

Diagnostic et étude des populations de macroinvertébrés benthiques du Rebenty

Le cas des stations de Cailla, Joucou, la Fajolle aval et la Fajolle amont



Table des matières

Table des illustrations.....	2
Introduction	3
II-Matériel et méthodes	5
2.1. Stations de prélèvement	5
2.1.1. Le Rebenty à Cailla.....	5
2.1.2. Le Rebenty à Joucou.....	7
2.1.3. Le Rebenty à l’aval de la pisciculture de la Fajolle	8
2.1.4. Le Rebenty à l’amont de la pisciculture de la Fajolle	9
2.2. Indice Invertébrés Multimétrique	10
III-Résultats et discussion	12
3.1. Le Rebenty à Cailla.....	12
3.2. Le Rebenty à Joucou	16
3.3. Le Rebenty à l’aval de la pisciculture de la Fajolle	18
3.4. Le Rebenty à l’amont de la pisciculture de la Fajolle	20
Conclusion	22
Bibliographie.....	24
Annexes	25

Table des illustrations

Figure 1 : Localisation des stations d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques sur le Rebenty	5
Figure 2: Photographie et localisation (source Géoportail) de la station du Rebenty à Cailla.....	6
Figure 3 : Photographie et localisation (source Géoportail) de la station du Rebenty à Joucou	7
Figure 4: Photographie et localisation (source Géoportail) de la station du Rebenty à l'aval de la pisciculture de la Fajolle	8
Figure 6: Photographie et localisation (source Géoportail) de la station du Rebenty à l'amont de la pisciculture de la Fajolle	9
Figure 7: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur l'habitat de la station de Cailla en 2022 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés	12
Figure 8: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur la qualité chimique de l'eau de la station de Belvianes en 2021 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés.....	13
Figure 9: Chronique temporelle des notes I2M2 de la station de Cailla entre 2008 et 2022	14
Figure 10: Chronique temporelle des différentes métriques de l'I2M2 de la station de Cailla entre 2016 et 2022.....	14
Figure 11: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur l'habitat de la station de Joucou en 2021 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés	16
Figure 12: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur la qualité chimique de l'eau de la station de Joucou en 2021 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés.....	17
Figure 13: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur l'habitat de la station de la Fajolle aval en 2022 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés.....	18
Figure 14: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur la qualité chimique de l'eau de la station de la Fajolle aval en 2022 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés	19
Figure 15: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur l'habitat de la station de la Fajolle amont en 2022 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés.....	20
Figure 16: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur la qualité chimique de l'eau de la station de la Fajolle amont en 2022 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés	21

Introduction

Entre 2012 et 2014 un important effondrement des populations de Truites Fario a été observé sur plusieurs secteurs de l'axe du Rebenty. Depuis cette période, les inventaires piscicoles réalisés sur le bassin ne mettent en évidence que des populations d'abondances faibles à très faibles et souvent déstructurées. En 2021, les raisons de cette importante baisse de densité piscicole n'étaient toujours pas clairement identifiées.

Ainsi, pour essayer de déceler les facteurs expliquant cette problématique, en 2021 la FDAAPPMA11 a réalisé un diagnostic quasi exhaustif du bassin versant du Rebenty afin d'évaluer finement l'état des peuplements piscicoles (FDAAPPMA11, 2022). Pour cela, cette année-là, la FDAAPPMA11 a réalisé 8 opérations de pêche électrique sur l'ensemble du bassin versant y compris sur les affluents du Rebenty. Ces 8 opérations ont été couplées à une étude des chroniques de données piscicoles des 2 stations de suivi piscicole du réseau d'Etat. Et enfin une analyse hydrologique et thermique du bassin versant a aussi été réalisée dans le cadre de cette étude en 2021.

Le résultat de cette étude a conduit à une confirmation d'un effondrement des populations de Truites Fario sur les stations d'état entre 2012 et 2014. Quant au reste des inventaires piscicoles réalisés en 2021, il a confirmé un état déstructuré et assez variable des peuplements locaux de Truites Fario que ce soit sur le Rebenty ou ses affluents de manière générale. Le régime thermique, bien que légèrement défavorable à l'espèce repère locale sur le bas du bassin versant, n'a suffi en rien à expliquer la situation à lui seul. Néanmoins, l'hydrologie de la dernière décennie a semblé être plus explicative de la situation avec une baisse significative des débits moyens mensuels observés sur la période d'étiage et une occurrence élevée d'hydrologie hivernale peu favorable au bon recrutement des Truites sur les 10 dernières années précédant l'étude. Néanmoins il semblerait que l'hydrologie locale ne puisse pas être la seule explication de la situation à la vue de gradients d'abondance très prononcés qui ont été décelés sur une zone restreinte du haut du bassin versant. Cela a conduit à conclure à une explication probablement multifactorielle de la situation. De plus, comme le seul examen ponctuel du compartiment ichtyologique ne constitue pas l'indicateur le plus révélateur de perturbations périodiques, du fait de la forte capacité de résilience de l'espèce repère, il a été décidé d'affiner cette analyse par des investigations complémentaires en 2022.

Ainsi en 2022, deux pêches électriques d'inventaires en amont et aval de la pisciculture de la Fajolle, pour vérifier son éventuelle influence sur les peuplements piscicoles locaux, ainsi qu'une pêche sur la station d'Etat de Cailla ont été réalisées. Sur les deux stations de la Fajolle, seuls 14 jeunes individus et 8 jeunes individus de Truites Fario ont été capturés sur respectivement la station à l'amont et à l'aval de la pisciculture (*Annexes 1 et 2*). Les individus capturés faisaient tous entre 8 et 17 cm sur les deux stations. Cela conduit à des abondances considérées comme très faibles et un IPR de classe moyenne sur les deux stations. À la vue de la similarité de ces résultats, on ne peut pas conclure à un effet significatif de la pisciculture sur les peuplements piscicoles locaux cette année-là. En ce qui concerne la station d'Etat de Cailla, là aussi les abondances des espèces capturées sont particulièrement faibles en 2022 (*Annexe 3*). En effet, sur les trois espèces échantillonnées en 2022, deux ont une classe d'abondance extrêmement faible (Chabot et Vairon) et celle de la Truite est faible avec seulement 42 individus échantillonnés, tous entre 13 et 22cm. Malgré cela, l'IPR indique un peuplement de bonne qualité localement cette année-là. Ainsi, même si deux stations (amont pisciculture et Cailla) présentaient des abondances relativement correctes en 2021, en 2022 les peuplements piscicoles locaux sont particulièrement réduits et les individus de l'année et assez âgés sont absents. Ces observations sont sans doute liées aux deux fortes crues du début d'année.

Ainsi, pour compléter ces précédentes analyses, une bio évaluation basée sur le compartiment des macroinvertébrés benthiques au travers de l'indicateur I2M2 a été réalisé en 2022 et fait l'objet de ce présent rapport. L'objectif de cette étude est donc d'évaluer la qualité écologique du Rebenty au travers des populations locales de macroinvertébrés. En effet, les macroinvertébrés benthiques présentent un grand nombre d'avantages dans l'appréciation globale de la qualité des milieux ce qui en fait de très bon modèles biologiques d'évaluation d'état écologique (Mondy et al., 2012, 2017 ; Usseglio-Polatera et al., 2000a, 2000b). De plus, ils constituent un compartiment essentiel, notamment du point de vue trophique de la biocénose aquatique des rivières. Ainsi, cette étude semble importante, que ce soit pour évaluer l'état local des populations d'un compartiment taxonomique majeur mais aussi pour tenter d'affiner les précédentes analyses piscicoles et essayer de préciser les sources de cet effondrement local des Truites Fario.

