

Suivi de la qualité des eaux superficielles

Année 2021



**Suivi réalisé avec le soutien financier de
l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et
de la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur**

1-OBJECTIFS DU SUIVI DE LA QUALITÉ DES EAUX SUPERFICIELLES

De multiples objectifs sont poursuivis par le suivi des cours d'eau dans le cadre du Réseau Complémentaire Départemental (RCD) :

- l'étude de l'hydrosystème des rivières par une meilleure connaissance des milieux aquatiques ;
- la mise en évidence des principales sources de pollution et notamment l'impact des diverses pressions humaines ;
- la prise en compte des améliorations apportées par la construction de nouvelles unités de traitement des eaux usées ou toute autre intervention ;
- la mise à jour des cartes de qualité ;
- l'élaboration de documents d'aménagement et de gestion (SAGE, schéma de gestion piscicole, contrat de rivière..).

Le Réseau d'étude « Milieu » vise plus spécifiquement :

- d'un côté à mesurer l'impact des pollutions diverses, des aménagements et les effets du changement climatique, dans l'intention de préserver et restaurer les milieux aquatiques ;
- d'un autre côté à tenter d'évaluer les actions liées au partage de la ressource en eau ou la renaturation des rivières (espace de mobilité ou continuité écologique).

2-COMPLÉMENTARITÉ DES RÉSEAUX DE SUIVI

Au niveau national

Pour la période 2016-2021, le Réseau national est composé sur le territoire des Hautes-Alpes de :

- 4 stations du Réseau de Référence Pérenne (RRP) pour définir **l'état de référence** par type de masse d'eau et apprécier le bon état par comparaison ;
- 15 stations du Réseau de Contrôle et de Surveillance (RCS) pour suivre **l'évolution** des milieux aquatiques ;
- 8 stations du Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) pour contrôler les masses d'eau à **risque de Non Atteinte du Bon Etat (NABE)**, appréhender l'évolution croissante d'un quelconque polluant en terme de concentration, et évaluer les changements de l'état des masses d'eau selon les programmes de mesures correctives.

N° national	Type de réseau	Masse d'eau suivie	Cours d'eau	Evolution par rapport au programme de surveillance précédent
06142450	RCS	FRDR353a	DRAC BLANC A CHAMPOLEON	Pas de changement
06142500	RCS	FRDR2027a	DRAC A CHAUFFAYER	Pas de changement
06142550	RCO	FRDR350	SEVERAISSE A ST-FIRMIN	Ajout suivi RCO Nutriments
06149900	RCS / RRP	FRDR311a	CLAREE A VAL-DES-PRES 1	Pas de changement
06150500	RCS / RCO	FRDR311b	DURANCE A ST-MARTIN-DE-QUEYRIERES	Ajout suivi RCO Nutriments
06150540	RCO	FRDR311e	GYRONDE A L'ARGENTIERE-LA-BESSEE	Ajout suivi RCO Nutriments
06150755	RCO	FRDR308	AIGUE AGNELLE A CHATEAU-VILLE-VIEILLE	Ajout suivi RCO Nutriments
06150765	RCO	FRDR305a	GUIL A CHATEAU-VILLE-VIEILLE 3	Ajout suivi RCO Nutriments
06150790	RCS / RRP	FRDR305a	GUIL A EYGLIERS	Pas de changement
06150795	RCS	FRDR306	CHAGNE A GUILLESTRE 2	Pas de changement
06151000	RCS	FRDR298	DURANCE A EMBRUN	Abandon suivi RCO
06152400	RRP	FRDR301	REALLON A REALLON	Pas de changement
06152700	RCS	FRDR292	DURANCE A ROCHEBRUNE	Abandon suivi RCO
06153070	RCO	FRDR10391	CANAL DE MAGDELEINE A RAMBAUD	Pas de changement
06154000	RCS / RCO	FRDR294	LUYE A JARJAYES	Pas de changement
06154660	RCS	FRDR288b	PETIT BUECH A LA-ROCHE-DES-ARNAUDS	Pas de changement
06154850	RCS	FRDR281a	BUECH A SERRES 1	Pas de changement
06156230	RCS / RRP	FRDR282	MEOUGE A ANTONAVES 1	Abandon suivi RCO
06709500	RCO	FRDR350	DRAC A SAINT JULIEN EN CHAMPSAUR	Ajout suivi RCO Nutriments
06750950	RCS	FRDR281b	BUECH A RIBIERS 2	Abandon suivi RCO
06820089	RCS	FRDR336	ROMANCHE A LA-GRAVE	Pas de changement
06820164	RCS	FRDR348	SOULOISE A ST-DISDIER-EN-DEVOLUY	Pas de changement

Liste des stations RRP / RCS / RCO pour la période 2016-2021.

Au niveau départemental

2 types de réseau :

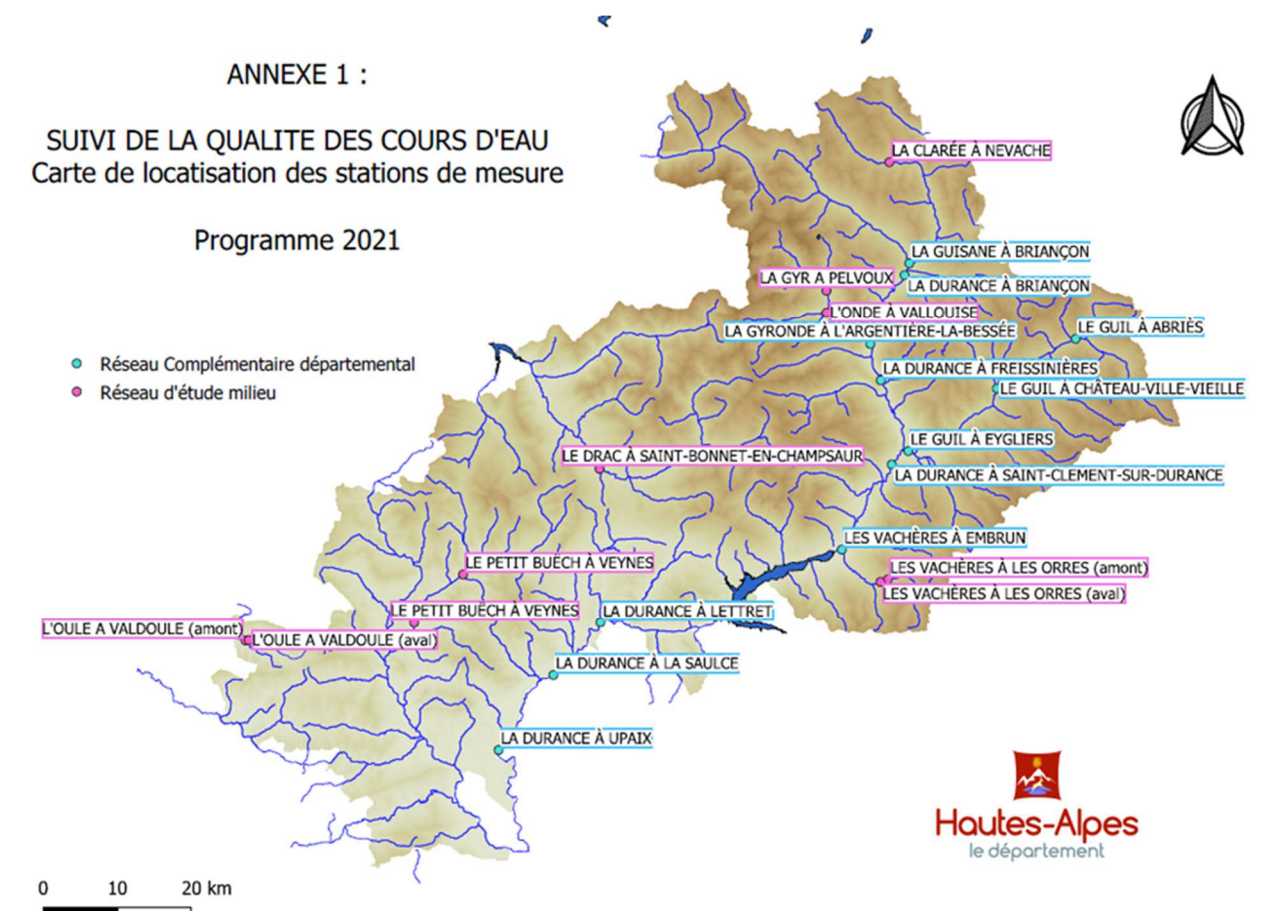
- le **Réseau Complémentaire Départemental (RCD)** se compose de 24 stations pérennes « DCE compatible », dont les données peuvent être comparées avec le programme de surveillance de l'Agence de l'eau pour renforcer l'interprétation des résultats obtenus.

La fréquence d'étude annuelle est passée à la moitié du territoire départemental étudié 2 années de suite afin de répondre aux exigences de calcul de l'état des masses d'eau selon la DCE.

13 stations ont été analysées en 2021.

- le **réseau d'étude « milieu »** qui met en œuvre un protocole allégé consistant au prélèvement d'invertébrés basé sur les faciès d'écoulement. Cette approche vise à minimiser le financement du suivi tout en tentant de répondre à des interrogations non résolues par l'état issu de la DCE.

10 stations ont été échantillonnées en 2021.



3-PROTOCOLES DE MESURES

- **Mesure des débits (RCD et MILIEU)**

Selon les conditions, une mesure de débit est réalisée à l'aide d'un micro-moulinet ou d'un courantomètre électromagnétique. Les jaugeages à pied respectent la charte qualité de l'hydrométrie - code des bonnes pratiques (Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, septembre 1998).

- **Physicochimie générale : 4 prélèvements / an (RCD)**

Paramètre	Code SANDRE
Mesures in situ	
Température de l'eau	1301
Oxygène dissous	1311
Taux de saturation en O ₂	1312
pH	1302
Conductivité	1303
Analyses en laboratoire	
Matières en suspension	1305
DBO ₅ à 20°C	1313
Carbone Organique Dissous	1841
Azote ammoniacal	1335
Nitrites	1339
Nitrates	1340
Orthophosphates	1433
Phosphore total	1350
Escherichia coli (E. coli)	1449
Enterocoques	6455

Le Département possède l'accréditation COFRAC des prélèvements d'eau et des mesures in situ, ce qui fournit une assurance dans la valeur des résultats produits.

Les analyses sont effectuées par des laboratoires également accrédités COFRAC, à savoir le Laboratoire Départemental des Hautes-Alpes (LDVHA05) et le Laboratoire Départemental de la Drôme (LDA26).

A partir de 2017, les résultats sont transmis à l'Agence de l'eau au format EDILABO. Ils sont ensuite intégrés au Système d'Information sur l'Eau (SIE) du site www.naiades.eaufrance.fr.

- **Bactériologie : 1 à 4 prélèvements / an selon un choix de stations (RCD et MILIEU)**
 - Recherche des Escherichia coli (norme NF EN ISO 9308-3) et des entérocoques intestinaux (norme NF EN ISO 7899-1) par la méthode des microplaques.

- **Diatomées : 1 prélèvement / an (RCD)**
 - Prélèvements, traitement et analyse des échantillons réalisés suivant la norme XP-T90-354.
- **Invertébrés : 1 prélèvement / an (RCD)**
 - Prélèvements réalisés selon la norme XP-T90-333.
 - Traitement et analyse des échantillons suivant la norme XP-T90-388.

Les prélèvements sont effectués durant les périodes de basses eaux c'est-à-dire en hiver pour les cours d'eau à régime nivo-glaciaire (Haute-Durance, Drac) et en été pour les cours d'eau à régime pluvial (Durance en aval de Serre-Ponçon, affluents du gapençais et Buëch). Ces périodes sont données à titre indicatif et sont adaptées selon l'accessibilité et l'hydrologie.

- **Invertébrés : 2 prélèvements / an (MILIEU)**

Le protocole « qualitatif » d'inventaire des macroinvertébrés consiste à échantillonner les faciès lotiques (vitesse de courant supérieure à 30 cm/s) de façon à établir la liste la plus complète possible de tous les taxons présents dans ces types d'habitats aquatiques dominants en cours d'eau de montagne.

Un minimum de 6 prélèvements est effectué en faisant varier les substrats, hauteurs d'eau et vitesses de courant ; puis autant que nécessaire tant que de nouveaux taxons sont découverts. Les individus sont déterminés *in situ* (avec validation au laboratoire). Le niveau de détermination taxonomique respecte à minima la Norme XP T90-388.

Pour répondre aux objectifs opérationnels, certains taxons des groupes sensibles à la pollution ou à la température sont déterminés à l'espèce. Il s'agit principalement des plécoptères : Chloroperlidae, Perlidae, Perlodidae et des éphémères : Baetidae.

4-INTERPRETATION DES RESULTATS

Classification de l'état écologique des eaux de surface selon la Directive cadre sur l'Eau

Les données sont traitées à partir des grilles établies dans le cadre de la DCE par l'arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 définissant les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique des eaux de surface.

Cependant seuls les résultats de l'année N sont pris en compte pour le calcul des états car la finalité du suivi départemental est de rechercher les singularités existantes pour analyser leur cause et leur évolution en lien avec les événements ainsi que leurs impacts.

Les états calculés par l'agence de l'eau pour le reportage à l'Europe de l'état des masses d'eau s'établissent par une compilation de 3 années consécutives (à savoir l'état de l'année N prend en compte les résultats des années N-1, N-2 et N-3).

A titre informatif, les différentes valeurs limites des classes d'état sont indiquées ci-dessous.

Éléments physico-chimiques

Paramètres par élément de qualité	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Bilan de l'oxygène					
oxygène dissous (mg/l O ₂)	8	6	4	3	
taux de saturation en oxygène dissous (%)	90	70	50	30	
demande biologique en oxygène DBO ₅ (mg O ₂ /l)	3	6	10	25	
carbone organique dissous COD (mg C/l)	5	7	10	15	
Température					
eaux salmonicoles	20	21,5	25	28	
eaux cyprinicoles	24	25,5	27	28	
Nutriments					
orthophosphates (mg PO ₄ /l)	0,1	0,5	1	2	
phosphore total (mg P/l)	0,05	0,2	0,5	1	
ammonium (mg NH ₄ /l)	0,1	0,5	2	5	
nitrites (mg NO ₂ /l)	0,1	0,3	0,5	1	
nitrates (mg NO ₃ /l)	10	50	*	*	
Acidification					
pH minimum	6,5	6	5,5	4,5	
pH maximum	8,2	9	9,5	10	
Salinité					
conductivité	*	*	*	*	
chlorures	*	*	*	*	
sulfates	*	*	*	*	

* Les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des valeurs seuils fiables.

Valeurs limites des classes d'état pour les paramètres physico-chimiques généraux des cours d'eau.

A noter que toutes les stations du réseau départemental situées dans l'hydroécocorégion 6 (Méditerranée) sont concernées par une notion d'exception typologique pour la température (c'est-à-dire non prise en compte du paramètre température qui est naturellement élevée en été).

Pour les cours d'eau naturellement froids (température de l'eau inférieure à 14 °C) et peu alcalins (pH max inférieur à 8,5 unité pH) situés dans l'hydroécocorégion 2 (Alpes internes), une exception typologique pour les teneurs en ammonium est aussi appliquée, pour le bon état les limites supérieure et inférieure sont les suivantes :] 0,1 - 1].

Éléments biologiques - invertébrés

L'indice « invertébrés » qui fournit l'état biologique est l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) ou l'IBG-DCE, considéré équivalent, calculé à partir des phases A et B d'un prélèvement selon la norme NF T90-333.

Le nouvel indice multi-métrique (I2M2), disponible depuis 2017 en phase expérimentale, vient en appui à l'identification des pressions à l'origine de la dégradation des masses d'eau ainsi qu'à une meilleure définition de l'état biologique.

Les classes d'état sont déterminées en considérant les limites fixées en fonction de l'hydroécocorégion (HER) de niveau 1 dans laquelle se situe le cours d'eau et de la taille (ou rang) de celui-ci.

Les stations du réseau départemental se situent sur trois hydroécorégions : HER 2 : Alpes internes, HER 6 : Méditerranée, HER 7 : Pré-alpes du sud.

Les résultats sont exprimés en EQR (*Ecological Quality ratio*) ou **écart à la référence**.

$$\text{Note en EQR} = (\text{note observée} - 1) / (\text{note de référence} - 1)$$

HER	Catégories de taille de cours d'eau	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
2 - Alpes internes	Cas général	$\geq 0,92857$	$\geq 0,71428$	$\geq 0,50000$	$\geq 0,28571$	$> 0,28571$
7 - Pré-alpes du sud	Cas général	$\geq 1,00000$	$\geq 0,78571$	$\geq 0,57142$	$\geq 0,28571$	$> 0,28571$
	Grands, Moyens - Exogène HER 2	$\geq 1,00000$	$\geq 0,76923$	$\geq 0,53846$	$\geq 0,30769$	$> 0,30769$

Valeurs limites des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBGN.

HER	Catégories de taille de cours d'eau	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
2 - Alpes internes	Cas général	$\geq 0,7078$	$\geq 0,457$	$\geq 0,3047$	$\geq 0,1523$	$> 0,1523$
7 - Pré-alpes du sud	Cas général	$\geq 0,6916$	$\geq 0,4362$	$\geq 0,2908$	$\geq 0,1454$	$> 0,1454$
	Grands, Moyens - Exogène HER 2	$\geq 0,7078$	$\geq 0,457$	$\geq 0,3047$	$\geq 0,1523$	$> 0,1523$

Valeurs limites des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'I2M2.

Éléments biologiques – diatomées

L'indice « diatomées » correspond à l'IBD₂₀₀₇ issu de la norme AFNOR NF T 90-354.

La note en EQR se calcule à l'aide d'une valeur de référence et d'une valeur minimale par type de cours d'eau.

$$\text{Note en EQR} = (\text{note observée} - \text{note minimale}) / (\text{note de référence} - \text{note minimale})$$

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
$\geq 0,94$	$\geq 0,78$	$\geq 0,55$	$\geq 0,3$	$> 0,3$

Valeurs limites des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBD₂₀₀₇.

Évaluation de la qualité des eaux selon la bactériologie

Dans le département des Hautes-Alpes, seule la Méouge fait l'objet d'un suivi bactériologique annuel pour la baignade, les autres sites étant des plans d'eau.

Or les eaux de surface sont susceptibles d'être des lieux de baignade et d'activités d'eau vive, c'est pourquoi le suivi départemental effectue une recherche des paramètres fixés par la directive 2006/7/CE concernant les eaux de baignade à savoir : les entérocoques intestinaux et Escherichia coli. L'objectif fixé par la directive est d'atteindre une qualité d'eau au moins suffisante.

Toutefois les résultats sont issus d'un prélèvement unique en période estivale (au lieu de 4 prélèvements /an avec une fréquence bimensuelle minimum pour le classement par le Ministère de la santé). Leur confrontation aux seuils des classes de qualité de cette directive baignade 2006 apporte une **vigilance sur la contamination fécale résiduelle et cumulative** qui peut exister sur des cours d'eau fréquentés.

Paramètres	Excellente	Suffisante	Bonne	Insuffisante
Escherichia Coli	< 500	< 900	< 1 000	> 900
	et	et	et	ou
Enterocoques intestinaux	< 200	< 330	< 400	> 330

Classes de qualité selon la directive européenne des eaux de baignade Dir 2006.

5-PRESENTATION DES RESULTATS

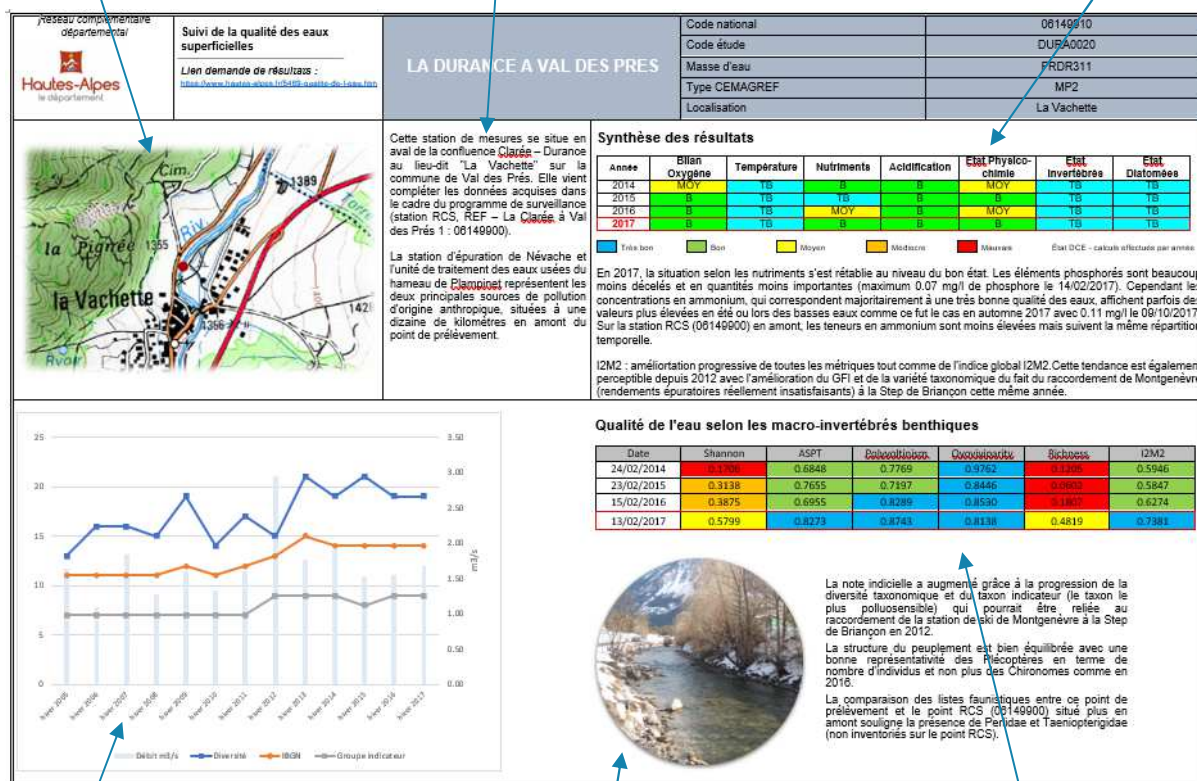
5-1 Fiches synthétiques par station (RCD)

Une fiche pour chacune des 25 stations retenues au titre du Réseau Complémentaire Départemental expose les éléments suivants :

Localisation de la station

Rappel des objectifs de la station et situation épuratoire actualisée

Les différences états DCE de l'année avec 3 années antérieures pour mémoire, accompagnés d'une explication des résultats obtenus en physico-chimie



5-2 Rapport détaillé sur les diatomées (RCD)

La détermination des diatomées nécessite une expertise poussée qui est sous-traitée auprès d'AQUABIO. Pour cette raison, un rapport spécifique sur les analyses des diatomées est établi.

Il présente plusieurs paramètres en plus du calcul de l'IBD (Indice Biologique Diatomées) tels que l'équitabilité, l'autécologie et l'IPS (Indice de Polluosensibilité Spécifique), ainsi qu'une analyse comparative avec les années antérieures (les diatomées sont recherchées depuis 2014).

5-3 Résultats des prélèvements qualitatifs d'invertébrés aquatiques (réseau milieu)

La convention de partenariat passée avec la Maison Régionale de l'Eau (MRE) a été établie sur 2 années (2021-2022) pour effectuer la détermination au niveau de l'espèce des principaux ordres que sont les plécoptères, éphémères et trichoptères, ainsi qu'interpréter les résultats au vu des spécificités du territoire en lien avec les connaissances sur l'écologie et la répartition des espèces inventoriées.

En 2021, seules les listes d'espèces sont présentées. Le rapport 2022 fera l'analyse des données sur l'étendue de la convention 2021-2022.

5-4 Résultats des mesures de biosurveillance à l'aide des gammares (réseau milieu)

La réalisation des bioessais est assurée par la société BIOMAE qui édite son propre rapport.

En 2021, une cartographie synthétique reprend tous les résultats obtenus en toxicité générale depuis les 3 années d'étude.

6-ANNEXES

Annexe 1 : Débits mesurés.

Annexe 2 : Données physico-chimiques et hydrobiologiques.

Annexe 3 : Données concernant les invertébrés selon l'I2M2 (rapprochement avec le RCS/RCO).

Annexe 4 : Cartographie des états DCE à l'échelle du département 05.

Les représentations cartographiques sont le **reflet de la qualité du cours d'eau à un instant "t"** et ne traduisent qu'une partie des relations physico-chimiques et biologiques complexes propres à la vie des cours d'eau.

Réseau complémentaire départemental

Suivi de la qualité des eaux superficielles

Lien demande de résultats : <https://www.hautes-alpes.fr/5469-qualite-de-l-eau.htm>

LA GUISANE À BRIANÇON

Code national06149930

Code étudeGUIS0300

Masse d'eauFRDR311

Type CEMAGREFMP2

LocalisationLe Moulin Faure

Cette station de mesures dresse le bilan de l'état de la qualité des eaux de la Guisane à l'exutoire de son bassin versant.

Les trois communes (Monêtier-les-Bains, la Salle-les-Alpes et Saint-Chaffrey) sont raccordées en totalité ou pour partie à la station d'épuration de Briançon. Un nouveau projet pour les hameaux des Boussardes et Le Lauzet sur Monêtier-les-Bains est en cours de réflexion.

Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriment	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2017	TB	TB	TB	B	B	B	TB
2018	B	TB	B	TB	B	B	TB
2020	B	TB	B	B	B	TB	TB
2021	TB	TB	MOY	B	MOY	TB	TB

Très bon

Bon

Moyen

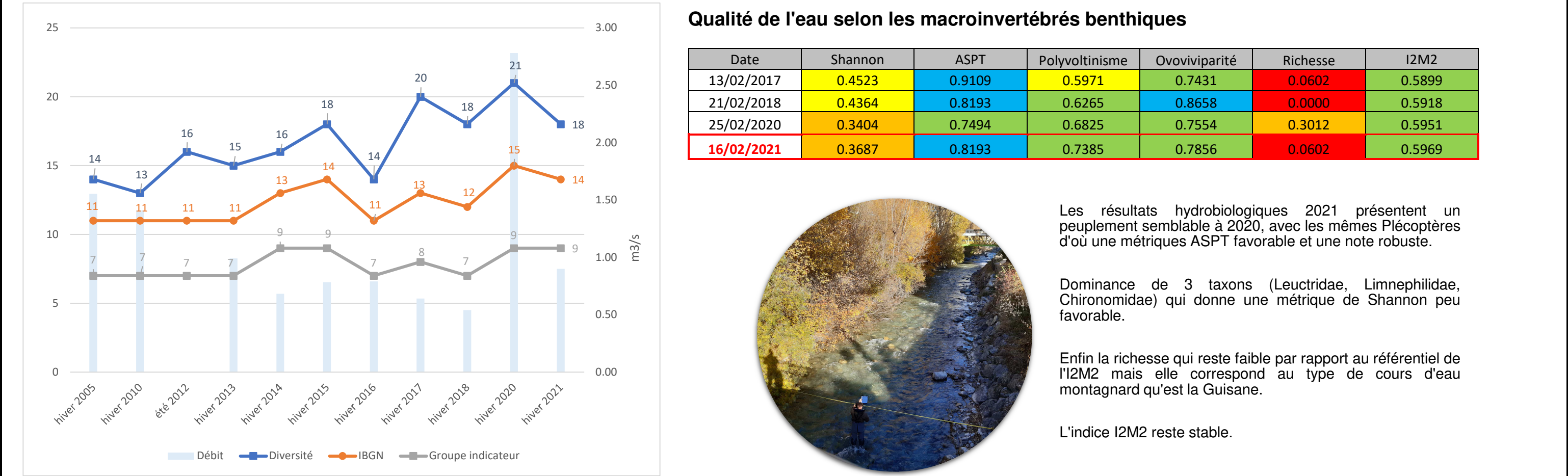
Médiocre

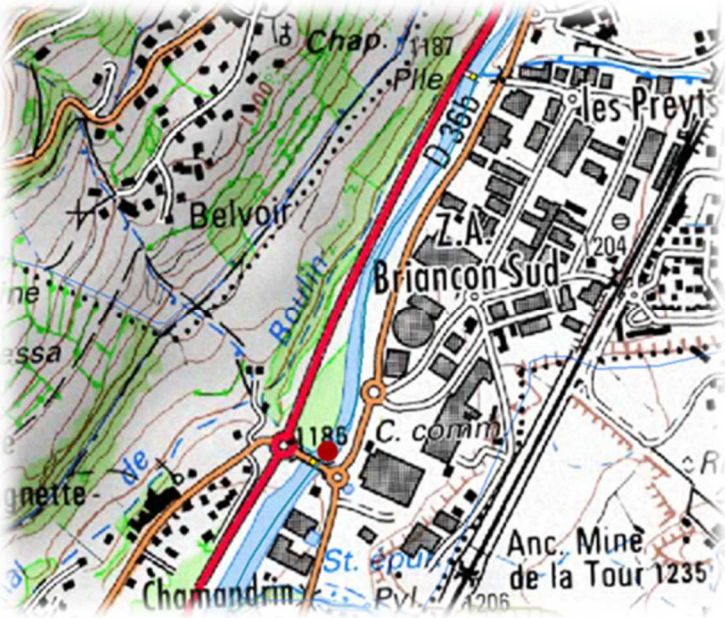
Mauvais

État DCE - calculs effectués par année

En 2021, l'état physico-chimique est déclassé en raison d'une concentration en phosphore totale trop élevée en avril.

Auparavant, ce paramètre n'a jamais atteint cet état moyen et le moins bon résultat remonte à l'été 2014.





Cette station de mesure témoigne de la qualité des eaux de la Durance en amont du rejet de la station d'épuration de Briançon et permet notamment d'évaluer les écarts de collecte dans la traversée de Briançon. Elle vient compléter les données acquises dans le cadre du programme de surveillance au pont du Villaret sur la commune de Saint-Martin-de-Queyrières en aval de Briançon (code station 06150500, RCS, RCO).

Sur ce tronçon, la Guisane et le torrent de la Cerveyrette rejoignent la Durance dans la traversée de Briançon. Le régime hydrologique de la Durance est influencé par les éclusés du barrage de pont Baldy implanté sur le torrent de la Cerveyrette.

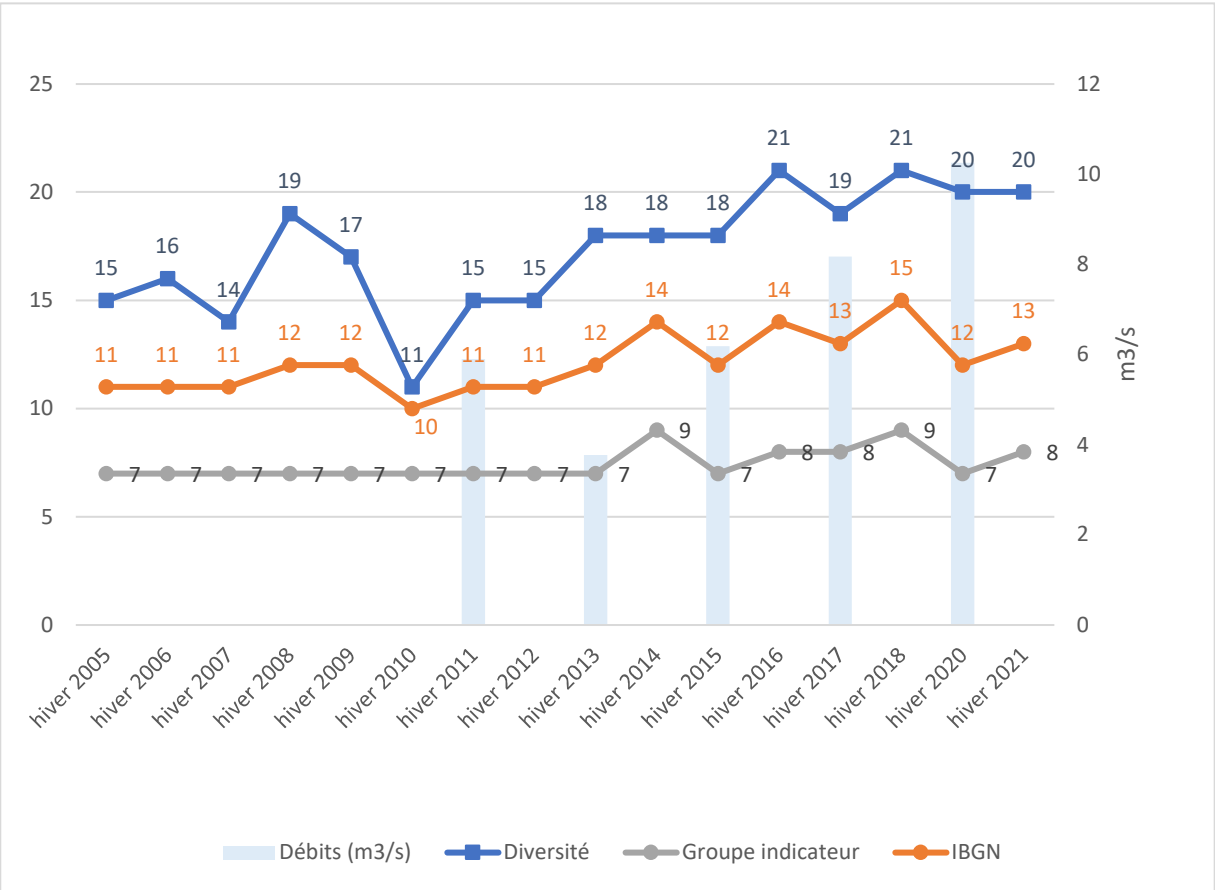
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriment	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2017	TB	TB	TB	B	B	B	TB
2018	MOY	TB	B	B	MOY	TB	TB
2020	TB	TB	TB	B	B	B	TB
2021	TB	TB	B	B	B	B	TB

Très bonBonMoyenMédiocreMauvaisÉtat DCE - calculs effectués par année

L'année 2021 s'apparente à 2018 qui était proche de 2016 ; inversement 2020 était comparable à 2017 avec de bons résultats.

Ainsi en 2021, les nutriments présentent une valeur de phosphore plus élevée uniquement en automne. Ce paramètre était également présent sur 2 saisons de 2018 et 3 saisons de 2016. Les résultats montrent une amélioration.



Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
13/02/2017	0.4727	0.6475	0.6473	0.7725	0.1205	0.5628
21/02/2018	0.3825	0.5925	0.5863	0.6828	0.1807	0.5107
25/02/2020	0.6431	0.7171	0.5293	0.6723	0.1205	0.5580
16/02/2021	0.5155	0.6475	0.7645	0.7289	0.1807	0.5961

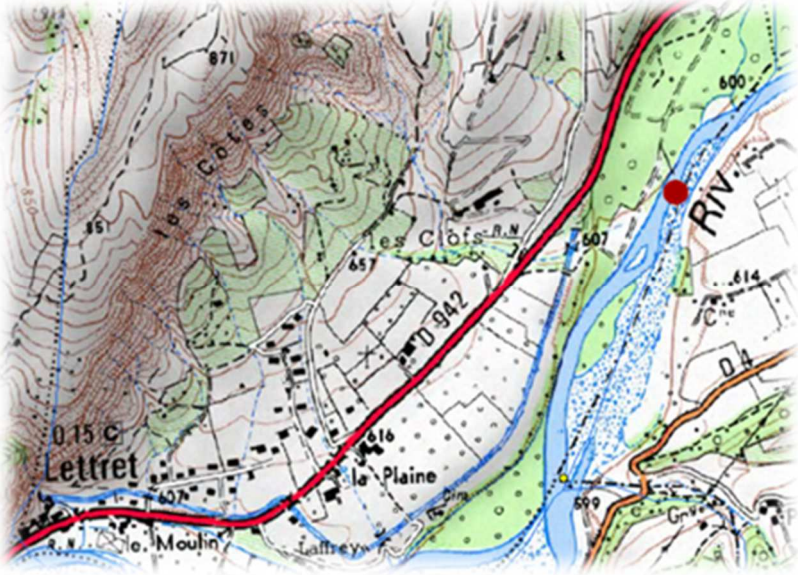


La tendance à l'amélioration observée en 2018 par le biais des invertébrés aquatiques ne se retrouve pas ensuite parce que le groupe faunistique indicateur n'est pas maximal. La composition du peuplement demeure équilibrée.

L'indice Shannon tout comme l'ASPT sont similaires avec la station RCS - 06150500 en aval de la Step de Briançon.

Cependant le polyvoltinisme est meilleur en amont (ce qui signifierait que les habitats y sont plus stables) et l'ovoviviparité meilleur en aval (indiquant une meilleure qualité de l'eau en aval qui se vérifie en 2021).

L'indice global I2M2 est cohérent avec un niveau satisfaisant à l'amont comme à l'aval de Briançon.



Cette station de mesures dresse l'état de la qualité des eaux de la Gyrone en fin de son bassin versant avant la confluence avec la Durance.

La commune des Vigneaux possède un lit bactérien mis en service en 2000 pour 1800 équivalent habitants, dont le milieu récepteur est la Gyrone.

La station d'épuration de Vallouise (16 500 EH) quant à elle rejette dans la galerie EDF qui débouche dans la Durance.

Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2018	TB	TB	TB	B	B	B	TB
2019	B	TB	B	B	B	B	TB
2020	TB	TB	TB	B	B	B	TB
2021	B	TB	B	B	B	B	TB

Très bon

Bon

Moyen

Médiocre

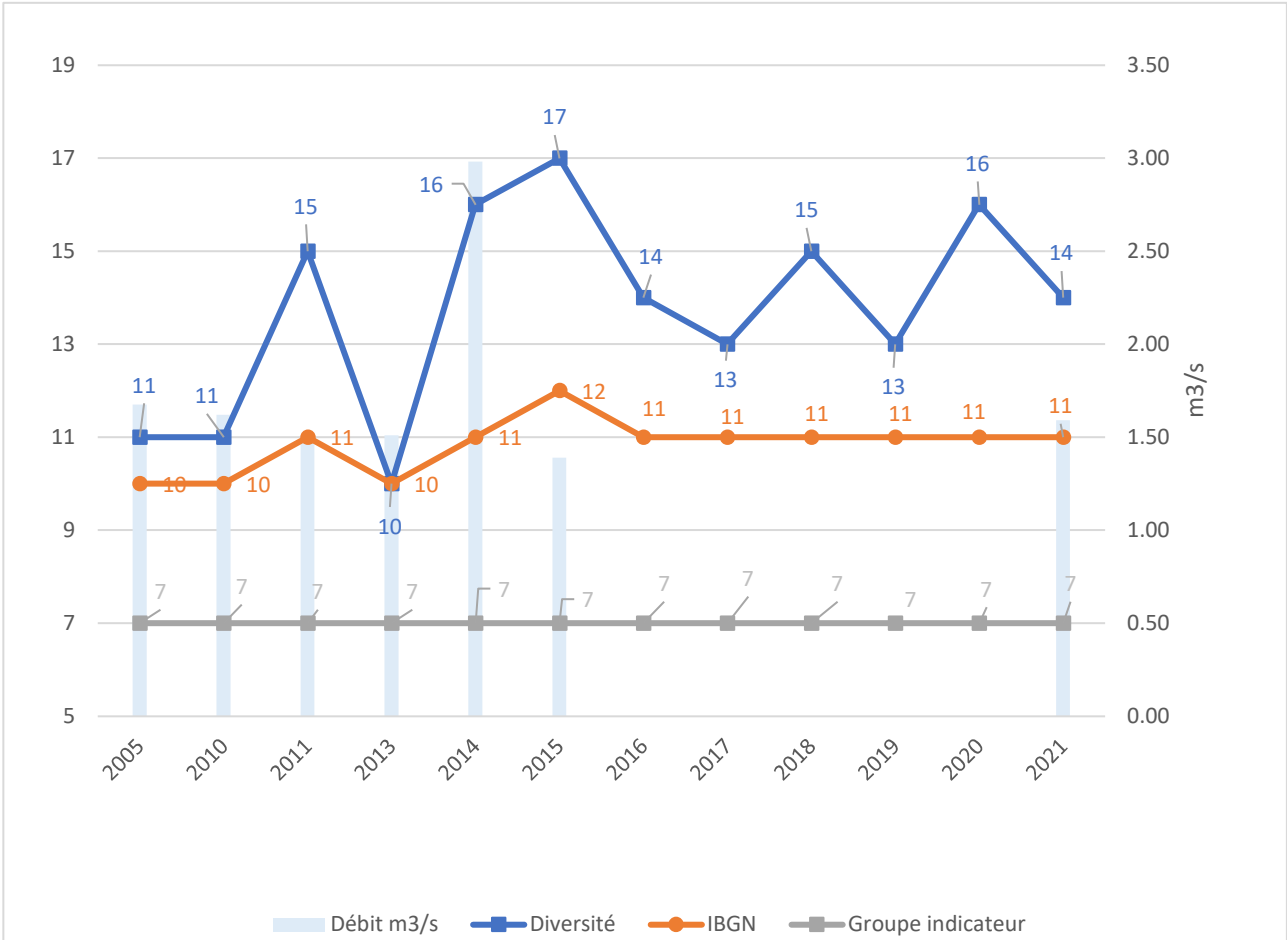
Mauvais

État DCE - calculs effectués par année

L'année 2021 présente une valeur de Demande Biochimique en Oxygène qui décline le très bon état en février alors que les autres paramètres sont très bons. C'est la première fois qu'une valeur aussi haute est obtenue (5.9), les plus fortes valeurs précédentes remontent à 2014 (3.5) et 2010 (3.3). En 2019 le bilan oxygène était impacté au niveau du taux de saturation alors que les autres paramètres étaient également très bons.

Vis-à-vis des nutriments, la saison d'été fait apparaître les moins bons résultats pour l'ammonium, les phosphates et le phosphore avec l'automne en plus pour le phosphore. Cette situation s'observe aussi les années antérieures.

Les analyses biologiques présentent également des résultats stables dans le temps.



Qualité de l'eau selon les macro-invertébrés benthiques

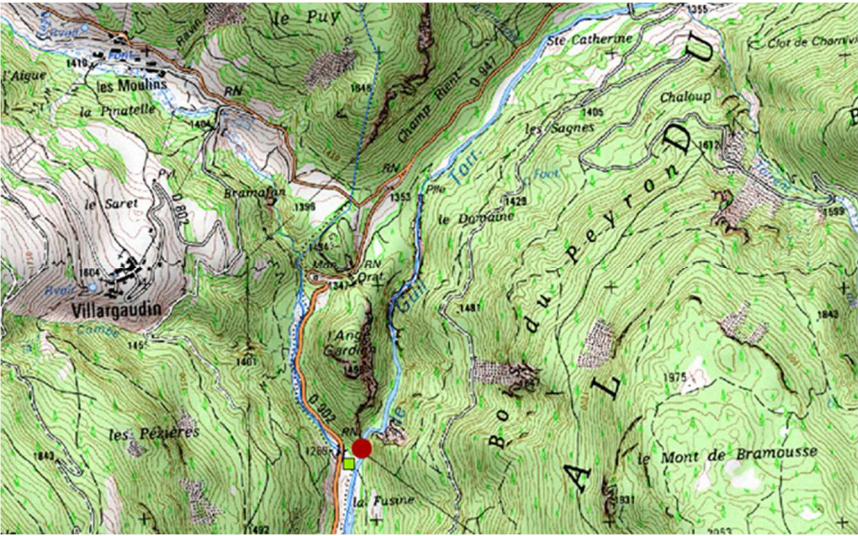
Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
08/02/2018	0.3630	0.8170	0.6730	0.9710	0.0000	0.6130
06/02/2019	0.4440	0.8060	0.7210	0.9840	0.0000	0.6380
20/02/2020	0.3650	0.7820	0.8680	0.6960	0.0000	0.5870
18/02/2021	0.2386	0.9109	0.7315	0.9302	0.0000	0.6164



La composition du peuplement est déséquilibré (51 % Diptères, surtout des Chironomidae), ce qui se traduit par une métrique Shannon médiocre plutôt stable dans le temps.

Les forts effectifs de taxons significatifs d'un enrichissement du milieu (Chironomidae, Limnephilidae) est contrecarrée par la présence de plécoptères polluosensibles (Taeniopterygidae, Perlodidae) qui donne des métriques ASPT et ovoviviparité très bonnes.

Le manque de diversité taxonomique induit une richesse à zéro. Par contre, l'indice global I2M2 est bon dans la durée.



Cette station est située en aval de la station d'épuration de Château-ville-vieille, mise en service en décembre 2014.

Il s'agit d'un réacteur biologique de type R3F « Flore Fixée Fluidisée » qui centralise pour partie les eaux usées des communes d'Aiguilles, Château-ville-vieille et Arvieux.

Les eaux du Guil sont analysées avant la confluence avec le torrent de la Rivière.

Synthèse des résultats

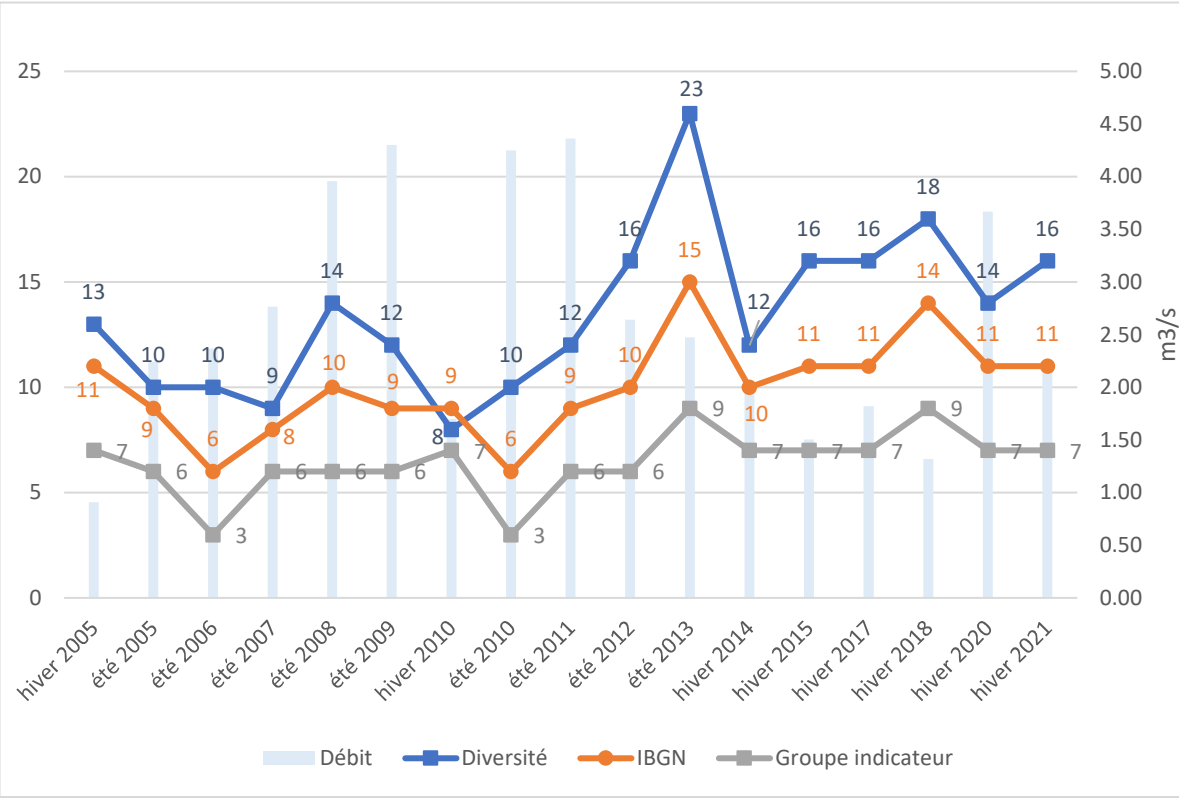
Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2017	TB	TB	B	B	B	B	TB
2018	MOY	TB	B	B	MOY	TB	TB
2020	TB	TB	B	B	B	B	TB
2021	TB	TB	B	B	B	B	TB

Très bon Bon Moyen Médiocre Mauvais État DCE - calculs effectués par année

En 2021, la situation physico-chimique diffère un peu des années précédentes avec uniquement des phosphates et de l'ammonium en février mais pas en été, puis du phosphore en automne.

Il est étonnant que la Demande Biochimique en Oxygène (DBO) ne décline pas car c'est le cas de la station amont et aval en février. Quant à la station RCS – 06150790 en amont de maison du Roy, elle n'a pas été échantillonnée en février (janvier et avril).

Les analyses bactériologiques confirment une qualité excellente au printemps et en été lorsque le traitement UV fonctionne.



Qualité de l'eau selon les macro-invertébrés benthiques

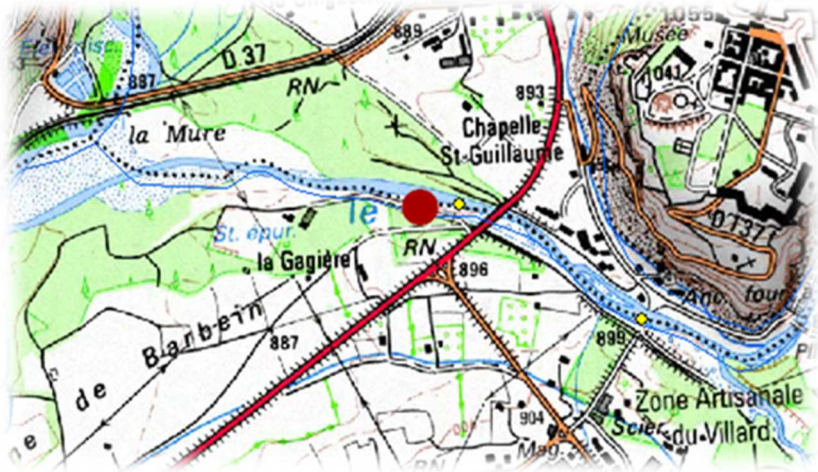
Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
16/02/2017	0.2851	0.5592	0.9530	0.8009	0.0000	0.5675
22/02/2018	0.2854	0.8070	1.0000	0.8697	0.0000	0.6483
26/02/2020	0.3411	0.4015	0.9320	0.8854	0.0000	0.5567
22/02/2021	0.3346	0.7293	0.9312	0.7846	0.0000	0.6049



En 2021, les résultats hydrobiologiques s'inscrivent dans la continuité, avec toutefois un déséquilibre en faveur des Leuctridae (51 %).

Les variations de la métrique ASPT sont dues aux fluctuations de présence de plécoptères polluosensibles.

L'indice global I2M2 affiche un bon état constant.



Cette station de mesures dresse le bilan de la qualité des eaux du Guil en amont de sa confluence avec la Durance. A Guillore, le Guil reçoit notamment les eaux du torrent de Chagne qui traverse la commune de Vars.

La station de mesures 06150795 du programme de surveillance (station RCS) donne des indications sur la qualité des eaux du torrent de Chagne à l'exutoire de son bassin versant.

Cette partie du Guil est sous l'influence du barrage de Maison du Roy avec un fonctionnement en écluses automatiques et des variations hebdomadaires du débit.

Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2017	TB	TB	B	B	B	TB	TB
2018	B	TB	B	B	B	TB	TB
2020	TB	TB	TB	B	B	TB	TB
2021	MOY	TB	B	B	MOY	MOY	TB

Très bon Bon Moyen Médiocre Mauvais État DCE - calculs effectués par année

En 2021, l'état physico-chimique est impacté par une valeur de Demande Biochimique en Oxygène (DBO) trop élevée en février. Ensuite des éléments phosphorés sont présents en août et octobre.

Les résultats hydrobiologiques selon les invertébrés montrent également un état moyen peu obtenu auparavant.

Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

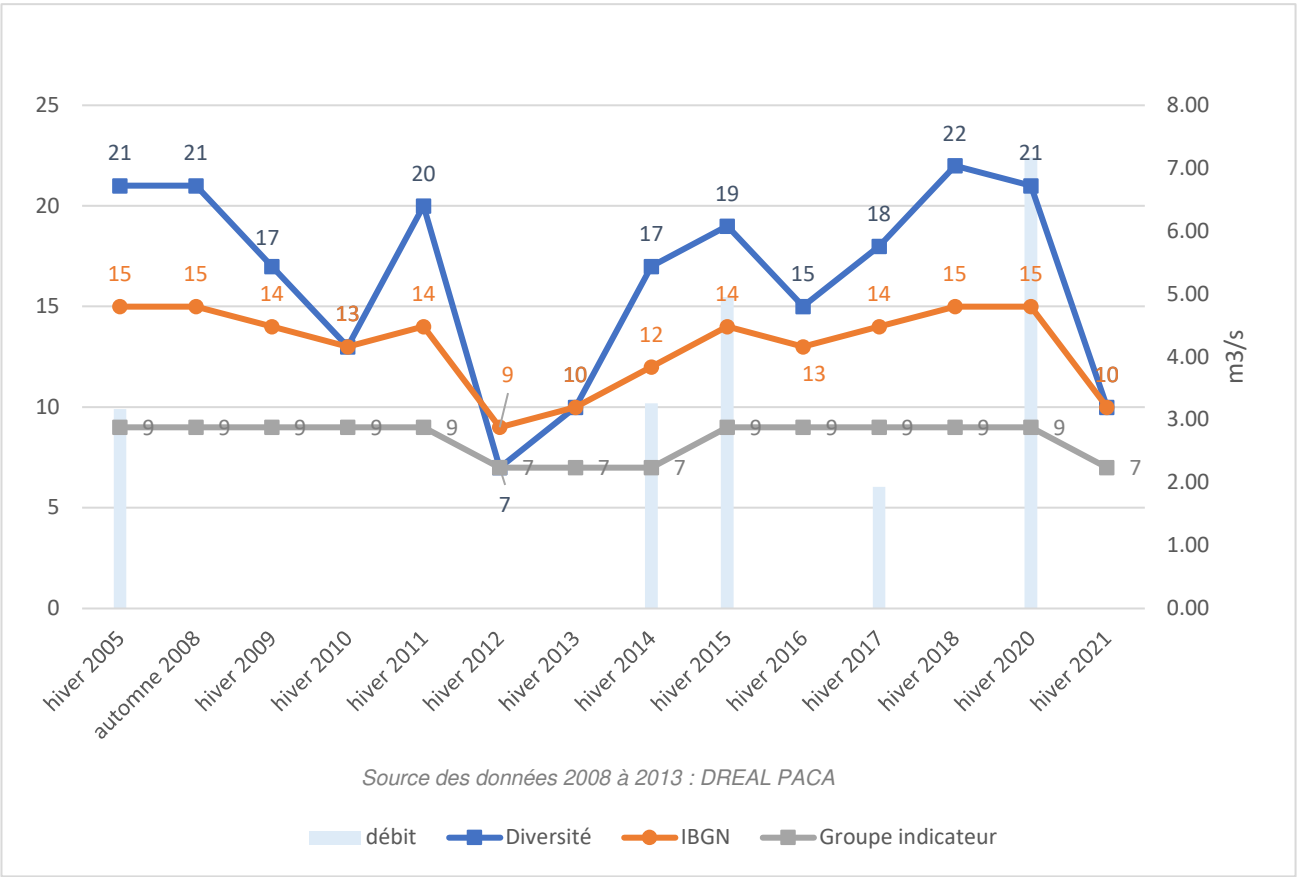
Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
14/02/2017	0.0286	0.6029	0.7426	0.7625	0.3333	0.5298
22/02/2018	0.6140	0.8653	1.0000	0.8037	1.0000	0.8600
24/02/2020	0.8147	0.7487	0.8236	0.8864	1.0000	0.8476
18/02/2021	0.5268	0.9469	1.0000	1.0000	0.0000	0.7499

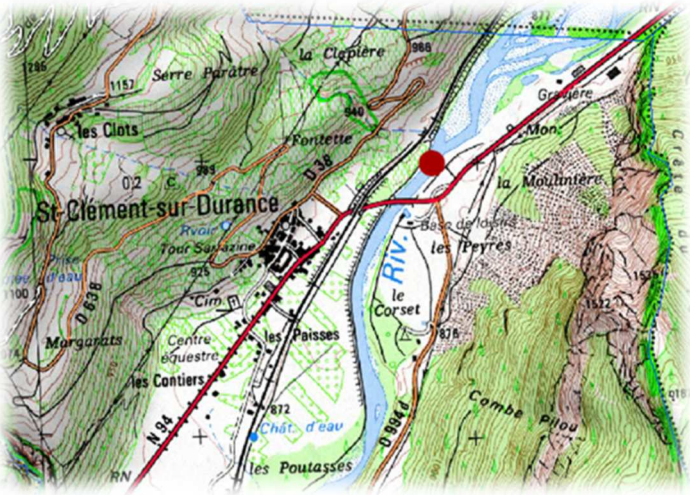


En 2021, l'effectif total est très faible avec seulement 263 individus / m² (contre 3 000 à 15 000 habituellement).

Le nombre de taxons chute fortement (10 contre 21 en 2020) ce qui vaut la valeur zéro pour la métrique Richesse.

La répartition entre les taxons est moins équilibrée ce qui se traduit par une métrique de Shannon moins bonne (prédominance 42 % de Limnephilidae).





Cette station de mesures permet d'évaluer l'état de la qualité des eaux de la Durance en aval de la confluence avec le Guil.

Sur le plan écologique, la Durance présente sur ce secteur un lit en tresses remarquable qui a fortement évolué depuis l'arrêt de l'extraction de matériaux alluvionnaires en 2009. Son régime hydrologique est cependant influencé par les éclusés du barrage de Maison du Roy sur le Guil avec des variations de hauteurs d'eau sensibles lorsque les débits de la Durance sont faibles.

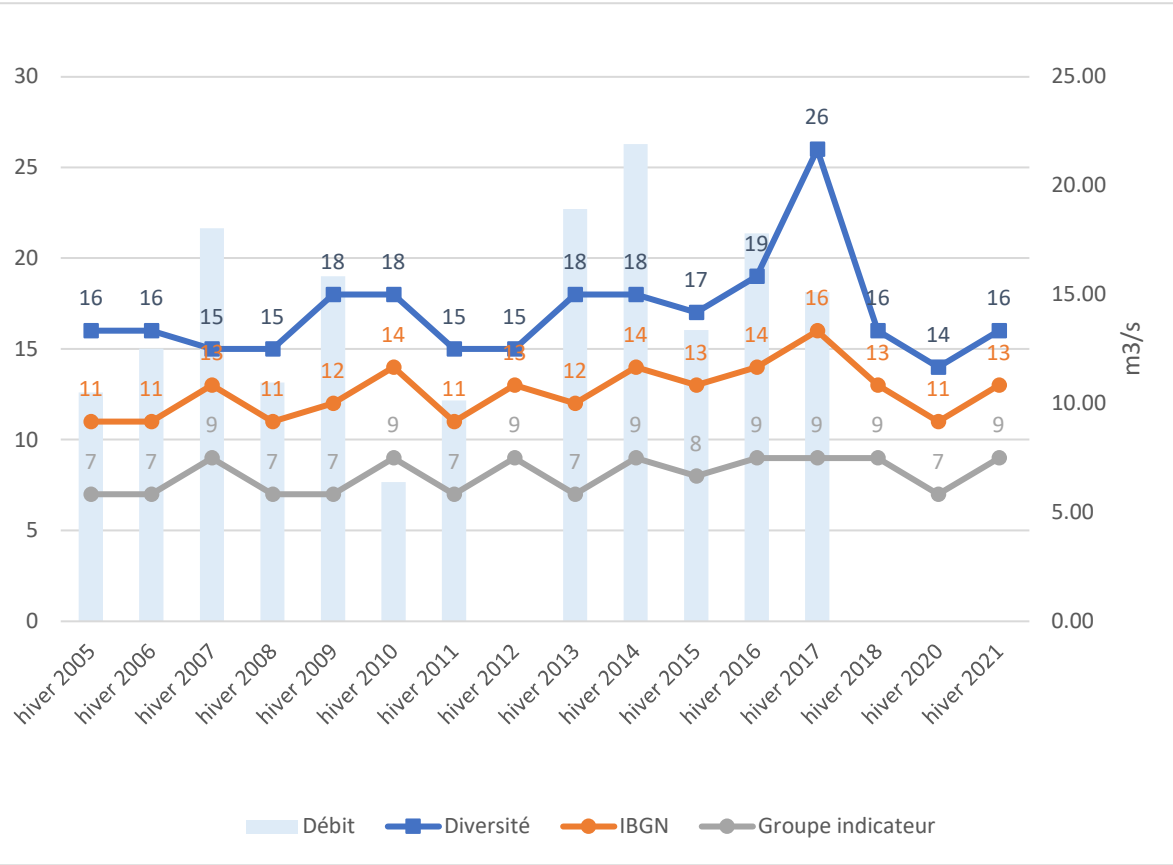
La commune de la Roche de Rame doit renouveler sa station d'épuration.

Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2017	TB	TB	B	B	B	TB	TB
2018	B	TB	B	B	B	TB	TB
2020	B	TB	TB	TB	B	B	TB
2021	TB	TB	TB	B	B	B	TB

Très bon Bon Moyen Médiocre Mauvais Etat DCE - calculs effectués par année

En 2021, seul le pH décline le très bon état physico-chimique.



Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

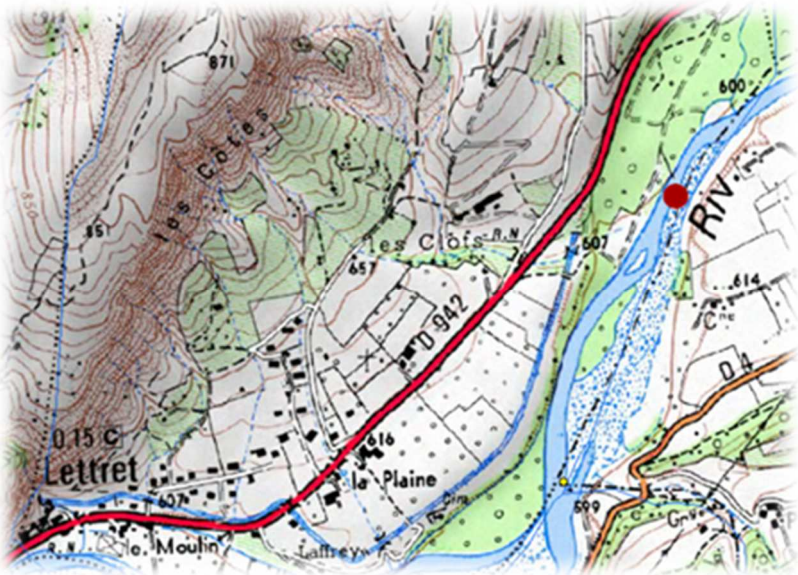
Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
14/02/2017	0.7359	0.8182	1.0000	0.6882	1.0000	0.8444
22/02/2018	0.5885	1.0000	0.9391	0.7208	0.6667	0.8003
24/02/2020	0.7788	1.0000	1.0000	0.7433	0.0000	0.7466
23/02/2021	0.5628	1.0000	1.0000	0.7738	0.3333	0.7691



En 2021, la situation semble se redresser mais la note est surestimée car il y a 2 points en moins en robustesse.

La structure du peuplement est identique.

Les métriques et l'I2M2 demeurent satisfaisants avec une amélioration de la richesse par rapport à 2020.



Cette station de mesures dresse l'état de la qualité des eaux de la Durance en aval de la confluence avec la Luye, milieu récepteur du rejet de la station d'épuration de Gap.

Le point de mesures du programme de surveillance (RCS, 06154000) donne l'état de la qualité des eaux de la Luye en amont de sa confluence avec la Durance. Un autre point de mesures sur la Durance à Rochebrune (RCS, 06152700) permet de comparer la qualité des eaux de la Durance en amont des deux principaux affluents du gapençais (La Luye et l'Avance).

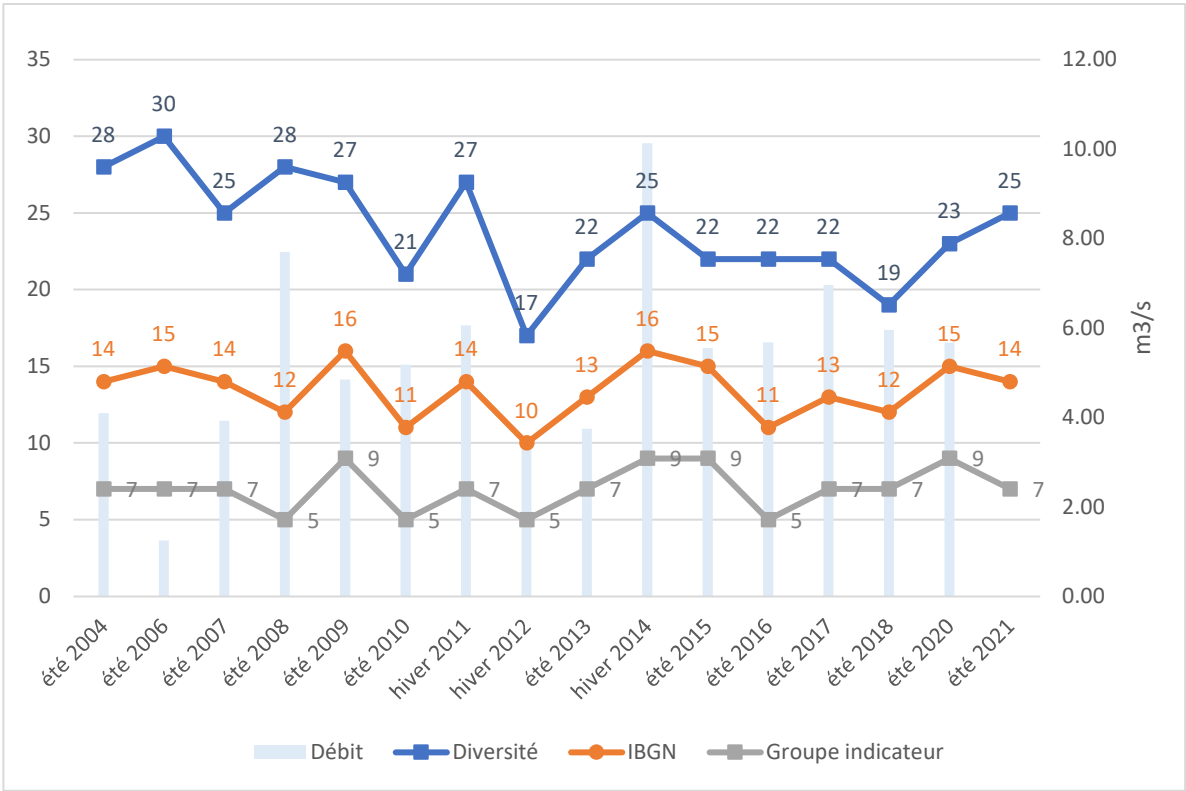
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2017	TB	TB	B	B	B	IND	B
2018	TB	TB	MOY	B	MOY	IND	TB
2020	TB	TB	B	B	B	IND	TB
2021	TB	TB	B	B	B	IND	TB

Très bonBonMoyenMédiocreMauvaisÉtat DCE - calculs effectués par année

En 2021, les résultats affichent toujours un très bon état (hormis pour le pH sur la 1^{ère} moitié de l'année) à la station RCS de Rochebrune (06152700). La station RCS en fin de bassin versant de la Luye (06154000) est dégradée surtout en été par les éléments azotés et phosphorés désignant un état moyen.

A la station de Lettret sur la Durance en aval de la confluence, ces éléments sont dilués et il ne subsiste que du phosphore lors des campagnes printanière et automnale. L'impact estival de la Luye ne se ressent pas sur la Durance comme cela a déjà été constaté en 2020.



Qualité de l'eau selon les macro-invertébrés benthiques

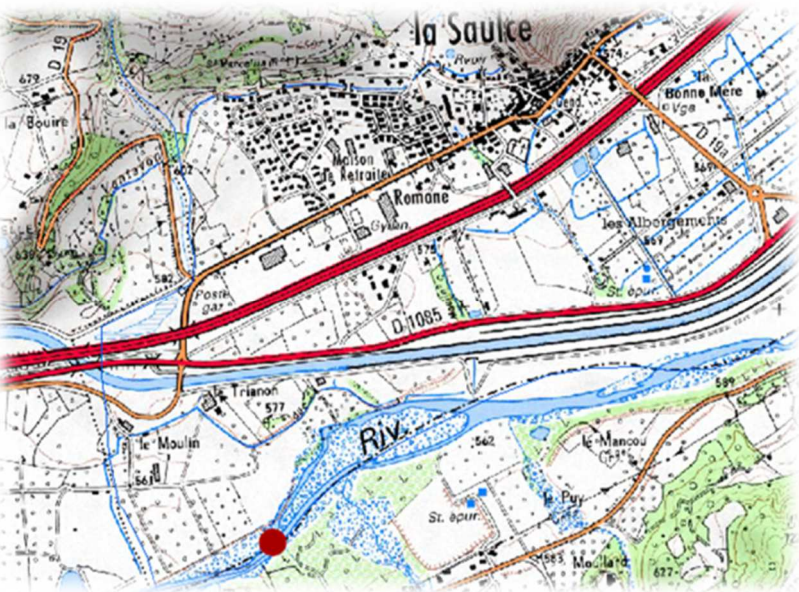
Date de prélèvement	Note IBG	Taxon indicateur	Diversité	Densité
09/08/2021	14/20	Leuctridae	25 taxons	5 515 ind./m²



La composition du peuplement d'invertébrés demeure prédominée par les gammares (42 %).

Le Groupe Faunistique Indicateur retombe à 7 par manque d'individus de Perlidae. La note est surestimée car elle perd 3 points en robustesse (lorsque l'on enlève le taxon le plus pollousensible).

La diversité taxonomique connaît une légère augmentation (1 trichoptère, diptères, mollusques).



Ce point de mesures est positionné en aval du barrage de La Saulce. Le rejet de la station de la commune de La Saulce est la source principale de pollution d'origine domestique sur ce tronçon de la Durance.

On peut supposer que les stations d'épuration de Tallard et de Curbans, qui rejettent leurs eaux traitées en amont du barrage de La Saulce, n'impactent pas cette partie de la Durance compte tenu de la capacité d'autoépuration du plan d'eau.

