Surveillance hydrobiologique et physicochimique règlementaire du secteur fluvial du Rhône autour du CNPE de Bugey. Données 2020

Hervé Capra, J.F Fruget, Bertrand Launay, Guillaume Le Goff, Maxence Forcellini, A. Guenat, A. Morgillo

▶ **To cite this version:**

Hervé Capra, J.F Fruget, Bertrand Launay, Guillaume Le Goff, Maxence Forcellini, et al.. Surveillance hydrobiologique et physicochimique règlementaire du secteur fluvial du Rhône autour du CNPE de Bugey. Données 2020. [Rapport de recherche] INRAE UR-RiverLy; ARALEP; EDF. 2021, 156 p. hal-03365085

HAL Id: hal-03365085
https://hal.inrae.fr/hal-03365085v1

Submitted on 12 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

SURVEILLANCE HYDROBIOLOGIQUE ET PHYSICOCHIMIQUE REGLEMENTAIRE DU SECTEUR FLUVIAL DU RHÔNE AUTOUR DU CNPE DE BUGEY

Données recueillies au cours de l'année 2020

Rapport final - mars 2021

Suivi physico-chimie, diatomées et macroinvertébrés : ARALEP

(J.-F. Fruget, A. Guenat, A. Morgillo)

Suivi ichtyologique et assemblage du rapport : INRAE (RiverLy/EcoFlowS)

(H. Capra, B. Launay, G. Le Goff et M. Forcellini)

INRAE	ARALEP Ecologie des Eaux Douces Etudes Expertises Recherche	EDF CNPE de Bugey

TABLE DE MATIERES

RESUME 10
1 DESCRIPTION DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES POUR L'ECHANTILLONNAGE 2020 17
1.1 Secteur d'étude 17
1.2 Conditions d'habitat (bathymétrie, substrat, hauteur d'eau et vitesse de courant) des sites d'échantillonnage 18
2 CONDITIONS HYDROLOGIQUES ET THERMIQUES DU RHONE DANS LE SECTEUR D'ETUDE EN 2020 27
2.1 Débit et température de l'eau (moyennes journalières) en amont du CNPE-Bugey 27
2.2 Analyse du rejet thermique 28
3 SURVEILLANCE ICHTYOLOGIQUE 37
3.1 Technique d'échantillonnage des pêches en berge 37
3.2 Conditions environnementales lors de l'échantillonnage 41
3.3 Conditions environnementales de la période de reproduction des poissons 41
3.4 Description de la structure globale du peuplement de poissons 43
3.4.1 Richesse spécifique globale 43
3.4.2 Abondance et biomasse totales 45
3.4.3 Abondance et biomasse totales par espèce 46
3.4.4 Richesse spécifique par campagne et par station 48
3.4.5 Abondance et biomasse par campagne, par station et par espèce 50
3.4.6 Evolution des effectifs des espèces principales depuis 2000 53
3.4.7 Structure des populations (taxons Grands et Petits individus) 55
3.5 Comparaison du peuplement de poissons entre l'amont et l'aval du CNPE 64
3.5.1 Richesse spécifique 65
3.5.2 Abondance (nombre d'individus par Ha) 65
3.5.3 Biomasse (g ou kg/Ha) 69
3.5.4 Proportions des taxons Petits et Grands individus 72
3.5.5 Synthèse de la comparaison amont – aval des échantillonnages piscicoles 77
3.6 Synthèse du suivi ichtyologique 78
4 PHYSICO-CHIMIE, DIATOMEES ET MACROINVERTEBRES 82
4.1 Objectif 82
4.1.1 Stations et dates d'échantillonnage 82
4.2 Physico-chimie 86
4.2.1 Méthodologie d'échantillonnage 86

4.2.2 Résultats 87
4.3 Diatomées benthiques 97
4.3.1 Méthodologie d'échantillonnage 97
4.3.2 Analyse des peuplements de diatomées 99
4.3.3 Structure des peuplements et écologie des taxons 108
4.3.4 Conclusion 114
4.4 Macroinvertébrés benthiques 116
4.4.1 Méthodologie d'échantillonnage de la faune benthique 116
4.4.2 Analyse des peuplements 119
4.4.3 Analyse indicielle 129
4.4.4 Discussion – Conclusions 136
4.5 Conclusion pour la partie physicochimie, diatomées et macroinvertébrés benthiques 138
5 ANNEXES 139
5.1 Annexes suivi ichtyologique 139
5.1.1 Liste des espèces potentielles 139
5.1.2 Tableau récapitulatif des différentes classes de taille et des relations taille-poids pour certaines espèces 140
5.1.3 Tableau des effectifs capturés par station et par campagne 141
5.1.4 Tableau des biomasses estimées (en gramme) par station et par campagne .. 142
5.2 Annexes suivi physico-chimie, diatomées et macroinvertébrés benthiques 143
5.2.1 Géoréférencement des différents points d'échantillonnage physico-chimique et biologique. 143
5.2.2 Méthodes et normes d'analyses utilisées pour la physico-chimie. 144
5.2.3 Comparaison des grilles physico-chimiques : classes de qualité SEQ-Eau 2003 et classes d'état DCE 2009. 145
5.2.4 Résultats physico-chimiques Bugey 2020. 146
5.2.5 Résultats diatomées Bugey 2020. 150
5.2.6 Résultats macroinvertébrés Bugey 2020. 152

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Aperçu général de la répartition spatiale des sites d'échantillonnage au sein du secteur d'étude (P1 à P7 = stations de pêches ; PDI = station de prélèvement Physico-chimie, Diatomées & Invertébrés). . 17
Figure 2 : Bathymétrie (gauche) et photo aérienne géoréférencée (droite) de la partie amont du secteur amont du CNPE: amont de l'île de la Fenière. Les points de limites amont et aval de la station de pêche et les points de prélèvements invertébrés (Aralep ; S = substrat artificiel) sont indiqués dans des petites étiquettes..... 19
Figure 3 : Bathymétrie (gauche) et photo aérienne géoréférencée (droite) de la partie aval du secteur amont – île de la Fenière. Les points de limite amont et aval des stations de pêche et les points de prélèvements invertébrés (Aralep ; PC = physico-chimie – S = substrat artificiel – F = filet surber de bordure – D = dragage) sont indiqués dans des petites étiquettes..... 20
Figure 4 : Simulation de la variation de la surface mouillée et des surfaces de chaque classe de hauteur d'eau (m), h – en haut (respectivement vitesse du courant ($m.s^{-1}$), v– en bas) en fonction du débit pour le secteur amont du CNPE. Pour un débit donné, la surface totale de chaque classe de hauteur, et de vitesse, est exprimée en pourcentage de la surface mouillée totale. Le secteur amont est l'ensemble des deux parties amont et pourtour de l'île de la Fenière (cf. ci-avant)..... 21
Figure 5 : Bathymétrie (bas) et photo aérienne géoréférencée (haut) du secteur Rejet (aval rejet 2-3). Les points de limites amont et aval de la station de pêche et les points de prélèvements invertébrés (Aralep ; PC = physico-chimie – S = substrat artificiel – F = filet surber de bordure – D = dragage) sont indiqués dans des petites étiquettes..... 22
Figure 6 : Simulation de la variation de la surface mouillée et des surfaces de chaque classe de hauteur d'eau (m), h – en haut (respectivement vitesse du courant ($m.s^{-1}$), v– en bas) en fonction du débit pour le secteur Rejet. Pour un débit donné, la surface totale de chaque classe de hauteur et de vitesse, est exprimée en pourcentage de la surface mouillée totale..... 23
Figure 7 : Bathymétrie (A, amont et C, aval du pont de Loyettes) et photo aérienne géoréférencée (B, amont et D, aval du pont de Loyettes) du secteur aval du CNPE. Les points de limites amont et aval des stations de pêche et les points de prélèvements invertébrés (Aralep ; PC = physico-chimie – S = substrat artificiel – F = filet surber de bordure – D = dragage) sont indiqués dans des petites étiquettes..... 25
Figure 8 : Simulation de la variation de la surface mouillée et des surfaces de chaque classe de hauteur d'eau (m), h – en haut (respectivement vitesse du courant (m.s-1), v– en bas) en fonction du débit pour le secteur aval du CNPE. Pour un débit donné, la surface totale de chaque classe de hauteur et de vitesse, est exprimée en pourcentage de la surface mouillée totale. 26
Figure 9 : Hydraulicité du Rhône en amont du secteur d'étude de 1980 à 2020. Données source EDF-CNPE. (Qmoy = moyenne annuelle des débits moyens journaliers). 29
Figure 10 : Débit moyen journalier du Rhône en amont du secteur d'étude pour l'année 2020 (noir), moyenne (rouge), minimum (gris sombre) et maximum (gris clair) calculés pour chaque jour de l'année sur la période 1980 – 2019. Les ronds sur l'axe des abscisses représentent les dates de pêche électrique (noir) et les relevés des substrats artificiels (gris). R2 à R5 représentent les puissances actives (fonctionnement) des réacteurs du CNPE de Bugey en 2020 (+2000 MW). Données source EDF-CNPE-Bugey-2020. Échelle log pour les ordonnées..... 30
Figure 11 : Thermicité du Rhône en amont du secteur d'étude de 1980 à 2020. Données source EDF. (Tmoy = température journalière moyenne de l'eau du Rhône en amont, i.e. non réchauffée par le CNPE de Bugey)..... 31
Figure 12 : Température moyenne journalière du Rhône en amont du secteur d'étude pour l'année 2020 (noir), moyenne (rouge), minimum (gris sombre) et maximum (gris clair) calculés pour chaque jour de l'année sur la période 1980 – 2018. Les ronds sur l'axe des abscisses représentent les dates de pêche électrique (noir) et les relevés des substrats artificiels (gris). Les traits de couleur R2 à R5 représentent les puissances actives (fonctionnement) des réacteurs du CNPE de Bugey en 2020 ((+2000)/40 MW). Données source EDF-CNPE-Bugey-2020. Échelle log pour les ordonnées..... 32
Figure 13 : Evolution du débit moyen annuel (A) et de la température de l'eau moyenne annuelle (B) du Rhône en amont du CNPE de Bugey (Données EDF – CNPE Bugey) de 1980 à 2020 (courbes noires). En

rouge sont représentés pour chaque variable les moyennes annuelles calculées uniquement sur la période de reproduction (avril – juin). 34
Figure 14 : évolution des températures de l'eau mesurées ponctuellement (sondes) en amont et en aval du CNPE Bugey (décalée d'une heure) et de l'écart (Aval – Amont). Données EDF-CNPE-Bugey 2020. 35
Figure 15 : Pêches en continu avec anode fixe (avant juin 2010 ; photo Cemagref_20020213) à gauche, et pêche en continu avec anode mobile (à main ; depuis juin 2010 ; photo Irtstea_20150408) à droite.... 36
Figure 16 : Localisation des stations de pêche du suivi ichtyologique, échelle 1/25000. Les station 1, 2 et 3 = Amont CNPE ; la station 5 = Rejet CNPE ; les stations 6D, 6G et 7 = Aval CNPE. 38
Figure 17 : exemple d'exondation de la station 3 pour un débit de 165 $m^3 s^{-1}$ (Station hydrologique de Lagnieu - CNR) à gauche et pour 600 $m^3 s^{-1}$ à droite (les photos n'ont pas été prises cette année, mais peu de changements s'observent d'une année à l'autre dans ce secteur du Rhône). 39
Figure 18: Évolution des débits moyens journaliers de l'année 2020 au cours de la période de reproduction des poissons (avril-juin) au regard de la moyenne et des extrêmes journaliers interannuels 1980-2019 (voir Figure 10 pour la légende). 42
Figure 19 : Évolution des températures moyennes journalières de l'année 2020 au cours de la période de reproduction des poissons (avril-juin) au regard de la moyenne et des extrêmes journaliers interannuels 1980-2019 (voir Figure 12 pour la légende). 42
Figure 20 : Suivi piscicole du Rhône à Bugey. Nombre total d'individus capturés annuellement et biomasse estimée totale exprimée en kg*100 (toutes stations confondues, temps de pêche par station standardisé à 30 min). 45
Figure 21 : Effectifs (haut) et biomasses (bas) par hectare +1 pour chaque espèce. Les espèces sont ordonnées de gauche à droite par abondance croissante (échelle log pour axe des ordonnées). 46
Figure 22 : Abondances relatives + 1 par espèce (exprimé en % de l'effectif total estimé, toutes stations et campagnes confondues et par hectare pêché en 2020, +1) ; (échelle log de l'axe des ordonnées). 47
Figure 23 : Biomasse estimée relative +1 (biomasse totale estimée pour une espèce exprimé en % de la biomasse totale estimée, toutes stations et campagnes confondues et par hectare pêché en 2020 +1). (Échelle log de l'axe des ordonnées). 47
Figure 24 : Représentation du nombre d'espèces capturées par station et par campagne en 2020. Stations 1, 2, 3 = Amont CNPE, station 5 = Rejet et stations 6D, 6G, et 7 = Aval CNPE (Cf. Figure 1 et Figure 16 pour la localisation des stations d'échantillonnage). 48
Figure 25 : Représentation des effectifs de poissons capturés par Ha par station et par campagne en 2020. (Echelle log pour l'axe des ordonnées). Pour chaque station les valeurs de chaque campagne sont représentées par une barre de couleur différente. 52
Figure 26 : Représentation des biomasses de poissons en kg par Ha (biomasse estimée) par station et par campagne en 2020. (Echelle log pour l'axe des ordonnées). Pour chaque station les valeurs de chaque campagne sont représentées par une barre de couleur différente. 52
Figure 27 : Evolution des effectifs totaux annuels pour 30 min de pêche pour les espèces principales (forts effectifs) : ablette, barbeau, chevaine, hotu et spirlin entre 2000 et 2020. (Echelle log pour l'axe des ordonnées). 53
Figure 28 : Evolution des effectifs totaux + 1 annuels pour 30 min de pêche pour les espèces secondaires à effectifs moyens (haut) et pour les espèces à faible effectif (bas) entre 2000 et 2020. (Echelle log pour l'axe des ordonnées). 54
Figure 29 : Effectif total par Ha par taxon (Petits individus en gris et Grands individus en noir) et par campagne d'échantillonnage en 2020. 56
Figure 30 : Effectif total par taxon (ind/Ha) pour les espèces principales (il n'est pas possible de définir les différents taxons pour toutes les espèces) échantillonnées en 2020. Effectifs répartis en Petits (rectangles gris) et Grands (rectangles noirs) individus selon des seuils de longueur totale définis par espèce (cf. Annexe - Tableau 18). 56
Figure 31 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des spirlins capturés en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18. 57

Figure 32 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des chevaines capturés en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18. 58
Figure 33 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des barbeaux capturés en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18. 59
Figure 34 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des goujons capturés en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18. 60
Figure 35 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des hotus capturés en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18. 61
Figure 36 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des brèmes bordelières capturées en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18. 62
Figure 37 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des ablettes capturées en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18. 63
Figure 38 : richesse spécifique par type de station (Amont, Rejet et Aval du CNPE) par campagne – 2020. ... 65
Figure 39 : Effectifs (ind/Ha) par type de station (amont, rejet et aval du CNPE) par campagne d'échantillonnage 2020. 66
Figure 40 : Effectif capturé (ind/Ha) + 1 par espèce en 2020 dans le Rhône et par type de station (amont, rejet et aval du CNPE). 67
Figure 41 : Effectif capturé (ind/Ha) + 1 par espèce et par campagne en 2020 dans le Rhône par type de station (amont, rejet et aval du CNPE). 68
Figure 42 : biomasses totale (g/Ha) par type de station (amont, rejet et aval du CNPE) par campagne d'échantillonnage en 2020. 69
Figure 43 : Biomasse capturée (à partir des masses individuelles estimées ; kg/Ha) + 1 par espèce en 2020 dans le Rhône en amont (gris) et en aval (noir) du CNPE de Bugey et dans la station Rejet (rouge). 70
Figure 44 : Biomasse capturée (à partir des masses individuelles estimées ; kg/Ha) + 1 par espèce et par campagne en 2020 dans le Rhône en amont (gris) et en aval (noir) du CNPE de Bugey et dans la station Rejet (rouge). 71
Figure 45 : Effectif des taxons Petits et Grands individus (ind/Ha) +1, par type de station (amont, rejet et aval du CNPE) et par campagne d'échantillonnage en 2020. 72
Figure 46 : Effectif des taxons Grands (haut) et Petits (bas ; ind/Ha) +1, par type de station (amont, rejet et aval du CNPE) et par espèce pour l'année 2020. 74
Figure 47 : Effectif des Grands individus (ind/Ha) +1, par type de station (amont, rejet et aval), par campagne et par espèce pour l'année 2020. 75
Figure 48 : Effectif des Petits individus (ind/Ha) +1, par type de station (amont, rejet et aval), par campagne et par espèce pour l'année 2020. 76
Figure 49 : Abondance totale (ind/Ha) par espèce et par campagne échantillonnée en 2020 dans le Rhône à Bugey (ensemble des stations amont, rejet et aval du CNPE de Bugey réunies). 80
Figure 50 : Zone d'étude et localisation des stations. 82
Figure 51 : Détail de l'emplacement des différents points de prélèvement et de mesure à chacune des stations (A = amont, B= rejet et C = aval). Les échantillons sont numérotés dans un ordre croissant, indifféremment de la station. Fond de carte IGN Géoportail 1:8500. PC = physico-chimie (en bleu) – S = substrat artificiel – F = filet surber de bordure – D = dragage - I = IBD (même point que les filets – en vert). 84
Figure 52 : Débit moyen journalier à la station CNR de Lagnieu (aire) et température moyenne journalière en amont du CNPE (courbe) au cours de l'année 2020. Les différents traits correspondent respectivement au QMNA5 (orange), au module (bleu) et à la crue annuelle (rouge). Données hydrologiques Hydroréel RDB RMC et données thermiques EDF Bugey. 85

Figure 53 : Distribution 2020 des données pour les éléments de qualité température, bilan de l'oxygène et acidification selon le principe des « boites et moustaches ». 91
Figure 54 : Distribution 2020 des données pour les altérations particules en suspension et effets des proliférations végétales (i.e. chlorophylle) selon le principe des « boites et moustaches ». 92
Figure 55 : Distribution 2020 des données pour l'élément de qualité nutriments selon le principe des « boites et moustaches ». 93
Figure 56 : Distribution 2020 des données pour l'élément de qualité salinité selon le principe des « boites et moustaches ». 94
Figure 57 : Distribution 2020 des données pour l'altération minéralisation selon le principe des « boites et moustaches ». 95
Figure 58 : Comparaison des résultats moyens 2020 aux valeurs moyennes de la chronique décennale 2010-2019 pour une sélection de paramètres représentatifs. 4 mesures annuelles jusqu'en 2014 puis une mesure mensuelle. 96
Figure 59 : Evolution inter-annuelle (par stations et totale) de la richesse spécifique des diatomées benthiques dans le secteur du CNPE de Bugey. 101
Figure 60 : Evolution inter-dates de la richesse spécifique des diatomées benthiques en 2020 dans le secteur du CNPE de Bugey..... 101
Figure 61 : Evolution inter-stations de la richesse spécifique des diatomées benthiques en 2020 dans le secteur du CNPE de Bugey..... 102
Figure 62 : Comparaison par secteur de la richesse spécifique moyenne 2015-2020 des diatomées benthiques dans le secteur du CNPE de Bugey. 103
Figure 63 : Evolution inter-annuelle (par stations et totale) de l'IBD dans le secteur du CNPE de Bugey..... 103
Figure 64 : IBD moyen inter station (toutes dates) dans le secteur du CNPE de Bugey..... 104
Figure 65 : Evolution inter-stations et inter-dates des notes IBD, IPS et IDSE en 2020. 105
Figure 66 : Evolution moyenne inter-stations et inter-dates des indices de diversité H' et d'équitabilité J' des diatomées en 2020. 107
Figure 67 : Evolution inter-dates et inter-stations des espèces dominantes (abondance >5%) et profil écologique au sens de l'IBD (7 classes). 111
Figure 68 : Profil écologique au sens de l'IBD (classes de qualité croissante) des taxons dominants (i.e. >5%) et profil écologique moyen..... 112
Figure 69 : Evolution des abondances moyennes (%) d'ADMO, inter-stations, inter-saisons, totale et comparaison avec l'indice de diversité H'..... 114
Figure 70 : Evolution inter-annuelle de la richesse DCE selon différents points de vue. 120
Figure 71 : Répartition des taxons dans les principaux groupes faunistiques selon leur richesse taxonomique et leur abondance sur le total et pour chacune des stations..... 121
Figure 72 : Répartition des taxons dans les principaux groupes faunistiques selon leur richesse taxonomique et leur abondance sur le total et pour chacune des techniques d'échantillonnage. 122
Figure 73 : Comparaison stationnelle des richesses, effectifs, diversités H' et équitabilités J' selon la technique d'échantillonnage (valeurs moyennes annuelles par bocaux des 4 échantillons unitaires regroupés). 127
Figure 74 : Comparaison de l'évolution temporelle des richesses et des effectifs des différentes stations selon la technique d'échantillonnage (4 échantillons unitaires regroupés par bocal)..... 128
Figure 75 : Comparaison temporelle des diversités H' et des équitabilités J' des différentes stations selon la technique d'échantillonnage (4 échantillons unitaires regroupés par bocal). 129
Figure 76 : Evolution décennale inter-stations de la richesse et de la note indicielle IQBP (valeurs moyennes annuelles par stations). Les limites des classes de qualité sont figurées pour la note indicielle. 131
Figure 77 : Evolution de la richesse taxonomique totale annuelle des substrats artificiels depuis le début de la chronique de suivi. 132

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Dates des quatre campagnes d'échantillonnage de la communauté piscicole du Rhône à Bugey en 2020..... 12
Tableau 2 : Coordonnées système WGS 84 (Am = amont ; Av = aval de la station), surfaces prospectées (m²), longueur (en km), durée de pêche (min) et température instantanée mesurée (°C) des stations de pêche échantillonnées en 2020. Dans la première colonne de « Surface Tot » sont présentées les surfaces totales des stations amont (1, 2 & 3), rejet (5) et aval (6D, 6G et 7) du CNPE de Bugey par campagne. Dans la deuxième colonne de « Surface Tot » sont présentées les sommes des surfaces de toutes les stations pour chaque campagne et dans la troisième colonne de « Surface Tot » sont présentées les sommes des surfaces de chaque station au cours de l'année 2020 au complet..... 40
Tableau 3 : Caractéristiques générales des conditions de pêche en 2020 pour chacune des quatre campagnes (débit et température moyens journaliers du Rhône à l'amont du secteur d'étude) : moyennes (1) des 10 j précédant la pêche et (2) du jour de la pêche. (Débits et températures du Rhône = Source EDF)... 41
Tableau 4 : Abondance (ind/30 min de pêche) de chaque espèce et richesse spécifique (nombre d'espèces capturées) du peuplement de poissons du Rhône estimée avec les 4 campagnes d'échantillonnage (7 stations) du suivi réglementaire du CNPE de Bugey de 2000 à 2020. 44
Tableau 5 : Effectifs par espèce capturés en 2020 exprimé par hectare et par station, triés par ordre croissant d'occurrence dans les stations (max = 7) et d'abondance dans les stations. 49
Tableau 6 : Effectifs capturés par hectare et biomasses estimées en grammes par hectare, par campagne et par espèce pour l'année 2020. (Pour la signification des codes espèces, cf. Annexe 3 - Tableau 17)..... 50
Tableau 7 : Calendrier d'échantillonnage 2020. 83
Tableau 8 : Résumé des principales statistiques des paramètres physico-chimiques mesurés (moyenne annuelle et minimum et maximum annuels), et comparaison avec la station RCS de St-Sorlin-en-Bugey. Les paramètres sont classés par éléments de qualité et/ou types d'altération. En italique, les paramètres échantillonnés uniquement de façon trimestrielle. 90
Tableau 9 : Résumé des principaux paramètres descripteurs des communautés de diatomées benthiques du Rhône à Bugey pour l'année 2020. 100
Tableau 10 : Abondances relatives et occurrences des principales espèces de diatomées en 2020. En gras les espèces dominantes (i.e. > 5%) à une station. 110
Tableau 11 : Valeurs hydrologiques et thermiques caractéristiques lors de chaque campagne d'échantillonnage. 119
Tableau 12 : Caractéristiques des peuplements d'invertébrés selon le point de vue « technique d'échantillonnage ». Taxons dominants à sub-dominants. 123
Tableau 13 : Abondances relatives et occurrences des principaux taxons d'invertébrés échantillonnés en 2020, selon le point de vue « station »..... 124
Tableau 14 : Résumé de différents paramètres descripteurs des communautés d'invertébrés au sens de l'IQBP et code couleur de la qualité biologique. 130
Tableau 16 : Valeurs moyennes par stations de la note indicielle et de la richesse taxonomique des différentes composantes de la méthode DCE. 134
Tableau 15 : Résumé de différents paramètres descripteurs des communautés d'invertébrés au sens de l'IBGA-DCE. Le code couleur de la qualité biologique est adapté de l'IBGA « classique ». 135
Tableau 17 : liste des espèces potentielles (nom scientifique et nom commun) et code de l'espèce (classement par ordre alphabétique du code de l'espèce) de poissons, de lamproies et d'écrevisses. 139
Tableau 18 : Liste des espèces avec les coefficients de la relation Masse ~ Taille et les limites de tailles des individus pour leur répartition dans les deux taxons : Petits et Grands..... 140
Tableau 19 : Effectifs capturés par espèce pour chaque station de pêche lors de chaque campagne de pêche en 2020, exprimés en nombre d'individus par hectare échantillonné. 141
Tableau 20 : Biomasses estimées capturées par espèce pour chaque station de pêche lors de chaque campagne de pêche en 2020, exprimées en grammes par hectare échantillonné..... 142

RESUME

Commencé en 1978 le programme de surveillance physico-chimique et biologique du Rhône dans le secteur du Bugey a pour objectif de suivre l'évolution du milieu récepteur (l'hydrosystème Rhône) et de déceler une évolution anormale d'un ou de plusieurs compartiments qui proviendrait des activités du Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) de Bugey (EDF).

Cette surveillance est basée sur :

* la description des conditions environnementales générales (débit et température de l'eau) et de l'habitat des sites d'échantillonnage des communautés aquatiques ; analyse des écarts de température entre l'amont du CNPE et l'aval (sonde EDF de Loyettes) ;

* des analyses de la qualité physico-chimique de l'eau (échantillonnages mensuels, voire trimestriels pour certains ions majeurs et paramètres de minéralisation ainsi que pour les pigments chlorophylliens – 5 stations) ;

* la surveillance de la communauté piscicole (4 campagnes – 7 stations) ;

* la surveillance des communautés d'invertébrés benthiques et de diatomées (4 campagnes – 5 stations).

Les stations d'échantillonnage peuvent se regrouper en trois secteurs : Amont, Rejet et Aval du CNPE, dont l'emprise totale s'étend sur 13 km entre Saint-Vulbas (amont ile de la Fenière, Pk50.5; PK = Point Kilométrique, dont le zéro est la confluence Rhône-Saône) et Loyettes (aval pont, PK37.5).

Conditions environnementales

L'amont du CNPE de Bugey est un habitat assez courant avec une hétérogénéité des profondeurs. A l'aval du CNPE de Bugey les conditions d'habitat sont légèrement moins courantes qu'à l'amont mais avec une diversité de profondeur comparable. Les conditions d'habitat de la station Rejet sont plus lentes.

L'hydrologie du Rhône dans le secteur du Bugey en 2020 a été très variable avec un débit moyen (446 $m^3\ s^{-1}$) plus faible que la moyenne inter-annuelle (473 $m^3\ s^{-1}$) pour la deuxième année consécutive. L'étiage estival-automnal n'a cependant pas été aussi marqué que d'habitude (débit journalier rarement inférieur à 200 $m^3\ s^{-1}$). Le régime thermique était caractérisé par une température très fréquemment supérieure à la moyenne interannuelle et une température moyenne sur l'année (13.5 °C) supérieure à la moyenne inter-annuelle (12.3 °C) pour la septième année consécutive. L'année 2020 est une année avec une température de l'eau du Rhône à Bugey plutôt chaude avec un débit moyen à faible mais variable, y compris pendant la période de reproduction des poissons (avril - juin).

A noter qu'en 2020 les réacteurs R2 et R3 n'ont pas fonctionné de mai à la fin de l'année réduisant drastiquement la quantité d'eau échauffée rejetée par le CNPE. Ainsi l'échauffement global mesuré à l'aval du CNPE ne dépassait pas les 2°C sur cette période.

Physico-chimie

Le constat 2020 reste « classique » : en dehors du phénomène thermique, récurrent d'une année sur l'autre, mais nettement amoindri cette année avec l'arrêt des réacteurs 2 et 3 à partir de mai (delta T moyen de nos 12 mesures voisin de 3°C en aval immédiat du canal de rejet et de 1°C à Loyettes RD), l'ensemble des autres paramètres montre peu de discriminations entre les stations. Le fonctionnement et la qualité physico-chimique de l'eau n'apparaissent pas altérés par cet échauffement. Les différences entre stations sont le plus souvent dues à des conditions précises, tel que le rejet de la STEP de Saint-Vulbas en amont RD (chlorures et sodium notamment cette année), ou, plus ponctuellement, celui de celle de St-Romain-de-Jalionas en aval RG (ammonium).

Concernant le paramètre température, les valeurs moyennes 2020 sont souvent supérieures aux moyennes de la chronique de suivi, cet écart allant en diminuant lorsqu'on réduit la chronique de comparaison et se rapproche des dernières années. C'est en particulier le cas à la station amont non influencée, pour laquelle la différence décroit de +1,3°C par rapport à l'ensemble de la chronique de suivi depuis 1980, à +0,7°C par rapport à la période 2000-2020 et à +0,25°C par rapport à la dernière décennie. Ceci est parfaitement en accord avec les observations d'évolution climatique montrant que les années les plus chaudes se situent toutes dans la dernière décennie, voire moins.

Les valeurs unitaires les plus élevées restent essentiellement liées à l'hydrologie via les phénomènes de concentration-dilution et/ou à la production primaire (i.e. production photosynthétique). L'ensemble des stations présente une très bonne qualité des eaux au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié 27 juillet 2018 permettant d'évaluer l'état chimique des masses d'eau, et/ou du SEQ-Eau pour les paramètres considérés uniquement par celui-ci, en dehors des quelques phénomènes ponctuels précédents.

Comparés aux résultats de la chronique des dix dernières années, les résultats 2020 restent globalement dans la même gamme de valeurs. Les quelques différences sont en lien avec une hydrologie peu chahutée (MES moindres quelle que soit la station) ou une température plus basse au rejet influençant les équilibres calco-carboniques (pH plus élevé), par exemple. Parmi les différents ions, le pic d'ammonium au rejet semble lié à un apport indéterminé en ce point lors de la campagne de janvier, tandis que l'effet de la STEP de Saint-Vulbas tend à se modérer vis-à-vis des chlorures, Ces résultats restent également voisins de ceux de la station RCS de l'Agence de l'Eau située en amont de Lagnieu à Saint-Sorlin-en-Bugey.

Poissons

En 2020, les sept stations du suivi réglementaire du secteur fluvial du Rhône autour du CNPE de Bugey ont été échantillonnées lors de quatre campagnes (mai, juin, août, et octobre; Tableau 1). Nous avons fourni une description de la structure de la communauté piscicole estimée à partir de nos échantillonnages pour évaluer si cette communauté était différente entre l'amont et l'aval du CNPE de Bugey. La structure de la communauté a été évaluée à travers l'estimation de la richesse spécifique, des abondances et des biomasses totales sur l'année 2020, par campagne de pêche, par station de pêche, par espèce puis par taxon ou groupe de taille (Grands

et Petits individus, ces derniers étant principalement les juvéniles de première année) et entre l'amont et l'aval du CNPE de Bugey.

Tableau 1 : Dates des quatre campagnes d'échantillonnage de la communauté piscicole du Rhône à Bugey en 2020

Numéro de campagne	Dates
Campagne 1 – BUG0520	19 et 20 mai 2020
Campagne 2 – BUG0620	23 et 24 juin 2020
Campagne 3 – BUG0820	17 et 18 août 2020
Campagne 4 – BUG1020	20 et 21 octobre 2020

L'image globale du peuplement piscicole du Rhône dans le secteur du Bugey qui émerge de l'analyse des données issues des pêches de 2020 montre une communauté piscicole riche de 21 espèces dont 13 sont présentes systématiquement depuis 2000. Le peuplement est relativement pauvre compte tenu du potentiel minimum de 32 espèces (nb d'espèces capturées depuis 2000) et déséquilibré du fait de la domination de seulement quelques espèces en abondance comme en biomasse accompagnées de beaucoup d'espèces très peu abondantes (Shannon = 2.8 et Equitabilité = 0.64). Dans le secteur du Bugey, le peuplement de poissons attendu doit être plus riche en blageon, barbeau, gardon, ablette et surtout vandoise (on pourrait même ajouter les salmonidés truite et ombre commun) et en carnassiers autres que les brochets sans doute issus d'empoissonnement pour la plupart ou le silure (plutôt opportuniste). Le nombre total de poissons capturés en 2020 est de 5246 ind/30 min et la biomasse estimée totale capturée de 38.5 kg/30 min est faible, notamment à cause d'une abondance très faible des gros individus. La très forte proportion de jeunes de l'année (Petits individus, 81%) explique aussi l'essentiel de cette faible biomasse. Mais l'échantillonnage en grand fleuve ne pouvant s'effectuer efficacement qu'en bordure, là où se trouvent les Petits individus, leur forte proportion est « logique ».

Les conditions hydrologiques (débit faible) et thermiques (température de l'eau élevée) pendant la reproduction des poissons en 2020 n'a peut-être pas été très favorable pour toutes les espèces. Le recrutement 2020 ne semble pas avoir été bon pour le gardon, le spirlin ou le goujon. En revanche la brème bordelière et surtout le hotu présentent une belle cohorte 2020 dans nos échantillonnages.

A l'échelle de la station, de 1 à 14 espèces ont été capturées, avec une abondance variant de moins de 10 ind/Ha à plus de 10000 ind/Ha pour une biomasse de quelques dizaines de grammes à plus de 100 kg/Ha. Seulement neuf espèces dominent la structure du peuplement de poissons en abondance. Ces espèces sont par ordre décroissant d'abondance totale : le hotu, la brème bordelière, le spirlin, le chevaine, le barbeau, le goujon, l'ablette, le silure et le gardon. Il existe une forte variabilité des effectifs capturés par hectare en fonction de la campagne d'échantillonnage pour toutes les stations, une forte variabilité pour une station d'une campagne à l'autre et d'une station à l'autre par campagne. Cette variabilité spatiale et temporelle des abondances par espèce se retrouve encore à l'échelle des groupes de taille (taxons). La variabilité spatiale et temporelle de la composition du peuplement en biomasse est très similaire à ce que révèle l'abondance du fait d'un nombre restreint de gros individus capturés en 2020. Cette structure de peuplement n'est pas stable dans le temps (entre campagnes) puisqu'en mai

et juin peu d'espèces et peu d'individus ont été capturés. Un des résultats les plus importants cette année est de constater que la structure du peuplement de poissons évolue au cours de l'année mais que pour une date donnée la répartition des espèces et des taxons à l'amont et à l'aval sont assez comparables. C'est notamment les cas pour les neuf espèces les plus abondantes qui dominent le peuplement de poissons aussi bien à l'amont qu'à l'aval. Même si des différences restent parfois plus ou moins importantes entre l'amont et l'aval du CNPE (exemple en 2020 il y a plus de Grands individus en aval qu'en amont en octobre), pratiquement toutes les espèces et tous les taxons sont observés en amont comme en aval.

Diatomées

En 2020, la richesse diatomique globale est de 143 taxons et la richesse unitaire est en moyenne de 33,2 taxons par station. Ces deux valeurs sont inférieures à la moyenne de la chronique d'étude 2015-2020 (respectivement 153 et 38,1 taxons). Depuis 2017, la richesse diatomique globale dans le secteur du CNPE de Bugey est toutefois sensiblement équivalente, après deux premières années élevées.

Les peuplements apparaissent globalement bien équilibrés (J') et diversifiés (H'). Le niveau de richesse atteint est cohérent avec celui des années précédentes.

La note IBD moyenne est de 15,9, soit la plus élevée de la chronique d'étude depuis la prise en compte de ce descripteur en 2015 (valeur inter-annuelle moyenne de 15,0). La majorité des notes correspond à une bonne qualité d'eau. La note moyenne 2020 s'inscrit dans une tendance à la hausse de la note IBD depuis le début du suivi. Les notes IPS présentent une tendance à être légèrement inférieures à celles de l'IBD ce qui est une tendance naturelle de cet indice. L'indice IDS/E est élevé (>3,5) et montre une altération globale modérée. L'évolution inter-dates ou inter-stations des indices IPS et IDS/E est très similaire à celle de l'IBD renforçant les résultats de ce dernier.

L'homogénéité des notes IBD dans ce secteur du Rhône a tendance à devenir une constante. Ce résultat traduit une qualité de l'eau au sens IBD elle aussi globalement homogène et relativement indifférente au rejet du CNPE, aux fluctuations du milieu ou aux problématiques d'échantillonnage liées au marnage important dans ce secteur.

Du point de vue taxonomique, la cohorte des espèces dominantes à la fois sur le critère d'abondance et d'occurrence est très similaire aux années précédentes. Elles sont classiquement ubiquistes et cosmopolites, constituant un fond diatomique constant du Rhône à Bugey. Le taxon dominant 2020 est *Achnanthidium delmontii* (ADMO), espèce singulière couramment rencontrée depuis le début du suivi. Cette espèce, invasive, montre notamment une saisonnalité très nette en lien possible avec la température de l'eau. Le profil écologique (au sens de l'IBD) de ces espèces est homogène et montre une qualité d'eau globalement bonne (classe 5/7). Au regard des caractéristiques autoécologiques de Van Dam et al. (1994), elles sont tolérantes aux nutriments et beaucoup moins à la matière organique, résultat conforme aux résultats de l'indice IDS/E.

D'une manière générale, l'analyse 2020 des peuplements diatomiques du Rhône à Bugey montre une situation très homogène, à la fois spatiale (entre les stations) et temporelle (depuis le début du suivi). Les variations observées restent globalement faibles, indépendamment des conditions hydrologiques et/ou d'échantillonnage, aussi bien vis-à-vis des indices que des

espèces dominantes. Aucun impact significatif du fonctionnement du CNPE n'est mis en évidence sur le peuplement diatomique, cette station ne présentant pas de fléchissement particulier par rapport aux autres secteurs étudiés. Paradoxalement, et de manière récurrente, la richesse taxonomique est d'ailleurs souvent supérieure.

Macroinvertébrés

L'étude IBGA-DCE 2020 de la macrofaune benthique du Rhône aux environs du CNPE du Bugey a permis d'échantillonner 77 taxons (aux limites systématiques de la méthode, à savoir *a maxima* le Genre), soit 58 taxons en amont (Saint-Vulbas), 56 en aval immédiat du rejet et 44 taxons en aval (Loyettes). Les substrats artificiels déposés en zone intermédiaire sont toujours la technique d'échantillonnage permettant la capture du plus grand nombre de taxons (63) par opposition aux dragages du chenal (36 taxons) et aux filets littoraux (51 taxons).

La richesse totale apparaît en décroissance constante depuis le maximum de 110 unités enregistré en 2016. La perte taxonomique est ainsi de 30% en 4 ans. Ceci est toutefois variable selon les stations et selon les techniques d'échantillonnage (stabilisation pour les dragages par exemple), mais le constat à la baisse est malgré tout globalement général et s'accentue, même si il a pu être artificiellement amplifié cette année avec l'absence d'échantillonnage par substrats artificiels et dragages lors de la première campagne 2020 en raison du confinement lié à la crise sanitaire.

La richesse totale moyenne sur la période 2015-2020 décroît progressivement de l'amont vers l'aval (79 taxons à l'amont, 74 au rejet et seulement 62 à l'aval, pour une moyenne générale de 96 taxons). Selon la technique d'échantillonnage, elle est en moyenne supérieure en zone rivulaire (65 taxons pour les filets de bordures) et plus faible dans le chenal (53 taxons pour les dragages). Les substrats artificiels déposés en zone intermédiaire, et échantillonnant aussi bien la faune en place que celle en dérive, sont les plus biogènes, permettant en moyenne la capture de 83 taxons.

Outre la chute accélérée de la richesse, ces dernières années restent marquées du point de vue taxonomique par la très forte abondance des Crustacés exotiques *Jaera istri*, apparu en 2017, qui abrite cette année 45% des individus, et *Dikerogammarus villosus* (28% des individus), tandis que les Gammares natifs ont totalement disparu. De manière similaire aux années précédentes, quelques taxons concentrent une majorité d'individus, *Jaera*, *Dikerogammarus* et les Chironomes représentent ainsi 90% de l'abondance totale. Parmi les 10 taxons sub-résidants > 0,1% à dominants (i.e. > 5%), 5 d'entre eux sont exotiques (2 Crustacés, 2 Mollusques et 1 Polychète), soit près de 77% des individus. Deux taxons représentatifs du Rhône restent malgré tout présents parmi ceux-ci : le Mollusque *Ancylus fluviatilis* et le Trichoptère *Psychomyia pusilla*. L'ensemble de ces 10 taxons abrite 99% de l'abondance 2020.

Les substrats artificiels, technique d'échantillonnage utilisée depuis les origines du suivi, en dépit d'un changement de type de substrat à partir de 2015 afin de satisfaire à la méthode DCE (multiplaques Verneaux *vs* sisal-pierres IBGA) permettent d'appréhender l'évolution temporelle long terme. Si la richesse taxonomique totale IQBP (niveau d'identification

systématique à la famille) montre une tendance constante à l'accroissement au long de la chronique de suivi depuis 1980 (maximums de 92 et 93 taxons en 2017 et 2015), elle amorce une chute continue depuis 3 ans pour atteindre 62 taxons en cette année (même si celle-ci a été marquée par une campagne en moins pour cause de crise sanitaire). La valeur 2020 est inférieure à toutes les moyennes calculées sur la chronique d'étude : 63 taxons en moyenne depuis 1980, 75 depuis l'année 2000, 79 sur la dernière décennie, par exemple. Ce constat est valable quelle que soit la station, les stations amont RG et aval RG atteignant leur plus basse richesse historique (respectivement 33 et 19 taxons). Le changement de type de substrat artificiel effectué en 2015 afin de satisfaire à la méthode DCE peut difficilement être incriminé, plusieurs parmi les plus fortes valeurs étant postérieures (richesse stations amont RD et rejet et richesse totale en particulier). Hormis le changement de type de substrat, ceux-ci sont posés strictement aux mêmes endroits, il reste donc difficile d'apporter une explication définitive et satisfaisante.

En termes de qualité biologique DCE, le bon potentiel biologique est atteint pour les stations amont et rejet quelle que soit la date, aussi bien pour les échantillons filets+dragages (i.e.F+D) seuls que pour l'ensemble des 12 échantillons, excepté bien évidemment lors de la campagne tronquée d'avril. L'apport des substrats artificiels permet à la station amont d'atteindre la classe très bon en septembre. A la station aval, systématiquement atteint jusqu'en 2018, atteint une seule fois en 2019, le bon potentiel ne l'est jamais cette année, cette station étant au mieux de potentiel biologique moyen en juin et septembre.

D'un point de vue méthodologique, la comparaison de la méthode originelle (substrats artificiels et calcul de l'IQBP) et de la méthode DCE permet de mettre en évidence l'apport des différents compartiments (dérive pour les substrats, zone rivulaire pour les filets, chenal pour les dragages) et leur complémentarité. La combinaison rive+chenal (i.e. filets+dragages) apparait toujours plus biogène que la zone intermédiaire échantillonnée par les substrats artificiels (IQBP), en moyenne de 4,5 taxons et de 4 points indiciels, ceci étant particulièrement sensible à la station aval (+7 taxons, +5,2 points). Toutefois, chaque technique (i.e. milieu prospecté) contribue spécifiquement au résultat final tant en termes de richesse (jusqu'à une dizaine de taxons pour le couple filets+dragages) que de note indicielle (de 3 à 7 points d'indice pour respectivement les substrats artificiels et la seule combinaison des deux techniques précédentes).

Du point de vue stationnel, la disparité (baisse) amont-aval reste présente au fil des années, tant en termes de richesse que de qualité indicielle. Ce phénomène tend à s'accentuer sur les dernières années : ainsi, la richesse totale (i.e. DCE) moyenne en RD est de 58 taxons en amont et de 41 en aval sur les 10 dernières années alors que, si elle reste à 58 en amont, elle n'est plus que de 34 en aval en moyenne depuis 2015. Si il apparait difficile de trancher dans des milieux à stress multiples comme le Rhône aménagé, le fait que la combinaison F+D de la méthode DCE soit d'autant plus biogène à la station aval par rapport aux substrats artificiels IQBP met bien en évidence l'existence de conditions particulièrement discriminantes à proximité des berges de cette station (courant violent en RG, échauffement résiduel d'environ 3°C en RD).

Toutefois, il faut garder à l'esprit que dans un milieu aménagé et soumis à de nombreux stress anthropiques comme le Rhône (aménagement physique, éclusées énergétiques, rejets

thermiques, opérations régulières de chasse des sédiments, etc.), (i) les influences sont multi-factorielles et agissent en synergie et (ii) les fluctuations inter-annuelles inhérentes à tout écosystème sont d'autant plus exacerbées.

Conclusion

L'influence du fonctionnement du CNPE de Bugey reste principalement notable au travers du réchauffement engendré en rive droite à l'aval immédiat du site, un échauffement résiduel étant toujours présent à Loyettes en dépit des phénomènes de mélange et de dilution en cours. Le fonctionnement 2020 se caractérise surtout par l'absence d'échauffement lié aux réacteurs R2 et R3 à partir de mai. Le fonctionnement et la qualité physico-chimique de l'eau restent aucunement altérés par cet échauffement.

La structure très déséquilibrée du peuplement de poissons du Rhône dans le secteur du Bugey, la forte variabilité spatiale et temporelle des abondances / biomasses par espèce et par taxon, entre l'amont et l'aval du CNPE de Bugey, ne permettent pas de mettre en évidence un effet du fonctionnement du CNPE à l'échelle de l'année 2020.

Du point de vue biologique, l'analyse des peuplements diatomiques du Rhône à Bugey montre une situation très homogène sur les dernières années. Cette homogénéité est à la fois spatiale et temporelle. Les variations observées restent dans des écarts globalement faibles, indépendamment des conditions hydrologiques et/ou d'échantillonnage, aussi bien vis-à-vis des indices que des espèces dominantes. Aucun impact significatif du rejet n'est mis en évidence sur le peuplement diatomique et les analyses ne mettent pas en évidence de plus grande fragilité de ce compartiment et/ou la présence de certaines espèces polluotolérantes dans des conditions plus pénalisantes.

La situation des macroinvertébrés tend à se dégrader ces dernières années, tant globalement à l'échelle du secteur d'étude que du point de vue de la disparité amont-aval qui s'accentue au fil des années via l'échantillonnage par substrats artificiels en particulier, aussi bien en termes de richesse que d'effectif ou de note indicielle. Ce constat devient récurrent au fil du temps. Il reste toutefois difficile de trancher et d'apporter une explication définitive et satisfaisante, les influences étant multiples (thermie en RD, conditions hydrodynamiques en RG pour ce qui est de la station aval) et agissant en synergie dans ce type de milieu aménagé et soumis à de multiples stress anthropiques (aménagement physique, éclusées énergétiques, rejets thermiques, etc.). A cela s'ajoute la part de plus en plus grandissante des taxons invasifs qui représentent cette année plus de 75% des individus et le resserrement du pool de taxons constituant la base du peuplement de macroinvertébrés de ce secteur du Rhône puisque 10 taxons abritent 99% de l'abondance totale 2020.

1 DESCRIPTION DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES POUR L'ECHANTILLONNAGE 2020

1.1 Secteur d'étude

Le secteur d'étude s'étend de Saint-Vulbas (à hauteur de la station d'épuration) à l'amont (pk50) jusqu'à Loyettes à l'aval (pk37) de manière à encadrer le CNPE de Bugey. Les localisations précises des stations et des points d'échantillonnage, répartis entre l'amont (non influencé par le CNPE) et l'aval (influencé par le CNPE) seront précisés dans chaque partie du rapport mais la Figure 1 donne un aperçu général de la répartition spatiale des sites d'échantillonnage au sein du secteur d'étude (donc relativement au CNPE).

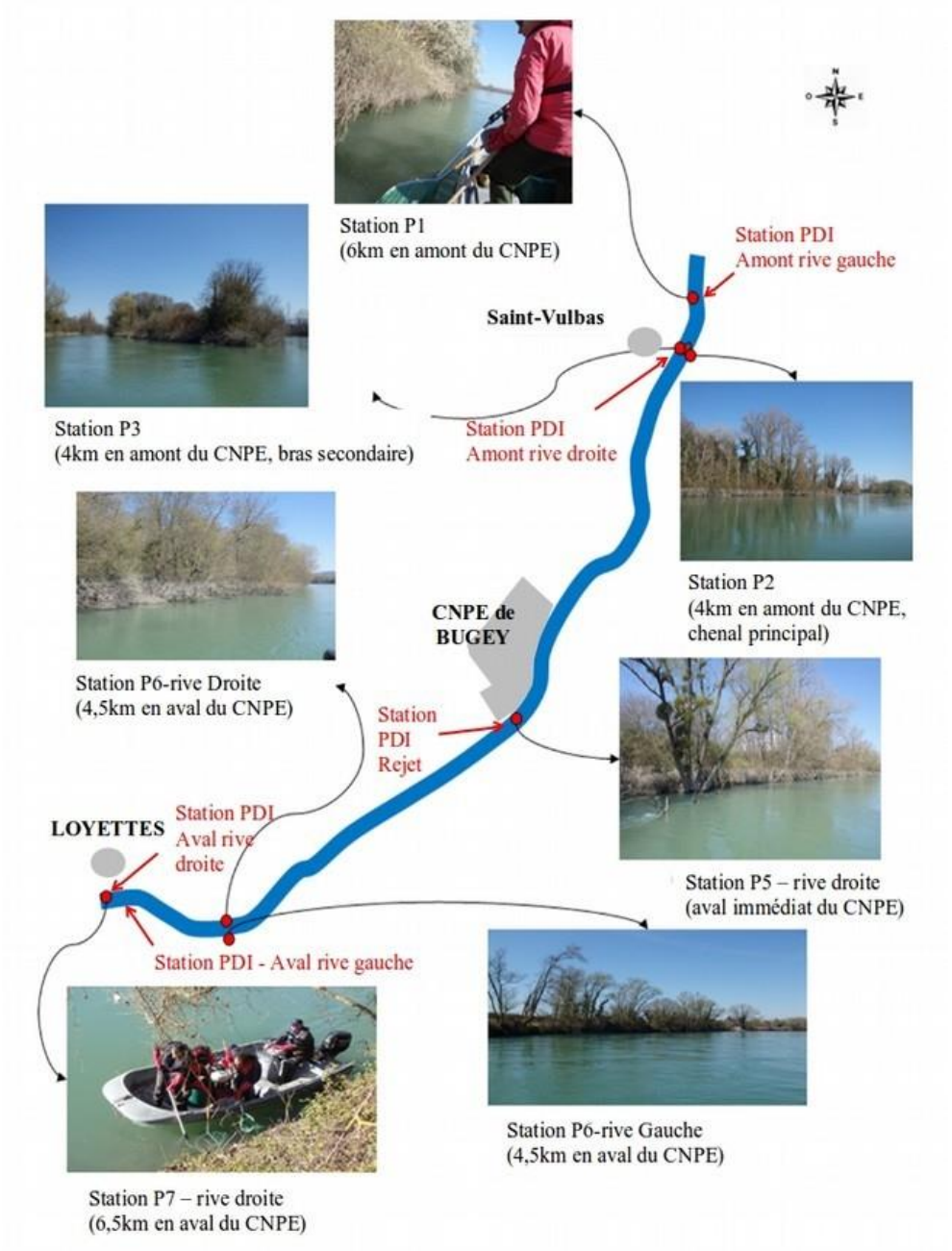


Figure 1 : Aperçu général de la répartition spatiale des sites d'échantillonnage au sein du secteur d'étude (P1 à P7 = stations de pêches ; PDI = station de prélèvement Physico-chimie, Diatomées & Invertébrés).