II-Matériel et méthodes

2.1. Stations de prélèvement

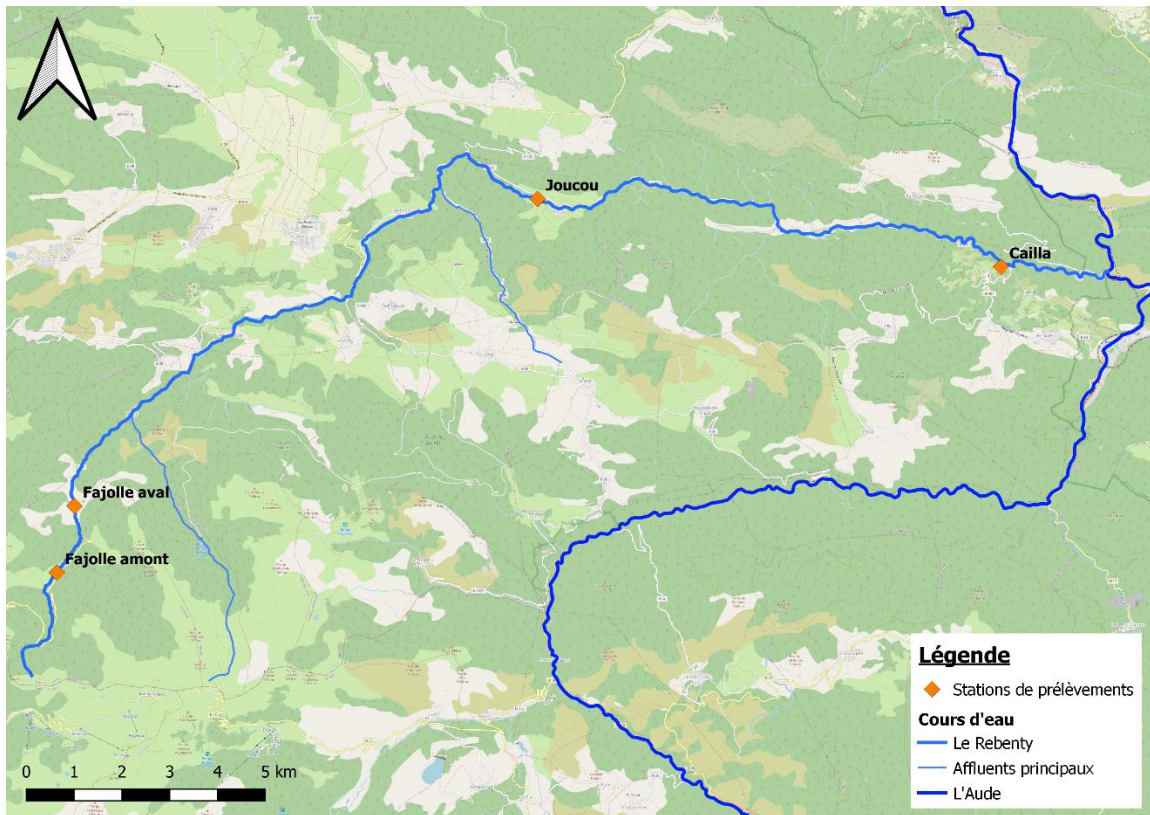


Figure 1 : Localisation des stations d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques sur le Rebenty

2.1.1. Le Rebenty à Cailla





Figure 2: Photographie et localisation (source Géoportail) de la station du Rebenty à Cailla

La station du Rebenty à Cailla à 2.8km de la confluence du Rebenty avec l'Aude, le long de la D107 en contrebas du village de Cailla. L'échantillonnage par la FDDAAPPMA11 du compartiment des macroinvertébrés benthiques selon le protocole I2M2 (Indice Invertébrés Multi Métriques) a été réalisé le 27 juin 2022. La station est principalement composée de radiers et plats courants associés à des blocs et sédiments minéraux de grande taille. De par sa situation, la station est principalement en milieu forestier mais est aussi un peu urbanisé. Ce point de prélèvement est aussi exactement celui de la station RCS nommée « 061175645 – Rebenty à Cailla ». Or, la population de macroinvertébrés aquatiques de cette station est suivie annuellement depuis les années 2000 et avec des données issues d'un protocole I2M2 depuis 2008 ce qui permettra de disposer d'un ensemble important de données robustes afin d'approfondir notre diagnostic.

2.1.2. Le Rebenty à Joucou

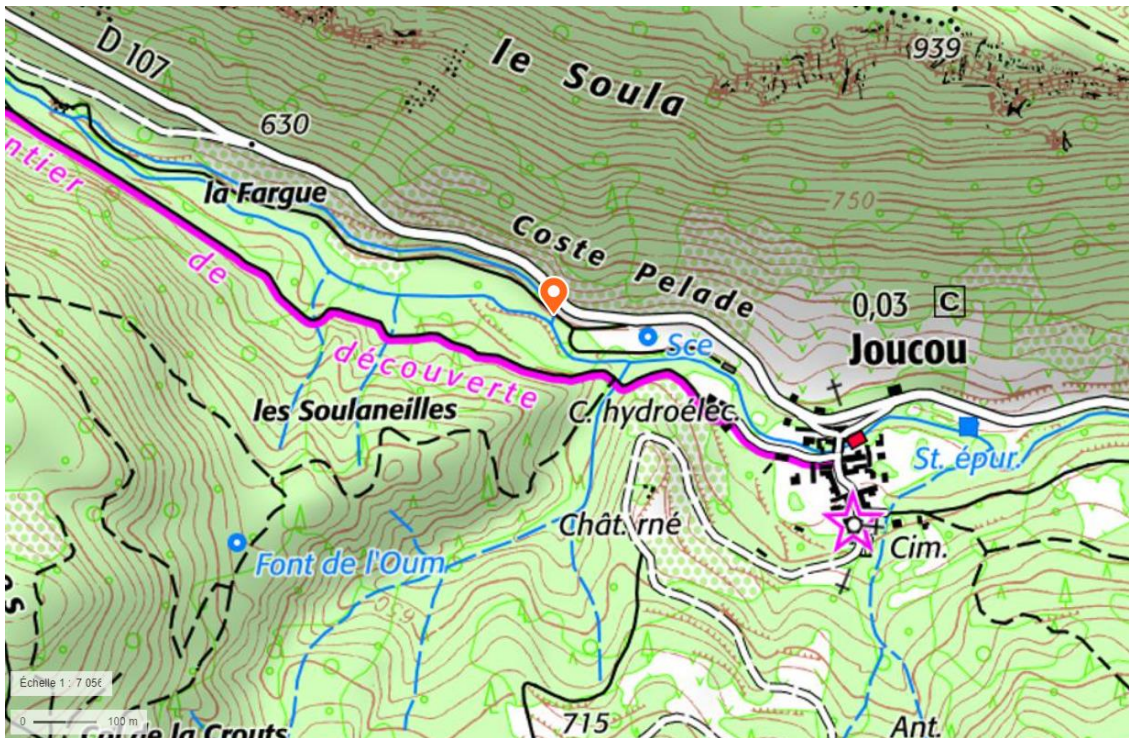


Figure 3 : Photographie et localisation (source Géoportail) de la station du Rebenty à Joucou

La station du Rebenty à Joucou est située en aval du défilé de Joucou, juste en amont du village de Joucou et au pied de la restitution d'eau de la centrale hydroélectrique éponyme. L'échantillonnage par la FDAAAPMA11 du compartiment des macroinvertébrés benthiques selon le protocole I2M2 a été réalisé le 01 septembre 2021. La station est principalement composée de radiers et plats courants

et d'une mouille importante associés à des blocs et sédiments minéraux de grande taille. De par sa situation, la station est principalement en milieu prairial mais est aussi un peu urbanisé.

2.1.3. Le Rebenty à l'aval de la pisciculture de la Fajolle

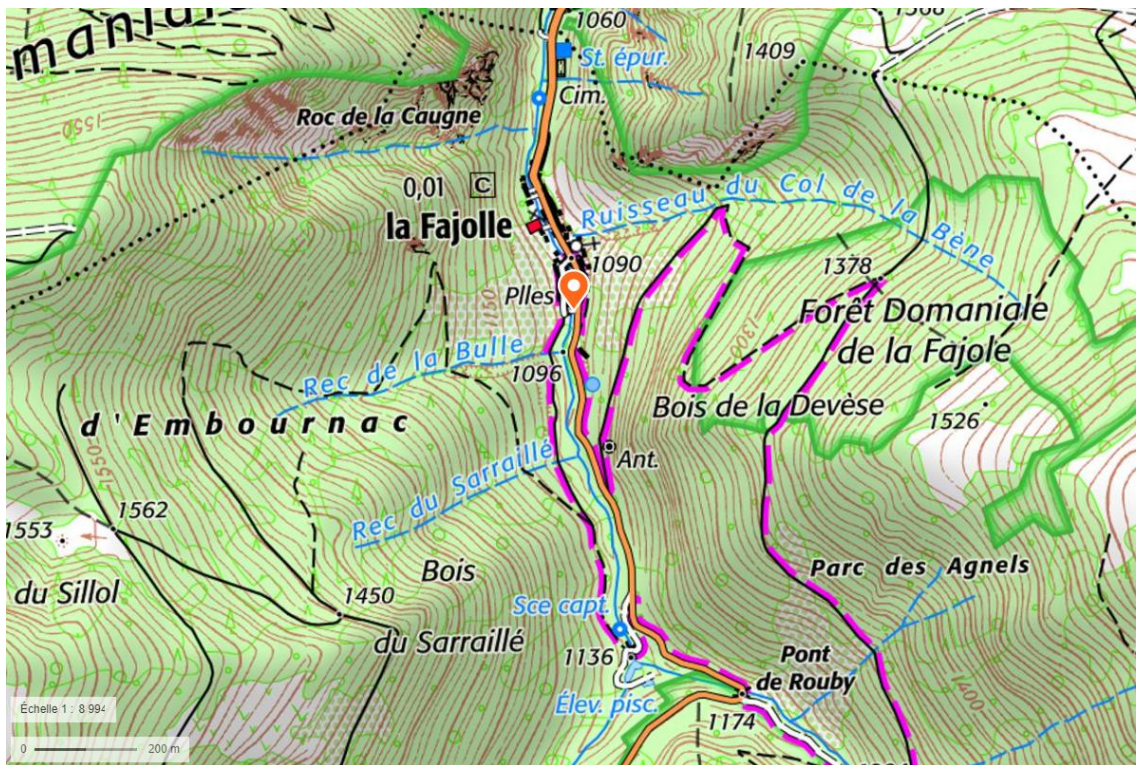


Figure 4: Photographie et localisation (source Géoportail) de la station du Rebenty à l'aval de la pisciculture de la Fajolle

