 32 et Tableau 33 présentent l'ensemble des résultats disponibles dans la BD-Hydrobio, sachant que les prélèvements d'octobre 1992 n'ont pas été retenus par manque de représentativité et que l'étude de 1999 s'inscrivait dans le cadre du suivi de la purge de Susten ; seule la première campagne de février est mentionnée (les résultats de mars étant proches et ceux qui font suite à la purge ne mesurant que l'impact de cet événement).

Hormis le nombre d'individus qui peut fortement fluctuer d'une station à l'autre, l'ensemble des résultats est relativement constant. La qualité biologique fluctue toujours entre une qualité moyenne et satisfaisante, exception faite d'une très mauvaise qualité rencontrée à Chippis en mars 1997. La station en amont de Brig montre déjà en 1997 la meilleure qualité, prouvant une bonne stabilité du milieu soumis à des atteintes faibles. En 1997, aucune perturbation n'avait été enregistrée en aval de Baltschieder. Globalement, la qualité des stations en aval de Sierre s'est améliorée, puisque de plus nombreux résultats se classent en qualité satisfaisante, qui reste toutefois précaire, la colonisation par les taxons les plus sensibles n'étant pas toujours constante, compte tenu du cumul des atteintes.

Les variations de notes rencontrées lors des campagnes sur certaines stations justifient la mise en œuvre d'au moins 2 campagnes pour cerner la robustesse de la qualité biologique. Les conditions dans le Rhône actuel étant très limitantes pour la faune benthique en particulier, elles conditionnent des peuplements peu stables, faiblement représentés par les groupes exigeants du point de vue de la qualité du milieu, peuplements qui semblent répondre rapidement aux perturbations saisonnières.

Campagne	Mars 1992*				Mars 1997				Février 1999**				Novembre 2007***				Mars 2008			
Station	nbr ind.	Gl	Σt	IBG	nbr ind.	Gl	Σt	IBGN	nbr ind.	Gl	Σt	IBGN	nbr ind.	Gl	Σt	IBGN	nbr ind.	Gl	Σt	IBGN
RHO 116.1	-	-	-	-	1'168	9	17	14	-	-	-	-	1'462	9	17	14	3'006	9	15	13
RHO 115.1	1'764	8	15	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 112.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1'820	9	13	13	3'110	9	14	13
RHO 108.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1'388	8	12	11	329	7	10	10
RHO 107.4	-	-	-	-	2'118	9	16	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 99.7	-	-	-	-	1'230	9	13	13	-	-	-	-	7'130	9	15	13	1'583	9	12	12
RHO 96.1	-	-	-	-	2'136	9	15	13	-	-	-	-	5'517	9	14	13	1'054	9	15	13
RHO 93.6	2'555	9	20	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 92.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3'245	9	17	14	1'130	9	13	13
RHO 88.7	-	-	-	-	-	-	-	-	3'427	9	15	13	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 86.1	-	-	-	-	-	-	-	-	2'368	9	13	13	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 85.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1576	9	17	14	1875	9	12	12
RHO 84.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1072	9	15	13	1817	9	13	13
RHO 83.7	1'603	7	12	10	-	-	-	-	3'081	9	15	13	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 80.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1'471	9	15	13	1'210	7	11	10
RHO 78.7	-	-	-	-	2'450	3	4	4	-	-	-	-	2'922	9	11	12	1'181	9	13	13
RHO 78.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	995	7	11	10	-	-	-	-

* en 1992, résultats seulement de mars, la campagne du mois d'octobre montrant des résultats non significatifs, trop fortement influencés par des problèmes pouvant venir des prélèvements

** en 1999 prélèvement effectué avant la purge

*** début 2007 pour la station RHO 78.1 (IBGN réalisé dans le cadre d'un travail de Master, Dischinger, 2007)

Tableau 32 : Comparaison des résultats obtenus sur le Rhône entre Gamsen et Noës entre 1992 et 2008, à l'aide de l'IBGN (ou IBG en 1992).

Campagne	Mars 1992*				Mars 1997				Février 2002				Décembre 2008				Mars 2009			
Station	nbr ind.	GI	Σt	IBG	nbr ind.	GI	Σt	IBGN	nbr ind.	GI	Σt	IBGN	nbr ind.	GI	Σt	IBGN	nbr ind.	GI	Σt	IBGN
RHO 75.1	-	-	-	-	1'203	7	11	10	-	-	-	-	1'402	9	14	13	626	7	12	10
RHO 74.9	353	7	8	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 72.9	-	-	-	-	515	7	8	9	-	-	-	-	1'938	7	17	12	2'719	9	12	12
RHO 66.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1'710	9	20	14	1'496	9	14	13
RHO 64.2	1'714	7	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 60.8	-	-	-	-	3'340	7	16	11	-	-	-	-	2'401	9	15	13	1'606	9	11	12
RHO 60.7	-	-	-	-	-	-	-	-	5'000	8	14	12	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 60.2	-	-	-	-	-	-	-	-	770	8	12	11	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 56.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4'762	7	20	12	2'087	9	16	13
RHO 56.6	-	-	-	-	2'170	7	11	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 55.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7'743	8	21	14	2'337	9	15	13
RHO 51.1	-	-	-	-	1'696	7	16	11	-	-	-	-	59	3	7	5	1'421	9	18	14
RHO 46.6	-	-	-	-	3'197	9	18	14	-	-	-	-	556	3	8	5	833	7	16	11
RHO 45.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	139	3	9	5	1'600	7	15	11
RHO 39.9	2'455	8	15	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHO 38.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	3	6	4	518	9	13	13
RHO 37.9	-	-	-	-	3'269	8	15	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* en 1992, résultats seulement de mars, la campagne du mois d'octobre montrant des résultats non significatifs, trop fortement influencés par des problèmes pouvant venir des prélèvements

Tableau 33 : Comparaison des résultats obtenus sur le Rhône entre Granges et Martigny entre 1992 et 2009, à l'aide de l'IBGN (ou IBG en 1992).

9. CONCLUSION

Depuis 1990, le Service de la Protection de l'Environnement du Canton du Valais (SPE) effectue un programme annuel d'observation de la qualité des eaux de surface. Cette approche de la qualité globale des cours d'eau se base sur la caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux, l'étude des diatomées, ainsi que celle de la faune benthique (méthode biologique IBGN). L'étude 2007-2009 a été réalisée sur le Rhône entre Brig et Martigny.

Un rapport intermédiaire concernant le tronçon amont Gamsen – Noës (lot 1) étudié en 2007-2008 a été livré en automne 2008. Ce rapport final reprend les données qui concernent le tronçon amont et intègre les résultats du tronçon aval Granges – Martigny (lot 2) étudié en 2008-2009.

L'ensemble du Rhône est soumis à différentes perturbations : rejets de STEP, exploitation de gravières dans le lit du Rhône ou sur les affluents proches, production hydroélectrique (barrages ou bassins sur les affluents avec parfois turbinage en plaine, ou tronçon court-circuité par la retenue de Susten avec restitution à Chippis), chenalisation

du fleuve sauf dans la traversée de Finges.

Les trois campagnes d'analyses physico-chimiques du lot 1 mettent en évidence une bonne qualité globale des eaux du Rhône. La station de Baltschieder (RHO 108.5) subit la plus grande atteinte en recevant apparemment les eaux de lavage non décantée de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder (forte turbidité, présence de MES, augmentation de la température, du pH, du DOC et du Ptot). En août 2007, les concentrations en phosphore total supérieures à l'exigence de l'OEaux sont liées aux teneurs élevées en MES due à la fonte glaciaire.

Les résultats pour le lot 2 montrent une qualité physico-chimique globalement satisfaisante (légère baisse par rapport au lot 1) avec quelques dépassements notamment vis-à-vis de l'ammonium (NH_4^+) en aval des STEP de Sierre/Noës et Nendaz/Bieudron.

Des contaminations bactériologiques ont été relevées régulièrement. Elles proviennent de déversements d'ouvrages d'assainissement en périodes de pluies ou de rejets de STEP, d'autres apports polluants ne sont toutefois pas exclus. Ces contaminations sont moins marquées sur la qualité globale des eaux du lot 1. Sur le lot 2, la charge plus élevée en matière organique se traduit par une baisse de la qualité biologique (diminution des taxons les plus sensibles) et des proliférations locales d'Oligochètes et Chironomes.

L'étude des diatomées montre sur le tronçon amont (lot 1 entre Gamsen et Susten) une progression de la biodiversité, malgré parfois une baisse marquée de la biomasse ; le long du secteur non chenalisé à l'aval de Susten et jusqu'à Granges, la très faible biodiversité des communautés est à relever. La majeure partie des peuplements de diatomées est constituée par des espèces pionnières du genre *Achnanthes*. Plus bas, jusqu'à Martigny, la biodiversité moyenne est meilleure (plutôt en mars), mais varie fortement sur certaines stations pour des causes locales. La biomasse moyenne diminue progressivement d'amont en aval, c'est le signe que l'état des communautés de diatomées est conditionné en majeure partie par le pouvoir érosif de l'eau (produit de la vitesse et des matières en suspension). Le long du secteur amont, il ressort que les deux tronçons séparés par la prise d'eau de Susten ont des métabolismes différents. Il semblerait que la charge saprobique soit en moyenne légèrement plus élevée en mars par rapport à novembre (moins d'espèces sensibles, plus de tolérantes et très tolérantes) sur tout le linéaire du fleuve. A Baltschieder en mars 2008, dans le bas Rhône sur plusieurs stations en décembre et une en mars, l'indicateur est proche du niveau critique de classe II-(III). De Gamsen à Susten, les niveaux trophiques moyens ont tendance à augmenter de la mésotrophie à l'eutrophie. A Salgesch, les eaux sont de nouveau mésotrophes, puis leur charge trophique augmente à Chippis, charge qui semble permanente (en novembre 2007, un niveau eu- à polytrophe a même été mis en évidence). La charge trophique diminue à Noës, sans dilution complémentaire, ce qui confirme la capacité autoépuratoire de ce tronçon (STRAUB 2007). Cette charge se maintient au niveau eutrophe jusqu'à Vissigen, puis augmente progressivement jusqu'à Leytron, où elle atteint de nouveau un niveau eu- à polytrophe. En aval jusqu'à Martigny, la charge baisse de nouveau et se maintient en moyenne à un niveau eutrophe. Malgré ces variations qui théoriquement ne satisfont plus les objectifs légaux, l'indice DI-CH donne en général des valeurs de très bonne qualité d'eau entre 2.0 et 3.5. Parfois dans le Bas Rhône, les valeurs sont un peu moins bonnes.

La qualité globale du Rhône entre Gamsen et Noës donnée par la **faune benthique**. Elle est satisfaisante dans 14 cas et moyenne pour les 6 autres résultats. Notons que les peuplements sont très fortement dominés par les Limnephilidae qui prolifèrent à de nombreuses reprises. Cette qualité semble parfois surestimée puisque les taxons les plus exigeants manquent ou sont sous représentés.

La station de Baltschieder (RHO 108.5) subit une forte dégradation en mars due aux eaux de lavage non décantées de la gravière Kieswerk Volken Baltschieder, sachant que la qualité est déjà jugée moyenne en novembre, d'où la supposition d'une atteinte chronique. De manière générale, les qualités diminuent systématiquement en mars (sauf sur la station de Noës), soit par baisse de la diversité, soit par perte de taxons sensibles.

Le Rhône montre une grande monotonie, tant du point de vue écomorphologique, que des peuplements de diatomées et d'invertébrés benthiques ; les variations sont très faibles et les résultats très proches d'une station à l'autre. Seule une analyse de détail permet de mettre en évidence les perturbations locales. Parmi l'ensemble des perturbations mises en évidence, il semble qu'en amont de Sierre l'exploitation de graviers porte plus préjudice à la qualité des eaux que les rejets de STEP, dont les impacts se marquent soit légèrement, soit de façon ponctuelle (notamment à Turtmann). Le Rhône semble bien supporter les apports d'eau épurée, du fait de sa grande capacité de dilution, sachant aussi que les STEP semblent fonctionner correctement. Par contre en aval, les indices biologiques et la composition du peuplement benthique traduisent une charge organique plus élevée. L'influence du marnage et des apports d'eaux de restitution turbides (chargées en MES) en période d'étiage durant laquelle l'eau est naturellement claire contribue à la dégradation du milieu. Les taxons plus sensibles sont moins nombreux, ou peuvent disparaître sur l'une des campagnes indiquant la fragilité des colonisations. Ponctuellement, la qualité peut s'améliorer comme à Sion-Vissigen. En regard des anciennes données, la qualité du Rhône s'est toutefois globalement améliorée à l'aval de Sierre, la classe satisfaisante étant régulièrement atteinte, alors qu'en 1992, 1997 et 2002, elle n'apparaissait qu'une seule fois.

Bien que la morphologie du Rhône soit moins contrainte dans Finges, les résultats obtenus, tant à l'aide des diatomées que de la faune benthique, montrent que le tronçon subit des perturbations permanentes (tant physiques, qu'hydrologiques) qui font que ce linéaire ne peut pas être considéré comme proche d'un état naturel.

Les variations de notes rencontrées lors des campagnes sur certaines stations justifient la mise en œuvre d'au moins 2 campagnes, ceci pour cerner la robustesse de la qualité biologique. Les conditions dans le Rhône actuel étant très limitantes pour la faune et la flore benthiques en particulier, elles conditionnent des peuplements peu stables, faiblement représentés par les groupes exigeants du point de vue de la qualité du milieu qui semblent répondre rapidement aux perturbations saisonnières.

Sion, le 22 décembre 2009
Document établi par Régine Bernard et Dr François Straub

10. ZUSAMMENFASSUNG

Seit 1990 führt die Dienststelle für Umweltschutz (DUS) des Kantons Wallis ein jährliches Beobachtungsprogramm der oberirdischen Gewässer durch. Diese gesamthafte Einschätzung der Wasserqualität wird anhand von Beschreibungen des physikalisch-chemischen und bakteriologischen Wasserzustands, von Kieselalgen-Untersuchungen sowie von Untersuchungen zur benthischen Fauna (IBGN-Methode⁶) vorgenommen. Die von 2007 bis 2009 durchgeführte Studie erstreckte sich auf die Rhone zwischen Brig und Martigny.

Im Herbst 2008 wurde ein erster Zwischenbericht über den Abschnitt Gamsen – Noës (Untersuchungsstrecke 1) für den Zeitraum von 2007 bis 2008 präsentiert. Im vorliegenden Schlussbericht werden nun die Daten über den Abschnitt des oberen Flusslaufs mit den Ergebnissen des Abschnitts des unteren Flusslaufs Granges – Martigny (Untersuchungsstrecke 2), welcher von 2008 – 2009 untersucht wurde, zusammengeführt.

Die Rhone als Gesamtes ist unterschiedlichen störenden Einflüssen unterworfen: Wassereinleitungen aus Kläranlagen, Kiesabbau im Flussbett der Rhone oder in den Zuflüssen, Stromerzeugung (Staudämme oder Staubecken in den Zuflüssen, teilweise mit Turbinierung in der Talebene, überbrückter Abschnitt beim Stauwehr Susten mit Wasserrückgabe in Chippis), Begradigung des Flusslaufs (mit Ausnahme des Abschnitts durch den Pfynwald).

Die drei **physikalisch-chemischen** Untersuchungskampagnen bei der Untersuchungsstrecke 1 haben gezeigt, dass die **Wasserqualität** der Rhone gesamthaft als **gut** bezeichnet werden kann. Die Gewässerbelastung war bei Baltschieder (RHO 108.5) am grössten. Dieser Zustand kann offensichtlich auf das zufliessende, ungeklärte Waschabwasser aus dem Kieswerk Volken in Baltschieder zurückzuführen sein (starke Trübung, vorhandene Schwebstoffe, erhöhte Temperatur sowie pH-, DOC- und P_{ges}-Werte). Im August 2007 haben die Gesamtphosphor-Konzentrationen die GSChV-Grenzwerte überschritten. Dies ist auf die erhöhten Schwebstoffgehalte bei der Gletscherschmelze zurückzuführen.