1.2 Conditions d'habitat (bathymétrie, substrat, hauteur d'eau et vitesse de courant) des sites d'échantillonnage

Une description précise des conditions d'habitat physiques des secteurs amont (amont du CNPE), aval immédiat du CNPE (Rejet) et aval (aval du CNPE) est donnée ici. L'objectif de cette description est de pouvoir positionner les stations et points d'échantillonnage dans l'environnement physique du Rhône de St Vulbas à Loyettes (Figure 2 à Figure 8). Cette description est jugée représentative des conditions d'habitat pour plusieurs années. En effet, peu de modifications importantes de la morphologie générale du Rhône sont attendues dans ce secteur.

Le secteur amont du CNPE inclus les stations de pêche 1 à 3 et les stations amont des prélèvements invertébrés– diatomées. Le secteur Rejet inclus la station de pêche 5 et la station rejet des prélèvements invertébrés– diatomées. Enfin, le secteur aval du CNPE inclus les stations de pêche 6D, 6G et 7 et les 2 stations aval des prélèvements invertébrés– diatomées. Des étiquettes sont placées sur les figures pour visualiser la localisation des points de prélèvement (les détails sont donnés dans les différentes parties du rapport).

Pour des raisons de représentation, le secteur amont est ici divisé en deux sous-secteurs : l'amont de l'île de la Fenière et les abords de l'île de la Fenière, mais les analyses hydrodynamiques sont faîtes pour le secteur amont dans sa globalité (les trois stations simultanément).

Ces figures présentent pour chaque secteur :

- une vue en 3D illustrant la bathymétrie du secteur permettant de décrire la forme du lit du Rhône (Figure 2, Figure 3, Figure 5, Figure 7);

- une photo aérienne géo-référencée (échelle et indication du Nord) permettant de visualiser à très faible débit les grandes zones de substrat homogènes (Figure 2, Figure 3, Figure 5, Figure 7);

- une simulation (modèle hydrodynamique en 2D – Capra et al., 2011[1]) des surfaces en eau pour différentes classes de hauteur d'eau et de vitesse de courant. Ces surfaces sont exprimées en pourcentage de la surface mouillée totale (Figure 4, Figure 6, Figure 8).

La bathymétrie et les photos aériennes permettent d'évaluer précisément les zones profondes et les zones sensibles aux exondations (majoritairement les rives). Les simulations hydrauliques montrent quelques différences entre les secteurs mais globalement les évolutions des hauteurs d'eau et des vitesses de courant en fonction du débit sont sensiblement identiques entre les secteurs. Le Rhône entre St-Vulbas et Loyettes se caractérise par des profondeurs majoritairement supérieures à 3 m dès 500 $m^3 s^{-1}$ et des vitesses de courant fortes (> 1 m s^{-1}) dès 300 $m^3 s^{-1}$.

[1] Capra H., Pella H., Morin J., LePichon C., Perraud C., Datry T., Secretan Y., Jouve P., & Matte P. 2011. Conséquences de l'artificialisation de l'hydrologie du Rhône sur la structuration des communautés d'invertébrés et de poissons. Rapport Final. Rapport Cemagref – Agence de l'Eau RM&C. 109 p. et Annexes.

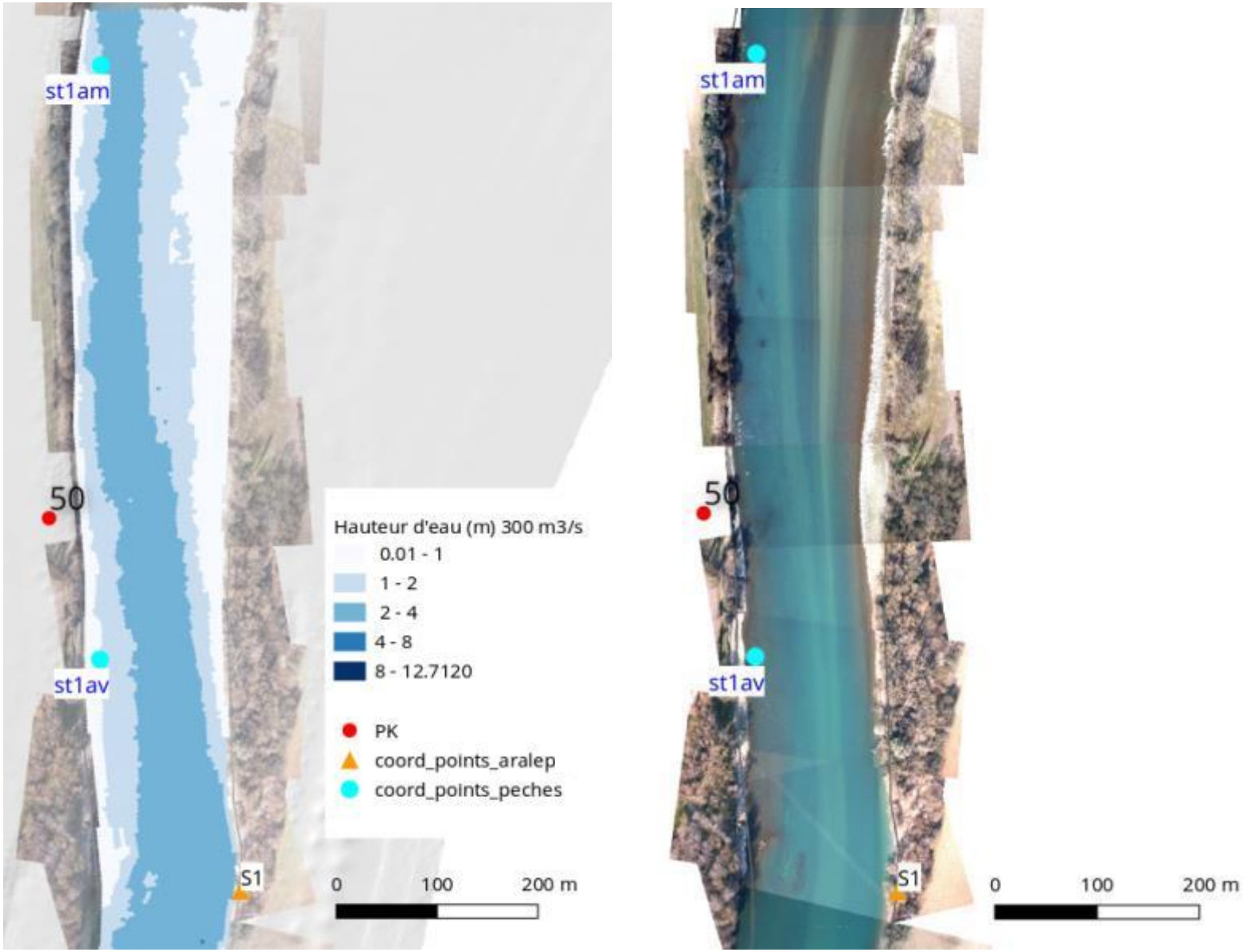


Figure 2 : Bathymétrie (gauche) et photo aérienne géoréférencée (droite) de la partie amont du secteur amont du CNPE: amont de l'île de la Fenière. Les points de limites amont et aval de la station de pêche et les points de prélèvements invertébrés (Aralep ; S = substrat artificiel) sont indiqués dans des petites étiquettes.

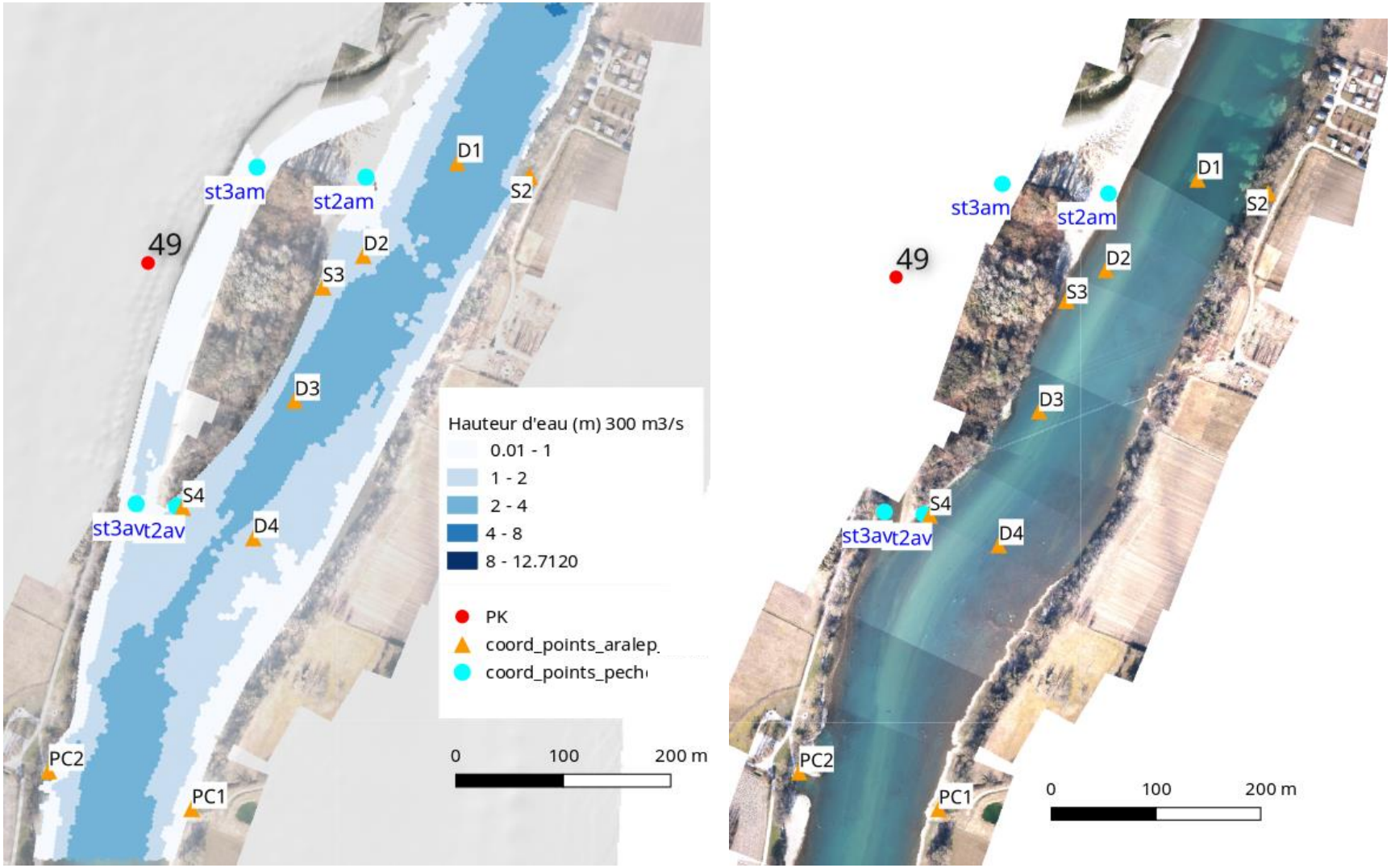


Figure 3 : Bathymétrie (gauche) et photo aérienne géoréférencée (droite) de la partie aval du secteur amont – île de la Fenière. Les points de limite amont et aval des stations de pêche et les points de prélèvements invertébrés (Aralep ; PC = physico-chimie – S = substrat artificiel – F = filet surber de bordure – D = dragage) sont indiqués dans des petites étiquettes.

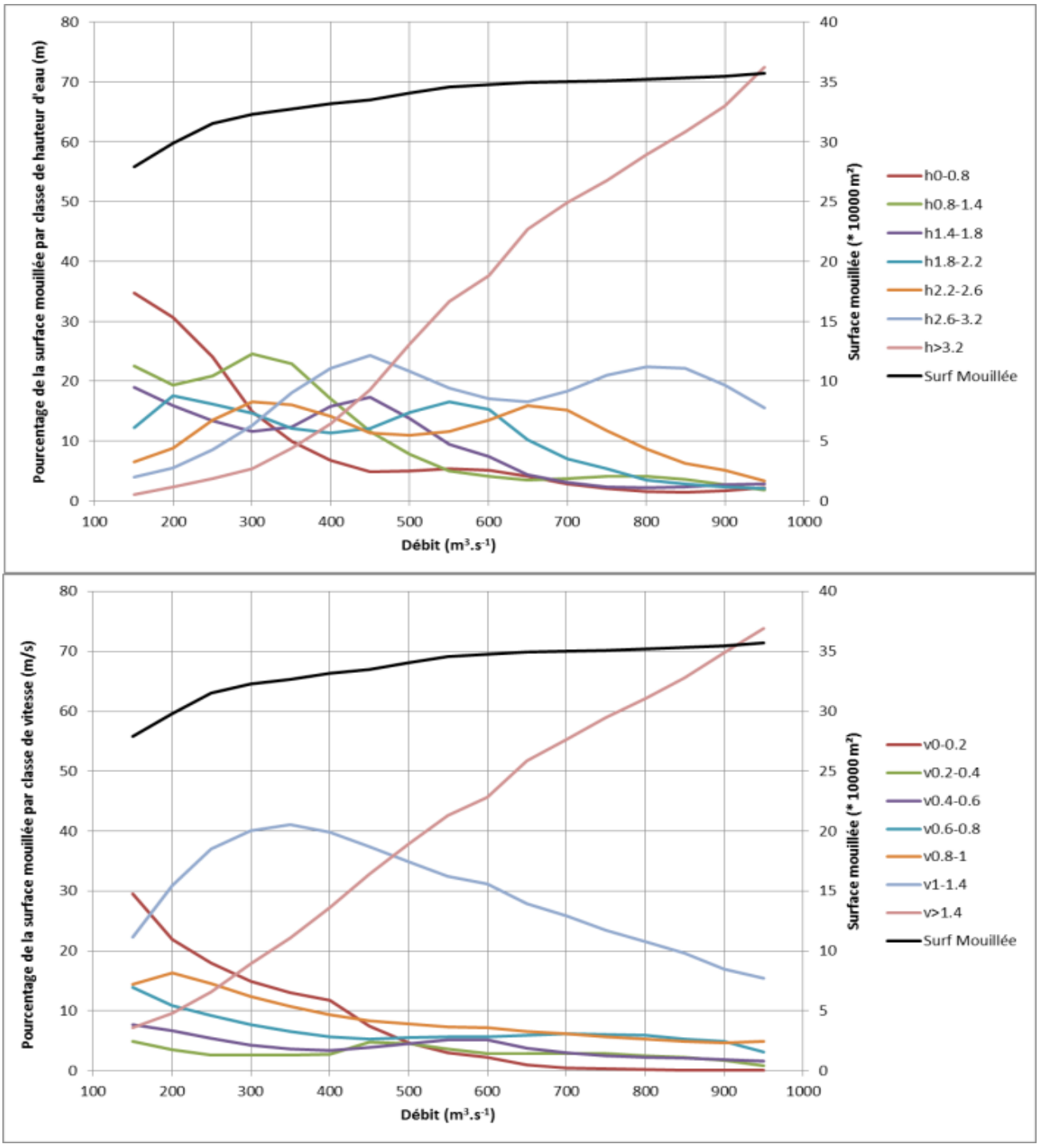


Figure 4 : Simulation de la variation de la surface mouillée et des surfaces de chaque classe de hauteur d'eau (m), h – en haut (respectivement vitesse du courant ($m.s^{-1}$), v– en bas) en fonction du débit pour le secteur amont du CNPE. Pour un débit donné, la surface totale de chaque classe de hauteur, et de vitesse, est exprimée en pourcentage de la surface mouillée totale. Le secteur amont est l'ensemble des deux parties amont et pourtour de l'île de la Fenière (cf. ci-avant).

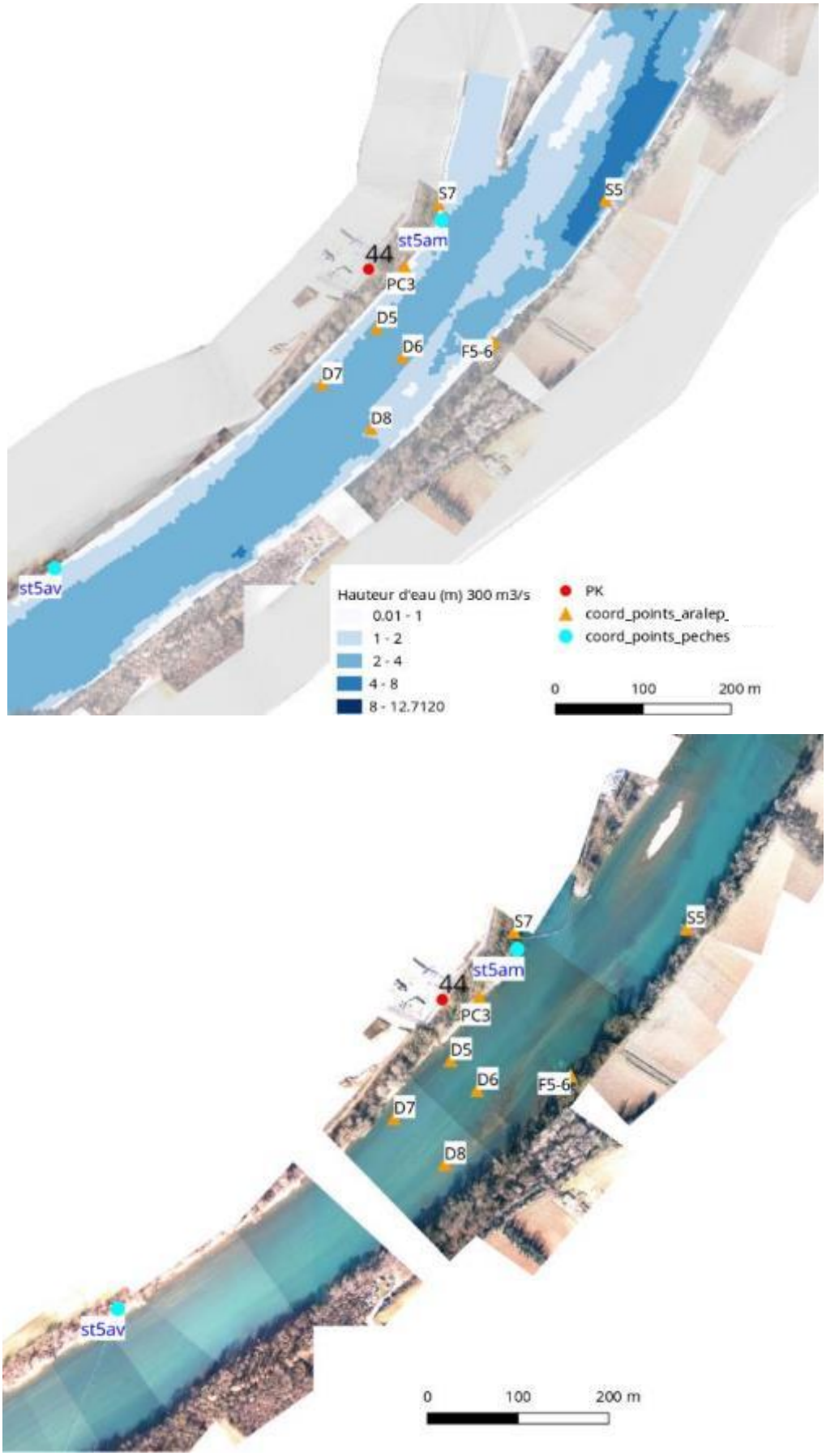


Figure 5 : Bathymétrie (bas) et photo aérienne géoréférencée (haut) du secteur Rejet (aval rejet 2-3). Les points de limites amont et aval de la station de pêche et les points de prélèvements invertébrés (Aralep ; PC = physico-chimie – S = substrat artificiel – F = filet surber de bordure – D = dragage) sont indiqués dans des petites étiquettes.

.

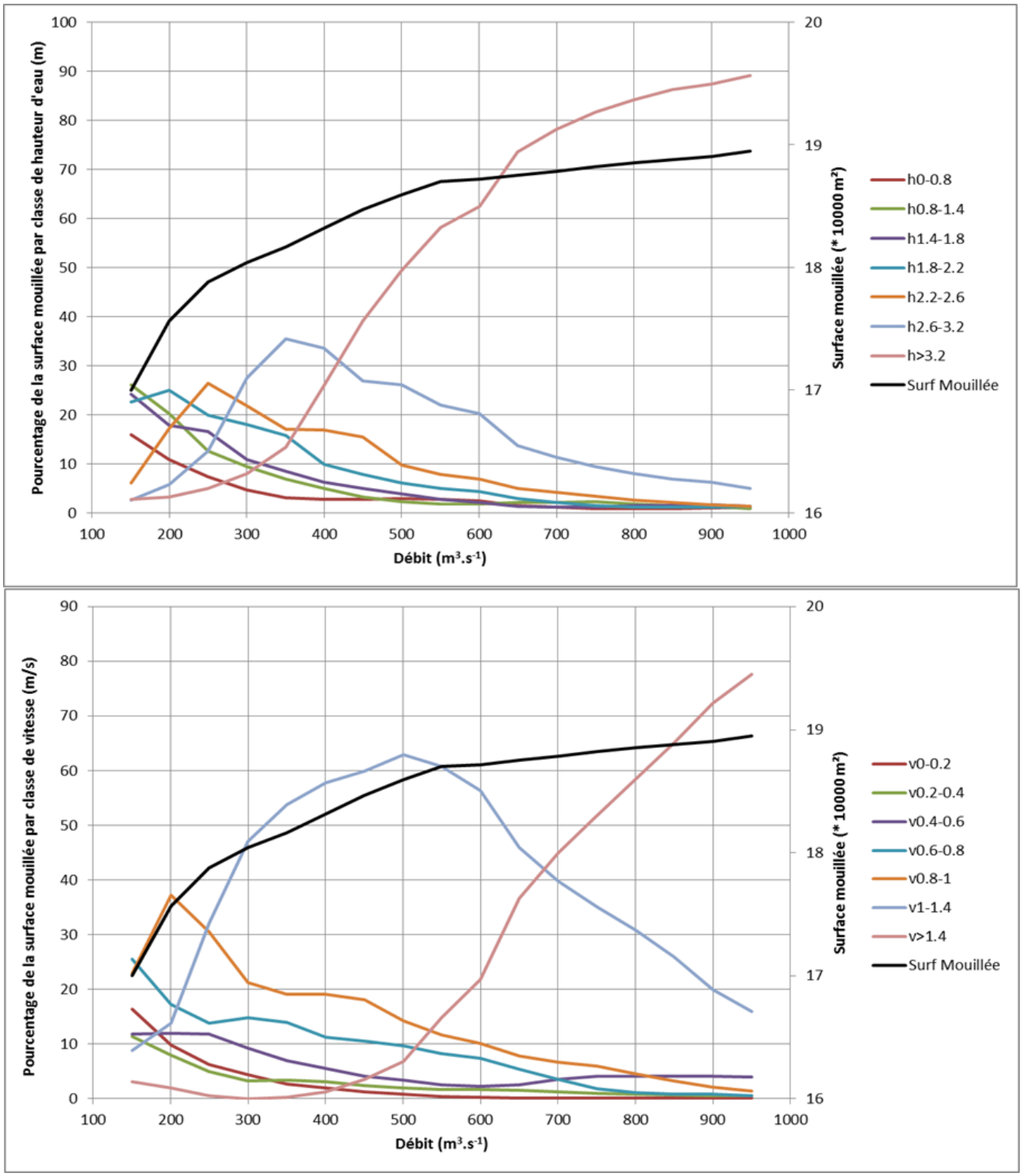
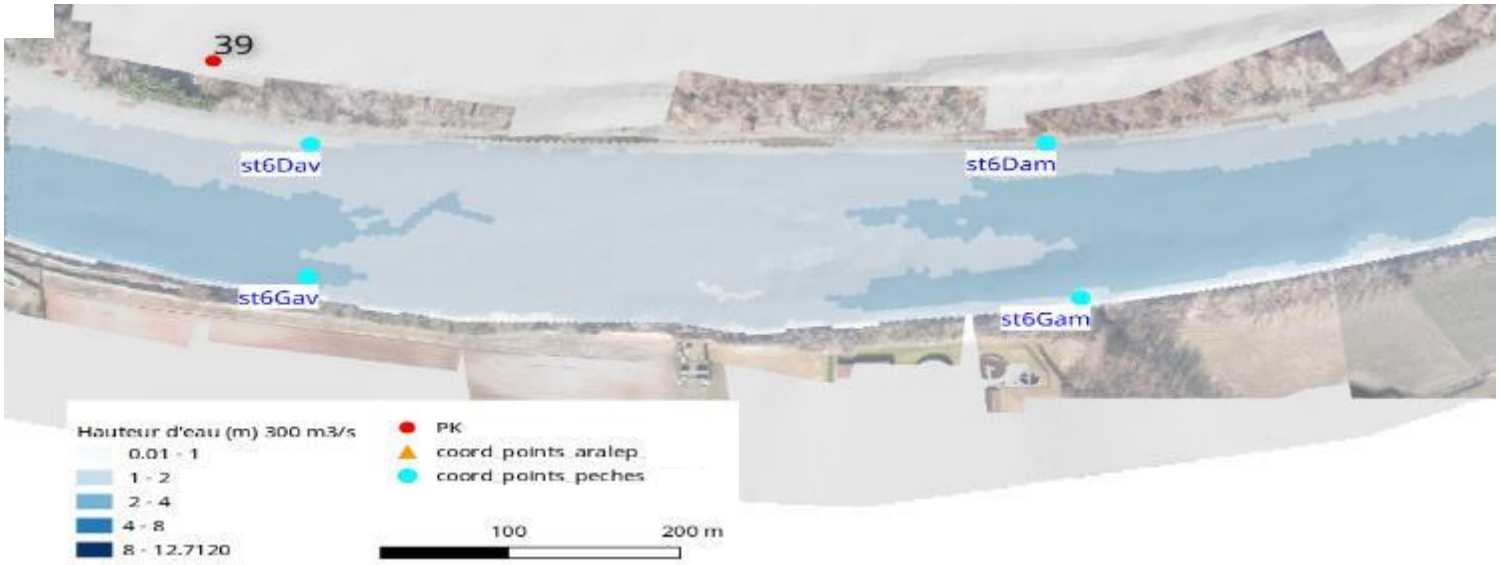
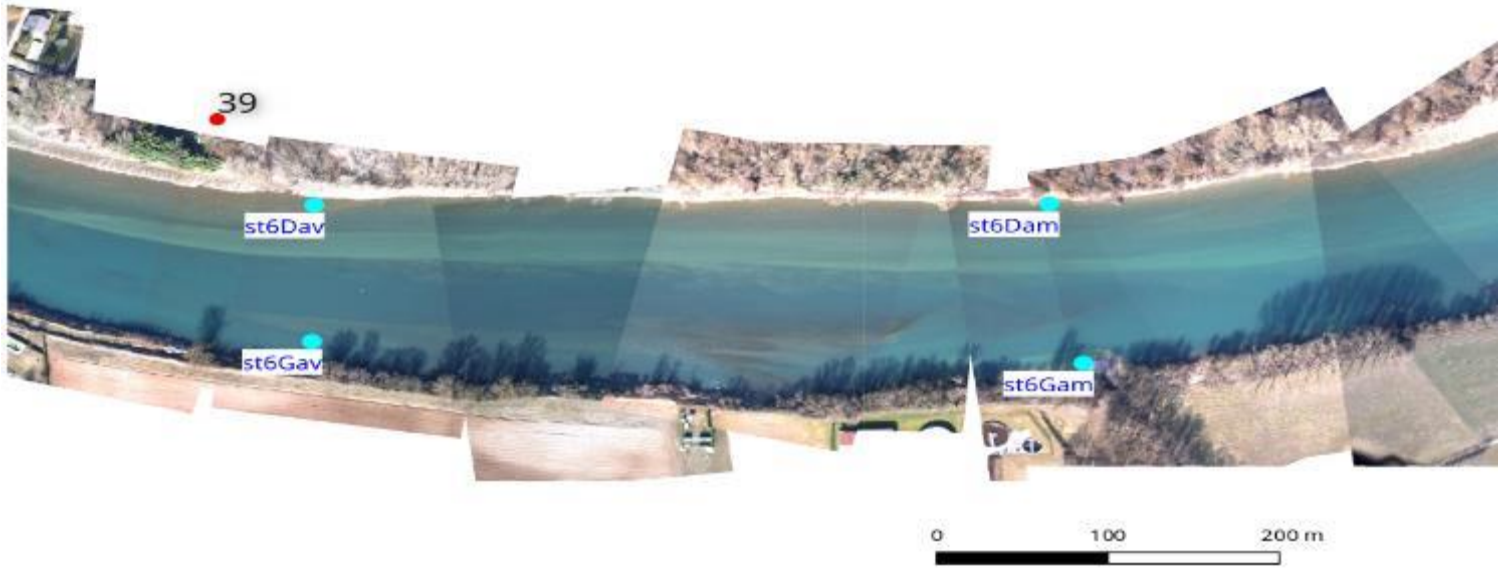


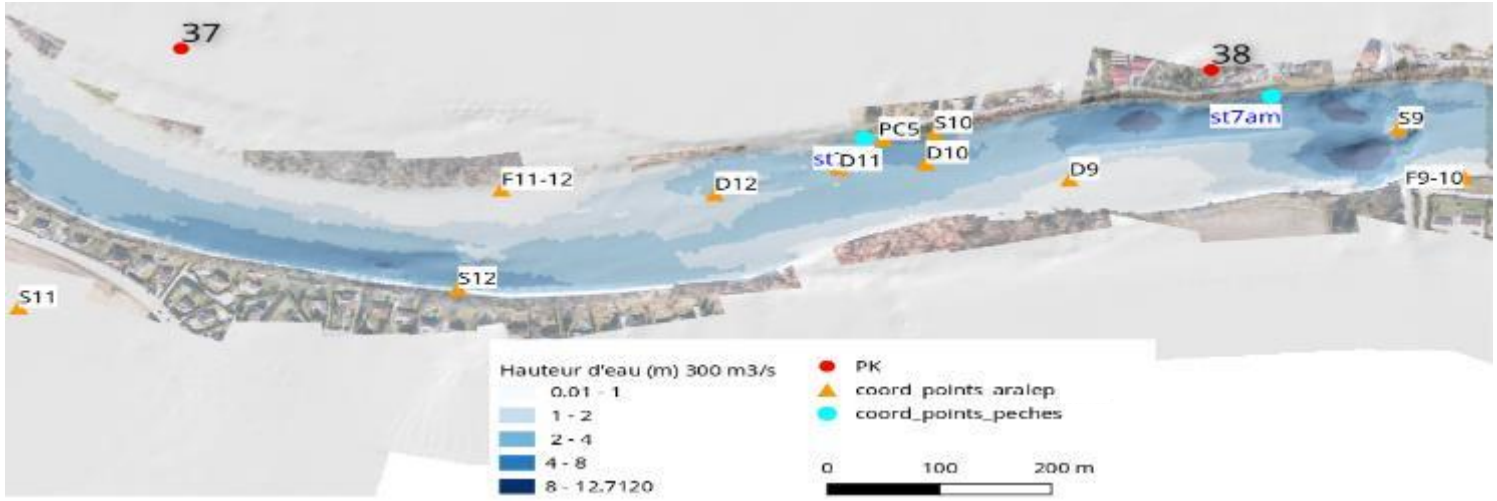
Figure 6 : Simulation de la variation de la surface mouillée et des surfaces de chaque classe de hauteur d'eau (m), h – en haut (respectivement vitesse du courant ($m.s^{-1}$), v– en bas) en fonction du débit pour le secteur Rejet. Pour un débit donné, la surface totale de chaque classe de hauteur et de vitesse, est exprimée en pourcentage de la surface mouillée totale.


39
st6Dav
st6Dam
st6Gav
st6Gam
Hauteur d'eau (m) 300 m3/s
0.01 - 1
1 - 2
2 - 4
4 - 8
8 - 12.7120
PK
coord_points_aralep
coord_points_peches
100
200 m

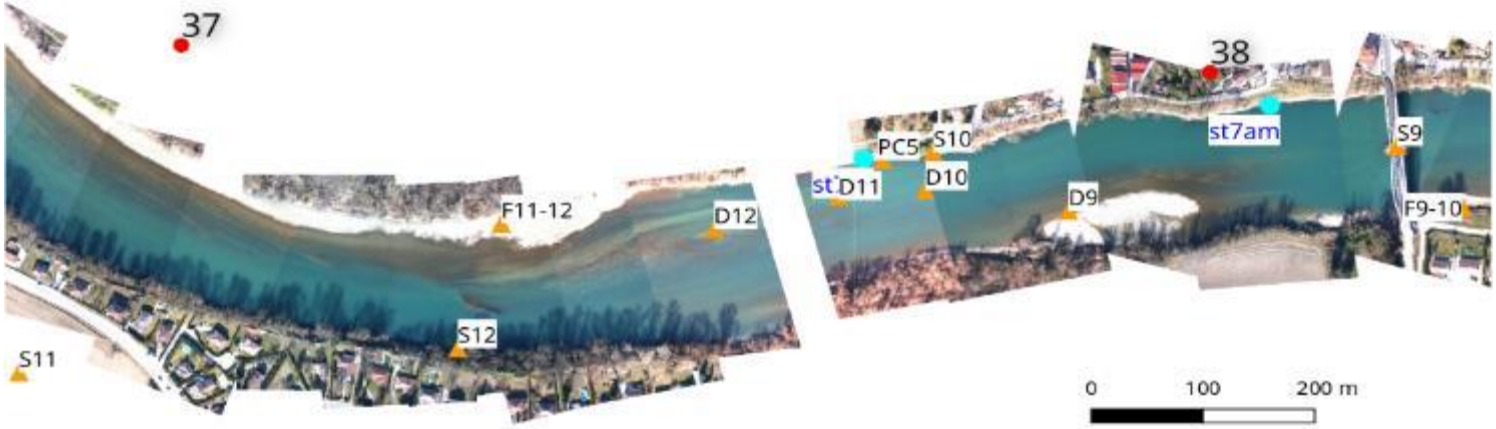
A


39
st6Dav
st6Dam
st6Gav
st6Gam
0
100
200 m

B



C



D

Figure 7 : Bathymétrie (A, amont et C, aval du pont de Loyettes) et photo aérienne géoréférencée (B, amont et D, aval du pont de Loyettes) du secteur aval du CNPE. Les points de limites amont et aval des stations de pêche et les points de prélèvements invertébrés (Aralep ; PC = physico-chimie – S = substrat artificiel – F = filet surber de bordure – D = dragage) sont indiqués dans des petites étiquettes.

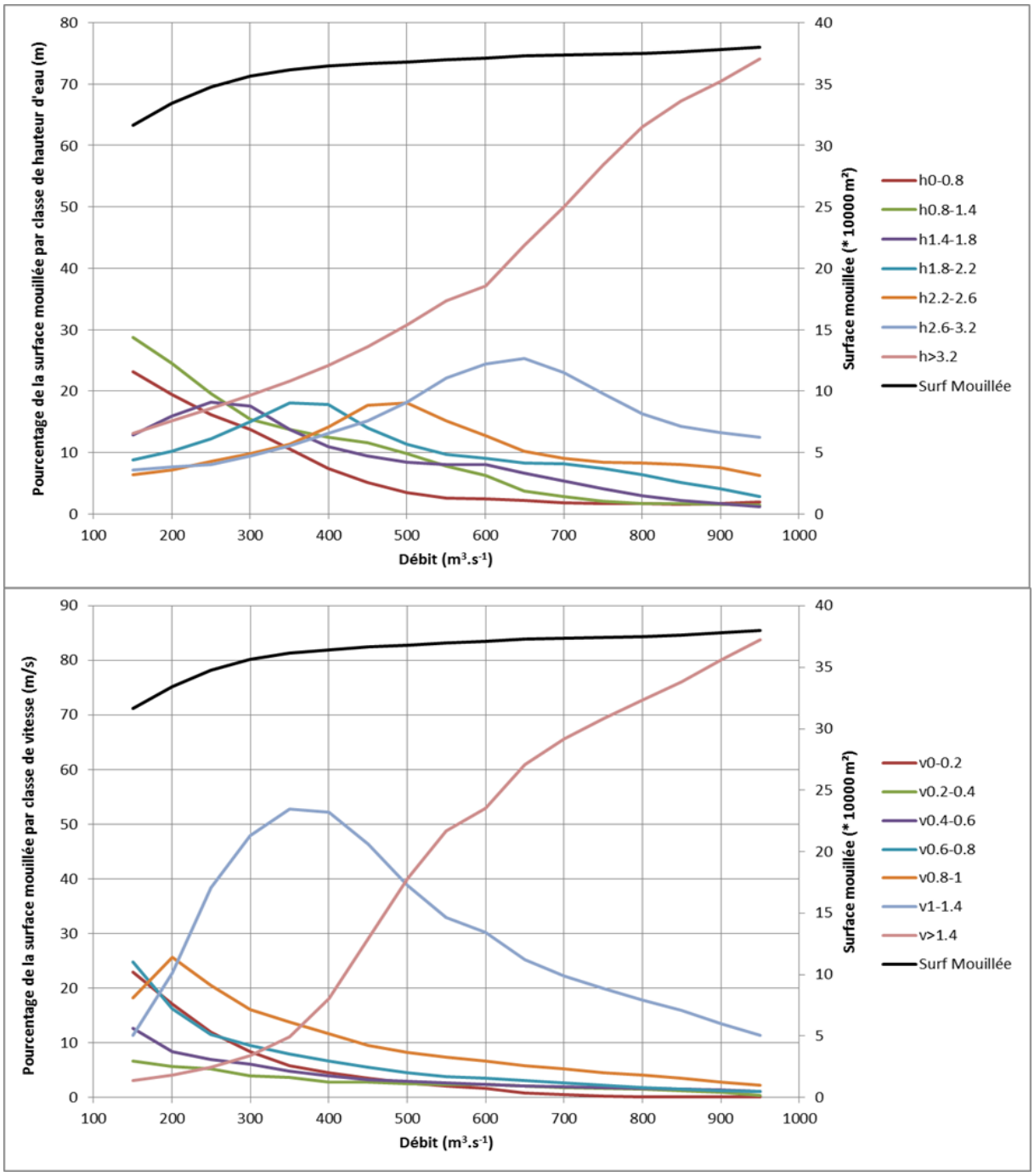


Figure 8 : Simulation de la variation de la surface mouillée et des surfaces de chaque classe de hauteur d'eau (m), h – en haut (respectivement vitesse du courant (m.s-1), v– en bas) en fonction du débit pour le secteur aval du CNPE. Pour un débit donné, la surface totale de chaque classe de hauteur et de vitesse, est exprimée en pourcentage de la surface mouillée totale.

2 CONDITIONS HYDROLOGIQUES ET THERMIQUES DU RHONE DANS LE SECTEUR D'ETUDE EN 2020

2.1 Débit et température de l'eau (moyennes journalières) en amont du CNPE-Bugey

L'hydrologie du Rhône à Bugey en 2020 se caractérise par une hydraulicité légèrement négative (-0.056 ; Figure 9). Le débit journalier moyen en 2020 a été de 446 $m^3 s^{-1}$ (159 $m^3 s^{-1}$ à 1270 $m^3 s^{-1}$), près de 30 $m^3 s^{-1}$ de moins que la moyenne interannuelle (depuis 1980): 473 $m^3 s^{-1}$. Le débit journalier n'était supérieur à la moyenne journalière interannuelle qu'en février, mars, début mai et octobre. Au cours de l'année 2020 le débit journalier a dépassé le seuil 800 $m^3 s^{-1}$ pendant 18 jours, assez loin de la moyenne interannuelle du nombre de dépassements (29 jours au-dessus de 800 $m^3 s^{-1}$; Figure 10). Le débit journalier a été plus faible que le seuil de 200 $m^3 s^{-1}$ pendant 25 jours en début d'année principalement en janvier et novembre (Figure 10). L'étiage d'été-automne n'a pas été sévère en 2020. Enfin, pour décrire complètement l'hydrologie du Rhône dans le secteur du Bugey, il est important de rappeler l'occurrence des éclusées infra-journalières (variations importantes du débit horaire au cours de la journée pour la production d'électricité de pointe) non prises en compte ici.

La température de l'eau du Rhône en amont du CNPE-Bugey en 2020 se caractérise par une forte thermicité positive (0.092, Figure 11) créant ainsi la première série de sept ans consécutifs avec une thermicité positive. La température journalière moyenne de l'eau en 2020 a été de 13.5 °C (de 5.2 à 24.4 °C; moyenne interannuelle = 12.34 °C). La température de l'eau en amont du CNPE-Bugey était supérieure à la température journalière moyenne interannuelle depuis 1980 pratiquement toute l'année (Figure 12). La température journalière de l'eau a dépassé le seuil de 20°C pendant 79 jours en 2020, ce qui constitue la deuxième plus forte valeur observée depuis 1980. Le seuil de 23°C a lui été dépassé pendant 22 jours, ce qui représente la 4° plus forte valeur depuis 1980.

L'année 2020 a donc été très contrastée avec un débit très variable tout au long de l'année associé à une température plus chaude que la moyenne interannuelle pratiquement toute l'année (et qui commence même à se rapprocher des plus fortes valeurs enregistrées; Figure 12).

Une analyse plus poussée serait nécessaire à l'étude des tendances enregistrées pour le débit et la température de l'eau journaliers depuis 1980 (Figure 13), mais la diminution progressive du débit moyen journalier (Figure 13-A) et surtout l'augmentation de la température de l'eau moyenne journalière (en amont du CNPE-Bugey, Figure 13-B) sont certainement significatives (Thierry, 2017[2]).

[2] Thierry E. 2017. Étude des tendances d'évolution des communautés piscicoles via l'analyse de chroniques longs termes. Rapport M2 EDF-UBFC-ETEC-Bop. 46 pp.

2.2 Analyse du rejet thermique

Les rejets d'eau chaude du CNPE de Bugey forment un panache d'eau en rive droite à partir de l'aval du pk44. Ce panache est principalement issu du rejet d'eau chaude lié aux tranches 2 et 3 (circuit ouvert) avec débit de rejet maximum de 92 $m^3\ s^{-1}$ qui s'ajoute au rejet des tranches 4 et 5 (circuit semi-fermé), situé légèrement plus en amont, avec un débit de rejet maximum de 11 $m^3\ s^{-1}$. La température de l'eau du panache en zone de rejet est de 8 à 10°C plus chaude que la température de l'eau à l'amont du CNPE. Cette masse d'eau chaude équilibre sa température avec la masse d'eau non échauffée (non dérivée dans le CNPE) par des phénomènes de transport et de diffusion, jusqu'à un mélange homogène de ces deux masses d'eau, classiquement observé après la confluence de l'Ain (pk34). Au final, quand les masses d'eau sont mélangées, il y a un réchauffement global de l'eau du Rhône lié aux rejets d'eau chaude du CNPE de Bugey de quelques dixièmes de degré à 2°C (en fonction du débit du Rhône, du débit de l'Ain et du fonctionnement du CNPE ; cf Synthèse 2007-2010 du suivi des températures estivales en rivière pour les centrales nucléaires de Golfech et du Bugey – EDF, Irstea, Onema, 2012).

Le fonctionnement du CNPE-Bugey en 2020 se caractérise principalement par l'arrêt des réacteurs 2 et 3 dès le début mai et pour tout le reste de l'année. Le fonctionnement du CNPE en 2020 se visualise sur la chronique de l'écart de température mesuré entre l'aval du CNPE et l'amont du CNPE (Figure 14). Avant le mois de mai, l'écart enregistré entre l'aval et l'amont reste variable et entre 5°C et 10°C alors que le reste de l'année cet écart est plutôt de 1°C à 2°C ; Figure 14).

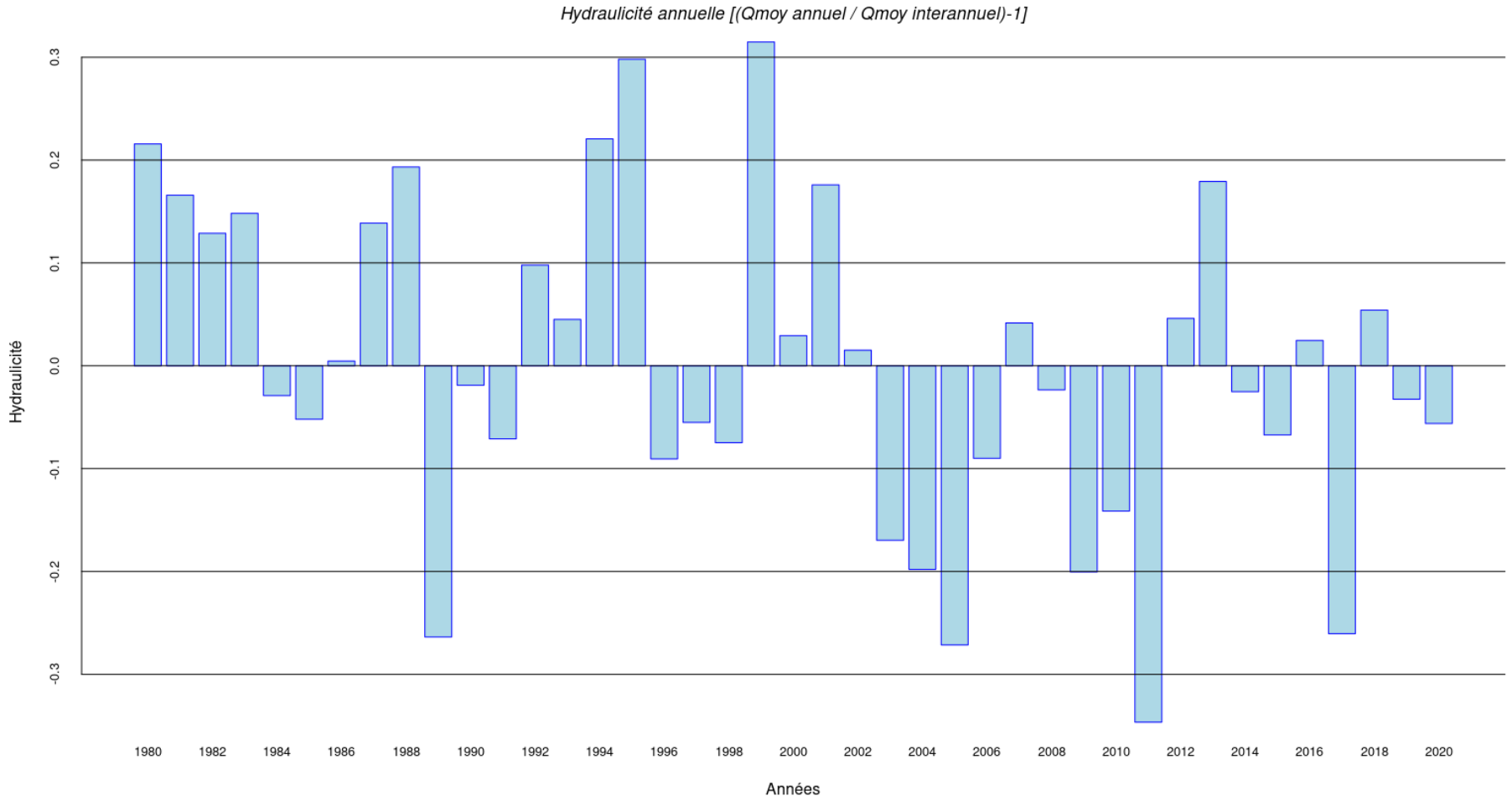


Figure 9 : Hydraulicité du Rhône en amont du secteur d'étude de 1980 à 2020. Données source EDF-CNPE. (Qmoy = moyenne annuelle des débits moyens journaliers).

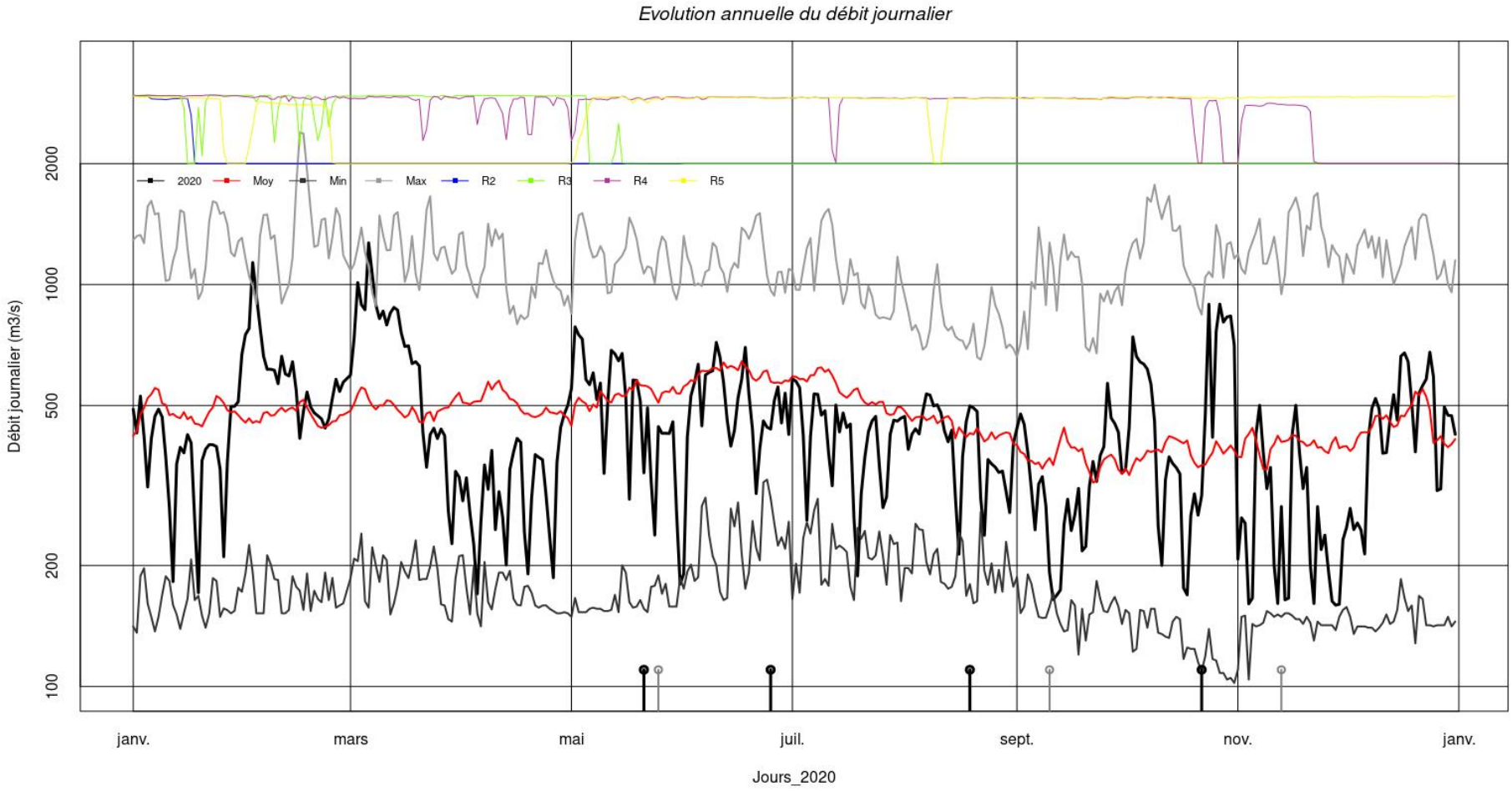


Figure 10 : Débit moyen journalier du Rhône en amont du secteur d'étude pour l'année 2020 (noir), moyenne (rouge), minimum (gris sombre) et maximum (gris clair) calculés pour chaque jour de l'année sur la période 1980 – 2019. Les ronds sur l'axe des abscisses représentent les dates de pêche électrique (noir) et les relevés des substrats artificiels (gris). R2 à R5 représentent les puissances actives (fonctionnement) des réacteurs du CNPE de Bugey en 2020 (+2000 MW). Données source EDF-CNPE-Bugey-2020. Échelle log pour les ordonnées.