La station du Rebenty à l'aval de la pisciculture de la Fajolle est située à l'amont immédiat du village de la Fajolle et à 700m en aval de la pisciculture. L'échantillonnage par la FDDAAPPMA11 du compartiment du macro-benthos selon le protocole I2M2 a été réalisé le 14 juin 2022. La station est principalement composée de rapides et radiers associés à de la roche mère et des blocs. De par sa situation, la station est principalement en milieu urbanisé bien qu'à la limite du milieu forestier.

2.1.4. Le Rebenty à l'amont de la pisciculture de la Fajolle

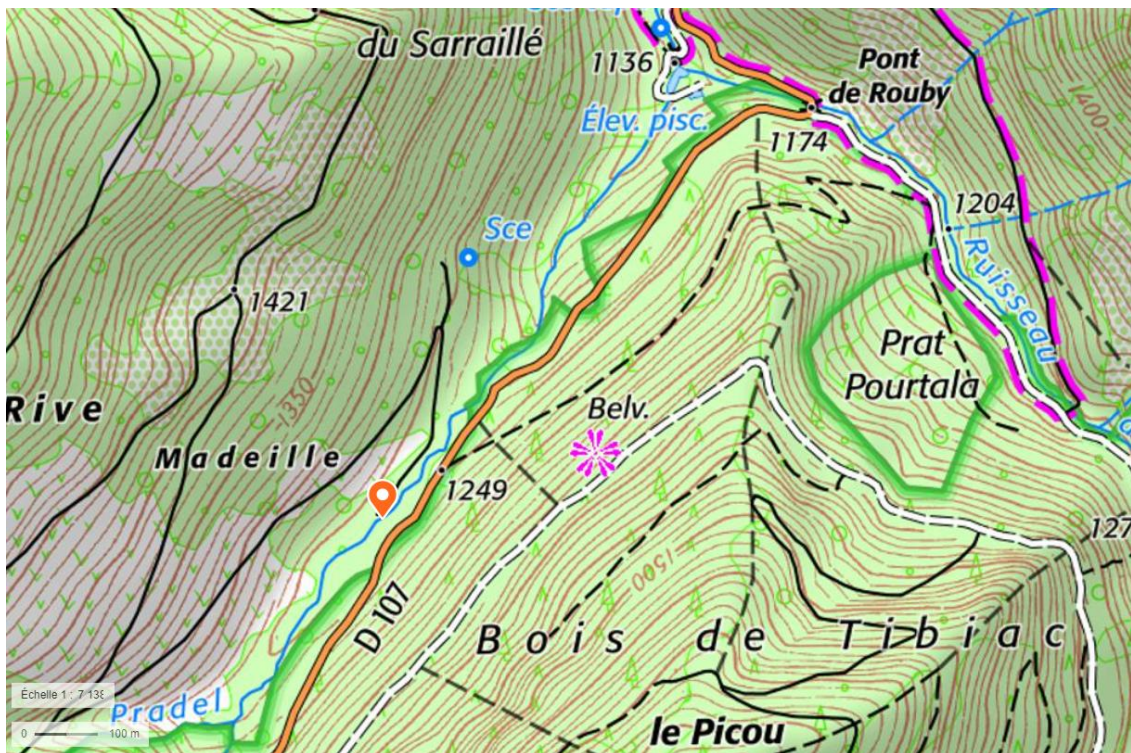


Figure 5: Photographie et localisation (source Géoportail) de la station du Rebenty à l'amont de la pisciculture de la Fajolle

La station du Rebenty à l'amont de la pisciculture de la Fajolle est située au lieu-dit « Madeille », à 850m en amont de la pisciculture éponyme. L'échantillonnage par la FDDAAPPMA11 du compartiment des macroinvertébrés benthiques selon le protocole I2M2 a été réalisé le 14 juin 2022. La station est principalement composée de rapides et plats courants associés à des sédiments minéraux de grande taille et des granulats grossiers. De par sa situation, la station est principalement en milieu forestier et prairial.

2.2. Indice Invertébrés Multimétrique

L'Indice Invertébrés Multimétrique (ou I2M2) est un outil d'évaluation de la qualité écologique des cours d'eau peu profonds reposant sur une stratégie d'échantillonnage (norme NF T90-333) dont l'objectif principal est de fournir une image représentative du peuplement d'invertébrés d'une station. La longueur de la station d'échantillonnage est ainsi définie par la largeur plein bord moyenne et par le nombre de successions de faciès d'écoulement. Pour les petits et moyens cours d'eau (comme l'Aude au niveau de nos stations), elle est égale à 12 fois la largeur plein bord, de manière à contenir deux à trois séquences mouille-radier. Le taux de recouvrement de chaque habitat est ensuite estimé en pourcentage de la surface mouillée à partir d'une cartographie schématique. Cela permet par la suite de répartir les habitats selon trois classes (dominants, marginaux et complémentaires). Douze échantillons sont ainsi prélevés selon l'ordre d'habitabilité (dominants et marginaux) et la représentativité des supports (complémentaires) à l'aide d'un filet Surber (maille de 500 µm). Ils sont ensuite conservés dans de l'éthanol à 95°. Ces douze échantillons sont ensuite dépouillés et triés séparément en laboratoire. Les macroinvertébrés sont ensuite déterminés et dénombrés à l'aide d'une loupe binoculaire et d'une clé de détermination (Tachet et al., 2010).

Grâce à la liste faunistique ainsi établie, l'indice invertébrés multimétrique est ensuite calculé via le portail du Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux (<http://see.eaufrance.fr/>). Cinq métriques élémentaires rentrent en compte dans le calcul l'indice final I2M2 :

- Indice de Shannon : permet d'évaluer l'hétérogénéité et la stabilité de l'habitat en prenant en compte la richesse taxonomique et la distribution des abondances relatives.
- ASPT (Average Score Per Taxon) indique le niveau de polluosensibilité moyen du peuplement d'invertébrés.
- Indice de polyvoltinisme : calcule la fréquence relative des taxons polyvoltins c'est-à-dire capables d'accomplir au moins 2 générations par an. En général ce type d'organisme est fréquent dans les milieux instables donc soumis à des perturbations.
- Indice d'ovoviviparité : calcule la fréquence relative des taxons ovovivipares c'est-à-dire dont l'incubation des œufs est réalisée dans l'abdomen de la femelle. Cette stratégie de reproduction permet de maximiser la survie en isolant les œufs du milieu. Ces organismes sont donc favorisés dans un milieu soumis à des perturbations en particulier physico-chimiques.
- Indice de richesse : correspond à la somme des taxons identifiés dans l'ensemble des échantillons. Elle est d'autant plus importante que le milieu est peu altéré.

Cet indice est une mesure de l'écart par rapport à un état de référence, il s'exprime ainsi en EQR (Ecological Quality Ratio, ratio de qualité écologique : écart entre l'état observé et l'état que devrait avoir le cours d'eau en l'absence de pressions anthropiques). La valeur de l'EQR est comprise entre 0 (éloignée de l'état de référence) et 1 (proche de l'état de référence). L'arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface fixe les limites de classes de qualités au niveau l'hydro écorégion HER 1 (Pyrénées) pour des valeurs d'EQR d'I2M2 suivantes :

Supérieur à 0.665	[0,665-0,46]	[0,46-0,306]	[0,306-0,153]	Inférieur à 0,153
Très Bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

Enfin, l'exploitation de l'outil « diagnostic » développé par l'université de Metz et l'IRSTEA, mis à disposition sur le portail du Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux, permet une évaluation des risques d'altération de la qualité de l'eau et de l'habitat des stations sous scénario de pressions multiples. L'I2M2 considère 10 catégories de pressions chimiques dont 6 sont resituées par l'outil « diagnostic » (Matière Organique, Matières azotées, Nitrates, Matières phosphorées, Pesticides et Hydrocarbures aromatiques polycycliques) et 7 catégories de pressions hydrogéomorphologiques dont 6 sont resituées par l'outil « diagnostic » (Voies de communication, Ripisylve, Urbanisation (100m), Risque de colmatage, Instabilité hydrologique, Anthropisation BV).