Im Gesamtergebnis weist der Untersuchungsbereich 2 eine befriedigende - im Vergleich zum Untersuchungsbereich 1 leicht geringere - physikalisch-chemische Wasserqualität auf, wobei einige Überschreitungen, namentlich der NH₄⁺-Werte unterhalb der Kläranlage Siders/Noës und Nendaz/Bieudron, festgestellt wurden.

Es wurden regelmässig **bakteriologische** Verunreinigungen festgestellt, welche auf Einleitungen nach Abwassersanierungsanlagen (während Niederschlagsperioden) oder auf Einleitungen aus Kläranlagen zurückzuführen sind, wobei auch andere Schadstoffquellen nicht auszuschliessen sind. Diese wirken sich allerdings - aufgrund der starken Verdünnung in der Rhone - nicht auf die Wasserqualität im Untersuchungsbereich 1 aus. Im Untersuchungsbereich 2 dagegen schlägt sich die Belastung durch organische Materie in einer minderen biologischen Qualität (Schwund bei den empfindlichsten Arten) und in örtlichen Überpopulationen von Wenigborstern und Zuckmücken nieder.

Die Untersuchung der **Kieselalgen** hat im oberen Abschnitt (Untersuchungsstrecke 1 zwischen Gamsen und Susten) trotz eines zum Teil markanten Rückgangs der Biomasse, eine Zunahme der Biodiversität aufgezeigt. Auf der Länge des unbegradigten Flussabschnitts unterhalb von Susten und bis Granges wurde eine sehr schwach ausgeprägte Biodiversität bei den Diatomeengesellschaften festgestellt. Die grössten Kieselalgen-Populationen setzen sich aus Pionierarten der Gattung der *Achnanthes* zusammen. Weiter unten im Flusslauf bis Martigny ist die Biodiversität durchschnittlich besser (vor allem im Monat März). Von Messpunkt zu Messpunkt gibt es jedoch starke Schwankungen, welche auf örtliche Ursachen zurückzuführen sind. Die mittlere Biomasse nimmt talabwärts progressiv immer mehr ab, was darauf hinweist, dass die Kieselalgenbestände massgeblich vom Erosionsvermögen des Wassers (Fließgeschwindigkeit und Dichte der Schwebstoffe) beeinflusst werden. Auf der Länge des oberen Untersuchungsbereichs hat sich herausgestellt, dass die beiden Abschnitte, welche durch das Stauwehr Susten getrennt werden, einen unterschiedlichen Stoffwechsel aufweisen. Es macht den Anschein, dass im März die saprobische Belastung auf dem gesamten Flussverlauf durchschnittlich höher ausfällt als im November (weniger empfindliche Arten, mehr robuste bis sehr robuste Arten). Im März 2008 wurden am Messpunkt Baltschieder Werte nahe am kritischen Niveau der Qualitätsklasse II-(III) angezeigt. Ebenfalls

⁶ IBGN = Indice Biologique Global Normalisé (normierter französischer biologischer Gesamtindex)

Werte nahe am kritischen Niveau der Qualitätsklasse II-(III) wurden im Dezember an verschiedenen Messpunkten und im März an einem Messpunkt gemessen.

Zwischen Gamsen und Susten neigt der mittlere Nährstoffgehalt des Wassers vom mesotrophen in den eutrophen Zustand überzugehen. Bei Salgesch ist das Wasser wiederum mesotroph, danach nimmt der Nährstoffgehalt bei Chippis zu. Diese Belastung scheint permanent zu sein (im November 2007 war ein eutrophes bis polytrophes Niveau zu verzeichnen). Die Nährstoffbelastung nimmt bei Noës wieder ab, ohne zusätzliche Verdünnung, wodurch die Fähigkeit zur Selbstregulierung (STRAUB 2007) dieses Abschnitts erwiesen wird. Die Nährstoffbelastung auf eutrophischem Niveau hält bis Vissigen an, steigt sodann bis Leytron zusehends an, wo sie erneut die Stufe zum polytropfen Niveau erreicht. Weiter unten bis Martigny sinkt der Nährstoffgehalt erneut und bleibt durchschnittlich auf eutrophem Niveau stehen. Trotz dieser Schwankungen, die den gesetzlichen Vorgaben eigentlich nicht mehr entsprechen, ergeben sich aus dem DI-CH-Index im Allgemeinen sehr gute Wasserqualitätswerte zwischen 2.0 und 3.5. Stellenweise sind im unteren Rhoneverlauf die Werte etwas weniger gut.

An der benthischen Fauna gemessen, ist die Wasserqualität der Rhone zwischen Gamsen und Noës in 14 Fällen befriedigend und bei 6 weiteren Tests durchschnittlich ausgefallen. Dabei ist anzumerken, dass eine stark dominierende Präsenz der Limnephilidae festzustellen ist, bei welchen es immer wieder zu Überpopulationen kommt und die Qualität manchmal überschätzt wird, da die anspruchsvolleren Arten abwesend oder untervertreten sind.

Am Messpunkt bei Baltschieder (RHO 108.5) kommt es im März aufgrund des ungeklärten Waschabwassers aus dem Kieswerk Volken zu einer drastischen Abnahme der Wasserqualität. Davon ausgehend, dass die Qualität auch im November nur als durchschnittlich zu bewerten ist, muss angenommen werden, dass es sich um eine chronische Beeinträchtigung handelt. Im Allgemeinen geht die Wasserqualität im März systematisch zurück, sei es durch eine Einbusse der Vielfalt oder durch den Verlust empfindlicher Taxa. Die Ausnahme bildet dabei der Messpunkt in Noës.

Die Rhone wird von Monotonie geprägt. Dies sowohl hinsichtlich ihrer Ökomorphologie als auch in Bezug auf die Kieselalgen-Populationen oder wirbellosen Wasserlebewesen. Es gibt kaum Variationen und die Ergebnisse gleichen sich vom einen Messpunkt zum anderen. Nur in einer Detailanalyse können örtliche Störungen nachgewiesen werden. Es scheint, dass der Kiesabbau oberhalb von Siders eine schädlichere Auswirkung auf die Wasserqualität hat, als das aus der Kläranlage eingeleitete Wasser, dessen Einleitung entweder geringfügig oder punktuelle auftritt. Dies erfolgt vor allem bei Turtmann.

Aufgrund ihrer grossen Verdünnungskapazität aber auch weil die Kläranlagen eine ordnungsgemäss Leistung erbringen, scheint die Aufnahme von Klärwasser der Rhone keine Probleme zu bereiten. Weiter flussabwärts dagegen weisen die biologischen Indikatoren und die Zusammensetzung der benthischen Populationen auf eine erhöhte organische Belastung hin. Der Einfluss der Wasserstandsschwankungen und der Einleitung von getrübtem, mit Schwebstoffen belastetem Rückgabewasser während Niedrigwasserperioden, in welchen das Wasser klar wäre, tragen zur Verschlechterung des Lebensraums bei. Empfindlichere Taxa sind weniger zahlreich oder können, wie dies während einer Untersuchungskampagne geschehen ist, verschwinden. Dadurch zeigt sich, wie anfällig solche Kolonien sein können. Punktuell kann sich die Qualität verbessern, wie bei Sitten-Vissigen. Im Vergleich mit älteren Daten lässt sich allerdings feststellen, dass sich die Wasserqualität der Rhone unterhalb von Siders gesamthaft verbessert hat, da regelmässig die Qualitätsklasse „befriedigend“ erreicht wurde, was in den Untersuchungen von 1992, 1997 und 2002 nur einmal der Fall war.

Auch wenn die Morphologie der Rhone im Pfynwald weniger monoton ausfällt, so weisen die Resultate anhand der Kieselalgen und der benthischen Fauna darauf hin, dass dieser Abschnitt ständigen Störungen ausgesetzt ist (sowohl physikalischen als auch hydrologischen). Von diesem Flussabschnitt kann deshalb nicht behauptet werden, dass er sich in einem naturnahen Zustand befindet.

Die während der Kampagne aufgezeichneten Werte und deren Abweichung machen deutlich, dass mindestens 2 Kampagnen durchgeführt werden müssen, um die Robustheit der biologischen Qualität zu erfassen. Zum heutigen Zeitpunkt sind die Lebensvoraussetzungen in der Rhone insbesondere für die benthische Fauna und Flora extrem begrenzt und bringen wenig stabile Populationen hervor, in denen Organismen, welche hohe Ansprüche an ihren Lebensraum stellen und auf saisonal bedingte Störungen empfindlich zu reagieren scheinen, nur schwach vertreten sind.

Sitten, den 22. Dezember 2009

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR, 2004. Qualité des eaux. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). *NF T90-350. Paris.*
- AFNOR, 2000. Norme Française NF T 90-354. Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD). Juin 2000, 63 p.
- Agences de l'Eau, 1999. Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau. Rapport de présentation SEQ-Eau. *Les études de l'Agence de l'Eau n° 64.*
- BERNARD R., PERRAUDIN KALBERMATTER R., BERNARD M., 1994. Observation de la qualité des eaux de surface du Canton du Valais. Le Rhône et neuf de ses affluents. *Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., campagne 1993, p. 197-240.*
- CORDONIER A., STRAUB F., ETEC, 2000. Observation de la qualité des eaux de surface. Etude pilote : Diatomées sur la Dranse de Bagnes. *Service de la Protection de l'Environnement, Canton du Valais.* 13 p. + annexes.
- CORDONIER A., 2000. Comparaison de plusieurs méthodes diatomiques pour diagnostiquer la qualité de l'eau des cours d'eau : application à la Dranse de Bagnes. *Conférence lors du Congrès de la CILEF, Clermont-Ferrand, juillet 2000.*
- CORDONIER A. et ETEC, 2001. Observation de la qualité des eaux de surface ; campagne 2000 : la Morge. *Service de la protection de l'environnement. Canton du Valais.*
- CORDONIER A., STRAUB F., BERNARD R., BERNARD M., 2004. Bilan de la qualité de l'eau des rivières valaisannes à l'aide des diatomées. *Bulletin des sciences naturelles du Valais, la Murithienne 12 : 73-82.*
- DOUGLAS M.S.V. & SMOL J.-P., 1993. Freshwater Diatoms from High Arctic Ponds (Cape Herschel, Ellesmere-Island, NWT). *Nova Hedwigia* 57: 3-4, 511-552.
- EAWAG, 1991. L'azote dans l'air et l'eau. *Nouvelles de l'EAWAG n° 30. Dübendorf.*
- ELBER F., HÜRLIMANN J. & NIEDERBERGER K., 1996. Algal monitoring as a basis for the management of flow regime in a regulated river. In : B.A. Whitton & E. Rott (eds). *Use of algae for monitoring rivers 2 : 51-58.*
- ETEC, 1993. Etude hydrobiologique du Rhône, rapport de synthèse. *Service de la protection de l'environnement du canton du Valais.*
- ETEC, 2000. Etude statistique des données hydrobiologiques du Canton du Valais. *Service de la Protection de l'Environnement de l'Etat du Valais.*
- ETEC et PRONAT, 2007. Extrapolation du Diagnostic environnement (DE) au Rhône pour le secteur Brig-Martigny. *Service des routes et cours d'eau, 3^{ème} correction du Rhône. Canton du Valais.*
- ETEC, (non publié). Renouvellement des concessions de KW Dala. Rapport d'impact sur l'environnement. Qualité des eaux et Hydrobiologie.
- ETEC, PhycoEco, Droséra SA et Impact SA, (en cours). Bilan de la qualité des eaux des Lacs de Géronde et concept d'amélioration. Ville de Sierre.
- Groupement de bureaux (ETEC, Bureau Werlen, BFU, Patrick Chevrier, Impact SA), 1999. Troisième correction du Rhône, projet général de mars 1999. Milieux naturels : état actuel, diagnostic et objectifs de revalorisation. Rapport de synthèse. *Service des routes et cours d'eau.*
- GR3, 2008. RIE du Plan d'aménagement Rhône 3 - PA-R3 -, 1^{ère} étape. *Service des routes et cours d'eau, 3^{ème} correction du Rhône. Canton du Valais.*

- GR3, en cours. RIE mesures prioritaires de Viège, Chippis et Fully. *Service des routes et cours d'eau, 3^{ème} correction du Rhône. Canton du Valais.*
- HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P., 2002. « Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse : Diatomées - niveau R (région) ». A paraître dans : L'Environnement pratique - Information concernant la qualité des eaux. OFEFP, Berne.
- HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P., 2006. « Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer in der Schweiz (Modul-Stufen-Konzept) - Kieselalgen Stufe F ». Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Wasser, Sektion Gewässerreinhaltung und Restwasser. 3003 Bern. 122 p.
- ILLIES J., BOTOSANEANU L. 1963. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique.
- KNISPEL S., KLEIN A., BERNARD M., BORNARD C., PERFETTA J., RATOUIS C., 2005. Qualité biologique des cours d'eau du bassin versant lémanique. *Rapp. Comm. Int. proct. eaux Léman contre pollut., Campagne 2004*, 117-129
- LANGE-BERTALOT H. (unter Mitarbeit von A. Steindorf), 1996. Rote Liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 28: 633-677.
- Ministère de l'environnement et du cadre de vie, 1979. Paramètres de la qualité des eaux. *Direction de la prévention des pollutions. Neuilly-sur-Seine.*
- MARCINIAK B., 1988. Diatoms in bottom sediments of lake Hobschen, Simplon, Switzerland - Preliminary report. In : Lang, G. & Schlüchter, Ch. (eds). *Lake, Mire and River Environments*. Balkema, Rotterdam: 31 - 39.
- MONNIER, O., LANGE-BERTALOT, H., RIMET, F., HOFFMANN, L. & ECTOR, L., 2004. *Achnanthidium atomoides* sp. nov., a new diatom from the Grand-Duchy of Luxembourg. *Vie et Milieu* 54(2-3), 127-136.
- 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, 1991. Recommandations pour l'évaluation de la qualité hygiénique des eaux de baignade de lacs et de rivières. *Information concernant la protection des eaux n°7.*
- 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, 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 (anciennement OFEFP), 2005. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau : Macrozoobenthos Niveau R, Berne.
- OFEV, 2006. Modifications du module « Chimie – Analyses physico-chimiques » Niveaux R & C. Classement selon les décisions du groupe d'experts (7.11.2006).
- PORTMANN M., BAUMANN P. et IMHOF B., 2004. Schwebstossauhalt und Trübung der Rhone. *Publikation der „Rhone-Thur Projetcts“*. Limnex, EAWAG, WSL, 31 p. et annexes.
- ROQUIER C., REYMOND P. & MARGOT A., 2007. Capacité d'autoépuration des eaux du Rhône amont. *SIE – Design Project, EPFL.*
- STECK et al., 1999. Carte tectonique des Alpes de Suisse occidentale et des régions avoisinantes. Carte géologiques spéciales n° 123. *Service hydrologique et géologique national.*
- STRAUB F., 1990. *Hauterive-Champréveyres, 4. Diatomées et reconstitution des environnements préhistoriques*. Saint-Blaise, Ed. du Rueau (Archéologie neuchâteloise 10), 1-120.

