



**ETEC Sàrl**  
Ecologie aquatique,  
Rue de Lausanne 39  
CH 1950 Sion  
tél. : +41 27 203 40 00  
e-mail : [info@etec-vs.ch](mailto: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](mailto:fstraub@phycoeco.ch)



Campagne 2012-2013

# Les Vièzes

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

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

**Rapport et  
annexes**

**Décembre 2013**



## TABLE DES MATIERES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PRESENTATION DU CONTEXTE .....</b>	<b>1</b>
2.1. BASSIN VERSANT .....	1
2.2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE .....	2
2.3. INTERVENTIONS HUMAINES .....	3
2.3.1. <i>Exploitation des forces hydrauliques, modification du débit, purges et vidanges .....</i>	3
2.3.2. <i>Prises d'eau potable et enneigement artificiel.....</i>	3
2.3.3. <i>Assainissement des eaux usées.....</i>	4
2.3.4. <i>Extraction de graviers .....</i>	4
2.3.5. <i>Aménagement du lit .....</i>	4
2.3.6. <i>Valeurs naturelles .....</i>	5
<b>3. METHODOLOGIE .....</b>	<b>6</b>
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 et conditions météorologiques.....</i>	14
3.2.3. <i>Hydrologie et physico-chimie .....</i>	14
3.2.4. <i>Etudes des diatomées.....</i>	15
3.2.5. <i>Prélèvements et analyses biologiques : les macroinvertébrés .....</i>	16
<b>4. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX.....</b>	<b>17</b>
4.1. RESULTATS .....	17
4.2. INTERPRETATION .....	17
4.2.1. <i>Débits .....</i>	17
4.2.2. <i>Température.....</i>	18
4.2.3. <i>pH.....</i>	19
4.2.4. <i>Conductivité .....</i>	19
4.2.5. <i>Matières en suspension (MES) .....</i>	20
4.2.6. <i>Matière organique (DOC, COD).....</i>	20
4.2.7. <i>Formes azotées (<math>NH_4^+</math>, <math>NO_2^-</math>, <math>NO_3^-</math>) .....</i>	21
4.2.8. <i>Phosphore (<math>PO_4^{3-}</math>, <math>P_{tot}</math>).....</i>	23
4.2.9. <i>Bactériologie .....</i>	24
4.2.10. <i>Conclusion sur les résultats physico-chimiques et bactériologiques .....</i>	25
<b>5. ÉTUDE DES DIATOMEES ET QUALITE BIOLOGIQUE DES EAUX.....</b>	<b>27</b>
5.1. RESULTATS BRUTS .....	27
5.2. ÉTAT DES COMMUNAUTES DE DIATOMEES .....	27
5.2.1. <i>Présentation des résultats quantitatifs .....</i>	27
5.2.2. <i>Densité des peuplements.....</i>	27
5.2.3. <i>Fragmentation .....</i>	29
5.2.4. <i>Tératologie .....</i>	30
5.2.5. <i>Diversité floristique et valeur patrimoniale de la flore.....</i>	31
5.2.6. <i>Diversité structurale des communautés.....</i>	33
5.2.7. <i>Conclusion sur l'état des peuplements de diatomées.....</i>	34
5.3. AUTRES ALGUES .....	34
5.4. DIATOMEES ET QUALITES BIOLOGIQUES DES EAUX .....	36
5.4.1. <i>Mise en garde .....</i>	36
5.4.2. <i>État de santé global (légal) .....</i>	36

5.4.3. <i>Niveaux saprobique et trophique</i> .....	37
5.4.4. <i>Conclusion sur la qualité biologique des eaux</i> .....	41
5.5. COMPARAISON AVEC LES DONNEES ANTERIEURES .....	41
5.6. SYNTHESE PAR STATION .....	42
<b>6. ETUDE DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES ET QUALITE BIOLOGIQUE DU COURS D'EAU.....</b>	<b>52</b>
6.1. SUBSTRATS.....	52
6.2. FAUNE BENTHIQUE ECHANTILLONNEE .....	53
6.3. RESULTATS LIES A L'INDICE BIOLOGIQUE SUISSE (IBCH).....	58
6.3.1. <i>Résultats par stations</i> .....	62
6.3.2. <i>Conclusion</i> .....	66
<b>7. CONFRONTATION DE L'ENSEMBLE DES RESULTATS.....</b>	<b>68</b>
<b>8. COMPARAISON AVEC LES RESULTATS BIOLOGIQUES ANTERIEURS.....</b>	<b>69</b>
<b>9. RESUME - CONCLUSION .....</b>	<b>71</b>
<b>10. ZUSAMMENFASSUNG – FAZIT .....</b>	<b>73</b>
 <b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>75</b>
 <b>ANNEXES .....</b>	<b>80</b>

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

### ÉTUDE 2012-2013 : LES VIEZES

#### 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 2012). Ces études s'inscrivent également dans le cadre des plans d'action de la CPEL, à savoir celui de la période 2011-2020 « Préserver le Léman, ses rives et ses rivières aujourd'hui et demain », ainsi que dans le produit e-DICS P1301 des objectifs 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 IBCH). En 2012, le choix du SPE s'est porté sur la **Vièze** du Val d'Illiez et son affluent principal, la **Vièze de Morgins** également dénommée **la Tine**. Ce mandat a été attribué aux bureaux ETEC Sàrl à Sion et PhycoEco (Dr François Straub) pour la partie « diatomées ».

Le présent rapport 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 ces nouvelles campagnes et permettent de préciser l'évolution de la qualité des différents cours d'eau.

#### 2. PRÉSENTATION DU CONTEXTE

##### 2.1. Bassin versant

Le bassin versant des Vièzes (selon l'Atlas hydrologique : n° 50-322 pour la Vièze de Morgins, également dénommée « la Tine » et n° 50-321 et 50-323 pour la Vièze du Val d'Illiez désignée par « Vièze » dans le présent rapport) se situe en rive gauche du Rhône dans la région du Chablais. L'embouchure de la Vièze dans le Rhône se localise à la hauteur de Monthey. Le bassin versant s'étend sur plusieurs communes ; ses caractéristiques figurent dans le Tableau 1.

Critères	Caractéristiques selon l'Atlas hydrologique suisse		
<b>Vièze et Vièze de Morgins</b>			
<b>Bassin versant</b>	50-320 (145.2 km <sup>2</sup> ), dont 3 sous bassins		
<b>Sous bassins</b>	Vièze 50-321	Vièze de Morgins 50-323	50-322
<b>Superficie</b>	60.9 km <sup>2</sup>	59 km <sup>2</sup>	25.3 km <sup>2</sup>
<b>Altitude moyenne</b>	1'872 m	1'298 m	1'636 m
<b>Pente moyenne</b>	25.5°	20.2°	19.2°
<b>Contexte géologique général</b>	De manière générale, le bassin versant des Vièzes est composé de roches détritiques de différents types, à savoir : Le bassin versant de la Vièze de Morgins est du type conglomérats, grès et argiles (bande longeant la frontière Franco-Suisse) et du type marnes et argiles jusqu'aux gorges dites « de la Tine ». Puis la Vièze de Morgins coule sur des roches détritiques du type grès et marnes.		

Critères	Caractéristiques selon l'Atlas hydrologique suisse		
	Le bassin versant de la Vièze est du type grès et marnes, entouré d'une bande de calcaire. A deux reprises, la Vièze coule sur deux affleurements calcaires, à la hauteur de Champéry et entre Chenarlier et Chemex.		
<b>Surface glaciaire</b>	5.2 %	0.0 %	0.0 %
<b>Surface boisée</b>	18 %	31.2 %	30.9%
<b>Surfaces rendues étanches</b>	0.4 %	1.5 %	0.7 %
<b>Communes concernées</b>	Champéry, Val-d'Illiez, Troistorrents, Monthey et Evionnaz		

Tableau 1 : Synthèse des caractéristiques du bassin versant des Vièzes.

## 2.2. Réseau hydrographique

### La Vièze de Morgins

Selon l'Atlas hydrologique suisse, la Vièze de Morgins (code GEWISS 3936) prend sa source au fond du vallon de They, sous les Pointes de Mossettes et de Chésery, à plus de 1'900 m d'altitude. Elle est alimentée par le lac Vert puis transite par le lac de Chésery, puis en aval par les *Fontaines Blanches* et une seconde branche en rive droite prenant naissance sous les *Portes du Soleil*. Plus en aval, la Vièze de Morgins collecte tout un chevelu d'affluents, tant en rive droite qu'en rive gauche.

La longueur de la Vièze de Morgins atteint 10.9 km et sa pente moyenne d'environ 12 %. Ce cours d'eau est caractérisé par un régime hydrologique du type nival-alpin (Aschwanden, 1986).

### La Vièze

La Vièze (code GEWISS 200) prend ses sources entre 1'800 et 1'900 m d'altitude, sous le *Col de Cou*, drainant la combe des *Creuses*, délimitée par l'*Arête de Berro* au sud et au nord par le *Pas de Chavanne* ainsi que la *Pointe de Ripaille*. Notons que ce bassin versant présente trois lacs et une gouille, tous situés aux pieds des Dent-du-Midi : les deux lacs d'*Antème*, celui de *Soi* et la *Gouille de Valerette*. La Vièze collecte les eaux de 6 torrents en rive gauche dont les plus importants sont d'amont en aval : le torrent de Chavalet (5.3 km), qui vient des *Crosets* et rejoint la Vièze entre Champéry et Val-d'Illiez, le torrent de Fayot (4.9 km), qui passe par *Champoussin* et aboutit dans la Vièze entre Val-d'Illiez et Troistorrents et finalement la Vièze de Morgins dite la *Tine* (10.9 km) dont l'embouchure se trouve à Troistorrents. La Vièze collecte les eaux de 8 autres torrents en rive droite, dont les plus importants sont le torrent de *Barme* (4.4 km), qui rejoint la Vièze en amont du *Grand Paradis*, la *Saufla* (6.6 km) qui vient de *Susanfe* et rejoint la Vièze en aval du *Grand Paradis* et le torrent des *Crêtes* (4.7 km) qui part du glacier de *Chalin* et rejoint la Vièze à aval de Val-d'Illiez. La Vièze a une longueur de 20.7 km et sa pente moyenne est d'environ 6.4 %.

D'après l'Atlas Hydrologique de Suisse, le régime hydrologique (Aschwanden, 1986) naturel des Vièzes appartient selon le tronçon où l'on se trouve à du glacio-nival (pour la *Saufla*), nivo-glaciaire (Champéry-Troistorrents) ou nival alpin (amont *Grand-Paradis* et Troistorrents-Monthey). Le bureau IMPACT (1991) propose de rester très prudent vis-à-vis de cette classification. L'étude du bassin versant montre en effet que le régime hydrologique naturel se situe à la limite d'un régime nival de transition et d'un régime nival alpin (hautes eaux en mai-juin).

Tous les cours d'eau analysés dans ce rapport sont des rivières de montagne, appartenant, selon ILLIES (1963), au rhithron. Sur le plan piscicole, la zonation établie par HUET (1949) les situe dans la zone à Salmonidés dominants.

## 2.3. Interventions humaines

### 2.3.1. Exploitation des forces hydrauliques, modification du débit, purges et vidanges

Données tirées de la carte des débits résiduels en Suisse, de la base de données BDInvent et des documents sur les autorisations de purges ainsi que sur les captages et concessions hydroélectriques.

Les eaux du bassin versant sont utilisées pour les besoins hydroélectriques. Sur les Vièzes, on dénombre 2 prises sur la commune de Troistorrents, 1 sur la commune de Champéry, 1 sur la commune de Monthey et 3 sur celle d'Evionnaz (cf. Tableau 2) exploitées par 3 producteurs hydroélectriques : SI Monthey, SECVI (Société Electrique de Champéry Val-d'Illiez) et Salanfe SA (Figure 1).

Le torrent de Soi (rive droite de la Vièze) est capté à la hauteur du pont de la *Route des rives* et les eaux sont restituées environ 650 m plus en aval. La concession est attribuée à un privé.

De plus, la commune de Troistorrents turbine les eaux potables au lieu-dit *Tassonnaire*.

Concessionnaires	Nom du captage (ouvrage)	Cours d'eau concerné
CIMO	prise de la Tine	Vièze de Morgins
CIMO	prise du Pont du Pas	Vièze
SIMo Services Industriels de Monthey	turbine les eaux restituées par CIMO	
SECVI Société Electrique de Champéry Val d'Illiez	T. de Barme, sources Léchère	Torrent de Barme
Salanfe SA	prise du Giétroz-du-Fond	Saufla
Salanfe SA	prise de Grande-Pente	Saufla
Salanfe SA	prise de Clusanfe	Saufla
Privé	prise du torrent de Soi	Torrent de Soi

Tableau 2 : Liste des prises d'eau recensées dans le bassin versant des Vièzes.

Les prises d'eaux de la Tine et du Pont du Pas acheminent les eaux dans les conduites forcées, dont celle du Pont du Pas qui a été dernièrement réaménagée. Les eaux sont turbinées une première fois à la centrale CIMO de Monthey, puis une secondes fois à la centrale SIMo de Monthey, avant d'être restituée dans la Vièze à la sortir des gorges. La concession a été unifiée et renouvelé en 1997, jusqu'en 2043 pour CIMO et SI Monthey. Seule la prise du Pont du Pas octroie un débit de dotation de **425 l/s** dans la Vièze. En effet, sachant que le secteur en aval de la prise de la Tine est constitué de gorges peu favorables au maintien de la faune piscicole et que les apports d'eau par les affluents latéraux suffisent à assurer la continuité du lit mouillé, aucun débit de dotation n'y est octroyé selon la décision de renouvellement de la concession.

Une prise d'eau sur du torrent de Barme (1180 m) ajoute le surplus des sources de la Léchère, les turbine à la centrale de l'Etrivouez au Grand-Paradis, avant de les restituer dans la Vièze.

Salanfe SA gère des prises d'eau sur le bassin versant de la Saufla, localisées à Giétroz-du-Fond (1817 m), Clusanfe (1905), Saufla Occidentale (1940 m), Puits Martin (1960 m), et à Grande-Pente (1960 m). Les eaux sont amenées dans le barrage de Susanfe (Salanfe) par pompage. Les eaux sont turbinées à la centrale de Vernayaz.

### 2.3.2. Prises d'eau potable et enneigement artificiel

Sur le bassin versant de la Vièze de Morgins, 14 captages sont destinés à l'alimentation en eau potable. Un seul d'entre eux prélève les eaux directement dans la Vièze de Morgins, mais de manière très ponctuelle (seulement entre Noël et Nouvel an et 1-2 jours en février).

Sur le bassin versant de la Vièze, 50 captages sont destinés à l'alimentation en eau potable et ne concernent que les affluents de la Vièze (cf. Figure 1).

La prise d'eau de la pisciculture des Rangeuses à Champéry prélève directement les eaux de la Vièze.

Aucune prise de bissé n'est mentionnée sur le bassin versant.

Plusieurs captages sont utilisés pour l'enneigement artificiel (cf. Figure 1) :

- Lac de Planachaux (torrent de Chavalet-Vièze) ;
- Torrent de Chavalet (Vièze), à la hauteur du parking des Crosets ;
- Lac de Toupin (torrent de Seumon-Vièze) ;
- Lac de Léchereuse (torrent de Seumon-Vièze) ;
- Lac Vert (Vièze de Morgins).

### 2.3.3. Assainissement des eaux usées

Les eaux usées des bassins versants sont traitées dans 3 STEP. Le Tableau 3 résume les caractéristiques de ces installations.

La STEP de Troistorrents traite les eaux usées provenant de Troistorrents, Morgins, Val-d'Illiez, Champoussin (raccordé fin 2001) ainsi que les Crosets (raccordé au collecteur de Val-d'Illiez fin 2002). On relèvera l'importance des eaux claires parasite avec 68 % eaux en entrée de STEP (données SPE)

Celle de Champéry épure les eaux de Champéry. Elle comptabilise 73% eaux claires parasite en entrée.

La STEP de Monthey reçoit les eaux de Chenarlier (raccordé fin 2004), de la ville de Monthey, mais aussi celles de l'industrie CIMO. Le milieu récepteur de la STEP de CIMO-Monthey étant le Rhône, celle-ci n'est pas prise en compte dans cette étude.

STEP	Dimen-sionne-ment (Eq. Hab)	Capacité hydraulique m <sup>3</sup> /j (Qts14*, m <sup>3</sup> /s)	Coordon-nées	Mise en service	Milieu Récepteur	Q <sub>347</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Facteur dilution
Champéry	3'750	<b>1'200</b> (0.028)	556'500/113'950	1975	Vièze	0.400	14
Troistorrents	13'510	<b>7'425</b> (0.086)	561'110/121'580	1993	Vièze	0.425 Q résiduel	5

\* Qts14 : débit par temps sec durant 14 heures.

Tableau 3 : Caractéristiques des différentes STEP du Val d'Illiez (SPE, 2012).

### 2.3.4. Extraction de graviers

Les bassins versants étudiés ne comportent aucune gravière en cours d'eau.

### 2.3.5. Aménagement du lit

Données issues des visions locales lors des campagnes de terrain, ne correspondant pas à un parcours intégral de la rivière.

L'ensemble des stations étudiées se localisent dans des tronçons naturels, avec peu d'aménagement du lit. Seule la station de la Vièze tout en aval VIE 00.2 (aval de Monthey, en amont de la confluence avec le Rhône) se situe dans un tronçon endigué.

Globalement, l'état morphologique des cours d'eau du bassin versant est effectivement de bonne qualité, proche de l'état naturel ou peu atteint. Toutefois plusieurs tronçons sont toutefois endigué ou ont été partiellement contraint, comme la Vièze entre Champéry et Val d'Illiez (route en rive gauche qui empiète dans l'espace réservé aux eaux), la Vièze dans toute la traversée de Monthey, la Saufla au Grand-

Paradis (la station VIE-SAU00.8 se localise en amont dans un secteur naturel) ou la Vièze de Morgins dans la vallon de Tey (route parfois assez proche), ou surtout dans la traversée de Morgins.

### 2.3.6. Valeurs naturelles

Aucun site naturel protégé n'est présent au niveau des Vièzes elles-mêmes. Par contre, plusieurs éléments d'importance nationale sont présents dans les bassins versants (cf. Tableau 4).

Plusieurs bas-marais régionaux n'ont pas été retenus dans l'inventaire fédéral, pour des raisons de superficie et/ou de végétation.

Dans le réseau écologique national (REN), les objectifs en termes de zones humides correspondent généralement avec les bas-marais.

Bassin versant	Nom	N°	Surface (ha)	Rivière / localisation
<b>Site de reproduction de batraciens</b>				
Vièze de Morgins	Lac de Morgins	VS 130	-	Entre Morgins et la frontière franco-suisse
Vièze de Morgins	Culet (Les Gouilles Bleues)	VS 132	-	Sous le bec du Corbeau
Vièze	Ripaille	VS 175	-	Sous la pointe de Ripaille
<b>Inventaire fédéral des bas-marais</b>				
Vièze de Morgins	Lac de Morgins	2022	5.927	Entre Morgins et la frontière franco-suisse
Vièze (t. Fayot)	Les Moilles	2025	19.755	Entre la Foilleuse et Savolaire
Vièze (t. Fayot)	Champoussin	2027	20.945	3 secteurs, sous Champoussin
Vièze (t. Fayot)	Les Bochasses	2030	16.718	2 secteurs au-dessus de Champoussin
Vièze (t. Seumon)	Léchereuse	3734	27.867	Entre Planachaux et Ripaille
<b>Inventaire fédéral des Hauts-marais</b>				
Vièze (t. Barme)	Barme	357	1.8	RG du torrent entre Barme et les gorges

Tableau 4 : Liste des sites d'Importances Nationales présente dans le bassin versant des Vièzes.

## 3. MÉTHODOLOGIE

### 3.1. Principes et Intervenants

Le but de cette étude est de connaître la qualité de la rivière en différents points, répartis sur l'ensemble du bassin versant. 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) ;
- mesures des **débits** et **prélèvements** d'échantillons d'eau pour analyses physico-chimiques et bactériologiques : SPE pour la campagne d'août 2012 et bureau ETEC pour les campagnes d'octobre 2012 et mars 2013 ;
- examen de la **qualité physico-chimique** de l'eau à l'aide de sondes portables : 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 qui sera 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, **réécriture** 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, 11 stations** ont été retenues en fonction de l'altitude, des caractéristiques de l'environnement et des aménagements (cf. Figure 1 et photos pages suivantes).

Le principe de **codification** des stations en Valais est le suivant : les 3 lettres sont les premières lettres capitales du nom du cours d'eau (« VIE » pour la Vièze, « VIE-MOR » pour la Vièze de Morgins et « VIE-SAU » pour la Saufla). Les chiffres qui leur font suite représentent la distance kilométrique de la station par rapport à la confluence avec le milieu récepteur (soit la Vièze pour la Saufla et pour la Vièze de Morgins, et le Rhône pour la Vièze, conformément aux codes GEWISS attribués par la Confédération). Ainsi, « VIE 20.4 » indique la station de la Vièze sise à 20.4 km de l'embouchure du Rhône.

D'amont en aval et par rivière, les coordonnées des stations sont les suivantes :

➤ VIE 20.4 : 551'800 / 112'170 (Photo 1) ;	➤ VIE-SAU 00.8 : 555'880 / 112'185 (Photo 9) ;
➤ VIE 16.7 : 555'100 / 112'400 (Photo 2) ;	➤ VIE-MOR 06.4 : 554'419 / 120'482 (Photo 10) ;
➤ VIE 13.8 : 556'700 / 114'200 (Photo 3) ;	➤ VIE-MOR 03.5 : 557'055 / 121'165 (Photo 11) ;
➤ VIE 07.9 : 559'159 / 118'961 (Photo 4) ;	➤ VIE-MOR 00.3 : 559'850 / 120'060 (Photo 13).
➤ VIE 07.7 : 559'350 / 119'060 (Photo 6) ;	
➤ VIE 03.1 : 561'860 / 122'123 (Photo 7) ;	
➤ VIE 00.2 : 564'480 / 122'820 (Photo 8) ;	

Par rapport au cahier des charges, certaines stations ont parfois été déplacées afin que les prélèvements IBCH et diatomées soient représentatifs des conditions locales ou moins influencés par des atteintes ponctuelles, sachant que le contexte physico-chimique reste toutefois identique. Ainsi :

- la station de la Vièze de Morgins « Amont Morgins » a été déplacée 200 m plus en amont (VIE-MOR 06.4) par rapport à la station initiale du SPE ;
- la station, VIE-MOR 03.5 « Aval Morgins » a dû être déplacée en amont du captage pour cause d'absence d'eau en aval de ce dernier ;
- il s'est avéré que la station en amont de la restitution était située 100 m plus en amont qu'indiqué au départ, soit VIE 03.1.

Compte tenu de l'enneigement hivernal, la station de la Vièze aux Creuses n'a été prospectée qu'en automne, conformément au cahier des charges. Au mois de mars, les stations ont pu être légèrement déplacées de quelques dizaines de mètres pour des questions d'accessibilité.

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

Stations	Code	Altitude (en m)	Pente*	Caractéristiques morphologiques	Interventions humaines
<b>Vièze</b>					
Les Creuses	VIE 20.4	1'420	4%	Naturel	-
Amont Grand Paradis	VIE 16.7	1'070	6%	Naturel (amont secteur enroché du Gd Paradis)	Amont restitution usine Champéry
Aval STEP Champéry	VIE 13.8	905	3%	Naturel	Effluent STEP Champéry
Amont prise du Pont du Pas	VIE 07.9	710	5%	Proche du naturel, bancs exondés dans le lit	Amont prise eau.
Aval prise du Pont du Pas	VIE 07.7	715	4%	Naturel, plonge dans des gorges encaissées	Aval prise eau (dotation 425 l/s).
Amont usine Vièze	VIE 03.1	460	7%	Naturel	Aval STEP Troistorrents, tronçon à débit résiduel
Monthey, amont confluence Rhône	VIE 00.2	395	1%	Tronçon endigué	Aval restitution hydroélectrique et aval Monthey
<b>La Saufla</b>					
La Lui	VIE-SAU 00.8	1'080	4%	Naturel	Aval des prises de Salanfe SA
<b>Vièze de Morgins</b>					
Amont Morgins	VIE-MOR 06.4	1'330	3%	Naturel, plusieurs petits bras, forêt alluviale	
Amont captage CIMO (aval Morgins)	VIE-MOR 03.5	1'255	6%	Naturel	Aval Morgins
Amont moulin Troistorrents	VIE-MOR 00.3	744	27%	Naturel, gorges	Aval prise CIMO (pas de dotation), eau des affluents latéraux

\* La pente correspond à la pente moyenne entre les deux courbes de niveau (20 m de dénivellation) directement en amont et en aval de chaque station.

Tableau 5 : Caractéristiques des stations étudiées sur le bassin versant des Vièzes (année 2012-13).



Photo 1 : VIE 20.4, « Les Creuses » (octobre 2012).

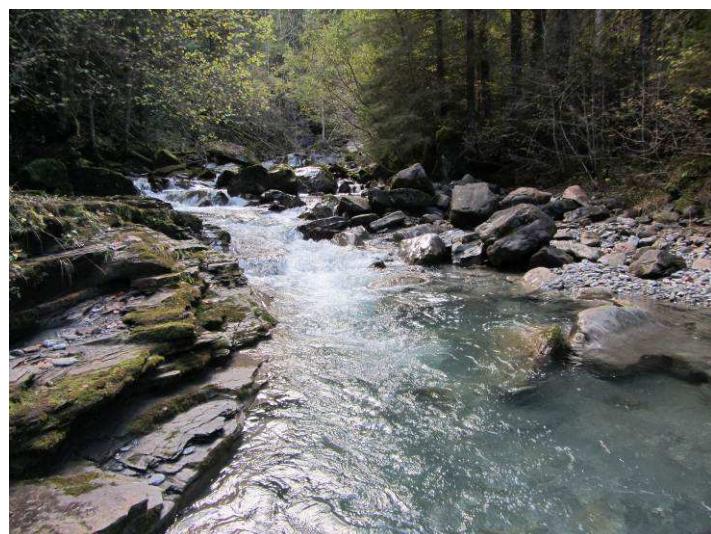


Photo 2 : VIE 16.7, « Amont Grand Paradis » (octobre 2012).



Photo 3 : VIE 13.8, « Aval STEP Champéry » (octobre 2012).



Photo 4 : VIE 07.9, « Amont prise Pont du Pas» (mars 2013).



Photo 5 : Prise du Pont du Pas (octobre 2012).



Photo 6 : VIE 07.7, « Aval prise Pont du Pas » (octobre 2012).

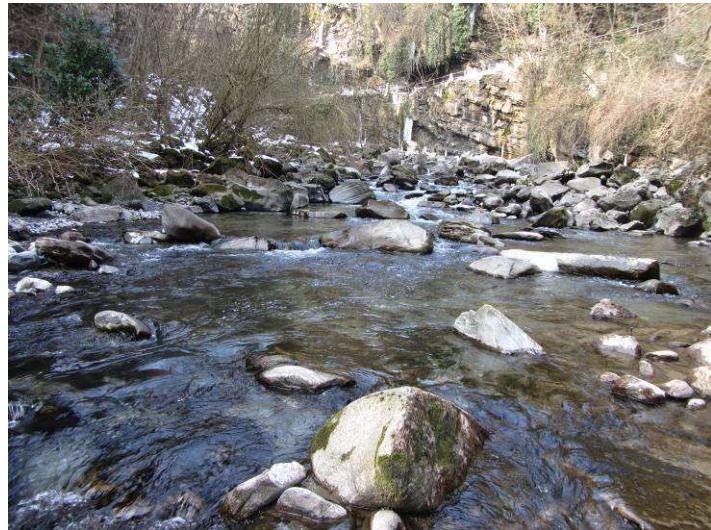


Photo 7 : VIE 03.1, « Amont Usine Vièze» (mars 2013).



Photo 8 : VIE 00.2, « Monthey amont confluence Rhône» (octobre 2012).



Photo 9 : VIE-SAU 00.8, « La Lui » (octobre 2012).



Photo 10 : VIE-MOR 06.4, « Amont Morgins » (octobre 2012).



Photo 11 : VIE-MOR 03.5, « Amont captage, aval Morgins » (octobre 2012).



Photo 12 : Captage de la Tine en aval de Morgins » (octobre 2012).

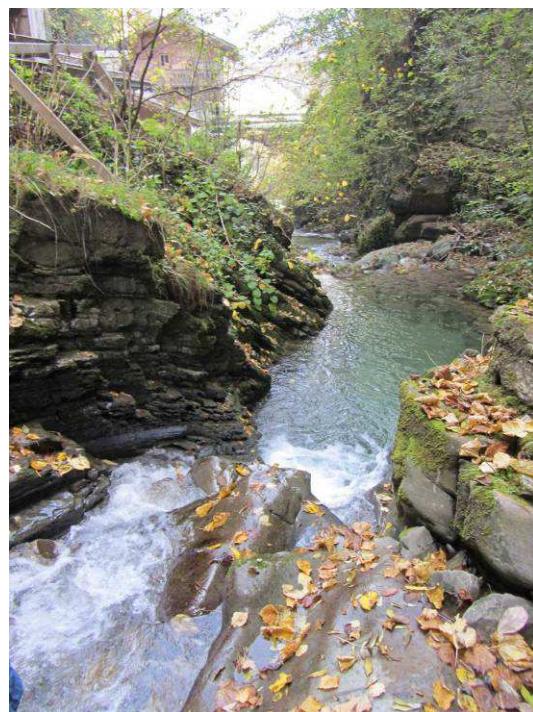


Photo 13 : VIE-MOR 00.3, « Amont moulins Troistorrents » (octobre 2012).

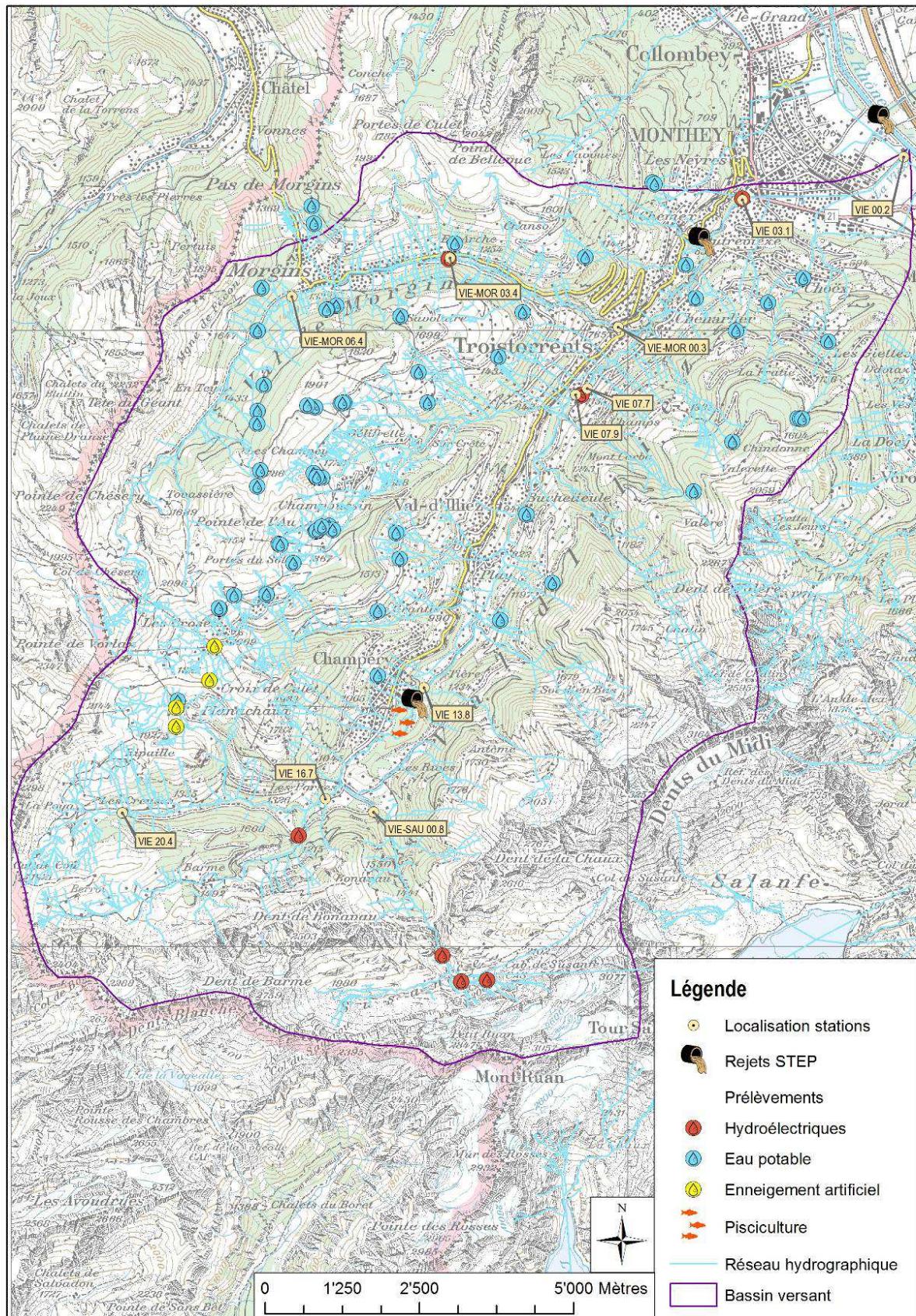


Figure 1: Contexte du bassin versant des Vièzes et la localisation des stations d'échantillonnage (2012-2013). Les captages sont extraits de la base de données BD-Invent.

### 3.2.2. Dates des campagnes et conditions météorologiques

Au total, trois campagnes physico-chimiques ont été réalisées (août 2012 par le SPE, octobre 2012 et mars 2013 par le bureau ETEC). Deux campagnes « diatomées » et « faune benthique » (d'après la méthode de l'IBCH, cf. paragraphe 3.2.5) ont été menées, en octobre 2012 et en mars 2013 par les bureaux ETEC et PhycoEco. Le Tableau 6 récapitule les dates des diverses campagnes et indique les conditions météorologiques. Aucune précipitation n'a eu lieu la semaine précédant les deux prélèvements. Par contre, une période de foehn a débutée le 5 mars, induisant une augmentation des températures autour de 10-12°C entre le début et la fin de la campagne de prélèvement.

Date	Condit. météo*	Type analyse	VIE-MOR 06.4	VIE-MOR 03.5	VIE-MOR 00.3	VIE-SAU 00.8	VIE 20.4	VIE 16.7	VIE 13.8	VIE 07.9	VIE 07.7	VIE 03.1	VIE 00.2
22-24 oct. 2012	<b>Soleil</b> (0 mm)	Diatomées, IBGN Débit, Physico-chim, Bactério.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4-6 mars 2013	<b>Beau</b> (0 mm) <b>Foehn</b>	Diatomées, IBGN Débit, Physico-chim, Bactério	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+

\* Hauteur de pluie totale en mm ou l/m<sup>2</sup>; données de la station de Bex.

Tableau 6 : Protocole d'étude des Vièzes en 2012-2013.

Dans les cours d'eau alpins, l'étiage (débit le plus faible à l'état naturel) se produit en hiver. Durant ces périodes, les apports polluants sont souvent plus importants (tourisme hivernal) et peu dilués ; elles confèrent aux cours d'eau leur état chimique le plus critique. Les campagnes hivernales révèlent habituellement les moins bonnes qualités d'eaux.

### 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 ont été mesurés à l'aide d'un jaugeage chimique par intégration (salinométrie). Ces mesures instantanées ne sont toutefois qu'indicatives. Sur certaines stations, elles peuvent s'avérer peu fiables si le faciès de la rivière se prête mal à ce type de jaugeage (écoulement qui se divise en plusieurs bras, présence de mouilles qui ralentissent l'écoulement des eaux et donc le transport du sel).