III-Résultats et discussion

3.1. Le Rebenty à Cailla

En 2022, la station du Rebenty à Cailla présente un bon état écologique avec une note I2M2 de 0,563 EQR. Cette évaluation est soutenue par le fait que la richesse taxonomique soit correcte (0,479 EQR) malgré une diversité du peuplement très faible. Cette faible diversité est probablement due à la dominance écrasante d'un seul taxon sur le peuplement (*Gammarus*). De plus la métrique ASPT présente une valeur de 0,825 EQR ce qui traduit une très bonne

Métrique	EQR
Indice de Shannon (H')	0,1038
AverageScorePerTaxon (ASPT)	0,8248
Polyvoltinisme	0,5614
Ovoviviparité	0,7152
Richesse taxonomique	0,4789
Note I2M2	0,563
Nb taxons contributifs	43

polluosensibilité de l'ensemble des taxons présents et donc une bonne qualité de l'eau vis-à-vis des polluants. Néanmoins le milieu semble être assez perturbé sur cette station. En effet, le polyvoltinisme atteint 0,561 EQR et l'ovoviviparité 0,715 EQR.

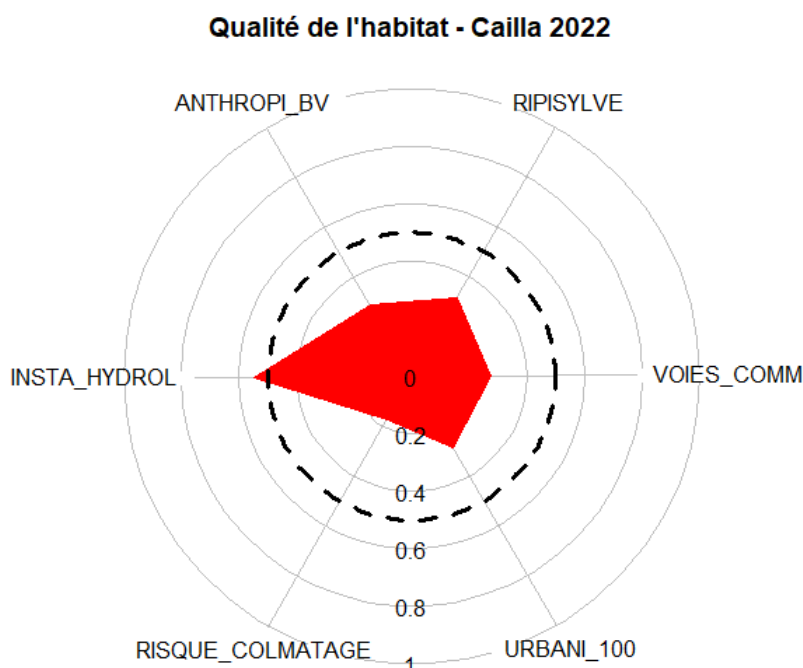


Figure 6: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur l'habitat de la station de Cailla en 2022 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés

En ce qui concerne l'habitat au niveau de la station de Cailla en 2022, seule l'instabilité hydraulique semble être une métrique ciblée par l'Outil Diagnostic Invertébrés ayant un impact significatif sur la qualité de ce premier (Figure 6) en 2021. Ce résultat n'est pas aberrant étant donné les importants étiages que peut subir cette station durant l'été (en particulier en 2022). De plus cette partie aval du Rebenty est aussi soumise à des éclusées régulières dès que les conditions hydrauliques le permettent. Néanmoins celle-ci semble assez limitée avec un score pour cette pression de seulement 0,545 EQR.

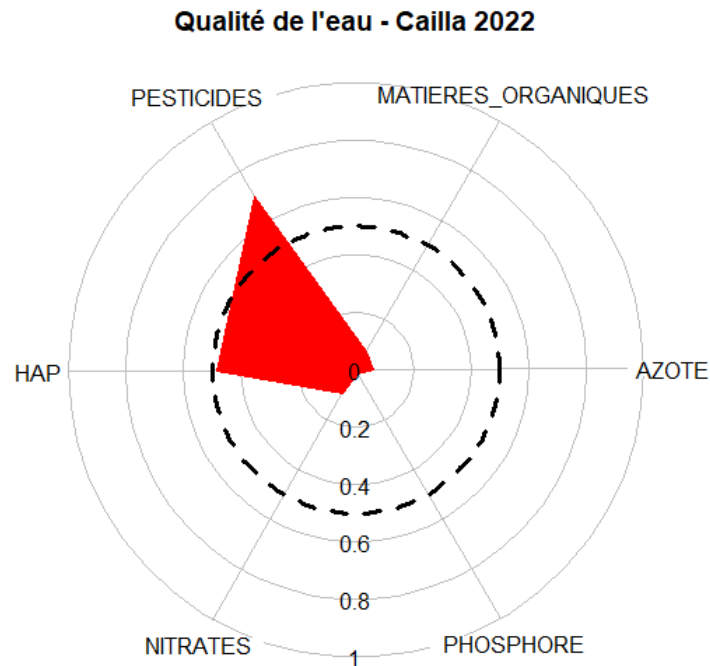


Figure 7: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur la qualité chimique de l'eau de la station de Belvianes en 2021 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés

Pour ce qui est de la qualité de l'eau au niveau de la station de Cailla en 2022, c'est la présence de pesticides qui est la seule pression ciblée par l'Outil Diagnostic Invertébrés impactant significativement cette première (Figure 7). La présence de pesticides semble assez impactante puisqu'étant diagnostiquée avec un score de 0.699 EQR. La présence de pesticides pourrait s'expliquer par leur utilisation dans les villages en amont de la station et notamment Cailla, situé juste au-dessus de cette dernière ou sur les versants environnants notre station. Néanmoins il est aussi probable que ce soit aussi un artefact du calcul de l'Outil Diagnostic Invertébrés. En effet, il semble que ce problème de diagnostic par cet outil de pression de pesticides sur le milieu là où cela n'a pas lieu d'être soit connu. Cela semble soutenu par le bon état chimique global et du point de vue des polluants spécifiques en 2022 et depuis 10 ans sur la station (Annexe 4).

Il semble aussi important de spécifier que la métrique HAP/hydrocarbures est à la limite d'être classée comme significativement impactante avec un score de 0.485 EQR. Ce score relativement important peut être expliqué par la présence d'une route longeant le Rebenty, et notre station, sur des dizaines de kilomètres. L'impact local de ces molécules a pu être ou pourrait être plus important dans le futur et ne doit ainsi pas être négligé.

Concernant l'état écologique du Rebenty sur cette station entre 2008 et 2022, d'après les notes I2M2 (Figure 8), il semble y avoir eu une relative stabilité de l'état écologique durant toutes ces années à l'exception d'une amélioration de ce dernier en 2017 et surtout en 2018. En effet, le score I2M2 de 2017 sur cette station augmente à 0.652 avant de monter en 2018 à un score de 0.755 bien supérieur aux autres années induisant un classement en très bon état écologique cette année-là.

