

Suivi de la qualité des eaux superficielles

Année 2020



**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 :

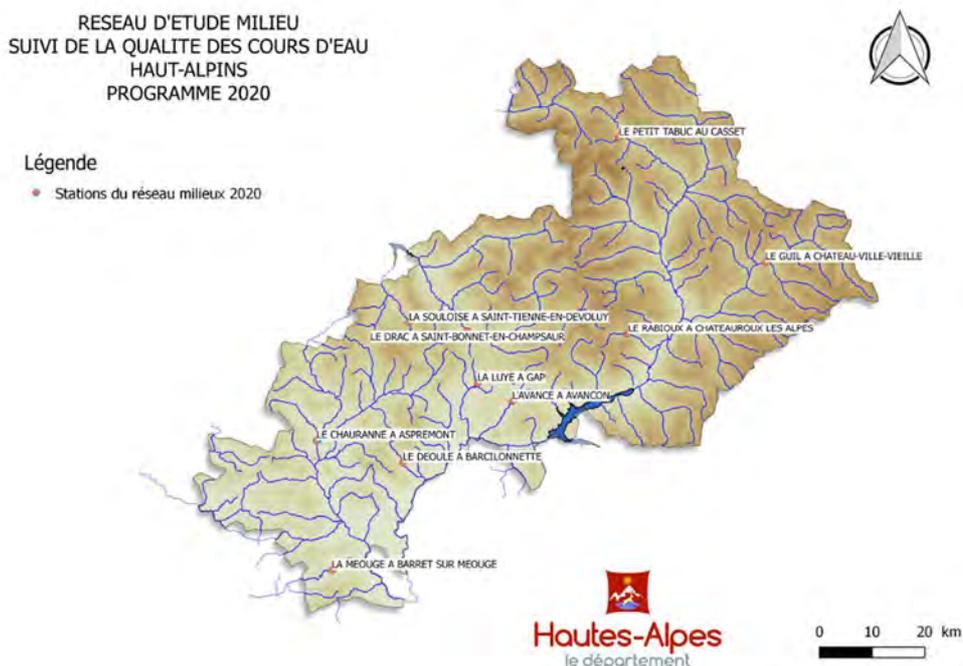
- le **Réseau Complémentaire Départemental (RCD)** se compose de 20 stations pérennes « DCE compatible », dont les données peuvent être comparées avec le programme de surveillance de l'Agence de l'eau pour renforcer l'interprétation des résultats obtenus.

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, c'est-à-dire 10 stations moitié Ouest étudiées en 2019 (qui l'étaient également en 2018) et 10 stations moitié Est étudiées en 2020 (qui le seront également 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 2020.



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 prélèvement / an (RCD)**

- 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	≤ 0,92857	≤ 0,71428	≤ 0,50000	≤ 0,28571	> 0,28571
7 - Pré-alpes du sud	Cas général	≤ 1,00000	≤ 0,78571	≤ 0,57142	≤ 0,28571	> 0,28571
	Grands, Moyens - Exogène HER 2	≤ 1,00000	≤ 0,76923	≤ 0,53846	≤ 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	≤ 0,7078	≤ 0,457	≤ 0,3047	≤ 0,1523	> 0,1523
7 - Pré-alpes du sud	Cas général	≤ 0,6916	≤ 0,4362	≤ 0,2908	≤ 0,1454	> 0,1454
	Grands, Moyens - Exogène HER 2	≤ 0,7078	≤ 0,457	≤ 0,3047	≤ 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
≤ 0,94	≤ 0,78	≤ 0,55	≤ 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

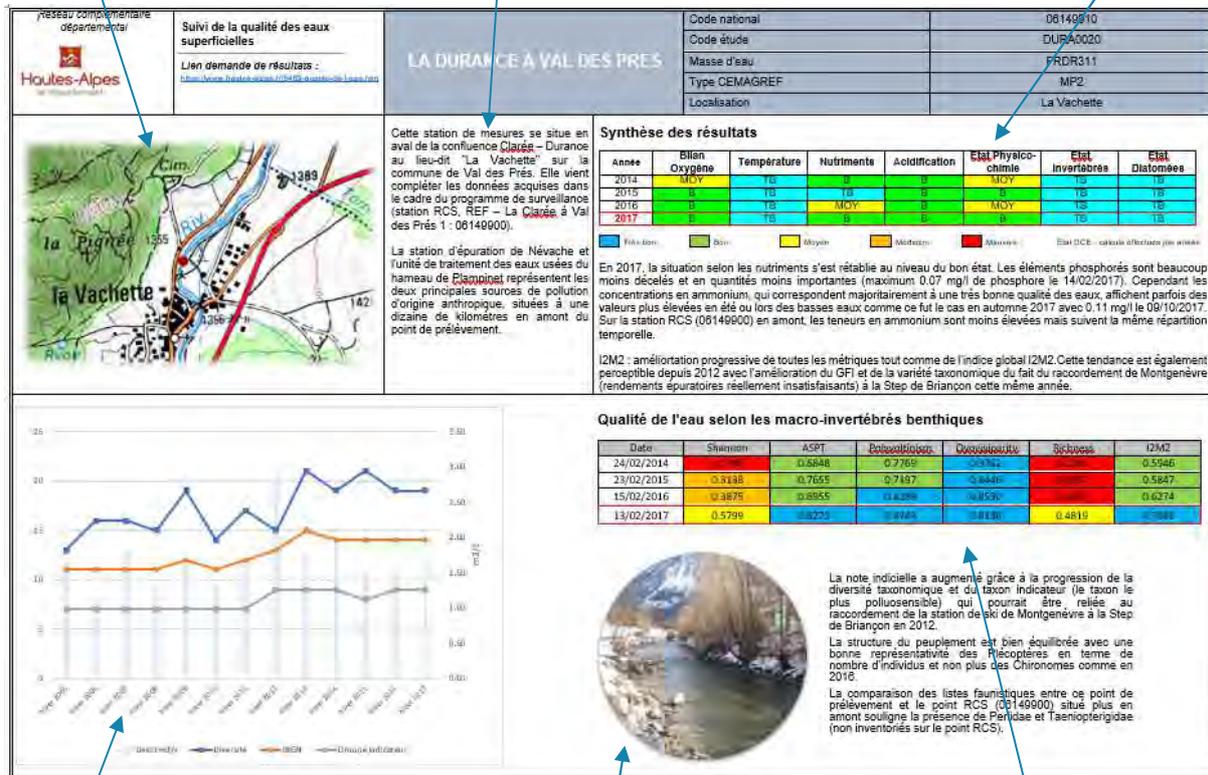
5-1 Fiches synthétiques par station (RCD)

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



Evolution des résultats hydrobiologiques depuis l'état initial de 2005

Photo de la station

Détail et commentaire sur les résultats invertébrés. Les 5 métriques et l'indice I2M2 ont été calculés en affichant les 3 années précédentes.

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 (2019-2020) 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.

Le rapport 2020 établit une analyse critique des 5 premières années de suivi selon cette méthode spécifique.

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

6-ANNEXES

Annexe 1 : Débits mesurés.

Annexe 2 : Données physico-chimiques et bactériologiques.

Annexe 3 : Données concernant les invertébrés selon l'IBG-DCE.

Annexe 4 : Données concernant les invertébrés selon l'I2M2 (rapprochement avec le RCS/RCO).

Annexe 5 : 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.

Code national	06149930
Code étude	GUIS0300
Masse d'eau	FRDR311
Type CEMAGREF	MP2
Localisation	Le 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 (Monétier-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 Monétier-les-Bains est en cours de réflexion.

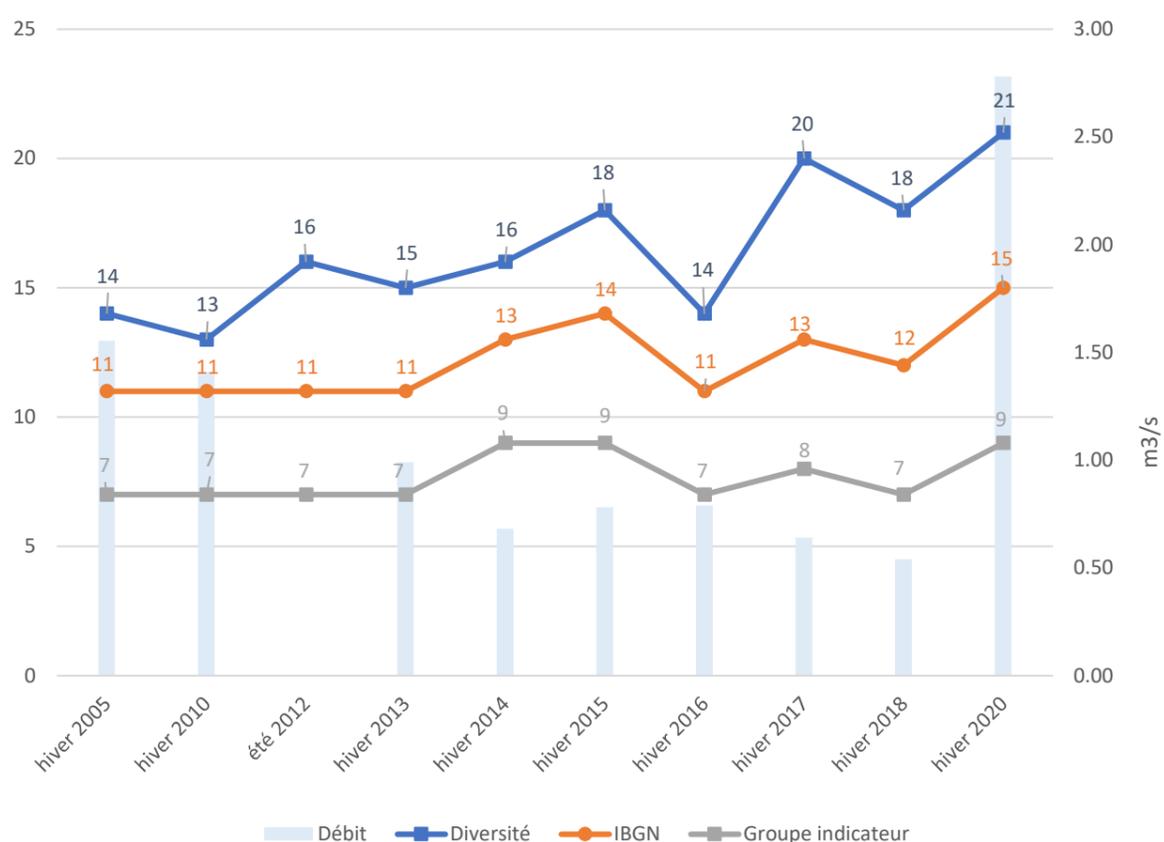
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2016	TB	TB	B	B	B	B	TB
2017	TB	TB	TB	B	B	B	TB
2018	B	TB	B	TB	B	B	TB
2020	B	TB	B	B	B	TB	TB

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

En 2020, 2 valeurs accentuent l'état physico-chimique obtenu en 2018, à savoir une Demande Biologique en Oxygène (DBO) de 3.3 mg/L en février ainsi que des phosphates (0.11 mg/L) en été.

L'état selon les invertébrés s'est amélioré en 2020.



Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
15/02/2016	0,0226	0,7386	0,7243	0,9516	0,0000	0,5448
13/02/2017	0,4523	0,9109	0,5971	0,7431	0,0602	0,5899
21/02/2018	0,4364	0,8193	0,6265	0,8658	0,0000	0,5918
25/02/2020	0,3404	0,7494	0,6825	0,7554	0,3012	0,5951



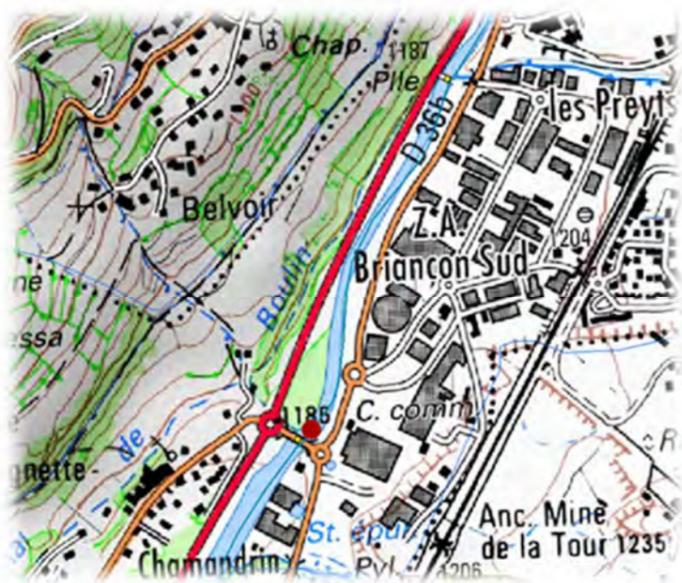
Les résultats hydrobiologiques 2020 montrent une prédominance des Plécoptères avec une meilleure richesse qui rejoint la métrique du même nom.

De ce fait la note est robuste puisqu'il y a différents taxons polluosensibles.

L'indice I2M2 progresse doucement et favorablement.

LA DURANCE A BRIANCON

Code national	06149950
Code étude	DURA0040
Masse d'eau	FRDR311
Type CEMAGREF	MP2
Localisation	Chamandrin



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	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2016	TB	TB	B	B	B	TB	TB
2017	TB	TB	TB	B	B	B	TB
2018	MOY	TB	B	B	MOY	TB	TB
2020	TB	TB	TB	B	B	B	TB

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

Les analyses indiquent de meilleurs résultats en physico-chimie que l'année 2018 mais une dégradation vis-à-vis des invertébrés.

L'année 2020 est comparable à 2017, tout comme 2018 étant assez proche de 2016. Cette alternance ne connaît pas d'explication à ce jour.

Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

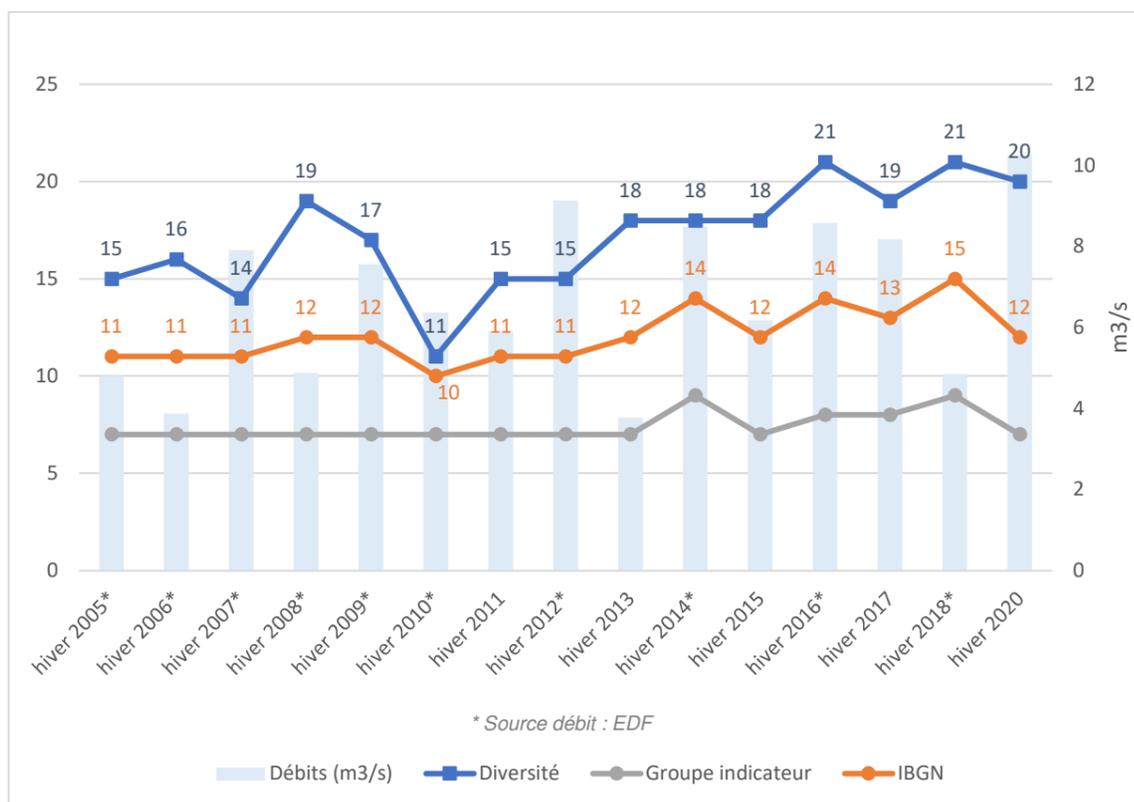
Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
15/02/2016	0,3819	0,6094	0,6246	0,8211	0,1807	0,5542
13/02/2017	0,4727	0,6475	0,6473	0,7725	0,1205	0,5628
21/02/2018	0,3825	0,5925	0,5863	0,6828	0,1807	0,5107
25/02/2020	0,6431	0,7171	0,5293	0,6723	0,1205	0,5580



La tendance à l'amélioration observée en 2018 n'est pas confirmée en 2020 car le groupe faunistique indicateur retombe à 7 et par conséquent la note à 12/20.

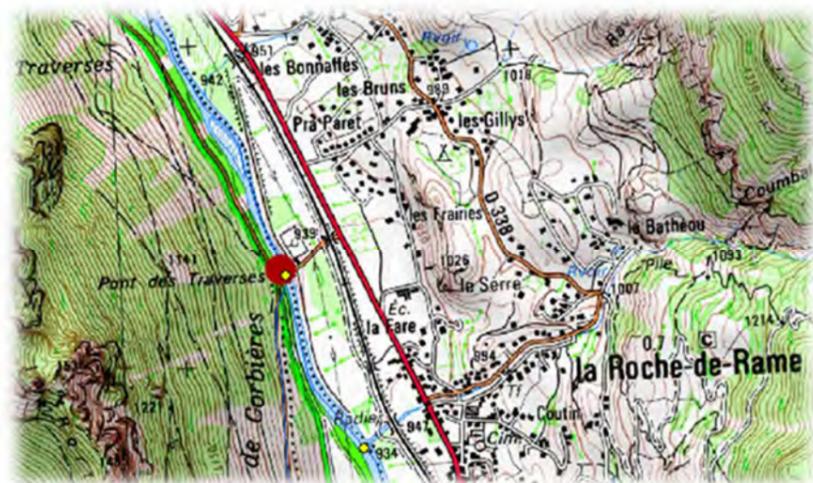
La composition du peuplement demeure équilibrée et on obtient un meilleur indice Shannon, contrairement à la station RCS - 06150500 en aval de la Step de Briançon dont l'indice se dégrade.

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



LA DURANCE A FREISSINIÈRES

Code national	06150620
Code étude	DRAC0065
Masse d'eau	FRDR305C
Type CEMAGREF	G2
Localisation	Pont des Traverses



Cette station de mesures est positionnée en aval de l'Argentière-la-Bessée qui dispose d'une unité de traitement physico-chimique avec biofiltration des eaux usées en service depuis 2003. La Gyronde est le principal affluent de la Durance en aval du barrage de Prelles. Un point de mesures (06150540) du programme de surveillance permet d'évaluer la qualité des eaux à l'exutoire de son bassin versant.

Le hameau de Prelles sur la commune de Saint Martin de Queyrières s'est doté d'un traitement des eaux usées par disques biologiques en 2018, représentant 1700 équivalents habitants.

Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2016	TB	TB	B	B	B	B	TB
2017	B	TB	TB	B	B	B	TB
2018	TB	TB	B	B	B	B	TB
2020	B	TB	B	B	B	B	TB

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

En 2020, le bilan en oxygène est dégradé par une valeur de Carbone Organique Dissous (COD) de 6.7 mg/L en mai. Cependant aucune concentration en ammonium décline le très bon état contrairement à 2018 où toutes les saisons étaient concernées. Seul le phosphore est détecté en mai et juillet à un niveau du bon état.

La station RCO sur la Gyronde (06150540) présente quant à elle que des valeurs de très bon état pour l'année 2020 en physico-chimie et de bon état selon les macroinvertébrés.

Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

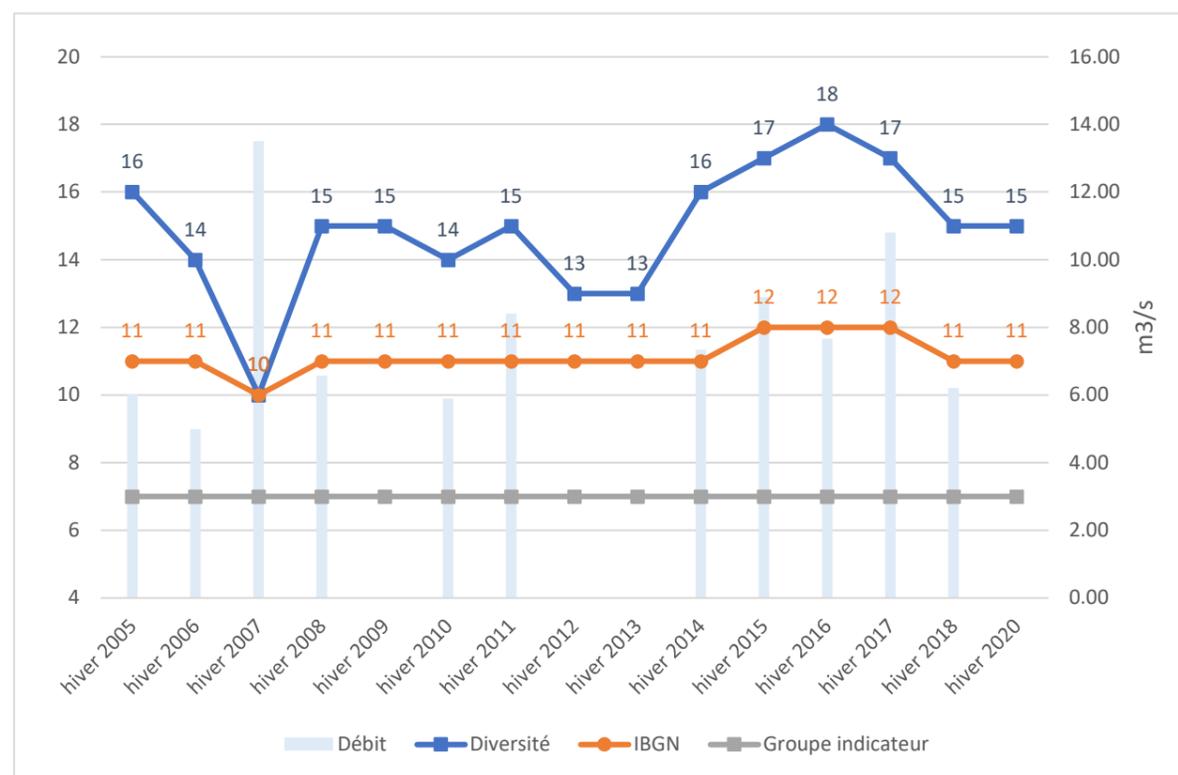
Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
16/02/2016	0,3688	0,7778	1,0000	0,9181	1,0000	0,8247
13/02/2017	0,3297	0,7725	0,7360	0,7390	0,0000	0,5593
21/02/2018	0,0000	0,6612	0,6651	0,7673	0,0000	0,4689
24/02/2020	0,0933	1,0000	0,8217	0,8277	0,0000	0,6084



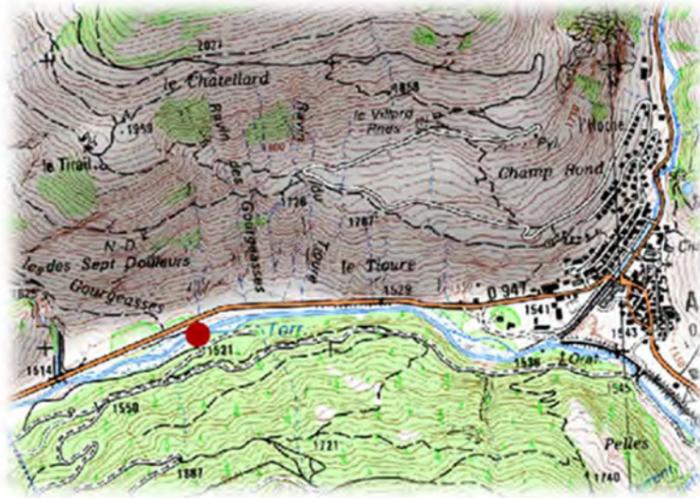
Au niveau hydrobiologique, les résultats plafonnent plutôt à 11/20 avec un GFI de 7.

En 2020, le peuplement est très fortement dominé (65 %) par les Diptères Chironomidae contrairement à 2018 où il s'agissait des Trichoptères Limnephilidae.

Les métriques de l'I2M2 sont davantage favorables bien qu'inférieures pour partie à celles obtenues en 2016.



Code national	06150715
Code étude	GUIL0300
Masse d'eau	FRDR308
Type CEMAGREF	MP2
Localisation	Gourgeasses



Ce point de prélèvement est positionné en aval du village d'Abriès. Il s'intéresse au suivi du milieu récepteur de la station d'épuration des communes d'Abriès et de Ristolas.

Cette unité de traitement est un réacteur biologique de type R3F « Flore Fixée Fluidisée », mis en service depuis 2013.

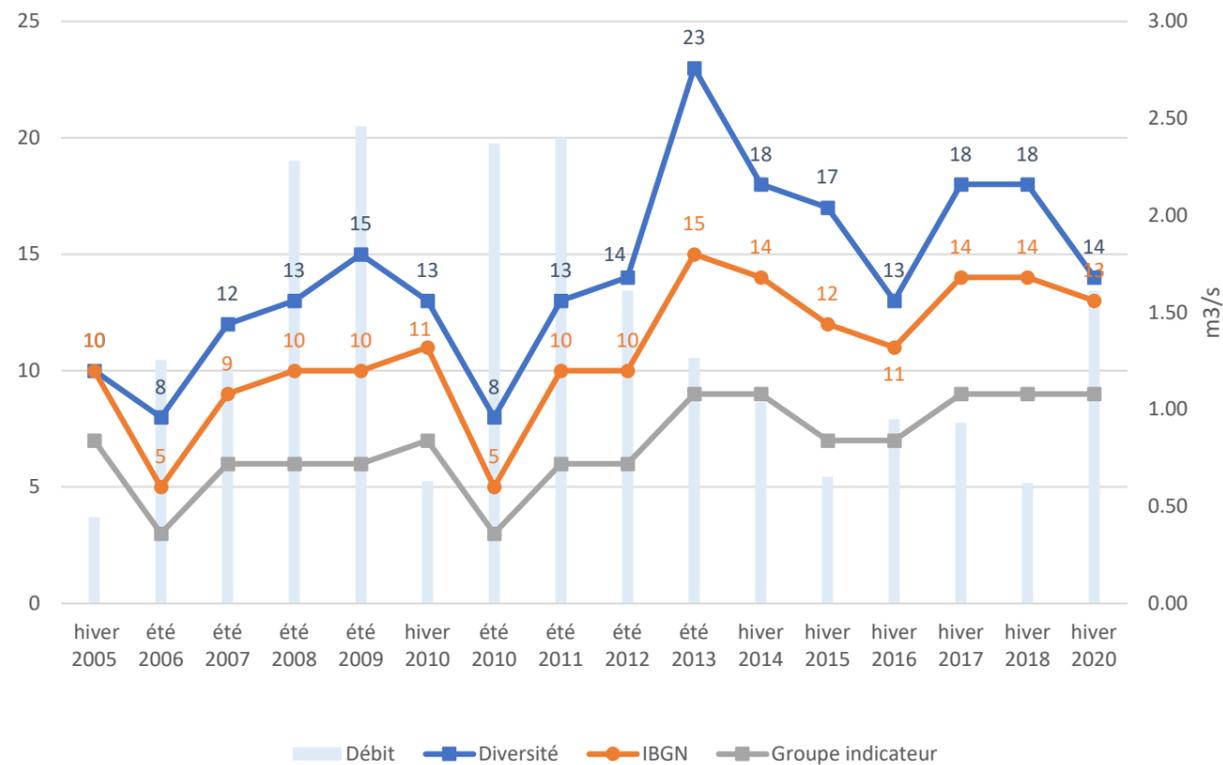
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriment	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2016	TB	TB	MED	B	MED	B	TB
2017	TB	TB	B	B	B	TB	TB
2018	MOY	TB	B	B	MOY	TB	B
2020	TB	TB	B	B	B	B	TB

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

En 2020, retour à des résultats plus classiques avec seulement la présence d'ammonium et d'orthophosphates en février qui donnent le classement en bon état avec une valeur de pH qui atteint 8.7 en octobre.

En hydrobiologie, les invertébrés indiquent un bon état et les diatomées un très bon état.



Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

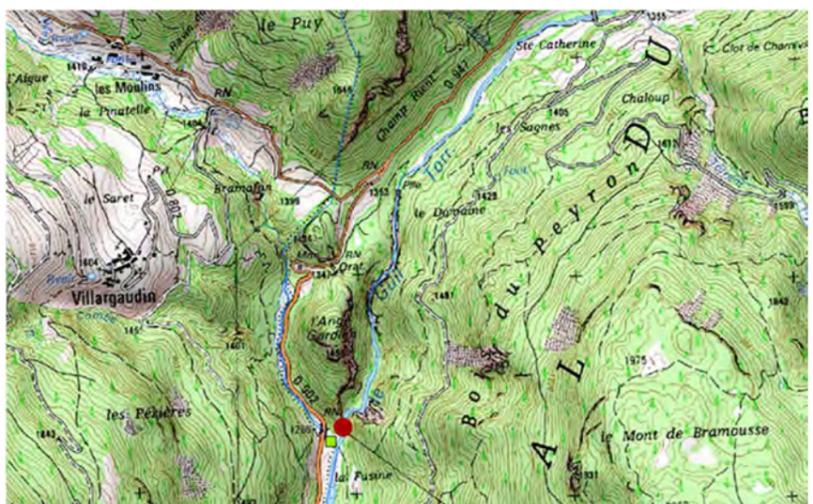
Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
23/02/2016	0,1913	0,6701	0,7195	0,9514	0,0000	0,5574
15/02/2017	0,3271	0,6848	0,8577	0,9289	0,2410	0,6478
22/02/2018	0,0461	0,6848	0,7995	0,9566	0,0000	0,5550
26/02/2020	0,1406	0,5502	0,6740	0,9459	0,0000	0,5108



En 2020 le peuplement est prédominé (52%) par les Trichoptères Limnephilidae. La note est surestimée (perte de 2 points en robustesse).

La métrique ASPT diminue en corrélation avec la perte de plécoptères polluosensibles, ainsi que l'indice global I2M2 mais qui se maintient au niveau du bon état.

Code national	06150765
Code étude	GUIL0600
Masse d'eau	FRDR305a
Type CEMAGREF	G2
Localisation	Amont confluence torrent de la Rivière



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.

En 2020, un seul déversement du déversoir d'entrée station a eu lieu correspondant à 5 m³. Les eaux du Guil sont analysées avant la confluence avec le torrent de la Rivière.

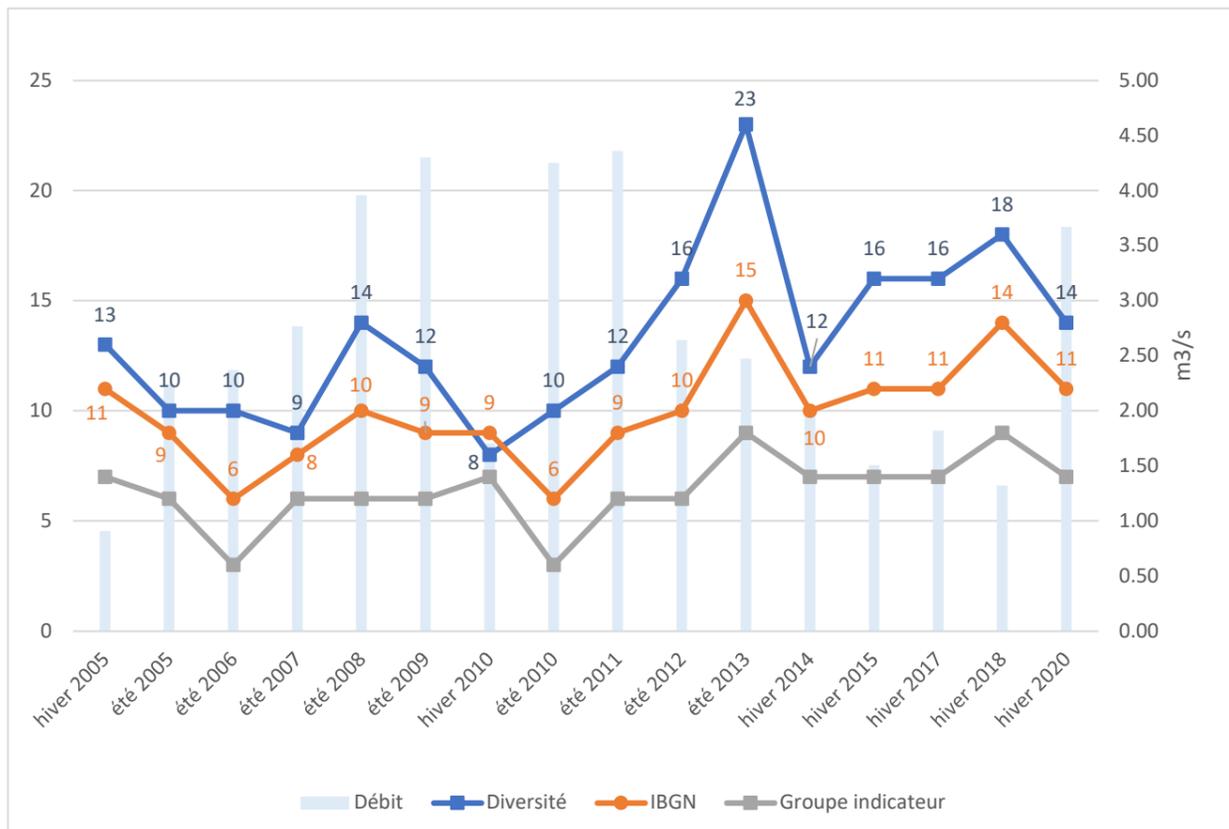
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2015	B	TB	B	B	B	B	TB
2017	TB	TB	B	B	B	B	TB
2018	MOY	TB	B	B	MOY	TB	TB
2020	TB	TB	B	B	B	B	TB

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

En 2020, la situation est semblable à 2017 avec la présence d'ammonium et de phosphore en février et en été.

Les analyses bactériologiques menées en hiver et automne indiquent une qualité de l'eau insuffisante selon les classes de la Directive européenne des eaux de baignade, mais la qualité est excellente 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



En 2020, les résultats hydrobiologiques ne confirment pas le très bon état obtenu en 2018.

La composition du peuplement demeure cependant semblable à l'exception de l'absence des taxons les plus polluosensibles (Perlidae et Perlodidae), qui se traduit par la dégradation de l'indice ASPT de l'I2M2.

LE GUIL A EYGLIERS

Code national	06150800
Code étude	GUIL0900
Masse d'eau	FRDR305B
Type CEMAGREF	G2
Localisation	Pont RN



Cette station de mesures dresse le bilan de la qualité des eaux du Guil en amont de sa confluence avec la Durance. A Guillestre, 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 éclusées automatiques et des variations hebdomadaires du débit.

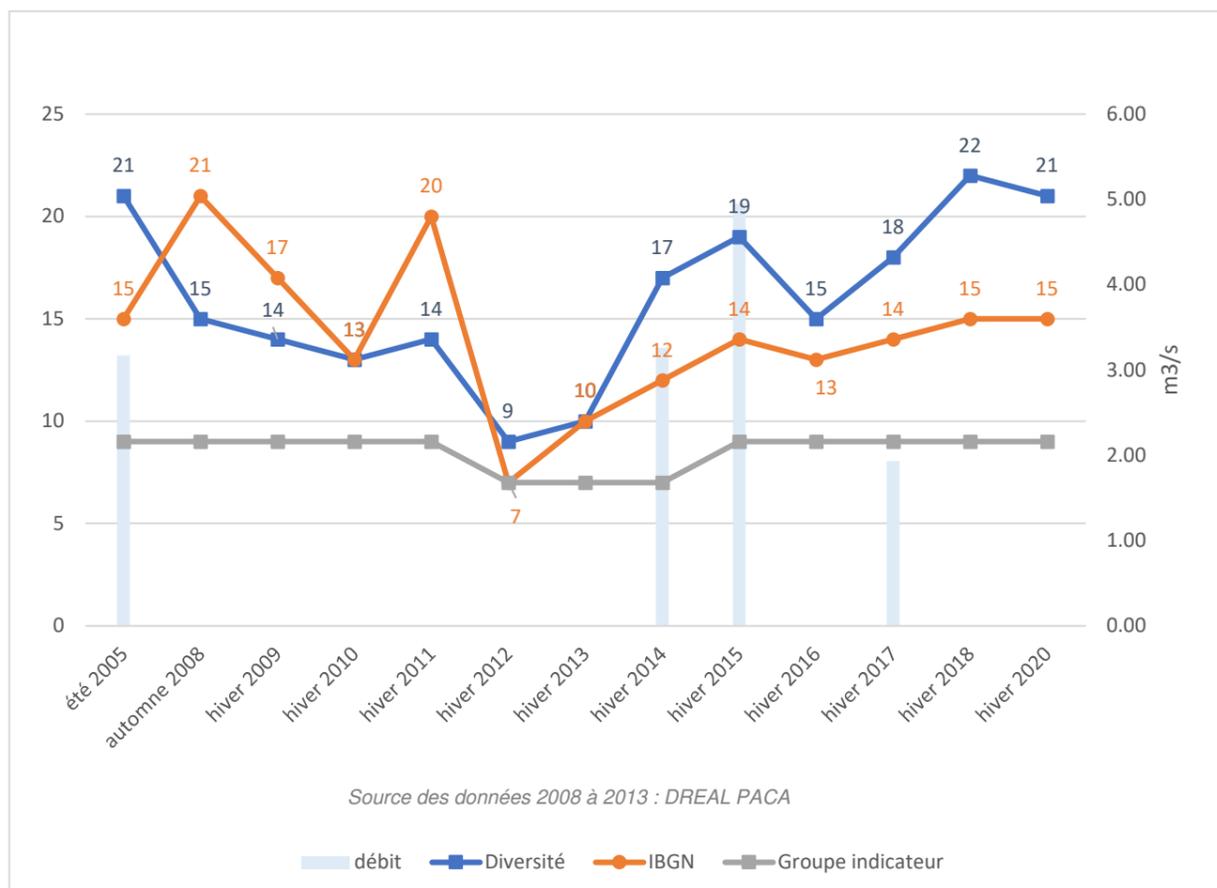
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2016	B	TB	B	B	B	B	TB
2017	TB	TB	B	B	B	TB	TB
2018	B	TB	B	B	B	TB	TB
2020	TB	TB	TB	B	B	TB	TB

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

L'année 2020 est marquée par de très bons résultats physico-chimiques en toute saison. Seules les valeurs de pH déclassent en bon état.

Les résultats biologiques sont très semblables à ceux de l'année 2018.



Qualité de l'eau selon les macro-invertébrés benthiques

Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
23/02/2016	0,4689	0,8496	0,6145	0,8229	0,0000	0,5917
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

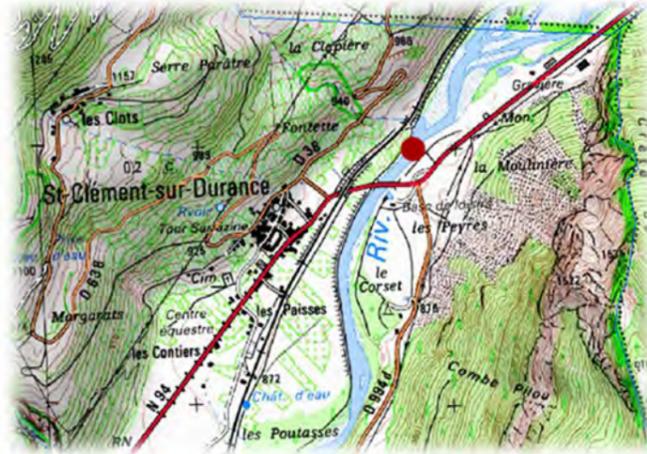


En 2020, le peuplement est moins déséquilibré avec diminution de la proportion des diptères (Chironomidae) et augmentation des plécoptères (Leuctridae).

Ces évolutions correspondent à l'inversement des classes entre l'indice Shannon (meilleure répartition des proportions de chaque taxon) et de l'indice ASPT (diminution de la diversité des taxons polluosensibles).

LA DURANCE A SAINT-CLEMENT-SUR-DURANCE

Code national	06150900
Code étude	DURA0080
Masse d'eau	FRDR298
Type CEMAGREF	G2
Localisation	Pont de St Clément



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. Le régime hydrologique de la Durance 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.

Sur la Durance, les rejets d'eaux usées de la commune de La Roche de Rame représentent la source de pollution la plus importante en amont de la confluence avec le Guil. La construction de la nouvelle station d'épuration a bien avancée mais celle-ci n'est pas encore en service.

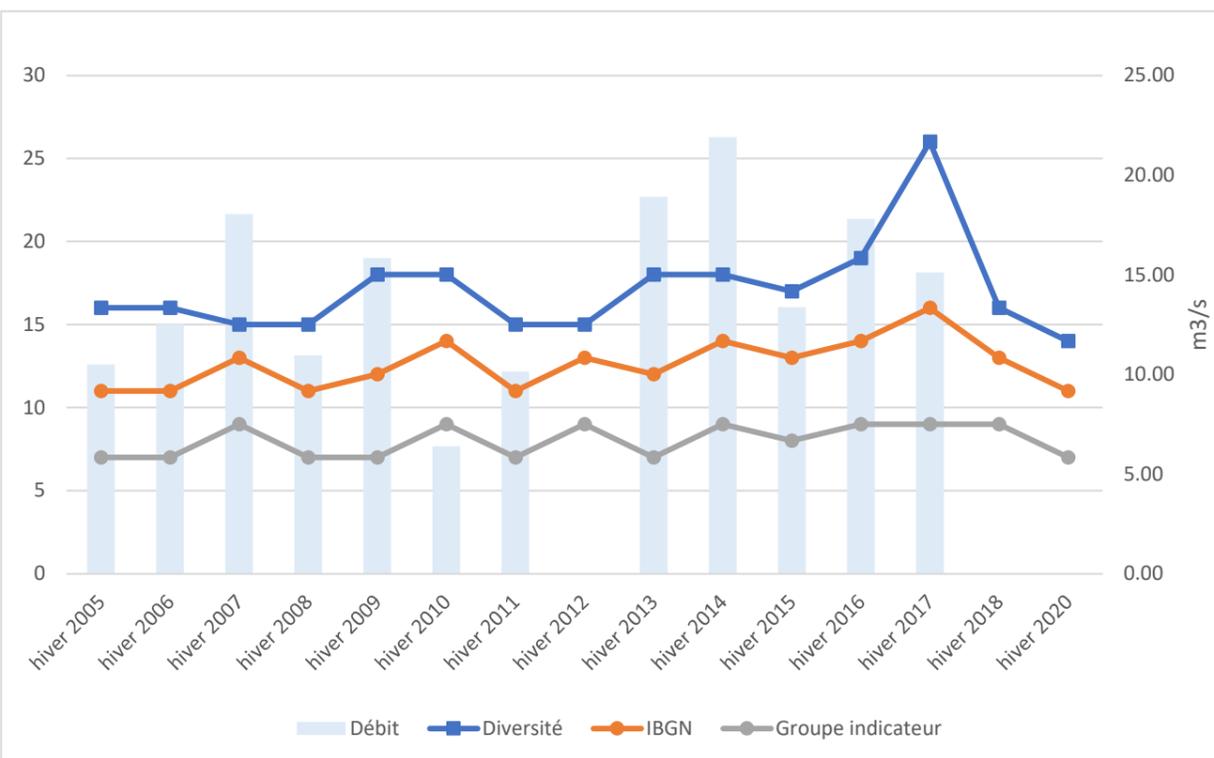
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2016	TB	TB	MAUV	B	MAUV	TB	TB
2017	TB	TB	B	B	B	TB	TB
2018	B	TB	B	B	B	TB	TB
2020	B	TB	TB	TB	B	B	TB

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

En 2020, le bilan oxygène reste impacté par une valeur de Demande Biologique en Oxygène (DBO) à 5.1 mg/l durant le mois de février.

Autrement la station ne présente que des valeurs de très bon état en physico-chimie, ce qui ne corrobore pas avec les résultats hydrobiologiques qui montrent une tendance à la dégradation.



Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
16/02/2016	0,7621	0,8070	0,9661	0,6687	0,6667	0,7818
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



En 2020, il y a un retour au Groupe Faunistique Indicateur de 7, ce qui traduit plutôt une dégradation puisque les taxons les plus polluensibles sont absents.

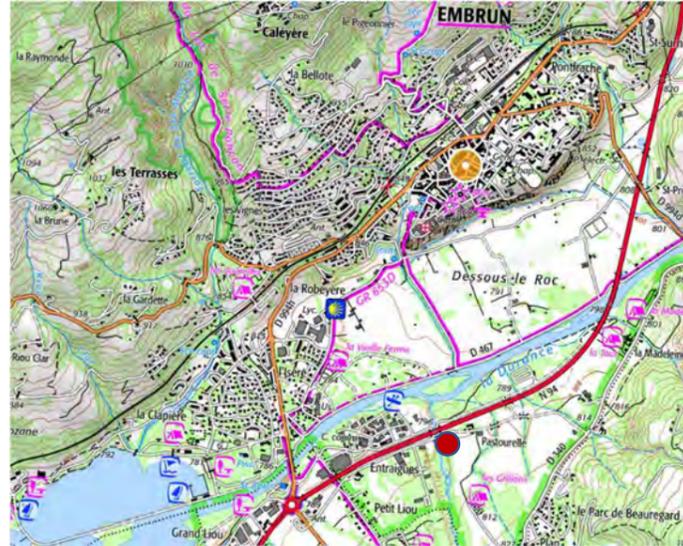
Ce phénomène est également observé sur la station en amont (DURA0040 -06149950) au niveau de Briançon.

Il s'accompagne d'une chute de la diversité et des effectifs.

Toutefois les résultats des métriques et de l'I2M2 demeurent satisfaisantes, hormis la Richesse.

LE TORRENT DES VACHERES

Code national	06151050
Code étude	VACH0200
Masse d'eau	FRDR303
Type CEMAGREF	TP2
Localisation	Entraigues



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

Les pressions recensées au SDAGE sont les nutriments urbains (le hameau des Ribes ne possède pas encore d'assainissement) et les pesticides (agriculture). Le torrent est équipé d'une microcentrale hydro électrique.

La commune des Orres dispose d'une station d'épuration avec un traitement physico-chimique qui a été complété par de la biofiltration et un traitement UV en 2010.

Synthèse des résultats

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

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

Les résultats antérieurs sur cette station indiquaient une dégradation marquée pour l'ammonium et ponctuellement en 2011 pour le pH.

Le dimensionnement de la station d'épuration des Orres est effectivement limite pour le traitement de l'ammonium. Quelques dépassements de capacité pour ce polluant ont été observés en 2020. Les concentrations les plus élevées dans le cours d'eau ont été mesurées au printemps et en été mais correspondent au bon état.

D'un point de vue biologique, les résultats selon les invertébrés montrent une amélioration depuis 2013 en lien avec l'ajout de la biofiltration et du traitement UV mis en service en 2010.

Qualité de l'eau selon les macro-invertébrés benthiques

Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
25/02/2020	0.6517	0.7071	0.5078	0.7514	0.0375	0.557200

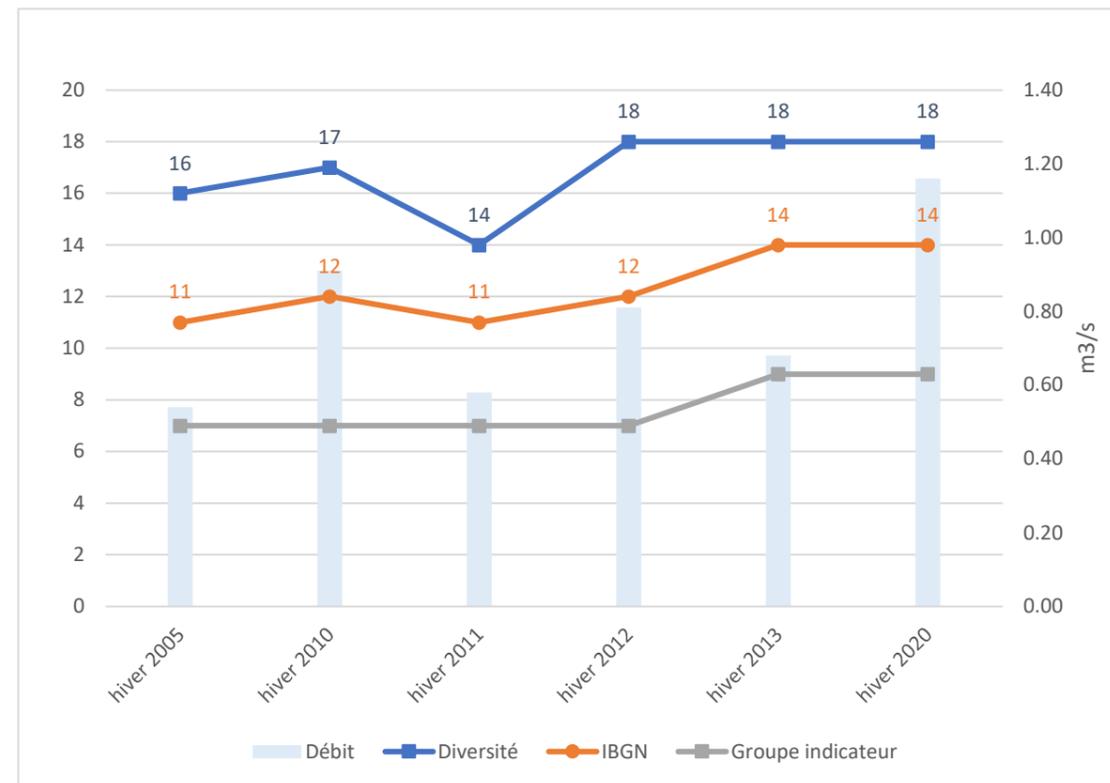


La comparaison des peuplements invertébrés indique une composition assez semblable, notamment entre 2010 (avant la modernisation de la station d'épuration) et 2020.