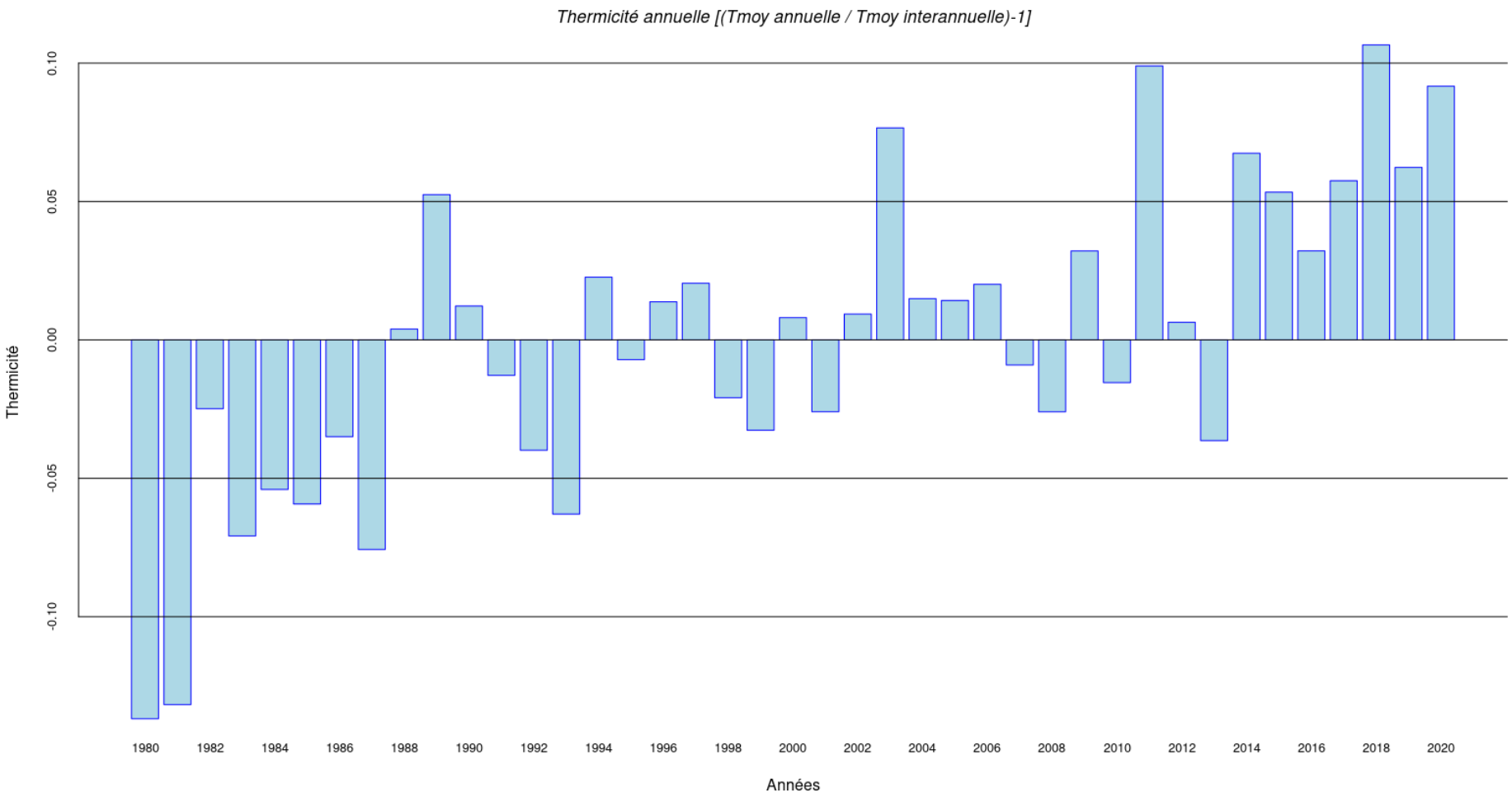


Figure 11 : Thermicité du Rhône en amont du secteur d'étude de 1980 à 2020. Données source EDF. (Tmoy = température journalière moyenne de l'eau du Rhône en amont, i.e. non réchauffée par le CNPE de Bugey).

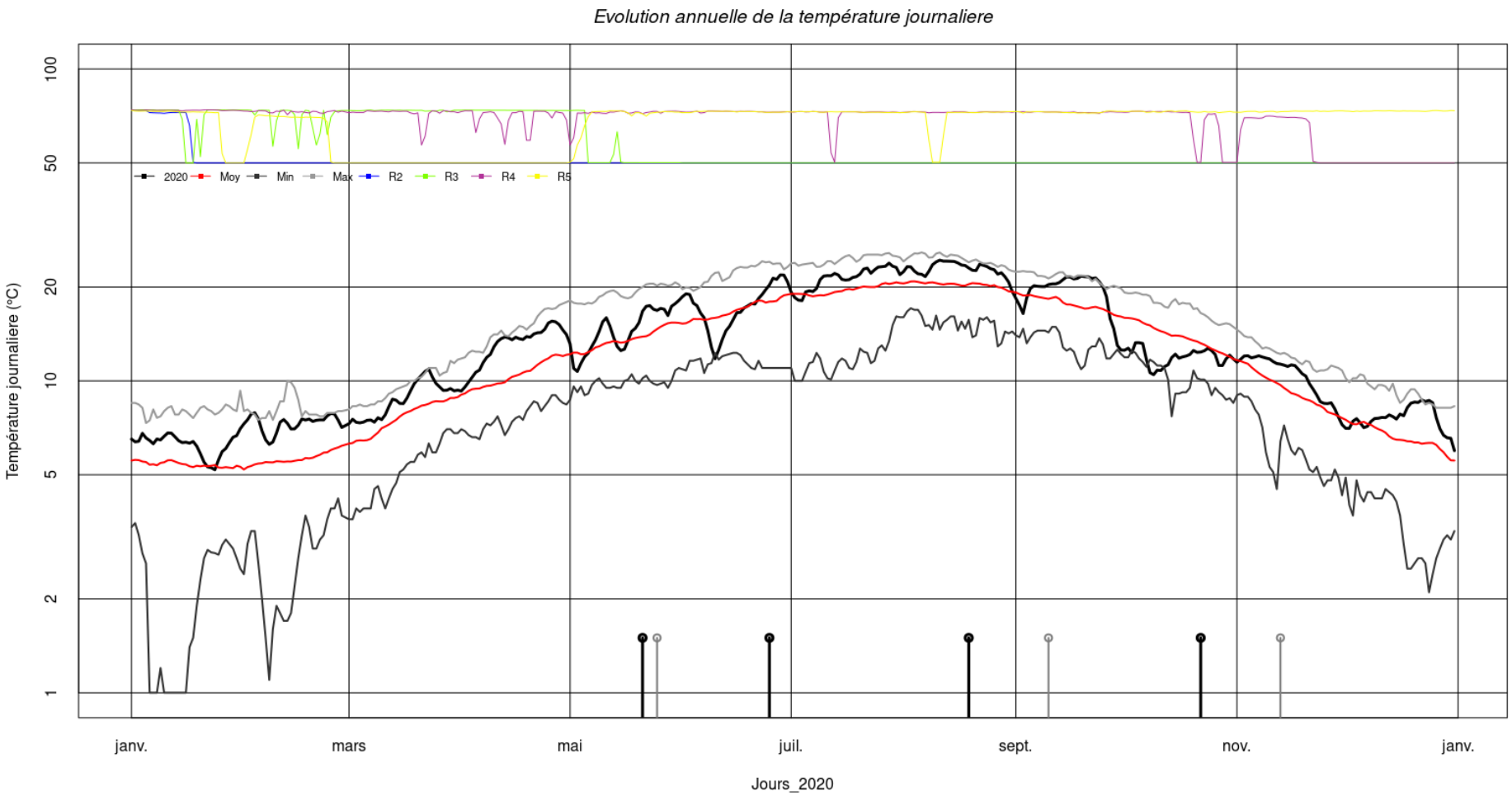
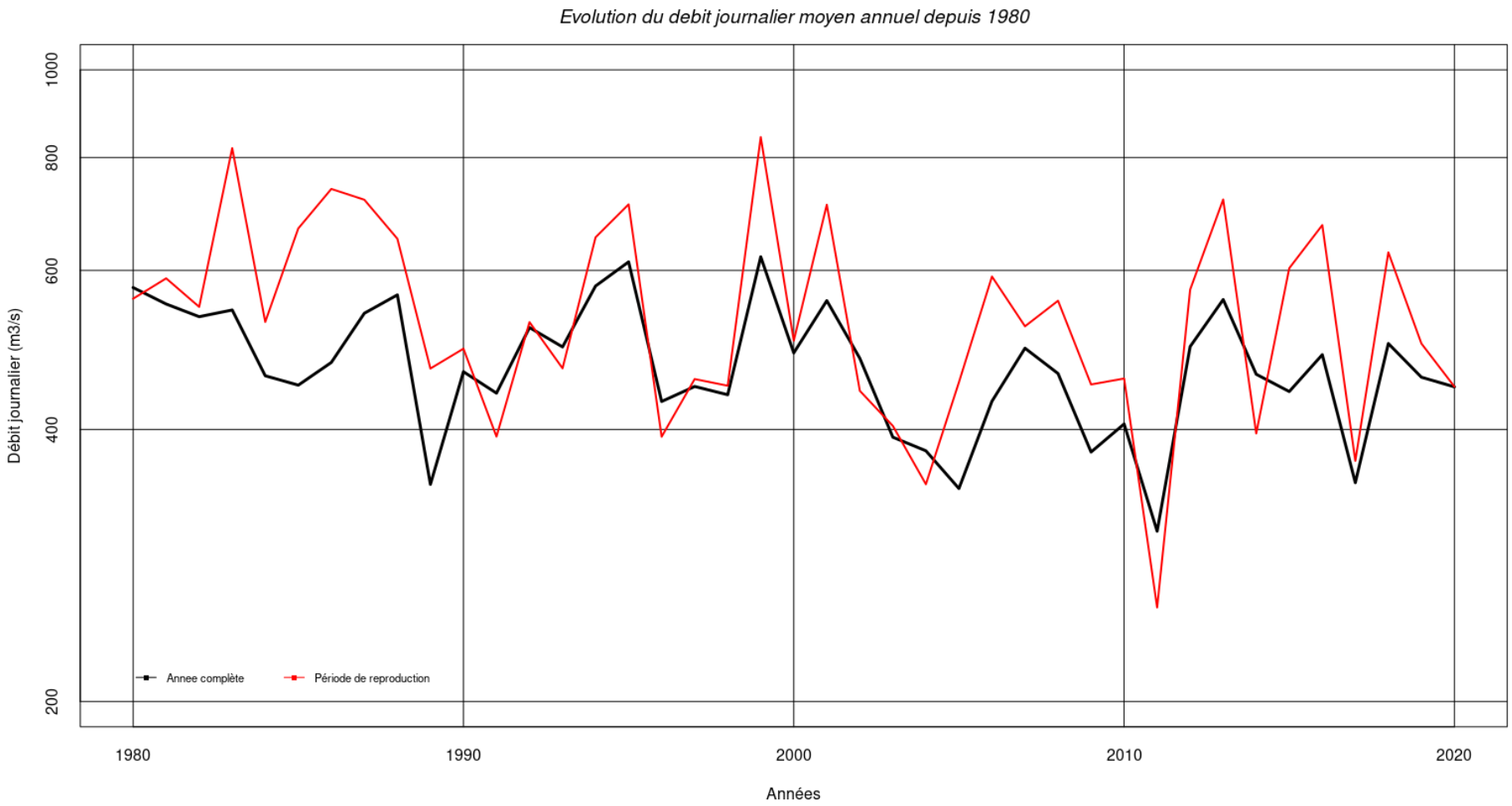
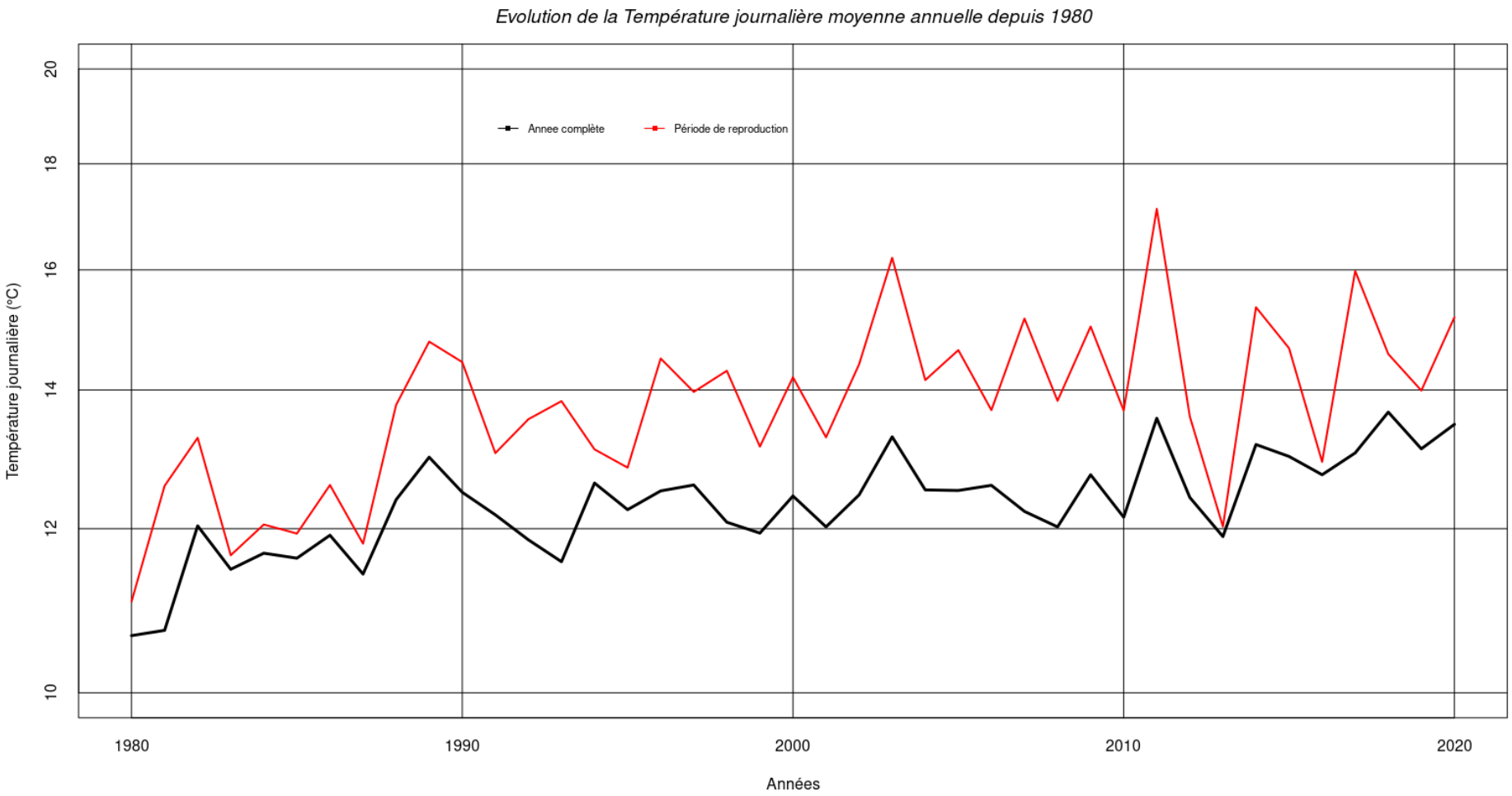


Figure 12 : Température moyenne journalière du Rhône en amont du secteur d'étude pour l'année 2020 (noir), moyenne (rouge), minimum (gris sombre) et maximum (gris clair) calculés pour chaque jour de l'année sur la période 1980 – 2018. Les ronds sur l'axe des abscisses représentent les dates de pêche électrique (noir) et les relevés des substrats artificiels (gris). Les traits de couleur R2 à R5 représentent les puissances actives (fonctionnement) des réacteurs du CNPE de Bugey en 2020 ((+2000)/40 MW). Données source EDF-CNPE-Bugey-2020. Échelle log pour les ordonnées.


Evolution du debit journalier moyen annuel depuis 1980
Débit journalier (m3/s)
200
400
600
800
1000
1980
1990
2000
2010
2020
Années
Annee complète
Période de reproduction

(A)



(B)

Figure 13 : Evolution du débit moyen annuel (A) et de la température de l'eau moyenne annuelle (B) du Rhône en amont du CNPE de Bugey (Données EDF – CNPE Bugey) de 1980 à 2020 (courbes noires). En rouge sont représentés pour chaque variable les moyennes annuelles calculées uniquement sur la période de reproduction (avril – juin).

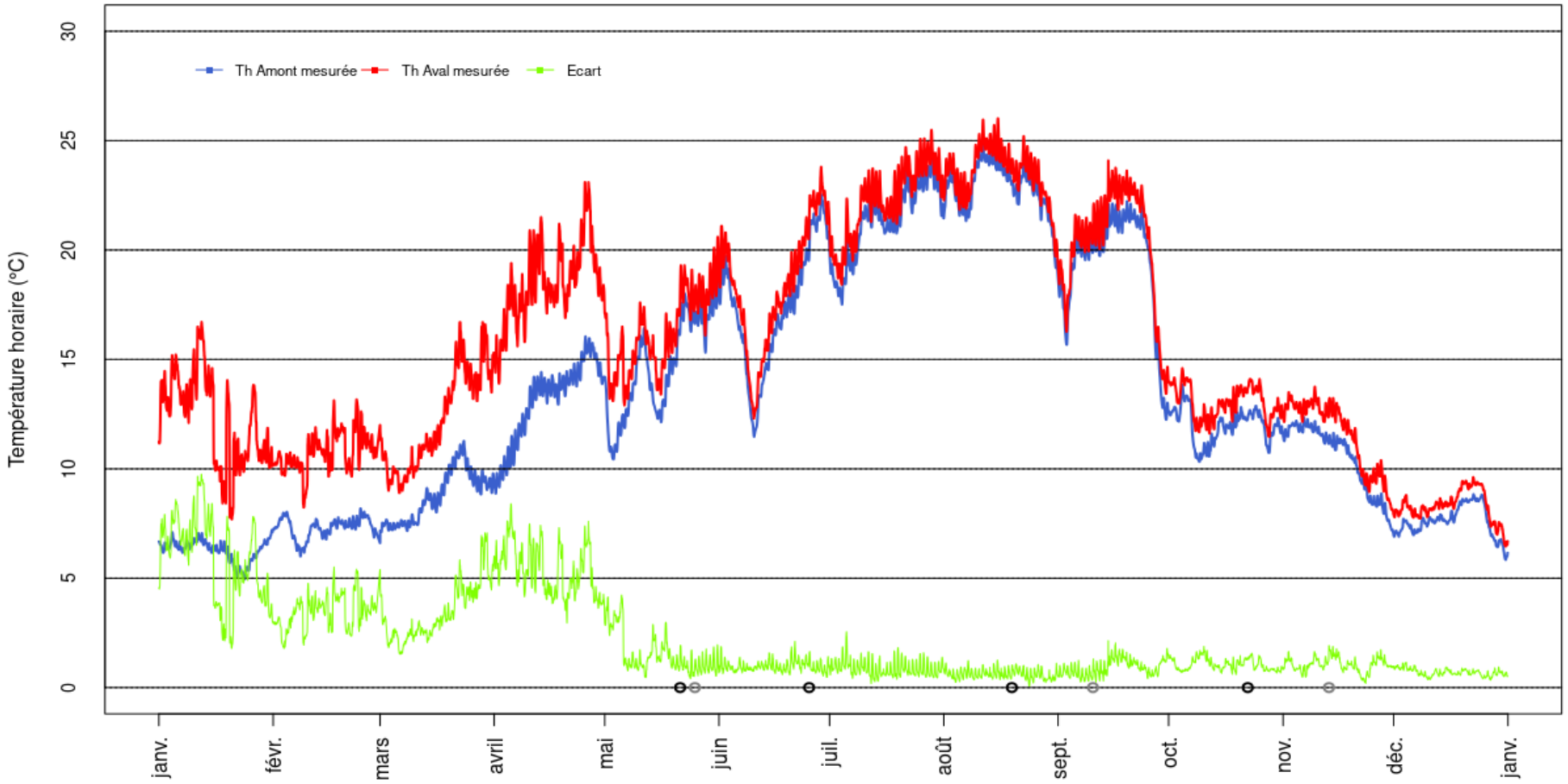


Figure 14 : évolution des températures de l'eau mesurées ponctuellement (sondes) en amont et en aval du CNPE Bugey (décalée d'une heure) et de l'écart (Aval – Amont). Données EDF-CNPE-Bugey 2020.

Figure 15 : Pêches en continu avec anode fixe (avant juin 2010 ; photo Cemagref_20020213) à gauche, et pêche en continu avec anode mobile (à main ; depuis juin 2010 ; photo Irtstea_20150408) à droite.

3 SURVEILLANCE ICHTYOLOGIQUE

La surveillance ichtyologique est réalisée par INRAE (équipe RiverLy/EcoFlowS ; Villeurbanne); L'échantillonnage est réalisé avec la participation de Guillaume LE GOFF, Bertrand LAUNAY et Maxence FORCELLINI. Les comptes rendus de pêche, la saisie et la mise en forme des données est assurée par Bertrand LAUNAY. Le Rapport de synthèse et la coordination scientifique et technique est assurée par Hervé CAPRA.

La surveillance ichtyologique est réalisée par pêche électrique en bateau. Historiquement, depuis 1980, ce suivi comporte quatre campagnes annuelles de pêche en berge en continue sur 30 min dans sept stations réparties entre l'amont et l'aval du CNPE de Bugey.

Une estimation de l'indice poisson par campagne a été réalisée de 2016 à 2018. Ces estimations ont démontré clairement l'inutilité de la mise en œuvre de l'indice poisson pour évaluer la qualité du peuplement de poissons du Rhône à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey. La détermination d'un indice poisson par campagne d'échantillonnage n'a aucun sens. Les conditions d'échantillonnage (profondeur d'eau majoritairement > 1.5 m) ne permettent pas la capture d'un nombre suffisant d'individus et d'espèces (très grande majorité de points nuls). Enfin, lors de la campagne d'automne (octobre en général) le protocole de pêche classique (pêches de berge sur 30', mis en œuvre depuis 1979) est beaucoup plus pertinent pour la description du peuplement en place.

3.1 Technique d'échantillonnage des pêches en berge

Les conditions hydrodynamiques du Rhône à Bugey (profondeur moyenne de 2,95 m et vitesse moyenne de 1,01 m s^{-1}) étant nettement supérieures aux limites hydrauliques imposées par la norme NF XP T90-383, qui fait référence uniquement à l'organisation des réseaux de surveillance, le protocole INRAE (anciennement Cemagref puis Irstea) d'échantillonnage partiel pour la surveillance ichtyologique du CNPE Bugey se réfère aux normes NF EN 14011, Qualité de l'eau-Echantillonnage des poissons à l'électricité et NF EN 14962, guide sur le domaine d'application et la sélection des méthodes d'échantillonnage des poissons.

Le protocole d'échantillonnage des poissons est réalisé par pêche électrique en bateau sur sept stations géographiquement fixées en amont et en aval du CNPE Bugey (Figure 1 ; cf. Stations P1 à P7 sur Figure 16). Quatre campagnes sont programmées dans l'année (Tableau 1). Les échantillonnages par pêche électrique se font avec une anode à main (avant juin 2010, l'anode était fixée à l'avant du bateau ; Figure 15). Cet équipement est classiquement utilisé pour les suivis réalisés dans le Rhône court-circuité (exemple Pierre-Bénite ou Donzère), ainsi que par les autres responsables des suivis des CNPE du Rhône (Aralep, Irstea Aix en Provence, Université Lyon 1). Dans cette configuration nous démarrons la pêche à l'aval de la station et nous remontons vers l'amont en pêchant le long de la berge, ou au bord du lit mouillé quand le pied de berge est exondé (Figure 15). Pour des débits inférieurs à 300 m^3 s^{-1}, certaines berges sont fortement exondées ce qui provoque une forte modification des habitats pêchés. Ces exondations sont particulièrement importantes pour les stations 3 (Figure 17) et 6D.

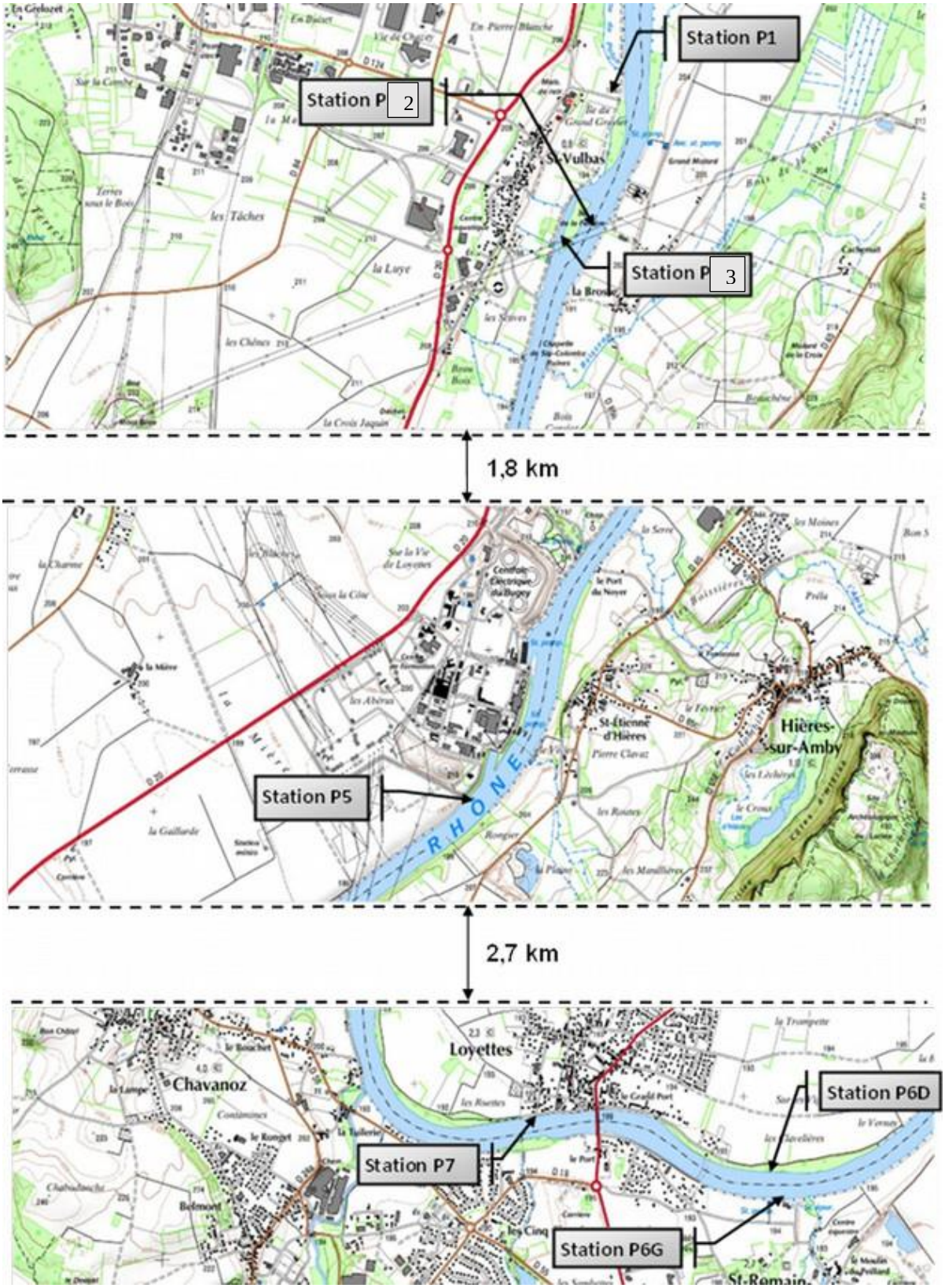


Figure 16 : Localisation des stations de pêche du suivi ichtyologique, échelle 1/25000. Les station 1, 2 et 3 = Amont CNPE ; la station 5 = Rejet CNPE ; les stations 6D, 6G et 7 = Aval CNPE.

Figure 17 : exemple d'exondation de la station 3 pour un débit de 165 $m^3 s^{-1}$ (Station hydrologique de Lagnieu - CNR) à gauche et pour 600 $m^3 s^{-1}$ à droite (les photos n'ont pas été prises cette année, mais peu de changements s'observent d'une année à l'autre dans ce secteur du Rhône).

Au-delà de 600 $m^3 s^{-1}$ le pilotage du bateau est plus délicat et la sécurité des pêcheurs ne peut plus être assurée correctement. Nous n'intervenons pas au-dessus de ce seuil de débit.

La longueur des stations pêchées est voisine de 135m à 500 m en 2020 pour une largeur estimée de 4 m. Le temps de pêche est généralement de 30 minutes (20 – 31 min en 2020), le temps exact d'effort de pêche est relevé systématiquement. Les limites aval des stations sont fixées précisément (marquage sur le terrain) et les coordonnées GPS (lat, lon) de début et de fin de pêche de chaque station sont relevées à chaque campagne (Tableau 2). Les limites amont et les durées des pêches dépendent des conditions de pêche : par exemple un effectif de poissons capturés exceptionnellement important qui compromettrait leur survie dans les viviers ou des conditions de débit ne permettant pas un pilotage du bateau adéquate.

Les poissons capturés sont identifiés, mesurés, puis remis à l'eau. La pesée des poissons n'est pas systématique. Les masses des poissons sont toutes estimées par des relations statistiques établies par espèces entre la taille en mm des individus et leur masse en g (de type $Masse=A*Taille^B$). Les coefficients utilisés sont présentés en Annexe - Tableau 18. Les masses mesurées lors des campagnes d'échantillonnage servent à valider l'utilisation des relations taille-masse et à les compléter.

Pour être comparables, les résultats présentés sont tous convertis en effectifs capturés (ind) et en biomasses estimées (g ou kg) pour 30 minutes de pêche par station pour les comparaisons interannuelles depuis 1992 (pas de calcul de surface avant 2015). Pour les comparaisons annuelles, entre stations amont et aval du CNPE de Bugey, les résultats sont convertis en nombre de poissons et biomasse par unité de surface (Ha).

Tableau 2 : Coordonnées système WGS 84 (Am = amont ; Av = aval de la station), surfaces prospectées (m²), longueur (en km), durée de pêche (min) et température instantanée mesurée (°C) des stations de pêche échantillonnées en 2020. Dans la première colonne de « Surface Tot » sont présentées les surfaces totales des stations amont (1, 2 & 3), rejet (5) et aval (6D, 6G et 7) du CNPE de Bugey par campagne. Dans la deuxième colonne de « Surface Tot » sont présentées les sommes des surfaces de toutes les stations pour chaque campagne et dans la troisième colonne de « Surface Tot » sont présentées les sommes des surfaces de chaque station au cours de l'année 2020 au complet.

station	camp	Date	surface	Surface Tot		N_Am_X	E_Am_Y	N_Av_X	E_Av_Y	Long. (km)	duree	Tempe
1	BUG0520	20200519	1739.0914			45.84196	5.29894	45.83805	5.29893	0.435	30	14.6
2	BUG0520	20200519	1385.0613			45.83177	5.29608	45.8291	5.29378	0.346	30	14.7
3	BUG0520	20200519	1192.2196	4316		45.83193	5.29472	45.82942	5.29337	0.298	30	14.9
5	BUG0520	20200519	1363.7178	1364		45.77256	5.20403	45.77217	5.19967	0.341	30	15.7
6G	BUG0520	20200520	1893.766			45.76832	5.22202	45.76847	5.21592	0.473	20	14.9
6D	BUG0520	20200520	1635.1405			45.76945	5.22129	45.76968	5.21603	0.409	26	15.7
7	BUG0520	20200520	1871.5516	5400	11081	45.792	5.26907	45.78922	5.26454	0.468	30	15.3
1	BUG0620	20200623	2015.624			45.84068	5.29892	45.83615	5.2991	0.504	30	18.9
2	BUG0620	20200623	1325.5735			45.83177	5.29614	45.82921	5.29395	0.331	23	18.6
3	BUG0620	20200623	1186.393	4528		45.83189	5.29501	45.82947	5.2934	0.297	33	18.9
5	BUG0620	20200623	1772.1995	1772		45.79186	5.2689	45.78926	5.26457	0.443	30	19.6
6G	BUG0620	20200624	1933.8366			45.76824	5.22204	45.76852	5.21582	0.483	30	19.8
6D	BUG0620	20200624	1756.6039			45.76946	5.22249	45.76956	5.21683	0.439	30	20.6
7	BUG0620	20200624	1521.5778	5212	11512	45.77261	5.20453	45.77215	5.19967	0.380	30	20.7
1	BUG0820	20200817	1463.7222			45.84135	5.2991	45.83806	5.29899	0.366	30	23.6
2	BUG0820	20200817	1297.8773			45.83157	5.29615	45.82915	5.29381	0.324	30	23.8
3	BUG0820	20200817	1134.0986	3896		45.83181	5.2948	45.82946	5.29338	0.284	30	24
5	BUG0820	20200817	1428.6767	1429		45.79129	5.26814	45.78926	5.26457	0.357	30	24
6G	BUG0820	20200818	1687.4515			45.76815	5.22126	45.76854	5.21585	0.422	30	23.2
6D	BUG0820	20200818	1588.4172			45.76941	5.22145	45.76963	5.21634	0.397	30	23.6
7	BUG0820	20200818	697.64886	3974	9298	45.77244	5.20183	45.77219	5.19961	0.174	20	23.5
1	BUG1020	20201020	1770.291		6989	45.84204	5.2989	45.83806	5.29895	0.443	31	12.6
2	BUG1020	20201020	1329.8601		5338	45.83156	5.29622	45.82912	5.29374	0.332	30	12.7
3	BUG1020	20201020	542.87135	3643	4056	45.83056	5.29386	45.82936	5.29354	0.136	26	13.2
5	BUG1020	20201020	1663.601	1664	6228	45.79165	5.26867	45.78923	5.26458	0.416	30	13
6G	BUG1020	20201021	1763.3601		7278	45.76823	5.22142	45.76859	5.21576	0.441	30	12.5
6D	BUG1020	20201021	1729.7729		6710	45.76937	5.22183	45.76954	5.21626	0.432	30	12.9
7	BUG1020	20201021	567.72337	4061	9367 4659	45.77239	5.20148	45.77216	5.19968	0.142	20	12.8

3.2 Conditions environnementales lors de l'échantillonnage

En 2020 les quatre campagnes programmées pour l'échantillonnage de la communauté piscicole dans le cadre du suivi réglementaire du secteur fluvial du Rhône autour du CNPE de Bugey ont eu lieu sans encombre en mai, juin, août et octobre (Tableau 1).

Les campagnes d'échantillonnage sont intervenues après une période de débits moyens de plus en plus faible (548.7 $m^3 s^{-1}$ à 280.7 $m^3 s^{-1}$) au cours de l'année. La campagne d'octobre est intervenue après une baisse progressive des débits entamée en juillet, sans toutefois l'apparition d'un étiage sévère (< 200 $m^3 s^{-1}$) et avec l'occurrence, fin septembre - début octobre, de débits supérieurs à 500 $m^3 s^{-1}$ (Figure 10).

Toutes les campagnes d'échantillonnage se sont déroulées avec des débits moyens inférieurs à 600 $m^3 s^{-1}$ le jour de la pêche (Figure 10 ; Tableau 3).

Tableau 3 : Caractéristiques générales des conditions de pêche en 2020 pour chacune des quatre campagnes (débit et température moyens journaliers du Rhône à l'amont du secteur d'étude) : moyennes (1) des 10 j précédant la pêche et (2) du jour de la pêche. (Débits et températures du Rhône = Source EDF).

2019	Mai		Juin		Août		Octobre	
	20200519	20200520	20200623	20200624	20200817	20200818	20201020	20201021
Moyenne des 10 jours précédents								
Débit (m3/s)	548.7		475.3		432.8		280.7	
Température (°C)	14.0		16.7		23.7		11.6	
Valeur de la moyenne journalière								
Débit (m3/s)	577.8	513.0	457.8	441.8	373.4	456.3	301.5	266.7
Température (°C)	14.7	15.4	18.9	19.6	23.5	23.4	12.5	12.3

3.3 Conditions environnementales de la période de reproduction des poissons

Pendant la période de reproduction le débit a été très variable en 2020 (Figure 18). L'analyse des débits durant la phase de reproduction des poissons (entre avril et juin pour la majorité des espèces) montre qu'en 2020 le débit journalier a d'abord été très faible en avril (largement en dessous de 500 $m^3 s^{-1}$), en dessous de la moyenne interannuelle avant d'être soutenu (> 700 $m^3 s^{-1}$) début mai, puis faible fin mai et moyen en juin (Figure 18). Le débit moyen de toute la période de reproduction 2020 (446 $m^3 s^{-1}$) est plutôt moyen - faible pour cette période de l'année au regard de la forte variabilité observée depuis 2010 (Figure 13).

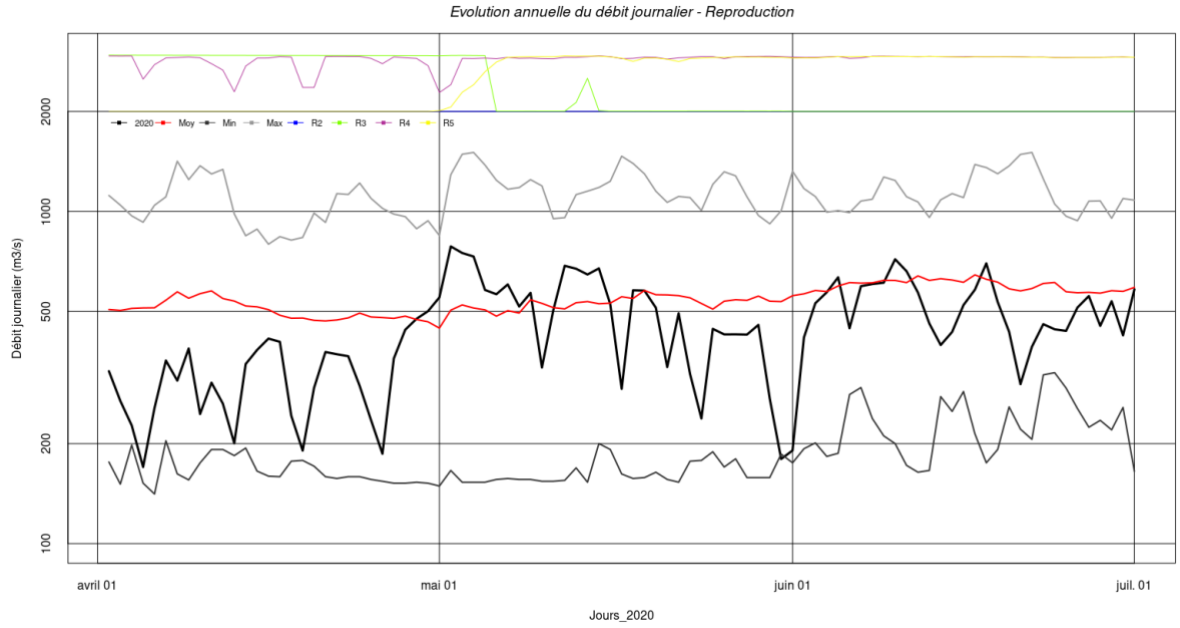


Figure 18: Évolution des débits moyens journaliers de l'année 2020 au cours de la période de reproduction des poissons (avril-juin) au regard de la moyenne et des extrêmes journaliers interannuels 1980-2019 (voir Figure 10 pour la légende).

Sur cette même période de reproduction des poissons en 2020, la température de l'eau était nettement supérieure à la température moyenne interannuelle 1980-2019 (moyenne interannuelle sur la période de reproduction = 13,8°C) en passant de 9.6 à 21.9 °C (moyenne = 15.2°C ; Figure 19). Il s'agit de la cinquième plus forte valeur enregistrée depuis 2000 (Figure 13). La température de l'eau était souvent très proche de la température maximum enregistrée depuis 1980 (avril, fin mai et fin juin; Figure 19).

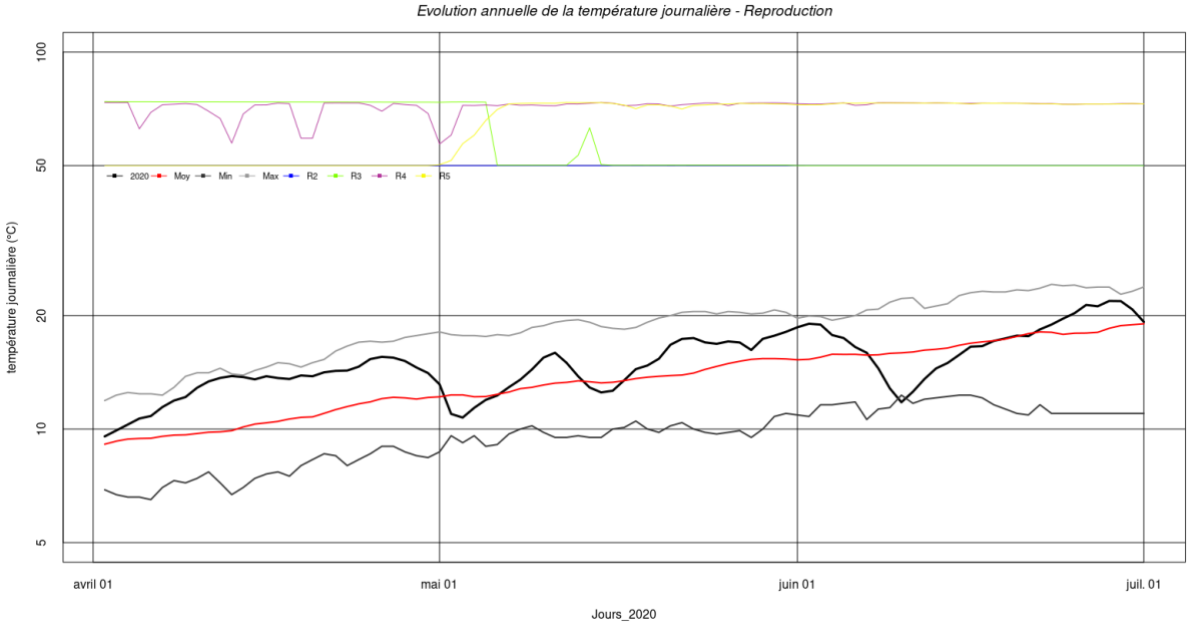


Figure 19 : Évolution des températures moyennes journalières de l'année 2020 au cours de la période de reproduction des poissons (avril-juin) au regard de la moyenne et des extrêmes journaliers interannuels 1980-2019 (voir Figure 12 pour la légende).

3.4 Description de la structure globale du peuplement de poissons

La description des abondances et biomasses totales, par station ou par campagne de pêche réalisée en 2020 n'est pas toujours présentée avec les mêmes unités dans ce rapport. Lorsqu'il s'agit d'une description pour l'année 2020 uniquement les abondances et biomasses sont exprimées en nombre d'individus (ind) et grammes - g (ou kilogrammes – kg) par hectare (/ Ha). Lorsqu'il s'agit de comparer 2020 aux années précédentes les abondances et biomasses sont exprimées en nombre d'individus et grammes (ou kilogrammes) par 30 min de pêche (ind ou g/30 min), du fait de la prise en compte des surfaces échantillonnées seulement depuis 2015.

3.4.1 Richesse spécifique globale

En 2020, pour l'ensemble des 7 stations et au cours des 4 campagnes d'échantillonnage, 21 espèces ont été capturées (Tableau 4). Cette richesse spécifique est inférieure à la moyenne des 20 dernières années (2000 à 2019) : richesse annuelle moyenne de 24 espèces par année d'échantillonnage.

La stabilité de la composition spécifique du peuplement de poissons du Rhône dans le secteur du Bugey se confirme encore en 2020. En effet, chaque année depuis 2000, 13 espèces sont systématiquement capturées. Ce sont le vairon, espèce représentant plutôt les zones amont des cours d'eau avec des exigences thermiques relativement froides. Vient ensuite le cortège des espèces de cyprinidés rhéophiles, vandoise, goujon, chevaine, hotu, barbeau, spirlin et ablette, de cyprinidés plus lénitophiles comme le gardon ou la brème bordelière, puis les carnassiers perche et brochet. Enfin, le silure complète ce bloc de 13 espèces présentes en continu depuis 2000 (Tableau 4). La truite commune était initialement dans ce cortège d'espèces toujours présentes, en très faible abondance, mais elle n'a pas été capturée en 2018 ni en 2020.

A cette composition de base viennent s'ajouter des espèces colonisant des biotopes plus lentiques telles que la bouvière (capturée 16/21), le pseudorasbora (18/21), la tanche (18/21), la perche soleil (19/21), la carpe commune (11/21) et le rotengle (14/21) ou des biotopes plus lotiques comme le chabot (18/21) et la loche (18/21). Malgré une abondance faible, la capture plus ou moins systématique de ces espèces en fait des espèces accompagnatrices au sein de la communauté piscicole du Rhône dans le secteur du Bugey. Enfin quelques espèces sont capturées occasionnellement et en très faible effectif comme la blennie, le carassin, l'anguille, le sandre ou la gremille. Aucune de ces espèces n'a été capturée en 2020. Le blageon n'a pas été capturé en 2020, comme en 2018, confirmant ainsi la baisse importante de son abondance capturée après 2011 (114 ind) relativement à la période 2000-2011 (1205 ind). L'indice de Shannon (basé sur les abondances relatives des espèces capturées, variant possiblement de 0 à 5 si on compte un potentiel de 32 espèces depuis 2000) est de 2.8 en 2020, avec une équitabilité (variant possiblement de 0 à 1) de 0.64. L'image du peuplement de poissons du Rhône à Bugey est donc toujours celle d'un peuplement déséquilibré, dominé par quelques espèces très abondantes accompagnées d'espèces relativement nombreuses mais très peu abondantes dans nos échantillonnages.

.

Tableau 4 : Abondance (ind/30 min de pêche) de chaque espèce et richesse spécifique (nombre d'espèces capturées) du peuplement de poissons du Rhône estimée avec les 4 campagnes d'échantillonnage (7 stations) du suivi réglementaire du CNPE de Bugey de 2000 à 2020.

ESP	Nom_scientifique	Nom_vernaculaire	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ABL	Alburnus_alburnus_(L._1758)	Ablette	40	160	32	86	168	202	323	467	231	87	137	165	185	763	930	162	347	466	794	180	137
ANG	Anguilla_anguilla_(L._1758)	Anguille	1	0	0	0	0	6	1	3	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0
BAF	Barbus_barbus_(L._1758)	Barbeau_fluviatile	363	191	132	130	96	235	337	131	126	706	279	629	521	302	509	1269	1475	699	373	124	402
BLE	Salariafluviatilis_(Asso,_1801)	Blennie_fluviatile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	1	1	19	18	7	19	2	0
BLN	Leuciscus_(telestes)_souffia_(Risso_1826)	Blageon	82	115	129	40	28	83	25	121	234	140	133	75	0	0	30	4	46	32	0	2	0
BOU	Rhodeus_sericeus_(Bloch_1782)	Bouviere	1	0	2	0	0	5	9	2	0	0	1	2	15	9	1	12	17	15	8	4	28
BRB	Blicca_bjoerkna_(L._1758)	Breme_bordeliere	5	26	89	108	202	108	163	101	41	10	4	70	13	17	14	310	219	409	114	264	1133
BRO	Esox_lucius_(L._1758)	Brochet	2	8	4	10	1	2	1	3	5	9	18	39	3	2	6	3	6	52	5	36	8
CAG	Carassius_gibelio_C._auratus_(L._1758)	Carassin	0	0	0	0	0	9	4	2	0	0	0	1	1	2	0	1	0	0	0	1	0
CCO	Cyprinus_carpio	Carpe	1	1	0	0	0	2	2	0	0	1	3	2	0	0	1	9	0	0	56	0	2
CCU	Cyprinus_carpio	Carpe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CHA	Cottus_gobio_(L._1758)	Chabot	7	0	0	0	1	2	4	18	2	5	23	46	7	8	30	31	12	37	19	4	5
CHE	Leuciscus_cephalus_(L._1758)	Chevaine	894	744	428	549	509	1202	1213	1281	299	606	878	1029	898	815	453	1782	1603	1007	839	621	621
EPI	Gasterosteus_aculeatus_(L._1758)	Epinoche	1	2	0	1	1	6	8	6	3	23	1	4	3	0	7	1	2	0	0	0	0
GAR	Rutilus_rutilus_(L._1758)	Gardon	107	105	88	84	110	115	51	90	145	181	106	213	118	345	84	85	62	26	29	46	92
GOU	Gobio_gobio_(L._1758)	Goujon	153	94	37	72	54	212	307	62	71	139	110	522	368	400	185	404	215	655	349	134	213
GRE	Gymnocephalus_cernua_(L._1758)	Gremille	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0
HOT	Chondrostoma_nasus_(L._1758)	Hotu	90	497	29	196	158	70	113	56	318	1417	550	419	317	615	903	94	191	172	40	18	1317
LOF	Barbatula_barbatula_(L._1758)	Loche	4	10	4	3	3	2	0	1	2	1	1	59	2	0	11	15	6	4	9	0	3
PCH	Ameiurus_melas_(Rafinesque,_1820)	Poisson_chat	5	0	0	4	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PER	Perca_fluviatilis_(L._1758)	Perche_fluviatile	21	9	2	5	5	21	4	9	22	27	37	15	28	14	5	8	27	16	14	3	6
PES	Lepomis_gibbosus_(L._1758)	Perche_soleil	3	14	7	2	5	8	6	31	5	0	2	17	4	6	0	2	11	5	21	30	5
PSR	Pseudorasbora_parva	Pseudorasbora	4	2	0	3	6	1	14	6	1	0	6	5	0	19	3	8	9	5	1	1	4
ROT	Scardinius_erythrophtalmus_(L._1758)	Rotengle	2	14	2	8	5	5	22	8	1	2	2	0	0	0	2	1	0	2	0	0	1
SAN	_Sander_lucioperca__(Linnaeus,_1758)	Sandre	8	0	0	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0
SIL	Silurus_glanis_(L._1758)	Silure	13	26	35	29	26	33	35	17	43	54	47	63	50	38	74	76	63	78	97	32	133
SPI	Alburnoides_bipunctatus_(Bloch_1752)	Spirlin	1779	2432	1584	1388	1067	1885	1037	1035	2975	5661	3608	5143	3228	6874	4679	3978	5342	5346	4766	935	1116
TAC	Oncorhynchus_mykiss	Truite_arc-en-ciel	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TAN	Tinca_tinca_(L._1758)	Tanche	1	6	5	2	6	2	2	3	0	0	4	10	10	3	0	13	9	9	31	6	6
TRF	Salmo_trutta_fario_(L._1758)	Truite_fario	33	30	3	10	6	1	6	4	7	2	2	2	1	3	1	4	5	2	0	2	0
VAI	Phonixus_phonixus_(L._1758)	Vairon	103	210	66	28	48	35	1	193	444	221	34	2	4	6	10	14	3	4	8	1	9
VAN	Leuciscus_leuciscus_(L._1758)	Vandoise	90	108	38	95	115	121	36	62	48	94	62	27	56	34	68	68	51	7	16	55	3
		TOTAL par année	3817	4806	2719	2858	2623	4374	3724	3713	5026	9386	6049	8565	5841	10276	8007	8373	9741	9056	7614	2505	5246
		Nb d'espèces	29	24	21	23	23	27	25	26	23	20	25	26	23	21	23	26	24	23	23	25	21

Les abondances relatives des espèces ne sont pas censées être toutes identiques (Cf. Le Rhône en 100 questions, Chap 7-09, p 212). Mais dans le secteur du Bugey, le peuplement de poissons attendu doit être plus riche en blageon, hotu, gardon, barbeau et autres carnassiers que les brochets issus d'empoissonnement ou le silure (plutôt opportuniste).