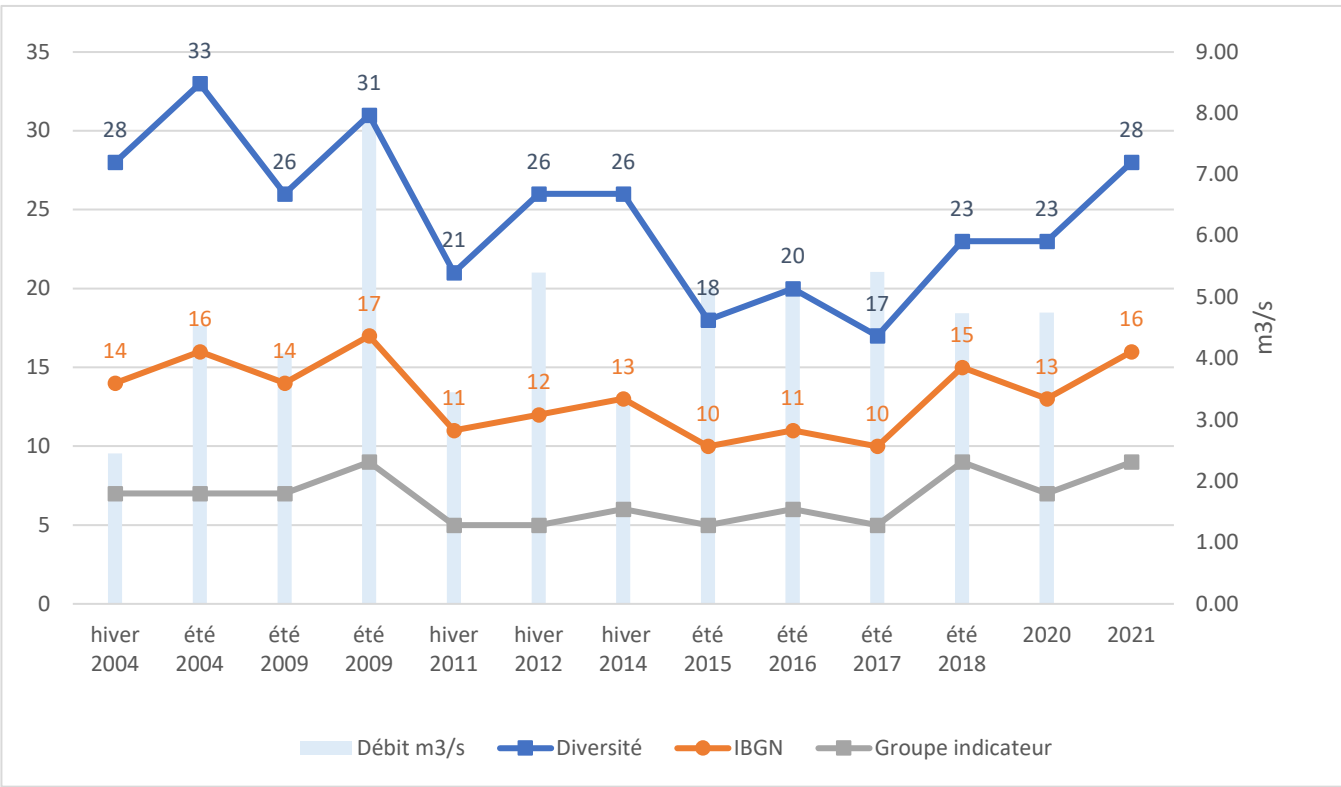
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2017	TB	TB	B	B	B	IND	TB
2018	B	TB	B	B	B	IND	TB
2020	MED	TB	B	TB	MED	IND	TB
2021	B	TB	B	B	B	IND	TB

Très bon Bon Moyen Médiocre Mauvais État DCE - calculs effectués par année

En 2021, aucun des 2 paramètres déclassants en 2020 n'apparaît (pour rappel Ammonium et Carbone Organique Dissous COD).

Par contre, la Demande Biochimique en Oxygène DBO présente une valeur un peu élevée en été. Des phosphates dépassent la valeur du très bon état en mai et octobre, avec du phosphore également en octobre.



Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

Date de prélèvement	Note IBG	Taxon indicateur	Diversité	Densité
09/08/2021	16/20	Perlidae	28 taxons	8 013 ind./m²

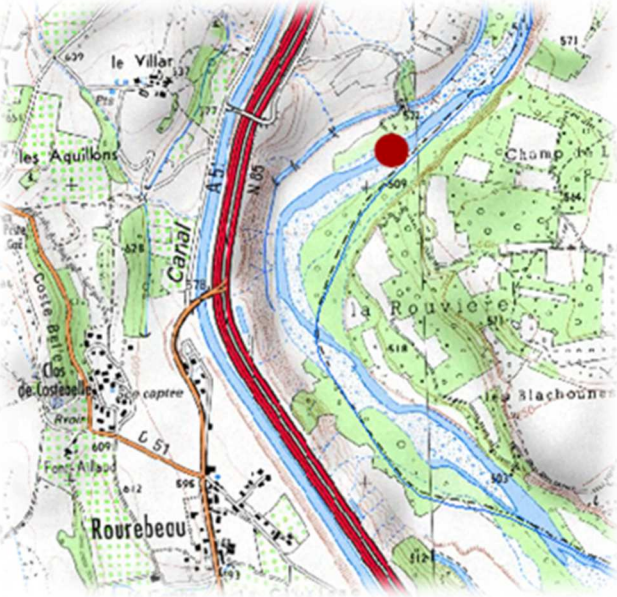


En 2021, l'évolution temporelle indique une tendance à l'amélioration.

La note est cependant très surestimée (perte de 4 points lorsque l'on regarde le taxon indicateur suivant).

La composition du peuplement est toujours dominé par les taxons détritivores (51 % Gammaridae).

L'augmentation de la diversité est à relativisée car il s'agit notamment de taxons résistants à la pollution comme les achètes (sangsues).



Cette station de mesures permet d'évaluer la qualité des eaux de la Durance en amont de Sisteron en complément du point de mesures du programme de surveillance (RCS 06153900 : La Durance à Sisteron).

Ce tronçon de la Durance est le milieu récepteur (direct ou indirect) de plusieurs stations d'épurations : Monétier-Allemont, Claret, Valenty et Upaix.

Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2017	TB	TB	B	B	B	IND	TB
2018	MOY	TB	B	B	MOY	IND	TB
2020	B	TB	TB	B	B	IND	TB
2021	TB	TB	B	B	B	IND	TB

Très bon

Bon

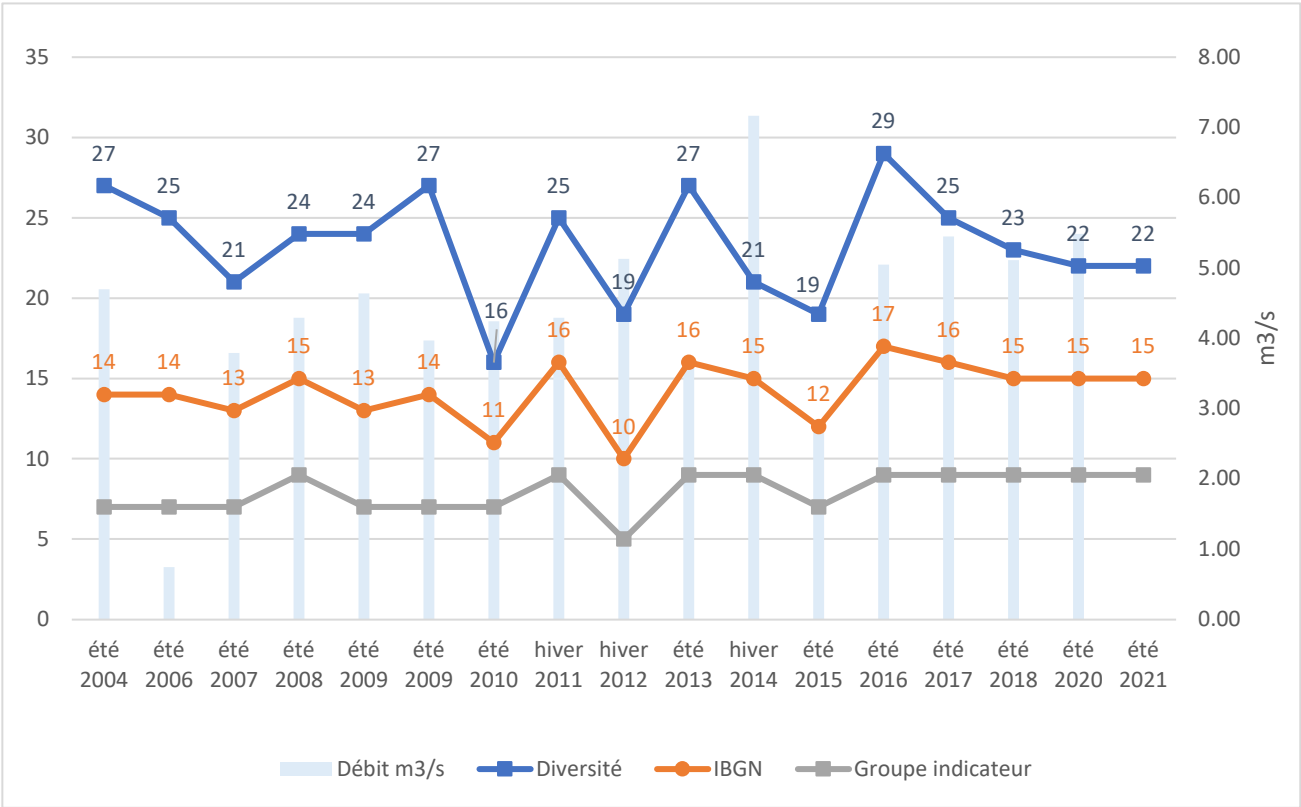
Moyen

Médiocre

Mauvais

État DCE - calculs effectués par année

En 2021, les nutriments n'affichent que du phosphore, de mai à octobre. Les autres nutriments tel l'ammonium présentent une concentration relevant du très bon état.



Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

Date de prélèvement	Note IBG	Taxon indicateur	Diversité	Densité
12/08/2021	15/20	Perlidae	22 taxons	6 515 ind.m²



Les résultats hydrobiologiques sur ce tronçon de la Durance se maintiennent dans la gamme haute des valeurs d'IBG-DCE.

En 2021 le peuplement est toujours dominé par les Gammaridae (55 %), taxon consommateur de débris végétaux (situation proche des deux autres stations amont sur la Durance à Lettret et La Saulce).



Il s'agit d'un point de mesure qui a été créé en 2021 à 500 m en aval du rejet de la station d'épuration de Veynes (5 400 EH), qui a été déclarée non conforme.

Des travaux sont entrepris pour sa mise en conformité, dans un premier temps la construction d'un bassin d'orage tampon puis une nouvelle unité de traitement prévue pour 2024.

Cette station a pour objectif d'effectuer un constat de la qualité du Petit Buëch avant et après travaux.

Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2021	TB	TB	MOY	B	MOY	TB	TB

Très bon

Bon

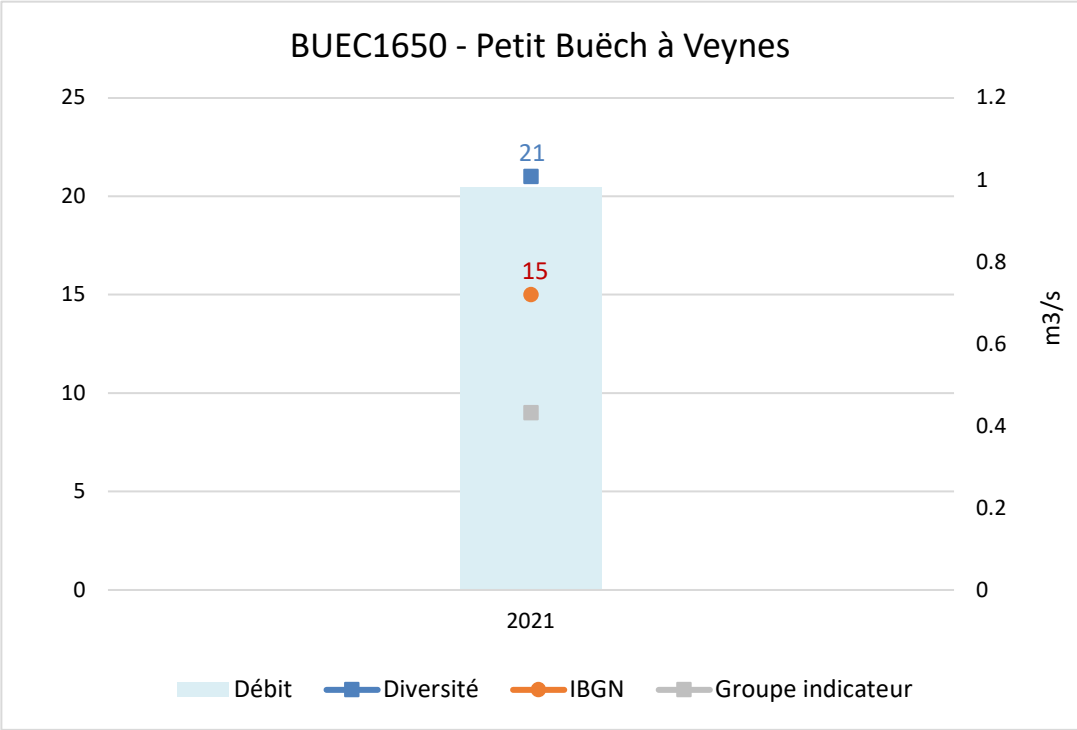
Moyen

Médiocre

Mauvais

(Etat DCE : calculs effectués par année)

En 2021, l'état écologique du Petit Buëch est dégradé par l'ammonium en été. Des phosphates et du phosphore sont également présents en été et automne lorsque les niveaux sont les plus bas.



Qualité de l'eau selon les macro-invertébrés benthiques

Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
12/08/2021	0.291	0.746	0.783	1.000	0.167	0.643



En 2021, les résultats hydrobiologiques sont satisfaisants car ils indiquent un très bon état selon l'Indice Global Général (IBG-DCE) ainsi que les diatomées.

Les valeurs des métriques et de l'I2M2 sont également convenables, hormis la Richesse jugée trop faible par rapport à la référence et l'indice Shannon traduisant un déséquilibre du peuplement avec prédominance de 2 taxons ubiquistes (Leuctridae et Baetidae).

La station en amont (RCS 06154660) obtient 15/20 et 23 taxons, soit des valeurs très proches, y compris dans l'I2M2.



DÉPARTEMENT DES HAUTES-ALPES

Programme de suivi de la qualité des cours d'eau du
département des Hautes-Alpes

Synthèse des analyses IBD réalisées sur deux cours d'eau majeurs des
hautes-Alpes et leurs principaux affluents

La Durance et le Guil (05)

Suivi 2021

6 agences couvrant l'ensemble du territoire et
plus de **20 ans d'expérience** d'étude des milieux aquatiques.

Agence Sud-Ouest - Siège social

ZA du Grand Bois Est, route de Créon
33750 SAINT-GERMAIN-DU-PUCH
Tel. 05 57 24 57 21
contact@aquabio-conseil.com

Agence Centre

ZAC les Acilloux, 10 rue Hector Guimard
63800 COURNON D'Auvergne
Tel. 04 73 24 77 40
centre@aquabio-conseil.com

Agence Nord-Est

Ferme du Marot - D14
25870 CHÂTILLON-LE-DUC
Tel. 03 81 52 97 46
nord-est@aquabio-conseil.com

Agence Ouest

ZAC Beauséjour, rue de la gare du tram
35520 LA MÉZIÈRE
Tel. 02 99 69 73 77
ouest@aquabio-conseil.com

Agence Sud-Est

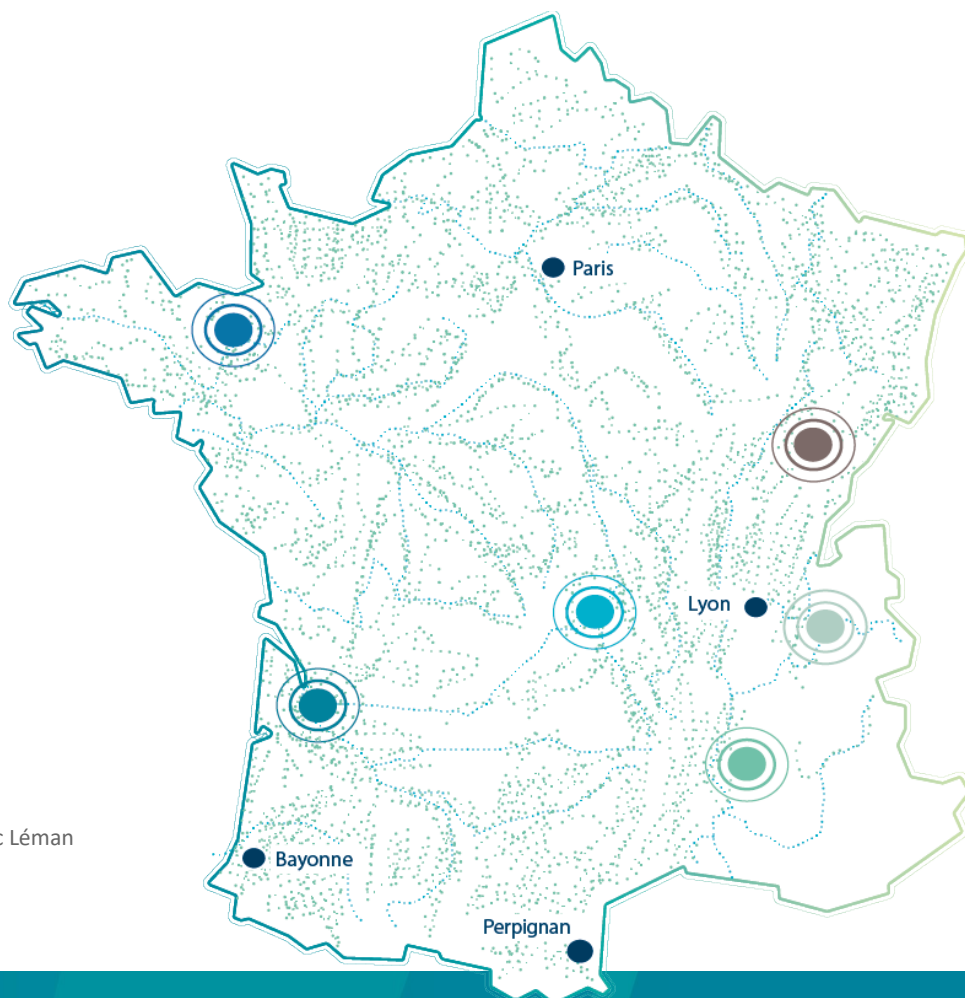
11 rue de la Charette Bleue
26110 NYONS
Tel. 04 75 26 03 32
sud-est@aquabio-conseil.com

Agence de Chambéry

Bâtiment Andromède, 108 avenue du Lac Léman
BP70363
73372 Le Bourget du Lac Cédex
Tel. 04 79 33 64 55
chambery@aquabio-conseil.com

Nos relais et partenaires locaux

Paris, Bayonne, Lyon, Perpignan



NY212-02

VERSION 1

05.11.21

M211022

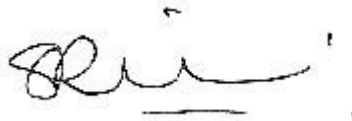
RÉDACTEUR

Nom : Majlis Durand
Date : 05 novembre 2021
Visa :



VÉRIFICATEUR ET APPROBATEUR

Nom : Stephanie RIOM
Date : 15 novembre 2021
Visa :



SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	3
INTRODUCTION.....	4
MÉTHODOLOGIE.....	5
I. L'Indice Biologique Diatomées (I.B.D).....	5
I.1. Méthode de prélèvement, de traitement et d'analyses des échantillons.....	5
I.2. Conditions d'application	5
I.3. Outils d'aide à l'interprétation des analyses IBD.....	5
I.3.1. Indice Biologique Diatomées (IBD).....	6
I.3.2. Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS).....	6
I.3.3. Etude de la diversité et de l'équitabilité.....	6
I.3.4. Autoécologie.....	6
I.3.5. Guildes écologiques et formes de vie.....	7
I.3.6. Formes tératogènes.....	7
II. Évaluation de l'état biologique.....	8
RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS.....	9
I. Les stations étudiées.....	9
I.1. Localisation des stations à étiage hivernal.....	9
I.2. Localisation des stations à étiage estival.....	9
I.3. Prélèvements.....	9
II. Résultats des analyses.....	11
II.1. Généralités sur les espèces de diatomées prédominantes.....	11
II.2. Synthèse des États biologiques.....	11
II.3. Résultats et interprétations de la campagne hivernale 2021.....	13
II.3.1. Le Guil.....	13
II.3.2. La Guisane.....	14
II.3.3. La Gyronde.....	16
II.3.4. La Durance en amont de Serre-Ponçon.....	17
II.3.5. Le torrent des Vachères.....	18
II.4. Résultats et interprétations de la campagne estivale 2021.....	20
II.4.1. La Durance en aval de Serre-Ponçon.....	20
II.4.2. Le Petit Buëch.....	21
CONCLUSION.....	23
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	24
ANNEXES.....	25

INTRODUCTION

Depuis 2004, le Département des Hautes-Alpes réalise un suivi de la qualité des cours d'eau du département en maîtrise d'ouvrage directe.

Dans ce cadre, le Département 05 fait appel à AQUABIO depuis 2014 pour réaliser les analyses et l'étude des diatomées sur plusieurs stations situées sur la Durance, le Drac, le Buëch et leurs principaux affluents. Ce suivi permet de récolter des données sur la qualité du milieu et son évolution au fil du temps.

Chaque année, la réalisation de la campagne de terrain est réalisée par le Département. Les analyses IBD ont concerné 13 stations en 2021. Dans un premier temps, 9 stations dont les cours d'eau présentent un régime nival (la période de basses eaux ayant lieu en février) ont été prélevées. Les 4 stations restantes étant situées sur des cours d'eau à régime pluvio-nival, avec un fort contraste entre les deux périodes de hautes eaux (printemps et automne) et l'étiage estival très marqué (juillet à septembre), ont été prélevées au début du mois d'août.

L'analyse des lames et la rédaction du rapport ont été effectuées par AQUABIO.

Le Tableau I donne la liste du personnel d'AQUABIO ayant participé à l'étude.

Tableau I : Personnel ayant participé à l'étude

		Analyses	Rapport d'étude
Responsable technique des études	RIOM Stéphanie		X (validation)
	AUBOIN Jérémie	X	
Hydroécologues	BERTHON Vincent	X	
	DURAND Majlis		X (rédaction)

I. L'INDICE BIOLOGIQUE DIATOMÉES (I.B.D)

I.1. Méthode de prélèvement, de traitement et d'analyses des échantillons

L'inventaire des communautés de diatomées est effectué conformément à **la norme relative à l'échantillonnage, le traitement et l'analyse de diatomées benthiques en cours d'eau et canaux (AFNOR, 2016:90-354).**

Les prélèvements sont effectués préférentiellement sur des substrats stables, durs et inertes tels que des pierres ou des galets. Le choix du substrat s'effectue selon des critères de taille et de localisation dans le chenal. Le substrat doit être d'une taille suffisante pour ne pas avoir été transporté lors des dernières crues. Il doit également avoir été immergé toute l'année.

Les habitats situés au centre du chenal, en faciès plutôt lotique et sur des zones éclairées sont privilégiés. Ces conditions de prélèvements sont privilégiées dans la mesure du possible, en fonction des caractéristiques du milieu. Le peuplement benthique est récolté par grattage du substrat sur une surface d'au moins 100 cm². Les brosses utilisées sont à usage unique pour éviter ainsi toutes contaminations entre les sites. Le matériel biologique est ensuite fixé sur site avec de l'éthanol dans des piluliers préalablement étiquetés.

En laboratoire les échantillons subissent plusieurs nettoyages chimiques (H₂O₂, HCl) pour détruire la matière organique et les carbonates de calcium. Les frustules des diatomées sont ensuite montés entre lame et lamelle dans une résine à haut indice de réfraction (Naphrax) et sont observés en microscopie optique (x1000 à immersion et en contraste de phase ou interférentiel).

Les identifications des diatomées sont basées entre autres sur les ouvrages Freshwater benthic diatoms Lange-Bertalot et al., 2017 , Süßwasserflora von Mitteleuropa (Krammer et al., 1986, 1988, 1991) ainsi que sur les Atlas régionaux des diatomées de France.

I.2. Conditions d'application

La méthode IBD est seulement valable en milieu continental et recommande de s'assurer de la stabilité de l'hydrologie avant l'opération de prélèvement. Dans le cas contraire il est recommandé de respecter un délai allant de quelques jours à 4 semaines après un événement hydrologique, selon son intensité.

I.3. Outils d'aide à l'interprétation des analyses IBD

Le support « diatomées » permet d'évaluer la qualité de l'eau avec une faible intégration temporelle (quelques semaines à quelques mois).

La saisie sur le logiciel OMNIDIA (LECOINTE *et al.*, 1993) permet de classer un grand nombre d'espèces selon leur sensibilité ou leur tolérance à la pollution, notamment organique et azotée. En fonction des altérations de la qualité des eaux, les diatomées réagissent par des variations qualitatives et quantitatives de leur peuplement.

I.3.1. Indice Biologique Diatomées (IBD)

L'IBD exprime la qualité biologique selon l'élément diatomées dans le cadre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau et la Loi française sur l'Eau. Il est basé sur la probabilité de présence d'un grand nombre de taxons dans sept classes de pollutions.

L'IBD est calculé via par une API interrogeant les algorithmes du service de calcul du Système d'Évaluation de l'État des Eaux SEEE (www.see.eaufrance.fr) et s'exprime par une note comprise entre 1 et 20. Comme préconisé dans la norme en vigueur, le pourcentage des unités diatomiques prises en compte pour le calcul de l'IBD conditionne la qualification de la note :

- > % > 50 % : note IBD fournie sans réserves sur le résultat,
- > 25 < % ≤ 50 : note IBD fournie avec réserves sur le résultat,
- > % ≤ 25 % : note IBD non calculable.

I.3.2. Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS)

Non normalisé et plus ancien que l'IBD, l'IPS est reconnu internationalement et s'exprime par une note comprise entre 1 et 20 présentant une bonne corrélation avec l'IBD. C'est un indice basé sur l'abondance et la sensibilité spécifique d'un plus grand nombre de taxa que l'IBD. Il est mieux corrélé et plus sensible aux altérations la physico-chimie de l'eau que l'IBD. Ceci est notamment vrai pour deux paramètres, le pH et la conductivité, pour lesquels il est difficile de déterminer si les variations sont d'origine anthropique ou naturelle.

I.3.3. Etude de la diversité et de l'équitabilité

L'indice de Shannon et Weaver permet de caractériser la diversité d'un peuplement. Il se calcule comme suit:

$$H = -\sum [(n_i/n) \log_2 (n_i/n)]$$

avec n_i = nombre d'individu de l'espèce i ; n = nombre total d'individu compté ; n_i/n = abondance relative de l'espèce i

Un milieu favorable à l'installation de nombreuses espèces correspond à un indice de diversité élevé.

L'équitabilité est un indice qui permet de caractériser l'équilibre d'une population.

$$E = H / \ln(S)$$

avec H = indice de Shannon et Weaver et S nombre d'espèces

Ainsi, une équitabilité élevée (supérieure à 0,5) correspond à un peuplement équilibré.

I.3.4. Autoécologie

L'autoécologie du peuplement de diatomée est basée sur les travaux de l'IRSTEA, adaptés aux cours d'eau français (CARAYON *et al.*, 2019). Un script R (R CORE TEAM, 2020) développé par notre service Recherche et Développement permet d'afficher graphiquement l'affinité du peuplement en place pour les caractéristiques autoécologiques suivantes :

- > état trophique,
- > azote organique,
- > nitrate,
- > saprobie,
- > oxygénation,
- > minéralisation des eaux.

Cette classification prend en compte les spécificités françaises telles que la rareté des situations acides et les problèmes d'azote minéral. Pour une typologie donnée, la comparaison à la station ayant obtenu les meilleurs résultats IBD (station de référence ou « Best ») est possible à partir des données brutes bancarisées dans la base de données d'Aquabio.

I.3.5. Guildes écologiques et formes de vie

Les diatomées benthiques utilisent différentes stratégies afin de résister aux pressions environnementales (e. g. broutage, force d'écoulement, ensoleillement, disponibilité en ressources nutritives). Ces stratégies adaptatives permettent de classer les diatomées dans quatre guildes écologiques :

- > High profile (HPG) : espèces de grande stature pouvant rechercher les nutriments et la lumière dans la strate supérieure du biofilm mais non résistantes aux perturbations de fort courant et au broutage,
- > Low profile (LPG) : espèces de petite stature capables de vivre dans des milieux aux faibles ressources en nutriments et de résister aux perturbations physiques du milieu,
- > Motile (MG) : espèces se déplaçant très rapidement et qui prolifèrent en milieu riche en nutriments,
- > Planctonic (PG) : espèces flottantes dans la colonne d'eau.

Il est également possible de classer les diatomées en fonction de leur forme de vie :

- > selon leur mode d'attachement : Adnée (cellules attachées par leurs valves au substrat), Pédonculée par mucilage (cellules produisant un mucilage par leur apex qui les colle au substrat), ou Pédonculée par tige (cellules produisant un long pédoncule qui les fixe au substrat),
- > selon leur capacité à former des colonies : Solitaire (cellules isolées) ou Coloniales (colonies en filament, rubanées, en zig-zag, en rosette, en étoile, arbusculaires ou en tube muqueux),
- > selon leur capacité à coloniser rapidement un milieu : les pionnières (petites adnées),
- > selon leur capacité à se déplacer librement, sans mouvement d'eau, grâce à la présence d'un raphé (canal d'excrétion de mucilage) : les mobiles.
- > L'attribution des guildes écologiques et formes de vie à chaque espèce de diatomée est réalisée à partir de la classification de Rimet & Bouchez (RIMET & BOUCHEZ, 2012)). Pour chaque échantillon, les abondances relatives des espèces possédant une même guildes sont additionnées. Pour les formes de vie quatre dichotomies sont faites : mobile ou non ; tératologique ou non, pionnière ou non et solitaire ou coloniale. Les formes coloniales et solitaires sont détaillées à part, la forme « Libres » correspondant aux taxons qui ne sont ni attachés au substrat, ni coloniaux. Quand un taxon peut avoir plusieurs formes en fonction des conditions ambiantes ou de son cycle biologique, l'abondance de ce taxon est répartie équitablement entre ses différentes formes possibles.

Les préférences écologiques des guildes et formes de vie ont été étudiées au cours d'une étude menée par Aquabio (MARCEL *et al.*, 2017).

I.3.6. Formes tératogènes

La présence de frustules malformés, également appelés formes tératogènes ou tératologiques, peut être liée à des facteurs anthropiques ou non, tels que la radioactivité, les pollutions métalliques, les pesticides, les carences en silices ou en nutriments ou la pullulation d'une espèce. Les indices IBD et IPS tiennent compte de ces formes en les considérant comme indicatrices d'une perturbation. La présence de formes tératogènes fait donc chuter l'IBD et l'IPS à tort ou à raison. Il est alors délicat d'interpréter l'occurrence de formes tératogènes, qui se caractérisent souvent par de faibles abondances.

II. ÉVALUATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE

Afin de répondre aux exigences de la DCE, les éléments biologiques, hydromorphologiques et physico-chimiques sont utilisés pour évaluer l'état écologique des masses d'eau. La définition de l'état écologique d'une masse d'eau se réfère à deux arrêtés :

- L'arrêté du 12/01/2010 (MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE, 2010) permet de classer les masses d'eau sur la base d'un croisement de leur localisation géographiques (hydroécorégions ou HER) et de leur taille. Ce croisement de données permet d'attribuer à chaque masse d'eau un "code de type cours d'eau".
- Pour chaque "code de type cours d'eau", l'arrêté du 27/07/2018 (Ministère de la transition écologique et solidaire, 2018) relatif aux critères d'évaluation de l'état des eaux de surface définit les valeurs de référence, les modalités de calcul des notes EQR (Ecological Quality Ratio), les limites de classes d'état pour les éléments biologiques ainsi que les valeurs seuils de chaque paramètre physico-chimique.

La comparaison des conditions physico-chimiques et des valeurs des éléments de qualité biologique à ces limites de classes permet de définir l'état écologique de la masse d'eau qui se décline en cinq classes d'état (très bon à mauvais).

Les stations concernées par cette étude se situent dans les HER 2 (Alpes internes) et 7 (Pré-alpes du nord et du sud). Les Tableaux II et III ci-dessous présentent les valeurs de références et les limites de classes d'état pour la définition de la qualité biologique définis dans l'arrêté du 27 juillet 2018 :

Tableau II : Valeurs de référence et limites de classe d'état pour l'élément biologique « diatomées » des stations prélevées en hiver

Code masse d'eau	Code Agence	Libellé national	HydroEcoRégion	Code Type de cours d'eau*	Valeurs de référence**	Valeurs inférieures des limites des classes d'état
FRDR311	06149930	LA GUISE À BRIANÇON	2	MP2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR311	06149950	LA DURANCE À BRIANÇON	2	MP2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR311	06150540	GYRONDE À L'ARGENTIERE-LA-BESSEE	2	MP2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR305c	06150620	LA DURANCE À FREISSINIÈRES	2	G2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR308	06150715	LE GUIL À ABRIÈS	2	MP2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR305a	06150765	LE GUIL À CHÂTEAU-VILLE-VIEILLE	2	G2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR305b	06150800	LE GUIL À EYGLIERS	2	G2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR298	06150900	LA DURANCE À SAINT-CLEMENT-SUR-DURANCE	2	G2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR303	06151050	Les Vachères à Embrun	2	TP2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,4

*Codes définis dans l'arrêté du 12 janvier 2010, **Seuils définis dans l'arrêté du 27 juillet 2018

Tableau III : Valeurs de référence et limites de classe d'état pour l'élément biologique « diatomées » des stations prélevées en période estivale

Code masse d'eau	Code Agence	Libellé national	HydroEcoRégion	Code Type de cours d'eau*	Valeurs de référence**	Valeurs inférieures des limites des classes d'état
FRDR292	06152950	LA DURANCE (AVAL SERRE-PONÇON) À LETTRET	7	TG6-7/2	1 – 18,1	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR289	06153200	LA DURANCE (AVAL SERRE-PONÇON) À LA SAULCE	7	TG6-7/2	1 – 18,1	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR289	06153500	LA DURANCE (AVAL SERRE-PONÇON) À UPAIX	7	TG6-7/2	1 – 18,1	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR288	BUCE1650	LE BUECH À VEYNES	7	GMP7	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3

*Codes définis dans l'arrêté du 12 janvier 2010, **Seuils définis dans l'arrêté du 27 juillet 2018

Pour chacune des stations, la classe de qualité de l'indice biologique (très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais) est représentée selon les codes couleur suivants :

Tableau IV : Code couleur pour la classification de l'état des éléments biologiques

Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon	Très bon

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

I. LES STATIONS ÉTUDIÉES

I.1. Localisation des stations à étiage hivernal

Le Guil, la Durance en amont du lac de Serre-Ponçon et leurs affluents sont les cours d'eau principalement étudiés lors de cette campagne.