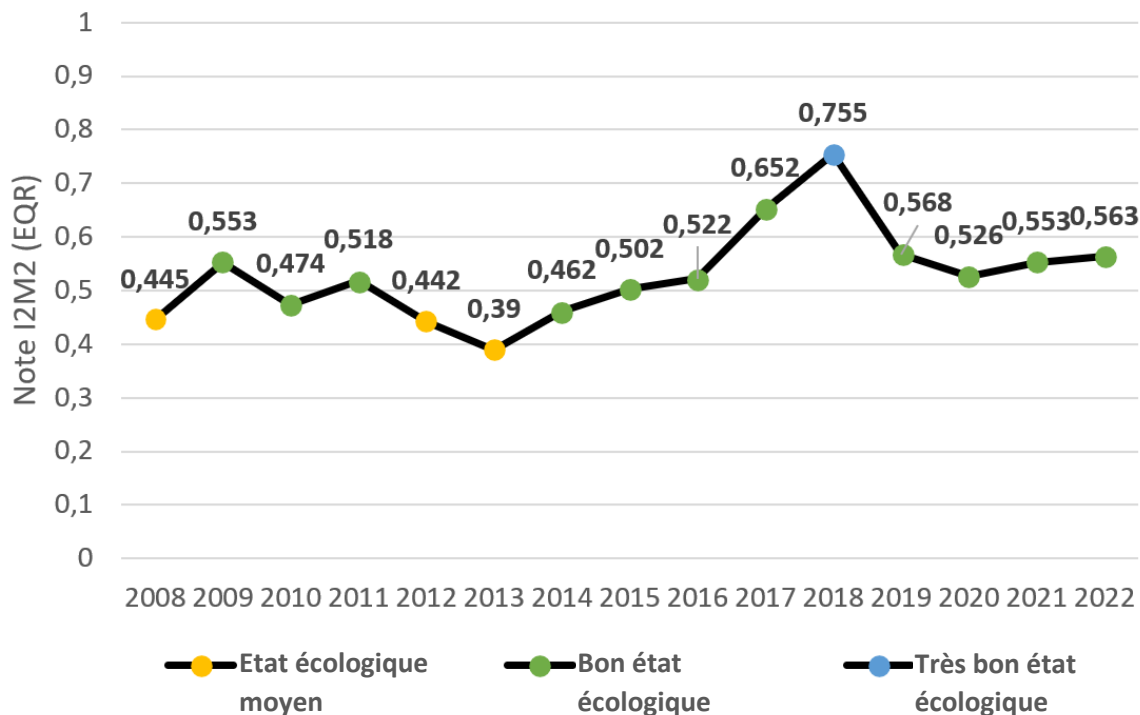


Figure 8: Chronique temporelle des notes I2M2 de la station de Cailla entre 2008 et 2022

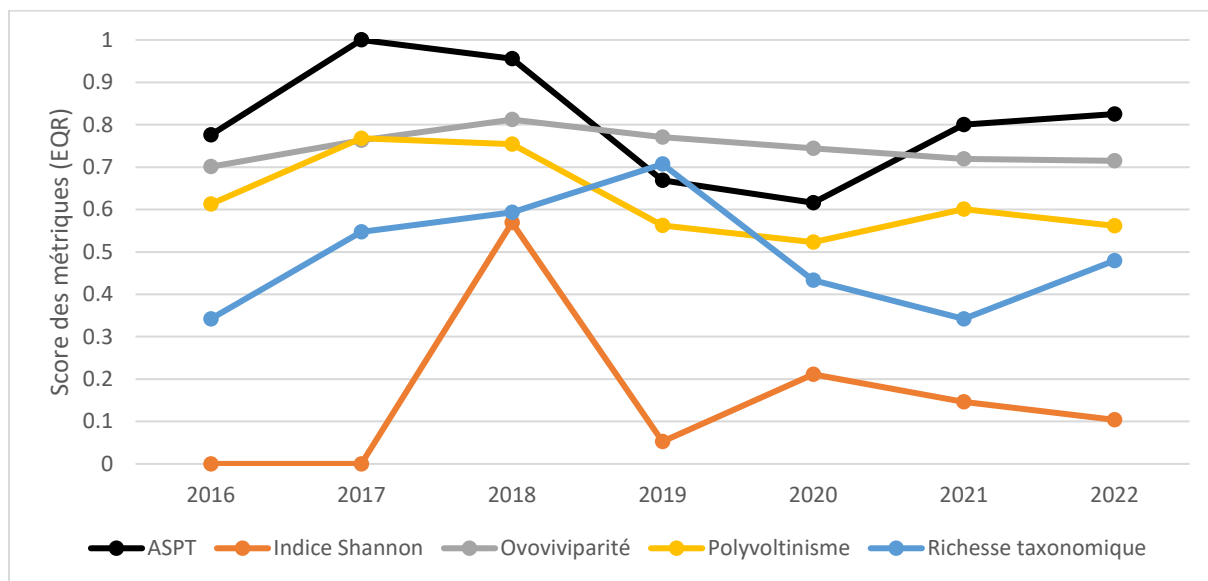


Figure 9: Chronique temporelle des différentes métriques de l'I2M2 de la station de Cailla entre 2016 et 2022

Nous nous sommes ensuite intéressés aux métriques auxquelles nous avons accès (2016-2022) pour les I2M2 de cette station. En ce qui concerne la métrique ASPT durant cette période, cette dernière présente de bonnes valeurs sur l'ensemble de la chronique malgré une baisse notable en 2019 et 2020 où les valeurs sont plus faibles (Figure 9). Ainsi, le peuplement de macroinvertébrés sur cette station semble être assez polluosensible sur le long terme malgré de petites variations dans le temps et que la qualité de l'eau vis-à-vis des polluants est bonne et relativement stable elle aussi. Il est à noter que les années 2017 et 2018 ont été particulièrement favorables aux individus polluosensibles avec des scores respectifs de la métrique ASPT de 1 et 0.96 EQR traduisant une excellente qualité de

l'eau vis-à-vis des polluants ces années-là. À l'inverse les scores des années 2019 et 2020 (0.67 et 0.62 respectivement) traduisent une moins bonne qualité de l'eau ces années-là.

La métrique de l'ovoviviparité est assez stable dans le temps avec des valeurs comprises entre 0.7 et 0.81 EQR sur les sept dernières années (*Figure 9*). Cela démontre un peuplement au mode de reproduction relativement conforme à la référence mais un milieu assez perturbé.

La métrique du polyvoltinisme est un peu moins stable dans le temps que sa métrique-sœur l'ovoviviparité, avec une gamme de valeurs comprise entre 0.52 et 0.77. Il faut notamment noter une plus forte favorisation des individus polyvoltins par le milieu en 2017 et 2018 avec respectivement 0.77 et 0.75 EQR avant de revenir à des valeurs semblables à 2016 sur les 4 dernières années, ce qui correspond à une part moyenne d'individus polyvoltins dans le peuplement macroinvertébré local. Le milieu semble donc aussi assez perturbé sur l'ensemble de cette chronique mais plus fortement en 2017 et 2018.

Pour ce qui est de la richesse taxonomique, cette dernière est assez instable sur notre chronique temporelle avec des valeurs comprises entre 0.34 et 0.71 sur l'ensemble de la chronique. On observe d'abord une augmentation progressive de la richesse de 2016 (0.34 EQR) à 2019 où elle atteint son maximum (0.71 EQR). La richesse diminue ensuite jusqu'en 2021 où elle atteint le même score qu'en 2016 (0.34 EQR). Par la suite, la tendance semble être à la hausse avec un score de 0.48 en 2022. Ainsi sur notre chronique, la richesse taxonomique est globalement moyenne avec une forte amplitude de variation traduisant encore une instabilité du milieu.

Enfin, l'indice de Shannon présente de très fortes variations temporelles sur notre période (*Figure 9*). En effet, l'indice de Shannon de notre peuplement sur la station de Cailla est très faible sur l'ensemble de la chronique avec des valeurs comprises entre 0 et 0.21 à l'exception de l'année 2018. Cette année-là, la métrique atteint 0.57 et traduit donc un peuplement assez diversifié localement, contrairement aux autres années. Les récurrentes mauvaises (voir très mauvaises) valeurs de cet indice résultent d'une richesse taxonomique souvent assez moyenne mais surtout de la dominance d'un seul groupe taxonomique (principalement les gammares qui sont très résistants et opportunistes) qui domine totalement le peuplement lorsque l'indice atteint 0. Tout cela démontre un réel déséquilibre et une perturbation forte du milieu local.

En conclusion, il semble de cette station ait un état écologique assez variable au cours du temps avec des scores I2M2 allant de 0.39 EQR (2013) à 0.76 EQR (2018) et donc de l'état écologique moyen à très bon. De plus, l'ensemble des métriques associée aux I2M2 sur cette station entre 2016 et 2022 s'accorde à dire que malgré une bonne qualité de l'eau, le milieu est fortement perturbé sur cette période. En effet la richesse taxonomique et l'indice de Shannon sur cette période traduisent une forte instabilité du milieu avec un réel déséquilibre du peuplement de macro invertébrés souvent relativement pauvre et peu diversifié. Les trois autres métriques soutiennent aussi cette conclusion mais traduisent aussi une excellente qualité de l'eau, malgré un milieu particulièrement perturbé, en 2017-2018 (associé à une assez bonne richesse taxonomique en 2018) suivi d'une baisse de la qualité de l'eau en 2019 et 2020 (avec un milieu un peu moins perturbé semble-t-il ces deux années).