3.4.2 Abondance et biomasse totales

Le nombre total de poissons capturés en 2020 est de 4704 individus, correspondant pour 30 minutes de pêche par station et pour les 4 campagnes réunies à 5246 poissons. Cette abondance totale repasse au dessus des 5000 ind / 30 min (Figure 20) et constitue une remontée très nette après la très faible abondance observée en 2019, sans pour autant revenir aux abondances plus proches de 7000 - 10000 ind/30 min échantillonnées entre 2013 et 2018.

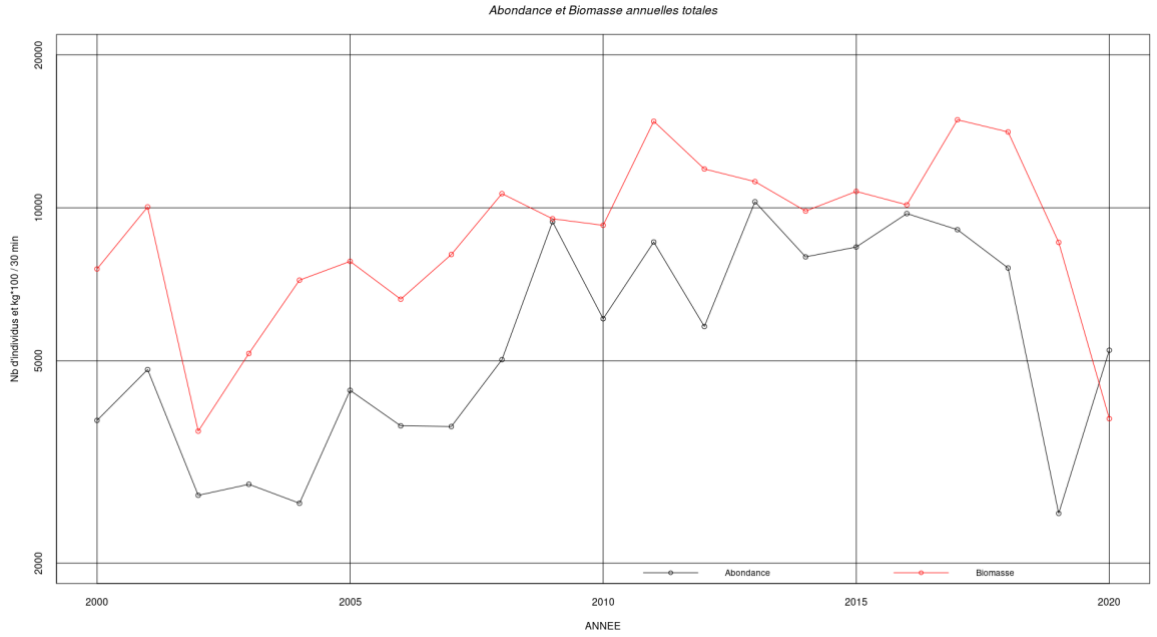


Figure 20 : Suivi piscicole du Rhône à Bugey. Nombre total d'individus capturés annuellement et biomasse estimée totale exprimée en kg*100 (toutes stations confondues, temps de pêche par station standardisé à 30 min).

La biomasse totale estimée en 2020 était de 33.5 kg, ce qui représente pour 30 minutes de pêche par station et pour les 4 campagnes réunies, 38.5 kg. Cette biomasse est la deuxième plus faible observée depuis 2000 (Figure 20).

Depuis 2000, la biomasse montrait une légère tendance à l'accroissement malgré une forte variabilité de la biomasse annuelle totale (pour 30 min) entre deux années successives. Mais depuis 2019 la biomasse capturée est en forte décroissance (Figure 20).

3.4.3 Abondance et biomasse totales par espèce

Attention, dans les analyses suivantes nous considérerons les effectifs et les biomasses capturés exprimés en nombre d'individus et en grammes ou kilogrammes par hectare en nous concentrant sur les résultats de 2020. Ainsi les 4704 individus capturés pesant un total de 33.5 kg pour l'ensemble des stations et des campagnes en 2020, représentent 1140 individus et 8.1 kg par hectare pêché. Par espèce les abondances et biomasses totales de 2020 se répartissent de 0.2 à 301 ind/Ha et de 0.1 g à 2.5 kg/Ha pour une espèce donnée (Figure 21 et Tableau 6).

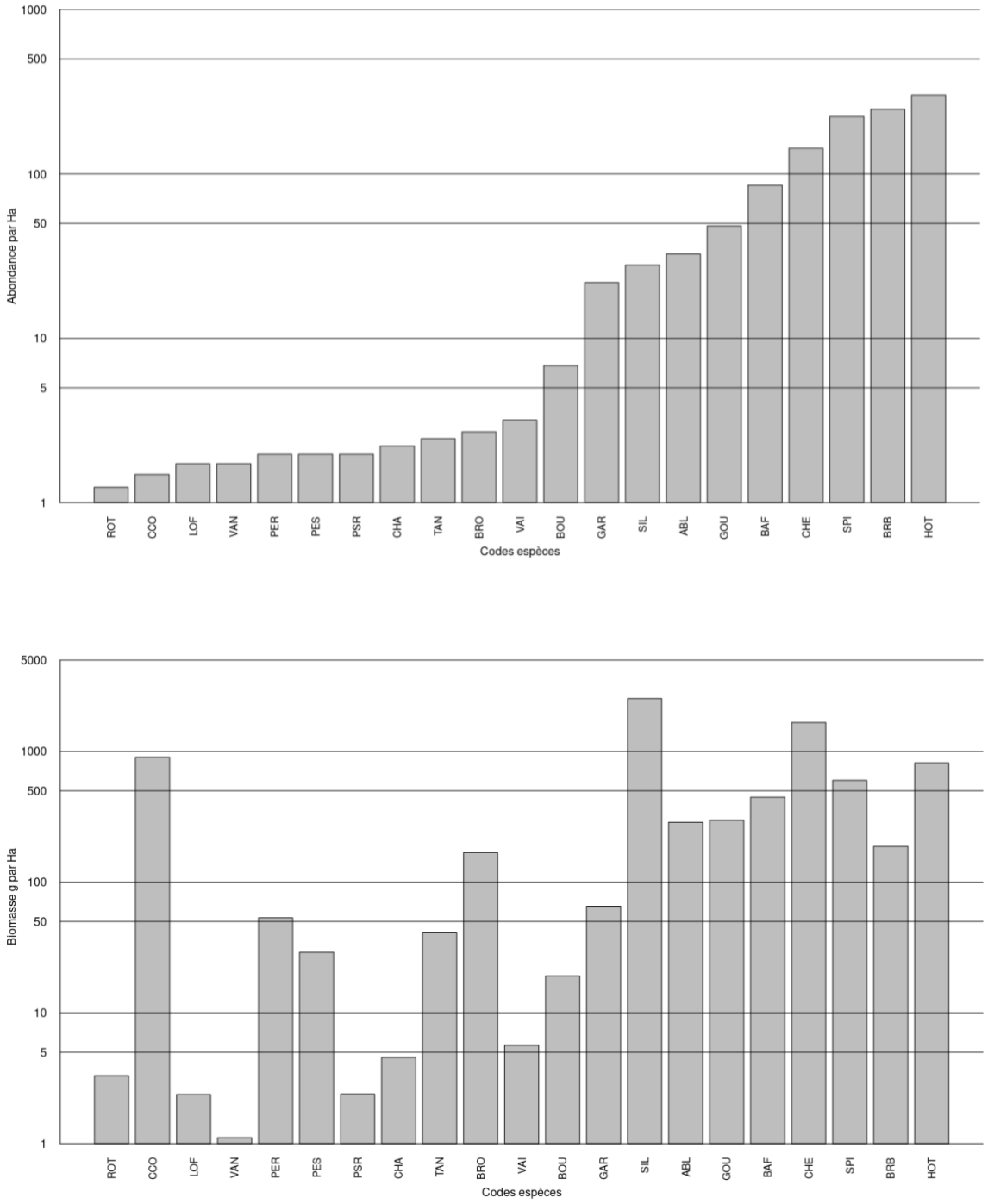


Figure 21 : Effectifs (haut) et biomasses (bas) par hectare +1 pour chaque espèce. Les espèces sont ordonnées de gauche à droite par abondance croissante (échelle log pour axe des ordonnées).

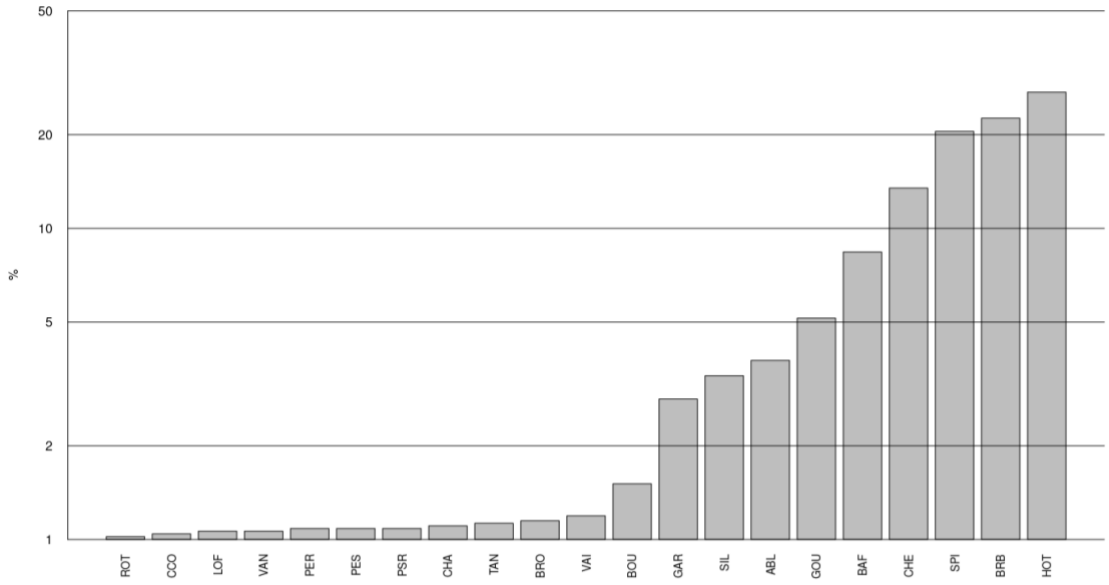


Figure 22 : Abondances relatives + 1 par espèce (exprimé en % de l'effectif total estimé, toutes stations et campagnes confondues et par hectare pêché en 2020, +1) ; (échelle log de l'axe des ordonnées).

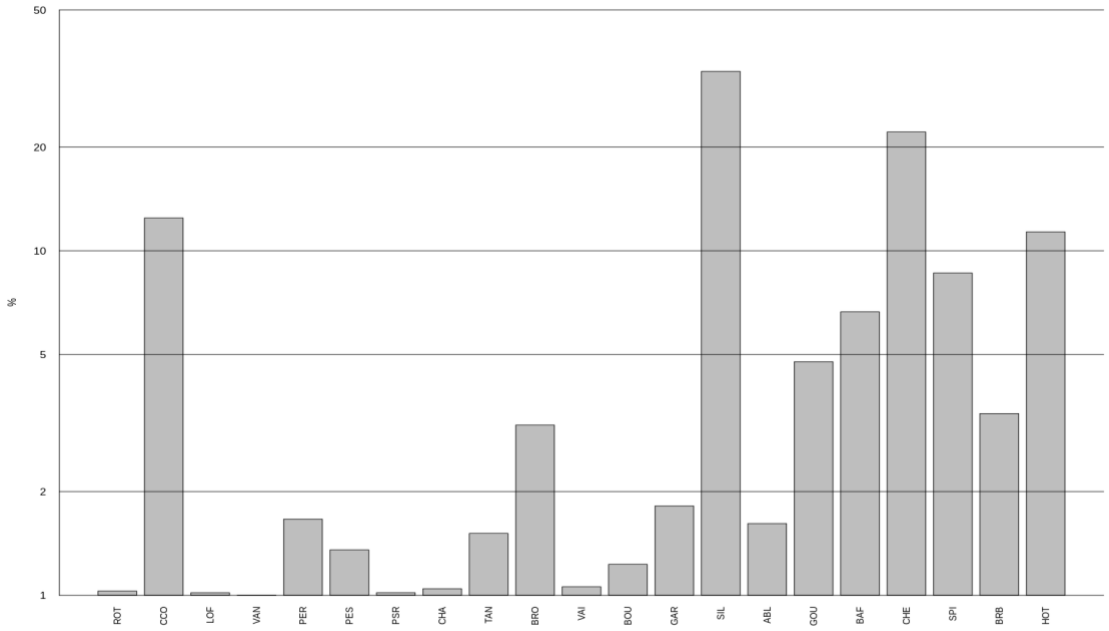


Figure 23 : Biomasse estimée relative +1 (biomasse totale estimée pour une espèce exprimé en % de la biomasse totale estimée, toutes stations et campagnes confondues et par hectare pêché en 2020 +1). (Échelle log de l'axe des ordonnées).

Les plus fortes abondances globales par Ha capturées en 2020 (> 100 ind/Ha) sont le hotu, la brème bordelière, le spirlin et le chevaine. Ensuite vient le barbeau (entre 50 et 100 ind/Ha) puis un groupe d'espèce avec entre 10 et 50 ind/Ha capturés : le goujon, l'ablette, le silure et le gardon. Les 12 autres espèces peuvent être considérées comme des espèces accompagnatrices. Les quatre espèces dominante représentent 80 % des effectifs capturés (de 12.5 % à 26.4 %; Figure 22). Ensuite le barbeau représente 7.7 % de l'abondance totale observée en 2020 (Figure 22) et toutes les autres espèces ont une abondance relative inférieure à 5 % de l'abondance totale.

La biomasse totale observée en 2020 est encore dominée par le silure mais aucun gros individu n'a été capturé (le plus grand mesurait 770 mm avec une masse estimée de 2.8 kg; Figure 21). Le chevaine, deuxième plus forte biomasse observée ne représente que 20.5% de la biomasse totale observée (1.7 kg/Ha pour 142 ind/Ha ; Figure 21 et Figure 23). De manière surprenante, la carpe représente la troisième plus forte biomasse (0.9 kg/Ha; 11.1%) du fait de la capture d'un individu de 600 mm pour 3.7 kg estimés. Et le hotu se place en quatrième position avec une biomasse de 0.8 kg/ha (10%). Ces quatre espèces représentent 73% de la biomasse capturée en 2020. Parmi toutes les autres espèces le barbeau et le spirlin représentent encore entre 5 et 10% de la biomasse (respectivement 0.4 et 0.6 kg/Ha ; Figure 21 et Figure 23) et toutes les autres espèces représentent moins de 5% de la biomasse totale observée.

3.4.4 Richesse spécifique par campagne et par station

Le nombre d'espèces capturées, toutes stations confondues, varie progressivement de 10 à 19 en fonction des campagnes d'échantillonnage au cours de l'année 2020 (Figure 24 et Tableau 5). La richesse spécifique varie de 12 à 14 espèces au sein des stations d'échantillonnage, toutes campagnes confondues. Une forte variabilité du nombre d'espèces capturées existe (1) en fonction des stations au cours d'une même campagne, par exemple pour la campagne de juin le nombre d'espèces capturées varie de 1 à 10 et (2) pour une même station en fonction de la campagne, par exemple le nombre d'espèces capturées varie de 1 à 12 dans la station 2 (Figure 24 et Tableau 5).

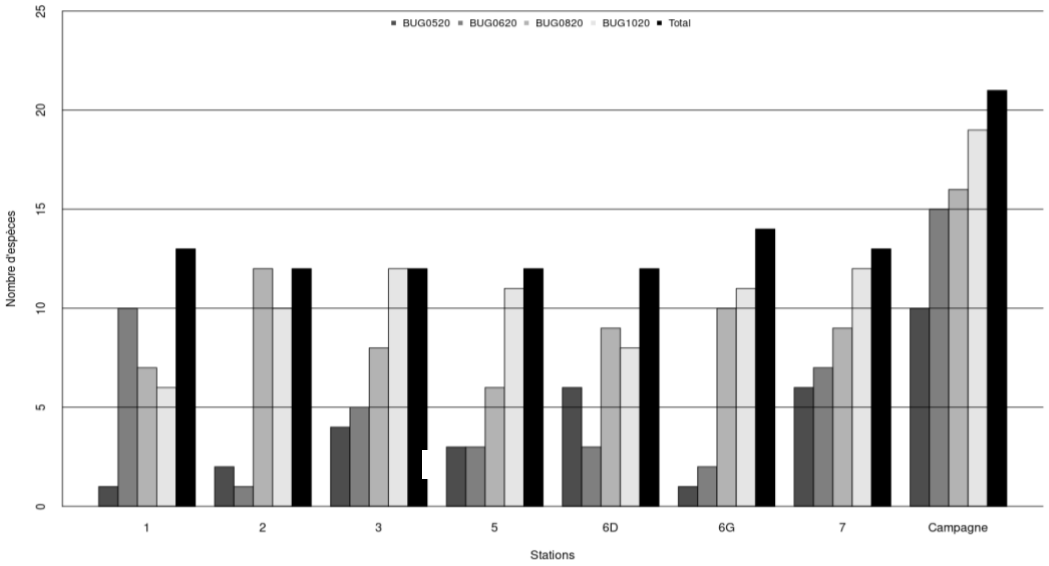


Figure 24 : Représentation du nombre d'espèces capturées par station et par campagne en 2020. Stations 1, 2, 3 = Amont CNPE, station 5 = Rejet et stations 6D, 6G, et 7 = Aval CNPE (Cf. Figure 1 et Figure 16 pour la localisation des stations d'échantillonnage).

Tableau 5 : Effectifs par espèce capturés en 2020 exprimé par hectare et par station, triés par ordre croissant d'occurrence dans les stations (max = 7) et d'abondance dans les stations.

Espèces	1	2	3	5	6D	6G	7	Frequence
PSR	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
ROT	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1
VAN	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
CCO	1.4	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	2
CHA	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	5.5	0.0	2
PER	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	6.4	2
PES	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	2
TAN	0.0	0.0	12.3	0.0	0.0	1.4	0.0	2
BRO	0.0	0.0	12.3	1.6	0.0	1.4	0.0	3
LOF	1.4	1.9	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	3
BOU	2.9	3.7	0.0	0.0	0.0	4.1	36.5	4
VAI	0.0	0.0	2.5	0.0	4.5	5.5	2.1	4
SIL	0.0	3.7	4.9	0.0	3.0	5.5	216.8	5
ABL	8.6	54.3	106.0	9.6	61.1	4.1	4.3	7
BAF	57.2	28.1	37.0	20.9	146.1	75.6	240.4	7
BRB	61.5	106.8	1782.7	48.2	73.0	53.6	161.0	7
CHE	173.1	84.3	266.3	36.9	156.5	130.5	193.2	7
GAR	8.6	95.5	17.3	4.8	1.5	8.2	25.8	7
GOU	7.2	48.7	160.3	17.7	47.7	50.8	40.8	7
HOT	125.9	73.1	458.6	78.7	1111.8	50.8	208.2	7
SPI	12.9	215.4	2.5	187.9	171.4	134.6	991.7	7

En moyenne 6.6 espèces ont été capturées sur l'ensemble des stations et des campagnes en 2020.

Huit espèces sont présentes dans les sept stations échantillonnées : le spirlin, le goujon, le gardon, le chevaine et le barbeau, l'ablette, le hotu et la brème bordelière (Tableau 5). A l'inverse trois espèces ne sont présentes que dans une seule station d'échantillonnage : le pseudorasbora, le rotengle et la vandoise (Tableau 5). Globalement presque la moitié des espèces (10/21) sont présentes dans moins de la moitié des stations échantillonnées (Tableau 5).

Les espèces principales, présentes dans toutes les stations, ont des exigences d'habitat différentes (ex barbeau et goujon plutôt benthiques et rhéophile pour la barbeau; ablette et spirlin plutôt pélagiques et gardon plutôt lénitophile) pour les stades âgés. Les captures sont principalement constituées de jeunes de l'année et de juvéniles (voir l'analyse par taxon ci-après) qui eux sélectionnent plutôt les habitats de rive. Il n'est donc pas étonnant, du fait de leur abondance forte, de les retrouver dans toutes les stations (Tableau 5).

Historiquement la station 7 a toujours la richesse spécifique la plus élevée mais en 2020 la station avec la plus forte richesse spécifique varie au cours des campagne mais ce n'est jamais strictement la station 7. En revanche la station 7 est celle dans laquelle la richesse spécifique n'est jamais inférieure à 6 espèces.

3.4.5 Abondance et biomasse par campagne, par station et par espèce

En 2020 l'abondance totale augmente très fortement au cours des campagnes : 95, 308, 1487 et 3055 ind/Ha (Tableau 6). Cette tendance est globalement transposable pour chacune des espèces principales, sauf pour le chevaine et le gardon dont l'abondance baisse fortement en octobre par rapport à août de même que pour le barbeau et le silure mais avec une diminution très légère.

Des fluctuations importantes des effectifs capturés entre les campagnes existent principalement pour les espèces dominantes au cours de l'année 2020, telles que le barbeau, la brème bordelière, le chevaine, le goujon mais surtout le spirlin et le hotu (Tableau 6). En 2020 (comme en 2019) il est important de noter que le spirlin n'est pas l'espèce la plus abondante, ce qui représente une rareté depuis 2000 (situation survenue seulement en 2006 et 2007), excepté pour la campagne de mai.

Tableau 6 : Effectifs capturés par hectare et biomasses estimées en grammes par hectare, par campagne et par espèce pour l'année 2020. (Pour la signification des codes espèces, cf. Annexe 3 - Tableau 17)

	Total		Abondance par campagne				Biomasse par campagne			
Espèces	Abondance	Biomasse	mai	juin	août	octobre	mai	juin	août	octobre
ABL	31.5	286.4	3.6	3.5	11.8	118.5	1.8	7.1	43.5	160.0
BAF	84.3	445.7	6.3	7.8	179.6	176.1	121.3	20.0	240.9	1556.0
BOU	5.8	18.2	0.9	6.9	11.8	4.3	1.7	17.4	35.2	21.7
BRB	246.3	187.0	1.8	6.1	441.0	637.3	2.3	12.5	250.6	556.9
BRO	1.7	167.3	1.8	0.9	1.1	3.2	46.8	10.5	74.0	595.1
CCO	0.5	903.4	0.0	0.9	0.0	1.1	0.0	3226.8	0.0	13.5
CHA	1.2	3.6	0.0	0.0	1.1	4.3	0.0	0.0	0.7	15.0
CHE	142.3	1665.9	32.5	136.4	275.3	147.3	881.0	1816.4	3387.4	700.6
GAR	20.8	64.5	0.0	0.0	72.1	20.3	0.0	0.0	146.2	138.9
GOU	47.3	297.0	0.0	4.3	44.1	159.1	0.0	16.5	321.9	968.2
HOT	301.0	816.3	0.0	12.2	182.8	1129.4	0.0	2.4	180.9	3412.9
LOF	0.7	1.4	0.9	0.0	1.1	1.1	0.5	0.0	1.6	3.9
PER	1.0	52.4	0.0	0.0	3.2	1.1	0.0	0.0	222.6	9.8
PES	1.0	28.0	0.0	0.0	2.2	2.1	0.0	0.0	31.4	92.3
PSR	1.0	1.4	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0
ROT	0.2	2.3	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	10.2
SIL	26.9	2538.2	8.1	46.0	29.0	23.5	209.2	2053.5	2790.6	5638.3
SPI	222.3	601.2	37.9	73.0	226.9	619.2	60.8	31.0	428.2	2113.1
TAN	1.5	40.5	0.9	1.7	0.0	3.2	96.1	50.0	0.0	3.1
VAI	2.2	4.7	0.0	1.7	4.3	3.2	0.0	3.3	10.1	6.4
VAN	0.7	0.1	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0

Malgré des variations entre les campagnes pour chaque espèce, le spirlin le chevaine, le silure, le barbeau, l'ablette, et dans une moindre mesure la brème bordelière et la bouvière dominent les abondances de poissons capturées lors de chaque campagne de pêche 2020 sur le Rhône à Bugey (Tableau 6). Le gardon, le goujon et surtout le hotu sont très abondant mais principalement sur les deux denières campagne, août et surtout octobre.

La reproduction débute pour la plupart des espèces avant l'été et par conséquent il est attendu que les effectifs d'août et surtout d'octobre soient nettement plus importants du fait de l'arrivée des jeunes de l'année dans les captures. Cette hypothèse se confirme pour les espèces dominantes. Certaines espèces ont une ponte dite fractionnée (en plusieurs fois) qui peut s'étaler jusqu'en automne comme l'ablette ou le spirlin mais les abondances capturées pour ces espèces ne suggèrent toutefois pas un recrutement très différent des autres espèces en 2020.

Enfin le brochet est peu abondant mais présent à toutes les campagnes. Ces individus sont principalement des juvéniles (longueur totlals < 372 mm), sans doute issus de déversements. En effet le Rhône dans le secteur du Bugey n'offre pas les conditions d'habitat nécessaire à la reproduction du brochet (inondation de champs pendant plusieurs semaines en février – mars). Cependant, à partir des tailles des individus capturés (de 72 à 372 mm), certains individus pourraient dévalés de l'amont ou monter de l'aval.

L'évolution des biomasses au cours de l'année 2020 lors des quatre campagne d'échantillonnage suit à peu près le patron décrit pour les abondances (Tableau 6). Comme cette année peu de gros individus ont été capturés la biomasse totale est assez corrélée à l'abondance totale capturée. Notons toutefois que sept grands individus ont été capturés : quatre silures entre 525 et 765 mm, un chevaine de 502 mm, une carpe de 600 mm et un barbeau de 400 mm.

Les effectifs capturés par station de pêche et par campagne de 2020, exprimés par Ha, sont très variables : de 6 à 15253 ind/Ha (Figure 25). Une forte variabilité des effectifs capturés s'observe dans une station d'une campagne à l'autre (exemple station 3 de 118 à 15253 ind/Ha, Figure 25) et d'une station à l'autre pour une même campagne (exemple en octobre, de 120 à 15253 ind/Ha, Figure 25).

L'effectif total capturé par station (toutes campagnes confondues) varie de 1609 à 18175 ind/Ha. Les stations 1 et 5 ont les plus faibles abondances (1942 et 1609 ind/Ha) et les stations 3 et 7 ont les plus fortes abondances (18175 et 14618 ind/Ha). L'effectif total par campagne augmente au cours de l'année : de 673 ind/Ha au total en mai à 33634 ind/ha en octobre. Cette augmentation au cours de l'année se retrouve pour chaque station d'échantillonnage (à l'exception d'octobre pour la station 1).

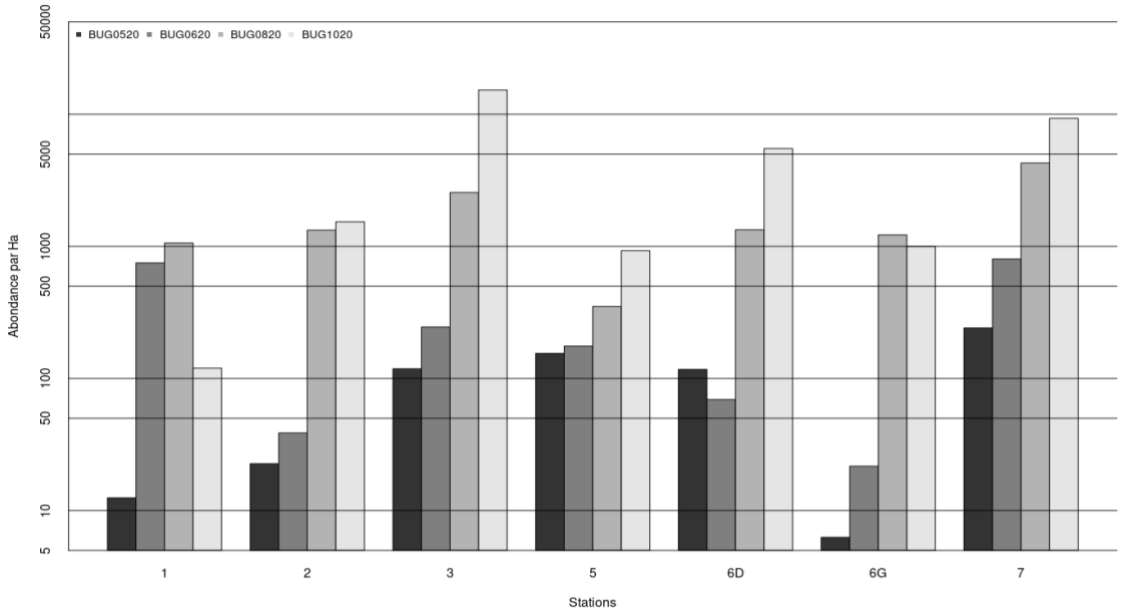


Figure 25 : Représentation des effectifs de poissons capturés par Ha par station et par campagne en 2020. (Echelle log pour l'axe des ordonnées). Pour chaque station les valeurs de chaque campagne sont représentées par une barre de couleur différente.

La biomasse totale estimée par station et par campagne en 2020 est très variable d'une campagne à l'autre ou d'une station à l'autre (exemple de la station 2 (de 1 à 22 kg/Ha) ou de la campagne d'octobre (de 1 à 148 kg/Ha; Figure 26). Les stations 3 et 7 ont les plus fortes biomasses capturées avec une biomasse relativement stable au cours du temps pour la station 3 et une biomasse qui augmente au cours de l'année pour la station 7. Les biomasses capturées dans les autres stations sont très hétérogènes au cours de l'année et les station 5 et 6G ont des biomasses particulièrement faibles (Figure 26).

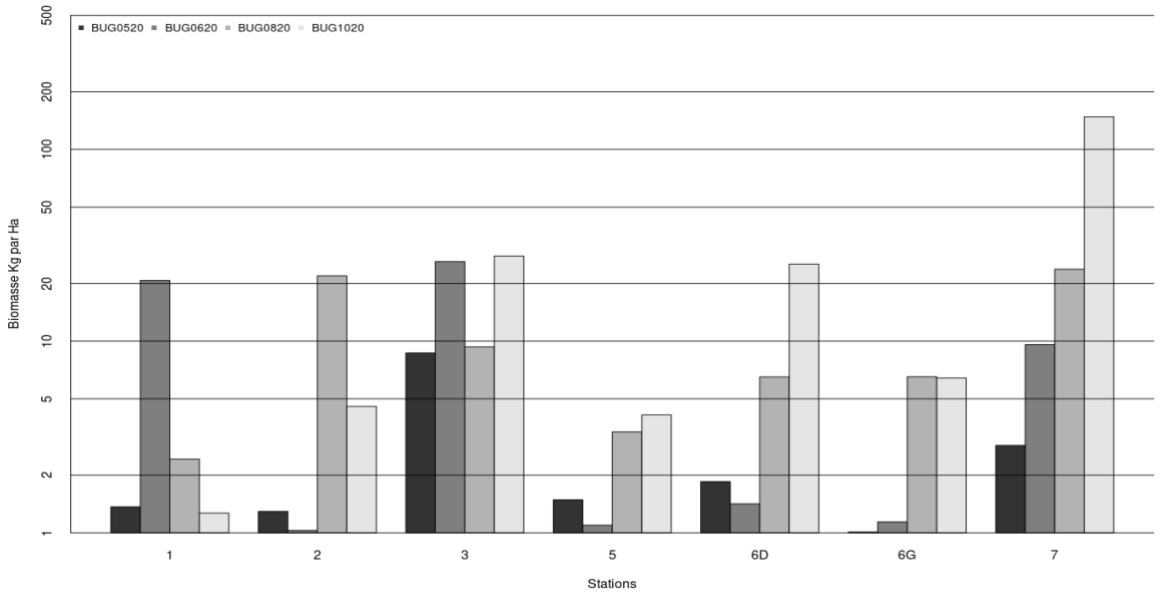


Figure 26 : Représentation des biomasses de poissons en kg par Ha (biomasse estimée) par station et par campagne en 2020. (Echelle log pour l'axe des ordonnées). Pour chaque station les valeurs de chaque campagne sont représentées par une barre de couleur différente.

3.4.6 Evolution des effectifs des espèces principales depuis 2000

[Rappel : l'évolution des effectifs depuis 2000 est suivie en nombre d'individus pour 30 minutes de pêche.]

La tendance à l'augmentation depuis 2000 puis la stabilisation depuis 2010 des abondances des espèces majoritaires du peuplement de poissons du Rhône dans le secteur du Bugey était fortement interrompue avec la baisse des effectifs observée depuis 2017. En 2020, l'abondance totale annuelle de toutes les espèces majoritaires a augmenté, excepté pour l'ablette (Figure 27). L'abondance d'ablette échantillonnée semble suivre des grands cycles de plusieurs années d'augmentation puis de diminution. L'abondance du spirlin a très légèrement augmenté entre 2019 et 2020 (celle du chevaine est restée stable) à l'inverse de l'abondance du barbeau et surtout du hotu qui ont fortement augmenté (Figure 27). L'augmentation synchrone de l'abondance de hotu et de barbeau, tous les deux benthiques, rhéophiles et litophiles semble plaider pour une très bonne reproduction de ces deux espèces en 2020. En effet leur abondance est devenue très forte lors des deux campagne d'août et d'octobre (post-reproduction).

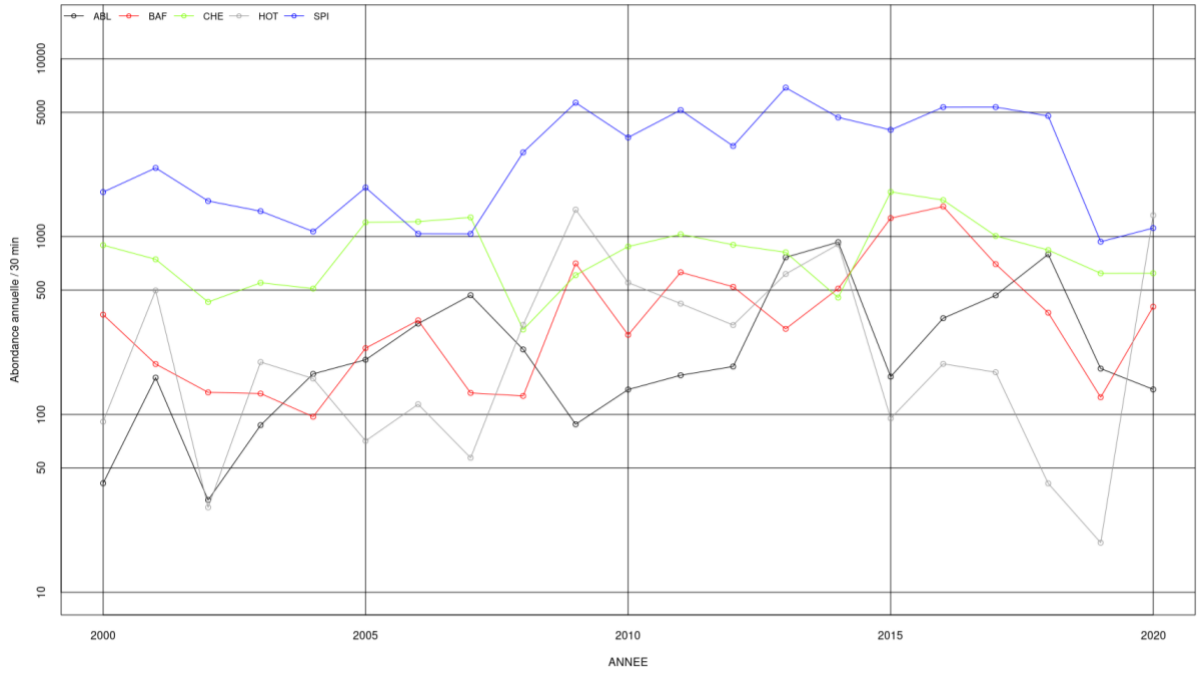


Figure 27 : Evolution des effectifs totaux annuels pour 30 min de pêche pour les espèces principales (forts effectifs) : ablette, barbeau, chevaine, hotu et spirlin entre 2000 et 2020. (Echelle log pour l'axe des ordonnées).

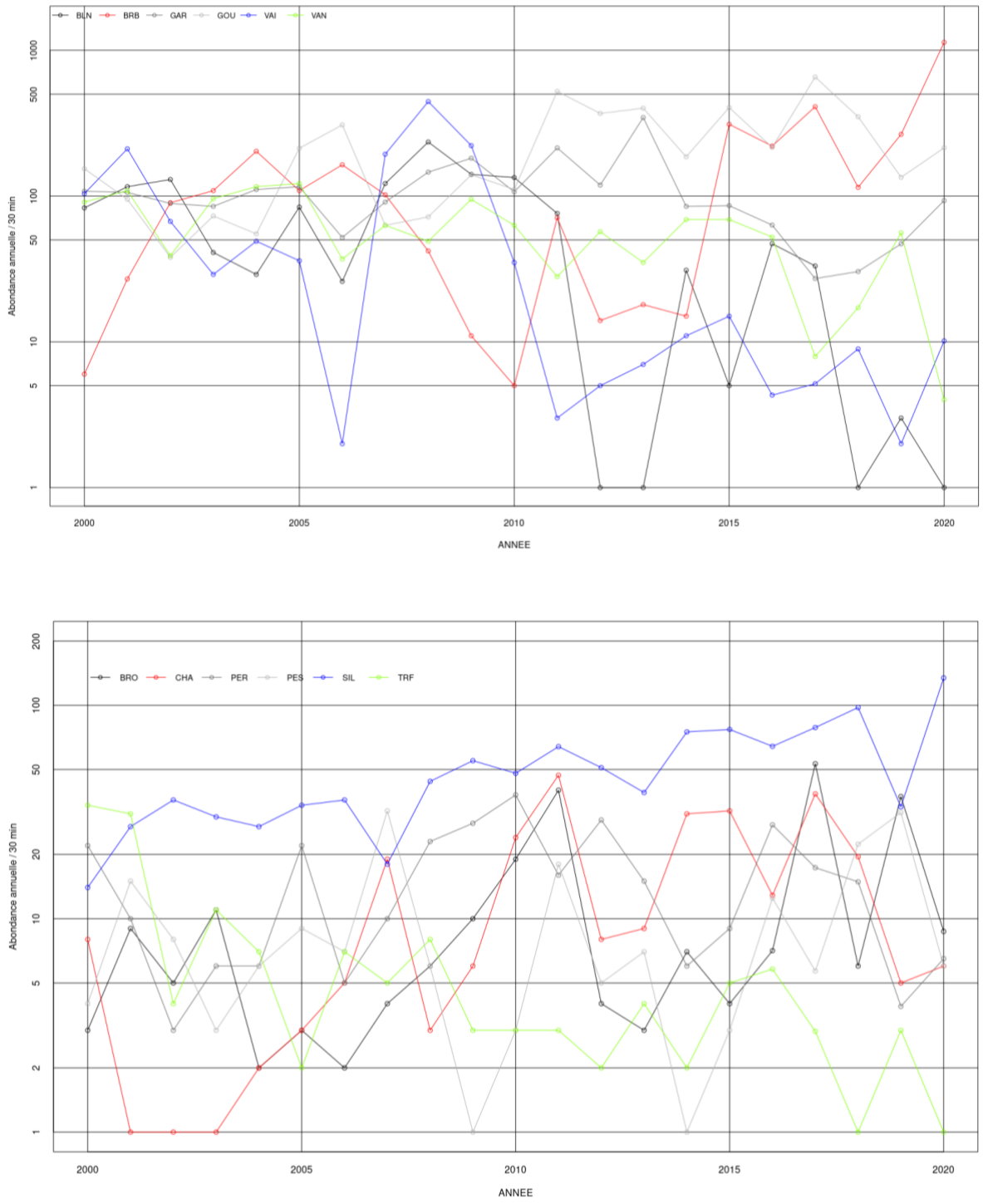


Figure 28 : Evolution des effectifs totaux + 1 annuels pour 30 min de pêche pour les espèces secondaires à effectifs moyens (haut) et pour les espèces à faible effectif (bas) entre 2000 et 2020. (Echelle log pour l'axe des ordonnées).

Parmi les espèces accompagnatrices principales, la brème bordelière et le goujon restent les deux espèces les plus abondantes depuis 2015 (Figure 28). En 2020 la brème bordelière a même franchi le seuil des 1000 ind/30 min devenant ainsi une espèce principale. Le goujon s'en rapproche et le gardon semble suivre la même trajectoire après une forte baisse d'effectif entre

2015 et 2017. Le vairon, dont l'abondance a augmentée en 2020, semble suivre la même tendance à la diminution d'abondance que la vandoise et le blageon. Ces trois espèces ont une abondance qui a globalement fortement diminué depuis 2000 (Figure 28).

Parmi les espèces à faible effectif (1 à 100 ind/30 min) il est surtout intéressant de constater que l'abondance du silure a dépasser le seuil des 100 ind/30 min en 2020 et le silure peut être considéré maintenant comme une espèce accompagnatrice principale (Figure 28). Les abondances de truite, de perche soleil et de brochet sont très variables depuis 2000 et entre 2019 et 2020 elles ont toutes nettement diminué. Enfin les abondances de la perche commune et du chabot ont légèrement augmenté en 2020 (Figure 28). Il est intéressant de noter que l'abondance de la truite, même faible, montre une tendance assez nette à la décroissance depuis 2000.

3.4.7 Structure des populations (taxons[3] Grands et Petits individus)

3.4.7.1 Abondance totale par taxon et par campagne

Les taxons (Grands et Petits) sont définis pour 13 espèces parmi les 21 capturées en 2020, presque 97% des poissons capturés. Le taxon qui regroupe les Petits individus ou les jeunes de l'année biologique en cours représente grossièrement le recrutement de l'année. Le taxon qui regroupe les Grands individus (Annexe - Tableau 18) représente le reste du peuplement, avec des juvéniles et des adultes reproducteurs. En 2020 parmi les 933 ind/Ha capturés des 13 espèces concernées, 894 ind/Ha étaient des Petits individus (81%) et 207 ind/Ha étaient des Grands individus (19%). La proportion de petits individus parmi l'ensemble des individus capturés est forte et toujours nettement supérieure à la proportion de grands individus.

Une abondance plus forte pour le taxon « Petits » est normal dans un peuplement de poissons d'autant plus si l'échantillonnage se concentre sur les berges comme c'est le cas dans notre suivi. Ce patron s'observe pour toutes les campagnes 2020 (Figure 29).

La variabilité des effectifs capturés par hectare des deux taxons est très importante d'une campagne à l'autre et augmentent au cours de l'année. L'abondance des Petits individus varie de 51 ind/Ha en à 2435 ind/Ha (Figure 29). Le recrutement 2020 montre bien une augmentation importante de l'abondance des Petits individus comme attendu à partir d'août. L'abondance des Grands individus varie de 19 ind/Ha à 580 ind/Ha (Figure 29).

[3] Au sens de la définition du Larousse : en biologie, synonyme de groupe.

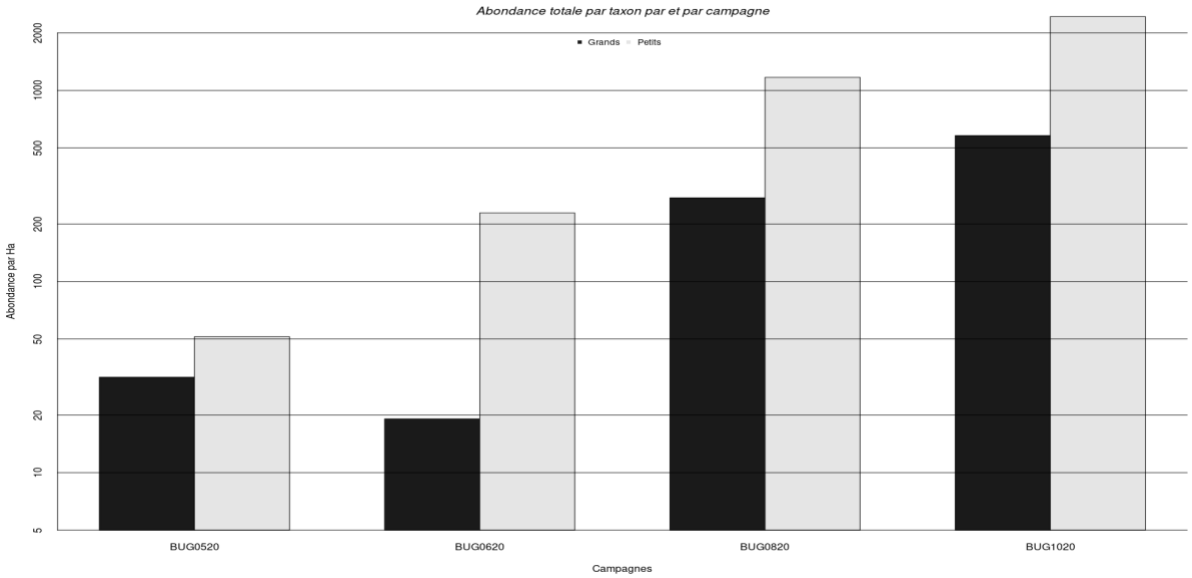


Figure 29 : Effectif total par Ha par taxon (Petits individus en gris et Grands individus en noir) et par campagne d'échantillonnage en 2020.

3.4.7.2 Abondance totale par taxon (Grands et Petits individus) et par espèce

Le taxon des Petits individus est majoritaire pour la plupart des espèces (il n'y a pas de taxons pour le silure). Seuls les effectifs de grands gardons, perches soleil et vairons sont supérieurs aux effectifs des petits individus (Figure 30). La proportion de Petits individus par espèce (abondance de Petits individus / abondance totale de l'espèce) varie de moins de 30 % (gardons, perche soleil et vairons) à 100 % (vandoise). Pour les espèces dominant le peuplement (exceptée le gardon) la proportion de Petits individus varie de 62% à 99% (Figure 30).

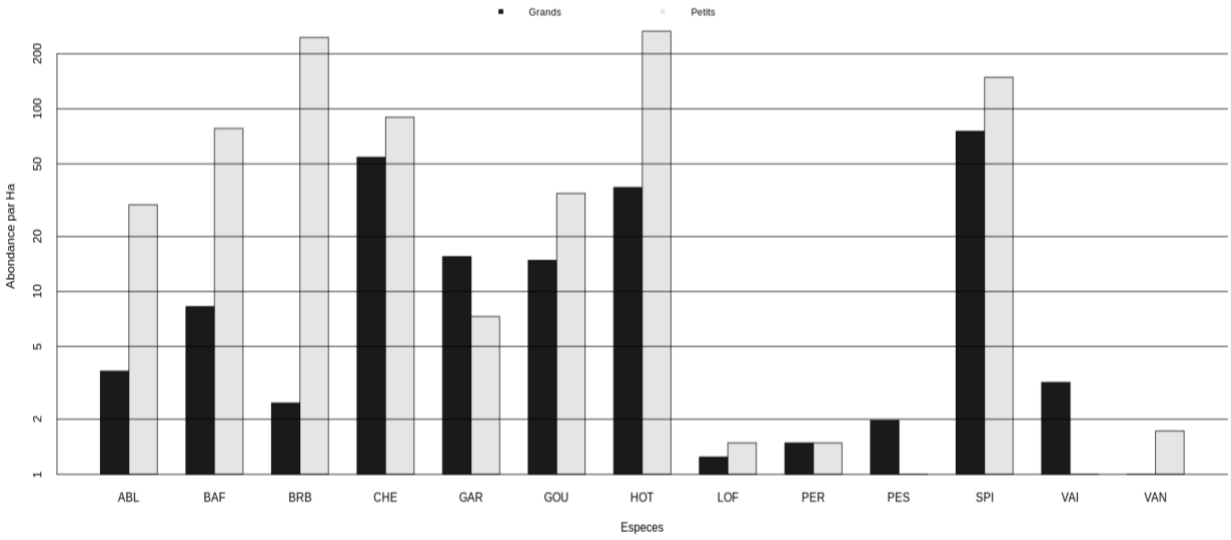


Figure 30 : Effectif total par taxon (ind/Ha) pour les espèces principales (il n'est pas possible de définir les différents taxons pour toutes les espèces) échantillonnées en 2020. Effectifs répartis en Petits (rectangles gris) et Grands (rectangles noirs) individus selon des seuils de longueur totale définis par espèce (cf. Annexe - Tableau 18).

3.4.7.3 Structures en taille des populations « échantillonnées » des espèces principales

Pour les espèces principales (du fait d'un nombre d'individus capturés et mesurés important) nous avons pu établir des histogrammes de taille (classes de longueur totale de 5 mm) pour chaque campagne. Ces graphiques permettent d'aborder la structure des populations de ces principales espèces et de vérifier que les limites de taille utilisées pour définir les taxons « Petits » et « Grands » sont cohérentes pour l'ensemble des campagnes.

SPIRLIN

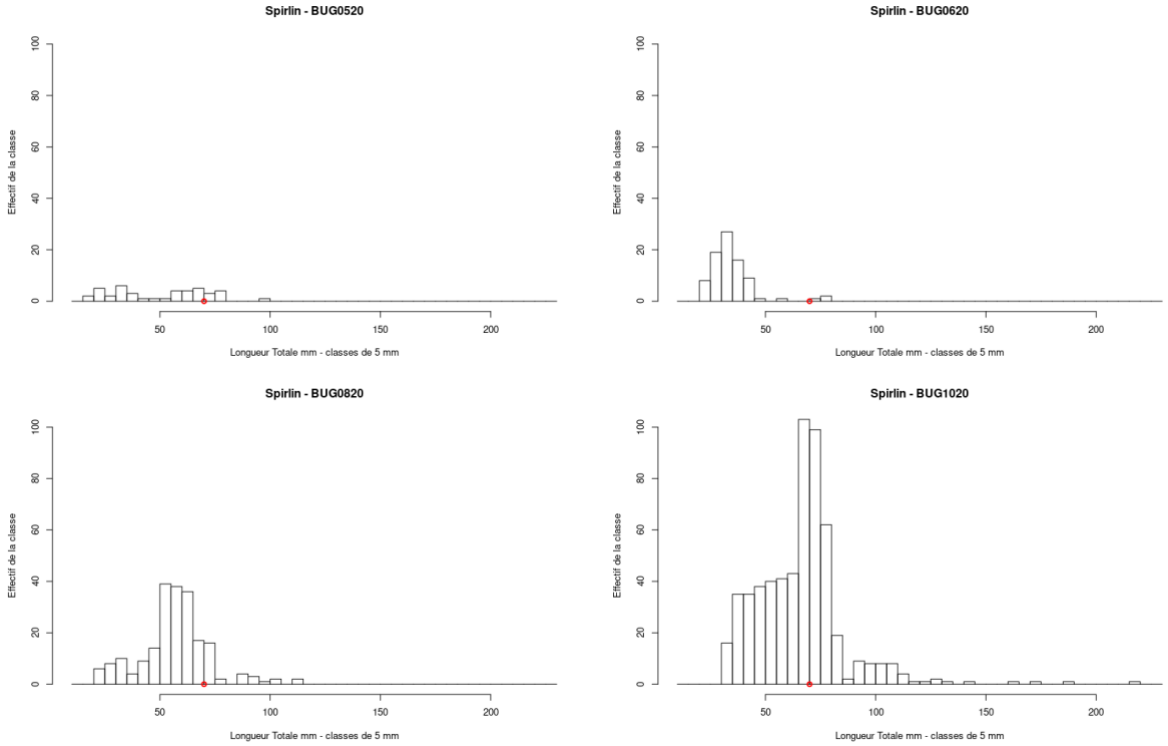


Figure 31 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des spirlins capturés en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18.

Une nouvelle cohorte se dessine dès le mois de mai (< 50 mm) et en août une deuxième cohorte semble apparaître. La limite de taille est correcte (i.e. ne génère pas trop de biais dans l'estimation des effectifs de Petits et Grands individus) sauf peut-être pour octobre. Le recrutement 2020 ne semble pas avoir été très efficace pour le spirlin (effectifs observés peu importants).