Afin d'évaluer l'impact des rejets de stations d'épuration (STEP) sur la Durance et le Guil, 9 stations ont été suivies. Ces stations sont les suivantes :

- > le Guil à Abriès en amont de Saint-Véran,
- > le Guil à Château-Ville-Vieille et à Eygliers situées en aval de Saint-Véran,
- > la Guisane à Briançon, juste à l'amont de sa confluence avec la Durance,
- > la Durance à Briançon,
- > la Gyrone à l'Argentière-la-Bessée, juste à l'amont de sa confluence avec la Durance,
- > la Durance à Freissinières,
- > la Durance à Saint-Clément-sur-Durance (station située en aval de sa confluence avec le Guil),
- > le torrent des Vachères à Embrun.

I.2. Localisation des stations à étiage estival

La Durance en aval de Serre-Ponçon est le cours d'eau principalement étudié lors de cette campagne. Afin d'évaluer l'impact sur la Durance des effluents des principales STEP, 4 stations ont été suivies :

- > la Durance à Lettret, à La Saulce et à Upaix,
- > le Buech à Veynes

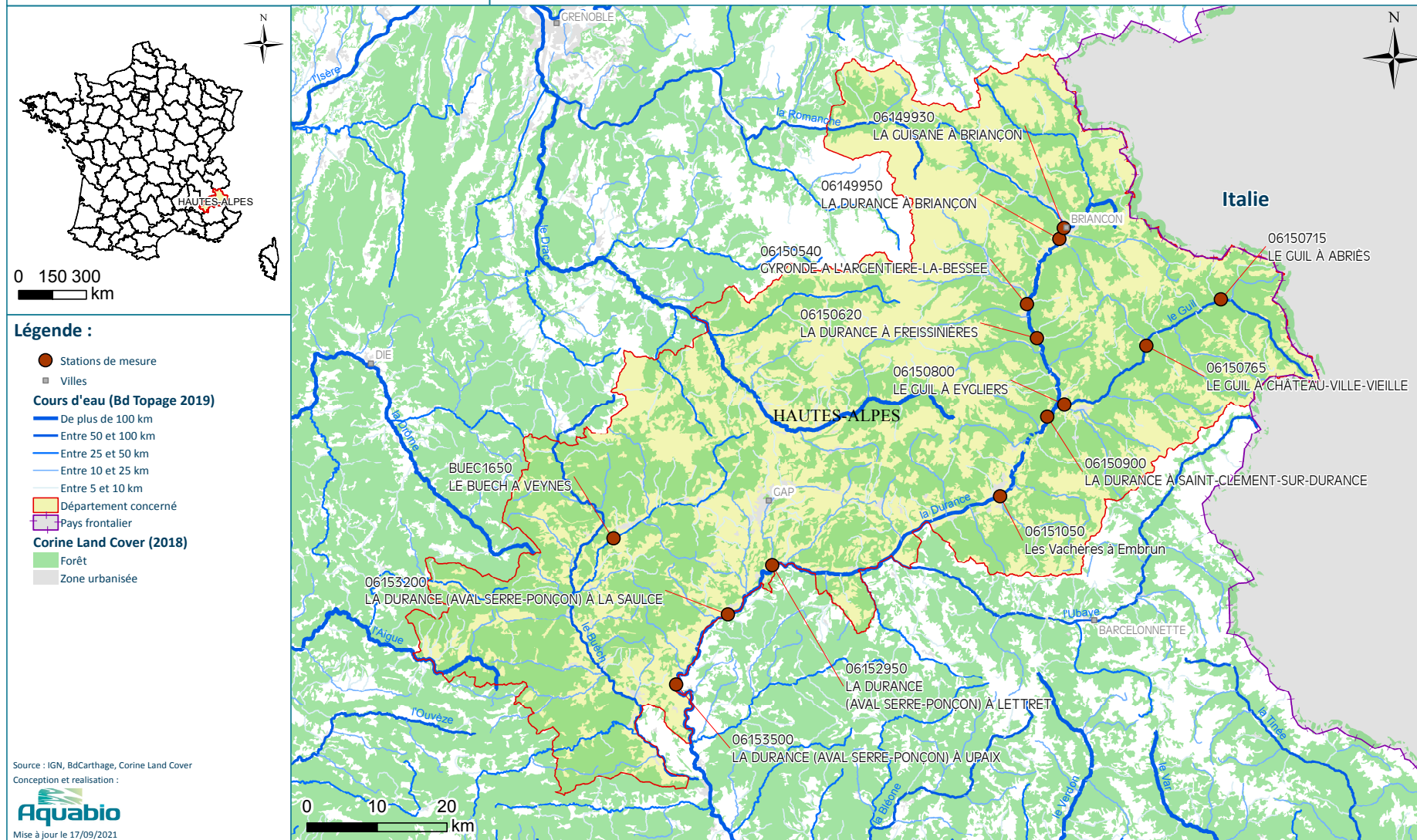
I.3. Prélèvements

Les 13 prélèvements IBD ont été réalisés par le Département des Hautes-Alpes les 16, 18, 22 et 23 février 2021 pour la campagne hivernale et les 09 et 12 août 2021 pour la campagne estivale. Leur localisation est illustrée par la carte suivante (Figure 1).

Réalisation d'analyses IBD correspondantes
au réseau de suivi complémentaire
du département des Hautes-Alpes (05)



Localisation des stations de mesure



II. RÉSULTATS DES ANALYSES

II.1. Généralités sur les espèces de diatomées prédominantes

Sur l'ensemble des stations prélevées, nous retrouvons sensiblement le même cortège de diatomées avec des proportions variables. Voici une partie des espèces inventoriées :

Achnanthydium delmontii : Espèce de milieux calcaires, moyennement à fortement minéralisés et riches en nutriments. C'est un taxon invasif non pris en compte dans le calcul de l'IBD.

Achnanthydium lineare : Espèce affectionnant les milieux pauvres en phosphate et en nitrate avec des conductivités faibles à modérées. Elle est décrite par RIMET & BOUCHEZ (2012) comme étant « low profile » cf paragraphe I.3.5 p.7)

Achnanthydium minutissimum : Espèce pionnière, se rencontrant dans les eaux de bonnes qualités et bien oxygénées. Elle est dite « low profile ». Actuellement, ce taxon et l'ensemble des espèces appelées *Achnanthydium minutissimum sensu lato* sont en cours de révision taxonomique. Il s'agit d'un groupe d'espèces aux écologies différentes mais considéré polluosensible pour le calcul de l'IBD et de l'IPS, ce qui a tendance à surévaluer la note IBD en présence d'une espèce polluo-résistante incluse dans ce groupe *Achnanthydium minutissimum sensu lato*.

Achnanthydium pyrenaicum : Espèce typique des milieux calcaires, elle est sensible à la matière organique et peut tolérer une teneur modérée en nutriments. Elle est considérée dans la bibliographie comme se trouvant dans des milieux oligotrophes à mésotrophes. En France, nous la retrouvons la plupart du temps sur des cours d'eau plutôt mésotrophes. Elle est décrite comme étant « low profile ».

Cocconeis euglypta : Espèce épiphyte et cosmopolite, elle peut supporter des niveaux variés de pollution organique et se retrouve fréquemment dans les milieux peu chargés en nutriments. Elle est dite « low profile ».

Diatoma moniliformis : Espèces formant des colonies en zig-zag dans des milieux pouvant parfois être chargés en nutriments. Elles sont dites « high profile » (cf paragraphe I.3.5 p.7).

Encyonema silesiacum : Espèce cosmopolite affectionnant les eaux oligotrophes à mésotrophes, faiblement ou moyennement minéralisées. Elle forme des colonies dans un mucus tubulaire et sa situation dans le biofilm est en contact direct avec le milieu aqueux. Elle est donc sensible aux fortes turbulences et affectionne les eaux contenant des nutriments. En combinant ces 2 références, on en déduit qu'*Encyonema silesiacum* se retrouve dans les eaux légèrement concentrées en nutriments.

Gomphonema tergestinum : Espèce sensible affectionnant les milieux alcalins, fortement oxygénés, pauvres en matière organique et modérément chargé en nutriments. Elle est dite « high profile ».

Gomphonema olivaceum : Espèce affectionnant les milieux peu ou pas impactés par la matière organique et pouvant tolérer de fortes teneurs en nutriments. Elle est dite « high profile ». Là encore, nous sommes en présence d'une espèce coloniale attachée au support par des pédoncules formant des arborescences.

Nitzschia fonticola : Espèce cosmopolite de milieux modérément à fortement minéralisés, tolérant un large éventail de niveaux de pollution, mais principalement présent dans des cours d'eau à teneurs en nutriments basses à modérées.

II.2. Synthèse des États biologiques

La synthèse des états biologiques obtenus sur chacune des stations figure sur la carte ci-après (Figure 2).

Réalisation d'analyses IBD correspondantes
au réseau de suivi complémentaire
du département des Hautes-Alpes (05)



Etat biologique

Elément : Diatomées (IBD)

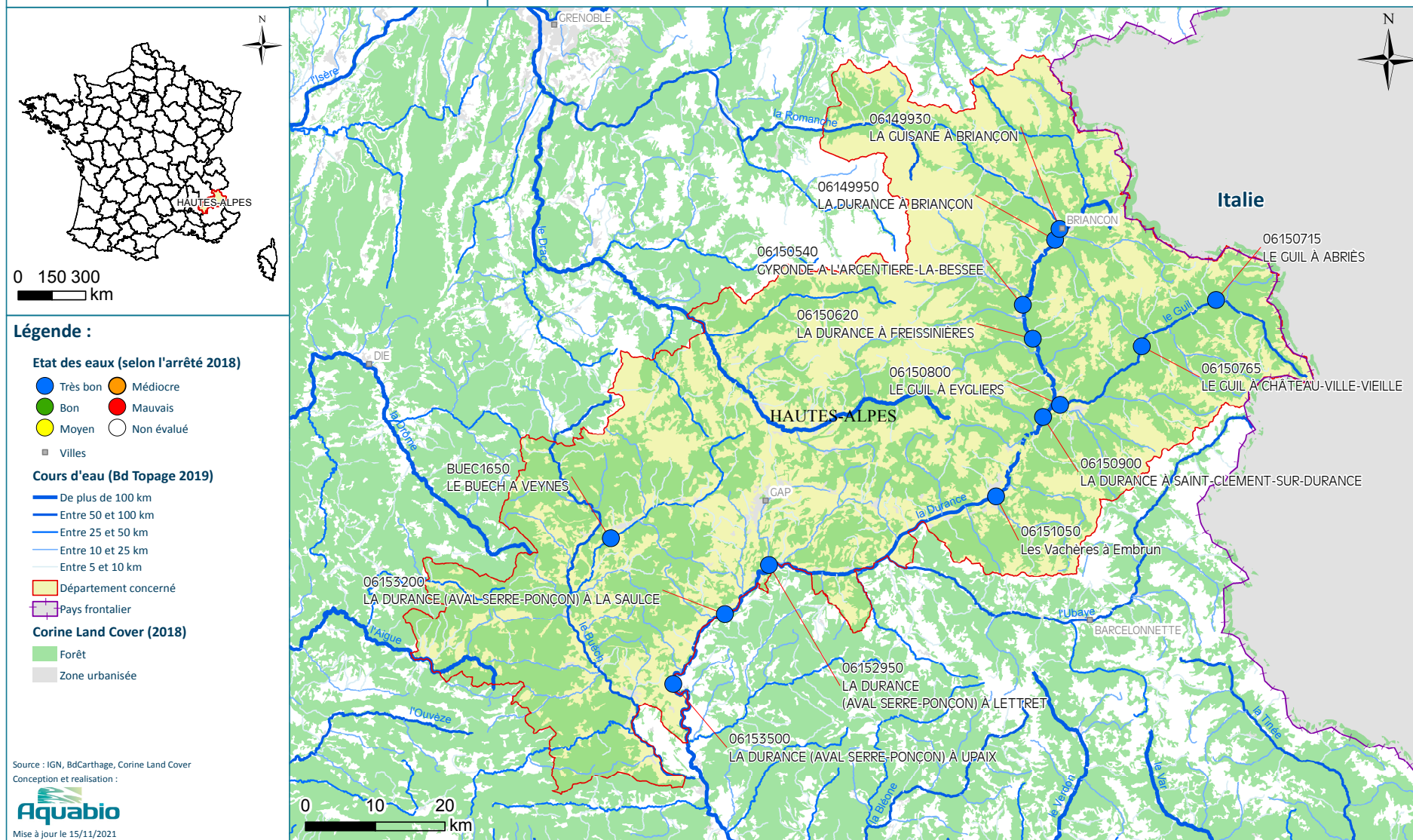


Figure 2 : État biologique des stations étudiées selon les diatomées

II.3. Résultats et interprétations de la campagne hivernale 2021

II.3.1. Le Guil

Le Tableau V présente l'ensemble des résultats obtenus sur la base de l'analyse des échantillons diatomées.

Tableau V : Résultats des analyses IBD réalisées sur 3 stations du Guil

Libellé national		LE GUIL À ABRÏÈS	LE GUIL À CHÂTEAU-VILLE-VIEILLE	LE GUIL À EYGLIERS
Code Agence		06150715	06150765	06150800
Numéro d'essai, Date		IBD212-02282 22/02/2021	IBD212-02283 22/02/2021	IBD212-02284 18/02/2021
Paramètres	Effectif	406	405	407
	Richesse spécifique	29	13	22
	Indice de Shannon weaver	3,41	0,89	3,44
	Equitabilité	0,7	0,24	0,77
	% Diatomées contributives (DC)	91	100	100
Notes	Note IPS	18,1	19,4	17,2
	Note IBD <i>N.C. = non calculable</i> <i>Res. = réserves liées à DC</i>	20,0	20,0	20,0
	Note en EQR	1,00	1,00	1,00
Etat biologique (arrêté 2018)		Très bon	Très bon	Très bon

La Figure 3 ci-dessous présente les abondances de chaque espèce de diatomée observée sur cette station.

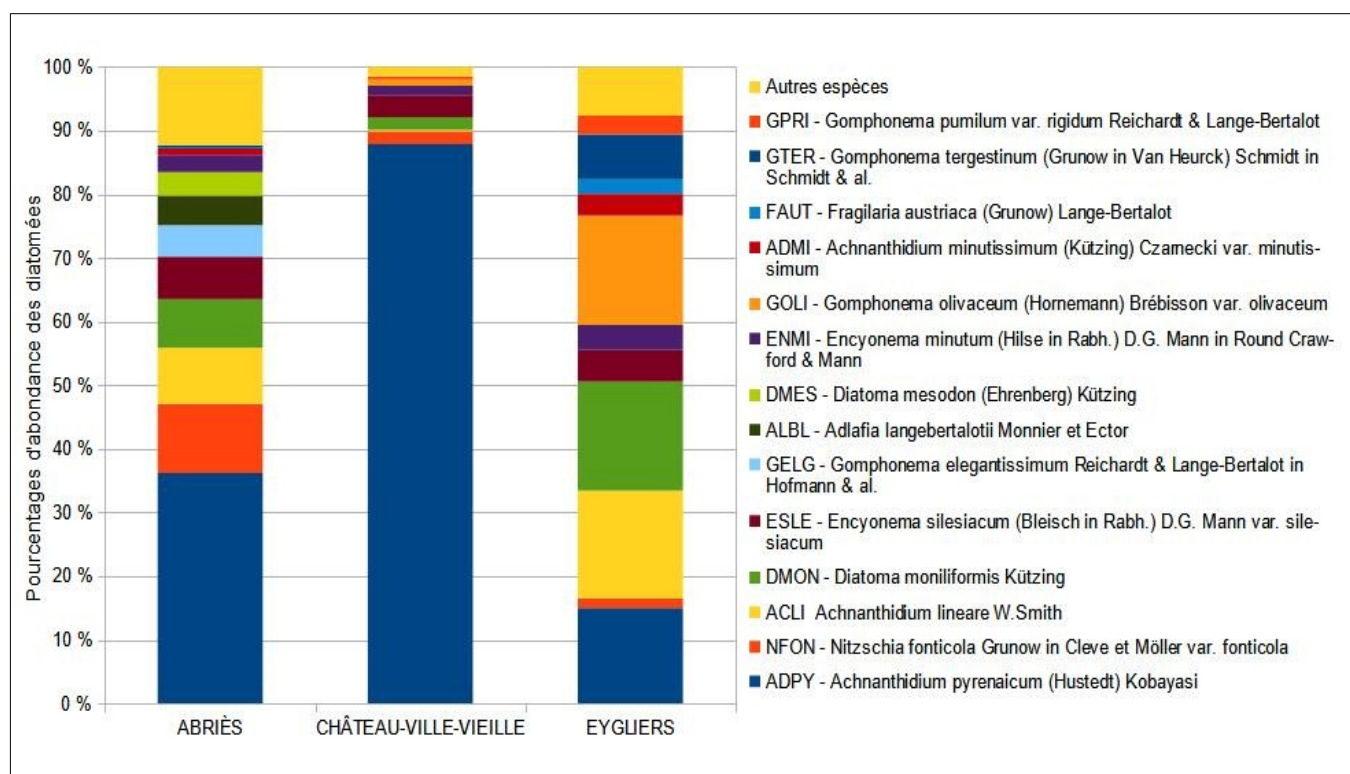


Figure 3 : Évolution des pourcentages d'abondances de diatomées observées sur le Guil

Toutes les stations suivies sur le Guil possèdent la note IBD maximale de 20/20 en 2021. Cependant, on remarque que les notes obtenues pour l'indice IPS sont légèrement moins favorables, notamment sur la station à Eyglers sur laquelle on relève une note IPS de 17,2/20. L'IPS prend en compte un plus grand nombre de taxons et est mieux corrélé aux perturbations physico-chimiques au sein du milieu.

Une comparaison avec les données antérieures (cf. annexe 1) révèle que les stations sur le Guil maintiennent un très bon état biologique d'après le compartiment diatomées. Les résultats sont semblables aux années précédentes avec une note IBD de 20/20 tout comme en 2020.

L'analyse des 3 listes floristiques souligne cette année encore d'importantes modifications des cortèges diatomiques sur les stations du Guil.

Au niveau d'Abriès, on relève en 2021 de très bonnes conditions avec la dominance d'espèces « low-profile » au sein du peuplement diatomique. En effet, 45 % du cortège est représenté par *Achnanthes pyrenaicum* (36%) et *Achnanthes lineare* (9%), espèces plutôt sensibles à la matière organique et pouvant tolérer des teneurs modérées en nutriments. On note que le cortège diatomique est bien plus diversifié et équilibré que les années précédentes avec la présence de 21 espèces contre seulement 17 en 2020. A savoir néanmoins que le nombre de *Nitzschia fonticola*, espèce tolérant des teneurs modérées en nutriments, a de nouveau augmenté, représentant cette année 10 % du peuplement (contre seulement 1,2 % en 2020). L'abondance d'*Achnanthes minutissimum* a par contre nettement diminué en 2021 puisqu'elle représente moins de 1 %. Ainsi, ces résultats montrent que la qualité de l'eau du Guil à Abriès est plus nuancée qu'en 2020, confirmant néanmoins un très bon état biologique.

D'autre part, l'espèce invasive *Didymosphenia geminata*, caractéristique des eaux oligotrophes de montagne et qui avait été inventoriée en très faible quantité en 2015, a de nouveau été repérée cette année (hors comptage de l'IBD, seules quelques valves ont été retrouvées). Son développement doit être surveillé au vu des impacts qu'elle peut provoquer.

En aval de Saint-Véran, plus précisément au niveau de Château-Ville-Vieille, la qualité de l'eau semble se maintenir en très bon état. En effet, la proportion des espèces « low-profile » reste très élevée avec 88% du peuplement représenté par *Achnanthes pyrenaicum*. Les espèces moins exigeantes en oxygène et moins sensibles aux concentrations en nutriments et matière organique telles que *Encyonema silesiacum* apparaissent en très faible proportion (3,5%). On note néanmoins une diminution de la richesse spécifique avec la présence de seulement 13 espèces contre 16 en 2020 et 19 en 2018.

Une fois arrivé à Eygliers, le Guil a traversé tout un secteur de gorges. Les eaux à la sortie de ces gorges semblent colonisées par des diatomées tolérantes retrouvées dans des milieux modérément à fortement riches en nutriments (*Gomphonema olivaceum*, *Diatoma moniliformis* et *Achnanthes pyrenaicum* composent près de 50% de la liste floristique). On retrouve par ailleurs 17 % d'*Achnanthes lineare*, espèce plus sensible dite « low-profile ». Ces résultats montrent tout de même un cours d'eau de très bonne qualité biologique d'après la note IBD. Cependant l'IPS, qui est mieux corrélé aux variations physico-chimiques du milieu, est inférieur à l'IBD (IPS de 17,2), ce qui semble témoigner d'une légère surestimation de la qualité de l'eau.

Les résultats obtenus confirment une très bonne qualité de l'eau du Guil sur l'ensemble des stations étudiées en 2021.

II.3.2. La Guisane

Le Tableau VI présente l'ensemble des résultats obtenus sur la base de l'analyse de l'échantillon diatomées.

Tableau VI : Résultats de l'analyse IBD réalisée sur la Guisane

Libellé national		LA GUISE À BRIANÇON
Code Agence		06149930
Numéro d'essai, Date		IBD212-02278 16/02/2021
Paramètres	Effectif	403
	Richesse spécifique	17
	Indice de Shannon weaver	2,61
	Equitabilité	0,64
	% Diatomées contributives (DC)	96
Notes	Note IPS	17,6
	Note IBD <i>N.C. = non calculable</i> <i>Res. = réserves liées à DC</i>	20,0
	Note en EQR	1,00
Etat biologique (arrêté 2018)		Très bon

La figure 4 ci-dessous présente les abondances de chaque espèce de diatomée observée sur cette station.

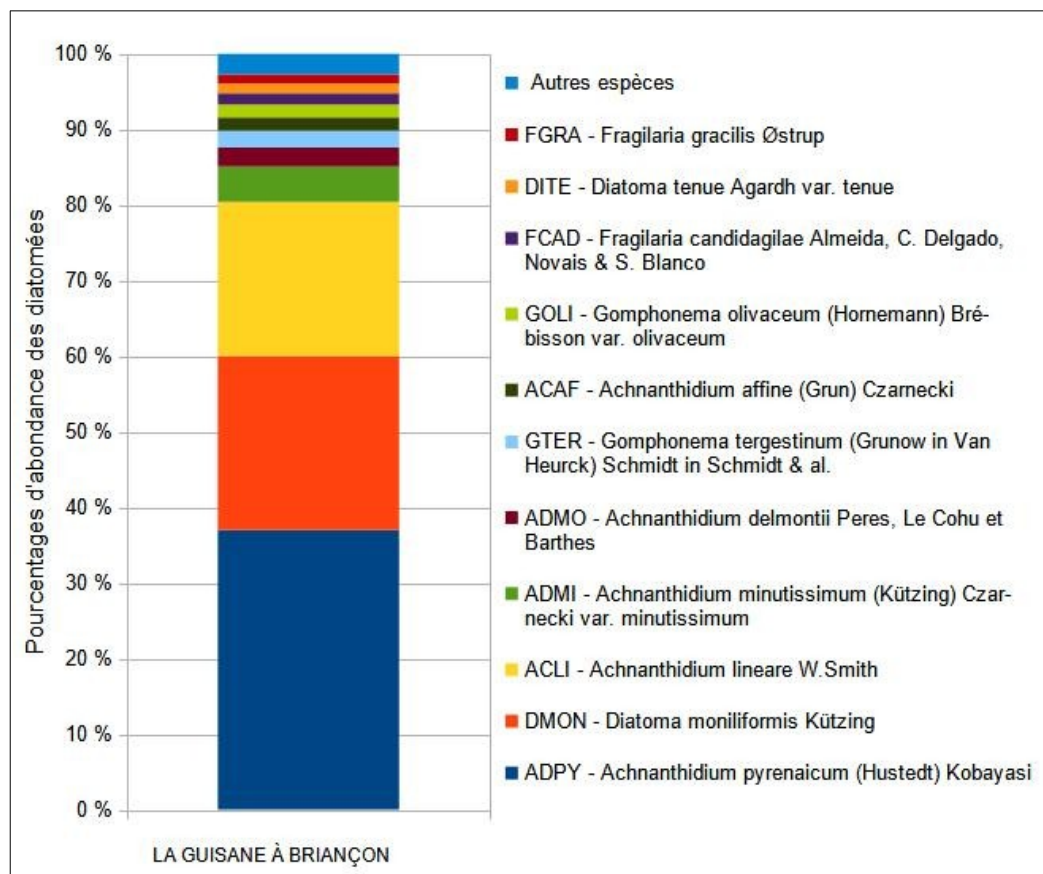


Figure 4 : Pourcentages d'abondances de diatomées observées sur la Guisane

La Guisane obtient la note IBD maximale de 20/20 et un IPS légèrement inférieur de 17,6/20. On remarque toutefois une diversité taxonomique moins élevée cette année que lors de la dernière campagne (17 espèces recensées contre 26 taxons en 2020) (cf. annexe 4). La structure de la population diatomique paraît relativement similaire d'une année sur l'autre (Equitabilité entre 0,6 et 0,7 chaque année). Rappelons que sur ces cours d'eau de montagne dont la qualité est très constante, il est fréquent d'observer des diversités faibles car certaines espèces très adaptées peuvent se développer au détriment d'autres espèces.

La Guisane à Briançon est colonisée par plus de 60 % d'espèces polluosensibles dites « low profile » avec une dominance d'*Achnanthyidum pyrenaicum* (37%), d'*Achnanthyidum lineare* (20%) indiquant une très bonne qualité du milieu. Néanmoins, la présence notable de *Diatoma moniliformis* (23 %) semble témoigner d'un léger enrichissement en nutriments.

L'analyse détaillée du peuplement floristique révèle un cortège très similaire à celui relevé les années précédentes, avec les mêmes espèces dominantes et une proportion d'espèces « low profile » semblable au fil des ans. Ainsi, les eaux parcourant le bassin versant de la Guisane restent de très bonne qualité au niveau de sa confluence avec la Durance, avec cependant un léger enrichissement en nutriments.

II.3.3. La Gyrone

Le Tableau VII présente l'ensemble des résultats obtenus sur la base de l'analyse des échantillons diatomées.

Tableau VII : Résultats de l'analyse IBD réalisée sur la Gyrone à l'Argentière-la-Bessée

Libellé national		GYRONE A L'ARGENTIERE-LA-BESSEE
Code Agence		06150540
Numéro d'essai, Date		IBD212-02280 18/02/2021
Paramètres	Effectif	403
	Richesse spécifique	15
	Indice de Shannon weaver	2,77
	Equitabilité	0,71
	% Diatomées contributives (DC)	100
Notes	Note IPS	18,8
	Note IBD <i>N.C. = non calculable</i> <i>Res. = réserves liées à DC</i>	20,0
	Note en EQR	1,00
Etat biologique (arrêté 2018)		Très bon

La figure 5 ci-dessous présente les abondances de chaque espèce de diatomées observées sur cette station.

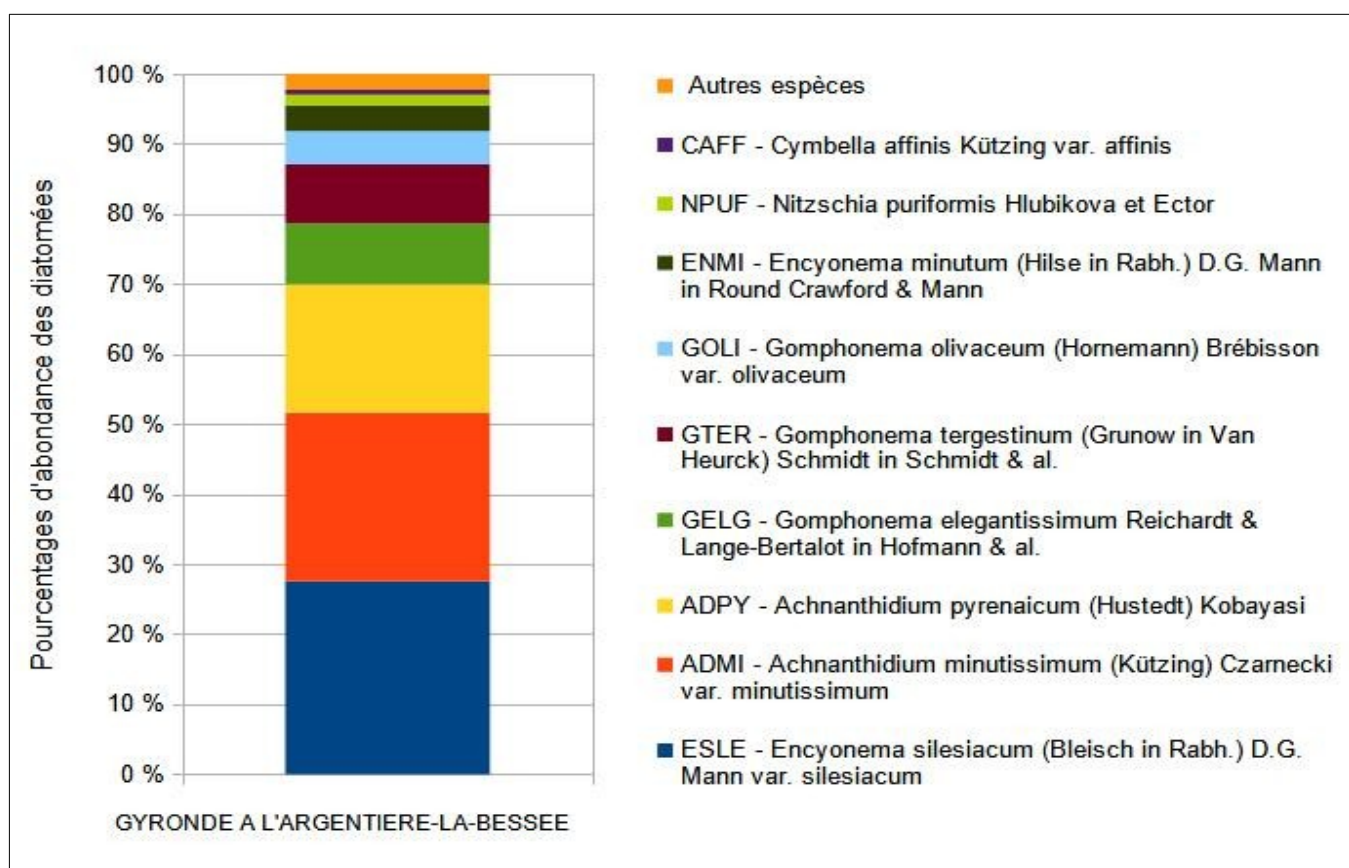


Figure 5 : Pourcentages d'abondances de diatomées observées sur la Gyrone

Ces résultats montrent un cours d'eau de très bonne qualité biologique (IBD=20/20). Néanmoins, la Gyrone est colonisée par *Encyonema silesiacum* (28%), une espèce cosmopolite affectionnant les eaux contenant des nutriments. On retrouve également des espèces « low-profile » tel qu'*Achnanthes minutissimum* (24%) et *Achnanthes pyrenaicum* (18 %) indiquant une très bonne qualité du milieu. A noter qu'*Achnanthes minutissimum* (ADMI) est un cortège d'espèces dont le profil écologique est basé seulement sur quelques espèces très polluosensibles. L'analyse de liste floristique montre un cortège diatomique composé majoritairement d'espèces tolérant des milieux modérément à fortement riches en nutriments.

A noter que l'espèce invasive *Didymosphenia geminata*, caractéristique des eaux oligotrophes de montagne, a été repérée en 2021 sur cette station (hors comptage de l'IBD, seules quelques valves ont été retrouvées). Son développement doit être surveillé au vu des impacts qu'elle peut provoquer.

Ainsi, la Gyrone présentent un très bon état biologique vis-à-vis de l'élément diatomées mais la composition de la liste diatomique semble témoigner d'un léger enrichissement du milieu en nutriments.

II.3.4. La Durance en amont de Serre-Ponçon

Le Tableau VIII présente l'ensemble des résultats obtenus sur la base de l'analyse des échantillons diatomées.

Tableau VIII : Résultats des analyses IBD réalisées sur trois stations Durance en amont de Serre-Ponçon.

Libellé national		LA DURANCE À BRIANÇON	LA DURANCE À FREISSINIÈRES	LA DURANCE À SAINT-CLEMENT-SUR-DURANCE
Code Agence		06149950	06150620	06150900
Numéro d'essai, Date		IBD212-02279 16/02/2021	IBD212-02281 18/02/2021	IBD212-02285 23/02/2021
Paramètres	Effectif	403	403	405
	Richesse spécifique	20	18	20
	Indice de Shannon weaver	2,96	3,13	2,66
	Equitabilité	0,68	0,75	0,61
	% Diatomées contributives (DC)	99	100	100
Notes	Note IPS	16,7	16,3	16,8
	Note IBD <i>N.C. = non calculable</i> <i>Res. = réserves liées à DC</i>	20,0	20,0	20,0
	Note en EQR	1,00	1,00	1,00
Etat biologique (arrêté 2018)		Très bon	Très bon	Très bon

La figure 6 présente l'évolution des abondances de chaque espèce de diatomée observée sur les trois stations.

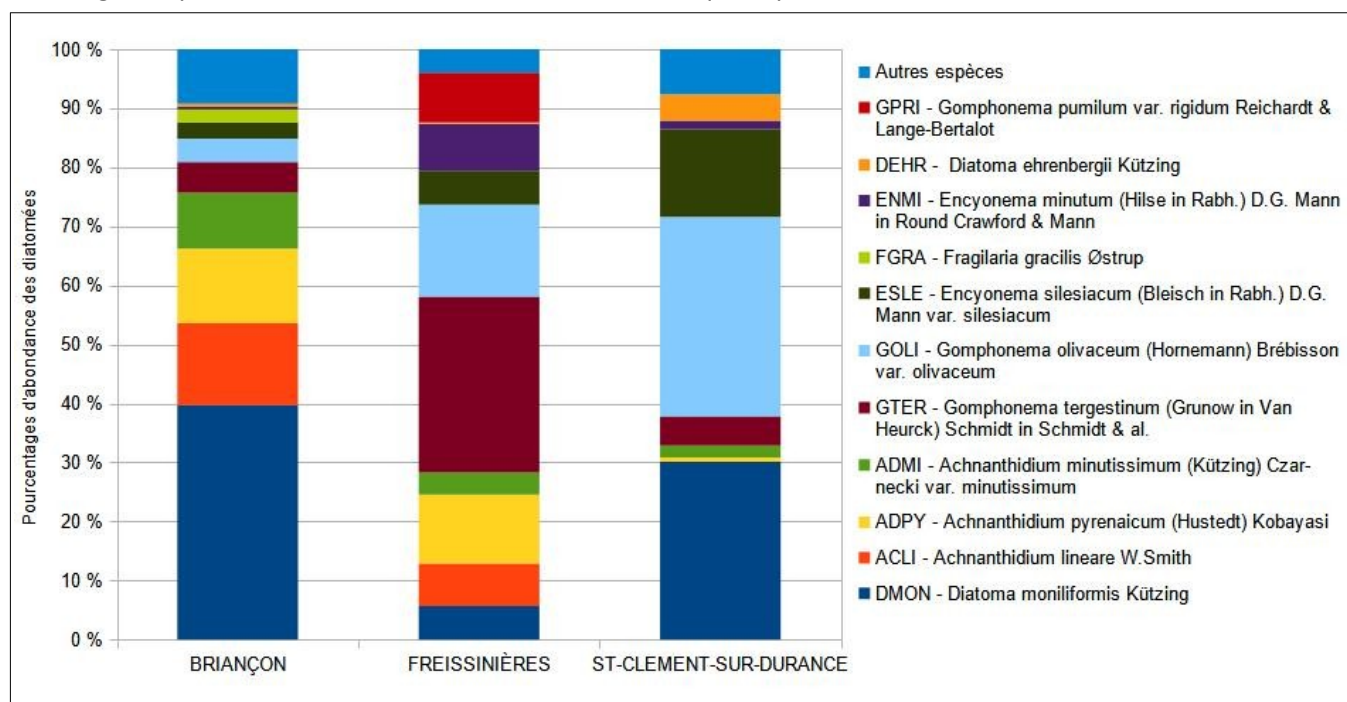


Figure 6 : Evolution des pourcentages d'abondances de diatomées observées sur la Durance

Au regard des notes IBD, les trois stations situées sur la Durance en amont du lac de Serre-Ponçon présentent cette année encore de très bons états biologiques selon le compartiment diatomées (cf. Annexe 2). Cependant, les notes obtenues pour l'IPS semblent mettre en évidence une surestimation de la qualité biologique de la Durance (notes IPS calculées inférieures à l'IBD de plus de 3 points).