- STRAUB, F., 2007. *Diatomées et état de santé du Rhône valaisan. Campagne avril 2007. Etude pilote sur la capacité autoépuratoire de deux tronçons.* Rapport PhycoEco, La Chaux-de-Fonds, 16 p. et 3 annexes.
- WASSON JG, CHANDESRIS A., et PELLA H., 2002. Définition des hydro-écorégions de France métropolitaine. Approche régionale de typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. *Rapport CEMAGREF Lyon BEA/LHQ et MATE/DE*, 190 p.
- WASSON JG, CHANDESRIS A., PELLA H. et BLANC L, 2003. Typologie des eaux courantes pour la Directive Cadre Européenne sur l'eau : l'approche par hydro-écorégions. *CEMAGREF Lyon*.
- WASSON JG, CHANDESRIS A., PELLA H., BLANC L., VILLENEUVE B. et MENGIN N., 2004. Détermination des valeurs de référence de l'IBGN et propositions de valeurs limite du « bon état » Version 2, document de travail. *CEMAGREF, VALOREZ, ZABR*.

ANNEXES

- Annexe 1 : Tableau des résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques effectuées sur le Rhône en 2007-2009.
- Annexe 2 : Diatomées et qualité des eaux de rivières : méthodes du bureau PhycoEco, octobre 2007 (corr. mai 2008).
- Annexes 3 : Tableau des résultats bruts des analyses des peuplements de diatomées du Rhône en 2007-2009.
- Annexes 4 : Résultats détaillé du calcul du Macroindex.

ANNEXES 1

Tableau des résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques effectuées sur le Rhône en 2007-2009.

PRELEVEMENTS		ANALYSES IN SITU										S EN LABORATOIRE						BACTERIOLOGIE				
Lieu - Station	Code	Altitude	Date	temp.	Cond.	pH	O2	O2	Cond. Labo	pH	MES	COT	CI	COD	Ptot	P04	NH4	NO2	NO3	Germes aérob. méso	Esch. Coli	Entéro-coques
		m		°C	µS/cm		mg/l	%	µS/cm		mg/L	mg/L C		mg/L	mg/L P	mg/L N	mg/L N	mg/L N	mg/L N	n/ml	n/ml	n/100 ml
N°1	Gamsen (RD), aval Brig	RHO 116.1	660	30.08.2007	4.5	-	11.2	95	65	85	1128	0.4	0.4	0.663	0.006	0.024	<0.002	0.123	3500	500	200	
N°2	Lalden (RD)	RHO 112.5	653	30.08.2007	4.7	-	11.1	94.5	68	86	1122	0.5	0.4	0.626	0.005	0.024	<0.002	0.098	3000	800	200	
N°3	Baltschieder (RD)	RHO 107.4	641	30.08.2007	4.7	-	11.2	94.5	70	86	792	0.5	0.4	0.641	0.009	0.026	<0.002	0.083	1800	1000	180	
N°4	Gampel (RD)	RHO 99.7	630	30.08.2007	5.9	-	10.9	94.5	85	86	930	0.5	0.4	0.546	0.006	0.024	<0.002	0.124	3000	1200	200	
N°5	Turthann (RD)	RHO 96.1	620	30.08.2007	6.6	-	10.6	94	85	85	869	0.5	0.5	0.475	0.007	0.03	<0.002	0.144	3600	1500	1000	
N°6	Susten (RG)	RHO 92.0	618	30.08.2007	6.9	-	10.6	93.5	105	85	943	0.5	0.5	0.493	0.005	0.032	<0.002	0.187	3000	2500	300	
N°7	Am. STEP Varen	RHO 88.7	602	30.08.2007	6.8	-	10.7	94	109	85	999	0.5	0.5	0.487	0.006	0.035	<0.002	0.188	5000	2500	800	
N°8	Sierre, amont gravière Praz	RHO 84.0	540	30.08.2007	6.9	-	10.6	93.6	120	85	1084	0.5	0.5	0.491	0.004	0.033	<0.002	0.2	2400	1800	250	
N°9	Chippis (RG)	RHO 80.5	523	30.08.2007	6.8	-	10.7	94.1	120	84	956	0.5	0.5	0.485	0.005	0.024	<0.002	0.171	2400	3000	320	
N°10	Noës (RD)	RHO 78.7	520	30.08.2007	7	-	10.7	94	118	85	1210	0.5	0.5	0.550	0.008	0.026	<0.002	0.136	1800	3200	700	
N°1	Gamsen (RD), aval Brig	RHO 116.1	660	12.11.2007	4.4	312	8.2	11	91.3	348	8.2	8	0.64	0.59	0.012	0.000	0.000	0.002	0.233	3000	75	40
N°2	Lalden (RD)	RHO 112.5	653	12.11.2007	3.6	271	7.9	11.3	92	285	7.9	5	0.72	0.7	0.011	0.000	0.018	0.004	0.248	1200	300	100
N°3	Baltschieder (RD)	RHO 108.5	641	12.11.2007	7.2	207	8	10.7	95	226	8	30	0.66	0.64	0.020	0.009	0.029	0.008	0.257	1800	1500	100
N°4	Gampel (RD)	RHO 99.7	630	12.11.2007	5.7	199	7.8	10.6	90.8	215	78	30	0.55	0.55	0.018	0.000	0.017	0.006	0.231	700	600	50
N°5	Turthann (RD)	RHO 96.1	620	12.11.2007	5.7	222	7.9	10.8	92	216	79	14	0.8	0.79	0.013	0.000	0.021	0.006	0.302	900	250	35
N°6	Susten (RG)	RHO 92.0	618	12.11.2007	6.4	262	8	10.6	91.8	258	8	7	1.11	1.08	0.019	0.001	0.037	0.007	0.512	1800	300	100
N°7	Salgesch, amont rejet gravière Volken	RHO 85.1	543	12.11.2007	7.4	636	8.1	10.5	92.3	657	8.1	2	0.63	0.56	0.005	0.000	0.000	0.004	0.441	750	45	50
N°8	Sierre, amont gravière Praz	RHO 84.0	540	12.11.2007	8.8	666	8.3	10.1	92.1	645	8.3	68	0.6	0.53	0.021	0.000	0.003	0.003	0.428	100	120	40
N°9	Chippis (RG)	RHO 80.5	523	12.11.2007	6.4	247	8.2	10.9	92.9	261	82	8	0.72	0.68	0.013	0.002	0.009	0.003	0.247	360	85	30
N°10	Noës (RD)	RHO 78.7	520	12.11.2007	7	316	8.2	10.9	94.2	316	8.2	25	1.01	0.97	0.016	0.002	0.036	0.005	0.474	1800	110	50
N°1	Gamsen (RD), aval Brig	RHO 116.1	660	04.03.2008	4	225	8	11	91.7	231	79	7	0.9	0.9	0.011	0.005	0.087	0.003	0.4	370	60	12
N°2	Lalden (RD)	RHO 112.5	653	04.03.2008	3.6	271	8.1	11.2	92.7	261	8.1	6	1	1	0.019	0.006	0.12	0.004	0.41	690	85	30
N°3	Baltschieder (RD)	RHO 108.5	641	04.03.2008	9	271	9.1	10.3	96.3	259	8.9	222	1.4	1.2	1.00	0.008	0.11	0.011	0.51	810	69	28
N°4	Gampel (RD)	RHO 99.7	630	04.03.2008	7.2	295	8.1	10.5	94	283	8.1	9	1.1	1	0.022	0.007	0.21	0.12	0.59	450	56	25
N°5	Turthann (RD)	RHO 96.1	620	04.03.2008	5.6	252	8	10.9	93.9	245	8	11	0.9	0.9	0.034	0.014	0.125	0.009	0.53	600	136	30
N°6	Susten (RG)	RHO 92.0	618	04.03.2008	6.6	341	8	10.6	93.6	339	8	9	1.1	1	0.030	0.010	0.17	0.015	0.89	340	100	35
N°7	Salgesch, amont rejet gravière Volken	RHO 85.1	543	04.03.2008	7.4	684	8.3	10.6	95	652	8.3	19	0.7	0.7	0.023	0.001	0.008	0.002	0.58	300	12	5
N°8	Sierre, amont gravière Praz	RHO 84.0	540	04.03.2008	7.6	688	8.4	10.9	97	644	8.3	17	0.7	0.6	0.021	0.001	0.003	0.004	0.55	180	19	8
N°9	Chippis (RG)	RHO 80.5	523	04.03.2008	7	379	8.1	10.6	93	356	8.1	16	1	0.9	0.041	0.007	0.11	<0.002	0.9	420	78	21
N°10	Noës (RD)	RHO 78.7	520	04.03.2008	7.5	392	8.2	10.8	95	360	8.2	20	1	1	0.040	0.010	0.13	0.014	0.87	510	68	25

Lieu - Station	Code	Altitude	N° LABO SPE	PRIEVEMENTS				ANALYSES IN SITU										ANALYSES EN LABORATOIRE						
				Déb it	temp.	Cond.	pH	O2	O2	Cond. Labo	ph	MES	COT	Cl	COD	Ptot	PO4	NH4	NO2	NO3	Germes aérob. méso	n/ml	Esch. Coli	Entéro- coques
N°1	Granges (RG)		RHO 75.1	505	25.08.2008	9.2	214	7	9.82	90.4	214	7.9	166	0.4	6.5	0.4	0.071	<0.008	0.243	0.006	0.14	920	1620	410
N°2	Pouta Fontana (RG)		RHO 72.9	501	25.08.2008	9	154	7.5	9.94	90.8	164	7.7	179	0.4	7	0.4	0.075	<0.008	0.116	0.005	0.35	1280	4500	1170
N°3	Sion Vissigen (RG)		RHO 66.0	490	25.08.2008	10	234	7.7	9.52	89	232	7.9	143	0.4	6	0.4	0.066	<0.008	0.153	0.005	0.40	1000	1630	770
N°4	Les Iles (RD)		RHO 60.8	484	25.08.2008	8.8	191	7.6	9.93	90.6	194	7.9	158	0.4	6.3	0.4	0.07	<0.008	0.121	0.005	0.37	1080	1600	190
N°5	Aval Morges et Lizerne (F)		RHO 56.8	478	25.08.2008	8.6	212	8.2	9.74	90.6	212	7.9	155	0.4	5.7	0.4	0.055	<0.008	0.145	0.005	0.38	1100	1050	580
N°6	Chamoson am GD		RHO 55.2	477	25.08.2008	8.8	203	7.9	9.95	91.6	204	7.9	195	0.4	6.5	0.4	0.086	<0.008	0.114	0.006	0.42	1280	1900	790
N°7	Leytron (RG)		RHO 51.1	470	25.08.2008	8.6	178	8.3	10.3	93.1	180	7.9	234	0.4	4.4	0.4	0.082	<0.008	0.08	0.006	0.33	950	1700	680
N°8	Saxon (RG)		RHO 46.6	465	25.08.2008	9.2	170	8	10.1	92	172	8	188	0.4	4.4	0.4	0.085	<0.004	0.08	0.004	0.31	610	1000	650
N°9	Fully(RD)		RHO 45.2	464	25.08.2008	8.8	186	8.2	10.3	93.5	188	8	115	0.4	3.5	0.4	0.073	<0.008	0.084	0.008	0.39	1080	2100	830
N°10	Coude de Martigny(RD)		RHO 38.1	460	25.08.2008	7.9	153	7.7	10.6	93.9	157	8	163	0.4	3.2	0.4	0.055	<0.004	0.08	0.004	0.33	1740	1200	630
N°1	Granges (RG)		RHO 75.1	505	09.12.2008	3.2	362	8.1	12.3	97	366	8	27	0.4	16.1	0.4	0.025	<0.004	0.538	0.007	0.88	1800	820	480
N°2	Pouta Fontana (RG)		RHO 72.9	501	09.12.2008	3.1	338	8.1	12.4	98	342	8.1	61	0.4	14.1	0.4	0.024	<0.004	0.282	0.007	0.84	12000	880	420
N°3	Sion Vissigen (RG)		RHO 66.0	490	09.12.2008	3.2	396	8.1	12.8	102	393	8.1	21	0.5	11.6	0.5	0.046	0.010	0.263	0.007	0.70	4200	5000	5900
N°4	Les Iles (RD)		RHO 60.8	484	09.12.2008	3.3	336	8.1	12.6	100	340	8.1	25	0.4	10	0.4	0.05	0.016	0.334	0.006	0.66	6000	4800	4200
N°5	Aval Morges et Lizerne (F)		RHO 56.8	478	09.12.2008	3.2	350	7.9	12.8	100	355	8	30	0.4	10.5	0.4	0.017	<0.004	0.207	0.028	0.77	1100	780	360
N°6	Chamoson am GD		RHO 55.2	477	09.12.2008	2.7	344	7.8	12.7	99	376	7.9	14	0.4	947	0.4	0.017	<0.004	0.256	0.008	0.75	680	1400	750
N°7	Leytron (RG)		RHO 51.1	470	09.12.2008	3.1	259	7.9	12.6	99	263	7.9	26	0.4	6.34	0.2	0.014	<0.004	0.134	0.007	0.55	1800	2100	700
N°8	Saxon (RG)		RHO 46.6	465	09.12.2008	3.1	248	8	12.4	96	252	8	115	0.2	5.4	0.2	0.039	<0.004	0.109	0.005	0.55	480	800	440
N°9	Fully(RD)		RHO 45.2	464	09.12.2008	3	272	8	12.8	100	276	8	25	0.4	6.44	0.2	0.012	<0.004	0.134	0.005	0.62	720	1100	360
N°10	Coude de Martigny(RD)		RHO 38.1	460	09.12.2008	2.9	284	8.1	12.5	97	310	7.9	16	0.4	10.5	0.4	0.014	<0.004	0.161	0.007	0.73	480	880	380
N°1	Granges (RG)		RHO 75.1	505	16.03.2009	6.5	356	8.5	10.5	90	399	8	13	1.2	16.5	0.90	0.026	0.004	0.584	0.026	1.01	3600	700	250
N°2	Pouta Fontana (RG)		RHO 72.9	501	16.03.2009	6	341	7.9	10.7	90.1	384	8	14	1.2	15.2	1.00	0.054	0.016	0.637	0.020	0.88	3700	1260	1000
N°3	Sion Vissigen (RG)		RHO 66.0	490	16.03.2009	5.9	443	8.5	10.8	91.2	516	8	16	1.1	14.6	0.80	0.028	0.007	0.274	0.016	0.87	2300	580	470
N°4	Les Iles (RD)		RHO 60.8	484	16.03.2009	6.3	375	8.5	10.8	91	417	8	21	1.1	14.8	0.90	0.034	0.005	0.337	0.018	0.96	2800	660	220
N°5	Aval Morges et Lizerne (F)		RHO 56.8	478	16.03.2009	6.7	393	8.5	10.8	92	430	8.1	24	1.3	13.4	1.00	0.037	0.005	0.356	0.015	0.91	3200	550	300
N°6	Chamoson am GD		RHO 55.2	477	16.03.2009	7	413	8.5	10.5	90.5	445	8	31	1.2	17	0.90	0.05	0.007	0.619	0.023	1.12	3600	370	520
N°7	Leytron (RG)		RHO 51.1	470	16.03.2009	7.2	300	8.3	10.7	92.7	242	8	28	0.6	5.58	0.50	0.023	0.001	0.157	0.005	0.50	790	120	68
N°8	Saxon (RG)		RHO 46.6	465	16.03.2009	5.6	221	8.0	11.2	92.6	321	8	34	0.9	8.93	0.70	0.042	0.005	0.212	0.011	0.73	1000	460	430
N°9	Fully(RD)		RHO 45.2	464	16.03.2009	6.5	274	8.5	11	93.5	293	8	37	0.8	8.08	0.60	0.044	0.003	0.255	0.008	0.67	1040	310	120
N°10	Coude de Martigny(RD)		RHO 38.1	460	16.03.2009	5.9	229	8.0	11.1	93.1	224	7.9	32	0.7	5.28	0.50	0.037	0.002	0.15	0.004	0.52	2000	270	110

ANNEXES 2

Diatomées et qualité des eaux de rivières : méthodes du bureau PhycoEco, octobre 2007 (corr. mai 2008).