#### • **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. 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. Compte tenu du degré d'imprécision des mesures de débit et du caractère ponctuel de l'approche (prélèvement instantané), le calcul des charges n'a pas été réalisé.

- 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 (OEaux). 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	COD (mg C/l)	Nitrates (mg N/l) NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrites (mg N/l) NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> pour Cl <sup>-</sup> <10 mg/l	Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg N/l)		Ortho-P (mg P/l) PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Ptotal (mg P/l) Ptot
				T > 10°C	T < 10°C		
Très bonne	<2.0	<1.5	<0.01	<0.04	<0.08	<0.02	<0.04
Bonne	2.0 <4.0	1.5 <5.6	0.01 <0.02	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	0.02 <0.03	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	0.03 <0.04	0.3 <0.4	0.6 <0.8	0.06 <0.08	0.1 <0.14
Mauvaise	≥8.0	≥11.2	≥0.04	≥0.4	≥0.8	≥0.08	≥0.14

Tableau 7 : Classes de qualité des principaux paramètres chimiques des eaux (OFEV 2010).

- 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
<i>Escherichia coli</i>	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 8 : Interprétation des résultats bactériologiques pour les eaux courantes d'après les classes utilisées par le plan MAPOS (Germes totaux) le SEQ-Eau - Agences de l'Eau françaises (*Escherichia coli* et Entérocoque).

### 3.2.4. Etudes des diatomées

Les détails de la méthodologie utilisée pour les prélèvements et 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 transmis au Musée de la Nature à Sion, dans la collection de référence des diatomées valaisannes.

Les notes obtenues (indice diatomées) correspondent à un des 8 groupes de qualité d'eau (cf. Tableau 9). Pour faciliter les comparaisons entre les modules, les 8 groupes de départ sont ramenés aux 5 classes du « système modulaire gradué R ». Les stations sont alors réparties 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 DI-CH	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 9 : Grille de diagnostic pour l'interprétation de l'indice suisse DI-CH basé sur les diatomées.

Les autres indices utilisés dans le cadre de cette étude à savoir, les niveaux saprobique et trophique, sont développé dans le paragraphe 5.4.3.

### 3.2.5. Prélèvements et analyses biologiques : les macroinvertébrés

- **L'IBCH (dérivé de la norme française d'Indice Biologique Global Normalisé)**

- La méthode retenue pour l'analyse de la qualité biologique est celle de l'**IBCH**, détaillée dans la partie Macrozoobenthos de la méthode d'appréciation des cours d'eau, niveau R (Stucki, 2010).

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 »<sup>1</sup> 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 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 de l'éthanol absolu de première qualité (alcool à 99.9%), triés et déterminés en général jusqu'à la famille, qui constitue la limite de détermination des taxons pour cette méthode. Pour chacune des stations est établie une liste faunistique des macroinvertébrés benthiques, principalement des larves d'insectes pétricoles (qui vit sur les pierres) ou fouisseuses, appartenant aux ordres des Plécoptères, Ephéméroptères, Trichoptères et Diptères, caractéristiques des cours d'eau de montagne.

Le calcul de l'IBCH 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.

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 IBCH 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.

<sup>1</sup> Aptitude à héberger une faune abondante et diversifiée.

Tous les résultats et relevés ont été introduits dans la base de données du canton, « BD-Hydrobio ».

IBCH selon norme de base	$\geq 17$	16-13	12-9	8-5	$\leq 4$
Qualité biologique globale	Bonne	Satisfaisante	Moyenne	Mauvaise	Polluée
Note adaptées à l'HER « Alpes internes »	$\geq 15$	14-12	11-9	8-6	$\leq 5$

Tableau 10 : Note IBCH et interprétation de la qualité biologique globale.

## 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. La représentation cartographique (cf. Figure 2) indique, pour chaque station, la qualité des eaux à l'aide des quatre paramètres retenus (DOC, N-NH<sub>4</sub>, P-PO<sub>4</sub> et Ptot) ainsi que les résultats bactériologiques en août 2012, octobre 2012 et mars 2013.

### 4.2. Interprétation

#### 4.2.1. Débits

Des difficultés ont été rencontrées lors des mesures des débits :

- La morphologie de certaines stations, parfois très accidentées à forte pente (VIE 07.7 en aval de la prise du Pont du Pas), avec des faciès en mouilles, petites cascades, ou avec un lit large parfois avec plusieurs écoulements, ou un lit large et trop uniforme (VIE-MOR 06.4, VIE 16.7, VIE 13.8, VIE 07.9, VIE 00.2), ont rendu les jaugeages au sel difficiles et peu fiables, voire impossibles à mesurer pour VIE 00.2 (**sur cette station VIE 00.2, les valeurs d'août 2012 et mars 2013 sont donc des estimations**) ;
- Un problème technique avec la sonde a empêché d'obtenir en octobre 2012 les débits sur VIE 07.9 et VIE 07.7, en amont et en aval de la prise du Pont du Pas ;
- Des inexactitudes dans l'estimation de la quantité de sel à injecter dans le cours d'eau ont rendu certaines mesures de débit peu fiables, principalement lors de la campagne de mars 2013 ; **en conséquence, les débits de VIE 07.9 et VIE 03.0 en mars 2013 sont des estimations.**

Les résultats des mesures de débit (mesurés ou estimés) sont présentés dans le Tableau 11. De manière générale (cf. Graphique 1), les débits sont plus élevés en août 2012, puis vient mars 2013 (période d'étiage) et octobre 2012. Les débits de mars 2013, qui devraient se situer en plus basses eaux, sont en général supérieur à ceux d'octobre, en raison d'un début de fonte causé par des températures élevées (léger foehn 2 jours avant les prélèvements).

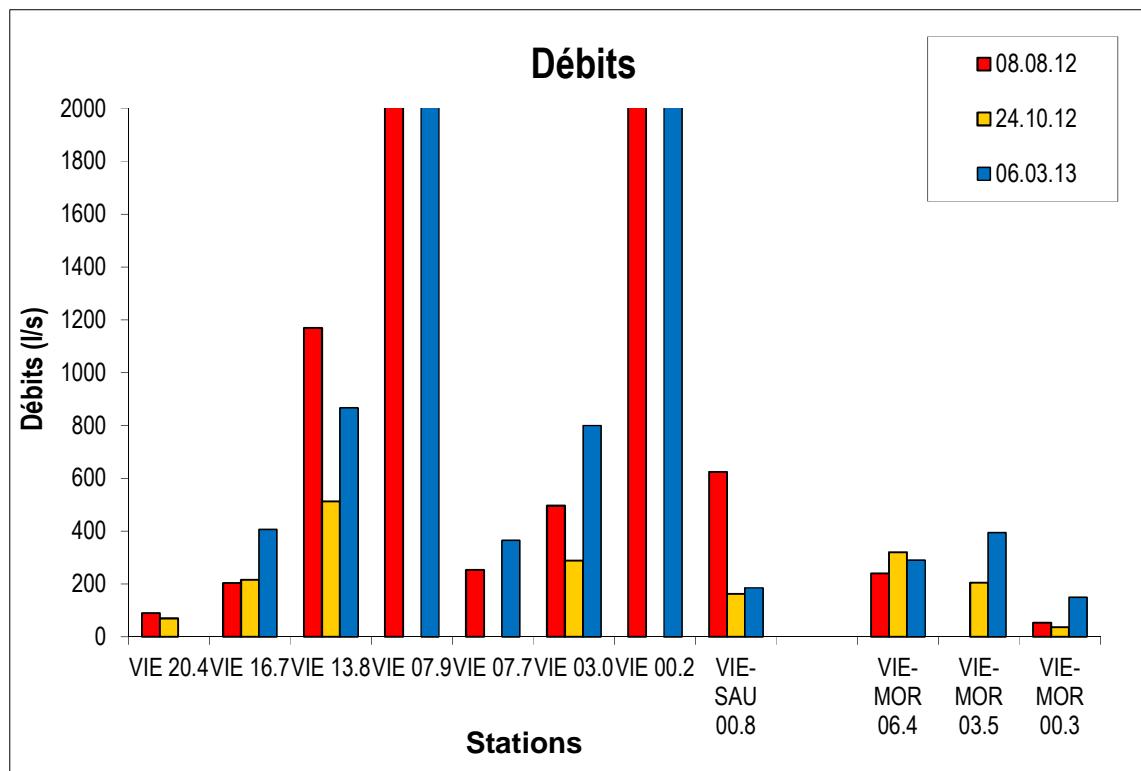
L'influence de la prise d'eau du Pont du Pas (entre VIE 07.9 et VIE 07.7) est bien marquée. Un débit de dotation de **425 l/s** devrait être octroyé dans la Vièze. Les valeurs mesurées (env. 250 l/s et 370 l/s) sont inférieures. Le jaugeage est toutefois extrêmement difficile dans la configuration morphologique du lit en aval, et ces résultats doivent être pris avec la plus grande prudence. Des contrôles et mesures plus suivies sont nécessaires pour tirer des conclusions.

La restitution en aval de l'usine de la Vièze est également bien visible (entre VIE 03.0 et VIE 00.2). Les faibles débits sur VIE-MOR 00.3 s'expliquent par la prise d'eau de la Tine, en aval de VIE-MOR 03.5.

Stations Période	Débits (l/s)										
	VIE 20.4	VIE 16.7	VIE 13.8	VIE 07.9	VIE 07.7	VIE 03.0	VIE 00.2	VIE-SAU 00.8	VIE-MOR 06.4	VIE-MOR 03.5	VIE-MOR 00.3
Août 2012	90	204	1170	>2'000	254	497	>2'000*	624	240	-	54
Octobre 2012	70	216	513	-	-	289	-	163	321	205	36
Mars 2013	-	407	867	2'730*	366	800*	2'800*	186	291	394	150

\* Débit estimé.

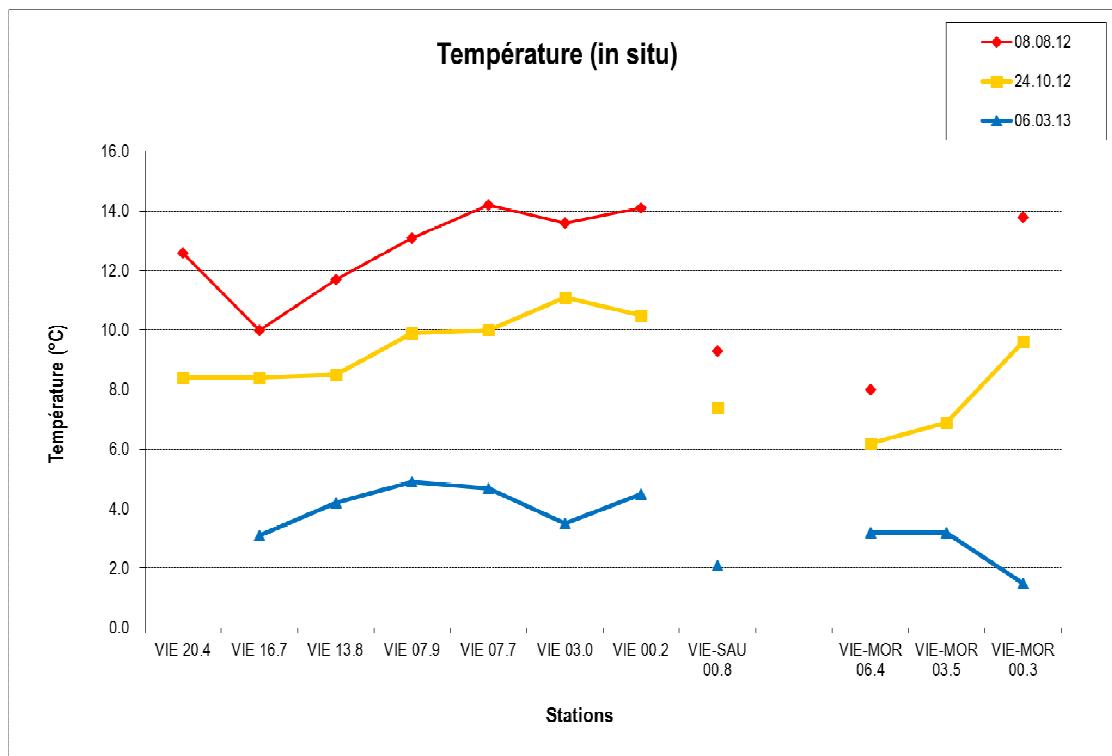
Tableau 11: Débits mesurés ou estimés sur les Vièzes entre août 2012 et mars 2013.



Graphique 1 : Débits mesurés sur le bassin versant des Vièzes entre août 2012 et mars 2013.

#### 4.2.2. Température

Les températures les plus élevées ont été mesurées en août (entre 8°C et 14.2°C, moyenne de 12°C), puis sont plus fraîches en octobre (entre 6.2°C et 11.1°C, moyenne de 8.8°C) et sont les moins élevées en mars (entre 1.5°C et 4.9°C, moyenne de 3.5°C), en lien avec les températures extérieures qui influencent directement celles de l'eau. Une tendance à l'augmentation de la température d'amont en aval s'observe pour la Vièze et la Vièze de Morgins, à l'exception de cette dernière en mars (cf. Graphique 2), cette station étant presque entièrement recouverte de neige contrairement à celles en amont et le débit fortement réduit.



Graphique 2 : Températures mesurées sur le bassin versant des Vièzes entre août 2012 et mars 2013.

#### 4.2.3. pH

Le pH fluctue entre 7.9 et 8.4 pour les mesures en laboratoire, et entre 7.8 et 8.5 pour les mesures in situ (moyenne 8.2 dans les deux cas), montrant des eaux légèrement alcalines, sans différence significative entre les trois campagnes.

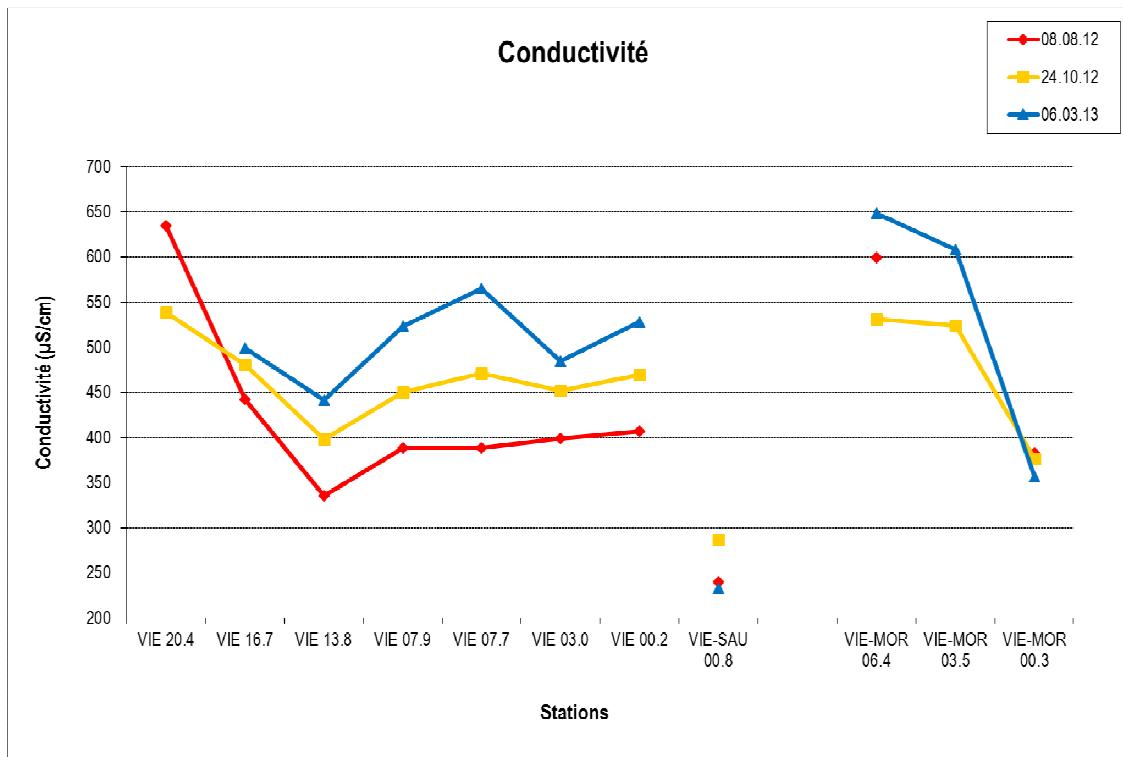
#### 4.2.4. Conductivité

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). En règle générale, elle augmente d'amont en aval.

Les mesures obtenues en laboratoire, présentées dans le Graphique 3, montrent des résultats similaires à ceux obtenus in situ avec les sondes de terrain. Les eaux apparaissent très fortement minéralisées dans les stations amont de la Vièze et de la Vièze de Morgins ( $> 500 \mu\text{S/cm}$ ), puis fluctuent sans jamais descendre sous les  $300 \mu\text{S/cm}$  sauf pour la Saufla, moyennement minéralisée. La conductivité élevée des eaux en amont du bassin versant de la Vièze est sans doute due à la nature géologique du terrain. Bien que les courbes montent des valeurs différentes entre les campagnes, les mêmes tendances générales s'observent (cf. Graphique 1). Les variations de la conductivité se corréleront difficilement au débit. En général, lors des plus hauts débits pouvant correspondre à la fonte des neiges, l'apport d'eau plus faiblement minéralisée diminue la minéralisation. Or, la conductivité au mois de mars est plus élevée qu'en octobre, alors que les débits plus élevés laissaient supposer une fonte précoce ; les valeurs moins élevées enregistrées août ne sont pas toujours liées à un débit plus élevé. Plusieurs facteurs se combinent :

- L'existence de sources sur le bassin versant pouvant être très minéralisées (vallon de They, Bains du Val d'Illiez) ;
- La présence d'affluents qui au contraire sont moins minéralisés, comme la Saufla qui se jette dans la Vièze entre les stations VIE 16.7 et VIE 13.8 ; la rivière montre une conductivité largement inférieure à celle de la Vièze ;

- De possibles erreurs dans les valeurs de débit (cf. chapitre 4.2.1).  
L'interprétation des résultats se doit donc de rester prudente.



Graphique 3 : Conductivités sur le bassin versant des Vièzes entre août 2012 et mars 2013, mesurées en laboratoire.

#### 4.2.5. Matières en suspension (MES)

Les concentrations de MES sont extrêmement faibles pour les trois campagnes, ne dépassant pas les 3 mg/l, ce qui est largement en dessous des concentrations généralement enregistrées dans les rivières, notamment glaciaires. Les Vièzes montrent en effet un régime hydrologique à la limite d'un régime nival de transition et d'un régime nival alpin. Le bassin versant ne possède que 5% de surface glaciaire (cf. Tableau 1).

#### 4.2.6. Matière organique (DOC, COD)

- **DOC ou COD** (Carbone Organique Dissous) (cf. Figure 2 et Annexe 1)

Les valeurs ne dépassent pas 1.4 mg/l (station VIE-MOR 00.3 en août 2012), ce qui correspond à des eaux faiblement chargées en matière organique, et à une qualité d'eau considérée comme **très bonne**. Une tendance à une augmentation du DOC d'amont en aval est néanmoins observée sur la Vièze et la Vièze de Morgins.

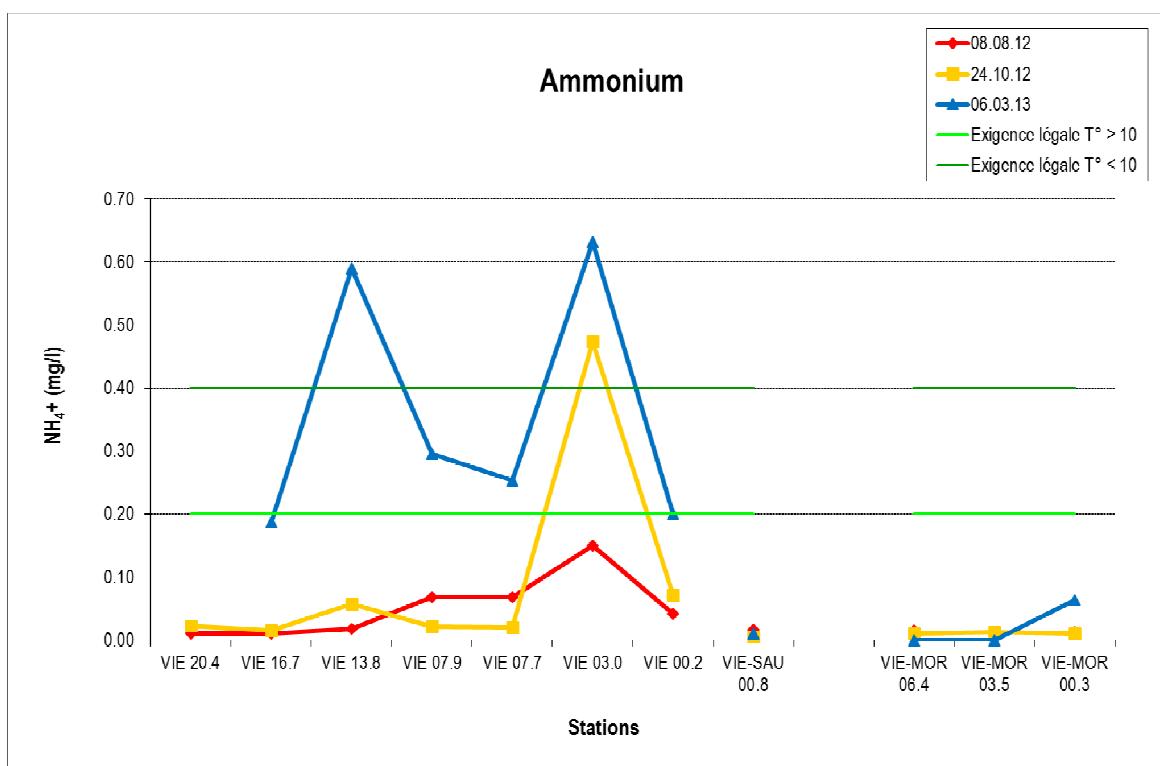
- **TOC ou COT** (Carbone Organique Total) (cf. résultats en Annexe 1)

Les concentrations en TOC sont quasiment identiques à celles des DOC en octobre 2012 et mars 2013, le carbone ne se trouve donc pratiquement que sous forme dissoute lors de ces deux campagnes. En août 2012, les concentrations en TOC sont par contre légèrement supérieures à celles des DOC, sans jamais dépasser les 1.7 mg/l (station VIE 00.2). La qualité de l'eau est considérée comme **très bonne**.

#### 4.2.7. Formes azotées ( $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ )

- $\text{NH}_4^+$  (ammonium) (cf. Figure 2 et résultats en Annexe 1)

En août 2012, la qualité de l'eau est considérée comme **très bonne à bonne** sur toutes les stations, avec une valeur maximale de 0.150 mg N/l sur VIE 03.0 (cf. Graphique 4). En octobre 2012, alors que dans les autres stations les valeurs sont en catégorie **très bonne à bonne**, VIE 03.0 montre une **mauvaise** qualité (0.474 mg N/l), dépassant légèrement les objectifs de qualité de l'OEAUX. En mars 2013, les concentrations en  $\text{NH}_4^+$  dans la Vièze sont systématiquement plus élevées que lors les deux autres campagnes, probablement en raison de l'impact du tourisme hivernal et de charges plus importantes en sortie de STEP. Deux stations dépassent les exigences de l'OEAUX VIE 13.8 (0.590 mg N/l) et VIE 03.0 (0.632 mg N/l). Les dépassements sont enregistrés en aval des STEP de Champéry (VIE 13.8) et de Troistorrents (VIE 03.0), dont les rejets ont un impact sur la qualité des eaux. Notons que si les STEP de Champéry et de Troistorrent fonctionnent relativement bien selon les bilans annuels publiés par le SPE, ces 2 STEP n'ont pas été conçues pour nitrifier les eaux et reçoivent beaucoup trop d'eaux claires parasites. L'amélioration de la qualité des eaux entre VIE 03.0 et VIE 00.2, bien visible pour les 3 campagnes, s'explique par la restitution d'eau plus propre (captée au Pont du Pas) en aval de l'usine de la Vièze.



Graphique 4 : Concentrations en ions ammonium mesurées sur le bassin versant des Vièzes entre août 2012 et mars 2013 avec exigences de l'OEAUX en fonction de la température de l'eau.

- $\text{NO}_2^-$  (nitrites)

Les nitrites sont la forme intermédiaire de l'oxydation des  $\text{NH}_4^+$ . L'EAWAG (1991) détermine pour les eaux courantes des valeurs limites en nitrites en tenant compte de la concentration en chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), car la toxicité des nitrites diminue en leur présence.

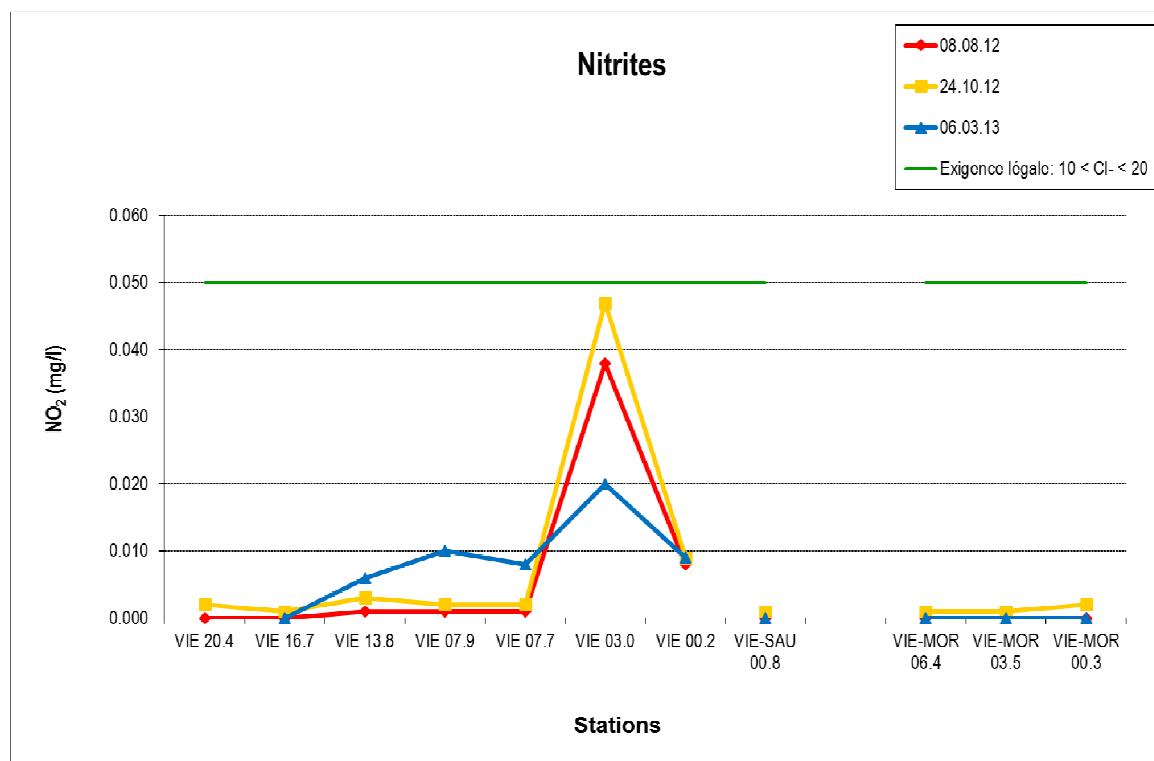
Le module chimie (OFEV 2010) propose donc d'adapter les classes de qualité en fonction de la teneur en chlorures :

- 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  $\text{Cl}^-$  entre 10-20 mg/l ou  $\text{Cl}^-$  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  $\text{Cl}^-$ ).

Pour la grande majorité des stations, la première règle a été appliquée. Cependant, pour 4 stations de la campagne de mars 2013, la concentration en  $\text{Cl}^-$  était plus élevée et la 2<sup>ème</sup> règle a été appliquée.

Pour la Vièze, le même phénomène que pour les  $\text{NH}_4^+$  est observé, avec des concentrations en  $\text{NO}_2^-$  toujours plus élevées en mars (impact du tourisme hivernal), sauf pour la station VIE 03.0 dont les valeurs mesurées en août et octobre 2012 dépassent largement celle de mars 2013. Cette station est la seule à ne pas être classée en catégorie **très bonne à bonne : médiocre** en août 2012 (0.038 mg N/l), **mauvaise** en octobre 2012 (0.047 mg N/l) et **moyenne** en mars 2013 (0.020 mg N/l). Elle est fortement influencée par les rejets de la STEP de Troistorrents. La diminution en  $\text{NO}_2^-$  entre VIE 03.0 et VIE 00.2, bien visible pour les 3 campagnes, s'explique là aussi par la restitution d'eau plus propre (captée au Pont du Pas) en aval de l'usine de la Vièze.



Graphique 5 : Concentrations en nitrites mesurées sur le bassin versant des Vièzes entre août 2012 et mars 2013. Les objectifs de qualité, dépendant de la concentration en  $\text{Cl}^-$ , sont également indiqués.

#### • $\text{NO}_3^-$ (nitrates)

Les nitrates sont la forme finale de l'oxydation de l'azote. La qualité de l'eau vis-à-vis de ce paramètre est systématiquement **très bonne** pour toutes les campagnes (concentration inférieure à 1.5 mg N/l), bien qu'une tendance à l'augmentation de la concentration en  $\text{NO}_3^-$  soit observée d'amont en aval. La concentration maximale en nitrates s'observe sur VIE 03.0, en aval de la STEP de Troistorrents, qui est la seule station à systématiquement dépasser 1 mg N/l de  $\text{NO}_3^-$  (impact de la STEP de Troistorrents).

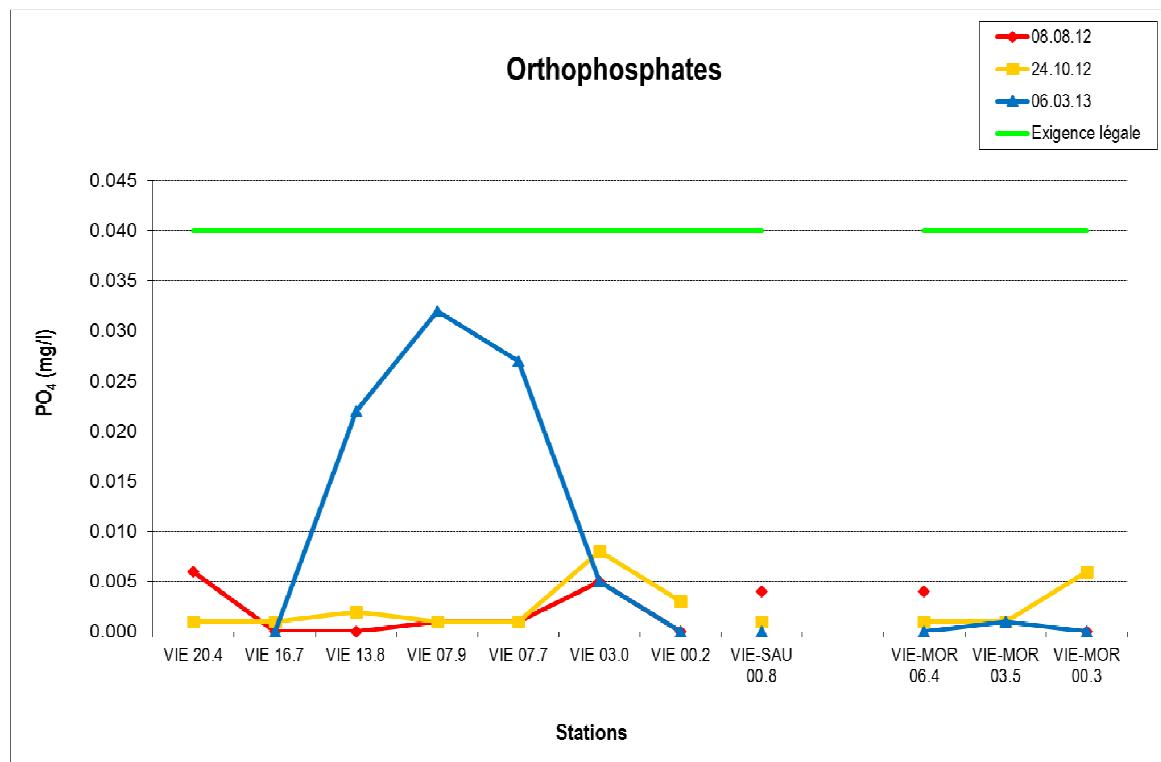
#### • Bilan azoté

Les différentes formes d'azote cumulées montrent une charge faible pour la plupart des stations, avec cependant des valeurs plus élevées, dépassant parfois les objectifs de qualité des eaux, en aval de la STEP de Champéry et surtout de Troistorrents.

#### 4.2.8. Phosphore ( $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{P}_{\text{tot}}$ )

- $\text{PO}_4^{3-}$  (orthophosphates) (cf. Figure 2 et résultats en Annexe 1)

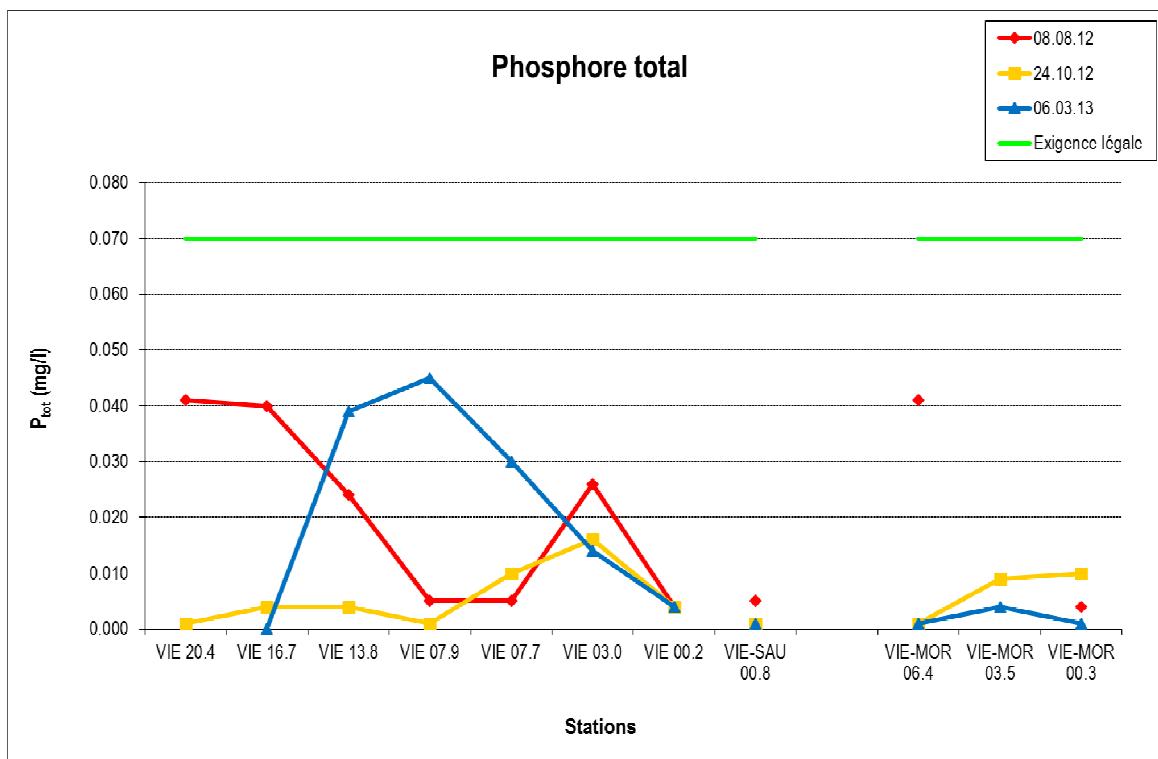
Les concentrations en orthophosphates (phosphore d'origine anthropique, directement assimilable par les plantes) sont faibles et la qualité de l'eau est considérée comme **bonne à très bonne** pour toutes les stations, avec des concentrations toujours inférieures aux objectifs de qualité des eaux (0.04 mg P/l). Cependant, en mars 2012 dans la Vièze, la concentration en  $\text{PO}_4^{3-}$  augmente sensiblement jusqu'à la station VIE 07.9, probablement en raison de l'impact du rejet de la STEP en période touristique hivernal, avant de diminuer à nouveau plus en aval (cf. Graphique 6).



