

ETUDE BIOLOGIQUE DE LA NAVISENCE (VS): INFLUENCE DES REJETS D'ÉGOÛTS ET DES PURGES DE BARRAGE SUR LA MACROFAUNE BENTHIQUE ¹

par Romaine Perraudin ²

ZUSAMMENFASSUNG

Biologische Untersuchung der Navisence (VS): Einfluss des Abwassers und der Abläufe der Talsperre Moiry auf die benthische Makrofauna

Von Juli bis Oktober 1982 und von April bis Juni 1983 wurden in der Navisence Probenentnahmen der benthischen Makroinvertebraten vorgenommen. Die Prüfung der Zusammensetzung der faunistischen Gemeinschaft hat uns gestattet, anhand der «Indices biotiques» von TUFFEREY und VERNEAUX (1967), biologische Indexe des Wasserlaufzustands auszurechnen.

Auf der Basis dieser Werte hat sich durch den Einfluss von Touristensiedlungen eine Anreicherung eines bisher oligotrophen (nährstoffarmen) Wassers herausgestellt. Diese Zunahme des Nährstoffgehalts ist für die benthische Fauna günstig, da sich in gewissen Zeiten des Jahres eine Erhöhung des biotischen Indexes unterhalb der Einmündung der Abwasser ergibt.

Die beim Ablauf der Talsperre Moiry oberhalb der Gougri fliessenden Hochwasser bewirken eine Verminderung der Individuenzahl in diesem Navisence-Nebenfluss, aber sie verändern die biologischen Indexe nicht.

INTRODUCTION

Les cours d'eau encore naturels fourmillent de vie, le poisson n'est que la pointe visible de la pyramide des organismes aquatiques, souvent méconnus. Soulevant un caillou, vous trouverez des planaires, des larves d'Insectes, qui après leur émergence seront des adultes ailés de phryganes, de perles ou de mouches. Les feuilles mortes ou

¹ Extrait d'un travail de diplôme effectué à l'Université de Genève, intitulé «Etude biologique de trois rivières de montagne».

² Condémines 37, 1950 Sion/VS.

les mousses sont broutées par des crustacés tels que le gammare, la crevette d'eau douce. Les mollusques de la classe des Gastéropodes sont aussi représentés dans les cours d'eau. Ces macroinvertébrés choisissent un biotope dans l'écosystème aquatique qui correspond à leur mode de nutrition: détritivore, brouteur, râcleur, filtreur, prédateur, etc. Ils se répartissent donc les pierres, la vase, les zones d'eau morte, les débris. Ces macroinvertébrés se distinguent des microinvertébrés quasiment invisibles à l'œil nu: protozoaires, microcrustacés du plancton, etc. Aux abords des cours d'eau vivent aussi des musaraignes et des oiseaux (cinclon plongeur, bergeronnette des ruisseaux) qui se nourrissent de ce petit monde aquatique.

La plupart des hôtes du cours d'eau ont des exigences en ce qui concerne la qualité physico-chimique de l'eau et celle des biotopes (substrat, débit, etc.) Si les conditions de vie ne leur conviennent



Larves d'insectes des ruisseaux de montagne. L'étude des communautés qu'elles forment avec d'autres invertébrés permet d'«ausculter» la santé du cours d'eau.

plus, ils disparaissent. Leur sensibilité plus ou moins grande à la pollution organique en fait des indicateurs biologiques de la qualité de l'eau: leur présence ou leur absence, interprétées avec précautions, permettent d'estimer la qualité sanitaire du cours d'eau.

Les analyses physico-chimiques indiquent la qualité d'une eau au moment du prélèvement. Or les polluants sont emmenés par le courant et dans certains cas ne laissent plus de traces dans le support aqueux. Tandis que les organismes vivant dans le lit du cours d'eau, sensibles à la pollution et relativement sédentaires, intègrent les événements polluants. Face à l'incapacité des analyses physico-chimiques à refléter l'état sanitaire réel d'un milieu aquatique, la mise au point de méthodes biologiques s'est imposée. Une de ces méthodes, celles des Indices Biotiques de TUFFÉRY et VERNEAUX (1967), a été appliquée sur la Navisence, dans le cadre d'un travail de diplôme effectué à l'Université de Genève, intitulé «*Etude biologique de trois rivières de montagne*». Le présent article reflète un extrait de cette étude réalisée d'autre part sur la Sionne et la Tourtemagne. La méthode des Indices Biotiques consiste à attribuer une note à l'état sanitaire d'un tronçon de cours d'eau sur la base de la sensibilité à la pollution des organismes que l'on y trouve.

La Navisence coule sur le sol cristallin, dans les Alpes valaisannes, dans un axe Sud-Nord. Elle prend sa source dans le Glacier de Zinal (2'000 m.) et se jette dans le Rhône à Chippis (532 m.). La Gouggra, son affluent, a son origine dans le Glacier de Moiry (2'349 m.) et draine les eaux du val du même nom, jusqu'à son embouchure dans la Navisence en amont de St-Jean. Ces ruisseaux alimentent plusieurs bassins d'accumulation: le barrage de Moiry et les bassins de Mottec, Vissoie et Chippis. Le Val d'Anniviers où serpente la Navisence est une vallée touristique et à certaines périodes de l'année sa population double par la présence de nombreux touristes: stations de Zinal, Grimentz, St-Luc et Chandolin. Les rejets imposés à ce cours d'eau sont principalement d'origine humaine et animale (élevage de bétail).

Cette étude porte sur 7 mois et touche 6 stations, réparties sur les 2 ruisseaux. Les indices biologiques calculés sur la base des échantillons de macroinvertébrés prélevés en chaque station, sont confrontés entre eux, ainsi qu'avec des analyses physico-chimiques de l'eau. L'intérêt pratique de cette recherche réside dans le diagnostic sanitaire du cours d'eau et dans l'étude des effets des rejets et des purges de bassin d'accumulation.