CHEVAINE

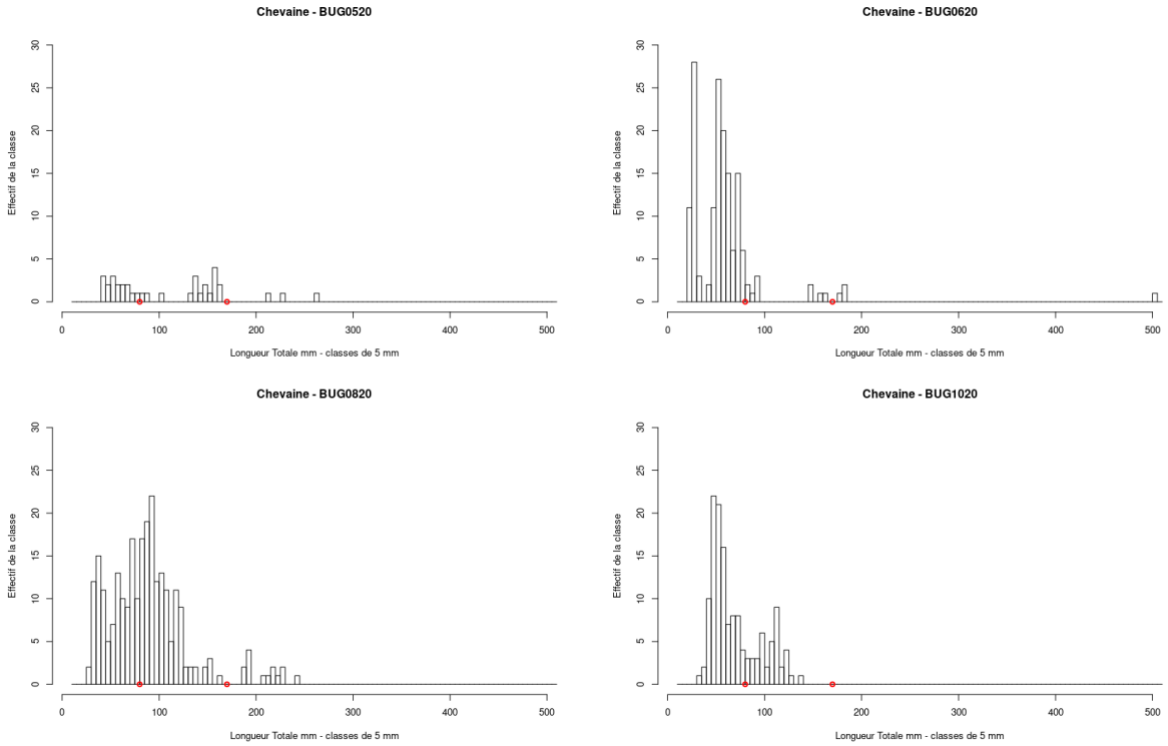


Figure 32 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des chevaines capturés en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18.

On observe nettement une nouvelle cohorte à partir du mois d'août. Le recrutement 2020 s'évalue donc de manière plus complète en octobre. Le recrutement du chevaine semble avoir été peu efficace en 2020. Les juvéniles (100-180 mm) et les adultes (> 180) sont très peu abondants dans les échantillonnages de 2020.

BARBEAU

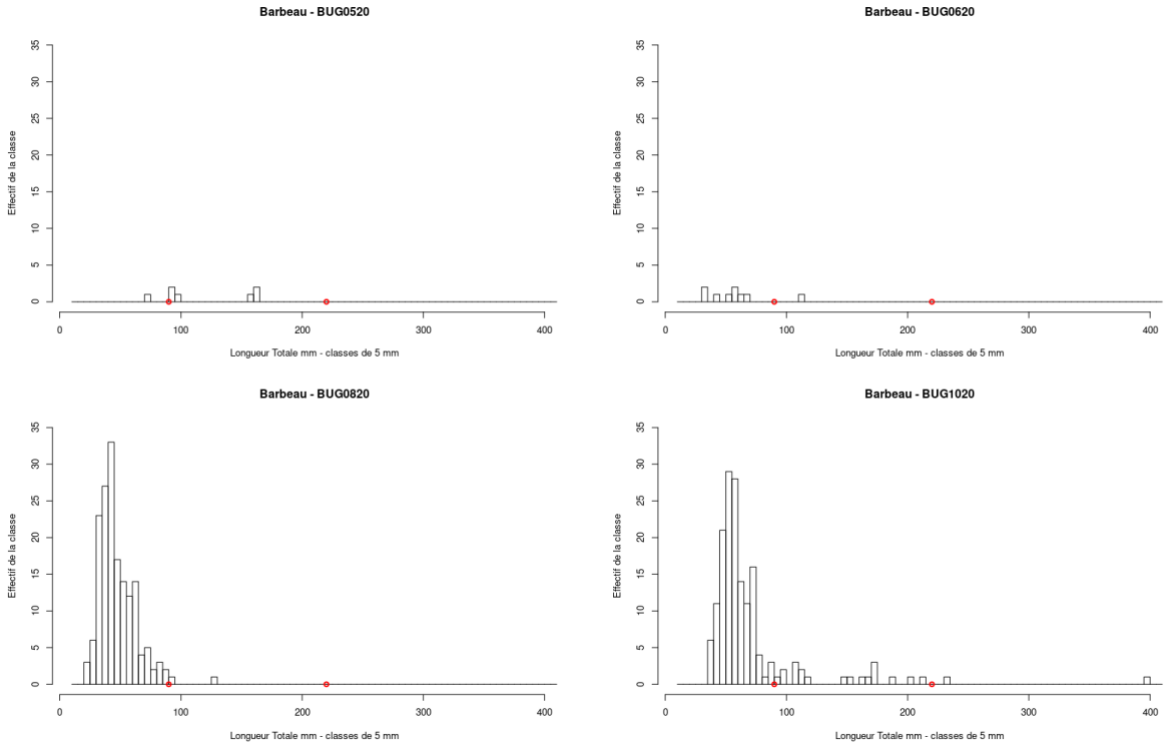


Figure 33 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des barbeaux capturés en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18.

Les effectifs de barbeau sont très faibles en début d'échantillonnage 2020 (mai et juin). Cependant il est possible d'observer le recrutement avec l'arrivée de la cohorte 2020 à partir d'août. Le recrutement 2020 pour la barbeau est plutôt faible. Les limites de taille semblent correctes toute l'année.

GOUJON

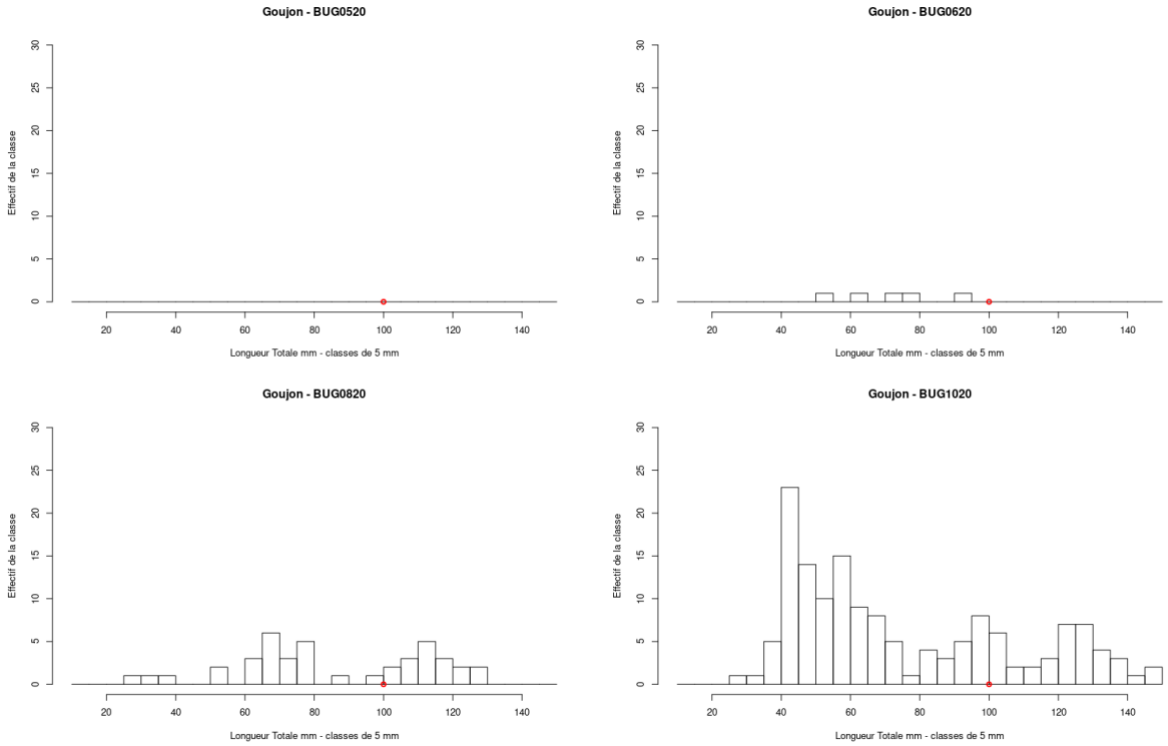


Figure 34 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des goujons capturés en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18.

Les effectifs de goujon sont faibles en 2020. Le recrutement de 2020 ne peut réellement s'observer qu'à partir de la campagne d'octobre (taille < 80 mm) et semble avoir été médiocre. La limite de taille est difficile à caractériser, mais pourrait être descendue à 80 mm.

HOTU

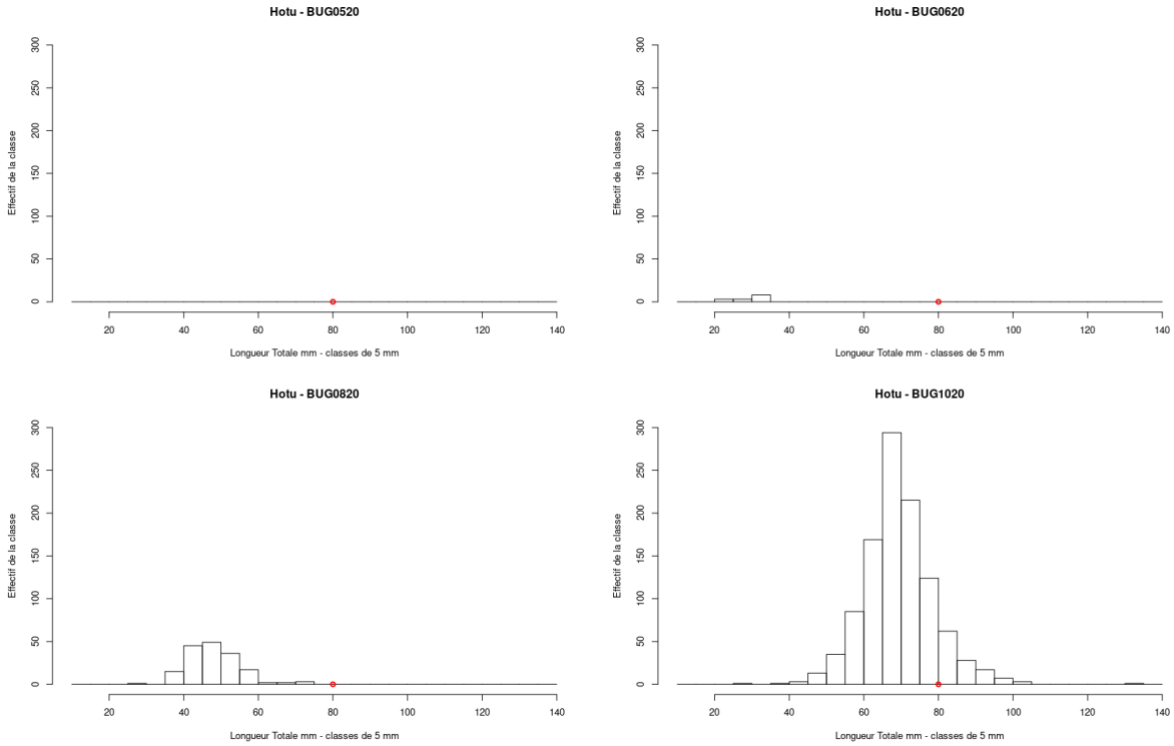


Figure 35 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des hotus capturés en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18.

L'année 2020 est très contrastée pour le hotu. Pratiquement absent des deux premières campagnes, le recrutement commence à s'observer en août et se confirme par une énorme cohorte échantillonnée en octobre. Le recrutement du hotu semble avoir été efficace en 2020. La limite de taille semble correcte et pourrait être déplacée à 95-100 mm.

BREME BORDELIERE

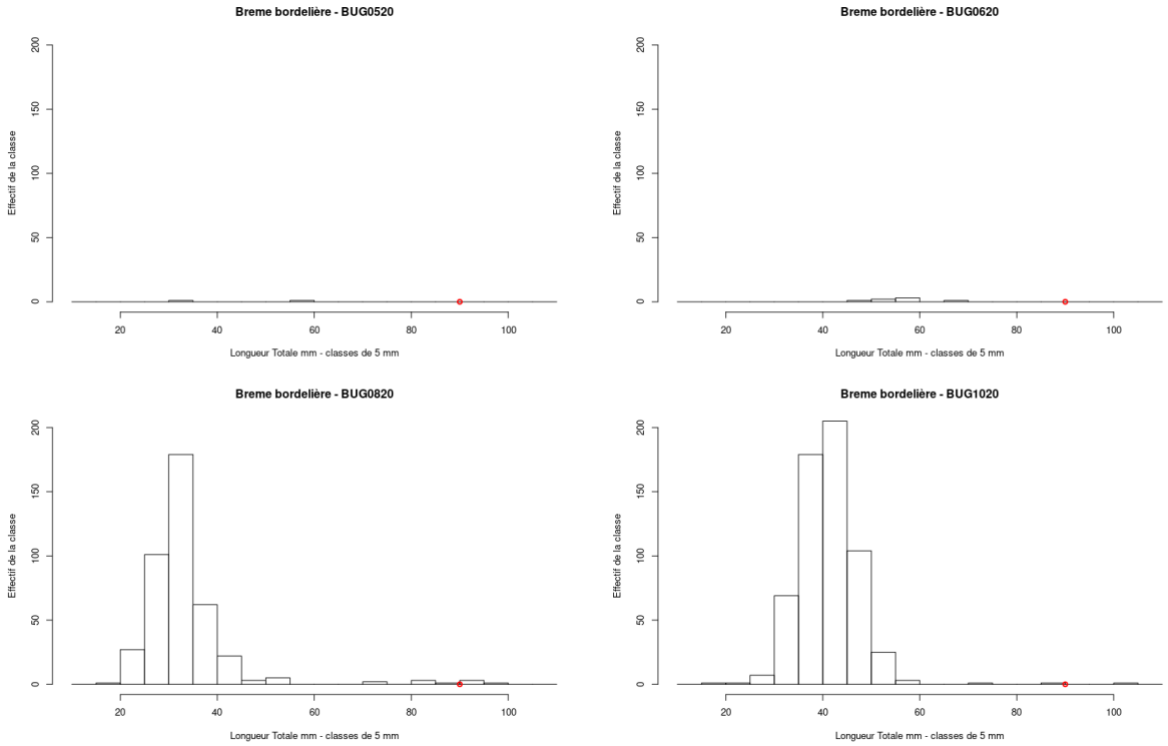


Figure 36 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des brèmes bordelières capturées en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18.

L'année 2020 est très contrastée pour la brème bordelière. Pratiquement absente des deux premières campagnes, le recrutement s'observe nettement dès la campagne d'août et se confirme en octobre. Le recrutement de la brème bordelière semble avoir été satisfaisant en 2020. La limite de taille semble correcte mais pourrait être déplacée à 80 mm.

ABLETTE

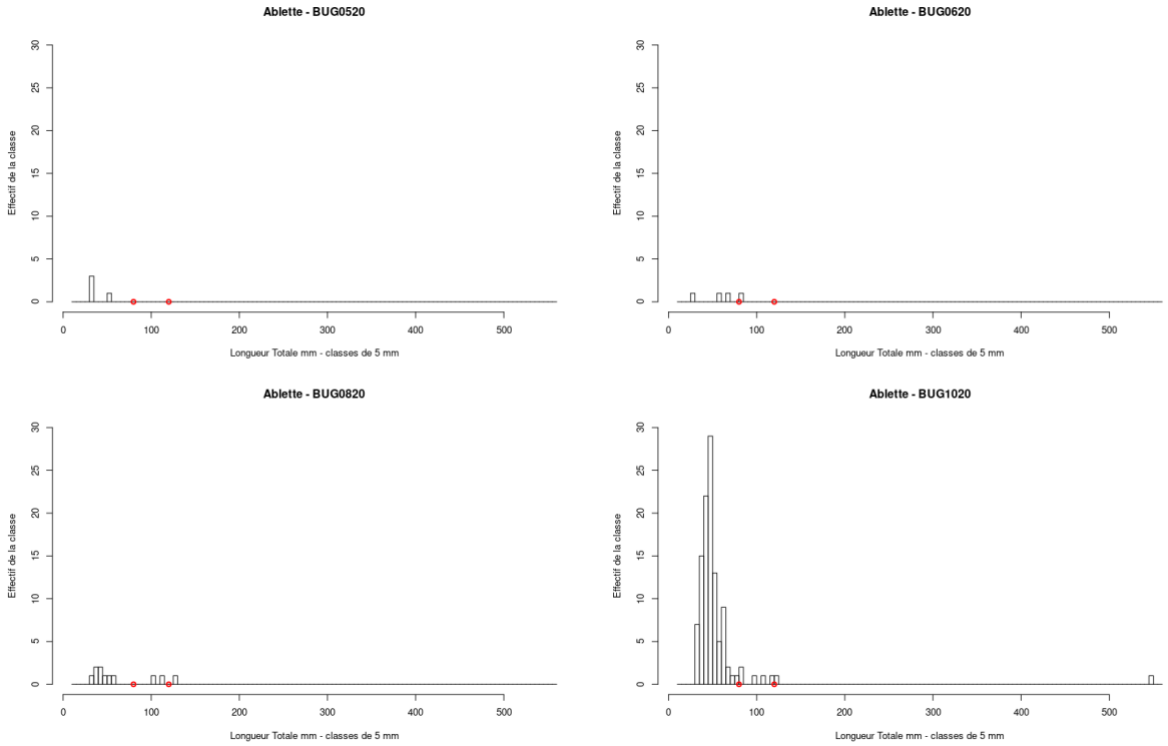


Figure 37 : histogrammes des longueurs totales (par classe de 5 mm) des ablettes capturées en 2020 pour chaque campagne. Les points rouges représentent les limites de taille entre petits et grands individus comme définies dans Annexe - Tableau 18.

L'ablette a été peu abondante en 2020. Il est toutefois possible d'observer la cohorte de l'année 2020 en octobre qui confirme un recrutement certes, mais plutôt faible. L'année 2020 est très contrastée pour l'ablette. Pratiquement absente des trois premières campagnes, le recrutement commence à s'observer seulement en octobre. Les limites de taille semblent correctes.

Bilan de l'analyse des distributions des longueurs totales des espèces principales :

Les histogrammes de taille n'ont d'intérêt que si beaucoup d'individus de chaque espèce sont capturés, ce qui n'est pas le cas pour le goujon, le barbeau et l'ablette en 2020. Pour la brème bordelière et le hotu, les très faibles effectifs capturés en mai et juin n'empêchent pas l'observation d'un fort effectif total du fait d'un recrutement très efficace. La seule campagne d'échantillonnage qui permet de faire un vrai bilan du recrutement de l'année en cours est celle d'octobre. Pour rappel, une année biologique pour les poissons du Rhône est classiquement définie de juillet de l'année n à juin de l'année n+1.

Pour certaines espèces qui sont plus précoces dans l'année pour la reproduction (chevaine, barbeau, hotu) ou qui ont la possibilité de se reproduire en plusieurs fois (ponte fractionnée) telles que l'ablette, il est possible d'observer les premiers individus de l'année en cours dès le mois d'août. Mais les effectifs capturés étant tellement faibles que la cinétique de la reproduction est très difficile à étudier avec l'échantillonnage réalisé, pourtant pratiqué en berge, habitat préférentiel des jeunes poissons de l'année.

Les cohortes plus âgées ont des effectifs bien moindres dans nos échantillonnages. Les quelques individus juvéniles ou adultes de grandes taille capturés montrent que la population est installée dans le secteur, mais ces individus plus grands colonisent des habitats non prospectés avec notre échantillonnage, plus éloignés de la berge. Les Grands individus sont aussi plus sensibles à l'arrivée du bateau et se déplacent beaucoup plus vite lors de l'arrivée de celui-ci.

Les débits plutôt faibles et la température plutôt forte pendant la période principale de reproduction (avril – juin ; Figure 18 et Figure 19) pourraient en partie expliquer certains recrutements peu efficaces (ex ablette, goujon). D'autre part les jeunes alevins de poissons sont également très petits (< 3 cm) au début de l'été et donc très difficile à capturer. Là encore la campagne d'octobre est de loin la plus appropriée pour évaluer le recrutement de l'année en cours.

3.5 Comparaison du peuplement de poissons entre l'amont et l'aval du CNPE

L'objectif de la surveillance hydrobiologique réglementaire du secteur fluvial du Rhône autour du CNPE de Bugey vise à détecter un éventuel impact du fonctionnement global du CNPE à travers une analyse comparée des stations d'échantillonnage situées à l'amont (stations 1, 2 & 3) et à l'aval (stations 6D, 6G & 7 ; Figure 1) du CNPE. Toutefois il est important de noter ici que les données environnementales disponibles pour ce suivi sont limitées à la température de l'eau enregistrée ponctuellement en amont et en aval du CNPE, au fonctionnement du CNPE et au débit du Rhône. Seuls ces facteurs peuvent être pris en compte (valeurs en continu) pour interpréter la variabilité temporelle (au cours des quatre campagnes) et spatiale (amont vs aval) de la structure du peuplement de poissons établie à partir de notre échantillonnage. Enfin, pour information, nous présentons également les résultats de la station n°5 = Rejet (Figure 1), située en aval immédiat du CNPE, donc entre les stations Amont et les stations Aval. L'ensemble des résultats pour l'abondance et la biomasse sont exprimés en individus (ind) et gramme / kilogramme (g/Kg) par hectare (/Ha).

3.5.1 Richesse spécifique

En 2020, le nombre d'espèces capturé à l'amont (n=18) et à l'aval (n=17 ; Figure 38) sont équivalents. Les campagnes d'août et d'octobre présentent le nombre d'espèces le plus important à l'amont (13 et 14 espèces) comme à l'aval (14 et 15 espèces). Le nombre d'espèces capturées par campagne fluctue au cours de l'année de 5 à 14 en amont et de 7 à 15 en aval (Figure 38). En 2020, il n'y a jamais eu plus d'espèces capturées en amont qu'en aval, sauf en juin (13 contre 7 espèces respectivement). Enfin, quelle que soit la campagne la richesse spécifique est moindre dans la station 5 avec une richesse spécifique totale en 2020 de 12 espèces.

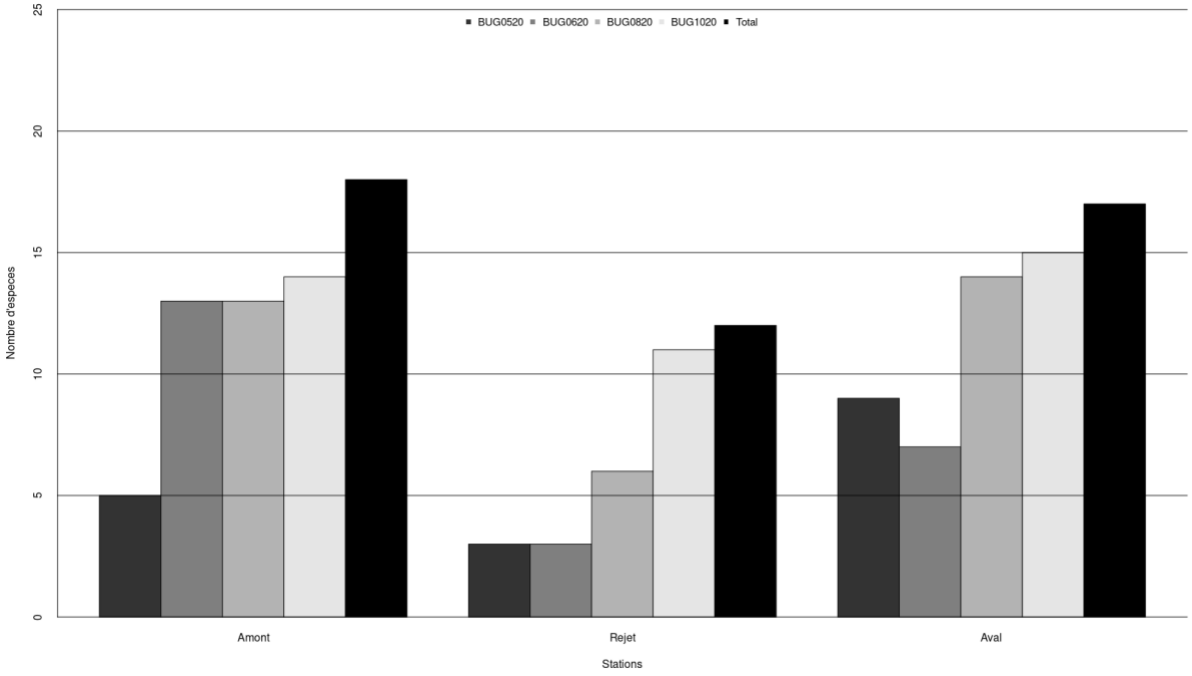


Figure 38 : richesse spécifique par type de station (Amont, Rejet et Aval du CNPE) par campagne – 2020.

3.5.2 Abondance (nombre d'individus par Ha)

3.5.2.1 Par type de station

L'abondance totale est légèrement plus importante en aval (1380 ind/Ha) qu'en amont (1144 ind/Ha). L'abondance dans la station Rejet (411 ind/Ha) est nettement plus faible.

3.5.2.2 Par campagne et par type de station

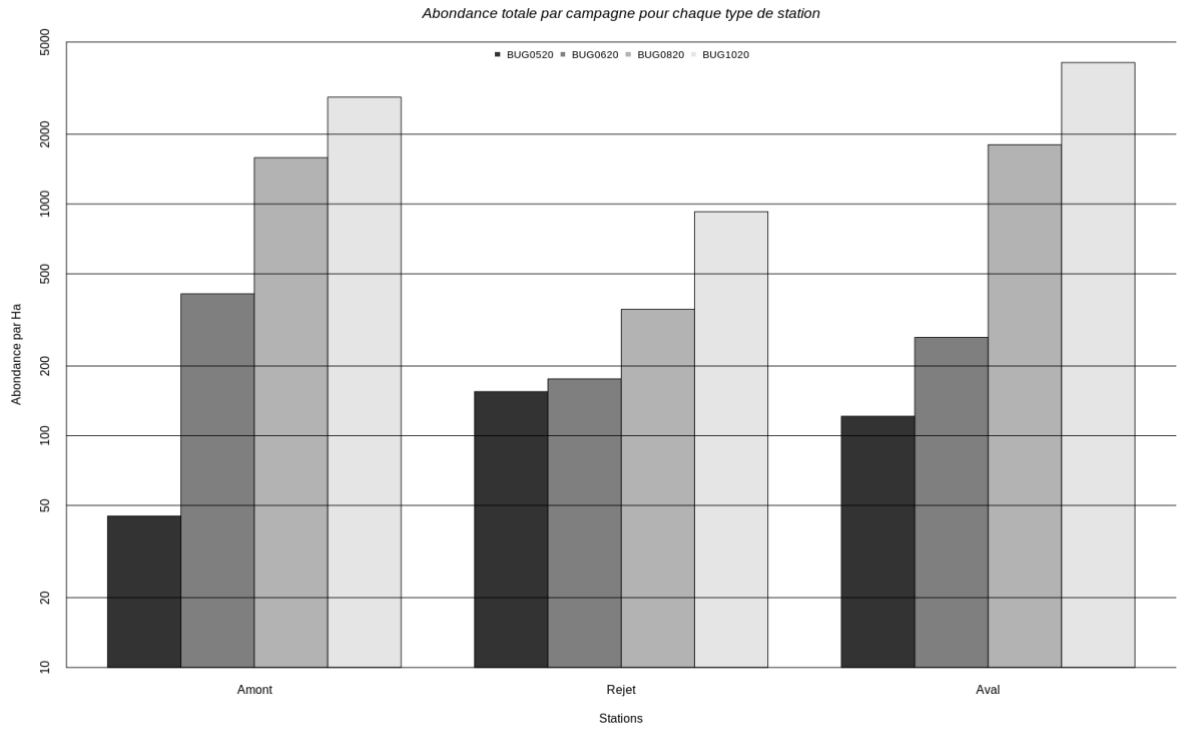


Figure 39 : Effectifs (ind/Ha) par type de station (amont, rejet et aval du CNPE) par campagne d'échantillonnage 2020.

Les abondances par campagne en aval sont toujours supérieures aux abondances par campagne en amont sauf en juin (Figure 39). L'abondance de la station rejet est supérieure à l'abondance des stations amont et aval en mai (154 ind/Ha contre 44 ind/Ha et 120 ind/Ha respectivement). Pour tout les types de station, l'abondance augmente fortement (de x6 à x66) au cours de l'année.

3.5.2.3 Par espèce et par type de station

En 2020, neuf espèces, dont toutes les espèces principales, sont présentes dans les trois types de stations (amont, aval et rejet; Figure 40; ablette, barbeau, brème bordelière, brochet, chevaine, gardon, goujon, hotu et spirlin), 6 espèces sont présentes uniquement à l'amont et à l'aval (bouvière, loche, perche soleil, silure, tanche et vairon) et 6 espèces ne sont présentes, en faible abondance, qu'à l'amont ou à l'aval et/ou dans le rejet. Parmi les huit espèces les plus abondantes, le barbeau (142 ind/Ha), le spirlin (362 ind/Ha) et le hotu (472 ind/Ha) sont plus abondant en aval tandis que l'ablette (48 ind/Ha), la brème bordelière (502 ind/Ha) et le gardon (39+ ind/Ha) sont plus abondant en amont. Le chevaine (155 - 167 ind/Ha) et le goujon (47 - 59 ind/Ha) sont presque aussi abondant en aval qu'en amont. La seule autre espèce abondante notable est le silure à l'aval (57 ind/Ha). Notons enfin que la brème bordelière (48 ind/Ha), le chevaine (37 ind/Ha), le hotu (79 ind/Ha) et surtout le spirlin (188 ind/Ha; plus abondant dans le rejet qu'en amont) sont aussi très abondant dans la station rejet.

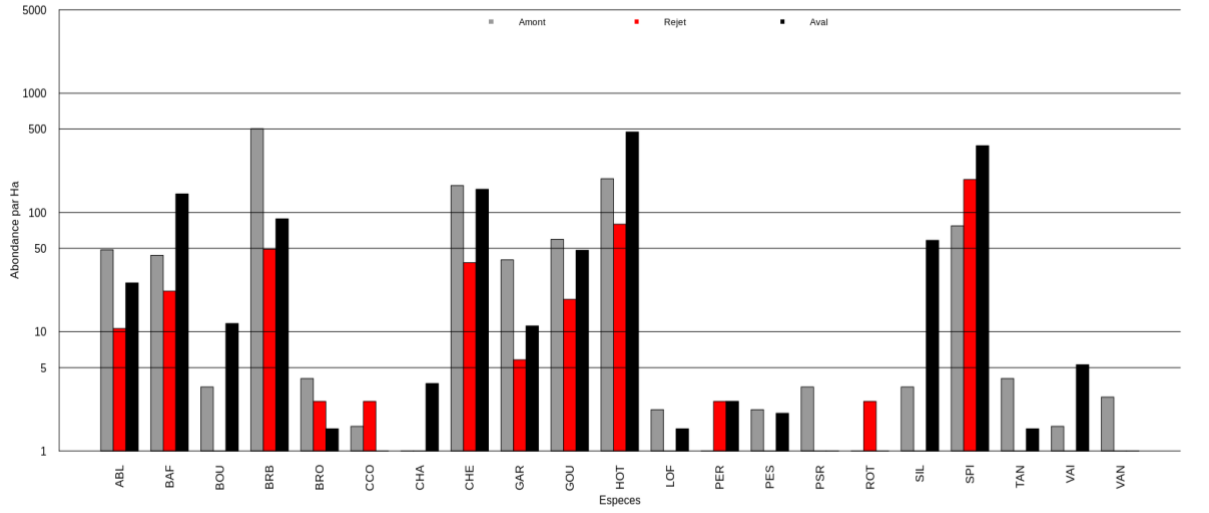


Figure 40 : Effectif capturé (ind/Ha) + 1 par espèce en 2020 dans le Rhône et par type de station (amont, rejet et aval du CNPE).

3.5.2.4 Par espèce, par type de station et par campagne

Les abondances par espèce pour les deux premières campagnes 2020 sont très faibles. Seuls l'ablette (rejet), le chevaine (amont et aval), le silure (aval), le hotu (amont) et le spirlin (rejet et aval) ont des abondances > 15 ind/Ha.(Figure 41). Ces deux campagnes sont très peu informatives. En août et surtout en octobre le nombre d'espèces et les abondances sont supérieurs dans tous les trois types de stations (la brème bordelière (amont), le hotu et le spirlin (aval) dépassent les 1000 ind/Ha). C'est en octobre que le plus grand nombre d'espèces et les plus fortes abondance sont capturées dans la station rejet. Pour les espèces principales la répartition des abondances amont - aval ne varie pas beaucoup entre août et octobre (Figure 41). Notons ici que l'ablette, le barbeau et le gardon ne sont pas capturés dans la station rejet en août et que le silure est toujours abondant en aval. Enfin, pour les espèces moins abondantes, il est à noter que la bouvière n'est pas échantillonnée à l'amont en octobre.

La représentation par campagne des abondances totales par espèce ne révèle pas de différence de composition du peuplement entre l'amont et l'aval. Au contraire l'échantillonnage 2020 montre une répartition presque homogène des espèces principales (les plus abondantes) entre l'amont et l'aval, incluant aussi la station rejet (Figure 41).

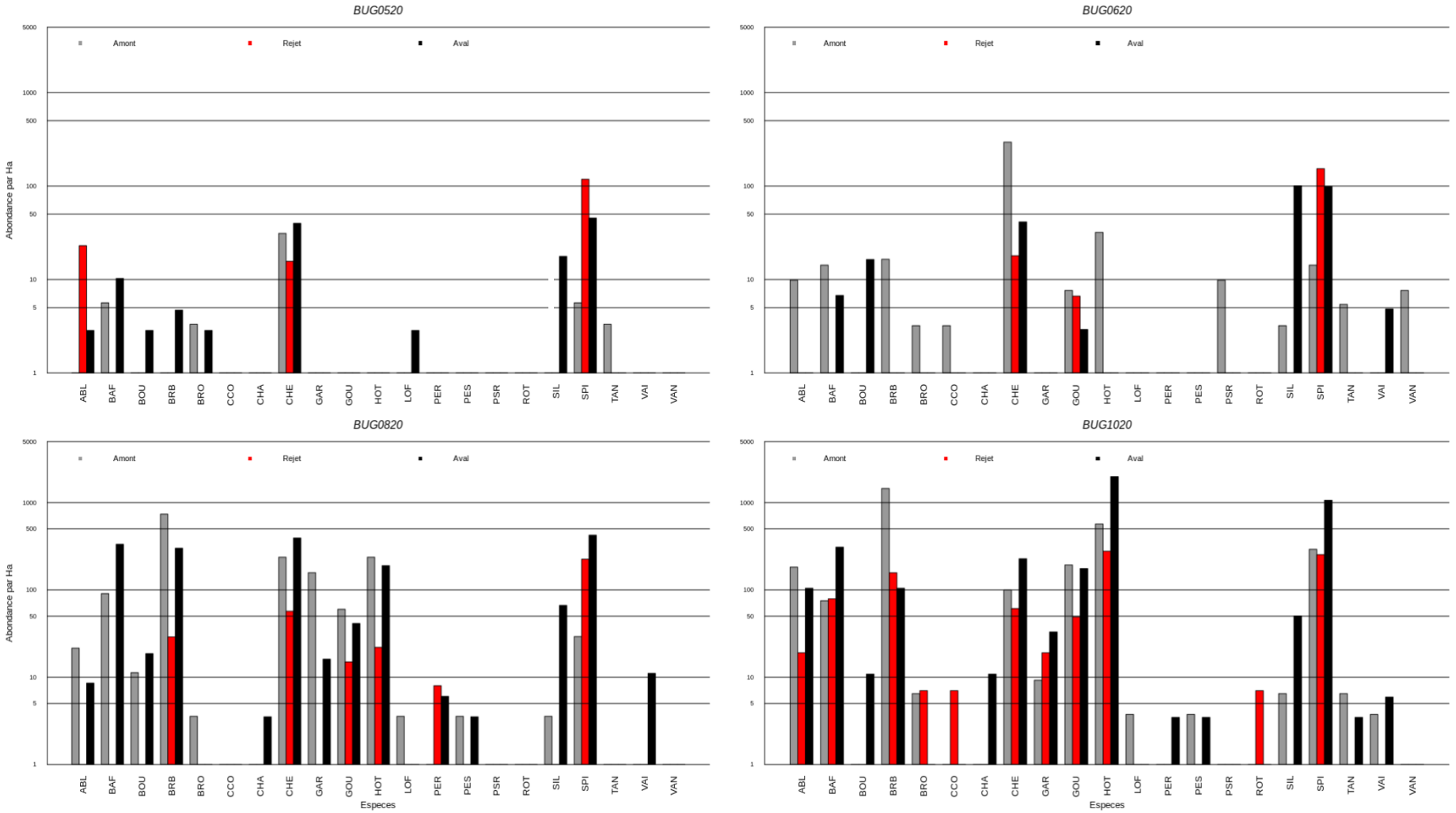


Figure 41 : Effectif capturé (ind/Ha) + 1 par espèce et par campagne en 2020 dans le Rhône par type de station (amont, rejet et aval du CNPE).

3.5.3 Biomasse (g ou kg/Ha)

3.5.3.1 Par type de station

La biomasse totale estimée pour les stations amont (8.4 kg/Ha) est légèrement inférieure à celle des stations aval (9.5 kg/Ha). La biomasse totale estimée par Ha de la station Rejet est faible (1.5 kg/Ha).

3.5.3.2 Par campagne et par type de station

Pour les trois premières campagnes de 2020 la biomasse à l'amont (2.4, 15.3 et 10.0 kg/Ha) est toujours plus élevée qu'à l'aval (0.9, 2.7 et 8.5 kg/Ha; Figure 42). La biomasse observée à l'aval en octobre (31kg/Ha) est nettement plus forte. La biomasse totale estimée par campagne et par type de station varie de 2.3 à 15.3 kg/Ha pour l'amont et de 0.9 à 30.8 kg/Ha pour l'aval. A l'aval la biomasse augmente régulièrement au cours de l'année tandis qu'en amont elle diminue de mai à octobre. La biomasse totale par campagne de la station Rejet est toujours plus faible que la biomasse totale des stations Amont et Aval.

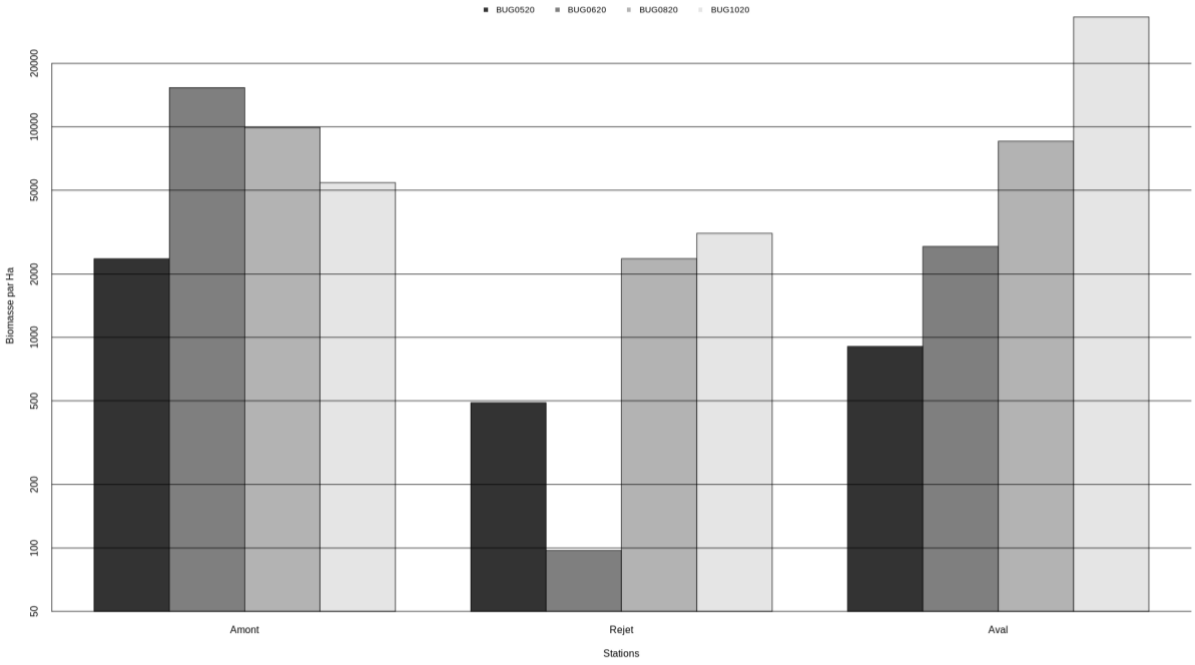


Figure 42 : biomasses totale (g/Ha) par type de station (amont, rejet et aval du CNPE) par campagne d'échantillonnage en 2020.

3.5.3.3 Par espèce et par type de station

L'image de la structure globale du peuplement de poissons issue des captures exprimées en biomasse (kg/Ha; Figure 43) est très proche de celle obtenue à partir des abondances (Figure 40). Les singularités illustrées par la biomasse concernent principalement les espèces

accompagnatrices qui, avec quelques gros individus, peuvent représenter une grosse partie de la biomasse. C'est le cas de la carpe commune en amont ou du brochet en amont et dans la station rejet. Les espèces représentant les plus fortes biomasses à l'amont sont le chevaine, la carpe commune (cf. ci-dessus) et le silure (de 1637 à 2739 g/Ha; Figure 43). En aval la biomasse est dominée par le silure, le hotu, le chevaine et le spirlin (de 1139 à 4180 g/Ha; Figure 43). Les plus fortes biomasses totale par espèce dans la station rejet sont observées pour le spirlin, la perche commune, le chevaine, le brochet et le hotu (de 311 à 176 g/Ha).

Parmi les espèces dominantes (les plus abondantes), le plus gros écart entre amont et aval est observé pour le spirlin avec une biomasse supérieure à l'aval (1139 g/Ha, contre 102 g/Ha à l'amont; Figure 43). Les espèces dont la biomasse est plus forte en amont sont le chevaine et la brème bordelière et en aval ce sont le silure, le hotu, le goujon, le spirlin et le barbeau.

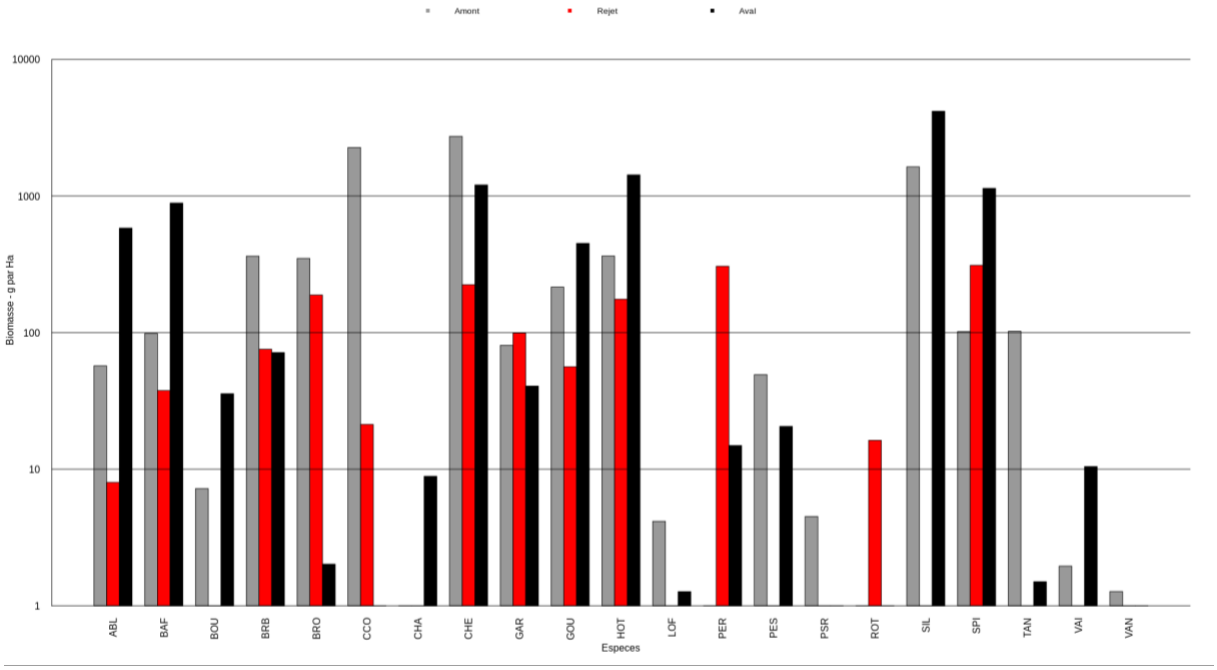


Figure 43 : Biomasse capturée (à partir des masses individuelles estimées ; kg/Ha) + 1 par espèce en 2020 dans le Rhône en amont (gris) et en aval (noir) du CNPE de Bugey et dans la station Rejet (rouge).

3.5.3.4 Par espèce, par type de station et par campagne

L'image de la structure du peuplement de poissons du Rhône à l'amont ou à l'aval du CNPE de Bugey pour chaque campagne de 2020, illustrée avec les biomasses par espèce (Figure 44), subit encore plus l'influence des quelques très gros individus capturés mais reste malgré tout très proche de l'image obtenue pour l'abondance (Figure 41). La forte variabilité inter-campagne (mai-juin *vs* août-octobre) dans la répartition amont aval des biomasses de poissons, même chez les espèces dominantes du peuplement et leur répartition en aval comme en amont rend impossible la mise en évidence d'un effet du CNPE de Bugey sur la structure du peuplement de poissons du Rhône dans sa traversée du Bugey (Figure 44).

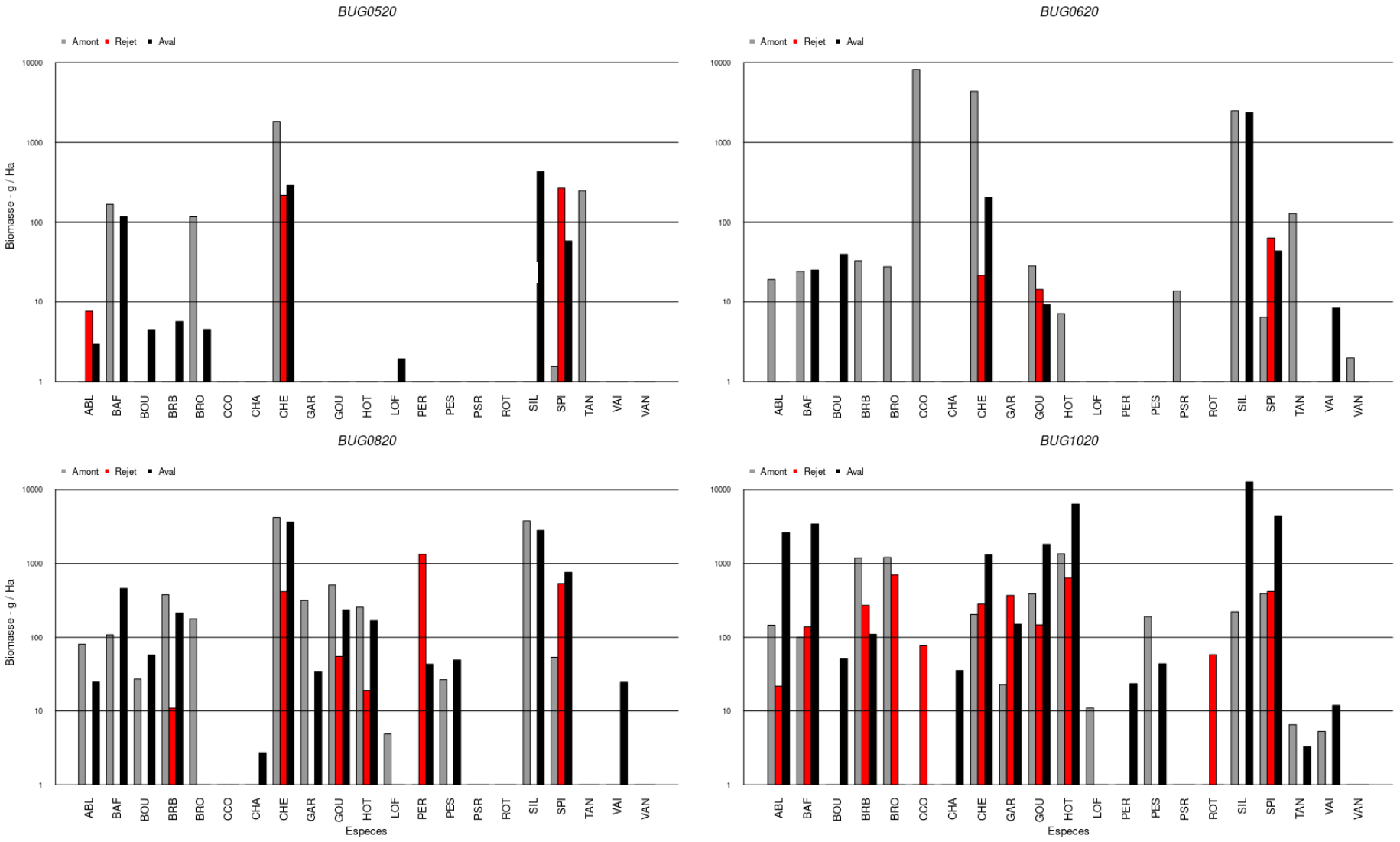


Figure 44 : Biomasse capturée (à partir des masses individuelles estimées ; kg/Ha) + 1 par espèce et par campagne en 2020 dans le Rhône en amont (gris) et en aval (noir) du CNPE de Bugey et dans la station Rejet (rouge).

3.5.4 Proportions des taxons Petits et Grands individus

Toutes les espèces ne sont pas concernées par cette analyse car nous n'avons pas de limites de taille satisfaisantes pour toutes les espèces capturées (Annexe - Tableau 18).

3.5.4.1 Par type de station et par campagne

Les abondances totales observées par type de station, par campagne et par taxon sont toujours plus fortes pour les Petits individus que pour les Grands (Figure 45), sauf en mai pour l'amont. Pour un taxon et une campagne donnés, les abondances ne sont plus forte en amont qu'en mai-Grands et en juin-Petits. L'abondance dans la station rejet est plus forte qu'en amont et qu'en aval en mai pour les deux taxons. En juin l'abondance des Petits est moindre à l'aval et en octobre c'est l'abondance des Grands qui est moindre en amont. Malgré une certaine variabilité l'abondance de chaque taxon dans chaque type de station augmente au cours de l'année (de moins de 50 ind/Ha à plus 1000 ind/Ha; Figure 45). L'abondance la plus forte observée pour les Grands individus est celle de la campagne d'octobre en aval (1245 ind/Ha) et la plus forte abondance pour les Petits individus est celle de la campagne d'octobre en aval comme en amont (2761 ind/Ha et 2806 ind/Ha respectivement; Figure 45).