Graphique 6 : Concentrations en orthophosphates mesurées sur le bassin versant des Vièzes entre août 2012 et mars 2013, avec les objectifs de qualité des eaux.

- $\text{P}_{\text{tot}}$  (phosphore total) (cf. Figure 2 et résultats en Annexe 1)

Les concentrations en phosphore total sont faibles et la qualité de l'eau est considérée comme **bonne à très bonne** pour toutes les stations, avec des concentrations toujours inférieures aux objectifs de qualité des eaux (0.07 mg P/l). Les courbes du phosphore total et de l'orthophosphate sont similaires pour les campagnes d'octobre 2012 et mars 2013, mais elles diffèrent sensiblement en août 2012 avec notamment des concentrations nettement plus élevées en phosphore total dans les trois stations amont de la Vièze et dans la station amont de la Vièze de Morgins (cf. Graphique 7).



Graphique 7 : Concentrations en phosphore total mesurées sur le bassin versant des Vièzes entre août 2012 et mars 2013, avec les objectifs de qualité des eaux.

#### 4.2.9. Bactériologie

- **Germes totaux** (cf. Tableau 12 et résultats en Annexe 1)

Aucune station n'est en dessous de la catégorie **moyenne**, toute campagne confondue. L'amont du bassin versant est moins contaminé (les résultats sont en catégorie **très bonne à bonne** pour toutes les campagnes), que l'aval à partir de la STEP de Champéry. En août, seule VIE 03.0 montre une qualité moyenne. En octobre 2012 et surtout en mars 2013, la qualité se dégrade, notamment sur les stations VIE 07.9 et VIE 07.7 sous l'influence de la STEP de Champéry qui ont les moins bons résultats. Mais soulignons que la station immédiatement en aval (VIE 13.8) est moins fortement contaminée, sans que cela puisse être vraiment expliqué.

- ***Escherichia coli*** (bactéries indicatrices d'une contamination fécale récente, cf. Tableau 12 et résultats en Annexe 1)

En août, seules les stations amont de la Vièze (VIE 20.4), de la Vièze de Morgins et de la Saufla sont en catégorie **très bonne à bonne**. En aval, toutes les stations sont plus ou moins fortement contaminées (concentration la plus élevée des 3 campagnes atteinte sur VIE 07.9, VIE 07.7). En octobre, la charge en *E. coli* augmente régulièrement d'amont en aval jusqu'à la station VIE 03.0, classée également en catégorie **médiocre**. En aval de Morgins (VIE-MOR 03.5) la présence d'*E. coli* indique que des rejets d'eaux usées atteignent le cours d'eau. En mars 2013, les résultats sont encore moins bons en particulier sur les stations VIE 07.9, VIE 07.7 et VIE 00.2 en catégorie **médiocre**.

- **Entérocoques** (cf. Tableau 12 et résultats en Annexe 1)

Les résultats sont similaires à ceux d'*E. coli*, avec comme différence principale un pic d'entérocoques comparable en août 2012 et mars 2013 aux stations VIE 07.7 et 07.9.

Germes	Germes totaux /ml			Escherichia coli /100 ml			Entérocoque /100 ml		
	Mois	Août	Octobre	Mars	Août	Octobre	Mars	Août	Octobre
VIE 20.4	430	100	-	141	34	-	71	12	-
VIE 16.7	360	90	580	540	7	10	230	5	6
VIE 13.8	750	140	1'500	2'700	300	1'400	40	60	1'640
VIE 07.9	4'100	450	24'000	9'600	790	3'500	3'400	480	3'500
VIE 07.7	4'100	550	15'000	9'600	1'490	3'200	3'400	390	3'000
VIE 03.0	900	3'500	480	1'600	3'000	1010	450	1'000	620
VIE 00.2	1'240	660	1'600	1'200	1'320	2'360	1'030	400	1'210
VIE-SAU 00.8	230	60	550	80	4	34	13	1	124
VIE-MOR 06.4	450	120	50	73	4	0	110	6	2
VIE-MOR 03.5	-	460	670	-	300	2'220	-	300	1'500
VIE-MOR 00.3	540	130	450	130	163	210	210	55	105

Légende

Très bon  
MédiocreBon  
Mauvais

Moyenne

Tableau 12 : Bactériologie obtenue sur le bassin versant des Vièzes entre août 2012 et mars 2013.

- Bilan global**

Les trois types d'analyses bactériologiques montrent une qualité des eaux **bonne à très bonne** sur les stations amont, puis des eaux souvent **moyennes à médiocres** (la catégorie **mauvaise** n'est jamais atteinte) dès l'aval de la STEP de Champéry et sur VIE-MOR 03.5, mettant en évidence des contaminations d'origine fécale, surtout en août 2012 et en mars 2013. L'agriculture, les rejets des STEP, les déversements du réseau d'assainissement et l'impact du tourisme hivernal sont probablement à l'origine de ces contaminations.

#### 4.2.10. Conclusion sur les résultats physico-chimiques et bactériologiques

Les différentes campagnes d'analyses physico-chimiques mettent en évidence une **bonne à très bonne** qualité des eaux sur l'ensemble du bassin versant, respectant les objectifs de qualité des eaux définis dans l'Oeaux.

Toutefois, les objectifs de bonne qualité sont ponctuellement dépassés pour les formes azotées aux deux stations directement en aval des deux STEP (Champéry et Troistorrents), suggérant un problème au niveau des rejets des STEP.

Dans la Vièze, les formes azotées et le phosphore mettent en évidence un impact entropique accru au mois de mars, probablement lié à l'augmentation de la population pendant cette période (tourisme hivernal) avec une élévation des charges en entrée et sortie de STEP cumulée avec des apports d'eaux claires parasites limitant les rendements d'épuration de ces ouvrages.

Les analyses bactériologiques mettent en évidence des pollutions d'origine fécale, soulignant l'impact de l'agriculture (août 2012) et du tourisme hivernal (mars 2013) sur la qualité des eaux des Vièzes, sans toutefois jamais atteindre la catégorie **mauvaise**.

Ces données restent toutefois des **clichés ponctuels**, les résultats des 3 campagnes étant basés sur des prélèvements instantanés.

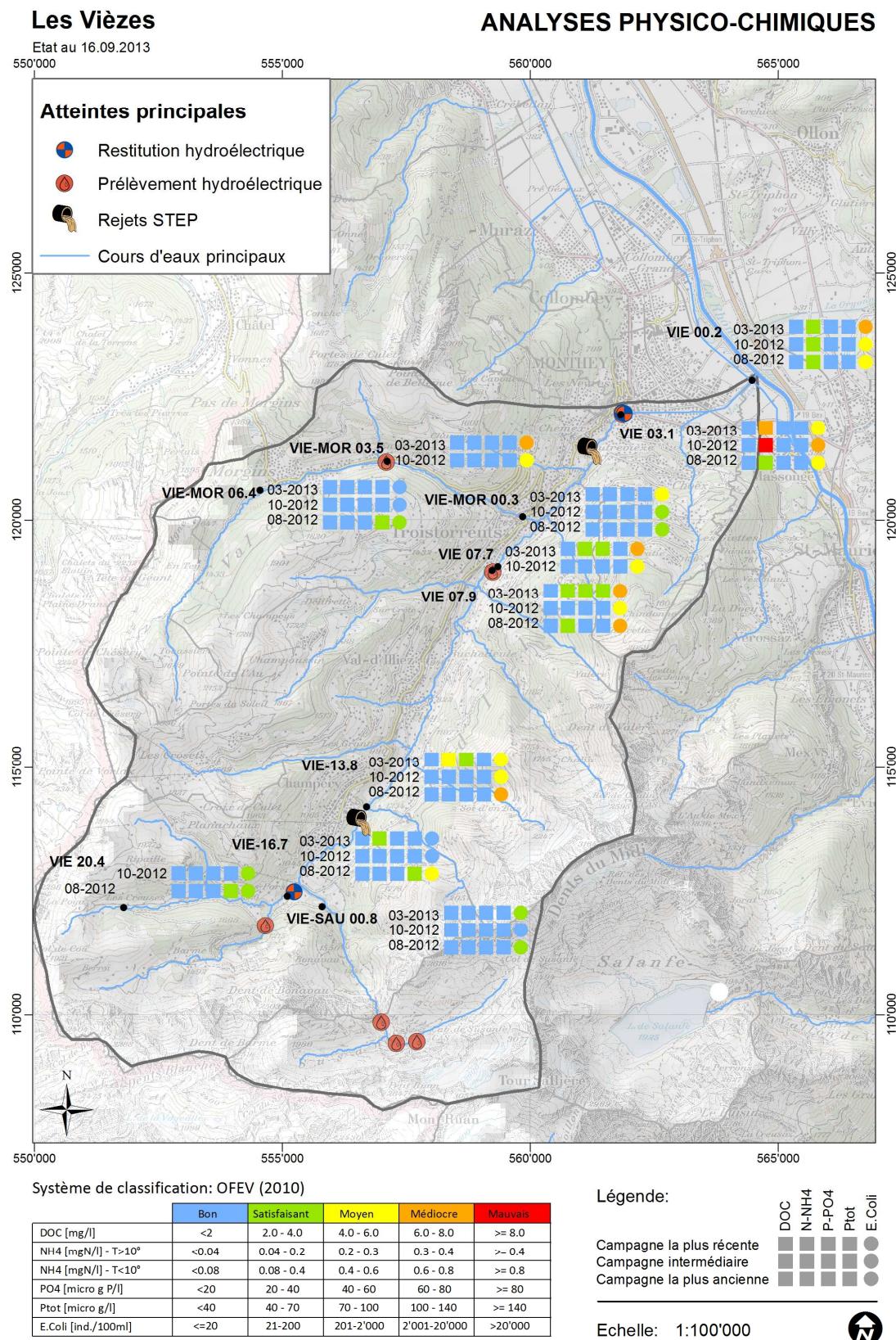


Figure 2 : Résultats des analyses physico-chimique et bactériologique sur le bassin versant des Vièzes (relevés 2012 et 2013)

## 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 les rivières du Val d'Illiez, se trouvent dans le tableau de l'annexe 3. Dans la première colonne de ce tableau figurent les espèces et variétés de diatomées classées en fonction de leur résistance saprobique (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 premières études des diatomées des rivières valaisannes. La colonne I signale la présence de formes monstrueuses de diatomées (térapologie). Dans les colonnes J à T figurent pour chaque espèce, les données de la liste rouge des diatomées d'Europe centrale (LANGE-BERTALOT 1996, HOFMANN et al. 2011). 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.

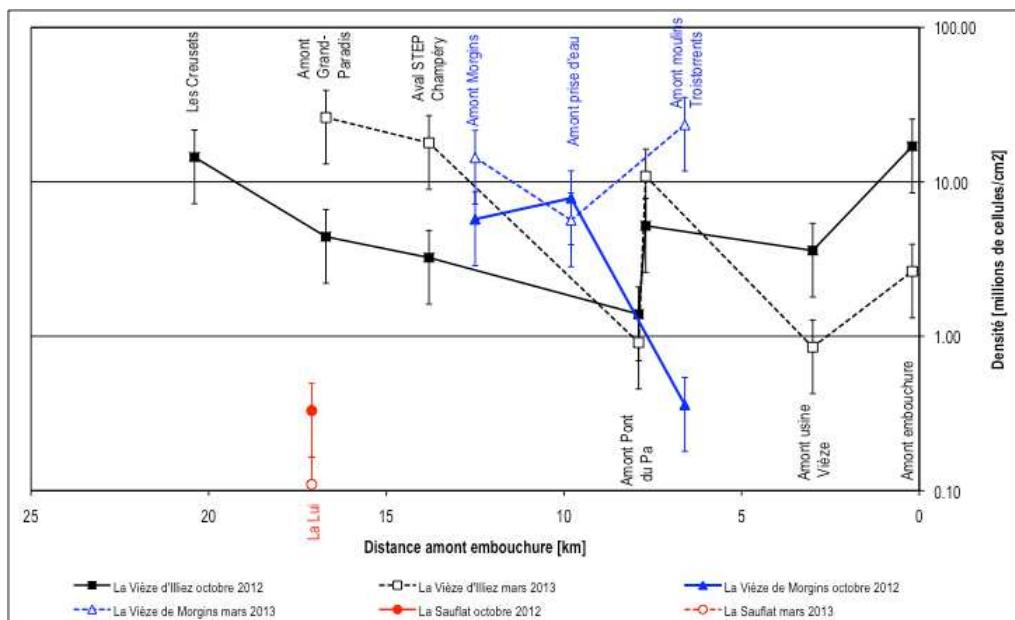
### 5.2. État des communautés de diatomées

#### 5.2.1. Présentation des résultats quantitatifs

Les résultats quantitatifs (densité, fragmentation, taux de formes térapologiques) sont toujours présentés en fonction des distances des points de prélèvements par rapport à l'embouchure de la Vièze dans le Rhône. Pour mieux voir la répartition de ces valeurs dans l'ensemble du bassin versant, les distances des points sur la Saufla et la Vièze de Morgins ont aussi été mesurées à partir de l'embouchure de la Vièze dans le Rhône.

#### 5.2.2. Densité des peuplements

Les densités de diatomées épilithiques vivant dans le courant sont distribuées d'amont en aval des rivières sur le Graphique 8 (attention, l'échelle des densités est logarithmique !).



Graphique 8 : Répartition des densités de diatomées épilithiques d'amont à l'aval des Vièzes et de la Saufla (octobre 2012 et mars 2013). Valeurs automnales en traits pleins, valeurs hivernales en pointillés.

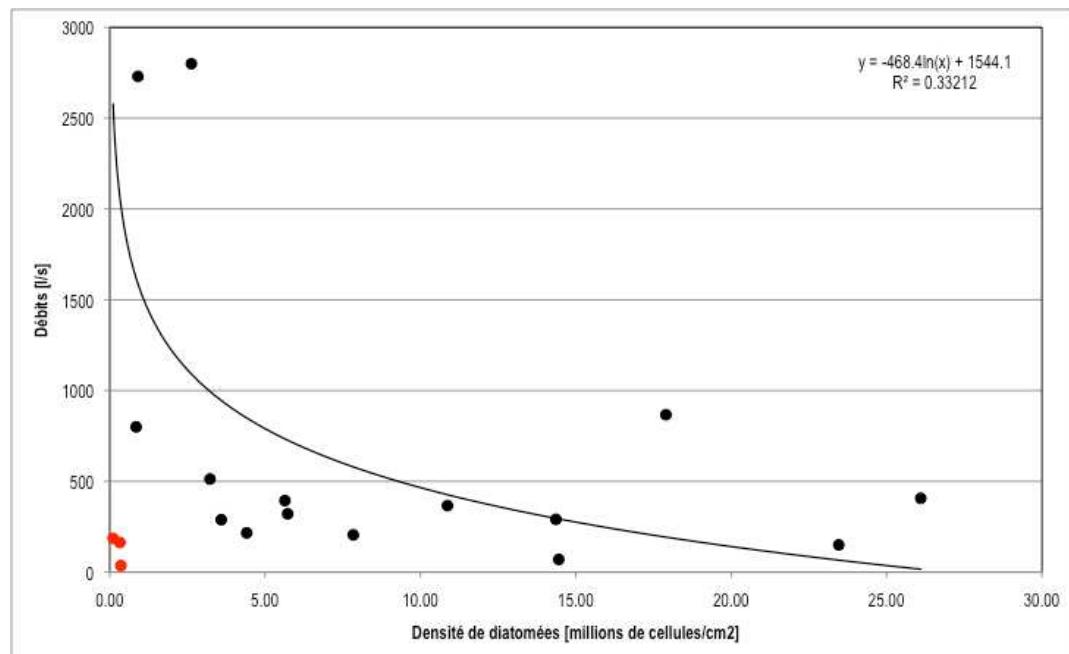
Certains peuplements sont pléthoriques avec plus de  $10^6$  cellules par  $\text{cm}^2$  (jusqu'à 26 millions à Amont Grand-Paradis en mars 2013). Ces peuplements très fournis mettent en évidence de très bonnes conditions de développement, pourtant de bas niveau trophique (paragraphe 5.4.3). Cela montre une fois de plus, que la densité des peuplements de diatomées ne souffre pas de carences, même lorsque la fourniture alimentaire est faible et que les limitations de densité sont plutôt liées à des phénomènes hydrologiques ou de toxicité.

Contrairement aux rivières latérales du Rhône à régime glaciaire ou soumises à des purges de barrages, dans la Vièze la densité de diatomées a tendance à diminuer en dents de scie d'amont en aval, pour se rétablir plus ou moins à Amont confluence Rhône. Il est intéressant de constater qu'à l'amont de la prise d'eau du Pont du Pas, les densités sont relativement faibles, tandis qu'en aval elles retrouvent des valeurs élevées comme dans le reste de la rivière, tant en octobre qu'en mars. En amont de la Vièze, les densités sont 10 fois plus élevées en mars qu'en octobre. Par contre après les fortes variations enregistrées autour de la prise du Pont du Pas, à l'aval les peuplements sont nettement plus fournis en octobre.

Dans la Vièze de Morgins, en amont, les densités sont aussi élevées que dans la Vièze, avec des variations qui ne semblent pas significatives. Par contre à Troistorrents en octobre, la densité est très faible, alors qu'en mars, elle est du même ordre de grandeur qu'en amont et du même ordre de grandeur que dans la Vièze d'Illiez.

Dans la Saufla la densité est faible tant en octobre qu'en mars.

Les variations de densité ne sont pas corrélées avec les mesures de vitesses réalisées *in situ* à l'endroit des prélèvements. Par contre, une bonne part de ces estimations est bien corrélée (à 57.6%) avec les mesures de débits réalisées un à deux jours après les prélèvements (cf. Graphique 9).



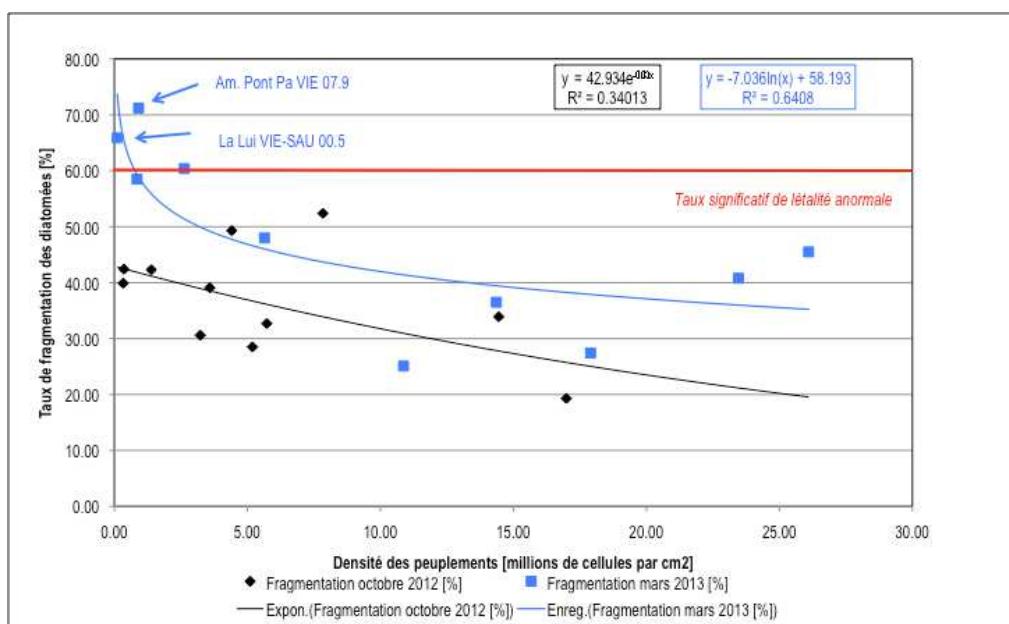
Graphique 9 : Distribution des densités de diatomées épilithiques en fonction des débits. En noir, les couples de valeurs bien corrélées. En rouge, les valeurs très faibles de densités estimées dans la Saufla (octobre et mars) et dans la Vièze de Morgins à Troistorrents en octobre, qui sortent de la distribution. Manquent 2 mesures de débit qui n'ont pas pu être réalisées autour du Pont du Pas en octobre et 1 mesure tout en aval de la Vièze d'Illiez à Monthey en octobre (mesures au sel).

Cette corrélation montre que l'essentiel des variations de densité sont liées aux variations d'activité mécanique du courant (agitation) et ne sont pas liées à des problèmes de toxicité ou de qualité chimique des eaux. Le degré de corrélation entre les deux grandeurs est certainement limité par le fait que les mesures des débits au sel sont difficiles à réaliser et par l'erreur standard de l'estimation des densités de diatomées.

Il est dommage que les mesures de débit n'aient pas pu être réalisées en octobre au Pont du Pas, car elles expliqueraient peut-être la grande différence de peuplement entre l'amont et l'aval. Cependant en mars, les mesures ont pu être réalisées : comme ailleurs, il semble que l'agitation de l'eau suffit à expliquer les différences de densité des peuplements. Les faibles densités mesurées tant en octobre qu'en mars dans la Saufla échappent de la fonction générale. Dans cette rivière le métabolisme semble différent, mais les deux couples de valeurs suivent le même principe : l'augmentation de débit provoque une réduction de la densité du peuplement. A Troistorrents en octobre, la très faible densité de diatomées est probablement due au manque d'eau lié au très faible débit (36 l/s) : le débit de dotation à la prise d'eau (VIE-MOR 03.5) étant nul, seuls les apports latéraux plus en aval permettent de réalimenter le cours d'eau.

### 5.2.3. Fragmentation

En général, les taux de fragmentation des diatomées sont  $\leq 50\%$ , donc théoriquement non significatifs de mortalité anormale (Graphique 10). En octobre, les taux de fragmentation sont nettement moindres qu'en mars, comme cela a aussi été mesuré dans les Borgnes et la Dixence en 2011-2012.



Graphique 10 : Distribution des densités de diatomées épilithiques en fonction des taux de fragmentation mesurés dans les Vièzes et la Saufla.

Ces taux sont en bonnes corrélations avec les densités estimées des peuplements : les diminutions de densité sont liées à la mortalité des diatomées lorsque l'agitation de l'eau augmente. En octobre, une fonction exponentielle montre que 58.3% de la variabilité de densité est corrélée aux taux de fragmentation. En mars, la corrélation est encore meilleure puisqu'une fonction logarithmique explique le 80% de la variabilité.

Les faibles densités relevées particulièrement à amont Pont du Pas et à l'aval de la Vièze de Morgins (60%), ainsi qu'à La Lui s'expliquent par des taux de fragmentations qui sont anormalement élevés, signe de pressions écologiques qui causent une létalité inhabituelle des diatomées à ces endroits. Cependant, la fragmentation ne semble pas expliquer toutes les faibles densités :

- dans la Saufla de toute manière la densité reste faible aux deux saisons;
- à Troistorrents en octobre, la faible densité n'est pas corrélée avec un taux particulier de fragmentation.

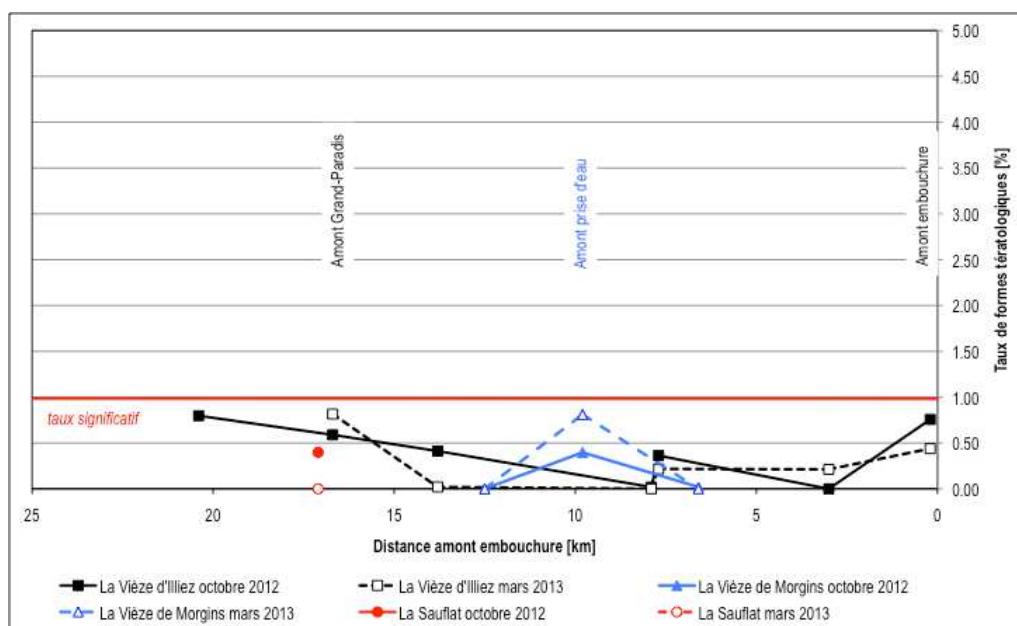
#### 5.2.4. Tératologie

Les proportions trouvées de formes tératologiques sont distribuées d'amont en aval des rivières sur le Graphique 11 : Distribution des taux de formes tératologiques d'amont en aval des rivières. Valeurs hivernales en traits pleins, valeurs automnales en pointillés. Aucun taux de tératologie n'atteint la valeur supposée significative (1%). A mon avis, des valeurs plus faibles doivent être signalées, d'autant plus que dans les échantillons historiques de la fin du XIXe siècle et jusqu'au milieu de XXe siècle, je n'ai jamais trouvé autant de formes tératologiques.

Dans la Vièze des formes tératologiques ont été trouvées dans de nombreux endroits et plus ou moins en permanence, en plus fortes abondances tout en amont et à l'embouchure à Monthey (jusqu'à 0.82% à amont Grand-Paradis en mars). En amont les espèces affectées (affections plutôt de type 4) sont essentiellement la très sensible *Achnanthidium lineare* et les sensibles *A. pyrenaicum* (également dans la Saufla) et *A. minutissimum*, parfois aussi chez des espèces des genres *Diatoma* et *Fragilaria*. Vu ce type de déformation chez des taxons coloniaux, nous avions tendance à les mettre sur le compte de la promiscuité (ou du rayonnement UV). Une autre hypothèse doit cependant être formulée (com. orale avec Monsieur Aldo Marchetto, Verbenia, Italie) : il semble que dans les Alpes, avec l'augmentation du dégel du pergélisol, des métaux lourds peuvent être libérés localement, en particulier en haute altitude. C'est peut-être cela qui cause l'abondance de formes tératologiques aux Creuses et au Grand-Paradis. Tout en aval à Monthey, les déformations affectent les mêmes taxons, mais aussi d'autres, en particulier l'espèce plus résistante *Nitzschia fonticola*. A cet endroit, d'autres molécules toxiques sont éventuellement aussi en cause.

Dans la Vièze de Morgins à l'amont du captage, la variété de taxons affectés (*A. pyrenaicum* en octobre, *Cocconeis placentula* var *euglypta*, *Diatoma problematica* et *Fragilaria ulna*) suggère aussi une légère toxicité d'origine multiple.

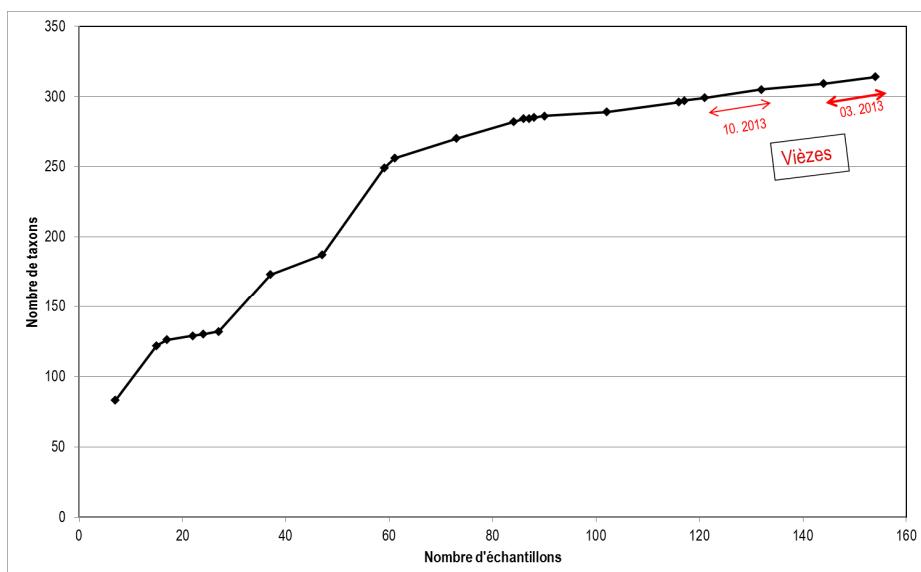
Il serait utile de procéder à des analyses de métaux lourds sur ces sites particuliers, ce qui permettrait de distinguer les impacts causés par ces substances, de ceux qui sont potentiellement liés aux pesticides et micropolluants d'origine ménagère.



Graphique 11 : Distribution des taux de formes tératologiques d'amont en aval des rivières. Valeurs hivernales en traits pleins, valeurs automnales en pointillés.

### 5.2.5. Diversité floristique et valeur patrimoniale de la flore

Dans les 21 échantillons prélevés, 138 taxons de diatomées ont été trouvés, un nombre inférieur à ceux trouvés en 2009-2010 dans le Val d'Anniviers et en 2011 dans le val d'Hérens (BERNARD & STRAUB 2010, 2011). Ce nombre représente le 43.9% de la flore rhéophile valaisanne répertoriée actuellement dans la banque de données de PhycoEco (en tout 314 taxons pour 154 échantillons de la Salentse, Sionne, Gamsa, Navisence, Gougra, Vispa, Dranse, Dixence, du ruisseau de Fang, des Borgnes, des Vièzes et du Rhône, y compris 2 échantillons historiques du début du 20<sup>e</sup> siècle prélevés dans le fleuve). La flore est un peu plus pauvre que dans les autres vallées latérales. Avec cette nouvelle campagne de prélèvements, 5 taxons nouveaux pour la flore des rivières valaisannes ont été trouvés. Ci-dessous, figure la progression irrégulière des découvertes floristiques dans les rivières valaisannes, réalisées par PhycoEco (cf. Graphique 12).

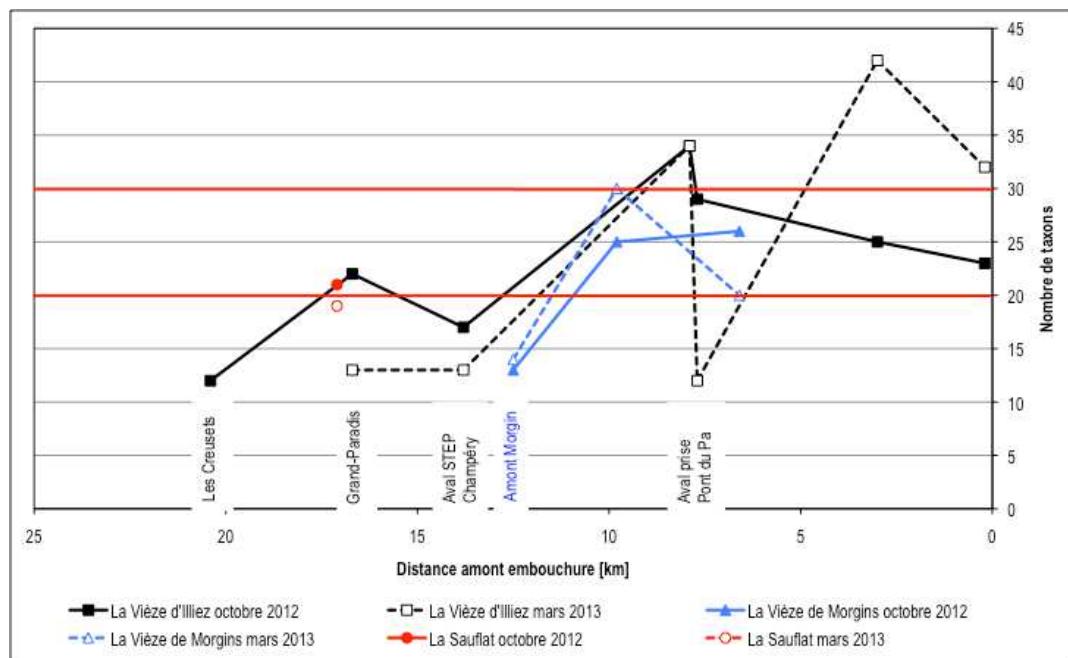


Graphique 12 : Progression des mentions floristiques de diatomées en rivières valaisannes, au cours des études menées par PhycoEco.

La base floristique trouvée est de même nature que celles trouvées dans les autres vallées latérales du Rhône, c'est à dire une flore alpine formée par des taxons très sensibles et sensibles, en particulier dans la Vièze de Morgins. Dans la Vièze d'Illiez, dès le Pont du Pas jusqu'en plaine, cette flore régresse à cause de l'apparition de taxons moins sensibles, tolérants et très tolérants qui signalent l'augmentation progressive du niveau trophique des eaux. L'espèce très sensible *Achnanthidium lineare* est un taxon majeur présent dans les Vièzes, en particulier dans la Vièze de Morgins. On peut maintenant bien le différencier grâce à la révision récente de VAN DE VIJVER et al. 2011 déjà présentée dans le rapport sur le Val d'Hérens et qui forme aussi des peuplements importants dans le Rhône (espèce que nous avions confondue alors avec *A. atomoides*). Sinon le taxon le mieux représenté est *Achnanthidium pyrenaicum*, typique d'eaux de faible β-mésosaprobie. Dans plusieurs stations en aval de la Vièze, où les eaux sont un peu plus chargées, ce taxon est partiellement remplacé par *A. minutissimum*, espèce de pleine β-mésosaprobie. Toutes ces espèces d'*Achnanthidium* sont pionnières. Elles forment avec les autres espèces d'*Achnanthidium* le 22.2% (Amont usine Vièze, mars 2013) à 93.4% (Les Creuses, octobre 2012) des peuplements quel que soit la saison (en moyenne 68%). Cela est surprenant pour une rivière qui ne souffre ni de fonte glaciaire, ni de rejets de barrages. Dans les stations les plus pauvres en espèces pionnières (et Amont usine Vièze), les taxons dominants sont :

- *Gomphonema olivaceum* (espèce typique de charge organique critique) à Amont prise Pont du Pas;
- *Encyonema ventricosum* (espèce de pleine β-mésosaprobie) et *Nitzschia fonticola* (espèce typique de charge organique critique).

La flore dominante (obtenue après dénombrement de 500 individus) est répartie pour chaque station d'amont en aval sur le Graphique 13.