Diatomées et qualité des eaux de rivières : méthodes du bureau PhycoEco

F. Straub, octobre 2007 (corr. mai 2008)

Préambule

Les méthodes sélectionnées ci-dessous sont destinées à apprécier la qualité des eaux de rivières uniquement. C'est la raison pour laquelle, seule la communauté de diatomées épilithiques (qui vit sur les galets) en pleine eau courante est étudiée, communauté dépendante uniquement des apports de l'eau. Pour des recherches plus globales, d'estimation de l'état de santé du milieu dans sa globalité et de biodiversité, des méthodes complémentaires peuvent être ajoutées, pour étudier aussi les autres compartiments de l'écosystème (rive, bras morts, sables, limons, herbier) via les autres communautés de diatomées qui y vivent.

Descriptif des méthodes

• Prélèvement, préparation, analyse des diatomées et estimation de la vitesse de l'eau

Dans chaque station, au minimum trois pierres du cours d'eau, situées dans le courant et immergées à environ 10-15 cm de profondeur, sont choisies. Sur chacune, le périphyton vierge d'algues filamentueuses est gratté à l'aide de l'appareil de Douglas (DOUGLAS, 1958) sur une surface de 4.9 cm². La suspension brute récoltée est mise dans un pilulier et additionnée de formol à 30 %, à raison d'une concentration finale de 3 %.

Pour détruire la matière organique et nettoyer les frustules des diatomées, de l'acide chlorhydrique (HCl) et de l'eau oxygénée (H₂O₂) sont ajoutés dans un pilulier de chaque station. Le traitement des échantillons est réalisé selon une des méthodes préconisées par le manuel s'application de la méthode suisse (STRAUB 1981 *in* HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P., 2006, p. 119), légèrement modifiée : l'usage des acides à chaud a été remplacé par un traitement à H₂O₂ à froid pendant 3 semaines.

Les frustules nettoyés sont repris en suspension avec des volumes connus d'eau déminéralisée, pour pouvoir estimer quantitativement la biomasse de diatomée présente dans le périphyton. La suspension propre (0,3 ml par préparation) est ensuite montée entre lame et lamelle dans du Naphrax.

L'observation des échantillons se fait au microscope en contraste de phase (grossissement 10×100).

Pour chaque station, un échantillon statistique d'au moins 500 valves entières est dénombré. Les différentes diatomées sont identifiées jusqu'à l'espèce, voire la variété, en suivant la taxonomie de base de KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991) complétée par les révisions les plus récentes. Les fragments sont relevés à part sans identification. Les formes tétratologiques (montroueuses) de diatomées sont aussi relevées à l'espèce. La surface de préparation microscopique nécessaire au dénombrement des 500 valves est relevée pour pouvoir calculer, via les dilutions successives, la biomasse de diatomées présente dans le périphyton.

A l'endroit du prélèvement des pierres, la vitesse du courant est estimée par dérive d'un bouchon fixé à une ligne de 2 m.

Cette méthode permet d'exprimer les caractéristiques des peuplements de diatomées et de calculer les différents indices de diagnostic de qualité, présentés ci-dessous.

• Relevés de terrain

Lors de chaque prélèvement, les caractéristiques écomorphologiques et les aspects généraux de qualité d'eau (aspect visuel) sont relevés sur une grille d'analyse, qui reprend en un peu plus détaillé, les critères retenus par les deux modules proposés dans le Système modulaire gradué de la Confédération. Pour cela, j'ai conservé les grilles de relevés conçus par le Bureau AquaPlus, de Zug, car nous utilisons ceux-ci depuis 1990 et pour que la valorisation de ces résultats dans le cadre de la banque de données suisse sur

les diatomées puisse être constante. Il va de soi que l'on peut convertir en tout temps, au besoin, ces observations, dans les grilles standardisées de la Confédération.

Selon cette conception, la grille d'aspect visuel permet d'appliquer un indice de qualité visuelle de l'eau qui varie de 0 à 235 selon l'échelle ci-dessous :

Valeur indice	0	1 à 4	5 à 24	25 à 124	124 à 235
Préjudices	Sans	Légers	Modérés	Forts	Excessifs
Nécessité traitement	Non	Non	Oui	Oui	Oui
			Épuration nécessaire	Mesures nécessaires	Mesures Immédiates nécessaires

- **Biomasse de diatomées**

La biomasse de diatomées est exprimée en nombre de cellules de diatomées par cm². Des variations de biomasse peuvent être liées à des fluctuations des concentrations d'engrais, de substances toxiques dans les eaux et de température. En rivière, la biomasse dépend aussi de l'énergie mécanique du courant, c'est pour cette raison que la vitesse de l'eau est estimée sur place, pour pondérer les interprétations de qualité d'eau (en cours d'eau lent, pour une même valeur nutritive de l'eau, la biomasse est en général plus élevée). En cas de fortes turbidités, le pouvoir érosif de l'eau est supérieur, si bien que la biomasse des diatomées (et du périphyton en général) est moindre.

- **Taux de fragmentation des valves de diatomées**

Ce taux est exprimé en % par rapport à l'ensemble des diatomées et des restes présents. En rivière, normalement les taux de fragmentation sont ≤ 50 %. Des taux de 60 à 90 % de fragmentation peuvent signaler soit des cas de mortalité liée à la toxicité des eaux (STRAUB et JEANNIN 2006), soit des cas de mélange de peuplements par dérive et/ou accumulation. Comme pour la biomasse, ce taux doit être interprété avec prudence, car il dépend également de la vitesse de l'eau (les fragments s'accumulent dans les cours d'eau lents)

- **Diversité floristique**

Le nombre d'espèces de diatomées relevées au dénombrement représente la richesse floristique du peuplement. Cette diversité est faible dans les eaux très propres de haute montagne, à très faible dans les eaux toxiques et fortement polluées des émissaires d'eaux usées. Les peuplements de diatomées sont les plus diversifiés dans les eaux légèrement engrangées de plaine.

- **Diversité structurale du peuplement**

Le degré de spécialisation du peuplement (une espèce domine ou plusieurs espèces se partagent l'espace) est exprimé par l'indice de diversité de Shannon (LEGENDRE et LEGENDRE 1984). Des peuplements de faible diversité structurale existent dans les milieux extrêmes, dans lesquels un facteur écologique limite l'implantation des espèces (p. ex. acidité, carence, pauvreté, froid, toxicité, agitation). On observe une forte diversité structurale dans les peuplements des eaux plutôt calmes, carbonatées, chaudes et légèrement engrangées de plaine.

- Degré de similitude des assemblages de diatomées

Pour juger du degré de similitude de deux peuplements différents et pour juger de la significativité des variations observées (p. ex. : l'un situé en aval de l'autre, ou au même endroit, l'un datant de l'automne et l'autre de l'hiver), une analyse multivariée simple est proposée, composée par le calcul et la comparaison de deux indices courants de similitude. La comparaison se fait sur un diagramme de similitude (Figure 1). Sur l'abscisse du diagramme figure le coefficient de communauté S_7 de Jaccard (LEGENDRE & LEGENDRE 1984) :

$$S_7(y_1, y_2) = \frac{a}{a + b + c}.$$

où y_1 et y_2 sont les deux échantillons comparés
 a = nombre d'espèces présentes dans y_1 et y_2
 b = nombre d'espèces présentes que dans y_1
 c = nombre d'espèces présentes que dans y_2

Le coefficient de Jaccard varie entre 0 (aucune ressemblance entre y_1 et y_2) et 1 (identité entre y_1 et y_2). Ce coefficient permet de dire dans quelle mesure les mêmes taxons sont présents dans les deux populations comparées. En écologie, on considère qu'une valeur $S_7 \geq 0.6$ entre deux listes taxonomiques indique qu'elles proviennent d'un milieu semblable.

Sur l'ordonnée du diagramme figure le coefficient D de dominance-identité selon RENKONEN 1938 :

$$D_{1,2} = \sum_{i=1}^s q_i$$

où $D_{1,2}$ = dominance-identité entre les communautés 1 et 2
 q_i = la plus petite des deux fréquences relatives de l'espèce i
 s = nombre total d'espèces dans les deux communautés

Ce coefficient permet de comparer la composition structurale de deux populations. Cette composition décrit avec quelle abondance relative les taxons sont représentés dans la population. Cette composition est sujette à variation sous l'effet de chaque facteur écologique. C'est donc une base essentielle de diagnostic de l'état de santé des milieux naturels par l'analyse des populations.

Le coefficient D varie entre 0% (aucune identité structurale entre les communautés 1 et 2) et 100% (identité totale entre les communautés 1 et 2). La valeur de $D \geq 60\%$ indique un haut degré d'identité structurale (ENGELBERG 1987, HÜRLIMANN 1993), au-delà duquel les communautés ne peuvent pas être séparées objectivement. Ces deux coefficients permettent de construire le diagramme présenté en Figure 1 (J. Hürli-mann, com. orale).

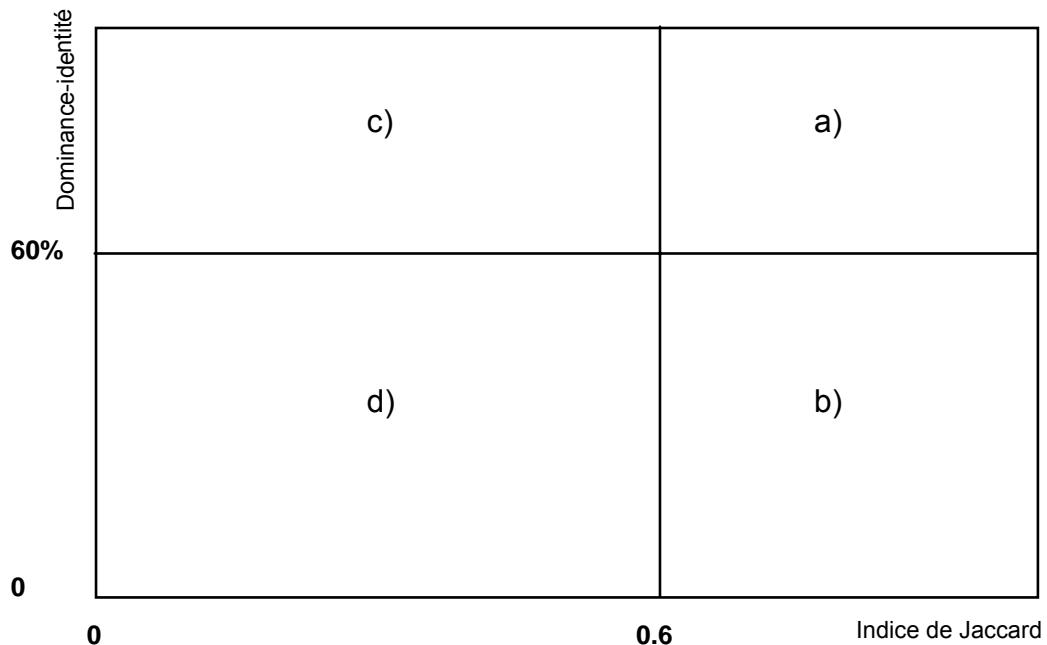


Figure 1 : Cadre du diagramme de similitude servant à comparer deux communautés sur la base de l'indice de Jaccard et de la dominance-identité.

Sur ce diagramme, si le point de corrélation tombe en secteur a) les deux communautés sont à considérer comme semblables. Si le point tombe en secteur b) on peut considérer que les deux communautés sont formées des mêmes taxons, mais ceux-ci ne sont pas représentés avec la même abondance (cas de dérive d'une communauté sous l'influence d'un paramètre écologique particulier). Lorsque le point est situé en secteur c), il faut considérer que la base structurelle des deux communautés est identique, mais que de petites différences taxonomiques sont présentes (sous-associations). Lorsque le point tombe en secteur d) il faut considérer les communautés comme différentes, soumises à des facteurs écologiques différents.

- **Taux de formes téralogiques**

Ce taux est exprimé en % de l'ensemble des diatomées non-fragmentées. Sur le tableau des résultats bruts (Annexes) figurent les espèces trouvées également sous formes monstrueuses. Les causes de ces malformations sont de deux ordres. Lorsqu'elles sont génétiques, tous les individus de l'espèce présentent la même déformation. Lorsqu'elles sont environnementales, seuls certains individus en portent la trace. Les facteurs téralogènes environnementaux connus actuellement sont soit, dans les eaux très propres, des carences (p. ex. en silicates), des chocs thermiques ou lumineux. Dans les eaux polluées, les métaux lourds, les herbicides, les pesticides et résidus de combustion des hydrocarbures, sont connus pour causer des malformations (ESGUERRA *et al.* 2006). Dans les populations bien nourries, il est rare de trouver de telles formes, si bien qu'un taux de 1% de monstruosités semble déjà significatif (STRAUB & JEANNIN 2006, STRAUB, non pub., enquête orale auprès des membres de l'ADLAF).

- **L'Indice Diatomique Suisse (DI-CH)**

L'Office fédéral de l'environnement des forêts et du paysage propose aux cantons depuis 1998 plusieurs méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse regroupées dans un système modulaire gradué (OFEFP, 1998).

Dans le module « Biologie » du système modulaire gradué suisse, une méthode « diatomées suisse » (DI-CH) a été développée (HÜRLIMANN J. et NIDERHAUSER P., 2001). Elle a fait l'objet d'une nouvelle calibration en 2006, proposant aussi une échelle de classification basée sur 5 classes au lieu de 4 dans la version précédente (HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P., 2006).

Le DI-CH poursuit deux buts principaux :

- mettre à la disposition des cantons une méthode basée sur l'ensemble des diatomées prélevées en Suisse et sur leur valeur écologique ;
- fournir aux cantons un outil pour vérifier les objectifs écologiques fixés par la nouvelle ordonnance sur la protection des eaux (annexe 1, art. 1, al. 1, OEaux), plus particulièrement le point b qui stipule que les communautés végétales doivent « présenter une composition et une diversité d'espèces spécifiques de chaque type d'eau peu ou pas polluée ».

La méthode comprend 8 groupes de qualité d'eau, basés sur les concentrations de 6 paramètres chimiques de pollution anthropique : ammonium, nitrite, somme de l'azote inorganique, phosphore total, chlore, carbone organique dissous. 220 diatomées ont été retenues et 2 valeurs (D et G) leur ont été attribuées :

- la valeur indicatrice D, notée de 1 à 8, caractérise les conditions de vie optimales de l'espèce (de 1 pour les espèces très sensibles à 8 pour les espèces très tolérantes) ; cette valence écologique est distinguée par les paramètres physico-chimiques ;
- le facteur de pondération G, avec une valeur de 0.5 à 8, détermine la représentativité des espèces en tant qu'organisme indicateur (de 0.5 pour les formes abondantes peu représentatives, à 8 pour les formes caractéristiques d'amplitude écologique étroite et bon bioindicateur).

La note de qualité attribuée à chaque station est calculée selon la formule ZELINKA & MARVAN 1961 suivante :

$$\text{DI-CH} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i G_i H_i}{\sum_{i=1}^n G_i H_i}$$

où DI-CH = indice diatomique suisse
 Di = valeur de classement du taxon i sur la base de sa préférence auto-écologique
 Gi = pondération du taxon i
 Hi = fréquence relative du taxon i en %
 n = nombre de taxons de l'échantillon

Chaque note obtenue (indice diatomées) correspond à un des 8 groupes de qualité d'eau (Tableau 1). Pour faciliter les comparaisons entre les modules, les 8 groupes de départ sont ramenés à 5 classes du « système modulaire gradué R ». Les stations sont alors classées en deux catégories :

- celles obtenant un indice de 1 à 4.49 (couleur bleue et verte) respectent les objectifs écologiques fixés par l'OFEFP ;
- celles ayant un indice de 4.5 à 8 (couleur jaune, orange et rouge) n'atteignent pas les objectifs écologiques.