3.2. Le Rebenty à Joucou

La station du Rebenty à Joucou présente un état écologique moyen avec une note I2M2 de 0,4342 EQR. Néanmoins ce score est assez proche de la limite inférieure (0.46) de la classe « bon état ». Cependant ce score traduit un écart à la référence assez important. Cette évaluation est soutenue par le fait que le peuplement soit pauvre taxonomiquement (0,137 EQR) et extrêmement peu diversifié ($H'=0,007$). Cette diversité inexistante peut être expliquée par la pauvreté taxonomique du peuplement mais surtout

Métrique	EQR
Indice de Shannon (H')	0,007
AverageScorePerTaxon (ASPT)	0,6159
Polyvoltinisme	0,648
Ovoviviparité	0,5744
Richesse taxonomique	0,1368
Note I2M2	0,4342
Nb taxons contributifs	28

par l'abondance relative écrasante d'un seul taxon (*Gammarus*) vis-à-vis des autres taxons. Néanmoins l'ensemble du peu de taxons présents est assez polluosensible (ASPT=0,616 EQR) et la station présente donc une qualité de l'eau vis-à-vis des polluants assez bonne. Enfin le milieu sur cette station est perturbé de manière significative. En effet, le polyvoltinisme atteint 0,648 EQR et l'ovoviviparité 0,574 EQR.

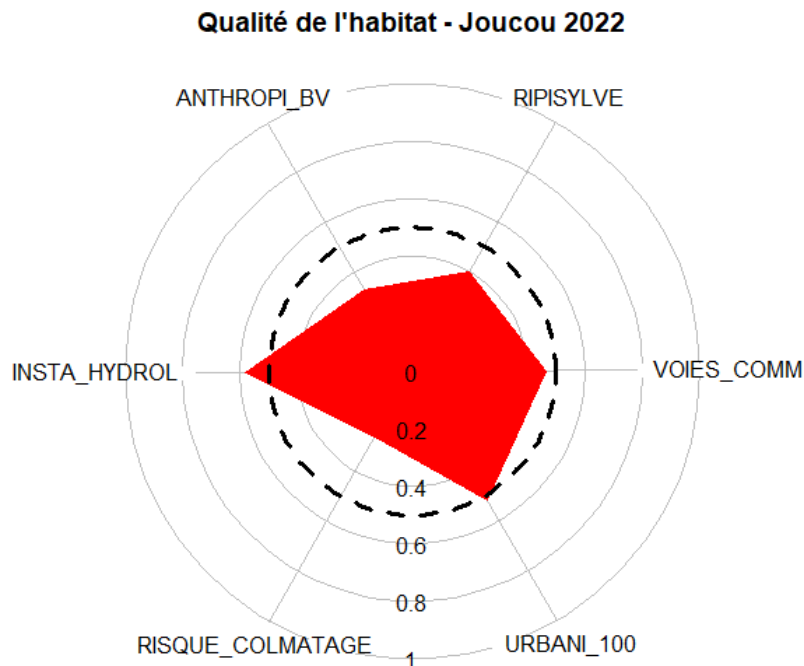


Figure 10: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur l'habitat de la station de Joucou en 2021 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés

En ce qui concerne l'habitat au niveau de la station de Joucou en 2021, seules l'instabilité hydrologique et l'urbanisation riveraine (100m autour de la station) semblent être les pressions ciblées par l'Outil Diagnostic Invertébrés impactant significativement ce premier (Figure 10). Pour ce qui est de l'instabilité hydraulique, cette dernière était attendue. En effet, la station est située à l'aval immédiat de la restitution d'eau d'un tronçon court circuité et donc soumise à d'importantes variations de débit et de hauteur d'eau. Quant à l'urbanisation dans un rayon de 100m, elle est sans doute aussi liée à la centrale hydroélectrique et à ses installations, liées à cette restitution de tronçon court circuité. Néanmoins, ces deux pressions restent limitées avec des scores

de 0,582 EQR pour la métrique « instabilité hydraulique » et 0.516 EQR pour la métrique « urbanisation dans un rayon de 100m ».

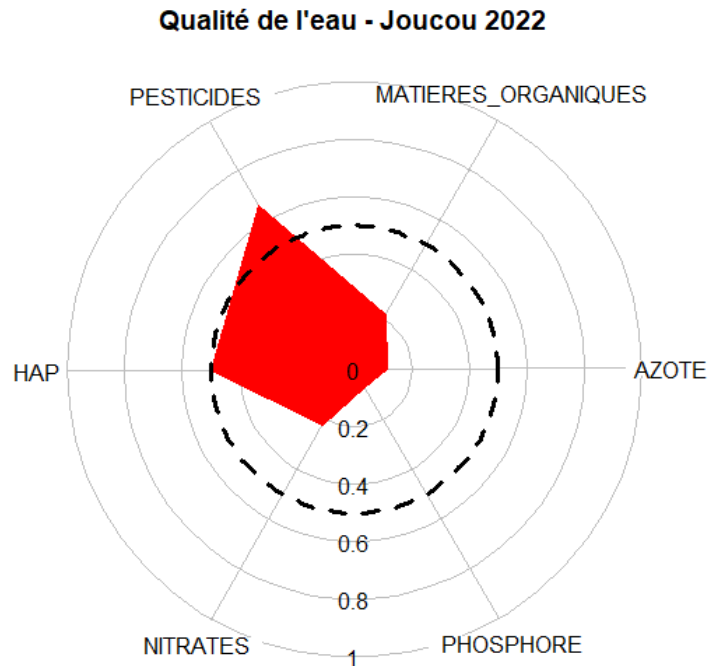


Figure 11: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur la qualité chimique de l'eau de la station de Joucou en 2021 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés

En revanche pour ce qui est de la qualité de l'eau au niveau de la station de Joucou, c'est la présence de pesticides qui est la seule pression ciblée par l'Outil Diagnostic Invertébrés impactant significativement cette première (Figure 11). La présence de pesticides localement semble assez impactante puisqu'étant diagnostiquée avec un score de 0.661 EQR. La présence de pesticides pourrait s'expliquer par leur utilisation dans les villages en amont de la station, par leur utilisation aux abords de la centrale hydroélectrique ou sur les versants environnants notre station. Néanmoins il est aussi probable que ce soit aussi un artefact du calcul de l'Outil Diagnostic Invertébrés. En effet, il semble que ce problème de diagnostic par l'I2M2 de pression de pesticides sur le milieu là où cela n'a pas lieu d'être soit connu. Il semble aussi important de spécifier que la métrique HAP/hydrocarbures est à la limite d'être classée comme significativement impactante avec un score de 0.499 EQR. Ce score relativement important peut être expliqué par la présence d'une route longeant le Rebenty, et notre station, sur des dizaines de kilomètres. L'impact local de ces molécules a pu être ou pourrait être plus important dans le futur et ne doit ainsi pas être négligé.

3.3. Le Rebenty à l’aval de la pisciculture de la Fajolle

En 2022, la station du Rebenty à l’aval de la pisciculture de la Fajolle présente un très bon état écologique avec une note I2M2 de 0,7455 EQR et donc un faible écart à la référence. Cette évaluation est soutenue par le fait que l’ensemble du peuplement est très polluosensible (ASPT=0,86 EQR) et que la station présente donc une très bonne qualité de l’eau vis-à-vis des polluants. Néanmoins, le milieu sur cette station est extrêmement perturbé. En effet, le polyvoltinisme atteint 0,934 EQR et l’ovoviviparité 0,8654 EQR. La richesse taxonomique est quant à elle assez importante surtout pour une station en tête de bassin comme celle -ci. En revanche le peuplement est assez peu diversifié ($H' = 0,3523$). Cette faible diversité peut être expliquée par l’abondance relative très importante d’un petit nombre de taxons (Protonemoura, Chironomidae et Baetis l.s.) vis-à-vis des autres taxons.