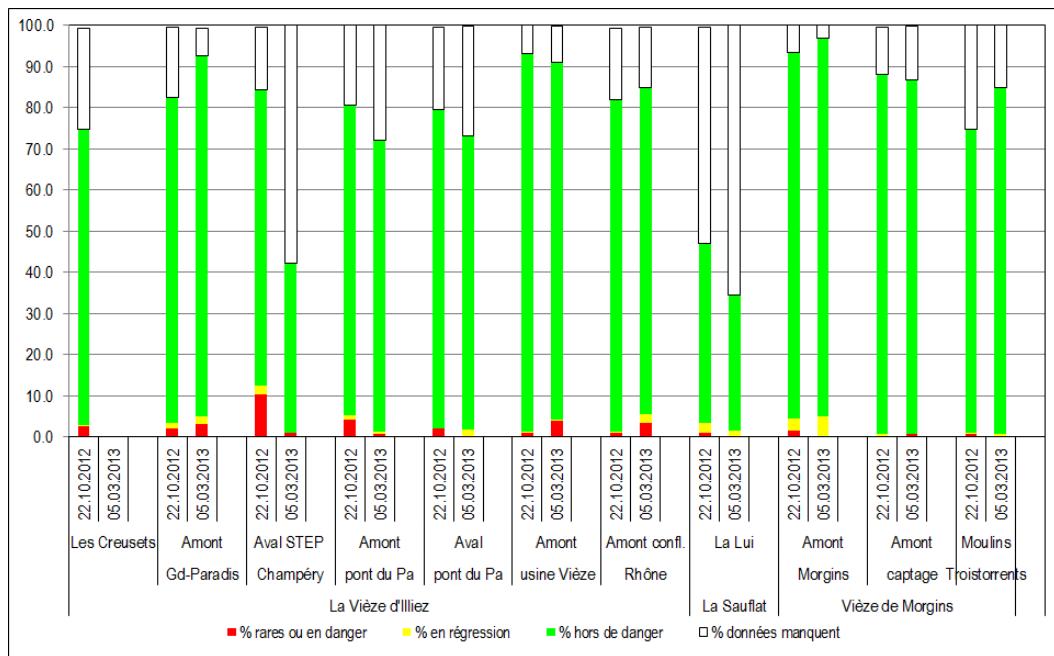


Graphique 13 : Distribution de la flore dominante des diatomées d'amont en aval des rivières. En rouge, la gamme moyenne de taxons trouvés dans la majorité des stations situées sur les rivières suisses (en général eutrophisées mais en bon état) et qui y forme le 99 % des peuplements. Valeurs automnales en traits pleins, valeurs hivernales en pointillés.

En amont des Vièzes, les peuplements ont de faibles biodiversités spécifiques. C'est souvent le cas dans des eaux de faible niveau trophique. Dans ces rivières les flores s'enrichissent vers l'aval parallèlement à l'augmentation des teneurs des ions engrangés (il est connu que l'eutrophisation favorise la biodiversité des diatomées), si bien qu'on trouve vers l'aval les 20 à 30 taxons dans les peuplements, comme dans la majorité des rivières suisses. A l'aval du Pont du Pas en mars 2013, alors que le peuplement est réduit, la biodiversité est également faible. Par contre, à Amont usine Vièze également en mars 2013, la diversité de la flore est exceptionnelle avec 42 taxa dominants.

Cette flore totale a été soumise à l'examen de la liste rouge des diatomées, valable pour les régions de plaines et collinéennes d'Europe centrale (LANGE-BERTALOT 1996, HOFMANN *et al.* 2011). 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, est également citée.

L'abondance des taxons de la liste rouge et en régression est faible, mais assez constante sauf dans la Vièze de Morgins. Dans la Vièze d'Illiez, un maximum est présent à Aval STEP Champéry en octobre. Il est intéressant de constater que la baisse de taxons rares qui intervient autour du Pont du Pas, ne se poursuit pas plus en aval. Par contre, plusieurs taxons très sensibles dont on ne connaît pas encore le degré de raréfaction, sont abondants dans plusieurs communautés et en général présents entre 10 et 25%. Il s'agit principalement d'*Achnanthidium lineare*, *A. minutissimum* var. *jackii*, *Cymbella parva*, *Gomphonema angustivalva* et *G. pumilum* var. *elegans*. Tous ces taxons sont caractéristiques des eaux alpines et préalpines de très bonne qualité. Dans une prochaine édition de la liste rouge, ils seront sans doute mis en évidence par rapport aux taxons banaux de plaine.



Graphique 14 : 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 d'octobre 2012 et mars 2013 à chaque station des Vièzes et de la Saufla : ce graphique donne une idée de la variabilité de la valeur patrimoniale des peuplements et fait ressortir particulièrement ceux qui méritent d'être protégés.

On peut donc valoriser leur présence au point de vue patrimonial. Ainsi, les communautés de la Saufla ont une très bonne valeur patrimoniale, ainsi que celle d'Aval STEP Champéry en mars. Sinon, la plupart des communautés ont des valeurs patrimoniales moyennes. C'est en aval de la Vièze de Morgins que les communautés ont les valeurs patrimoniales les plus faibles.

#### 5.2.6. Diversité structurale des communautés

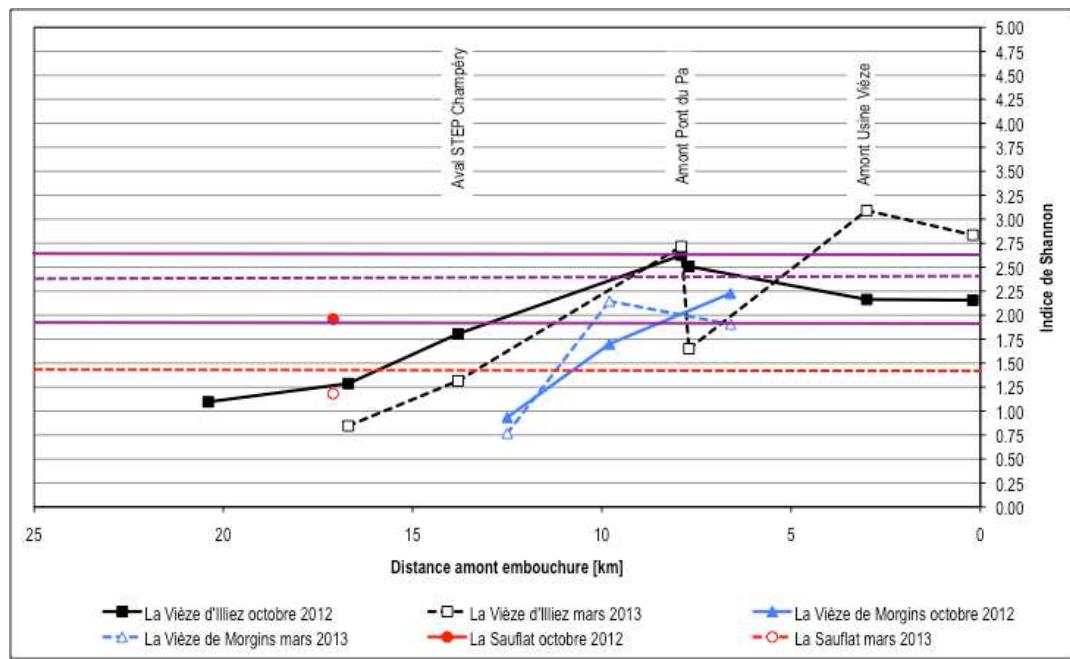
Les valeurs trouvées de diversité structurale sont distribuées d'amont en aval sur le Graphique 15.

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.

Les variations de diversité structurale sont corrélées avec celles de la diversité floristique (cf. Graphique 13).

En amont des Vièzes, les communautés sont extrêmement spécialisées par le fait que les espèces pionnières du genre *Achnanthidium* dominent. C'est souvent le cas en altitude, dans les eaux de faible niveau trophique. Plus en aval, les communautés de diversifient pour se situer dans la norme de la majorité des rivières suisses. Dans la Vièze en plaine, les communautés sont même très diversifiées, au-delà de la norme. Cette diversification est le fait de l'augmentation progressive du niveau trophique des eaux.

Dans la Saufla, en octobre la communauté est bien diversifiée malgré la faible taille du peuplement. Par contre en mars, elle est aussi très spécialisée autour des espèces pionnières.



Graphique 15 : Distribution des valeurs de l'indice de Shannon d'amont en aval des Vièzes et de la Saufla; pour comparaison, la grande majorité des communautés étudiées sur les rivières suisses livrent des indices entre 1.90 et 2.65, avec une médiane située à 2.35 (pour 3'694 échantillons, HÜRLIMANN et NIEDERHAUSER 2006, intervalle mauve) ; dans ce lot, les indices  $\leq 1.4$  sont révélateurs de peuplements exceptionnellement spécialisés (pointillé rouge). Valeurs de l'indice de Shannon converties en logarithme népérien.

### 5.2.7. Conclusion sur l'état des peuplements de diatomées

Les variations de taille des peuplements semblent essentiellement dépendre de l'activité mécanique du courant. L'état des diatomées est bon (taux moyens de fragmentation, aucun cas d'érosion chimique des valves). Sous ces points de vue, le diagnostic de qualité d'eau peut être appliqué. Par contre, pour certains peuplements très spécialisés autour d'espèces pionnières sensibles ou très sensibles, les indications de qualité des eaux seront probablement un peu trop optimistes.

## 5.3. Autres algues

Au cours des prélèvements, des algues macroscopiques ont été observées et récoltées pour identification. Leurs occurrences dans la Vièze d'Illiez sont rassemblées dans le Tableau 13.

Leurs occurrences dans les affluents sont présentées dans le Tableau 14.

Dans la Vièze, en octobre 2012 les algues macroscopiques sont peu abondantes sauf tout en aval près de la confluence avec le Rhône. Il s'agit d'algues vertes et rouges qui profitent de l'eutrophisation des eaux (en particulier *Ulothrix zonata* et *Cladophora glomerata*). En mars par contre, dans toutes les stations l'algue jaune doré *Hydrurus foetidus* est présente, mais dès le Pont du Pas, le lit de la rivière en est envahi. Cette espèce profite d'une légère eutrophisation. Les algues vertes et rouges sont aussi présentes mais très discrètement. L'algue bleue *Phormidium* sp, qui forme le soubassement du périphyton sur les galets, même en eau oligotrophe, est très discrète. Nous ne l'avons pas vue sur le terrain, mais seulement sous le microscope à l'examen des prélèvements bruts.

	Phormidium sp.	Hydrurus foetidus	Gongrosira sp.	Ulothrix sp. (fin)	Ulothrix zonata	Cladophora glomerata	Bangia arthropurpurea
Octobre 2012							
VIE 20.4 Les Creuses	(+)						
VIE 16.7 Am Gd. Paradis	(+)			+			
VIE 13.8 Av STEP Champéry	(+)						
VIE 07.9 Am. Pont du Pas	(+)					+	+
VIE 07.7 Av. Pont du Pas						+	+
VIE 03.1 Am. usine Vièze					+		(+)
VIE 00.2 Am. confl. Rhône	(+)			++	++	++	++
Mars 2013							
VIE 16.7 Am Gd. Paradis		+			(+)		
VIE 13.8 Av STEP Champéry	(+)	++			+		
VIE 07.9 Am. Pont du Pas		+++			+		
VIE 07.7 Av. Pont du Pas	(+)	+++			+		+
VIE 03.1 Am. usine Vièze		+++				+	
VIE 00.2 Am. confl. Rhône		+++				+	

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

Tableau 13 : Occurrences d'algues macroscopiques dans les stations de La Vièze d'Illiez.

Dans les affluents, la variation des peuplements est du même type : en octobre pas ou peu d'algues macroscopiques en amont et des algues vertes et rouges en aval. En mars les stations sont plus ou moins envahies par *Hydrurus foetidus*.

Il faut signaler la présence de l'algue verte *Gongrosira sp* dans la Saufla, qui marque la bonne qualité des eaux.

	<i>Phormidium</i> sp.	<i>Hydrurus</i> <i>fetidus</i>	<i>Gongrosira</i> sp.	<i>Microspora</i> sp.	<i>Ulothrix</i> <i>zonata</i>	<i>Ulothrix</i> sp. (fin)	<i>Cladophora</i> <i>glomerata</i>	<i>Bangia</i> <i>athriopurpurea</i>
Octobre 2012								
VIE-SAU 00.8 La Lui	(+)					+		
VIE-MOR 06.2 Am. Morgins								
VIE-MOR 0.3.5 Am. captage				++			+	
VIE-MOR 00.3 Am. Troistorrents				(+)				++
Mars 2013								
VIE-SAU 00.8 La Lui		+	+					
VIE-MOR 06.2 Am. Morgins	(+)	++				(+)		
VIE-MOR 0.3.5 Am. captage		+						
VIE-MOR 00.3 Am. Troistorrents	(+)	++			(+)			(+)

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

Tableau 14 : Occurrences d'algues macroscopiques dans les stations de La Vièze d'Illiez.

## 5.4. Diatomées et qualités biologiques 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 densité, des taux de fragmentation des diatomées et des taux de formes tératologiques.

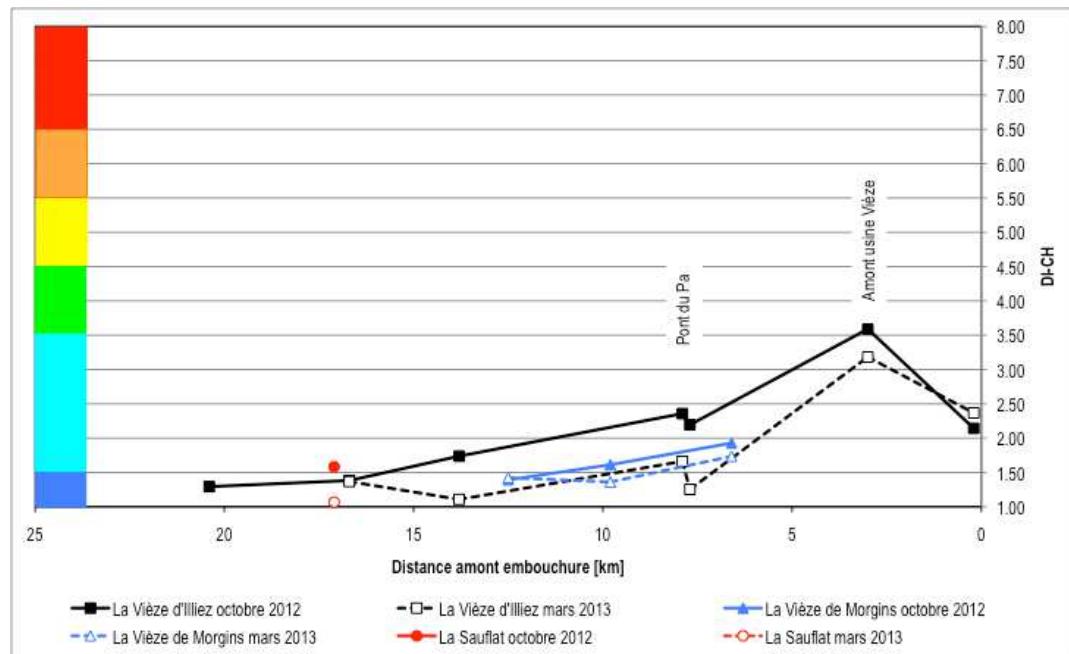
### 5.4.2. État de santé global (légal)

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 16.

En amont des vallées, la qualité des eaux est excellente (< 2.0) voire exceptionnelle (<1.5). Progressivement la qualité diminue vers l'aval tout en restant très bonne au point de vue de la loi. C'est à amont usine Vièze qu'elles sont le plus chargées, en particulier en octobre. Plus bas vers le Rhône elles s'amé-

liorent de nouveau. La qualité des eaux est conforme aux objectifs écologiques légaux de la Confédération.

Il est intéressant de remarquer que les perturbations des communautés entre l'amont et l'aval du Pont du Pas ne semblent pas être liées à des variations de qualité des eaux. Il s'agit de perturbations purement mécaniques. La perturbation relevée dans la Vièze de Morgins à Troistorrents (§ 5.2.2) n'est pas liée à un problème de qualité d'eau, ce qui confirme que la quantité d'eau excessivement faible en est la cause.



Graphique 16 : Variations des valeurs de l'indice de pollution intégré DI-CH2006 (Système modulaire gradué suisse) d'amont en aval des Vièzes et de la Saufla. Selon l'acception de la loi suisse, le bleu est l'indication des eaux de très bonne qualité, le vert de bonne qualité, le jaune de qualité moyenne ne correspondant déjà plus aux objectifs écologiques légaux. L'orange et le rouge indiquent respectivement des eaux fortement à excessivement polluées.

#### 5.4.3. Niveaux saprobique et trophique

Le Tableau 15 résume les qualités saprobiques et trophiques calculées à partir des assemblages de diatomées, en séparant les deux périodes de prélèvement pour mieux mettre en évidence les différences observées.

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.* 1998. 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).

Si globalement ces indications montrent que les eaux sont de fort bonne qualité, elles pondèrent un peu le diagnostic optimiste fourni par les valeurs de DI-CH. Les variations sont corrélées, mais les indices saprobiques et trophiques donnent des indications plus sévères, en particulier à Amont usine Vièze où les eaux ne satisfont peut-être pas les objectifs écologiques au point de vue de leur charge en matières organiques.

Dans l'ensemble les indications saprobiques sont proportionnelles aux valeurs de niveaux trophiques. Cette proportionnalité indique que les charges sont essentiellement liées à des rejets domestiques et agricoles.

	Saprobie	Trophie	Saprobie	Trophie
Stations	Octobre 2012	Octobre 2012	Mars 2013	Mars 2013
<b>La Vièze d'Illiez</b>				
VIE 20.4 - Les Creuses	(I)-II	1.49		
VIE 16.7 - Am. Grand-Paradis	(I)-II	1.42	(I)-II	1.46
VIE 13.8 - Av. STEP Champéry	(I)-II	1.63	I-II	1.63
VIE 07.9 - Am. Pont du Pas	II	1.86	II	1.83
VIE 07.7 - Av. Pont du Pas	II	1.94	(I)-II	1.42
VIE 03.0 - Am. usine Vièze	II-(III)	2.18	II-(III)	1.92
VIE 00.2 - Am. emb. Rhône	II	1.76	II	1.86
<b>La Saufla</b>				
VIE-SAU00.8 - La Lui	I-II	1.55	I-II	1.60
<b>La Vièze de Morgins</b>				
VIE-MOR 06.2 - Am. Morgins	(I)-II	1.40	(I)-II	1.43
VIE-MOR 03.5 - Am. prise eau	(I)-II	1.64	(I)-II	1.56
VIE-MOR 00.3 - Troistorrents	(I)-II	1.70	II	1.53

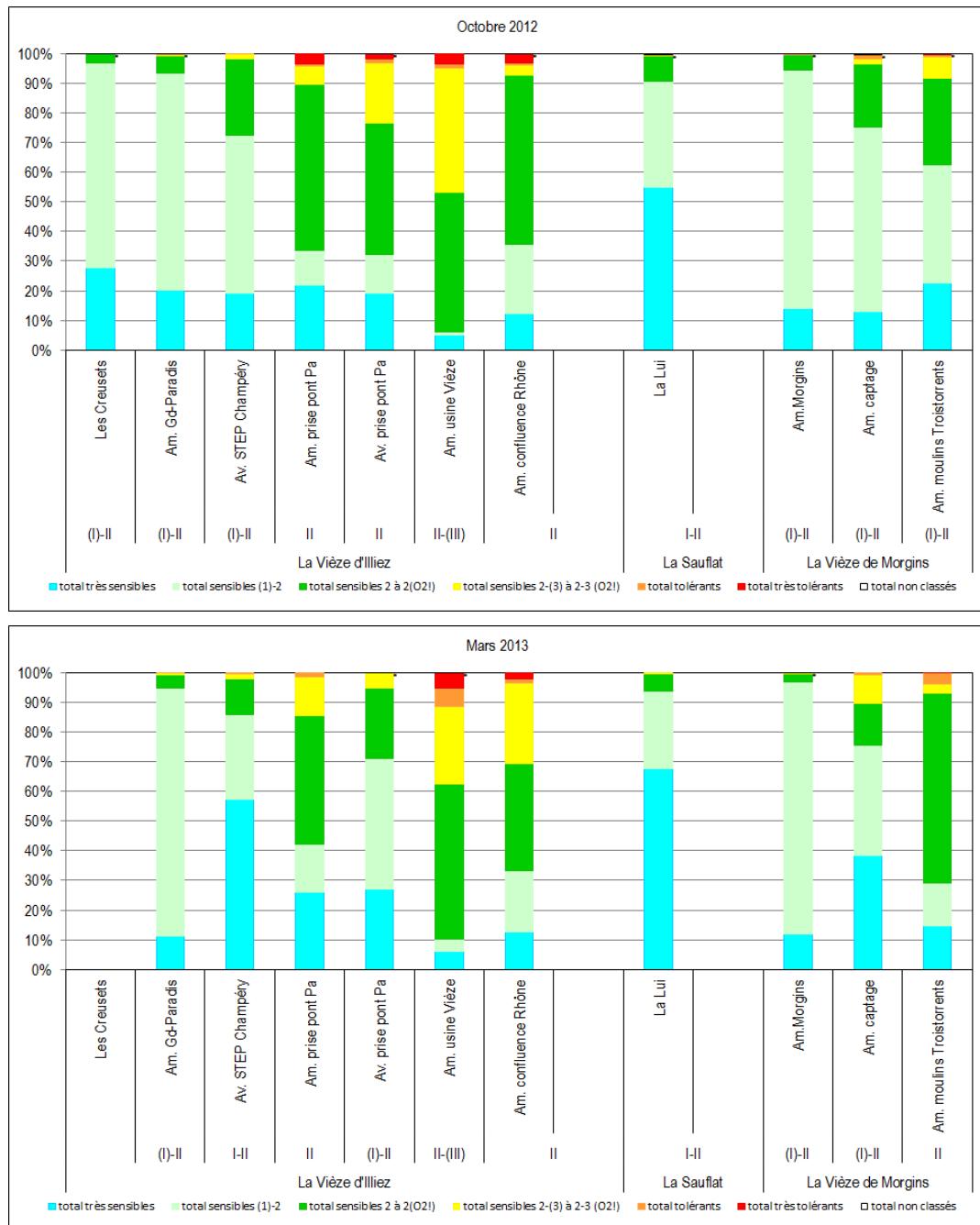
Tableau 15 : Niveau saprobique et indice trophique des eaux des Vièzes et de la Saufla.

Afin de mieux visualiser les petites différences de charge saprobique entre les stations, la composition des communautés de diatomées est présentée sur le Graphique 17 par groupes de résistance envers les matières oxydables.

En octobre, on remarque que les charges saprobiqes sont très faibles en amont des cours d'eau, car les peuplements sont composés majoritairement (de 85 à 95%) par les espèces des deux groupes les plus sensibles. Tant dans la Vièze d'Illiez que dans la Vièze de Morgins, les charges saprobiqes augmentent régulièrement vers l'aval, ce qui est souvent le cas dans les autres affluents latéraux du Rhône. Il est intéressant de relever qu'en aval de Monthey, la qualité de l'eau est meilleure qu'à l'amont de l'usine Vièze. Ce phénomène est sans doute lié à la restitution par l'usine d'eaux de bonne qualité et non pas à de l'autoépuration (les estimations de débits réalisées en août 2012 et mars 2013 à cet endroit montre que la quantité d'eau y est 3.5 à 4 fois plus importante qu'à l'amont de l'usine).

En mars, les charges saprobiqes sont du même ordre de grandeur avec deux variations particulières dans la Vièze du Val d'Illiez : à aval STEP Champéry et à aval Pont du Pas, les charges semblent moindres que juste en amont. Dans les deux cas, cette amélioration n'est probablement qu'apparente, car elle est liée à des taux particulièrement élevés d'espèces pionnières (la très sensible *Achnanthidium lineare* à aval STEP Champéry et la sensible *Achnanthidium pyrenaicum* à aval Pont du Pas). On peut penser qu'à ces endroits les communautés étaient en train de se reconstituer après des perturbations qui auraient eu lieu avant les prélèvements. Le diagnostic fondé sur ce genre de peuplement est souvent optimiste.

A l'amont de l'usine de la Vièze, la charge saprobique semble légèrement excessive malgré le fait que sur le plan légal l'eau paraît encore de bonne qualité.



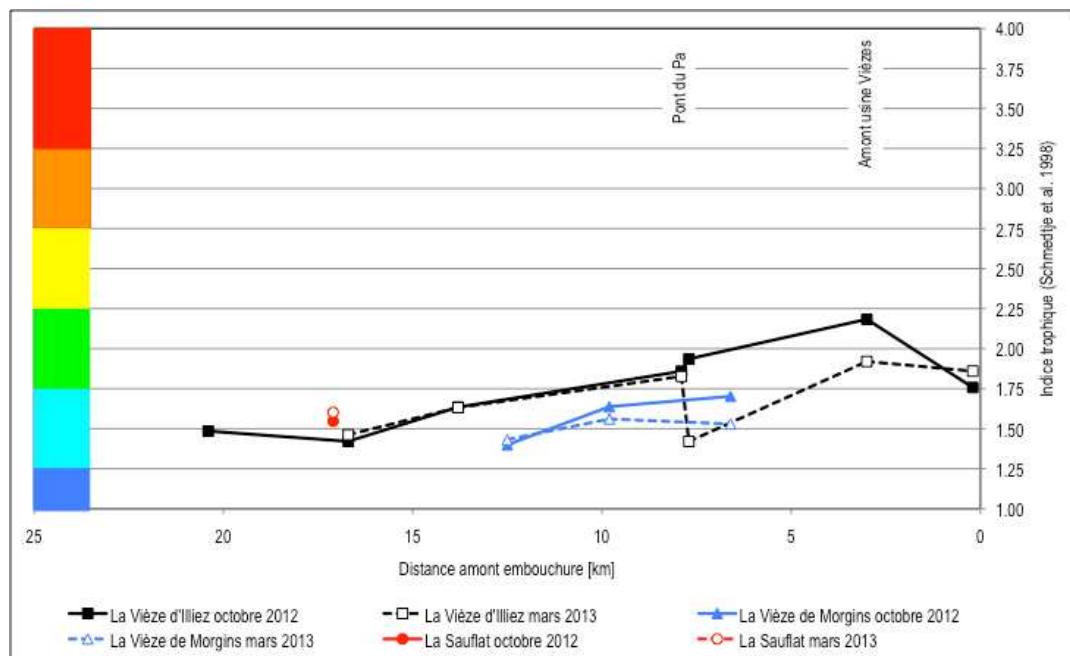
Graphique 17 : Compositions des communautés de diatomées par groupes de résistance envers les matières oxydables d'amont en aval des rivières des Val d'Illiez et de Morgins. En haut, les communautés du mois d'octobre. En bas, les communautés du mois de mars. Chiffres romains : classes de qualités saprobiques selon la notation de LIEBMANN 1958.

Les valeurs de l'indice trophique sont présentées et réparties d'amont en aval sur le Graphique 18.

Globalement les variations relatives des niveaux trophiques sont proches à celles du DI-CH (Graphique 16). Cela n'est pas étonnant, car dans l'étalonnage de l'indice intégré suisse, les paramètres trophiques jouent un grand rôle. Par contre au point de vue du diagnostic, le jugement est comme d'habitude à peine plus sévère que selon l'échelle du DI-CH. En amont des rivières les eaux sont mésotrophes.

Dans la Vièze d'Illiez dès le Pont du Pas en octobre, les eaux deviennent eutrophes (en mars, à l'aval du Pont du Pas, le diagnostic est certainement trop optimiste).

Il est intéressant de constater que de Champéry au Pont du Pas, le niveau trophique des eaux semble stable aux deux saisons, ce qui n'est pas le cas au point de vue des valeurs de DI-CH. Cela est dû au fait que les espèces utilisées pour le calcul des deux indices ne sont pas toutes les mêmes.



Graphique 18 : Distribution des indices trophiques d'amont en aval des rivières des Vals d'Illiez et de Morgins. En regard : correspondance approximative avec les plages de couleur du Système modulaire gradué de la Confédération.

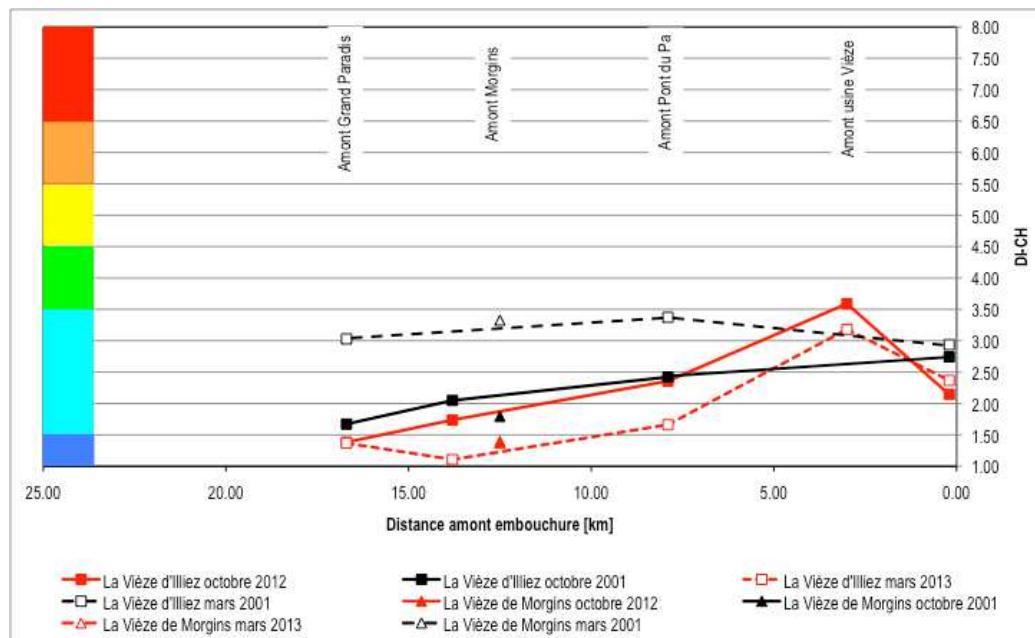
#### 5.4.4. Conclusion sur la qualité biologique des eaux

Les eaux des rivières des Vals d'Illiez et de Morgins sont de très bonne qualité voire excellentes. A l'amont de l'usine Vièzes la charge saprobique est trop élevée aux deux saisons pour que les eaux soient conformes aux objectifs légaux. Cette charge saprobique correspond aux excès de  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{NO}_2^-$  mesurés à cette station et apportée par la STEP de Troistorrent. Sinon globalement les valeurs de diagnostic correspondent aux mesures chimiques réalisées, en particulier pour les paramètres trophiques (phosphates et nitrates).

### 5.5. Comparaison avec les données antérieures

Une étude antérieure de certaines stations de ces rivières a été réalisée en 2001 (BERNARD & CORDONIER 2002). Pour l'aspect diatomées, le diagnostic était fondé sur l'étalonnage du DI-CH publié en 2002. Pour la comparaison, j'ai demandé à J. Hürlimann (AquaPlus, Zug) de me fournir les données qu'Arielle Cordonier lui avait envoyées à l'époque pour la banque de données suisse, avec les valeurs de DI-CH recalculées selon l'étalonnage de 2006 (HÜRLIMANN & NIEDERHAUSER 2007). Parmi ces données, il manque celles de la station amont usine Vièze (amont restitution selon le rapport de 2001).

Pour la comparaison, les valeurs de DI-CH de 2001 sont distribuées par rapport à celles de 2012-2013 sur le Graphique 19.



Graphique 19 : Distribution des valeurs de DI-CH de 2001 (recalculées avec l'étalonnage de 2006) en comparaison avec les valeurs de DI-CH obtenues en octobre 2012 et mars 2013.

Nous remarquons que les valeurs obtenues aux mois d'octobre 2001 et octobre 2012 sont très proches pour les deux Vièzes, des valeurs qui désignent des eaux de très bonne qualité. Par contre les valeurs des mois de mars sont significativement différentes tout en restant dans la gamme des eaux de très bonne qualité. Il est difficile de savoir pour quelles raisons les résultats sont si différents (la qualité des eaux se serait-elle améliorée?). Une bonne partie de la réponse est liée au fait qu'en 2001 nous ne distinguions pas *Achnanthidium lineare* (très sensible) d'*Achnanthidium minutissimum* (sensible). Or en tous cas pour la Vièze d'Illiez en mars 2013, l'abondance relative d'*A. lineare* est telle qu'elle explique une bonne partie de la différence. Il faudrait reprendre les préparations microscopiques de 2001 et vérifier si *A. lineare* est présent et à quelle abondance relative. Par contre il faut signaler qu'Arielle Cordonier avait déjà montré qu'à l'amont de usine Vièze, la qualité de l'eau était moins bonne que dans les autres stations.

Pour les valeurs de mars à amont Morgins, le problème est ailleurs. La différence est liée au fait qu'A. Cordonnier avait trouvé dans l'échantillon de fortes abondances d'*Amphora pediculus*, *Gomphonema olivaceum* et *Nitzschia commutata*, trois espèces relativement résistantes qui sont quasiment absentes actuellement. Comme l'on ne peut pas confondre ces espèces avec d'autres, on peut penser qu'en mars 2001, à cet endroit la qualité de l'eau était moins bonne qu'actuellement.

## 5.6. Synthèse par station

### La Vièze d'Illiez

- **VIE 20.4 - Les Creuses**

La station n'a été visitée qu'en octobre.

Aspect général :

Quelques papiers traînent sur les rives.

Algues macroscopiques :

Aucune.

Communauté de diatomées :

Le périphyton apparaît fin brun caramel à dominance de diatomées. Pourtant le peuplement est très fortement développé (14.45 millions de cellules par cm<sup>2</sup>) et les cellules sont en bon état (taux normal de fragmentation de 33.9%).

La communauté extrêmement spécialisée (indice de Shannon de 1.10) avec la dominance d'*Achnanthidium pyrenaicum* (68.9%), espèce pionnière mais sensible de très légère β-mésosaprobie et *Achnanthidium lineare* (20.3%), espèce oligosaprobe typique des eaux très propres des Alpes et des Préalpes. Les autres espèces, dont des très sensibles, sont peu abondantes. La biodiversité floristique est faible (12 taxa dominants) ce qui est souvent le cas dans les cours d'eau de faible niveau trophique. La valeur patrimoniale du peuplement peut être qualifiée de moyenne, surtout grâce à la présence d'*Achnanthidium lineare*.

Le taux de forme téralogiques de 0.8% est essentiellement dû à des valves déformées chez *Achnanthidium pyrenaicum* (types 2 et 4) et une valve hors comptage de *Cymbella parva* (type 4). La promiscuité est sans doute la cause de ces déformations et non pas la toxicité de l'eau.

#### Qualité des eaux :

La qualité des eaux à cet endroit très bonne avec les indications suivantes : DI-CH = 1.29 (eau théoriquement excellente), mésotrophie et très légère β-mésosaprobie.

#### • **VIE 16.7 - Amont Grand Paradis**

##### Aspect général :

Un peu d'écume stable a été observée en octobre. Aucun préjudice n'a été observé en mars.

##### Algues macroscopiques :

En octobre, seules quelques touffes d'un *Ulothrix* fin (algue verte) ont été observées en bordure du cours d'eau et quelques filaments de *Phormidium* sp décelés au microscope. En mars *Hydrurus foetidus* est présente mais de manière disséminée et quelques filaments d'*Ulothrix zonata* ont été vus au microscope.

##### Communauté de diatomées :

Le périphyton est moyen brun caramel à dominance de diatomées, un peu plus foncé en mars à cause de la présence d'*Hydrurus foetidus*.

Le peuplement est bien développé en octobre (4.4 millions de cellules par cm<sup>2</sup>) et pléthorique en mars (26.1 millions de cellules par cm<sup>2</sup>). Les cellules sont en bon état (taux normal de fragmentation de 49.3 et 45.5%). La densité trouvée en mars est un record pour les Alpes valaisannes.

La communauté extrêmement spécialisée en permanence (indice de Shannon de 1.29 à 0.85) avec la dominance d'*Achnanthidium pyrenaicum* (72.4 à 82.8%), espèce pionnière mais sensible de très légère β-mésosaprobie. Les autres espèces qui ont une certaine abondance surtout en octobre sont des taxons très sensibles comme *Achnanthes minutissima* var *jackii* (3.4%), *Achnanthidium lineare* (7.7%) et *Cymbella parva* (4.7%). La biodiversité floristique est dans la norme en octobre, mais en mars avec seulement 13 taxons dominants, la flore est très spécialisée. Cela est courant dans les eaux de faible niveau trophique.