L'augmentation du nombre d'individus de Perlodidae (famille de plécoptères polluosensibles) permet d'atteindre le Groupe Faunistique Indicateur maximal (GFI 9) et ainsi une meilleure note.

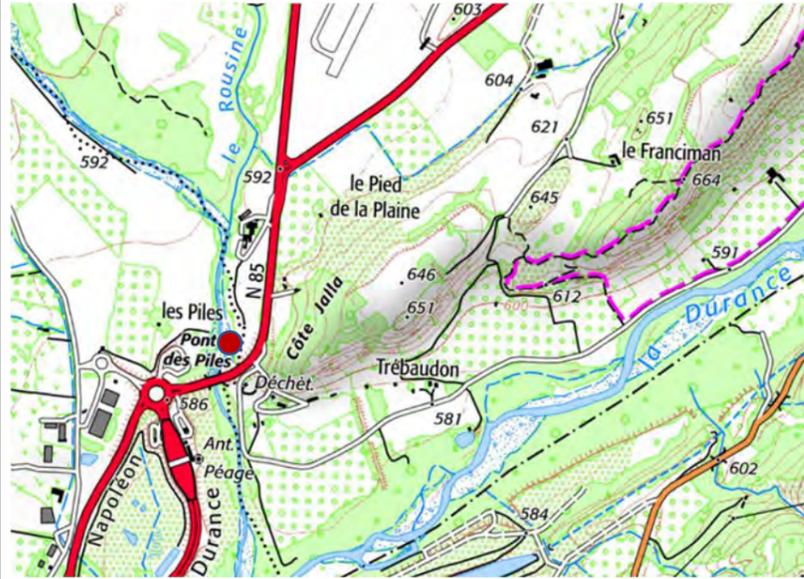
Ce phénomène s'est ressenti dès 2013, c'est à dire 3 années après la mise en service de l'amélioration de l'assainissement. Cela correspond en effet au cycle de vie de ces taxons qui peuvent nécessiter 2 à 3 ans de développement larvaire.

Au niveau des métriques de l'I2M2, le polyvoltinisme "moyen" peut signifier une variation de la qualité de l'eau au cours de l'année (à rapprocher de la variation de fréquentation touristique liée aux sports d'hiver). La mauvaise valeur de la richesse pourrait être due à la nature géologique (terres noires marneuses ou schisteuses) d'une partie du bassin versant apportant des fines qui colmatent le fond du lit et limite la diversité des habitats. L'I2M2 global est satisfaisant.



LE ROUSINE À LA SAULCE

Code national	06153050
Code étude	ROUS0300
Masse d'eau	FRDR10028
Type CEMAGREF	TP7
Localisation	Pont des Piles



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

Les pressions recensées au SDAGE sont les nutriments et les pesticides.

Le Rousine reçoit le rejet des effluents de la station d'épuration de Neffes, constitué par un lit bactérien datant de 1993 pour une capacité de 2700 EH. Des surcharges hydrauliques ont lieu sans qu'elles aient d'incidence pour l'instant sur la qualité du rejet.

Synthèse des résultats

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

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

L'état physico-chimique du cours d'eau est qualifié de bon au regard des campagnes de prélèvement menées en 2020. Il ressort uniquement des éléments phosphorés au printemps et à l'automne, autrement les résultats estivaux qualifient un très bon état (à l'exception du pH à 8.4 au lieu de 8.2).

Les résultats biologiques sont plus contrastés puisque l'indice diatomées (IBD) et selon les invertébrés (I2M2) correspondent à un état moyen. L'analyse du peuplement en diatomées montre des espèces indicatrices d'eaux moyennement chargées en matières organiques et d'une pollution d'origine anthropique.

Une recherche de pesticides a été menée en février et en juillet. En février, le Métolachlore ESA (métabolite de désherbant) a été quantifié avec une concentration de 0,026 µg/L. En juillet, l'Acide Amino Méthyl Phosphonique (AMPA) a été détecté à une concentration de 0,04 µg/L. Ce composé est un métabolite du Glyphosate (herbicide), dont la toxicité est comparable à celui-ci. La norme de qualité de l'eau (eaux destinées à la consommation humaine) est de 0,1 µg/L pour ces substances.

Qualité de l'eau selon les macro-invertébrés benthiques

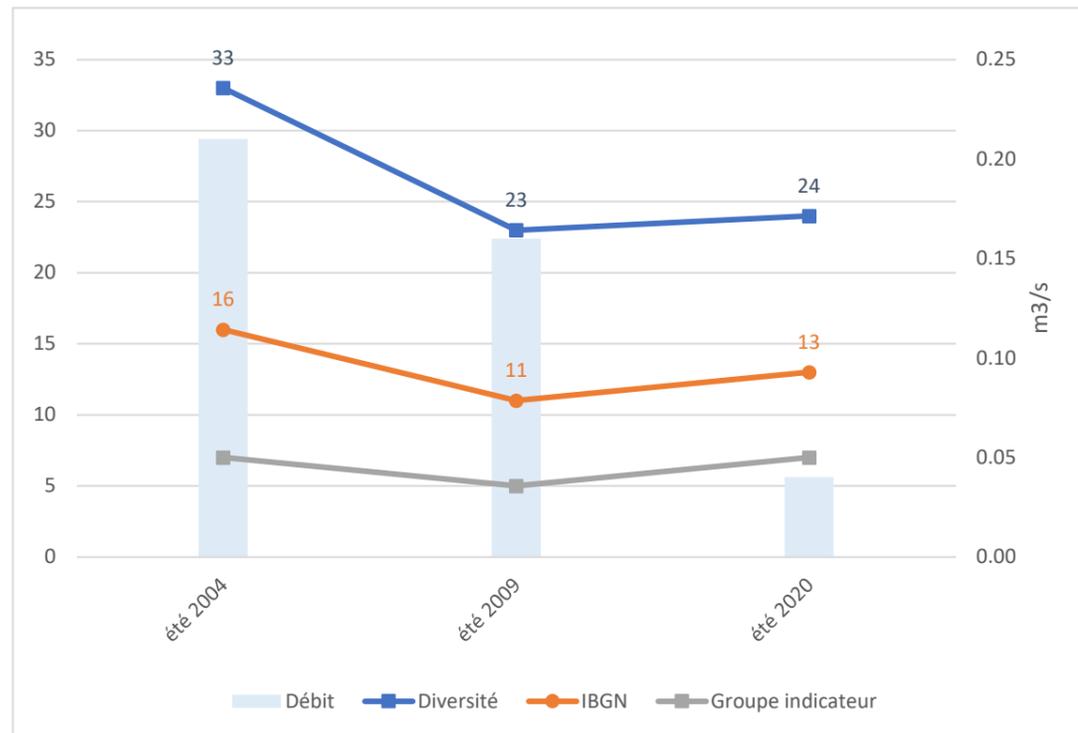
Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
27/07/2020	0.3461	0.5267	0.2070	0.6338	0.1918	0.395300



En 2020, la composition du peuplement est relativement semblable à 2009 avec cependant une dominance plus accentuée des Gammarels (40 %) suivie par les Baetidae et Chironomidae.

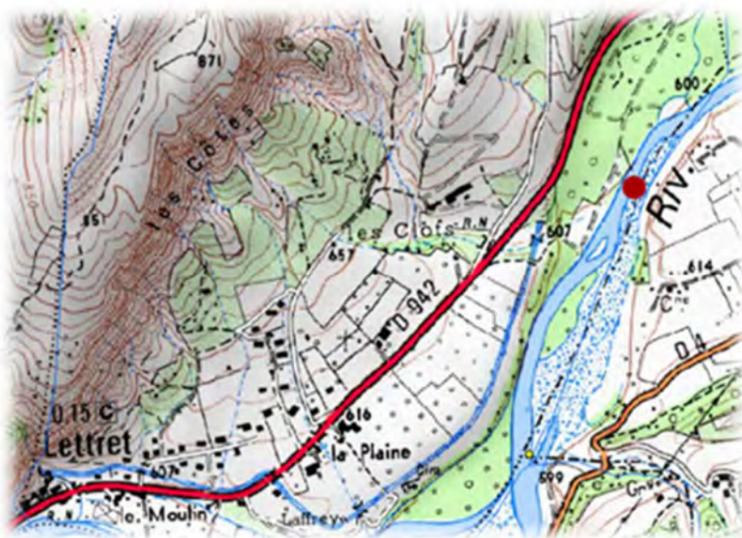
La présence de Leuctridae (plécoptères) augmente le Groupe Faunistique Indicateur de 5 en 2009 à 7 en 2020. Toutefois la note est surestimée car elle n'est pas robuste (-2 points).

Au niveau des métriques de l'I2M2, la diversité taxonomique (Richesse) est faible par rapport au potentiel du cours d'eau. L'indice I2M2 global indique un état "moyen" (0.3953 pour un optimum de 1).



LA DURANCE A LETTRET

Code national	06152950
Code étude	DURA0400
Masse d'eau	FRDR292
Type CEMAGREF	TG6-7/2
Localisation	La Plaine



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).

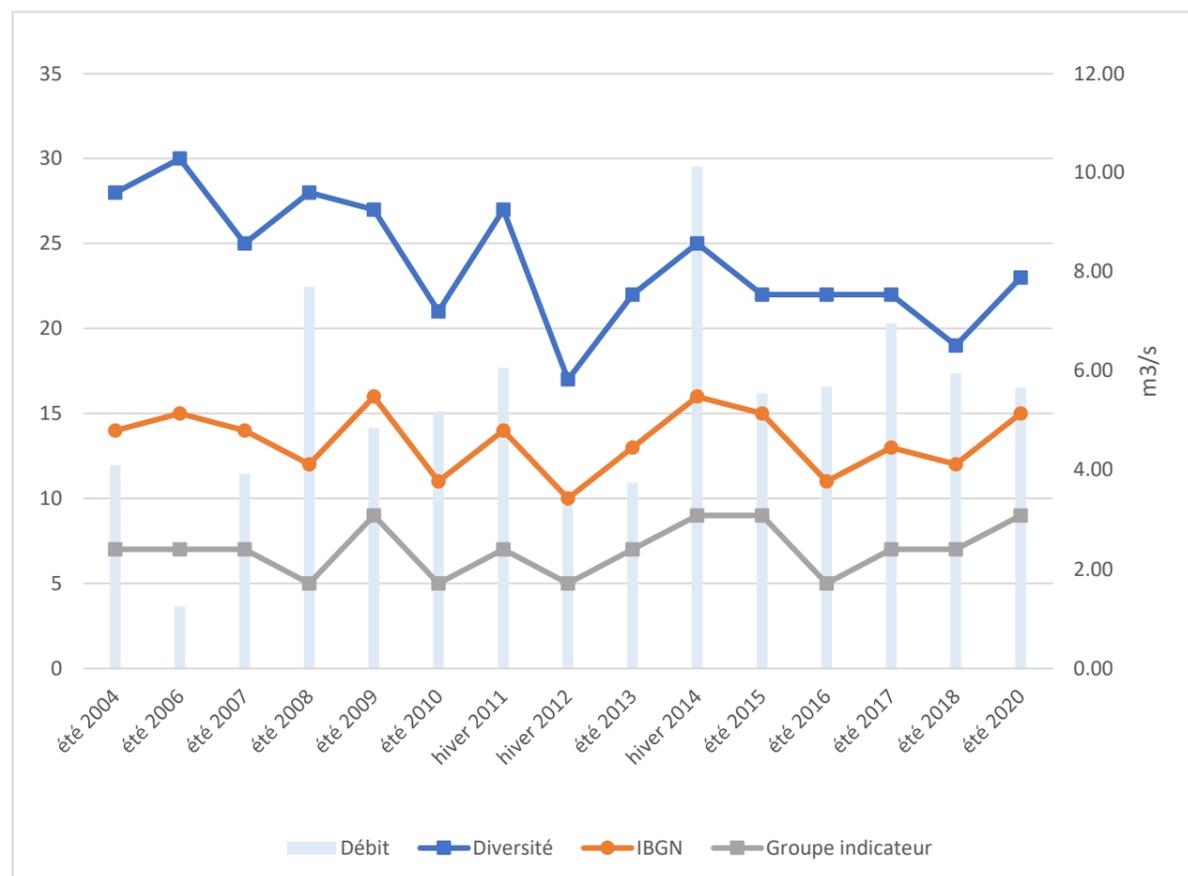
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2016	TB	TB	B	B	B	IND	TB
2017	TB	TB	B	B	B	IND	B
2018	TB	TB	MOY	B	MOY	IND	TB
2020	TB	TB	B	B	B	IND	TB

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

En 2020, les résultats sur la Durance affichent un très bon état (hormis pour le pH) à la station RCS de Rochebrune (06152700). La station RCS en fin de bassin versant de la Luye (06154000) est dégradée toute l'année par les éléments phosphorés, avec un maximum en été (état médiocre dû aux phosphates) lorsque les niveaux d'eau sont les plus bas. De l'ammonium et des nitrites sont présents en février au niveau du bon état.

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 hivernale et printanière, à des concentrations très proches du seuil du très bon état. L'impact estival de la Luye ne se ressent pas sur la Durance.



Qualité de l'eau selon les macro-invertébrés benthiques

Date de prélèvement	Note IBG	Taxon indicateur	Diversité	Densité
27/07/2020	15/20	Perlidae	23 taxons	8 695 ind./m ²



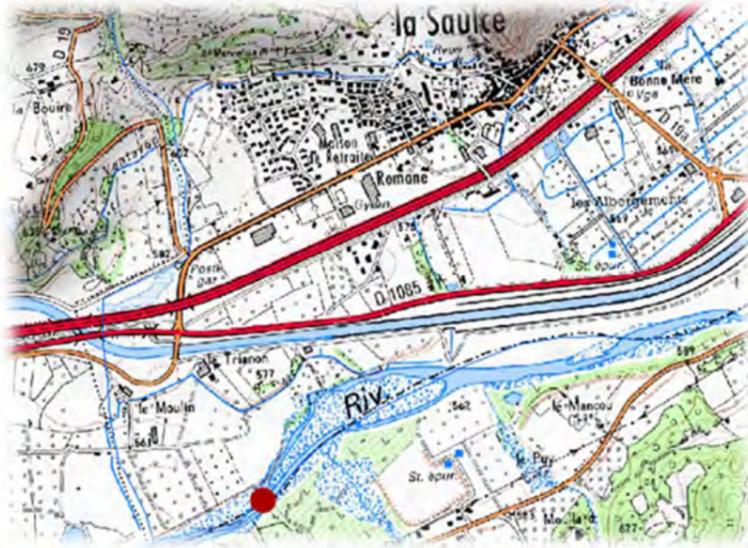
La composition du peuplement d'invertébrés en 2020 est très similaire à l'année 2018, avec toujours une prédominance des gammares (61 %).

Les Perlidae sont un peu plus nombreux en terme d'individus ce qui fait basculer le Groupe Faunistique Indicateur de 7 à 9.

La diversité taxonomique connaît une légère augmentation (surtout des diptères, un éphémère).

LA DURANCE A LA SAULCE

Code national	06153200
Code étude	DURA0700
Masse d'eau	FRDR289
Type CEMAGREF	TG6-7/2
Localisation	Le Moulin



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.

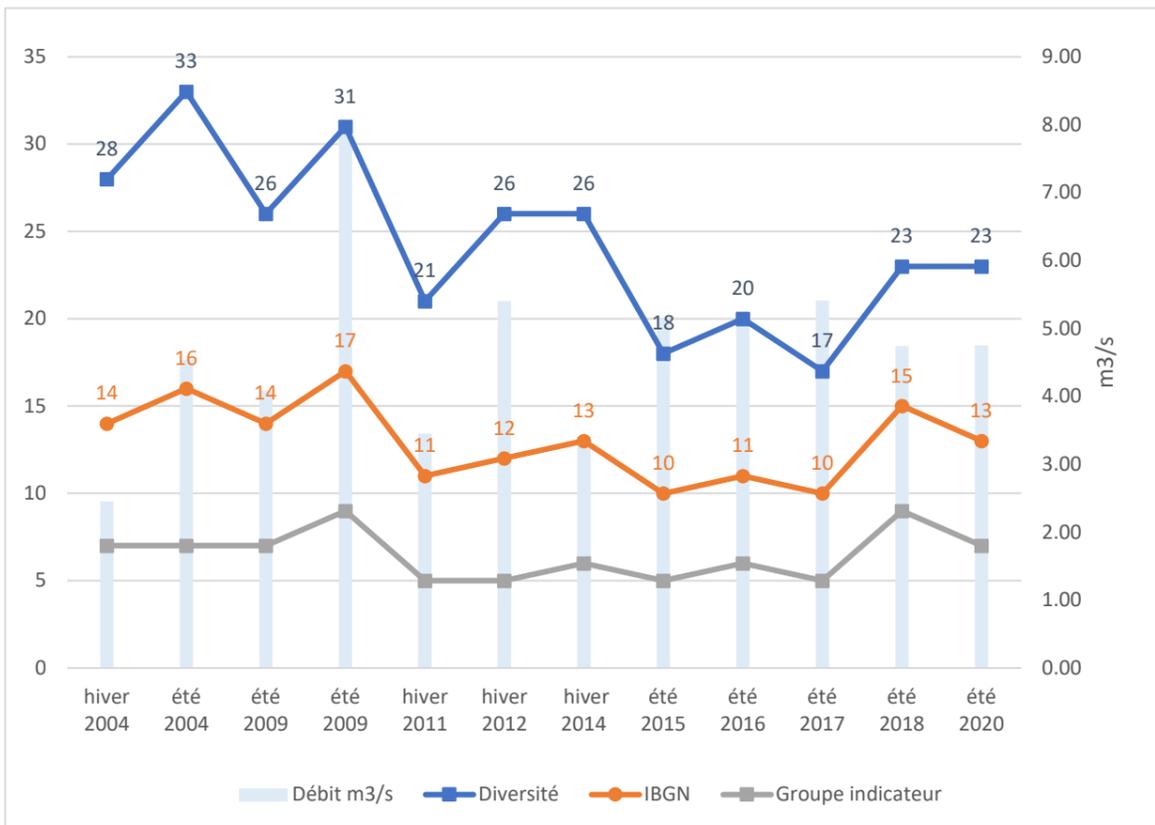
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2016	TB	TB	B	B	B	IND	TB
2017	TB	TB	B	B	B	IND	TB
2018	B	TB	B	B	B	IND	TB
2020	MED	TB	B	TB	MED	IND	TB

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

En 2020, seul l'ammonium demeure présent au printemps parmi les nutriments.

Toutefois le paramètre le plus déclassant est le Carbone Organique Dissous (COD) obtenu en été à une concentration correspondant à l'état médiocre (14 mg/l). Cette valeur isolée est difficilement interprétable et doit être surveillée dans le temps.



Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

Date de prélèvement	Note IBG	Taxon indicateur	Diversité	Densité
28/07/2020	13/20	Leuctridae	23 taxons	2 920 ind./m ²



En 2020, la situation est assez similaire à 2018 et à la station précédente de la Durance à Lettret.

L'analyse de la composition du peuplement met en évidence la dominance des taxons détritivores (52 % Gammaridae contre 66 % en 2018).

La note est cependant très surestimée (perte de 3 points lorsque l'on regarde le taxon indicateur suivant).

Le développement d'algues d'eaux plutôt stagnantes a été constaté en octobre 2020. A surveiller.

LA DURANCE A UPAIX

Code national	06153500
Code étude	DURA0800
Masse d'eau	FRDR289
Type CEMAGREF	TG6-7/2
Localisation	Les Ribaous



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.

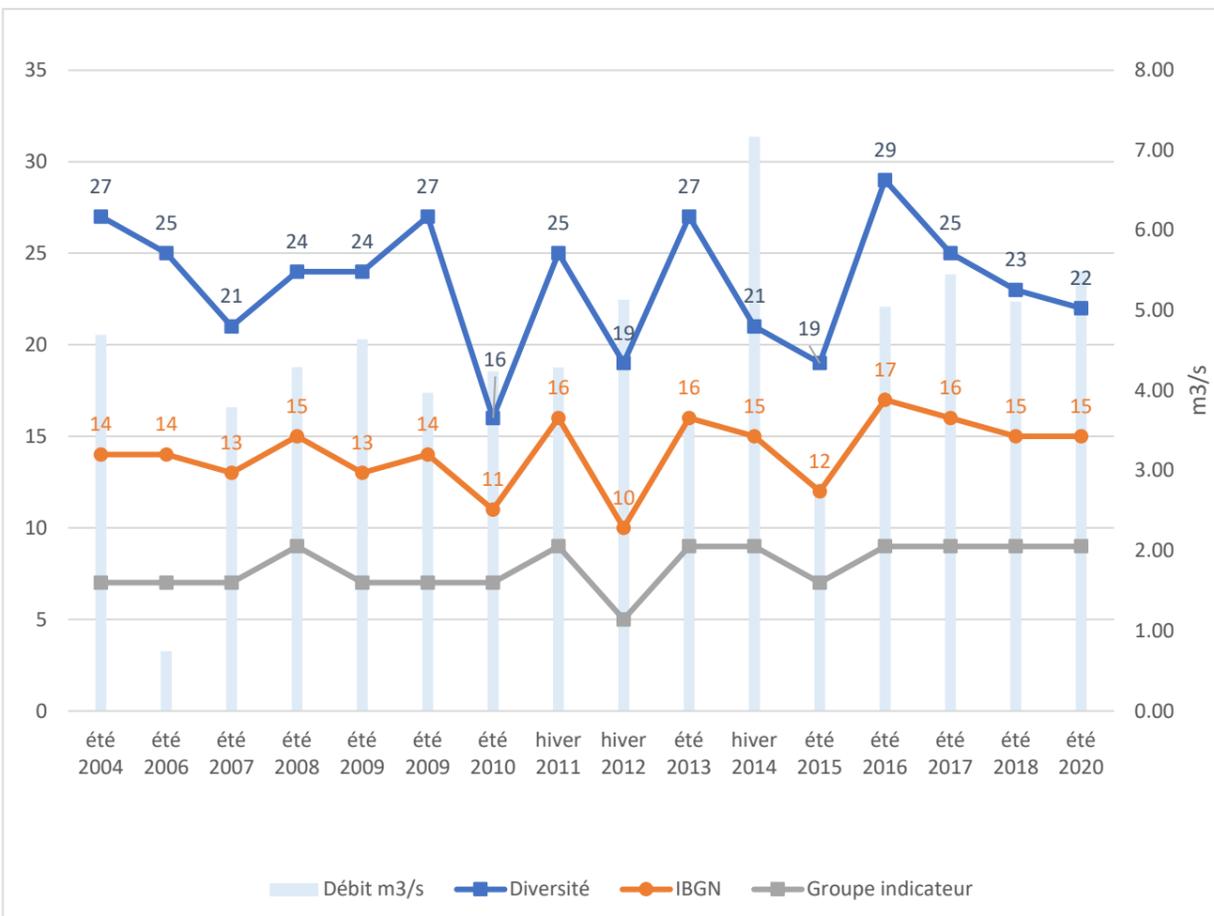
Synthèse des résultats

Année	Bilan Oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Etat DCE Physico-chimie	Etat DCE Invertébrés	Etat DCE Diatomées
2016	B	TB	B	B	B	IND	TB
2017	TB	TB	B	B	B	IND	TB
2018	MOY	TB	B	B	MOY	IND	TB
2020	B	TB	TB	B	B	IND	TB

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

En 2020, cette station présente une amélioration avec l'absence de nutriments à des concentrations au-dessus du seuil du très bon état.

Cependant le déclassement du bilan en oxygène par le Carbone Organique Dissous (COD) de la station précédente en amont à La Saulce est encore perceptible au niveau du bon état (5.9 mg/l contre 14 mg/l à la Saulce).



Qualité de l'eau selon les macroinvertébrés benthiques

Date de prélèvement	Note IBG	Taxon indicateur	Diversité	Densité
28/07/2020	15/20	Perlidae	22 taxons	4 210 ind.m ²



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

Les lâchers de décolmatage effectués par EDF semblent apporter un peu d'amélioration an matière de quantité de dépôts de limons.

En 2020 le pleuplement est toujours prédominé par les Gammaridae (57 %), taxon consommateur de débris végétaux (situation proche des deux autres stations amont sur la Durance à Lettret et La Saulce). Le taxon Hydropsychidae, filtreur de matière particulaire, est lui en diminution.



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)

Octobre 2020

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

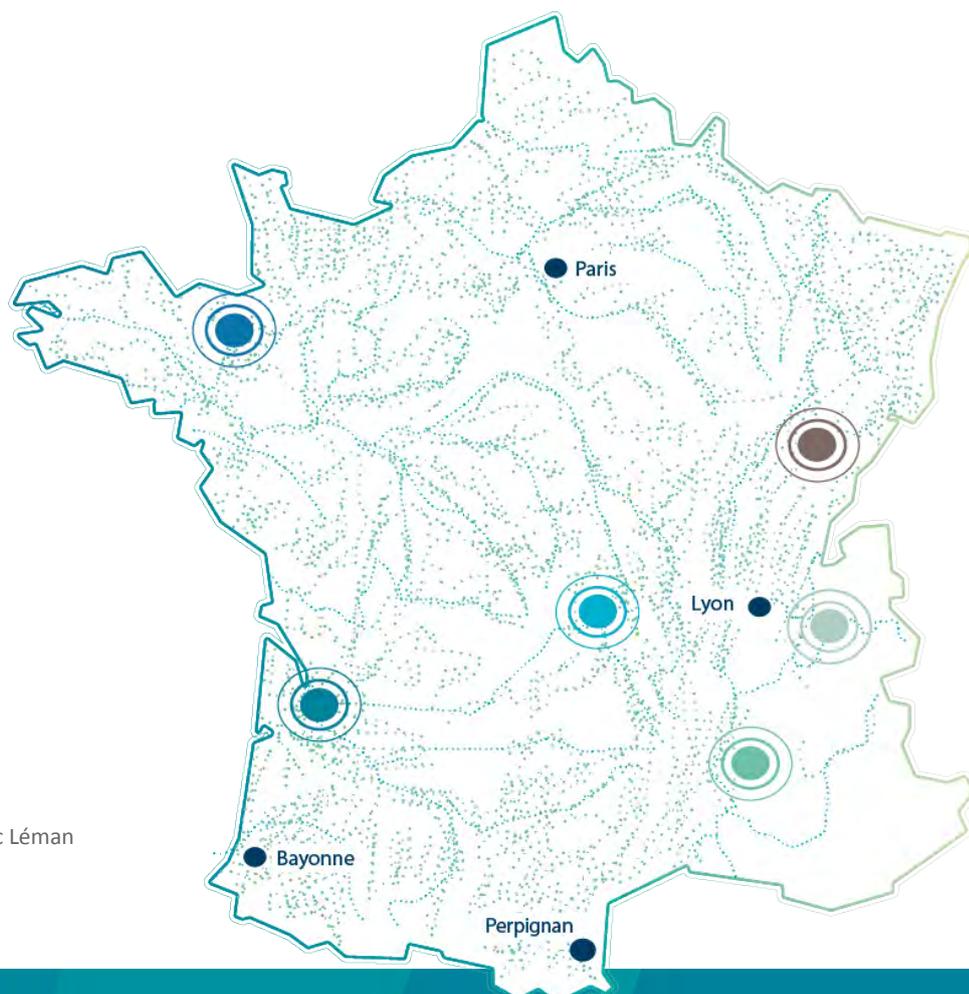
11 rue de la Charette Bleue
26110 NYONS
Tel. 04 75 26 03 32
sud-est@aquabio-conseil.com

Agence de développement

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

Nos relais et partenaires locaux

Paris, Bayonne, Lyon, Perpignan



NY201-02

VERSION 2

16.10.20

M190726

RÉDACTEUR

Nom : Pauline FAIT

Date : 16 octobre 2020

Visa :

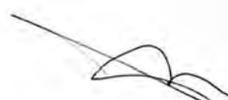


VÉRIFICATEUR ET APPROBATEUR

Nom : Rémy MARCEL

Date : 16 octobre 2020

Visa :



SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	3
INTRODUCTION.....	4
MÉTHODOLOGIE POUR L'ANALYSE DES DIATOMÉES BENTHIQUES EN RIVIÈRES.....	5
I. Bref descriptif de la méthode.....	5
II. Conditions d'application.....	5
III. Outils d'aide à l'interprétation des analyses IBD.....	5
RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS.....	8
I. Les stations étudiées.....	8
I.1. Localisation des stations à étiage hivernal.....	8
I.2. Localisation des stations à étiage estival.....	8
I.3. Prélèvements.....	8
II. Résultats des analyses.....	10
II.1. Généralités sur les espèces de diatomées prédominantes.....	10
II.2. Synthèse des États biologiques.....	10
II.3. Résultats et interprétations de la campagne hivernale 2020.....	12
II.3.1. Le Guil.....	12
II.3.2. La Guisane.....	13
II.3.3. Le torrent des Vachères.....	15
II.3.4. La Durance en amont de Serre-Ponçon.....	16
II.4. Résultats et interprétations de la campagne estivale 2020.....	18
II.4.1. La Durance en aval de Serre-Ponçon.....	18
II.4.2. Le Rousine.....	19
CONCLUSION.....	21
ANNEXES.....	22

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 12 stations en 2020. Dans un premier temps, 8 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 cours du mois de juillet.

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

		Traitement des échantillons	Analyses	Rapport d'étude
Hydroécologues	MARCEL Rémy			X (validation)
	MARTIN Juliette		X	
	FAIT Pauline			X
Secrétaire polyvalente	CHICAUD Angélique	X		

MÉTHODOLOGIE POUR L'ANALYSE DES DIATOMÉES BENTHIQUES EN RIVIÈRES

I. BREF DESCRIPTIF DE LA MÉTHODE

L'inventaire des communautés de diatomées est effectué conformément à la norme **AFNOR T90-354** d'avril 2016¹.

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 réalisées dans la mesure du possible en fonction des caractéristiques du milieu. Le peuplement benthique est récolté par grattage du substrat sur une surface d'environ 100 cm². Les brosses utilisées sont à usage unique pour éviter ainsi toute contamination entre les sites. Le matériel biologique est ensuite fixé sur site avec du formol ou de l'alcool dans des piluliers en verre préalablement étiquetés.

En laboratoire, les frustules² des diatomées sont observés en microscopie optique (x1000 à l'immersion et en contraste de phase ou interférentiel). Pour cela, les échantillons subissent au préalable plusieurs traitements (H₂O₂, HCl) pour détruire la matière organique et les carbonates de calcium. Ils sont ensuite montés entre lame et lamelle dans une résine de réfraction (Naphrax).

Les identifications des diatomées sont basées, entre autres, sur la Süßwasserflora³ et sur le Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'I.B.D. (Prygiel & Coste, 2000)⁴.

II. CONDITIONS D'APPLICATION

Cette méthode n'est valable qu'à certaines conditions, et particulièrement la stabilité de l'hydrologie (période minimale de 4 semaines sans événement hydrologique majeur, pour des événements de faible amplitude, quelques jours suffisent).

III. OUTILS D'AIDE À L'INTERPRÉTATION DES ANALYSES IBD

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

La saisie sur le logiciel OMNIDIA⁵ 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.

Pour les indicateurs disponibles sur le Système d'Évaluation de l'État des Eaux (**SEEE**), les calculs d'indices sont faits par le biais du service de calcul accessible depuis l'adresse www.seee.eaufrance.fr.

> Indice Biologique Diatomées

L'I.B.D. est l'indice diatomique français officiel, reconnu pour l'évaluation des milieux aquatiques dans le cadre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau et la Loi française sur l'Eau. Les notes de référence et limites de classes d'état biologique sont définies pour cet indice dans chaque hydro-écorégion. Il exprime la qualité générale de l'eau.

> Indice de Polluosensibilité Spécifique

Non normalisé mais plus ancien que l'IBD, il est reconnu internationalement et présente une bonne corrélation avec l'I.B.D. C'est un indice basé sur l'abondance et la sensibilité spécifique d'un plus grand

¹AFNOR, 2016. NF T90-354. Qualité de l'eau – Échantillonnage, Traitement et analyse de Diatomées benthiques en cours d'eau et canaux.

²squelettes siliceux

³Krammer et Lange-Berthalot (1986, 1988, 1991) – Süßwasserflora von Mitteleuropa

⁴J. Prygiel et M. Coste (2000). Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées : NF T90-354. Agences de l'eau.

⁵C. Lecointe, M. Coste, et J. Prygiel, 1993. Omnidia : software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management », Hydrobiologia.

nombre de taxa que l'I.B.D. Il est mieux corrélé et plus sensible aux altérations la physico-chimie de l'eau que l'I.B.D. 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.

Les indices I.B.D. et I.P.S. s'expriment par une note comprise entre 1 et 20.

> Étude 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 :

$$H = -\sum [(ni/n) \log_2(ni/n)] \text{ avec } ni = \text{nombre d'individu de l'espèce } i ; n = \text{nombre total d'individu compté ; } ni/n = \text{abondance relative de l'espèce } i$$

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.

$$E = H / \ln(S) \text{ avec } H = \text{indice de Shannon et Weaver et } S = \text{nombre d'espèces}$$

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

> Guildes écologiques

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.

L'attribution de sa guildes à chaque espèce de diatomée est réalisée à partir du tableau publié par Rimet & Bouchez, 2012⁶. Pour chaque échantillon, les abondances relatives des espèces possédant une même guildes sont additionnées.

Les interprétations diatomées peuvent donc s'appuyer sur les travaux de l'INRA⁷ et d'Aquabio⁸. Ces travaux ont permis à Aquabio de mettre au point un indicateur de prédiction de pressions chimiques. Ce dernier se base sur la composition en guildes écologiques du peuplement de diatomées pour prédire la probabilité que la communauté diatomique subisse huit pressions chimiques différentes (Phosphore total, Nitrates, Conductivité, pH, Température, Oxygène dissous, Carbone organique dissous et Demande biologique en oxygène à cinq jours).

> Évaluation du bon état d'une masse d'eau

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 12/01/2010⁹ 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 27/07/2018¹⁰ 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

⁶F. RIMET, A. BOUCHEZ, 2012. Life-forms, cell-sizes and ecological guilds of diatoms in European rivers, Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems, (406), 1.

⁷F. RIMET, V. BERTHON et A. BOUCHEZ, 2010. Formes de vie, guildes écologiques et classes de tailles des diatomées d'eau douce. INRA-Thonon.

⁸R. MARCEL, V. BERTHON, V. CASTET, F. RIMET, A. THIERS, F. LABAT et B. FONTAN, 2017. Modelling diatom life forms and ecological guilds for river biomonitoring, Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems, (418), 1.

⁹Arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et aux critères à mettre en œuvre 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

¹⁰Arrêté 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 surfaces pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement

(très bon à mauvais).

Concernant les éléments biologiques, le principe du paramètre déclassant est appliqué pour l'attribution d'une classe d'état biologique.

Les stations concernées par cette étude se situent dans les HER 2 (Alpes internes), 5 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
FRDR298	06149930	LA GUIANE À BRIANÇON	2	MP2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR305a	06149950	LA DURANCE À BRIANÇON	2	MP2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR305b	06150620	LA DURANCE À FREISSINIÈRES	2	G2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR305c	06150715	LE GUIL À ABRÏÈS	2	MP2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR308	06150765	LE GUIL À CHÂTEAU-VILLE-VIEILLE	2	G2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR311	06150800	LE GUIL À EYGLIERS	2	G2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR311	06150900	LA DURANCE À SAINT-CLEMENT-SUR-DURANCE	2	G2	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR289	06151050	Les Vachères à Embrun	2	TP2	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

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
FRDR289	06152950	LA DURANCE (AVAL SERRE-PONÇON) À LETTRET	7	TG6-7/2	1 – 18,1	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR292	06153050	Le Rousine à La Saulce	2	TP7	5 – 20	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR303	06153200	LA DURANCE (AVAL SERRE-PONÇON) À LA SAULCE	7	TG6-7/2	1 – 18,1	0,94-0,78-0,55-0,3
FRDR10028	06153500	LA DURANCE (AVAL SERRE-PONÇON) À UPAIX	7	TG6-7/2	1 – 18,1	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

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, 8 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,
- > le torrent des Vachères à Embrun,
- > la Durance à Briançon,
- > la Durance à Freissinières,
- > la Durance à Saint-Clément-sur-Durance (station située en aval de sa confluence avec le Guil).

I.2. Localisation des stations à étiage estival

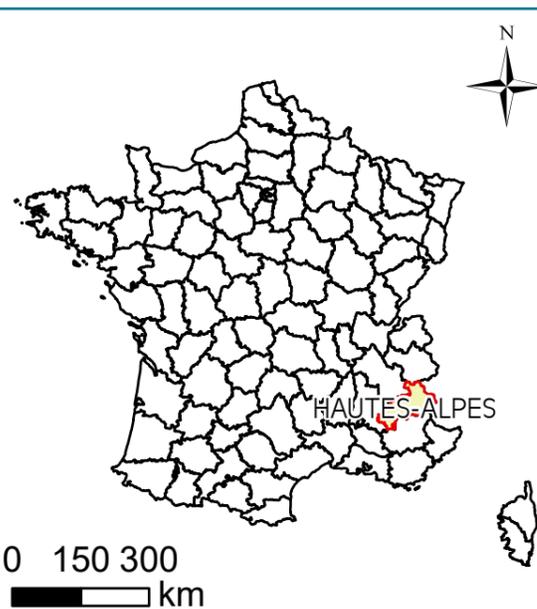
La Durance en aval de Serre-Ponçon est le cours d'eau principalement étudié lors de cette campagne. Afin d'évaluer l'impact sur la Durance des effluents des principales STEP, 4 stations ont été suivies :

- > la Durance à Lettret, à La Saulce et à Upaix,
- > le Rousine à La Saulce.

I.3. Prélèvements

Les 12 prélèvements IBD ont été réalisés par le Département des Hautes-Alpes les 24, 25 et 26 février 2020 pour la campagne hivernale et le 27 juillet 2020 pour la campagne estivale. Leur localisation est illustrée par la carte suivante.

Localisation des stations de mesure



Légende :

- Stations de mesure
- Villes
- Cours d'eau (BdCarthage 2014)**
- ▬ De plus de 100 km
- ▬ Entre 50 et 100 km
- ▬ Entre 25 et 50 km
- ▬ Entre 10 et 25 km
- ▬ Entre 5 et 10 km
- Département concerné
- Pays frontalier
- Corine Land Cover (2012)**
- Forêt
- Zone urbanisée

Source : IGN, BdCarthage, Corine Land Cover
Conception et réalisation :



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 lineare : Espèce affectionnant les milieux pauvres en phosphate et en nitrate avec des conductivités faibles à modérées. Elle est décrite par Rimet *et al.* (2012)¹¹, comme étant « low profile¹² ».

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 profile¹³ ».

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

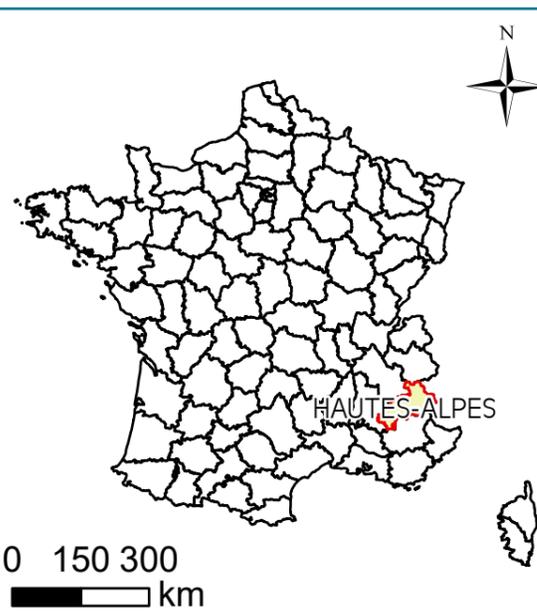
II.2. Synthèse des États biologiques

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

¹¹ Rimet F., Bouchez A., 2012 – Lifes forms, cells-size and ecological guilds of diatoms en Europeans rivers. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems

¹² Low profile : Se dit d'une espèce se développant proche du substrat et favorisée par les milieux turbulents pauvres en nutriments (Rimet *et al.*,2012).

¹³ High profile : Se dit d'une espèce se développant dans les strates supérieures du biofilm et préférentiellement dans les milieux peu turbulents, modérément à riche en nutriments (Rimet *et al.*, 2012).



Légende :

- Stations de mesure
- Villes
- Cours d'eau (BdCarthage 2014)**
- ▬ De plus de 100 km
- ▬ Entre 50 et 100 km
- ▬ Entre 25 et 50 km
- ▬ Entre 10 et 25 km
- ▬ Entre 5 et 10 km
- Département concerné
- Pays frontalier
- Corine Land Cover (2012)**
- Forêt
- Zone urbanisée
- Etat biologique (selon l'arrêté 2018)**
- Très Bon
- Médiocre
- Bon
- Mauvais
- Moyen
- Non évalué

Source : IGN, BdCarthage, Corine Land Cover
Conception et réalisation :



II.3. Résultats et interprétations de la campagne hivernale 2020

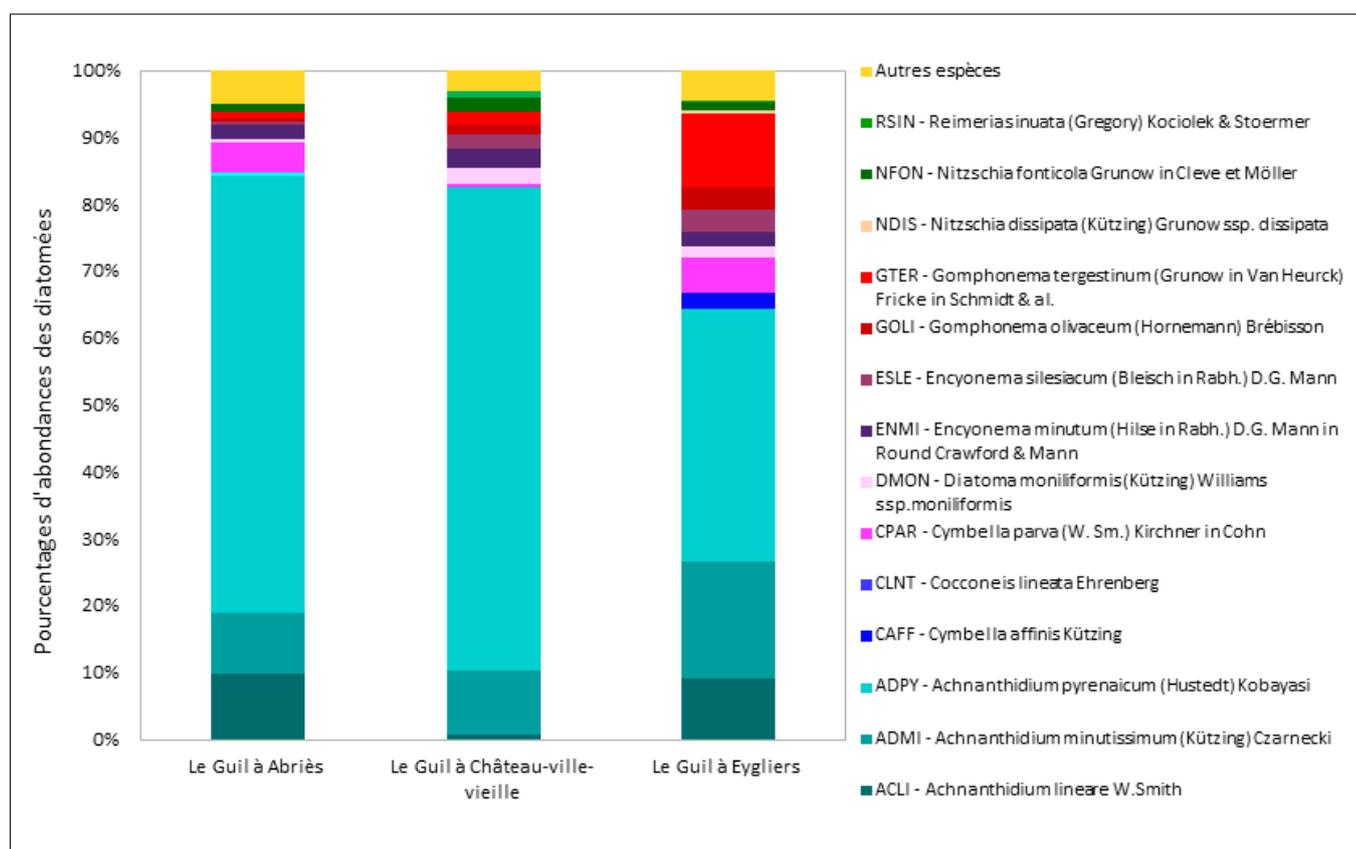
II.3.1. Le Guil

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

Tableau IV : 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		IBD201-01118 26/02/2020	IBD201-01119 26/02/2020	IBD201-01120 24/02/2020
Paramètres	Effectif	405	400	415
	Richesse spécifique	17	16	17
	Indice de Shannon weaver	2	1,75	2,94
	Equitabilité	0,49	0,44	0,72
	% Diatomées contributives (DC)	100	99	100
Notes	Note IPS	19,6	19	18,2
	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 1 ci-dessous présente les abondances de chaque espèce de diatomée observée sur cette station.



Toutes les stations prélevées sur le Guil possèdent la note IBD maximale de 20/20 en 2020. Cependant, on remarque que les notes obtenues pour l'indice IPS sont légèrement moins favorables, notamment sur la station à Eygliers sur laquelle on relève une note IPS de 18,2/20. L'IPS prend en compte un plus grand nombre de taxons et est mieux corrélé aux perturbations physico-chimiques au sein du milieu. Les notes IPS témoignent tout de même elles aussi d'un très bon état de la masse d'eau selon le compartiment diatomés.

Une comparaison avec les données antérieures (cf. annexe 1) révèle que la station située à Abriès présente de

nouveau un très bon état biologique d'après le compartiment diatomées. Sur les deux autres stations du suivi situées sur le Guil, les résultats sont semblables aux années précédentes, définissant un très bon état biologique.

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

Au niveau d'Abriès, on relève en 2020 de très bonnes conditions avec une amélioration de la qualité de l'eau qui continue d'évoluer positivement, comme en témoigne la présence de 89 % d'espèces « low-profile » au sein du peuplement diatomique. *Achnantheidium lineare* est toujours représentée au sein du cortège, devenant le deuxième taxon le plus abondant, et le nombre de *Nitzschia fonticola* a drastiquement diminué puisqu'elles ne représentent que 1,23 % du peuplement (contre près de 64 % en 2018). Ainsi, ces résultats confirment un appauvrissement significatif en nutriments sur ce site de prélèvement. On peut noter que la qualité de l'eau du Guil à Abriès, qui s'était détériorée entre 2017 et 2018, s'est améliorée depuis. De plus, l'espèce invasive *Didymosphenia geminata* caractéristique des eaux oligotrophes de montagne qui avait été retrouvée en très faible quantité en 2015 n'a pas été retrouvée depuis.

En aval de Saint-Véran, plus précisément au niveau de Château-Ville-Vieille, la situation de cette année paraît s'améliorer. En effet, la proportion des espèces « low-profile » augmente très clairement pour atteindre plus de 84 % du peuplement avec *Achnantheidium pyrenaicum* comme espèce majoritaire (72 %), et ceci aux dépens de *Nitzschia fonticola* qui ne représente plus que 2 % du peuplement. Notons cependant la disparition du cortège de *Cymbella excisiformis*, considérée comme un taxon polluosensible, de milieux peu à moyennement minéralisés et pauvres en nutriments.

Une fois arrivé à Eygliers, le Guil a traversé tout un secteur de gorges. Les eaux à la sortie de ces gorges semblent encore colonisées par des diatomées polluosensibles « low profile » tel que le genre *Achnantheidium* qui compose le peuplement à plus de 64 %. Cependant la présence de *Gomphonema tergestinum* suggère un très léger apport en matières organiques.

L'ensemble des résultats obtenus confirment une amélioration de la qualité de l'eau du Guil sur l'ensemble des stations étudiées en 2020.

II.3.2. La Guisane

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

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

Libellé national		LA GUISE À BRIANÇON
Code Agence		06149930
Numéro d'essai, Date		IBD201-01115 25/02/2020
Paramètres	Effectif	406
	Richesse spécifique	26
	Indice de Shannon weaver	3,25
	Equitabilité	0,69
	% Diatomées contributives (DC)	94
Notes	Note IPS	17,7
	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 2 ci-dessous présente les abondances de chaque espèce de diatomée observée sur cette station.



Figure 2 : 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 17,7/20. On remarque toutefois une diversité taxonomique un peu plus élevée cette année que les années précédentes (26 espèces recensées contre 11 taxons en 2014 et 2015, 15 taxons en 2016, 16 en 2017 et enfin 17 en 2018).

La structure de la population diatomique paraît relativement similaire d'une année sur l'autre (Equitabilité d'environ 0,7/1 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'*Achnanthydium pyrenaicum* (24,4 %), d'*Achnanthydium lineare* (16,8 %) et d'*Achnanthydium minutissimum* (16,3 %) indiquant une très bonne qualité du milieu. Néanmoins, les présences notables de *Diatoma moniliformis* (17,0 %) et de *Gomphonema olivaceum* (5,4 %) témoignent d'un léger enrichissement en nutriments.

L'analyse détaillée du peuplement floristique révèle un cortège très similaire à celui relevé en 2018, 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. Le torrent des Vachères

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

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

Libellé national		Les Vachères à Embrun
Code Agence		06151050
Numéro d'essai, Date		IBD201-01122 25/02/2020
Paramètres	Effectif	412
	Richesse spécifique	14
	Indice de Shannon weaver	2,93
	Equitabilité	0,77
	% Diatomées contributives (DC)	100
Notes	Note IPS	17,4
	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 3 ci-dessous présente les abondances de chaque espèce de diatomées observées sur cette station.