Métrique	EQR
Indice de Shannon (H')	0,3523
AverageScorePerTaxon (ASPT)	0,86
Polyvoltinisme	0,934
Ovoviviparité	0,8654
Richesse taxonomique	0,5701
Note I2M2	0,7455
Nb taxons contributifs	48

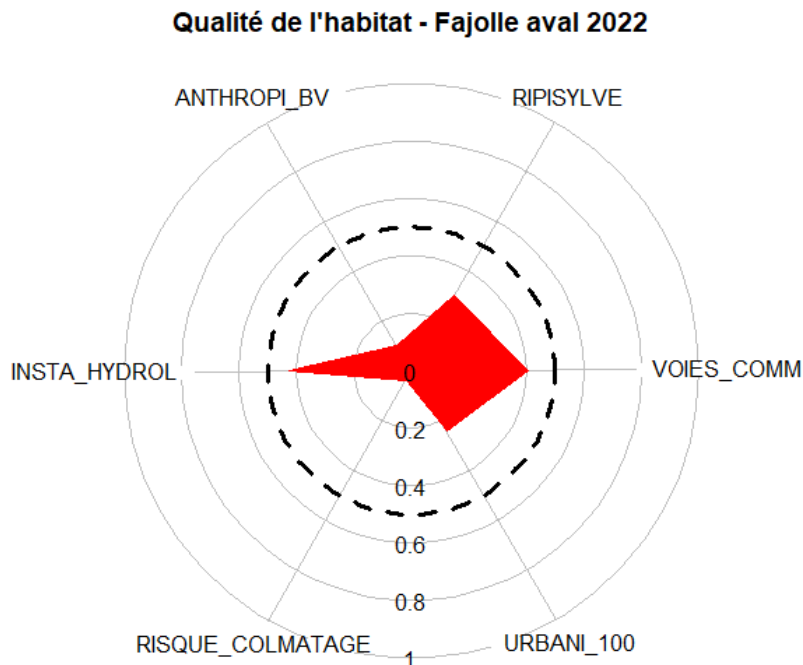


Figure 12: Diagramme radar des pressions s’exerçant sur l’habitat de la station de la Fajolle aval en 2022 d’après l’Outil Diagnostic Invertébrés

En ce qui concerne l’habitat au niveau de la station de la Fajolle aval en 2022, aucune pression ciblée par l’Outil Diagnostic Invertébrés ne semble avoir d’impact significatif sur ce dernier.

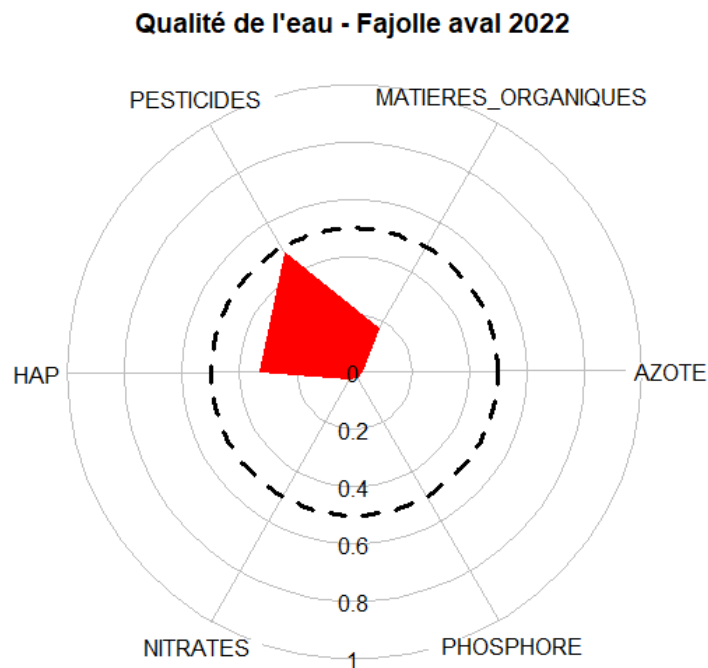


Figure 13: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur la qualité chimique de l'eau de la station de la Fajolle aval en 2022 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés

Pour ce qui est de la qualité de l'eau au niveau de la station de la Fajolle aval en 2022, il ne semble y avoir aucune pression ciblée par l'Outil Diagnostic Invertébrés ayant un impact significatif sur ce dernier. Seule la métrique « Pesticides » semble être plus importante que les autres mais cela n'est en rien associé à une pression significative, surtout lorsque l'on sait que l'Outil Diagnostic Invertébrés semble avoir tendance à surestimer l'impact de ces molécules.

3.4. Le Rebenty à l’amont de la pisciculture de la Fajolle

En 2022, la station du Rebenty à l’aval de la pisciculture de la Fajolle présente un très bon état écologique avec une note I2M2 de 0,6732 EQR et donc un faible écart à la référence. Cette évaluation est soutenue par le fait que l’ensemble du peuplement est assez polluosensible (ASPT=0,645 EQR) et que la station présente donc une très bonne qualité de l’eau vis-à-vis des polluants. Néanmoins, le milieu sur cette station est extrêmement perturbé. En effet, le polyvoltinisme atteint 0,8851 EQR et l’ovoviviparité 0,8162 EQR. La richesse taxonomique est quant à elle assez faible mais ce n’est pas anormal pour une station en tête de bassin comme celle-ci. De plus le peuplement est assez diversifié ($H' = 0,5468$) malgré l’abondance relative importante d’un petit nombre de taxons (Protonemoura, Chironomidae et Baetis l.s.) vis-à-vis des autres taxons.

Métrique	EQR
Indice de Shannon (H')	0,5468
AverageScorePerTaxon (ASPT)	0,6446
Polyvoltinisme	0,8851
Ovoviviparité	0,8162
Richesse taxonomique	0,3421
Note I2M2	0,6732
Nb taxons contributifs	38

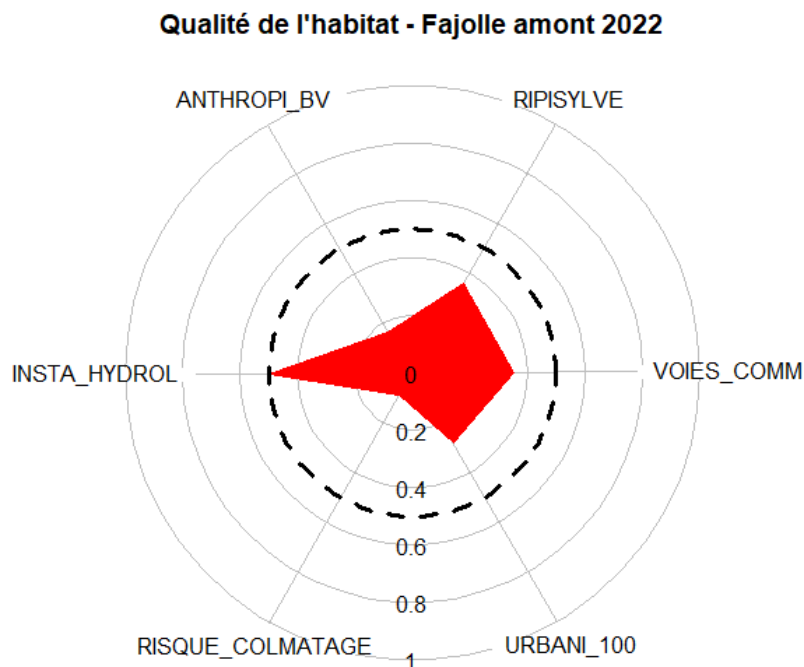


Figure 14: Diagramme radar des pressions s’exerçant sur l’habitat de la station de la Fajolle amont en 2022 d’après l’Outil Diagnostic Invertébrés

En ce qui concerne l’habitat au niveau de la station de la Fajolle aval en 2022, aucune pression ciblée par l’Outil Diagnostic Invertébrés ne semble avoir d’impact significatif sur ce dernier. Il est cependant à noter que la métrique de l’instabilité hydraulique est à la limite de la significativité avec un score de 0.4971. Ainsi ce paramètre d’impact sur le milieu ne doit pas être négligé notamment en considérant qu’il a pu être ou pourrait être plus important dans le futur.

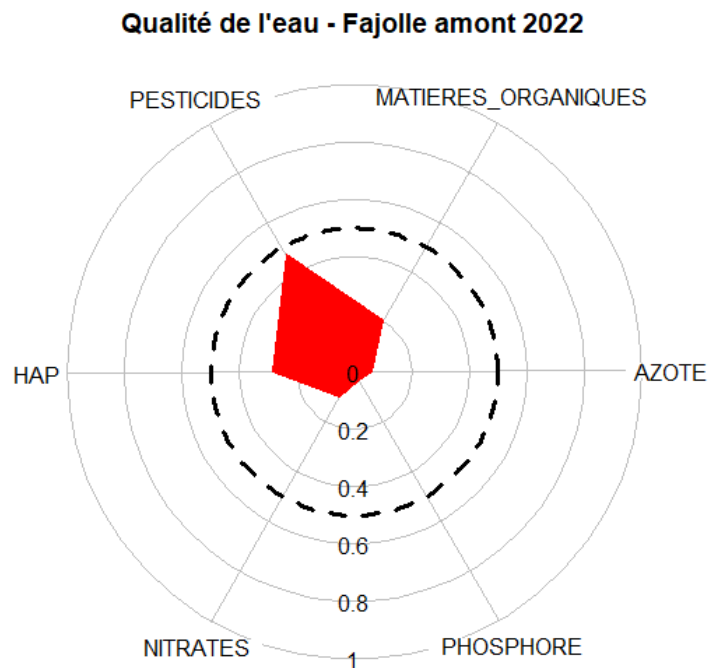
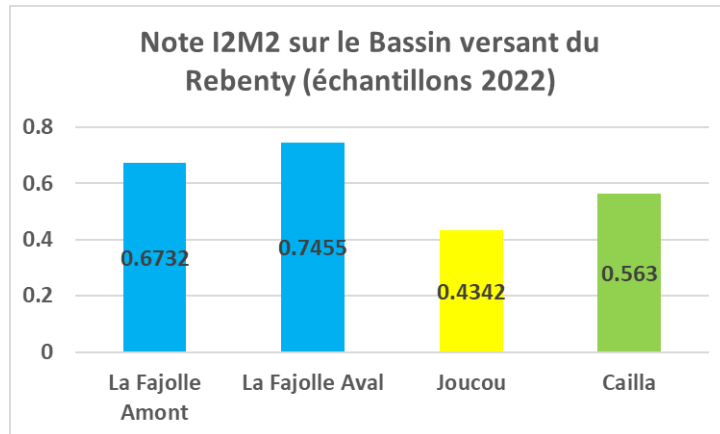