En octobre, sept taxons de la liste rouge sont présents. Leur abondance fait que 2% de la communauté est représentée par des espèces probablement en danger et 1.4% en régression. A cela s'ajoute une proportion de 9.5% formée par des taxons qui ne sont abondants que dans les Alpes dans des eaux non polluées (*Achnanthidium lineare* et *Achnanthidium minutissimum* var *jackii*). En mars, une moindre proportion d'*Achnanthidium lineare* est présente ainsi que 8 espèces de la liste rouge, dont 3 espèces probablement en danger forment 3.2% du peuplement et 5 espèces en régression le 1.7%. De ce fait, la valeur patrimoniale du peuplement peut être qualifiée de moyenne.

Le taux de forme téralogiques de 0.6% en octobre est dû à des valves déformées de type 4 chez *Achnanthidium pyrenaicum* et *A. lineare*. En mars le 0.8% est dû à des valves déformées de type 1 et 4 chez *Achnanthidium pyrenaicum*. La promiscuité est sans doute la cause de ces déformations et non pas la toxicité de l'eau.

Qualité des eaux :

La qualité des eaux à cet endroit est très bonne en permanence avec les indications suivantes : DI-CH = 1.38 à 1.36 (eau excellente), mésotrophie et très légère  $\beta$ -mésosaprobie.

- **VIE 13.8 - Aval STEP Champéry**

Aspect général :

En octobre, un peu d'écume stable et quelques papiers déposés sur les rives ont été observés. En mars, à part la légère odeur d'eau usée liée à la STEP, des dépôts moyens de sable ont été relevés.

Algues macroscopiques :

En octobre aucune algue macroscopique n'a été observée, mais seulement quelques filaments de l'algue bleue *Phormidium* sp au microscope. Par contre en mars le lit est partiellement recouvert par *Hydrurus foetidus*. En bordure quelques touffes de l'algue verte *Ulothrix zonata* poussent en couronne sur les galets. Quelques filaments de *Phormidium* sp ont été vus au microscope

Communauté de diatomées :

Le périphyton est fin brun caramel à dominance de diatomées en octobre, plus épais et plus foncé en mars à cause de la présence d'*Hydrurus*.

De 3.23 millions de cellules par cm<sup>2</sup> en octobre à 17.9 millions les peuplements sont bien développés à pléthoriques. Les taux de fragmentation sont faibles.

Le peuplement est spécialisé toute l'année (indice de Shannon de 1.81 à 1.31 et seulement 17 à 13 taxa dominants. Les deux taxa principaux sont *A. lineare* (9.4 à 53.7%) et *Achnanthidium pyrenaicum* (52.0 à 28.4%) : l'un remplace l'autre en mars.

La valeur patrimoniale moyenne du peuplement est surtout liée à la forte présence de l'espèce typiquement alpine *Achnanthidium lineare* (qui n'est pas encore prise en compte dans la liste rouge). Sinon en octobre 10.2% et en mars 1.0% du peuplement est formé par les taxons probablement en danger *Fragilaria capucina* var *austriaca* (0.4 à 0.2%) et *Gomphonema tergestinum* (9.8 à 0.8%). Quelques valves des espèces en régression *Achnanthidium subatomus* (1.4 à 0.02%) et *Cymbella helvetica* (0.02%) ont été relevées hors comptage.

En octobre 0.4% d'individus tétratologiques affectent le taxon très sensible *Fragilaria capucina* var *austriaca*, tandis qu'en mars quelques valves d'*Achnanthidium pyrenaicum* déformées ont été vues hors comptage (0.02%).

Qualité des eaux :

Les eaux sont en permanence mésotrophes. En octobre, l'eau est de très bonne qualité avec une valeur de DI-CH de 1.74 et une indication de légère β-mésosaprobie. En mars, l'eau est de qualité excellente malgré la présence de la STEP en amont : DI-CH = 1.1 et classe saprobique I-II, intermédiaire entre l'oligo- et la β-mésosaprobie.

- **VIE 07.9 - Amont prise Pont du Pas**

Aspect général :

En octobre, des déchets anthropiques en quantité moyenne (papiers, plastiques), en particulier des déchets provenant d'un déversoir d'orage situé en amont du pont ont été observés sur les rives. Dans l'eau, des flocons de papier WC ont été relevés. En mars, les déchets amenés par le déversoir d'orage sont toujours là. Une légère odeur d'eau usée a été perçue.

Algues macroscopiques :

En octobre, il n'y a que peu de macroalgues : quelques touffes de l'algue rouge *Bangia arthropurpurea* et de l'algue verte *Cladophora glomerata*. Quelques filaments de l'algue bleue *Phormidium* sp n'ont été vus qu'au microscope. En mars le lit est fortement recouvert par *Hydrurus foetidus* partiellement en décomposition. Quelques touffes de l'algue verte *Ulothrix zonata* sont présentes sur les galets en bordure.

Communauté de diatomées :

Le périphyton est fin, brun caramel à dominance de diatomées en octobre. Il est un peu plus épais et plus foncé en mars à cause de la présence d'*Hydrurus*.

La densité des peuplements est relativement faible avec 1.39 millions de cellules par cm<sup>2</sup> en octobre à 0.91 millions en mars. Les taux de fragmentation s'élèvent respectivement à 42.3 et 71.2%, ce qui est très élevé en mars.

Les valeurs de biodiversité sont très bonnes en permanence.

La composition des communautés est très stable avec 4 espèces dominantes en permanence : *Achnanthidium lineare* (3.3 à 15.9%), *A. pyrenaicum* (11.3 à 16.7%) *A. minutissima* var *minutissima* (14.6 à 8.7%) et *Gomphonema olivaceum* (29.6 à 16.7).

La valeur patrimoniale moyenne du peuplement est surtout liée à présence de l'espèce typiquement alpine *Achnanthidium lineare* (qui n'est pas encore prise en compte dans la liste rouge) et plusieurs espèces très sensibles de *Gomphonema* dont on ne connaît pas encore le degré de raréfaction. Sinon, en octobre 4 espèces probablement en danger forment le 4.2% du peuplement, ainsi que le 1% formé par 3 espèces en régression. Plusieurs de ces espèces, mais moins abondantes, sont encore présentes en mars en plus de l'espèce en danger *Nitzschia alpinobacillum*.

Les taux de formes tératologiques sont nuls ou négligeables.

#### Qualité des eaux :

Eau très bonne sur le plan légal DI-CH = 2.36 à 1.66, mais eutrophe et β-mésosaprobe en permanence.

#### • **VIE 07.7 - Aval prise Pont du Pas**

##### Aspect général :

En octobre, des déchets anthropiques en quantité moyenne (plastiques) et un énorme tas de feuilles mortes provenant du dégrilleur de la prise d'eau sont présents sur la rive gauche. Il serait bon de proposer d'exporter ces feuilles mortes loin de la rivière pour les composter. Dans l'eau, des flocons de papier WC ont été observés, ainsi qu'un peu d'écume stable. En mars, les déchets étaient cachés par la neige. Les nuisances dans l'eau ont disparu, mais des dépôts moyens de sables ont été relevés.

##### Algues macroscopiques :

En octobre, il n'y a que peu de macroalgues : quelques touffes de l'algue rouge *Bangia arthropurpurea* et de l'algue verte *Cladophora glomerata*. En mars un fort développement d'*Hydrurus foetidus* a été observé. *Bangia arthropurpurea* est toujours présente. Par contre les touffes d'algues vertes sont maintenant *Ulothrix zonata*.

##### Communauté de diatomées :

En octobre le prélèvement a pu être réalisé sur les galets en bas de la chute d'eau. Par contre en mars le prélèvement a dû être réalisé sur les blocs cimentés du radier sous un courant très régulier et à faible profondeur. Il est possible que certaines différences entre les deux prélèvements proviennent de ce biais.

En octobre sur les galets, le périphyton est fin brun caramel à dominance de diatomées. En mai, sur le radier, le périphyton est épais, brun foncé à cause de la présence d'*Hydrurus*.

Le peuplement est très dense en permanence de 5.19 millions de cellules par cm<sup>2</sup> en octobre à 10.87 millions en mars. Les taux de fragmentation sont faibles.

En octobre, la biodiversité est dans la norme, par contre en mars le peuplement est plus spécialisé avec un indice de Shannon de 1.65 et seulement 12 taxa dominants.

Les trois espèces pionnières très sensibles à sensibles présentes en amont dominent en permanence : *Achnanthidium lineare* (13.8 à 17.2%), *A. pyrenaicum* (12.7 à 42.3%) *A. minutissima* var *minutissima* (25.4 à 21.9%). En octobre l'espèce relativement résistante *Amphora pediculus* (15.6%) complète cette cohorte, tandis qu'en mars le peuplement est réduit aux trois espèces pionnières.

La valeur patrimoniale moyenne du peuplement est surtout liée à présence des taxons typiquement alpins *Achnanthidium lineare* et *Achnanthidium minutissimum* var *jackii* (qui ne sont pas encore pris en compte dans la liste rouge). Sinon, en octobre 2 espèces probablement en danger forment le 2% du peuplement, ainsi que 3 espèces en régression accidentellement. En mars les espèces probablement en

danger sont encore présentes mais moins abondantes, tandis que 3 espèces en régression forment le 1.8% de la communauté.

Des formes tératologiques affectent l'espèce *Achnanthidium pyrenaicum* tant en octobre qu'en mars à des taux respectivement de 0.4 et 0.2%.

#### Qualité des eaux :

En octobre l'eau est de très bonne qualité légale avec un DI-CH de 2.19, mais elle présente des indications d'eutrophie et de pleine β-mésosaprobie. En mars l'eau est de très bonne qualité avec une valeur de DI-CH de 1.25 (eau excellente) et des indications de mésotrophie et de légère β-mésosaprobie de classe (I)-II.

#### • **VIE 03.0 - Amont Usine Vièze**

##### Aspect général :

Une odeur modérée d'eau usée a été perçue tant en octobre qu'en mars.

En octobre des déchets anthropiques en quantité moyenne (plastiques, métaux) sont déposés sur les rives. En mars ces déchets étaient invisibles à cause de la neige, mais des dépôts moyens de sable, un peu d'écume stable et des bois de coupe ont été relevés.

##### Algues macroscopiques :

En octobre, quelques touffes de l'algue verte *Ulothrix zonata* colonisent les galets. Des filaments non visibles à l'oeil nu de l'algue rouge *Bangia arthropurpurea* sont associés à *Ulothrix*.

En mars tout le lit est colonisé par *Hydrurus foetidus*. Sur les bords poussent quelques touffes de l'algue verte *Cladophora glomerata*.

##### Communauté de diatomées :

En octobre, le périphyton est fin et beige. Le peuplement de diatomées est bien développé avec 3.59 millions de cellules par cm<sup>2</sup>.

En mars, le périphyton est épais mais brun foncé à cause de la présence d'*Hydrurus*. La densité de diatomées est relativement faible (0.85 millions de cellules par cm<sup>2</sup>), accompagnée par un taux de fragmentation élevé de 58.5%.

En octobre, la biodiversité est normale (flore dominante de 25 taxa et indice de Shannon de 2.16) Par contre en mars, la biodiversité est exceptionnelle avec 42 taxa dominants et 22 taxa potentiels (64 taxa observés), ainsi qu'un indice de Shannon de 3.09.

Les communautés sont variables aux deux saisons, mais les espèces principales sont les mêmes avec des variations d'abondance : *Achnanthidium minutissimum* var *minutissimum* (30.2 à 11.2 %), *Nitzschia fonticola* (3.5 à 12.6%), *Encyonema ventricosum* (1.2 à 10.1%). Cette base floristique est accompagnée par plusieurs espèces bien représentées selon les saisons (*Achnanthidium saprophilum*, *Cymbella sinuata*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema olivaceum* et *Nitzschia dissipata* principalement).

La valeur patrimoniale du peuplement est faible, mais deux espèces probablement en danger de la liste rouge sont présentes en permanence : *Gomphonema tergestinum* (0.6 à 3.5%), *Fragilaria capucina* var *austriaca* (0.02 à 0.4%). Sinon en octobre on trouve l'espèce probablement en régression *Fragilaria tenuira* (0.2%). En mars l'espèce en danger est présente *Amphora inariensis* (0.4%) et l'espèce en régression *Achnanthidium subatomus* (3%).

Quelques formes tératologiques ont été observées en mars seulement chez les espèces relativement résistantes *Amphora pediculus* (0.2%) et *Diatoma problematica* (0.02%)

##### Qualité des eaux :

Malgré la charge un peu élevée de matières organiques qui indique une forte β-mésosaprobie de classe II-(III), liée visiblement à des traces diluées de pollution et des eaux eutrophes au deux saisons, l'indice DI-CH (3.59 à 3.2) indique pourtant encore des eaux à la limite de la bonne à très bonne qualité.

- **VIE 00.2 - Monthei amont confluence Rhône**

Aspect général :

Un peu de déchets anthropiques (plastiques, papiers) est déposé sur les rives. Une légère turbidité de l'eau a été observée. En mars ces déchets avaient disparus, mais des dépôts moyens de sables ont été relevés, ainsi qu'un peu d'écume stable, une légère odeur d'eau usée et un peu de bois de coupe.

Algues macroscopiques :

En octobre, le lit est occupé (< 20%) par l'algue rouge *Bangia arthropurpurea* et par trois algues vertes associées : *Cladophora glomerata*, *Ulothrix zonata* et un *Ulothrix* fin. En mars le lit est envahi par *Hydrurus foetidus* et abrite quelques touffes de l'algue verte *Cladophora glomerata* associée à un *Ulothrix* fin invisible à l'oeil nu. *Cladophora* est complètement envahie par la diatomée *Rhoicosphenia abbreviata* caractéristique d'une charge organique un peu trop élevée.

Communauté de diatomées :

En octobre le périphyton est moyen brun caramel à dominance de diatomées. Ce peuplement est extrêmement dense de près de 17 millions de cellules par cm<sup>2</sup>, en très bon état (taux de fragmentation de 19.3%). En mars, le périphyton est plus épais mais brun foncé à cause de la présence d'*Hydrurus*. La densité de diatomées est plus réduite, dans la norme (2.63 millions de cellules par cm<sup>2</sup>), mais avec un taux de fragmentation élevé de 60.4%

La biodiversité structurale de la communauté est normale en permanence (indice de Shannon de 2.16 et 2.84) avec une dominance partagée entre *Achnanthidium minutissimum* var *minutissimum* (36.5 à 13.2%), *Achnanthidium pyrenaicum* (22.7 à 18.7%) et *Achnanthidium lineare* (9.6 à 9.8%). Les autres taxons présentant une certaine abondance en octobre font partie des genres *Gomphonema* et *Encyonema* adaptés au courant. En mars, *Diatoma problematica* (10.2%) est un peu plus développée, ce qui montre une légère dégradation de l'eau. La biodiversité floristique est normale en permanence.

Le peuplement présente une valeur patrimoniale moyenne surtout liée à la présence constante d'*Achnanthidium lineare*. Seules deux espèces de la liste rouge sont présentes plus ou moins en permanence : l'espèce probablement en danger *Gomphonema tergestinum* (3.4 à 0.9%) et les espèces en régression *Achnanthidium subatomus* (2.0 à 0.4%) et *Gyrosigma acuminatum* (0.02% en mars).

En octobre, le 0.8 % de formes tératologiques touche essentiellement les trois espèces dominantes (souvent déformées par promiscuité), mais aussi le taxon très sensible *Fragilaria capucina* var *gracilis*.

En mars le 0.4% de formes tératologiques touche les espèces relativement résistantes *Nitzschia fonticola* et *Diatoma problematica*, mais aussi l'espèce très sensible *Diatoma ehrenbergii*.

Qualité des eaux :

La qualité des eaux à cet endroit est très bonne selon l'indice légal (DI-CH = de 2.14 à 2.37), mais eutrophe et β-mésosaprobe en permanence.

### La Saufla

- **VIE-SAU 00.8 - La Lui**

Aspect général :

Aucun préjudice n'a été relevé ni en automne, ni en hiver.

Algues macroscopiques :

En octobre, quelques touffes d'un *Ulothrix* fin (algue verte) et quelques plaques de *Phormidium* (algue bleue) sont présentes. En mars quelques galets sont colonisés par une algue verte du genre *Gongrosira*, caractéristique d'eaux de bonne qualité.

Communauté de diatomées :

Toute l'année le périphyton est fin brun caramel typique de la dominance des diatomées.

En octobre, le peuplement est faiblement développé avec 0.33 million de cellules par cm<sup>2</sup>, mais dont les cellules sont dans un état normal (taux de fragmentation de 39.9%). En mars la densité est encore plus faible accompagnée par un taux élevé de fragmentation de 65.9%

En octobre, la communauté a une structure normalement diversifiée (indice de Shannon de 1.96) et un biodiversité normale. La communauté est dominée par 4 taxons (dont trois très sensibles) : *Achnanthidium lineare* (22.7%), *Gomphonema micropumilum* (10%), *Gomphonema pumiloides* de petite taille (14.9%) et *Achnanthidium pyrenaicum* (35.4%). Par contre en mars, la communauté est très spécialisée (indice de Shannon de 1.18) à cause de la forte dominance d'*Achnanthidium lineare* (62.6%) accompagnée par celle d'*Achnanthidium pyrenaicum* (26.1%). La biodiversité floristique est assez faible en permanence : 21 et 19 taxa.

Le peuplement a une valeur patrimoniale moyenne, en particulier grâce à la présence de plusieurs taxa très sensibles représentés avec de fortes abondances et la constance de deux taxons probablement en danger selon la liste rouge, *Fragilaria capucina* var. *austriaca* (0.02 à 0.2%) et *Gomphonema tergestinum* (0.6 à 0.2%), ainsi que l'espèce en régression *Achnanthidium subatomus* (0.4% à 0.2%).

En outre en octobre, on trouve l'espèce probablement en danger *Cymbella excisiformis* (0.4%) ainsi que les espèces en régression *Gomphonema lateripunctatum* (2%) et *Achnanthidium subatomus* (0.4%). En mars, en plus l'espèce en régression *Delicata delicatula* (1.0%) est présente.

En octobre, le taux de forme tétratologiques de 0.4% est dû à des valves déformées de type 4 chez *Achnanthidium pyrenaicum*. La promiscuité est sans doute la cause de ces déformations et non pas la toxicité de l'eau. En mars aucune forme tétratologique n'a été décelée

Qualité des eaux :

La qualité des eaux à cet endroit est très bonne voire excellentes avec les indications suivantes : DI-CH = 1.58 à 1.07, mésotrophie et oligo à β-mésosaprobie (classe I-II).

### La Vièze de Morgins

- **VIE-MOR 06.2 - Amont Morgins**

Aspect général :

Aucun préjudice marqué n'a été relevé en octobre. Un peu d'écume stable est présente vers les litières : cette écume est sans doute liée à la décomposition des matières organiques. En mars aucun préjudice n'a été relevé.

Algues macroscopiques :

Aucune algue macroscopique n'était visible sur le terrain en octobre. Par contre en mars *Hydrurus foetidus* est bien implantée. Quelques filaments d'un *Ulothrix* fin (algue verte) et de *Phormidium* sp (algue bleue) ont aussi été vus au microscope.

#### Communauté de diatomées :

Toute l'année, le périphyton brun caramel est typique de la dominance des diatomées. Il est fin en octobre et plus épais en mars à cause de la présence d'*Hydrurus*.

De 5.73 en octobre à 14.36 million de cellules par cm<sup>2</sup> en mars, c'est dire que la densité de diatomées est très élevée à cette station. Les diatomées sont dans un très bon état avec de faibles taux de fragmentation.

La communauté est très spécialisée avec la dominance permanente d'*Achnanthidium pyrenaicum*, espèce caractéristique de très faible β-mésosaprobie (respectivement 80.3% de la communauté en octobre et 84.8% en mars). De ce fait les valeurs de l'indice de biodiversité de Shannon (respectivement de 0.93 et 0.77) sont très bas ce qui est souvent le cas dans les eaux de faible niveau trophique. La biodiversité floristique est aussi basse (flore dominante de 13 et respectivement 14 taxa) par rapport à la moyenne suisse. D'après la liste rouge la valeur patrimoniale est légère, meilleure en octobre avec 1.6 % de l'espèce en danger *Cymbella excisiformis* et 3.0% formé par deux espèces en régression (*Adlaafia bryophila*, *Fragilaria delicatissima*). En mars, seul le 4.8% de la communauté est formé par des espèces en régression (*Delicata delicatula*, *Fragilaria tenera*, *Gomphonema lateripunctatum*).

Aucune forme tératologique n'a été décelée.

#### Qualité des eaux :

La qualité des eaux est excellente en permanence : DI-CH de 1.39 à 1.42, mésotrophie et très légère β-mésosaprobie.

#### • **VIE-MOR 03.5 - Amont captage (aval Morgins)**

##### Aspect général :

En octobre des déchets anthropiques en quantité moyenne (plastiques, papiers) sont déposés sur les rives. En mars ces déchets étaient invisibles à cause de la neige, mais une légère turbidité de l'eau et des dépôts moyens de sables fins ont été relevés.

Deux plantes invasives sont implantées sur les rives : la Berce du Caucase et la Renouée du Japon

##### Algues macroscopiques :

En octobre les algues vertes *Microspora* sp et *Cladophora glomerata* forment des touffes bien développées, plutôt en bordure du cours d'eau. En mars seul *Hydrurus foetidus* colonise partiellement les galets.

##### Communauté de diatomées :

Le périphyton brun caramel à dominance de diatomées est moyen en permanence.

Le peuplement est bien développé toute l'année (7.84 et 5.64 million de cellules par cm<sup>2</sup>), malgré le fait que les taux de fragmentation sont de 52.4 et 48%.

La communauté est spécialisée en octobre (indice de Shannon de 1.7) avec la dominance des espèces pionnières de bas niveau trophique *Achnanthidium pyrenaicum* (61.3%) accompagnée par *Achnanthidium lineare* (8.7%). En mars, ces deux espèces sont encore bien présentes (formant respectivement 37.0% et 8.5% de la communauté). Elles laissent cependant la place à (22.3%), un taxon très sensible, qui n'est pas en danger actuellement, mais que l'on ne trouve que très rarement avec une telle abondance. Ainsi en mars la communauté est moins spécialisée (indice de Shannon de 2.15). Aux deux saisons, la biodiversité floristique est dans la norme (respectivement 25 et 30 taxons dominants).

La valeur patrimoniale du peuplement est sans doute meilleure que les indications données par la liste rouge grâce à la présence permanente d'*Achnanthidium lineare* et le développement exceptionnel en mars de *Gomphonema lacunicola* (espèce très sensible, première mention pour la Suisse). Des espèces présentes de la liste rouge sont en faibles proportions :

- en permanence le taxon probablement en danger *Fragilaria capucina* var. *austriaca* (0.1% et 0.4%), l'espèce en régression *Delicata delicatula* (0.1%);

- en octobre l'espèce rare *Gomphonema variostigmatum* (0.1%), ainsi que les espèces en régression *Achnanthidium subatomus* (0.6%) et *Cymbella helvetica* (0.1%);
- en mars la présence accidentelle de l'espèce en danger *Achnanthidium petersenii* et l'espèce probablement en danger *Gomphonema tergestinum* (0.2%).

Le taux de forme tératologiques de 0.4% en octobre est dû à des valves déformées de type 4 chez *Achnanthidium pyrenaicum*. La promiscuité est sans doute la cause de ces déformations et non pas la toxicité de l'eau. En mars, le 0.81% de formes tératologiques touche l'espèce relativement résistante *Diatoma problematica* (déformation de type 2) et l'espèce tolérante *Fragilaria ulna* (déformation de type 1). Il n'est pas exclu qu'à cette époque, une légère toxicité de l'eau soit aussi responsable de ces monstruosités.

#### Qualité des eaux :

Les indications suivantes sont très bonnes voire excellentes : DI-CH = 1.61 en octobre et 1.36 en mars, mésotrophie et légère β-mésosaprobie.

#### • **VIE-MOR 00.3 - Amont moulin Troistorrents**

##### Aspect général :

Un peu de déchets anthropiques (plastiques) est déposé sur les rives en octobre. Ces déchets ont disparu en mars.

##### Algues macroscopiques :

L'algue rouge *Bangia arthropurpurea* est plus abondante en octobre qu'en mars. *Ulothrix zonata* est bien implantée en mars. Des algues vertes sont présentes mais n'ont été vus qu'au microscope : *Microspora* sp. en octobre et l'algue bleue *Phormidium* sp en mars.

##### Communauté de diatomées :

Le périphyton brun caramel à dominance de diatomées est fin en octobre. En mars il est plus épais à cause de la présence d'*Hydrurus*.

Le peuplement est faiblement développé en octobre avec 0.36 million de cellules par cm<sup>2</sup> certainement lié à un manque d'eau. Par contre en mars, le peuplement est pléthorique avec 23.46 million de cellules par cm<sup>2</sup> (il est extrêmement rare au Valais de trouver une telle densité de diatomées). Les cellules sont dans un état normal (taux de fragmentation respectivement de 42.4% et 40.8%).

La communauté a une structure qui paraît normalement diversifiée (indice de Shannon de 2.23 en octobre puis 1.91 en mars), avec une flore dominante de 26 en octobre et de 20 taxa en mars. Mais l'essentiel des espèces dominantes sont pionnières : *Achnanthidium pyrenaicum* (39.3% puis 13.8%), espèce sensible de très légère β-mésosaprobie, *Achnanthidium minutissimum* var *minutissimum* (15.6% puis 35.5%) de pleine β-mésosaprobie, les deux encore accompagnées par 9.2% puis 13.8% d'*Achnanthidium lineare*, plus caractéristiques d'eaux oligosaprobes. En mars en outre, la communauté est aussi dominée par l'espèce sensible plus stable *Encyonema minutum* (24.7%). Sinon la communauté a une biodiversité floristique normale (flore dominante de 26 puis de 20 taxa). En octobre toujours, 6 espèces de *Gomphonema* occupent le 14.2% de l'espace, des taxons adaptés aux courants rapides.

La communauté a une valeur patrimoniale moyenne avec les bonnes fréquences de l'espèce alpine très sensible *Achnanthidium lineare*, les 0.4 % et 0.2% des espèces en danger *Cymbella excisiformis* et *Gomphonema tergestinum* et les 0.2% l'espèce en régression *Achnanthidium subatomus*. En mars seule la seconde est encore présente mais avec une abondance de 0.6%.

Le taux de formes tératologiques est négligeable ou nul.

##### Qualité des eaux :

Les indications sont très bonnes à bonnes : DI-CH = 1.93 à 1.73, mésotrophie toute l'année et légère à pleine β-mésosaprobie.

## 6. ETUDE DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES ET QUALITE BIOLOGIQUE DU COURS D'EAU

Les résultats d'analyses biologiques figurent dans la base de données du canton « BD-hydrobio » ; y sont décrites les caractéristiques de l'environnement, indiqué les couples « substrat-vitesse », donné les valeurs biologiques des échantillons (diversité, groupe indicateur, nombre d'individus, note IBCH) et dressé la liste des taxons inventoriés. La qualité des stations d'après les notes des IBCH et des indices diatomiques trouvés en 2012 et 2013 sont représentées à la Figure 3.

### 6.1. Substrats

La diversité des substrats est **très bonne**. Sur les 10 types de substrats théoriques, les stations en possèdent 6 à 8 (Tableau 16). Les substrats sont en grande majorité minéraux, avec toutefois la présence de litières organiques à toutes les stations, ainsi que des bryophytes sur la plupart d'entre elle (sauf VIE 07.7 ainsi que VIE 20.4 et VIE-SAU 00.8 en octobre). Seule la station de plaine (VIE 00.2) montrait un léger colmatage des substrats. Dans la plupart des stations, une augmentation de la proportion d'algues a été observée entre octobre et mars (cf. chapitre 5.3). Une légère turbidité de l'eau a également été observée en octobre dans les deux stations les plus en aval (VIE 03.1 et VIE 00.2).

Des flocons de papier WC ont été observés en octobre dans les trois stations en aval de la STEP de Champéry (VIE 13.8, 7.9 et 7.7), et des flocons avec de la mousse en mars en aval de la STEP de Trois-torrents (VIE 03.1).

Stations	Nombre de substrats		substrat dominant	Remarques
	Oct.	Mars		
VIE 20.4	7	-	galets, graviers	
VIE 16.7	7	7	galets	
VIE 13.8	7	8	galets	Beaucoup plus d'algues en mars. Pas de sédiment fin en octobre. Quelques flocons papier WC en octobre.
VIE 07.9	7	7	blocs	Léger ensablement. Beaucoup plus d'algues en mars. Quelques flocons papier WC en octobre.
VIE 07.7	6	6	blocs	Plus de litières et surtout d'algues en mars. Flocons papier WC en octobre.
VIE 03.1	7	6	blocs	Plus de sédiments fins, de sables et surtout d'algues en mars. Pas de bryophyte en mars. Un peu de mousse en mars. Légèrement turbide et flocons papier WC en octobre.
VIE 00.2	7	7	galets	Léger colmatage et ensablement. Plus de sédiments fins, de sables et surtout d'algues en mars. Eaux légèrement turbides en octobre.
VIE-SAU 00.8	6	7	blocs	Légèrement plus de litières et d'algues en mars. Pas de bryophytes en octobre.
VIE-MOR 06.4	7	7	blocs	Léger colmatage par du tuf (naturel). Légèrement plus d'algues et de sables en mars.
VIE-MOR 03.5	7	7	galets	Léger colmatage par du tuf (naturel). Plus de bryophytes en octobre
VIE-MOR 00.3	7	7	blocs, dalles	Plus d'algues en mars.

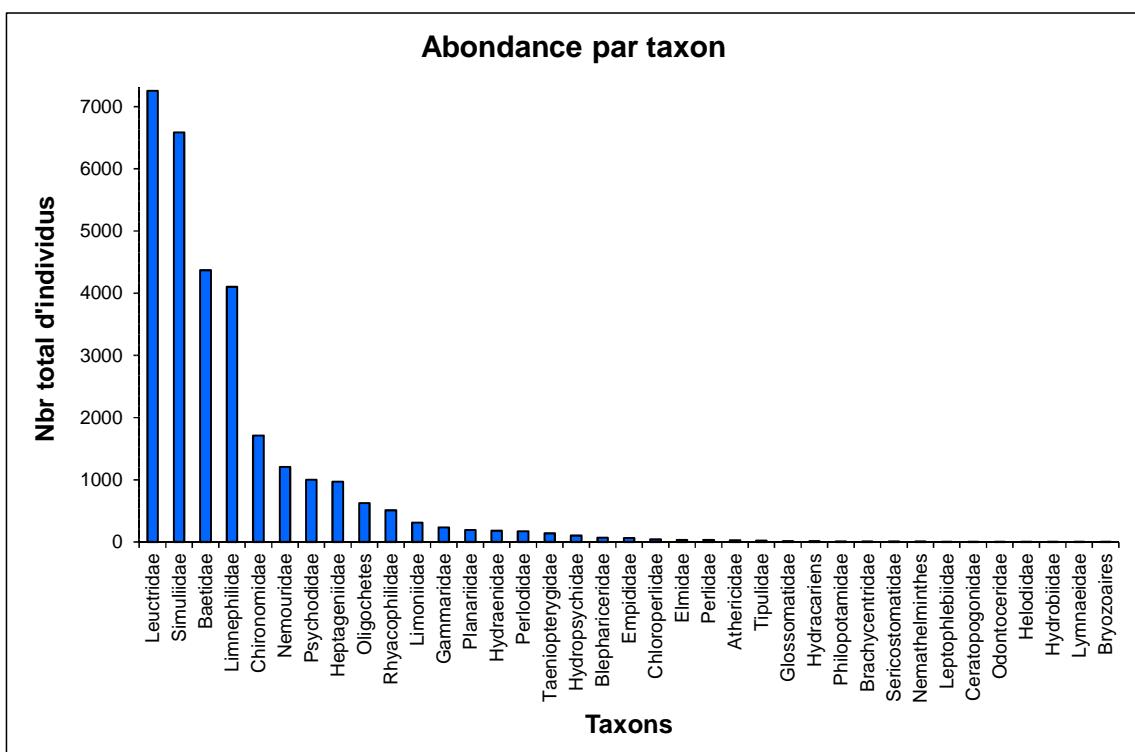
Tableau 16: Diversité et qualité des substrats rencontrés aux différentes stations de la Vièze, de la Vièze de Morgins et de la Saufla.

## 6.2. Faune benthique échantillonnée

### • Composition faunistique du peuplement benthique

Tous les taxons recensés (cf. liste faunistique détaillée dans le Tableau 17) ne se rencontrent pas systématiquement dans chacune des stations. Les répartitions et les abondances sont liées à des variations spatiales ou saisonnières.

Le Graphique 20 présente l'abondance des différents taxons dans les Vièzes (toute station et campagne confondues), et le Graphique 21 le nombre de stations dans lesquelles les taxons ont été observés (toute campagne confondue).

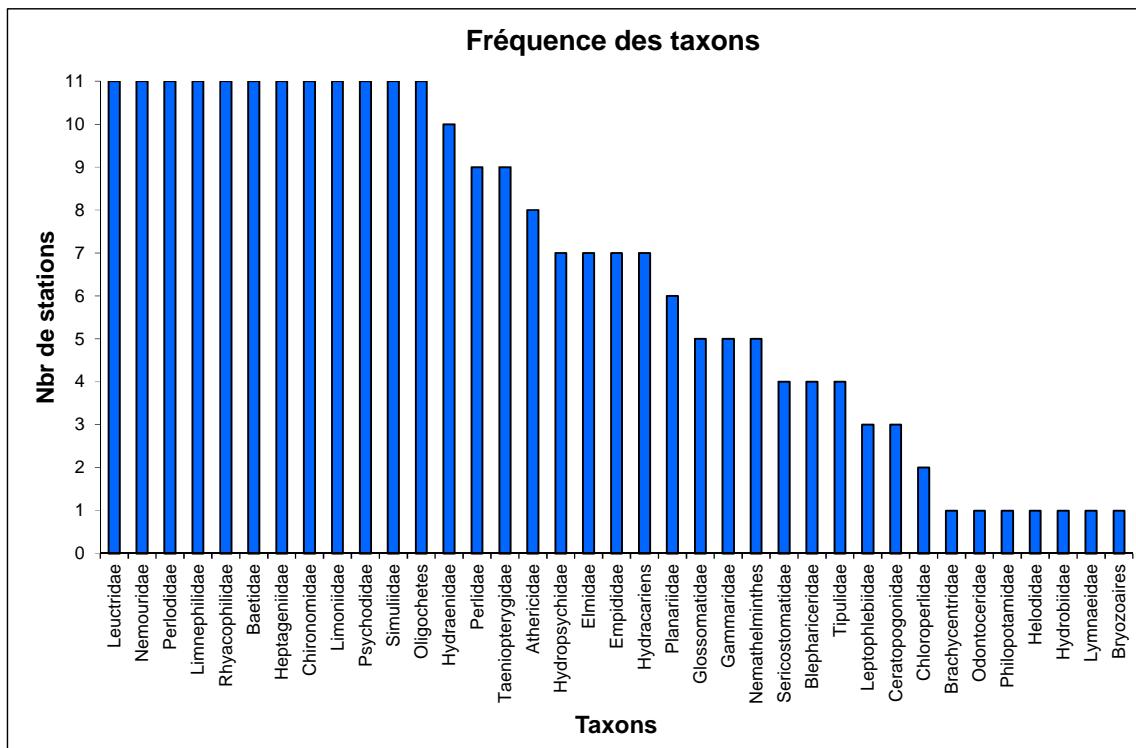


Graphique 20 : Nombre total d'individus recensés par taxon dans l'ensemble des stations du bassin versant des Vièzes en octobre 2012 et en mars 2013, du plus abondant au moins abondant.

Les 11 taxons les plus abondants (> 300 individus par taxon, cf. Graphique 20) étaient présents à toutes les stations (cf. Graphique 21). Il s'agit de groupes généralement ubiquistes, s'adaptant facilement aux variations des paramètres biotiques et abiotiques du milieu. Ces taxons ont été recensés dans la plupart des rivières valaisannes étudiées jusqu'à présent.