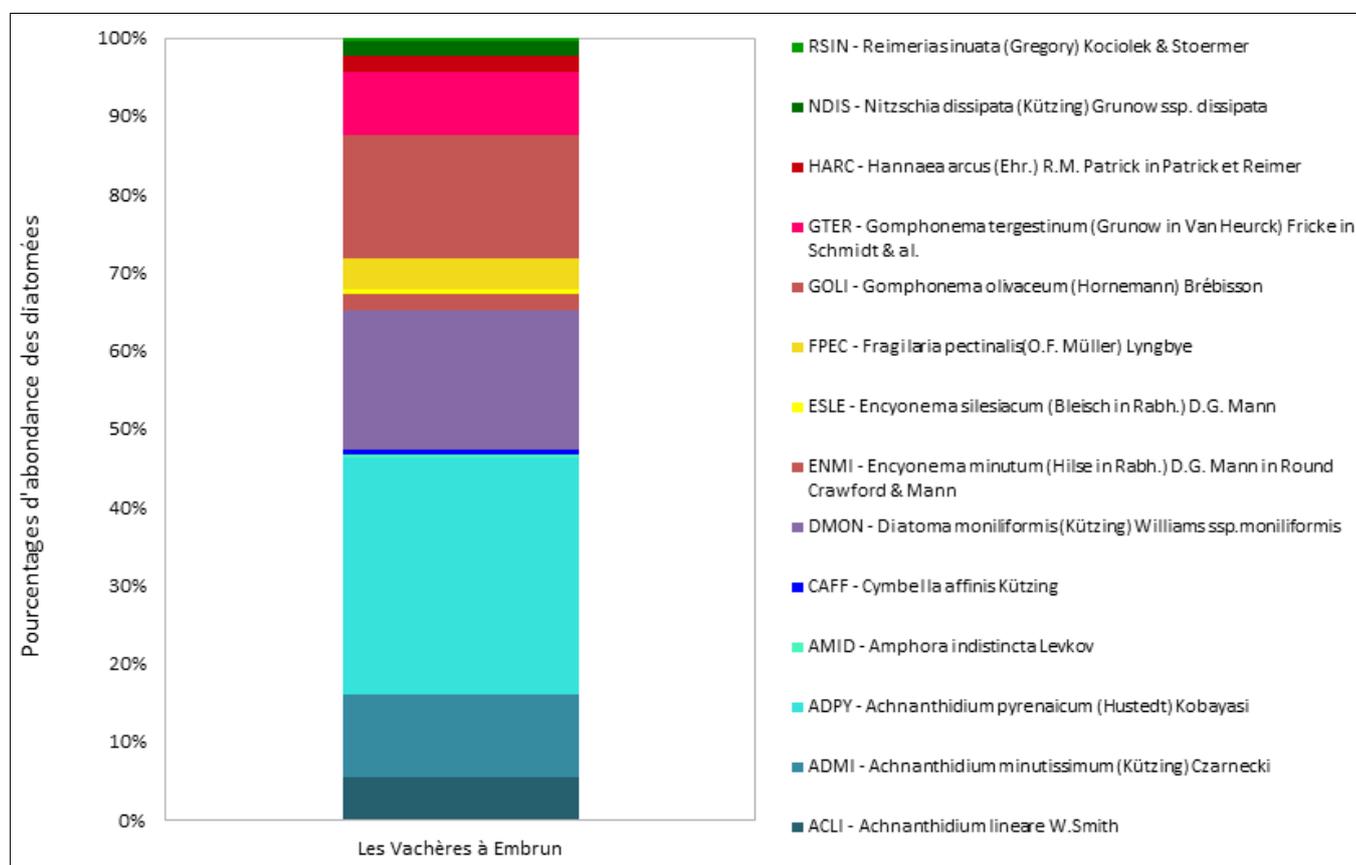


Figure 3 : Evolution des pourcentages d'abondances de diatomées observées sur les Vachères

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 17,4), ce qui semble témoigner d'une légère surestimation de la qualité de l'eau au sein du torrent. On retrouve 5 espèces « low-profile » que sont *Achnanthydium lineare*, *minutissimum* et *pyrenaicum*, les *Cymbella affinis* ainsi que les *Reimeria sinuata*. Cependant, le cortège diatomique comporte majoritairement des espèces tolérantes retrouvées dans des milieux modérément à fortement riches en nutriments (*Achnanthydium pyrenaicum*, *Diatoma moniliformis* et *Gomphonema olivaceum* composent 64 % de la liste floristique). De plus, on remarque la présence d'*Achnanthydium minutissimum sensu lato*, dont l'écologie est incertaine, parmi les taxons dominants. Enfin, les indices d'équitabilité et de diversité obtenus en 2020 témoignent d'un peuplement équilibré mais moyennement diversifié, avec seulement 14 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.3.4. La Durance en amont de Serre-Ponçon

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

Tableau VII : 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		IBD201-01116 25/02/2020	IBD201-01117 24/02/2020	IBD201-01121 24/02/2020
Paramètres	Effectif	402	403	412
	Richesse spécifique	30	18	19
	Indice de Shannon weaver	3,47	2,89	3,25
	Equitabilité	0,71	0,69	0,77
	% Diatomées contributives (DC)	99	100	100
Notes	Note IPS	17,8	16,7	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 4 présente l'évolution des abondances de chaque espèce de diatomée observée sur les trois stations.

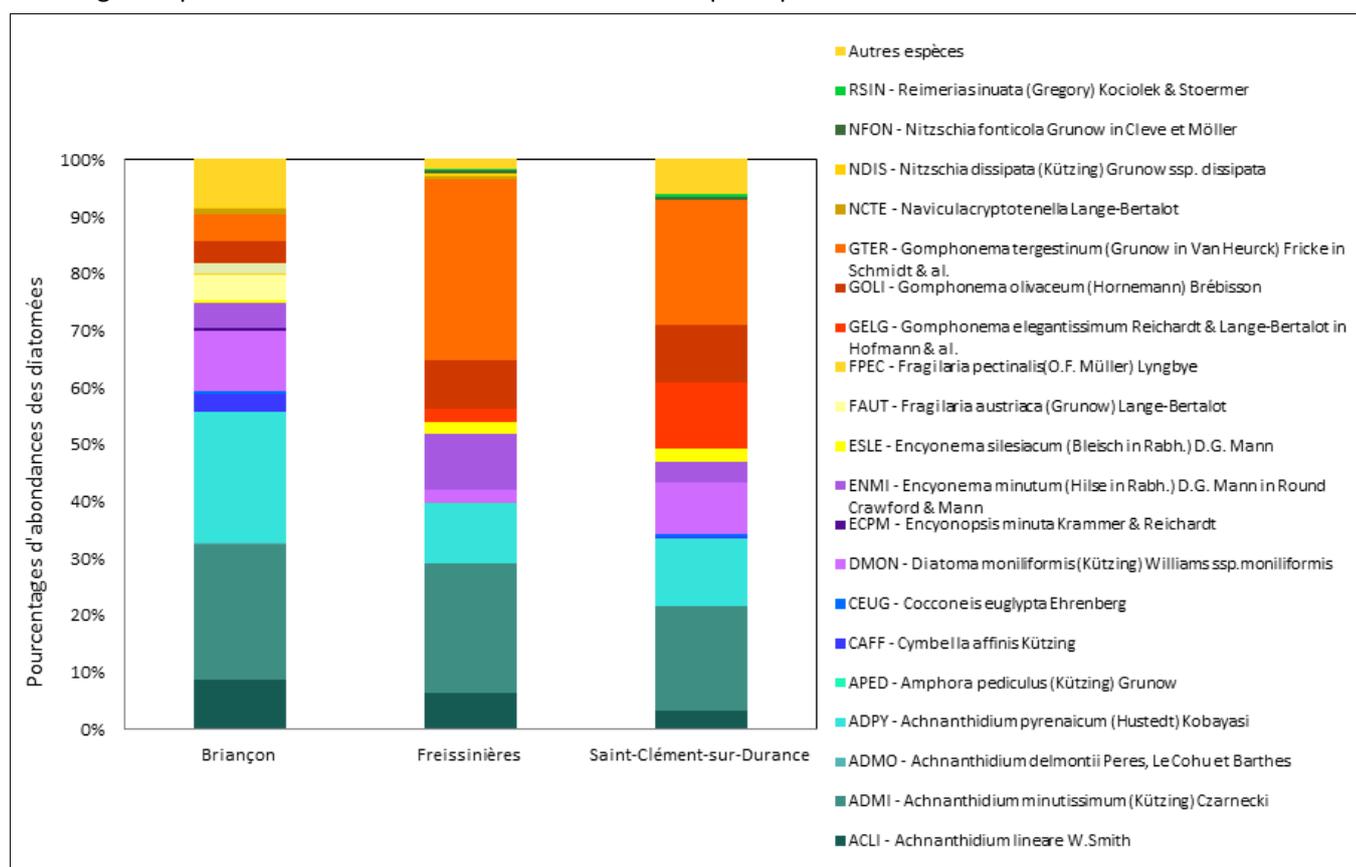


Figure 4 : Pourcentages d'abondances de diatomées observées sur la Durance en amont du lac de Serre-Ponçon

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 2 points). De plus, on remarque la présence d'*Achnanthydium minutissimum sensu lato*, dont l'écologie est incertaine, parmi les taxons dominants.

Les différentes stations inventoriées sur la Haute Durance présentent les mêmes espèces avec quelques différences de proportions. 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 Freissinières. En effet, on constate une diminution progressive de la proportion des espèces dites « low profile »¹⁴ comme *Achnanthydium pyrenaicum*, *Achnanthydium lineare* ou encore *Achnanthydium minutissimum* au profit d'espèces dont certaines sont dites « high profile », moins exigeantes en oxygène et moins sensibles aux concentrations en nutriments et matière organique telles que *Diatoma moniliformis* et *Encyonema silesiacum*. Cette évolution en proportions d'espèces moins polluosensibles dans le milieu avait déjà été observé au cours des dernières années du suivi.

On remarque une proportion importante des *Achnanthydium minutissimum* sur l'ensemble des stations et une diminution d'*Achnanthydium pyrenaicum* en aval de Briançon. Sur les stations de Freissinières et Saint-Clément-sur-Durance, on constate une co-dominance entre *A. minutissimum* et *Gomphonema tergestinum*, un taxon caractéristique des eaux calcaires et légèrement à moyennement impactées par un enrichissement en nutriments. Enfin, on relève la présence de *Gomphonema elegantissimum*, sur la station la plus en aval, à savoir la Durance à Saint-Clément-sur-Durance. Cette espèce est inféodée aux milieux de bonne qualité.

Dans le reste des cortèges diatomiques, on remarque la présence assez significative d'*Achnanthydium lineare*, un taxon polluosensible. On remarque cependant que sa proportion décroît de l'amont vers l'aval, puisque qu'elle représente 8,5 % de la liste au niveau de Briançon, 6,2 % à Freissinières et seulement 3,2 % à Saint-Clément-sur-Durance. De plus, on relève la présence de *Diatoma mesodon* au niveau de Briançon, une diatomée plutôt inféodée aux eaux pauvres en nutriments et matières organiques et froides, qui n'est pas relevée dans les cortèges diatomiques des stations plus en aval en 2020. On constate également l'apparition d'une espèce beaucoup moins sensible à partir de Freissinières, à savoir *Nitzschia fonticola*. Ainsi, ces résultats semblent souligner l'existence d'apports en nutriments en aval de Freissinières.

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, lors de l'analyse détaillée de la composition des peuplements, il est possible de mettre en évidence une légère perturbation de la qualité de l'eau probablement en lien avec un enrichissement progressif en nutriments entre Briançon et Saint-Clément-sur-Durance.

¹⁴ Passy, S. I., 2007. Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany* 86: 171–178.

II.4. Résultats et interprétations de la campagne estivale 2020

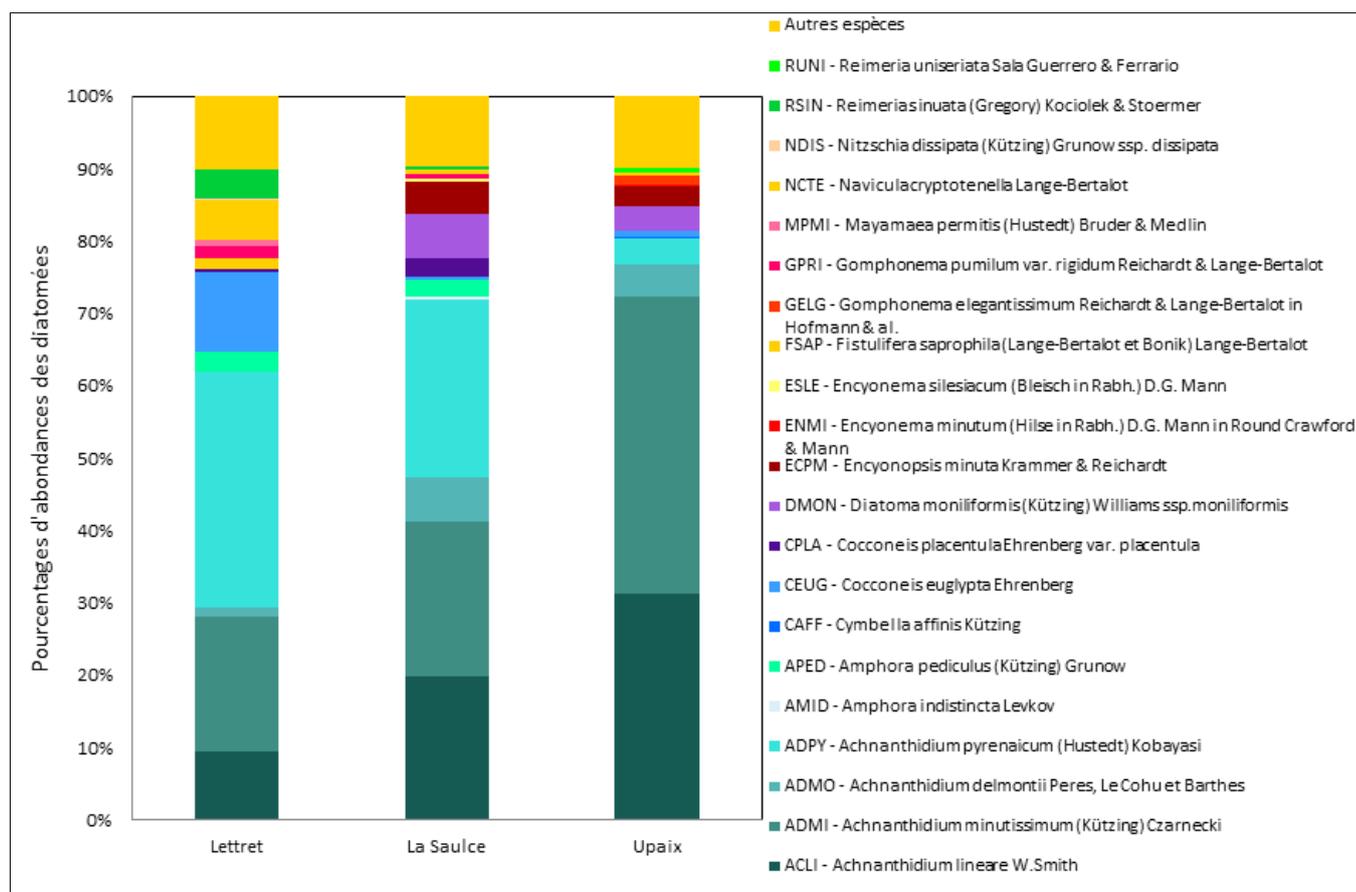
II.4.1. La Durance en aval de Serre-Ponçon

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

Tableau VIII : 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		IBD201-01123 27/07/2020	IBD201-01125 28/07/2020	IBD201-01126 28/07/2020
Paramètres	Effectif	402	405	400
	Richesse spécifique	25	29	21
	Indice de Shannon weaver	3,27	3,32	2,59
	Équitabilité	0,7	0,68	0,59
	% Diatomées contributives (DC)	98	92	90
Notes	Note IPS	17,8	18,1	18,6
	Note IBD <i>N.C. = non calculable Res. = réserves liées à DC</i>	20,0	20,0	20,0
	Note en EQR	1,11	1,11	1,11
Etat biologique (arrêté 2018)		Très bon	Très bon	Très bon

La Figure 5 ci-dessous présente l'évolution des abondances de chaque espèce de diatomée observée sur les 3 stations de mesure.



L'ensemble des stations étudiées sur la Durance aval présentent un très bon état biologique selon le compartiment diatomées. On peut noter que l'indice IPS est plus faible que l'IBD, notamment sur le site de Lettret, ce qui peut alerter sur une éventuelle perturbation physico-chimique. Ce résultat est néanmoins moins alertant que celui relevé en 2018. En progressant vers l'aval, la Durance confirme sa très bonne qualité des eaux. La diversité et l'équitabilité montrent un peuplement diversifié et stable.

En sortie de Lac de Serre-Ponçon la composition diatomique de la Durance est remaniée. Contrairement aux relevés de 2018, la proportion en espèces « low profile » par rapport à Saint-Clément-sur-Durance est plus importante (65 % du cortège contre seulement 34 %). Cependant, tout comme en 2018, on relève sur cette station la présence de *Fistulifera saprophila* (1,5 %), une espèce caractéristique des milieux de mauvaise qualité fortement impactés par la matière organique et les nutriments, ainsi que celle de *Mayamea permitis* (0,8 %) également très polluo-résistante et appréciant les eaux polysaprobies. Il semble donc que la qualité biologique de l'eau soit légèrement perturbée à la sortie de lac.

La situation s'améliore en arrivant à La Saulce. On assiste à la disparition de ces 2 espèces très résistantes aux pollutions organiques (*Fistulifera saprophila* et *Mayamea permitis*) et la présence de 66 % d'espèces « low-profile » au sein du peuplement. On relève également la présence du taxon *Achnanthydium delmontii* (6,2 %), un taxon exotique invasif qui semble se rencontrer dans des eaux de moyenne à bonne qualité. Enfin, notons que la proportion de *Diatoma vulgare*, une espèce « high profile », a diminué entre 2018 et 2020 (passant de 16,6 % à 0,5 %). Ainsi, la Durance au niveau de La Saulce semble beaucoup moins impactée par des apports exogènes en nutriments.

Plus en aval, sur le site d'Upaix, la proportion d'espèces « low-profile » avoisine les 79 %. 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 *Achnanthydium lineare* co-dominent le cortège avec les *Achnanthydium minutissimum*. À noter la présence une nouvelle fois d'*Achnanthydium delmontii*, un taxon exotique à caractère invasif, et celle de *Reimeria uniseriata*, un taxon exotique à distribution plus ou moins restreinte qui n'a été relevé sur aucune autre station de la Durance donc provient probablement de l'un des affluents du cours d'eau.

Enfin, de façon générale sur les stations situées en aval du lac de Serre-Ponçon, on remarque une progression des *Achnanthydium lineare* entre Lettret et 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 9,5 % du cortège diatomique au niveau de Lettret contre près de 31,3 % au niveau de Upaix. Cela témoigne d'une amélioration de la qualité biologique de l'eau.

En conclusion, la partie aval de la Durance est de très bonne qualité vis-à-vis du paramètre diatomées à partir de Saulce. Le premier site étudié en aval du Lac de Serre-Ponçon reçoit des eaux qui semblent contenir des charges légères en nutriments et matière organiques. En progressant vers l'aval de la retenue de La Saulce, cette situation s'améliore. Ce constat correspond aux conclusions faites lors des suivis des années précédentes.

II.4.2. Le Rousine

Le tableau IX présente l'ensemble des résultats obtenus sur la base de l'analyse de l'échantillon diatomées prélevé sur la seule station du Rousine localisée en amont direct de sa confluence avec la Durance.

Tableau IX : Résultats des analyses IBD réalisées sur la station située sur le Rousine

Libellé national		Le Rousine à La Saulce
Code Agence		06153050
Numéro d'essai, Date		IBD201-01124 27/07/2020
Paramètres	Effectif	414
	Richesse spécifique	22
	Indice de Shannon weaver	2,74
	Equitabilité	0,61
	% Diatomées contributives (DC)	100
Notes	Note IPS	14,6
	Note IBD <i>N.C. = non calculable</i> <i>Res. = réserves liées à DC</i>	15,4
	Note en EQR	0,69
Etat biologique (arrêté 2018)		Moyen

La Figure 6 présente les abondances de chaque espèce de diatomée observée sur la station de mesure.

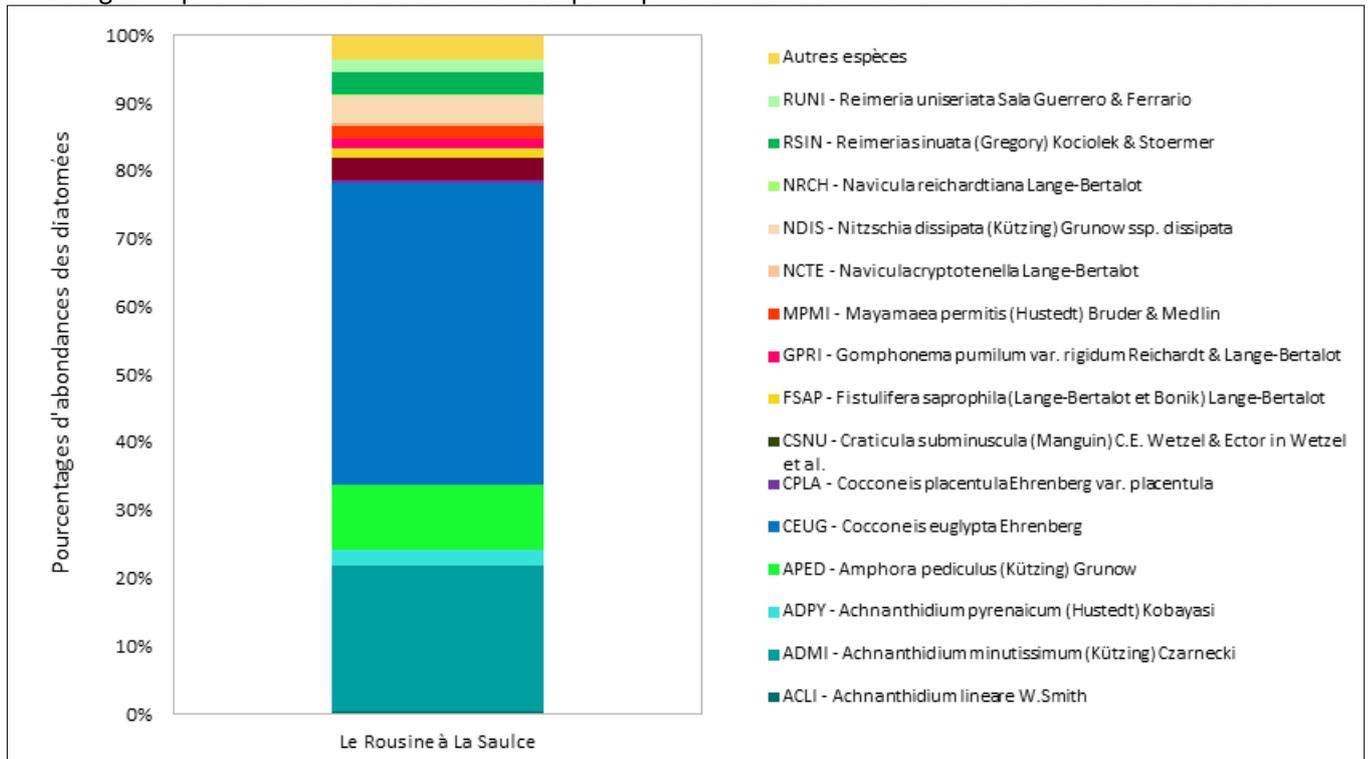


Figure 6 : Pourcentages d'abondances des diatomées observées sur le Rousine

La Saulce est située à l'aval du bassin versant du Rousine, la station reçoit donc l'ensemble des eaux circulant sur le bassin versant. La station est située à proximité de la confluence avec la Durance.

L'analyse des résultats ci-dessus montre que le Rousine obtient une note IBD de 15,4/20, soit un état biologique moyen d'après le compartiment diatomées. La richesse spécifique de l'analyse est moyenne avec 22 taxons relevés, le peuplement diatomique est cependant bien diversifié et assez équilibré.

Le peuplement est principalement co-dominé par des espèces dites « low-profile », à savoir *Cocconeis euglypta* et *Achnanthydium minutissimum*. La première est une espèce cosmopolite qui peut supporter des niveaux variés de pollution organique et se retrouve fréquemment dans les milieux peu chargés en nutriments, l'écologie de la seconde est incertaine et peut causer une légère sur-estimation des notes IBD et IPS. On remarque également la présence de *Navicula cryptotenella* (3,9%), qui constitue un bon indicateur des eaux moyennement chargées en matières organiques. La présence de *Fistulifera saprophila* semble confirmer une pollution anthropique. En effet, ce taxon est caractéristique des eaux usées très riches en nutriments et matières organiques.

À noter la présence de *Reimeria uniseriata*, un taxon exotique à distribution plus ou moins restreinte. Sa présence sur le Rousine permet d'expliquer la provenance du même taxon relevé en aval sur la Durance à Upaix alors qu'il n'a été relevé sur aucune autre station du suivi en 2020.

Le prélèvement diatomées réalisés cette année sur le Rousine présente un état biologique moyen défini selon le compartiment diatomées.

CONCLUSION

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

- > L'état biologique des 8 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'Eygliers ;*
- > La Guisane présente un cortège très similaire d'une année sur l'autre avec une proportion d'espèces « low profile » stable. Les eaux parcourant de la Guisane semblent de très bonne qualité, avec cependant un léger enrichissement 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 ;*
- > 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 légère perturbation de la qualité de l'eau probablement en lien avec un enrichissement progressif en nutriments entre Briançon et Saint-Clément-sur-Durance.*

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

- > La Durance est de très bonne qualité vis-à-vis du paramètre diatomées entre La Saulce et Upaix. Le site étudié à Lettret semble contenir des eaux légèrement chargées en nutriments et matière organiques. En progressant vers l'aval de la retenue de La Saulce, cette situation s'améliore ;*
- > Le Rousine présente un état biologique moyen défini selon le compartiment diatomées.*
- > La prédominance de certains taxons tels que les A. lineare sur la Durance au fil des ans peut indiquer que ces espèces sont très adaptées à leur milieu ;*
- > 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.*

Fait à Nyons, le 16/10/2020

L'Hydroécologue

Pauline FAIT

ANNEXE 1 : Synthèses des résultats obtenus sur le Guil entre 2014 et 2020

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

Libellé national		LE GUIL À ABRÏÈS	LE GUIL À ABRÏÈS				
Code Agence		06150715	06150715	06150715	06150715	06150715	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
Paramètres	Effectif	402	407	402	410	419	405
	Richesse spécifique	16	23	23	21	19,4	17
	Indice de Shannon weaver	2	3,01	2,53	3,03	2,1	2
	Equitabilité	0,5	0,67	0,56	0,69	0,49	0,49
Notes	Note IPS	19,4	18,9	18,4	18,8	16	19,6
	Note IBD	20	20	20	20	17,7	20
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	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	06150765	06150765	06150765	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
Paramètres	Effectif	404	402	402	402	400
	Richesse spécifique	18	18	19	19	16
	Indice de Shannon weaver	2,94	2,44	3	2,5	1,75
	Equitabilité	0,71	0,59	0,71	0,59	0,44
Notes	Note IPS	15,7	18,4	18,5	16,1	19
	Note IBD	20	20	20	20	20
Etat biologique*		Très Bon				

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

Libellé national		LE GUIL À EYGLIERS	LE GUIL À EYGLIERS				
Code Agence		06150800	06150800	06150800	06150800	06150800	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
Paramètres	Effectif	406	406	402	411	412	415
	Richesse spécifique	16	21	19	9	20	17,8
	Indice de Shannon weaver	2,98	3,05	2,64	2,62	3,14	2,94
	Equitabilité	0,75	0,69	0,62	0,83	0,73	0,72
Notes	Note IPS	17,8	18	17,1	18	18,2	18,2
	Note IBD	20	20	20	20	20	20
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon				

ANNEXE 2 : Synthèses des résultats obtenus sur la Durance en amont de Serre-Ponçon entre 2014 et 2020

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

Libellé national	LA DURANCE À BRIANÇON	LA DURANCE À BRIANÇON				
Code Agence	06149950	06149950	06149950	06149950	06149950	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
Paramètres	Effectif	404	402	404	420	407
	Richesse spécifique	22	21	19	22	25
	Indice de Shannon weaver	3,26	3,13	2,93	3,24	3,11
	Equitabilité	0,73	0,71	0,69	0,73	0,67
Notes	Note IPS	18,8	17,5	17,6	18,6	17,8
	Note IBD	20	20	20	20	20
Etat biologique*	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	06150620	06150620	06150620	06150620	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
Paramètres	Effectif	402	405	404	420	408
	Richesse spécifique	21	19	23	22	20
	Indice de Shannon weaver	3,28	3,31	2,84	3,24	3,02
	Equitabilité	0,75	0,78	0,63	0,73	0,7
Notes	Note IPS	18,6	17,2	18,4	18,6	17,5
	Note IBD	20	20	20	20	20
Etat biologique*	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	06150900	06150900	06150900	06150900	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
Paramètres	Effectif	403	402	401	402	412
	Richesse spécifique	22	21	17	16	22
	Indice de Shannon weaver	3,34	3,3	3,39	3,08	3,13
	Equitabilité	0,75	0,75	0,83	0,77	0,7
Notes	Note IPS	17,7	16,9	17,3	17,2	18,3
	Note IBD	20	20	20	20	20
Etat biologique*	Très Bon					

ANNEXE 3 : Synthèses des résultats obtenus sur la Durance en aval de Serre-Ponçon entre 2014 et 2020

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

Libellé national		LA DURANCE À LETTRET	LA DURANCE À LETTRET	LA DURANCE À LETTRET			
Code Agence		06152950	06152950	06152950	06152950	06152950	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
Paramètres	Effectif	401	407	401	412	405	402
	Richesse spécifique	21	25	21	20	24	25
	Indice de Shannon weaver	3,33	3,21	2,33	3,04	3,27	3,27
	Equitabilité	0,76	0,69	0,53	0,7	0,71	0,7
Notes	Note IPS	17,6	16,8	18,1	13,4	15,2	17,8
	Note IBD	20	17,9	19,2	14,7	19,2	20
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	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	LA DURANCE À LA SAULCE	LA DURANCE À LA SAULCE			
Code Agence		06153200	06153200	06153200	06153200	06153200	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
Paramètres	Effectif	404	405	402	411	416	405
	Richesse spécifique	29	27	31	35	29	29
	Indice de Shannon weaver	3,64	3,45	3,1	3,49	3,97	3,32
	Equitabilité	0,75	0,73	0,63	0,68	0,82	0,68
Notes	Note IPS	17,7	18,4	18,2	18,4	16,4	18,1
	Note IBD	20	20	20	20	18,9	20
Etat biologique*		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	LA DURANCE À UPAIX	LA DURANCE À UPAIX			
Code Agence		06153500	06153500	06153500	06153500	06153500	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
Paramètres	Effectif	406	403	403	408	409	400
	Richesse spécifique	18	21	34	41	20	21
	Indice de Shannon weaver	2,75	2,33	3,43	3,8	2,9	2,59
	Equitabilité	0,66	0,53	0,67	0,71	0,67	0,59
Notes	Note IPS	18,6	19,6	17,5	17,9	17,2	18,6
	Note IBD	20	20	20	20	20	20
Etat biologique*		Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon	Très Bon

Interprétation des prélèvements semi-qualitatifs d'invertébrés aquatiques réalisés par le département des Hautes-Alpes

Synthèse de 5 années d'étude (2016 - 2020)



Février 2022

Votre interlocuteur tout au long du projet :
Gwenole LE GUELLEC
Tél. : 04.94.77.15.83
Portable : 06.10.28.72.81
Mel : gwenole.leguellec@mrepaca.com

Maison Régionale de l'Eau
BP 50008
83670 BARJOLS

Tél. : 04.04.77.15.83
Fax : 04.94.77.15.76
contact@mrepaca.com

Photographies : Gwenole Le Guellec

Table des matières

Introduction	4
1 Protocole d'études.....	5
2 Stations d'étude et dates de prélèvements.....	7
2.1 Localisation et description des stations d'étude.....	7
2.2 Répartition des stations d'étude par bassin versant.....	9
2.3 Répartition des stations d'étude par hydro-écorégion.....	10
2.4 Dates de prélèvements	11
3 Résultats	12
3.1 Etude des richesses taxonomiques	12
3.1.1 Richesse globale par ordre.....	12
3.1.2 Richesses taxonomiques par bassin versant.....	13
3.1.3 Richesses taxonomiques par échantillon pour chaque station d'étude.....	14
3.1.4 Richesses taxonomiques cumulées par station sur les principaux bassins étudiés	21
3.2 Caractérisation globale des peuplements.....	25
3.2.1 Les variables descriptives	25
3.2.2 Relations entre les variables descriptives et les peuplements faunistiques	27
3.2.3 Evolution des peuplements par bassin versant.....	32
3.3 Réponses du peuplement à quelques problématiques identifiées	41
3.3.1 Influence des rejets d'eaux usées sur le torrent de Vachères (aval hameau des Ribes)	41
3.3.2 Influence de la restauration morphologique du Drac	43
3.3.3 Mortalités piscicoles sur le bassin du Guil	47
4 Discussion et conclusion	49
4.1 Analyse descriptive des peuplements faunistiques.....	49
4.2 Réponse du peuplement à certaines problématiques rencontrées	50
4.3 Conclusions.....	51

INTRODUCTION

Le département des Hautes-Alpes, en collaboration avec la Maison régionale de l'eau, applique depuis 2016 une méthode semi-qualitative pour étudier les cours d'eau de son territoire. Cette approche vise à fournir une vision plus poussée des peuplements grâce à une détermination à l'espèce des invertébrés les plus significatifs d'un point de vue écologique. Cette méthode, sans être en contradiction avec les « suivis qualités » réalisés en parallèle par les équipes du département, doit apporter une connaissance complémentaire des milieux encore relativement préservés. Elle vise à rendre compte efficacement des dynamiques hydrologiques et thermiques des cours d'eau Haut-Alpins, et ainsi de posséder des données de références nécessaires pour évaluer les éventuels changements induits par les modifications climatiques et/ou les aménagements.

Au fur et à mesure de cette étude pluriannuelle, de nouvelles problématiques ont été intégrées dans l'analyse. Ainsi, il a été choisi de concentrer certains prélèvements sur des zones de restauration comme sur le Drac. Ponctuellement, des problématiques d'assainissement des eaux usées ont également été intégrées. Le protocole n'étant pas initialement dirigé vers ces problématiques, une lecture des résultats est proposée tout en intégrant les manques et les éventuelles adaptations à apporter dans l'avenir.

Au travers d'un protocole d'étude détaillé dans le premier chapitre, un certain nombre de composantes du compartiment benthique est étudié (richesses, espèces repères, fréquences d'apparition). L'objectif est de connaître les caractéristiques faunistiques, structurelles et qualitatives, des peuplements aquatiques. Ce portrait type de la faune benthique dressé pour chaque station servira de référence à des études comparatives permettant de déceler les modifications des composantes thermiques, hydrologiques ou autres...

Dans ce rapport, une synthèse est réalisée à partir des données acquises au cours de cinq années de suivis (2016, 2017, 2018, 2019 et 2020). Actuellement, de nouvelles campagnes sont en cours jusqu'à l'année 2022 sur de nouvelles stations. Elles feront l'objet d'une synthèse ultérieure.

1 PROTOCOLE D'ETUDES

L'objectif de cette méthode semi-qualitative est de capter la diversité d'invertébrés benthiques présente dans une station à une saison donnée. Ce protocole permet de suivre les évolutions saisonnières et interannuelles des communautés benthiques des stations en limitant le temps et l'effort nécessaire comparativement au protocole normalisé IBG-DCE.

- Sur le terrain :

Le protocole de terrain consiste à échantillonner au filet Surber (maille de 500 μm) la diversité des **habitats aquatiques lotiques** (c'est-à-dire supérieures à 30 cm/s) et à déterminer le plus précisément possible *in situ* les individus récoltés. **Plusieurs individus par taxon sont conservés pour préciser la détermination en laboratoire.**

Les échantillonnages sont arrêtés lorsqu'il n'y a plus de nouveaux taxons qui apparaissent. Généralement, le nombre de prélèvements intégrant l'ensemble de la richesse est compris entre 8 et 10 Surbers par station.

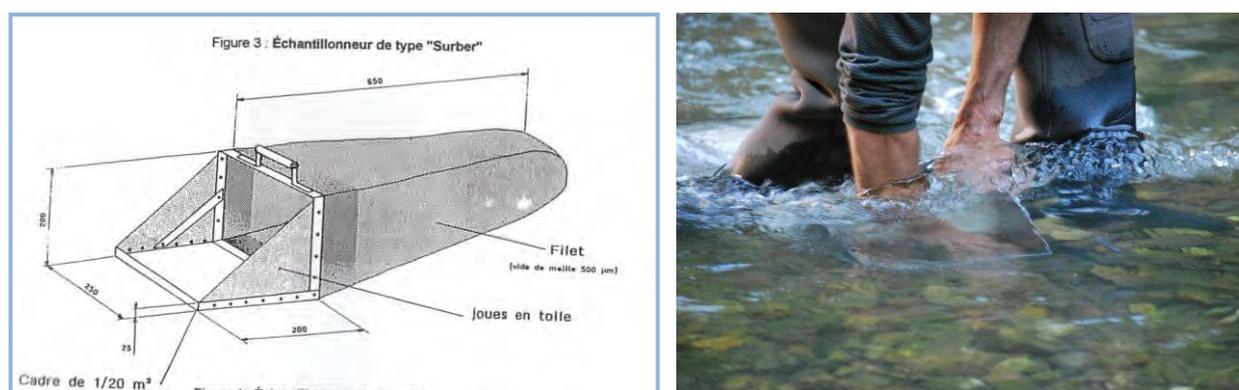


Photo 1 : Schéma d'un filet de type « Surber » utilisé dans cette étude (à gauche) et mode d'échantillonnage réalisé dans un habitat lotique de type « plat courant » (à droite)

Des paramètres d'habitats tels que la position dans le chenal, la granulométrie dominante, le colmatage, la vitesse de courant de surface sont répertoriés pour chaque prélèvement. Le débit et les paramètres physico-chimiques *in situ* (oxygène, pH, température, conductivité) sont également mesurés pour chaque station étudiée.



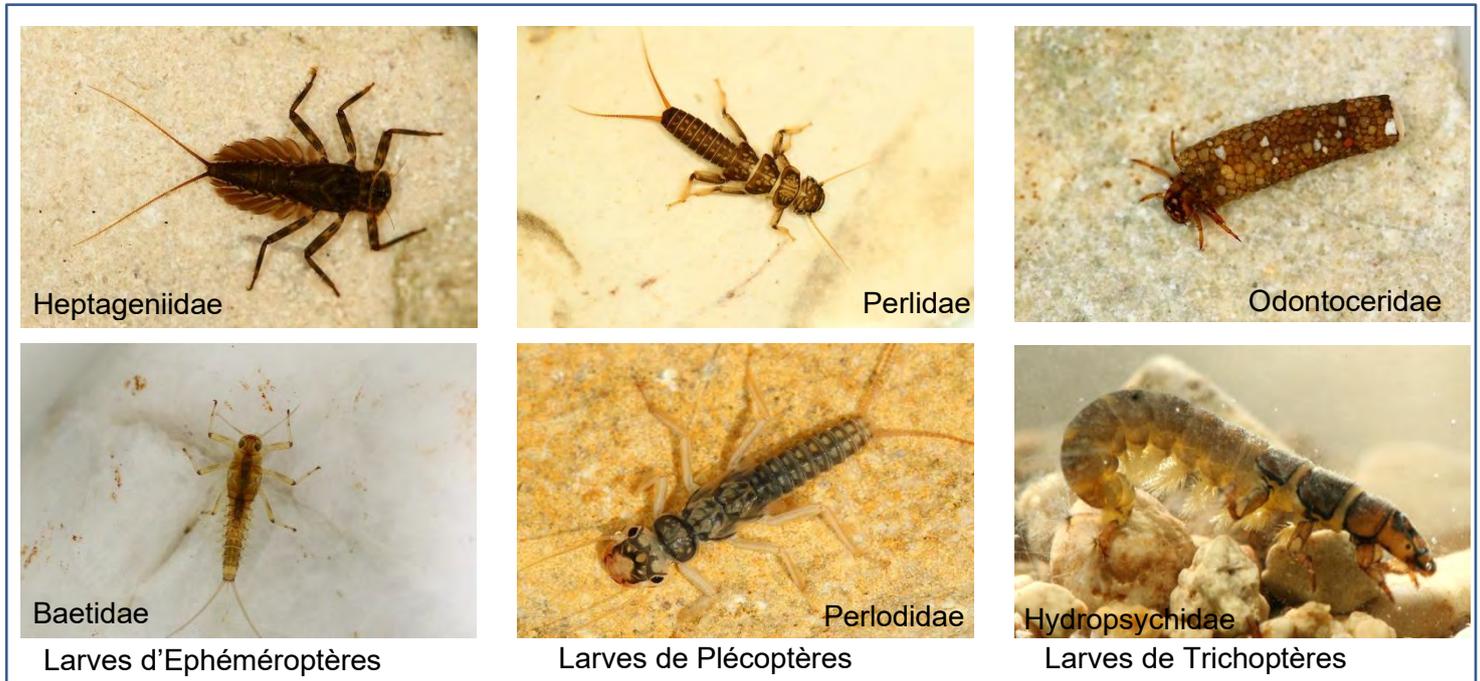
Photo 2 : Equipe du département des Hautes-Alpes réalisant des prélèvements et mesures sur le Buëch dans le cadre du suivi semi-qualitatif

- 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 (familles des Taeniopterygidae, Perlidae, Perlodidae), des Ephéméroptères (familles des Baetidae, Leptophlebiidae et Heptageniidae) et certains Trichoptères (Odontoceridae, Hydropsychidae). Certains Diptères (Blephariceridae, Simuliidae), Planaires (*Crenobia alpina*, *Polycelis felina*) ou Mollusques sont également intégrés dans le jeu de données quand leur détermination à l'espèce reste abordable.



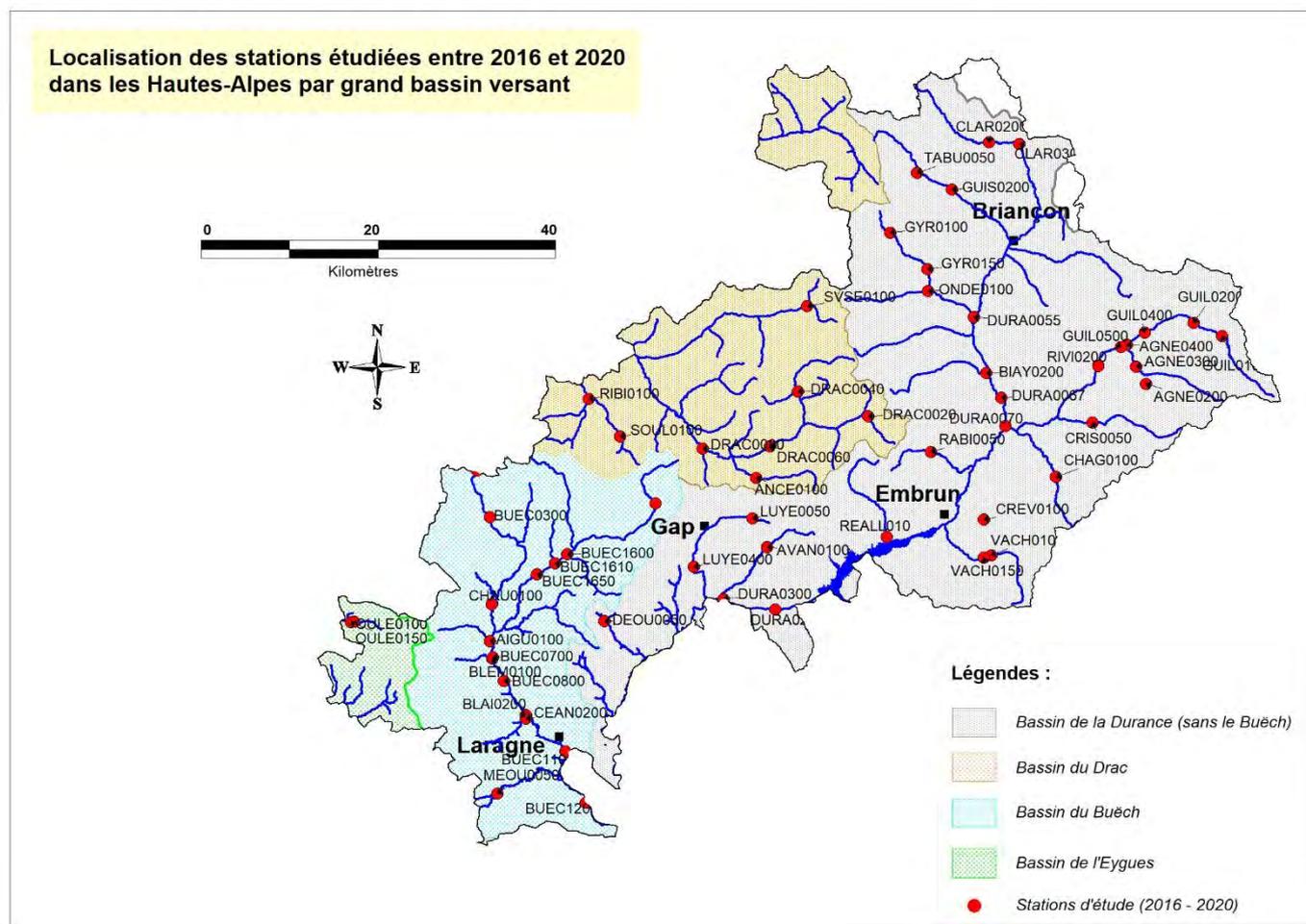
Photo 3 : Le travail de laboratoire est réalisé dans les locaux de la Maison régionale de l'eau. Il nécessite l'utilisation d'une loupe binoculaire puissante et d'un microscope, ainsi que de nombreuses références bibliographiques



Photos 4 : Exemples de familles d'invertébrés aquatiques significatives d'un point de vue écologique qui ont fait l'objet de détermination à l'espèce quand la maturité des stades larvaires le permettait

2 STATIONS D'ETUDE ET DATES DE PRELEVEMENTS

2.1 Localisation et description des stations d'étude



Carte 1 : Localisation des stations étudiées de 2016 à 2020 dans le département des Hautes-Alpes

Entre 2016 et l'hiver 2020/21, **cinquante-cinq stations** ont fait l'objet de prélèvements semi-qualitatifs par les équipes du département des Hautes-Alpes. Leur localisation est précisée sur la carte ci-dessus. Les stations sont essentiellement réparties sur le bassin versant de la Durance, de son principal affluent en rive droite (le Buëch) et sur le bassin du Drac. Deux stations sont localisées sur un affluent de l'Eygues, l'Oule.

Les altitudes des stations varient de 496 m pour la plus basse (BUEC1200 sur le Buëch à Ribiers) à 1845 m pour la plus haute (GYR0100, le torrent de Saint-Pierre à Pelvoux).