Figure 15: Diagramme radar des pressions s'exerçant sur la qualité chimique de l'eau de la station de la Fajolle amont en 2022 d'après l'Outil Diagnostic Invertébrés

Pour ce qui est de la qualité de l'eau au niveau de la station de la Fajolle amont en 2022, il ne semble y avoir aucune pression ciblée par l'Outil Diagnostic Invertébrés ayant un impact significatif sur ce dernier. Seule la métrique « Pesticides » semble être plus importante que les autres mais cela n'est en rien associé à une pression significative, surtout lorsque l'on sait que l'Outil Diagnostic Invertébrés semble avoir tendance à surestimer l'impact de ces molécules.

Conclusion

À l'échelle du bassin versant du Rebenty, les résultats mettent en évidence une tendance générale à la dégradation d'amont vers l'aval de la qualité des peuplements de macroinvertébrés benthiques.



Il semble ainsi y avoir une différence notable entre nos deux stations à l'amont du Rebenty et nos deux stations médianes et à l'aval du Rebenty en 2022 (2021 pour Joucou).

Les deux stations de l'amont traduisent toutes deux un très bon état écologique. Les scores élevés attribuables aux individus polyvoltins et ovovivipares pourraient être favorisés par l'occurrence de perturbations ponctuelles sur les milieux. Toutefois, aucune détection d'impact significatif de la part de l'Outil Diagnostic Invertébrés n'a été faite pour les paramètres pris en compte par cet outil. Les deux peuplements sont dominés par trois taxons principaux : Protonemoura, Baetis l.s et Chironomidae.

La similarité des résultats pour nos deux stations de part et d'autre de la pisciculture de la Fajolle nous pousse à conclure à l'absence d'impact significatif sur les peuplements d'invertébrés benthiques et sur la qualité écologique du milieu à l'aval de cette dernière en 2022. Cette conclusion appuie ce que les pêches d'inventaires piscicoles faites sur ces mêmes stations deux mois plus tard laissaient paraître (*Annexes 1 et 2*). Et, pour ce qui est de la ressource trophique que constitue les macroinvertébrés benthiques pour les populations piscicoles locales, à la vue du nombre et de la densité de taxons d'invertébrés sur nos stations, cette dernière ne semble en rien un facteur limitant au développement des populations de Truites Fario du Rebenty.

Pour ce qui est des « stations aval », leur état écologique est « seulement » bon pour Cailla et moyen (relativement proche de la limite de « bon état ») pour Joucou. En revanche l'Outil Diagnostic Invertébrés détecte l'effet significatif de pesticides et d'instabilité hydraulique sur ces deux stations.

Le constat lié aux perturbations d'origine hydrologiques entre en résonance avec les conclusions de l'étude précédente sur la tendance à la dégradation globale des débits d'étiages. Ce paramètre est, en toute logique, exacerbé au niveau de la station de Joucou en lien avec sa position en aval immédiat d'une centrale hydroélectrique.

Les incertitudes sont grandes en ce qui concerne la métrique significativement impactante « pesticide » dont les origines sont pour le moment inconnues. Cet élément tend néanmoins à expliquer la composition spécifique des peuplements d'invertébrés des deux stations dominées par un seul taxon tolérant : les gammares.

De plus, les deux stations semblent aussi périodiquement perturbées avec des proportions relatives d'individus polyvoltins et ovovivipares assez importantes dans les peuplements d'invertébrés benthiques. De plus, lorsque l'on s'intéresse à la chronique de données de Cailla, on observe que l'état écologique est assez variable sur ces 10 dernières années avec encore une fois une bonne qualité de l'eau mais un milieu perturbé avec un peuplement assez pauvre et peu diversifié dominé par les gammares.

À la vue de l'ensemble des résultats de cette étude, cette dernière ne semble pas pouvoir expliquer l'importante chute des effectifs de Truites Fario du Rebenty sur la dernière décennie. En effet, les prélèvements en amont font état d'un très bon état écologique et d'aucune pression principale significative, ne pouvant ainsi expliquer l'état catastrophique (particulièrement en 2022) des populations locales de Truites Fario.

Par ailleurs, les états écologiques et les analyses des peuplements d'invertébrés benthiques des deux stations les plus à l'aval du Rebenty semblent un peu moins bons que ceux de l'amont, mais ne justifieraient, eux non plus pas, les évolutions observées sur les peuplements salmonicoles.

En revanche, l'ensemble de nos stations semble atteint de perturbations ponctuelles favorisant les taxons à cycle de vie courts et ceux protégeant leurs œufs dans l'abdomen. Il semble donc probable qu'un ou plusieurs facteurs non décelés lors de cette étude impactent fortement le milieu du Rebenty (pesticides ?)

Finalement, la tendance à l'altération de l'hydrologie et potentiellement du régime thermique reste le paramètre le plus limitant jusqu'ici identifié. Néanmoins, la présente étude tend à démontrer que l'occurrence de perturbations ponctuelles sur les milieux affectent la nature des peuplements de macroinvertébrés. De cette façon, il conviendrait de mener des analyses plus poussées notamment de contaminants spécifiques éventuels et de coupler nos précédentes études avec d'autres études locales menées par nos partenaires techniques notamment la Fédération Aude Claire ayant particulièrement étudié le bassin versant du Rebenty.

Bibliographie

FDAAPPMA11. Evaluation des peuplements piscicoles sur le Rebenty et plusieurs de ses principaux affluents et suivi du gradient thermique longitudinal. 68 p.

MONDY, Cédric., VILLENEUVE, Bertrand, ARCHAIMBAULT, Virginie, USSEGLIO-POLATERA, Philippe, 2012. A new macroinvertebrate-based multimetric index (I2M2) to evaluate ecological quality of French wadeable streams fulfilling the WFD demands : A taxonomical and trait approach, *Ecological Indicators*, Vol. 18, , p. 452-467

MONDY, Cédric P. et SCHUWIRTH, Nele, 2017. Integrating ecological theories and traits in process-based modeling of macroinvertebrate community dynamics in streams. In : *Ecological Applications*. juin 2017. Vol. 27, n° 4, p. 1365-1377.

USSEGLIO-POLATERA, Philippe, BOURNAUD, Michel, RICHOUX, Philippe et TACHET, Henri, 2000a. Biological and ecological traits of benthic freshwater macroinvertebrates : relationships and definition of groups with similar traits. In : *Freshwater Biology*. février 2000. Vol. 43, n° 2, p. 175-205.

USSEGLIO-POLATERA, Philippe, BOURNAUD, Michel, RICHOUX, Philippe et TACHET, Henri, 2000b. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates : how to use species trait databases ? In : JUNGWIRTH, M., MUHAR, S. et SCHMUTZ, S. (éd.), *Assessing the Ecological Integrity of Running Waters* [en ligne]. Dordrecht : Springer Netherlands. p. 153-162. [Consulté le 28 avril 2022]. Disponible à l'adresse : http://link.springer.com/10.1007/978-94-011-4164-2_12.

Annexes

Annexe 1 :

Annexe 2 :

Annexe 3 :

Annexe 4 :

Tableau des paramètres physico-chimiques de l'eau de la station de Cailla entre 2013 et 2022 (source : Eau France RMC)

	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
Bilan de l'oxygène	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	BE	BE
Température	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Nutriments azotés	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Nutriments phosphorés	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Acidification	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
Polluants spécifiques	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
ETAT CHIMIQUE	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	NCF

TBE	Très bon état
BE	Bon état
CF	Conforme (bon état)
NCF	Non conforme (mauvais état)