Parmi les trois familles les plus sensibles à la qualité du milieu (Chloroperlidae, Perlidae, Perlodidae), les Perlodidae et Perlidae étaient largement présents (cf. Graphique 21), avec cependant un nombre plus important de Perlodidae (env. 170 individus contre env. 30 pour les Perlidae). En revanche, les Chloroperlidae n'ont été récoltés que dans deux stations, avec 40 individus.

Certains taxons, en particulier les Trichoptères moins largement répandus en Valais, ont été recensés (moins de 15 individus dans 5 stations au maximum) : Glossosomatidae, Philopotamidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Odontoceridae.



Graphique 21 : Nombre de stations du bassin versant des Vièzes dans lesquelles chaque taxon a été rencontré en octobre 2012 et/ou en mars 2013.

#### • Variations spatiales

Globalement, les effectifs totaux de la faune benthique étaient répartis de manière équivalente entre l'amont et l'aval : 51% des individus ont été capturés dans les 6 stations amont (en dessus de 900 m), et 49% dans les 5 stations aval.

Au niveau des taxons cependant, des différences marquées entre l'amont et l'aval ont souvent été observées.

#### Taxons plus abondants dans les 6 stations amont (si plus de 20 individus)

- Entre 80% et 100% des effectifs : Chloroperlidae, Taeniopterygidae, Elmidae, Blephariceridae, Empididae, Limoniidae, Psychodidae, Tipulidae, Gammaridae, Planariidae,
- Entre 60% et 80% des effectifs : Nemouridae, Perlidae, Perlodidae, Limnephilidae, Rhyacophilidae, Baetidae, Hydraenidae, Athericidae.

#### Taxons plus abondants dans les 5 stations aval (si plus de 20 individus)

- Entre 80% et 100% des effectifs : Hydropsychidae,
- Entre 60% et 80% des effectifs : Leuctridae, Chironomidae, Simuliidae, Oligochètes.

#### Taxons rencontrés dans une seule station, avec moins de 10 individus

Les deux spécimens de Gastéropode (Hydrobiidae et Lymnaeidae) et le spécimen d'Odontoceridae n'ont été trouvés qu'en plaine (VIE 00.2). Le spécimen d'Helodidae n'a été trouvé que dans la station la plus en amont (VIE 20.4), et le spécimen de Bryozaire à la station VIE 07.7.

Les Brachycentridae et les Philopotamidae n'ont été trouvés que dans la Vièze de Morgins (VIE-MOR 06.4 et VIE-MOR 00.3).

- **Variations temporelles :**

De manière globale, la faune benthique était plus abondante en mars qu'en octobre : 59% des individus ont été récoltés en mars, malgré la station amont non prospectée.

Au niveau des taxons, une différence d'abondance saisonnière marquée a été observée dans certains cas entre les deux campagnes.

Taxons plus abondants en octobre 2012 (plus du double des effectifs et plus de 20 individus) :

Limnephilidae, Heptageniidae, Rhyacophilidae, Limoniidae, Gammaridae, Planariidae, Hydraenidae, Taeniopterygidae, Hydropsychidae, Elmidae, Perlidae.

Taxons plus abondants en mars 2013 (plus du double des effectifs et plus de 20 individus) :

Baetidae, Chironomidae, Simuliidae, Chloroperlidae, Blephariceridae.

Taxons ayant une différence d'abondance significative entre les 2 campagnes :

Parmi les six taxons les plus abondants, pour lesquels on peut parler de prolifération (> 1'000 individus), la différence la plus importante concerne les Limnephilidae (env. 4'100 individus dont 84% capturés en octobre), les Simuliidae (env. 6'600 individus dont 99% capturés en mars), les Baetidae (env. 4'400 individus dont 69% capturés en mars) et les Chironomidae (env. 1'700 individus dont 84% capturés en mars).

Station Date	VIE 20.4	VIE 16.7		VIE 13.8		VIE 07.9		VIE 07.7		VIE 03.1		VIE 00.2		VIE-SAU 00.8		VIE-MOR 06.4		VIE-MOR 03.5		VIE-MOR 00.3		
	22.10.2012	22.10.2012	05.03.2013	22.10.2012	05.03.2013	22.10.2012	05.03.2013	22.10.2012	05.03.2013	23.10.2012	04.03.2013	23.10.2012	04.03.2013	22.10.2012	05.03.2013	23.10.2012	04.03.2013	23.10.2012	04.03.2013	23.10.2012	04.03.2013	
<b>PLECOPTERES</b>																						
Chloroperlidae																						
Leuctridae	72	79	78	127	422	597	860	689	924	145	221	224	165	3	84	102	237	978	546	491	213	
Nemouridae	172	37	78	15	4	11	34	10	15	17	14	19	11	28	78	69	201	85	57	164	86	
Perlidae	6	4	1			1	2			4		1		1	1	2	6	1		1		
Perlodidae	10	9	8	4	1	4	6	3		6		3	2	15	7	27	27	10	12	9	8	
Taeniopterygidae	43	2	1	28		2	2	5	1	1				30	16	5	1	3	1			
<b>TRICOPTERES</b>																						
Brachycentridae																				5	2	
Glossomatidae							1					1		2	6	1	1				1	
Hydropsychidae	1					1		2		5	1	11					1			64	16	
Limnephilidae	171	152	14	695	64	752	70	75	22	38	90	32	33	136	211	177	95	1196	59	22		
Odontoceridae												1										
Philopotamidae																				8		
Rhyacophilidae	83	47	25	30	7	22	2	32	9	41	2	27	6	21	11	36	16	61	16	10	4	
Sericostomatidae											1					2	1	1			1	
<b>EPHEMEROPTERES</b>																						
Baetidae	188	163	63	114	69	48	638	34	204	50	165	67	200	254	625	117	326	205	509	99	233	
Heptageniidae	49	76	13	41	11	91	39	65	59	53	11	36	8	151	109	6	6	24	15	72	34	
Leptophlebiidae						1			1							2						
<b>COLEOPTERES</b>																						
Elmidae	2	5	1	2							1	3	1			7	4	4	2			
Helodidae	1																					
Hydraenidae	14	30	16	8	2	7	8	9	6		1		7	2	13	8	33	8	6	4		
<b>DIPTERES</b>																						
Athericidae	1	2	1								3	2		1	5	6	6	1			1	
Blephariceridae			2		1						1			3	63							
Ceratopogonidae				1					1							1						
Chironomidae	7	7	26	6	126	11	477	10	120	27	160	82	127	22	57	24	65	74	226	6	52	
Empididae	4	2	17			2		1			7		4	26	1							

Station Date	VIE 20.4	VIE 16.7	VIE 13.8	VIE 07.9	VIE 07.7	VIE 03.1	VIE 00.2	VIE-SAU 00.8	VIE-MOR 06.4	VIE-MOR 03.5	VIE-MOR 00.3
	22.10.2012	22.10.2012	05.03.2013	22.10.2012	05.03.2013	22.10.2012	05.03.2013	23.10.2012	04.03.2013	23.10.2012	04.03.2013
Limonidae	66	17	3	19	16	5	7	6	8	3	5
Psychodidae	5	13	39	85	46	92	23	2	5	2	6
Simuliidae	16	2	516	1	800	6	392	5	1797	39	647
Tipulidae	5	9	1					11	707	4	40
<b>AMPHIPODES</b>											
Gammaridae				2				2	2	1	
<b>GASTEROPODES</b>											
Hydrobiidae											
Lymnaeidae								1			
<b>TRICLADES</b>											
Planariidae	1	2					1			6	1
<b>AUTRES TAXONS</b>										149	26
Oligochetes	5	39	1	4	6	3	1	5	29	186	52
Nemathelminthes				2			1		101	1	
Hydracariens	1	1	1				1			1	
Bryozoaires							1			2	1
Nb total d'individus	923	698	905	1181	1578	1654	2565	947	3178	465	1510
Groupe Indicateur - GI	9	9	9	9	7	9	9	9	7	588	1382
Taxon Indicateur	Perlidæ	Perlidæ	Perlodidæ	Perlodidæ	Leuctridæ	Perlodidæ	Perlodidæ	Leuctridæ	Leuctridæ	Perlidæ	Leuctridæ
Diversité	23	21	21	16	16	17	18	15	19	16	15
Note IBCH	15	15	15	13	11	14	14	13	12	13	11
Qualité selon norme IBCH	Satisfaisante	Satisfaisante	Satisfaisante	Satisfaisante	Moyenne	Satisfaisante	Satisfaisante	Moyenne	Moyenne	Satisfaisante	Satisfaisante

Tableau 17 : Faune benthique recensée dans le bassin versant des Vièzes, en octobre 2012 et mars 2013.

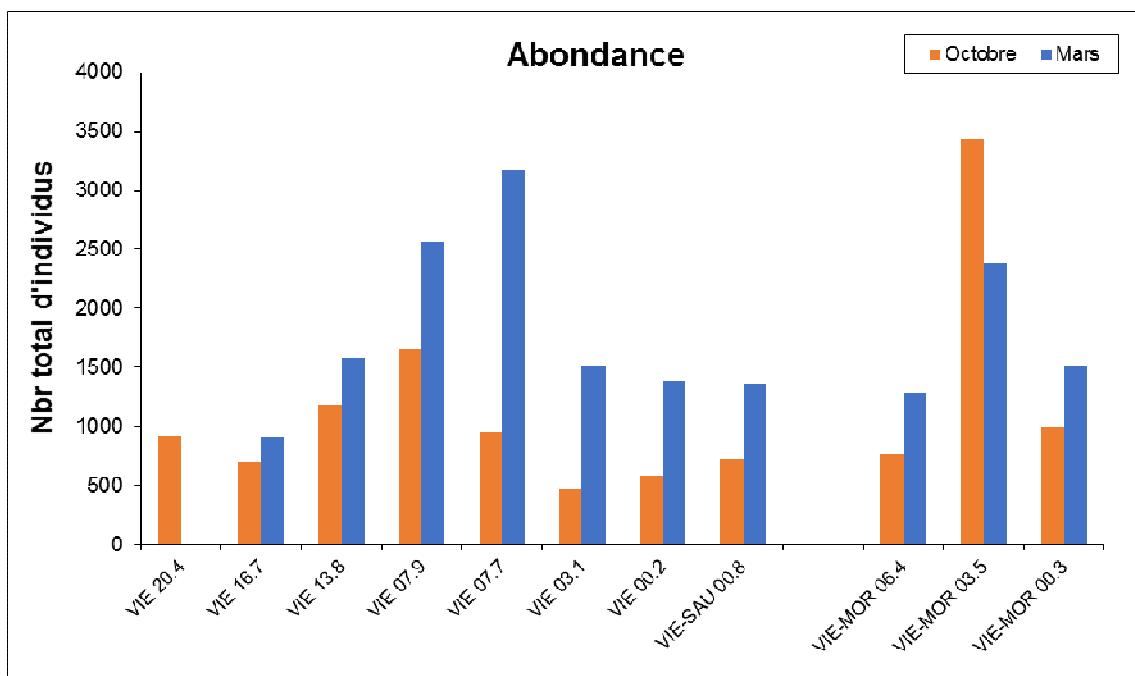
### 6.3. Résultats liés à l'Indice Biologique suisse (IBCH)

- **Abondance totale**

Le nombre total d'individus par station (cf. Tableau 17 et Graphique 22) varie entre 465 (VIE 03.1 en octobre 2012) et 3'435 (VIE-MOR 03.5 en octobre 2012). **L'abondance moyenne** sur l'ensemble des stations est de **1'430** individus sur les 2 campagnes, valeur proche de l'abondance moyenne des affluents du Rhône (1'200 individus toutes campagnes confondues; BERNARD *et al*, 1994), mais nettement moins élevée que pour l'étude précédente des Vièzes en mars et octobre 2001 (3'280 individus). Elle est moins élevée en octobre (1'124) qu'en mars (1'766). L'abondance moyenne sur la Vièze, Saufla inclue, (1'310 ; 897 en octobre et 1'783 en mars) est moins élevée que sur la Vièze de Morgins (1'729 ; 1'730 en octobre et 1'729 en mars).

L'abondance est toujours plus élevée en mars qu'en octobre, sauf pour VIE-MOR 03.5 (cf. Graphique 22). Les pics d'abondance ne sont généralement pas provoqués par une augmentation générale de l'ensemble des taxons, mais plutôt par une prolifération d'un ou deux groupes (env. 1'000 Leuctridae et 1'800 Simuliidae pour VIE 07.7 en mars, et env. 1'000 Leuctridae et 1'100 Limnephilidae pour VIE-MOR 03.5 en octobre).

Une tendance à l'augmentation de l'abondance aux stations d'altitude intermédiaire est visible pour la Vièze et la Vièze de Morgins aussi bien en octobre qu'en mars.



Graphique 22 : Abondance de la faune benthique à chaque station dans le bassin versant des Vièzes en octobre 2012 et mars 2013.

Station	Date	VIE 20.4	VIE 16.7	VIE 13.8	VIE 07.9	VIE 07.7	VIE 03.1	VIE 00.2	VIE-SAU 00.8	VIE-MOR 06.4	VIE-MOR 03.5	VIE-MOR 00.3
		22.10.2012	22.10.2012	05.03.2013	22.10.2012	05.03.2013	22.10.2012	05.03.2013	23.10.2012	04.03.2013	22.10.2012	05.03.2013
<b>PLECOPTERES</b>												
Chloroperlidae												
Leuctridae	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Nemouridae	++	+	++			+			+	++	++	++
Perlidae	+										+	
Perlodidae	++	++	+			+			++	+	++	++
Taeniopterygidae	+			+					+			
<b>TRICOPTERES</b>												
Brachycentridae										+		
Glossomatidae										+		
Hydropsychidae												+
Limnephilidae	+	+		++	++	+	+		+	+	+	++
Philopotamidae												+
Rhyacophilidae	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++
<b>EPHEMEROPTERES</b>												
Baetidae	+	+		+	+	++	+	+	+	++	+	+
Heptageniidae	+	++		+		++	+	+	+	++	+	++
Leptophlebiidae												
<b>COLEOPTERES</b>												
Hydraenidae	+											+
<b>DIPTERES</b>												
Athericidae										+	+	+
Blephariceridae										+		
Chironomidae					+	+	+	+	+			+
Empididae			++						+			++
Limoniiidae	++	++		++	++	+	+	+	++	++	++	++
Psychodidae			+	++	+	++	+			++	++	++
Simuliidae		++		++		++	++	++	++	+	++	++
<b>AMPHIPODES</b>												
Gammaridae												+
<b>TRICLADES</b>												
Planariidae											++	+
<b>AUTRES TAXONS</b>												
Oligochetes								+	+			+

+ abondance élevée ; ++ abondance très élevée ;

■ les cases en grisé indiquent des abondances extrêmement élevées (&gt; 1'000 ind. considérés comme une prolifération).

Tableau 18 : Taxons les plus abondants dans le bassin versant des Vièzes en octobre 2012 et mars 2013 selon les critères de fréquences proposés par l'Agence de l'Eau (2000).

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

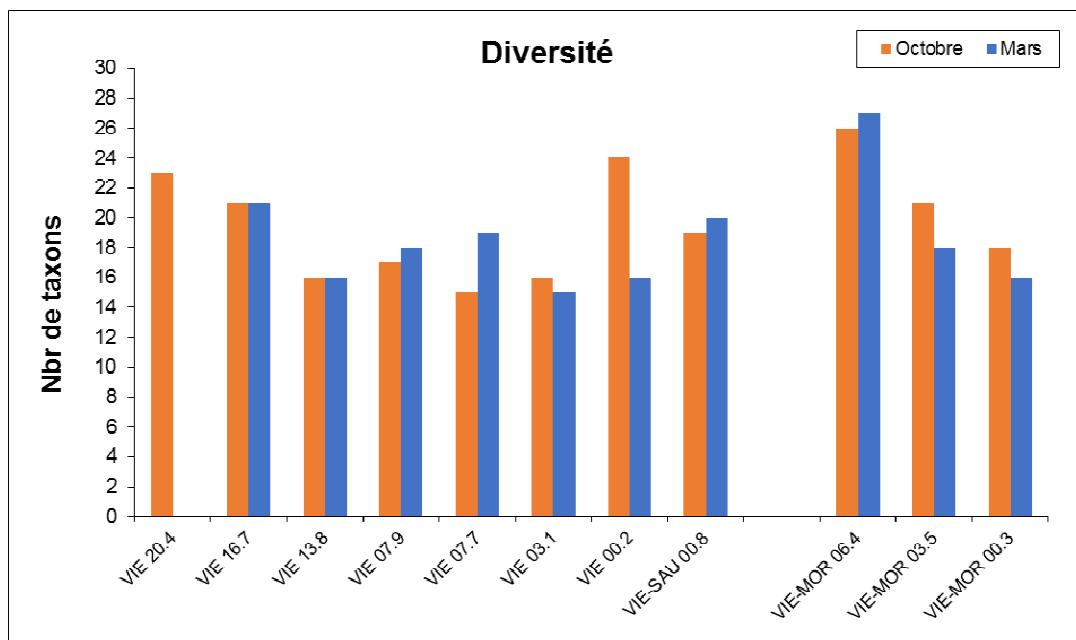
Afin d'intégrer la fréquence habituelle des taxons, la DIREN Rhône-Alpes en France a proposé une échelle d'abondance qui tient compte des **différences naturelles**<sup>2</sup> (Agence de l'Eau, 2000). Le Tableau 18 met en évidence les taxons aux abondances « élevées » et « très élevées » (classes 3 et 4). Deux remarques peuvent être faites :

- Certains taxons sont très abondants dans la plupart des stations : Leuctridae, Rhyacophilidae, Simuliidae (dont une prolifération).
- D'autres sont très abondants seulement ponctuellement (maximum 6 stations): Chloroperlidae, Nemouridae, Perlodidae, Limnephilidae (dont une prolifération), Baetidae, Heptageniidae, Elmidae, Limoniidae, Psychodidae.

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

Un total de **37 taxons** (35 sur la Vièze, 31 sur la Vièze de Morgins, familles pour la plupart) a été recensé dans le bassin versant des Vièzes lors des deux campagnes. Sur les 45 taxons recensés dans l'étude de Bernard et al (1994) dans les affluents du Rhône, 29 taxons (64%) ont été retrouvés dans la présente étude. De plus, 7 taxons recensés ici, dont 5 familles de trichoptère, ne sont pas mentionnés dans Bernard et al (1994), soulignant la richesse taxonomique des Vièzes au niveau valaisan. En mars et octobre 2001, un total de 42 taxons avait été identifié dans les Vièzes. Onze taxons sont spécifiques à l'étude de 2001, principalement des familles de diptère, et 6 sont spécifiques à la présente étude, dont 3 familles de trichoptère peu fréquentes en Valais.

La diversité taxonomique des stations (cf. Tableau 17 et Graphique 23) varie entre 15 (VIE 07.7 en octobre 2012 et VIE 03.1 en mars 2013) et 27 (VIE-MOR 06.4 en mars 2013). La **diversité moyenne globale** est de **19.1 taxons** sur les 2 campagnes, et est plus élevée en octobre (19.6) qu'en mars (18.6). La diversité moyenne sur la Vièze, Saufla inclue (18.4 / 18.9 en octobre et 17.9 en mars) est plus faible que sur la Vièze de Morgins (21 / 21.7 en octobre et 20.3 en mars). Une tendance claire à la diminution de la diversité d'amont en aval est observée sur la Vièze de Morgins, qui peut être observée également de manière générale sur la Vièze, avec toutefois une augmentation de la diversité dans la station de plaine.



<sup>2</sup>

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.

Graphique 23 : Diversité de la faune benthique à chaque station dans le bassin versant des Vièzes en octobre 2012 et mars 2013.

Il est intéressant de relever que la diversité taxonomique moyenne était plus élevée dans les Vièzes en 2001 (23 taxons). Toutefois, la comparaison directe est difficile, le nombre et la localisation de certaines stations étant différents. La diversité taxonomique moyenne n'était que de 13 dans les affluents du Rhône cités dans BERNARD *et al* (1994).

- **Groupe indicateur (GI)**

Le groupe indicateur maximal (cf. Tableau 17 et Graphique 24) de <sup>3</sup> (Perlodidae, Perlidae ou Chloroperlidae) est observé pour toutes les stations en octobre. En revanche, 4 stations (VIE 13.8, VIE 07.7, VIE 03.1 et VIE 00.2) présentent un GI de 7 (Leuctridae) au mois de mars.

- **Note IBCH**

Les notes IBCH (cf. Tableau 17 et Graphique 24) varient entre 11 (qualité moyenne ; VIE 13.8, VIE 13.1 et VIE 00.2 en mars) et 16 (qualité satisfaisante ; VIE-MOR 06.4 en octobre et mars). La **moyenne globale des notes IBCH** est de **13.7**, et est plus élevée en octobre (14.3) qu'en mars (13.1). La moyenne des notes IBCH sur la Vièze, y compris la Saufla, (13.3 ; 14 en octobre et 12.6 en mars) est plus faible que sur la Vièze de Morgins (14.7 ; 15 en octobre et 14.3 en mars). Pour une même station, les notes IBCH ne sont jamais plus élevées en mars qu'en octobre : dans 6 cas elles sont plus élevées en octobre, et dans 4 cas elles sont égales.

Six stations présentent une qualité **satisfaisante** aussi bien en octobre qu'en mars, alors que 4 stations passent d'une qualité **satisfaisante** en octobre à une qualité **moyenne** en mars.

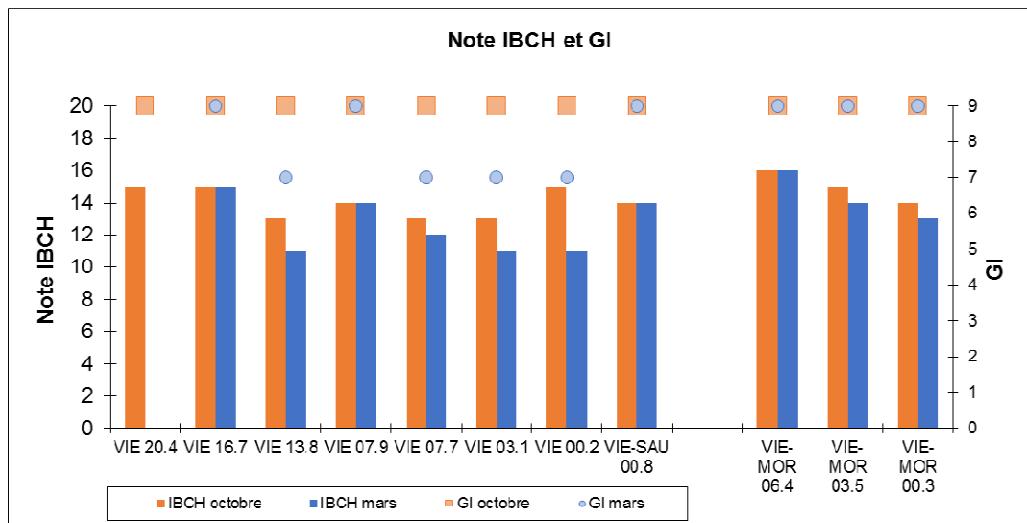
Parmi ces 4 stations, la dégradation la plus importante entre octobre et mars concerne la station de plaine (VIE 00.2), qui comporte 8 taxons de moins en mars qu'en octobre, tout en passant d'un GI 9 à un GI 7. Dans les 3 autres cas, la baisse de qualité est uniquement causée par le GI passant de 9 à 7.

Il est intéressant de relever que parmi les 4 stations notées en qualité moyenne au mois de mars, 2 incluaient tout de même un des 3 taxons les plus sensibles à la qualité du milieu, mais en quantité insuffisante (< 3 individus) pour représenter le GI de 9 (VIE 13.8 : 1 Perlodidae ; VIE 00.2 : 2 Perlodidae). Avec un GI de 9, ces 2 stations auraient été notées en qualité satisfaisante.

Les calculs réalisés par BERNARD *et al* (1994) pour les affluents du Rhône donnaient un IBGN (méthode AFNOR utilisée jusqu'en 2009 comparable à l'IBCH) moyen inférieur à 11 en hiver et inférieur à 9 en été-automne, soulignant ici encore la haute qualité des Vièzes. En 2001, la moyenne globale des notes IBCH était de 14.9 (15.5 en mars et 14.3 en octobre), soit la même moyenne en 2001 et 2013 pour le mois d'octobre, mais une moyenne nettement inférieure en 2013 pour le mois de mars. Tout comme en 2001, la note IBCH maximale atteinte est de 16, ce qui est remarquable pour le Valais.

<sup>3</sup>

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



Graphique 24 : Notes IBCH (histogrammes) et GI (symboles) obtenus pour chaque station dans le bassin versant des Vièzes en octobre 2012 et mars 2013.

### 6.3.1. Résultats par stations

Les résultats pour chaque station sont détaillés dans les fiches de la base de données « **BD-Hydrobio** ». Un résumé est établi ci-après pour chacune des stations.

#### • VIE 20.4 – Les Creuses

Cette station est la plus haute en altitude de l'étude, et n'a pu être échantillonnée qu'en octobre en raison de l'enneigement au mois de mars. L'aspect de la rivière y est naturel (mis à part quelques enrochements localisés pour soutenir la route forestière). Les substrats, dominés par les graviers, sont bien diversifiés. Le fond du lit est légèrement ensablé, rendant les substrats très mobiles. Tout comme VIE-MOR 06.4, cette station est située en amont des installations hydroélectriques ou de traitement des eaux, ainsi que de la plupart des habitations. Elles constituent ainsi l'état de référence de l'étude.

L'abondance de la faune benthique est « modérée », avec moins de 1'000 individus. Le peuplement est dominé par les Baetidae (20%), les Nemouridae (19%) et les Limnephilidae (19%). La diversité taxonomique est très bonne (23 taxons). La famille des Perlidae est retenue comme taxon indicateur (GI maximal de 9), et la station obtient une note IBCH **satisfaisante** de 15.

#### • VIE 16.7 – Amont Grand Paradis

L'aspect de la rivière est naturel à cet endroit. Les substrats, dominés par les galets, sont bien diversifiés. Le fond du lit est légèrement ensablé, rendant les substrats mobiles.

L'abondance de la faune benthique est « modérée », (moins de 700 individus en octobre, 900 en mars). En octobre, le peuplement est dominé par les Baetidae (24%), les Limnephilidae (22%) et les Leuctridae (11%). En mars, ce sont les Simuliidae qui dominent largement (57%), suivis des Leuctridae et Nemouridae (9% chacun), et des Baetidae (7%). La diversité taxonomique est très bonne dans les deux cas (21 taxons). La famille des Perlidae est retenue comme taxon indicateur en octobre, celle des Perlodidae en mars (GI maximal de 9 dans les deux cas), et la station obtient une note IBCH **satisfaisante** de 15 pour les deux campagnes.

#### • VIE 13.8 – Aval STEP Champéry

A cette station la rivière est naturelle. Les substrats, dominés par les galets, sont bien diversifiés, et le fond du lit est légèrement ensablé en octobre. **Des flocons de papier WC**, provenant selon toute vraisemblance des rejets de la STEP de Champéry, étaient visibles en octobre.

L'abondance de la faune benthique est « bien représentée » en octobre (près de 1'200 individus), « assez élevée » en mars (plus de 1'500 individus). En octobre, le peuplement est largement dominé par les Limnephilidae (59%), suivis des Leuctridae (11%) et des Baetidae (10%). En mars, ce sont les Simuliidae qui dominent (51%), suivis des Leuctridae (27%) et des Chironomidae (8%). La diversité taxonomique, moins élevée que dans toutes les stations en aval, est tout de même qualifiée d'assez bonne (16 taxons dans les deux cas). En octobre, la famille des Perlodidae est retenue comme taxon indicateur (GI maximal de 9), et la station obtient une note IBCH **satisfaisante** de 13. En mars, un seul Perlodidae a été recensé, la famille des Leuctridae est donc retenue comme taxon indicateur (GI 7), donnant une note IBCH **moyenne** de 11.

- **VIE 07.9 – Amont prise du Pont du Pas**

L'aspect de la rivière est naturel à cette station (relevons la présence de *Buddleja*). Les substrats, dominés par les blocs, sont bien diversifiés, et le fond du lit est légèrement ensablé. **Quelques flocons de papier WC** ont à nouveau été observés à cette station en octobre.

L'abondance de la faune benthique est « assez élevée » (près de 1'700 individus en octobre, près de 2'600 en mars). En octobre, le peuplement est largement dominé par les Leuctridae (46%) et les Limnephilidae (36%). En mars, ce sont les Leuctridae (34%), les Baetidae (25%), les Chironomidae (19%) et les Simuliidae (15%) qui dominent. La diversité taxonomique est bonne (17 taxons en octobre, 18 en mars), et la famille des Perlodidae est retenue comme taxon indicateur (GI maximal de 9), avec une note IBCH **satisfaisante** de 14 à cette station pour les deux campagnes. La qualité s'améliore donc par rapport à la station amont, indiquant un bon pouvoir s'autoépuration entre les 2 stations.

- **VIE 07.7 – Aval prise du Pont du Pas**

L'aspect de la rivière est naturel à cette station, avec une largeur de lit relativement réduite (gorges) et un faciès en « stepping stone ». Les substrats, dominés par de très gros blocs, sont bien diversifiés. En octobre, **des flocons de papier WC** ont été observés en plus grande quantité qu'à l'amont de la prise.

L'abondance de la faune benthique est « modérée » en octobre (moins de 1'000 individus), et « élevée » en mars (plus de 3000 individus). En octobre, le peuplement est largement dominé par les Leuctridae (73%), l'ensemble des autres taxons représentant moins de 10% des macroinvertébrés récoltés. En mars, ce sont les Simuliidae (57%) qui prolifèrent à cette station (près de 1800 individus), suivis des Leuctridae (29%), proches de la prolifération avec plus de 900 individus, et des Baetidae (6%). En octobre, la diversité taxonomique est la plus faible de l'étude (assez bonne, 15 taxons), alors qu'elle est bonne en mars (19 taxons). En octobre, la famille des Perlodidae est retenue comme taxon indicateur (GI maximal de 9), et la station obtient une note IBCH **satisfaisante** de 13. En mars, la famille des Leuctridae est retenue comme taxon indicateur (GI 7), et la station obtient une note IBCH **moyenne** de 12. L'absence des familles les plus sensibles (Perlidae, Perlodidae et Chloroperlidae) indique une baisse de qualité par rapport à la station amont, soit liée à la réduction du débit et/ou aux conditions naturelles limitantes (faciès avec gros blocs peu biogène et courant plus rapide).

- **VIE 03.1 – Amont usine Vièze**

L'aspect de la rivière est naturel sur la station, avec une falaise en rive droite. Les substrats, dominés par les blocs, sont bien diversifiés, et le fond du lit est légèrement ensablé. **Des flocons de papier WC** ont été observés en octobre.

L'abondance de la faune benthique est « faible » en octobre (moins de 500 individus), « assez élevée », en mars (plus de 1'500 individus). En octobre, le peuplement est dominé par les Leuctridae (31%), les Heptageniidae (11%) et les Baetidae (11%). En mars, ce sont les Simuliidae (43%) qui dominent largement, suivis des Leuctridae (15%), des Oligochètes (12%), des Baetidae et des Chironomidae (11% chacun). La diversité taxonomique, bien qu'assez bonne, est la plus faible de l'étude en mars (16 taxons en octobre, 15 en mars). En octobre, la famille des Perlidae est retenue comme taxon indicateur (GI maximal de 9), et la station obtient une note IBCH **satisfaisante** de 13. En mars, la famille des Leuctridae est retenue comme taxon indicateur (GI 7), et la station obtient une note IBCH **moyenne** de 11. L'absence des familles les plus sensibles (Perlidae, Perlodidae et Chloroperlidae) indique une atteinte à la qualité du cours d'eau, vraisemblablement liée au rejet de la STEP de Troistorrents.

- **VIE 00.2 – Monthey amont confluence Rhône**

Cette station représente pour notre étude la partie de plaine de la Vièze, près de l'embouchure dans le Rhône à Monthey. La rivière, endiguée, traverse des champs (rive droite) et longe le site industriel chimique de Monthey en rive gauche. Les substrats, dominés par les galets, sont bien diversifiés et légèrement colmatés et ensablés.

L'abondance de la faune benthique est « modérée » en octobre (moins de 600 individus), « bien représentée » en mars (près de 1'400 individus). En octobre, le peuplement est largement dominé par les Leuctridae (38%), suivis des Chironomidae (14%) et des Baetidae (11%). En mars, ce sont les Simuliidae qui dominent largement (51%), suivis des Baetidae (15%) et des Leuctridae (12%). La diversité taxonomique est très bonne en octobre (24 taxons), mais seulement assez bonne en mars (16 taxons). En octobre, la famille des Perlodidae est retenue (avec seulement 3 individus) comme taxon indicateur (GI maximal de 9), et la station obtient une note IBCH **satisfaisante** de 15, alors qu'en mars, seuls 2 Perlodidae ont été observés. Ainsi, la famille des Leuctridae est retenue comme taxon indicateur (GI 7), donnant une note IBCH **moyenne** de 11 à la station. Les conditions sont donc limitantes pour qu'un peuplement stable puisse s'installer, à mettre en relation avec l'anthropisation.

- **VIE-SAU 00.8 – La Lui**

La rivière est naturelle sur cette station. Les substrats, dominés par les blocs, sont bien diversifiés, avec en octobre une proportion relativement importante de sables et limons.

L'abondance de la faune benthique est « modérée » en octobre (moins de 800 individus) et « bien représentée » en mars (plus de 1'300 individus). Plus de la moitié du peuplement est constitué d'éphémères (Baetidae : 35% en octobre, 46% en mars; Heptageniidae : 21% en octobre, 8% en mars). Suivent les Limnephilidae (19% en octobre et 16% en mars). La diversité taxonomique est bonne (18 taxons en octobre, 20 en mars), et la famille des Chloroperlidae est retenue comme taxon indicateur (GI maximal de 9) dans les deux cas, ce qui donne une note IBCH **satisfaisante** de 14 pour les deux campagnes.

A noter la présence des 3 familles les plus sensibles à la qualité des cours d'eau (Perlidae, Perlodidae et Chloroperlidae) lors des deux campagnes.

- **VIE-MOR 06.4 – Amont Morgins**

La station montre un faciès naturel. Cependant, plus en aval, la présence d'un stand de tir aux pigeons laisse des débris d'assiettes dans le lit. Relevons aussi la présence de *Buddleja*. Les substrats, dominés par les blocs, sont bien diversifiés et légèrement colmatés par du tuf (colmatage naturel). Tout comme VIE 20.4 (voir ci-dessous), cette station est située en amont des installations hydroélectriques ou de traitement des eaux, ainsi que de la plupart des habitations. Elles constituent ainsi l'état de référence de l'étude.

L'abondance de la faune benthique est « modérée » en octobre (moins de 800 individus) et « bien représentée » en mars (près de 1'300 individus). Le peuplement est dominé par les Limnephilidae (23%), les Baetidae (15%) et les Leuctridae (13%) en octobre, et par les Baetidae (25%), les Leuctridae (18%) et les Nemouridae (16%) en mars. La diversité taxonomique est très bonne (26 taxons en octobre, 27 en mars), excellente même pour une rivière valaisanne. La famille des Perlodidae est retenue comme taxon indicateur en octobre, et celle des Chloroperlidae en mars (GI maximal de 9 dans les deux cas), et la station obtient une note IBCH **satisfaisante** de 16 pour les deux campagnes, note rarement atteinte en Valais.

La diversité taxonomique et la note IBCH obtenues à cette station est la plus élevée de l'étude, et pourrait constituer un état de référence pour le Valais.

- **VIE-MOR 03.5 – Amont captage (aval Morgins)**

L'aspect de la rivière est naturel à cette station. Les substrats, dominés par les galets, sont bien diversifiés et légèrement colmatés par du tuf (colmatage naturel). En rive gauche, quelques pieds de la Berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*), plante néophyte invasive, étaient présents.