Indice diatomique DICH	1	2	3	4	5	6	7	8
Limites des classes	1.0-1.49	1.5-2.49	2.5-3.49	3.5-4.49	4.5-5.49	5.5-6.49	6.5-7.49	7.5-8.0
Classes d'état selon système modulaire gradué	Très bon			Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	

Tableau 1 : Grille de diagnostic pour l'interprétation de l'indice suisse DI-CH basé sur les diatomées.

La méthode « diatomées suisse » recommandée par l'OFEFP a donc été choisie comme indice diatomique de pollution générale pour cette étude, afin que le diagnostic corresponde exactement aux exigences de la loi suisse. Pour concrétiser l'interprétation de cet indice (réducteur par essence), la composition des

peuplements est représentée sur des histogrammes qui présentent les % des cinq classes de sensibilité des diatomées.

- **Le diagnostic du niveau saprobique de l'eau**

Le niveau saprobique représente l'intensité des phénomènes de biodégradation qui ont lieu dans l'eau. En rivière, le taux d'oxygène n'étant souvent pas limitant, le niveau saprobique est proportionnel au taux de matières organiques oxydables. Les diatomées étant soit sensibles envers ces matières, soit résistantes, elles sont très utiles pour ce diagnostic. Cet aspect de la qualité de l'eau est inclus dans l'indice DI-CH, mais de manière intégrée aux charges minérales (niveau trophique). Cette intégration (nécessaire pour des raisons légales) n'est pas idéale pour la description des phénomènes biologiques qui ont lieu effectivement. C'est pourquoi nous proposons de détailler cet aspect également.

Le diagnostic a été conduit selon la méthode préconisée par LANGE-BERTALOT 1978, 1979a et b, KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1986-1991. Cette méthode consiste à assigner à chaque taxon un indice de sensibilité envers les matières organiques et les autres molécules réduites habituellement présentes dans les eaux résiduelles. Ces indices figurent dans la deuxième colonne du tableau de végétation (Annexe \$). Ils ont été attribués empiriquement au cours d'études extensives de populations *in situ* ou au cours d'expérimentations ponctuelles en milieux artificiels (valeurs des indices tirés essentiellement de KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1986-1991, LANGE-BERTALOT 1993, HÜRLIMANN ET STRAUB 1991, DENYS 1991, HOFMANN 1994, VAN DAM *et al.* 1994). L'indice de quatre degrés (1 = très sensible à 4 = très tolérant) indique jusqu'à laquelle des quatre classes saprobiques (I, oligosaprobie à IV polysaprobie, KOLKWITZ 1950, LIEBMANN 1958, SLADACEK 1973) chaque taxon peut résister. Le diagnostic est posé à partir de la fréquence relative des quatre groupes de sensibilité à l'intérieur de l'assemblage de diatomées trouvé. Cette méthode, contrairement à celles des indicateurs de classe, reconnaît pour des autotrophes vrais comme la plupart des diatomées, qu'il n'y a pas en principe de dépendance directe de ces organismes aux matières organiques, mais seulement une tolérance plus ou moins marquée. Ainsi, on peut trouver tous les taxons, en faible abondance (forte concurrence) dans les basses classes de charge organique, tandis que dans les classes élevées, seuls quelques taxons tolérants peuvent vivre en abondance (faible concurrence). La définition des classes saprobiques ainsi que l'échelle de diagnostic à partir des assemblages de diatomées sont résumées au

Pour affiner la méthode, en particulier pour diagnostiquer plus correctement les eaux de classe II dégradées, de la classe critique II-III et celles de la classe III, nous avons retenu les recommandations de SCHIEFELE 1987 et REICHARDT 1991, c'est-à-dire tenir compte de la tolérance plus élevée de certains taxons en présence d'une bonne oxygénation ("eutrophe Arten"). Les valences autoécologiques de ces taxons sont suivies du symbole (O₂!) dans le tableau de végétation (Annexes). En cas de bonne oxygénation, il faut forcer d'une demi-classe leur valence autoécologique et poser le diagnostic en associant leur fréquence relative à la demi-classe de tolérance supérieure, tout en suivant l'échelle de diagnostic classique (Tableau 2).

Les variations de niveau saprobique peuvent être interprétées en termes d'augmentation ou de diminution (impact, dilution, autoépuration) de déficit d'oxygène dissous ou de demande biochimique d'oxygène en 5 jours (DBO5).

<u>Classes de qualités saprobiques</u>	<u>Proportion des groupes d'espèces différencielles de diatomées</u>	<u>Diagnostic approximatif selon le système modulaire gradué</u>
<u>I : oligosaprobie</u> Non chargé à peu chargé 95% < saturation O ₂ < 105% DBO5 moyen < 2 mg/l	* très sensibles ≥ 90 % sensibles + tolérants + très tolérants ≤ 10 %	Très bon
<u>I-II : oligo-β-mésosaprobie</u> Peu chargé Déficit d'O ₂ < 15 %	* très sensibles ≥ 50% sensibles + tolérants + très tolérants ≤ 50 %	Très bon
<u>II : β-mésosaprobie</u> Modérément chargé Déficit d'O ₂ < 30 % DBO5 moyen < 4 (6) mg/l	très sensibles ≤ 10%, sensibles ≥ 50% tolérants + très tolérants < 50 %	Bon Moyen
<u>II-III : β-α-mésosaprobie</u> Charge critique Déficit d'O ₂ < 50 % DBO5 moyen < 7 (10) mg/l	0% < sensibles ≤ 50%, ≤ 50% tolérants + très tolérants < 90%	Médiocre
<u>III : α-mésosaprobie</u> fortement pollué Déficit d'O ₂ < 75 % DBO5 moyen < 13 mg/l	sensibles ≤ 10%, tolérants ≤ 50% très tolérants < 50 %	Mauvais
<u>III-IV : α-méso-polysaprobie</u> très fortement pollué Déficit d'O ₂ < 90 % DBO5 moyen < 22 mg/l	10% < sensibles + tolérants < 50% très tolérants > 50 %	Mauvais
<u>IV : polysaprobie</u> excessivement pollué Déficit d'O ₂ > 90 % DBO5 moyen < 22 (15) mg/l	sensibles + tolérants ≤ 10% très tolérants ≥ 90%	Mauvais

Tableau 2 : Grille de diagnostic des classes de qualité d'eau à partir des proportions des classes de sensibilités différencielles de diatomées. Conception du tableau modifié d'après ELBER et al. 1991, sur des données de KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1986-1991 et * HOFMANN 1987. Les indications fournies pour les classes de qualités I, I-II, sont à prendre avec réserve, car le diagnostic de ces classes dépend avant tout de la nature géologique du bassin versant (p ex. : polysaprobie naturelle des eaux riches en matières humiques, végétation spécialisée de milieux salins continentaux, richesse organique naturelle des lacs eutrophes carbonatés).

- **Le diagnostic du niveau trophique de l'eau**

Le niveau trophique représente la valeur nutritive de l'eau pour les algues et les autres végétaux. En présence de lumière en quantité suffisante, ce niveau est directement proportionnel aux concentrations d'engrais (phosphates, nitrates, potassium, sulfates, etc.). Les diatomées sont plus diversifiées dans les eaux eutrophes, que dans les eaux oligotrophes (seules quelques espèces supportent la pauvreté nutri-

tive) ou que dans les eaux polytrophes à hypertrophes (dont la charge trophique excessive est cause de pollution secondaire et de toxicité associée, supportées que par quelques diatomées résistantes). Cet aspect est aussi inclus dans l'indice DI-CH, de manière intégrée comme pour la sapробie pour des raisons légales. Ici nous proposons également le calcul de cet indice pour mieux saisir les phénomènes biologiques qui ont lieu dans les rivières.

Le diagnostic a été conduit selon la méthode indicielle proposée par SCHMEDTJE *et al.* 1998, qui pour les rivières, est la méthode la plus récente. L'indice trophique est interprété d'après la grille de diagnostic présentée sur le Tableau 3.

Indice trophique de SCHMEDTJE <i>et al.</i> 1998	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Limites des classes	1.0-1.24	1.25-1.74	1.75-2.24	2.25-2.74	2.75-3.24	3.25-3.74	3.75-4.0
Classes d'état selon SCHMEDTJE <i>et al.</i> 1998	Oligotrophe	Mésotrophe	Eutrophe	Eu- à Polytrophe	Polytrophe	Poly- à Hypertrophe	Hypertrophe
Pollution trophique	faible	moyenne	notoire	critique	forte	très forte	excessive
Correspondance approximative avec le système modulaire gradué	Très	bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mau-	vais
Taux de P-total [$\mu\text{g/l}$]	<10	10-30	20-150	>150	*	*	*

Tableau 3 : Grille de diagnostic pour l'interprétation de l'indice trophique de SCHMEDTJE *et al.* 1998 basé sur les diatomées.

Dans nos régions, l'élévation du niveau trophique des eaux courantes a deux causes principales. C'est premièrement la résultante de la lixiviation des terres agricoles, qui enrichissent en engrains les eaux de percolation. C'est aussi le résultat de la dégradation des matières organiques, qui proviennent des égouts, et qu'une certaine oxygénation de l'eau permet d'oxyder. Donc l'élévation du niveau trophique, dans certains cas révèle une activité essentielle des cours d'eau, c'est-à-dire leur capacité de minéralisation, qui est un aspect de leur pouvoir d'autoépuration. L'autre aspect de l'autoépuration est l'abaissement du niveau trophique, par consommation et/ou adsorption par les terrains riverains.

Avec l'étalonnage classique des classes de qualité trophique des eaux de, des variations d'indice trophique peuvent être interprétées en termes d'augmentation ou d'abaissement de la charge en phosphore total.

- Diatomées et valeur patrimoniale des milieux naturels

Depuis la publication de la liste rouge des diatomées d'Allemagne (LANGE-BERTALOT 1996), dont les données parfois alarmantes sont valables en Europe centrale pour les régions de plaine et de mi-montagne (chez nous pour le Plateau, le Jura et les Préalpes), une estimation de la valeur patrimoniale actuelle des eaux des systèmes aquatiques est possible, *via* ce groupe d'algues (WERUM 1991). L'auteur de la liste rouge, reconnaît que les régions alpines sortent un peu de ce cadre, car elles n'ont pas été investiguées suffisamment : il tient à souligner, que dans l'arc alpin bien des espèces en danger sont certainement mieux représentées à l'heure actuelle. L'utilisation de listes rouges est précieuse pour guider les projets de protection et de restauration. Les degrés de raréfaction des taxons sont présentés sur le tableau ci-dessous.

Code	Degré de raréfaction
0	éteint ou disparu
1	menacé d'extinction
2	fortement en péril
3	en péril
G	considéré en péril
R	extrêmement rare
V	en régression
*	actuellement probablement pas menacé
**	certainement pas menacé
D	indications manquent
●	taxon récent qui devrait être présent dans la région

Tableau 7 : Catégories de raréfaction utilisées pour la liste rouge des diatomées de LANGE-BERTALOT 1996. En rouge les catégories de la liste rouge au sens strict. En jaune la catégorie des diatomées en régression. En vert les catégories de taxons encore non menacés. En blanc les taxons pour lesquelles nous manquons d'information, souvent pour cause de confusions taxonomiques.

Pour juger de la valeur patrimoniale des peuplements, nous pouvons exprimer pour chaque catégorie de raréfaction :

- le nombre d'espèces présentes dans chaque milieu ou dans la station à différentes époques;
- l'abondance relative [%] que représente chaque classe dans la composition des communautés.

Les espèces menacées ou en régression, sont typiques de milieux aquatiques non pollués, parfois acides (tourbières), situés souvent en amont des bassins versants. Tous ces milieux ont tendance à disparaître en Europe à cause de l'urbanisation et de l'agriculture intensive. Dans bien des cas les efforts de protection montrent que cette diminution n'est pas inéluctable.

- Utilisation d'échantillons historiques de diatomées

Dans les collections suisses de diatomées, conservées dans les différents Musées d'Histoire naturelle, on trouve des échantillons de diatomées très bien conservés, localisés et datés. Lorsque ces échantillons n'ont pas été triés pour isoler la belle espèce (un examen rapide permet de le mettre en évidence), on peut considérer qu'ils contiennent les communautés d'époque complètes, potentiellement révélatrices des conditions écologiques anciennes. Nous avons montré tout l'intérêt d'appliquer nos techniques modernes d'investigation à ces échantillons historiques et de les comparer à des prélèvements récents effectués dans les mêmes stations (HÜRLIMANN et al. 2001). Cette approche est très profitable pour reconstituer les variations de niveau trophique, de niveau saprobique et de valeur patrimoniale des milieux aquatiques au cours du temps. Cela permet d'apprécier la stabilité ou les transformations subies par les milieux naturels. Cette possibilité est souvent plus objective que l'utilisation de données d'observation anciennes, car dans bien des cas, les résultats des auteurs anciens (liés au niveau de connaissance d'époque) sont insuffisantes ou trop partielles pour en tirer des conclusions écologiques modernes.

Bibliographie

- DENYS L., 1991. A check-list of the diatoms in the holocene deposits of the western belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. I. Introduction, ecological code and complete list. *Service géologique de Belgique, Professional paper* 246 : 1-41.
- DOUGLAS B. 1958. The ecology of the attached diatoms and other algae in a small stony stream. *J. Ecol.*, 46 : 295-322.
- ELBER F., MARTI K. & NIEDERBERGER K., 1991. Pflanzenökologische und limnologische Untersuchung der Reussdelta-Gebietes (Kanton Uri). *Ver. Geobot. Inst. ETHZ, Stift. Rübel, Zürich, Heft* 105 : 1-272.
- ENGELBERG K., 1987. Die Diatomeen-Zönose in einem Mittelgebirgsbach und die Abgrenzung jahreszeitlicher Aspekte mit Hilfe der Dominanz-Identität. *Arch. Hydrobiol.*, 110 (2), 217-236.
- ESGUERRA, O. C., RIVOGNAC, L., GEORGES, A & HORN M., 2006. Les formes tératologiques chez les diatomées. 1 Introduction. *Diatomania* 10, 18-38.
- HOFMANN G., 1987. *Diatomeengesellschaften saurer Gewässer des Odenwaldes und ihre Veränderungen durch anthropogene Faktoren*. Diplomarbeit an der Universität Frankfurt am Main : 1-264 .
- HOFMANN G., 1994. « Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie ». *Bibliotheca Diatomologica* 30. J. Cramer, Berlin, Stuttgart. 241 p.
- HÜRLIMANN J., 1993. *Kieselalgen als Bioindikatoren aquatischer Ökosysteme zur Beurteilung von Umweltbelastungen und Umweltveränderungen*. Dissertation, Universität Zürich 1-118.
- HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P., 2001. « Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse : Diatomées - niveau R (région) ». A paraître dans : L'Environnement pratique - Information concernant la qualité des eaux. OFEFP, Berne.
- HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P., 2006. « Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer in der Schweiz (Modul-Stufen-Konzept) - Kieselalgen Stufe F ». Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Wasser, Sektion Gewässerreinhaltung und Restwasser. 3003 Bern. 122 p.
- HÜRLIMANN J. & STRAUB F., 1991. Morphologische und ökologische charakterisierung von Sippen um den *Fragilaria capucina* - komplex sensu Lange-Bertalot 1980. *Diatom Research* 6 (1) : 21-47.
- HÜRLIMANN J., ELBER F., NIEDERBERGER K., STRAUB F., STÖCKLI A. & NIEDERHAUSER P., 2001. Historische Kieselalgenproben als biologische Referenzen zur Bewertung von Fließgewässern des Schweizer Mittellandes - ertse Ergebnisse. *Studies on Diatoms, Lange-Bertalot-Festschrift*, A.R.G. Ganter Verlag K.G., Ruggell, 401-415.
- HOFMANN G., 1987. *Diatomeengesellschaften saurer Gewässer des Odenwaldes und ihre Veränderungen durch anthropogene Faktoren*. Diplomarbeit an der Universität Frankfurt am Main : 1-264 .
- KOLKWITZ R., 1950. Oekologie der Saproben. Ueber die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt. *Schriftenreihe des Verein für Wasser-, Boden-, und Lufthygiene* 4, Piscator Ver., Berlin-Dahlem : 1-64.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 1986-1991. « Süsswasserflora von Mitteleuropa ». Band 2, 1.-4. Teil. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- LANGE-BERTALOT H., 1978. Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 51 : 393-427.