Les différentes stations inventoriées sur la Haute Durance présentent les mêmes espèces mais avec des proportions différentes. L'analyse globale de ces résultats montre une augmentation régulière de la charge en nutriments tout au long de la progression du cours d'eau jusqu'à St-Clément-sur-Durance. En effet, on constate une diminution progressive de la proportion des espèces dites « low profile » comme *Achnanthes pyrenaicum*, *Achnanthes lineare* ou encore *Achnanthes minutissimum* au profit d'espèces moins exigeantes en oxygène et moins sensibles aux concentrations en nutriments telles que *Gomphonema olivaceum* et *Encyonema silesiacum*. Cette évolution en proportions d'espèces moins polluosensibles dans le milieu avait déjà été observé lors des derniers suivis. On note cependant que les diatomées dominant chaque cortège sur les 3 stations sont des espèces dites « high-profile » : *Diatoma moniliformis* (40%) sur la station la plus en amont, *Gomphonema tergestinum* (30%) à Freissinières et *Gomphonema olivaceum* (34%) sur la station en aval de la confluence avec le Guil. La dominance de ces trois taxons, combinée au reste de chaque peuplement, semblent mettre en avant un enrichissement du milieu en nutriments sur tout le linéaire de la Durance. De plus, la très faible proportion des taxons sensibles sur la station aval à St-Clément-sur-Durance, avec notamment l'absence d'*Achnanthes lineare*, semble témoigner d'un apport en nutriments à l'aval de Freissinières.

A noter que l'espèce invasive *Didymosphenia geminata*, caractéristique des eaux oligotrophes de montagne, a été repérée en 2021 sur la station à St-Clément-sur-Durance (hors comptage de l'IBD, seules quelques valves ont été retrouvées). Son développement doit être surveillé au vu des impacts qu'elle peut provoquer.

L'ensemble des stations situées sur la Durance en amont de Serre-Ponçon témoignent d'une très bonne qualité vis-à-vis du compartiment diatomées. Néanmoins, l'analyse détaillée de la composition des peuplements met en évidence une probable perturbation de la qualité de l'eau certainement en lien avec un enrichissement progressif en nutriments entre Briançon et Saint-Clément-sur-Durance.

II.3.5. Le torrent des Vachères

Le Tableau IX présente l'ensemble des résultats obtenus sur la base de l'analyse des échantillons diatomées.

Tableau IX : Résultats de l'analyse IBD réalisée sur le torrent des Vachères

Libellé national		Les Vachères à Embrun
Code Agence		06151050
Numéro d'essai, Date		IBD212-02286 16/02/2021
Paramètres	Effectif	403
	Richesse spécifique	17
	Indice de Shannon weaver	2,25
	Equitabilité	0,55
	% Diatomées contributives (DC)	97
Notes	Note IPS	16,1
	Note IBD <i>N.C. = non calculable</i> <i>Res. = réserves liées à DC</i>	20,0
	Note en EQR	1,00
Etat biologique (arrêté 2018)		Très bon

La figure 7 ci-dessous présente les abondances de chaque espèce de diatomées observées sur cette station.

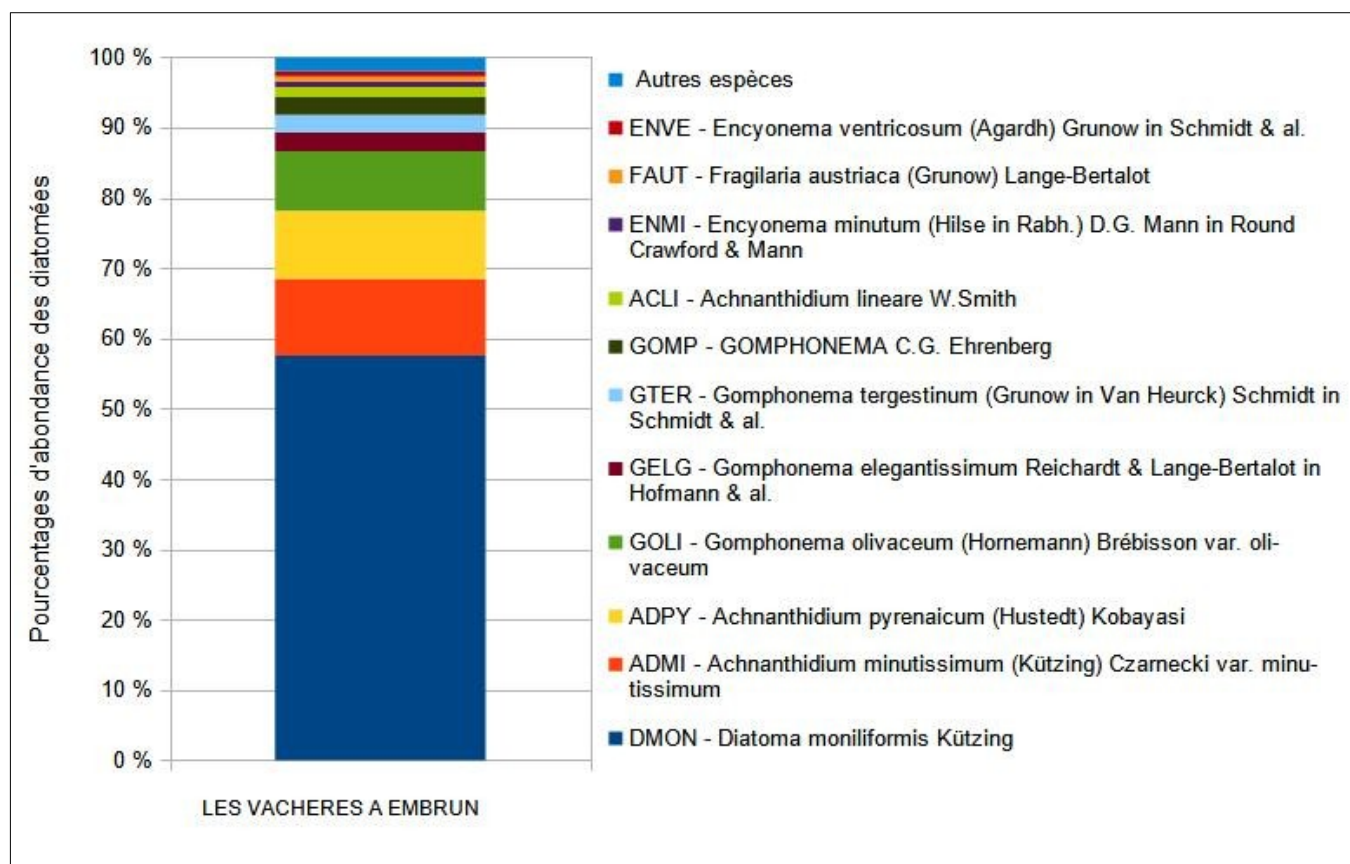


Figure 7 : Pourcentages d'abondances de diatomées observées sur les Vachères

Ces résultats montrent un cours d'eau de très bonne qualité biologique (IBD=20/20). Cependant l'IPS, qui est mieux corrélé aux variations physico-chimiques du milieu que l'IBD, est significativement inférieur à l'IBD (IPS de 16,1), ce qui semble témoigner d'une légère surestimation de la qualité de l'eau au sein du torrent.

En effet, le cortège diatomique est dominé par *Diatoma moniliformis* (58%), une espèce dite « high profil », pouvant supporter des milieux chargés en nutriments. Elle est également accompagnée par des espèces « low-profile » que sont *Achnanthydium minutissimum* (11%) et *pyrenaicum* (10%). Cependant, le cortège diatomique est similaire à celui observé en 2020 et comporte majoritairement des espèces tolérantes retrouvées dans des milieux modérément à fortement riches en nutriments (*Diatoma moniliformis*, *Achnanthydium pyrenaicum*, et *Gomphonema olivaceum* composent 75% de la liste floristique).

Enfin, les indices d'équitabilité et de diversité obtenus en 2021 témoignent d'un peuplement tout juste équilibré mais moyennement diversifié, avec 17 taxons relevés.

Ainsi, les Vachères présentent un très bon état biologique vis-à-vis de l'élément diatomées mais la qualité de l'eau de ce torrent semble surestimée lorsque l'on analyse de façon plus précise la composition de la liste diatomique.

II.4. Résultats et interprétations de la campagne estivale 2021

II.4.1. La Durance en aval de Serre-Ponçon

Le Tableau X présente l'ensemble des résultats obtenus sur la base de l'analyse des échantillons diatomées.

Tableau X : Résultats des analyses IBD réalisées sur 3 stations de la Durance situées en aval de Serre-Ponçon

Libellé national		LA DURANCE (AVAL SERRE-PONÇON) À LETTRET	LA DURANCE (AVAL SERRE-PONÇON) À LA SAULCE	LA DURANCE (AVAL SERRE-PONÇON) À UPAIX
Code Agence		06152950	06153200	06153500
Numéro d'essai, Date		IBD212-02287 09/08/2021	IBD212-02288 09/08/2021	IBD212-02289 09/08/2021
Paramètres	Effectif	403	402	400
	Richesse spécifique	27	29	23
	Indice de Shannon weaver	3,54	3,91	2,95
	Équitabilité	0,74	0,81	0,65
	% Diatomées contributives (DC)	86	86	78
Notes	Note IPS	16,5	16,1	17,6
	Note IBD <i>N.C. = non calculable</i> <i>Res. = réserves liées à DC</i>	18,9	18,2	20,0
	Note en EQR	1,05	1,01	1,11
Etat biologique (arrêté 2018)		Très bon	Très bon	Très bon

La Figure 8 ci-dessous présente l'évolution des abondances de chaque espèce de diatomée observée sur les 3 stations de mesure.

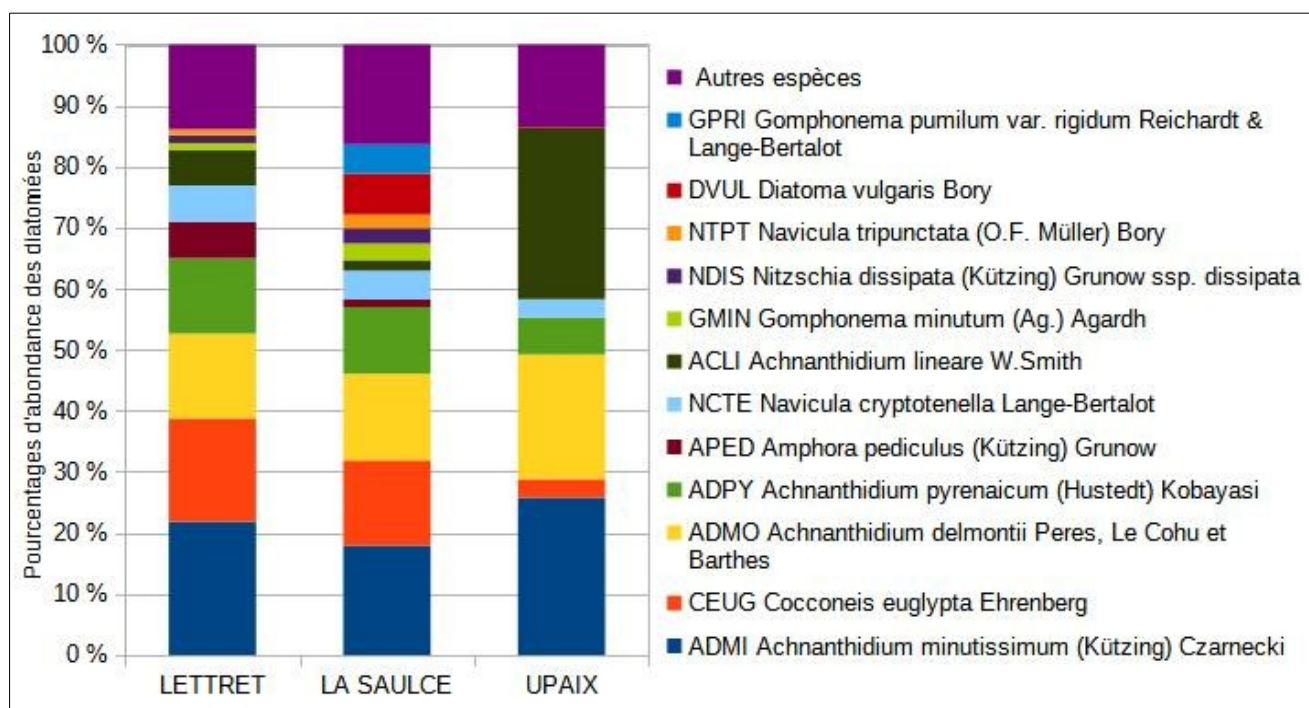


Figure 8 : Evolution des pourcentages d'abondances de diatomées observées sur la Durance aval

L'ensemble des stations étudiées sur la Durance aval présente un très bon état biologique selon le compartiment diatomées. On peut noter que l'indice IPS est plus faible que l'IBD, notamment sur les sites de La Saulce et de Lettret, ce qui peut alerter sur une éventuelle altération physico-chimique. En progressant vers l'aval, la Durance confirme sa très bonne qualité des eaux. La diversité et l'équitabilité montrent un peuplement bien diversifié et stable.

Il est important de noter la présence d'*Achnanthes delmontii*, en plus forte proportion par rapport à 2020, sur les trois sites en aval de Serre-Ponçon. Cette diatomée est un taxon invasif non pris en compte dans le calcul de l'IBD qui semble se rencontrer dans des eaux de moyenne à bonne qualité mais ayant une forte affinité avec les concentrations importantes en nutriments.

En sortie de Lac de Serre-Ponçon, la proportion en espèces « low profile » par rapport à Saint-Clément-sur-Durance est plus importante (plus de 55% du cortège). Cependant, on relève une abondance assez élevée de *Cocconeis euglypta* (17%), une espèce cosmopolite pouvant supporter des niveaux de pollution organiques variés. Les taxons *Fistulifera saprophila* et *Mayamea permitis* signalés en 2020, espèces caractéristiques des milieux de mauvaise qualité, sont encore présents dans le peuplement mais représentent moins de 1 % du cortège diatomique. Ainsi, la qualité de l'eau semble correcte sur la Durance à Lettret, avec toutefois une légère altération par un enrichissement matière organique.

La qualité de l'eau de la Durance se maintient à la Saulce. On assiste à la disparition de ces 2 espèces très résistantes aux pollutions organiques (*Fistulifera saprophila* et *Mayamea permitis*) mais la proportion d'espèces « low-profile » diminue légèrement au sein du peuplement. Enfin, notons que la proportion de *Diatoma vulgare*, une espèce « high profile », a ré-augmentée (passant de 0,5 % en 2020 à 6,7 % en 2021). Ainsi, la Durance au niveau de La Saulce montre une bonne qualité de l'eau mais semble légèrement impactée par des apports exogènes en nutriments.

Plus en aval, sur le site d'Upaix, la proportion d'espèces « low-profile » dépasse les 60 %. Leur proportion par rapport au reste du cortège nous conforte sur le fait que nous sommes là-encore sur des eaux de très bonnes qualités en adéquation avec leur localisation à l'échelle d'un bassin versant. Les très sensibles *Achnanthes lineare* co-dominent le cortège avec les *Achnanthes minutissimum* et *Achnanthes delmontii*. À noter que *Reimeria uniseriata*, un taxon exotique à distribution plus ou moins restreinte, relevé en 2020 est absent du peuplement cette année.

Enfin, on remarque que la plus forte abondance d'*Achnanthes lineare* est relevée sur la station la plus en aval à Upaix. Cette espèce, dont le préférendum écologique va vers les milieux proches de la neutralité ou alcalins avec des concentrations en phosphates et nitrates faibles, représente 5,7% du cortège diatomique au niveau de Lettret et seulement 1,7 % à La Saulce contre 28% au niveau d'Upaix. Cela témoigne d'une amélioration de la qualité biologique de l'eau à l'aval.

En conclusion, la partie aval de la Durance est de très bonne qualité vis-à-vis du paramètre diatomées. Les premiers sites étudiés en aval du Lac de Serre-Ponçon semblent toutefois légèrement impactés par des apports en nutriments et en matières organiques. En progressant vers l'aval au niveau d'Upaix, cette situation s'améliore. Ce constat correspond aux conclusions faites lors des suivis des années précédentes.

II.4.2. Le Petit Buëch

Le tableau XI présente l'ensemble des résultats obtenus sur la base de l'analyse de l'échantillon diatomées prélevé sur la seule station du Petit Buëch à Veynes, localisée en aval de la station d'épuration.

Tableau XI : Résultats des analyses IBD réalisées sur la station située sur le Petit Buëch

Libellé national		LE BUECH A VEYNES
Code Agence		BUEC1650
Numéro d'essai, Date		IBD212-02290 12/08/2021
Paramètres	Effectif	400
	Richesse spécifique	12
	Indice de Shannon weaver	2,09
	Equitabilité	0,58
	% Diatomées contributives (DC)	100
Notes	Note IPS	17,3
	Note IBD <i>N.C. = non calculable</i> <i>Res. = réserves liées à DC</i>	20,0
	Note en EQR	1,00
Etat biologique (arrêté 2018)		Très bon

La Figure 9 présente les abondances de chaque espèce de diatomée observée sur la station de mesure.

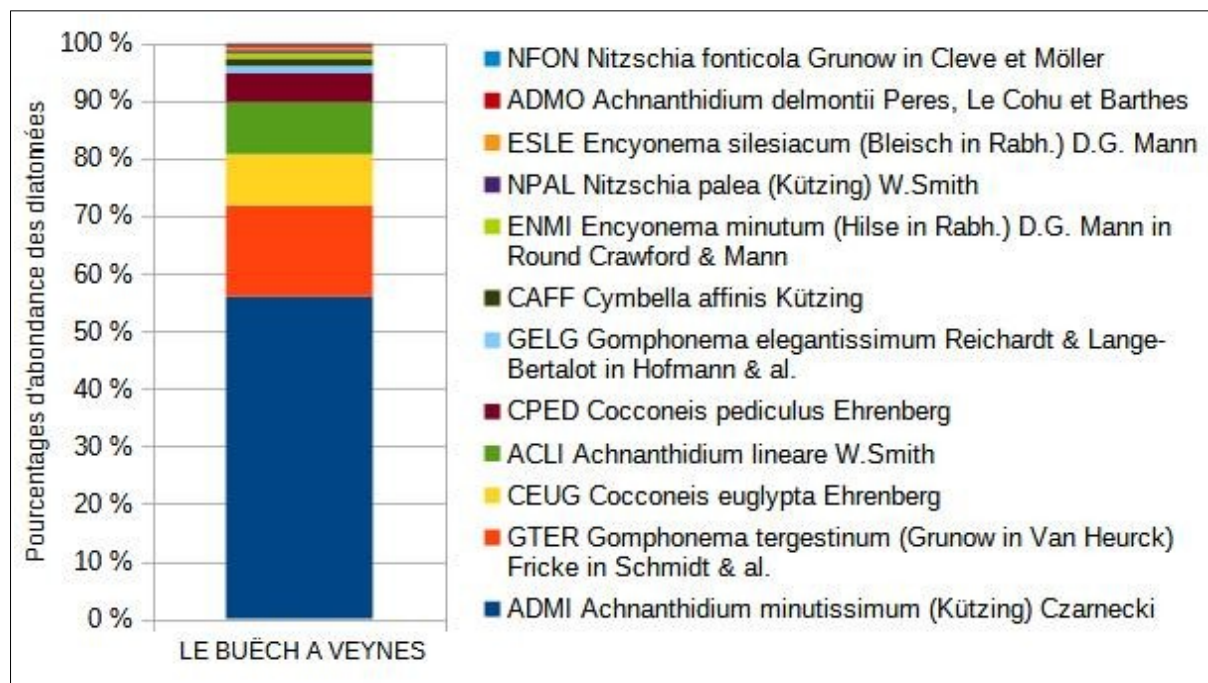


Figure 9 : Pourcentages d'abondances des diatomées observées sur le Buëch

L'analyse des résultats ci-dessus montre que le Buëch obtient une excellente note IBD de 20/20, soit un très bon état biologique d'après le compartiment diatomées. Cependant l'IPS, qui est mieux corrélé aux variations physico-chimiques du milieu que l'IBD, est significativement inférieur à l'IBD (IPS de 17,3), ce qui semble témoigner d'une légère surestimation de la qualité de l'eau. La richesse spécifique de l'analyse est moyenne avec seulement 12 taxons relevés. Rappelons que sur ces cours d'eau de montagne, il est fréquent d'observer des diversités faibles car certaines espèces très adaptées peuvent se développer au détriment d'autres espèces.

Le peuplement est principalement dominé *Achnantheidium minutissimum* (56%), un complexe d'espèces dont le profil écologique est basé sur seulement quelques espèces ayant un très bon profil de polluosensibilité. Elle est accompagnée par *Gomphonema tergestinum* (16%), espèce sensible affectionnant les milieux alcalins, fortement oxygénés, pauvres en matière organique mais pouvant être chargé en nutriments. On retrouve également la présence de *Cocconeis euglypta*, espèce cosmopolite qui peut supporter des niveaux variés de pollution organique et se retrouve fréquemment dans les milieux peu chargés en nutriments.

D'après l'analyse de ces résultats, le Buëch à Veynes présente un très bon état biologique en 2021 selon le compartiment diatomées.

CONCLUSION

Au vu des analyses IBD effectuées en différents points sur le Guil, la Guisane, la Gyrone, les Vachères et la Durance en amont du lac de Serre-Ponçon, nous aboutissons aux conclusions suivantes :

- > L'état biologique des 9 stations étudiées est de très bonne qualité selon le compartiment diatomée ;
- > Le Guil présente des eaux de très bonne qualité, globalement pauvres en matière organique et avec un léger apport en nutriments au niveau d'Abriès et d'Eygliers ;
- > La Guisane présente un cortège très similaire d'une année sur l'autre avec une proportion d'espèces « low profile » stable. Les eaux de la Guisane semblent de très bonne qualité, avec cependant un léger enrichissement en nutriments ;
- > La Gyrone présente un très bon état biologique vis-à-vis de l'élément diatomées mais la composition de la liste diatomique semble témoigner d'un léger enrichissement du milieu en nutriments ;
- > Le torrent des Vachères présente un très bon état biologique vis-à-vis de l'élément diatomées mais la qualité de l'eau de ce torrent semble surestimée lorsque l'on analyse de façon plus précise la composition de sa liste diatomique. Les Vachères montrent une légère altération de sa qualité de l'eau, probablement en lien avec des apports en nutriments ;
- > La Durance en amont de Serre-Ponçon présente des eaux de très bonne qualité vis-à-vis du compartiment diatomées. Néanmoins, l'analyse détaillée de la composition des peuplements met en évidence une probable perturbation de la qualité de l'eau certainement en lien avec un enrichissement progressif en nutriments entre Briançon et Saint-Clément-sur-Durance ;
- > Notons que l'espèce invasive *Didymosphenia geminata*, caractéristique des eaux oligotrophes de montagne, a été repérée en 2021 sur trois stations (hors comptage de l'IBD, seules quelques valves ont été retrouvées). Son développement doit être surveillé au vu des impacts qu'elle peut provoquer.

La campagne de prélèvements estivaux effectués sur la Durance en aval de Serre-Ponçon et le Buëch nous permet d'émettre les conclusions suivantes :

- > Le Buëch présente un très bon état biologique défini selon le compartiment diatomées ;
- > La Durance est de très bonne qualité vis-à-vis du paramètre diatomées à Lettret, La Saulce et Upaix. Les sites les plus en amont semblent toutefois légèrement impactés par des apports en nutriments et en matières organiques. En progressant vers l'aval au niveau d'Upaix, cette situation s'améliore ;
- > Les analyses, uniquement réalisées sur les diatomées, ne permettent pas de donner des conclusions certaines. Elles doivent être comparées avec d'autres indices (IBG, IBMR, IPR, physico-chimie...) pour plus de pertinence.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR., 2016. – NF T90-354 Qualité de l'eau - Échantillonnage, traitement et analyse de Diatomées benthiques en cours d'eau et canaux. La Plaine Saint-Denis : AFNOR, 121 p.
- CARAYON D., TISON-ROSEBERY J. & DELMAS F., 2019. – Defining a new autoecological trait matrix for French stream benthic diatoms. *Ecological Indicators*, 103 : 650-658 doi : 10.1016/j.ecolind.2019.03.055.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H. & BERTALOT H. L.-., 1986. – Naviculaceae. Stuttgart New York : Fischer, 876 p.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H. & KRAMMER K., 1991. – Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis. 1. Aufl., 436 p.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., PASCHER A., ETTL H., BÜDEL B. & KRAMMER K., 1988. – Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Jena : G. Fischer, 596 p.
- LANGE-BERTALOT H., HOFMANN G., WERUM M., CANTONATI M. & KELLY M., 2017. – Freshwater benthic diatoms of Central Europe: over 800 common species used in ecological assessment. English edition with updated taxonomy and added species., Schmitt-Oberreifenberg, Germany : Koeltz Botanical Books, 942 p.
- LECOINTE C., COSTE M. & PRYGIEL J., 1993. – Omnidia: software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia*, 269-270 (1) : 509-513 doi : 10.1007/BF00028048.
- MARCEL R., BERTHON V., CASTETS V., RIMET F., THIERS A., LABAT F. & FONTAN B., 2017. – Modelling diatom life forms and ecological guilds for river biomonitoring. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, (418) : 1 doi : 10.1051/kmae/2016033.
- MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE., 2018. – Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement. : 52.
- MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE., 2010. – Arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et aux critères à mettre en oeuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R. 212-3 du code de l'environnement. .
- R CORE TEAM., 2020. – R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- RIMET F. & BOUCHEZ A., 2012. – Life-forms, cell-sizes and ecological guilds of diatoms in European rivers. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (406) : 01 doi : 10.1051/kmae/2012018.

ANNEXE 1 : Synthèses des résultats obtenus sur le Guil entre 2014 et 2021

Tableau I : Résultats des analyses IBD réalisées sur le Guil à Abriès (06150715)

Libellé national		LE GUIL À ABRIÈS						
Code Agence		06150715						
Numéro d'essai, Date		IBD134-1740 25/02/2014	IBD156-1374 25/02/2015	IBD167-5979 23/02/2016	IBD178-2337 16/02/2017	IBD189-07461 22/02/2018	IBD201-01118 25/02/2020	IBD212-02282 22/02/2021
Paramètres	Effectif	402	407	402	410	419	405	406
	Richesse spécifique	16	23	23	21	19,4	17	29
	Indice de Shannon weaver	2	3,01	2,53	3,03	2,1	2	3,41
	Equitabilité	0,5	0,67	0,56	0,69	0,49	0,49	0,7
Notes	Note IPS	19,4	18,9	18,4	18,8	16	19,6	18,1
	Note IBD	20	20	20	20	17,7	20	20,0
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Bon	Très Bon	Très bon

Tableau II : Résultats des analyses IBD réalisées sur le Guil à Château-ville-vieille (06150765)

Libellé national		LE GUIL À CHÂTEAU-VILLE-VIEILLE					
Code Agence		06150765					
Numéro d'essai, Date		IBD134-1741 25/02/2014	IBD156-1375 25/02/2015	IBD178-2338 16/02/2017	IBD189-07462 22/02/2018	IBD201-01119 25/02/2020	IBD212-02283 22/02/2021
Paramètres	Effectif	404	402	402	402	400	405
	Richesse spécifique	18	18	19	19	16	13
	Indice de Shannon weaver	2,94	2,44	3	2,5	1,75	0,89
	Equitabilité	0,71	0,59	0,71	0,59	0,44	0,24
Notes	Note IPS	15,7	18,4	18,5	16,1	19	19,4
	Note IBD	20	20	20	20	20	20,0
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très bon

Tableau III : Résultats des analyses IBD réalisées sur le Guil à Eygliers (06150800)

Libellé national		LE GUIL À EYGLIERS						
Code Agence		06150800						
Numéro d'essai, Date		IBD134-1742 25/02/2014	IBD156-1376 26/02/2015	IBD167-5980 23/02/2016	IBD178-2339 14/02/2017	IBD189-07463 22/02/2018	IBD201-01120 25/02/2020	IBD212-02284 18/02/2021
Paramètres	Effectif	406	406	402	411	412	415	407
	Richesse spécifique	16	21	19	9	20	17,8	22
	Indice de Shannon weaver	2,98	3,05	2,64	2,62	3,14	2,94	3,44
	Equitabilité	0,75	0,69	0,62	0,83	0,73	0,72	0,77
Notes	Note IPS	17,8	18	17,1	18	18,2	18,2	17,2
	Note IBD	20	20	20	20	20	20	20,0
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très bon

ANNEXE 2 : Synthèses des résultats obtenus sur la Durance en amont de Serre-Ponçon entre 2014 et 2021

Tableau I : Résultats des analyses IBD réalisées sur la Durance à Briançon (06149950)

Libellé national		LA DURANCE À BRIANÇON						
Code Agence		06149950						
Numéro d'essai, Date		IBD134-1737 26/02/2014	IBD156-1371 23/02/2015	IBD167-5977 15/02/2016	IBD178-2335 13/02/2017	IBD189-07459 21/02/2018	IBD201-01116 25/02/2020	IBD212-02279 16/02/2021
Paramètres	Effectif	404	402	404	420	407	402	403
	Richesse spécifique	22	21	19	22	25	30	20
	Indice de Shannon weaver	3,26	3,13	2,93	3,24	3,11	3,47	2,96
	Equitabilité	0,73	0,71	0,69	0,73	0,67	0,71	0,68
Notes	Note IPS	18,8	17,5	17,6	18,6	17,8	17,8	16,7
	Note IBD	20	20	20	20	20	20	20,0
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très bon

Tableau II : Résultats des analyses IBD réalisées sur la Durance à Freissinières (06150620)

Libellé national		LA DURANCE À FREISSINIÈRES						
Code Agence		06150620						
Numéro d'essai, Date		IBD134-1739 27/02/2014	IBD156-1373 23/02/2015	IBD167-5978 16/02/2016	IBD178-2336 13/02/2017	IBD189-07460 21/02/2018	IBD201-01117 25/02/2020	IBD212-02281 18/02/2021
Paramètres	Effectif	402	405	404	420	408	403	403
	Richesse spécifique	21	19	23	22	20	18	18
	Indice de Shannon weaver	3,28	3,31	2,84	3,24	3,02	2,89	3,13
	Equitabilité	0,75	0,78	0,63	0,73	0,7	0,69	0,75
Notes	Note IPS	18,6	17,2	18,4	18,6	17,5	16,7	16,3
	Note IBD	20	20	20	20	20	20	20,0
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très bon

Tableau III : Résultats des analyses IBD réalisées sur la Durance à Saint-Clément (06150900)

Libellé national		LA DURANCE À SAINT-CLEMENT						
Code Agence		06150900						
Numéro d'essai, Date		IBD134-1743 27/02/2014	IBD156-1377 23/02/2015	IBD167-5981 16/02/2016	IBD178-2340 14/02/2017	IBD189-07464 22/02/2018	IBD201-01121 25/02/2020	IBD212-02285 23/02/2021
Paramètres	Effectif	403	402	401	402	420	412	405
	Richesse spécifique	22	21	17	16	22	19	20
	Indice de Shannon weaver	3,34	3,3	3,39	3,08	3,13	3,25	2,66
	Equitabilité	0,75	0,75	0,83	0,77	0,7	0,77	0,61
Notes	Note IPS	17,7	16,9	17,3	17,2	18,3	17,2	16,8
	Note IBD	20	20	20	20	20	20	20,0
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très bon

ANNEXE 3 : Synthèses des résultats obtenus sur la Durance en aval de Serre-Ponçon entre 2014 et 2021

Tableau I : Résultats des analyses IBD réalisées sur la Durance à Lettret (06152950)

Libellé national		LA DURANCE À LETTRET						
Code Agence		06152950						
Numéro d'essai, Date		IBD134-1745 06/03/2014	IBD156-1379 05/08/2015	IBD167-6578 09/09/2016	IBD178-07037 20/07/2017	IBD189-07467 30/08/2018	IBD201-01123 27/07/2020	IBD212-02287 09/08/2021
Paramètres	Effectif	401	407	401	412	405	402	403
	Richesse spécifique	21	25	21	20	24	25	27
	Indice de Shannon weaver	3,33	3,21	2,33	3,04	3,27	3,27	3,54
	Equitabilité	0,76	0,69	0,53	0,7	0,71	0,7	0,74
Notes	Note IPS	17,6	16,8	18,1	13,4	15,2	17,8	16,5
	Note IBD	20	17,9	19,2	14,7	19,2	20	18,9
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Bon	Très Bon	Très Bon	Très bon

Tableau II : Résultats des analyses IBD réalisées sur la Durance à La Saulce (06153200)

Libellé national		LA DURANCE À LA SAULCE						
Code Agence		06153200						
Numéro d'essai, Date		IBD134-1746 06/03/2014	IBD156-1380 05/08/2015	IBD167-6579 02/09/2016	IBD178-07038 20/07/2017	IBD189-07467 30/08/2018	IBD201-01125 28/07/2020	IBD212-02288 09/08/2021
Paramètres	Effectif	404	405	402	411	416	405	402
	Richesse spécifique	29	27	31	35	29	29	29
	Indice de Shannon weaver	3,64	3,45	3,1	3,49	3,97	3,32	3,91
	Equitabilité	0,75	0,73	0,63	0,68	0,82	0,68	0,81
Notes	Note IPS	17,7	18,4	18,2	18,4	16,4	18,1	16,1
	Note IBD	20	20	20	20	18,9	20	18,2
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très bon

Tableau III : Résultats des analyses IBD réalisées sur la Durance à Upaix (06153500)

Libellé national		LA DURANCE À UPAIX						
Code Agence		06153500						
Numéro d'essai, Date		IBD134-1747 06/03/2014	IBD156-1381 05/08/2015	IBD167-6580 02/09/2016	IBD178-07039 20/07/2017	IBD189-07468 30/08/2018	IBD201-01126 28/07/2020	IBD212-02289 09/08/2021
Paramètres	Effectif	406	403	403	408	409	400	400
	Richesse spécifique	18	21	34	41	20	21	23
	Indice de Shannon weaver	2,75	2,33	3,43	3,8	2,9	2,59	2,95
	Equitabilité	0,66	0,53	0,67	0,71	0,67	0,59	0,65
Notes	Note IPS	18,6	19,6	17,5	17,9	17,2	18,6	17,6
	Note IBD	20	20	20	20	20	20	20,0
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très bon

ANNEXE 4 : Synthèse des résultats obtenus sur la Guisane à Briançon entre 2014 et 2021

Tableau I : Résultats des analyses IBD réalisées sur la Guisane à Briançon (06149930)

Libellé national		LA GUISE À BRIANÇON						
Code Agence		06149930						
Numéro d'essai, Date		IBD134-1736 24/02/2014	IBD156-1370 23/02/2015	IBD167-5976 15/02/2016	IBD178-2334 13/02/2017	IBD189-07458 21/02/2018	IBD201-01115 25/02/2020	IBD212-02278 16/02/2021
Paramètres	Effectif	403	406	402	417	415	406	403
	Richesse spécifique	11	11	15	16	17	26	17
	Indice de Shannon weaver	2,33	2,32	2,54	2,8	2,63	3,25	2,61
	Equitabilité	0,67	0,67	0,65	0,7	0,64	0,69	0,64
	% Diatomées contributives (DC)	-	-	100	93	100	94	96
Notes	Note IPS	19	18,9	18,6	18,1	17,8	17,7	17,6
	Note IBD <i>N.C. = non calculable</i> <i>Res. = réserves liées à DC</i>	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	Note en EQR	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Etat biologique (arrêté 2018)		Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon

ANNEXE 5 : Synthèse des résultats obtenus sur le torrent des Vachères à Embrun entre 2020 et 2021

Tableau I : Résultats des analyses IBD réalisées sur les Vachères à Embrun (06151050)

Libellé national		Les Vachères à Embrun	
Code Agence		06151050	
Numéro d'essai, Date		IBD201-01122 25/02/2020	IBD212-02286 16/02/2021
Paramètres	Effectif	412	403
	Richesse spécifique	14	17
	Indice de Shannon weaver	2,93	2,25
	Equitabilité	0,77	0,55
	% Diatomées contributives (DC)	100	97
Notes	Note IPS	17,4	16,1
	Note IBD <i>N.C. = non calculable</i> <i>Res. = réserves liées à DC</i>	20,0	20,0
	Note en EQR	1,00	1,00
Etat biologique (arrêté 2018)		Très bon	Très bon

10/11/2021

RAPPORT DE SYNTHÈSE

Référence du document : HAU-003-01&-02

Mesures de la bioaccumulation et de la toxicité
sur 21 stations réparties sur quatre bassins des
Hautes-Alpes : mise en œuvre de bioessais *in
situ* par encagement de gammarès.