Code étude	XLambert93	YLambert93	altitude	Nom de la station	BV	sous-BV	Communes	Code INSEE	HER1	HER2
AGNE0200	1004714	6408819	1760	Aigue-Blanche à Saint-Véran	Guil	Aigue-Blanche	Saint-Véran	05157	Alpes internes	107
AGNE0400	1002184	6414168	1385	Aigue-Agnelle à Château-ville-vieille	Guil	Aigue-Agnelle	Château-Ville-Vieille	05038	Alpes internes	107
AIGU0100	915790	6374571	680	Aiguebelle à Serres	Buëch	Aiguebelle	Serres	05166	Préalpes du Sud	15
ANCE0100	951961	6396496	1273	Torrent d'Anceille à Anceille	Drac	Torrent d'Anceille	Anceille	05004	Préalpes du Sud	15
AVAN0100	953318	6387098	751	Avance à Avançon	Durance	Avance	Avançon	05011	Préalpes du Sud	15
BIAY0200	983121	6410540	925	Biaysse à Champcella	Durance	Biaysse	Champcella	05031	Alpes internes	107
BLAI0200	920588	6364503	595	Blaisance à Lagrand	Buëch	Blaisance	Garde-Colombe	05053	Préalpes du Sud	15
BLEM0100	916125	6372239	648	Blème à Serres	Buëch	Blème	Serres	05166	Préalpes du Sud	15
BUEC0200	914309	6397868	975	Grand Buëch à Lus-la-croix-haute	Durance	Buëch	Lus-La-Croix-Haute	26168	Préalpes du Sud	13
BUEC0300	915917	6391481	873	Grand Buëch à La Faurie	Durance	Buëch	Saint-Julien-en-Beauchêne	05146	Préalpes du Sud	13
BUEC0700	916170	6372383	648	Buëch à Serres	Durance	Buëch	Serres	05166	Préalpes du Sud	15
BUEC0800	917618	6369161	630	Buëch à Méreuil	Durance	Buëch	Méreuil	05076	Préalpes du Sud	15
BUEC1100	925909	6359534	545	Buëch à Laragne-monteglin	Durance	Buëch	Val Buëch Méouges	05118	Préalpes du Sud	15
BUEC1200	928555	6352527	496	Buëch à Ribiers	Durance	Buëch	Val Buëch Méouges	05118	Préalpes du Sud	15
BUEC1400	938332	6393142	1045	Petit Buëch à Rabou	Durance	Buëch	Rabou	05112	Préalpes du Sud	13
BUEC1600	926383	6386375	832	Petit Buëch à Veynes	Durance	Buëch	Veynes	05179	Préalpes du Sud	13
CEAN0200	920556	6364031	595	Céans à Saléon	Buëch	Céans	Saléon	05159	Préalpes du Sud	15
CHAG0100	992468	6396273	1590	Chagne à Vars	Guil	Chagne	Vars	05177	Alpes internes	107
CHAU0100	916103	6379608	705	Chauranne à Aspremont	Buëch	Chauranne	Aspremont	05008	Préalpes du Sud	15
CLAR0200	983845	6441915	1600	Clarée à Névache	Durance	Clarée	Névache	05093	Alpes internes	107
CLAR0300	987867	6441649	1517	Clarée à Névache	Durance	Clarée	Névache	05093	Alpes internes	107
CREV0100	982656	6390599	1200	Crevox à Crevox	Durance	Torrent de Crevox	Crévox	05044	Alpes internes	107
CRIS0050	997427	6403663	1600	Cristillan à Ceillac	Guil	Cristillan	Ceillac	05026	Alpes internes	107
DEOU0050	931320	6377239	887	Déoule à Barcilonnette	Durance	Déoule	Esparron	05049	Préalpes du Sud	13
DRAC0020	967178	6404799	1550	Drac noir à Orcières (prapic entrée du pne)	Isère	Drac	Orcières	05096	Alpes internes	12
DRAC0040	957676	6408197	1289	Drac blanc à Champoléon	Isère	Drac	Champoléon	05032	Alpes internes	12
DRAC0060	953884	6400785	1095	Drac à Chabottes	Isère	Drac	Saint-Jean-Saint-Nicolas	05145	Préalpes du Sud	15
DRAC0080	944788	6400595	980	Drac à Saint-bonnet-en-champsaur	Isère	Drac	Laye	05072	Préalpes du Sud	15
DURA0030	986680	6428225	1202	La Durance à Briançon	Durance	Durance	Briançon	05023	Alpes internes	107
DURA0055	981549	6418146	1010	Durance à les Vigneaux	Rhône	Durance	L'Argentière-La-Bessée	05006	Alpes internes	107
DURA0067	985155	6407147	898	Durance a la Roche de Rame	Rhône	Durance	Saint-Crépin	05136	Alpes internes	107
DURA0070	985706	6403310	887	Durance à Eyglies	Rhône	Durance	Eyglies	05052	Alpes internes	107
DURA0200	954359	6378584	640	Durance (aval serre-ponçon) à Rochebrune	Rhône	Durance	Rochebrune	05121	Préalpes du Sud	15
DURA0300	947439	6380043	619	Durance à Venterol	Rhône	Durance	Valserres	05176	Préalpes du Sud	15
GUIL0200	1011239	6417075	1560	Guil à Abriès	Durance	Guil	Abriès	05001	Alpes internes	107
GUIL0400	1004636	6415795	1430	Guil à Aiguilles	Durance	Guil	Aiguilles	05003	Alpes internes	107
GUIL0500	1001383	6413914	1365	Guil à Château-ville-vieille	Durance	Guil	Château-Ville-Vieille	05038	Alpes internes	107
GUIS0200	978738	6435551	1418	Guisane à Le Monétier-les-bains	Durance	Guisane	Le Monétier-les-Bains	05079	Alpes internes	12
GYR0100	970387	6429675	1845	Saint-Pierre à Pelvoux	Gyr	Torrent d'Ailefroide	Pelvoux	05101	Alpes internes	12
GYR0150	975361	6424684	1240	Gyr à Pelvoux	Gyr	Gyr	Pelvoux	05101	Alpes internes	12
LUYE0050	951410	6391032	830	Luye à Gap	Durance	Luye	La Batie-Neuve	05017	Préalpes du Sud	15
LUYE0400	943477	6384526	670	Luye à Gap	Durance	Luye	Gap	05061	Préalpes du Sud	15
MEOU0050	916654	6353850	647	Méouge à Barret sur Méouge	Buëch	Méouge	Barret-sur-Méouge	05014	Préalpes du Sud	14
ONDE0100	975372	6421713	1164	Onde à Vallouise	Gyr	Onde	Vallouise	05175	Alpes internes	12
OULE0100	897368	6377391	651	Oule à Valdoule (amont projet de restauration)	Eygues	Oule	Sainte-Marie	05150	Préalpes du Sud	14
OULE0150	896243	6377555	634	Oule à Valdoule (zone à restaurer)	Eygues	Oule	Sainte-Marie	05150	Préalpes du Sud	14
RABI0050	975583	6399813	1418	Rabioux à Châteauroux les alpes	Durance	Rabioux	Châteauroux-Les-Alpes	05036	Alpes internes	107
REALL010	969567	6388319	800	Réallon à Savines-le-Lac	Durance	Réallon	Savines-le-Lac	05164	Préalpes du Sud	15
RIBI0100	929463	6407475	1035	Rivière à Saint-disdier	Drac	Rivière	Devoluy	05139	Préalpes du Sud	13
RIVI0200	998265	6411344	1269	Rivière à Arvieux	Guil	Torrent de la Rivière	Arvieux	05007	Alpes internes	107
SOUL0100	933642	6402301	1296	Souloise à Saint-étienne-en-devoluy	Drac	Souloise	Devoluy	05139	Préalpes du Sud	13
SVSE0100	959051	6419837	1400	Séveraisse à La Chapelle-en-Valgaudemar	Drac	Séveraisse	La Chapelle-en-Valgaudemar	05064	Alpes internes	12
TABU0050	974030	6437838	1530	Petit Tabuc au Casset	Guisane	Le Petit Tabuc	Le Monétier-Les-Bains	05079	Alpes internes	12
VACH0100	983628	6385706	1438	Vachères à les Orres (amont)	Durance	Torrent des Vachères	Les Orres	05098	Alpes internes	107
VACH0150	982642	6385381	1350	Vachères à les Orres (aval les ribes)	Durance	Torrent des Vachères	Les Orres	05098	Alpes internes	107

Tableau 1 : Présentation des stations étudiées rangées par ordre alphabétique

2.2 Répartition des stations d'étude par bassin versant

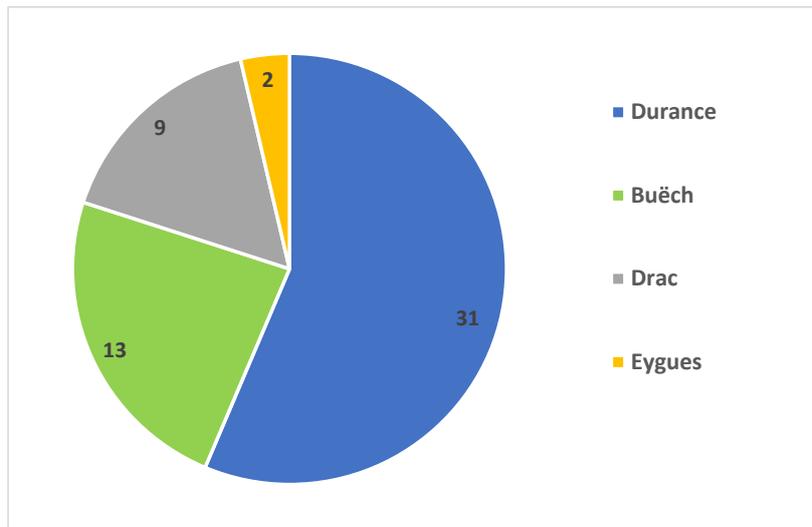


Figure 1 : Répartition du nombre de stations d'étude par grand bassin versant

Le nombre de stations d'étude par grand bassin versant est à l'image de la représentativité de ces bassins sur le territoire étudié. La Durance (hors Buëch), qui occupe une surface importante du département des Hautes-Alpes, ne compte pas moins de 31 stations de suivi (soit 56 % des points d'étude). Le Buëch, affluent important de la Durance, comptabilise 13 stations sur son cours et ses affluents. Neuf stations sont placées sur la Drac et ses affluents. Enfin deux stations concernent l'Oule, affluent de l'Eygues, lui-même affluent du Rhône qu'il rejoint au niveau de la ville d'Orange (84).

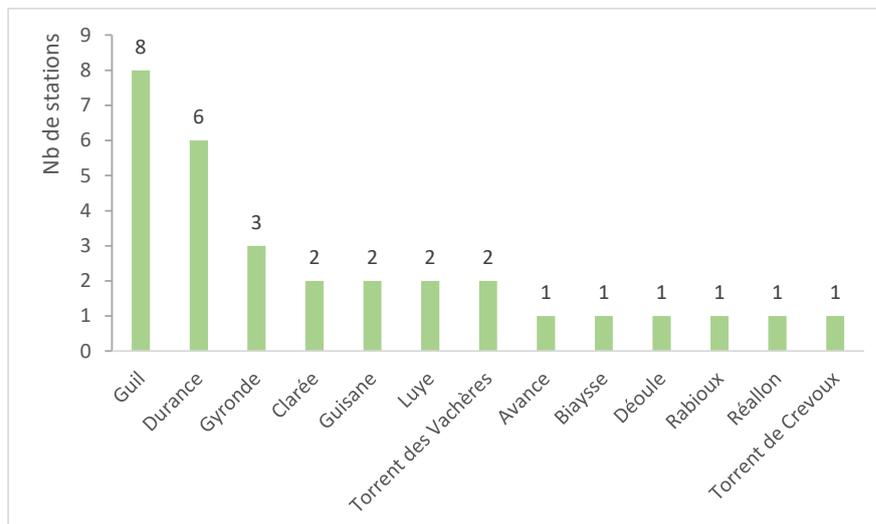


Figure 2 : Répartition du nombre de stations d'étude sur le bassin de la Durance (hors Buëch)

Hormis le Buëch qui fait l'objet d'un traitement différencié, la majorité des stations est localisée sur le bassin du Guil (8 stations) et le cours principal de la Durance (6 stations). La Gyronde compte 3 stations sur son bassin.

2.3 Répartition des stations d'étude par hydro-écorégion

Le département des Hautes-Alpes est partagé en deux grandes hydro-écorégions de rang 1, les Préalpes du sud et les Alpes internes. Elles sont elles-mêmes subdivisées en hydro-écorégion de rang 2 (voir figure et tableau ci-dessous).

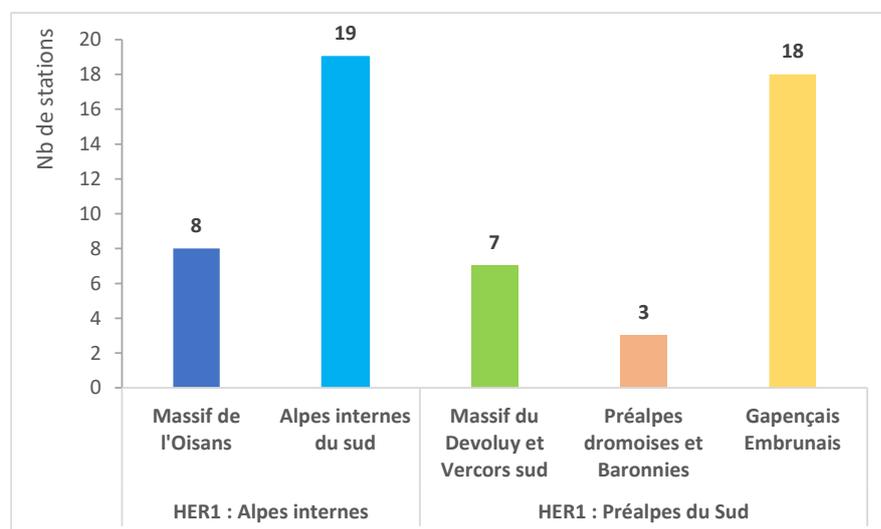


Figure 3 : Répartition du nombre de stations d'étude par HER1 et HER2

Au total, 27 stations d'étude sont situées dans l'HER1 Alpes internes (dont 19 en Alpes internes du sud) et 28 stations sont réparties dans l'HER1 Préalpes du sud (dont 18 dans le Gapençais-Embrunais).

HER1	code HER2	nom HER2	géologie dominante	altitudes	pente	climat (influence)
Alpes internes	12	Massif de l'Oisans	Cristalline à roches dures	Très élevées (jusqu'à 4000 m)/présence de glaciers	Fortes	Montagnard continental (légères influences méditerranéennes au sud)
	107	Alpes internes du sud	Roches hétérogènes	Elevées (jusqu'à 3000 m)/pas de glaciers significatifs	Fortes	Montagnard à tendance sèche
Préalpes du sud	13	Massif du Devoluy et Vercors sud	Calcaires et marnes	Elevées (jusqu'à 2600 m)	Fortes	Montagnard continental (influences méditerranéennes)
	14	Préalpes dromoisées et Baronnies	Marno-argileux	Assez élevées (jusqu'à 1600 m)	Soutenues	Montagnard à influence méditerranéenne (déficit hydrique)
	15	Gapençais Embrunais	Marnes	Peu élevées dans la plaine (500 à 800 m)	Marquée sur les reliefs	Méditerranéenne et montagnarde (assez sec)

Tableau 2 : Signification des différentes hydro-écorégions (HER1 et HER2) sur le territoire concerné

La répartition des stations dans les différentes hydro-écorégions est à l'image de la diversité des ambiances géologiques et climatiques du département des Hautes-Alpes. Des rivières d'altitude d'origine glaciaire aux cours d'eau de piémont s'écoulant sous climat méditerranéen, une grande variété de milieux lotiques est observé.

2.4 Dates de prélèvements

Les échantillonnages ont été réalisés chaque année entre 2016 et 2021. Le plus souvent, deux campagnes de prélèvements sont réalisées au cours d'une année afin de rendre compte de la variabilité saisonnière. Une à six campagnes de prélèvements ont été effectuées en fonction des stations et de la problématique associée. A noter que pour des raisons sanitaires (pandémie de Covid 19) ayant provoqué un confinement, certains prélèvements prévus en hiver 2020 ont été reportés à l'hiver 2021. Les dates par station sont données dans le tableau ci-dessous.

Code station	2016		2017		2018		2019		2020		2021	nombre de campagnes
AGNE0200						21/08/2018						1
AGNE0400							25/03/2019	06/09/2019				2
AIGU0100			23/02/2017	17/10/2017								2
ANCE0100							22/03/2019	09/09/2019				2
AVAN0100									08/09/2020	22/12/2020		2
BIAY0200					13/03/2018	11/09/2018						2
BLAI0200			13/03/2017	18/10/2017								2
BLEM0100			23/02/2017	17/10/2017								2
BUEC0200	04/03/2016	04/10/2016	09/02/2017	16/10/2017								4
BUEC0300					25/05/2018	31/08/2018			20/07/2020	22/12/2020		4
BUEC0700							14/03/2019	20/06/2019				2
BUEC0800					25/05/2018		14/03/2019	20/06/2019				3
BUEC1100	04/03/2016	22/09/2016	07/02/2017	16/10/2017								4
BUEC1200					24/05/2018	31/08/2018						2
BUEC1400					29/05/2018	10/09/2018						2
BUEC1600			07/02/2017	06/10/2017								2
CEAN0200			13/03/2017	18/10/2017								2
CHAG0100							19/03/2019	13/09/2019				2
CHAU0100			09/02/2017	06/10/2017								2
CLAR0200	24/02/2016	23/09/2016										2
CLAR0300							19/03/2019	13/09/2019				2
CREV0100	10/03/2016	20/09/2016										2
CRIS0050	07/03/2016	19/09/2016	15/02/2017	04/10/2017								4
DEOU0050									14/01/2020	03/07/2020		2
DRAC0020						06/09/2018						1
DRAC0040						24/08/2018						1
DRAC0060	29/02/2016	15/09/2016	09/03/2017	03/10/2017								4
DRAC0080			09/03/2017			24/08/2018	22/03/2019	09/09/2019		09/09/2020	15/03/2021	6
DURA0030	02/03/2016	13/09/2016										2
DURA0055	02/03/2016	13/09/2016										2
DURA0067	07/03/2016	20/09/2016	06/02/2017	02/10/2017								4
DURA0070					13/03/2018	11/09/2018						2
DURA0200					28/05/2018	03/09/2018						2
DURA0300	10/03/2016	22/09/2016										2
GUIL0200							25/03/2019	06/09/2019				2
GUIL0400					14/03/2018	13/09/2018						2
GUIL0500	23/02/2016	19/09/2016	15/02/2017	04/10/2017					08/09/2020			5
GUIS0200	24/02/2016	23/09/2016	06/02/2017	02/10/2017								4
GYR0100						07/09/2018						1
GYR0150	01/03/2016	12/09/2016										2
LUYE0050										03/07/2020		1
LUYE0400							12/03/2019	02/09/2019				2
MEOU0050									09/03/2020	20/07/2020		2
ONDE0100	01/03/2016	12/09/2016										2
OULE0100											11/02/2021	1
OULE0150											11/02/2021	1
RABI0050									15/09/2020	09/03/2021		2
REAL0010					13/09/2018							1
RIBI0100					04/06/2018	14/09/2018						2
RIVI0200					14/03/2018							1
SOUL0100									09/09/2020	15/03/2021		2
SVSE0100	29/02/2016	15/09/2016	02/10/2017									3
TABU0050									14/09/2020	16/03/2021		2
VACH0100							12/03/2019	02/09/2019			15/03/2021	3
VACH0150											15/03/2021	1

Tableau 3 : Dates de prélèvements par station

3 RESULTATS

3.1 Etude des richesses taxonomiques

3.1.1 Richesse globale par ordre

	Ordres	Richesse	%
Insectes	Ephéméroptères	54	31
	Trichoptères	33	19
	Plécoptères	27	15
	Diptères	21	12
	Coléoptères	17	10
	Odonates	5	3
	Mollusques	5	3
	Odonates	3	2
Crustacés	Amphipodes	1	1
	Ostracodes	1	1
Autres		8	5

Tableau 4 : Répartition des richesses taxonomiques par ordre d'invertébrés aquatiques étudié

Sur les 55 stations étudiées entre 2016 et 2021, un total de **175 taxons** a été déterminé. Le classement des richesses taxonomiques par ordre (voir tableau 4 ci-dessus) montre une dominance dans la liste faunistique des insectes (94 % des taxons déterminés), en particulier de l'ordre des **Ephéméroptères** qui compte 54 taxons, soit 31 % de la richesse globale. Ils sont suivis par les Trichoptères (33 taxons), les Plécoptères (27 taxons) et les Diptères (21 taxons).

La dominance des Ephéméroptères, en nombre de taxons identifiés, peut s'expliquer par plusieurs raisons. D'abord cet ordre présente une richesse importante dans les Alpes du sud, où les influences biogéographiques et bioclimatiques ont une incidence sur les peuplements. De plus, l'effort de détermination s'est davantage concentré sur ces insectes, particulièrement significatifs d'un point de vue écologique. La plus grande « accessibilité » de la détermination au niveau larvaire des Ephéméroptères par rapport aux autres ordres d'insectes comme les Trichoptères (où, dans beaucoup de cas, seuls les adultes sont identifiables à l'espèce), engendre une légère surreprésentation de cet ordre par rapport aux autres groupes.



Photo 5 : Larves d'Ephéméroptères *Ecdyonurus* sp, de la famille des Heptageniidae. Cette famille comprend à elle-seule 25 taxons différents dans les stations étudiées.

3.1.2 Richesses taxonomiques par bassin versant

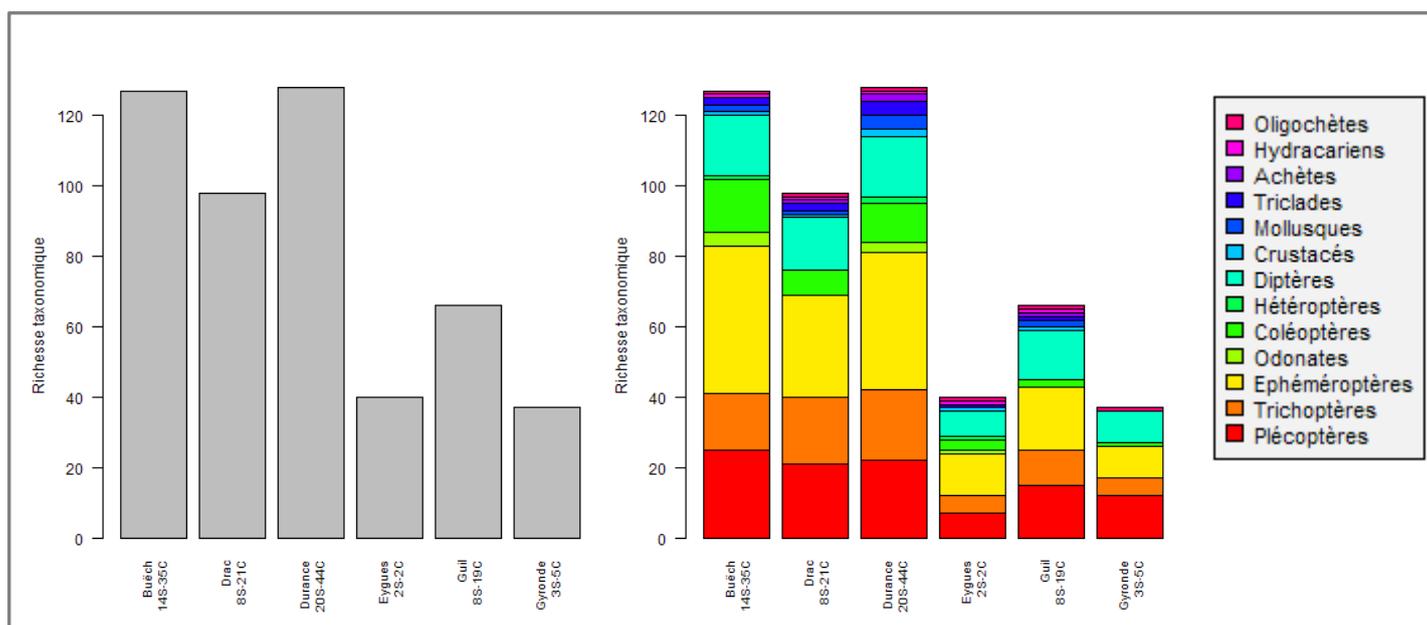


Figure 4 : Répartition des richesses taxonomiques par grand bassin versant tous taxons confondus (à gauche) et par groupe d'invertébré (à droite)

Les bassins versant du Buëch et de la Durance (hormis Guil, Buëch et Gyronde) présentent les plus fortes richesses. Ceci s'explique par l'amplitude altitudinale de ces bassins qui offrent des conditions de vie différentes de l'amont vers l'aval, ainsi que par le grand nombre de stations suivies sur le cours principal et les affluents. Dans ces deux bassins, les Ephéméroptères dominent en nombre d'espèces, suivis par les Plécoptères et les Trichoptères.

Le Drac arrive en troisième position. En comparaison avec le Guil qui présente un nombre de stations et de campagnes similaires, la richesse observée sur le Drac est élevée. L'altitude plus faible des stations d'étude et plus grande diversité des milieux prélevés sur le bassin du Drac peut expliquer cette différence.

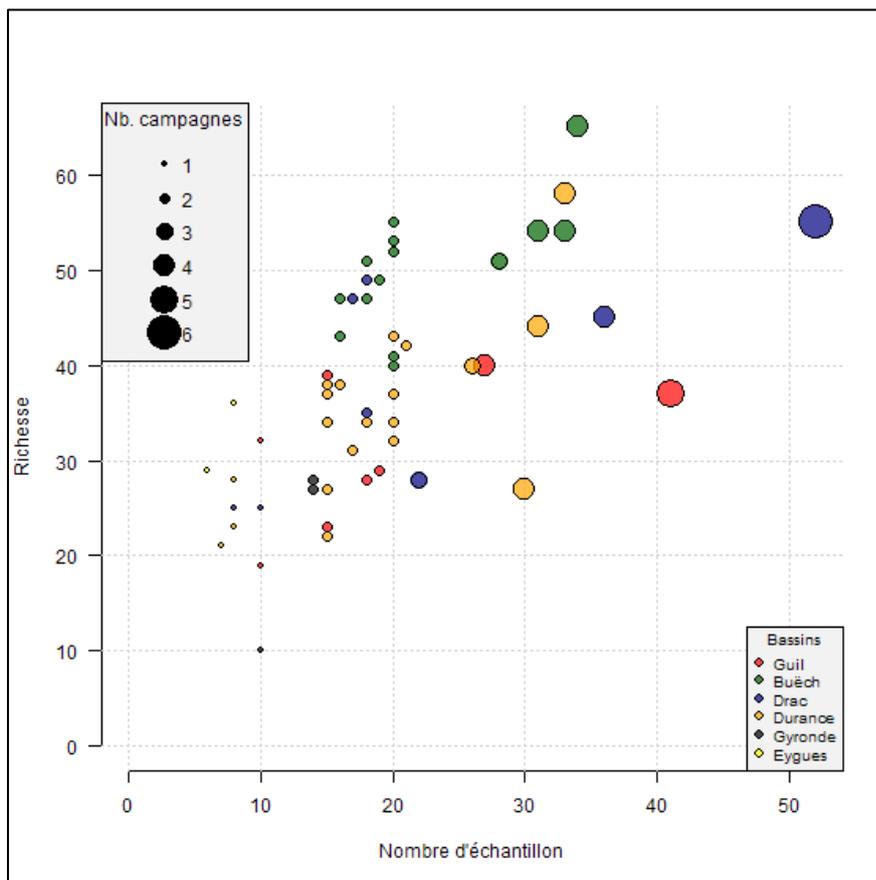
L'Eygues n'est représenté que par deux stations, ce qui explique en partie cette faible richesse constatée par comparaison aux autres bassins versants. Cette observation est valable aussi pour la Gyronde. Cependant, dans le premier bassin, la meilleure représentativité des différents groupes faunistiques indique une diversité supérieure. Cours d'eau montagnard d'origine glaciaire, la Gyronde reste fortement contrainte par les paramètres abiotiques limitants (hydrologie, substrat, température...).

Au total 175 taxons ont été déterminés dans les 55 stations étudiées. L'ordre des Ephéméroptères est le plus riche. Ceci s'explique d'abord par une grande diversité de ce groupe dans les Alpes du sud. D'autre part, cet ordre a fait l'objet d'une détermination plus ciblée, du fait d'une meilleure connaissance de la systématique larvaire. La comparaison par bassin versant montre une richesse importante sur le bassin du Buëch puis de la Durance, du Drac, et dans une moindre mesure du Guil.

3.1.3 Richesses taxonomiques par échantillon pour chaque station d'étude

- **Préambule :**

Le graphique suivant présente la relation entre l'effort d'échantillonnage fourni sur chaque station et la richesse taxonomique rencontrée. L'effort d'échantillonnage est défini ici comme le nombre de prélèvement réalisé sur une station donnée, lors de l'ensemble des campagnes d'investigation. Chaque point de ce graphique représente une station. La taille de ces points est proportionnelle au nombre de campagne réalisé sur la station. La couleur des points distingue les principaux bassins versants.



Comme cela est bien documenté dans les inventaires de biodiversité, il ressort que plus l'effort d'investigation est poussé, plus les richesses faunistiques apparaissent élevées.

Ce biais interprétatif doit être gardé à l'esprit en regardant les bilans faunistiques dressés dans ce rapport. En effet, les bilans présentant, sous forme de tableaux ou de figures, la richesse totale d'un bassin-versant ou bien même d'une station sont donc fortement dépendants de l'effort d'échantillonnage porté. Le nombre de campagnes et de station sont d'ailleurs souvent indiqués sous les noms de bassins ou de stations pour cette raison.

Afin de pouvoir comparer certaines entités géographiques entre elles, des graphiques sous forme de boîte à moustache (boxplot en anglais) sont présentés. Ils permettent de visualiser la distribution des valeurs de richesses taxonomiques de chaque prélèvement pour une entité. C'est-à-dire que les données avec lesquelles ces boxplots sont construits, sont les richesses de chaque prélèvement au sein d'une même entité géographique (station ou bassin-versant).

Les valeurs exprimées dans les boxplots reprennent les statistiques de distribution classique de ce type de graphique à savoir : la barre noire représente la médiane (50% des valeurs au-dessus de cette valeur et 50% en dessous), la limite inférieure de la boîte représente le 1^{er} quartile (25% des valeurs en dessous, 75 % au-dessus), la limite supérieure représente le 3^{ème} quartile, les moustaches représentent +/- 1,5 fois l'espace interquartile, les points sont les valeurs présentes au-delà des moustaches et représentent des observations singulières.

La représentation en boxplot permet en partie de s'affranchir de certains déséquilibres dans le plan d'échantillonnage du suivi qualité : nombre de campagnes par station, nombre de prélèvements par campagne, nombre de stations par bassin, etc.

• **La Durance**

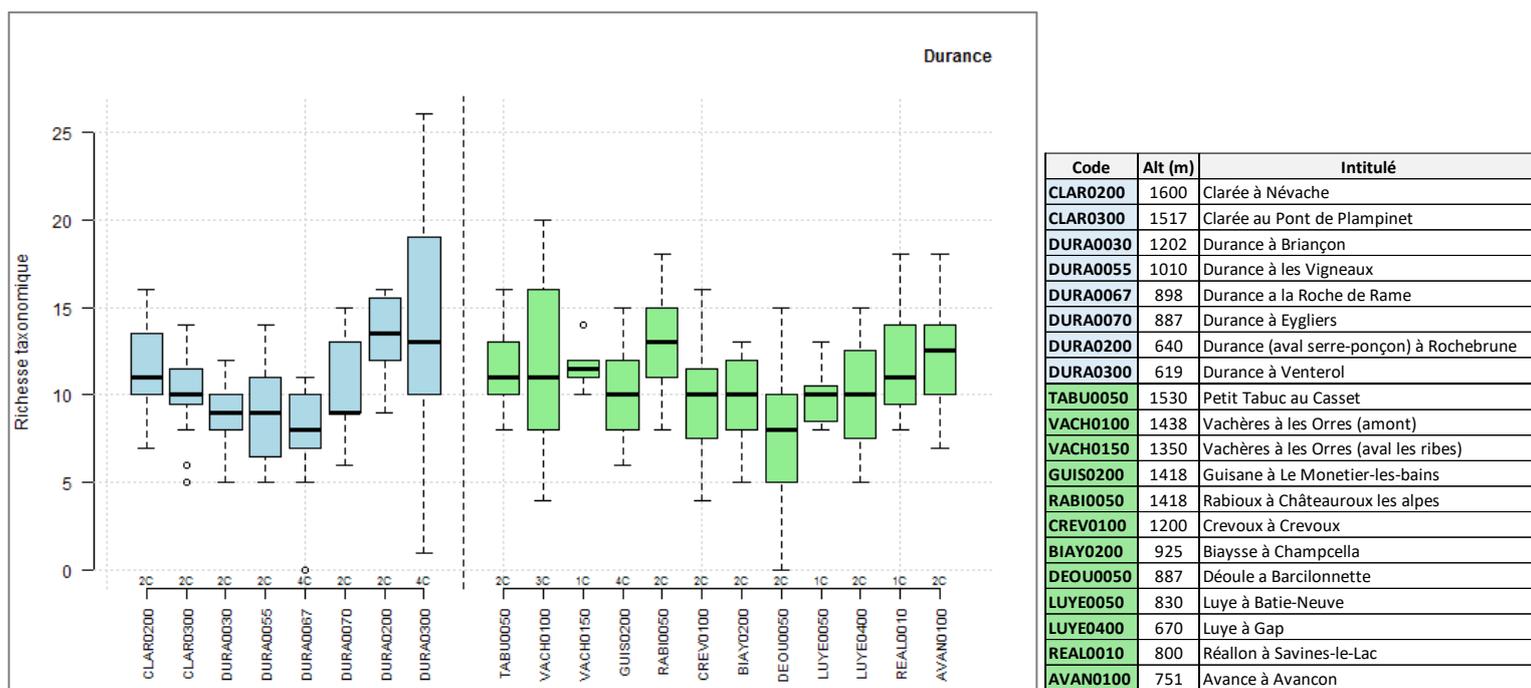


Figure 6 : Richesses de chaque échantillon par station sur le bassin de la Durance exprimées en boxplots (le trait noir correspond à la médiane)

A noter que dans cette analyse, la Clarée est considérée dans la continuité amont du linéaire de la Durance du fait de son débit important. Sur le cours principal de la Durance (stations en bleu sur le graphique ci-dessus), une légère diminution de la médiane est observée de la station de la Clarée à Névache (CLAR0200) à la station Durance à la Roche de Rame (DURA0067).

En aval de Serre-Ponçon (DURA0200 et DURA0300), les médianes observées sont supérieures à celles de l'amont. Une grande variabilité est observée entre les échantillons à la station DURA0300.

Sur les affluents pris en compte, la médiane la plus élevée est calculée sur le Rabioux à Châteauroux (RABI0050). Suivent ensuite l'Avance (AVAN0100) et le Réallon (REAL0010). Le torrent de Vachères (VACH0100) présente également des richesses élevées mais une grande variabilité entre les échantillons. La médiane la plus faible est observée sur le Déoule à Barcilonnette (DEOU0050).

• **Le Buëch**

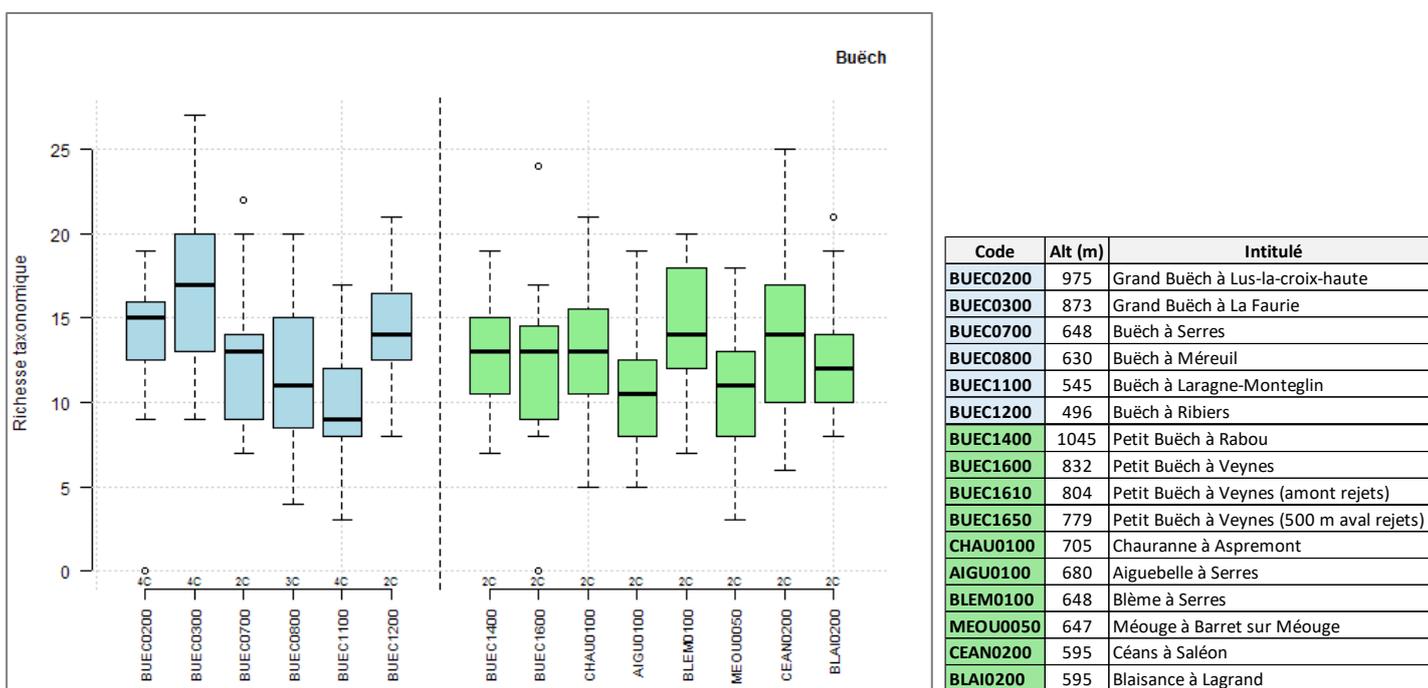


Figure 7 : Richesses de chaque échantillon par station sur le bassin du Buëch exprimées en boxplots

Sur le cours principal, les médianes les plus élevées sont observées sur le Grand Buëch (BUEC0200 et BUEC0300). Elles diminuent progressivement jusqu'à Laragne. Une augmentation nette de la richesse est observée entre Laragne et Ribiers. Globalement, elles sont plus élevées que sur la Durance.

Sur les affluents du Buëch, les valeurs les plus importantes sont observées sur la Blème (BLEM0100) et le Céans (CEAN0200). Sur le Petit Buëch, les valeurs sont moyennes et relativement proches d'une station à l'autre. Les valeurs les plus faibles sont observées sur la Méouge (MEOU0050) et l'Aiguebelle (AIGU0100).

- **Le Drac**

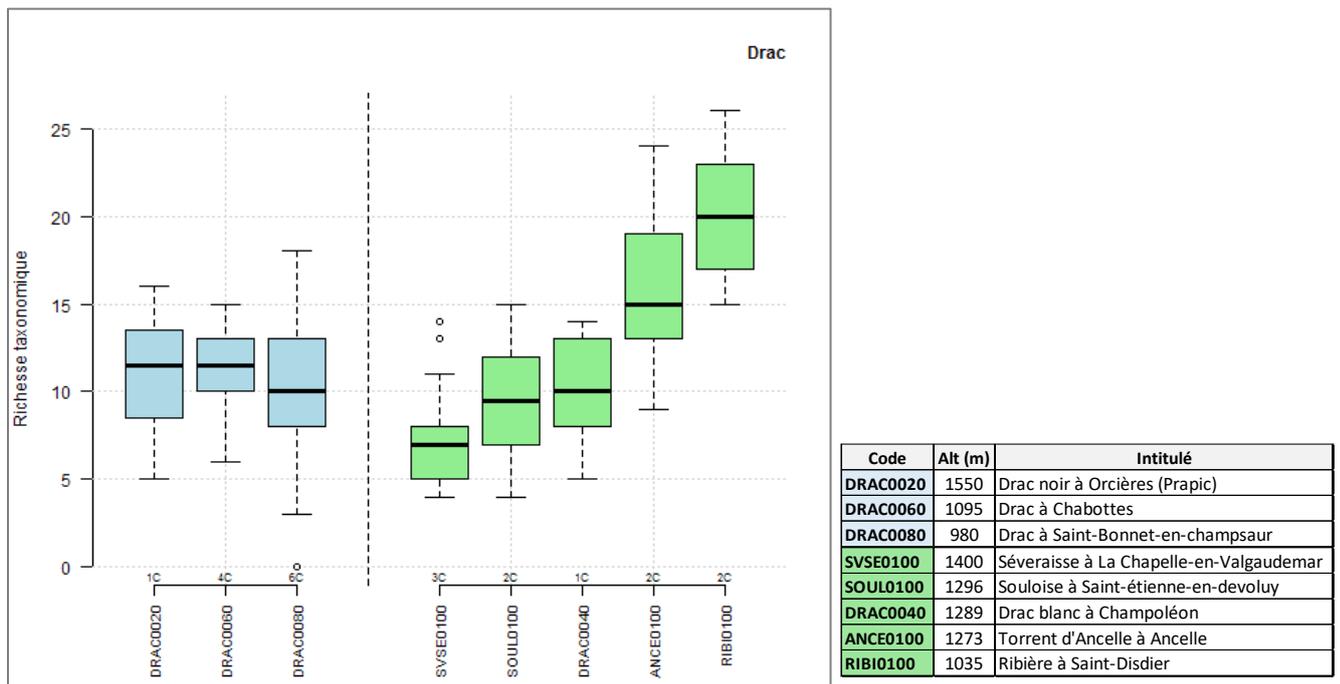


Figure 8 : Richesses de chaque échantillon par station sur le bassin du Drac exprimées en boxplots

Sur le cours principal du Drac, les répartitions des richesses sont assez semblables dans les deux stations les plus en amont (Drac à Orcières et à Chabottes). Elles sont légèrement plus faibles et plus variables à la station de Saint-Bonnet (DRAC0080).

Les affluents du Drac présentent une variabilité marquée des richesses d'une station à l'autre. La valeur de médiane la plus élevée est observée sur la Ribière à Saint-Disdier (RIBI0100). Les richesses des échantillons réalisés à cette station sont supérieures à celles observées sur l'ensemble des autres points d'étude. Suit ensuite le torrent d'Ancele (ANCE0100) et le Drac Blanc à Champoléon (DRAC0040), qui présente une distribution des richesses semblable à celles constatées sur le Drac.

La station qui présente la médiane la plus faible est la Séveraisse à la Chapelle-en-Valgaudemar. Le régime glaciaire et torrentiel de ce cours d'eau qui s'oppose au régime karstique et plus stabilisé de la station de la Ribière, peut en partie expliquer ces différences entre stations.

- **Le Guil**

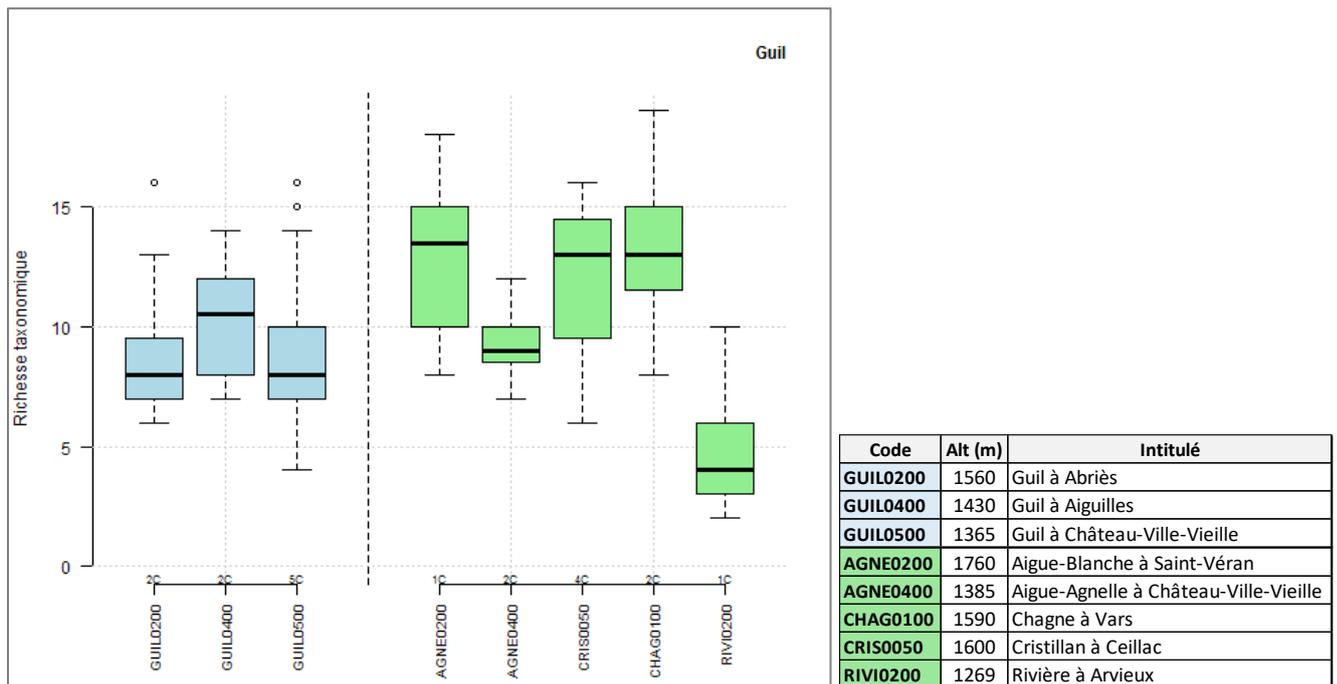


Figure 9 : Richesses de chaque échantillon par station sur le bassin du Guil exprimées en boxplots

Sur le Guil, les richesses sont assez proches d'une station à l'autre, avec une tendance à être plus élevées sur le Guil à Aiguilles (GUIL0400). Par comparaison au cours principal du Drac, elles sont inférieures dans les stations du Guil.

Sur les affluents, les richesses observées sont particulièrement faibles sur le torrent de la Rivière à Arvieux (RIVI0200). Dans les autres stations, elles sont globalement plus élevées que dans le cours principal, à l'exception de l'Aigue-Agnelle à Château-Ville-Vieille (AGNE0400), où une différence significative est constatée avec les autres stations plus riches (AGNE0200, CRIS0050 et CHAG0100).

- **La Gyrone**

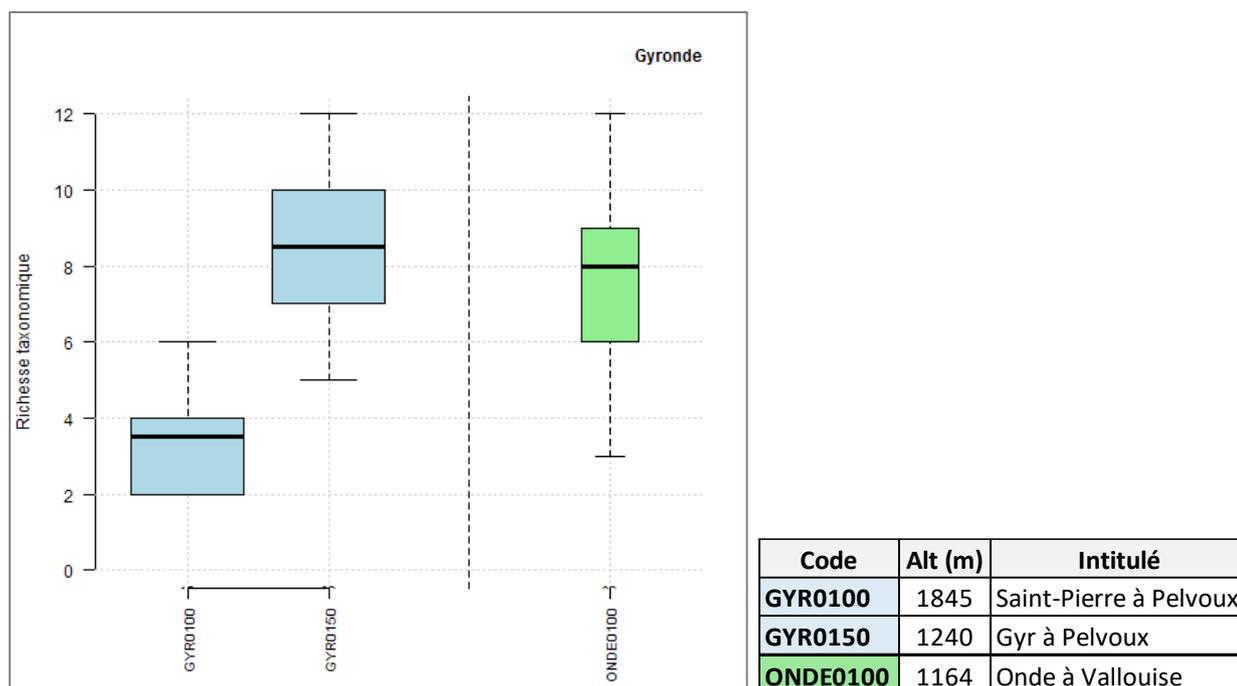


Figure 10 : Richesses de chaque échantillon par station sur le bassin du Gyrone exprimées en boxplots

Sur la station localisée sur le vallon de Saint Pierre à Pelvoux (GYR0100), les richesses sont particulièrement basses. Elles reflètent les conditions de vie dans un milieu d'altitude, sous influence de contraintes hydrologiques et sédimentaires fortes. Plus en aval sur le Gyr, à la station GYR0150, les richesses observées dans les échantillons augmentent par rapport à l'amont, mais restent relativement faibles par comparaison à l'ensemble des échantillons. Une plus grande variabilité est constatée entre les prélèvements. Signalons que les échantillonnages n'ont pas été réalisés au cours de la même année dans les deux stations, et que deux campagnes ont été effectuées à la station GYR0150 contre une seule à la station GYR0100.

A la station localisée sur l'Onde à Vallouise (ONDE0100), les richesses observées dans les échantillons sont proches de celles constatées sur le Gyr. Elles restent relativement basses, proches de ce qui est naturellement observé dans les torrents montagnards d'origine glaciaire où les contraintes d'habitat sont fortes.