L'abondance de la faune est « élevée » en octobre (plus de 3'000 individus, la plus importante de l'étude) et « assez élevée » en mars (près de 2'400 individus). En octobre, le peuplement est dominé par les Limnephilidae (35%), qui prolifèrent dans cette station (plus de 1'000 individus), et par les Leuctridae (29%), proches d'une prolifération avec presque 1'000 individus. En mars, ce sont les Simuliidae qui dominent (28%), suivis par les Leuctridae (23%) et les Baetidae (21%). La diversité taxonomique est très bonne en octobre (21 taxons), bonne en mars (18 taxons), et la famille des Perlodidae est retenue comme taxon indicateur (GI maximal de 9) dans les deux cas, ce qui donne une note IBCH **satisfaisante** de 15 en octobre et de 14 en mars.

- **VIE-MOR 00.3 – Amont moulin Troistorrents**

A cette station, la rivière est très encaissée (gorges de la Tine) et naturelle. Les substrats, dominés par les blocs et les dalles, sont bien diversifiés. Les talus en rive droite étaient envahis par la renouée du Japon (*Reynoutria japonica*), plante néophyte invasive.

L'abondance de la faune benthique est « modérée » en octobre (moins de 1'000 individus) et « assez élevée » en mars (plus de 1'500 individus). En octobre, Le peuplement est largement dominé par les Leuctridae (50%), suivis des Nemouridae (17%) et des Baetidae (10%). En mars, ce sont les Simuliidae qui dominent largement (51%), suivis des Baetidae (15%) et des Leuctridae (14%). La diversité taxonomique est bonne en octobre (18 taxons), assez bonne en mars (16 taxons), et la famille des Perlodidae est retenue comme taxon indicateur (GI maximal de 9) dans les deux cas, ce qui donne une note IBCH **satisfaisante** de 14 en octobre et de 13 en mars.

### 6.3.2. Conclusion

Si l'on considère le meilleure résultat de chaque station (campagnes d'octobre ou de mars), toutes obtiennent une qualité jugée « satisfaisante », avec présence d'au moins un des taxons les plus sensibles à la qualité du milieu (Chloroperlidae, Perlidae, Perlodidae). Cependant, une tendance à la baisse de la diversité taxonomique et de la note IBCH se dégage d'amont en aval (sauf pour VIE 00.2 en octobre).

Les différences dans les notes IBCH de la Vièze indiquent un certain nombre d'atteintes au cours d'eau : les moins bonnes notes de VIE 13.8 par rapport à l'amont indiquent un impact des rejets de la STEP de Champéry et les moins bonnes notes de VIE 03.1 par rapport à l'amont sont à mettre en relation avec les rejets la STEP de Troistorrents. Les impacts de la STEP de Champéry et de la prise d'eau du Pont du Pas avaient déjà été soulignés lors des relevés précédents en 2001. Les moins bonnes notes de VIE 07.7 par rapport à VIE 07.9 suggèrent un impact de la prise d'eau qui agit directement sur le régime hydrologique et la qualité des habitats. Mais la morphologie du cours d'eau constituée par une forte pente et de gros blocs peut aussi influencer naturellement cette baisse.

Sur la Vièze de Morgins, la tendance à la baisse des notes IBCH de l'amont vers l'aval s'explique probablement par des apports d'eaux usées, la réduction du débit et des conditions naturelles limitantes.

Dans les Vièzes, la tendance à la baisse des notes IBCH entre octobre et mars reflète probablement une moins bonne qualité des eaux en mars, sans doute causée par le tourisme hivernal et les charges supplémentaires rejetées par les STEP (cf. chapitre 4). Le groupe indicateur diminue effectivement en mars, alors que la diversité est plus élevée en octobre.

En octobre, VIE 00.2 présente une diversité taxonomique et une note IBCH comparables aux stations les plus en amont. Ce bon résultat s'explique principalement par l'apparition de nouveaux taxons dont l'écologie correspond mieux aux cours d'eau de plaine, tels que les Odontoceridae et les Lymnaeidae.

Bien qu'en légère baisse par rapport à 2001, les différents résultats biologiques confirment que le bassin versant de la Vièze, de par son régime hydrologique nival et des débits d'étiage peu diminués par les aménagements hydroélectriques, présente une qualité hydrobiologique et un intérêt particulier pour le Valais. La diversité taxonomique particulièrement élevée de la Vièze de Morgins en témoigne.

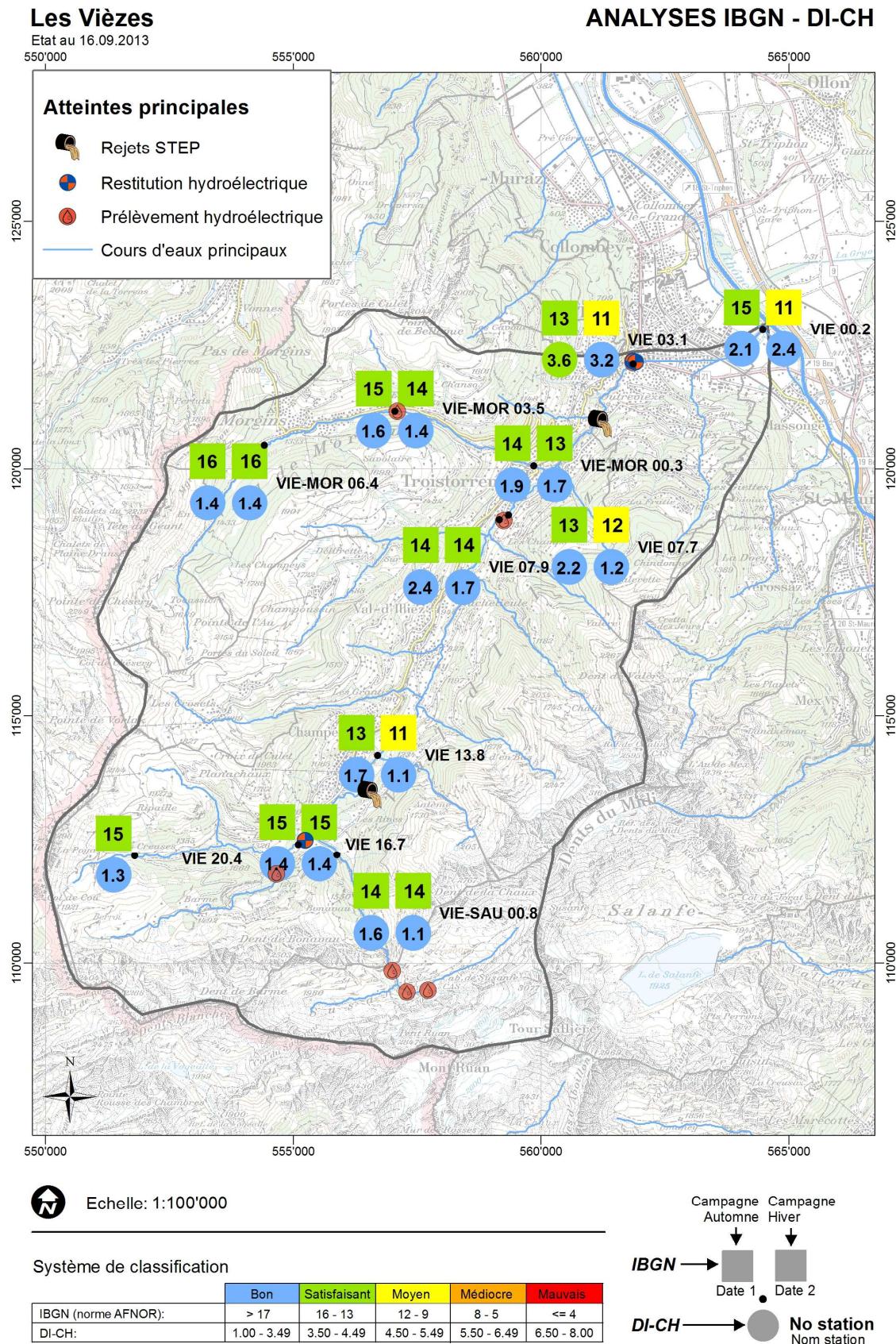


Figure 3 : Résultats des analyses IBCH et indices diatomiques d'octobre 2012 et de mars 2013.

## 7. CONFRONTATION DE L'ENSEMBLE DES RESULTATS

	Période / station	Physico-chimie (paramètres déclassant: NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	Bactériologie (paramètres déclassant: germes totaux, Entéroc., E. coli)	Diatomées saprobie	Diatomées trophie	Note IBCH (qualité selon norme IBCH)
Octobre 2012	VIE 20.4 - Les Creuses			(I)-II	1.49	15
	VIE 16.7 - Amont Grand Paradis			(I)-II	1.42	15
	VIE 13.8 - Aval STEP Champéry			(I)-II	1.63	13
	VIE 07.9 - Amont prise du Pont du Pas			II	1.86	14
	VIE 07.7 - Aval prise du Pont du Pas			II	1.94	13
	VIE 03.0 - Amont usine Vièze	■		II-(III)	2.18	13
	VIE 00.2 - Monthey amont confluence Rhône			II	1.76	15
	VIE SAU 00.8 - La Lui			I-II	1.55	14
	VIE-MOR 06.4 - Amont Morgins			(I)-II	1.40	16
	VIE-MOR 03.5 - Amont captage (aval Morg.)			(I)-II	1.64	15
Mars 2013	VIE 16.7 - Amont Grand Paradis			(I)-II	1.46	15
	VIE 13.8 - Aval STEP Champéry			I-II	1.63	11
	VIE 07.9 - Amont prise du Pont du Pas			II	1.83	14
	VIE 07.7 - Aval prise du Pont du Pas			(I)-II	1.42	12
	VIE 03.0 - Amont usine Vièze			II-(III)	1.92	11
	VIE 00.2 - Monthey amont confluence Rhône			II	1.86	11
	VIE SAU 00.8 - La Lui			I-II	1.60	14
	VIE-MOR 06.4 - Amont Morgins			(I)-II	1.43	16
	VIE-MOR 03.5 - Amont captage (aval Morg.)			(I)-II	1.56	14
	VIE-MOR 00.3 - Amont moulin Troistorrents			II	1.53	13

Légende :

■	excellent, présent uniquement dans les Alpes
■	très bon
■	bon
■	moyen
■	médiocre
■	mauvais
-	prélèvement non effectué

Tableau 19 : Confrontation des différents résultats obtenus sur le bassin versant des Vièzes en 2012-2013.

L'ensemble des résultats concordent globalement bien et permettent les observations suivantes :

- La Saufla montre systématiquement une bonne ou très bonne qualité ;
- La Vièze de Morgins obtient de bons ou très bons résultats, sauf pour la bactériologie qui enregistre des qualités moyennes à médiocres pour les 2 stations aval, indiquant des contaminations d'origine fécale sur Morgins ;
- La situation de la Vièze est moins bonne en mars qu'en octobre, ce qui s'explique principalement par l'impact du tourisme hivernal, augmentant les rejets domestiques. Cependant, les indices saprobiques et trophiques restent relativement constants entre les deux campagnes ;
- La Vièze obtient de bons ou très bons résultats pour les 2 stations amont. Puis la situation se dégrade avec certains indicateurs moyens à médiocres dès VIE13.8 (aval STEP de Champéry), en raison de rejets de la STEP de Champéry. Cette situation reste relativement constante jusqu'à VIE 03.0 (amont usine Vièze et aval de la STEP de Troistorrent) où une nouvelle dégradation s'observe. La situation s'améliore pour la station aval, sous l'influence de la restitution d'eau de meilleure qualité captée en amont.

Toutefois, des divergences entre les indicateurs apparaissent :

- De manière générale, les résultats physico-chimiques et bactériologiques sont les plus contrastés, oscillant de « très bon » à « mauvais », alors que les indices diatomiques et IBCH sont plus constants mais peut-être moins fin pour apprécier et différentier les milieux qui montrent globalement une assez bonne qualité physico-chimique des eaux. Cela reflète une différence fondamentale entre ces méthodes, les deux premières étant des images instantanées, les deux secondes reflétant une situation générale sur une plus longue période ; les Vièzes sont de bonne qualité globale avec toutefois des atteintes ponctuelles qui peuvent être importantes.
- La constance dans les classes de qualité IBCH (toujours en qualité « bonne » ou « moyenne »), alors qu'une note IBCH de 16 constitue le maximum jamais atteint en Valais, souligne l'importance de prendre en compte les spécificités géographiques des cours d'eau valaisans, qui sont naturellement pauvres, et d'adapter la note en conséquence selon le concept des hydroécorégions. Il est clair qu'une station obtenant une note de 16 telle que VIE-MOR 06.4 devrait être classée en catégorie « très bonne », améliorant la concordance entre diatomées et IBCH.

## 8. COMPARAISON AVEC LES RESULTATS BIOLOGIQUES ANTERIEURS

Plusieurs prélèvements de faune benthique ont déjà été effectués dans les Vièzes en 1991 et 2001. Le Tableau 20 présente les résultats disponibles dans la BD-Hydrobio qui peuvent être comparés, c'est-à-dire dont les stations sont proches (distance maximum : 200 m). Néanmoins, le peu de données disponibles comparables ne permet pas de tirer de conclusions définitives sur une amélioration ou détérioration de la qualité du milieu.

Les évolutions les plus spectaculaires ont eu lieu entre 1991 et 2001, avec une nette amélioration de la qualité des Vièzes aux stations VIE 07.9 / 08.0, attribuée aux efforts d'assainissement du bassin versant (cf. rapport RCE Vièzes de 2001), ainsi qu'aux stations VIE 03.1 / VIE 03.0. Dans ce dernier cas cependant, la comparaison est délicate puisque VIE 03.1 se situe en amont de la restitution, et VIE 03.0 en aval (cf. rapport RCE Vièzes de 2001).

Cependant, des évolutions entre 1991 / 2001 /2012-2013 peuvent également être observées :

- Il est intéressant de noter que les deux seules stations dans lesquelles la qualité du milieu semble avoir sensiblement diminué sur la campagne de mars entre 2001 et 2012-2013 sont celles situées le plus directement en aval des STEP : VIE 13.8 (en aval de la STEP de Champéry) et VIE 03.1 (en aval de la STEP de Troistorrents). Cette baisse de qualité, également visible en octobre (baisse de la note IBGN/IBCH), pourrait refléter un problème de saturation des STEP causé par des eaux claires parasites trop importantes en entrée de STEP conjointement à la surcharge touristique hivernale ; les données disponibles ne permettent cependant pas de tirer des conclusions définitives ;
- Dans la station VIE-MOR 00.3, la situation semble par contre s'être nettement améliorée entre 2001 et 2012-2013 sans doute dû à une amélioration du réseau d'assainissement ;
- Une amélioration entre 1991 et 2012-2013 semble également avoir eu lieu à la station en plaine (VIE 00.2), probablement en raison de la restitution d'eau de meilleure qualité provenant de l'amont, puisque cette station est influencée par les eaux captées en aval de Morgins et au Pont du Pas ;
- Inversement, dans les stations VIE 16.7 et VIE-MOR 06.4, la qualité n'est pas modifiée entre 2001 et 2012-2013 ;
- De même, aux stations autour de la prise du Pont du Pas (VIE 07.9 et VIE 07.7), la situation demeure relativement stable entre 2001 et 2012-2013.

Campagne	Février 1991*				Août 1991*				Mars 2001**				Octobre 2001**				Octobre 2012				Mars 2013			
	Station	nbr ind.	GI	Σt	IBG	nbr ind.	GI	Σt	IBG	nbr ind.	GI	Σt	IBGN	nbr ind.	GI	Σt	IBGN	nbr ind.	GI	Σt	IBCH	nbr ind.	GI	Σt
VIE 20.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	923	9	23	15	-	-	-	-
VIE 16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	731	9	24	15	1'876	9	24	15	698	9	21	15	905	9	21	15
VIE 13.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1'227	9	23	15	1'181	9	16	13	1'578	7	16	11
VIE 07.9 / 08.0	624	7	15	11	312	6	10	9	6'961	9	19	14	5'161	9	22	15	1'654	9	17	14	2'565	9	18	14
VIE 07.7	1'248	9	13	13	296	2	8	4	-	-	-	-	2'029	7	19	12	947	9	15	13	3'178	7	19	12
VIE 03.1 / 03.0	447	7	17	12	683	6	12	9	3'418	9	27	16	5'658	7	22	13	465	9	16	13	1'510	7	15	11
VIE 00.2	247	7	11	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	588	9	24	15	1'382	7	16	11
VIE-MOR 06.4 / 06.2	-	-	-	-	-	-	-	-	2'260	9	25	16	3'285	9	26	16	768	9	26	16	1'285	9	27	16
VIE-MOR 03.5									-	-	-	-	-	-	-	-	3'435	9	21	15	2'386	9	18	14
VIE-MOR 00.3	686	7	12	10	504	7	11	10	-	-	-	-	2'707	7	14	11	987	9	18	14	1'515	9	16	13

\* en 1991, étude dans le cadre de l'octroi de nouvelles concessions pour l'usine de la Vièze, avant la mise en service de la STEP de Troistorrents (Impact et al., 1993).

\*\* en 2001, RCE Vièzes, bureau ETEC

Tableau 20 : Comparaison des résultats obtenus sur le bassin versant des Vièzes entre 1991 et 2013, à l'aide des l'IBG / IBGN / IBCH. Le déplacement ponctuel des stations (code légèrement différent) n'influence pas la représentativité spatiale des stations qui sont donc comparables dans le temps. La couleur des classes de qualité IBCH est également présentée.

## 9. RESUME - 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 IBCH). Ce bilan a été réalisé entre août 2012 et mars 2013 sur les bassins versants des Vièzes en étudiant **La Vièze de Morgins, la Vièze (d'Illiez) et la Saufla**.

Ces cours d'eau sont influencés par des captages servant à l'exploitation hydroélectrique. Les bassins versants comportent ceux stations d'épuration implantées à Champéry et Troistorrents. Aucune gravière n'exploite des matériaux dans le lit de la Vièze.

Pour l'étude de ce bassin versant, 3 stations ont été retenues sur la Vièze de Morgins, 1 sur la Saufla et 7 sur la Vièze, en fonction de l'altitude, des caractéristiques de l'environnement et des aménagements. Trois campagnes physico-chimiques ont été réalisées (août et octobre et mars) et deux campagnes « diatomées » et « faune benthique » ont été menées (octobre et mars). Selon les buts recherchés et leur accessibilité, les stations ont fait l'objet d'une étude complète ou partielle.

Les analyses physico-chimiques montrent globalement une **bonne à très bonne** qualité des eaux sur l'ensemble du bassin versant des Vièzes, avec des concentrations très faibles en MES, DOC, TOC et  $\text{NO}_3^-$ . Cependant, des dépassements de l'objectif de qualité des eaux ont été observés en aval des STEP de Champéry et Troistorrents pour le  $\text{NH}_4^+$  et le  $\text{NO}_2^-$ , révélant l'impact des rejets des deux STEP sur la rivière. Les formes azotées et le phosphore indiquent également que la qualité des eaux de la Vièze est la moins bonne en mars 2013 en comparaison avec les deux autres campagnes, suggérant un effet saisonnier du tourisme, plus marqué en hiver. Cet effet n'a pas été observé sur la Vièze de Morgins.

Les analyses bactériologiques montrent une qualité des eaux **bonne à très bonne** uniquement sur les stations amont, puis des eaux souvent **moyennes à médiocres** dès l'aval de la STEP de Champéry sur la Vièze, et sur la station directement en aval de Morgins sur la Vièze de Morgins, particulièrement en août 2012 et en mars 2013. Des rejets liés à l'activité agro-pastorale et l'impact du tourisme hivernal (mais peut-être aussi estival) sont vraisemblablement à l'origine de ce type de contaminations.

Ces données restent toutefois des clichés ponctuels, les résultats des 3 campagnes étant basés sur des prélèvements instantanés.

L'état des peuplements de diatomées est très bon avec de très fortes densités peu communes au Valais (de 1 à 26 millions de cellules par  $\text{cm}^2$ ), il présente également de faibles taux de fragmentation et de formes tétratologiques.

La flore de diatomées est typique des cours d'eaux alpins, essentiellement formée par des taxons très sensibles et sensibles dont en particulier *Achnanthidium lineare*. Mais la plus grande partie des communautés est formée par des taxons pionniers, ce qui est surprenant pour une rivière qui n'est pas tributaire d'eau glaciaire ou de décharges de barrages. La valeur patrimoniale est moyenne dans l'ensemble.

La qualité des eaux des Vièzes et de la Saufla est très bonne, voir excellente dans l'ensemble, elle satisfait aux objectifs écologiques légaux. Cependant d'amont en aval des rivières les charges engrangées et organiques augmentent progressivement tout en restant dans les objectifs de qualité des eaux. A l'exception de la station située à l'amont de l'usine hydroélectrique de Monthey ou la qualité des eaux paraît trop chargée au niveau saprobique et dépasse la limite légale. Cet excès déjà mis en évidence dans l'étude réalisée en 2001 est confirmé par les analyses physicochimiques et plus particulièrement l'ammonium.

Les résultats enregistrés pour la faune benthique (IBCH) montrent une qualité d'eau **satisfaisante** pour la plupart des stations, excellente même pour les stations amont compte tenu des spécificités hydrologiques du Valais. Bien qu'en légère baisse par rapport à 2001, la diversité taxonomique élevée, y compris certains taxons plus rarement recensés en Valais, confère au bassin versant des Vièzes une importance particulière pour le Valais.

Cependant, une baisse de la qualité du milieu d'amont en aval et surtout entre octobre et mars est mise en évidence, notamment directement à l'aval d'ouvrages tels que les deux STEP et la prise d'eau du Pont du Pas. La baisse de qualité en aval des STEP s'explique par des rejets d'eaux épurées sans nitrification ou usées provenant de bypass, alors que pour la prise d'eau, ce sont les conséquences biologiques des perturbations du régime hydrique qui sont en cause et/ou les conditions naturelles liées à la présence de gros blocs et à un écoulement rapide. Ce phénomène avait déjà été mis en évidence en 2001.

La baisse de la qualité entre octobre 2012 et mars 2013 reflète une augmentation de la pression entropique durant la saison hivernale, qui n'était pas visible en 2001.

La qualité des eaux des Vièzes s'est toutefois améliorée en aval de Morgins depuis les relevés de 2001 ainsi qu'en aval de Val d'Illiez depuis le raccordement des eaux usées sur la STEP de Troistorrents de Val d'Illiez village et Champoussin en 2001, les Crosets en 2002 et du village de Chenarlier en 2004 sur Monthey. La mise en place d'un débit de dotation de 425 l/s en aval de la prise d'eau du Pont du Pas depuis 1997 a permis d'améliorer sensiblement la qualité biologique des eaux confirmé par les relevés de cette étude.

Les propositions suivantes peuvent être formulées pour améliorer la qualité des Vièzes :

- Mettre en place les mesures prévues dans les plan généraux d'évacuation des eaux (PGEE) afin de corriger les déficits observés sur le réseau d'eaux usées et raccorder les rejets qui pourraient encore exister ;
- Réduire les quantités d'eaux claires parasites (actuellement de 65%) qui perturbent le fonctionnement et les rendements d'épuration des STEP de Champéry et de Troistorrents ;
- Mettre en place un système d'inspections régulières sur le réseau et intervenir rapidement en cas de problème ;
- Examiner la possibilité de raccorder les eaux usées de Champéry sur la STEP de Troistorrents via Val d'Illiez, afin de supprimer les rejets de cette STEP dans le secteur amont de la Vièze ;
- Planifier lors de travaux de rénovation ou d'extension de la STEP de Troistorrents, la mise en place d'une nitrification des eaux ;
- Améliorer la structure écomorphologique des secteurs déficitaires, en particulier le linéaire en plaine, pour que la morphologie soit plus naturelle et puisse offrir des substrats plus diversifiés.

Sion, décembre 2013

Document établi par Régine Bernard, Laurent Vuataz et Dr François Straub

## 10. ZUSAMMENFASSUNG – FAZIT

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-Methode) vorgenommen. Einer solchen Gesamtbetrachtung wurden von August 2012 bis März 2013 die Einzugsgebiete der Vièze und ihrer Zuflüsse unterzogen, wobei namentlich die **Vièze de Morgins, die Vièze (d'Illiez) und die Saufla** untersucht wurden.

Diese Gewässer stehen unter dem Einfluss von Wasserfassungen, die der Wasserkraftnutzung dienen. In ihren Einzugsgebieten liegen zwei Kläranlagen, die bei Champéry und Troistorrents angesiedelt sind. Es gibt kein Kieswerk, das im Flussbett der Vièze Kies abbaut.

Zur Untersuchung des Einzugsgebiets wurden 3 Untersuchungsstellen an der Vièze de Morgins, 1 an der Saufla und 7 an der Vièze bestimmt, für deren Auswahl Höhenlage, Umweltmerkmale und Flussverbauungen ausschlaggebend waren. Es wurden drei physikalisch-chemische Untersuchungskampagnen durchgeführt (August, Oktober und März), sowie je 2 Kampagnen zu den Kieselalgen und zur benthischen Fauna (Oktober und März). An den einzelnen Untersuchungsstellen wurde, entsprechend der Zielsetzung und ihrer Zugänglichkeit, eine vollständige oder eine teilweise Untersuchung durchgeführt.

Aus den physikalisch-chemischen Analysen ergibt sich für das gesamte Vièze-Einzugsgebiet eine insgesamt **gute bis sehr gute** Wasserqualität, mit sehr geringen GUS-, DOC-, TOC- und  $\text{NO}_3^-$ -Konzentrationen. Allerdings wurden die Wasserqualitätsziele für die  $\text{NH}_4^+$ - und  $\text{NO}_2^-$ -Werte unterhalb der ARA Champéry und Troistorrents nicht erreicht, was zeigt, dass die Einleitungen der beiden ARA das Gewässer beeinträchtigen. Die festgestellten Stickstoff-Formen und das Phosphor weisen auch darauf hin, dass die Wasserqualität der Vièze im März 2013, im Vergleich zu den beiden anderen Kampagnen, am tiefsten war, was eine saisonale, im Winter deutlicher hervortretende Einwirkung des Tourismus vermuten lässt. Eine solche Einwirkung war bei der Vièze de Morgins nicht zu beobachten.

Aus den bakteriologischen Analysen ergibt sich nur an den flussaufwärts gelegenen Untersuchungsstellen eine **gute bis sehr gute** Wasserqualität. Für die Vièze ab der ARA Champéry und für die Vièze de Morgins an der Untersuchungsstelle direkt unterhalb von Morgins war die Wasserqualität, vor allem im August und im März 2013, oft nur als **durchschnittlich bis mittelmässig** einzustufen. Diese Art von Verunreinigungen ist wahrscheinlich auf Einträge aus der Weidewirtschaft und auf die Einwirkung des Winter-tourismus (ev. auch Sommertourismus) zurückzuführen.

Allerdings liefern diese Daten nur Momentaufnahmen, da die Resultate der 3 Kampagnen auf Stichprobenentnahmen basieren.

Die Kieselalgen-Populationen befinden sich in sehr gutem Zustand, mit für das Wallis ungewöhnlich hohen Dichten (von 1 bis 26 Mio. Zellen pro  $\text{cm}^2$ ); auch der Anteil beschädigter und tetralogisch verformter Algen ist gering.

Die Kieselalgen-Flora ist für alpine Fliessgewässer typisch und wird aus hoch sensiblen Taxa, insbesondere dem *Achnanthidium lineare*, gebildet. Doch zum grössten Teil setzen sich die Gesellschaften aus Pionier-Taxa zusammen, was für einen Fluss, der weder Gletscher- noch Stauseewasser mit sich führt, überraschend ist. Der Natur- und Landschaftswert ist insgesamt durchschnittlich.

Die Wasserqualität beider Vièze-Flüsse und der Saufla ist sehr gut, aufs Ganze gesehen sogar hervorragend, und entspricht den gesetzlich vorgegebenen Umweltzielen. Allerdings nehmen die Nährstoff-Frachten und organischen Einträge in den Flüssen in talabwärtiger Richtung stetig zu, auch wenn sie immer noch im Bereich der Wasserqualitätsziele liegen. Mit Ausnahme der Untersuchungsstelle oberhalb des Wasserkraftwerks Monthey, wo die Wasserqualität unter einer übermässigen saproben Belastung zu leiden scheint und den gesetzlichen Grenzwert überschreitet. Diese Überlast, die schon in der 2001 durchgeföhrten Untersuchung festgestellt wurde, wird durch die physikalisch-chemischen Analysen, v. a. die Ammonium-Analyse, bestätigt.

Die für die benthische Fauna (IBGN) erhaltenen Resultat zeigen für die Mehrheit der Untersuchungsstellen eine **befriedigende**, und an den Untersuchungsstellen des oberen Flussverlaufs, unter Berücksichtigung der besonderen hydrologischen Gegebenheiten im Wallis, sogar eine hervorragende Wasserqualität an. Obschon gegenüber 2001 ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist, verleiht die grosse taxonomische Vielfalt, zu der auch einige im Wallis eher selten anzutreffende Taxa gehören, dem Vièze-Einzugsgebiet eine besondere Bedeutung für den Kanton.

Allerdings lässt sich in flussabwärtiger Richtung, und vor allem von Oktober bis März, eine abnehmende Milieu-Qualität nachweisen, insbesondere direkt unterhalb von Bauwerken, wie den beiden ARA und der Wasserfassung beim Pont du Pas. Die Qualitätseinbusse unterhalb der ARA lässt sich durch Einleitungen von ohne Nitrifikation gereinigtem Abwasser oder von ungereinigtem Abwasser aus Bypässen erklären. Bei der Wasserfassung liegen die Ursachen dafür in den biologischen Folgen von Störungen im Wasserhaushalt und/oder in naturgegebenen Umständen, wie grossen Gesteinsblöcken oder hoher Fliessgeschwindigkeit. Diese Erscheinungen wurden auch schon 2001 festgestellt.

In der Qualitätsabnahme von Oktober 2012 bis März 2013 zeigt sich der zunehmende entropische Druck in der Wintersaison, der 2001 noch nicht erkennbar war.

Dennoch hat sich die Wasserqualität in der Vièze und ihren Zuflüssen unterhalb Morgins seit den Untersuchungen von 2001 verbessert, was auch unterhalb Val d'Illiez der Fall ist, seitdem die Ortschaften Val d'Illiez Dorf und Champoussin (2001) sowie Les Crosets (2002) an die ARA von Troitorrents, und die Ortschaft Chenarlier (2004) an die ARA von Monthey angeschlossen worden sind. Durch die seit 1997 festgesetzte Dotierwassermenge von 425 l/s unterhalb der Wasserfassung beim Pont du Pas konnte die biologische Wasserqualität merklich gesteigert werden, was sich in der vorliegenden Untersuchung bestätigt hat.

Zur Erhöhung der Wasserqualität in der Vièze und ihren Zuflüssen können die folgenden Massnahmen empfohlen werden:

- Umsetzung der im generellen Entwässerungsplan (GEP) vorgesehenen Massnahmen, zwecks Beseitigung der im Abwassersystem festgestellten Defizite, und Anschluss allenfalls noch vorhandener Abwassereinleitungen an eine ARA;
- Reduktion der Fremdwassermengen (gegenwärtig bei 65%), welche die Funktionstüchtigkeit und die Reinigungsleistung der ARA Champéry und Troitorrents beeinträchtigen;
- Durchführung systematischer Inspektionen im Entwässerungsnetz und schnelles Intervenieren im Problemfall;
- Prüfung der Möglichkeit eines Anschlusses der ARA Champéry an die ARA von Troistorrents (via Val d'Illiez), zwecks Vermeidung von Einleitungen der ARA Champéry in den Oberlauf der Vièze;
- Anlässlich künftiger Erneuerungen oder Erweiterungen der ARA Troistorrents: Einplanung des Einbaus einer Nitrifikationsstufe in der Abwasserbehandlung;
- Verbesserung der ökomorphologischen Struktur in den defizitären Gewässerabschnitten, insbesondere auf der Strecke in der Ebene, zwecks Schaffung einer naturnäheren Morphologie mit grösserer Substratvielfalt.

Sion, décembre 2013

Document établi par Régine Bernard, Laurent Vuataz et Dr François Straub

## 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.*

Agences de l'Eau, 2000. Indice Biologique Global Normalisé I.B.G.N. NF-T90-350. Guide technique. *Agence de l'eau 2<sup>ème</sup> édition, 37p.*

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., 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.*

COSTE M. et PRYGIEL J., 1998. Mise au point de l'indice biologique diatomée, un indice diatomique pratique applicable au réseau hydrographique français. *L'eau, l'industrie, les nuisances, n° 211, 1998.*

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.*

EAWAG, 1991. L'azote dans l'air et l'eau. *Nouvelles de l'EAWAG n° 30. Dübendorf.*

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.*

ETEC, 2000. Etude statistique des données hydrobiologiques du Canton du Valais. *Service de la Protection de l'Environnement de l'Etat du Valais.*

ETEC & CORDONIER A., 2001. Observation de la qualité des eaux de surface ; campagne 2000 : la Morge. *Service de la protection de l'environnement. Canton du Valais.*

ETEC & CORDONIER, A., 2002. Observation de la qualité des eaux de surface du canton du Valais. Campagne 2001 : Vièze d'Illiez et Vièze de Morgins. Rapport Bureaux ETEC Sàrl et Drosera SA pour le Service de la protection de l'environnement (canton du Valais), 59 p. et 4 annexes.

ETEC & CORDONIER A., 2003. Observation de la qualité des eaux de surface ; campagne 2003 : La Fare. *Service de la protection de l'environnement. Canton du Valais.* 56 p. + annexes.

ETEC & CORDONIER A., 2004. Observation de la qualité des eaux de surface ; campagnes 2003-2004 : Le Trient. Service de la protection de l'Environnement. *Canton du Valais.* 59 p. + annexes

ETEC & CORDONIER A., 2005. Observation de la qualité des eaux de surface ; campagnes 2004-2005 : La Liène. Service de la protection de l'Environnement. *Canton du Valais.* 52 p. + annexes

ETEC & CORDONIER A., 2006. Observation de la qualité des eaux de surface ; campagnes 2005-2006 : La Dranse de Ferret. Service de la protection de l'Environnement. *Canton du Valais.* 55 p. + annexes

ETEC & STRAUB F., 2007. Observation de la qualité des eaux de surface ; campagnes 2006-2007 : La Salentse. Service de la protection de l'Environnement. *Canton du Valais.* 50 p. + annexes

ETEC & STRAUB F., 2007. Observation de la qualité des eaux de surface ; campagnes 2006-2007 : La Sionne. Service de la protection de l'Environnement. *Canton du Valais.* 54 p. + annexes

ETEC & STRAUB F., 2009. Observation de la qualité des eaux de surface ; campagnes 2007-2009 : Le Rhône de Gamsen à Martigny. Service de la protection de l'Environnement. *Canton du Valais.* 125 p. + annexes.

BERNARD, R. & STRAUB, F., 2010. Observation de la qualité des eaux de surface du canton du Valais. Campagne 2009-2010 : La Navisence. Rapport Bureaux ETEC Sàrl et PhycoEco pour le Service de la protection de l'environnement (canton du Valais), 75 p. et 4 annexes.

FALASCO, E., BONA, F., BADINO, G., HOFFMANN, L. & ECTOR, L., 2009. Diatom teratological forms and environmental alterations: a review. *Hydrobiologia* 623 : 1-35.

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., 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.

HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P. 2007: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Diatomées Niveau R (région). État de l'environnement n° 0740. Office fédéral de l'environnement, Berne. 132 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.

HOFMANN G., 1987. *Diatomeengesellschaften saurer Gewässer des Odenwaldes und ihre Veränderungen durch anthropogene Faktoren*. Diplomarbeit an der Universität Frankfurt am Main : 1-264 .

IDEALP, BINA, FORUM UMWELT AG, NIVALP SA et GREN 2009a. Notice d'impact de purge et vidange. Bassin de Mottec – FMG. Rapport pour le canton du Valais, 29 p.