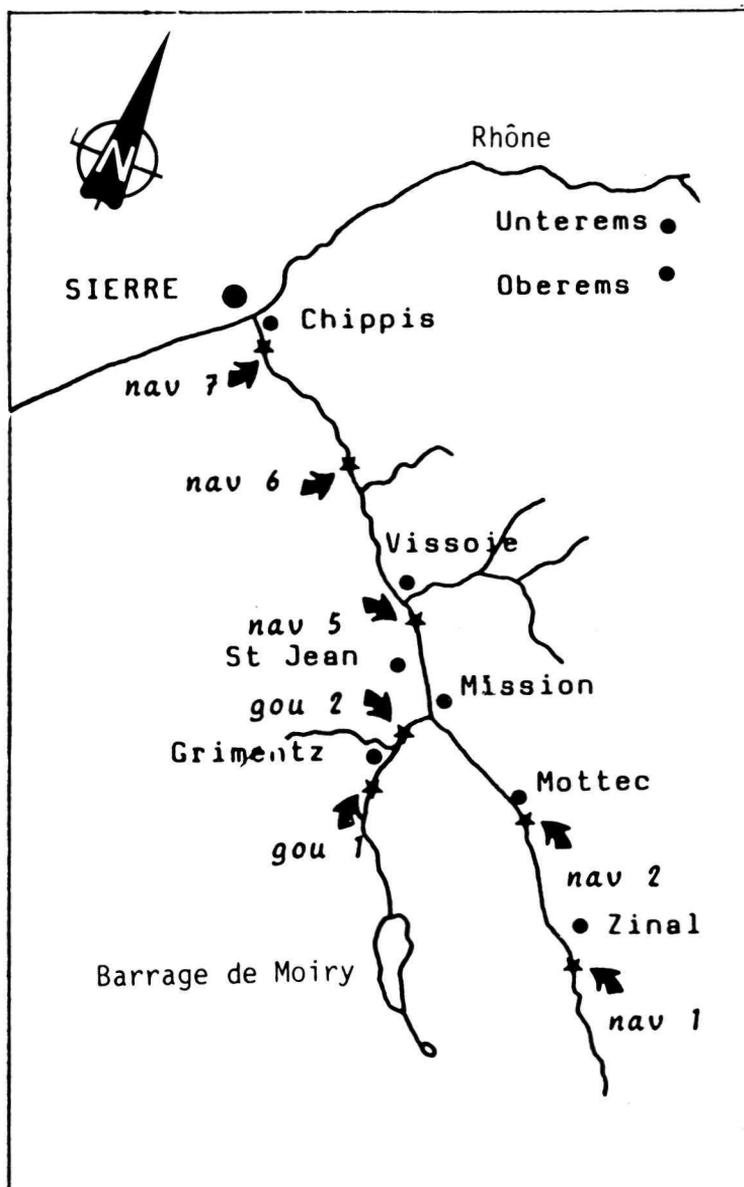


Fig. 1. Emplacements des points de prélèvement (↘★) sur la Gogra et la Navisence.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Analyses physico-chimiques

Sur le terrain, en chaque station, nous avons prélevé 1 litre d'eau pour les analyses chimiques que le Laboratoire du Service de l'Environnement de l'Etat du Valais a bien voulu effectuer:

ammoniacque et ammonium (mg d'azote/l), nitrites et nitrates (mg d'azote/l) bicarbonates (mili-équivalente), phosphore total (mg de P/l) et matières en suspension (mg/l).

De plus, 5 paramètres physico-chimiques furent mesurés sur place à l'aide d'une sonde HORIBA U.7: turbidité (mg/kg), conductivité (micro-Simens/cm), pH, oxygène dissous (mg/kg) et température de l'eau (°C).

La vitesse du courant a aussi fait l'objet de mesures.

Points de prélèvement et fréquence

L'étude a porté sur 7 mois et 6 stations de la Navisence et de la Gougra (tabl. 1). Les emplacements de prélèvements ont été choisis en amont et en aval de quelques villages pour étudier l'impact de la charge polluante dont ils grèvent les ruisseaux (fig. 1).

Site	Lieu-dit	Altitude	Situation
NAV 1	Pont du Teinson	1675 m	1 km en amont de Zinal
NAV 2	Pralong	1570 m	1,4 km en aval de Zinal
GOU 1	Pont de l'île au Bosquet	1599 m	1 km en amont de Grimentz
GOU 2	Les Fios	1390 m	600 m en aval de Grimentz
NAV 5	Plangirouc	1140 m	375 m en amont du bassin de compensation de Vissoie, et en aval des villages de St-jean et Mission
*NAV 6	Les Landoux	1000 m	375 m en aval du bassin de compensation de Vissoie
NAV 7		532 m	en amont de Chippis

* Ce point a été abandonné pour raison de sécurité. Il existait en effet un danger de s'aventurer dans le cours d'eau, car le bassin est très souvent vidangé au printemps et en été.

Tabl. 1. Situation des points de prélèvement.

Indices Biotiques (IB)

Les organismes benthiques (vivant sur le lit du cours d'eau) sont prélevés en 6 points d'une station du cours d'eau à l'aide d'un filet Surber (fig. 2): 3 en faciès lentique (faible courant) et 3 en faciès lotique (fort courant). Ils sont ensuite déterminés jusqu'à la famille, au genre ou à l'espèce selon les limites définies par les auteurs de la méthode. Ces taxons sont considérés comme des Unités Systématiques (U.S.).

L'indice Biotique se calcule à partir d'un tableau standard à double entrée (tabl. 2). A l'entrée horizontale, les principaux groupes faunistiques sont classés selon leur tolérance croissante à la pollution organique. L'entrée verticale consiste en 5 classes d'abondance cor-

I Groupes faunistiques	II Sous-groupes	III Nombre total des US présentes				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16 et +
1. Plécoptères ou <i>Heptagénéidés</i>	+ d'1 US	–	7	8	9	10
	1 seule US	5	6	7	8	9
2. Trichoptères à fourreau	+ d'1 US	–	6	7	8	9
	1 seule US	5	5	6	7	8
3. <i>Ancylidae</i> ou Ephéméroptères sauf <i>Heptagénéidés</i>	+ de 2 US	–	5	6	7	8
	2 ou – de 2 US	3	4	5	6	7
4. <i>Aphelocheirus</i> ou Odonates ou Gammaridés ou Mollusques (sauf <i>Sphaeridés</i>)	Toutes les US ci-dessus absentes	3	4	5	6	7
	Toutes les US ci-dessus absentes	2	3	4	5	–
5. <i>Sphaeridés</i> ou Hemiptères (sauf <i>Aphelocheirus</i>)	Toutes les US ci-dessus absentes	1	2	3	–	–
	Toutes les US ci-dessus absentes	0	1	1	–	–
6. <i>Tubificidés</i> ou <i>Chironomidés</i> des groupes <i>thummi</i> et <i>plumosus</i>	Toutes les US ci-dessus absentes	0	1	1	–	–
	Toutes les US ci-dessus absentes	0	1	1	–	–
7. <i>Eristalinés</i>	Toutes les US ci-dessus absentes	0	1	1	–	–

Tabl. 2. Tableau standard de détermination de l'indice biotique (TUFFÉRY et VERNEAUX, 1967).