- **L'Eygues**

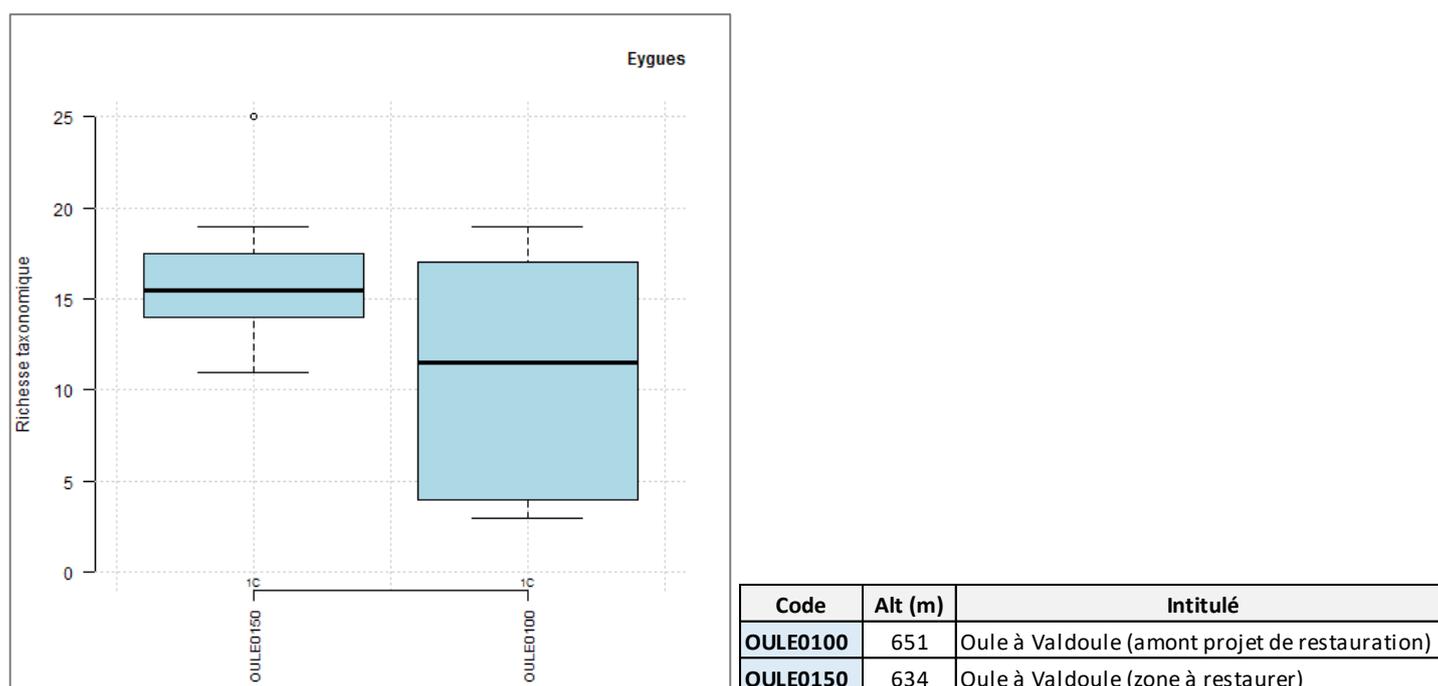


Figure 11 : Richesses de chaque échantillon par station sur l'Oule (bassin de l'Eygues) en boxplots

Deux stations ont été suivies sur l'Oule, petit affluent du cours supérieur de l'Eygues. Sur la station localisée en aval (OULE0150), dans une zone méandrée qui fera l'objet d'une restauration, les richesses par échantillon sont relativement stables. La médiane dépasse 15 taxons, ce qui la place parmi les points étudiés présentant une plus grande richesse. La station OULE0100 située plus en amont dans un secteur chenalisé, présente une médiane légèrement inférieure, et une variabilité des richesses d'un échantillon à l'autre plus marquée.

3.1.4 Richesses taxonomiques cumulées **par station** sur les principaux bassins étudiés

Remarque : Il faut préciser que si les richesses cumulées par station sont à l'image des richesses réellement observées dans les cours d'eau étudiés, elles sont aussi influencées par l'effort d'échantillonnage qui n'est pas identique d'une station à l'autre. Certains points d'étude ont en effet pu bénéficier de plusieurs campagnes de prélèvements alors que d'autres n'ont été prélevés qu'une seule fois. Les chiffres donnés, bien qu'ils soient indicatifs, sont donc à prendre avec prudence.

• La Durance

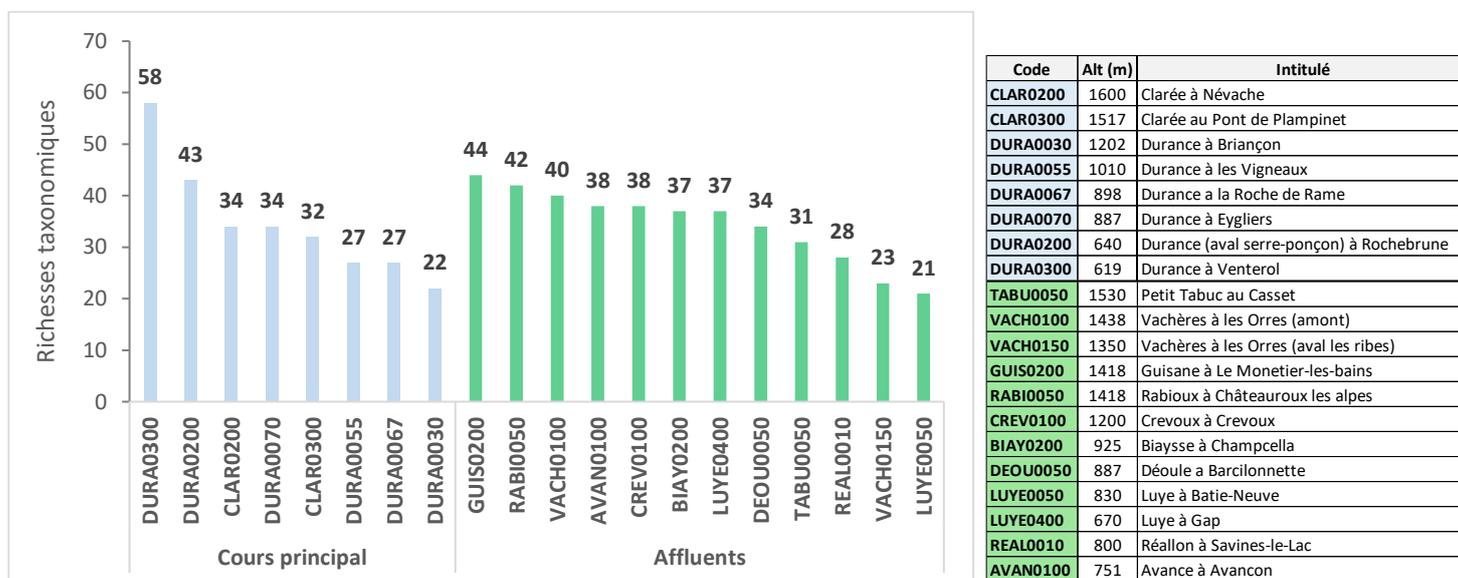


Figure 12 : Richesses cumulées par station sur le bassin de la Durance rangées par ordre décroissant

A noter que dans cette analyse, la Clarée est considérée dans la continuité amont du linéaire de la Durance du fait de son débit important. Sur le cours principal de la Durance, les richesses cumulées les plus élevées sont observées aux stations DURA0300 et DURA0200, deux stations localisées en aval proche du barrage de Serre-Ponçon. La plus grande stabilité hydrologique, le changement de niveau typologique et l'influence des eaux issues du barrage pourraient expliquer que le peuplement soit plus riche dans ce secteur. Les deux stations de la Clarée et celle de la Durance à Eygliers ont une richesse moyenne et proche l'une de l'autre. Les richesses les plus faibles sont observées aux Vigneaux (DURA0055) et à la Roche de Rame (DURA0067), ainsi qu'à Briançon (DURA0030).

Sur les affluents de la Durance présentés ici, des richesses cumulées relativement élevées (supérieures à 40 taxons) sont observées sur la Guisane à Le Monetier (GUIS0200), le Rabioux à Châteauroux-les-Alpes (RABI0050) et le torrent de Vachères (VACH0100) en amont du hameau des Ribes. La valeur la plus faible (21 taxons) est observée sur la Luye à Batie-Neuve (LUYE0050).

- **Le Buëch**

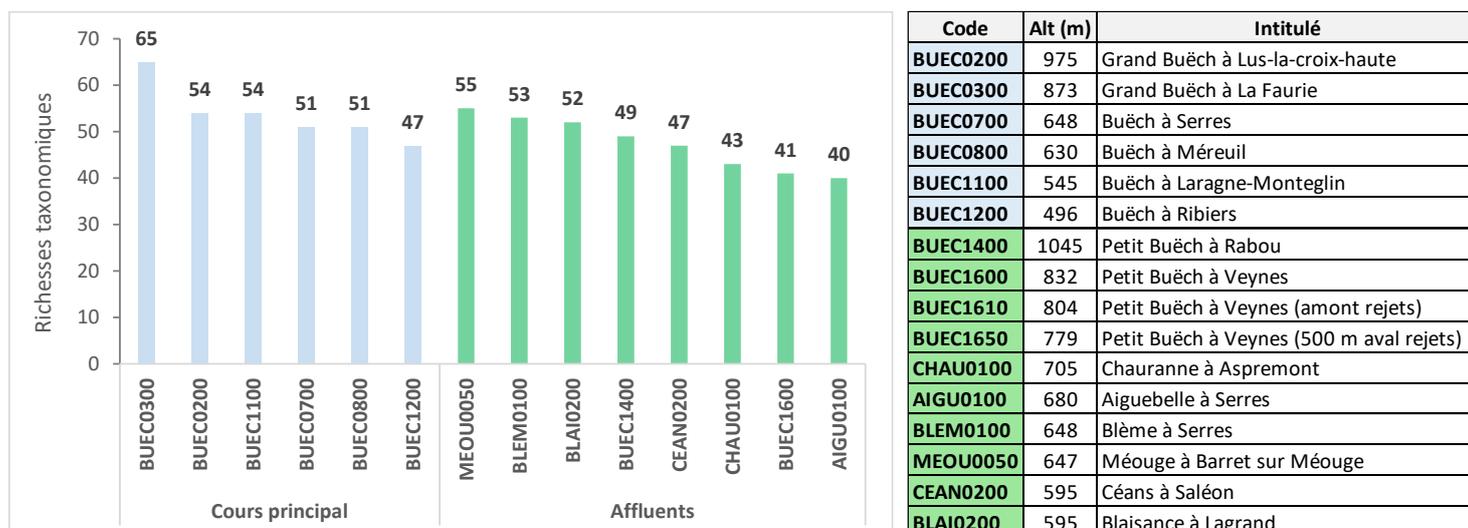


Figure 13 : Richesses cumulées par station sur le bassin du Buëch rangées par ordre décroissant

Les richesses cumulées sur le Buëch sont élevées, dépassant 50 taxons dans cinq stations du cours principal et trois affluents. La valeur la plus élevée calculée dans le cadre de cette étude (65 taxons) est observée sur le Grand Buëch à La Faurie (BUEC0300). Elle contraste avec la station du Buëch à Ribiers où 47 taxons ont été comptabilisés.

Aucun affluent ne présente des richesses cumulées inférieures à 40 taxons, ce qui fait du Buëch le plus riche affluent de la Durance (50 taxons en moyenne). La Méouge (MEOU0050), la Blème (BLEM0100) et la Blaisance (BLAI0200) sont les affluents étudiés les plus riches.

• **Le Drac**

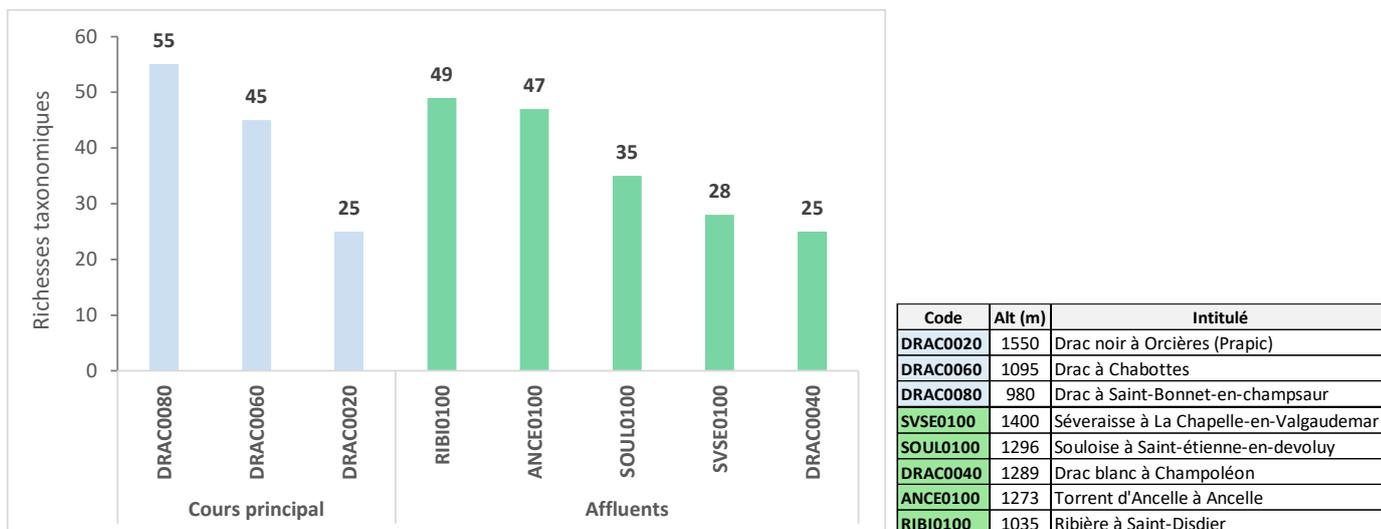


Figure 14 : Richesses cumulées par station sur le bassin du Drac rangées par ordre décroissant

Sur le cours principal, les richesses cumulées sont inversement proportionnelles à l'altitude. La valeur la plus élevée est observée sur la station DRAC0080 au niveau de Saint-Bonnet (980 m d'altitude). La valeur la plus faible est calculée sur le Drac Noir à Orcières (DRAC0020), à 1550 m d'altitude.

Pour les affluents du Drac étudiés, les richesses cumulées les plus élevées sont observées sur la Ribière à Saint-Disdier (RIBI0100) et le torrent d'Ancele à Ancelle (ANCE0100). Les valeurs les plus faibles sont calculées sur la Séveraisse (SVSE0100) et le Drac Blanc à Champoléon. Les pentes plus élevées, l'instabilité du substrat et les contraintes hydrauliques plus fortes peuvent expliquer ces plus faibles valeurs dans les stations plus montagnardes.

- **Le Guil**

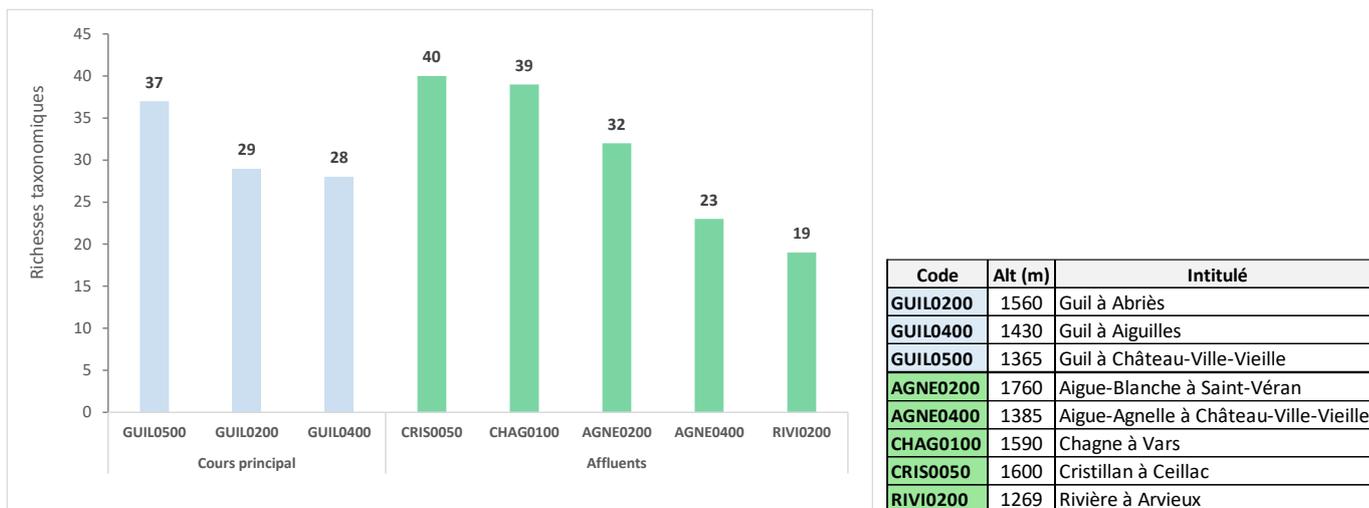


Figure 15 : Richesses cumulées par station sur le bassin du Guil rangées par ordre décroissant

Sur le Guil, les richesses cumulées sont plus élevées à Château-Ville-Vieille (GUIL0500). Le nombre de campagne plus élevées dans cette station explique en partie ce résultat.

Sur les affluents, la valeur la plus élevée est observée sur le Cristillan à Ceillac (CRIS0050) et la Chagne (CHAG0100) à Vars. Sur le torrent de l'Aigue-Agnelle, la richesse est plus élevée sur le cours amont (AGNE0200) que le cours aval (AGNE0400), avec respectivement 32 et 23 taxons. Cette différence pourrait traduire une dégradation de la qualité entre les deux stations.

Enfin, une faible richesse est constatée sur le torrent de la Rivière à Arvieux (RIVIO200). Là-aussi, en l'absence de contrainte naturelle prépondérante, cette valeur pourrait traduire une dégradation de la qualité en aval d'Arvieux.

Les richesses cumulées les plus fortes sont observées sur le bassin versant du Buëch dont aucune station étudiée ne présente une valeur inférieure à 40 taxons. La Durance présente une richesse relativement élevée, mais avec une grande hétérogénéité entre les sous-bassins versants. Les valeurs les plus faibles sont observées sur la Luye. Sur le cours principal, une différence importante est observée entre l'amont et l'aval de Serre-Ponçon, les stations localisées dans ce dernier tronçon présentant les plus fortes valeurs.

Le Drac est globalement riche, en particulier la station DRAC0080 située à St Bonnet-en-Champsaur dans une zone ayant subi une restauration morphologique, et l'affluent la Ribière.

Le cours principal du Guil présente une richesse assez basse, peut-être à cause d'altitudes plus élevées et d'un caractère torrentiel plus marqué que sur le Drac. La différence observée entre l'amont et l'aval du torrent de l'Aigue-Agnelle pourrait traduire une perturbation du milieu. Le torrent de la Rivière présente une richesse particulièrement basse.

3.2 Caractérisation globale des peuplements

3.2.1 Les variables descriptives

Plusieurs paramètres abiotiques ont été mesurés afin de décrire l'environnement des points d'étude (voir tableau 5 ci-dessous). De plus, à chaque habitat prélevé, une description de l'habitat des invertébrés est notée, intégrant un codage du substrat dominant et du colmatage (suivant la classification d'Archambault et al., 2005), ainsi qu'une mesure de vitesse à 80% et à 20% de la hauteur totale.

Pour faciliter le traitement des données, une présélection de variables a été effectuée, tenant compte des valeurs moyennes et maximales calculées sur une station. L'altitude du point d'étude a également été intégrée à l'analyse.

Code	Variabes	Unités
Alt	Altitude	m
Col moy	Colmatage moyen	code colmatage
conduct moy	Conductivité moyenne mesurée	$\mu\text{S.cm}^{-1}$
debit max	Débit maximal mesuré	$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$
debit moy	Débit moyen mesuré	$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$
O2_C moy	Concentration en oxygène moyenne	mg.l^{-1}
O2_sat moy	Saturation en oxygène moyenne	%
pH moy	Valeur moyenne du pH mesurée	unité pH
temp max	Température maximale mesurée	°C
temp moy	Température moyenne mesurée	°C
vit_08 moy	Vitesse moyenne à 80% de la hauteur	m.s

Tableau 5 : Les variables descriptives prises en compte pour caractériser les stations d'étude

Afin d'évaluer quels paramètres sont les plus discriminants pour caractériser les stations d'étude, une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée à partir des variables présentées.

La représentation de variable descriptives par l'ACP montre sur l'axe F1 une opposition nette entre l'**altitude** et les **températures maximales**, même si ces mesures de températures sont ponctuelles (voir figure 15 ci-dessous). Ces variables contribuent le plus fortement à la construction de l'axe. Dans une moindre mesure, on note l'opposition entre l'altitude et le débit maximal.

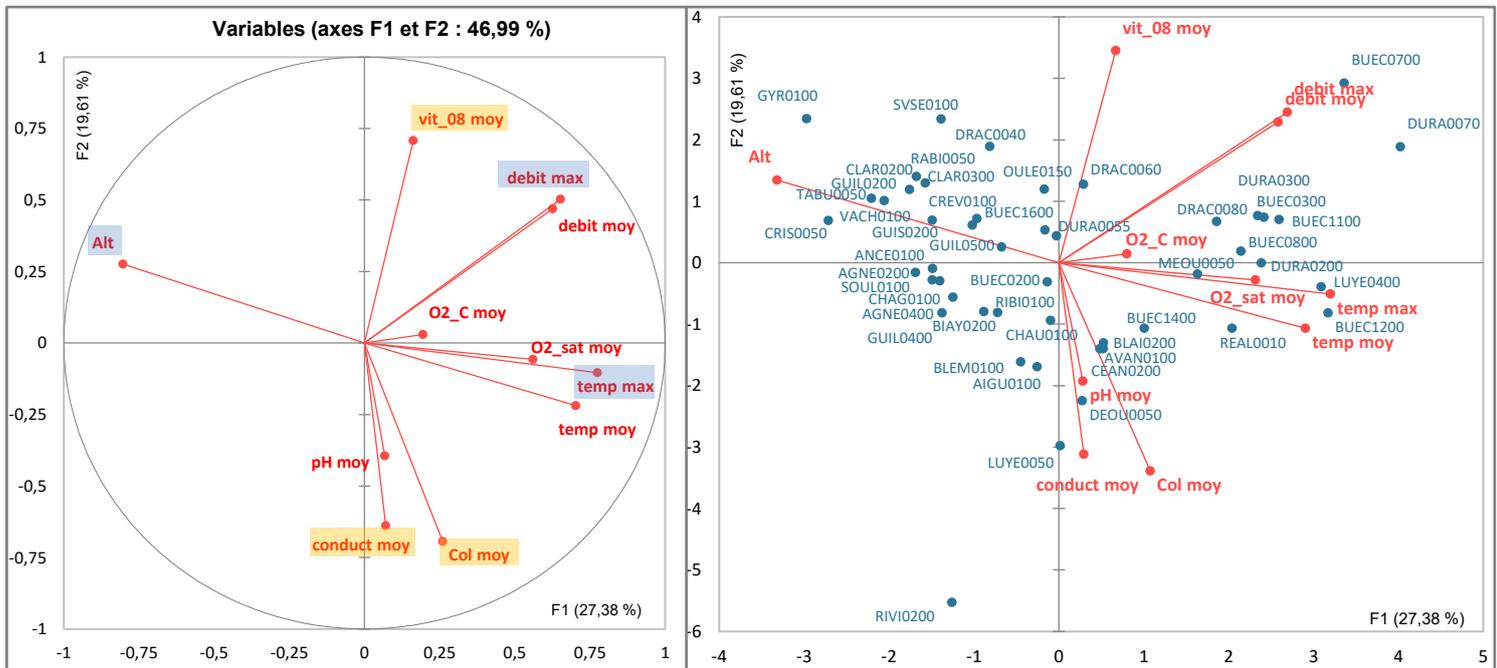


Figure 16 : représentation des variables descriptives sur les deux premiers axes de l'ACP (à gauche) et distribution des stations d'étude (à droite)

Ainsi les stations les plus basses en altitude sont retrouvées à droite du graphique (figure 15, à droite). Elles sont également (pour BUEC0700 et DURA0070) caractérisées par des débits maximaux mesurés plus importants. A l'inverse, les stations à gauche du graphique sont caractérisées par des altitudes plus élevées, des températures maximales et des débits plus faibles. Le gradient altitudinal et le gradient thermique associé, expliquent en partie la variabilité entre les stations d'étude.

Les variables qui contribuent à l'axe F2 sont essentiellement la vitesse moyenne à 80% de la hauteur (vit_08 moy), ainsi que dans le sens opposé, le colmatage (Col moy) et la conductivité (conduct moy). Il oppose des stations présentant des vitesses moyennes élevées comme BUEC0700 ou GYR0100 à des stations LUYE0050 où les vitesses sont les plus faibles mesurées. Sur cet axe, se distingue une station atypique, RIV0200, présentant un colmatage marqué et une conductivité très élevée (supérieure à 2000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) dont l'origine serait naturelle (sources triasiques en amont).

L'ACP permet de rendre compte des liens entre les différents paramètres descriptifs et de leur importance pour expliquer la répartition des stations. Il apparaît que l'altitude est le paramètre plus discriminant, et s'oppose à la température maximale. Une opposition est visible également entre le colmatage du substrat et la vitesse mesurée au niveau des habitats prélevés.

3.2.2 Relations entre les variables descriptives et les peuplements faunistiques

- Distribution des taxons**



Figure 17 : Représentation des deux premiers axes de l'ACC (Analyse Canonique des Correspondances) montrant le lien entre les paramètres descriptifs du milieu et le peuplement faunistique. Seuls les taxons les plus contributifs ont été mentionnés : en bleu ceux qui s'opposent sur l'axe F1 et en vert ceux qui s'opposent sur l'axe F2.

Code	Taxons	Coord F1
tr16	<i>Drusus sp</i>	-2,299
p22	<i>Isoperla rivulorum</i>	-2,041
tr41	<i>Baetis melanonyx</i>	-1,925
p11	<i>Nemoura mortoni</i>	-1,860
ep29	<i>Rhithrogena degrangei</i>	-1,809
ep23	<i>Epeorus alpicola</i>	-1,762
tr31	<i>Rhyacophila torrentium</i>	-1,560
p23	<i>Perlodes intricatus</i>	-1,550
p12	<i>Crenobia alpina</i>	-1,541
p25	<i>Rhabdiopteryx sp</i>	-1,483
ep33	<i>Rhithrogena hybrida</i>	-1,345
p16	<i>Perla grandis</i>	-1,240
tr15	<i>Allogamus sp</i>	-1,087
tr37	<i>Baetis alpinus</i>	-1,061
p12	<i>Protonemura sp</i>	-0,996
di14	<i>Limoniidae</i>	-0,660
cr1	<i>Gammarus sp</i>	0,766
tr5	<i>Hydropsyche sp</i>	0,835
tr35	<i>Alainites muticus</i>	0,938
ep36	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	1,010
p9	<i>Nemoura sp</i>	1,110
co6	<i>Limnius sp</i>	1,129
tr34	<i>Acentrella sinaica</i>	1,155
co4	<i>Elmis sp</i>	1,215
p17	<i>Perla marginata</i>	1,263
tr40	<i>Baetis lutheri</i>	1,283
ep11	<i>Ephemera danica</i>	1,346
co5	<i>Esolus sp</i>	1,363
ep44	<i>Oligoneuriella rhenana</i>	1,499
co10	<i>Oreochilus sp</i>	1,511
tr39	<i>Baetis gpe fuscatus</i>	1,577
od5	<i>Esolus sp</i>	1,650
ep5	<i>Caenis sp</i>	1,772
ep16	<i>Ecdyonurus gpe venosus</i>	1,783

Sur l'axe F1, deux groupes principaux de taxons s'opposent, dont les plus significatifs sont mentionnés dans le tableau ci-après. Cette variabilité s'explique principalement par le gradient altitudinal entre les stations. Les différences d'altitudes agissent sur le régime thermique, ce que laisse supposer l'opposition entre les températures maximales mesurées et l'altitude.

Cependant, le lien entre températures max et altitudes montre une relation fragile ($R^2 : 0,28$). Les données ponctuelles prises sur le terrain sont informatives mais des relevés en continu de températures (à l'aide de thermographes enregistreurs) permettraient d'évaluer plus précisément cette relation.

Le peuplement faunistique montre une opposition nette entre les peuplements montagnards et les ceux de plus basses altitudes, où disparaissent les espèces les plus alticoles (ex : *Drusus sp*) au profit des espèces eurythermes (ex : *Baetis gpe fuscatus*).

Tableau 6 : Taxons contributifs de l'axe F1 rangés par ordre décroissant des coordonnées. En bleu : les taxons à affinité montagnarde ; en rouge : les taxons plus eurythermes trouvés à altitude moyenne à basse ;

Code	Taxons	Coord F1
p4	<i>Zwicknia bifrons</i>	-7,274012683
co7	<i>Normandia sp</i>	-4,929074559
ep43	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	-3,573308427
ep10	<i>Torleya major</i>	-3,482938996
he1	<i>Micronecta sp</i>	-2,948616524
ep11	<i>Ephemera danica</i>	-2,764844818
co9	<i>Riolus sp</i>	-2,370703127
tr15	<i>Allogamus sp</i>	-2,118299657
co10	<i>Oreochtilus sp</i>	-2,116210777
tr7	<i>Hydropsyche incognita</i>	-2,109698479
p9	<i>Nemoura sp</i>	-1,98863487
od5	<i>Onychogomphus sp</i>	-1,422402375
ep20	<i>Ecdyonurus venosus</i>	-1,17993889
p24	<i>Brachyptera risi</i>	-1,095324709
tr31	<i>Rhyacophila torrentium</i>	-0,971795964
tr39	<i>Baetis gpe fuscatus</i>	1,132869107
ep33	<i>Rhithrogena hybrida</i>	1,14956264
p13	<i>Dinocros cephalotes</i>	1,511195811
tr36	<i>Baetis sp</i>	1,770109053
ep9	<i>Seratella ignita</i>	2,20826877
ep22	<i>Electrogena lateralis</i>	2,401440979
co2	<i>Hydroptorinae</i>	2,548256157
tr34	<i>Acentrella sinaica</i>	2,663293119
ep6	<i>Caenis beskidensis</i>	2,848968101
ep16	<i>Ecdyonurus gpe venosus</i>	2,938488987
tr25	<i>Polycentropus sp</i>	3,074118574
ep44	<i>Oligoneuriella rhenana</i>	3,121997547
tr38	<i>Baetis buceratus</i>	3,267180207
d17	<i>Atherix sp</i>	3,419373779
p11	<i>Dugesia sp</i>	4,303411037
ep31	<i>Rhithrogena gpe semicolorata</i>	4,469178226

Pour l'axe F2, le pourcentage d'information est relativement faible : il est difficile de dégager un paramètre plus contributif qu'un autre à la construction de l'axe. Cependant, le débit maximal et la température maximale mesurée semblent jouer en faveur d'espèces de grands cours d'eau comme l'Ephéméroptère *Oligoneuriella rhenana* (ep44). Elles s'opposent à d'autres espèces observées ponctuellement sur de petits affluents au faible débit comme l'Ephéméroptère *Paraleptophlebia submarginata* (ep43) ou le Plécoptère *Zwicknia bifrons* (p4).

Tableau 7 : Taxons contributifs de l'axe F2 rangés par ordre décroissant des coordonnées

L'analyse (ACC) permet de rendre compte de l'importance de l'altitude pour expliquer la répartition des taxons. Ce paramètre descriptif est inversement proportionnel à la température maximale, bien que cette relation soit fragile. Ceci souligne le besoin de disposer de données thermiques plus précises que des mesures ponctuelles pour expliquer la répartition des peuplements faunistiques. Sur le graphique, les peuplements constitués d'espèces alticoles et montagnardes s'opposent nettement aux espèces plus eurythermes, retrouvées dans les cours d'eau plus chauds sous influence méditerranéenne dominante. Dans une moindre mesure, l'analyse permet de distinguer les peuplements des grands cours d'eau à débits plus importants de celui des plus petits cours d'eau à débits mesurés faibles.

- **Distribution des stations**

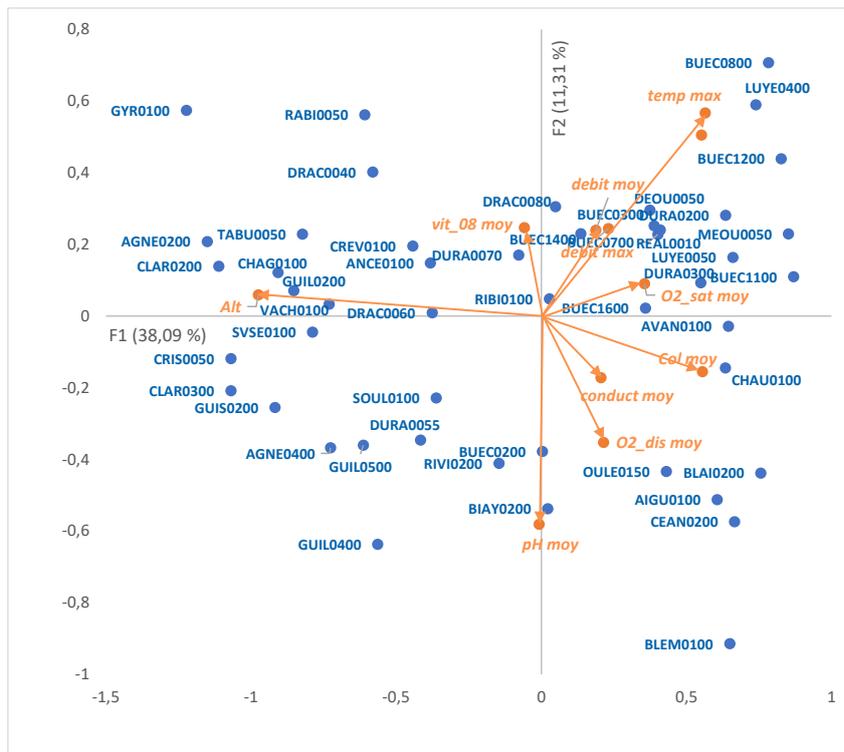


Figure 18 : Représentation des deux premiers axes de l'ACC (Analyse Canonique des Correspondances) montrant le lien entre les paramètres descriptifs du milieu et les stations d'étude

Sur l'axe F1, les stations aux altitudes les plus élevées et aux températures les plus faibles situées à gauche du graphique, s'opposent aux stations les plus chaudes, localisées aux altitudes les plus basses, situées à droite sur le graphique. La répartition des différentes espèces en fonction de leur préférendum thermique explique ces différences observées. Des nuances seront apportées plus loin sur la répartition de certaines stations.

Sur l'axe F2, des oppositions apparaissent, mais moins tranchées que sur l'axe F1. A droite du graphique, certains affluents du Buëch (BLEM0100, CEAN0200, AIGU0100, BLAI0200) et la station située sur l'Oule (OULE0150) s'opposent aux stations du Buëch situées sur le cours principal comme BUEC0800 (aval Serres) et BUEC1200 (Ribiers). Les températures et les débits maximaux jouent un rôle dans cette différenciation.

Stations	Coord sur F1	HER2	HER1
BU EC1100	1,3362154	H15	Préalpes du sud
MEOU0050	1,3086974	H14	Préalpes du sud
BU EC1200	1,2700115	H15	Préalpes du sud
BU EC0800	1,2033105	H15	Préalpes du sud
BLAI0200	1,1623262	H15	Préalpes du sud
LUYE0400	1,1357121	H15	Préalpes du sud
CEAN0200	1,0235122	H15	Préalpes du sud
LUYE0050	1,0143026	H15	Préalpes du sud
BLEM0100	0,9978667	H15	Préalpes du sud
AVAN0100	0,9903220	H15	Préalpes du sud
DURA0200	0,9760157	H15	Préalpes du sud
CHAU0100	0,9741128	H15	Préalpes du sud
AIGU0100	0,9315091	H15	Préalpes du sud
DURA0300	0,8438795	H15	Préalpes du sud
OULE0150	0,6623546	H14	Préalpes du sud
REAL0010	0,6297358	H15	Préalpes du sud
BU EC0700	0,6175928	H15	Préalpes du sud
BU EC0300	0,5978505	H13	Préalpes du sud
DEOU0050	0,5743971	H13	Préalpes du sud
BU EC1600	0,5515135	H13	Préalpes du sud
BU EC1400	0,2093087	H13	Préalpes du sud
DRAC0080	0,0743797	H15	Préalpes du sud
RIBI0100	0,0427987	H13	Préalpes du sud
BIAY0200	0,0337988	H107	Alpes internes
BU EC0200	0,0055132	H13	Préalpes du sud
DURA0070	-0,1196934	H107	Alpes internes
RIVIO200	-0,2240396	H107	Alpes internes
SOUL0100	-0,5568116	H13	Préalpes du sud
DRAC0060	-0,5785108	H15	Préalpes du sud
ANCE0100	-0,5875511	H15	Préalpes du sud
DURA0055	-0,6394485	H107	Alpes internes
CREVO100	-0,6814826	H107	Alpes internes
GUILO400	-0,8669317	H107	Alpes internes
DRAC0040	-0,8934576	H12	Alpes internes
RABI0050	-0,9347867	H107	Alpes internes
GUILO500	-0,9421404	H107	Alpes internes
AGNE0400	-1,1158642	H107	Alpes internes
VACH0100	-1,1234794	H107	Alpes internes
SVSE0100	-1,2117556	H12	Alpes internes
TABU0050	-1,2648354	H12	Alpes internes
GUILO200	-1,3112849	H107	Alpes internes
CHAG0100	-1,3941465	H107	Alpes internes
GUISO200	-1,4100378	H12	Alpes internes
CLAR0300	-1,6435607	H107	Alpes internes
CRISO050	-1,6437101	H107	Alpes internes
CLAR0200	-1,7082126	H107	Alpes internes
AGNE0200	-1,7694614	H107	Alpes internes
GYRO100	-1,8795223	H12	Alpes internes

Tableau 8 : Coordonnées des stations sur l'axe F1 rangés par ordre décroissant et appartenance aux HER2 et HER1 des différentes stations

Dans le tableau ci-contre, les stations sont rangées en fonction de leurs coordonnées sur l'axe F1. Cette distribution répond au gradient altitudinal des stations ($R^2 : 0,90$), et dans une moindre mesure au gradient thermique comme il a été mesuré (températures ponctuelles). La mise en relation de ces valeurs avec l'appartenance aux différentes hydro-écorégions (HER2 et HER1) permet de se rendre compte de la pertinence de ce découpage. Sur la droite du graphique (voir figure 17), sont représentés l'ensemble des stations présentant des coordonnées positives. Il apparaît qu'elles appartiennent pour la majorité d'entre-elles à l'HER1 « Préalpes du sud ». A l'intérieur de cette HER1, les stations de l'hydro-écorégion de rang 2 codées H15 (Gapençais-Embrunais) sont majoritairement en haut du tableau et le plus à droite sur le graphique (figure 17). A l'inverse, les stations localisées dans l'HER2 codée H13 (Massif du Dévoluy, Vercors sud), sont proches de 0, donc du centre du graphique.

Ces dernières se rapprochent donc de l'HER1 « Alpes internes », localisées pour la plupart en bas du tableau. Leurs coordonnées négatives les placent à gauche sur le graphique (figure 17). Le caractère montagnard est d'autant plus marqué que les coordonnées sont négatives. Au sein de l'HER1, le regroupement en hydro-écorégions de rang 2 est moins évident. Les stations appartenant à l'HER2 codée 12 (« Massif de l'Oisans »), se différencient peu des stations appartenant à l'HER2 codée 107 (« Alpes internes du sud »).

Au centre du graphique et du tableau, certaines stations des Préalpes du sud appartenant au bassin du Drac (SOUL0100, DRAC0060, ANCE0100) sont très proches de stations localisées dans les Alpes internes. Les influences montagnardes dans ces stations semblent plus marquées que dans les autres points d'étude situées dans la même hydro-écorégion de rang 01.

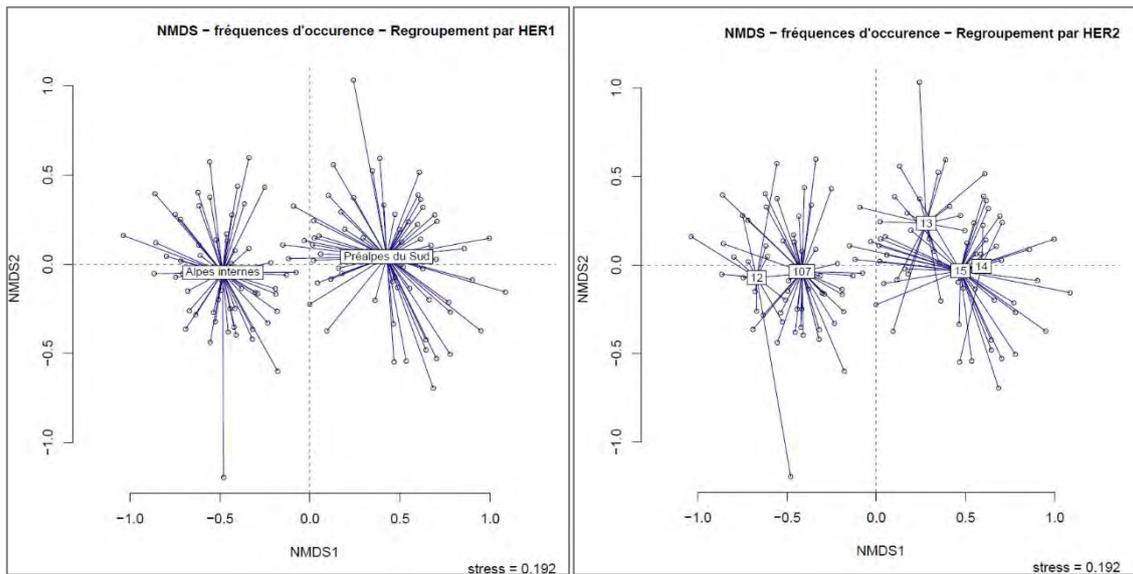


Figure 19 : NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) réalisée sur les fréquences d'occurrence des différents taxons dans les points d'étude par campagne. A gauche : les points sont regroupés par HER1 (hydro-écotopes de rang 1) ; à droite : les points sont regroupés par HER2 (hydro-écotopes de rang 2)

Une NMDS a été réalisée en tenant compte des fréquences d'occurrence des taxons et en effectuant un regroupement par HER1 et HER2.

Sur les graphiques présentés ci-dessus, l'étude des peuplements faunistiques permet de distinguer clairement les stations des cours d'eau s'écoulant dans les deux grandes hydro-écotopes de rang 1, Alpes internes et Préalpes du sud (voir figure 18 à gauche).

Sur la figure 18 à droite, une distinction est visible entre les HER2 appartenant aux deux grandes hydro-écotopes, moins au sein des hydro-écotopes elles-mêmes. Un chevauchement est visible pour les HER2 codées 15 et 14. Plusieurs stations de l'HER2 codée 15 (Gapençais-Embrunais) se rapprochent de l'HER2 codée 107 (Alpes internes du sud). Ce sont en particulier les stations du Buëch dans sa partie amont ou du Drac et de ses affluents. Malgré ces rapprochements liés aux conditions environnementales locales, le découpage en HER2, et les métriques qu'il intègre, semble pertinent pour expliquer les distinctions entre les différents peuplements.

Le traitement des données a permis de mettre en évidence le lien fort qui existe entre la répartition des peuplements et l'altitude. Ce lien est directement lié à l'écologie des différentes espèces benthiques, dont la répartition est fonction de leur préférendum thermique. La relation avec la température est sous-jacente, mais les données ponctuelles prises sur le terrain ne suffisent pas à caractériser à elles-seules les peuplements faunistiques.

Cette influence pressentie de la température pour expliquer la répartition des différents peuplements se traduit également dans le découpage en hydro-écotope, qui répond essentiellement à des variables climatiques. En l'absence de métriques thermiques plus précises, le regroupement des stations par hydro-écotope de rang 2 montre des résultats pertinents pour décrire les particularités faunistiques observées dans les différentes stations.

3.2.3 Evolution des peuplements par bassin versant

• La Durance

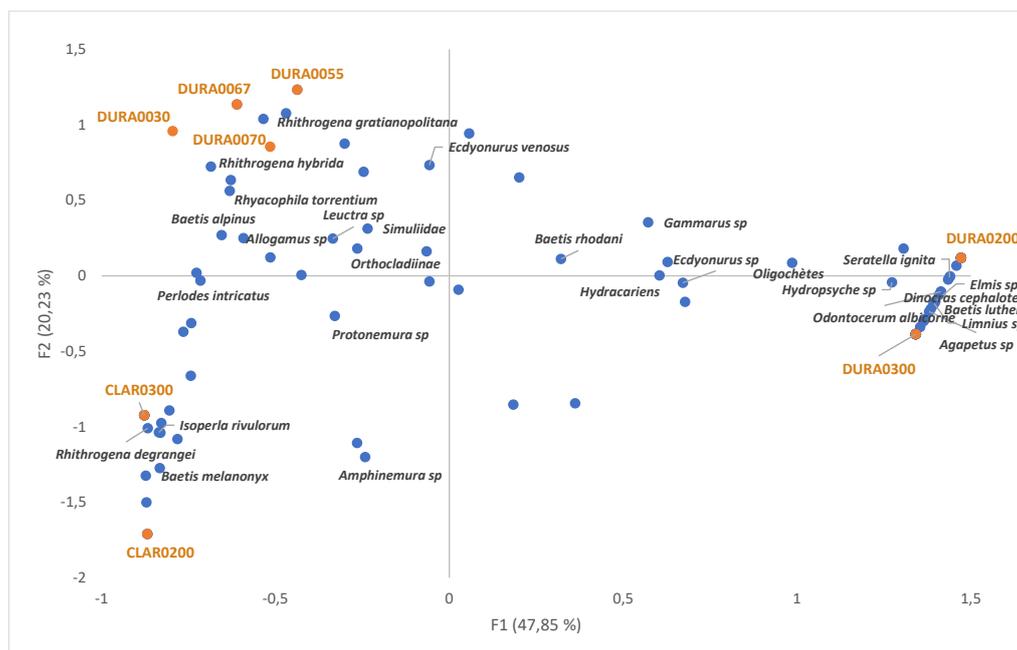


Figure 20 : Représentation des deux premiers axes de l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) des peuplements étudiés du cours principal de la Durance (intégrant les stations de la Clarée) ; seuls les taxons les plus contributifs sont mentionnés sur le graphique

La distribution des stations au travers des peuplements faunistiques montre une distinction nette entre trois groupes de stations. En bas à gauche du graphique, les stations de la Clarée se distinguent par la présence de taxons franchement montagnards comme *Isoperla rivulorum* et *Rhithrogena degrangei*. Ce caractère alticole est plus nuancé pour le groupe 2, intégrant les stations de la Durance de Briançon à Eyglies (DURA0030 à DURA0070). Apparaissent alors des espèces plus caractéristiques de rivières de piémont comme *Rhithrogena gratianopolitana*. Ce groupe est assez compact, malgré une amplitude altitudinale marquée et un linéaire important entre les points d'étude.

Stations	Altitude (m)	T°C max	Débit moy (m ³ .s ⁻¹)	C moy (µS.cm ⁻¹)	O2 (mg.l ⁻¹)	Col moy
CLAR0200	1600	7,5	1058	266	10,5	0,93
CLAR0300	1517	8,5	1152	459	10,7	1,05
DURA0030	1202	12,5	2292	836	10,6	
DURA0055	1010	11,1	2030	667	10,9	0,60
DURA0067	898	11,2		526	11,6	2,13
DURA0070	887	12,9	12997	552	10,5	2,40
DURA0200	640	14,1	4653	390	10,4	2,95
DURA0300	619	14,5	5622	544	10,6	1,76

Tableau 9 : Caractéristiques des stations d'étude du cours principal de la Durance

Ces deux premiers groupes à tendances montagnardes franches, situés à gauche du graphique, s'opposent nettement au groupe 3, constitué de deux stations (DURA0200 et DURA0300). Ce changement au sein du peuplement peut s'expliquer en partie par le gradient altitudinal, mais surtout par l'influence du barrage de Serre-Ponçon. Dans ce groupe 3 sont observées des espèces à tendance moins alticole comme *Baetis lutheri* et *Seratella ignita*, en mélange avec des espèces à tendance sténotherme, régulièrement retrouvées en aval des restitutions des barrages EDF dans le sud-est de la France comme *Odontocerum albicorne* et *Dinocras cephalotes*.

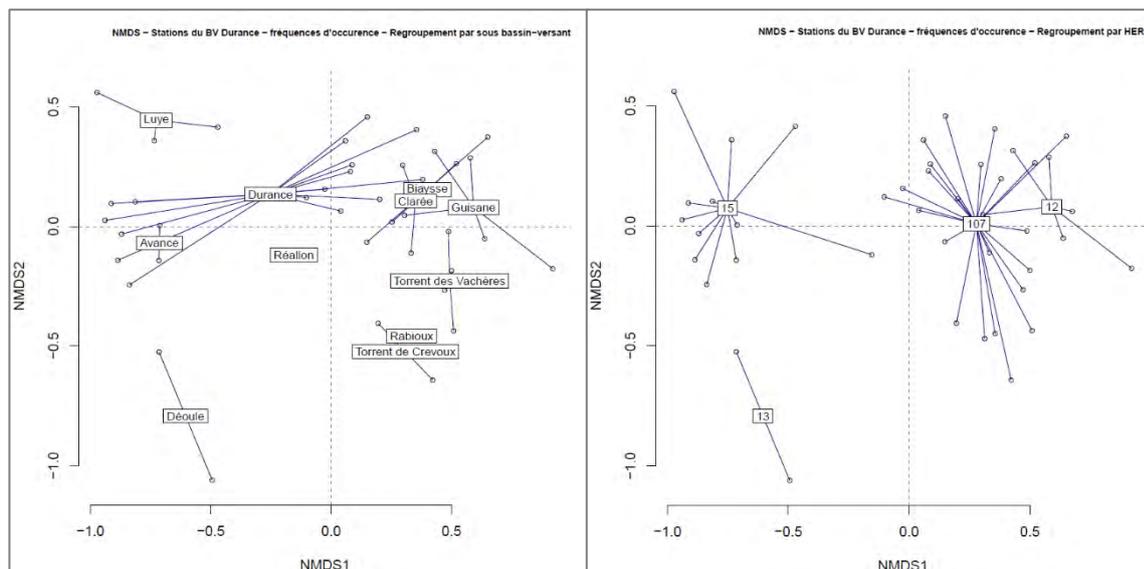


Figure 21 : NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) réalisée sur les fréquences d'occurrence des différents taxons dans les points d'étude du bassin de la Durance par campagne. A gauche : les points sont regroupés par cours d'eau ; à droite : les points sont regroupés par HER2

Les fréquences d'occurrence des stations du bassin de la Durance (hormis Buëch, Guil et Gyronde) ont été traitées à l'aide d'une NMDS (voir figures ci-dessus). L'analyse montre bien la distinction entre les peuplements des différentes HER2. Les stations issues du Massif de l'Oisans (bassin de la Guisane) se situent à droite du graphique, jouxtant celles de l'HER2 codée 107 (Alpes internes du sud), comprenant des cours d'eau comme la Clarée, le torrent de Crevoux, le torrent du Rabioux et des Vachères. A noter que la station de la Biaysse présente un peuplement proche de la Clarée, alors que son altitude est bien plus basse que cette dernière (respectivement 900 m contre plus de 1500 m). Le caractère montagnard des deux peuplements, qui rapproche les stations dans l'analyse, ne s'explique pas uniquement par l'altitude, mais aussi par des facteurs environnementaux locaux. Une étude plus précise du régime thermique des cours d'eau étudiée pourrait aider à comprendre cette observation.