Résultats des campagnes de mesure 2021



DOCUMENT CONFIDENTIEL

©BIOMÆ 2021. Ce document a été rédigé par le laboratoire Biomae. *Biomae ne le diffusera pas à des tiers. L'ensemble des résultats est la propriété exclusive du client. Le client peut librement exploiter ou faire exploiter tous les résultats. Toutefois, ce document ne peut être modifié sans l'accord écrit de Biomae.*

Version du document

N° Version	Date	Modification(s)
1	10/11/2021	Première version

Validation du document

Action	Date	Prénom Nom	Visa
Rédaction	18/10/2021	Naïs Julian	NJ
Validation	10/11/2021	Guillaume Jubeaux	GJ

Document(s) associé(s)

[RAPPORT D'EXPERIMENTATION] L'ensemble des résultats obtenus lors des *déploiements in situ* est disponible en annexe du présent document sous la forme d'un document au format **PDF**. Il contient les informations liées aux expérimentations de terrain : nom de la station, dates d'expérimentations, localisation géographique (cartes et coordonnées GPS), photos de la station, paramètres physico-chimiques (température, conductivité, pH et oxygène) et commentaires.

[RAPPORT ANNEXE] L'ensemble des résultats obtenus au cours de l'étude est disponible en annexe du présent document sous la forme de tableaux au format **EXCEL**. Il contient l'ensemble des informations relatives aux stations de mesure, des campagnes de mesure, des paramètres physico-chimiques (température, conductivité, pH et oxygène) ainsi que l'ensemble des résultats de contamination chimique (résultats bruts, diagnostic de la contamination chimique biodisponible à l'aide de valeurs seuils de contamination (BBAC et échelle de gravité), diagnostic de l'impact écotoxique à l'aide de valeurs seuils de toxicité (avec échelle de gravité) et enfin la conformité aux NQE biote dans le cadre de la Directive Cadre Eau.

Sommaire

1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE	4
2. PROTOCOLE D'EXPOSITION DES GAMMARES.....	6
3. BILAN DES DEPLOIEMENTS <i>IN SITU</i>	8
4. RESULTATS ET DISCUSSION	10
5. CONCLUSION	16

ANNEXES :

1. LABORATOIRE BIOMAE	19
2. MESURES BIOLOGIQUES	20
3. ANALYSES CHIMIQUES	21
4. TRAITEMENT DES RESULTATS	22
5. CONFORMITE AU NQE BIOTE.....	24

GLOSSAIRE.....	26
REFERENCES	27
CONTACT	29

Illustrations

Figure 1: Localisation géographique des stations	4
Figure 2 : Les 10 étapes de réalisation des bioessais <i>in situ</i>	6
Figure 3 : Substrat alimentaire – Disque de feuille d'aulne (22 mm de diamètre).....	7
Figure 4 : Résultats du test de toxicité sur la Clarée.....	10
Figure 5 : Résultats du test de toxicité sur le Guil	11
Figure 6 : Résultats du test de toxicité sur la Durance	12
Figure 7 : Résultats du test de toxicité sur le Drac.....	13
Figure 8 : Préparation des résidus de disques de feuille	20
Figure 9 : Seuil de toxicité et échelle de gravité	22
Figure 10 : Seuil de contamination biodisponible (BBAC) et échelle de gravité	23

Tableau 1 : Tableau descriptif des stations	5
Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques lors de l'exposition des gammares	8
Tableau 3 : Niveaux de contamination métallique mesurée dans les gammares.....	14
Tableau 4 : Niveaux de contamination organique mesurée dans les gammares.....	15
Tableau 5 : Méthodes d'analyses des substances d'intérêt dans le biote	21
Tableau 6 : Substances prioritaires disposant d'une NQE biote.....	24
Tableau 7 : Substances prioritaires à rapporter dans les crustacés/mollusques	25

1.CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

L'étude vise à mesurer la contamination chimique biodisponible et l'impact toxique des eaux des bassins de la Durance, du Drac, du Guil, et de la Clarée dans les Hautes-Alpes. Dans ce contexte, une étude a été mise en place premièrement sur 21 stations de mesure suivies lors d'une campagne de mesure en août 2021 (**Figure 1** et

Tableau 1). Par la suite, une seconde campagne de relance a également été réalisée pour le test de toxicité pour six stations situées sur le bassin du Guil.

Lors de la première campagne, des gammares ont été transplantés le 10 et le 11 août 2021 via notre méthode d'encagement, jusqu'à 21 jours sur chaque station de mesure, les expérimentations ont pris fin au plus tard le 1 septembre 2021. Lors de la seconde campagne de mesure, les gammares ont été transplantés le 24 août 2021 et récupérés le 31 août.

Un test de toxicité (toxicité générale ➡ test d'alimentation) a été mis en place sur chacune des stations lors de la première campagne et de la relance. Un test de bioaccumulation a été réalisé uniquement sur cinq stations lors de la première campagne.

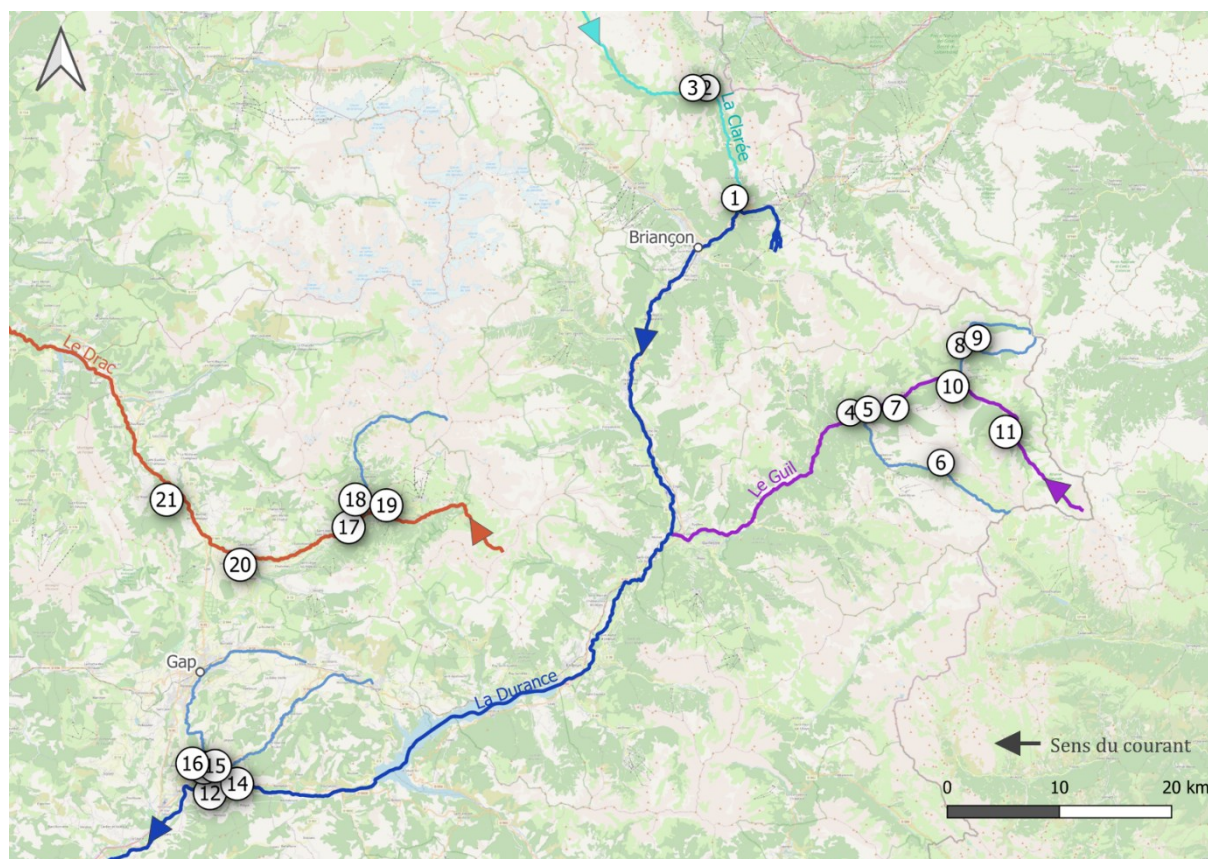


Figure 1: Localisation géographique des stations

Tableau 1 : Tableau descriptif des stations

Bassin	#	Station de mesure	Coordonnées réelles
La Clarée	1	Fin BV Clarée	44.94056, 6.682434
	2	CLAREE - Aval STEP Névache	45.016293, 6.6510115
	3	CLAREE - Amont STEP Névache	45.016262, 6.635374
Le Guil	4	Guil - Aval confluence de l'Aigue-Agnelle	44.75883, 6.8082085
	5	Fin BV Aigue-Agnelle	44.761368, 6.818936
	6	Aigue-Agnelle - Amont STEP Molines	44.719128, 6.9005737
	7	Guil - Amont confluence de l'Aigue Agnelle	44.77426, 6.8499904
	8	Bouchet - Aval Hameau du Roux	44.812214, 6.934356
	9	Bouchet - Amont Hameau du Roux	44.81801, 6.9415407
	10	Guil - Amont confluence du Bouchet	44.785698, 6.9323125
	11	Guil - Amont Ristolas	44.75527, 6.9916496
La Durance	12	Durance - Aval confluence de la Luye	44.46747, 6.0764146
	13	Durance - Aval confluence de l'Avance	44.476128, 6.0945377
	14	Durance - Amont confluence de l'Avance	44.474964, 6.1069083
	15	Fin BV Avance	44.477535, 6.106755
	16	Fin BV Luye	44.47947, 6.081436
Le Drac	17	Drac - Aval confluence des 2 Dracs et aval prise d'eau	44.67946, 6.256375
	18	Drac blanc - Amont confluence	44.689827, 6.263885
	19	Drac noir - Amont confluence et aval STEP Orcières	44.685196, 6.273915
	20	Drac - Aval STEP Chabottes	44.649555, 6.134987
	21	Drac - Aval zone restaurée	44.70129, 6.0526657

2.PROTOCOLE D'EXPOSITION DES GAMMARES

A. Principe de la méthode

La réalisation des bioessais *in situ* repose sur 10 grandes étapes présentées sur la **Figure 2**. Les étapes #1 à #4 sont réalisées au laboratoire pour produire et conditionner les organismes d'essai avant de les expédier vers le site d'étude (#5). Les organismes sont ensuite placés dans un dispositif d'encagement et sont exposés en continu directement dans le milieu d'étude (#6) pendant 7 à 21 jours (en fonction du type d'analyses). Les organismes sont ensuite récupérés sur site (#7) puis expédiés au laboratoire (#8) où ils sont échantillonnés (#9) en vue de réaliser des analyses chimiques et/ou écotoxicologiques (#10).



Figure 2 : Les 10 étapes de réalisation des bioessais *in situ*

B. Normalisation de la méthode

La production, l'encagement et l'échantillonnage de gammarès sont réalisés conformément à la **norme AFNOR XP-T90-721**. L'analyse chimique des gammarès, permettant de mesurer les concentrations de substances chimiques accumulées (métaux et composés organiques) est sous-traitée à un laboratoire d'analyses chimiques. Les analyses écotoxicologiques sont réalisées conformément à la **norme AFNOR XP-T90-722**.

C. Protocole de mesure

❖ Mesure du taux d'alimentation

Quatre cages (ou répliquats) contenant 20 gammares ont été exposés *in situ* pendant 7 jours. Lors de l'exposition, les organismes sont mis en contact avec un substrat alimentaire fabriqué à partir de feuilles d'aulne (

Figure 3). Dans chaque cage, les organismes sont en contact avec 20 disques de feuilles d'aulne d'un diamètre égale à 22 mm. Une cage contenant uniquement de l'alimentation (sans gammares) est réalisée pour mesurer la consommation qui pourrait avoir lieu dans le milieu et qui ne serait pas attribuable aux gammares encagés. Pour limiter l'influence du poids, de la croissance et du sexe des organismes sur ces réponses, seuls des gammares mâles matures de même classe d'âge ont été exposés (moyenne des tailles comprise entre 9,5 et 12,5 mm et coefficient de variation n'excédant pas 10%). Après les 7 jours d'exposition, les résidus de disques de feuilles ont été échantillonnées en vue de calculer le taux d'alimentation des gammares encagés.



Figure 3 : Substrat alimentaire – Disque de feuille d'aulne (22 mm de diamètre)

❖ Mesure de la bioaccumulation de substances chimiques (métaux et composés organiques)

15 répliquats de 30 individus ont été exposés sur une période 21 jours pour réaliser les mesures de bioaccumulation. Les organismes ont été exposés sans apport de nourriture. Pour limiter l'influence du poids, de la croissance et du sexe des organismes sur l'accumulation de contaminants, seuls des gammares mâles matures de même classe d'âge ont été exposés (poids moyen compris entre 22 et 32 mg de poids frais). Après 21 jours d'exposition, les gammares ont été récoltés, triés pour éliminer les organismes morts ou moribonds, comptés pour la détermination du taux de survie, séchés, rassemblés dans un tube en plastique pour les métaux ou dans un flacon en verre pour les composés organiques et enfin congelés à -80°C en vue de réaliser des analyses chimiques. Les échantillons ont été expédiés à un laboratoire d'analyses chimiques pour quantifier les substances chimiques accumulées dans les gammares.

Lors de cette étude, le test de bioaccumulation a été mené sur 5 stations, pour quatre d'entre elles seuls les composés métalliques ont été analysés et pour la dernière les composés métalliques et organiques ont été analysés.

3. BILAN DES DEPLOIEMENTS *IN SITU*

A. Paramètres physico-chimiques lors de l'exposition *in situ*

L'ensemble des mesures physico-chimiques réalisées est présenté dans le **Tableau 2**. Pour la température, il s'agit des valeurs minimales, moyennes et maximales obtenues à partir de mesures en continu, toutes les heures, durant toute la durée de l'expérimentation dans le milieu. Pour la conductivité, l'oxygène dissous et le pH, les mesures ont été réalisées lors des interventions : J0, J7 et J21. Si les valeurs sortent du domaine d'application, elles sont inscrites en rouge. L'intervention à J0 correspond au lancement du test de toxicité générale et/ou du test de bioaccumulation. L'intervention à J7 correspond à la récupération du test de toxicité générale. L'intervention à J21 correspond à la récupération du test de bioaccumulation.

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques lors de l'exposition des gammare

Bassin	Campagne	#	Station de mesure	Température (°C)			Conductivité (µS/cm)			pH (unité pH)			Oxygène (mg/L)		
				Min	Moy	Max	J0	J7	J21	J0	J7	J21	J0	J7	J21
La Clarée	1-2021	1	Fin BV Clarée	7	11,1	15,9	564	562	680	8,2	8,4	8	10,6	9,4	10,7
	1-2021	2	CLAREE - Aval STEP Névache	8,1	11,7	15,3	331	333		8,1	8,4		10,4	9,5	
	1-2021	3	CLAREE - Amont STEP Névache	7,9	11,3	14,8	309	309		8,1	8,3		10,7	9,3	
Le Guil	1-2021	4	Guil - Aval confluence de l'Aigue-Agnelle	8,8	13,8	18,7	330	310		8,6	8,7		8,9	8,8	
	2-2021	4	Guil - Aval confluence de l'Aigue-Agnelle	7,3	11,3	16,2	389	343		8,4	8,5		9	10,1	
	1-2021	5	Fin BV Aigue-Agnelle	9,1	13,6	17,2	371	349		8,6	8,8		8,9	8,9	
	2-2021	5	Fin BV Aigue-Agnelle	7,2	10,6	13,9	387	382		8,4	8,8		9,2	10,1	
	1-2021	6	Aigue-Agnelle - Amont STEP Molines	6,4	12,6	19,6	340	313		8,3	8,5		8,5	7,5	
	1-2021	7	Guil - Amont confluence de l'Aigue-Agnelle	8,2	13,4	19,2	306	286		8,6	8,7		8,8	8,5	
	2-2021	7	Guil - Amont confluence de l'Aigue-Agnelle	7	11,4	17	287	325		8,5	8,9		9,3	10,8	
	1-2021	8	Bouchet - Aval Hameau du Roux	7,3	11,8	17,1	427	260	302	8,5	8,7	8,5	8,5	8,6	10,2
	2-2021	8	Bouchet - Aval Hameau du Roux	7	10,4	15,1	386	302		8,5	8,5		8,6	10,2	
	1-2021	9	Bouchet - Amont Hameau du Roux	8,1	12,4	17,4	305	286		8,4	8,6		8,7	8	
	2-2021	9	Bouchet - Amont Hameau du Roux	6,4	10,1	14,6	384	308		8,5	8,5		8,6	10,3	
	1-2021	10	Guil - Amont confluence du Bouchet	6,9	11,9	18,3	300	278	312	8,5	8,6	8,4	8,5	8	9,7
	2-2021	10	Guil - Amont confluence du Bouchet	6,7	10,8	16,3	383	312		8,4	8,4		7,7	9,7	
	1-2021	11	Guil - Amont Ristolas	7	10,7	16,1	275	254		8,3	8,4		8,8	7,8	
La Durance	1-2021	12	Durance - Aval confluence de la Luye	12,4	15,7	19,3	584	533		8,5	8,3		10,1	11	
	1-2021	13	Durance - Aval confluence de l'Avance	12,1	15	18,7	602	548		8,4	8,2		9,2	11,1	
	1-2021	14	Durance - Amont confluence de l'Avance	11,9	14,5	18,5	594	539	542	8,5	8,2	8,1	10,2	11	10,1
	1-2021	15	Fin BV Avance	12,8	16,5	20,2	440	971	1093	8,3	8,5	8,3	9,9	11,1	10,3
	1-2021	16	Fin BV Luye	14,4	17,7	20,6	397	356		8,5	8,7		9,5	10,6	
Le Drac	1-2021	17	Drac - Aval confluence des 2 Dracs et aval prise d'eau	8,3	12,2	17,8	220	204		8,5	8,5		9,1	9,5	
	1-2021	18	Drac blanc - Amont confluence	7,9	11,8	17,6	186	177		8,6	8,2		9	9,9	
	1-2021	19	Drac noir - Amont confluence et aval STEP Orcières	9	11,7	15,3	273	262		8,6	8,5		9,4	9,9	
	1-2021	20	Drac - Aval STEP Chabottes	10,3	14	18,6	303	309		8,3	8,3		8,8	9,4	
	1-2021	21	Drac - Aval zone restaurée	11,2	15,9	21	307	313		8,6	8,6		8,8	9,9	

Les paramètres physico-chimiques suivis montrent que les conditions d'exposition sont comprises dans la gamme optimale pour l'encagement de gammare.

B. Taux de survie des gammare encagés

❖ Taux d'alimentation

Conformément à la norme Afnor XP-T90-722-3, les taux de survie sont supérieurs à 70% pour la quasi-totalité des stations ce qui permet une interprétation fiable de la mesure du taux d'alimentation.

Excepté lors de la première campagne pour les stations : #2 Clarée - Aval STEP Névache, #3 Clarée - Amont STEP Névache, #12 Durance - Aval confluence de la Luye où les survies sont comprises entre 50% et 70%, avec respectivement 64%, 66%, et 60%. Pour ces trois stations, les résultats du test d'alimentation seront rendus mais devront être interprétés en conséquence. Pour la

station #18 Drac noir – Amont confluence et aval STEP Orcières, la survie est inférieure à la valeur recommandée dans le norme (avec seulement 46% de survie), ainsi le résultat du test d'alimentation ne pourra être interprété pour cette station.

❖ Bioaccumulation

Conformément à la norme Afnor XP-T90-721, les taux de survie sont supérieurs à 25% sur l'ensemble des stations, ce qui permet d'obtenir la prise d'essai minimale et de réaliser l'ensemble des analyses chimiques aux limites de quantification ciblées.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

A. Diagnostic de l'impact écotoxique

Les **Figure 4**Erreur ! Source du renvoi introuvable. à **Figure 7** présentent les résultats des mesures biologiques obtenus au cours des campagnes réalisées pour les quatre bassins des Hautes-Alpes suivis dans cette étude. Les niveaux de réponse biologique sont comparés pour chaque marqueur aux valeurs seuils présentées dans la partie « Traitement des résultats » (**Page 22**).

❖ Bassin versant de la Clarée :

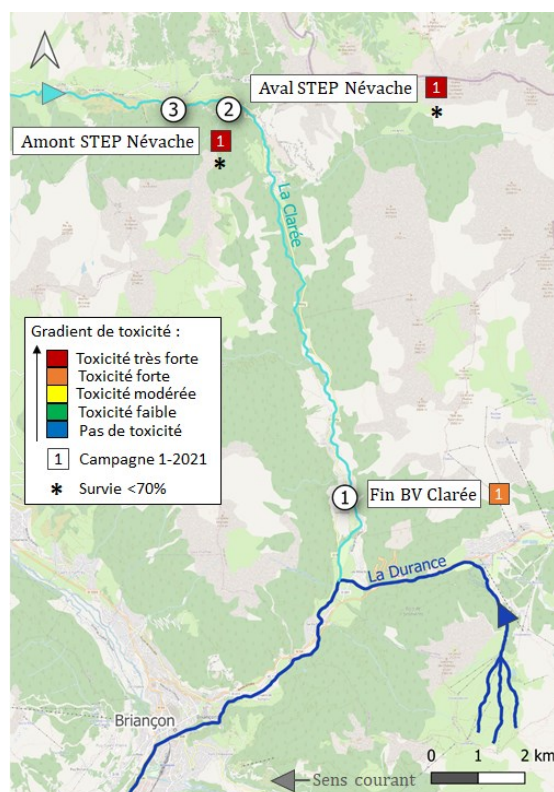


Figure 4 : Résultats du test de toxicité sur la Clarée

Les deux stations situées à proximité de la STEP Névache, aussi bien en amont (#3 Amont STEP) qu'en aval (#2 Aval STEP), présentent des taux de survie inférieurs à 70% lors de la première campagne, ce qui ne permet pas de s'assurer de la fiabilité des taux d'alimentation mesurés. Toutefois, ces taux de survies sont proches de la limite indiquée dans la norme, aussi à titre indicatif, ces deux stations auraient été classées comme ayant un impact toxique très fort via la mesure du taux d'alimentation.

Plus en aval sur la Clarée, avant la confluence avec la Durance, en station #1 Fin BV Clarée, on observe un impact toxique moins marqué mais qui reste fort.

❖ Bassin versant du Guil :

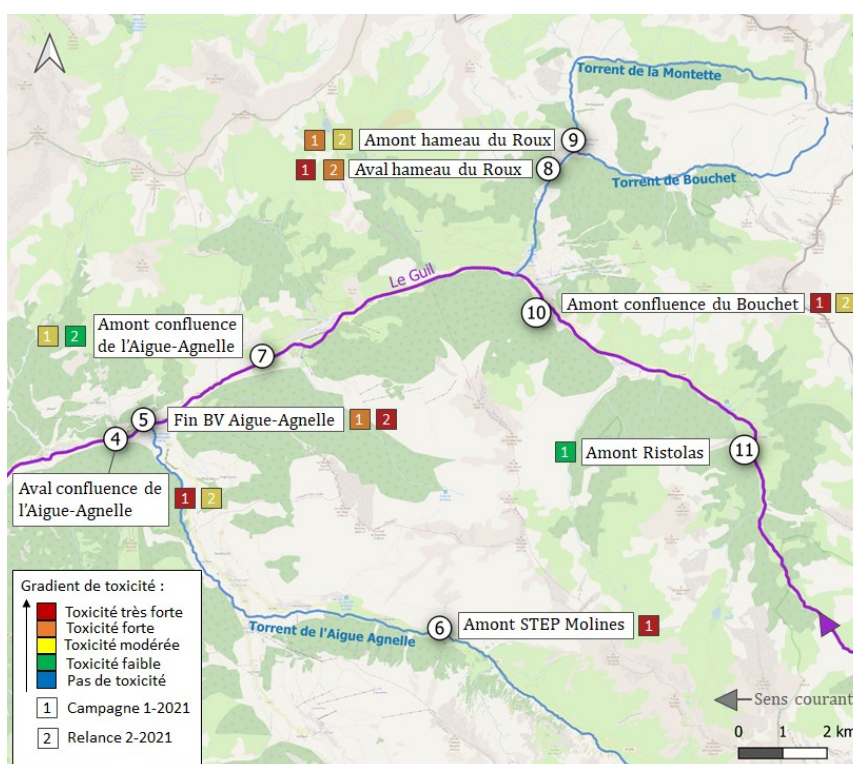


Figure 5 : Résultats du test de toxicité sur le Guil

• **Le Guil en amont confluence avec le Bouchet**

Lors de la première campagne, on observe un faible impact en amont du Guil (station #11 - Amont Ristolas). En aval, l'impact toxique s'accroît sur la station #10 située en amont de la confluence avec le Bouchet. Le niveau d'effet mesuré est très fort sur le taux d'alimentation et indique la présence d'une pression toxique entre ces deux stations lors de cette première campagne.

Lors de la seconde campagne, seule la station située en aval (station #10) a été expérimentée. On observe un effet modéré, moins marqué par rapport à la précédente campagne.

• **Le Bouchet**

Lors des deux campagnes de mesure, on observe une légère hausse de l'impact toxique sur le Bouchet entre la station #9 située en amont du hameau du Roux et la station #8 située en aval. En effet, lors de la première campagne, l'impact sur le taux d'alimentation en amont et en aval passe respectivement de fort à très fort. Lors de la seconde campagne, l'impact est modéré en amont et fort en aval. Ces résultats montrent aussi que la qualité du milieu est déjà impactée sur la station la plus en amont du Bouchet.

• **Le Guil en aval de la confluence avec le Bouchet**

Sur la station #7 (située sur le Guil en amont de la confluence avec l'Aigue-agnelle), on observe que le taux d'alimentation des gammarès est modérément puis faiblement impacté lors des deux campagnes de mesure successives. Ces résultats montrent qu'il y a une amélioration de la qualité du Guil sur cette station en comparaison à l'amont du Guil (station #10) et le Bouchet (#8) où les effets sont modérés à très forts.

• **L'Aigue agnelle**

Lors de la première campagne, on observe un impact très fort en amont et fort en aval de l'Aigue-agnelle (respectivement station #6 et #5). Lors de cette campagne, les résultats montrent que la qualité de l'Aigue-agnelle est déjà très fortement impactée sur la station située en amont.

Lors de la seconde campagne, seule la station située en aval (station #5) a été expérimentée. On observe un effet très fort, légèrement plus marqué par rapport à la précédente campagne.

- **L'aval du bassin versant du Guil**

Sur la station #4 (située sur le Guil en aval de la confluence avec l'Aigue-agnelle), on observe un impact très fort sur le taux d'alimentation lors de la première campagne et un impact modéré lors de la seconde campagne. En comparaison aux stations situées en amont sur le Guil et l'Aigue-agnelle (respectivement station #7 et station #5), l'Aigue-agnelle semble contribuer davantage à l'impact toxique observé en aval de la confluence avec le Guil.

On constate aussi que l'impact est plus marqué lors de la première campagne, ce qui est cohérent avec les niveaux d'effets qui sont globalement plus marqués sur les stations en amont pour la première campagne (stations #5, 7, 8, 9 et 10).

❖ Bassin versant de la Durance :

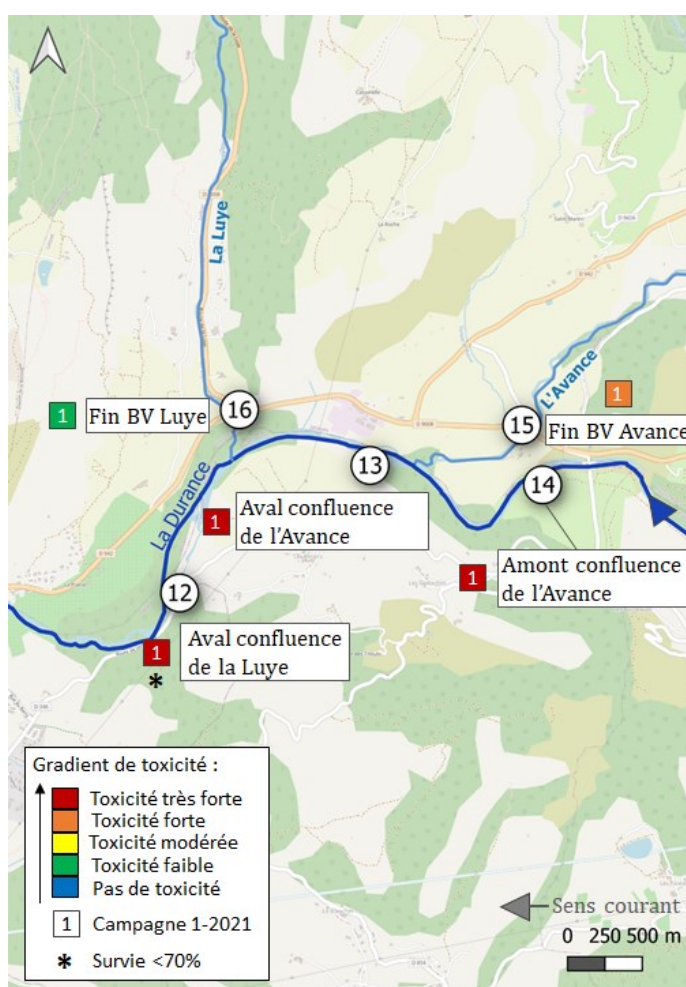


Figure 6 : Résultats du test de toxicité sur la Durance

Concernant les affluents de la Durance, l'Avance (#15) et la Luye (#16) présentent des impacts toxiques moins marqués que sur la Durance, avec un impact toxique fort sur l'Avance et faible sur la Luye.

Les trois stations situées d'amont en aval sur la Durance (#14 - Amont confluence de l'Avance ; #13 - Aval confluence de l'Avance et 12 - Aval confluence de la Luye) montrent un impact toxique très fort sur le taux d'alimentation des gammars. Pour la station #12, on notera que la survie est inférieure à 70% (minimum recommandé dans la norme Afnor pour interpréter de façon fiable la mesure du taux d'alimentation). Ces résultats montrent que la qualité de la Durance est déjà très fortement impactée dès la station située en amont (station #14).

❖ Bassin versant du Drac :

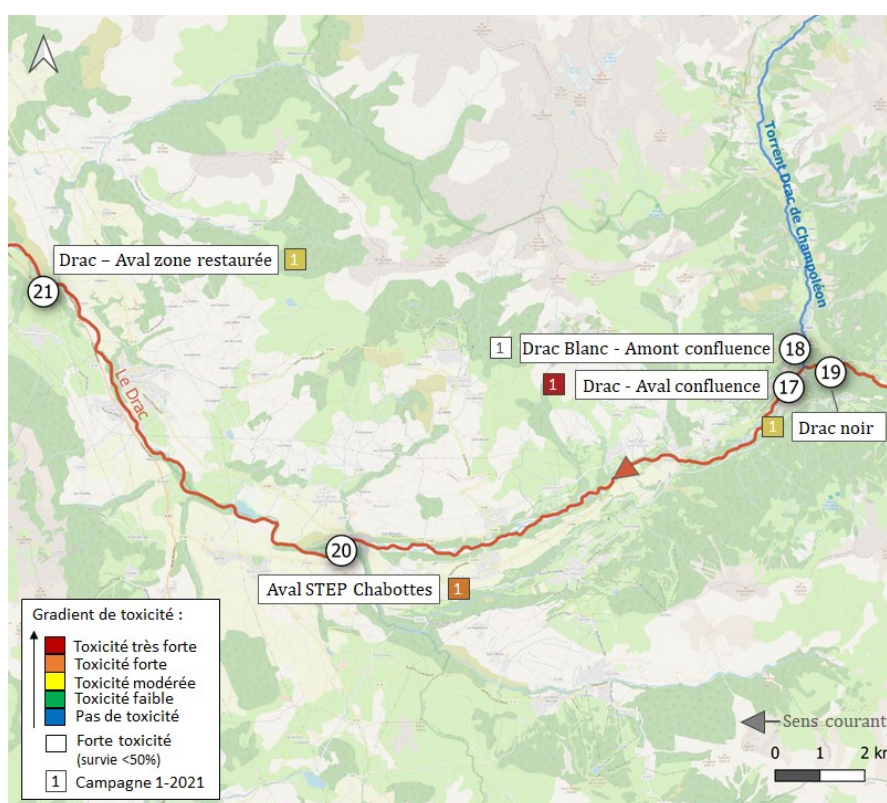


Figure 7 : Résultats du test de toxicité sur le Drac

En amont de la confluence du Drac noir (station #19) et du Drac blanc (station #18), on observe un impact toxique modéré sur le taux d'alimentation au niveau du Drac Noir tandis que sur le Drac blanc un impact sur la survie des organismes a été observé (survie inférieure à 50%). En aval de cette confluence entre les deux Drac (station #17), on observe un impact très fort sur le taux d'alimentation. En termes de contribution toxique, cet effet semble provenir davantage du Drac Blanc où un effet aigüe sur le taux de survie a été observé.