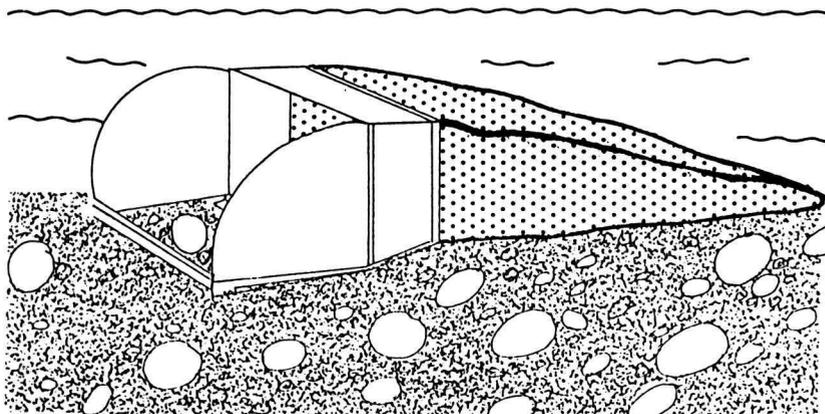


Fig. 2. Pour recueillir les macroinvertébrés, on dépose le filet Surber sur le lit, et on fouille le sol et rince les cailloux devant l'entrée du filet.

respondant au nombre d'unités systématiques présent dans l'échantillon et définissant ainsi sa richesse faunistique. A partir de la composition de l'échantillon, nous trouvons à l'intersection des 2 axes choisis la valeur de l'indice biotique correspondant à la qualité sanitaire du tronçon étudié.

Les eaux les plus pures ont un IB de 10, tandis que les eaux de moins bonne qualité ont un indice proche de 0. L'interprétation de l'indice porte sur sa variation spatiale, le long de la rivière en plusieurs stations, et temporelle, à différentes périodes de l'année.

RESULTATS ET DISCUSSION

Analyses physico-chimiques (annexe 1a - 1c)

Selon les résultats des analyses physico-chimiques, la Navisence n'est pas polluée sur les tronçons étudiés. Les concentrations observées sont toutes sans exception en dessous des normes de l'objectif de qualité de l'Ordonnance Fédérale sur le Déversement des Eaux Usées de décembre 1975 et de la moyenne des eaux suisses. Elles ne décèlent donc aucune pollution.

Des altérations ont toutefois été constatées sur le terrain, mais la sursaturation en oxygène dissous, la dilution et le débit torrentiel permettent une autoépuration efficace. La matière organique rejetée est aussitôt oxydée, minéralisée et emportée par le courant.

Seules des analyses physico-chimiques en continu permettraient une évaluation des charges polluantes effectives. Une analyse de sédiments mettrait peut-être en évidence une pollution chronique, par des matières polluantes absorbées par le substrat. Ces méthodes seraient toutefois coûteuses et peu pratiques pour l'étude de cours d'eau peu pollués.

Dans notre étude nous ne pouvons pas étayer les hypothèses émises lors de l'interprétation des indices biologiques par le résultat des analyses physico-chimiques, car les concentrations sont trop faibles et jamais significatives d'une pollution.

Liste faunistique de la Navisence et de la Gougra

Dans la Navisence nous avons recensé 32 taxons d'invertébrés benthiques (tabl. 3). Ce sont dans la presque totalité des larves d'Insectes, accompagnées d'un taxon de Triclades (vers plats), d'un taxon d'Hydracarien et de deux Oligochètes.

Qualité biologique de la Navisence et de la Gougra

(fig. 4 et annexe 2a - 2c)

La qualité biologique de la Navisence et de son affluent est globalement bonne; les IB sont tous supérieurs à 5. Selon Tufféry et Vernaux «la méthode est essentiellement comparative, mais il est généralement admis que pour une valeur de 5, un stade critique de pollution est atteint».

L'indice de la station en amont de Zinal n'est pas maximal car l'eau en cet endroit est pauvre en nutriments. En amont de ce point, il n'y a pas de rejets de matière organique, et la distance à la source est faible. L'uniformité des biotopes et le bas niveau trophique de l'eau expliquent que peu d'organismes peuvent vivre dans cette station.

Les rejets de Zinal enrichissent une eau qui était oligotrophe en amont de la station. Ce phénomène est visible sur les histogrammes des mois de juillet, août et septembre 1982 (fig. 4): les IB augmentent entre NAV 1 et NAV 2 grâce à une faune de meilleure composition. Au mois d'octobre, cela n'est plus le cas, car de nouveaux genres de Plécoptères, sensibles à la pollution donc indicateurs d'une bonne qualité sanitaire, ont pu coloniser la station NAV 1, grâce à la baisse du débit. L'IB de cette station a donc augmenté.

L'effet des rejets de Grimentz est transféré dans une portion moins rapide de la Navisence que le point GOU 2 en aval de la station touristique. Il se fait sentir là où sont aussi rejetés les égoûts de St-Jean et Mission, en NAV 5. Il s'agit d'un transfert de pollution (LEMLY, 1982). En septembre, l'apport de nutriments provoque l'augmentation du niveau trophique de l'eau (charge en nutriments) en aval de Grimentz et le transfert de pollution diminue avec le débit, ce qui a pour conséquence une amélioration de l'IB en GOU 2. Ce phénomène-

Embranchement	Classe	Sous-classe	Ordre	Famille, sous-famille tribu, genre, espèce
<i>Plathelminthes</i>	<i>Turbellaria</i>	<i>Tricladida</i>		<i>Crenobia alpina</i> (Dana)
<i>Annelida</i>	<i>Oligochaeta</i>			<i>Lumbricidae</i> <i>Tubificidae</i>
<i>Arthropoda</i>	<i>Arachnida</i>	<i>Acarina</i>		-
	<i>Insecta</i>		<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetis</i> sp. <i>Epeorus alpicola</i> Etn. <i>Rhithrogena semicolorata</i> Curt. <i>Ecdyonurus venosus</i> F.
			<i>Plecoptera</i>	<i>Rhabdiopteryx alpina</i> Kühtr. <i>Nemoura mortoni</i> Ris. <i>Protonemura brevistyla</i> Ris. <i>Leuctra alpina</i> Kühtr. <i>Isoperla rivulorum</i> Pictet <i>Perlodes jurassica</i> Aubert <i>Chloroperla tripunctata</i> Scop.
			<i>Coleoptera</i>	<i>Limnius</i> sp.
			<i>Trichoptera</i>	<i>Rhyacophila oblitterata</i> Mc L. <i>Drusus discolor</i> Ramb. <i>Potamophylax latipennis</i> Curt.
			<i>Diptera</i>	<i>Blepharoceridae</i> <i>Tipulidae</i> <i>Limoniidae</i> , <i>Dicranota</i> sp. <i>Psychodidae</i> <i>Simuliidae</i> <i>Chironomidae</i> : <i>Tanypodinae</i> <i>Diamesinae</i> <i>Prodiamasinae</i> <i>Orthoclaadiinae</i> <i>Tanytarsini</i> <i>Athericidae</i> <i>Syrphidae</i>