Sur la Durance elle-même, les points d'étude semblent faire le grand écart entre deux HER, ceux de l'amont du lac de Serre-Ponçon appartenant aux Alpes internes, et ceux de l'aval aux Préalpes du Sud. La distinction importante constatée entre les deux types de peuplements peut en partie s'expliquer par le découpage climatique, implicite aux hydro-écorégions. Mais, il semble aussi que l'existence du barrage contribue à cette différenciation : il limite les possibilités de dérive du peuplement vers l'aval de la retenue et donc, l'existence de taxons communs aux peuplements des deux secteurs.

Sur la Durance, les peuplements de la Clarée, présentant une richesse et un caractère montagnard marqué, s'opposent à ceux de la Durance de Briançon à l'amont de Serre-Ponçon. Les deux stations localisées en aval de la retenue se distinguent nettement des autres points d'étude, par la raréfaction soudaine des espèces montagnardes. Les peuplements des affluents de la Durance répondent bien aux découpages par HER2 et suivent un gradient altitudinal. Cependant, le peuplement de la Biaysse se rapproche de stations plus montagnardes, soulignant l'influence de conditions thermiques locales.

• **Le Buëch**

Sur la figure ci-dessous, s’opposent deux types de stations : celles à droite localisées sur la partie amont du Buëch et du Petit Buëch, caractérisées par des influences alpines permettant le maintien dans le cours d’eau de taxons alticoles (*Baetis alpinus*, *Perla grandis*, *Rhabdiopteryx neglecta*) ; celles à l’extrême gauche, représentées par des taxons plus eurithermes, rencontrés dans les cours d’eau de piémont sous influence méditerranéenne (*Oligoneuriella rhenana*), ainsi que dans la partie potamique de grandes rivières (*Cheumatopsyche lepida*, *Heptagenia sulfurea*....).

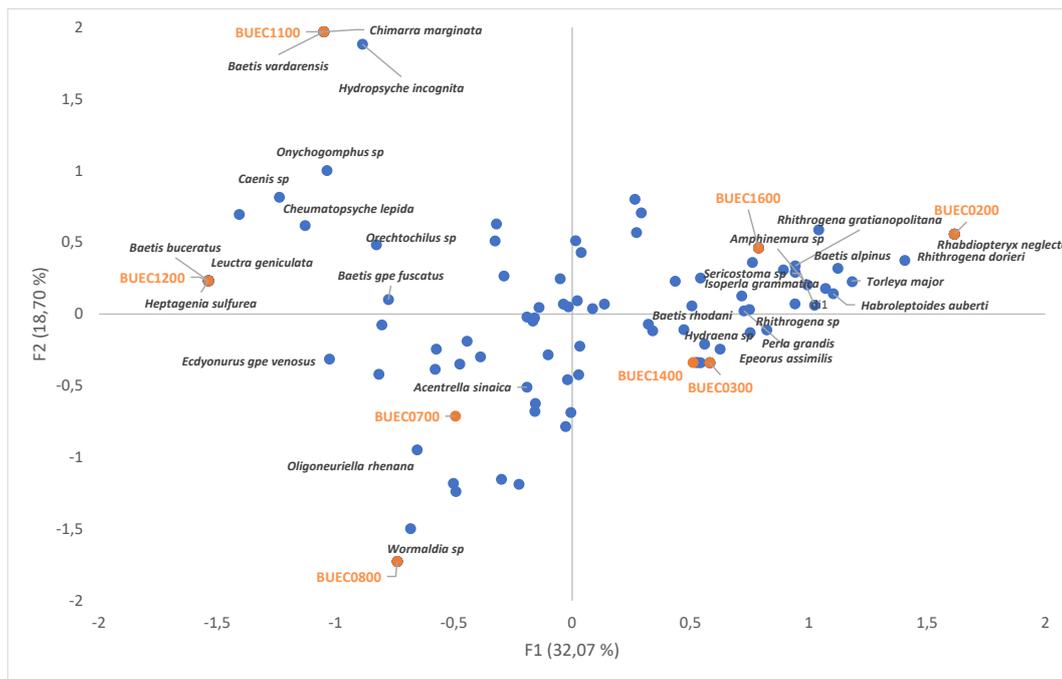


Figure 22 : Représentation des deux premiers axes de l’AFC (Analyse Factorielle Correspondante) des peuplements étudiés du cours principal du Buëch et Petit Buëch ; seuls les taxons les plus contributifs sont mentionnés sur le graphique

Les stations BUEC0700 et BUEC0800 caractérisent respectivement l’amont et l’aval de la retenue de Saint Sauveur située sur la commune de Serres. Les peuplements de ces deux stations sont relativement proches, mais il est observé la présence d’un Trichoptère du genre *Wormaldia* en BUEC0800. Ce taxon, habituellement caractéristique des petits cours d’eau frais, est surprenant dans un secteur où les influences méditerranéennes engendreraient plutôt un réchauffement des eaux. Des conditions hydrologiques locales (résurgences, retours de nappe) et/ou l’influence des eaux restituées de la retenue pourraient expliquer cette observation.

Stations	Altitude (m)	T°C max	Débit moy (m ³ .s ⁻¹)	C moy (µS.cm ⁻¹)	O2 (mg.l ⁻¹)	Col moy	Localisation
BUEC0200	975	12	502	317	11,3	2,00	Grand Buëch à Lus-la-Croix-Haute
BUEC0300	873	20,2	3773	320	8,9	1,71	Grand Buëch à La Faurie
BUEC0700	648	14,5	9914	345	10,3	1,72	Buëch à Serres
BUEC0800	630	20,1	2289	345	9,7	1,89	Buëch à Méreuil
BUEC1100	545	20,5	2887	505	10,7	1,42	Buëch à Laragne-monteglin
BUEC1200	496	17	2125	439	10,5	2,94	Buëch à Ribiers
BUEC1400	1045	16,7	1761	279	8,5	2,42	Petit Buëch à Rabou
BUEC1600	832	11,6	1287	366	10,0	2,15	Petit Buëch à Veynes

Tableau 10 : Caractéristiques des stations d’étude du cours principal du Buëch et Petit Buëch

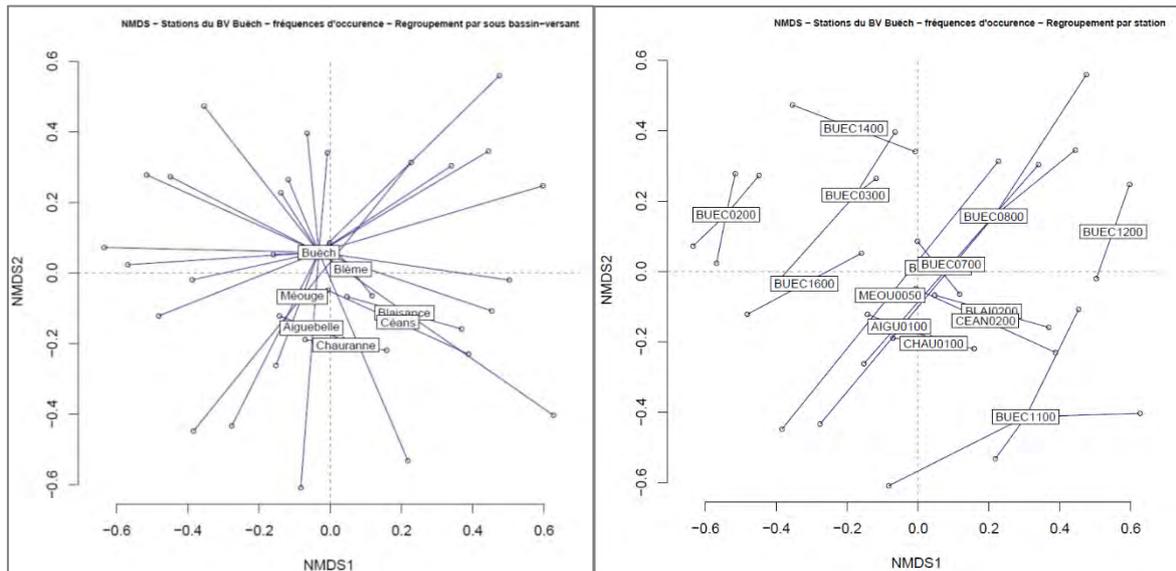


Figure 23 : NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) réalisée sur les fréquences d'occurrence des différents taxons dans les points d'étude du bassin du Buëch par campagne. A gauche : les points sont regroupés par cours d'eau ; à droite : les points sont regroupés par station d'étude

Les points représentant les différentes campagnes de prélèvements présentent une disposition en étoile pour les stations du cours principal du Buëch. Cette représentation éclatée des peuplements traduit une hétérogénéité marquée entre les différents points d'étude. Comme il a été dit, les peuplements se distinguent nettement entre l'amont et l'aval, les stations les plus hautes en altitude étant caractérisées par des influences alpines. A noter que la proximité entre la station BUEC0700 et BUEC0800, situées respectivement en amont et en aval de la retenue de St Sauveur, indique à première vue une faible influence de cette dernière sur le peuplement. Enfin, l'intégration des affluents dans l'analyse montre que ceux-ci ont une répartition assez compacte, présentant un peuplement relativement proche l'un de l'autre. Ils hébergent des espèces du rhithron (*Epeorus assimilis*), avec une influence méditerranéenne se traduisant par la présence d'espèces relativement thermophiles (*Cheumatopsyche lepida*).

Sur le cours principal du Grand Buëch et du Petit Buëch, les peuplements des stations les plus en amont présentent une influence alpine, caractérisés par la présence d'espèces montagnardes comme *Baetis alpinus* ou *Rhabdiopteryx neglecta*. Le caractère méditerranéen semble devenir prédominant dès la ville de Serres, où des espèces eurythermes et potamiques apparaissent comme *Oligoneuriella rhenana*. A partir de Laragne-Montéglin, le peuplement présente les caractéristiques d'une rivière de piémont à influences chaudes, hébergeant des espèces thermophiles, retrouvées dans la partie basse des grandes rivières. Les stations BUEC0700 et BUEC0800 situées en amont et en aval de la retenue de Saint Sauveur, indiquent une influence relativement limitée de cette dernière. La présence de certains taxons semble indiquer des conditions hydrologiques locales dont l'origine reste à préciser.

- **Le Drac**

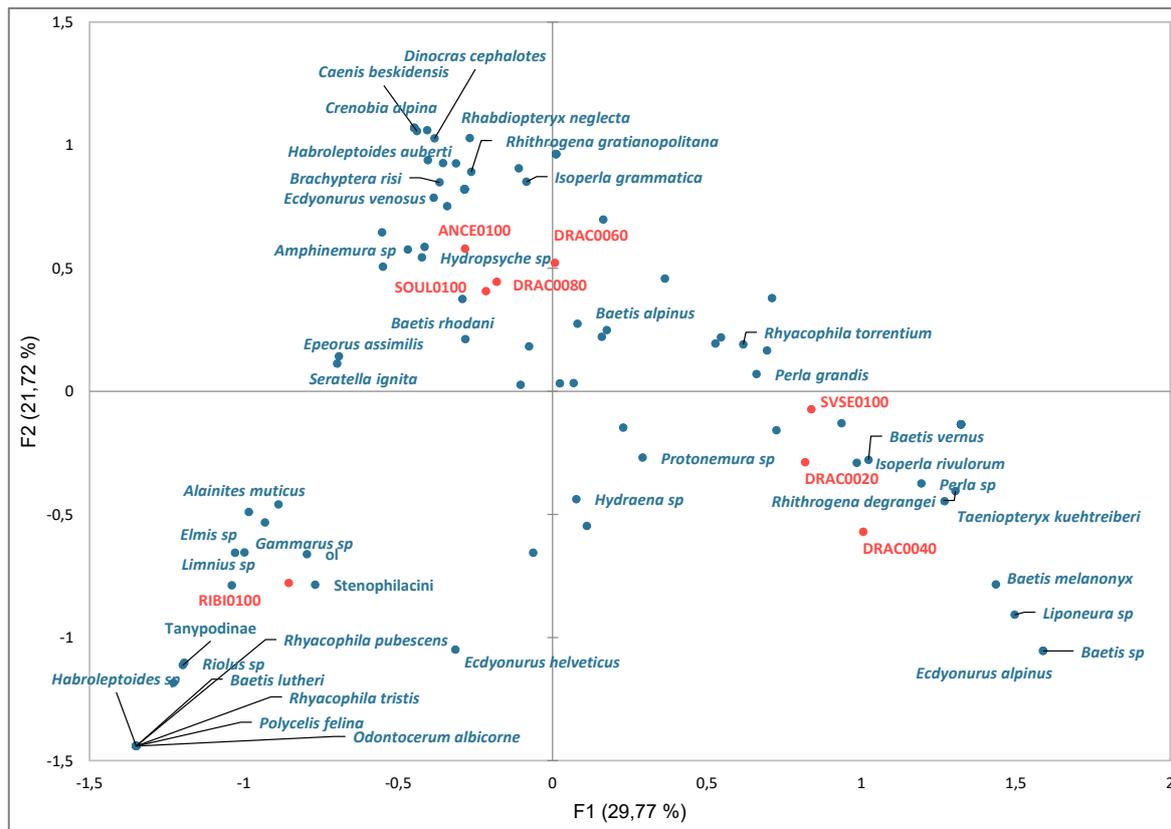


Figure 24 : Représentation des deux premiers axes de l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) des peuplements étudiés du cours principal du Drac et de ses affluents ; seuls les taxons les plus contributifs sont mentionnés sur le graphique

L'analyse factorielle permet de séparer trois peuplements distincts sur le bassin du Drac. A droite du graphique, les stations les plus hautes en altitude (DRAC0020 et DRAC0040) et/ou issues du Massif de l'Oisans (SVSE0100), présentent un peuplement marqué par la présence d'espèces alticoles (*Isoperla rivulorum*, *Liponeura sp*, *Ecdyonurus alpinus*...).

Pour les stations plus en aval sur le cours principal du Drac, le peuplement garde un caractère franchement montagnard, mais il se diversifie : des espèces comme *Epeorus assimilis* ou *Rhithrogena gratianopolitana* apparaissent. Ces changements touchent le cours principal comme les affluents (torrent de l'Ancelle, la Souloise). A noter que la station DRAC0060 et DRAC0080 sont très proches dans l'analyse, indiquant que les peuplements sont peu distincts.

Le troisième groupe est constitué d'une seule station, RIBI0100, localisée sur La Ribière. Cette distinction avec les autres points d'étude localisés sur le bassin versant ne s'explique pas uniquement par la différence d'altitude, la station étant relativement proche d'autres points étudiés. Le régime des eaux peut expliquer cette différence, le cours d'eau étant sous influence de sources situées à proximité. Cette distinction tient à la présence de certains taxons habituellement retrouvés dans des milieux sous influence d'eaux fraîches et à température constante : *Rhyacophila pubescens*, *Odontocerum albicorne*, *Polycelis felina*...

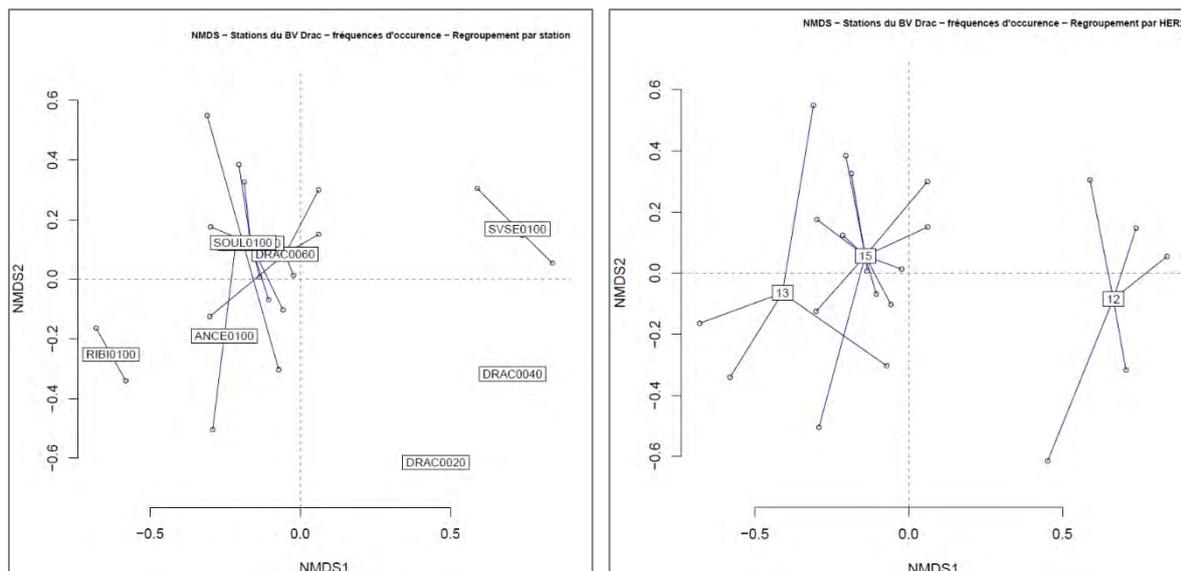


Figure 25 : NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) réalisée sur les fréquences d’occurrence des différents taxons dans les points d’étude du bassin du Drac par campagne. A gauche : les points sont regroupés par station d’étude ; à droite : les points sont regroupés par HER2

Les graphiques présentés ci-dessus (NMDS) illustrent la distinction entre les différents groupes. Les stations appartenant à l’hydro-écorégion de rang 2 (HER2) du massif de l’Oisans (codée 12) se différencie clairement des autres points d’étude, appartenant aux HER2 codées 13 et 15 (toutes les deux incluses dans les Préalpes du Sud. La station localisée sur la Souloise (SOUL0100), bien qu’appartenant à l’HER13, est plus proche des stations de l’HER15. A l’inverse, la station située sur la Ribière (RIBI0100) se distingue clairement des autres points, marquant ainsi sa particularité dans un contexte montagnard.

Stations	Altitude (m)	T°C max	Débit moy (m ³ .s ⁻¹)	C moy (µS.cm ⁻¹)	O2 (mg.l ⁻¹)	Col moy	Localisation
DRAC0020	1550		332			1,50	Drac noir à Orcières (Prapic)
DRAC0060	1095	14,8	1901	251	9,3	1,25	Drac à Chabottes
DRAC0080	980	17,5	3782	314	10,6	2,04	Drac à Saint-Bonnet-en-champsaur
SVSE0100	1400	9,2	1548	149	9,6	1,14	Séveraisse à La Chapelle-en-Valgaudemar
SOUL0100	1296	9,3	118	305	11,0	2,00	Souloise à Saint-étienne-en-devoluy
DRAC0040	1289	9,2	2492	160	8,9	2,40	Drac blanc à Champoléon
ANCE0100	1273	11	297	469	8,7	1,94	Torrent d’Ancelle à Ancelle
RIBI0100	1035	12,2	245	377	8,9	2,50	Rivière à Saint-Disdier

Tableau 11 : Tableau descriptif des stations du Drac (stations du cours principal surlignées en bleu ; celles sur les affluents sont surlignées en gris)

L’analyse révèle les caractéristiques des peuplements du Drac et de ses affluents étudiés. Les stations les plus en amont (Drac Noir), ou situées sur des affluents d’origine glaciaire comme le Drac Blanc ou la Séveraisse, présentent un peuplement nettement montagnard avec des espèces alpines franchement alticoles. Dans la plaine de Chabottes, d’autres influences se font sentir, permettant une diversification de la faune. Le peuplement de l’affluent la Ribière se distingue nettement par l’origine de ces eaux sous influence de résurgences.

- **Le Guil**

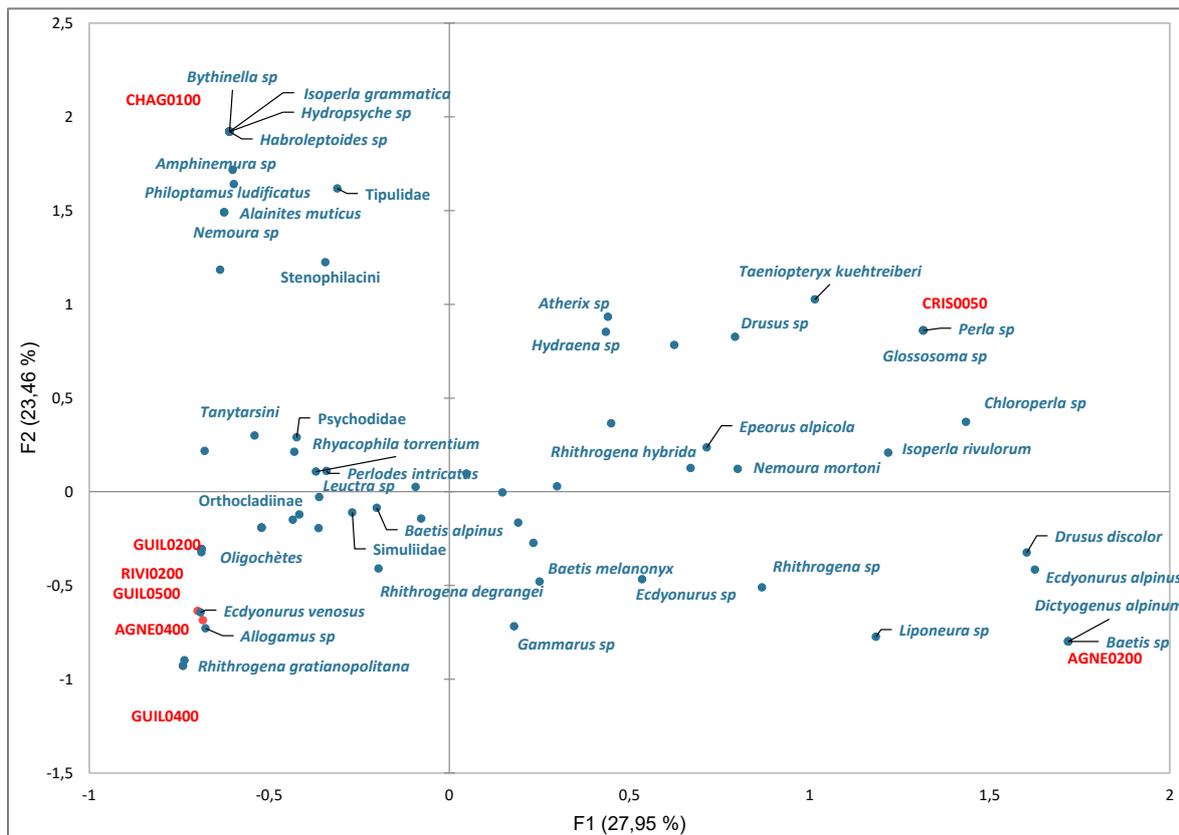


Figure 26 : Représentation des deux premiers axes de l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) des peuplements étudiés du cours principal du Guil ; seuls les taxons les plus contributifs sont mentionnés sur le graphique

Plusieurs groupes se distinguent dans l'analyse factorielle présentée ci-dessus. A droite du plan factoriel, les stations les plus hautes en altitude (AGNE0200 et CRIS0050), et aussi les plus préservées, sont marquées par la fréquence d'espèces montagnardes bien représentées à quelques nuances près dans les deux stations : *Dictyogenus alpinum*, *Isoperla rivulorum*, *Nemoura mortoni*, *Epeorus alpicola*, *Drusus discolor*...

Elles s'opposent clairement aux peuplements des stations du Guil (GUIL0200, GUIL0400, GUIL0500) et de la partie aval de l'Aigue-Agnelle (AGNE0400), situées à gauche sur le graphique. Une partie de la faune montagnarde s'est raréfiée, représentée seulement par quelques espèces comme *Rhyacophila torrentium* ou *Baetis alpinus*. Certains taxons comme les Diptères Orthoclaadiinae et Simuliidae, ou le Trichoptère *Allogamus* sp, voient leur fréquence augmenter.

Sur la partie aval de l'Aigue-Agnelle et le Guil, ces changements dans la composition de la faune auraient des causes typologiques (les espèces de hautes altitudes laissent la place à des espèces de moyenne montagne) mais également trophiques. L'augmentation de la fréquence de taxons saprophytes serait à relier avec un enrichissement organique du milieu.

La station CHAG0100, localisée sur la Chagne, est marquée par un peuplement légèrement différent qui la sépare des autres points d'étude dans l'analyse. Plusieurs espèces montagnardes sont présentes (*Rhyacophila torrentium*, *Baetis alpinus*, *Philopotamus ludificatus*), mais les plus alticoles sont absentes. La fréquence élevée de Orthocladiinae et dans une moindre mesure des Simuliidae, laisse penser à un léger enrichissement organique du milieu. D'autres sont plus habituellement retrouvées dans des ruisselets de source ou petits ruisseaux (Gastéropode *Bythinella* sp, Epheméroptères *Habroleptoides* sp), ce qui indiquerait l'influence de sources à proximité.

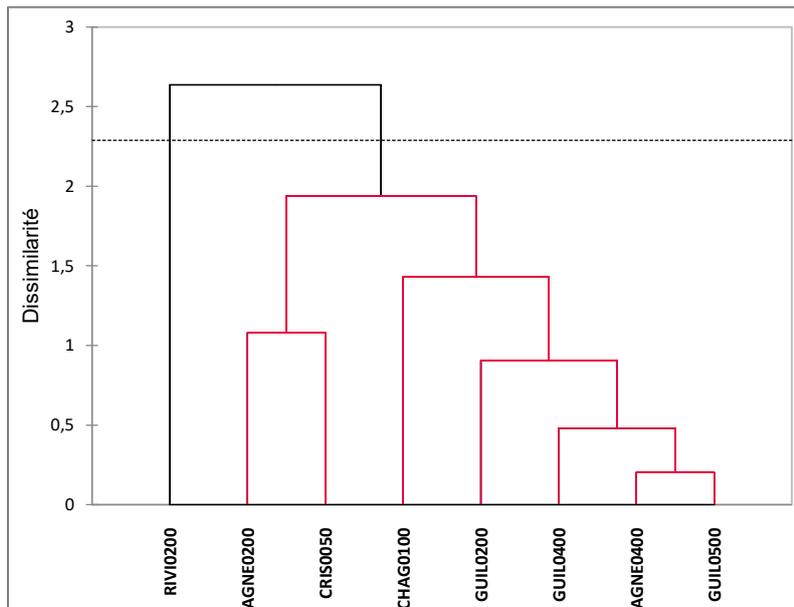


Figure 27 : Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) permettant de différencier des groupes de stations sur le bassin versant du Guil

La station RIVI0200, située sur le torrent de la Rivière, se retrouve dans l'analyse factorielle à proximité des stations du Guil et de la partie aval. La singularité de cette station se révèle surtout grâce à la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) présentée à la figure ci-dessus.

L'analyse de cette station souligne la pauvreté du peuplement, marqué par l'absence des espèces montagnardes typiques de ces milieux, dont certaines sont connues pour être pollu-sensibles (Plécoptères de la famille des Perlidae ou des Perlodidae). L'absence de certains Epheméroptères comme les Baetidae est remarquable, cette famille étant habituellement répandue dans ce type de milieu. Relativement résistante à la pollution organique, elle est en revanche sensible aux pollutions chimiques.

D'autres prélèvements seraient nécessaires pour confirmer l'origine de la perturbation qui semble influencer ce peuplement. Ces résultats sont à relier avec l'analyse des paramètres descriptifs, qui indiquaient pour ce cours d'eau une conductivité et surtout un colmatage important du substrat.

Stations	Altitude (m)	T°C max	Débit moy (m ³ .s ⁻¹)	C moy (µS.cm ⁻¹)	O2 (mg.l ⁻¹)	Col moy	Localisation
GUILO200	1560	10,6	566	280	9,1	0,82	Guil à Abriès
GUILO400	1430	10,1	1096	329	10,7	2,11	Guil à Aiguilles
GUILO500	1365	11,3	2125	319	10,7	1,71	Guil à Château-Ville-Vieille
AGNE0200	1760	13	455	334	7,4	1,80	Aigue-Blanche à Saint-Véran
AGNE0400	1385	11,5	627	345	9,4	1,67	Aigue-Agnelle à Château-Ville-Vieille
CRIS0050	1600	8	262	472	10,1	0,96	Chagne à Vars
CHAG0100	1590	12,7	220	298	10,0	1,93	Cristillan à Ceillac
RIVIO200	1269	7	489	2002	9,9	4,10	Rivière à Arvieux

Tableau 12 : Tableau descriptif des stations du bassin versant du Guil (stations du cours principal surlignées en bleu ; celles sur les affluents sont surlignées en gris)

Sur le bassin du Guil, les stations les plus en amont sur les affluents hébergent un peuplement typiquement montagnard, retrouvé habituellement dans les torrents préservés des Alpes du sud. C'est le cas de l'amont de l'Aigue-Agnelle ou du Cristillan. Par comparaison, certains points situés en aval d'activités de sports d'hiver semblent subir les conséquences d'un enrichissement organique des eaux. Cette influence est visible sur le Guil dès la station localisée à Abriès. Le torrent de la Rivière se singularise par sa pauvreté faunistique et l'absence d'espèces habituellement retrouvées dans les torrents alpins d'altitudes comparables. Ce résultat est à relier avec la conductivité élevée et le colmatage observé à cette station qui pourraient être d'origine naturelle. D'autres analyses seraient nécessaires pour expliquer ce résultat.

3.3 Réponses du peuplement à quelques problématiques identifiées

3.3.1 Influence des rejets d'eaux usées sur le torrent de Vachères (aval hameau des Ribes)

Deux stations d'étude sont localisées sur le torrent de Vachères, situés sur la commune des Orres. La première est localisée en amont du hameau des Ribes, dans un secteur peu anthropisé. La seconde est localisée 1200 m en aval du hameau des Ribes, suspecté par le Département des Hautes-Alpes d'être à l'origine de rejets d'eaux usées polluants. La comparaison des listes faunistiques données ci-dessous fournit quelques pistes pour évaluer l'influence réelle de ce rejet.

Ordre	Famille	Taxons	VACH0100	VACH0150
Plécoptères	Leuctridae	<i>Leuctra sp</i>	100	100
	Nemouridae	<i>Amphinemura sp</i>	100	87,5
	Nemouridae	<i>Protonemura sp</i>	75	75
	Nemouridae	<i>Nemoura mortoni</i>	25	0
	Perlidae	<i>Perla grandis</i>	62,5	0
	Perlodidae	<i>Perlodes intricatus</i>	0	37,5
	Perlodidae	<i>Isoperla rivulorum</i>	0	12,5
	Taeniopterygidae	<i>Rhabdiopteryx sp</i>	50	0
	Taeniopterygidae	<i>Rhabdiopteryx neglecta</i>	25	0
Trichoptères	Limnephilidae	Stenophylacini	25	62,5
	Limnephilidae	<i>Drusus discolor</i>	50	0
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila torrentium</i>	62,5	50
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila sp</i>	12,5	0
Ephéméroptères	Baetidae	<i>Alainites muticus</i>	25	0
	Baetidae	<i>Baetis alpinus</i>	100	75
	Baetidae	<i>Baetis rhodani</i>	75	0
	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus picteti</i>	25	25
	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus sp</i>	0	12,5
	Heptageniidae	<i>Epeorus alpicola</i>	50	12,5
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena alpestris</i>	100	37,5
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena degrangei</i>	12,5	12,5
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena hybrida</i>	100	37,5
Coléoptères	Hydraenidae	<i>Hydraena sp</i>	75	75
Diptères	Athericidae	<i>Atherix sp</i>	62,5	12,5
	Blephariceridae	<i>Hapalothrix lugubris</i>	25	0
	Chironomidae	Orthoclaadiinae	37,5	100
	Chironomidae	Tanytarsini	12,5	0
	Empididae	Empididae	62,5	37,5
	Limoniidae	Limoniidae	87,5	62,5
	Psychodidae	Psychodidae	75	62,5
	Simuliidae	Simuliidae	62,5	62,5
	Tipulidae	Tipulidae	25	0
Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens	12,5	12,5
Planaires	Planariidae	<i>Crenobia alpina</i>	75	100
		Richesse	31	23

Tableau 13 : Liste faunistique en fréquence d'occurrence des deux stations d'étude sur le torrent de la Vachère (campagne de mars 2021)

Lors de la campagne du 15 mars 2021, la richesse faunistique atteint 31 taxons à la station VACH0100 située en amont de toute source de pollution, et 23 taxons à la station VACH0150, localisée en aval du hameau des Ribes.

L'examen détaillé de la liste faunistique (voir tableau 13) et des indices de similitudes (voir tableau 14) montre un peuplement très proche entre les deux stations. L'association d'espèces présentes est montagnarde, typique des Alpes internes. Elle est constituée, entre autres, des Epheméroptères *Baetis alpinus*, *Epeorus alpicola*, *Ecdyonurus picteti*, *Rhithrogena alpestris*, *Rhithrogena hybrida*, éléments alticoles caractéristiques de la faune d'altitude dans les Alpes.

	VACH0100/VACH0150
Ind. Jaccard (%)	79,3
Ind. Whittaker	66,6

Tableau 14 : Indices de similitudes calculés sur le torrent des Vachères (campagne de mars 2021)

La comparaison entre les deux stations révèle certaines différences. A la station localisée en aval du hameau de Ribes (VACH0150), la baisse constatée de la richesse faunistique s'explique par la disparition de certains taxons : Plécoptères *Nemoura mortoni*, *Perla grandis*, *Rhabdiopteryx* sp, Trichoptères *Drusus discolor* et *Rhyacophila* sp, Epheméroptères *Alainites muticus* ou *Baetis rhodani*. D'autres voient leur fréquence diminuer entre les deux stations : ainsi *Rhithrogena alpestris* et *Epeorus alpicola* semblent moins abondants en aval. Enfin, certains indicateurs de la présence de dépôts organiques fins sont plus fréquents, à l'instar du Diptère Orthocladiinae.

Ces observations peuvent traduire une influence du rejet. Même si le peuplement reste relativement proche, la raréfaction d'espèces sensibles serait liée à l'augmentation du flux et de dépôts de matière organique. Les prochaines campagnes permettraient de confirmer ou non ce résultat.

	HER2	Alt (m)	Débit (m ³ .s ⁻¹)	T°C	pH	C (µS.cm ⁻¹)	O2 (mg.l ⁻¹)	Vit (m.s ⁻¹)	Colmatage
VACH0100	107	1438	381,00	3,8	8,3	323	11,00	676,00	1,88
VACH0150	107	1350		5,8	8,9	337	10,74	658,38	2,50

Tableau 15 : Variables descriptives mesurées lors de la campagne de prélèvements du 15 mars 2021

Sur le torrent de Vachères, une comparaison des peuplements faunistiques est réalisée afin de connaître l'influence de rejet d'eaux usées des Ribes. Les associations d'espèces en place appartiennent aux cortèges alpins. Les peuplements sont très proches, malgré quelques différences que pourrait expliquer l'influence de rejets organiques. D'autres prélèvements seraient nécessaires pour confirmer ces observations.

3.3.2 Influence de la restauration morphologique du Drac

Le Drac a fait l'objet d'une restauration morphologique au niveau de la commune de Saint-Bonnet-en-Champsaur en fin d'année 2013. Cette restauration a consisté en l'injection de 400 000 m³ de sédiments grossiers, dans le but de combler le déficit qui touchait le matelas alluvial, provoquant une incision du lit.

La station DRAC0080 est localisée sur le Drac dans la zone restaurée. Les campagnes de suivi du peuplement ont eu lieu dans le cadre de cette étude en 2017, 2018, 2019, 2020 et 2021. Aucune donnée comparable n'est disponible avant les travaux de restauration.

La station DRAC0060 est localisée à 10 km en amont de la zone restaurée, dans un secteur naturel et en tresse. Elle fournit des éléments de comparaison afin d'évaluer la dynamique du peuplement dans la zone restaurée. Les campagnes de suivi du peuplement ont eu lieu dans le cadre de cette étude en 2016 et 2017 (deux campagnes par an).

Stations	Altitude (m)	T°C max	Débit moy (m ³ .s ⁻¹)	C moy (μS.cm ⁻¹)	O2 (mg.l ⁻¹)	Col moy	Localisation
DRAC0060	1095	14,8	1901	251	9,3	1,25	Drac à Chabottes
DRAC0080	980	17,5	3782	314	10,6	2,04	Drac à Saint-Bonnet-en-champsaur

Tableau 16 : Variables descriptives mesurées lors des campagnes de prélèvements sur le Drac

La principale difficulté de cette comparaison réside dans le fait que le nombre de campagnes de prélèvements est différent d'une station à l'autre :

- 6 campagnes étalées sur cinq années pour DRAC0080 ;
- 4 campagnes étalées sur deux ans pour DRAC0060.

De plus, l'absence de donnée antérieure à la restauration limite fortement les possibilités d'appréciation de l'évolution du peuplement faunistique. La faune benthique, dans le cadre de cette étude, nous permet de comparer les peuplements des stations DRAC0060 et DRAC0080 comme ils sont décrits au travers des données disponibles avec toutes les précautions nécessaires.

	DRAC0080/DRAC0060
Ind. Jaccard (%)	58,0
Ind. Whittaker	71,0

Tableau 17 : Indices de similitudes permettant d'évaluer le niveau de ressemblances entre les deux stations du Drac étudiées

D'après la valeur exprimée par l'indice de Jaccard, 58% de la faune est commune aux deux stations. L'indice de Whittaker compare la répartition des abondances relatives (structure) au sein des peuplements faunistiques. La valeur relativement élevée calculée témoigne d'un peuplement présentant une structure proche, où les mêmes taxons sont retrouvés à des fréquences d'occurrence similaires.

Ce résultat était déjà visible au chapitre 3.2.4 où par comparaison aux peuplements étudiés dans l'ensemble du bassin, ceux du DRAC0060 et DRAC0080 étaient relativement proches dans l'analyse.

Ordre	Famille	Taxons	DRAC0060	DRAC0080
Plécoptères	Capniidae	<i>Capnia nigra</i>	0,0	4,2
	Capniidae	<i>Capnia sp</i>	0,0	2,1
	Chloroperlidae	<i>Chloroperla sp</i>	18,8	16,3
	Leuctridae	<i>Leuctra sp</i>	83,1	80,7
	Nemouridae	<i>Amphinemura sp</i>	42,5	10,0
	Nemouridae	<i>Protonemura sp</i>	23,1	11,4
	Perlidae	<i>Dinocras cephalotes</i>	2,5	3,9
	Perlidae	<i>Perla grandis</i>	10,0	15,8
	Perlidae	<i>Perla marginata</i>	5,6	0,0
	Perlidae	<i>Perla sp</i>	2,5	2,1
	Perlodidae	<i>Isoperla grammatica</i>	65,0	30,0
	Perlodidae	<i>Isoperla rivulorum</i>	15,0	3,8
	Perlodidae	<i>Perlodes intricatus</i>	16,9	7,3
	Taeniopterygidae	<i>Brachyptera risi</i>	0,0	6,3
	Taeniopterygidae	<i>Rhabdiopteryx neglecta</i>	22,5	0,0
	Taeniopterygidae	<i>Rhabdiopteryx sp</i>	25,0	0,0
	Taeniopterygidae	<i>Taeniopteryx kuehntreiberi</i>	0,0	2,1
	Trichoptères	Glossosomatidae	<i>Glossosoma sp</i>	3,1
Hydropsychidae		<i>Hydropsyche dinarica</i>	7,5	0,0
Hydropsychidae		<i>Hydropsyche sp</i>	90,0	70,0
Hydropsychidae		<i>Hydropsyche subalpina</i>	5,0	0,0
Hydroptilidae		<i>Hydroptila sp</i>	0,0	1,9
Limnephilidae		<i>Allogamus sp</i>	11,3	0,0
Limnephilidae		<i>Stenophylacini</i>	0,0	4,2
Psychomyiidae		<i>Psychomyia pusilla</i>	0,0	2,1
Rhyacophilidae		<i>Rhyacophila sp</i>	46,9	67,1
Rhyacophilidae		<i>Rhyacophila torrentium</i>	16,9	1,7
Sericostomatidae		<i>Sericostoma sp</i>	0,0	4,2

Tableau 18 : Liste faunistique en fréquence d'occurrence des deux stations d'étude sur le Drac en amont et dans la zone restaurée (toutes campagnes confondues)

Ordre	Famille	Taxons	DRAC0060	DRAC0080
Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis alpinus</i>	71,9	92,7
	Baetidae	<i>Baetis gpe fuscatus</i>	18,1	7,0
	Baetidae	<i>Baetis rhodani</i>	60,6	83,8
	Baetidae	<i>Baetis vernus</i>	2,5	5,4
	Baetidae	<i>Procloeon sp</i>	2,5	0,0
	Caenidae	<i>Caenis beskidensis</i>	0,0	1,7
	Ephemereillidae	<i>Seratella ignita</i>	2,5	20,3
	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus helveticus</i>	0,0	1,7
	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus sp</i>	18,8	7,9
	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus venosus</i>	10,0	12,6
	Heptageniidae	<i>Epeorus alpicola</i>	6,3	0,0
	Heptageniidae	<i>Epeorus assimilis</i>	8,8	18,8
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena allobrogica</i>	0,0	30,0
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena degrangei</i>	7,5	0,0
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena gratianopolitana</i>	33,8	60,4
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena hybrida</i>	21,9	0,0
Heptageniidae	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	0,0	12,5	
Heptageniidae	<i>Rhithrogena sp</i>	45,6	37,0	
Coléoptères	Elmidae	<i>Elmis sp</i>	0,0	6,0
	Elmidae	<i>Esolus sp</i>	0,0	2,1
	Elmidae	<i>Limnius sp</i>	7,5	7,7
	Elmidae	<i>Riolus sp</i>	0,0	2,1
	Hydraenidae	<i>Hydraena sp</i>	10,0	0,0
Diptères	Athericidae	<i>Atherix sp</i>	58,1	40,1
	Blephariceridae	<i>Liponeura sp</i>	0,0	2,1
	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae	3,1	0,0
	Chironomidae	Orthocladiinae	48,1	64,8
	Chironomidae	Tanytarsini	0,0	2,1
	Empididae	Empididae	10,0	1,9
	Limoniidae	Limoniidae	35,6	38,7
	Psychodidae	Psychodidae	0,0	2,1
	Scatophagidae	Scatophagidae	0,0	1,7
	Simuliidae	Simuliidae	68,1	66,5
	Tabanidae	Tabanidae	0,0	7,5
	Tipulidae	Tipulidae	0,0	3,3
Crustacés	Gammaridae	<i>Gammarus sp</i>	6,3	16,0
Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens	30,0	27,0
Gastéropodes	Lymnaeidae	<i>Radix sp</i>	0,0	2,1
Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes	0,0	8,3
Achètes	Erpobdellidae	Erpobdellidae	3,1	0,0
Richesse			45	55

L'examen de la liste faunistique montre une plus grande richesse taxonomique dans la station DRAC0080. Un total de 55 taxons est recensé dans cette station, contre 45 dans la station amont. Cependant, comme nous l'avons déjà dit, le nombre supérieur de campagnes dans la station DRAC0080 peut influencer ces résultats. A noter que cette valeur de richesse est relativement élevée pour un cours d'eau d'altitude dans les Alpes du sud.

L'analyse écologique des taxons présents montre dans les deux stations un peuplement dominé par des espèces d'altitude, d'origine alpine (exemples : *Isoperla rivulorum*, *Perlodes intricatus*, *Perla grandis*...), auxquelles s'ajoutent des espèces moins alticoles comme les Ephéméroptères *Epeorus assimilis* ou *Seratella ignita*... Le Drac pourrait être dans ce secteur dans une zone de transition, influencé par l'amont plus montagnard, et accueillant aussi des espèces de plus basses altitudes, favorisées par l'étalement du lit en tresse et un éventuel réchauffement des eaux.

La comparaison plus détaillée des listes faunistiques montre effectivement un changement entre les deux peuplements. Malgré une altitude relativement proche, certaines espèces ont tendance à se raréfier dans la station DRAC0080, au profit d'autres espèces dont l'apparition présente une signification écologique explicitée ci-après.

Ordre	Famille	Taxons	DRAC0080
Plécoptères	Perlodidae	<i>Isoperla rivulorum</i>	↓
	Perlodidae	<i>Perlodes intricatus</i>	↓
	Taeniopterygidae	<i>Brachyptera risi</i>	↑
	Taeniopterygidae	<i>Rhabdiopteryx neglecta</i>	↓
	Taeniopterygidae	<i>Rhabdiopteryx sp</i>	↓
Trichoptères	Psychomyiidae	<i>Psychomyia pusilla</i>	↑
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila torrentium</i>	↓
	Sericostomatidae	<i>Sericostoma sp</i>	↑
Ephéméroptères	Ephemerellidae	<i>Seratella ignita</i>	↑
	Heptageniidae	<i>Epeorus alpicola</i>	↓
	Heptageniidae	<i>Epeorus assimilis</i>	↑
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena allobrogica</i>	↑
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena degrangei</i>	↓
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena gratianopolitana</i>	↑
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena hybrida</i>	↓
	Heptageniidae	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	↑
	Elmidae	<i>Elmis sp</i>	↑
	Elmidae	<i>Esolus sp</i>	↑
	Elmidae	<i>Riolus sp</i>	↑

Tableau 19 : Taxons dont la fréquence d'occurrence évolue fortement à la station DRA0080 par comparaison à la station amont

Par comparaison à la station amont, il apparaît que certains taxons significatifs d'un point de vue écologique voient leur fréquence d'apparition évoluer à la station DRAC0080.

Ainsi, des espèces de Plécoptères (*Isoperla rivulorum*, *Perlodes intricatus*, *Rhabdiopteryx sp*), de Trichoptères (*Rhyacophila torrentium*) et d'Ephéméroptères (*Epeorus alpicola*, *Rhithrogena degrangei*, *Rhithrogena hybrida*) qui ont une tendance alticole et alpine marquée, se font plus rares dans la station aval.

A l'inverse des espèces comme le Plécoptère *Brachyptera risi*, le Trichoptère *Psychomyia pusilla*, les Ephéméroptères *Seratella ignita*, *Rhithrogena gratianopolitana* ou *semicolorata*, ou les Coléoptères de la famille des Elmidae se retrouvent plus fréquemment à la station DRAC0080. Ces taxons n'ont pas un caractère montagnard marqué et peuvent se retrouver dans des stations d'altitude moyennes, dans les rivières de piémonts et les cours d'eau en tresse.

Ces différences observées illustreraient le changement typologique qui s'opère sur le Drac dans le secteur étudié : les espèces les plus alticoles ont tendance à progressivement laisser leur place aux taxons plus eurythermes, retrouvés habituellement dans les zones de piémonts. La superposition des deux influences au gré des campagnes de prélèvements expliquerait la richesse cumulée relativement importante observée à la station DRAC0080.

En l'absence de données antérieures, il est difficile de conclure quant à l'effet bénéfique de la restauration sur le milieu. Il semble que le peuplement suit une évolution naturelle où les successions amont/aval des différentes espèces obéissent à un gradient thermique, influencé par l'altitude et l'étalement de la lame d'eau (lit en tresse).

On ne peut que constater une richesse importante pour un cours d'eau de montagne dans ce secteur de transition typologique, et donc indirectement, un effet positif de la restauration sur la diversité et la qualité de l'habitat.

Sur le Drac, la comparaison entre la station localisée dans le secteur restauré et celle localisée en amont, montre un peuplement très proche, avec quelques nuances qui s'expliqueraient par les changements typologiques qui ont lieu sur ce tronçon. La richesse importante constatée a pour cause une influence croisée des conditions montagnardes dans la partie amont, avec un réchauffement probable des eaux dans la zone restaurée qui favoriserait des espèces plus eurythermes. Dans ce contexte, la restauration semble réunir les conditions d'habitat pour que le peuplement suive son évolution longitudinale naturelle. En l'absence de données antérieures exploitables, il est difficile de conclure sur l'influence de la restauration morphologique sur cette dynamique.

3.3.3 Mortalités piscicoles sur le bassin du Guil

Depuis l'année 2015, des épisodes récurrents de mortalités piscicoles ont été observés sur le Guil, du torrent du Bouchet en amont jusqu'à la ville de Guillestre, sans que les causes de cette mortalité aient pour l'instant pu être précisées. Le département des Hautes-Alpes a voulu se saisir de l'opportunité de disposer de données faunistiques sur ce cours d'eau pour évaluer la réponse des invertébrés aquatiques à une éventuelle pollution toxique.

Les analyses réalisées dans les chapitres précédents sur le bassin du Guil et ses affluents ont permis de révéler certaines particularités du bassin. Par comparaison aux autres cours d'eau pris en compte dans cette étude, le Guil présente une richesse relativement faible sur son cours principal. Les richesses les plus élevées sont observées sur certains affluents comme l'amont de l'Aigue-Agnelle, le Cristillan ou le Chagne. Le caractère montagnard est bien marqué sur les stations étudiées, le peuplement étant proche de celui rencontré dans les Alpes internes du sud. Malgré une richesse relativement faible imputable aux contraintes du milieu (régime torrentiel, substrat instable), il n'est pas observé sur le Guil de lacune pouvant signifier des modifications du peuplement sous l'effet d'éventuelles pollutions chimiques.

L'analyse montre cependant une distinction nette entre certaines stations relativement préservées et le cours principal, ou la partie aval des affluents. Ainsi sur l'Aigue-Agnelle, l'amont (AGNE0200) présente un peuplement d'altitude typique des Alpes du sud. Dans la partie aval, la richesse diminue, les taxons les plus sensibles ont tendance à se raréfier et des taxons plus saprophiles deviennent plus fréquents, indiquant un apport organique dans le milieu. Cette observation vaut également pour les stations du cours principal du Guil, qui semblent influencées par des rejets organiques dès la commune d'Abriès.

L'ordre des Ephéméroptères étant connu pour être particulièrement sensible aux pollutions chimiques, un zoom a été réalisé sur ce groupe afin d'observer l'évolution des richesses dans les différentes stations lors de chaque campagne de prélèvements.