- LANGE-BERTALOT H., 1979a. Pollution tolerance of Diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia, Beiheft* 64 : 285-304.
- LANGE-BERTALOT H., 1979b. Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung, exemplarisch für den unteren Main. *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 56 : 184-219.
- LANGE-BERTALOT H., 1993. 85 New Taxa and much more than 100 taxonomic clarifications supplementary to Süsswasserflora von Mitteleuropa vol. 2. *Bibliotheca diatomologica* 27 : 1-454.
- LANGE-BERTALOT H., (unter Mitarbeit von A. Steindorf),,,, 1996. Rote Liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 28: 633-677.
- LEGENDRE L. et LEGENDRE P., 1984. *Ecologie numérique 1. Le traitement multiple des données écologiques.* (2e éd.). Coll. d'écologie 12, Masson, Paris, 260 p.
- LIEBMANN H., 1958. Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. Biologie des Trinkwassers, Badewassers, Frischwassers, Vorfluters und Abwassers. Band 1. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena : 1-640.
- 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.
- REICHARDT E., 1991. Beiträge zur Diatomeenflora der Altmühl III : Wasserqualität und Diatomeenbesatz. *Arch. Hydrobiol., Alg. Studies* 62 : 107-132.
- RENKONEN O., 1938. Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Ann. Zool. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo* 6/1, 231. Cité par ENGELBERG, K. 1987.
- SCHIEFELE S., 1987. *Indikationswert benthischer Diatomeen in der Isar zwischen Mittenwald und Landsberg.* Diplomarbeit am Lehrstuhl für systematische Botanik an der Ludwig-Maximilians-Universität München : 1-207.
- SCHMEDTJE U., BAUER A., GUTOWSKI A., HOFMANN G., LEUKART P., MELZER A., MOLLENHAUER D., SCHNEIDER S. & TREMP, H., 1998. Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophytendominierenden Fließgewässern. *Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München. Informationberichte Heft 4/99*, 516 p.
- SLADECEK, V., 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol., Beih.* 7 (1-4) : 1- 218.
- STRAUB F. & JEANNIN P.-Y., 2006. « Efficacité autoépuratoire de tracés aérien et karstique d'un effluent de station d'épuration (La Ronde, Jura suisse) : valeur indicative des diatomées ». *Symbioses*, n^o 14, p. 35-41.
- VAN DAM H., MERTENS A. & SINKELDAM J., 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28 (1) : 117-133.
- WERUM M., 2001. Diatomeen in Quellen hessischer Mittelgebirge: Gefährdung nach Roter Liste in Korrelation zu anthropogenen Eingriffen und Geologie. *Studies on Diatoms, Lange-Bertalot-Festschrift*, A.R.G. Ganter Verlag K.G., Ruggell, 369-381.
- ZELINKA M. & MARVAN P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewässer. *Arch. Hydrobiol.* 57, 389-407.

ANNEXES 3

Résultats bruts des analyses des peuplements de diatomées du Rhône en 2007-2009.

Annexe3.1.DiatRhôneAmont2008

Annexe3_1_DiatRhôneAmont2008

Annexe3 1 DiatRhôneAmont2008

Annexe3 2 DiatRhôneAval2009&Hist

										Station	RHO 75.1	RHO 72.9	RHO 66.0	RHO 60.8	RHO 56.8	RHO 55.2	RHO 51.1	RHO 46.6	RHO 45.2	RHO 38.1	RHO 75.1	RHO 72.9	RHO 66.0	RHO 60.8	RHO 56.8	RHO 55.2	RHO 51.1	RHO 46.6	RHO 45.2	RHO 38.1	RHO 46.6		
Gomphonema olivaceum var. olivaceoides (Hust.) Lange-B.	1-2	1.0	4.0	1.0	8.0	1.5	8.0			1				0.1	0.3		0.1	0.7	0.4	0.1	1.3		0.4		0.1		0.1	0.2		0.1			
Gomphonema pumilum var elegans Reichardt & Lange-Bertalot	1-2?		2.0	4.0	1.6	4.0			1																					0.08			
Gomphonema pumilum var rigidum Reichardt & Lange-Bertalot	1-2?		2.0	4.0	1.6	4			1																				0.31				
Gomphonema pumioenii-Kleinformen nom prov.	1-2?		2.0	4.0	1.6	4.0																							0.3				
Navicula pseudotuscula Hust.	1-2		1.2		1.4	8			1																				0.08				
Navicula splendicula Van Landingham	1-2		3.0	1.0					1																				0.1				
Navicula viridulacalcis ssp. viridulacalcis Lange-B.	1-2								1																				0.1				
Neidium binodis (Ehr.) Hust.	1-2																												0.1				
Nitzschia lacuum Lange-B.	1-2		3.5	1.0	4.0	1.0	1.4	8.0			1							0.1											0.1				
Nitzschia permixta (Grun.) M. Peragallo	1-2		1.5	2.0	3.5	1.0	1.5	8.0			1								0.8										0.1				
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.	1-2					1.0	8				1																		0.1				
sensibles																																	
Achnanthes pyrenaica (Hust.) (= <i>biasolettiana</i> auct.)	(1)-2	2.0	4.0	1.5	1.0	1.5	4.0			1	2.0	1.9	3.6	2.1	3.6	3.4	2.5	5.0	3.5	3.1	3.3	17.5	8.5	7.2	6.3	5.2	3.0	2.5	2.5	5.3	14.2		
Achnanthes biasolettiana var subatomata Lange-B.	(1)-2	2.0	4.0	1.5	1.0	1.5	4.0			1	0.7		0.2	0.3	0.8	0.1	0.4	0.7	0.6	0.8	1.7	0.5	1.4	0.1	0.4	2.3	2.0	1.3	0.2	2.8	0.4		
Achnanthes biasolettiana Enden kopfig	(1)-2	2.0	4.0	1.5	1.0	1.5	4.0			1																				0.4			
Achnanthidium atomoides Monnier et al. (atomus sensu DI-CH)	2?	3.0	1.0	3.0	2.0	2.8	2.0			1		11.5	7.8	3.1	6.1	33.9	11.3	6.9	4.8	3.9	4.1	29.8	4.6	27.9	26.4	5.9	21.7	42.9	29.9	51.0	25.9	11.2	5.5
Achnanthes minutissima var. minutissima Lange-B.	2	3.0	0.5	3.0	0.5	1.7	2.0			1	73.0	43.4	67.3	68.0	44.0	48.9	25.9	34.8	35.2	36.1	37.7	15.9	23.8	23.2	24.9	23.2	27.4	14.3	26.1	20.5			
Achnanthes minutissima var. minutissima Lange-B. (fo. téraloto)	2	3.0	0.5	3.0	0.5	1.7	2.0	1	1																								
Achnanthes minutissima var. inconspicua Østrup	2?	1.0	2.0	1.0	4.0	1.7	2.0			1		3.1	1.7	1.7	0.8	0.3		0.4	0.6		2.5	1.3	1.4	1.3	1.4	1.9	1.6	1.5	1.2	0.4			
Amphora inariensis Krammer	2	3.0	2.0	3.5	1.0				1																						2.8		
Caloneis bacillum (Grun.) Cleve	2	3.0	2.0	3.0	2.0	2.2	4.0			1																				0.3			
Caloneis bacillum var. lanceitula (Schultz) Hust.	2	3.0	2.0	3.0	2.0	2.2	4.0			1																							
Caloneis bacillum var. lanceitula (Schultz) Hust. fo. téralogique	2	3.0	2	3.0	2.0	2.2	4	1	1																								
Cocconeis disculus Pant.	2	6.0	1.0	3.5	1.0				1																								
Cocconeis placenta (Ehr.) Cleve	2?	5.0	0.5	5.0	1.0	2.2	4.0			1		0.3	0.6	0.2																	0.1	0.8	
Cocconeis placenta var. euglypta (Ehr.) Cleve	2?	5.0	0.5	5.0	1.0	2.2	4.0			1		0.3	0.3	1.5	0.3	0.4	0.1	0.1		0.1	0.1	0.8	0.1	0.2	0.1	0.4	0.4	0.1					
Cocconeis placenta var. lineata (Ehr.) Van Heurck	2?	5.0	0.5	5.0	1.0	2.2	4.0			1		0.3	0.3	0.5	0.3	0.2	0.1		0.1	0.1	0.4	1.4	0.4	0.7	0.4	0.4	1.4	0.4					
Cocconeis placenta var. lineata (Ehr.) Van Heurck fo. téraloto	2?	5.0	0.5	5.0	1.0	2.2	4.0	1	1																								
Cocconeis placenta var. euglypta fo. téralogiques	2?	5.0	0.5	5.0	1.0	2.2	4.0	1	1																								
Cymbella compacta Østrup	2?	1.0	2.0	2.0	1.0	1.1	8.0			1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	
Cymbella helvetica Kütz.	2	1.0	2.0	2.0	1.0	1.1	8.0			1																					0.4	0.8	
Cymbella naviculiformis Auerswald	2	1.0	2	1.0	1.0	1.3	8			1																					0.08		
Cymbella reichardtii Krammer	2	1.5	2	1.5	2	2.1	8			1																							
Encyonema minutum (Hilse in Rab.) D.G. Mann	2	2.5	1.0	2.5	2.0	1.4	8.0			1		4.0	9.3	5.5	4.7	3.0	2.7	6.9	17.1	13.2	12.1	2.1	7.9	10.4	4.9	9.8	6.1	2.1	5.9	1.5	4.7		
Encyonema prostratum (Berk.) Kütz.	2	4.0	1.0	4.0	1.0	2.1	8.0			1																							
Encyonema ventricosum (Ag.) Grun. in Schmidt fo. téralogique	2?	2.5	1.0	2.5	2.0	1.4	8.0	1	1																						0.4		
Encyonema ventricosum (Ag.) Grun. in Schmidt fo. téraloto	2?	2.5	1.0	2.5	2.0	1.4	8.0	1	1																						0.1		
Fragilaria brevistriata Grun.	2	2.5	1.0	3.0	2.0	1.4	4.0			1																						0.4	
Fragilaria capucina var. capucina Desmazière	2	3.5	1	3.0	2.0					1																					2.14		
Fragilaria capucina var. rumpens (Kütz.) Lange-Bert.	2	2.0	2	2.0	2.0	1.8	4	1	1																						0.15		
Fragilaria capucina var. rumpens (Kütz.) Lange-Bert. fo. téraloto	2	2.0	2	2.0	2.0	1.8	4	1	1																								
Fragilaria construens (Ehr.) Grun.	2	4.0	1.0	3.0	2.0	1.9	4.0			1																					0.1		
Fragilaria construens var. binodis (Ehr.) Grun.	2	4.0	1	3.0	2.0	1.9	4			1																				7.4			
Fragilaria construens var. venter (Ehr.) Grun.	2	4.0	1.0	3.0	2.0	1.9	4.0			1																				17.6			
Fragilaria elliptica Schum.	2									1																							
Fragilaria ulna var. acus (Kützing) Lange-Bertalot	2		3.5	1.0						1																					0.10		
Geissleria cummerowii (Kalbe) Lange-B.	2		3.5	1.0						1																					0.15		
Gomphonema micropus Kütz. (= <i>angustatum</i> (Kütz.) Rabh.)	2	3.5	1.0	3.0	1.0	2.3	4.0			1		0.1		0.1															0.1				
Gomphonema minutum (Ag.) Ag.	2	3.0	2.0	2.5	2.0	2.3	4.0			1																							
Gomphonema supertergestinum Reichardt (nicht tergestinum)	2	2.5	4.0	3.0	2.0	1.9	8.0			1																							
Gomphonema truncatum Ehr.	2?	4.0	1.0	3.5	1.0	2.0	2.0			1																				0.1			
Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabh.	2	4.0	1.0	4.0	2.0					1																				0.2			
Navicula cryptotelloides Lange-Bertalot	2 (?)	3.5	1.0	4.0	0.5	2.0	2.0			1																							
Navicula radiosa Kütz.	2	4.0	1.0	4.0	1.0	1.7	4.0			1																				0.1			
Nitzschia archibaldii Lange-B.	2	3.5	1.0	4.0	1.0					1		0.3	1.2	0																			