Tabl. 3. Liste des macroinvertébrés benthiques récoltés dans la Navisence entre juillet 1982 et juin 1983. Classification selon ILLIES (1978).

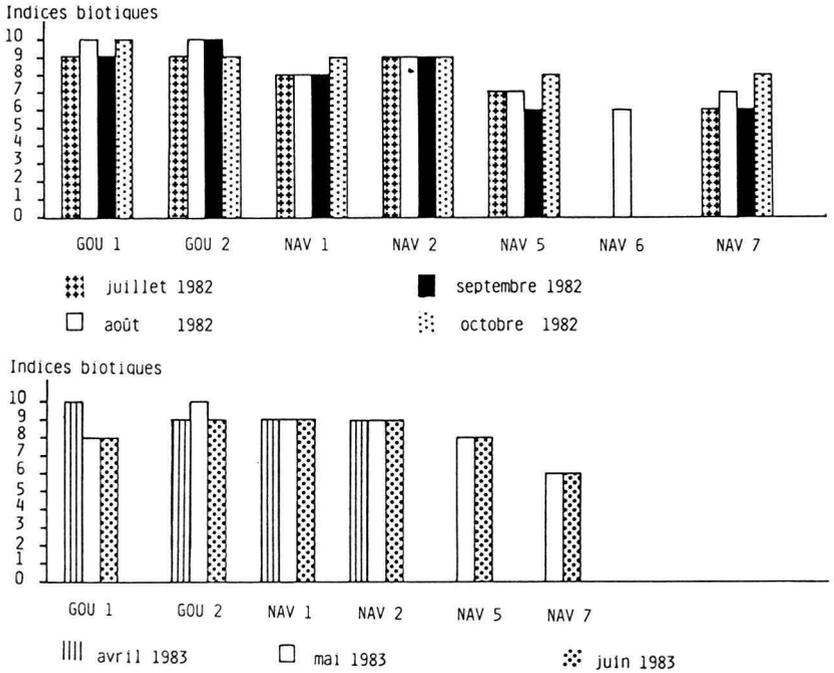


Fig. 3. Histogrammes des indices biotiques des stations de la Navisence et de la Gougra:
 a) de juillet à octobre 1982 (en haut);
 b) d'avril à juin 1983 (en bas).

ne est marqué en cette saison car la quantité de rejets est importante, en raison de l'affluence touristique. Le phénomène d'enrichissement de l'eau et de la faune constaté entre l'amont et l'aval de Zinal se réitère donc pour l'amont et l'aval de Grimentz pour ce mois de septembre. Le débit baisse encore en octobre et cette fois-ci l'impact des rejets sur l'IB de GOU 2 est négatif.

En mai 1983, l'indice biotique en amont de Grimentz a chuté de deux unités par rapport au mois d'avril. La purge annuelle du barrage de Moiry, 3 semaines avant le prélèvement, a balayé le fond du ruisseau. Malgré celle-ci l'indice de l'aval (GOU 2) est maximal. Une recolonisation de cette station a pu se faire par la faune en dérive du Torrent des Marais, non touché par la purge. En juin, la situation ne s'est pas améliorée à la station GOU 1, la violence du courant n'ayant pas permis la recolonisation après la purge du barrage. En aval, les crues de mai et juin, dues à la fonte des neiges, ont bouleversé les biotopes en rompant les barrages provisoires formés après la pur-

ge par des troncs d'arbres emportés par les eaux et encombrant le lit. Malgré tout, la qualité sanitaire du cours d'eau est bonne, car une crue n'est pas une pollution organique en soi, et les organismes sensibles à la pollution ont pu recoloniser le cours d'eau.

Tout en restant bonne, la qualité sanitaire de la station NAV 5, en aval des villages de Mission et de St-Jean, baisse par rapport aux stations supérieures. En octobre 1982, l'IB augmente de 2 unités par rapport aux mois précédents. La saison touristique est terminée, la charge polluante a donc diminué et 7 nouveaux taxons d'invertébrés ont pu coloniser la station.

En aval du bassin de compensation de Vissoie, en NAV 6, le seul prélèvement effectué au mois d'août indique que l'irrégularité du débit ne permet pas l'installation d'une communauté stable d'invertébrés. Cette faible représentation faunistique diminue le potentiel d'autoépuration du ruisseau en un endroit qui reçoit une forte charge polluante du village de Vissoie.

L'indice biotique en amont de Chippis est satisfaisant, malgré une couverture arborée importante (aulne, saule) qui ombrage le cours d'eau et diminue la variété faunistique (VERNEAUX, 1973).

Effet de la purge du barrage de Moiry

Le barrage de Moiry fut purgé en mai 1983. Des prélèvements furent effectués avant et après la purge pour évaluer le changement quantitatif et qualitatif des communautés de macroinvertébrés benthiques (tabl.4).

Huit jours après la purge, 87 % des individus avaient disparu en amont de Grimentz. Les larves d'insectes ont été soit délogées par les crues provoquées par l'augmentation du débit (hausse d'un facteur 6), soit étouffées par la boue en suspension (recouvrement des branchies). La valeur de l'indice biotique reste élevée car l'eau est de bonne qualité. Neuf unités systématiques ont disparu, dont deux genres de Plécoptères, qui n'ont pas pu recoloniser le milieu, puisque les adultes ne pondent pas à cette période (AUBERT, 1959).

Trois semaines après la purge, le nombre total d'individus était toujours aussi faible: 11 % de ce qu'il était avant la purge. Pour voir si ce maigre score était dû à un sur-échantillonnage de la station, nous avons effectué un prélèvement 25 mètres en aval de GOU 1, le même jour. Le nombre d'individus y était encore plus faible.