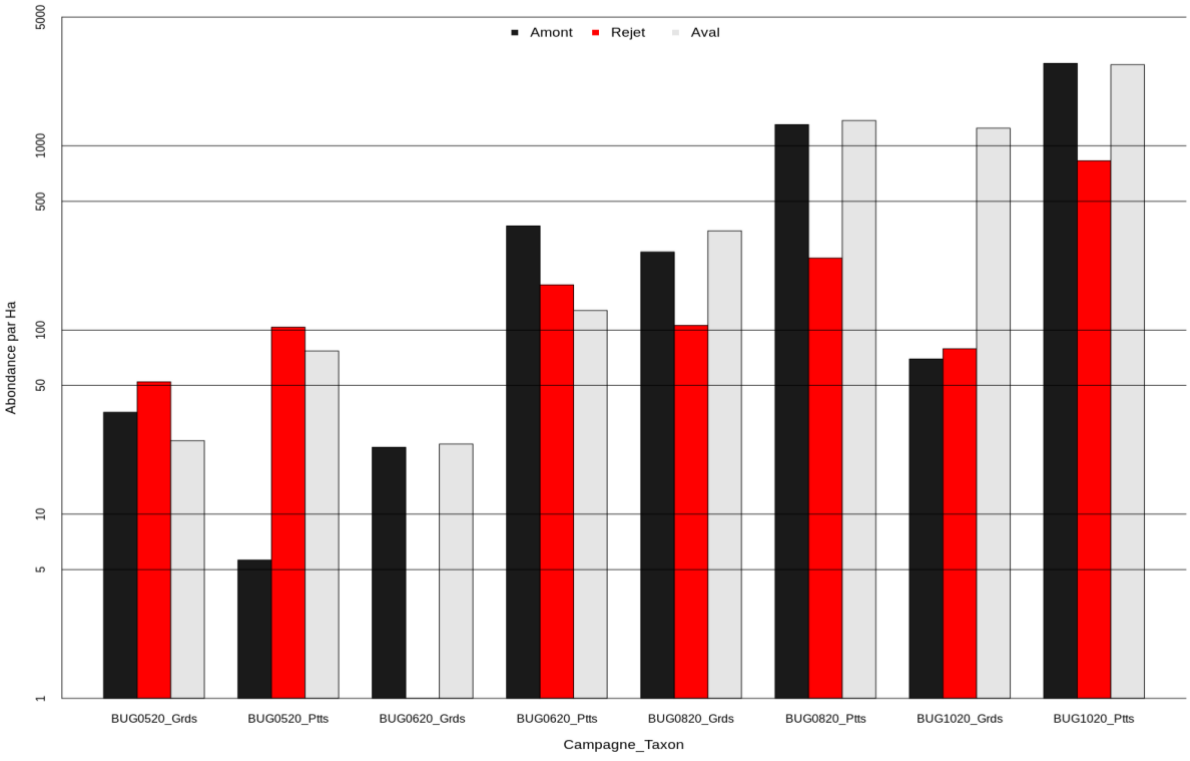
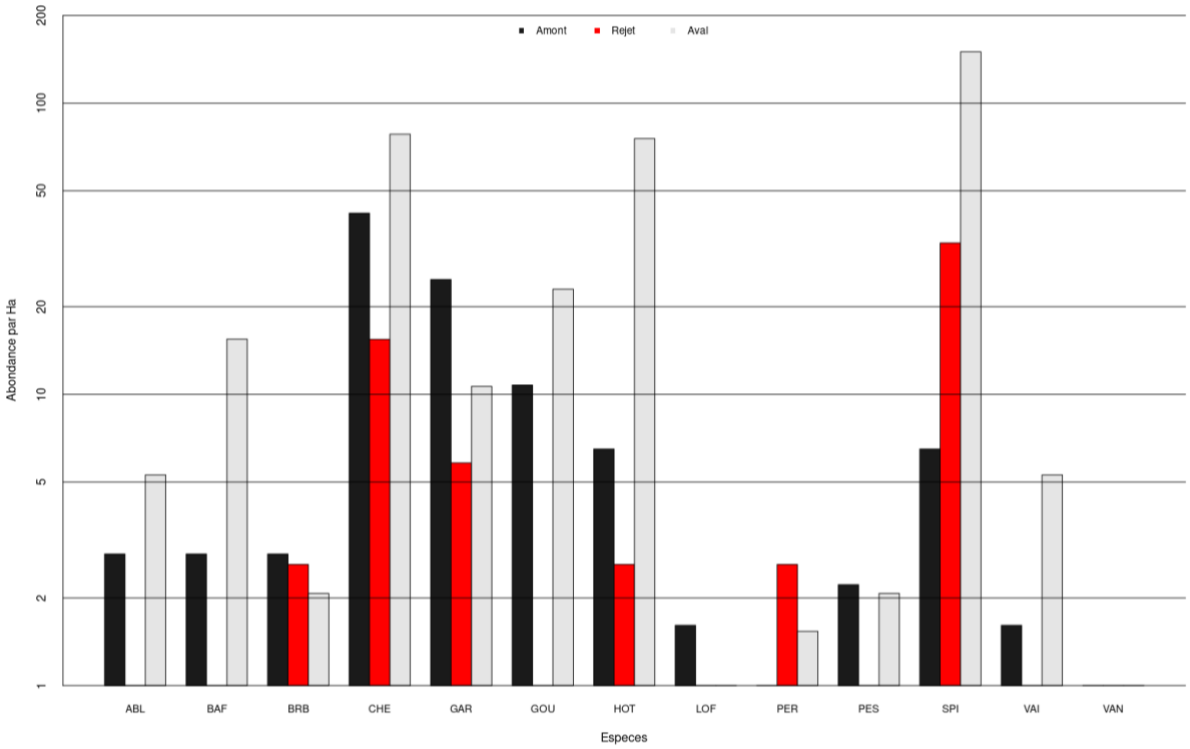


Figure 45 : Effectif des taxons Petits et Grands individus (ind/Ha) +1, par type de station (amont, rejet et aval du CNPE) et par campagne d'échantillonnage en 2020.

3.5.4.2 Par type de station et par espèce

Pour les Grands individus, l'abondance totale des 13 espèces concernées par cette analyse est supérieure en aval, dominée par le spirlin (149 ind/Ha), le chevaine (77 ind/Ha) et le hotu (75 ind/Ha), sauf pour le gardon et la brème bordelière et dans une moindre mesure pour la perche soleil (Figure 46). Les grands individus de spirlin, chevaine et gardon sont aussi très abondant dans la station rejet.

Pour les Petits individus l'ablette, la brème bordelière, le chevaine, le gardon et le goujon sont plus abondant en amont, tout en étant aussi bien représentés en aval (sauf le gardon; Figure 46). Le barbeau, le hotu et le spirlin sont eux plus abondant à l'aval, tout en étant aussi bien représentés en amont. Toutes ces espèces sont aussi bien représentées dans la station rejet (sauf le gardon; Figure 46).



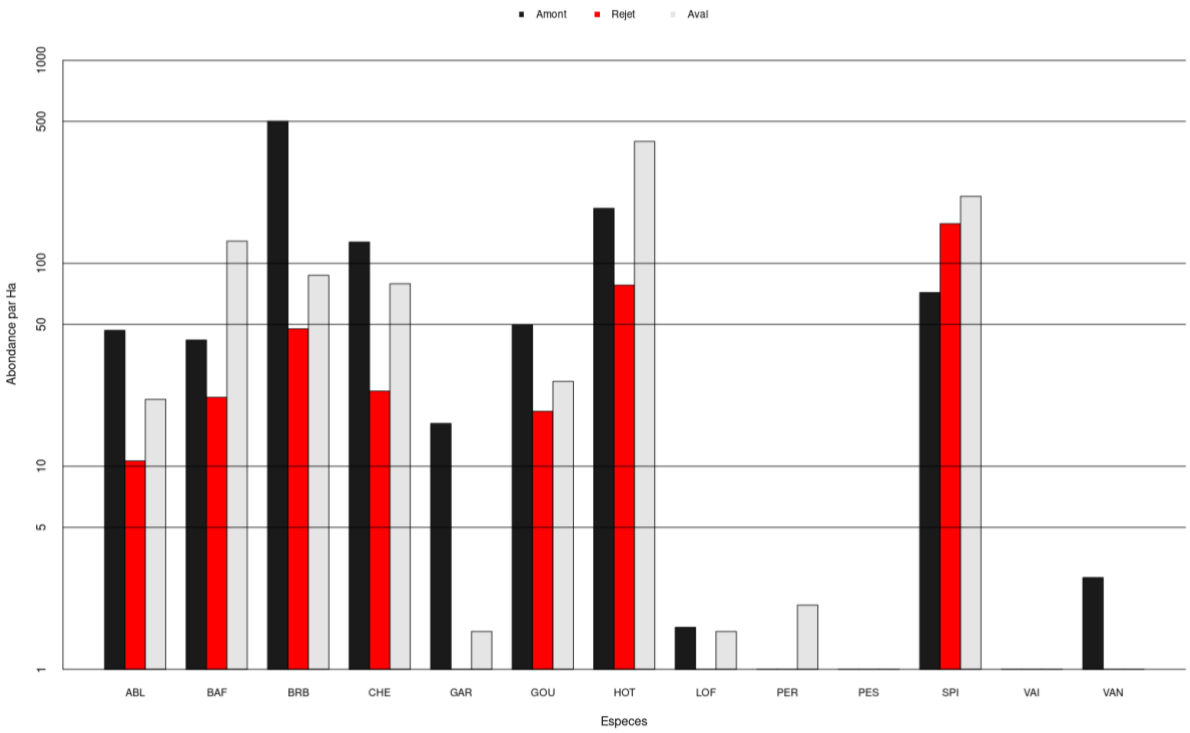


Figure 46 : Effectif des taxons Grands (haut) et Petits (bas ; ind/Ha) +1, par type de station (amont, rejet et aval du CNPE) et par espèce pour l'année 2020.

3.5.4.3 Par type de station, par campagne et par espèce

Lors des deux premières campagnes de 2020 très peu de Grands individus ont été capturés (3 et 5 espèces). Les campagnes d'août et d'octobre sont plus abondantes et avec plus d'espèces. Pour une espèce donnée les grands individus sont globalement présents à l'amont et à l'aval du CNPE, avec une abondance souvent plus faible en amont qu'en aval et ce plus nettement en octobre qu'en août (Figure 47). Il est intéressant de souligne l'absence de grands individus de hotu lors des trois premières campagnes (Figure 47). Le chevaine et le spirlin sont les deux seules espèces a toujours être présents à l'amont et à l'aval, sauf le spirlin à l'amont en juin.

Les Petits individus sont plus abondant que les Grands même lors des deux premières campagnes de 2020. Les Petits individus sont particulièrement plus abondant dans la station Rejet que les Grands individus, pour la plupart des espèces. Les effectifs de Petits individus augmentent dans tous les types de stations au cours de l'année. Le spirlin et le chevaine sont les seules espèces dont les Petits individus sont présents dans tous les types de station pour les quatre campagnes de 2020, sauf le chevaine en mai (Figure 48). En octobre sept espèces sont présentes dans tous les types de station simultanément.

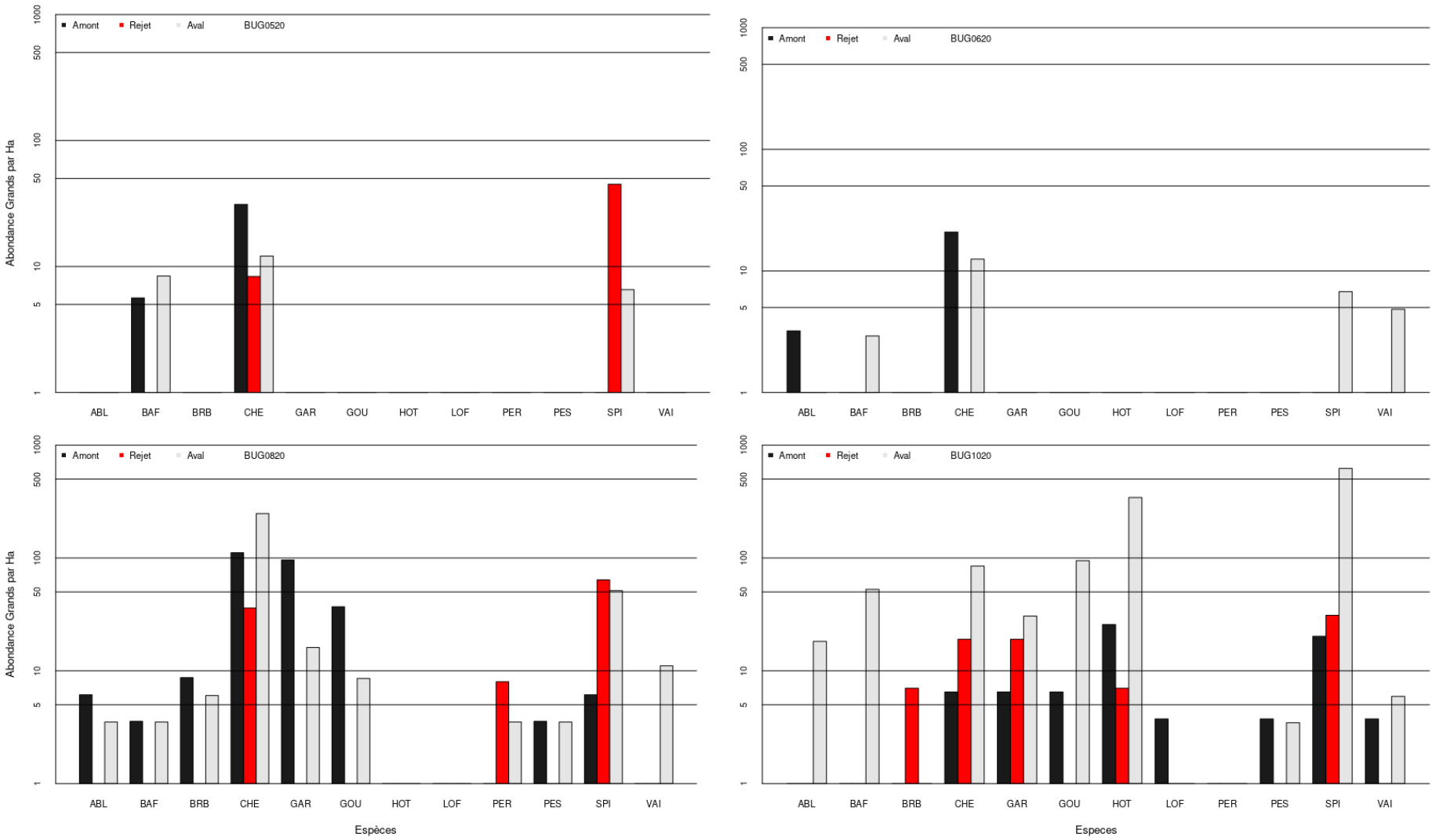


Figure 47 : Effectif des Grands individus (ind/Ha) +1, par type de station (amont, rejet et aval), par campagne et par espèce pour l'année 2020.

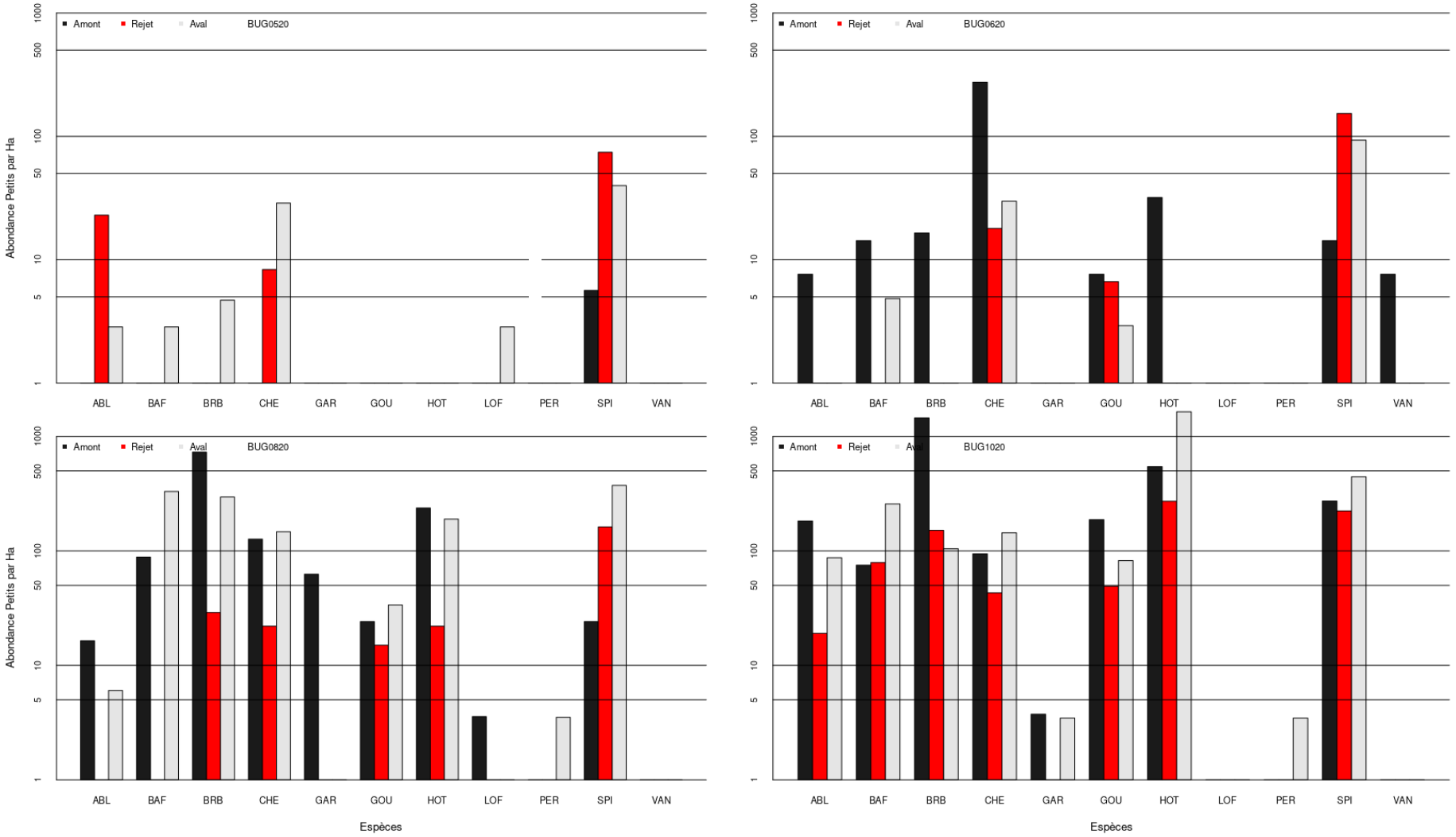


Figure 48 : Effectif des Petits individus (ind/Ha) +1, par type de station (amont, rejet et aval), par campagne et par espèce pour l'année 2020.

3.5.5 Synthèse de la comparaison amont – aval des échantillonnages piscicoles

Le peuplement de poissons du Rhône dans le secteur du Bugey (Sault-Brénaz – Jons) ne semble pas structuré par rapport à la présence du CNPE-Bugey. Les échantillonnages par pêche électrique (en continu le long des berges) des quatre campagnes de 2020 (mai, juin, août et octobre) ne révèlent pas de différence majeure dans la structure du peuplement de poissons dans les stations prospectées à l'amont et à l'aval du CNPE.

Cette absence de différence évidente est principalement liée à la variabilité très forte de la richesse spécifique, des abondances (ex 66 fois plus de poissons en amont en octobre qu'en mai) et des biomasses totales, par espèce ou par taxon. L'analyse de la structure du peuplement de poissons par taxon (groupe) de taille (Petits et Grands individus ; cf. définition au 3.4.7.1) ne peut pas se faire pour toute les espèces (à noter par exemple l'absence du silure de cette analyse). Cependant, la structure du peuplement observée à travers les taxons Petits et Grands individus n'est pas différente de celle observée à l'échelle spécifique montrant peu de différence d'abondance entre l'aval et l'amont. Même si quelques espèces sont plus abondantes soit en amont soit en aval cette variabilité est bien moindre que la variabilité temporelle (quatre campagnes). Cette variabilité temporelle s'explique par le fait que les Petits individus représentent 80% de l'abondance du peuplement de poissons échantillonné et que le recrutement de la grande majorité des espèces du Rhône à Bugey intervient au cours de l'échantillonnage (avril - juin).

En 2020 particulièrement, que ce soit en abondance ou en biomasse par espèce ou par taxon, très peu de différences ont été observées entre l'amont et l'aval, notamment pour les espèces les plus abondantes. Ces espèces principales ont été observées aussi bien en amont qu'en aval dans des proportions généralement très proches. Les quelques différences notables, surtout pour la biomasse, sont liées à quelques individus de grande taille, d'espèces accompagnatrice, donc ayant des abondances très faibles. Enfin l'augmentation des abondances et biomasses de poissons au cours des quatre campagnes de l'année 2020 est similaire entre l'amont et l'aval. Le fait que les variations observées des descripteurs de la structure de la communauté piscicole du Rhône soient synchrones et semblables entre l'amont et l'aval signifie que nous échantillonnons la même communauté. Ces similitudes dans les différents descripteurs ne permet pas de conclure à une différence de structure du peuplement entre l'amont et l'aval du rejet d'eau chaude du CNPE de Bugey dans le Rhône. Il est important de rappeler ici qu'en 2020 pendant toute la durée de l'échantillonnage, l'échauffement de l'eau était minime (réacteur 2 et 3 en arrêt).

La station Rejet, située entre les stations de l'amont et de l'aval du CNPE, possède des caractéristiques d'abondance et de biomasse intermédiaires entre les stations amont et aval du CNPE, parfois même supérieures pour certains taxons.

3.6 Synthèse du suivi ichtyologique

En 2020, les sept stations du suivi réglementaire du secteur fluvial du Rhône autour du CNPE de Bugey ont été échantillonnées lors de quatre campagnes (mai, juin, août et octobre). Ces pêches électriques de bordure (4 m de large le long des rives) sont effectuées selon le même protocole que celui mis en place dès 1979. Un jeu de données inestimable de 42 années consécutives est disponible sur ce secteur. Cette base de données est l'élément de référence pour essayer de comprendre les principaux facteurs environnementaux qui structure la communauté piscicole du Rhône dans le secteur du Bugey. Pourtant, même des chroniques de données aussi longues ne permettent pas forcément de comprendre comment s'opère la dynamique des populations de poissons à l'échelle interannuelle, notamment en lien avec les facteurs environnementaux (Cauvy-Fraunié *et al.*, 2019[4]). Par conséquent l'analyse des données d'une seule année d'échantillonnage (quatre campagnes) de la communauté piscicole pour en évaluer l'état de santé au regard du débit et de la température du Rhône, ne peut être qu'extrêmement partielle. Cependant nous avons fourni une description de la structure de la communauté piscicole estimée à partir de nos échantillonnages pour évaluer si cette communauté était différente entre l'amont et l'aval du CNPE de Bugey. La structure de la communauté a été évaluée à travers l'estimation de la richesse spécifique et des abondances et des biomasses totales sur l'année 2020, par campagne de pêche, par station de pêche, par espèce puis par taxon (Grands et Petits individus) et entre l'amont et l'aval du CNPE de Bugey.

L'amont du CNPE de Bugey, représenté par trois stations de pêche, est un habitat assez courant (20% de la surface en eau possède des vitesses d'écoulement moyennes sur la hauteur d'eau supérieures à1.4 m s-1 dès 320 m^3 s^{-1}) avec une hétérogénéité des profondeurs d'une dizaine de centimètres à plusieurs mètres, attractive pour les poissons (hors contexte d'éclusées). A l'aval du CNPE de Bugey, représenté par trois stations de pêche, les conditions d'habitat sont légèrement moins courantes qu'à l'amont avec 20 % de la surface en eau avec des vitesses d'écoulement moyennes supérieure à 1.4 m s-1 dès 400 m^3 s^{-1}) avec une diversité de profondeur comparable. Pour information, la station Rejet est plus lente (20% de la surface en eau avec des vitesses de courant > 1.4 m s-1 seulement à partir de 600 m^3 s^{-1}).

L'hydrologie du Rhône dans le secteur du Bugey en 2020 a été très variable avec une hydraulicité négative faible (-0.056) caractérisant un débit moyen plutôt faible (446 m^3 s^{-1}). Le régime thermique était caractérisé par une température très fréquemment supérieure à la moyenne interannuelle, qui se traduit par une thermicité positive forte 0.092 et une température moyenne annuelle de 13.5°C. Donc 2020 est une année plutôt chaude avec un débit moyen à faible mais très variable au cours de l'année sans cyclicité saisonnière très nette. Dans ce contexte général, la période principale de reproduction des poissons a démarré avec un débit très faible, associé à des températures de l'eau fortes (supérieures à la moyenne interannuelle), puis le débit augmente mais reste faible (inférieures à la moyenne interannuelle) pendant que la température reste très chaude. Les conditions hydrologiques et thermiques de la reproduction

[4] Cauvy-Fraunié S., Trenkel V.M., Daufresne M., Maire A., Capra H. Olivier J.-M., Lobry J., Cazelles B., Lamouroux N. 2019. Interpretation of interannual variability in long-term aquatic ecological surveys. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. https://doi.org/10.1139/cjfas-2019-0146

des poissons en 2020 n'ont pas été défavorables mais les bas débits ont certainement réduit la disponibilité en habitats favorables pour la reproduction et les fortes températures ne sont pas tolérées par toutes les espèces.

Toutes les campagnes de pêche électrique se sont déroulées dans des conditions hydrologiques et thermiques idéales, même la première journée de la campagne de mai avec un débit soutenu. L'information la plus importante pour l'année 2020 restera que les quatre campagnes de pêche électrique se sont déroulées en l'absence de rejet d'eau échauffée par les réacteurs R2 et R3, les deux plus importants pourvoyeurs d'eau chaude dans le rejet principal de Bugey. Les écarts de température enregistrés par les sondes placées à l'amont et à l'aval du CNPE de Bugey sont ainsi restés bien inférieurs à 2°C.

L'image globale du peuplement piscicole du Rhône dans le secteur du Bugey qui émerge de l'analyse des données issues des pêches de 2020 montre une richesse spécifique plutôt basse de 21 espèces (Figure 49). Seulement 13 sont présentes systématiquement depuis 2000 dont les neuf espèces majoritaires que sont par ordre décroissant d'abondance totale en 2020 : le hotu, la brème bordelière, le spirlin, le chevaine, le barbeau, le goujon, l'ablette, le silure et le gardon. Les 12 autres espèces qui constituent le peuplement échantillonné sont très peu abondantes (< 5 ind/Ha, sauf la bouvière, <10 ind/Ha). Ce peuplement est relativement pauvre compte tenu du potentiel minimum de 32 espèces (nb d'espèces capturées depuis 2000) et déséquilibré du fait de la domination de seulement quelques espèces en abondance comme en biomasse accompagnées de beaucoup d'espèces très peu abondantes (Shannon = 2.8 et équitabilité = 0.64). Le nombre total de poissons capturés en 2020 est de 4704 ind (1140 ind/Ha) et la biomasse estimée totale capturée de 33.5 kg (8.1 kg/Ha).

En 2020 l'image de la structure du peuplement en abondance par espèce et par campagne de pêche (Figure 49) est très proche de la structure en biomasse du fait d'une très grande majorité de Petits individus (81%) et de la faible abondance de gros individus qui participent de manière importante à la biomasse. Une grande proportion de Petits individus est une image normale d'un peuplement de poissons surtout si, comme pour nous, l'échantillonnage se concentre le long des berges, habitat principal de jeunes poissons de l'année. Cette structure de peuplement n'est cependant pas stable dans le temps (entre campagnes) puisqu'en mai et juin peu d'espèces et peu d'individus ont été capturés. En revanche les analyses par type de station (amont *versus* aval) présentent une image du peuplement similaire. Un des résultats les plus importants est donc de constater que la structure du peuplement de poisson évolue au cours de l'année mais que pour une date donnée la répartition des espèces et des taxons à l'amont et à l'aval sont assez comparables. C'est notamment les cas pour les neuf espèces les plus abondantes qui dominent le peuplement de poissons aussi bien à l'amont qu'à l'aval.

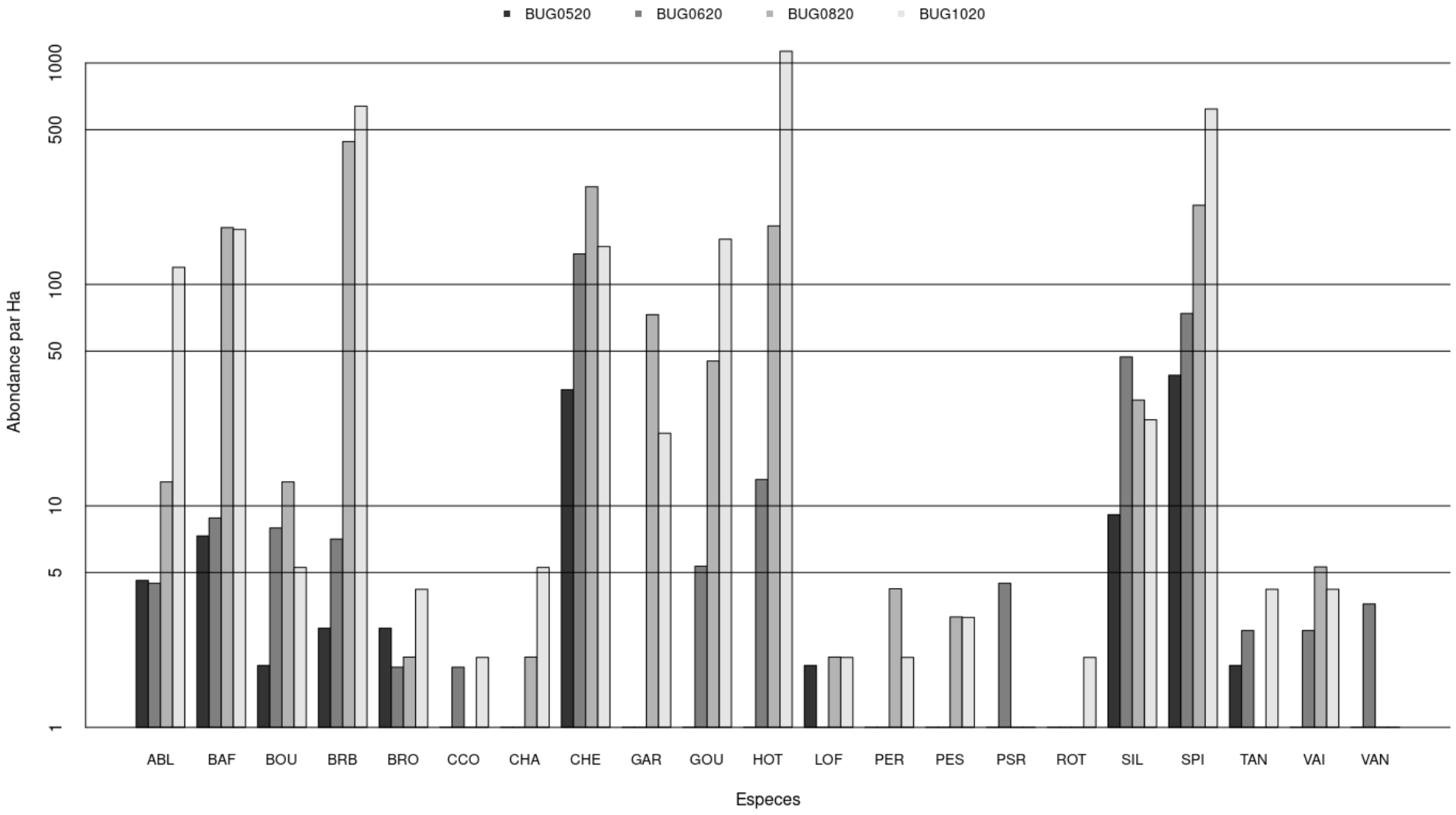


Figure 49 : Abondance totale (ind/Ha) par espèce et par campagne échantillonnée en 2020 dans le Rhône à Bugey (ensemble des stations amont, rejet et aval du CNPE de Bugey réunies).

En 2019 et les années précédentes nous observions moins de similitude entre l'amont et l'aval. Est-ce que l'absence d'échauffement à partir de mai a pu jouer un rôle dans l'homogénéisation de la répartition spatiale des espèce en 2020? Cette question ne peut être tranchée ici, mais il serait intéressant de retrouver si des échantillonnages de fin d'année (août et après) ont déjà été réalisés après un long arrêt de R2 et R3 pour tester cette hypothèse. Cependant, même si des écarts restent plus ou moins importants entre l'amont et l'aval du CNPE (exemple en 2020 il y a plus de Grands individus en aval qu'en amont en octobre), pratiquement toutes les espèces et tous les taxons sont observés en amont comme en aval. Seules quelques espèces accompagnatrice à très faible abondance (exemple la vandoise en 2020, uniquement en amont) peuvent être capturées seulement en amont ou en aval. Mais leur très faible effectif ne permet pas d'en faire des références pour évaluer un effet amont - aval. Notons que la station 6G (à l'aval mais non influencée par l'échauffement) peut jouer un rôle confondant dans cette comparaison.

En conclusion, la structure très déséquilibrée du peuplement de poissons du Rhône dans le secteur du Bugey et la forte variabilité temporelle des abondances / biomasses par espèce et par taxon, entre l'amont et l'aval du CNPE de Bugey, ne permettent pas de mettre en évidence un effet du fonctionnement du CNPE à l'échelle de l'année 2020. L'échantillonnage 2020 confirme encore (cf. années précédentes) la pertinence de la campagne d'octobre qui à elle seule permet une très bonne évaluation de la structure du peuplement du Rhône dans le secteur du Bugey tant en termes de richesse spécifique (19 des 21 espèces de 2020 sont capturées en octobre), d'indicateur du recrutement de l'année, qu'en termes de répartition des abondances entre l'amont et l'aval du CNPE de Bugey. Enfin il est important de souligner la poursuite de l'augmentation progressive du silure (depuis 2000) qui dépasse pour la première fois en 2020 le seuil des 100 ind/30 min, devenant une des espèces principales (6ème plus forte abondance en aval et 1ère biomasse totale) du peuplement, y compris en amont.

4 PHYSICO-CHIMIE, DIATOMEES ET MACROINVERTEBRES

4.1 Objectif

Cette partie du rapport correspond au suivi réglementaire physico-chimique et hydrobiologique (hors ichtyologie) de l'environnement proche du CNPE du Bugey pour l'année 2020.

Cette surveillance doit permettre de suivre l'évolution naturelle du Rhône et de déceler une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement des installations. Elle fait suite aux études antérieures réalisées annuellement entre 1978 et 2014 par le Cemagref Lyon puis Irstea Lyon-Villeurbanne et poursuivies depuis 2015 par Aralep.

4.1.1 Stations et dates d'échantillonnage

Le secteur de fleuve concerné par cette étude s'étend sur une dizaine de kilomètre entre les communes de Saint-Vulbas (amont ile de la Fenière) et de Loyettes (aval pont), soit approximativement entre les PK 49 et 39 du Haut-Rhône (Figure 50).

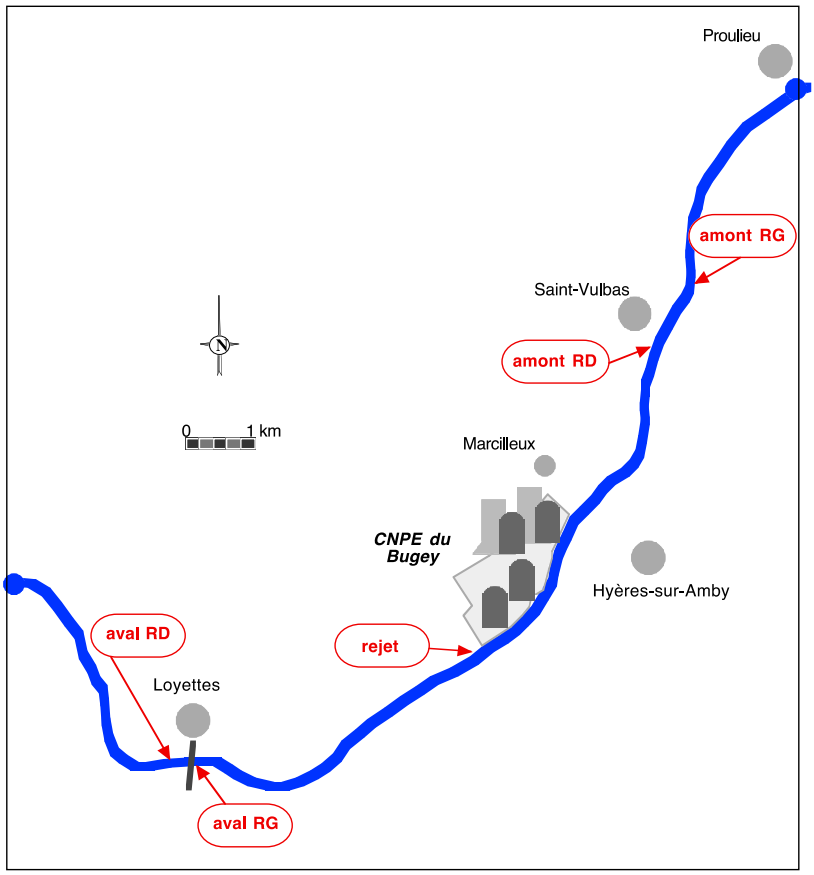


Figure 50 : Zone d'étude et localisation des stations.

Trois secteurs sont échantillonnés afin de suivre l'impact du fonctionnement du CNPE du Bugey sur le milieu récepteur (Figure 50).

Ils sont similaires d'une année sur l'autre :

- en **amont** de la prise d'eau, approximativement au PK 49 (Saint-Vulbas),

- au niveau du **rejet** principal du CNPE au PK 44,

- en **aval** de la zone de rejet et après un certain mélange, approximativement au PK 39, en aval du pont de Loyettes.

Ces secteurs sont toutefois **subdivisés pour la physico-chimie et les diatomées**, pour lesquelles les deux rives sont considérées aux **stations amont et aval**, ce sont donc **5 stations** qui sont échantillonnées pour ces deux descripteurs.

Les différents points d'échantillonnage sont détaillés sur la Figure 51 ci-dessous et leur géoréférencement est précisé dans un tableau en annexe (annexe 5.2.1). Ils sont également positionnés individuellement sur une bathymétrie et une photo aérienne géoréférencée au paragraphe Conditions d'habitat (§ 1.2) du présent rapport. Ils sont strictement similaires aux points d'échantillonnage des dernières années.

Le pas de temps d'échantillonnage est mensuel pour les descripteurs physico-chimiques et saisonniers (4 campagnes annuelles) pour les descripteurs biologiques macroinvertébrés, (IBGA) et diatomées benthiques (IBD) (Tableau 7). Il faut toutefois préciser que la campagne d'avril 2020 a été perturbée par le confinement de la crise sanitaire et que les échantillonnages en bateau n'ont pu être faits (substrats artificiels et dragages).

Tableau 7 : Calendrier d'échantillonnage 2020.

Bugey 2020	PHCH	IBD		IBGA	
			Substrats	Filets	Dragages
Jan-	14/01				
Fev-	11/02				
Mar-	11/03				
Avr-	07/04	17/04	/	17/04	/
Mai	12/05		26/05 au		
Jun-	11/06	24/06	24/6	24/06	24/06
Jul-	16/07				
Aou-	12/08		12/08 au		
Sep-	16/09	09/09	9/9	09/09	09/09
Oct-	13/10		13/10 au		
Nov-	17/11	12/11	12/11	12/11	12/11
Dec-	15/12				

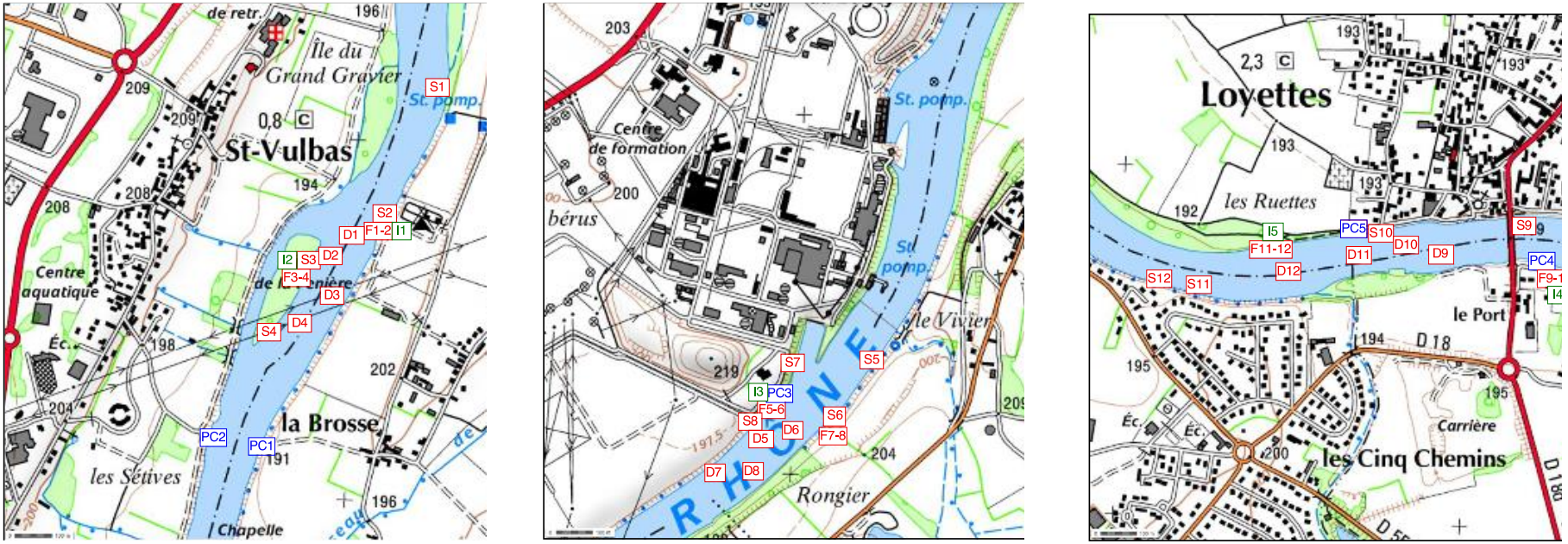


Figure 51 : Détail de l'emplacement des différents points de prélèvement et de mesure à chacune des stations (A = amont, B= rejet et C = aval). Les échantillons sont numérotés dans un ordre croissant, indifféremment de la station. Fond de carte IGN Géoportail 1:8500. PC = physico-chimie (en bleu) – S = substrat artificiel – F = filet surber de bordure – D = dragage - I = IBD (même point que les filets – en vert).

L'hydrologie et la thermie du Rhône en amont du CNPE durant ces campagnes sont représentées sur la Figure 52. Ces deux paramètres étant particulièrement détaillés précédemment au § 2 - Conditions hydrologiques et thermiques, nous ne les considérerons rapidement que vis-à-vis de leur influence potentielle sur nos échantillonnages et nos résultats.

L'**hydrologie** est en moyenne de 446 m3/s lors de l'année 2020, c'est-à-dire un peu inférieure à la moyenne de la chronique d'étude 1980-2020 (473 m3/s), soit un coefficient d'hydraulicité restant toutefois proche de la normale (0,94). Elle s'est échelonnée entre un minimum journalier de 155 m3/s et un maximum de 1270 m3/s (pic à 1350 m3/s en valeur horaire). La valeur mensuelle du coefficient a varié de 0,67 en avril et 0,71 en novembre à 1,4 en février et mars puis octobre. Ces extrêmes apparaissent donc modérés vis-à-vis des peuplements aquatiques. Lors de l'épisode de canicule estival, l'hydrologie est restée correcte avec des coefficients de 0,73 en juillet et 0,81 en août.

La **température** moyenne 2020 est de 13,5°C, s'échelonnant en valeur journalière entre 5,2 et 24,4°C (pour rappel, respectivement, 13,1, 4,6 et 23,3 en 2019).

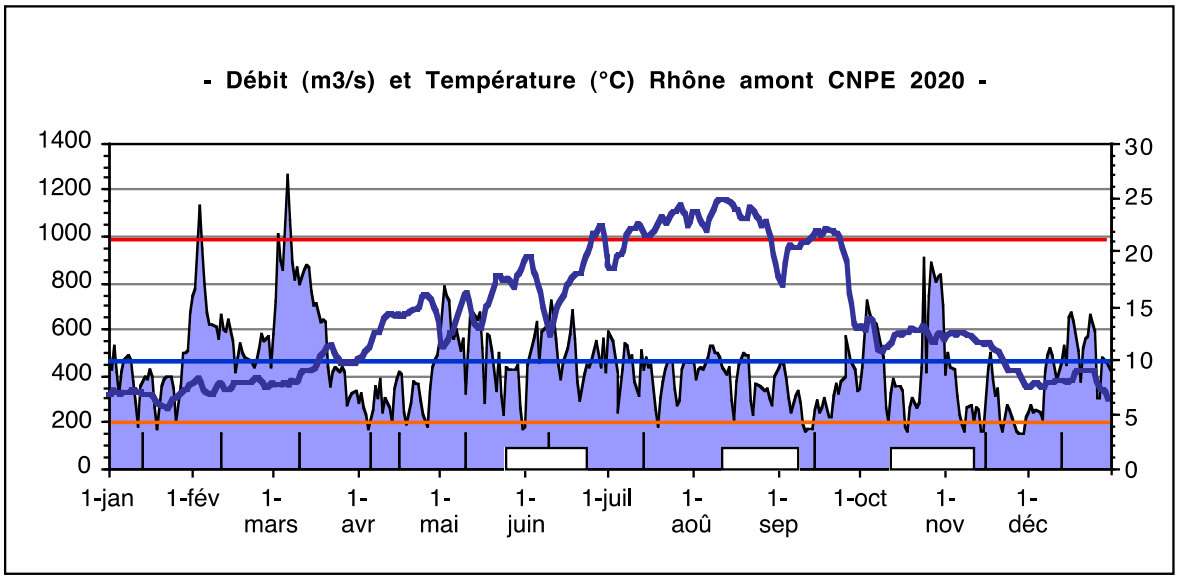


Figure 52 : Débit moyen journalier à la station CNR de Lagnieu (aire) et température moyenne journalière en amont du CNPE (courbe) au cours de l'année 2020. Les différents traits correspondent respectivement au QMNA5 (orange), au module (bleu) et à la crue annuelle (rouge). Données hydrologiques Hydroréel RDB RMC et données thermiques EDF Bugey.

4.2 Physico-chimie

4.2.1 Méthodologie d'échantillonnage

Les paramètres analysés permettent d'appréhender les principaux **éléments de qualité** au sens du **référentiel DCE** du Guide Technique d'Evaluation de l'Etat des Eaux de Surface Continentales de décembre 2012 (correspondant approximativement aux classes d'altérations de l'ex SEQ-Eau) :

- Température (altération TEMP, élément de qualité Température)

- pH (altération ACID, élément de qualité Acidification)

- Oxygène dissous en mg/l et en % saturation, COD, DBO5 et DCO (altération MOOX, élément de qualité Bilan de l'oxygène)

- Conductivité, chlorures, sulfates, silice, alcalinité, dureté, hydrogénocarbonates, ions majeurs Ca, Mg, K et Na, (altération MINE, élément de qualité Salinité pour les trois premiers)

- MES et turbidité (altération PAES, pas d'élément de qualité correspondant)

- NH4, NO2, NO3, NKJ, PO4, P total (altérations AZOT, NITR, PHOS, élément de qualité Nutriments)

- Chlorophylle a et phéopigments (altération EPRV, pas d'élément de qualité correspondant).

La fréquence des analyses est mensuelle, à l'exception des ions majeurs et de certains paramètres de minéralisation (Ca, Mg, K, TAC, TH), ainsi que de la chlorophylle, seulement analysés de manière trimestrielle.

Les mesures de température, oxygène dissous, pH, conductivité seront réalisées sur le terrain par nos soins avec un appareil multiparamètres WTW 3430. Les autres analyses, effectuées au laboratoire, sont confiées au Laboratoire Santé Environnement Hygiène de Lyon (CARSO-LSEH de Lyon), laboratoire expert accrédité COFRAC pour les prestations d'essais répondant à la norme NF EN ISO/CEI 17025. Ces analyses sont réalisées par chromatographie ionique ou spectrophotométrie pour une majorité d'ions. Les méthodes et normes d'analyses utilisées pour chaque paramètre sont précisées en annexe (annexe 5.2.2).

Les résultats sont exprimés selon la grille de qualité du référentiel DCE d'état des masses d'eau (arrêté ministériel du 25 janvier 2010 modifié 27 juillet 2018 qui renvoie aux grilles de qualité du guide technique EEESC - version décembre 2012 du MEDDE), en particulier dans l'optique

du « **bon potentiel écologique** », lorsque cela est possible. Ainsi, pour les paramètres non pris en compte dans ces derniers documents (conductivité, MES, turbidité, chlorophylle,…), nous continuerons de nous référer à la grille SEQ-Eau (altérations MIN, PAES et EPRV), qui a servi de base aux grilles précédentes. Un tableau des classes d'état DCE se trouve en annexe (annexe **Error! Reference source not found.**).

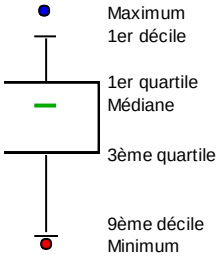
Toutefois, la méthodologie DCE de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié n'est pas strictement applicable dans le cadre du présent suivi, et n'est donc pas appliquée (valeurs hautes + basses avec l'incertitude associée, points de prélèvement représentatif de la masse d'eau, etc...).

Les résultats physico-chimiques des douze campagnes mensuelles sont synthétisés dans le Tableau 8. Les fiches d'essai du laboratoire CARSO de chaque analyse par station et par date sont regroupées dans un second document.

4.2.2 Résultats

Les données sont représentées selon le principe des graphiques de type « boites et moustaches » afin de montrer la dispersion annuelle des données brutes (Figure 53 à Figure 57). Les principales statistiques annuelles de chaque paramètre sont résumées dans le Tableau 8, tandis que les résultats détaillés de chaque campagne figurent en annexe (Annexe 5.2.4).

La représentation selon le principe des « boites et moustaches » (Box & Whiskers Plot ou Box Plot, Tukey, 1977) permet de faire ressortir différentes statistiques. Chaque boite est ainsi délimitée par 5 indicateurs statistiques (cf graphique ci-contre) : les 1er et 3ème quartiles, la médiane et les valeurs extrêmes situées au-delà des 1er et 9ème déciles (« moustaches »).



Les figures qui en sont issues permettent de visualiser l'évolution des médianes d'une part, la dispersion des valeurs brutes d'autre part.

La **température** moyenne enregistrée lors des 12 dates de mesures (mesures ponctuelles instantanées) s'est échelonnée de 13,5-13,6 à l'amont selon la rive à 14,6 à l'aval RD (13,5°C à l'aval RG), pour une température moyenne en aval immédiat du rejet de 16,8°C. Ces valeurs sont supérieures de plus de 1°C à celles de l'an dernier à la station amont en raison d'une part d'un important épisode caniculaire eu juillet-août, d'autre part de températures minimales plus élevées d'environ 1°C. Par contre, elles sont nettement inférieures aux stations rejet et aval RD (influencée par la dilution de ce dernier) en raison de l'arrêt de la tranche 2 durant pratiquement toute l'année et de la tranche 3 à partir de mi-juin (prêt de 4°C d'écart au rejet et 1°C en aval RD). Le delta T moyen par rapport à l'amont est ainsi réduit d'autant, voisin de 3°C au rejet et de 1°C en aval RD à Loyettes après dilution progressive (respectivement proche de 8 et de 3°C ces deux dernières années).