										Station	RHO 75.1	RHO 72.9	RHO 66.0	RHO 60.8	RHO 56.8	RHO 55.2	RHO 51.1	RHO 46.6	RHO 45.2	RHO 38.1	RHO 75.1	RHO 72.9	RHO 66.0	RHO 60.8	RHO 56.8	RHO 55.2	RHO 51.1	RHO 46.6	RHO 45.2	RHO 38.1	RHO 46.6
Gyrosigma acuminatum Ehr.	2-3	4.0	1.0	4.0	1.0	2.2	4.0			1																					
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	2-3	3.5	1.0	4.0	0.5	3.0	2.0			1	0.1	1.2	0.3	0.1	0.1	1.2	0.8	0.1	0.8	0.8	3.1	6.2	3.1	3.8	3.1	1.3	0.4	0.1	0.1	3.0	
Navicula cari Ehr.	2-3	1.5	2.0	4.0	1.0					1												0.4									
Navicula reichardtiana Lange-Bertalot	2-3	4.0	1.0	4.0	1.0	2.5	4.0			1		0.9	0.1	1.2	0.4	0.3	0.4	0.1	0.4	0.8			0.4	0.1	0.1					0.1	
Navicula rhynchocephala Kütz.	2-3	2.5	1.0	2.5	1.0	1.9	4.0			1		0.3		0.1																	
Fallacia subhammula (Grun.) Mann	2-3	3.5	2.0	4.0	2.0	2.4	8.0			1											0.1	0.1									
Nitzschia inconspicua Grun. pro parte	2-3	6.0	1.0	5.5	1.0	2.7	8.0			1		1.9	0.1			0.4	3.1	0.4	2.8	1.9	1.2	1.2	0.7	0.7	1.1	1.0	1.2	0.4	0.4	1.0	
Nitzschia linearis (Ag.) W. Smith	2-3	4.5	1.0	4.5	1.0	2.4	4.0			1										0.1			0.2	3.7	0.1		0.1	0.1	0.1		
Nitzschia sigmaeoides (Nitzsch) W. Smith	2-3	4.0	1.0	4.0	2.0	2.4	4.0			1																					
Reimeria sinuata (Greg.) Kocielek et Stoermer	2-3	3.0	2.0	3.5	1.0	1.9	2.0			1	0.3	1.9	0.7	0.1	0.4	1.5	5.0		2.3	2.9	2.3	0.4	1.3	1.1	1.2	1.3	0.7	1.1	0.1	2.8	
Simonsenia degeneri (Grun.) Lange-B.	2-3 (O2)	5.0	1.0	5.0	1.0	2.6	8.0			1																					
Amphora pediculus (Kütz.) Grun.	2-3 (O2)	5.0	1.0	5.0	0.5	2.3	4.0			1		1.2	0.7	0.1	0.8	3.4	0.4	4.8	8.3	13.9	0.4	3.1	1.1	8.5	2.2	1.2	0.1	0.6	0.2	0.4	
Meridion circulare (Grév.) Ag.	2-3 (O2)	3.0	2.0	3.5	2.0	2.2	4.0			1																			0.1		
Nitzschia fonticola Grun.	2-3 (O2)	4.0	1.0	3.5	1.0	2.4	4.0			1	0.1	0.6	0.1	1.2		0.3	0.2	0.4	0.1	3.3	0.4	1.8	2.2	0.4	0.4	1.0	0.1	0.2	0.1	0.6	
Rhoicosphenia abbreviata (Ag.) Lange-Bertalot	2-3 (O2)	4.5	1.0	4.5	1.0	2.4	4.0			1		0.1	0.1	0.8		0.1	0.1	0.1													
<i>tolérants</i>																															
Achnanthes lanceolata (Bréb.) Grun.	(2)-3	5.0	1.0	4.0	1.0	1.9	2.0			1											0.1		0.1			0.2	0.1		0.1		
Encyonema caespitosum Kütz.	(2)-3	2.5	1.0	3.0	1.0	2.0	4.0			1											0.4										
Achnanthes lanceolata var. elliptica Cleve	3	5.0	1.0	4.0	1.0	1.9	2.0			1																					
Craticula buderi (Hust.) Lange-B.	3				3.1	8.0			1																						
Cyclotella meneghiniana Kütz.	3	7.0	1.0	6.0	1.0					1											0.4										
Encyonema silesiacum (Bleisch) D. G. Mann	3	3.5	1.0	3.0	1.0	2.5	2.0			1	0.1	0.1	1.0	0.4		1.7					0.1	0.9	0.2	1.2	0.2	0.8	0.1	1.2			
Fragilaria capucina var. capitellata Lange-B.	3		2.0	2.0					1	0.3	0.1			0.1							0.1		0.2	0.8	0.1	0.2					
Fragilaria capucina var. vaucheriae s.1 sensu Hürliemann et Stra	3	6.0	1.0	6.0	0.5	2.8	2.0			1	0.1	2.2	1.4	0.1	0.2	0.1	2.7	0.1		2.3		1.1	0.1	1.5	0.6	0.1	2.5	0.1	1.6	0.3	
Fragilaria capucina var. vaucheriae s.1 sensu Hür et Straub fo.	3	6.0	1.0	6.0	0.5	2.8	2.0	1		1				0.9																0.10	
Fragilaria capucina var. vaucheriae s.2 sensu Hürliemann et Stra	3	6.0	1.0	6.0	0.5	2.8	2.0			1				0.1																	
Fragilaria capucina var. vaucheriae s.3 sensu Hürliemann et Stra	3	6.0	1.0	6.0	0.5	2.8	2.0			1	0.1																				
Fragilaria dilatata (Bréb.) Lange-Bertalot 1986	3									1																					
Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun.	3	5.0	1.0	5.0	1.0					1																					
Hippodonta capitata (Ehr.) Lange-B. & al.	3	7.0	2.0	5.0	1.0	3.0	4.0			1																					
Melosira varians Ag.	3	5.0	1.0	4.5	2.0	2.8	4.0			1						0.1		0.1													
Navicula gregaria Donkin	3	6.0	2.0	5.5	1.0	2.9	4.0			1	0.1	4.2	0.3	1.4	1.0	0.1	5.4	4.1	4.3	1.2	0.4	2.6	0.9	2.3	3.5	1.2	0.4	1.3	0.1	2.2	
Navicula antonii Lange-B.	3	5.5	2.0	5.0	1.0	2.7	4.0			1		0.3		0.1	0.4	0.3					0.1	0.7		1.3	0.8	0.8	0.4	0.4	1.2		
Navicula lanceolata (Ag.) Ehr.	3	4.5	1.0	4.5	1.0	2.4	4.0			1	0.1	0.9	0.3	1.4	0.4	0.1	2.3	1.1	0.4	0.1	0.4	0.7	0.1	0.1	0.2	0.8	0.1	1.3	0.1	0.6	
Navicula protracta (Grun.) Cleve	3				2.6	8.0			1		0.3																				
Navicula trivialis Lange-Bertalot	3	6.0	1.0	4.5	1.0	3.0	4.0			1																					
Nitzschia amphibia Grun.	3	7.0	2.0	7.0	8.0	3.0	4.0			1							0.1														
Nitzschia dravellensis Coste et Ricard	3									1																					
Nitzschia paleacea Grun.	3	7.0	2.0	7.0	1.0	3.1	4.0			1		0.9		2.1	0.4	0.1	0.1												0.1		
Nitzschia pusilla (Kütz.) Grun.	3	5.5	1.0	5.0	1.0					1							0.4		0.1	0.2	0.4										
Stauroneis phoenixcenteron (Nitzsch) Ehr.	3				1.6	4			1																						
Suriella angusta Kütz.	3	5.0	1.0	4.5	1.0	2.4	4.0			1											0.1		0.1								
Suriella brebissonii var. kuetzingii Krammer et Lange-B.	3	4.5	1.0	4.5	2.0	2.9	4.0			1				0.1	0.1																
Cymatopleura solea (Bréb.) W. Smith	3 (O2 !)				2.5	4.0			1																						
Achnanthes lanc. spp freq. var. freq. Lange-B. (r1 sensu Stra	3-4	6.5	2.0	6.0	1.0	2.5	2.0			1		0.3	0.1			0.2			0.7	0.1	1.0	0.2									
Adlafia minuscula var. muralis Lange-B.	3-4	7.5	2.0	7.0	1.0	3.4	4.0			1		0.3		0.1			0.1		0.1	0.5	0.4	4.3	2.9	0.2	5.0	0.6					
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot	3-4	5.0	1.0	4.0	1.0	2.6	1.0			1	0.3		0.1	0.1					0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.18		
Nitzschia communis Rabh.	3-4	8.0	2.0	8.0	1.0	3.6	8.0			1											0.4	0.5	1.0								
<i>très tolérants</i>																															
Achnanthes minutissima var. saprophila Kobayasi et Mayama	4	7.5	2.0	7.5	4.0					1																					
Craticula accomoda (Hust.) D.G. Mann	4	8.0	4.0	8.0	8.0	3.6	4.0			1																					
Gomphonema parvulum (Kütz.) Kütz.	4	8.0	2.0	8.0	4.0	2.9	1.0			1		0.1		0.1			0.1														
Gomphonema parv. parv. f. saprophilum Lange-B. & Reichardt	4	8.0	2.0	8.0	4.0	2.9	1.0			1																					
Luticola goeppertiana (Bleisch) D. G. Mann	4	7.5	2.0	8.0	8.0					1						0.4															
Mayamaea atomus (Kütz.) Lange-B.																															

ANNEXES 4

Résultats détaillé du calcul du Macroindex.

Cours d'eau :

Rhone Amont

ECHANTILLONS		RHO	RHO	RHO	
		116.1	116.1	108.5	RHO 80.5
		10.11.07	07.03.08	07.03.08	07.03.08
TAXA	IBGN				
	MI				
PORIFERA					
HYDROZOA					
BRYOZOA					
PLATHELMINTHES					
Dendrocoelidae					
<i>Dendrocoelum lacteum</i>					
Dugesiidae					
<i>Dugesia gonocephala</i>					
<i>Dugesia sp.</i>					
<i>Dugesia tigrina</i>					
Planariidae		1	1	1	2
<i>Crenobia alpina</i>		1	1	1	2
<i>Polycelis tenuis/nigra</i>					
<i>Polycelis felina</i>					
Plathelminthes indet.					
NEMATHELMINTHES					
Nematoda					
Nematomorpha					
ANNELIDA					
Hirudinea					
Erpobdellidae					
<i>Dina sp.</i>					
<i>Erpobdella sp.</i>					
<i>Trocheta sp.</i>					
Glossiphoniidae					
<i>Glossiphonia sp.</i>					
<i>Helobdella stagnalis</i>					
<i>Hemiclepsis marginata</i>					
<i>Theromyzon tesselatum</i>					
Glossiphoniidae indet.					
Hirudidae (Tachet)					
<i>Haemopis sanguisuga</i>					
<i>Hirudo medicinalis</i>					
Piscicolidae					
<i>Piscicola sp.</i>					
<i>Cystobranchus sp.</i>					
Piscicolidae indet.					
<i>Sal Barbronia sp. N</i>					
Oligochaeta		50		5	
Enchytraeidae		1		1	
Haplotaxidae		1			
Lumbricidae					
Lumbriculidae					
Naididae		48		4	
Propappidae					
Tubificidae					
MOLLUSCA					
Gastropoda					
Acroloxidae					
Aculyidae					
Bithyniidae					
Ferrissiidae					
Hydrobiidae				1	
Lymnaeidae					
Neritidae					
Physidae					
Planorbidae					
Valvatidae					
Viviparidae					
Bivalvia					
Corbiculidae					
<i>Corbicula sp. N</i>					
Dreissenidae					
<i>Dreissena polymorpha</i>					
Sphaeriidae					
<i>Musculium lacustre</i>					
<i>Pisidium sp.</i>					
<i>Sphaerium sp.</i>					
Unionidae					
<i>Anodonta sp.</i>					
<i>Unio sp.</i>					

Cours d'eau : *Rhone Amont*

ECHANTILLONS		RHO	RHO	RHO	RHO
		116.1	116.1	108.5	80.5
		10.11.07	07.03.08	07.03.08	07.03.08
TAXA	IBGN				
	MI				
ARTHROPODA					
Acari					
Hydracarina					
Crustacea					
Branchiopoda (Conchostraca)					
Amphipoda					
<i>Co Corophium sp. N</i>					
<i>Cr Synurella sp. N</i>					
<i>Gammaridae</i>					
<i>Chaetogammarus sp. N</i>					
<i>Dikerogammarus sp. N</i>					
<i>Gammarus sp.</i>					
<i>Gammarus fossarum</i>					
<i>Gammarus pulex</i>					
<i>Gammarus roeselii</i>					
<i>Niphargidae</i>					
Isopoda					
<i>Asellidae</i>					
<i>Asellus/Proasellus sp.</i>					
<i>Jar Jaera sp. N</i>					
Decapoda					
<i>Astacidae</i>					
<i>Cambaridae</i>					
Insecta					
Ephemeroptera					
<i>Amelletidae</i>					
<i>Armeletus inopinatus</i>					
<i>Baetidae</i>					
<i>Acentrella sinica</i>					
<i>Alainites muticus</i>					
<i>Baëtis sp.</i>		114	291	1	26
<i>Centroptilum luteolum</i>					
<i>Cloeon sp.</i>					
<i>Procloeon sp.</i>					
<i>Pseudocentroptilum pennulatum</i>					
<i>Caenidae</i>					
<i>Caenis sp.</i>					
<i>Ephemerellidae</i>					
<i>Ephemerella/Serratella sp.</i>					
<i>Torleya major</i>					
<i>Ephemeridae</i>					
<i>Ephemeria sp.</i>					
<i>Heptageniidae</i>					
<i>Ecdyonurus sp.</i>		79	44	4	2
<i>Electrogena sp.</i>		1	1		
<i>Epeorus sp.</i>					
<i>Heptagenia sp.</i>					
<i>Rhithrogena sp.</i>		78	43	4	2
<i>Leptophlebiidae</i>					
<i>Choroterpes picteti</i>					
<i>Habroleptoides sp.</i>					
<i>Habrophlebia sp.</i>					
<i>Leptophlebia sp.</i>					
<i>Paraleptophlebia sp.</i>					
<i>Oligoneuriidae</i>					
<i>Oligoneuriella rhenana</i>					
<i>Polymitarcyidae</i>					
<i>Ephoron virgo †</i>					
<i>Potamanthidae</i>					
<i>Potamanthus luteus</i>					
<i>Siphlonuridae</i>					
<i>Siphlonurus sp.</i>					
Odonata					
<i>Aeshnidae</i>					
<i>Calopterygidae</i>					
<i>Coenagrionidae</i>					
<i>Cordulegasteridae</i>					
<i>Corduliidae</i>					
<i>Gomphidae</i>					
<i>Lestidae</i>					
<i>Libellulidae</i>					

Cours d'eau :

Rhone Amont

ECHANTILLONS		RHO	RHO	RHO	
		116.1	116.1	108.5	RHO 80.5
		10.11.07	07.03.08	07.03.08	07.03.08
TAXA	IBGN				
	MI				
Platycnemididae					
Plecoptera					
Capniidae		18	1	1	
<i>Capnia</i> sp.		18	1	1	
<i>Capnioneura nemuroides</i>					
Chloroperlidae		2			
<i>Chloroperla</i> sp.		1			
<i>Siphonoperla</i> sp.		1			
<i>Xanthoperla apicalis</i> †					
Leuctridae		48	381	26	44
<i>Leuctra</i> sp.		48	381	26	44
Nemouridae		14	2		
<i>Amphinemura</i> sp.					
<i>Nemoura</i> sp.		3	1		
<i>Nemurella pictetii</i>					
<i>Protonemura</i> sp.		11	1		
Perlidae		1	1		
<i>Dinocras</i> sp.					
<i>Perla</i> sp.		1	1		
Perlodidae		7	2	1	
<i>Besdolus</i> sp.					
<i>Dictyogenus</i> sp.			1		
<i>Isogenus nubecula</i> †					
<i>Isoperla</i> sp.		7	1	1	
<i>Perlodes</i> sp.					
Taeniopterygidae		126	317		1
<i>Brachyptera</i> sp.					
<i>Rhabdiopteryx</i> sp.		126	317		1
<i>Taeniopteryx</i> sp.					
Heteroptera					
Aphelocheiridae					
Corixidae					
Gerridae					
Hebridae					
Hydrometridae					
Mesovelidiidae					
Naucoridae					
Nepidae					
Notonectidae					
Pleidae					
Veliidae					
Megaloptera					
Sialidae					
<i>Sialis</i> sp.					
Planipennia					
Osmylidae					
Sisyridae					
Coleoptera					
Curculionidae					
Chrysomelidae					
Dryopidae					
Dytiscidae					
Elmidae					
<i>Elmis</i> sp.					
<i>Esolus</i> sp.					
<i>Limnius</i> sp.					
<i>Macronychus</i> sp.					
<i>Normandia</i> sp.					
<i>Oulimnius</i> sp.					
<i>Potamophilus</i> sp.					
<i>Riolus</i> sp.					
<i>Stenelmis</i> sp.					
Gyrinidae					
Halipidae					
Helophoridae					
Hydraenidae					
Hydrochidae					
Hydrophilidae					
Hydropsycheidae					
Hygrobiidae					
Noteridae					
Psephidae (=Eubriidae)					

Cours d'eau :