Station/campagne	Richesse Ephémères	Richesse globale
AGNE0200_1808	9	32
AGNE0400_1903	1	14
AGNE0400_1909	4	21
GUIL0200_1903	7	24
GUIL0200_1909	7	21
GUIL0400_1803	7	19
GUIL0400_1809	8	23
GUIL0500_1602	3	17
GUIL0500_1609	5	18
GUIL0500_1702	5	19
GUIL0500_1710	6	21
GUIL0500_2009	6	23

Tableau 20 : Richesse globale et richesse en Ephéméroptères observées dans le Guil et l'Aigue-Agnelle lors de chaque campagne de prélèvements

Les richesses les plus élevées en Ephéméroptères sont observées dans la station AGNE0200 en août 2018. A l'inverse, les richesses les plus faibles sont calculées sur le même affluent, dans la station aval (AGNE0400), en mars 2019. Les campagnes n'étant pas réalisées à la même période, il est difficile de ne pas tenir compte de l'effet saison. Cependant, la faible richesse globale observée dans cette dernière station, va dans le même sens. Elle indique un milieu perturbé, sous influence probablement des rejets d'eaux usées liés à la pratique des sports d'hiver, les richesses les plus faibles étant observées en période hivernale.

Les richesses moyennes observées en Ephéméroptères sur le Guil ne révèlent pas de lacunes alertant sur les effets d'une éventuelle perturbation toxique. Cependant, ces résultats partiels sont à nuancer au regard du protocole qui n'est pas forcément adapté pour traiter cette problématique.

L'analyse du Guil et de ses affluents a montré des différences faunistiques entre les stations situées sur certains cours d'eau (Aigue-Agnelle, Cristillan...) présentant un peuplement montagnard plutôt préservé, et les stations du cours principal du Guil, caractérisées par une richesse relativement faible et la fréquence de taxons saprophiles. Des apports organiques liés entre autres aux activités de sport d'hiver, pourraient en partie expliquer ces différences. Le caractère torrentiel plus marqué du Guil, par comparaison à d'autres cours d'eau haut-alpins comme le Drac, justifierait aussi la relative pauvreté. L'examen détaillé des richesses de l'ordre des Ephéméroptères et la recherche de lacunes faunistiques révélatrices, n'ont pas permis de déceler une éventuelle pollution d'ordre chimique, en relation avec les mortalités piscicoles constatées.

4 DISCUSSION ET CONCLUSION

Le département des Hautes-Alpes applique depuis 2016 une méthode semi-quantitative visant à décrire les peuplements d'invertébrés aquatiques de manière plus fine. Les déterminations sont réalisées à l'espèce pour les groupes les plus significatifs d'un point de vue écologique (Ephéméroptères, Trichoptères et Plécoptères essentiellement). En parallèle, une description des paramètres physico-chimiques et des caractéristiques de l'habitat est réalisée sur chaque point, ainsi qu'une mesure de débit.

En complément des stations régulièrement échantillonnées dans le cadre des suivi qualité sur le département, cette méthode permet d'apporter des informations importantes sur le fonctionnement des cours d'eau, en particulier sur le régime hydrologique et thermique. Ces informations ont une utilité pour évaluer l'influence des changements climatiques ou d'interventions humaines susceptibles d'altérer les écoulements et la thermie du milieu.

Initialement, ce protocole a été conçu pour suivre, sur le moyen et long terme, l'évolution des peuplements benthiques du département des Hautes-Alpes dans le contexte du dérèglement climatique et dans l'objectif d'améliorer le suivi qualité des cours d'eau. Après cinq années d'étude, l'analyse descriptive réalisée dans le cadre de ce rapport couvre l'ensemble des 55 stations suivies et donne une image représentative des peuplements du département.

Progressivement, d'autres problématiques ont été intégrées à l'étude : évaluer l'influence de la restauration sur le Drac, les effets des rejets d'eaux usées sur le torrent de Vachères, influence du rejet d'eaux usées de la ville de Veynes... Dans ce rapport, plusieurs analyses visant à traiter ces sujets ont été proposées, mais nous verrons plus loin que le jeu de données ne nous a pas permis de répondre à l'ensemble des problématiques.

4.1 Analyse descriptive des peuplements faunistiques

En cinq années de prélèvements (de 2016 à 2020), les équipes du département des Hautes-Alpes ont réalisés des prélèvements sur 55 stations. Les bassins versants les plus prospectés sont la Durance avec 31 stations (dont Guil, Guisane, Gyronde), le Buëch et ses affluents (13 stations), le Drac et ses affluents (9 stations). Cette répartition des stations fournit une représentativité fidèle des milieux présents et une bonne couverture du territoire. Initialement, rappelons que ces points d'étude ont été choisis parce qu'ils étaient jugés représentatifs de tronçons de cours d'eau relativement préservés, ou sensés rendre compte d'une évolution longitudinale des peuplements.

Les insectes représentent 94 % des 175 taxons identifiés. L'ordre des Ephéméroptères est particulièrement bien représenté et joue un rôle majeur dans la description des peuplements faunistiques.

A partir de ces prélèvements, il a été possible de caractériser l'ensemble des peuplements d'abord par bassin versant, puis par cours d'eau ou hydro-écorégion. Il apparaît que l'altitude constitue la variable descriptive disponible la plus discriminante pour distinguer les différents peuplements faunistiques. Elle est à relier à une ambiance climatique qui influence directement l'hydrologie et la thermie des eaux, paramètres structurants fondamentaux dans l'écologie des eaux courantes.

Pour les mêmes raisons, le découpage en hydro-écorégion, qui tient compte des variables essentiellement climatiques et géologiques, fournit une porte d'entrée pertinente pour la caractérisation des différents peuplements. Il existe, par exemple, une distinction nette entre les associations d'espèces typiques des cours d'eau glaciaires issus du Massif de l'Oisans, et celles du Gapençais-Embrunais, où l'altitude plus basse et l'influence du climat méditerranéen favorisent des espèces moins montagnardes, plus eurythermes.

Entre ces deux extrêmes, le gradient altitudinal explique la répartition de la majorité des peuplements. Mais des nuances existent, indiquant que les conditions locales peuvent être prépondérantes. Ainsi, un cours d'eau comme la Biaysse (affluent de la Durance) ou la Ribière (affluent du Drac), présente des caractéristiques thermiques qui lui sont propres liées à l'altitude, mais aussi au régime des eaux (résurgences), l'altitude de la source ou à l'exposition. Lors d'une analyse descriptive des peuplements faunistiques, les variables issues de **l'étude du régime thermique** pourraient apporter des éléments de réponse plus pertinents et plus précis que l'altitude pour expliquer la répartition des peuplements.

Dans le cadre de l'évaluation des effets des changements climatiques sur les cours d'eau haut-alpins, il est prématuré de fournir une analyse, ne disposant pas du recul nécessaire. Dans les prochains rendus, il sera intégré dans l'étude des peuplements qui auront fait l'objet de descriptions 5 ans après leur description initiale. Une première comparaison pourra alors être fournie, avec comme base de référence l'analyse réalisée dans le présent rapport.

4.2 Réponse du peuplement à certaines problématiques rencontrées

Profitant de l'acquisition de données sur les cours d'eau des Hautes-Alpes, la demande du département a pu évoluer dans le temps, afin de fournir des réponses à certaines problématiques rencontrées ponctuellement. Dans ce rapport, il a été présenté certaines d'entre elles, mais faute de données suffisantes ou de recul nécessaire, il n'a pas été possible en autres, d'évaluer l'influence du rejet de la station d'épuration de Veynes sur le Petit Buëch (dépouillement des données en cours). Les problématiques traitées ici permettent néanmoins d'orienter les protocoles pour les suivis ultérieurs.

Dans le cadre de l'évaluation des effets du rejet d'eaux usées du hameau des Ribes sur le torrent des Vachères, la comparaison des deux listes faunistiques a ciblé les lacunes faunistiques et les changements de fréquences d'occurrence entre la station de référence amont et la station aval. L'analyse montre une raréfaction de certaines espèces montagnardes et/ou relativement sensibles, ce qui nous a mené à conclure à une influence probable du rejet. Cependant, cette comparaison est basée sur une seule campagne de prélèvement. Etant donné le caractère aléatoire de la distribution des invertébrés benthiques, il apparaît qu'un biais peut exister, sous-estimant une station par rapport à une autre. Plusieurs campagnes de prélèvements, avec un minimum de deux campagnes par an, sont nécessaire pour estimer au plus près les richesses réelles.

Il paraît également important d'anticiper les problématiques visées avant le positionnement des stations sur un cours d'eau et l'établissement du planning d'échantillonnage. Ainsi sur le Drac, les effets de la restauration sont difficilement visibles, faute de données antérieures comparables, la restauration du Drac ayant eu lieu en 2013 (trois ans avant le début du suivi). L'analyse des données acquises dans la station de référence et la zone restaurée conclut à une richesse élevée de cette dernière, située dans une zone biotypologique influencée par les peuplements montagnards en amont, et l'établissement d'une faune plus eurytherme, favorisée par l'étalement du lit en tresse. Là encore, l'étude du régime thermique permettrait d'expliquer plus précisément ces changements.

Une autre difficulté dans l'analyse des effets de restauration du Drac tient au fait que peu de campagnes de prélèvements aient été réalisées à la même période dans les stations comparées. Il a pu être étudié un peuplement d'ensemble, issu de plusieurs campagnes de prélèvements, mais réalisées pour chaque station à des dates différentes, ce qui limite la pertinence de la comparaison.

4.3 Conclusions

Dans ce rapport, l'analyse du peuplement a permis de décrire dans les grandes lignes puis plus précisément, les caractéristiques faunistiques propres à chaque cours d'eau, à chaque hydro-écorégion et à chaque station. Cette analyse pourra servir de base pour les études comparatives ultérieures visant à rendre compte des effets des changements climatiques dans les milieux étudiés. Il a été établi le lien avec l'altitude, mais **l'étude du régime thermique** des cours étudiés paraît indispensable pour avoir les clefs interprétatives nécessaires pour expliquer la répartition des peuplements.

Même si toutes n'ont pas été analysées, certaines problématiques rencontrées sur le département des Hautes-Alpes ont pu être traitées. Elles font apparaître un besoin de préciser le protocole d'échantillonnage. En particulier, il paraît important de continuer à appliquer les règles suivantes :

- Réaliser systématiquement une campagne hivernale et estivale par station et par an ;
- Pour comparer plusieurs stations sur un linéaire, réaliser les campagnes de prélèvements à des dates similaires (éviter l'effet « saison ») ;
- Dans le cadre d'aménagements, anticiper des travaux éventuels pour réaliser plusieurs campagnes avant le début des travaux ;

Enfin, parmi les variables descriptives acquises en parallèle à l'échantillonnage de la faune benthique, tous les paramètres n'ont pas la même valeur interprétative. La répartition des échantillons a montré un lien avec l'altitude et dans une moindre mesure avec la température, le débit, la vitesse maximale, le colmatage et la conductivité. A l'inverse, les valeurs de pH sont difficilement discriminantes, comme tous les paramètres qui sont assez semblables d'une station à l'autre. Cependant, il apparaît important de continuer à acquérir ces données, ces paramètres descriptifs pouvant évoluer dans l'avenir.



RAPPORT D'ETUDE

Mesures de biosurveillance (bioaccumulation et écotoxicité) sur le Drac, la Durance et le Guil



*Mise en place de bioessais in situ basés
sur l'encagement de gammares dans le milieu naturel*

CONFIDENTIEL



Hautes-Alpes
le département

Date de publication du rapport : 15/12/2020
Numéro de version du rapport : HAU-002-01.01

Références Client

Numéro de devis : 20192112

©BIOMÆ 2020. Ce document a été rédigé par Biomae.

Biomae ne le diffusera pas à des tiers. L'ensemble des résultats des analyses 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)
HAU-002-01.01	23/11/2020	Première version
HAU-002-01.02	15/12/2020	Modifications des cartes (localisation des STEU)

Validation du document

Action	Date	Prénom Nom	Visa
Rédaction	15/12/2020	Guillaume Jubeaux	GJ

Sommaire

LABORATOIRE BIOMAE.....	5
CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	6
1. PROTOCOLE D'EXPOSITION.....	11
2. ANALYSES CHIMIQUES.....	14
3. MESURES BIOLOGIQUES.....	16
4. RESULTATS – DEPLOIEMENTS <i>IN SITU</i>	18
5. RESULTATS – SUIVI DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE BIODISPONIBLE.....	19
6. RESULTATS – SUIVI DE L'IMPACT ECOTOXIQUE.....	21
7. SYNTHESE OPERATIONNELLE.....	24
Annexes	
8. ANNEXE 1 – RESULTATS DE CONFORMITE AUX NQE BIOTE (DIRECTIVE CADRE EAU).....	27
9. ANNEXE 2 – PROTOCOLE D'EXPOSITION.....	29
BIBLIOGRAPHIE.....	31
CONTACT.....	33

Table des figures

Figure 0-1 : Localisation des 4 stations de mesure sur le bassin versant du Drac	6
Figure 0-2 : Localisation des 3 stations de mesure sur le bassin versant de la Durance.....	7
Figure 0-3 : Localisation des 6 stations de mesure sur le bassin versant du Guil.....	8
Figure 1-1 : Principe de la méthode	11
Figure 2-1 : Méthodes d'analyses chimiques et substances suivies.....	14
Figure 2-2 : Echelle de contamination.....	15
Figure 3-1 : Substrat alimentaire utilisé pour mesurer le taux d'alimentation	16
Figure 3-2 : Echelle de toxicité.....	17
Figure 4-1 : Paramètres physico-chimiques d'exposition	18
Figure 5-1 : Résultats de bioaccumulation.....	19
Figure 6-1 : Résultats de toxicité sur le bassin versant du Drac	21
Figure 6-2 : Résultats de toxicité sur le bassin versant de la Durance.....	22
Figure 6-3 : Résultats de toxicité sur le bassin versant du Guil	23
Figure 8-1 : Substances prioritaires disposant d'une NQE biote.....	27
Figure 8-2 : Substances prioritaires à rapporter dans les invertébrés (crustacés/mollusques)	28
Figure 9-1 : Prélèvement et stabulation des organismes.....	29
Figure 9-2 : Photographies de gammares de l'espèce <i>Gammarus fossarum</i>	29
Figure 9-3 : Matériels pour l'encagement de gammares	30

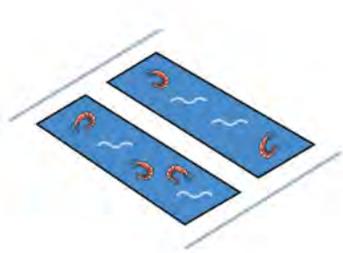
LABORATOIRE BIOMAE



Biomae, laboratoire d'écotoxicologie créé en 2014, propose à ses clients des bioessais intégrateurs **normalisés AFNOR** issus de **10 années de recherche INRAE**. Pour reconnaître son caractère innovant dans le secteur de la métrologie environnementale, BIOMAE a été labélisée **GreenTech Verte**, par le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire.

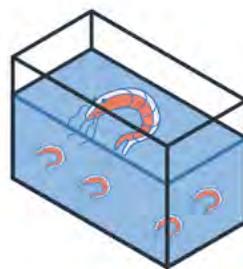
BIOMAE propose **deux types de bioessais** réalisés à partir d'une espèce de crevette d'eau douce polluosensible non-invasive appelée gammare. Ces gammares, issus d'un élevage contrôlé, sont calibrés puis engagés pour être exposés directement dans le milieu naturel (rivières, fleuves, canaux et lacs) plusieurs jours au contact des micropolluants.

L'EXPERTISE BIOMAE



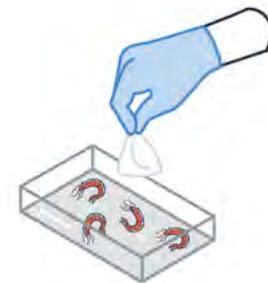
1

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



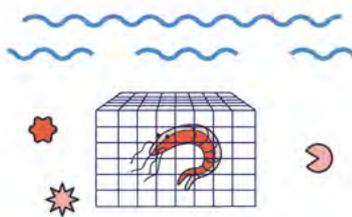
2

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



3

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



4

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



5

Les gammares 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 plus d'informations



Pitch vidéo de Biomae (3 minutes)

<https://www.youtube.com/watch?v=plMficon06Y&t=12s>



CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

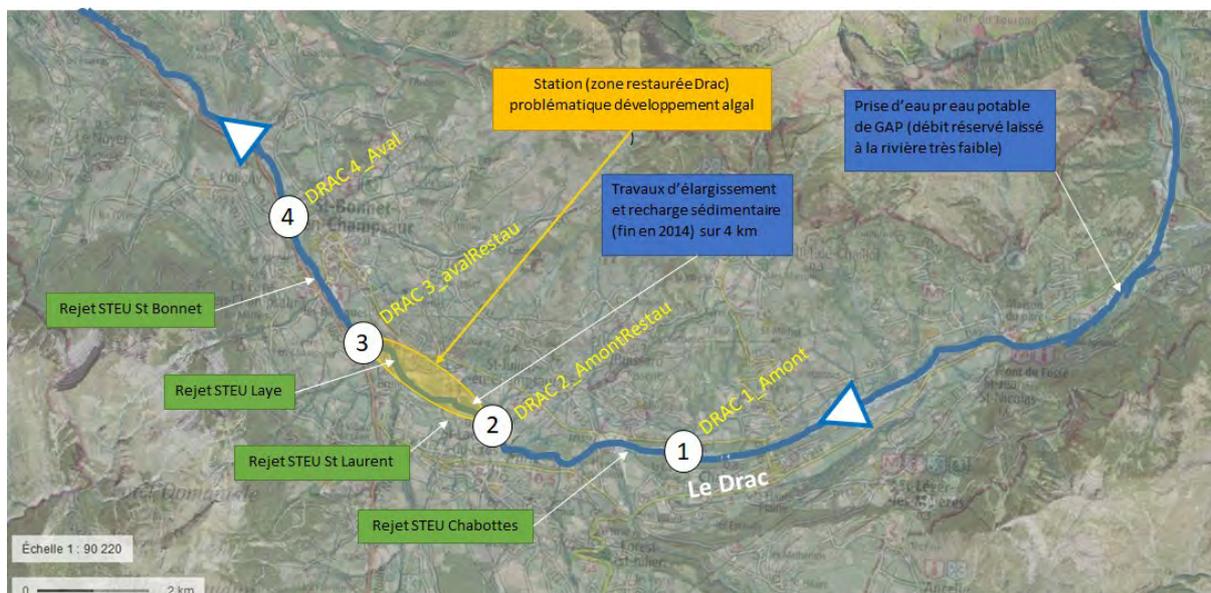
L'étude vise à réaliser des analyses de bioaccumulation et/ou de toxicité par encagement de gammares sur un total de 13 stations de mesure réparties dans 3 contextes différents :

- 4 stations sur le bassin versant du Drac (**Figure 0-1**),
- 3 stations sur le bassin versant de la Durance (**Figure 0-2**)
- 6 stations sur le bassin versant du Guil (**Figure 0-3**).

Les objectifs pour chaque bassin versant sont détaillés ci-dessous.

A. Bassin versant du Drac

Figure 0-1 : Localisation des 4 stations de mesure sur le bassin versant du Drac

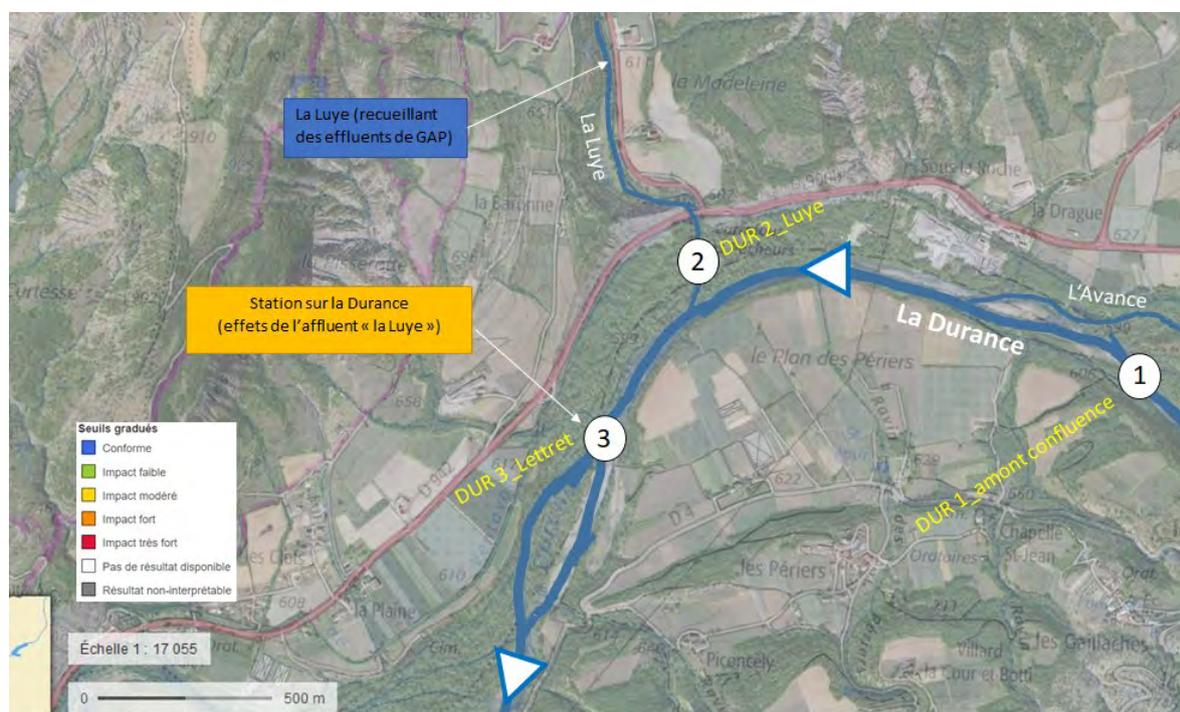


Objectifs :

- 1) Caractériser les niveaux de bioaccumulation de substances chimiques à l'aide de valeurs seuils développés par Biomae/INRAE au niveau de la station de surveillance (station #2). *En complément, les substances prioritaires de la Directive Cadre Eau et disposant d'une norme de qualité environnement (NQE) à suivre dans le biote sont présentées en annexe du présent document.*
- 2) Evaluer l'impact toxique de quatre stations de traitement des eaux usées (STEU) situées à Chabottes, Saint Laurent, Laye et Saint Bonnet en disposant des gammares encagés en amont et en aval de chaque rejet.
- 3) Evaluer les bienfaits de réhabilitation du Drac de travaux réalisés entre les stations #2 et #3 en mesurant le niveau de toxicité sur ces deux stations. *La station #2 permet d'évaluer la qualité du milieu récepteur avant la traversée de la zone réhabilitée.*

B. Bassin versant de la Durance

Figure 0-2 : Localisation des 3 stations de mesure sur le bassin versant de la Durance

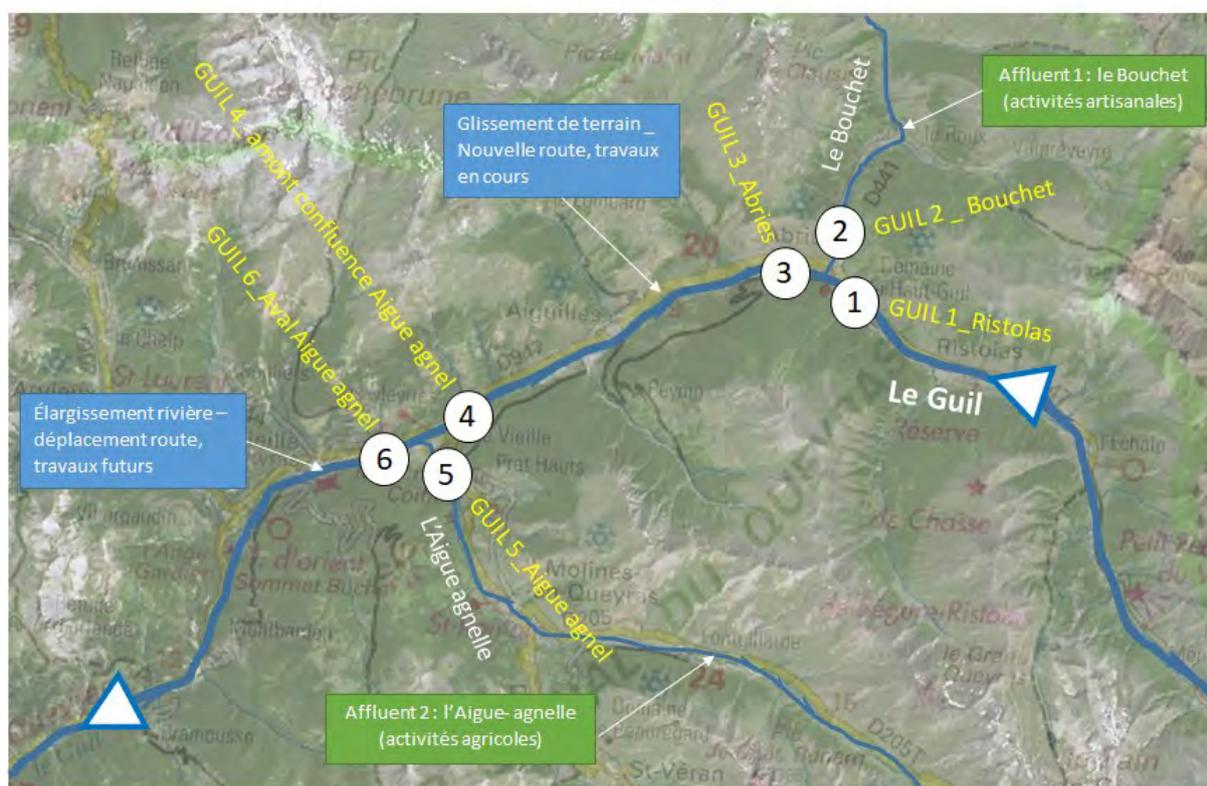


Objectifs :

- 1) Caractériser les niveaux de bioaccumulation de substances chimiques à l'aide de valeurs seuils développés par Biomae/INRAE au niveau de la station de surveillance (station #3). *En complément, les substances prioritaires de la Directive Cadre Eau et disposant d'une norme de qualité environnement (NQE) à suivre dans le biote sont présentées en annexe du présent document.*
- 2) Evaluer l'impact toxique de la Luye sur la Durance en disposant des gammars engagés sur la Luye (station #2) et la Durance (station #1) en amont de leur confluence ainsi que sur la Durance en aval de la confluence (station #3).

C. Bassin versant du Guil

Figure 0-3 : Localisation des 6 stations de mesure sur le bassin versant du Guil



Objectifs :

- 1) Caractériser les niveaux de bioaccumulation de substances chimiques à l'aide de valeurs seuils développés par Biomae/INRAE au niveau de la station de surveillance (station #3). *En complément, les substances prioritaires de la Directive Cadre Eau et disposant d'une norme de qualité environnement (NQE) à suivre dans le biote sont présentées en annexe du présent document.*
- 2) Evaluer l'impact du Guil (#1) et du Bouchet (#2) où des épisodes ponctuels de mortalité piscicole ont été observés à plusieurs reprises lors des mois de Juin. Plusieurs tests de toxicité générale (7 jours d'exposition *in situ*) ont été lancés successivement pour couvrir une période de 21 jours (3 x 7 jours). L'enjeu était de couvrir une large période afin de maximiser « les chances » d'observer un épisode de mortalité piscicole pendant l'encagement de gammares.
- 3) Evaluer l'impact toxique des stations #2 et #5 qui sont des affluents du Guil, respectivement le Bouchet et l'Aigue-agnelle, afin de caractériser de potentiels apports de toxicité dans le Guil au niveau des stations #3 et #6.
- 4) Evaluer l'impact sur le Guil de la construction d'une nouvelle route en 2020 suite à un glissement de terrain entre la station #3 et la station #4.

D. Suivi de la contamination chimique à l'aide de gammares engagés

La norme AFNOR XP-T90-721¹ décrit une méthode d'encagement de gammares à des fins d'analyse de la bioaccumulation de substances chimiques. Cette méthode permet de suivre la bioaccumulation de micropolluants.

NOTE : Dans le cadre de la surveillance chimique réglementaire imposée par la Directive Cadre Eau², cette méthode est utilisée en France par les six Agences de l'eau pour suivre les substances chimiques dites « prioritaires » et vérifier la conformité des milieux vis-à-vis des normes de qualité environnementale, concentrations définies comme toxiques et à ne pas dépasser dans les organismes vivants (NQE biote).

Dans le cadre de l'étude, des mesures de bioaccumulation ont été réalisées sur une station par bassin versant (soit 3 au total). Plusieurs dizaines de substances chimiques ont été suivies à l'aide de gammares engagés. Les niveaux de concentrations accumulés dans les gammares sur chaque station ont été comparés à des valeurs seuils de contamination biodisponible définies et proposées aujourd'hui par Biomae et INRAE pour une soixantaine de substances. Par valeur seuil de contamination biodisponible, on entend concentration dans le gammare exposé au-dessus de laquelle une source de contamination est avérée et conduit à une contamination supérieure au niveau bas national. Suivi de l'impact écotoxique des rejets

E. Suivi de l'impact toxique à l'aide de gammares engagés

Les analyses chimiques, ciblées sur une liste fermée de molécules, ne tiennent pas compte de toutes les substances émises dans l'environnement, ni des produits de leur transformation, ni des effets de leur mélange sur le vivant. Aujourd'hui, il est bien reconnu que les effets de mélanges ne sont pas suffisamment pris en compte. Il est donc indispensable de mettre en place des outils biologiques pour la surveillance et le diagnostic du milieu, qui intègrent l'ensemble des contaminants biodisponibles présents, l'effet de leur mélange et permet d'en traduire leur toxicité à travers la mesure de divers marqueurs (CIS, 2014 ; Busch *et al.*, 2016 ; Brack *et al.*, 2017).

Dans ce contexte, l'utilisation de gammares permet de suivre des réponses moléculaires, physiologiques et comportementales (norme AFNOR XP-T90-722).

Dans le cadre de cette étude, des mesures biologiques ont été réalisées sur toutes les stations de mesure (13 stations) chez les gammares exposés *in situ*. Il s'agit ici d'un marqueur de toxicité générale, le taux d'alimentation, marqueur reconnu en écotoxicologie comme robuste et sensible à la présence d'un large spectre de micropolluants.

¹ Norme Afnor XP-T90-721 (2019). Encagement *in situ* de gammares pour la mesure de la bioaccumulation de substances chimiques.

² 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.

* * * * *

Ce document est organisé en 7 parties :

- **Partie 1** détaille le **protocole d'exposition** in situ des gammares ;
- **Partie 2** présente les **analyses chimiques** réalisées à partir des gammares exposés in situ ;
- **Partie 3** présente les **mesures biologiques** réalisées à partir des gammares exposés in situ ;
- **Partie 4** montre les **conditions d'exposition lors des déploiements in situ** ;
- **Partie 5** présente les **résultats obtenus concernant le suivi de la contamination chimique** à l'aide de valeurs seuils pour les trois stations de mesure retenues (une par bassin versant) ;
- **Partie 6** présente les **résultats obtenus concernant le suivi de l'impact écotoxique** à l'aide de marqueurs biologiques ;
- **Partie 7** est une **synthèse opérationnelle** de l'étude.

Le document est ensuite suivi d'annexe(s)

- Plus spécifiquement, **l'Annexe 1** présente les **résultats obtenus concernant le suivi des substances prioritaires de la Directive Cadre Eau à suivre dans le biote** pour les trois stations de mesure retenues (une par bassin versant);

[TABLEAU 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.

* * * * *

1. PROTOCOLE D'EXPOSITION

A. Principe des bioessais *in situ*

L'encagement de gammarès pour la mesure de la bioaccumulation de substances chimiques a été réalisé conformément à la méthodologie décrite dans la norme AFNOR XP-T90-721. Pour la mesure des marqueurs de toxicité, il s'agit d'une adaptation de cette norme, avec notamment la fourniture d'alimentation aux organismes et une durée d'exposition plus courte (7 jours) (**Figure 1-1**).

Figure 1-1 : Principe de la méthode



B. Dates de déploiement de l'étude

L'étude a été réalisée entre le **13 Aout** et le **3 Septembre 2020**.

- **Sur les bassins versant du Drac et de la Durance**, un test de toxicité a été mis en place pendant 7 jours du 13 Aout au 20 Aout 2020 sur chaque station.
- **Sur le bassin versant du Guil**, trois tests de toxicité (7 jours d'exposition) ont été déployés de manière successive, couvrant une période de 21 jours (3 x 7 jours) : du 13 au 20 Aout 2020, puis du 20 au 27 Aout 2020 et enfin du 27 Aout au 3 Septembre 2020.
- **Sur chaque bassin versant**, une station de mesure a été retenue pour réaliser des mesures de bioaccumulation (exposition pendant 21 jours).

C. Protocole de mesure

Le protocole de mesure de la bioaccumulation est conforme à la méthode définie par la norme AFNOR XP-T90-721³. 15 répliquats⁴ de 30 individus ont été exposés sur une période 21 jours pour réaliser les mesures de bioaccumulation. Les organismes ont été exposés sans nourriture. Seuls des gammarès mâles de même classe d'âge ont été exposés (poids moyen compris entre 22 et 38 mg de poids frais). Après les 21 jours d'exposition, les gammarès ont été récoltés, triés pour éliminer les organismes morts ou moribonds, comptés pour la détermination du taux de survie, séchés, *poolés* 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 attendant les analyses chimiques. Les échantillons ont été expédiés à un laboratoire d'analyses chimiques (La Drôme Laboratoire) pour quantifier les substances chimiques accumulées dans les gammarès.

Le test de toxicité mis en place est la mesure du taux d'alimentation, selon la norme AFNOR XP-T90-722-3⁵. Quatre répliquats de 20 individus ont été exposés sur une période 7 jours avec 20 disques de feuilles d'aulne d'un diamètre égal à 22 mm. Un répliquat contenant uniquement des disques de feuilles a également été réalisé pour mesurer la consommation qui pourrait avoir lieu et non attribuable aux gammarès encagés. Seuls des gammarès mâles 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 récoltés pour calculer le taux d'alimentation. En parallèle, les gammarès ont été récoltés, triés pour éliminer les organismes morts ou moribonds, comptés pour la détermination du taux de survie.

D. Domaine d'application

L'encagement des gammarès est applicable dans les eaux de surface continentales : rivières, plans d'eau, fleuves, canaux, et étangs. Le lieu d'encagement doit remplir les critères suivants, par ordre de priorité :

- Zone facilement accessible pour encager les gammarès
- Zone restant accessible en cas de crue pour récupérer les gammarès sans que l'opérateur soit exposé à un risque de noyade
- Zone suffisamment profonde pour limiter le risque d'exondation ou de vandalisme
- Zone où il y a le plus de courant.
- Zone à faible sédimentation (vase, sable) afin de limiter le colmatage des systèmes d'exposition.

Des enregistreurs de température fixés aux cages ont assuré une mesure toutes les heures, durant l'exposition. La conductivité, la concentration en oxygène et le pH ont été mesurés *in situ* à la pose puis à la récupération des cages.

³ Qualité de l'eau - Encagement *in situ* de gammarès pour la mesure de la bioaccumulation de substances chimiques (2019).

⁴ 18 répliquats ont été exposés sur certaines stations si la conductivité de la station était préalablement connue et inférieure à 100 µS/cm ou s'il y a avait une survie inférieure à 25% de survie lors des précédentes expérimentations.

⁵ Qualité de l'eau - Mesures moléculaires, physiologiques et comportementales chez le gammaré (crustacé amphipode) - Partie 1 : Dosage de l'activité enzymatique acétylcholinestérase (AChE) ; Partie 2 : Mesure de marqueurs de reproduction ; Partie 3 : Mesure du taux d'alimentation (Octobre 2020).

Conformément à la norme AFNOR XP-T90-721 sur la mesure de bioaccumulation, les valeurs mesurées durant l'exposition sur la station de mesure doivent respecter les conditions suivantes :

a) obligatoirement :

- température comprise entre 1 et 21 °C (définie à partir d'un enregistreur en continu)
- oxygène dissous supérieur à 5 mg.L⁻¹
- conductivité comprise entre 50 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ et 2000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$
- pH compris entre 6,3 et 8,9

b) de préférence :

- température moyenne inférieure à 18 °C (définie à partir d'un enregistreur en continu)
- oxygène dissous supérieur à 7,5 mg.L⁻¹
- conductivité comprise entre 100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ et 2000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

Conformément aux recommandations d'INRAE sur les mesures moléculaires, physiologiques et comportementales, les valeurs mesurées durant l'exposition sur la station de mesure doivent respecter les conditions suivantes afin de pouvoir comparer les résultats aux valeurs de référence Biomae/INRAE :

- température moyenne comprise entre 7 et 20 °C (définie à partir d'un enregistreur en continu)
- oxygène dissous supérieur à 5 mg.L⁻¹
- conductivité comprise entre 100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ et 1000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$
- pH compris entre 6,3 et 8,9

2. ANALYSES CHIMIQUES

A. Méthodes chimiques

La préparation et l'analyse chimique des échantillons de gammares ont été réalisées par la **Drôme Laboratoire (LDL)**. La **Figure 2-1** présente chacune des méthodes analytiques proposées par le LDL.

#	Méthode	Technique	Famille
1	CMM_M047	ICPMS	Métaux
2	CMO_MT76	GCMSMS	HAP Phenols et Alkylphenols Chlorobenzènes Phtalates PCB BDE Pesticides Autres
		HPLCMS	Pesticides
3	LABERCA/DGAL/DPCB	HRMS	Dioxines Furanes PCB DL et Indicateurs
4	CMO_MT72	HPLCMSMS	Perfluorés
5	CMO_MT16	GCPFPD	Organoétains

Figure 2-1 : Méthodes d'analyses chimiques et substances suivies

5 méthodes permettent de rechercher et quantifier environ 250 substances chimiques. La prise d'essai minimale pour atteindre les limites de quantification fixées par le LDL est au total de 600 mg de poids sec (soit environ 3 g de poids frais).

La méthode CMM_047 permet de quantifier les métaux. Ils sont analysés par plasma à couplage inductif couplé à la spectrométrie de masse (ICP-MS) après lyophilisation et minéralisation des échantillons par micro-ondes avec de l'acide nitrique. Les concentrations sont exprimées en milligramme par kilogramme de poids frais pour les métaux (mg/kg poids frais).

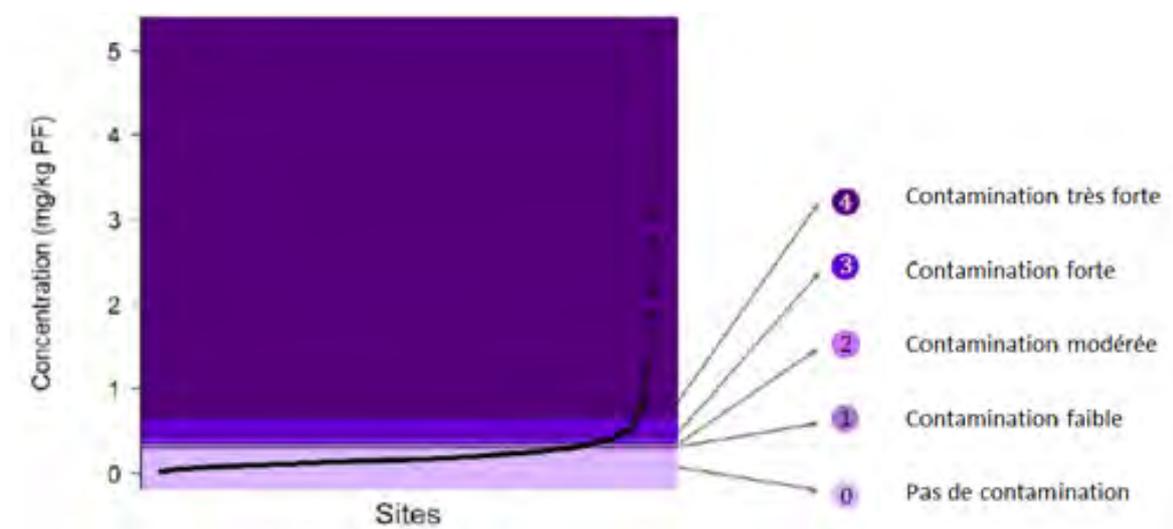
Quatre méthodes (CMO_MT76, LABERCA/DGAL/DPCB, CMO_MT72 et CMO_MT16) permettent de quantifier les composés organiques. Ils sont analysés par chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse en tandem (GC-MS/MS), ou par chromatographie en phase liquide avec détection par spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS), ou encore par chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse haute résolution (GC-HR/MS). Les échantillons sont préalablement lyophilisés, broyés et les composés organiques extraits avec des solvants. Les concentrations sont exprimées en microgramme par kilogramme de poids frais pour les composés organiques ($\mu\text{g}/\text{kg}$ PF).

B. Valeur seuil de contamination biodisponible (BBAC) et graduations

Parmi les substances analysées, des valeurs seuils ont été construites pour une soixantaine de substances à partir des encagements de gammars déployés par Biomae sur les réseaux de surveillance des six Agences de l'eau dans le cadre de la surveillance DCE biote entre 2017 et 2019 (environ 1400 expérimentations). Ces substances sont fréquemment quantifiées dans les gammars, ce qui a permis de définir des valeurs seuils.

La valeur seuil de contamination, appelé BBAC, et les trois quantiles (Q1, Q2 et Q3) de la distribution des stations présentant une contamination (concentration supérieure à la BBAC) ont été utilisés pour établir une échelle de gravité qui permet d'identifier les 25% de stations contaminées où les concentrations mesurées sont faibles (①), modérées (②), fortes (③), ou les plus fortes (④) de la base de données (Figure 2-2).

Figure 2-2 : Echelle de contamination



3. MESURES BIOLOGIQUES

Les mesures biologiques ont été réalisées par **Biomae**.

A. Mesure du taux d'alimentation

Des gammares sont calibrés en taille et en sexe puis mis en contact avec une nourriture préparée, calibrée et choisie comme support de la mesure alimentaire. Après 7 jours d'exposition *in situ*, les individus survivants sont comptés et les restes de nourriture non consommés sont récupérés puis scannés. La nourriture consommée est quantifiée à l'aide d'un logiciel d'analyse et de traitement d'image. Le taux d'alimentation est calculé en déterminant la quantité de nourriture consommée par gammare et par jour.

La nourriture est préparée à partir de feuilles d'aulne (*Alnus spp.*) et sous la forme de disques d'un diamètre de 22 mm. Les organismes et la nourriture sont placés dans des cages (**Figure 3-1**).

Figure 3-1 : Substrat alimentaire utilisé pour mesurer le taux d'alimentation



Feuille d'aulne (*Alnus spp.*) Feuilles sèche et disque (diam. 22 mm)

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.

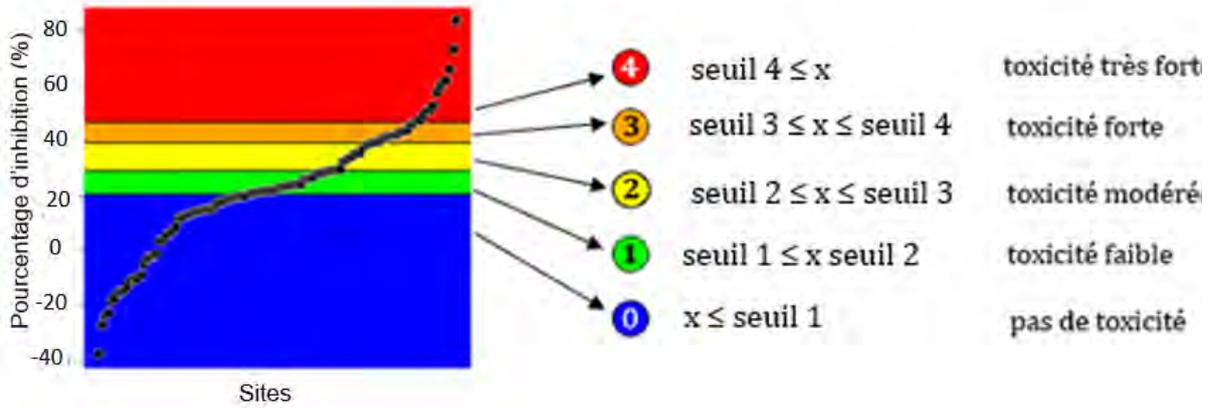
Pour chaque condition testée, la mesure du taux d'alimentation est réalisée sur 4 réplicats. Chaque réplicat est constitué de 20 gammares mâles calibrés en taille et 20 disques de feuilles d'un diamètre de 22 mm.

B. Valeur de référence et 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 la 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. Pour le taux d'alimentation, des seuils gradués ont été déterminés par Biomae/INRAE pour caractériser le niveau d'impact de

l'effet observé (**Figure 3-2**). A partir de données obtenues sur le terrain, nous avons extrait les valeurs supérieures au seuil de toxicité (seuil 1). Des seuils intermédiaires (seuils 2, 3 et 4) ont été définis pour classer l'impact en fonction de son niveau de gravité, de faible à très fort (AFB, 2019).

Figure 3-2 : Echelle de toxicité



4. RESULTATS – DEPLOIEMENTS *IN SITU*

A. Conditions d'exposition, paramètres physico-chimiques

Au total, pour cette étude, il y a eu entre 2 et 4 interventions sur chaque station. L'ensemble des mesures physico-chimiques réalisées lors des expérimentations est présenté dans la **Figure 4-1**. Pour la température, il s'agit des valeurs minimales, moyennes et maximales au cours des suivis, mesurées en continu, toutes les heures, durant toute la durée de l'exposition dans le milieu. Pour la conductivité, l'oxygène dissous et le pH, les mesures ont été réalisées lors chaque intervention : J+0, J+7, J+14 et J+21 ; si les valeurs sortent du domaine d'application, elles sont encadrées en rouge.

La mesure à J+21 correspond à la récupération du test de bioaccumulation uniquement sur les trois stations concernées (DRAC 2_AmontRestau ; DUR 3_Lettret ; GUIL 3_Abries).

Concernant le suivi sur le Guil : 1) la mesure à J+14 correspond à la récupération du 2^{ème} test de toxicité et la relance du 3^{ème} test de toxicité et 2) la mesure à J+21 correspond également à la récupération du 3^{ème} et dernier test de toxicité.

#	Station de mesure	Température (°C)			Conductivité (µS/cm)				pH (unité pH)				Oxygène (mg/L)			
		min	moyenne	max	J0	J+7	J+14	J+21	J0	J+7	J+14	J+21	J0	J+7	J+14	J+21
Bassin versant du DRAC																
1	DRAC 1_Amont	10,1	na	18	291	275	na	na	8,3	8,7	na	na	9,2	7,8	na	na
2	DRAC 2_AmontRestau	9,1	13,8	19,8	335	328	na	279	8,4	8,5	na	8,2	9,7	8,3	na	10,4
3	DRAC 3_avalRestau	11,2	na	21,1	342	339	na	na	8,6	8,6	na	na	9,7	8,4	na	na
4	DRAC 4_Aval	11,3	na	20,9	339	338	na	na	8,6	8,5	na	na	9,7	8,7	na	na
Bassin versant de la DURANCE																
1	DUR 1_amont confluence	12,3	na	18,4	520	585	na	na	8,2	8	na	na	9,8	8,3	na	na
2	DUR 2_Luye	15,5	na	21,7	553	496	na	na	8,4	8,9	na	na	9,1	8,1	na	na
3	DUR 3_Lettret	12,1	15,6	19,8	528	521	na	529	8,4	8,5	na	8,1	9,7	8,6	na	10,2
Bassin versant du GUIL																
1	GUIL 1_Ristolas	6,3	na	17,4	271	280	300	281	8,5	8,2	8,4	8,5	8,8	7,5	10	9,1
2	GUIL 2_Bouchet	6,7	na	17,7	278	274	313	292	8,6	8,4	8,4	8,5	8,6	7,2	9,9	9,6
3	GUIL 3_Abries	6,7	11,6	17,9	279	289	313	293	8,4	8,5	8,4	8,5	8,9	7,5	10,5	9,9
4	GUIL 4_ amont confluence Aigue agnel	6,7	na	18,8	291	294	325	304	8,7	8,5	8,6	8,6	9	7,7	10,4	10,3
5	GUIL 5_Aigue agnel	5,9	na	16,3	351	356	378	360	8,4	8,4	8,6	8,5	9,3	7,7	10,2	10,4
6	GUIL 6_Aval Aigue agnel	6,7	na	18,2	302	309	336	319	8,7	8,5	8,6	8,5	9,1	8	10,1	10,4

na : non analysé (pas de test à récupérer)

Figure 4-1 : Paramètres physico-chimiques d'exposition

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

On observe des contaminations en métaux : d'une part sur le Guil (GUIL 3_Abries) avec une contamination modérée en chrome et forte en nickel ; et d'autre part sur la Durance (DUR 3_Lettret) avec une contamination modérée en arsenic, chrome et cobalt, forte en aluminium, fer et vanadium et enfin très forte en bore, lithium, et nickel.

Dans le cadre du programme de surveillance chimique dans le biote (Directive Cadre Eau), des gammars ont été encagés en Février, Avril et Novembre 2019 sur la Luye (DUR2_Luye) pour le compte de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. A partir des seuils de contamination proposés par Biomae/INRAE (cf. Page 15), les résultats de bioaccumulation montrent* :

- d'une part qu'il n'y a pas de contamination métallique sur cette station. La Luye ne semble donc pas être à l'origine de la contamination métallique observée en aval de la confluence sur la Durance (DUR 3_Lettret).
- d'autre part, on observe sur la Luye : 1) une forte à très forte contamination en PCB lors de la campagne de Février 2019 uniquement et 2) une forte contamination en HAP (acénaphthène, anthracène et fluorène) lors des trois campagnes. La Luye ne semble donc pas contaminer la Durance car on n'observe pas de contamination en PCB et en HAP en aval de la confluence sur la Durance (DUR 3_Lettret).