Plus en aval sur le Drac, au niveau de la station #20 située en aval de la STEP de Chabottes, on observe un impact toxique fort et légèrement moins marqué par rapport à la station située en amont (#17).

Enfin, le niveau d'impact continue de diminuer en aval (station #21) au niveau de l'aval de la zone restaurée. L'impact mesuré sur le taux d'alimentation est modéré et comparable à la qualité du Drac noir en amont (station #19).

B. Diagnostic de la contamination chimique

Lors de cette campagne un diagnostic de la contamination chimique a été réalisé sur 5 stations. L'ensemble des substances dosées dans les gammes et disposant d'un seuil de contamination biodisponible après une exposition *in situ* de 21 jours est présenté dans les **Tableau 3** et **Tableau 1** **Tableau 4**. La concentration mesurée pour chaque substance est comparée directement aux valeurs seuils de contamination présentées dans la partie « Traitement des résultats » (Page 22).

Tableau 3 : Niveaux de contamination métallique mesurée dans les gammes

Campagne	Lancement	#	Nom station	Aluminium (Al)	Antimoine (Sb)	Argent (Ag)	Arsenic (As)	Baryum(Ba)	Bore (B)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cobalt (Co)	Cuivre (Cu)	Etain (Sn)	Fer (Fe)	Lithium (Li)	Manganese (Mn)	Mercur (Hg)	Molybdène (Mo)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Titane (Ti)	Uranium (U)	Vanadium (V)	Zinc (Zn)
1-2021	10/08/2021	1	Fin BV Clarée	0	0	2	0	0	0	0	0	0	ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1-2021	10/08/2021	8	Bouchet - Aval Hameau du Roux	0	0	1	0	0	0	0	0	0	ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1-2021	10/08/2021	10	Guil - Amont confluence du Bouchet	0	0	2	0	0	0	0	0	0	ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1-2021	11/08/2021	14	Durance - Amont confluence de l'Avance	0	0	1	0	0	0	0	0	0	ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1-2021	11/08/2021	15	Fin BV Avance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Code : 0, pas de contamination ; 1, contamination faible ; 2, contamination modérée ; 3, contamination forte ; 4 contamination très forte ; ni : non interprétable

ni : résultat non interprétable car les concentrations mesurées dans les organismes contrôles sont trop élevées pour pouvoir interpréter de façon fiable les concentrations mesurées dans les organismes exposés sur les stations de mesure.

En termes de contaminations métalliques : l'ensemble des stations suivies ne présentent aucune contamination forte ou très forte pour les 22 éléments métalliques suivis. Toutefois, des contaminations modérées en argent sont observées pour les stations #1 Fin BV Clarée et #10 Guil - Amont confluence du Bouchet. Ainsi que des contaminations faibles, également en argent, pour les stations #8 Bouchet - Aval hameau du Roux, et #14 Durance - Amont confluence de l'Avance.

Tableau 4 : Niveaux de contamination organique mesurée dans les gammars

Campagne	Lancement	#	Station de mesure	PCB 101	PCB 105	PCB 118	PCB 126	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 180	PCB 52	PCB 77	PCB 123	PCB 132	PCB 149	PCB 157	PCB 167	PCB 170	Acenaphthene	Acenaphthylene	Anthracene	Benzo (a) Anthracene	Benzo (a) pyrene	Benzo (g,h,i) Perylene	Benzo (k) Fluoranthene	Chrysene	Fluoranthene	Fluorene	Naphthalene	Perylene	Phenanthrene	Pyrene	Triphenylene	Benzo (b+1) Fluoranthene	1,2,3,4,6,7,8,9 Octachlorodibenzodioxine	4,4' DDE	2,4' DDD	Diflufenicanil	Pendimethaline	Perfluorooctane Sulfonate (PFOS)		
1-2021	10/08/2021	1	Fin BV Clarée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ni	ni	0	0	0	0	0	ni	ni	ni	0	ni	ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Code : 0, pas de contamination ; 1, contamination faible ; 2, contamination modérée ; 3, contamination forte ; 4 contamination très forte ; ni : non interprétable

ni : résultat non interprétable car les concentrations mesurées dans les organismes contrôles sont trop élevées pour pouvoir interpréter de façon fiable les concentrations mesurées dans les organismes exposés sur les stations de mesure.

En termes de contaminations organiques : les substances organiques n'ont été suivies que pour l'une des stations de cette étude : #1 Fin BV Clarée.

Pour cette station, aucune contamination en PCBs, HAPs, herbicides (pendiméthaline et diflufénicanil), composés perfluorés (PFOS), 4,4'DDE et 2,4'DDD (autre produit de dégradation du DDT) n'est observée.

5. CONCLUSION

L'étude vise à mesurer la contamination chimique biodisponible et l'impact toxique des eaux des bassins de la Durance, du Drac, du Guil, et de la Clarée dans les Hautes-Alpes. L'étude a été mise en place sur un total de 21 stations réparties dans les différents bassins versants et suivies pendant une ou deux campagnes de mesure en août 2021. Des gammars ont été encagés pendant 7 à 21 jours sur chaque station et des tests de toxicité (toxicité générale ➡ mesure du taux d'alimentation) et/ou de bioaccumulation ont été réalisés.

❖ Bassin versant de la Clarée :

- Le taux d'alimentation des gammars encagés pendant 7 jours montre qu'il y a une très forte toxicité sur la Clarée dès l'amont de la STEP.
- Par rapport à l'amont, l'impact toxique est similaire en aval de la STEP.
- On observe une légère baisse de l'impact toxique en fin de bassin versant de la Clarée, même si l'impact toxique reste fort. En parallèle, les mesures de bioaccumulation réalisées à partir de gammars encagés pendant 21 jours montrent qu'il n'y a pas de contamination organique pour les substances suivies sur cette station : PCB, HAP, pesticides, dioxine et perfluoré. En termes de contamination métallique, on notera simplement une contamination modérée en argent.

❖ Bassin versant du Guil :

- Sur le Guil (en amont de la confluence avec le Bouchet), les résultats indiquent la présence d'une pression toxique entre les deux stations situées sur le Guil : en amont au niveau de Ristolas et en aval avant la confluence avec le Bouchet. Sur cette dernière, on n'observe pas de contamination métallique, hormis une contamination modérée en argent.
- Sur le Bouchet, les résultats obtenus montrent 1- qu'il y a une légère hausse de la toxicité entre l'amont et l'aval du hameau du Roux et 2- que la qualité du milieu est déjà impacté sur la station située le plus en amont sur le Bouchet. Sur la station en aval, on n'observe pas de contamination métallique (exceptée faiblement pour l'argent).
- Sur le Guil (en aval de la confluence avec le Bouchet), les résultats montrent qu'il y a une baisse de l'impact toxique du Guil par rapport aux stations situées en amont, sur le Guil et le Bouchet, qui sont plus toxiques.
- Sur l'Aigue-agnelle, on observe une toxicité marquée en fin de bassin versant. Cette toxicité est déjà très fortement marquée sur la station suivie en amont.
- En aval du bassin versant du Guil, on observe un impact sur le taux d'alimentation qui semble 1- être davantage lié à la toxicité de l'Aigue-agnelle que du Guil et 2- plus marqué lors de la première campagne où les effets sont globalement plus marqués sur les stations situées en amont du bassin versant.

❖ Bassin versant de la Durance :

- Les stations situées sur la Durance montrent un impact toxique très marqué sur le taux d'alimentation. A noter que la station située le plus en amont (en amont de la confluence avec le premier affluent, l'Avène) ne présente pas de contamination métallique (hormis faiblement pour l'argent).
- En termes de contribution toxique, les affluents de la Durance, l'Avance (#15) et la Luye (#16), présentent respectivement un impact fort pour l'Avance et faible pour la Luye. En termes de contamination métallique, l'Avance ne présente aucune contamination.

❖ Bassin versant du Drac :

- En amont du Drac, plus précisément sur le Drac blanc, on observe un impact marqué sur la survie des gammares exposés (survie inférieure à 50%). Cet impact se répercute en aval de la confluence avec le Drac noir avec un impact très fort sur le taux d'alimentation des gammares encagés.
- L'impact observé en amont sur le Drac diminue progressivement vers les stations situées en aval.

ANNEXES

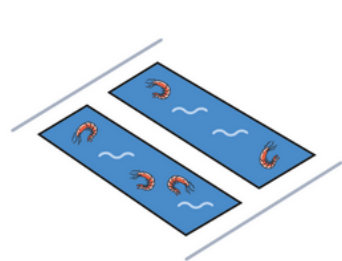
1. LABORATOIRE BIOMAE.....	19
2. MESURES BIOLOGIQUES.....	20
3. ANALYSES CHIMIQUES.....	21
4. TRAITEMENT DES RESULTATS.....	22
5. CONFORMITE AU NQE BIOTE	24
GLOSSAIRE.....	26
REFERENCES	27
CONTACT	29

1. LABORATOIRE BIOMAE

Biomae est un laboratoire d'écotoxicologie créé en 2014 qui propose des bioessais innovants, robustes, intégrateurs, **normalisés AFNOR** et issus de plus de **10 années de recherche au sein de l'institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE)**.

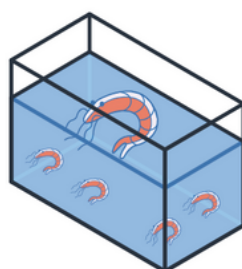
BIOMAE développe et propose des **bioessais *in situ***, basés sur l'encagement de gammares (une espèce de crevette d'eau douce polluosensible et non-invasive). Ces gammares, issus d'un élevage contrôlé, sont calibrés puis encagés pour être exposés directement dans le milieu naturel (rivières, fleuves, canaux et lacs) plusieurs jours/semaines au contact des micropolluants.

A partir des organismes encagés *in situ*, Biomae évalue d'une part la **contamination chimique** en mesurant les substances chimiques accumulées dans les organismes et d'autre part l'**impact écotoxicologique** en détectant l'effet de micropolluants sur des réponses biologiques telles que l'activité enzymatique AChE, la reproduction, le comportement alimentaire ou encore la survie.



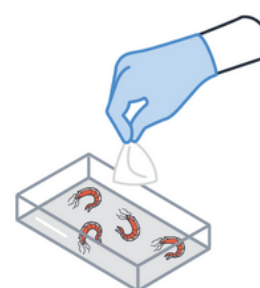
1

Les gammarus sont prélevés dans une zone d'élevage contrôlée (contrôles chimique et physiologique).



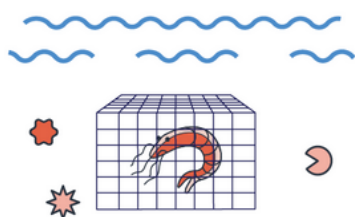
2

Les gammarus sont conditionnés en laboratoire pendant 2 semaines, période de stabulation (pH, conductivité, température, oxygène, etc.).



3

Les gammarus sont calibrés et triés, puis encagés avant d'être envoyés vers les lieux d'exposition.



4

Les gammarus sont exposés pendant plusieurs jours au contact des micropolluants, directement dans le milieu récepteur (exposition *in situ*).



5

Les gammarus sont rapatriés et échantillonnés aux laboratoires avant d'être analysés. Analyses de bioaccumulation et/ou d'écotoxicité.



6

Les résultats obtenus sont interprétés à partir de référentiels co-construits avec les chercheurs de l'INRAE sur des données agences de l'eau.

Pour en savoir plus sur le laboratoire Biomae, cliquez [ICI](#).

2. MESURES BIOLOGIQUES

A. Mesure du taux d'alimentation

Après les 7 jours d'exposition, les gammares ont été récoltés, triés pour éliminer les organismes morts ou moribonds et comptés afin de déterminer le taux de survie. Les résidus de disques de feuilles sont échantillonnés. Pour chaque cage, les restes de disques de feuille sont déposés sur du papier absorbant puis placés à plat sur une feuille transparente au format A4 à l'aide d'une pince (**Figure 8**). Les disques et/ou résidus de disques sont numérisés à l'aide d'un scanner en noir et blanc.

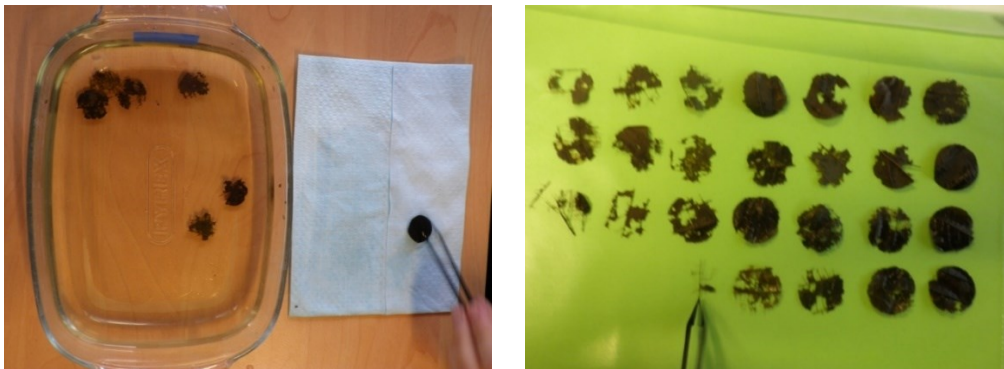


Figure 8 : Préparation des résidus de disques de feuille

3.ANALYSES CHIMIQUES

La préparation des échantillons de gammare et leur analyse chimique ont été réalisées par la **Drôme Laboratoire (LDL)**. Le **Tableau 5** présente le détail de chacune des 5 méthodes analytiques réalisées sur chaque échantillon. Cinq méthodes permettent de rechercher et quantifier environ 250 substances chimiques. La prise d'essai totale pour atteindre les limites de quantification fixées par le LDL est de 3 g de poids frais (600 mg de poids sec).

Tableau 5 : Méthodes d'analyses des substances d'intérêt dans le biote

#	Méthode	Technique	Famille	Prise d'essai (mg poids frais)	Substances
1	CMM_M047	ICPMS	Métaux	500	26
2	CMO_MT76	GCMSMS	HAP Phénols et Alkylphénols Chlorobenzènes Phtalates PCB BDE Pesticides Autres	1000	155
		HPLCMS	Pesticides		22
3	LABERCA/DGAL/DPCB	HRMS	Dioxines Furanes PCB DL et Indicateurs	500	36
4	CMO_MT72	HPLCMSMS	Perfluorés	500	3
5	CMO_MT16	GCPFPD	Organoétains	500	4

La méthode CMM_047 permet de quantifier les métaux. Les concentrations sont exprimées en milligramme par kilogramme de poids frais pour les métaux (mg/kg poids frais). Quatre méthodes (CMO_MT76, LABERCA/DGAL/DPCB, CMO_MT72 et CMO_MT16) permettent de quantifier les composés organiques. Les concentrations sont exprimées en microgramme par kilogramme de poids frais pour les composés organiques (µg/kg poids frais).

4. TRAITEMENT DES RESULTATS

A. Mesures biologiques : seuil de toxicité et échelle de gravité

❖ Marqueurs disposant d'un seuil de toxicité

Des valeurs de référence ou modèle de prédiction (standard) sont disponibles pour les réponses biologiques mesurées chez le gammare. La méthode de définition de valeurs de référence a été proposée par le laboratoire d'écotoxicologie d'INRAE (Xuereb *et al.* 2009 ; Geffard *et al.*, 2010 ; Coulaud *et al.*, 2011). Elles intègrent la variabilité naturelle des marqueurs d'effet en fonction des caractéristiques des milieux (*e.g.*, température). Ces standards correspondent aux valeurs que l'on doit observer si les gammares sont exposés en milieux non toxiques.

❖ Marqueurs disposant d'un seuil de toxicité et d'une échelle de gravité

Pour certains marqueurs, des classes de toxicité complémentaires ont été définies par Biomae, en collaboration avec INRAE (classes 1-vert, 2-jaune, 3-orange et 4-rouge) et permettent de classer l'impact en fonction de son niveau de gravité de faible à très fort (**Figure 9**).

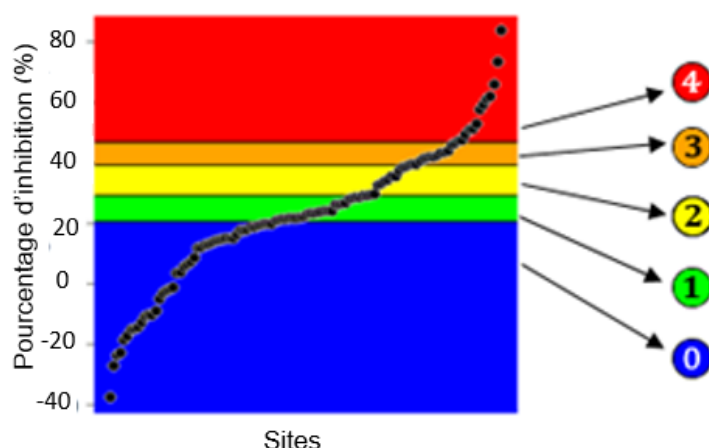


Figure 9 : Seuil de toxicité et échelle de gravité

NOTE : 0, conforme aux valeurs de référence (pas d'impact écotoxique) ; 1, impact faible (proche des valeurs de référence) ; 2, impact modéré ; 3, impact fort ; 4 impact très fort

• Taux d'alimentation

Le taux d'alimentation pour chaque réplicat est calculé à partir du nombre moyen de gammares vivants lors de la mesure (calculé pour chaque réplicat comme la moyenne entre le nombre de gammares au début et à la fin de la mesure), de la surface de nourriture consommée (exprimée en mm²) et de la durée d'exposition au cours de laquelle la nourriture a été proposée aux gammares. Un réplicat témoin est préparé en disposant de la nourriture sans gammares. Le taux d'alimentation est exprimé en mm².individu⁻¹.jour⁻¹ puis converti en pourcentage d'inhibition.

Valeur seuil	Code couleur	Signification
-20,6%	← ●	Conforme ➡ Pas de différence avec la distribution de référence
-29,1%	← ●	Effet faible ➡ Proche de la distribution de référence
-39,3%	← ●	Effet modéré
-46,6%	← ●	Effet fort
-46,6%	← ●	Effet très fort

B. Analyses chimiques : seuil de contamination et échelle de gravité

❖ Seuil de contamination biodisponible par composé (BBAC)

Des seuils de contamination chimique sont disponibles pour environ soixante substances chimiques (métaux et composés organiques) mesurées dans le gammare. La méthode de définition de valeurs seuil de contamination biodisponible (appelé BBAC) a été définie par INRAE. Par valeur seuil de contamination biodisponible, on entend toute valeur de concentration au-dessus de laquelle une concentration mesurée chez les organismes exposés peut être interprétée comme une contamination d'origine anthropique ; et en dessous de laquelle une concentration mesurée ne reflète qu'une valeur de fond, et donc une absence de contamination du milieu. Une valeur de contamination, dans les gammares, supérieure à la valeur seuil établie signe donc un apport de contamination biodisponible pour les gammares au niveau du site étudié.

Cinq classes de contamination ont été définies et sont présentées sur la **Figure 10** : d'une part, l'absence de contamination chimique quand la concentration mesurée dans les gammares est inférieure à la BBAC (classe 0) et d'autre part, la présence d'une contamination faible (classe 1), modérée (classe 2), forte (classe 3) ou très forte (classe 4).

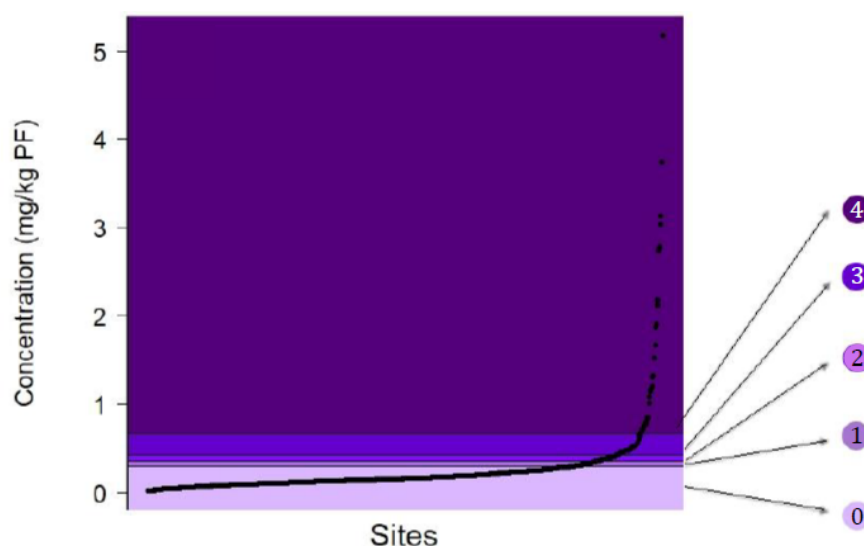


Figure 10 : Seuil de contamination biodisponible (BBAC) et échelle de gravité

NOTE : 0, pas de contamination ; 1, contamination faible ; 2, contamination modérée ; 3, contamination forte ; 4 contamination très forte

5. CONFORMITE AU NQE BIOTE

A. Contexte

La **directive 2013/39/UE** modifiant les directives 2000/60/UE (dite directive cadre sur l'eau ou « DCE ») et 2008/105/CE (dite directive normes de qualité environnementales ou « NQE ») met à jour les modalités de suivi des substances prioritaires et dangereuses prioritaires et d'évaluation de l'état chimique des eaux de surface pour le deuxième cycle de la DCE. En particulier, elle introduit une nouvelle matrice de surveillance, le biote (**Tableau 6**).

Tableau 6 : Substances prioritaires disposant d'une NQE biote

Paramètre	Code SANDRE	NQE biote (exprimée en µg/kg PF)	Biote concerné
HAP à 5 et 6 anneaux			
Benzo(a)pyrene	1115	5	Crustacé/Mollusque
Benzo(g,h,i)perylene	1118		
Benzo(k)fluoranthene	1117		
Benzo(b)fluoranthene	1116		
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	1204		
Fuoranthene	1191	30	Crustacé/Mollusque
DEHP	6616	3200	Crustacé/Mollusque
Dioxines et composés de type dioxine	7707	0,0065	Crustacé/Mollusque ou Poisson
Heptachlore	1197	0,0067	Poisson
Heptachlore Epoxyde	1198		
Dicofol	1172	33	Poisson
Hexachlorobutadiene	1652	55	Poisson
Hexachlorobenzene	1199	10	Poisson
HBCDD (somme des trois isomères)	7128	167	Poisson
Chloroalcanes C10-C13	1955	16600	Poisson
Pentachlorobenzene	1888	367	Poisson
PBDE (Σ BDE-28, 47, 99, 100, 153, 154)	7705	0,0085	Poisson
Acide perfluorooctane sulfonique (PFOS)	6650	9,1	Poisson
Mercuré	1387	20	Poisson

PF : poids frais

NOTE 1 : le Benzo(a)Pyrène est le paramètre à reporter pour la DCE 2013/39/UE. Les autres hydrocarbures (hormis le fluoranthène) sont donnés à titre indicatif : Benzo (g,h,i) Perylene, Benzo (k) Fluoranthene, Benzo (b+j) Fluoranthene et Indeno (1,2,3-cd) Pyrene).

NOTE 2: Concernant la NQE du Benzo(b)Fluoranthène (Code Sandre : 1116). Le laboratoire d'analyse rend la somme des isomères "b" et "j" car il n'est pas en mesure de les séparer (Benzo (b+j) Fluoranthène ; Code Sandre 3000).

Une **note technique publiée en 2017** est relative à la mise en œuvre du suivi des substances de l'état chimique des eaux de surface dans le biote décrit les orientations de la stratégie française de suivi des substances prioritaires dans cette nouvelle matrice pour répondre aux objectifs de la directive 2013/39/UE (Ministère de la Transition écologique, 2017). Pour les eaux de surface continentales, le suivi des substances prioritaires sur la matrice biote se fait par : (1) le prélèvement de poissons issus des populations autochtones au niveau des sites et suffisamment fournis (monitoring dit « passif ») et (2) l'encagement de gammarés qui sont transplantés sur site et exposés durant une durée de 21 jours avant d'être analysés (monitoring dit « actif »).

Ce suivi réglementaire a été mis en place en routine et à large échelle par les 6 Agences de l'eau à partir de gammarés encagés *in situ* et de poissons prélevés *in natura*.

B. Résultats : conformité aux NQE biote

❖ NQE « crustacés/mollusques »

La concentration mesurée pour chaque élément est comparée directement aux NQE en vigueur et qui sont à rapporter dans la matrice « crustacés/mollusques » : Si la concentration est supérieure à la NQE, le résultat est mis en **rouge** ; Si la concentration est inférieure à la NQE, le résultat est mis en **bleu**.

Le **Tableau 7** présente les substances prioritaires à rapporter dans la matrice « crustacés/mollusques ». Les résultats sont exprimés en milligramme ou en microgramme par gramme de poids frais de gammarès ($\mu\text{g/kg}$ poids frais).

Tableau 7 : Substances prioritaires à rapporter dans les crustacés/mollusques

			NQE Crustacé						
Seuil réglementaire			5	5	5	5	30	3200	0,0065
Code Sandre			1115	1118	1117	1204	1191	6616	7707
Unité (PF : poids frais)			$\mu\text{g/kg}$ PF						
Campagne	#	Station de mesure	Benzo (a) pyrene	Benzo (g,h,i) Perylene	Benzo (k) Fluoranthene	Indeno (1,2,3-cd) Pyrene	Fluoranthene	DEHP	Dioxines et composées de type dioxine
1-2021	1	Fin BV Clarée	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	4,0507	<40,0	ni

ni : résultat non interprétable car les concentrations mesurées dans les organismes contrôles sont trop élevées pour pouvoir interpréter de façon fiable les concentrations mesurées dans les organismes exposés sur les stations de mesure.

Aucun dépassement de NQE n'est observé lors de cette étude.

❖ NQE « poissons »

Concernant les **NQE poissons**, en l'absence actuelle de facteur de conversion entre gammarès et poissons, il n'est pas possible d'utiliser les concentrations dans les gammarès pour comparer directement aux NQE définies pour les poissons. Les résultats bruts sont donc présentés dans le rapport annexe joint au présent document. Toutefois, ces facteurs de conversion sont en cours de développement au sein de l'Office Français pour la Biodiversité (OFB) et les Agences de l'eau et seront disponibles courant 2021.

GLOSSAIRE

Bioaccumulation : La bioaccumulation désigne la capacité des organismes vivants à absorber et à concentrer certaines substances chimiques. Chez un organisme, cette capacité peut fortement varier selon des facteurs biologiques (âge, sexe, etc.) ou selon des facteurs environnementaux liés aux caractéristiques physico-chimiques.

Biodisponibilité : La biodisponibilité correspond à la capacité des substances chimiques dans l'environnement à être réellement assimilées par un organisme vivant, et donc potentiellement toxique. La fraction biodisponible d'une substance chimique représente la dose d'exposition pertinente à évaluer ou à prendre en compte pour évaluer la toxicité sur le vivant. La biodisponibilité est liée aux facteurs environnementaux qui modifient le potentiel de bioaccumulation des substances chimiques.

Bioessai : Un bioessai a pour objectif de mesurer une ou plusieurs réponses biologiques d'organismes vivants afin de mesurer l'effet de substances chimiques, de facteurs physiques ou de conditions environnementales.

Biomarqueur : Un biomarqueur est un changement observable et/ou mesurable au niveau moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique, qui révèle l'exposition présente ou passée d'un individu à au moins une substance chimique à caractère polluant.

Ecotoxicologie : L'écotoxicologie est une discipline scientifique située à l'interface entre l'écologie et la toxicologie, née de la reconnaissance du fait qu'un nombre croissant de substances chimiques, à caractère polluant, contaminent tout ou partie de la biosphère et ont des effets délétères sur les êtres vivants.

Micropolluant : Un micropolluant est une substance (minérale, biologique, organique, radioactive...) polluante (et donc altéragène biologique, physique ou chimique) qui, à des concentrations infimes (microgrammes ou moins) dans l'eau, l'air ou le sol, peut avoir une action toxique ou écotoxique pour tout ou partie des organismes ou l'écosystème.

REFERENCES

❖ Directive Cadre Eau dans le biote

Directive 2013/39/UE du Parlement européen et du Conseil du 12/08/13 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau.

Directive 2008/105/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau (6) fixe des normes de qualité environnementale (NQE), conformément à la directive 2000/60/CE, pour les trente-trois substances prioritaires recensées dans la décision n° 2455/2001/CE et pour huit autres polluants déjà réglementés au niveau de l'Union.

❖ Normes AFNOR sur le gammare

Norme Afnor XP-T90-721 (2019). Encagement *in situ* de gammares pour la mesure de la bioaccumulation de substances chimiques.

Norme Afnor XP-T90-722-1 (2020). Mesures moléculaires, physiologiques et comportementales chez le gammare (crustacé amphipode). Partie 1 : Dosage de l'activité enzymatique acétylcholinestérase (AChE).

Norme Afnor XP-T90-722-2 (2020). Mesures moléculaires, physiologiques et comportementales chez le gammare (crustacé amphipode). Partie 2 : Mesure de marqueurs de reproduction.

Norme Afnor XP-T90-722-3 (2020). Mesures moléculaires, physiologiques et comportementales chez le gammare (crustacé amphipode). Partie 3 : Mesure du taux d'alimentation.

❖ Agrément ministériel sur la matrice « gammare »

Agrément 14/04/2018. Avis relatif aux limites de quantification des couples « paramètre-matrice » de l'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques. JORF n°0087 du 14 Avril 2018. Texte n°159.

❖ Guides techniques sur le suivi chimique dans le biote

European Commission 2014. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC): Guidance Document No. 32 On Biota Monitoring (the implementation of EQS Biota) under the Water Framework Directive. Technical Report - 2014 - 083.

Note technique du 26 décembre 2017 relative à la mise en œuvre du suivi des substances de l'état chimique des eaux de surface dans le biote dans le cadre de la directive cadre sur l'eau conformément à la directive 2013/39/UE du Parlement européen et du Conseil du 12 août 2013. Le ministre d'Etat, ministre de la Transition écologique et solidaire.

AQUAREF - Opérations d'analyse physico-chimique du biote en milieu continental dans le cadre des programmes de surveillance DCE - Recommandations techniques – Edition 2017

❖ Publications INRAE sur le gammare

Alric, B., A. Chaumot, & Geffard, O (2018). A multi-contaminant indicator of the bioavailable contamination for aquatic ecosystems based on active biomonitoring. Journal of Applied Ecology.(in press)

- Besse, J.P., Geffard, O., Coquery, M. (2012). Relevance and applicability of active biomonitoring in continental waters under the Water Framework Directive. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry* 36, 113-127.
- Besse, J.-P., Coquery, M., Lopes, C., Chaumot, A., Budzinski, H., Labadie, P., Geffard, O. (2013). Caged *Gammarus fossarum* (Crustacea) as a robust tool for the characterization of bioavailable contamination levels in continental waters: Towards the determination of threshold values. *Water Research*. 47 (2) 650-660.
- Besse, J.P., Geffard O., Chaumot, A. François A., Recoura-Massaquant R., Lopes C., Gahou J., Grisot G., Coquery M. (2014). *Rapport de synthèse de l'étude pilote : déploiement de l'outil gammare encagé au niveau national, résultats pour les métaux ciblés. Rapport IRSTEA-ONEMA, 60p.*
- Besse J.P., Geffard O., Coquery M. (2011). Développement d'une méthodologie pour l'amélioration du suivi chimique des eaux continentales - Etat de l'art sur les approches de biosurveillance et application dans le cadre de la DCE, Cemagref, 100 p.
- Besse, J.P., Geffard, O., Lopes, C., Chaumot, A., Coquery, M. (2012). Développement d'une méthodologie pour l'amélioration du suivi chimique des eaux continentales. Approche de biosurveillance active sur *Gammarus fossarum*. Irstea, 63p.
- Chaumot, A., Geffard, O., Armengaud, J., Maltby, L. (2015). Gammarids as Reference Species for Freshwater Monitoring. Chapter in Book : Aquatic Ecotoxicology: Advancing Tools for Dealing with Emerging Risks : pp.253-280
- Coulaud, R., Geffard, O., Xuereb, B., Lacaze, E., Quéau, H., Garric, J., Chaumot, A. (2011). In situ feeding assay with *Gammarus fossarum* (Crustacea): Modelling the influence of confounding factors to improve water quality biomonitoring. *Water Research*, 45(19), 6417–6429.
- Geffard, O., Xuereb, B., Chaumot, A., Geffard, A., Biagianti, S., Noël, C., Charmantier-Daures, M. (2010). Ovarian cycle and embryonic development in *Gammarus fossarum*: Application for reproductive toxicity assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 29(10), 2249–2259.
- Jubeaux, G., Salvador, A., Simon, R., Quéau, H., Chaumot, A., and Geffard, O. (2012). Vitellogenin-like proteins in the freshwater amphipod *Gammarus fossarum* (Koch, 1835): functional characterization throughout reproductive process, potential for use as an indicator of oocyte quality and endocrine disruption biomarker in males. *Aquatic Toxicology*, 112-113: 72-82.
- Lacaze, E., Devaux, A., Mons, R., Bony, S., Garric, J., Geffard, A., & Geffard, O. (2011). DNA damage in caged *Gammarus fossarum* amphipods: A tool for freshwater genotoxicity assessment. *Environmental Pollution*, 159(6), 1682–1691. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.02.038>
- Xuereb, B., Lefèvre, E., Garric, J., & Geffard, O. (2009). Acetylcholinesterase activity in *Gammarus fossarum* (Crustacea Amphipoda): Linking AChE inhibition and behavioural alteration. *Aquatic Toxicology*, 94(2), 114–122.