Excepté aux deux dernières stations en lien avec les arrêts de tranches, les valeurs moyennes 2020 sont supérieures à celles de la chronique de suivi (décennale et années 2000) (Tableau ci-dessous). Cet écart va en diminuant lorsqu'on réduit la chronique de comparaison et se rapproche des dernières années,. Ceci est parfaitement en rapport avec les observations d'évolution climatique montrant que les années les plus chaudes se situent toutes dans la dernière décennie, voire moins.

Température annuelle (°C)	**Amont RD**	**Amont RG**	**Rejet**	**Aval RD**	**Aval RG**
Moyenne 1980-2020	12,2	12,3	20,3	16,0	12,9
Moyenne 2000-2020	12,9	12,8	20,4	16,2	13,4
Moyenne 10 ans 2011-2020	13,3	13,3	20,7	16,5	13,7
Moyenne 2020	*13,6*	*13,5*	*16,8*	*14,6*	*13,5*

Le constat 2020 reste « classique » : en dehors du phénomène thermique précédent, récurrent d'une année sur l'autre, l'ensemble des autres paramètres montre toujours **peu de discriminations entre les stations**. Les écarts existants sont le plus souvent dus à des conditions précises, tel que le rejet de la STEP de Saint-Vulbas en amont RD (essentiellement chlorures et sodium cette année, voire conductivité, cf valeurs moyennes et maxi Tableau 8), ou, plus ponctuellement, celui de celle de St-Romain-de-Jalionas en aval RG (ammonium). L'influence des phénomènes hydrologiques (cf accroissement des matières en suspension et de la turbidité lors d'épisodes de hautes eaux) est moins marquée cette année sur nos échantillons avec un débit moyen de 500 m3/s lors de nos différentes sorties (maximum voisin de 800 m3/s mi-mars).

Les valeurs unitaires les plus élevées restent essentiellement liées à l'hydrologie via les phénomènes de concentration-dilution et/ou à la production primaire. L'ensemble des stations présente une **très bonne qualité des eaux** au sens de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié 27 juillet 2018 permettant d'évaluer l'état chimique des masses d'eau, et/ou du SEQ-Eau pour les paramètres considérés uniquement par celui-ci, en dehors des quelques phénomènes ponctuels mentionnés précédemment. On peut mentionner plus particulièrement :

- Un taux d'oxygénation toujours très satisfaisant (> 8 mg/l et majoritairement > 80%) et un pH particulièrement homogène dans le temps et dans l'espace (gamme générale de variation comprise entre 8,0 et 8,8 unités dans près de 90% des mesures).

- Des teneurs en pigments chlorophylliens toujours aussi insignifiantes (en grande partie liées au caractère vif et courant de ce secteur du fleuve).

- Des concentrations en azote et en phosphore globalement faibles, se situant en classe de très bonne qualité, à l'exception de la mesure de NH4 en janvier au rejet (0,86 mg/l) pour une raison inexpliquée (rejet particulier indéterminé,… ?). Rappelons pour NO3

que, bien que classés en très bonne qualité dans le cadre de l'arrêté (< 10 mg/l), ceux-ci seraient « seulement » de bonne qualité selon le SEQ-Eau (i.e. compris entre 2 et 10 mg/l), toujours ≥ 3,5 mg/l pour des maximums de 6,5 mg/l.

- Restant plus modérée que sur des rivières de plaine lentes et productives, la consommation biologique estivale de l'ammonium et des nitrates n'en est pas moins visible, associée à la même période à une baisse du TAC, TH et HCO3 via la moindre solubilité du CO2 et la précipitation d'HCO3 (NO3 majoritairement compris entre 2 et 3 mg/l, TAC < 10°f, HCO3 voisin de 100-110 mg/l). A l'inverse, la concentration en ions SO4, marqueurs géochimiques du Haut-Rhône, sont plus concentrés à la même période avec la réduction des apports hydrologiques (44 mg/l en moyenne entre juillet et septembre contre moins de 40 mg/l aux autres dates).

Comparés aux résultats de la chronique des 10 dernières années, les **résultats 2020 restent globalement dans la même gamme de valeurs** (Figure 58). Les quelques différences sont en lien avec une hydrologie peu chahutée (MES moindres quelle que soit la station) ou une température plus basse au rejet influençant les équilibres calco-carboniques (pH plus élevé), par exemple. Parmi les différents ions, le pic d'ammonium 2020 au rejet est essentiellement dû à l'artefact de janvier (cf précédemment), les valeurs de NO3 sont un peu supérieures tandis que celles de PO4 sont plutôt moindres (phénomènes de concentration-dilution essentiellement), l'effet de la STEP de Saint-Vulbas tend à se modérer vis-à-vis des chlorures, etc.

Enfin, ces résultats sont comme tous les ans comparés à ceux de la station RCS de l'Agence de l'Eau située en amont de Lagnieu à Saint-Sorlin-en-Bugey (cf Tableau 8), désormais échantillonnée 6 fois par an (mais dont les derniers résultats ne sont pas accessibles au moment de la rédaction de cette étude). Les différentes valeurs sont très voisines, hormis la température moyenne plus élevée de 1°C à Saint-Sorlin car c'est la valeur du mois de novembre qui est manquante.

Tableau 8 : Résumé des principales statistiques des paramètres physico-chimiques mesurés (moyenne annuelle et minimum et maximum annuels), et comparaison avec la station RCS de St-Sorlin-en-Bugey. Les paramètres sont classés par éléments de qualité et/ou types d'altération. En italique, les paramètres échantillonnés uniquement de façon trimestrielle.

Bugey 2020	St-Sorlin 2020		amont RD	amont RG	rejet	aval RD	aval RG
	N=5		N = 12	N = 12	N = 12	N = 12	N = 12
Température (°C)	14,6 (6,4 - 21,2)		13,6 (7,1 - 24,2)	13,5 (7,0 - 24,4)	16,8 (8,0 - 24,6)	14,6 (8,0 - 24,7)	13,5 (7,5- 24,5)
pH (unité)	8,2 (8,0 - 8,3)		8,2 (7,5 - 8,5)	8,2 (7,9 - 8,8)	8,2 (7,3 - 8,7)	8,2 (7,1 - 8,8)	8,2 (7,7 - 8,7)
O2 (mg/l)	10,5 (9,2 - 12,4)		10,2 (8,1- 11,8)	10,3 (8,1- 12,5)	10,1 (8,1 - 12,0)	10,2 (8,2 - 11,9)	10,4 (8,1 - 12,5)
O2 (% saturation)	103 (101 - 105)		100 (95 - 110)	100 (84 - 120)	109 (104 - 117)	102 (85 - 120)	101 (83 - 117)
DBO5 (mgO2/l)	0,6 (0,5 - 0,9)		0,9 (<0,5 - 1,7)	1,4 (<0,5 - 4,0)	0,8 (<0,5 - 1,4)	1,0 (<0,5 - 1,8)	1,1 (<0,5 - 2,7)
DCO (mgO2/l)	< 20		< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
COD (mgO2/l)	0,9 (0,9 - 1,0)		1,5 (1,0 - 2,3)	1,6 (0,89 - 2,7)	1,5 (1,1 - 2,3)	1,5 (1,1 - 2,2	1,7 (1,0 - 4,0)
MES (mg/l)	7,3 (1 - 19)		8,1 (<2,0 - 17,0)	8,2 (<2,0 - 20,0)	8,6 (<2,0 - 20,0)	8,2 (<2,0 - 20,0)	8,7 (<2,0 - 22,0)
Turbidité (NFU)	7,7 (1,1 - 20)		4,0 (0,9 - 12,0)	5,0 (0,7 - 17,0)	3,7 (0,7 - 14,0)	3,5 (0,5 - 16,0)	5,4 (0,5 - 20,0)
NH4 (mg/l)	0,03 (0,03 - 0,15)		0,06 (<0,05 - 0,13)	0,07 (<0,05 - 0,28)	0,12 (<0,05 - 0,86)	0,06 (<0,05 - 0,15)	0,08 (<0,05- 0,24)
NO2 (mg/l)	0,05 (0,04 - 0,06)		0,046 (0,030 - 0,060)	0,046 (0,040 - 0,060)	0,045 (0,030 - 0,060)	0,044 (0,030 - 0,060)	0,044 (0,030 - 0,060)
NO3 (mg/l)	3,5 (2,8 - 4,9)		4,1 (2,6 - 6,5)	3,9 (2,1 - 6,4)	4,0 (2,3 - 6,4)	4,0 (2,3 - 6,4)	4,6 (2,5 - 6,6)
N Kjeldahl (mg/l)	< 0,5		< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PO4 (mg/l)	0,06 (0,04 - 0,08)		0,04 (0,02 - 0,07)	0,05 (<0,01 - 0,07)	0,03 (0,01 - 0,04)	0,05 (0,02 - 0,07)	0,05 (<0,01 - 0,11)
P total (mg/l)	0,026 (0,020 - 0,031)		0,027 (0,012 - 0,036)	0,026 (<0,01 - 0,035)	0,027 (0,011 - 0,041)	0,026 (0,011 - 0,040)	0,027 (0,010 - 0,039)
Conductivité (µs)	335 (301 - 390)		350 (300 - 414)	343 (282 - 446)	347 (284 - 471)	345 (287 - 442)	349 (289 - 438)
SiO2 (mg/l)	1,8 (1,0 - 2,9)		2,0 (<1,0 - 5,2)	1,9 (<1,0 - 3,3)	1,8 (<1,0 - 3,3)	1,8 (<1,0 - 3,2)	2,0 (<1,0 - 3,3)
Cl- (mg/l)	10,0 (9,4 - 10,5)		12,6 (8,7 - 16,0)	10,5 (7,8 - 13,0)	9,9 (2,8 - 14,0)	10,8 (8,2 - 14,1)	10,5 (8,0 - 13,0)
SO4 (mg/l)	37,8 (30,3 - 45,3)		36,9 (26,0 - 45,1)	36,3 (25,0 - 44,1)	36,8 (26,0 - 47,4)	37,3 (27,3 - 45,1)	35,9 (25,0- 44,3)
TAC (°f)	11,4 (8,1 - 15,9)		11,8 (8,3 - 15,9)	11,8 (8,1 - 15,9)	11,7 (8,1 - 15,7)	11,7 (8,2 - 15,4)	12,1 (8,2 - 15,9)
HCO3 (mg/l)	133 (101 - 165)		143 (101 - 193)	143 (98 - 193)	142 (99 - 192)	141 (99 - 188)	147 (100 - 194)
TH (°f)	*14,4 (12,2 - 16,7)*		*14,9 (13,4 - 16,2)*	*14,5 (12,6 - 16,2)*	*14,7 (12,9 - 16,2)*	*14,6 (12,7 - 16,2)*	*14,7 (13,0 - 16,6)*
Na (mg/l)	6,6 (6,2 - 7,0)		7,8 (5,8 - 9,9)	6,8 (5,2 - 8,6)	7,0 (5,4 - 9,5)	7,1 (5,5 - 9,2)	6,9 (5,3 - 8,8)
Ca (mg/l)	48,6 (39,4 - 57,9)		*49,2 (43,4 - 55,2)*	*57,7 (40,7 - 55,2)*	*48,3 (41,9 - 55,5)*	*48,2 (41,0 - 54,9)*	*48,6 (42,1 - 56,6)*
Mg (mg/l)	5,5 (5,4 - 5,6)		*5,9 (5,4 - 6,2)*	*5,9 (5,3 - 6,2)*	*5,9 (5,4 - 6,2)*	*5,9 (5,5 - 6,2)*	*5,9 (5,3 - 6,2)*
K (mg/l)	1,6 (1,4 - 1,8)		*2,4 (1,9 - 2,8)*	*1,9 (1,7 - 2,1)*	*2,1 (1,5 - 2,8)*	*2,0 (1,6 - 2,4)*	*2,1 (1,5 - 2,7)*
Chlorophylle a (µg/l)	1,0 (1,0 - 1,0)		*1,0 (1,0 - 1,0)*	*1,5 (1,0 - 2,0)*	*1,3 (1,0 - 2,0)*	*1,5 (1,0 - 3,0)*	*1,5 (1,0 - 2,0)*
Phéopigments(µg/l)	1,0 (1,0 - 1,0)		*0,4 (<0,5 - 1,0)*	*0,4 (<0,5 - 1,0)*	*<0,5 (<0,5 - <0,5)*	*<0,5 (<0,5 - <0,5)*	*<0,5 (<0,5 - <0,5)*

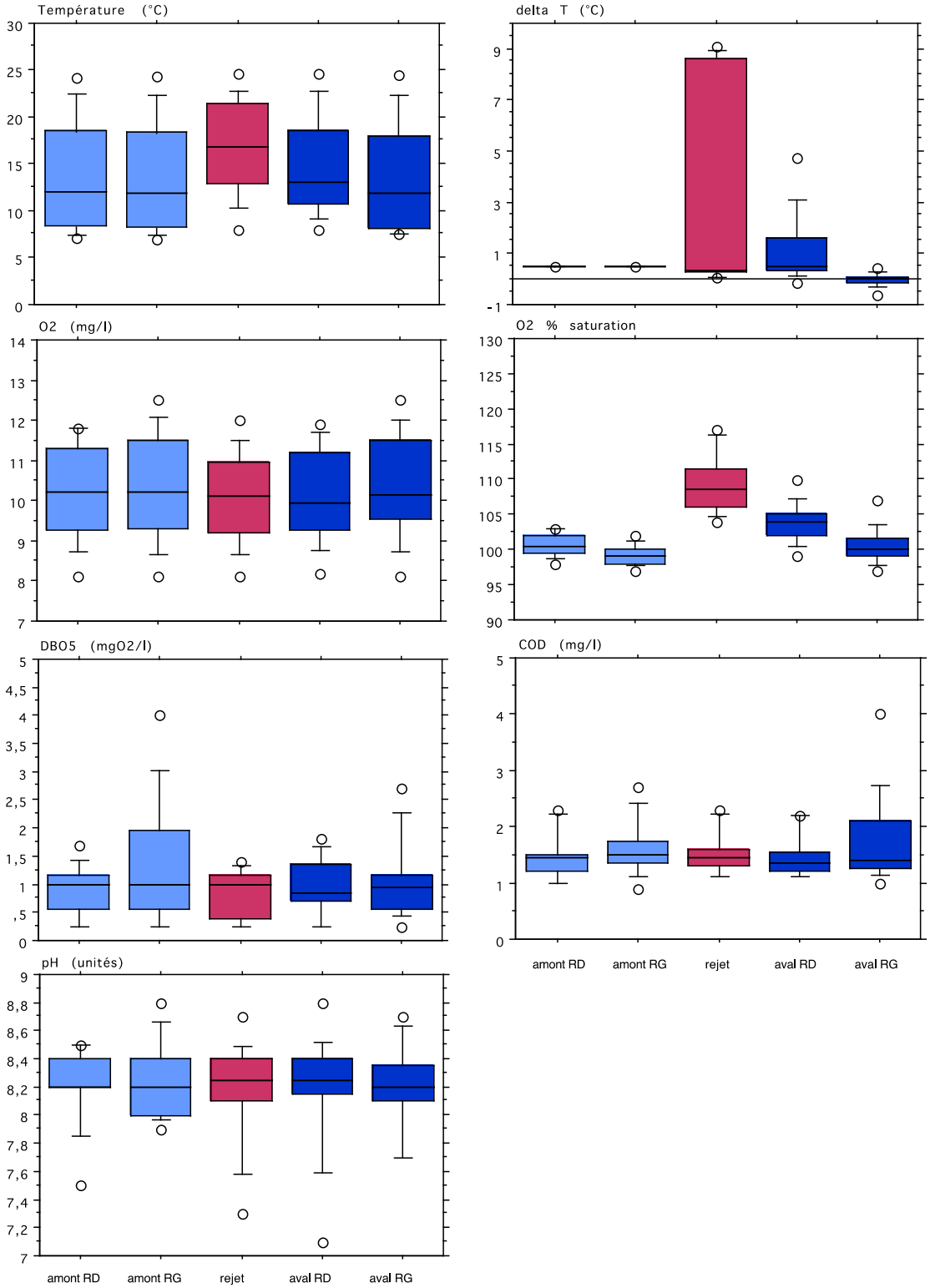


Figure 53 : Distribution 2020 des données pour les éléments de qualité température, bilan de l'oxygène et acidification selon le principe des « boites et moustaches ».

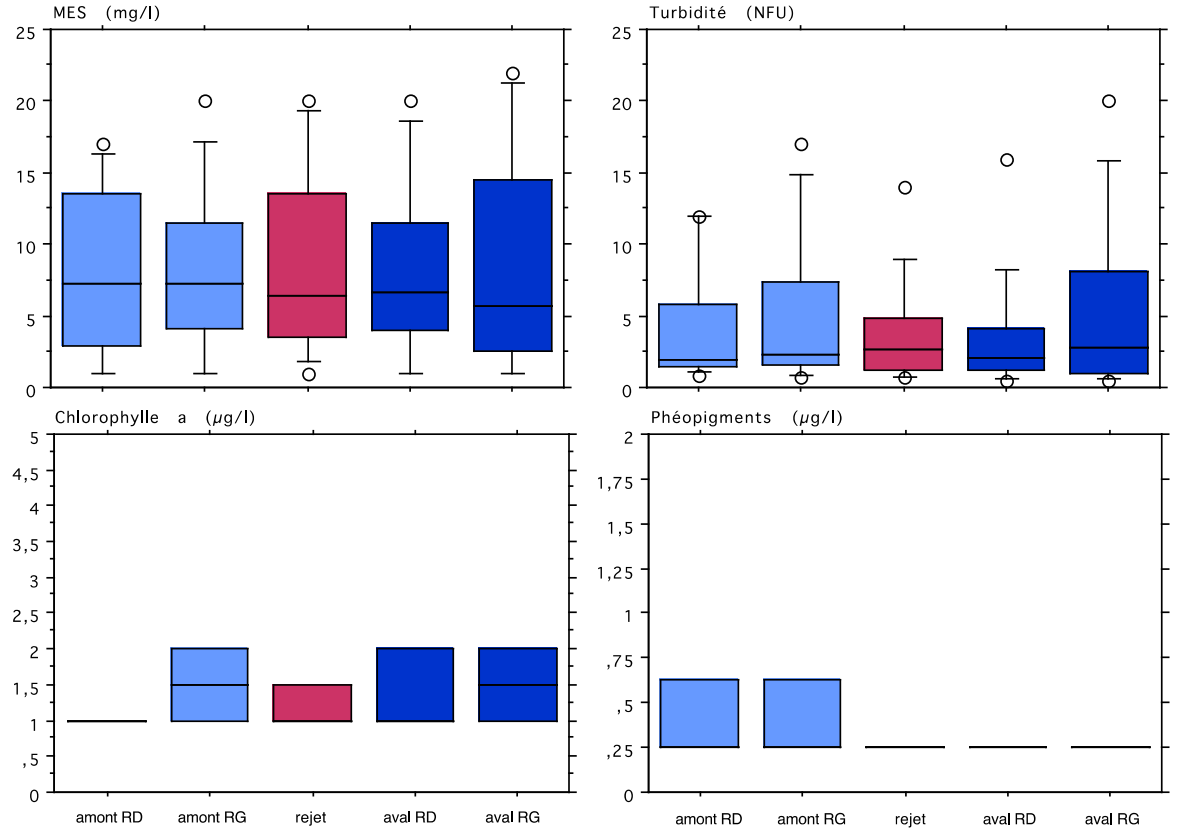


Figure 54 : Distribution 2020 des données pour les altérations particules en suspension et effets des proliférations végétales (i.e. chlorophylle) selon le principe des « boites et moustaches ».

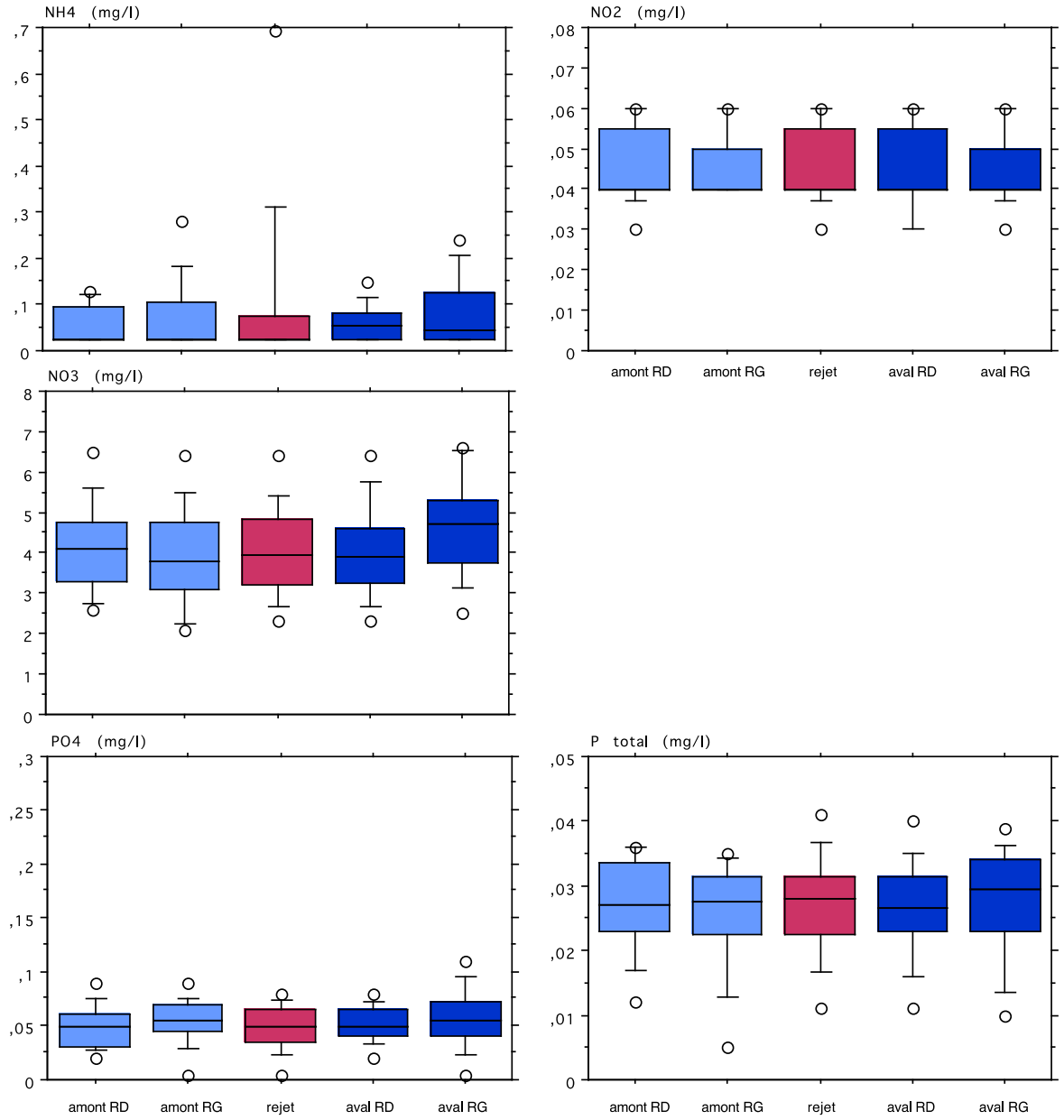


Figure 55 : Distribution 2020 des données pour l'élément de qualité nutriments selon le principe des « boites et moustaches ».

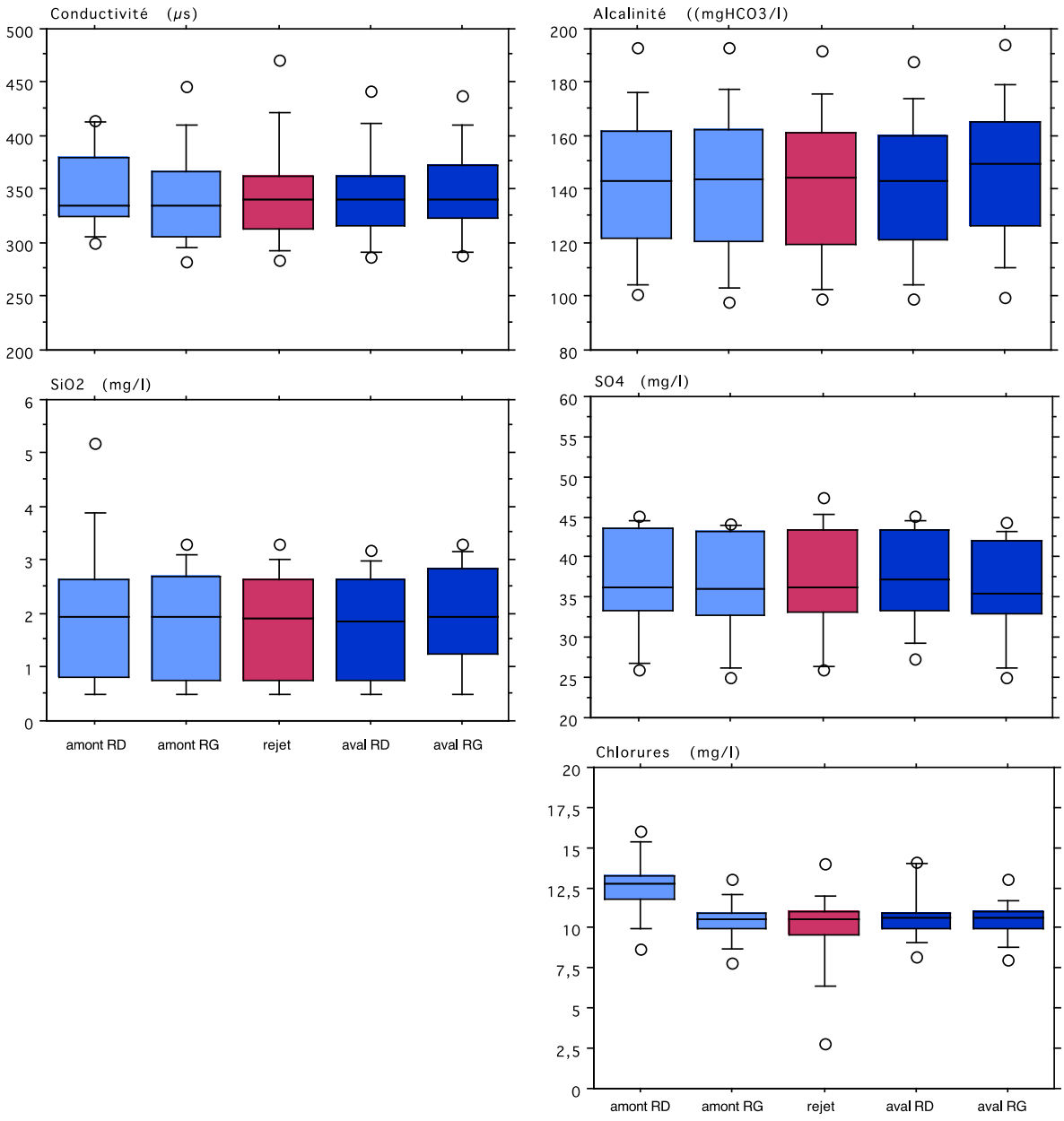


Figure 56 : Distribution 2020 des données pour l'élément de qualité salinité selon le principe des « boites et moustaches ».

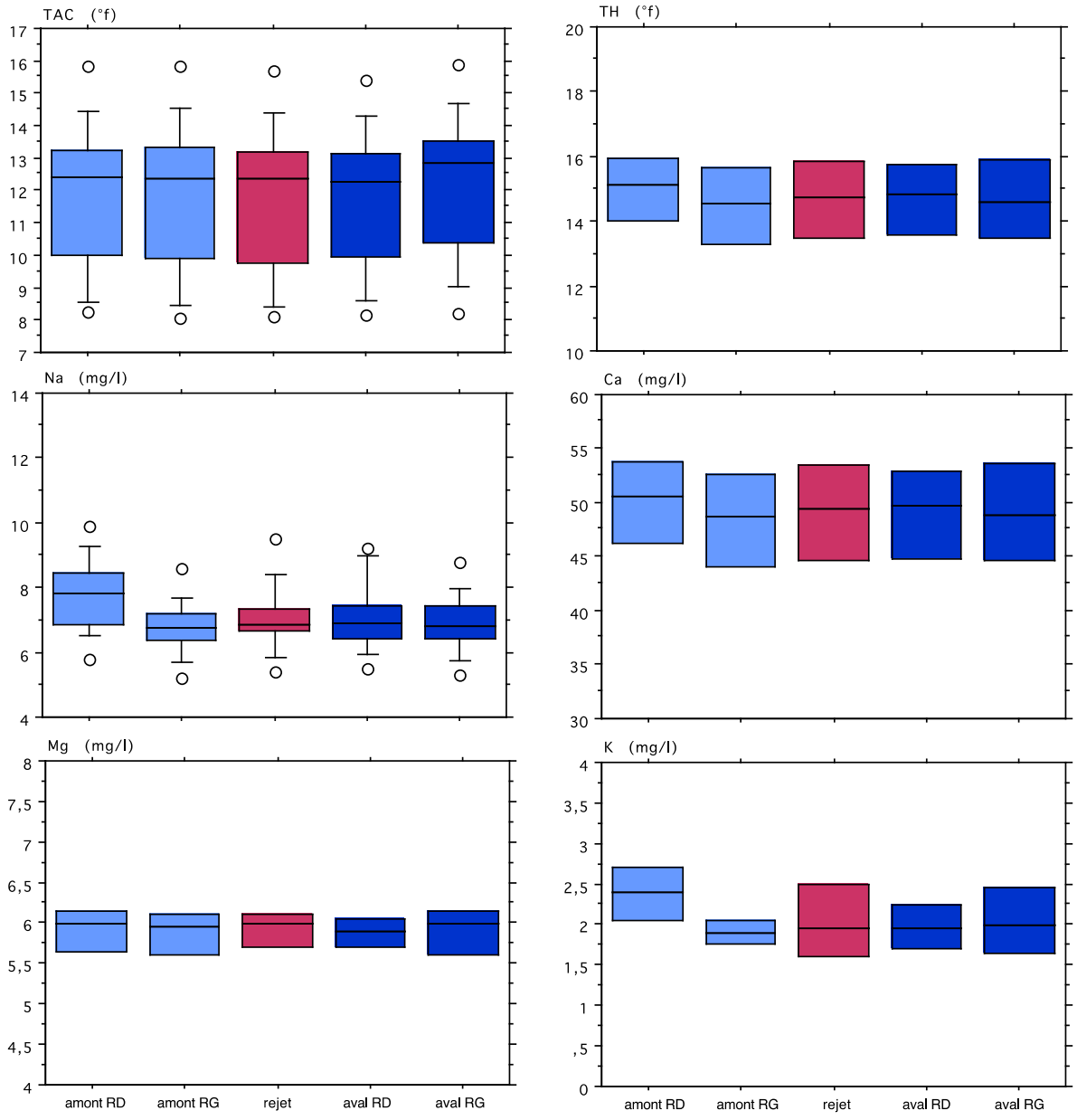


Figure 57 : Distribution 2020 des données pour l'altération minéralisation selon le principe des « boites et moustaches ».

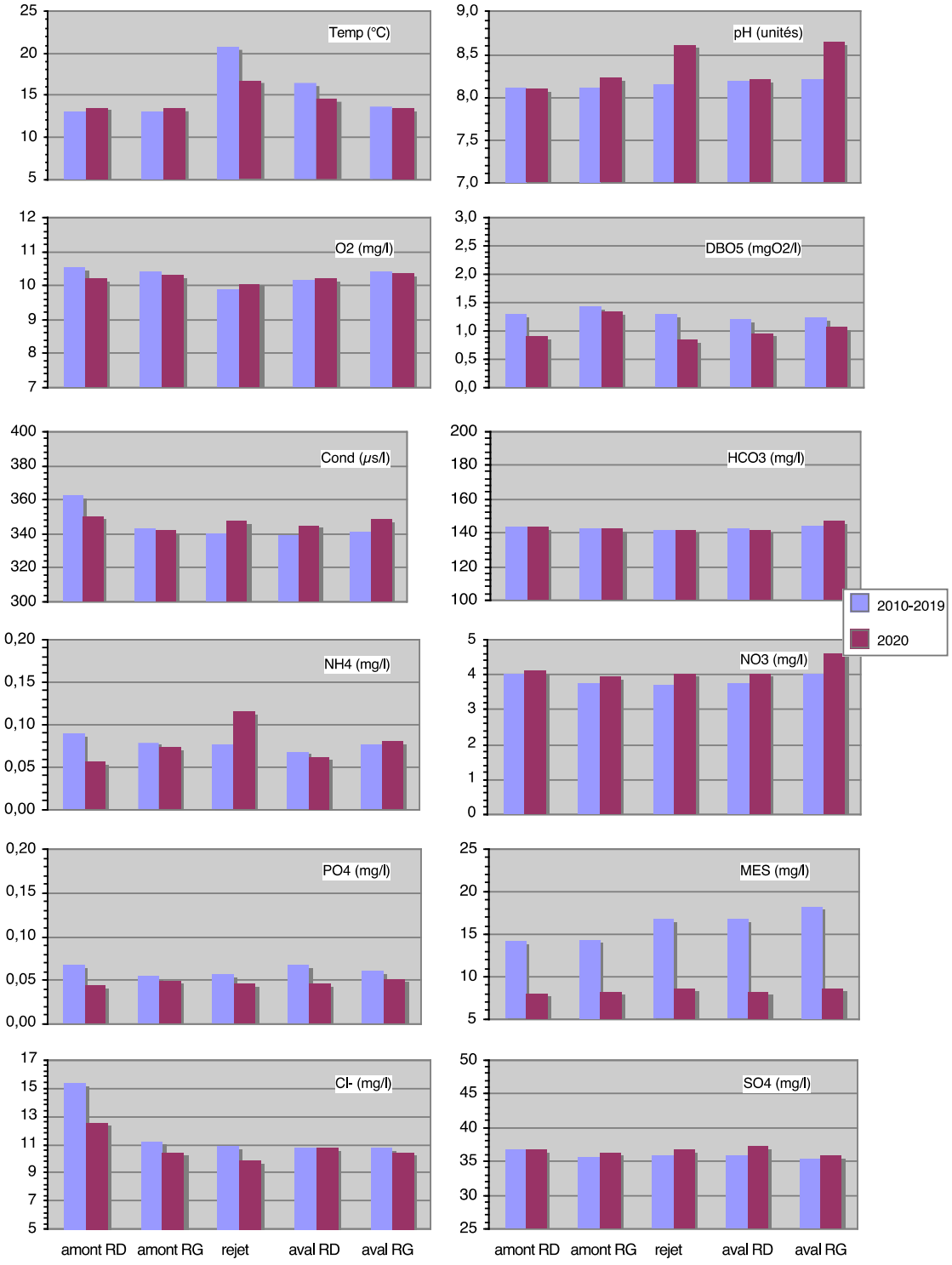


Figure 58 : Comparaison des résultats moyens 2020 aux valeurs moyennes de la chronique décennale 2010-2019 pour une sélection de paramètres représentatifs. 4 mesures annuelles jusqu'en 2014 puis une mesure mensuelle.

4.3 Diatomées benthiques

4.3.1 Méthodologie d'échantillonnage

Les **diatomées** constituent la **majorité des algues du périphyton** qui colonise les supports naturels (cailloux, galets, branchages, etc.) ou artificiels (enrochements, palplanches, etc.) immergés ou continuellement humides. Les diatomées sont des algues brunes microscopiques unicellulaires allant de 5 à 500 µm formant parfois des colonies. Elles sont invisibles à l'œil nu mais peuvent former, lorsqu'elles sont abondantes, un biofilm sur le substrat de couleur brunâtre caractéristique et bien visible.

Du fait de leurs nombreux avantages (facilité d'échantillonnage, sensibilité aux perturbations physico-chimiques, systématique relativement bien connue, etc.), les diatomées benthiques sont souvent utilisées dans les études de qualité de l'eau. Ainsi, les Agences de l'Eau ont adopté des **indices diatomiques** (notamment l'Indice Biologique Diatomées ou IBD) pour le suivi de la qualité biologique des cours d'eau en complément d'autres indices (IBGN, indice poissons, etc.) et des analyses physico-chimiques.

La méthodologie appliquée dans le cas présent pour les prélèvements de terrain, le traitement de l'échantillon au laboratoire et l'identification des diatomées suit strictement la **méthodologie IBD** (Indice Biologique Diatomées), soit les normes AFNOR NF T 90-354 de juin 2000 révisée en décembre 2007 puis avril 2016[5] et NF EN 13946 de juillet 2003 (guide de prélèvement en rivière).

Le principe de l'IBD consiste à récolter selon un protocole standardisé les diatomées colonisant les supports naturels ou artificiels. La couverture biologique est recueillie par grattage d'une surface définie (environ 100 cm2) des divers substrats (photo ci-contre). L'échantillon est fixé immédiatement dans de l'alcool à 95 % avant traitement au péroxyde d'hydrogène et à l'acide chlorhydrique. Ce dernier permet d'éliminer la totalité de la matière organique. L'échantillon, ainsi traité, est monté sur lame pour observation sous microscope à fond clair, contraste de phase ou
illumination oblique circulaire selon les besoins.

L'identification est réalisée sur un échantillon minimum de 400 diatomées. Celle-ci s'appuie en particulier sur les ouvrages « Süßwasserflora von Mitteleuropa » de Krammer et Lange-

5 AFNOR, 2016. *Norme Française NF T 90-354. Qualité de l'eau. Echantillonnage, traitement et analyse de Diatomées benthiques en cours d'eau et canaux*, Paris, avril 2016.

Bertalot, « Diatoms of Europe », des derniers Atlas de détermination réalisés par les DREAL ainsi que des articles récents provenant notamment de la revue « Diatom Research » Certains taxons sont regroupés (taxons appariés). Il existe actuellement près de 700 taxons appariés et 349 synonymes anciens. Le calcul de l'IBD (aboutissant à une note indicielle finale sur 20 et à un découpage en classes de qualité) passe par la connaissance de la probabilité de présence de chaque taxon apparié pour sept classes de qualité d'eau et par la valeur indicatrice de chaque taxon. L'IBD est particulièrement sensible à la matière organique, aux éléments nutritifs (azote et phosphore) et à la minéralisation, c'est-à-dire aux altérations MOOX et salinité du SEQ-Eau.

Le logiciel OMNIDIA (Lecointe *et al.*, 1993[6]) permet, entre autres, le calcul de l'IBD et de différents autres indices diatomiques tel que l'IPS. Il fournit également une mise à jour de la systématique des algues qui évolue beaucoup au cours du temps. La base taxonomique proposée par OMNIDIA décrit près de 10 000 taxons classés selon une codification à 4 lettres. Cette classification est reprise dans ce rapport. Les listes floristiques compatibles utilisées pour ce rapport sont celles de la version OMNIDIA 6.0.

Dans le principe et conformément au protocole SEEE (i.e. Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux) mis en place de dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau, la note IBD est associée à 5 classes de qualité. Dans le cadre de ce protocole, les cours d'eau ont été définis en tant que type de masse d'eau associée à une hydroécorégion (HER) pour lequel les limites de classes de qualité varient. Le Rhône est considéré en tant que masse d'eau comme « Très Très Grands fleuves Alpins » (TTGA). Dans le cadre du SDAGE actuel (2016-2021), il ne possède pas de limites de classe de qualité, c'est pourquoi les notes IBD dans le présent rapport ne seront donc pas associées à une classe de qualité (code couleur). De la même manière, les notes EQR, récemment introduites dans l'arrêté du 27 juillet 2015 s'appliquant à ce SDAGE, ne peuvent pas être calculées, n'ayant pas de valeur de référence pour ce type de milieu. Cela sera toutefois corrigé avec l'entrée en application du prochain SDAGE 2022-2027.

Enfin, pour rappel, il n'existe pas à l'heure actuelle de norme spécifique d'**échantillonnage des diatomées en grand cours d'eau**. L'échantillonnage s'effectue donc par adaptation du protocole en rivière NF T90-354. Toutefois, le Rhône à Bugey se démarque par des rives abruptes et un marnage journalier souvent important (variation supérieure à 1m), avec comme conséquence principale une exondation possible du substrat en cas de faible débit ou, au contraire, une immersion trop importante du substrat de rive en cas de crue prolongée par exemple. Les techniques d'échantillonnage doivent ainsi s'adapter au mieux à l'hydrologie précédent les prélèvements (prise en compte des 4 semaines précédentes). L'homogénéité du substrat du Rhône à Bugey permet de maintenir au cours de l'année un échantillonnage sur un **substrat cohérent, strictement minéral** (galets/blocs), quel que soit le niveau des eaux. Il est réalisé par **prospection en zone rivulaire** soit par échantillonnage direct à pieds (basses eaux)

[6] Lecointe C., Coste M. & Prygiel J., 1993. "OMNIDIA" software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270, 509-513.

soit par grattage des pierres plates des substrats artificiels complémentaires des invertébrés (hautes eaux).

L'ensemble des opérations de terrain et de laboratoire est réalisé sous **habilitation COFRAC** d'ARALEP pour ce descripteur (attestation n° 1-6360 du 1er février 2018 et agrément laboratoire du 25 juillet 2018).

4.3.2 Analyse des peuplements de diatomées

Les résultats floristiques détaillés des quatre campagnes de prélèvement sont consignés en annexe (annexe 5.2.5). Les fiches d'essai COFRAC et les sorties Omnidia sont regroupées dans un second document l'ensemble des rapports d'analyses et fiches d'essais. Le Tableau 9 résume les différents résultats obtenus au cours des 4 campagnes d'échantillonnage.

4.3.2.1 Richesses taxonomiques

En 2020, la richesse totale, toutes stations et campagnes confondues, est de **143 taxons** au niveau spécifique, soit intermédiaire entre les deux années précédentes (139 en 2018, 148 en 2019), après les deux fortes valeurs des deux premières années de suivi de ce descripteur (pour rappel 174 et 165 unités en 2015 et 2016) (Figure 59). La moyenne inter-annuelle des 6 années s'établit ainsi à 153 taxons.

A titre de comparaison, pour un suivi sensiblement similaire (4 dates et 4 stations), cette valeur est en moyenne de 163 taxons sur la période 2015-2019 pour le CNPE de Saint-Alban sur le Rhône en aval de Lyon, pour une valeur maximale de 175 taxons en 2016 (ARALEP, 2020)[7].

La **richesse unitaire** (une station à une date) est en moyenne de 33,2 taxons en 2020, valeur la plus basse obtenue depuis le suivi, soit 5 points inférieure à la valeur moyenne inter-annuelle (38,14 taxons). Celle-ci fluctue entre un minimum de 14 taxons à la station amont RG en novembre et un maximum de 60 taxons en avril en aval RD. L'écart mini/maxi est le plus élevé depuis le début du suivi du fait d'une valeur de richesse minimum nettement plus faible cette année, la richesse maximum étant sensiblement équivalente.

[7] ARALEP, 2020. *Suivi hydrobiologique du Rhône au niveau de la centrale nucléaire de St-Alban – St-Maurice. Année 2019*. Rapport au CNPE de St-Alban.

Tableau 9 : Résumé des principaux paramètres descripteurs des communautés de diatomées benthiques du Rhône à Bugey pour l'année 2020.

Bugey	17/04/2020					24/06/2020					09/09/2020					12/11/2020				
2020	Amont RG	Amont RD	Rejet	Aval RG	Aval RD	Amont RG	Amont RD	Rejet	Aval RG	Aval RD	Amont RG	Amont RD	Rejet	Aval RG	Aval RD	Amont RG	Amont RD	Rejet	Aval RG	Aval RD
Effectif (récolté)	410	407	405	410	404	407	407	403	408	406	424	426	420	427	437	412	409	412	407	407
NB esp	41	46	47	35	60	41	33	39	41	28	20	25	32	37	22	14	20	27	27	28
NB genre	24	19	23	15	22	17	12	17	18	13	14	14	16	17	13	10	12	15	13	14
Diversité H'	4,17	4,52	4,53	3,96	4,93	3,88	3,29	3,91	4,1	3,36	2,85	2,93	3,61	3,66	2,88	1,11	2,56	3,04	3,12	3,22
Equitabilité J'	0,78	0,82	0,82	0,77	0,83	0,72	0,65	0,74	0,77	0,7	0,66	0,63	0,72	0,7	0,65	0,29	0,59	0,64	0,66	0,67
IPS (/20)	15,1	15,4	15,2	14,9	13,4	14,6	14,1	14,8	14,8	14,9	15	15,2	14,9	14,2	15,2	15,2	15,2	15,3	15,1	15
IBD (/20)	17,9	17,4	16,7	17,2	15,7	15,3	15,1	15,4	15,5	15,5	15,5	15,6	15,5	15,2	15,9	15,4	15,7	15,8	15,6	15,3
IDSE (/5)	3,59	3,78	3,69	3,52	3,47	3,81	3,73	3,86	3,79	3,89	3,92	3,88	3,91	3,89	3,93	3,96	4,06	4,03	3,95	3,92

Note : les couleurs de l'IDS/E sont spécifiques à cet indice et n'ont aucun lien avec les classes de qualité au sens SEEE.

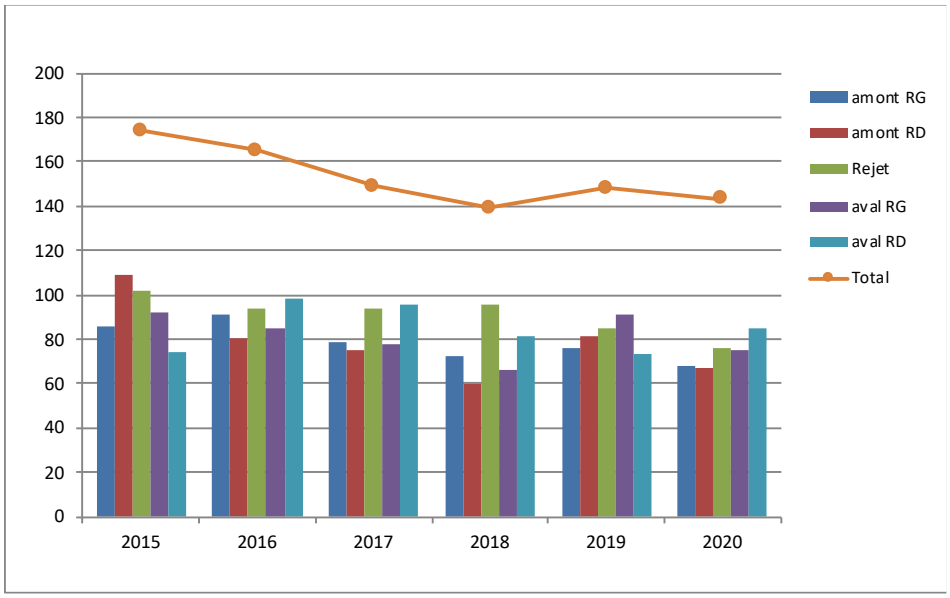


Figure 59 : Evolution inter-annuelle (par stations et totale) de la richesse spécifique des diatomées benthiques dans le secteur du CNPE de Bugey.

La richesse moyenne **inter-dates** (Figure 60) est comprise entre 23,2 taxons en novembre et 45,8 taxons en avril. L'écart saisonnier de plus de 22 taxons est significatif et le plus élevé obtenu depuis le début du suivi. La campagne d'avril est la plus riche avec une disparité inter-stations à cette date particulièrement élevée (station aval RD).

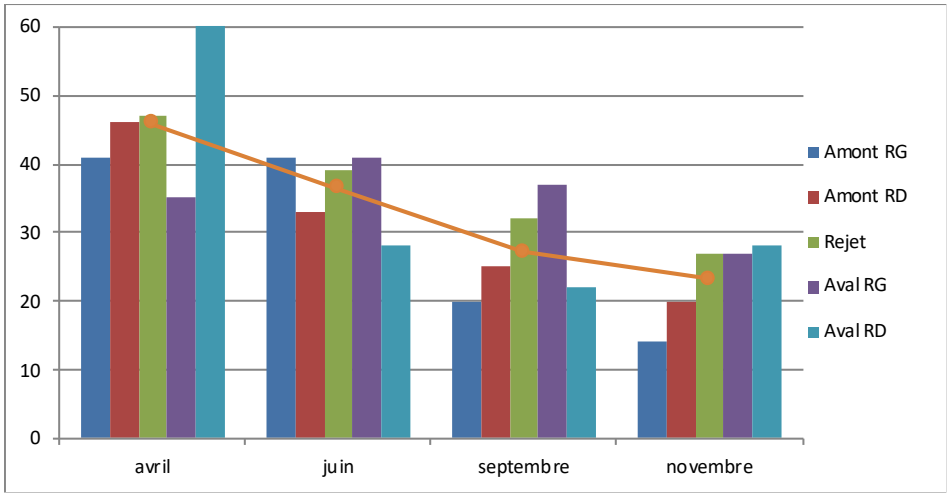


Figure 60 : Evolution inter-dates de la richesse spécifique des diatomées benthiques en 2020 dans le secteur du CNPE de Bugey.

La richesse moyenne diminue progressivement au cours de l'année jusqu'en novembre ce qui démarque cette année des années précédentes ; habituellement la richesse la plus faible est souvent obtenue en fin d'été (campagne de septembre).

Hormis cela, l'évolution de la richesse inter-dates en 2020 diffère assez peu des années précédentes. Comme souvent depuis le début du suivi, il n'y a pas de corrélation particulière

entre les richesses obtenues et les conditions hydrologiques avant prélèvement dans ce secteur du Rhône. Par exemple, les campagnes septembre et novembre ont un profil de richesse sensiblement équivalent, pour des conditions hydrologiques très différentes (étiage en septembre, post montée d'eau en novembre, cf Figure 52).

La richesse moyenne **inter-stations** (Figure 61) varie de 29 taxons en amont RG à 36,3 taxons au rejet. L'écart est donc inférieur à 10 taxons en moyenne entre ces deux stations. L'écart de richesse amont/aval (valeur moyenne) est bien visible cette année. Le gradient de richesse saisonnier est aussi nettement visible notamment aux stations amont RG, amont RD et Rejet, il est plus aléatoire en aval (RG et RD).

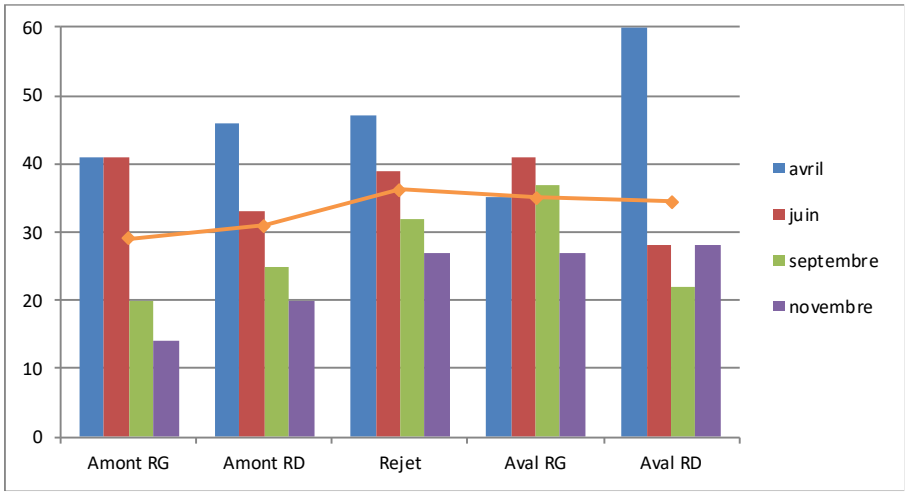


Figure 61 : Evolution inter-stations de la richesse spécifique des diatomées benthiques en 2020 dans le secteur du CNPE de Bugey.

En dépit de quelques singularités inter-annuelles propres à tout système biologique, les principales tendances relevées les années précédentes s'affirment en 2020 : une richesse en aval immédiat du rejet du CNPE plus élevée et une richesse significativement plus faible dans le secteur amont (RG et RD).

Comme depuis le début du suivi, la présence d'une couche importante de limon compacté sur les galets et blocs de la station rejet n'impacte pas la richesse diatomique.