	Av. purge	8 jours après purge	3 semaines après purge
Plecoptères			
g. <i>Taeniopteryx</i>			
g. <i>Rhabdiopteryx</i>	178	—	—
g. <i>Leuctra</i>	106	—	—
g. <i>Amphinemura</i>	—	—	12
g. <i>Protonemura</i>	68	14	29
g. <i>Nemoura</i>	11	—	(1)
g. <i>Chloroperla</i>	—	5	—
g. <i>Isoperla</i>	136	5	11
g. <i>Perlodes</i>	2	(1)	—
Ephéméroptères			
g. <i>Baetis</i>	126	75	41
g. <i>Epeorus</i>	3	4	—
g. <i>Ecdyonurus</i>	13	—	—
Trichoptères			
sf. <i>Limnephilines</i>	185	3	(1)
sf. <i>Drusines</i>	42	6	3
g. <i>Rhyacophila</i>	27	(1)	(1)
Diptères			
f. <i>Simuliidés</i>	177	24	21
f. <i>Athéricidés</i>	38	(1)	5
sf. <i>Eryopterines</i>			3
g. <i>Dicranota</i>			2
f. <i>Muscidés</i>			
f. <i>Psychodidés</i>	2	—	—
f. <i>Tipulidés</i>	4	(1)	—
sf. <i>Diamésinés</i>			
g. <i>Cenobia</i>			
Nb. total individus	1124	141	127
Nb. unités systématiques (US)	16	8	9
Indice biotique	10	8	8

Tabl. 4. Listes faunistiques de GOU I avant et après la purge du barrage de Moiry des 4-5-6 mai 1983.

Les résultats de cette étude rejoignent ceux d'une étude de l'impact d'une vidange du barrage de Génissiat en France (TINCHANT, 1979). Il n'y a pas eu de bouleversement notable, malgré la disparition d'un grand nombre d'individus. Néanmoins le traumatisme est important. Pour savoir s'il est permanent et s'il débouche sur un appauvrissement de la faune aquatique de ces cours d'eau, il faudrait avoir des données sur la faune du cours d'eau avant l'utilisation hydraulique des eaux et connaître l'impact des crues naturelles dans les cours d'eau dont le débit n'est pas modifié. L'impact sur la faune ichthyologique devrait aussi faire l'objet d'une étude.

CONCLUSIONS

Les résultats des analyses physico-chimiques permettent de classer la Navisence dans les cours d'eau non pollués, bien que les égoûts du Val d'Anniviers ne soient pas épurés. L'autoépuration fonctionne bien grâce à la sursaturation de l'eau en oxygène dissous. Les analyses physico-chimiques ne décèlent que les pollutions graves dans les cours d'eau alpins, et ne traduisent pas la réalité des charges organiques, car elles signalent les concentrations au moment du prélèvement. Les méthodes biologiques apportent plus de renseignements, car les invertébrés aquatiques intègrent les conditions du milieu, y sont plus ou moins sensibles et vivent en sédentaires.

Globalement les indices biotiques ne mettent en évidence aucune pollution sévère dans les stations étudiées. L'eau étant de bonne qualité, la faune est indicatrice de bonne qualité. Néanmoins certaines variations observées démontrent l'importance des rejets de matière organique sur la macrofaune benthique du ruisseau.

Les rejets de Zinal exercent une influence positive sur la faune aquatique par le biais d'un enrichissement du substrat aqueux, à l'origine trop pauvre en nutriments pour permettre l'installation d'une faune riche en individus et en unités systématiques. Cet enrichissement provoque une augmentation de l'abondance en individus, et n'a des effets positifs que jusqu'à un certain niveau trophique. Des charges trop importantes deviennent alors nocives pour certains taxons qui disparaissent. Il ne faut cependant pas négliger le fait que la Navisence n'est qu'un des nombreux affluents du Léman, et que chacun d'entre eux contribue à la charge organique de celui-ci. Donc chaque apport doit être diminué pour lutter contre l'eutrophication du Léman, même si la rivière elle-même n'est pas grandement affectée.

L'enrichissement en matière organique n'a pas cet effet positif en aval de Grimentz. Il se peut que ce point se trouve dans une zone où l'autoépuration des rejets n'est pas achevée. Le phénomène de transfert de pollution intervient ici. La pente est importante, par conséquent le débit est élevé, et le courant emporte les rejets en aval.

La purge du barrage de Moiry provoque une pollution mécanique du cours d'eau par la modification de son lit. Elle entretient l'uniformité du milieu déjà réalisée par le débit torrentiel du cours d'eau en lessivant les fonds. Puis les eaux boueuses se déchargent de leur boue et les biotopes sont envasés. Elle favorise donc la pauvreté biologique

de ces milieux. En effet nous avons constaté une diminution importante du nombre d'individus et d'unités systématiques. Ce qui a pour conséquence une diminution de la capacité d'autoépuration du ruisseau, car ces organismes contribuent à l'élimination des déchets en les assimilant. Selon un des principes fondamentaux de l'écologie, un milieu riche en espèces est équilibré. Or les purges de barrages participent à la destabilisation des cours d'eau en uniformisant les milieux et en diminuant le nombre d'organismes participant à l'autoépuration des cours d'eau.

RÉSUMÉ

Des campagnes de prélèvement de macroinvertébrés benthiques ont été effectuées de juillet à octobre 1982 et d'avril à juin 1983 sur la Navisence. L'étude de la composition des communautés faunistiques a permis de calculer des indices biologiques de qualité sanitaire du cours d'eau: les Indices Biotiques de Tufféry et Verneaux (1967).

Sur la base de ces indices nous avons mis en évidence l'enrichissement d'une eau oligotrophe (pauvre en matières nutritives) par des rejets d'agglomérations touristiques. Cette augmentation de la teneur en matières nutritives de l'eau est favorable à la faune benthique puisque l'indice biotique s'élève en aval des rejets en certaines périodes de l'année.

Les crues occasionnées par la purge du barrage de Moiry, en amont de la Gougra provoquent une diminution du nombre d'individus dans cet affluent de la Navisence, mais ne modifient pas les indices biologiques.