Rhone Amont

ECHANTILLONS		RHO	RHO	RHO	RHO
		116.1	116.1	108.5	80.5
		10.11.07	07.03.08	07.03.08	07.03.08
TAXA: TAXALISTE	IBGN				
	MI				
Scintid: (=Helodidae)					
Spercheidae					
Hymenoptera					
Trichoptera					
Beraeidae					
<i>Beraea sp.</i>					
<i>Beraeamyia squamosa</i>					
<i>Beraeodes minutus</i>					
<i>Ernodes sp.</i>					
Brachycentridae					
<i>Brachycentrus sp.</i>					
<i>Micrasema sp.</i>					
<i>Oligoplectrum maculatum</i>					
Ecnomidae					
<i>Ecnomus tenellus</i>					
Glossosomatidae					
<i>Agapetus sp.</i>					
<i>Catagapetus nigrans</i>					
<i>Glossosoma sp.</i>					
<i>Synagapetus sp.</i>					
Goeridae					
<i>Goera pilosa</i>					
<i>Lithax/Silo sp.</i>					
Helicopsychidae					
<i>Helicopsyche sperata</i>					
Hydropsychidae					
<i>Cheumatopsyche lepida</i>					
<i>Diplectrona atra</i>					
<i>Hydropsyche sp.</i>					
Hydroptilidae					
<i>Agraylea sp.</i>					
<i>Allotrichia pallicornis</i>					
<i>Hydroptila sp.</i>					
<i>Ithytrichia lamellaris</i>					
<i>Microtilia sp. (Larve unbekannt)</i>					
<i>Orthotrichia sp.</i>					
<i>Oxyethira sp.</i>					
<i>Ptilocolepus granulatus</i>					
<i>Stactobia sp.</i>					
<i>Stactobiella risi</i>					
<i>Tricholeiochiton fagesi</i>					
Lepidostomatidae					
<i>Crunoecia irrorata</i>					
<i>Lasiocephala basalis</i>					
<i>Lepidostoma hirtum</i>					
+ Leptoceridae					
<i>Adicella sp.</i>					
<i>Athripsodes sp.</i>					
<i>Ceraclea sp.</i>					
<i>Erotesis baltica</i>					
<i>Leptocerus sp.</i>					
<i>Mystacides sp.</i>					
<i>Oecetis sp.</i>					
<i>Setodes sp.</i>					
<i>Triaenodes /Ylodes</i>					
+ Limnephilidae		905	1889	281	1117
<i>Apatania sp.</i>					
<i>Drusinae</i>					
<i>Limnephilini/Mesophylax sp.</i>					
<i>Stenophylacini/Chaetopterygini</i>					
Molannidae		905	1889	281	1117
<i>Molanna sp.</i>					
<i>Molannodes tinctus</i>					
Odontoceridae					
<i>Odontocerum albicorne</i>					
Philopotamidae					
<i>Chimarra marginata</i>					
<i>Philopotamus sp.</i>					
<i>Wormaldia sp.</i>					
Phryganeidae					
<i>Agrypnia sp.</i>					
<i>Hagenella clathrata</i>					

Cours d'eau :

Rhone Amont

ECHANTILLONS		RHO	RHO	RHO	
		116.1	116.1	108.5	RHO 80.5
		10.11.07	07.03.08	07.03.08	07.03.08
TAXA	IBGN				
	MI				
<i>Oligostomis reticulata</i>					
<i>Oligotricha striata</i>					
<i>Phryganea</i> sp.					
<i>Trichostegia minor</i>					
Polycentropodidae					
<i>Cyrnus</i> sp.					
<i>Holocentropus</i> sp.					
<i>Neureclipsis bimaculata</i>					
<i>Plectrocnemia</i> sp.					
<i>Polycentropus</i> sp.					
Psychomyiidae					
<i>Lype</i> sp.					
<i>Psychomyia (=Metalyype)</i> sp.					
<i>Tinodes</i> sp.					
Rhyacophilidae		17	17	2	2
<i>Rhyacophila</i> sp.		17	17	2	2
Sericostomatidae					
<i>Notidobia ciliaris</i>					
<i>Oecismus monedula</i>					
<i>Sericostoma</i> sp.					
Lepidoptera					
Diptera					
Anthomyiidae					
Athericidae					
Blephariceridae					
Ceratopogonidae					
Chaoboridae					
Chironomidae		68	29	7	7
Culicidae					
Cylindrotomidae					
Dixidae					
Dolichopodidae					
Empididae		1	2		
Ephydriidae					
Limoniidae		11	15	5	
Pediidae					
Psychodidae					
Ptychopteridae					
Rhagionidae					
Scatophagidae					
Sciomyzidae					
Simuliidae		4	14		2
Stratiomyidae					
Syrphidae					
Tabanidae					
Thaumaleidae					
Tipulidae					

Cours d'eau :

Rhone aval

ECHANTILLONS		RHO 66.0	RHO 66.0	RHO 45.2
		07.12.08	07.12.08	09.12.08
TAXA/ TAXALISTE	IBGN			
	MI			
PORIFERA				
HYDROZOA				
BRYOZOA				
PLATHELMINTHES				
Dendrocoelidae				
<i>Dendrocoelum lacteum</i>				
Dugesiidae				
<i>Dugesia gonocephala</i>				
<i>Dugesia sp.</i>				
<i>Dugesia tigrina</i>				
Planariidae				
<i>Crenobia alpina</i>				
<i>Polycelis tenuis/nigra</i>				
<i>Polycelis felina</i>				
Plathelminthes indet.				
NEMATHELMINTHES		6	1	
Nematoda		6	1	
Nematomorpha				
ANNELIDA				
Hirudinea				
Erpobdellidae				
<i>Dina sp.</i>				
<i>Erpobdella sp.</i>				
<i>Trocheta sp.</i>				
Glossiphoniidae				
<i>Glossiphonia sp.</i>				
<i>Helobdella stagnalis</i>				
<i>Hemiclepsis marginata</i>				
<i>Theromyzon tessellatum</i>				
Glossiphoniidae indet.				
Hirudidae (Tachet)				
<i>Haemopis sanguisuga</i>				
<i>Hirudo medicinalis</i>				
Piscicolidae				
<i>Piscicola sp.</i>				
<i>Cystobranchus sp.</i>				
Piscicolidae indet.				
<i>Sal Barbronia sp. N</i>				
Oligochaeta		99	89	
Enchytraeidae			9	
Haplotaxidae				
Lumbricidae				
Lumbriculidae		8	13	
Naididae		91	57	
Propappidae				
Tubificidae				
MOLLUSCA				
Gastropoda				
Acroloxidae				
Aculyidae				
Bithyniidae				
Ferrissiidae				
Hydrobiidae				
Lymnaeidae				
Neritidae				
Physidae				
Planorbidae				
Valvatidae				
Viviparidae				
Bivalvia				
Corbiculidae				
<i>Corbicula sp. N</i>				
Dreissenidae				
<i>Dreissena polymorpha</i>				
Sphaeriidae				
<i>Musculium lacustre</i>				
<i>Pisidium sp.</i>				
<i>Sphaerium sp.</i>				
Unionidae				
<i>Anodonta sp.</i>				

Cours d'eau : *Rhone aval*

ECHANTILLONS		RHO 66.0			RHO 66.0			RHO 45.2		
		IBGN	07.12.08	07.12.08	IBGN	07.12.08	09.12.08	IBGN	07.12.08	09.12.08
<i>Unio</i> sp.										
ARTHROPODA										
Acaria										
Hydracarina		2								
Crustacea										
Branchiopoda (Conchostraca)										
Amphipoda										
<i>Co Corophium</i> sp. N										
<i>Cr Synurella</i> sp. N										
<i>Gamma</i> maridae		7		1						
<i>Chaetogammarus</i> sp. N										
<i>Dikerogammarus</i> sp. N										
<i>Gammarus</i> sp.		7		1						
<i>Gammarus fossarum</i>										
<i>Gammarus pulex</i>										
<i>Gammarus roeselii</i>										
<i>Niphargidae</i>										
Isopoda										
<i>Asellidae</i>										
<i>Asellus/Proasellus</i> sp.										
<i>Jar Jaera</i> sp. N										
Decapoda										
<i>Astacidae</i>										
<i>Cambaridae</i>										
Insecta										
Ephemeroptera										
<i>Ameletidae</i>										
<i>Ameletus inopinatus</i>										
<i>Baetidae</i>		269		1						
<i>Acentrella saina</i>										
<i>Alainites muticus</i>										
<i>Baetus</i> sp.		269		1						
<i>Centroptilum luteolum</i>										
<i>Cloeon</i> sp.										
<i>Procloeon</i> sp.										
<i>Pseudocentroptilum pennulatum</i>										
<i>Caenidae</i>										
<i>Caenis</i> sp.										
<i>Ephemerellidae</i>										
<i>Ephemerella/Serratella</i> sp.										
<i>Torleya major</i>										
<i>Ephemeridae</i>										
<i>Ephemera</i> sp.										
<i>Heptageniidae</i>		1								
<i>Ecdyonurus</i> sp.		1								
<i>Electrogena</i> sp.										
<i>Epeorus</i> sp.										
<i>Heptagenia</i> sp.										
<i>Rhithrogena</i> sp.										
<i>Leptophlebiidae</i>										
<i>Choroterpes picteti</i>										
<i>Habroleptoides</i> sp.										
<i>Habrophlebia</i> sp.										
<i>Leptophlebia</i> sp.										
<i>Paraleptophlebia</i> sp.										
<i>Oligoneuriidae</i>										
<i>Oligoneuriella rhenana</i>										
<i>Polymitarcyidae</i>										
<i>Ephoron virgo</i> f										
<i>Potamanthidae</i>										
<i>Potamanthus luteus</i>										
<i>Siphlonuridae</i>										
<i>Siphlonurus</i> sp.										
Odonata										
<i>Aeshnidae</i>										
<i>Calopterygidae</i>										
<i>Coenagrionidae</i>										
<i>Cordulegasteridae</i>										
<i>Corduliidae</i>										
<i>Gomphidae</i>										
<i>Lestidae</i>										

Cours d'eau :

Rhone aval

ECHANTILLONS		IBGN	RHO 66.0	RHO 66.0	RHO 45.2
			07.12.08	07.12.08	09.12.08
Libellulidae					
Platycnemididae					
Plecoptera					
Capniidae		3			
<i>Capnia</i> sp.		3			
<i>Capnioneura nemuroides</i>					
Chloroperlidae					
<i>Chloroperla</i> sp.					
<i>Siphonoperla</i> sp.					
<i>Xanthoperla apicalis</i> †					
Leuctridae		237		1	
<i>Leuctra</i> sp.		237		1	
Nemouridae		1			
<i>Amphinemura</i> sp.					
<i>Nemoura</i> sp.		1			
<i>Nemurella pictetii</i>					
<i>Protonemura</i> sp.					
Perlidae					
<i>Dinocras</i> sp.					
<i>Perla</i> sp.					
Perlodidae		6			
<i>Besdolus</i> sp.					
<i>Dictyogenus</i> sp.					
<i>Isogenus nubecula</i> †					
<i>Isoperla</i> sp.		6			
<i>Perlodes</i> sp.					
Taeniopterygidae		10			
<i>Brachyptera</i> sp.					
<i>Rhabdiopteryx</i> sp.		10			
<i>Taeniopteryx</i> sp.					
Heteroptera					
Aphelocheiridae					
Corixidae					
Gerridae					
Hebridae					
Hydrometridae					
Mesovelidae					
Naucoridae					
Nepidae					
Notonectidae					
Pleidae					
Velidae					
Megaloptera					
Sialidae					
<i>Sialis</i> sp.					
Planipennia					
Osmyliidae					
Sisyridae					
Coleoptera					
Curculionidae					
Chrysomelidae					
Dryopidae					
Dytiscidae					
Elmidae		1			
<i>Elmis</i> sp.					
<i>Esolus</i> sp.					
<i>Limnius</i> sp.					
<i>Macronychus</i> sp.					
<i>Normandia</i> sp.					
<i>Oulimnius</i> sp.		1			
<i>Potamophilus</i> sp.					
<i>Riolus</i> sp.					
<i>Stenelmis</i> sp.					
Gyrinidae					
Halipidae					
Helophoridae					
Hydraenidae					
Hydrochidae					
Hydrophilidae					
Hydroscaphidae					
Hydrobiidae					

Cours d'eau : *Rhone aval*

ECHANTILLONS		IBGN	RHO 66.0	RHO 66.0	RHO 45.2
			07.12.08	07.12.08	09.12.08
Noteridae					
Psephi (=Eubriidae)					
Scitidi (=Helodidae)					
Spercheidae					
Hymenoptera					
Trichoptera					
Beraeidae					
<i>Beraea sp.</i>					
<i>Beraeamyia squamosa</i>					
<i>Beraeodes minutus</i>					
<i>Ernodes sp.</i>					
Brachycentridae					
<i>Brachycentrus sp.</i>					
<i>Micrasema sp.</i>					
<i>Oligoplectrum maculatum</i>					
Ecnomidae					
<i>Ecnomus tenellus</i>					
Glossosomatidae					
<i>Agapetus sp.</i>					
<i>Catagapetus nigrans</i>					
<i>Glossosoma sp.</i>					
<i>Synagapetus sp.</i>					
Goeridae					
<i>Goera pilosa</i>					
<i>Lithax/Silo sp.</i>					
Helicopsychidae					
<i>Helicopsyche sperata</i>					
Hydropsychidae					
<i>Cheumatopsyche lepida</i>		2			
<i>Diplectrona atra</i>		2			
<i>Hydropsyche sp.</i>					
Hydroptilidae			1		
<i>Agraylea sp.</i>					
<i>Allotrichia pallicornis</i>					
<i>Hydroptila sp.</i>					
<i>Ithytrichia lamellaris</i>					
<i>Microptila sp. (Larve unbekannt)</i>					
<i>Orthotrichia sp.</i>					
<i>Oxyethira sp.</i>					
<i>Ptilocolepus granulatus</i>					
<i>Stactobia sp.</i>					
<i>Stactobiella risi</i>					
<i>Tricholeiochiton fagesi</i>					
Lepidostomatidae					
<i>Crunoecia irrorata</i>					
<i>Lasiocephala basalis</i>					
<i>Lepidostoma hirtum</i>					
+ Leptoceridae					
<i>Adicella sp.</i>					
<i>Athripsodes sp.</i>					
<i>Ceraclea sp.</i>					
<i>Erotesis baltica</i>					
<i>Leptocerus sp.</i>					
<i>Mystacides sp.</i>					
<i>Oecetis sp.</i>					
<i>Setodes sp.</i>					
<i>Triaenodes /Ylodes</i>					
+ Limnephilidae		805		19	
<i>Apatania sp.</i>					
<i>Drusinae</i>					
<i>Limnephilini/Mesophylax sp.</i>					
<i>Stenophylacini/Chaetopterygini</i>		805		19	
Molannidae					
<i>Molanna sp.</i>					
<i>Molannodes tinctus</i>					
Odontoceridae					
<i>Odontocerum albicorne</i>					
Philopotamidae					
<i>Chimarra marginata</i>					
<i>Philopotamus sp.</i>					
<i>Wormaldia sp.</i>					

Cours d'eau :

Rhone aval

ECHANTILLONS		RHO 66.0	RHO 66.0	RHO 45.2
	IBGN	07.12.08	07.12.08	09.12.08
Phryganeidae				
<i>Agrypnia</i> sp.				
<i>Hagenella clathrata</i>				
<i>Oligostomis reticulata</i>				
<i>Oligotricha striata</i>				
<i>Phryganea</i> sp.				
<i>Trichostegia minor</i>				
Polycentropodidae				
<i>Cyrus</i> sp.				
<i>Holocentropus</i> sp.				
<i>Neureclipsis bimaculata</i>				
<i>Plectrocnemia</i> sp.				
<i>Polycentropus</i> sp.				
Psychomyiidae				
<i>Lype</i> sp.				
<i>Psychomyia (=Metalyype)</i> sp.				
<i>Tinodes</i> sp.				
Rhyacophilidae		21		
<i>Rhyacophila</i> sp.		21		
Sericostomatidae				
<i>Notidobia ciliaris</i>				
<i>Oecismus monedula</i>				
<i>Sericostoma</i> sp.				
Lepidoptera				
Diptera				
Anthomyiidae				
Athericidae				
Blephariceridae				
Ceratopogonidae				
Chaoboridae				
Chironomidae		141		9
Culicidae				
Cylindrotomidae				
Dixidae				
Dolichopodidae				
Empididae		2		
Ephydriidae				
Limoniidae		15		17
Pediiciidae				
Psychodidae				
Ptychopteridae				
Rhagionidae				
Scatophagidae				
Sciomyzidae				
Simuliidae		81		1
Stratiomyidae				
Syrphidae				
Tabanidae				
Thaumaleidae				
Tipulidae				