** A noter toutefois que cette comparaison entre les deux stations est à relativiser car les périodes d'exposition sont différentes.*

6. RESULTATS – SUIVI DE L'IMPACT ECOTOXIQUE

B. Résultats

Les figures ci-dessous présentent les résultats des tests de toxicité pour les trois bassins versants, successivement le Drac, la Durance et enfin le Guil.

❖ Bassin versant du Drac

La **Figure 6-1** présente les résultats de toxicité obtenus sur la bassin versant du Drac sur quatre stations de mesure : amont (#1), amont de la zone de restauration (#2), aval de la zone de restauration (#3) et enfin aval (#4). A noter que quatre stations de traitement des eaux usées (STEU) sont situées entre les stations #1 et #2 (STEU Chabottes), #2 et #3 (STEU Laye et STEU St Laurent) et, #3 et #4 (STEU St Bonnet).

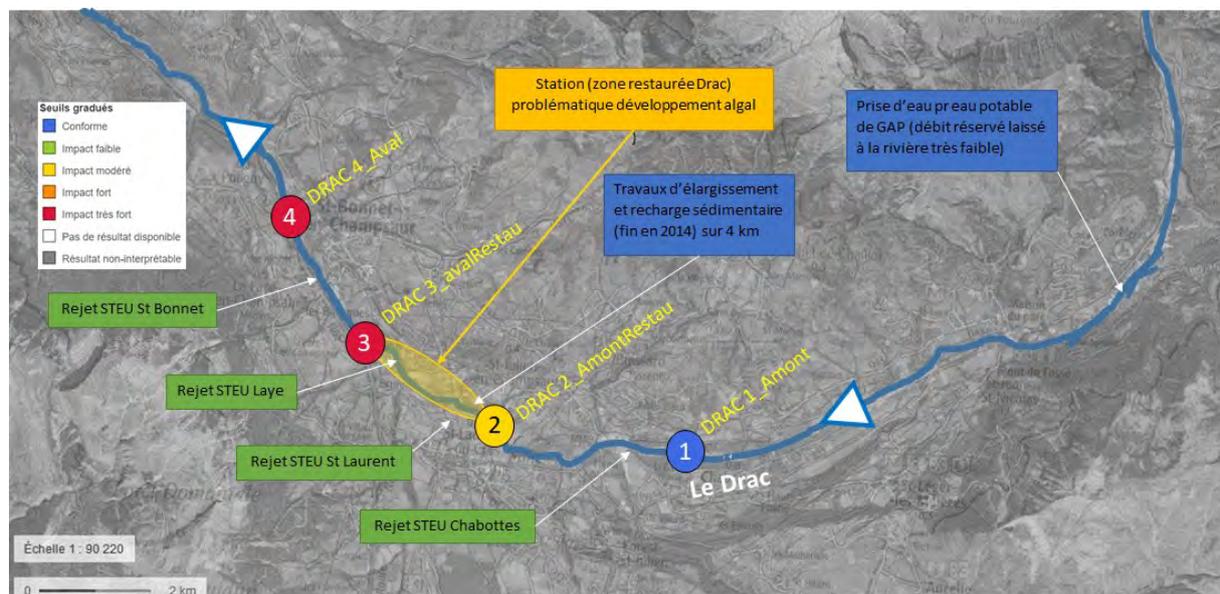


Figure 6-1 : Résultats de toxicité sur le bassin versant du Drac

On observe un gradient fort de toxicité sur le Drac d'amont en aval.

La station située en amont (#1) est conforme au référentiel, mettant en évidence l'absence de toxicité en amont. Ensuite, sur la station (#2), située amont de la zone de restauration, on observe un impact modéré. A noter que le taux de survie est légèrement inférieur à 70% (69%), limite pour une interprétation fiable de cette mesure, et que nous avons tout de même interprété le résultat du test d'alimentation sur cette station. Un impact toxique apparaît entre la station en amont de la Durance (#1) et la station située en amont de la zone de restauration (#2). A noter qu'entre ces deux stations, il y a le rejet de la station de traitement des eaux usées de Chabottes.

On observe une nouvelle dégradation de la qualité du milieu entre les stations #2 et #3 avec une toxicité qualifiée d'impact très fort. A noter qu'entre ces deux stations 1) se rejettent les eaux usées des stations de traitement de St Laurent et de Laye et 2) se situe la zone restaurée.

L'impact très fort s'observe encore sur la station #4, mettant en évidence qu'il n'y a pas de récupération/amélioration de la qualité du milieu entre les stations #3 et #4. A noter qu'entre ces deux stations se rejettent les eaux usées de la station de traitement de St Bonnet.

Les analyses de bioaccumulation réalisées sur la station située en amont de la zone de restauration (#2) indiquent pas eu peu de contamination en composés métalliques et organiques, indiquant que d'autres substances non suivies dans les gammars ont pu avoir un impact toxique.

C. Bassin versant de la Durance

La **Figure 6-2** présente les résultats de toxicité obtenus sur la bassin versant de la Durance sur trois stations de mesure : la Durance en amont de la confluence avec la Luye (#1), la Luye avant la confluence avec la Durance (#2), et enfin à l'aval de la confluence entre la Luye et la Durance (#3).

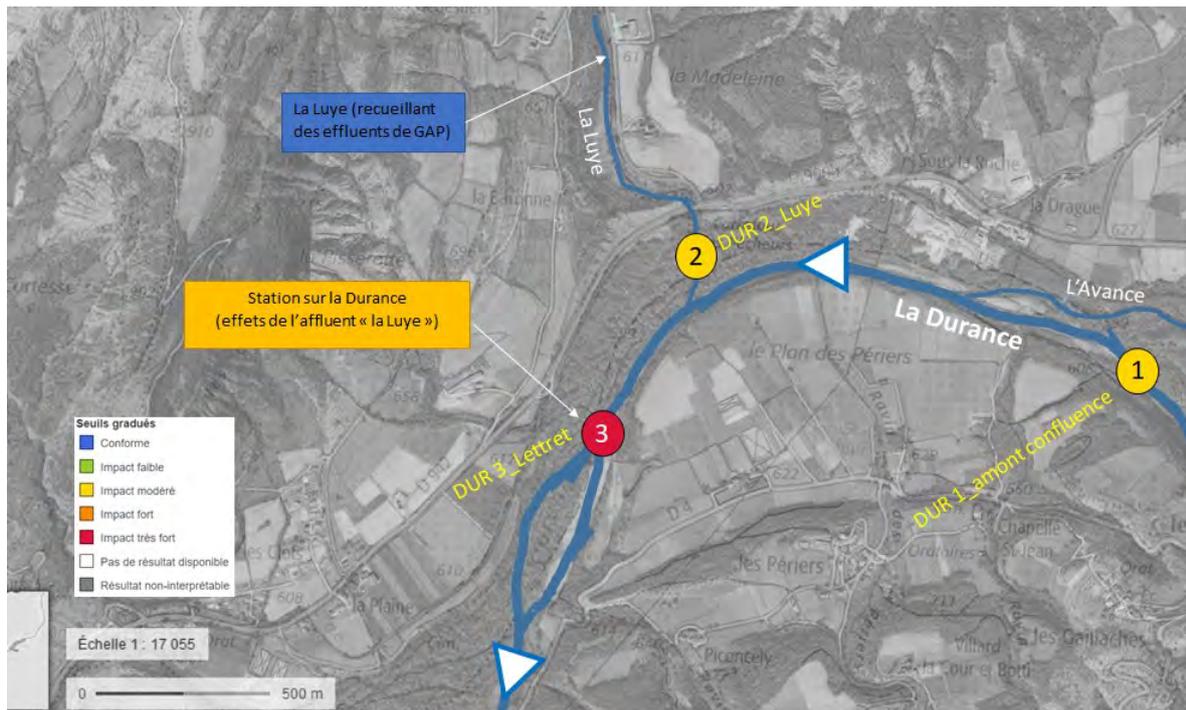


Figure 6-2 : Résultats de toxicité sur le bassin versant de la Durance

On observe clairement un gradient de toxicité sur la Durance d'amont en aval, avec un secteur amont déjà qualifié d'impact modéré, sur la Luye comme sur la Durance. En aval de la confluence de ces deux cours d'eau, le milieu est qualifié d'impact très fort (station #3). Ces résultats ne permettent pas de conclure sur un impact toxique de la Luye sur la Durance car les niveaux de toxicité sont similaires sur la Luye (#2) et sur la Durance en amont (#1).

❖ Bassin versant du Guil

La **Figure 6-3** présente les résultats de toxicité obtenus sur la bassin versant du Guil sur six stations de mesure : le Guil en amont de la confluence avec le Bouchet (#1), le Bouchet en amont de la confluence avec le Guil (#2), l'aval direct de la confluence du Bouchet et du Guil (#3), le Guil en amont de la confluence avec l'Aigue agnelle (#4), l'Aigue agnelle en amont de la confluence avec le Guil (#5) et enfin le Guil en aval de la confluence avec l'Aigue agnelle (#6).

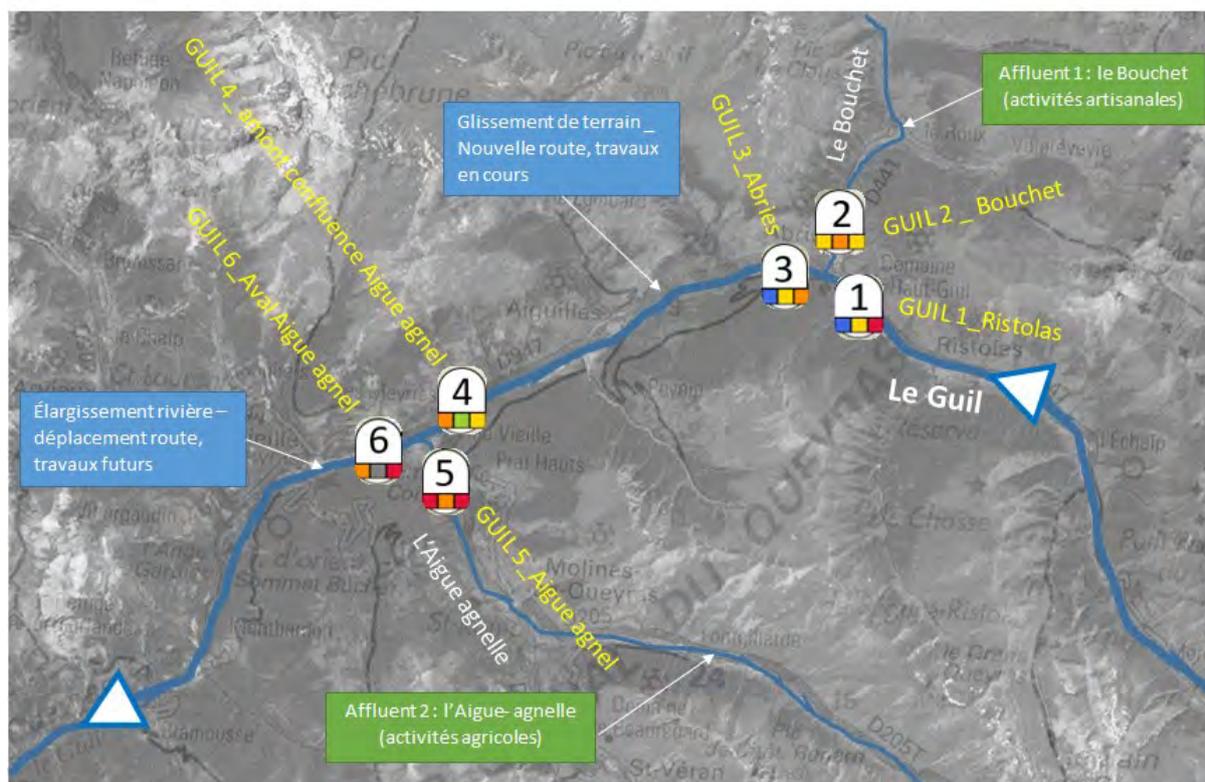


Figure 6-3 : Résultats de toxicité sur le bassin versant du Guil

NOTE : En dessous de chaque station et de la gauche vers la droite, le premier carré correspond au premier test de toxicité (entre J+0 et J+7), le deuxième carré au deuxième test de toxicité (entre J+7 et J+14) et enfin le troisième carré au troisième test de toxicité (entre J+14 et J+21). Conformément à la norme AFNOR XP-T90-722-3, la mesure du taux d'alimentation n'est pas interprété en dessous de 70% de survie des organismes (couleur grise sur la carte ci-dessus).

D'une manière générale, on observe un gradient de toxicité sur le Guil d'amont en aval.

Tout d'abord, concernant la partie la plus en amont, on observe des résultats similaires pour les stations du Guil avec une dégradation forte de la qualité du milieu dans le temps pour les stations #1 et #3, passant de conforme à impact fort et très fort. La station #2, sur le Bouchet présente une mauvaise qualité allant d'impact modéré à fort au cours des trois semaines, ne conduisant pas de dégradation supplémentaire de la qualité du Guil. La toxicité mesurée en aval de la confluence entre le Bouchet et le Guil (#3) semblent être sous l'influence du Guil avant confluence (#1) plutôt que du Bouchet (#2). En effet, lors des campagnes 1 et 2, les niveaux de toxicité sur le Guil avant et après confluence sont similaires malgré une toxicité plus marquée sur le Bouchet. Lors de la campagne 3, le niveau de toxicité sur le Bouchet (modéré) est inférieur à celui observé en aval de la confluence (fort) qui s'explique par une forte toxicité sur le Guil en amont de la confluence.

Sur la station située sur le Guil en amont de la confluence avec l'Aigue agnelle (#4), on observe un impact plus marqué par rapport à la station directement en amont (#3) uniquement au cours de la campagne 1. *A noter que des travaux routiers sont en cours entre ces deux stations.*

L'étude montre que l'Aigue agnelle (#5), affluent du Guil, est caractérisé par un impact fort à très fort au cours des trois campagnes de mesure. Cet impact se retrouve sur le Guil suite à la confluence, conduisant à une dégradation de la qualité du Guil par rapport au site en amont de la confluence (#4). Il est à noter, lors de la campagne 2, une survie très faible (34%) sur la station #6 en aval de la confluence entre l'Aigue agnelle et le Guil.

7. SYNTHÈSE OPERATIONNELLE

A. Contexte de l'étude

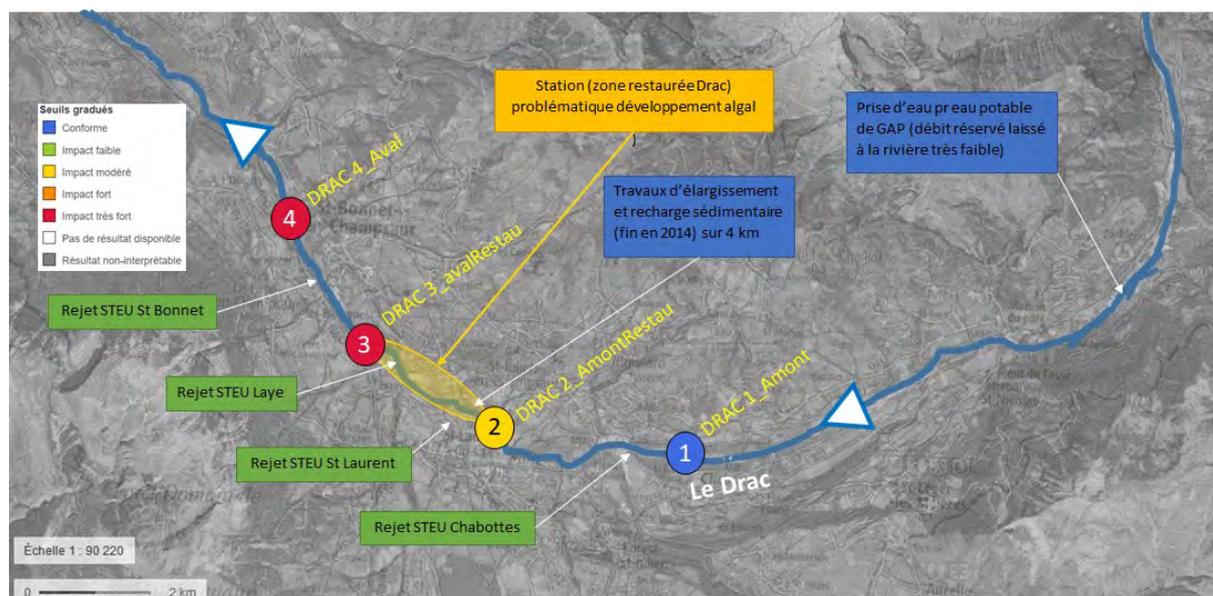
L'étude vise à réaliser des analyses de bioaccumulation et/ou de toxicité par encagement de gammars sur un total de 13 stations de mesure réparties dans 3 contextes différents :

- 4 stations sur le bassin versant du **Drac**
- 3 stations sur le bassin versant de la **Durance**
- 6 stations sur le bassin versant du **Guil**.

Des gammars ont été engagés sur ces stations entre le 13 Aout et le 3 Septembre 2020.

B. Conclusions principales

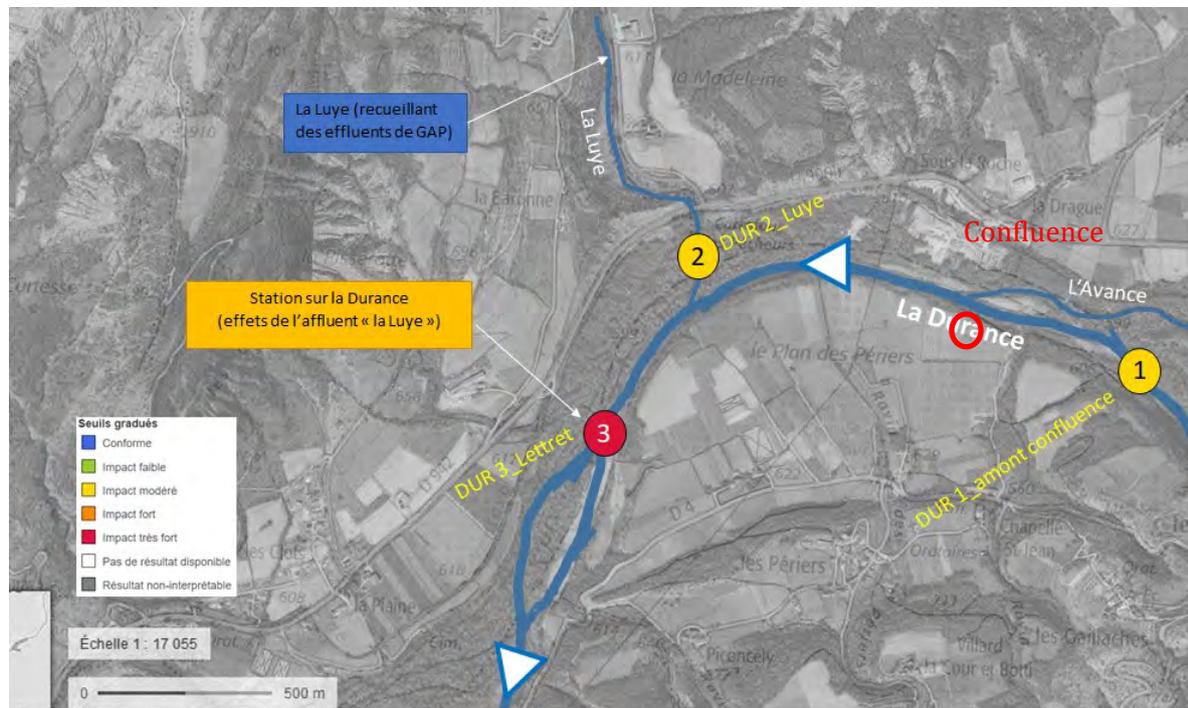
❖ Bassin versant du Drac



- Pas d'impact sur la station située la plus en amont sur le Drac (#1)
- Gradient de toxicité d'amont en aval, suggérant un impact des stations de traitement des eaux usées de Chabottes, de St Laurent et de Laye.
- Un impact très fort s'observe en aval de la station de St Bonnet, mettant en évidence qu'il n'y a pas de récupération/amélioration de la qualité du milieu entre les stations #3 et #4 . La très forte toxicité observée dès l'aval des STEU de St Laurent et de Laye (#3) ne permettant pas de discriminer si la STEU de Saint Bonnet à un impact supplémentaire sur la station située en aval (#4).
- Les analyses de bioaccumulation réalisées sur la station #2 n'indiquent pas ou peu de contamination en composés métalliques et organiques (principalement PCB et HAP mais aussi quelques pesticides et un composé perfluoré émergent, le PFOS). Le croisement des résultats

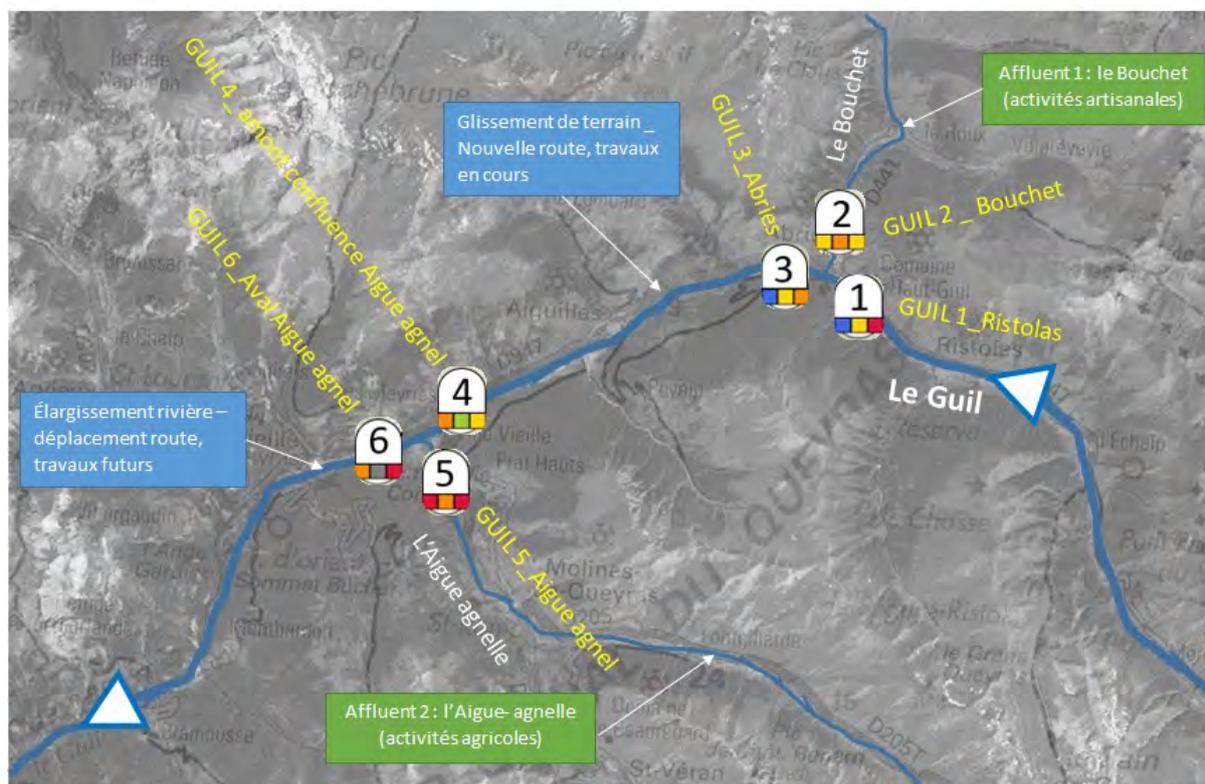
de bioaccumulation et de toxicité indiquent que d'autres substances non analysées dans les gammars ont pu avoir un impact toxique sur les gammars.

❖ Bassin versant de la Durance



- Impact très fort en aval de la confluence (#3) entre la Luye et la Durance sans possibilité de définir quel affluent est le plus contributeur puisqu'on observe un impact modéré sur la Luye (#2) mais aussi la Durance (#1) en amont de la confluence. *Une piste de contamination pourrait être les apports d'un autre affluent, l'Avance, qui se jette dans la Durance en aval du point amont retenu au cours de cette étude (cf. carte ci-dessus).*
- Les mesures de contamination réalisées en aval de la confluence (#6) montrent qu'il y a une contamination forte en aluminium, fer et vanadium et très forte en bore, lithium et nickel.
- Dans le cadre du programme de surveillance chimique dans le biote (Directive Cadre Eau), des gammars ont été engagés en Février, Avril et Novembre 2019 sur la Luye (avant confluence avec la Durance) pour le compte de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. Les résultats de bioaccumulation montrent d'une part qu'il n'y a pas de contamination métallique sur cette station. La Luye ne semble donc pas être à l'origine de la contamination métallique observée en aval de la confluence avec la Durance (DUR 3_Lettret). D'autre part, on observe sur la Luye : 1) une forte à très forte contamination en PCB lors de la campagne de Février 2019 uniquement et 2) une forte contamination en HAP (acénaphthène, anthracène et fluorène) lors des trois campagnes. La Luye ne semble donc pas contaminer la Durance car on n'observe pas de contamination en PCB et en HAP en aval de la confluence sur la Durance (DUR 3_Lettret). *A noter toutefois que cette comparaison entre les deux stations est à relativiser car les périodes d'exposition sont différentes.*

❖ Bassin versant du Guil



- L'Aigue-agnelle, affluent du Guil (#5), contribue lors de 2 campagnes sur 3 à une dégradation de la qualité du Guil en aval de la confluence en termes d'impact toxique.
- Sur la zone caractérisée par la réalisation de travaux routiers en bordure du Guil (#3;#4), on observe un impact ponctuel, uniquement lors de la campagne 1, en aval du Guil (#4) en comparaison au niveau de toxicité mesuré en amont (#3). Toutefois, on observe aucun impact lors des deux campagnes suivantes.
- Le Bouchet (#2) est modérément à fortement impacté au cours des trois campagnes de mesure. Toutefois, il ne semble pas impacter le Guil en aval de la confluence (#3). On observe même un effet de dilution en aval de la confluence lors de la campagne 3 lorsque le Guil en amont de confluence (#1) apporte des eaux très impactées.
- Les effets toxiques mesurés sur le Guil en aval de la confluence avec le Bouchet (#3), est principalement sous l'influence du niveau de toxicité mesuré sur le Guil en amont de la confluence (#1) au cours des trois campagnes. *A noter que l'on observe une forte variabilité de la toxicité au cours du temps sur le Guil : aucun impact lors de la première campagne, effet modéré lors de la deuxième campagne et effet fort à très fort lors de la troisième campagne.*
- Les niveaux de toxicité les plus marqués sur le Guil ont été mesurés lors de la troisième campagne avec une toxicité très forte sur le site le plus en amont (#1) et qui coïncident avec un épisode de mortalité piscicole qui a été observé sur le Guil.

8. ANNEXE 1 – RESULTATS DE CONFORMITE AUX NQE BIOTE (DIRECTIVE CADRE EAU)

A. Introduction

❖ Suivi des NQE biote : une nouvelle obligation réglementaire de la Directive Cadre Eau

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 (**Figure 8-1**).

Figure 8-1 : 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

Une **note technique** 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 dans les eaux de surface continentales se fait par deux biais : (1) le prélèvement de poissons issus des populations autochtones au niveau des sites et suffisamment fournis (monitoring dit « passif ») et (2) l'encagement de gammars qui sont transplantés sur site et exposés durant une durée de 21 jours avant d'être analysés (monitoring dit « actif »). Dans ce contexte, une norme Afnor (XP-T90-721⁶) a été publiée en Mars 2019 et décrit une méthode d'encagement de gammars à des fins d'analyse de la bioaccumulation de substances chimiques. Cette méthode permet de vérifier la conformité

⁶ Norme Afnor XP-T90-721 (2019). Encagement *in situ* de gammars pour la mesure de la bioaccumulation de substances chimiques.

aux NQE invertébrés (crustacé ou mollusque) et de suivre plus globalement la bioaccumulation de substances chimiques.

B. Résultats

La concentration mesurée pour chaque substance est comparée directement aux NQE en vigueur et qui sont à rapporter dans les invertébrés (crustacé ou mollusque). Si la concentration mesurée est supérieure à la NQE, le résultat est mis en **rouge**. A l'inverse, si la concentration mesurée est inférieure ou égale à la NQE, le résultat est mis en **bleu**. Les résultats pour les substances disposant d'une NQE à rapporter dans les poissons ne sont pas présentés dans le présent document⁷.

Dans le présent document, il est présenté uniquement les substances suivantes disposant d'une NQE à rapporter dans les invertébrés (crustacés ou mollusques) : benzo(a)pyrène, fluoranthène, DEHP et somme des dioxines et des composés de type dioxine. **[TABLEAU ANNEXE] L'ensemble des résultats obtenus pour les substances disposant d'une NQE biote est disponible en annexe du présent document sous la forme de tableaux au format Excel.**

La **Figure 8-2** présente les substances prioritaires à rapporter dans la matrice « crustacés/mollusques ». Le code Sandre est noté à côté de chaque substance. Les résultats sont exprimés en microgramme par gramme de poids frais de gammars ($\mu\text{g}/\text{kg}$ PF).

Figure 8-2 : Substances prioritaires à rapporter dans les invertébrés (crustacés/mollusques)

Station de mesure	NQE Crustacé		
	5	3200	0,007
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ PF		
	Benzo (a) pyrene	DEHP	Dioxines et composés de type dioxine
DRAC 2_AmontRestau	<0,5	<40,0	<0,0022
DUR 3_Lettret	<0,5	55,7	<0,0022
GUIL 3_Abries	<0,5	62,4	<0,0022

⁷ En l'absence de facteur de conversion entre gammars et poissons, il n'est pas possible d'utiliser les concentrations dans les gammars pour comparer directement aux NQE définies pour les poissons.

9. ANNEXE 2 – PROTOCOLE D'EXPOSITION

❖ Prélèvement et stabulation des organismes

Les organismes d'essai sont des invertébrés, crustacés, amphipodes d'eau douce, de l'espèce *Gammarus fossarum*. Les gammars sont prélevés sur notre site d'élevage extensif GAMMAREF® et stabulés en aquariums pendant au moins 7 jours dans des conditions contrôlées de laboratoire : température, photopériode, renouvellement d'eau, nourrissage, ... (Figure 9-1).

Figure 9-1 : Prélèvement et stabulation des organismes



❖ Calibration des organismes d'essai

Du fait d'un fort dimorphisme sexuel visible à l'œil nu, le sexe des organismes est facilement identifiable chez *Gammarus fossarum*. Les femelles ont des gonades noires au niveau dorsal et/ou des embryons dans la poche incubatrice au niveau ventral (Figure 9-2). Seuls les individus adultes de genre masculin et de taille homogène doivent être sélectionnés pour les mesures de bioaccumulation. La veille de l'exposition sur site, les individus sont triés au laboratoire

Figure 9-2 : Photographies de gammars de l'espèce *Gammarus fossarum*



Longueur : 1 à 2 cm. A gauche, un couple de gammars avec une femelle disposant de gonades noires sur la partie dorsale et d'embryons de couleur orange dans la poche marsupiale située sur la partie ventrale. A droite, une femelle disposant d'embryons noirs dans la poche marsupiale.

❖ Conditionnement et exposition in situ des organismes d'essai

L'exposition des gammars est réalisée dans des récipients de 180 mL en polypropylène (longueur 10 cm, diamètre 5,5 cm) qui ont été percés pour obtenir des orifices égales à 1 mm de diamètre. Le système est fermé à l'aide d'un bouchon vissé. Ces chambres d'encagement ou cages permettent aux organismes d'être en contact permanent avec l'eau du milieu ; ceci permet également de maintenir un taux d'oxygène optimal dans le système (**Figure 9-3**).

Les cages sont fixées à l'intérieur d'un système d'exposition en plastique rigide grâce à des colliers de fixation (Figure 6). Chaque système d'exposition peut contenir entre 8 et 18 cages pour les gammars. Les cages sont lestées et camouflées avec des pierres prélevées sur le site (**Figure 9-3**).

Figure 9-3 : Matériels pour l'encagement de gammars



BIBLIOGRAPHIE

- AFB (2019). De INRAE : Geffard O., Alric B., François A., Delorme N., Noury P., Chaumot A. Lient entre la toxicité, la contamination des milieux aquatiques mesurés chez *Gammarus fossarum* et les perturbations des communautés biologiques / Partie 3 - Proposition de valeurs seuils au niveau national pour la mesure de marqueurs de toxicité chez *Gammarus fossarum*.
- 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.
- Alric, B., A. Chaumot, & Geffard, O (2019). A multi-contaminant indicator of the bioavailable contamination for aquatic ecosystems based on active biomonitoring. *Journal of Applied Ecology*. (in press)
- AQUAREF - Opérations d'analyse physico-chimique du biote en milieu continental dans le cadre des programmes de surveillance DCE - Recommandations techniques - Edition 2017
- AQUAREF - Opérations d'échantillonnage d'eau en cours d'eau dans le cadre des programmes de surveillance DCE - Recommandations techniques - Edition 2017
- 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.
- Brack W, Dulio V, Ågerstrand M, Allan I, Altenburger R, Brinkmann M, Bunke D, Burgess RM, Cousins I, Escher BI, Hernández FJ, Hewitt LM, Hilscherová K, Hollender J, Hollert H, Kase R, Klauer B, Lindim C, Vrana B (2017). Towards the review of the European Union Water Framework Directive: Recommendations for more efficient assessment and management of chemical contamination in European surface water resources. *Science of The Total Environment*, 576: 720-737.
- Busch W, Schmidt S, Kühne R, Schulze T, Krauss M, Altenburger R. 2016. Micropollutants in European rivers: A mode of action survey to support the development of effect-based tools for water monitoring. *Environ Toxicol Chem* 35:1887-1899
- 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
- Chaumot, A., Coulaud, R., Adam, O., Quéau, H., Lopes, C., Geffard, O. (2020). *In Situ* Reproductive Bioassay with Caged *Gammarus fossarum* (Crustacea): Part 1—Gauging the Confounding Influence of Temperature and Water Hardness. *Environmental Toxicology and Chemistry—Volume 00, Number 00—pp. 1–11.*
- CIS. 2014. Common Implementation Strategy (CIS) Technical report on aquatic effect-based monitoring tools. Technical Report - 2014 - 077
- 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.

- 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 2010/63/UE du Parlement européen et du conseil du 22 septembre 2010 relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques.
- 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.
- Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau définit une stratégie de lutte contre la pollution de l'eau
- European Commission 2011. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC): Guidance Document No: 27 Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Technical Report - 2011 - 05.
- 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.
- 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.
- Kunz, P. Y., Kienle, C. and Gerhardt, A. (2010). "*Gammarus spp.* in aquatic ecotoxicology and water quality assessment: Toward integrated multilevel tests " *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 205: 1-76.
- 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>
- Lopes, C., Chaumot, A., Xuereb, B., Coulaud, R., Jubeaux, G., Quéau, H., François, A., Geffard, O. (2020). *In Situ* Reproductive Bioassay with Caged *Gammarus fossarum* (Crustacea): Part 2—Evaluating the Relevance of Using a Molt Cycle Temperature-Dependent Model as a Reference to Assess Toxicity in Freshwater Monitoring. *Environmental Toxicology and Chemistry—Volume 00, Number 00—pp. 1–14.*
- 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.
- Piscart C. & Bollache L. (2012). Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales de France ; Chapitre 11 - Crustacés amphipodes de surface (gammarés d'eau douce). Association Française de Limnologie (2012).
- Xuereb B, Chaumot A, Mons R, Garric J, Geffard O. (2009a). Acetylcholinesterase activity in *Gammarus fossarum* (Crustacea Amphipoda): Intrinsic variability, reference levels, and a reliable tool for field surveys. *Aquat Toxicol (Amst)* 93:225–233.

CONTACT



✉ **Adresse**

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

Responsable d'étude

Thibaut Hombert
@ / thibaut.hombert@biomae.fr
☎ / 06.17.42.03.29

Responsable administratif

Laurent Viviani
@ / laurent.viviani@biomae.fr
☎ / 06.89.73.41.14

Responsable technique/scientifique

Guillaume Jubeaux (PhD)
@ / guillaume.jubeaux@biomae.fr
☎ / 06.78.76.93.54

Annexe 1 : débits mesurés (année 2020)

Réseau Complémentaire Départemental

STATION	DATE	DEBIT (l/s)
GUIS0300	25/02/2020	2783
GUIS0300	02/11/2020	3727
DURA0040	25/02/2020	10246
GUIL0300	26/02/2020	1613
GUIL0300	23/07/2020	2685
GUIL0300	26/10/2020	1636
GUIL0600	26/02/2020	3670
GUIL0600	23/07/2020	6639
GUIL0900	24/02/2020	7167
VACH0200	25/02/2020	1160
VACH0200	21/07/2020	982
VACH0200	02/11/2020	1755
ROUS0300	10/02/2020	590
ROUS0300	14/05/2020	1497
ROUS0300	27/07/2020	40
ROUS0300	29/10/2020	375
DURA0400	10/02/2020	9280
DURA0400	14/05/2020	9087
DURA0400	27/07/2020	5668
DURA0400	29/10/2020	8009
DURA0700	10/02/2020	5389
DURA0700	14/05/2020	5071
DURA0700	28/07/2020	4750
DURA0700	29/10/2020	4845
DURA0800	10/02/2020	6525
DURA0800	14/05/2020	7163
DURA0800	28/07/2020	5487
DURA0800	29/10/2020	5736

Réseau milieu

STATION	DATE	DEBIT (l/s)
DEOU0100	03/07/2020	5
LUYE0050	03/07/2020	15
MEOU0050	20/07/2020	74
BUEC0300	20/07/2020	591
TABU0050	14/09/2020	1363
GUIL0500	08/09/2020	2273
AVAN0100	08/09/2020	212
SOUL0100	09/09/2020	47
RABI0050	15/09/2020	325
DRAC0080	09/09/2020	4783
ROUS0300	29/10/2020	375
AVAN0100	22/12/2020	473
BUEC0300	22/12/2020	6083

Annexe 2 : données physico-chimiques et bactériologiques (année 2020)

Station	Date	O2 dissous	% O2	DBO	COD	T°	PO4	P tot	NH4	NO2	NO3	pH	Conductivité	MES	Débit (m3/s)	E coli	Entérocoques
06149930 / GUIS0300 Guisane - Amont Durance	25/02/2020	11.7	101	3.3	1.2	3.5	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01	< 1	8	526	6.5	2.78		
	11/05/2020	9.8	94	0.8	0.72	7.2	0.046	0.062	< 0.02	< 0.01	0.55	8	270	270	-		
	21/07/2020	9.2	91	0.5	5.9	9.5	0.11	0.048	0.07	0.02	< 1	8.23	397	10	-		
	02/11/2020	10.5	94	1	4.3	6.3	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01	< 0.5	8.38	489	4.5	3.73	1672	770
06149950 / DURAA0040 Durance - Amont step de Briançon	25/02/2020	11.7	102	2	3.1	4.5	0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01	< 1	8.2	802	7	10.25		
	11/05/2020	9.6	90	0.9	< 1	6.7	0.036	0.044	< 0.02	< 0.01	< 0.5	8.2	275	500	-		
	21/07/2020	9.6	97	< 0.5	3.3	10.3	0.032	0.036	0.05	0.01	< 1	8.2	513	7.8	-		
	02/11/2020	10.2	93	0.8	2.3	6.6	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01	< 0.5	8.34	552	4.4	-		
06150620 / DURAA0065 Durance - Amont Roche-de- Rame	24/02/2020	11.2	100	3	3.5	4.9	0.025	< 0.02	0.1	0.01	1.1	8.5	509	9.2	-		
	11/05/2020	10.6	98	0.9	6.7	7.1	0.052	0.06	0.03	< 0.01	0.63	8.2	261	470	-		
	21/07/2020	9.6	96	< 0.5	3.6	11.2	0.058	0.086	0.06	0.01	< 1	8.16	350	14	-		
	02/11/2020	11.3	98	0.9	2.2	6.6	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01	< 0.5	8.26	434	14	-		
06150715 / GUIL0300 Guil - Aval Abriès	26/02/2020	12.7	107	1.9	2.7	1.2	0.17	0.05	0.43	< 0.01	0.56	8.2	299	< 2	1.61		
	12/05/2020	9.6	93	0.7	0.56	6.8	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01	< 0.5	8.1	237	8.7	-		
	23/07/2020	8.4	96	0.7	2.3	14.1	< 0.02	0.038	0.04	< 0.01	< 0.5	8.39	240	< 2	2.42	208	245
	26/10/2020	10.5	98	0.5	5.1	5.2	< 0.02	< 0.02	= 0.04	< 0.01	< 0.5	8.68	276	< 2	1.64	2040	1748
06150765 / GUIL0600 Guil - Amont La Rivière	26/02/2020	13.2	108	3	4.2	1.4	0.08	0.03	0.23	0.01	0.77	8.4	353	3.8	3.67	6 350	3 950
	12/05/2020	10.8	102	0.8	0.62	7	0.02	0.02	< 0.02	< 0.01	< 0.5	8	266	23	-		
	23/07/2020	9.3	96	1.2	3.4	10.6	0.06	0.068	0.04	0.02	< 0.5	8.58	289	4.8	5.98	77	78
	26/10/2020	11.4	103	1.2	2.5	5.1	0.03	< 0.02	= 0.06	0.02	< 0.5	8.67	319	76	-	2754	7250
06150800 / GUIL0900 Guil - Amont Durance	24/02/2020	12.2	107	2	4.6	6.1	0.02	< 0.02	0.06	0.02	1.1	8.7	645	2.6	7.17		
	12/05/2020	10.9	103	0.9	0.8	8.7	0.022	0.02	< 0.02	< 0.01	< 0.5	8.1	278	180	-		
	21/07/2020	9.8	103	< 0.5	2.7	13.5	< 0.02	0.03	0.04	0.01	< 1	8.26	628	5.1	-		
	02/11/2020	10.9	98	1	3.9	7.2	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01	< 0.5	8.38	567	27	-	< 38	750
06150900 / DURAA0080 Durance - Pont de St- Clément	24/02/2020	13.7	125	5.1	3.9	7.8	< 0.02	< 0.02	0.06	0.02	1.4	8	558	7.3	-		
	11/05/2020	10.3	97	0.8	0.87	7.8	0.038	0.05	0.04	< 0.01	0.5	8.1	264	470	-		
	21/07/2020	9.8	102	< 0.5	3.7	13.1	0.046	0.042	0.04	0.01	< 0.5	8	424	16	-		
	02/11/2020	10.5	97	0.8	2.3	8.5	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01	< 0.5	8.19	475	16	-	38	163
06151050 / VACH0200 Torrent Vachères - Amont Durance	25/02/2020	12.1	105	2.5	4	6	0.025	0.024	0.05	0.03	2.5	8	404	16	3.90	1 859	2 990
	12/05/2020	10.9	105	0.7	0.78	10	0.088	0.082	0.12	0.01	0.78	8	271	310	-		
	21/07/2020	9.6	104	< 0.5	3.6	15.8	0.024	0.14	0.06	0.01	0.76	8.33	340	4.4	0.88	117	983
	02/11/2020	11	100	0.9	3.2	7.9	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01	0.62	8.39	365	12	1.76	584	35530
06153050 / ROUS0300 Rousine - Amont Durance	10/02/2020	11.6	103	1.2	2.6	7.7	0.065	0.044	0.07	0.04	6.9	8.2	552	3.6	9.87		
	14/05/2020	9.7	97	0.8	1.2	12.1	0.078	0.06	0.06	0.05	2.5	8.1	468	49	1.50		
	27/07/2020	8.7	94	0.8	4	16.4	0.1	0.036	0.05	0.01	< 1	8.43	498	6.9	0.04		
	29/10/2020	11.4	102	0.6	3.2	8.7	0.32	0.14	0.04	0.02	1.8	8.58	510	130	0.38	1583	1049
06152950 / DURAA0400 Durance - Aval Luyé	10/02/2020	10.6	91	1	2.3	6.3	0.03	0.052	0.03	0.02	2.7	8.2	631	8.5	9.28		
	14/05/2020	10.4	99	0.7	0.97	10.3	0.058	0.054	0.04	0.03	1.5	7.9	603	11	9.09		
	27/07/2020	9	99	0.6	3.1	17.3	0.058	0.044	0.02	0.01	< 1	8.34	526	13	5.10	38	38
	29/10/2020	10.4	98	0.7	2.9	10.5	0.085	0.04	< 0.02	0.03	0.71	8.36	560	20	8.01		
06153200 / DURAA0700 Durance - Aval step de La Saulce	10/02/2020	11.3	97	0.9	0.52	6.8	0.04	0.04	0.04	0.01	1.1	8.1	567	7.6	5.39		
	14/05/2020	11.2	107	0.7	0.72	10.5	0.024	0.02	0.16	0.02	0.74	7.9	537	5.7	5.07		
	28/07/2020	9.8	101	1.3	14	14.2	0.034	< 0.02	< 0.02	0.01	0.65	8.16	456	3.9	4.28		
	29/10/2020	10.7	106	< 0.5	3.1	12.8	0.075	0.04	< 0.02	0.02	< 0.5	8.16	471	13	4.85		
06153500 / DURAA0800 Durance - Aval Ventavon	10/02/2020	11.1	97	1.1	2	7.3	0.035	0.022	0.04	0.01	1.2	8	644	5.3	6.53		
	14/05/2020	10.7	110	0.6	0.98	14.1	0.04	0.036	0.04	0.02	1.1	7.9	600	14	7.16		
	28/07/2020	9.3	110	0.9	5.9	17.7	0.046	< 0.02	0.02	0.01	0.58	8.25	498	8	4.94		
	29/10/2020	11	109	0.7	3.4	12.7	0.08	0.036	< 0.02	0.02	< 0.5	8.4	554	19	5.74		

Annexe 3 : données concernant les invertébrés selon l'IBG-DCE (année 2020)

BV	Code Etude	Code Station	Date Prélèvement	Diversité	Taxon indicateur	Groupe indicateur	IBG-DCE	Référence DCE	Effectif total / m2	Type CEMAGREF	Etat DCE
GUIL	GUIL0300	06150715	26/02/2020	14	Perlodidae	9	13	15	8350	MP2	bon
	GUIL0600	06150765	26/02/2020	14	Leuctridae	7	11	15	5493	G2	bon
	GUIL0900	06150800	24/02/2020	21	Perlodidae	9	15	15	3565	G2	très bon
DURANCE AMONT	GUIS0300	06149930	25/02/2020	21	Perlodidae	9	15	15	3758	MP2	très bon
	DURA0040	06149950	25/02/2020	20	Leuctridae	7	12	15	2718	MP2	bon
	DURA0065	06150620	24/02/2020	15	Leuctridae	7	11	15	7383	G2	bon
	DURA0080	06150900	24/02/2020	14	Leuctridae	7	11	15	2593	G2	bon
	VACH0200	06151050	25/02/2020	18	Perlodidae	9	14	15	1940	TP2	très bon
DURANCE AVAL	ROUS0300	06153050	27/07/2020	24	Leuctridae	7	13	15	5018	TP7	bon
	DURA0400	06152950	27/07/2020	23	Perlidae	9	15		8695	TG6-7/2	indéterminé
	DURA0700	06153200	28/07/2020	23	Leuctridae	7	13		2920	TG6-7/2	indéterminé
	DURA0800	06153500	28/07/2020	22	Perlidae	9	15		4210	TG6-7/2	indéterminé

Annexe 4 : données I2M2 (année 2020)

Rapprochement des résultats du Réseau de surveillance avec ceux du Réseau Complémentaire départemental.

Code station	Code Etude	Libellé Station	Date	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse	I2M2
06149930	GUIS0300	GUISANE A BRIANÇON	15/02/2016	0.023	0.739	0.724	0.952	0.000	0.545
06149930	GUIS0300	GUISANE A BRIANÇON	13/02/2017	0.452	0.911	0.597	0.743	0.060	0.590
06149930	GUIS0300	GUISANE A BRIANÇON	21/02/2018	0.436	0.819	0.627	0.866	0.000	0.592
06149930	GUIS0300	GUISANE A BRIANÇON	25/02/2020	0.340	0.749	0.683	0.755	0.301	0.595

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

06150620	DURA0065	DURANCE A FREISSINIÈRES	16/02/2016	0.369	0.778	1.000	0.918	1.000	0.825
06150620	DURA0065	DURANCE A FREISSINIÈRES	13/02/2017	0.330	0.773	0.736	0.739	0.000	0.559
06150620	DURA0065	DURANCE A FREISSINIÈRES	21/02/2018	0.000	0.661	0.665	0.767	0.000	0.469
06150620	DURA0065	DURANCE A FREISSINIÈRES	24/02/2020	0.093	1.000	0.822	0.828	0.000	0.608

06150715	GUIL0300	GUIL A ABRIES	23/02/2016	0.191	0.670	0.719	0.951	0.000	0.557
06150715	GUIL0300	GUIL A ABRIES	15/02/2017	0.327	0.685	0.858	0.929	0.241	0.648
06150715	GUIL0300	GUIL A ABRIES	22/02/2018	0.046	0.685	0.800	0.957	0.000	0.555
06150715	GUIL0300	GUIL A ABRIES	26/02/2020	0.141	0.550	0.674	0.946	0.000	0.511

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

06150800	GUIL0900	GUIL A EYGLIERS (aval)	23/02/2016	0.469	0.850	0.615	0.823	0.000	0.592
06150800	GUIL0900	GUIL A EYGLIERS (aval)	14/02/2017	0.029	0.603	0.743	0.762	0.333	0.530
06150800	GUIL0900	GUIL A EYGLIERS (aval)	22/02/2018	0.614	0.865	1.000	0.804	1.000	0.860
06150800	GUIL0900	GUIL A EYGLIERS (aval)	24/02/2020	0.815	0.749	0.824	0.886	1.000	0.848

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

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

Annexe 5 :

Cartographie des États DCE calculés uniquement avec les résultats de l'année 2020