Bibliographie

- AUBERT, J. 1959. *Insecta helvetica fauna: Plecoptera*. Soc. Entom. Suisse et FNSRS, 140 p.
- LEMLY, A.D. 1982. Modification of benthic insects in polluted streams: combined effects of sedimentation and nutrient enrichment. *Hydrobiologia* 87 (3), 229-246
- PERRAUDIN, R. 1983. *Etude biologique de trois rivières de montagne: application de trois méthodes de qualification de l'état sanitaire des cours d'eau - IB, IQBG, MI - sur trois cours d'eau de montagne: La Navisence, la Sionne et la Tourtemagne (Valais)*. Travail de diplôme de l'Uni. Genève, U. B. A., 123 p.
- TACHET H., BOURNAUD M. et RICHOUX P. 1980. *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des cours d'eau (détermination et écologie)*. Assoc. Franç. Limnologie, Lyon, 156 p.
- TINCHANT, A. 1979. *Effet de la vidange de Génissiat sur la faune des macroinvertébrés benthiques*. Diplôme Univ. Lyon, Dpt Biol. Anim. et Zool., 26 p.
- TUFFERY, G. et VERNEAUX J. 1967. Méthode de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. *C. E. R. A. F. E. R., Sec. Pêche et Pisciculture, Paris*, VII, 21 p.
- VERNEAUX, J. 1973. *Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie*. Thèse Anns Scient. Univ. Besançon, Zool. Physiol. Biol. Anim. 3 (9), 260 p.

Annexe 1a. Résultats des analyses physico-chimiques: GOU 1 et GOU 2.

GOU 1

GOU 2

Paramètres	Juil. 82	AOût 82	Sept. 82	Oct. 82	Avril 83	Mai 83	Juin 83	Juil. 82	AOût 82	Sept. 82	Oct. 82	Avril 83	Mai 83	Juin 83
Température air °C	19	22	18	10,5	13	14,3	18	18,5	21	12	7,5	16	8,7	13
Température eau °C	9,4	10,5	9	6	4,7	6,5	8,6	10	12	9	6	7,6	7,2	8,8
Oxygène dissous ppm	8,7	7,5	8,2	9,3	8,1	7,7	5,9	9,3	7,1	8,4	9,3	8,4	8,9	8
Oxygénation %	92	105	102	98	92	95	77	101	95	100	96	96	86	93
Turbidité ppm	128	2	-	3	3	82	70	128	2	-	2	3	2	5
Conductivité m /cm	-	90	-	77	78	60	60	-	105	-	88	89	80	65
Conductivité 20°C m /cm	-	113,85	-	110,49	116,3	84,84	79,98	-	127,68	-	126,28	122,02	110,88	86,13
Vitesse moyenne m/s	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	1	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
pH	8,1	8,7	8,3	8,4	8,1	8,7	8,8	7,8	8,5	8,3	8,3	7,9	8,6	8,9
P total mg P/l	0,017	0,027	0,066	0,01	0,01	0,01	-	0,09	0,069	0,023	0,022	0,03	0,001	-
NH ₃ + NH ₄ amoniac amonium mg N/l	0,02	0,02	0,13	0,02	0,01	0,02	-	0,12	0,03	0,01	0,01	0,01	0,012	-
Nitrites NO ₂ ⁻ mg N/l	0,002	0,002	0,013	0,002	0,003	0,003	-	0,036	0,008	0,002	0,004	0,003	0,001	-
Nitrates NO ₃ ⁻² mg N/l	0,12	0,14	0,15	0,15	0,002	0,002	-	0,22	0,23	0,48	0,22	0,0008	0,001	-
Bicarbonates HCO ₃ ⁻ meq/l	1,43	1,58	1,85	1,51	5,58	2,62	-	1,43	1,55	1,6	1,57	3,52	2,6	-
Nat. suspension mg/l	6,8	0,8	5,6	3,2	1	1,2	-	6,2	1	32,8	7,6	2	0,6	-

Annexe 1b. Résultats des analyses physico-chimiques: NAV 1 et NAV 2.

NAV 1

NAV 2

Paramètres	Juil. 82	AOût 82	Sept. 82	Oct. 82	Avril 83	Mai 83	Juin 83	Juil. 82	AOût 82	Sept. 82	Oct. 82	Avril 83	Mai 83	Juin 83
Température air °C	11	11	17	7	-	3	9	12,7	18	21	11	8	4	11
Température eau °C	4	3	5	4,8	-	5,5	4,6	5	5,5	5	6,2	7,7	6,7	5,5
Oxygène dissous ppm	11	9	7,8	9,9	-	8,4	10,7	10,3	7,8	7,6	8,9	9,4	9,5	7,9
Oxygénation %	91	101	100	100	-	79	104	101	101	102	96	88	90	89
Turbidité ppm	128	21	-	3	-	12	65	128	24	-	12	10	20	100
Conductivité m /cm	-	57	-	93	-	194	70	-	39	-	166	260	142	42
Conductivité 20°C m /cm	-	89,43	-	138,2	-	282,46	104,65	-	56,78	-	237,54	355,42	199,65	61,15
Vitesse moyenne m/s	1,2	1,5	1	1	-	1	1,2	1,5	2	1,6	1,4	1,4	1,4	1,5
pH	7,3	8,7	8,5	8,3	-	8,3	8,4	7,4	8,4	8,4	8,7	8,4	8,4	8,6
P total mg P/l	0,04	0,062	0,061	0,01	0,003	0,002	-	0,06	0,122	0,097	0,01	0,025	0,004	-
NH ₃ + NH ₄ amoniac amonium mg N/l	0,03	0,02	0,02	0,03	0,024	0,004	-	0,04	0,02	0,01	0,01	0,009	0,005	-
Nitrites NO ₂ ⁻ mg N/l	0,004	0,02	0,002	0,002	0,002	0,003	-	0,004	0,003	0,002	0,002	0,003	0,007	-
Nitrates NO ₃ ⁻² mg N/l	0,18	0,15	0,16	0,18	0,005	0,001	-	0,21	0,17	0,13	0,06	0,003	0,002	-
Bicarbonates HCO ₃ ⁻ meq/l	0,5	0,69	0,57	0,98	2,6	2,6	-	0,52	0,61	0,51	1,24	3,12	2,7	-
Nat. suspension mg/l	45,4	14,6	81,3	35,6	4	0,6	-	48,8	15	161,2	8,4	8	9,8	-

Annexe 1c. Résultats des analyses physico-chimiques: NAV 5, NAV 6 et NAV 7.