❖ Brevets sur le gammare

- Brevet FR3079526 (2019). Méthode d'élaboration d'une classification pour hiérarchiser un niveau de pollution d'un milieu aquatique à partir d'une population de gammare. Biomae/INRAE
- Brevet FR 1453885 (2015). Méthode de détermination de la reprotoxicité d'eaux douces. INRAE

❖ Vérification ETV sur le gammare

- ETV n°VN20180033 (2019). Realization protocol of active in situ bioassays from caged gammarids. Lien vers le document de vérification de Biomae disponible sur le site de la commission européenne : https://ec.europa.eu/environment/ecoap/etv/active-bioassays-situ-caged-gammarids_en

CONTACT

Laboratoire Biomae

ZA en Beauvoir
320 Rue de la Outarde
01500 Château-Gaillard

04 74 61 17 42

Le site internet : cliquez [ICI](#)

L'équipe

Naïs Julian
Ingénieure data
nais.julian@biomae.fr

Thibaut Hombert
Ingénieur étude
thibaut.hombert@biomae.fr

Laurent Viviani
Co-fondateur
Responsable administratif / commercial
laurent.viviani@biomae.fr

Guillaume Jubeaux
Co-fondateur (PhD écotoxicologie)
Responsable technique / scientifique
guillaume.jubeaux@biomae.fr

Quelques vidéos

Dessin animé sur les activités de Biomae (2020) : cliquez [ICI](#)

Vidéo de présentation du laboratoire Biomae (2019) : cliquez [ICI](#)

Reportage France 3 (2017) : cliquez [ICI](#)

Fin du document



Résultats des prélèvements qualitatifs d'invertébrés aquatiques
Campagne hiver 2021 (février - mars)

			BU EC1610	BU EC1650	CLAR0200	DRAC0080	GYR0150	ONDE0100	OULE0100	OULE0150	VACH0100	VACH0150
Pléocoptères	Capniidae	<i>Capnia nigra</i>	29	5	13							
		<i>Capnia</i> sp.				13						
		<i>Capnioneura</i> sp.	86	38								
	Chloroperlidae	<i>Chloroperla</i> sp.	14				13	11				
		<i>Chloroperlidae</i>										
		<i>Siphonoperla</i> sp.		13								
	Leuctridae	<i>Leuctra</i> sp.	71	63	100	100	100	100	83	100	100	100
	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	29	5	100	13			17	100	100	88
		<i>Nemoura mortoni</i>			38			22				
		<i>Nemoura</i> sp.	14	25					33	75		
		<i>Protonemura</i> sp.	29	63	63		75	44	17		75	75
	Perlidae	<i>Dinocras cephalotes</i>		13				11				
		<i>Perla grandis</i>			38	13		22			63	
		<i>Perla marginata</i>							33	38		
		<i>Perla</i> sp.		13								
	Perlodidae	<i>Besdolus ravizzarum</i>	14	38								
		<i>Dictyogenus alpinum</i>										
		<i>Isoperla grammatica</i>	100	100		25			17			
		<i>Isoperla rivulorum</i>			100		75	100				13
		<i>Isoperla</i> sp.	14									
		<i>Perlodes intricatus</i>			75							38
	Taeniopterygidae	<i>Brachyptera risi</i>	71	75		25			67	75		
		<i>Rhabdiopteryx</i> sp.	100	100	38		100	100			5	
		<i>Taeniopteryx kuehntreiberi</i>			5							
Trichoptères	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.										
	Hydropsychidae	<i>Cheumatopsyche lepida</i>										
		<i>Hydropsyche</i> sp.	71	100		13			67	88		
	Leptoceridae	<i>Athripsodes</i> sp.										
	Limnephilidae	<i>Allogamus</i> sp.			75		38	11				
		<i>Drusus discolor</i>			13		25					25
		<i>Drusus</i> sp.			13			11				38
		<i>Stenophylacini</i>			13	25	25	22	33	13	25	63
	Odontoceridae	<i>Odontocerum albicorne</i>							17	13		
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.										
	Psychomyiidae	<i>Tinodes</i> sp.										
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i> sp.	57	63	63	38	25			25	13	
		<i>Rhyacophila torrentium</i>			75		63	44			63	5
		<i>Rhyacophila vulgaris (nymph)</i>					25					
	Sericostomatidae	<i>Sericostoma</i> sp.							17	25		
Éphéméroptères	Baetidae	<i>Acentrella sinaica</i>	57	75								
		<i>Alainites muticus</i>	57	38					5	63	25	
		<i>Baetis alpinus</i>		13	100	100	100	100			100	75
		<i>Baetis gpe lutheri</i>	14	13								
		<i>Baetis lutheri</i>								25		
		<i>Baetis melanonyx</i>										
		<i>Baetis rhodani</i>	86	100	38	100	13		67	38	75	
		<i>Baetis scambus</i>										
		<i>Baetis scambus/fuscatus</i>										
		<i>Baetis vernus</i>										
	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.										
	Ephemerellidae	<i>Serratella ignita</i>										
		<i>Torleya major</i>	29						33	25		
	Ephemeridae	<i>Ephemera danica</i>							5	38		
	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus helveticus</i>										
		<i>Ecdyonurus parahelveticus/alpinus</i>					25					
		<i>Ecdyonurus picteti</i>					13	22			25	25
		<i>Ecdyonurus</i> sp.	14		38			22	67	63		13
		<i>Ecdyonurus</i> sp. (venosus/ruffi)	43	63								
		<i>Ecdyonurus venosus</i>				13			17	88		
		<i>Electrogena lateralis</i>										
		<i>Epeorus alpicola</i>			13						5	13
		<i>Epeorus assimilis</i>	29	25		13			5	38		
		<i>Rhithrogena allobrogica</i>				13						
		<i>Rhithrogena alpestris</i>						44			100	38
		<i>Rhithrogena degrangei</i>			100		100	89			13	13
		<i>Rhithrogena darieri</i>	43	25								
		<i>Rhithrogena gpe semicolorata</i>										
		<i>Rhithrogena gratianopolitana</i>	29			100				25		
		<i>Rhithrogena hybrida</i>	29	38			25	11			100	38
		<i>Rhithrogena landai</i>										
		<i>Rhithrogena savoiensis</i>										
		<i>Rhithrogena semicolorata</i>	57	63		38			67	88		
		<i>Rhithrogena</i> sp.				5	13					
	Leptophlebiidae	<i>Habroleptoides confusa</i>							33	75		
		<i>Paraleptophlebia submarginata</i>								13		
	Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriella rhenana</i>										
Coléoptères	Dryopidae	<i>Pomatinus</i> sp.										
	Elmidae	<i>Elmis</i> sp.										
		<i>Esolus</i> sp.										
		<i>Limnius</i> sp.							17			
		<i>Normandia</i> sp.										
		<i>Riolus</i> sp.										
	Gyrinidae	<i>Orectochilus villosus</i>	14							38		
	Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp.			63			33			75	75
Diptères	Scirtidae	<i>Hydrocyphon</i> sp.								13		
	Athericidae	<i>Atherix</i> sp.	57	25					17	38	63	13
	Blephariceridae	<i>Haplothrix lugubris</i>					38				25	
		<i>Lipaneura</i> sp.										
	Ceratopogonidae	<i>Ceratopogonidae</i>		13				11		13		
	Chironomidae	<i>Chironomini</i>										
		<i>Orthocladiinae</i>	71	63	100	88	100	22		38	38	100
		<i>Tanypodinae</i>										
		<i>Tanytarsini</i>						11				
	Dixidae	<i>Dixa</i> sp.										
	Empididae	<i>Empididae</i>		13			5	22			63	38
		<i>Limoniidae</i>	71	63	63	25	63	78	67	5	88	63
	Psychodidae	<i>Psychodidae</i>			38			11			75	63
	Simuliidae	<i>Simuliidae</i>	71	63	5	25	5	56	33	75	63	63
		<i>Simulium bezzy (ny)</i>										
		<i>Simulium variegatum (ny)</i>										
	Stratiomyidae	<i>Stratiomyidae</i>							17			
	Tabanidae	<i>Tabanidae</i>	29	13					17	25		
	Thaumaleidae	<i>Thaumalea</i> sp.										
	Tipulidae	<i>Tipulidae</i>	14	13			13	22				
Odonates	Gomphidae	<i>Onychogomphus</i> sp.		13						13		
Hétéroptères	Corixidae	<i>Micronecta</i> sp.								13		
Amphipodes	Gammaridae	<i>Gammarus</i> sp.		13		13			5	88		25
Hydracarina	Hydracarina	<i>Hydracarina</i>	86	5					33	63	13	13
Oligochaeta	Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>						11		25		
Hirudinida	Erpobdellidae	<i>Erpobdellidae</i>		13								
Triclades	Planariidae	<i>Crenobia alpina</i>			63			22			75	100
		<i>Polycelis felina</i>							17	13		
		<i>Polycelis</i> sp.										
Nematoda	Nematoda	<i>Nematoda</i>				13						

Les chiffres affichés correspondent à la **fréquence d'observation** d'une espèce.
Il s'agit du pourcentage de prélèvements dans lesquels l'espèce est présente dans une station.
Si elle est observée dans un prélèvement sur 10 réalisés, la fréquence = 10%.

Résultats des prélèvements qualitatifs d'invertébrés aquatiques

Campagne été 2021 (août - septembre)

			BU EC1610	BU EC1650	CLAR0200	DRAC0080	GYR0150	ONDE0100	OULE0100	OULE0150	VACH0100	VACH0150
Pléocoptères	Capniidae	<i>Capnia nigra</i>										
		<i>Capnia sp.</i>										
		<i>Capnioneura sp.</i>										
	Chloroperlidae	<i>Chloroperla sp.</i>						13				
		<i>Chloroperlidae</i>			13							
		<i>Siphonoperla sp.</i>										
	Leuctridae	<i>Leuctra sp.</i>	100	75	75	100		38	5	75	5	
	Nemouridae	<i>Amphinemura sp.</i>										
		<i>Nemoura mortoni</i>			63			38			63	38
		<i>Nemoura sp.</i>										
	Perlidae	<i>Protonemura sp.</i>	38		100	38	88	100	25	63	88	100
		<i>Dinocras cephalotes</i>				13						
		<i>Perla grandis</i>	25	13	75	13		75			63	
		<i>Perla marginata</i>								5		
		<i>Perla sp.</i>		13					5	100		
	Perlodidae	<i>Besdolus ravizzarum</i>										
		<i>Dictyogenus alpinum</i>									13	
		<i>Isoperla grammatica</i>				38						
		<i>Isoperla rivulorum</i>			100		100	88			13	13
		<i>Isoperla sp.</i>	13			38						
Trichoptères	Taeniopterygidae	<i>Perlodes intricatus</i>			63	25					13	38
		<i>Brachyptera risi</i>										
		<i>Rhabdiopteryx sp.</i>										
	Glossosomatidae	<i>Taeniopteryx kuehntreiberi</i>			38			25				
		<i>Glossosoma sp.</i>				13						
		<i>Cheumatopsyche lepida</i>							13	13		
		<i>Hydropsyche sp.</i>	63	38		100			100	100		
		<i>Athripsodes sp.</i>		13								
		<i>Allogamus sp.</i>										
		<i>Drusus discolor</i>									13	13
		<i>Drusus sp.</i>			13							25
		<i>Stenophylacini</i>							5	13		
		<i>Odontocerum albicorne</i>							13	25		
		<i>Polycentropus sp.</i>	38									
		<i>Tinodes sp.</i>							13			
		<i>Rhyacophila sp.</i>	63	63	100	63	88	63	88	88	13	75
		<i>Rhyacophila torrentium</i>					13	25				
		<i>Rhyacophila vulgaris (nymph)</i>										
Ephéméroptères	Sericostomatidae	<i>Sericostoma sp.</i>			25				13	13		
	Baetidae	<i>Acentrella sinaica</i>	100	100					38	88		
		<i>Alainites muticus</i>	13			13			25			13
		<i>Baetis alpinus</i>			88	88	100	88				63
		<i>Baetis gpe lutheri</i>										
		<i>Baetis lutheri</i>	25							75		
		<i>Baetis melanonyx</i>			38		13	88				100
		<i>Baetis rhodani</i>	100	75	25	75		13	100	100		38
		<i>Baetis scambus</i>	63			63						
		<i>Baetis scambus/fuscatus</i>	25	100								
		<i>Baetis vernus</i>				13						
	Caenidae	<i>Caenis sp.</i>							13	38		
	Ephemerellidae	<i>Serratella ignita</i>	5	63		63			100	88		
		<i>Torleya major</i>										
	Heptageniidae	<i>Ephemeridae</i>							5			
		<i>Ecdyonurus helveticus</i>			13							
		<i>Ecdyonurus parahelveticus/alpinus</i>			13							
		<i>Ecdyonurus picteti</i>						25				25
		<i>Ecdyonurus sp.</i>		25	38							13
		<i>Ecdyonurus sp. (venosus/ruffi)</i>	13	25		25			100	100		
		<i>Ecdyonurus venosus</i>										
		<i>Electrogena lateralis</i>								63		
		<i>Epeorus alpicala</i>			38		25	25				38
		<i>Epeorus assimilis</i>							38	63		
		<i>Rhithrogena allobrogica</i>				63						
		<i>Rhithrogena alpestris</i>					63					5
		<i>Rhithrogena degrangei</i>			75		100	100				
		<i>Rhithrogena doriei</i>										
		<i>Rhithrogena gpe semicolorata</i>	13									
		<i>Rhithrogena gratianopolitana</i>										
		<i>Rhithrogena hybrida</i>				13						75
		<i>Rhithrogena landai</i>	5									
		<i>Rhithrogena savoienensis</i>	75	63					13			
		<i>Rhithrogena semicolorata</i>										
		<i>Rhithrogena sp.</i>		25	75	100	38	38				5
	Leptophlebiidae	<i>Habroleptoides confusa</i>										
		<i>Paraleptophlebia submarginata</i>										
Coléoptères	Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriella rhenana</i>	63	88						75		
	Dryopidae	<i>Pomatius sp.</i>							38	38		
	Elmidae	<i>Elmis sp.</i>	13			13			38	25		
		<i>Esolus sp.</i>	25	13					25	75		
		<i>Limnius sp.</i>				25			5	63		
		<i>Normandia sp.</i>				13						
		<i>Riolus sp.</i>	25						13	13		
	Gyrinidae	<i>Orectochilus villosus</i>										
	Hydraenidae	<i>Hydraena sp.</i>	13		5			13	25	38		63
	Scirtidae	<i>Hydrocyphon sp.</i>							88	63		
	Athericidae	<i>Atherix sp.</i>	13		13	88		38	5	13		13
	Blephariceridae	<i>Hapalothrix lugubris</i>					63	25				
Diptères		<i>Liponeura sp.</i>										75
	Ceratopogonidae	<i>Ceratopogonidae</i>							13	38		
		<i>Chironomini</i>		13		13						
	Chironomidae	<i>Orthocladiinae</i>	88	63	88	100	100		25	63		
		<i>Tanyptodinae</i>							38	13		
		<i>Tanytarsini</i>	25	75	13	13				13		
	Dixidae	<i>Dixa sp.</i>					13					
	Empididae	<i>Empididae</i>		13		25						
	Limoniidae	<i>Limoniidae</i>	25	13	88	5	88	88		13		38
	Psychodidae	<i>Psychodidae</i>										13
	Simuliidae	<i>Simuliidae</i>	88	100	63	100	5	88		38		100
		<i>Simulium bezzy (ny)</i>		25								
		<i>Simulium variegatum (ny)</i>	13									
	Stratiomyidae	<i>Stratiomyidae</i>										
	Tabanidae	<i>Tabanidae</i>							13	88		
	Thaumaleidae	<i>Thaumalea sp.</i>										13
Odonates	Tipulidae	<i>Tipulidae</i>						38				
	Gomphidae	<i>Onychogomphus sp.</i>										
Hétéroptères	Corixidae	<i>Micronecta sp.</i>										
Amphipodes	Gammaridae	<i>Gammarus sp.</i>				13			100	100		5
Hydracarina	Hydracarina	<i>Hydracarina</i>	88	63	75	63	13		38	75		25
Oligochaeta	Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>	25	13					38			
Hirudinida	Erpobdellidae	<i>Erpobdellidae</i>										
Tricladés	Planariidae	<i>Crenobia alpina</i>			88		13	13				
		<i>Polycelis felina</i>										
		<i>Polycelis sp.</i>							13	13		
Nematoda	Nematoda	<i>Nematoda</i>										

Les chiffres affichés correspondent à la **fréquence d'observation** d'une espèce.
Il s'agit du pourcentage de prélèvements dans lesquels l'espèce est présente dans une station.
Si elle est observée dans un prélèvement sur 10 réalisés, la fréquence = 10%.

Annexe 1 : débits mesurés (année 2021)

Réseau RCD

STATION	DATE	DEBIT (l/s)
BUEC1650	15/02/2021	8 434
BUEC1650	04/05/2021	13 744
DURA0065	18/02/2021	9 100
DURA0400	15/02/2021	12 558
DURA0400	04/05/2021	12 887
DURA0700	15/02/2021	4 964
DURA0700	04/05/2021	5 244
DURA0800	15/02/2021	7 736
DURA0800	04/05/2021	8 934
GUIL0300	22/02/2021	791
GUIL0300	27/04/2021	1 717
GUIL0600	22/02/2021	2 160
GUIL0600	27/04/2021	4 128
GUIS0300	16/02/2021	897
GUIS0300	26/04/2021	4 031
GYR0400	18/02/2021	1 585
GYR0400	26/04/2021	1 733
VACH0200	16/02/2021	862
VACH0200	27/04/2021	1 509

Réseau milieu

STATION	DATE	DEBIT (l/s)
BUEC1610	25/02/2021	9 268
BUEC1650	15/02/2021	8 434
CLAR0200	16/03/2021	1 440
DEOU0050	14/01/2021	148
GYR0150	16/03/2021	1 116
ONDE0100	16/03/2021	1 044
OULE0150	11/02/2021	2 548
RABI0050	09/03/2021	442
SOUL0100	15/03/2021	202
TABU0050	16/03/2021	400
VACH0100	15/03/2021	381

Annexe 2 : données physico-chimiques et hydrobiologiques (année 2021)

Code_Station	Date	O2 dissous	% O2	DBO	COD	T°	PO4	P tot	NH4	NO2	NO3	pH	Conductivité	MES	Débit (m3/s)	E. coli	entérocoques	Qualité bactéri
06149930 - GUI50300 Amont Durance	16/02/2021	12.6	104	2.9	1.2	2.4	< 0.02	< 0.02	0.04	< 0.01	< 1	8.5	652	< 2	0.90	7 608	77	insuffisante
	26/04/2021	10.3	96	< 0.5	1.7	6.5	< 0.02	0.29	0.03	< 0.01	< 0.5	8.5	436	12	4.03	250	119	excellente
	02/08/2021	9.6	94	1.2	0.44	8.5	< 0.02	0.022	< 0.02	0.01	< 1	8.4	410	17	3848	568	163	suffisante
	25/10/2021	11.1	95	0.5	0.34	4.0	0.03	0.044	< 0.02	0.01	< 1	8.4	556	3.6	2.35	357	163	excellente
06149950 - DURA0040 Amont step de Briançon	16/02/2021	12.6	108	1.7	0.89	3.8	0.09	< 0.02	< 0.02	< 0.01	< 1	8.5	811	< 2	-	357	78	excellente
	26/04/2021	10.5	96	< 0.5	1.6	6.4	0.025	< 0.02	0.02	< 0.01	1.3	8.4	493	13	-	861	163	suffisante
	02/08/2021			1.2	0.39		< 0.02	0.02	< 0.02	< 0.01	< 1			17	-	299	250	suffisante
06150540 - GYR0400 Amont confluence Durance	25/10/2021	11.4	99	< 0.5	0.47	4.5	< 0.02	0.054	< 0.02	0.02	< 1	8.4	705	4.8	-	305	255	suffisante
	19/02/2021	12.2	110	5.9	0.36	6.8	0.03	< 0.02	0.02	< 0.01	0.55	8.6	264	< 2	1.59			
	26/04/2021	10.6	102	< 0.5	1.3	8.8	0.035	0.02	0.06	< 0.01	0.74	8.5	260	2	1.73			
	02/08/2021			0.9	0.3		0.12	0.108	0.17	0.03	0.56			100	-			
06150620 - DURA0065 Amont Roche-de-Rame	25/10/2021	11.7	102	< 0.5	0.36	5.8	< 0.02	0.06	< 0.02	0.02	0.59	8.2	177	< 2	4.72			
	18/02/2021	14.1	117	2.9	0.58	3.8	0.04	< 0.02	0.12	0.02	< 1	8.7	651	3	9.10	2 369	863	insuffisante
	26/04/2021	11.1	103	0.8	1.7	7.6	0.05	< 0.02	0.05	0.01	< 1	8.5	445	12	-	570	163	suffisante
	02/08/2021	10.0		0.8	0.61		0.13	0.064	0.14	0.03	< 1	8.2	378	78	-	1 569	1 228	insuffisante
06150715 - GUIL0300 Aval Abriès	25/10/2021	11.7	102	< 0.5	1.3	5.9	< 0.02	0.068	< 0.02	0.02	< 1	8.4	547	12	-	582	471	insuffisante
	22/02/2021	11.9	104	10.3	0.65	3.2	0.075	0.028	0.17	0.01	0.54	8.8	294	< 2	0.79			
	27/04/2021	11	105	2.1	1.4	6.1	< 0.02	< 0.02	0.03	< 0.01	< 0.5	8.6	280	3.3	1.72	< 38	< 38	excellente
	02/08/2021	10.0		0.6	0.5		0.09	0.046	0.07	0.02	0.58	8.2	449	5.5	1614	781	460	insuffisante
06150765 - GUIL0600 Amont La Rivière	25/10/2021	11.3	100	0.5	1.5	3.4	0.02	0.058	0.03	< 0.01	< 0.5	8.5	274	< 2	0.46	38	78	excellente
	22/02/2021	12.2	104	2.2	1.7	3.5	0.11	0.044	0.16	0.03	0.81	8.8	375	3.6	2.16	1 079	1 649	insuffisante
	27/04/2021	11	103	1.8	0.84	6.6	< 0.02	0.02	0.04	< 0.01	< 0.5	8.7	321	7.2	4.13	163	163	excellente
	03/08/2021	9.0	96	0.5	0.49	11.8	0.08	0.024	0.1	< 0.01	< 0.5	8.6	341	< 2	2157	163	38	excellente
06150800 - GUIL0900 Amont Durance	26/10/2021	12.6	105	1.3	1.8	2.5	0.07	0.068	< 0.02	< 0.01	< 0.5	8.6	379	< 4	1.87	9 510	6 874	insuffisante
	18/02/2021	12.2	100	7	0.71	3.6	0.035	< 0.02	0.02	0.01	< 1	8.4	812	3.6	-			
	27/04/2021	11.4	109	1.2	1.7	8.6	< 0.02	0.024	< 0.02	< 0.01	< 1	8.6	526	9.6	-			
	03/08/2021	10.1	105	0.7	0.48	12.8	0.13	0.044	0.03	0.01	< 1	8.5	680	17	-			
06150900 - DURA0080 Pont de St-Clément	26/10/2021	12.7	112	< 0.5	0.37	6.6	< 0.02	0.052	< 0.02	< 0.01	< 1	8.5	854	4.9	-			
	23/02/2021	12.9	114	2.7	0.81	7.1	0.02	< 0.02	0.08	0.03	< 1	8.8	645	9.8	-			
	26/04/2021	10.9	104	0.8	1.7	8.8	0.04	0.044	0.05	0.01	< 1	8.4	497	15	-			
	02/08/2021	10.0		0.9	0.46		< 0.02	0.08	0.09	0.03	< 1	8.2	449	64	-			
06151050 - VACH0200 Amont Durance	25/10/2021	11.4	103	< 0.5	1.3	7.2	< 0.02	< 0.02	0.05	0.02	< 1	8.3	574	5.6	-			
	16/02/2021	12.9	105	2.2	0.85	3.6	0.04	0.022	0.04	0.01	1.5	8.6	475	15	0.86	78	746	insuffisante
	27/04/2021	11.1	105	1.2	1.6	8.8	0.06	< 0.02	< 0.02	< 0.01	0.84	8.5	364	22	1.51	< 38	38	excellente
	03/08/2021	9.6	100	0.7	0.65	13.8	0.075	0.04	0.06	0.01	1.3	8.5	360	52	1142	2 268	983	insuffisante
06152950/DURA0400 Aval Luye et amont Tallard	26/10/2021	12.4	109	0.5	0.45	6.7	0.05	0.098	0.11	0.01	0.55	8.5	383	61	0.97	119	250	suffisante
	15/02/2021	12.5	99	2	0.72	4.1	0.025	0.028	0.03	0.02	2.6	8.5	615	16	12.56	1 276	804	insuffisante
	04/05/2021	10.9	97	2.7	1.3	8.1	0.08	0.088	0.03	0.01	1.4	8.3	601	40	12.89	804	2 040	insuffisante
	09/08/2021	10.0	99	1.8	0.75	12.3	0.08	0.046	0.04	0.01	< 1	8.3	539	33	4398	2 046	760	insuffisante
06153200 - DURA0700 Aval step de La Saulce	27/10/2021	10.5	98	0.6	1.8	10.0	0.045	0.11	< 0.02	0.01	< 1	8.2	539	17	5.78			
	15/02/2021	12.8	105	1.9	0.63	5.9	0.035	< 0.02	0.02	0.01	< 1	8.7	539	4.2	4.96			
	04/05/2021	11.3	106	1.4	2	10.4	0.36	0.096	0.04	0.02	< 1	8.2	564	29	5.24			
	09/08/2021	11.8	119	4.7	2.8	13.9	0.035	< 0.02	0.02	0.01	< 1	8.2	490	13	4767			
06153500 - DURA0800 Aval Ventavon	27/10/2021	11.0	106	0.6	0.63	11.4	0.065	0.084	0.02	0.02	0.51	8.0	493	20	4.22			
	15/02/2021	12.9	103	1.9	0.62	5.1	0.025	< 0.02	0.02	0.01	< 1	8.3	614	13	7.74			
	04/05/2021	11.1	106	1.2	3.7	11.5	0.075	0.08	0.02	0.01	< 1	8.2	620	49	8.93			
	09/08/2021	10.5	117	0.9	1.6	18.2	0.085	0.066	0.04	0.02	< 1	8.4	554	84	5469			
BUEC1650 Aval Slep Veynes	27/10/2021	11.1	108	< 0.5	0.52	12.0	0.03	0.072	< 0.02	0.01	< 0.5	8.3	556	13	4.38			
	15/02/2021	11.6	100	1.5	0.72	6.4	< 0.02	< 0.02	0.03	< 0.01	1.3	8.3	380	4.3	8.43	403	1 126	insuffisante
	04/05/2021	11.6	100	0.5	2.1	6.4	< 0.02	0.064	0.08	< 0.01	0.69	8.3	380	32	13.74	983	412	insuffisante
	12/08/2021	9.7	106	1	0.69	15.5	0.27	0.09	1.12	< 0.01	1.8	8.3	363	27	978	35 880	8 890	insuffisante
	27/10/2021	11.0	107	1	0.69	11.1	0.12	0.1	0.31	0.05	1.2	8.3	346	< 2	0.57	21 920	5 700	insuffisante

Code etude	Code Station	Date	Diversité	IBGN	Taxon indicateur	Groupe indicateur	IBGN Référence	Effectif total / m2	Type CEMAGREF	Etat DCE
BUEC1650	06001387	12/08/2021	21	15	Perilidae	9	18	4023	GMP7	très bon
DURA0040	06149950	16/02/2021	20	13	Capniidae	8	16	3248	MP2	bon
DURA0065	06150620	18/02/2021	15	13	Perilodidae	9	16	6068	G2	bon
DURA0080	06150900	23/02/2021	16	13	Perilodidae	9	16	7215	G2	bon
GUI50300	06149930	16/02/2021	18	14	Perilodidae	9	16	5453	MP2	très bon
GYR0400	06150540	18/02/2021	14	11	Leuctridae	7	16	5540	MP2	bon
VACH0200	06151050	16/02/2021	18	14	Perilodidae	9	15	3368	TP2	très bon
DURA0400	06152950	09/08/2021	25	14	Leuctridae	7	20	5515	TG6-7/2	indéterminé
DURA0700	06153200	09/08/2021	28	16	Perilidae	9	20	8013	TG6-7/2	indéterminé
DURA0800	06153500	12/08/2021	22	15	Perilidae	9	20	6515	TG6-7/2	indéterminé
GUIL0300	06150715	22/02/2021	18	14	Perilodidae	9	16	6095	MP2	très bon
GUIL0600	06150765	22/02/2021	16	11	Leuctridae	7	16	8155	G2	bon
GUIL0900	06150800	18/02/2021	10	10	Leuctridae	7	16	263	G2	moyen

Annexe 3 : données I2M2 (année 2021)

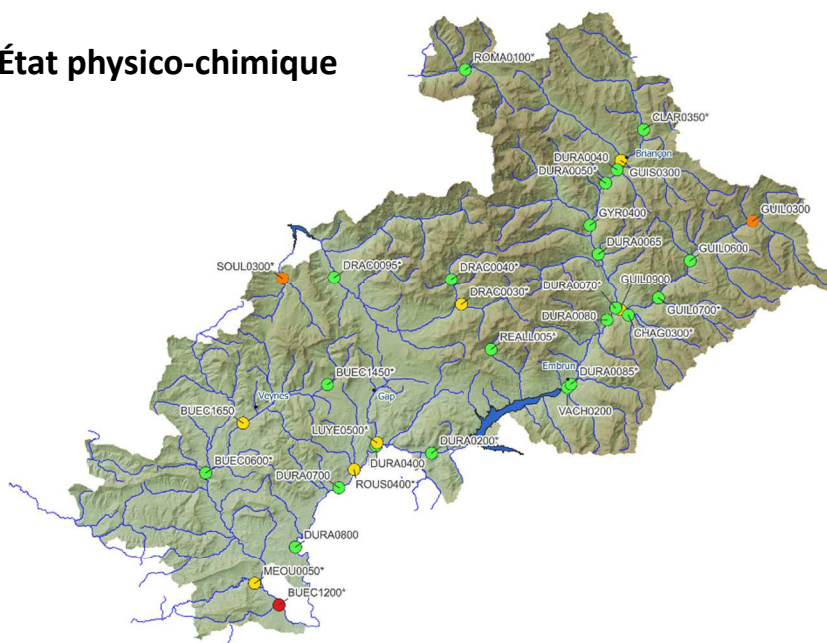
Rapprochement des résultats du Réseau de surveillance (RCS/RCO) avec ceux du Réseau Complémentaire Départemental (RCD).

Code station	Code étude	Libellé station	Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
06149950	DURA0040	DURANCE A BRIANÇON	15/02/2016	0.382	0.609	0.625	0.821	0.181	0.554
06149950	DURA0040	DURANCE A BRIANÇON	13/02/2017	0.473	0.647	0.647	0.773	0.120	0.563
06149950	DURA0040	DURANCE A BRIANÇON	21/02/2018	0.383	0.593	0.586	0.683	0.181	0.511
06149950	DURA0040	DURANCE A BRIANÇON	25/02/2020	0.643	0.717	0.529	0.672	0.121	0.558
06150500	DURA0050*	DURANCE A ST-MARTIN-DE-QUEYRIERES	20/02/2020	0.451	0.786	0.473	0.770	0.181	0.559
06149950	DURA0040	DURANCE A BRIANÇON	16/02/2021	0.516	0.648	0.765	0.729	0.181	0.596
06150500	DURA0050*	DURANCE A ST-MARTIN-DE-QUEYRIERES	17/02/2021	0.402	0.685	0.587	0.824	0.000	0.538
06150620	DURA0065	DURANCE A FREISSINIERES	16/02/2016	0.369	0.778	1.000	0.918	1.000	0.825
06150620	DURA0065	DURANCE A FREISSINIERES	13/02/2017	0.330	0.773	0.736	0.739	0.000	0.559
06150620	DURA0065	DURANCE A FREISSINIERES	21/02/2018	0.000	0.661	0.665	0.767	0.000	0.469
06150620	DURA0065	DURANCE A FREISSINIERES	24/02/2020	0.093	1.000	0.822	0.828	0.000	0.608
06150620	DURA0065	DURANCE A FREISSINIERES	18/02/2021	0.477	1.000	1.000	0.886	0.000	0.727
06150670	DURA0070*	DURANCE A EYGLIERS	16/08/2021	0.573	1.000	0.928	0.741	1.000	0.852
06150765	GUIL0600	GUIL A CHÂTEAU-VILLE-VIEILLE	16/02/2017	0.285	0.559	0.953	0.801	0.000	0.568
06150765	GUIL0600	GUIL A CHÂTEAU-VILLE-VIEILLE	22/02/2018	0.285	0.807	1.000	0.870	0.000	0.648
06150765	GUIL0600	GUIL A CHÂTEAU-VILLE-VIEILLE	26/02/2020	0.341	0.402	0.932	0.885	0.000	0.557
06150790	GUIL0700*	GUIL A EYGLIERS (amont)	11/02/2020	0.528	0.634	0.851	0.789	1.000	0.757
06150765	GUIL0600	GUIL A CHÂTEAU-VILLE-VIEILLE	22/02/2021	0.335	0.729	0.931	0.785	0.000	0.605
06150790	GUIL0700*	GUIL A EYGLIERS (amont)	18/02/2021	0.656	0.850	0.971	0.810	1.000	0.859
06150900	DURA0080	DURANCE A SAINT-CLEMENT	16/02/2016	0.762	0.807	0.966	0.669	0.667	0.782
06150900	DURA0080	DURANCE A SAINT-CLEMENT	14/02/2017	0.736	0.818	1.000	0.688	1.000	0.844
06150900	DURA0080	DURANCE A SAINT-CLEMENT	22/02/2018	0.589	1.000	0.939	0.721	0.667	0.800
06150900	DURA0080	DURANCE A SAINT-CLEMENT	24/02/2020	0.779	1.000	1.000	0.743	0.000	0.747
06151000	DURA0085*	DURANCE A EMBRUN (amont)	19/02/2020	0.489	0.752	0.868	0.952	0.000	0.660
06150900	DURA0080	DURANCE A SAINT-CLEMENT	23/02/2021	0.563	1.000	1.000	0.774	0.333	0.769
06151000	DURA0085*	DURANCE A EMBRUN (amont)	17/02/2021	0.466	1.000	1.000	0.745	0.000	0.694

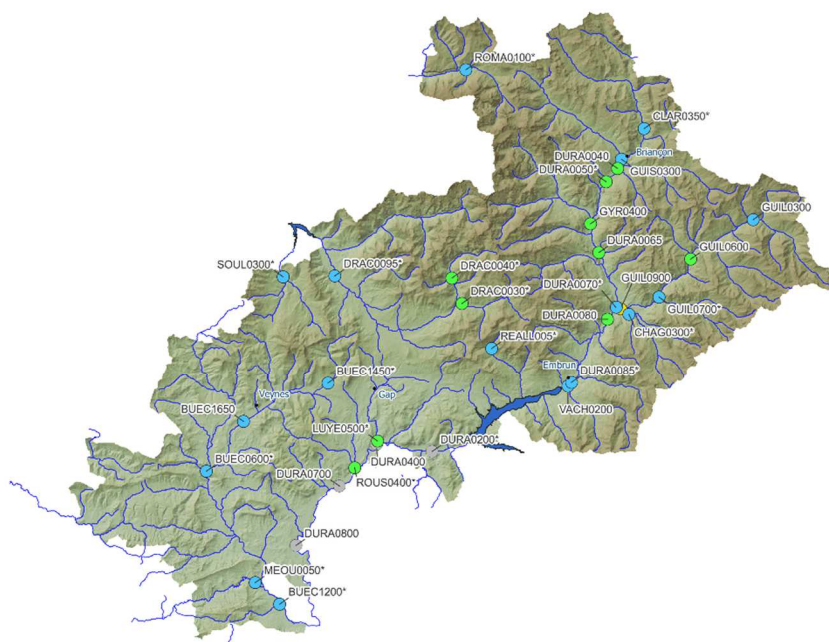
* Données issues du Réseau de surveillance de l'Agence de l'eau RMC.

Annexe 4 : cartographie des états DCE (2021)

État physico-chimique



État selon les invertébrés



État selon les diatomées