IDEALP, BINA, FORUM UMWELT AG, NIVALP SA et GREN 2009b. Notice d'impact de purge et vidange. Bassin de Vissoie – FMG. Rapport pour le canton du Valais, 25 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.

IMPACT et al., 1991. « Gestion de l'eau ; UTGE n° 13 Vièze. Hydrologie, débit moyen et étiage ». Canton du Valais

IMPACT et al., 1993. Rapport d'impact pour l'octroi de nouvelles concessions pour l'usine de la Vièze. CIMO

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 pollution, Campagne 2004*, 117-129

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., METZELTIN D., 1996. Indicators of Oligotrophy 800 taxa representative of three ecologically distinct lake type. *Iconographia Diatomologica, Volume 2*. Koeltz Scientific Books. 1996. 390 p.

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.

LENOIR A. et COSTE M., 1996. Development of a practical diatom indice of overall water quality applicable to the french national water board network. In "Use of algae for monitoring rivers II. B.A. Whitton & E. Rott (eds), E Rott, Institut für Botanik, Univ. Innsbruck: 29-43.

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.

LECOINTE C., COSTE M., PRYGIEL J., 1993. OMNIDIA : software for taxonomy. Calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.

LOIR M., 2004. Guide des diatomées . *Les guides du naturaliste. Delachaux et Niestlé, Paris, 2004.* 239 pages

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.*

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

NIVALP et GREN 2010. Bassin de compensation de Mottec et bassin de compensation de Vissoie. Suivi des purges et vidanges 2009 et plan global de gestion des purges et vidanges sur le bassin versant de la Navizence. Rapport pour les Forces motrices de La Gougra SA, 41 p. et 6 annexes.

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.*

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.

RIMET F., et al., 2005. Benthic diatoms in western European streams with altitudes over 800 m : Characterisation of the main assemblages and correspondence with ecoregions. *A paraître dans J. of Phycology*

SCHIEFELE S., 1987. Indikationswert benthischer Diatomeen in der Isar zwischen Mittenwald und Landshut. *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 makrophytendominierten 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.*

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 & 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°11, sér., 14, p. 35-41.

STUCKI, P., 2010. Méthodes d'analyses et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Macrozoobenthos-niveau R. L'Environnement Pratique n°1026. *Office Fédéral de l'Environnement, Berne*, 61 p.

Van de Vijver, B., Ector, L., Beltrami, M. E., De Haan, M., Falasco, E., Hlúbiková, D., Jarlman, A., Kelly, M., Novais, M. H. & Wojtal, A. Z. 2011. A critical analysis of the type material of *Achnanthidium lineare* W. Sm. (Bacillariophyceae). *Algological Studies* 136-137 : 167-191.

## ANNEXES

Annexe 1 : Tableau des résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques effectuées sur le bassin versant des Vièzes en 2012 et 2013.

Annexe 2 : Diatomées et qualité des eaux de rivières : méthodes du bureau PhycoEco, juin 2010.

Annexes 3 : Tableau des résultats bruts des analyses des peuplements de diatomées du bassin versant des Vièzes en 2012. **Voir fichier électronique.**

## ANNEXES 1

**Tableau des résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques effectuées sur le bassin versant des Vièzes en 2012 et 2013.**

Rivière	Lieu - Station	Code	Altitude	Date	ANALYSES IN SITU						ANALYSES EN LABORATOIRE										BACTERIOLOGIE			
					Débit	temp.	Cond.	pH	O2	O2	Cond. Labo	pH	MES	COT	CI	COD	Ptot	PO4	NH4	NO2	NO3	Germes aérob. méso	Esch. Coli	Entéro-coques
								l/s	°C	µS/cm														
V. de Morgins	1-Amont Morgins	VIE-MOR 06.4	1330	08.08.12	240	8.0	606	7.8	10.4	102	599	8.2	0.1	1.07	0.2	0.80	0.041	0.004	0.015	0.000	0.21	450	73	110
V. de Morgins	2-Amont Moulins Troistorrents	VIE-MOR 00.3	744	08.08.12	54	13.8	397	7.9	9.6	100	383	8.4	0.1	1.58	10.0	1.40	0.004	0.000	0.013	0.000	0.37	540	130	210
V. de Saufla	10-La Lui	VIE_SAU 00.8	1080	08.08.12	624	9.3		8.1	10.3	100	240	8.2	0.1	0.93	0.1	0.75	0.005	0.004	0.017	0.000	0.32	230	80	13
Vièze	3-Les Creusets	VIE 20.4	1420	08.08.12	90	12.6	659	7.9	9.3	102	635	8.3	0.1	0.70	0.1	0.63	0.041	0.006	0.011	0.000	0.22	430	141	71
Vièze	4-Amont Grand Paradis	VIE 16.7	1070	08.08.12	204	10.0	456	8.2	10.3	102	442	8.3	0.1	1.35	0.2	0.75	0.040	0.000	0.010	0.000	0.36	360	540	230
Vièze	5-Aval Step Champéry	VIE 13.8	905	08.08.12	1170	11.7	350	8	10.2	100	335	8.1	0.5	0.92	0.7	0.83	0.024	0.000	0.018	0.001	0.39	750	2700	40
Vièze	6-Amont Pont du Pas	VIE 07.9	710	08.08.12	>2'000	13.1	405	8	9.9	102	388	7.9	1.6	1.17	1.5	0.90	0.005	0.001	0.068	0.001	0.49	4'100	9'600	3'400
Vièze	7-Aval Pont du Pas (idem Am)	VIE 07.7	715	08.08.12	254	14.2	402	8	9.8	101	388	7.9	1.6	1.17	1.5	0.90	0.005	0.001	0.068	0.001	0.49	4'100	9'600	3'400
Vièze	8-Amont Usine Vièze	VIE 03.0	460	08.08.12	497	13.6	455	8	10	101	399	8.3	0.1	1.27	6.9	1.06	0.026	0.005	0.150	0.038	1.42	900	1'600	450
Vièze	9-Monthey amont confluence Rhône	VIE 00.2	395	08.08.12	>2'000	14.1	425	8.2	10.5	106	407	8.4	1.4	1.69	2.7	0.91	0.004	0.000	0.042	0.008	0.64	1240	1200	1030
V. de Morgins	1-Amont Morgins	VIE-MOR 06.4	1330	24.10.12	321	6.2	544	8.5	10.5	99	531	8.2	0.0	0.75	1.4	0.70	0.001	0.001	0.011	0.001	0.18	120	4	6
V. de Morgins	11-Amont Captage (Aval Morgins)	VIE-MOR 03.5	1255	24.10.12	205	6.9	533	8.4	10.5	99.2	524	8.3	0.1	0.90	0.9	0.85	0.009	0.001	0.013	0.001	0.27	460	300	300
V. de Morgins	2-Amont Moulins Troistorrents	VIE-MOR 00.3	744	24.10.12	36	9.6	391	8.5	10.4	99	376	8.3	0.1	1.38	8.7	1.18	0.010	0.006	0.011	0.002	0.82	130	163	55
V. de Saufla	10-La Lui	VIE_SAU 00.8	1080	24.10.12	163	7.4	299	8.5	10.6	99.2	287	8.2	0.1	0.68	0.1	0.65	0.001	0.001	0.006	0.001	0.30	60	4	1
Vièze	3-Les Creusets	VIE 20.4	1420	24.10.12	70	8.4	576	8.5	9.9	98.8	538	8.2	0.1	0.92	0.4	0.71	0.001	0.001	0.023	0.002	0.21	100	34	12
Vièze	4-Amont Grand Paradis	VIE 16.7	1070	24.10.12	216	8.4	493	8.3	10.4	99.2	481	8.3	0.1	0.94	0.2	0.85	0.004	0.001	0.015	0.001	0.31	90	7	5
Vièze	5-Aval Step Champéry	VIE 13.8	905	24.10.12	513	8.5	412	8.5	10.4	98.7	398	8.2	0.1	0.79	1.6	0.74	0.004	0.002	0.058	0.003	0.38	140	300	60
Vièze	6-Amont Pont du Pas	VIE 07.9	710	24.10.12		9.9	479	8.5	10.4	99	450	8.2	0.1	0.83	2.5	0.80	0.001	0.001	0.021	0.002	0.50	450	790	480
Vièze	7-Aval Pont du Pas	VIE 07.7	715	24.10.12		10.0	483	8.4	10.2	98.1	471	8.2	0.1	0.82	3.4	0.71	0.010	0.001	0.020	0.002	0.59	550	1490	390
Vièze	8-Amont Usine Vièze	VIE 03.0	460	24.10.12	289	11.1	468	8.1	10.3	98	452	8.3	0.1	1.22	9.0	1.10	0.016	0.008	0.474	0.047	1.21	3500	3000	1000
Vièze	9-Monthey amont confluence Rhône	VIE 00.2	395	24.10.12		10.5	480	8.4	10.6	98	469	8.2	0.5	1.63	3.4	0.94	0.004	0.003	0.072	0.009	0.68	660	1'320	400
V. de Morgins	1-Amont Morgins	VIE-MOR 06.4	1330	06.03.13	291	3.2	703	8.2	11.3	101	648	8.2	0.0	0.61	0.5	0.60	0.001	0.000	0.000	0.000	0.19	50	0	2
V. de Morgins	11-Amont Captage (Aval Morgins)	VIE-MOR 03.5	1255	06.03.13	394	3.2	650	8.3	11.4	100	608	8.3	0.0	0.75	4.9	0.72	0.004	0.001	0.000	0.000	0.28	670	2'220	1'500
V. de Morgins	2-Amont Moulins Troistorrents	VIE-MOR 00.3	744	06.03.13	150	1.5	417	8.3	12.7	101	356	8.2	0.0	1.04	18.8	1.00	0.001	0.000	0.064	0.000	0.87	450	210	105
V. de Saufla	10-La Lui	VIE_SAU 00.8	1080	06.03.13	186	2.1	273	8.2	11.4	98	233	8.1	0.0	0.74	0.1	0.73	0.001	0.000	0.010	0.000	0.45	550	34	124
Vièze	4-Amont Grand Paradis	VIE 16.7	1070	06.03.13	407	3.1	532	8.3	11.1	97	499	8.2	0.0	0.60	0.1	0.60	0.000	0.000	0.187	0.000	0.33	580	10	6
Vièze	5-Aval Step Champéry	VIE 13.8	905	06.03.13	867	4.2	463	8.3	11.3	99	441	8.2	0.3	1.00	4.0	0.91	0.039	0.022	0.590	0.006	0.49	1500	1400	1640
Vièze	6-Amont Pont du Pas	VIE 07.9	710	06.03.13	2730	4.9	570	8.3	11.3	99	523	8.2	0.8	1.05	6.5	1.00	0.045	0.032	0.295	0.010	0.82	24000	3500	3500
Vièze	7-Aval Pont du Pas	VIE 07.7	715	06.03.13	366	4.7	571	8.2	11.5	100	565	8.2	0.0	1.01	10.3	1.00	0.030	0.027	0.254	0.008	0.79	15'000	3200	3000
Vièze	8-Amont Usine Vièze	VIE 03.0	460	06.03.13	800	3.5	523	8.2	11.8	95	485	8.2	2.8	1.25	18.5	1.19	0.014	0.005	0.632	0.020	1.49	480	1010	620
Vièze	9-Monthey amont confluence Rhône	VIE 00.2	395	06.03.13	2800	4.5	572	8.2	11.7	97	528	8.1	2.0	1.14	10.4	0.93	0.004	0.000	0.201	0.009	1.00	1600	2360	1210



**ANNEXES 2**

**Diatomées et qualité des eaux de rivières : méthodes du bureau PhycoEco, juillet 2013**

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

F. Straub, 8e édition juillet 2013

## Préambule

Les méthodes sélectionnées ci-dessous sont destinées à apprécier la qualité des eaux courantes de rivières uniquement. C'est la raison pour laquelle, seule la communauté de diatomées épilithiques (qui vit sur les galets) en plein courant 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 filamenteuses est gratté à l'aide de l'appareil de Douglas (DOUGLAS, 1958) sur une surface de 4.9 cm<sup>2</sup>. 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 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 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., 2007 p. 129), légèrement modifiée : l'usage des acides à chaud a été remplacé par un traitement à H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à froid pendant 4 à 6 semaines.

Les frustules nettoyés sont repris en suspension avec des volumes connus d'eau déminéralisée, pour pouvoir estimer quantitativement la biomasse des diatomées présentes 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 (monstrueuses) 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 conçues par le Bureau AquaPlus, de Zoug, 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 de traitement	Non	Non	Oui	Oui	Oui
			Epuration nécessaire	Mesures nécessaires	Mesures immédiates nécessaires

- **Densité de diatomées et biomasse**

La densité de diatomées est exprimée en nombre de cellules de diatomées par cm<sup>2</sup>. Des variations de densité peuvent être liées à des fluctuations des concentrations d'engrais, de substances toxiques dans les eaux et de température. En rivière, la densité 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 densité est en général plus élevée). En cas de fortes turbidités, le pouvoir d'érosion de l'eau est supérieur, si bien que la densité des diatomées (et du périphyton en général) est moindre. Cette analyse de densité des diatomées est réalisée en routine.

A partir des valeurs de densité de cellules de chaque taxons, on peut estimer la biomasse de chaque espèce, via son biovolume et en tenant compte arbitrairement d'une masse volumique de 1,0. En faisant la somme de ces biomasses spécifiques, on obtient une bonne estimation de la biomasse du peuplement. Cette estimation est réalisée sur demande pour des études écologiques détaillées.

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

Ce taux est exprimé en % par rapport à l'ensemble des diatomées et des restes présents selon la formule suivante :

$$\text{Taux de fragmentation [%]} = 100 * \Sigma \text{ fragments de valves} / \Sigma \text{ fragments de valves} + \Sigma \text{ valves entières}$$

Pour les relevés tous les moindres fragments portant des ornements de diatomées sont comptés comme unité et seules les valves à 100% intactes sont comptées à l'unité comme valves entières. Seuls les morceaux de bandes connectives sont comptés avec les fragments. Par contre les bandes connectives entières ne sont pas dénombrées

En rivière, dans les eaux courantes à des vitesses  $\geq 0.2$  m/s, les taux de fragmentation sont normalement  $\leq 60\%$  lorsqu'on utilise la méthode de préparation à HCl et H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à froid. 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. L'utilisation d'acides à chaud provoque une fragmentation artificielle plus élevée que la méthode préconisée ici et libère également plus de bandes connectives (Hürlimann. J. com. orale 7.2013). Dans ce cas un étalonnage du taux normal de fragmentation doit être fait.

Comme pour la densité des peuplements, 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) et des variations de turbidité. Dans des secteurs plus calmes ou des bras morts (comme aussi dans les lacs), les taux de

fragmentations sont plus élevés, car la sédimentation y est plus forte. Nous n'avons pas d'expérience pour l'instant, pour fixer une norme pour les eaux stagnantes.

- **Base taxonomique**

Bien que de nombreuses révisions taxonomiques ont été publiées depuis, en particulier l'explosion de certains genres dans une multitude de nouveaux genres, la flore de KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1986-1991 reste indispensable, surtout par le fait qu'elle est complète. C'est sur cette base que le catalogue floristique du manuel du DI-CH (HÜRLIMANN & NIEDERHÄUSER 2001, 2007) a été conçu. Récemment publié, l'ouvrage de HOFMANN *et al.* 2011, destiné à la routine des analyses en rivières, s'est révélé être très utile. Entre ces deux extrêmes, de multiples révisions sont utilisées, en particulier celles de K. Krammer pour *Cymbella* s.l., de H. Lange-Bertalot pour *Navicula* s.l. et de E. Reichardt pour *Gomphonema* s. str. Il serait trop laborieux de citer toutes ces références ici, mais nous restons à disposition pour toute question complémentaire liée à ce sujet.

- **Diversité floristique**

Le nombre d'espèces de diatomées relevées au dénombrement représente la richesse floristique observée 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. La flore dominante représente le nombre de taxons relevés au cours du dénombrement standard de 500 valves par échantillon. Ce nombre peut être comparé aux données floristiques existantes pour le territoire suisse, car le standard fixe un effort constant de recherche. Pour comparaison, la flore dominante du 50% des prélèvements réalisés dans les rivières suisses ( $n = 3694$ ) est constituée par 20 à 30 taxons, prélèvements provenant en majorité du Plateau en zones agricoles et urbaines.

La flore observée comprend en plus des taxons moins abondants, qui sont relevés en plus du dénombrement, au cours d'un effort complémentaire de 0.4 heure de recherche par échantillon. Il s'agit d'une flore potentielle, qui est implantée dans le milieu et qui est prête à se développer, si les conditions changent (saisons, restauration du milieu ou dégradation). Ce nombre ne peut être comparé qu'au petit nombre de relevés pour lesquels cet aspect du peuplement a aussi été étudié.

La somme de la flore dominante et de la flore potentielle est la flore observée en cours d'analyse.

La flore totale (en particulier pour une station) n'est pas envisagée dans ce genre d'analyse, car pour l'appréhender, un très gros effort de recherche serait nécessaire en multipliant à la fois les prélèvements et l'effort d'investigation des sous-échantillons.

- **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 1994). 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.

Dans le manuel du DI-CH (HÜRLIMANN et NIEDERHAUSER 2007, p. 55), les valeurs présentées de l'indice de Shannon sont calculées en logarithmes de base 2. Sur 3694 échantillons, ils indiquent que la grande majorité des communautés étudiées dans les rivières suisses livrent des indices entre 2.75 et 3.75, avec une médiane située à 3.35. Les indices  $\leq 2.0$  sont révélateurs de situations exceptionnelles : oligotrophie, surcharges de carbonates comme dans les sources karstiques, peuplements pionniers de colonisation ou pollutions excessives.

Dans la base de données de PhycoEco l'indice de diversité de Shannon a été calculé avec le logarithme naturel. D'après ces mêmes 3694 échantillons, avec cette méthode de calcul, la majorité des communau-

tés livrent de indices de 1.90 à 2.65, avec une médiane à 2.35. Les indices  $\leq 1.4$  révèlent les situations exceptionnelles citées ci-dessus. Le rapport entre les deux méthodes de calcul est illustré sur la figure 1 ci-dessous.

Lorsqu'on reprend des valeurs de biodiversité de la littérature pour comparaison, il faut essayer de découvrir avec quelle base les auteurs calculent l'indice de Shannon (que l'on peut théoriquement calculer avec n'importe quelle base logarithmique). En France il est parfois calculé avec le logarithme décimal, les Anglo-saxons utilisent souvent le logarithme naturel, HÜRLIMANN et NIEDERHAUSER 2007 ont préféré utiliser le logarithme de base 2, car avec cette méthode la dispersion des résultats est meilleure. Si l'utilisation de telle ou telle base logarithmique peut se justifier mathématiquement, il est fort probable, que la plupart des auteurs (comme nous d'ailleurs), utilisent une base en fonction de leur origine "culturelle"

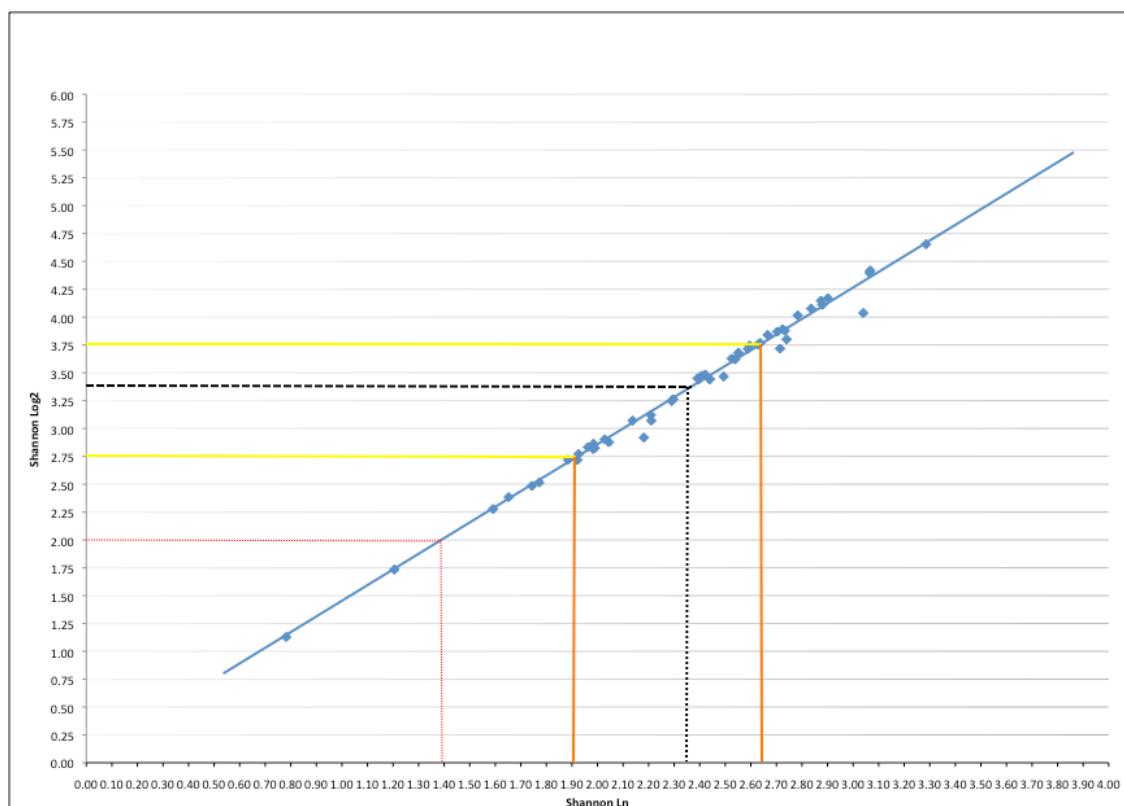


Figure 1 : correspondance entre les valeurs de l'indice de Shannon calculé en log2 et en ln

- **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 (fig. 2). Sur l'abscisse du diagramme figure le coefficient de communauté  $S_7$  de Jaccard (LEGENDRE & LEGENDRE 1984) :

$$S_7(y_1, y_2) = \underline{\quad a \quad}.$$

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 communautés. 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 2 (J. Hürliann, com. orale).

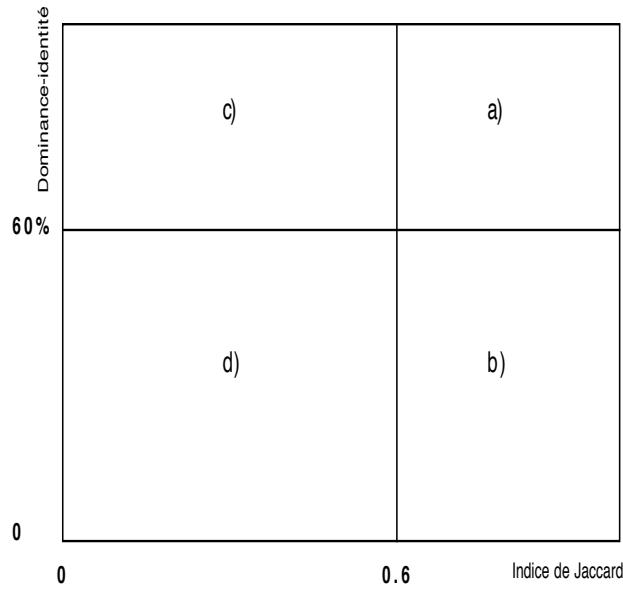


Figure 2 : cadre du diagramme de similitude servant à comparer deux communautés sur la base de l'indice de Jaccard et de la dominance-identité.

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 dé-

rive 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 tératologiques**

Ce taux est exprimé en % de l'ensemble des diatomées non fragmentées. Dans les tableaux des résultats bruts livrés avec les rapports en annexes, figurent les espèces trouvées également sous formes monstueuses (surlignées en rose). 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 tératogènes 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, FALASCO *et al.* 2009). 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 en 2004 auprès des membres de l'ADLAF). Avec l'avance de la recherche, nous pensons que des taux plus faibles que 1%, qui affectent en particulier des espèces polluo-résistantes sont à prendre en considération. Pour affiner l'examen de ces formes, nous proposons aux diatomistes suisses de relever les formes tératologiques, toujours par espèces (lorsque elles sont identifiables), en 4 types :

Type 1 : contour de la valve intact, seules quelques stries sont légèrement déformées

Type 2 : contour de la valve intact, beaucoup de stries et le raphé sont déformés

Type 3 : le contour de la valve est déformé ainsi que les structures (stries et raphé)

Type 4 : le contour de la valve est déformé mais pas les stries ni le raphé (cas fréquent chez *Achnanthes minutissima* var *minutissima* et *Diatoma ehrenbergii* lors de développements massifs)

- **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 NIEDERHAUSER 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. 2007).

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, chlorure, 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 suivante de ZELINKA & MARVAN 1961 :

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

où DI-CH = indice diatomique suisse  
 Di = valeur de classement du taxon i sur la base de sa préférence autoécologique  
 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 huit groupes de départ sont distribués dans 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.

- **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 sensibles envers ces matières ou 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 donné en 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 Tableau 2.

<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>
<b>I : oligosaprobie</b>		
Non chargé à peu chargé	* très sensibles $\geq 90\%$	Très bon
95% < saturation O <sub>2</sub> < 105%	sensibles + tolérants + très tolérants $\leq 10\%$	
DBO5 moyen < 2 mg/l		
<b>I-II : oligo-β-mésosaprobie</b>		
Peu chargé	* très sensibles $\geq 50\%$	Très bon
Déficit d'O <sub>2</sub> < 15 %	sensibles + tolérants + très tolérants $\leq 50\%$	
<b>II : β-mésosaprobie</b>		
Modérément chargé	très sensibles $\leq 10\%$ , sensibles $\geq 50\%$	Bon
Déficit d'O <sub>2</sub> < 30 %	tolérants + très tolérants $< 50\%$	Moyen
DBO5 moyen < 4 (6) mg/l		
<b>II-III : β-α-mésosaprobie</b>		
Charge critique	0% < sensibles $\leq 50\%$ , $\leq 50\%$ tolérants + très tolérants $< 90\%$	Médiocre
Déficit d'O <sub>2</sub> < 50 %		
DBO5 moyen < 7 (10) mg/l		
<b>III : α-mésosaprobie</b>		
fortement pollué	sensibles $\leq 10\%$ , tolérants $\leq 50\%$	Mauvais
Déficit d'O <sub>2</sub> < 75 %	très tolérants $< 50\%$	
DBO5 moyen < 13 mg/l		
<b>III-IV : α-méso-polysaprobie</b>		
très fortement pollué	10% < sensibles + tolérants $< 50\%$	Mauvais
Déficit d'O <sub>2</sub> < 90 %	très tolérants $> 50\%$	
DBO5 moyen < 22 mg/l		
<b>IV : polysaprobie</b>		
excessivement pollué	sensibles + tolérants $\leq 10\%$	Mauvais
Déficit d'O <sub>2</sub> > 90 %	très tolérants $\geq 90\%$	
DBO5 moyen < 22 (15) mg/l		

Tableau 2 : Grille de diagnostic des classes de qualité d'eau à partir des proportions des classes de sensibilités différentes 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). Dès 20% de diatomées très sensibles, avec le reste formé de sensibles dont *Ach. pyrenaicum*, les eaux peuvent être qualifiées de très faiblement β-mésosaprobes de classe (I)-II.

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 de assemblages de diatomées sont résumées au Tableau 2.

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 ( $O_2!$ ) 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).

- **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 nutritive) 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 indicelle 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 engrais les eaux de percolation. C'est aussi le résultat de la dégradation des matières organiques, qui proviennent des égouts, et qu'une certaine oxygénéation 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). Un complément de liste figure dans l'ouvrage de HOFMANN et al. 2011. 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 4 : 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 insuffisants ou trop partiels 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-Gebiete (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 tématologiques chez les diatomées. 1 Introduction. *Diatomania* 10, 18-38.

FALASCO, E. BONA, F. BADINO, G. HOFFMANN, L. & ECTOR, L. 2009. Diatom teratological forms and environmental alterations: a review. *Hydrobiologia* 623, 1-35.

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.

HOFMANN G., WERUM M. & LANGE-BERTALOT H. 2011. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Koeltz Scientific Books, Königstein, 908 pp.

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. 2007: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Diatomées Niveau R (région). État de l'environnement n° 0740. Office fédéral de l'environnement, Berne. 132 p. (<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00077/index.html?lang=fr>)

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 - erste Ergebnisse. *Studies on Diatoms, Lange-Bertalot-Festschrift*, A.R.G. Ganter Verlag K.G., Ruggell, 401-415.

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 Landshut*. 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 makrophytendominierten 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*, nle sér., 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

Annexe I : Prélèvements de diatomées : en vue des indications de qualités des eaux, d'application des indices de qualité et d'estimation des biomasses. Protocole détaillé.

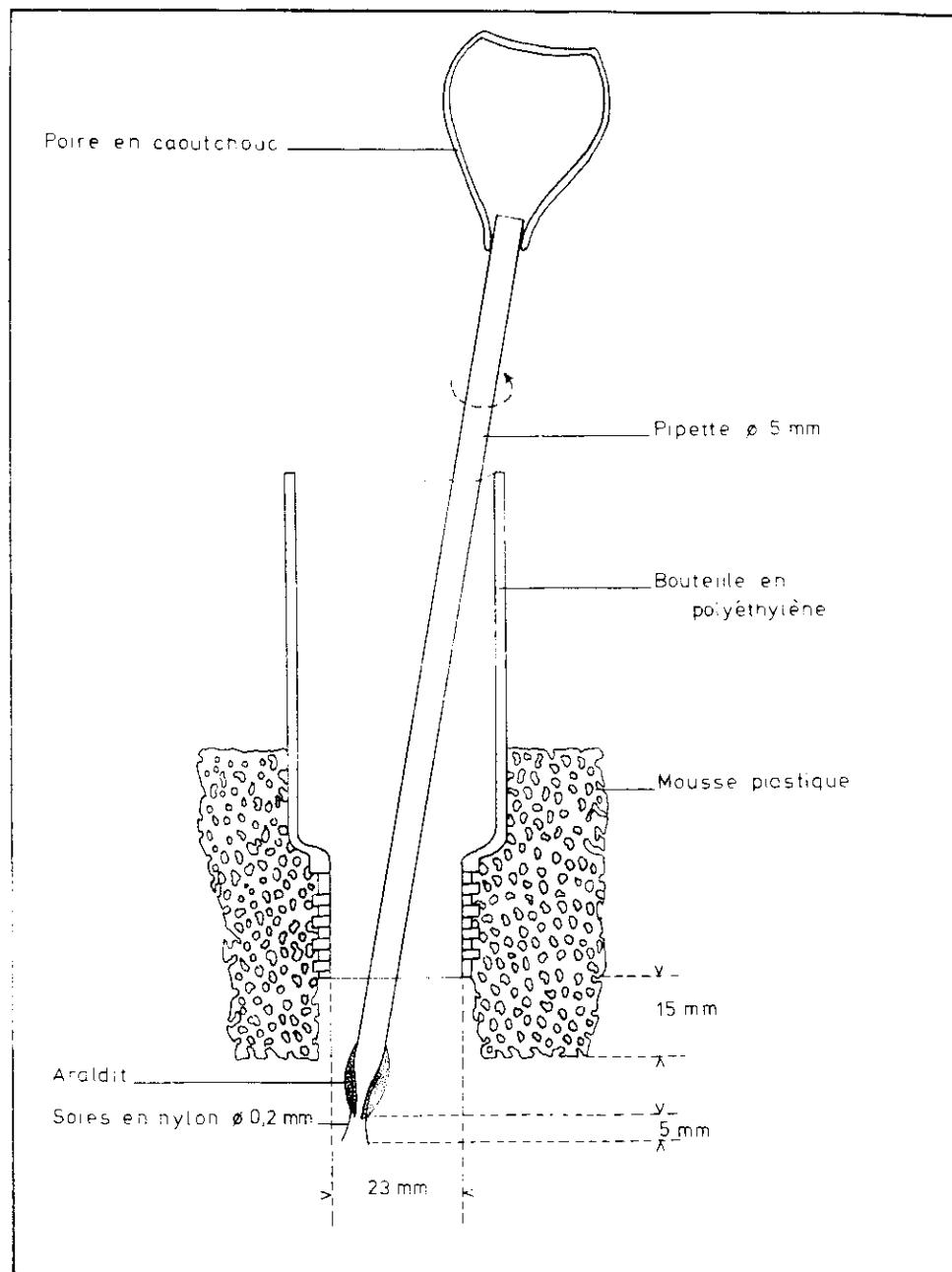
Annexe I

**Prélèvements de diatomées : en vue des indications de qualités des eaux, d'application des indices de qualité et d'estimation des biomasses**

**Protocole détaillé**

- 1) Choisir au minimum trois pierres le plus plates possibles dans le courant (éviter des courants de moins de 0.2 m/s). Choisir des pierres sans algues filamenteuses. Si c'est impossible, enlever les algues filamenteuses avec des brucelles, avant de prélever sur les pierres.
- 2) Amener les pierres au bord et décrire le périphyton : épaisseur, couleur, présence de concrétions
- 3) Bien rincer l'appareil selon Douglas 1958 et la pipette à brosse avec l'eau du lieu.
- 4) Immerger la première pierre de telle façon que le périphyton soit environ sous 1 cm d'eau.
- 5) Appliquer le col du de l'appareil sur la pierre, en tenant l'éponge serrée, pour éviter qu'elle ne donne trop d'eau à l'intérieur.
- 6) Appliquer l'éponge sur la pierre en pressant bien l'appareil de telle façon qu'il ne bouge pas.
- 7) Gratter le périphyton délimité par le col de l'appareil, avec la pipette à brosse.
- 8) Aspirer la suspension et la recueillir dans une bouteille pour prélèvements
- 9) Continuer à gratter et aspirer jusqu'à ce que tout le périphyton soit enlevé.
- 10) Répéter cela sur la seconde pierre. Déverser le périphyton dans la même bouteille.
- 11) Répéter cela sur la troisième pierre. Déverser le périphyton dans la même bouteille.
- 12) Au besoin répéter cela avec une 4<sup>e</sup> ou une 5<sup>e</sup> pierre. Cet échantillon est utilisé pour l'analyse des diatomées qui débouche sur les calculs d'indice comme le DI-CH
- 13) Prélever enfin une surface de périphyton sur une des pierres et mettre le contenu dans une autre bouteille de prélèvement, dans laquelle on peut aussi recueillir des échantillons des algues filamenteuses qui poussent dans la station (échantillon à but qualitatif, conservé à l'état brut, pour l'étude des autres algues également)-
- 14) Fixer les deux bouteilles de prélèvement au formol à 30%, de telle façon que la concentration finale soit de 3%.
- 15) A l'endroit, où les pierres ont été prélevées faire trois mesures de la vitesse de l'eau, soit au moulinet, soit au bouchon dérivant attaché à une ligne de 2 mètres.
- 16) Envoyer les échantillons par poste en précisant combien de surfaces de prélèvements ont été grattées.
- 17) De retour au bureau, bien laver l'éponge au savon, brosser l'intérieur de la pipette avec une brosse de faible diamètre et laisser sécher.

Plan de l'appareil selon Douglas 1958 composé d'une bouteille à fond ouvert entouré d'une éponge d'étanchéité, une pipette à brosse et une tétine en caoutchouc



#### Références :

DOUGLAS, B. - 1958. The ecology of the attached diatoms and other algae in a small stony stream. *Journal of Ecology* 46 : 295-322.

STRAUB, F. - 1989. *Application de l'écologie des diatomées littorales de lacs carbonatés à la reconstitution des environnements préhistoriques d'un site archéologique : Hauteville-Champréveyres (lac de Neuchâtel)*. Thèse, Université de Neuchâtel, 286 pp.

### ANNEXES 3

**Tableau des résultats bruts des analyses des peuplements de diatomées du bassin versant des Vièzes en 2012.**

Voir fichier électronique