NAV 5

NAV 6

NAV 7

Paramètres	NAV 5						NAV 6			NAV 7			
	Juil. 82	Août 82	Sept. 82	Oct. 82	Mai 83	Juin 83	Août 82	Juil. 82	Août 82	Sept. 82	Oct. 82	Mai 83	Juin 83
Température air °C	15	24	20	9	4,5	12	22,5	20	17	20	10,5	13,2	19
Température eau °C	10	12,5	10	7,5	6,5	8	12,5	11	12	17	9,2	6,9	12,9
Oxygène dissous ppm	9,8	6,3	-	10,1	10,1	8,3	6,4	10,3	8,7	-	8,8	8,2	9
Oxygénation %	103	87	-	102	92	91	84	103	94	-	87	84	100
Turbidité ppm	30	77	-	4	2	5	5	45	10	-	3	1	2
Conductivité m /cm	130	145	-	147	101	73	276	258	442	-	576	369	282
Conductivité 20°C m /cm	166,66	174	-	202,12	142,81	98,92	331,12	321,98	537,47	-	755,14	515,86	335,02
Vitesse moyenne m/s	1,8	1,5	0,5	0,5	0,5	0,7	2	1	2,5	1,2	1	1	1
pH	8,3	8,5	-	8,7	8,8	9	8,3	8,4	8,4	-	8,5	9	8,5
P total mg P/l	0,116	0,01	0,01	0,01	0,002	-	0,201	0,069	0,015	0,032	0,01	0,003	-
NH ₃ + NH ₄ ammoniac amonium	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	-	0,31	0,03	0,02	0,01	0,01	0,013	-
Nitrites NO ₂ ⁻	0,015	0,002	0,002	0,002	0,002	-	0,276	0,017	0,007	0,007	0,02	0,001	-
Nitrates NO ₃ ⁻²	0,36	0,11	0,27	0,4	0,001	-	0,25	0,32	0,06	0,19	0,25	0,001	-
Bicarbonates HCO ₃ ⁻	1,77	1,87	2,2	2,46	3,2	-	1,97	1,98	2,19	2,05	2,02	3,98	-
Mat. suspension	87,8	1,8	10,5	2	0,6	-	0	7,2	2,4	19,6	2,4	0,2	-

NAV 1

NAV 2

	Juil. 82	Août 82	Sept. 82	Oct. 82	Avril 83	Mai 83	Juin 83	Juil. 82	Août 82	Sept. 82	Oct. 82	Avril 83	Mai 83	Juin 83
TRICLADES														
<i>g. Crenobia</i>	-	(1)	-	2	-	(1)	4	-	-	-	-	-	-	-
OLIGOCHETES														
<i>f. Lumbicidès</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)	-	-	-	-	-
<i>f. Tubificidès</i>	2	2	-	3	(1)	-	-	-	2	-	-	-	(1)	-
ACARINA														
<i>g. Baetis</i>	22	66	70	103	410	286	131	159	53	67	20	374	588	423
<i>g. Epeorus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)	-
<i>g. Rhithrogena</i>	86	97	64	93	53	37	30	12	28	42	5	12	13	16
<i>g. Ecdyonurus</i>	-	(1)	-	5	2	3	-	-	2	5	2	2	-	-
PLECOPTERES														
<i>g. Rhabdiopteryx</i>	-	-	-	-	6	5	(1)	-	-	-	-	212	4	2
<i>g. Nemoura</i>	-	(1)	2	11	(1)	6	2	-	2	2	8	9	5	-
<i>g. Protonemura</i>	17	9	13	7	(1)	12	6	139	65	61	8	60	17	31
<i>g. Leuctra</i>	-	-	-	-	50	23	(1)	-	-	-	-	4	28	3
<i>g. Perlodes</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>g. Isoperla</i>	6	8	45	117	49	51	15	4	12	24	37	38	27	26
<i>g. Chloroperla</i>	-	6	(1)	8	3	(1)	-	2	2	(1)	-	-	-	-
COLEOPTERES														
<i>g. Limnius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)	-
TRICHOPTERES														
<i>g. Rhyacophila</i>	3	-	-	-	2	(1)	3	2	(1)	-	3	7	3	5
<i>f. Drusidès</i>	45	-	(1)	-	-	(1)	2	16	(1)	(1)	-	78	-	-
<i>f. Limnophilinès</i>	-	33	92	250	202	150	22	-	19	68	13	-	31	16
DIPTERES														
<i>f. Blépharocécidès</i>	10	-	-	-	-	-	(1)	4	-	-	-	-	-	-
<i>f. Tipulidès</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)	-	-
<i>f. Eryopteridès</i>	-	(1)	-	7	14	2	-	-	-	11	-	(1)	(1)	-
<i>g. Dicranota</i>	-	(1)	3	-	9	-	(1)	(1)	2	-	10	6	12	11
<i>f. Psychodidès</i>	-	-	(1)	-	(1)	-	-	7	101	8	-	-	-	-
<i>f. Simulidès</i>	(1)	3	4	-	-	4	26	15	3	2	-	121	6	5
<i>f. Tanypodinès</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>f. Diaminès</i>	222	180	280	-	4	78	4	151	66	261	-	159	173	6
<i>f. Orthocladinès</i>	138	-	-	-	9	-	-	10	8	56	53	36	226	-
<i>tr. Tanytarsini</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>f. Atalantinès</i>	-	-	12	2	-	-	-	-	-	4	3	-	-	-
<i>f. Athéricidès</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>f. Syrphidès</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)	-	-	-	-	-
Total individus	551	404	585	611	816	657	245	523	363	611	162	1118	1133	544
Indice Biotique	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Annexe 2a. Inventaires faunistiques et valeurs des indices biotiques NAV 1 et 2.

	GOU 1						GOU 2							
	Juil. 82	Août 82	Sept. 82	Oct. 82	Avril 83	Mai 83	Juin 83	Juil. 82	Août 82	Sept. 82	Oct. 82	Avril 83	Mai 83	Juin 83
<u>TRICLADES</u>														
<i>g. Crenobia</i>	-	3	-	4	3	-	-	-	-	-	-	6	(1)	-
<u>OLIGOCHETES</u>														
<i>f. Lumbricidés</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	2	3	2	-
<i>f. Tabificidés</i>	-	(1)	-	-	-	(1)	(1)	41	15	-	10	9	15	-
<u>ACARINA</u>														
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)	-	-	2	-
<u>EPHEMEROPTERES</u>														
<i>g. Baetis</i>	148	275	154	8	126	41	32	584	500	350	75	124	150	68
<i>g. Epeorus</i>	-	4	3	10	3	-	-	-	16	9	2	2	33	4
<i>g. Rhitrogena</i>	(1)	2	4	4	6	-	(1)	7	5	3	(1)	-	11	4
<i>g. Ecdyonurus</i>	4	25	36	44	13	-	-	-	3	10	12	(1)	-	-
<u>PLECOPTERES</u>														
<i>g. Rhabdiopteryx</i>	-	-	-	-	178	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>g. Nemoura</i>	-	73	38	34	11	(1)	-	-	44	18	21	2	4	-
<i>g. Protonemura</i>	17	33	3	31	68	29	4	21	62	35	36	26	9	7
<i>g. Leuctra</i>	-	-	-	-	106	12	2	-	-	-	-	7	50	6
<i>g. Perlodes</i>	-	-	2	7	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>g. Isoperla</i>	28	79	83	100	97	4	6	12	5	19	24	6	21	-
<i>g. Chloroperla</i>	5	7	10	2	-	-	-	34	5	3	-	-	(1)	-
<u>COLEOPTERES</u>														
<i>g. Limnius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>TRICHOPTERES</u>														
<i>g. Rhyacophila</i>	19	10	2	5	27	(1)	(1)	15	29	28	90	26	23	4
<i>f. Drusinès</i>	14	42	64	76	42	3	6	-	(1)	2	62	80	15	3
<i>F. Limnèphilinès</i>	83	37	22	26	185	(1)	(1)	-	3	5	-	-	-	8
<u>DIPTERES</u>														
<i>f. Blépharocèridés</i>	8	14	(1)	-	-	-	2	47	16	-	-	-	3	2
<i>f. Tipulidés</i>	-	(1)	(1)	25	4	-	-	-	-	4	8	-	-	-
<i>sf. Eryopterinès</i>	-	9	2	(1)	-	3	19	3	-	4	(1)	-	2	-
<i>g. Dicranota</i>	8	17	10	12	4	2	-	3	11	30	12	4	26	3
<i>f. Psychodidés</i>	2	-	-	-	3	-	-	11	(1)	3	-	8	7	4
<i>f. Simulidés</i>	47	13	-	6	177	21	4	37	65	8	-	7	8	(1)
<i>sf. Tanypodinès</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)	(1)	-	-	-	-
<i>sf. Diamésinès</i>	12	(1)	-	15	-	63	-	460	-	130	11	55	20	69
<i>sf. Orthocladinès</i>	4	11	4	-	31	-	-	20	82	50	4	151	-	-
<i>tr. Tanytarsini</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)	-	-	2	-	-
<i>sf. Atalantinès</i>	-	(1)	-	-	-	-	-	-	-	(1)	-	-	-	-
<i>f. Athéricidés</i>	10	-	9	11	38	5	13	-	-	(1)	-	(1)	-	-
<i>f. Syrphidés</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Total individus</u>	409	654	446	420	1124	120	151	1295	863	716	369	518	403	182
<u>Indice Biotique</u>	9	10	9	10	10	8	8	9	10	10	9	9	10	9

Annexe 2b. Inventaires faunistiques et valeurs d'indices biotiques GOU 1 et 2.

	NAV 5						NAV 6		NAV 7					
	Juil. 82	Août 82	Sept. 82	Oct. 82	Mai 83	Juin 83	Août 82	Juil. 82	Août 82	Sept. 82	Oct. 82	Mai 83	Juin 83	
<u>TRICLADES</u>														
<i>g. Crenobia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<u>OLIGOCHETES</u>														
<i>f. Lumbricidés</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>f. Tubificidés</i>	-	(1)	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<u>ACARINA</u>														
<u>EPHEMEROPTERES</u>														
<i>g. Baetis</i>	26	162	63	110	107	44	9	26	101	38	30	(1)	10	
<i>g. Epeorus</i>	-	-	-	-	-	(1)	-	-	-	-	(1)	-	-	
<i>g. Rhithrogena</i>	(1)	-	-	-	-	4	-	(1)	-	-	(1)	-	2	
<i>g. Ecdyonurus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<u>PLECOPTERES</u>														
<i>g. Rhabdiopteryx</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>g. Nemoura</i>	-	-	(1)	(1)	(1)	-	-	-	(1)	(1)	6	-	-	
<i>g. Protonemura</i>	16	23	7	8	12	14	-	23	30	6	(1)	(1)	(1)	
<i>g. Leuctra</i>	-	-	-	-	150	17	-	-	-	-	-	-	-	
<i>g. Perlodes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>g. Isoperla</i>	(1)	(1)	(1)	20	(1)	-	2	-	-	-	30	-	-	
<i>g. Chloroperla</i>	3	-	-	3	16	7	(1)	-	(1)	(1)	17	3	-	
<u>COLEOPTERES</u>														
<i>g. Limnius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<u>TRICHOPTERES</u>														
<i>g. Rhyacophila</i>	-	2	(1)	18	2	10	-	(1)	7	3	15	18	8	
<i>f. Drusinés</i>	(1)	-	-	-	-	3	-	20	-	-	-	-	-	
<i>f. Limniphilínés</i>	-	-	-	(1)	139	30	-	-	5	(1)	3	1272	205	
<u>DIPTERES</u>														
<i>f. Blépnarocérédés</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)	-	-	-	-	
<i>f. Tipulidés</i>	-	-	-	(1)	-	-	-	-	-	(1)	(19)	-	-	
<i>sf. Eryopterínés</i>	-	-	-	(1)	-	(1)	-	-	-	-	-	-	-	
<i>g. Dicranota</i>	(1)	3	8	3	5	-	-	-	5	12	7	(1)	-	
<i>f. Psychodidés</i>	-	(1)	-	-	-	(1)	-	(1)	-	-	-	-	-	
<i>f. Simulidés</i>	(1)	3	(1)	2	-	-	-	(1)	(1)	-	-	-	-	
<i>sf. Tanypodinés</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>sf. Diamésinés</i>	22	5	-	10	2	(1)	(1)	10	6	2	9	-	-	
<i>sf. Orthocladinés</i>	-	-	-	3	-	-	-	(1)	4	-	(1)	-	-	
<i>tr. Tanytarsini</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>sf. Atalantinés</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>f. Athéricidés</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>f. Syrphidés</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<u>Total individus</u>	67	198	78	182	433	129	11	79	158	61	117	1293	225	
<u>Indice Biotique</u>	7	7	6	8	8	8	6	6	7	6	8	6	6	

Annexe 2c. Inventaires faunistiques et indices biotiques NAV 5, 6 et 7.