A l'échelle de la chronique 2015-2020, la Figure 62 montre une **richesse en moyenne significativement plus élevée en aval immédiat du rejet du CNPE Bugey**. La richesse moyenne la plus faible est obtenue dans le secteur amont (rives D et G confondues). Le secteur aval apparaît légèrement plus riche que le secteur amont bien que l'écart soit moins significatif qu'avec le rejet.

On observe donc un gain moyen de richesse important (plus d'une dizaine de taxons) entre le secteur amont et le secteur du rejet. Il est possible que cette richesse au rejet influence favorablement le secteur aval (+3 taxons par rapport à l'amont).

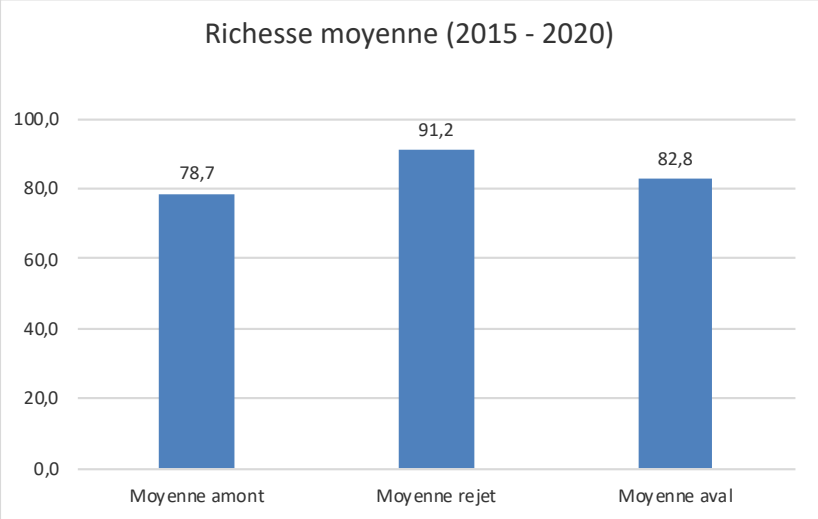


Figure 62 : Comparaison par secteur de la richesse spécifique moyenne 2015-2020 des diatomées benthiques dans le secteur du CNPE de Bugey.

4.3.2.2 Indices biologiques

En 2020, la **note moyenne de l'IBD** dans le secteur du Rhône à Bugey est de **15,86** (/20). Cette valeur est la plus élevée obtenue depuis le début des relevés. L'écart avec les années précédentes est proche de 1 point et devient significatif en comparaison des écarts interannuels obtenus jusqu'à présent.

Hormis cela, la note moyenne 2020 s'inscrit dans une tendance à la hausse de la note indicielle depuis le début du suivi.

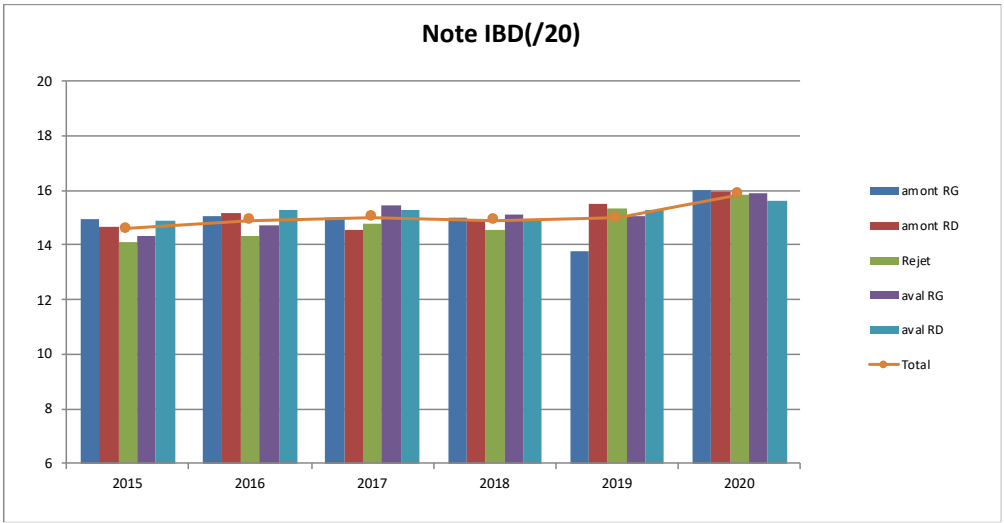


Figure 63 : Evolution inter-annuelle (par stations et totale) de l'IBD dans le secteur du CNPE de Bugey.

Du point de vue unitaire, la note minimum est de 15,1 à la station amont RD en juin et la note maximum atteint 17,9 à la station amont RG en avril. Le suivi 2020 se démarque par une remarquable homogénéité des notes inter-stations et par des notes maxi/mini significativement supérieures aux années précédentes, en corrélation avec la valeur moyenne.

En revanche, et de manière tout à fait récurrente, la majorité des notes sont proches de 15 (médiane = 15,55) indiquant une bonne qualité globale du secteur CNPE Bugey (pour rappel aucune classe de qualité ne peut être donnée en raison de la spécificité du Rhône). 80% des notes sont comprises entre 15 et 16, et de manière remarquable aucune note n'est inférieure à 15 cette année.

La note IBD moyenne inter-stations de la chronique 2015-2020 (Figure 64) tend à montrer un léger fléchissement de la qualité biologique diatomées au niveau de la station rejet. L'écart est cependant réduit avec les autres stations et n'excède pas 0,5 point entre la note maximum et minimum sur la moyenne des 6 années.

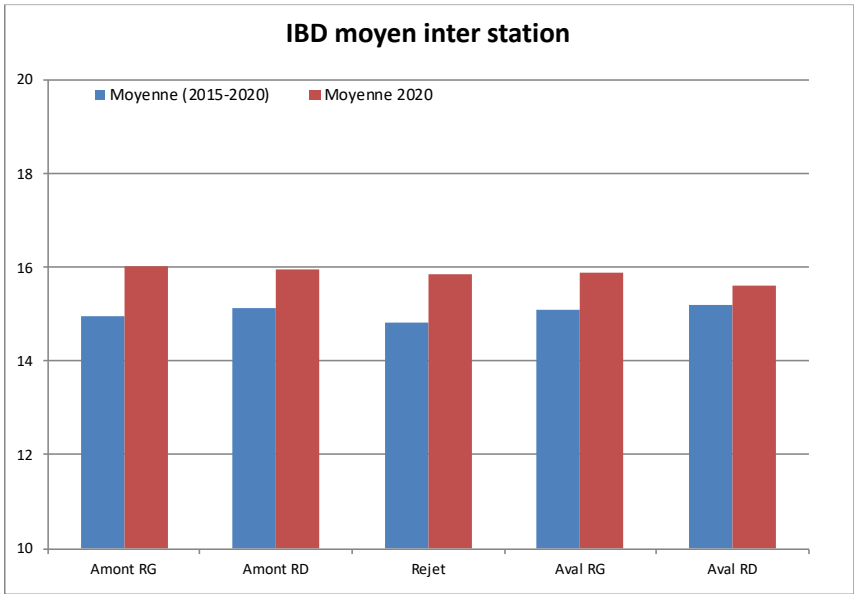


Figure 64 : IBD moyen inter station (toutes dates) dans le secteur du CNPE de Bugey.

Si cette tendance n'est pas observée en 2020, en revanche la qualité obtenue à la station rejet s'inscrit dans un très léger gradient de qualité vers l'aval (baisse de qualité). La tendance est cependant très faible et n'excède pas là aussi 0,5 point.

On notera que la note IBD a une tendance inverse à la richesse mais cette dernière n'influe pas sur la note.

L'évolution inter-dates ou inter-stations de l'IBD (Figure 65) au cours de l'année 2020 est très homogène. La campagne la plus hétérogène est celle d'avril avec un écart de 2,2 points entre les notes extrêmes (17,9 en amont RG vs 15,7 en aval RD). Pour les autre campagnes cet écart n'excède pas 1 point, il est même exceptionnellement homogène pour la campagne de novembre avec seulement 0,5 point.

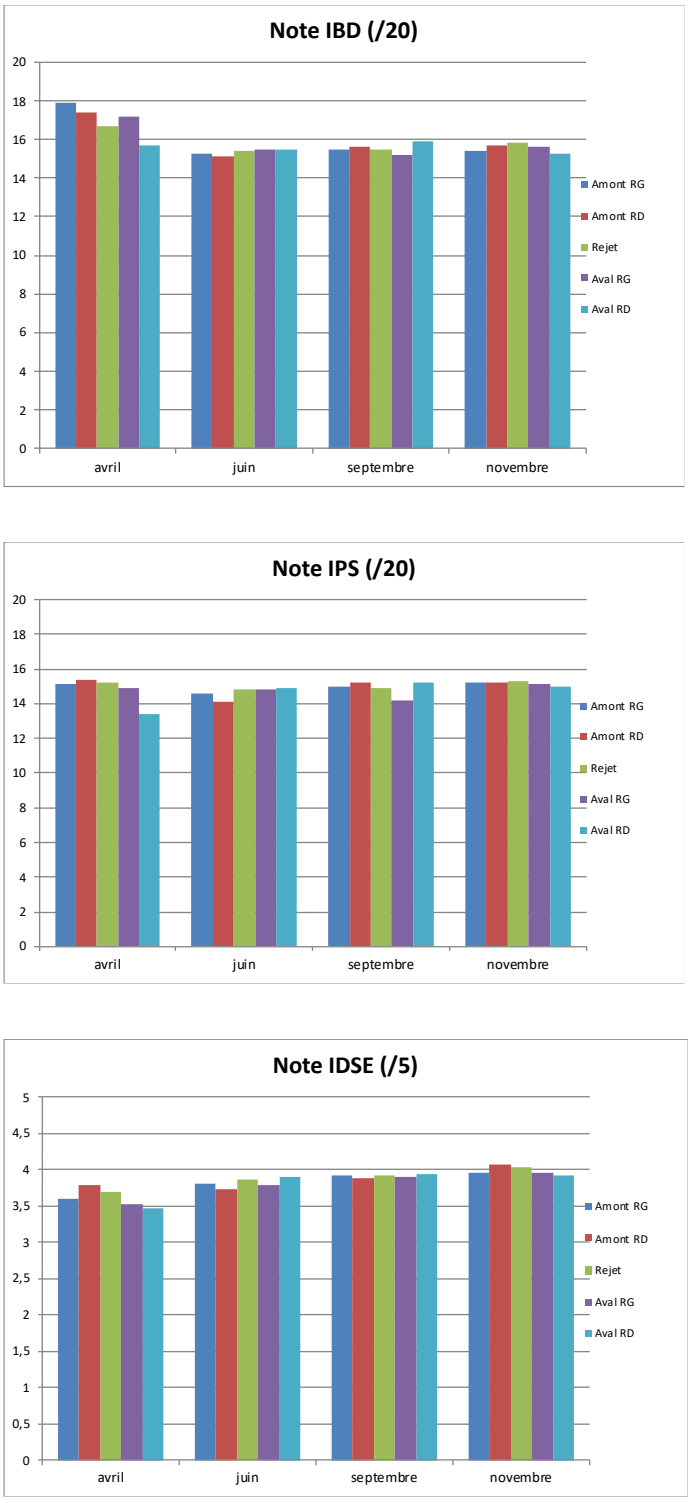


Figure 65 : Evolution inter-stations et inter-dates des notes IBD, IPS et IDSE en 2020.

Malgré certaines tendances qui peuvent être extraites des données 2020, c'est bien encore une fois, l'homogénéité des notes IBD qui est à retenir dans ce secteur du Rhône aux environs du CNPE de Bugey. Ce résultat traduit une qualité de l'eau au sens IBD elle aussi globalement

homogène et relativement indifférente au rejet du CNPE, aux fluctuations du milieu ou aux problématiques d'échantillonnages liées au marnage important dans ce secteur.

La note IPS moyenne annuelle est de 14,87, soit inférieure à celle de l'IBD (Figure 65). D'une manière générale, les notes IPS présentent une tendance à être légèrement inférieures à celles de l'IBD, qu'il s'agisse des notes moyennes par saison ou par station. Ce résultat est cohérent avec la tendance naturelle de cet indice à lisser celle de l'IBD et cohérent avec la tendance du secteur depuis le début du suivi. L'écart entre les notes IBD et IPS est surtout présent lors de la campagne d'avril et tempère quelque peu l'analyse IBD ; la qualité de l'eau au sens diatomées est peut être légèrement surévaluée à cette campagne.

A l'image de l'IBD cette année, l'IPS ne montre pas de fléchissement, particulier au niveau du rejet. On observe cependant une légère baisse en avril en aval RD confirmant celle observée sur l'IBD à cette même date et station.

La note indicielle moyenne de l'IPS 2020 est très proche de celle des années précédentes, confirmant aussi l'absence d'évolution globale de la qualité d'eau inter-annuelle au sens IPS.

D'une manière générale, on constate que le comportement de l'IPS, en termes d'évolution, est très proche de celui de l'IBD donnant plus de poids aux résultats de ce dernier.

L'indice diatomique saprobie/eutrophisation IDS/E (Leclercq et al, 2008) est élevé, toujours > ou proche de 3,5 (Figure 65). L'indice moyen toutes stations et dates confondues est de 3,82, très proche des années précédentes.

Au sens de l'altération générale, la qualité est toujours bonne à deux exceptions, les stations aval RG et RD en avril.

Au travers de cet indice, l'évolution est globalement similaire à celles des indices IBD et IPS, notamment la baisse de qualité en avril et rive droite. Cette dernière semble toutefois artéfactuelle, plutôt liée à une difficulté de prospection d'un substratum fait de gros blocs proches du type dalle et recouverts d'une importante couche limoneuse (prélèvement au grattoir).

4.3.2.3 Diversité et équitabilité

Note : Ces paramètres permettent de caractériser l'état de complexité de la répartition quantitative des différents taxons à l'intérieur d'un prélèvement (Shannon & Weaver, 1949). L'indice de **diversité H'** décrit l'arrangement des espèces à l'intérieur d'un peuplement donné, tandis que l'**équitabilité J'** exprime le pourcentage d'équilibre de ce même peuplement. H' est fonction de la richesse et de l'équilibre du peuplement (un peuplement donné est plus équilibré s'il possède d'avantage de taxons à forte abondance relative). J' exprime le pourcentage d'équilibre effectivement atteint.

En 2020, et à l'image de 2019, **l'indice H' unitaire** (une station à une date) montre une grande disparité, relativement singulière par rapport aux années antérieures (i.e. avant 2019). L'indice H' le plus élevé (4,93) est obtenu en aval RD (avril) en relation avec un équilibre des peuplements excellent (= 0,83) et une richesse très élevée (60 taxons) (Figure 66). L'indice H' le plus faible (1,11) est obtenu en amont RG en juin du fait d'une richesse très faible (14 taxons) et d'un peuplement déséquilibré (J'=0,3).

Au sens de la diversité H', la station rejet ne révèle pas de fléchissement par rapport aux autres stations. A chaque date, l'équilibre des peuplements et la richesse sont proches, voire supérieurs aux autres stations.

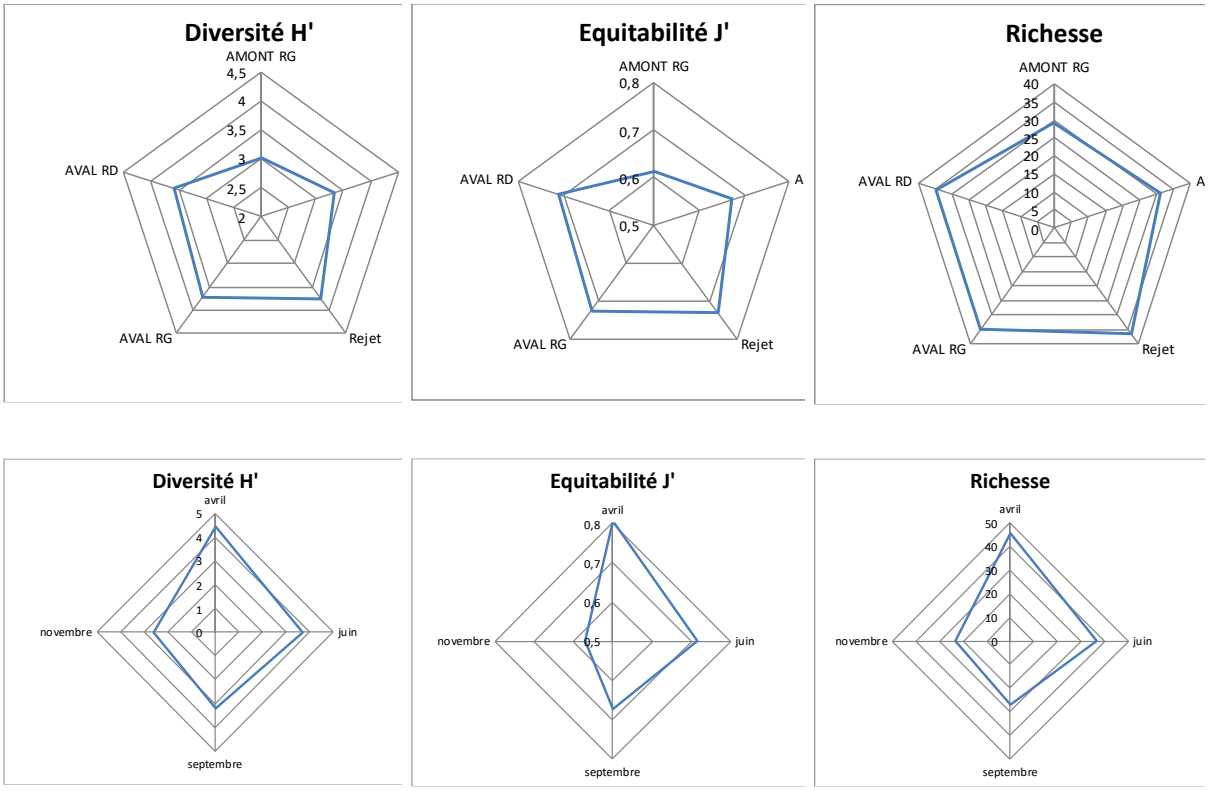


Figure 66 : Evolution moyenne inter-stations et inter-dates des indices de diversité H' et d'équitabilité J' des diatomées en 2020.

En 2020, **l'évolution moyenne inter-stations** (cf. Figure 66**Error! Reference source not found.** haut) est marquée bien que celle-ci soit toujours supérieure à 3. En moyenne annuelle, l'indice H' est le plus élevé au rejet (3,77) et le plus faible en amont RG (3). Les autres stations sont très proches de la station rejet.

L'évolution inter-dates (cf. Figure 66 bas) montre un écart saisonnier. On observe un maximal atteint en avril (4,42) et un minimal atteint en novembre (2,61). En novembre cette baisse de la diversité H' est liée à la fois à un peuplement moins équilibré (J') et moins riche.

L'évolution inter-dates de l'indice H' est donc cohérent avec celle de la richesse mais pas uniquement. Il indique aussi, qu'en dépit d'une qualité au sens IBD proche de celle de septembre, le peuplement est globalement moins équilibré, révélant l'abondance de certaines espèces à cette date (cf. § suivant).

Hormis quelques points particuliers, les résultats de diversité et d'équitabilité sont relativement proches de ceux des années précédentes. Les moyennes annuelles inter-dates ou inter-stations sont supérieures ou proche de 3, valeur communément admise pour évaluer la bonne santé d'un peuplement. En moyenne sur l'année, le peuplement diatomique apparaît bien diversifié et équilibré dans le secteur d'étude, même si, cette année encore, certains prélèvements unitaires montrent des valeurs très faibles. Sur ce critère l'effet saisonnier est nettement supérieur à un effet station, sans qu'il n'y ai là encore une corrélation avec les conditions hydrologiques.

4.3.3 Structure des peuplements et écologie des taxons

Rq : Dans l'ensemble de ce paragraphe, l'étoile * associée au code de l'espèce signifie que celle-ci est prise en compte dans le calcul de l'IBD.

4.3.3.1 Abondance et occurrence des taxons

Sur le **critère d'abondance**, **cinq taxons** sont considérés **dominants** ($\geq$ 5% des individus) :

Code	Espèce	Abondance relative %
ADMO	Achnanthidium delmontii Peres, Le Cohu et Barthes	**20,5**
NDIS*	Nitzschia dissipata subsp. dissipata (Kützing) Grunow var. dissipata	**17,2**
NCTE*	Navicula cryptotenella Lange-Bertalot var. cryptotenella	**8,7**
CEUG*	Cocconeis euglypta Ehrenberg	**8,6**
NFON*	Nitzschia fonticola Grunow in Cleve et Möller var. fonticola	**7,5**

Ces espèces font partie du fond diatomique dominant dans ce secteur du Rhône.

Cette année, le taxon ADMO domine largement le peuplement avec plus de 20,5% des individus récoltés au total. Il s'agit d'un taxon classiquement dominant dans le secteur d'étude depuis le début du suivi.

Les autres espèces dominantes sont décrites comme abondantes quasi-systématiquement depuis le début des relevés (NDIS, NCTE, CEUG), d'autres de manière plus ponctuelle (NFON).

ADMO (*Achnanthidium delmontii*) est une espèce que l'on retrouve régulièrement dans le secteur du Rhône à Bugey. Il s'agit d'une espèce invasive récemment décrite mais dont

l'écologie reste encore mal connue. Elle était déjà largement dominante en 2018 moins en 2019. Son évolution reste à surveiller dans les années à venir (cf § 2.4.3).

Au sens des espèces abondantes, il existe au final peu d'évolution du peuplement dominant dans le secteur du Rhône à Bugey depuis le début du suivi.

Parmi les 143 taxons identifiés en 2020, 46 d'entre eux peuvent être considérés comme accidentels sur le critère d'abondance (≤ 0,5% d'abondance au total toutes stations et campagnes confondues).

Sur le **critère d'occurrence** (>75 % des relevés), **11 taxons** peuvent être considérés comme **dominants** :

Code	Espèce	Occurrence (/20)
ADMO	Achnanthidium delmontii Peres, Le Cohu et Barthes	20
NDIS*	Nitzschia dissipata subsp. dissipata (Kützing) Grunow var. dissipata	20
NCTE*	Navicula cryptotenella Lange-Bertalot var. cryptotenella	20
CEUG*	Cocconeis euglypta Ehrenberg	20
NFON*	Nitzschia fonticola Grunow in Cleve et Möller var. fonticola	20
NTPT*	Navicula tripunctata (O.F.Müller) Bory var. tripunctata	20
GMIN*	Gomphonema minutum f. minutum (Agardh) Agardh	19
APED*	Amphora pediculus (Kützing) Grunow var. pediculus	19
NCTV*	Navicula caterva Hohn & Hellerman	17
CLCT*	Caloneis lancettula (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	17
RABB*	Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot	17

Les espèces les plus fréquentes sont globalement et classiquement les plus abondantes. Les cinq espèces les plus abondantes sont présentes dans 100% des relevés (Tableau 10). Cette année, 6 espèces sont retrouvées systématiquement dans 100% des relevés.

Les espèces les plus fréquentes en 2020 sont très classiquement celles retrouvées depuis le début du suivi, hormis CLCT (*Caloneis lacentulla*) dont la fréquence est plus élevée cette année. CLCT était cependant déjà présente en 2019.

Ce résultat traduit et confirme encore une fois une constance dans le peuplement du Rhône à Bugey. De ce point de vue aussi l'année 2020 n'est pas singulière.

Par ailleurs, 22 taxons peuvent être considérés comme « constants », c'est-à-dire retrouvés dans au moins 50% des relevés, 22 taxons considérés comme accessoires (fréquence comprise entre 25 et 50% des relevés), 59 sont présents dans un seul relevé et peuvent donc être considérés comme accidentels.

Tableau 10 : Abondances relatives et occurrences des principales espèces de diatomées en 2020. En gras les espèces dominantes (i.e. > 5%) à une station.

		Abondance relative %						Occurrence					
Code	Espèce	Total	Amont RG	Amont RD	Rejet	Aval RG	Aval RD	Total	Amont RG	Amont RD	Rejet	Aval RG	Aval RD
ADMO	Achnanthidium delmontii Peres, Le Cohu et Barthes	**20,5**	**37,4**	**26,7**	**12,4**	**13,0**	**12,9**	20	4	4	4	4	4
NDIS*	Nitzschia dissipata subsp. dissipata (Kützing) Grunow var. dissipata	**17,2**	**9,8**	**13,4**	**21,1**	**16,7**	**25,1**	20	4	4	4	4	4
NCTE*	Navicula cryptotenella Lange-Bertalot var. cryptotenella	**8,7**	**5,2**	**8,3**	**11,3**	**9,8**	**9,0**	20	4	4	4	4	4
CEUG*	Cocconeis euglypta Ehrenberg	**8,6**	**7,6**	**5,6**	**8,3**	**11,5**	**10,0**	20	4	4	4	4	4
NFON*	Nitzschia fonticola Grunow in Cleve et Möller var. fonticola	**7,5**	**5,1**	**12,5**	**5,3**	**6,4**	**8,1**	20	4	4	4	4	4
NTPT*	Navicula tripunctata (O.F.Müller) Bory var. tripunctata	4,2	3,0	2,4	**8,3**	2,7	4,6	20	4	4	4	4	4
DEHR*	Diatoma ehrenbergii Kützing	3,9	**6,2**	2,0	2,6	**5,7**	2,8	6	1	2	1	1	1
GMIN*	Gomphonema minutum f. minutum (Agardh) Agardh	3,2	1,5	5,0	3,2	4,5	1,7	19	4	4	4	4	3
APED*	Amphora pediculus (Kützing) Grunow var. pediculus	2,4	2,2	2,0	3,7	2,9	1,0	19	4	4	4	4	3
GOLI*	Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson var. olivaceum	2,1	2,7	2,5	2,3	2,2	1,0	12	2	3	2	2	3
NLAN*	Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg var. lanceolata	2,0	1,6	0,9	2,3	3,4	2,0	10	2	2	2	2	2
NGRE*	Navicula gregaria Donkin var. gregaria	1,6	1,4	0,8	1,1	2,6	2,2	11	2	2	3	2	2
NCTV*	Navicula caterva Hohn & Hellerman	1,4	0,6	1,0	2,2	1,2	2,2	17	2	3	4	4	4
CLCT*	Caloneis lancettula (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	1,3	2,5	1,0	1,1	0,8	1,2	17	2	3	4	4	4
ADMI*	Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki var. minutissimum	1,1	1,5	2,8	0,6	0,5	0,3	13	3	2	3	3	2
RABB*	Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot	1,1	1,6	0,9	1,3	1,0	0,9	17	3	4	4	3	3
DVUL*	Diatoma vulgaris Bory var. vulgaris	1,0	0,5	0,5	1,1	2,2	0,7	13	2	3	3	3	2

* taxons utilisés pour le calcul de l'IBD.

La

Figure 67 montre que deux espèces dominent plus particulièrement cette année : ADMO et NDIS. Les autres espèces dominantes n'excèdent pas le plus souvent 10% de l'abondance totale, hormis quelques relevés singuliers. Pour ces dernières on ne relève pas d'effet saisonnier particulier ni d'évolution cohérente entre les stations.

En revanche, pour les deux espèces dominantes, il existe un net effet saisonnier particulièrement visible sur ADMO dont les abondances unitaires (une date à une station) deviennent particulièrement fortes (84,22% de l'abondance totale en amont RG en novembre, par exemple).

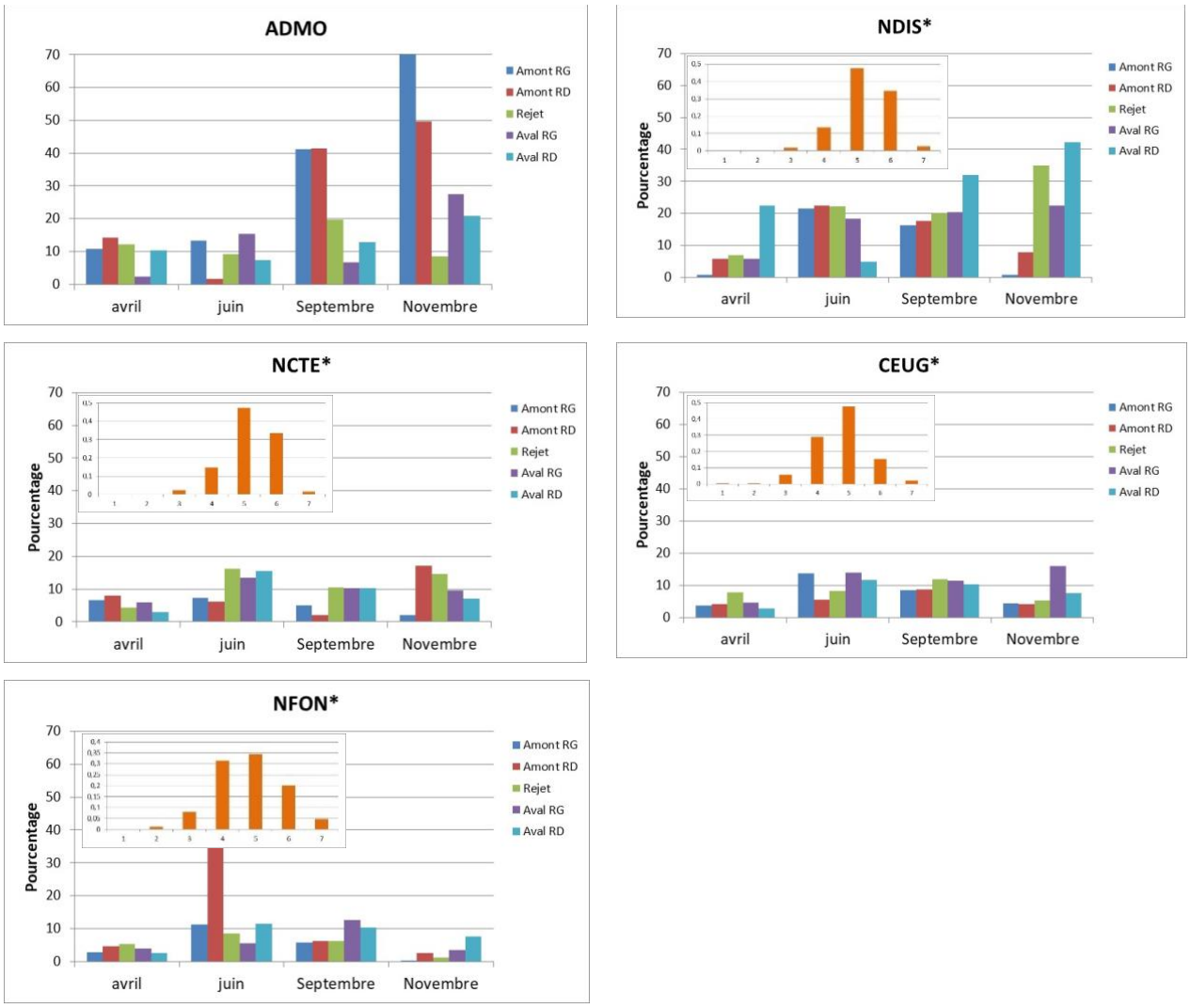


Figure 67 : Evolution inter-dates et inter-stations des espèces dominantes (abondance >5%) et profil écologique au sens de l'IBD (7 classes).

Comme depuis le début du suivi, au sein des espèces dominantes, il ne semble pas exister de variations particulières dans l'arrangement du peuplement diatomique entre les stations, que l'analyse se base sur une comparaison amont/aval, rive gauche/rive droite ou au niveau spécifique du rejet. Des écarts ponctuels sont visibles sans qu'aucune tendance ne se dessine réellement. Ce résultat est conforme aux années précédentes.

Dans le secteur du Rhône à Bugey, les principales variations d'espèces dominantes, quand elles existent, sont essentiellement saisonnières.

4.3.3.2 Profil écologique des taxons dominants

Le profil écologique (Figure 68) des taxons dominants en 2020 est tout à fait conforme à celui des années précédentes. Celui-ci montre un maximum au niveau de la classe 5. Ce maximum est cependant moins net pour NFON qui présente également une affinité marquée pour la classe inférieure (i.e. classe 4). Le **profil écologique moyen montre une qualité de l'eau globalement satisfaisante** au sens de l'IBD bien que le maximum (classe 7) ne soit pas atteint. La plupart des espèces dominantes sur les critères d'abondance ou d'occurrence ont un profil relativement ubiquiste et cosmopolite des cours d'eau.

Pour rappel, ADMO ne possède pas de profil écologique étant donné son statut d'espèce invasive récente.

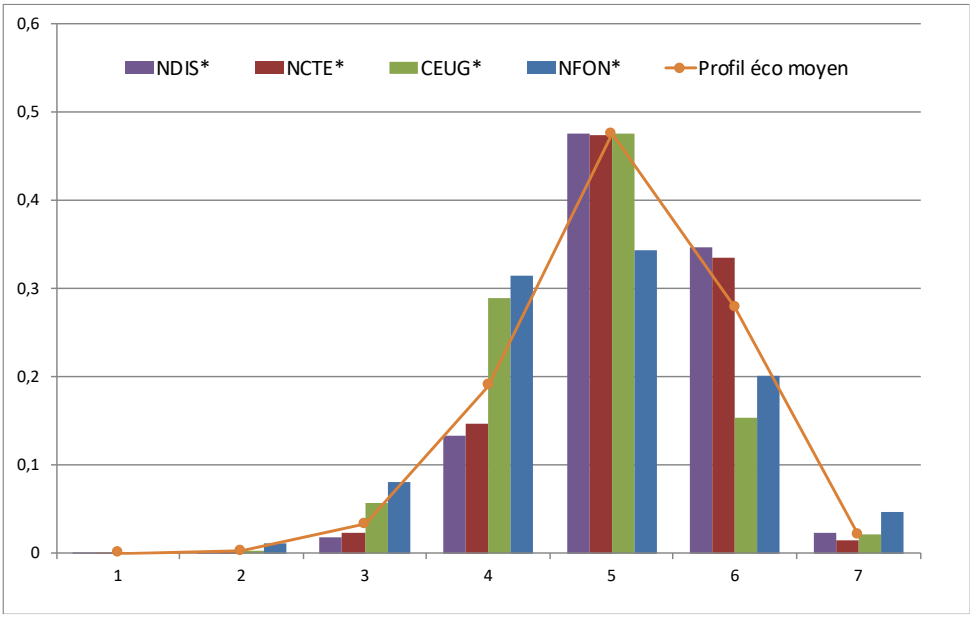


Figure 68 : Profil écologique au sens de l'IBD (classes de qualité croissante) des taxons dominants (i.e. >5%) et profil écologique moyen.

Au sens de la classification de Van Dam et al. (1994)[8], le profil écologique est très cohérent sur les espèces dominantes. Dans notre cas, elles sont généralement reconnues comme affectionnant des milieux à faible pollution organique (profil plutôt mésosaprobe 2/5) et plus tolérantes aux concentrations en nutriments (profil plutôt eutrophe 5/7). Ce résultat est globalement cohérent avec les résultats physico-chimiques et l'indice diatomique IDS/E.

[8] Van Dam H., Mertens A. & Sinkeldam J., 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28 (1), 117-133.

Les espèces subdominantes (>2%) présentent aussi un profil écologique au sens de Van Dam très similaire et très tolérant aux nutriments, confirmant ainsi l'orientation écologique du peuplement diatomique du Rhône à Bugey.

Les espèces au profil écologique dégradé sont toujours présentes dans notre secteur d'étude mais elles sont particulièrement peu abondantes et fréquentes cette année. Les espèces rencontrées sont identiques aux années précédentes (SEAT, NPAL, GPAR, LCVF et LMUT, etc…). A ce titre, le genre *Luticola* (LCVF, LMUT,…), dont on soulignait une abondance singulière l'année dernière, n'est présent que de manière sporadique cette année.

De la même manière, les espèces dites planctoniques (du genre *Cyclotella* ou *Melosira* par exemple) sont très peu présentes cette année (fréquence et abondance).

Tout comme les années antérieures, les différents inventaires réalisés en 2020 ne montrent pas de présence particulièrement significative de formes tératogènes. Leur présence est comme souvent récurrente : quelques individus (toujours inférieur à 10) sur un comptage minimum de 400 individus. Les formes teratogéniques des frustules de diatomées peuvent apparaitre sous l'effet de pression anthropiques diverses comme la présence de produits chimiques, de métaux, etc…. L'effet « température » du point rejet n'est pas visible par ce biais.

4.3.3.3 Exemple de l'évolution d'ADMO

Un travail plus particulier sur la diatomée ADMO, espèce dominante, est présenté dans la Figure 69.

L'analyse pluriannuelle montre tout d'abord une abondance totale variable, proche de 10% 4 années sur 6 mais voisine de 20% en 2018 et 2020. La courbe de tendance indique bien une augmentation des abondances au long des 6 années de chronique. Toutefois, vus les écarts observés jusqu'alors, il semble prudent d'attendre un jeu de données plus important.

L'analyse inter stations montre une répartition assez singulière. Alors qu'elle apparaît plutôt homogène aux stations rejet et aval RG et RD tout au long du suivi, sa présence en amont est beaucoup plus chaotique.

Quoiqu'il en soit, la moyenne inter-annuelle montre peu d'écart entre les stations même si la station rejet présente une moyenne légèrement plus faible. Il est possible que la couche de limon présente en aval du rejet du CNPE soit néfaste pour cette espèce pionnière.

L'analyse inter-dates montre une évolution saisonnière très nette de cette diatomée : généralement peu présente en début d'année jusqu'avant l'été, sa présence augmente nettement en fin d'été et à tendance à se maintenir en automne (de manière plus aléatoire selon les années).

Son augmentation particulièrement importante après l'étiage vient peut-être du fait de son caractère invasif en lien avec la disparition progressive des autres espèces moins adaptées à des températures plus élevées dans le Rhône. Sa faible abondance en hiver pourrait aussi montrer sa moindre préférence

pour des températures plus froides. L'écologie de l'espèce étant mal connue il est difficile d'aller plus loin.

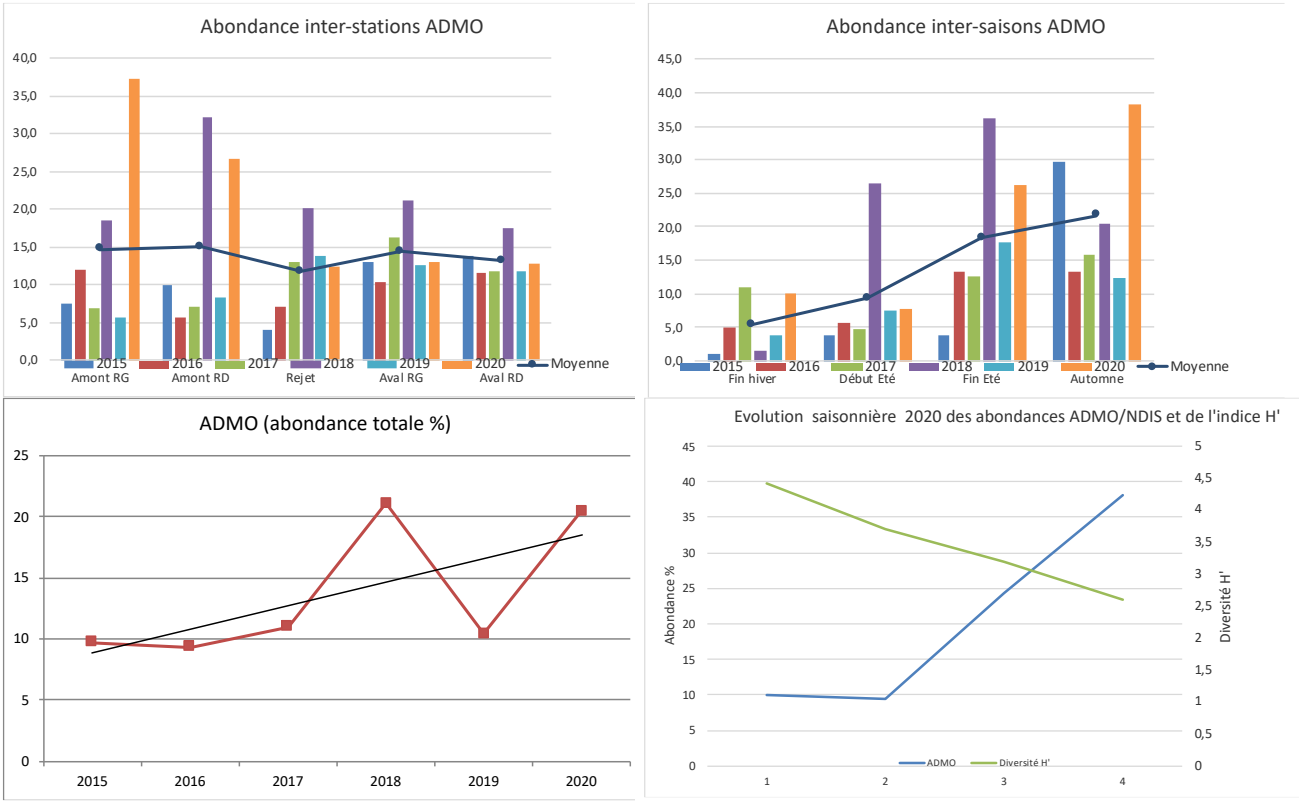


Figure 69 : Evolution des abondances moyennes (%) d'ADMO, inter-stations, inter-saisons, totale et comparaison avec l'indice de diversité H'.

Le graphique en bas à droite montre la corrélation (en 2020) entre la forte abondance d'ADMO et l'indice de diversité H', nettement influencé à la baisse par cette augmentation saisonnière.

4.3.4 Conclusion

En 2020, la richesse diatomique globale est de 143 taxons et la richesse unitaire est en moyenne de 33,2 taxons par station. Ces deux valeurs sont inférieures à la moyenne de la chronique d'étude 2015-2020 (respectivement 153 et 38,1 taxons). Depuis 2017, la richesse diatomique globale dans le secteur du CNPE de Bugey est toutefois sensiblement équivalente, après deux premières années élevées.

Les peuplements apparaissent globalement bien équilibrés (J') et diversifiés (H'). Le niveau de richesse atteint est cohérent avec celui des années précédentes.

La note IBD moyenne est de 15,86(/20), soit la plus élevée de la chronique d'étude depuis la prise en compte de ce descripteur en 2015 (valeur inter-annuelle moyenne de 15,0). La majorité des notes correspond à une bonne qualité d'eau. La note moyenne 2020 s'inscrit dans une tendance à la hausse de la note IBD depuis le début du suivi, avec un écart de 1 point cette année par rapport à la précédente. La médiane 2020 est 15,0.

Les notes IBD au rejet ne montrent pas de diminution particulière et sont comparables aux autres notes du secteur. En moyenne cette année, l'évolution inter-stations montre que le secteur aval possède un indice moyen légèrement plus faible (15,74) qu'à l'amont (15,98). Cet écart est très faible mais la tendance est inverse à celle observée depuis le début du suivi. Ce phénomène singulier est à surveiller.

L'homogénéité des notes IBD dans ce secteur du Rhône aux environs proche du CNPE de Bugey a tendance à devenir une constante. Ce résultat traduit une qualité de l'eau au sens IBD elle aussi globalement homogène et relativement indifférente au rejet du CNPE, aux fluctuations du milieu ou aux problématiques d'échantillonnage liées au marnage important dans ce secteur.

Les notes de l'IPS présentent une tendance à être légèrement inférieures à celles de l'IBD, ce qui est une tendance naturelle de cet indice, notamment en avril ce qui tempère quelque peu les très bonnes notes IBD obtenues à cette date.

L'indice IDS/E est élevé (>3,5) et montre une altération globale modérée.

L'évolution inter-dates ou inter-stations des indices IPS et IDS/E est très similaire à celle de l'IBD, renforçant les résultats de ce dernier.

Le travail sur les abondances et occurrences montre que la plupart des espèces dominantes sont ubiquistes et cosmopolites. La cohorte des espèces dominantes sur les critères d'abondance et d'occurrence en 2020 est très similaire aux années précédentes. Elles constituent le fond diatomique constant du Rhône à Bugey. Cette année est dominée par ADMO, espèce invasive et couramment rencontrée depuis le début du suivi. Un travail a été réalisé cette année sur cette espèce singulière et montre notamment une saisonnalité très nette en lien possible avec la température de l'eau.

Le profil écologique (au sens de l'IBD) des espèces dominantes est homogène et montre une qualité d'eau globalement bonne (classe 5/7). Au regard des caractéristiques autoécologiques de Van Dam, les espèces dominantes et subdominantes (>2%) sont tolérantes aux nutriments et beaucoup moins à la matière organique, résultat conforme aux résultats de l'indice IDS/E.

D'une manière générale, l'analyse des peuplements diatomiques du Rhône à Bugey montre une situation très homogène. Cette homogénéité des résultats est à la fois spatiale (entre les stations) et temporelle (depuis le début du suivi). Que l'analyse se base sur les indices ou les espèces dominantes, les variations observées restent globalement faibles, indépendamment des conditions hydrologiques et/ou d'échantillonnage.

En 2020, les analyses diatomiques au rejet du CNPE ne présentent pas de fléchissement particulier par rapport aux autres secteurs étudiés. Paradoxalement, et de manière récurrente, la richesse taxonomique est d'ailleurs souvent supérieure. La plus grande fragilité du peuplement observée en 2018 n'est plus retrouvée depuis.

4.4 Macroinvertébrés benthiques

4.4.1 Méthodologie d'échantillonnage de la faune benthique

4.4.1.1 Principes généraux

Dans le cadre du **protocole IBGA**[9], une station correspond au chenal et à ses deux rives. Par conséquent, les stations physico-chimiques amont RD et RG sont regroupées en une seule et même station amont IBGA. Il en est de même à l'aval. Bien que n'ayant qu'une seule station physico-chimique et diatomées en RD, pour les macroinvertébrés, la station rejet est également considérée comme une station IBGA à part entière et échantillonnée sur les deux rives et l'ensemble du chenal (alors que seul le tiers droit, zone impactée par la veine d'eau réchauffée, était prospecté jusqu'en 2015).

L'**IBGA-DCE** correspond à l'adaptation du protocole RCS aux grands cours d'eau de septembre 2008, rectifié décembre 2009 (protocole RCS GCE)[10]. Il reprend la méthodologie IBGN-DCE (norme XP T 90-333), à savoir la réalisation de 3 bocaux, correspondants à 3 types de milieux, chaque bocal regroupant 4 échantillons unitaires :

- Bocal 1 : 4 prélèvements de berge (i.e. zone rivulaire de profondeur ≤ 1 m), correspondants à 4 filets de type Surber (ou filets Haveneau).

- Bocal 2 : 4 prélèvements dans le chenal profond par dragage.

- Bocal 3 : 4 prélèvements dans la zone intermédiaire (i.e. entre 1 et 2 m de profondeur), correspondants aux 4 substrats artificiels. Toutefois, ceux-ci sont dépouillés individuellement dans le cas précis de cette étude afin d'assurer la continuité avec la chronique des données antérieures.

Les prélèvements ont été réalisés selon le protocole RCS GCE précédemment cité (Usseglio-Polatera et al., 2009). En fonction de la situation morphologique de chacune des stations (cf description bathymétrique Figures 2-3-5-7 et description des habitats inventoriés dans les fiches station propres à chaque couple station-date du document annexe) un plan d'échantillonnage est établi afin de réaliser les 12 prélèvements élémentaires et les méthodes d'échantillonnage associées pour les 3 combinaisons de 4 couples substrats-vitesses à prélever.

Les **substrats artificiels** sont standardisés, composés de ficelle sisal et de pierres plates enfermés dans une enveloppe de grillage plastique (substrats type IBGA initialement mis au point dans le cadre du suivi hydrobiologique du CNPE de St-Alban), immergés environ un mois au fond du fleuve à proximité des rives, durée moyenne nécessaire à une colonisation optimale des substrats artificiels selon le protocole IBGA. Cette méthode dite méthode **IQBP** (Indice de Qualité Biologique Potentielle de

9 AERMC 1997. *Indice Biologique Global Adapté aux grands cours d'eau et rivières profondes (I.B.G.A.). Protocole expérimental*. Rapport Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 45 p.

10 Usseglio-Polatera P., Wasson J.G. & Archaimbault V., 2009. *Protocole expérimental d'échantillonnage des "macro-invertébrés" en cours d'eau profond*. MEDD - Direction de l'Eau. 19 p.

Verneaux et al., 1976[11]) se substitue à l'IBGN classique en milieu profond tout en utilisant les mêmes grilles de calcul. Elle consiste en la colonisation de places vides que sont les substrats artificiels par la faune en place ainsi que par celle en dérive. Les substrats artificiels sont posés sur les deux rives (sauf si la zone intermédiaire est inexistante sur l'une des deux, ce qui n'est toutefois pas le cas à Bugey), même si les rives paraissent homogènes. La CPUE de cette technique d'échantillonnage est le substrat artificiel unitaire, tout calcul de densité s'avérant impossible.

Les **dragages** du chenal sont pratiqués au moyen d'une drague irlandaise triangulaire et/ou d'une drague ronde de type océanique (photo). Un échantillon est réalisé à chaque station. Bien que connaissant le volume de sédiments recueillis lors de chaque dragage, la profondeur théorique de pénétration de la drague et la longueur approximative du trait de drague, une estimation de densité des macroinvertébrés du chenal reste aléatoire et délicate.

Les prélèvements de la zone rivulaire sont effectués au **filet de type surber** (ou au filet Haveneau) standardisé (cadre de 200 x 250 mm), selon la procédure IBGN classique, à savoir l'échantillonnage d'une superficie unitaire de 1/20 m2. Ils sont répartis sur chacune des rives.

Substrat artificiel mixte sisal-pierres type IBGA..

Drague triangulaire et contenu d'un trait de drague.

L'emplacement de l'ensemble des échantillons unitaires est détaillé sur la Figure 51 et positionné individuellement sur une bathymétrie et une photo aérienne géoréférencée (Figures 1, 2, 3, 5, 7). Les emplacements sont similaires aux années précédentes.

Après réalisation de chaque dragage et filet unitaire et retrait de chaque substrat artificiel, les échantillons unitaires sont conservés isolément ou regroupés dans un même bocal (cf précédemment), et fixés à l'alcool à 95° (ou au formol 5% selon sa teneur en matière organique) et ramenés en vue de leur dépouillement au laboratoire. Les opérations de tri et de détermination sont réalisées sous la loupe binoculaire. Les individus sont identifiés selon le niveau systématique requis par le protocole de prélèvement et de traitement des échantillons d'invertébrés (protocole RCS des circulaires DCE 2007/22 et 2008/27 et Guide d'Application GA T90-788 de mars 2015 de la norme XP T90-388[12]), à savoir le Genre (ou à l'espèce pour les genres monospécifiques), excepté pour les Oligochètes et les

11 Verneaux J., Faessel B. & Malesieux G., 1976. *Note préliminaire à la proposition de nouvelles méthodes de détermination de la qualité des eaux courantes*. Trav. Cent. Hydrobiol. Univ. Besançon et CTGREF.

12 AFNOR, 2010. *Norme Française XP T90-388. Qualité de l'eau. Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macroinvertébrés de cours d'eau*. AFNOR, Paris, juin 2010.

Diptères (familles ou tribus). Ils sont conservés par la suite dans de l'alcool à 70°. Les déterminations sont réalisées à partir de l'ouvrage systématique de Tachet et al. (2010)[13], voire d'ouvrages plus spécifiques et particuliers permettant des approfondissements systématiques si nécessaire. Une liste faunistique globale est alors établie pour chaque station lors de chaque date en distinguant chacun des bocaux et substrats artificiels. Les données sont exprimées en effectifs vrais avec l'abondance respective de chaque taxon.

Du **point de vue indiciel**, deux calculs sont effectués dans le cadre de l'**indice IBGA-DCE** (indices MGCE au sens du RCS) :

- un premier calcul est effectué à partir des prélèvements élémentaires de berge et de chenal, en cours d'eau profonds ceux-ci étant considérés comme équivalents aux 8 échantillons élémentaires de la norme IBGN « classique » NF T90-350 de mars 2004, il est appelé **Indice Berge + Chenal** ;

- un second calcul est réalisé sur l'ensemble des 12 échantillons, il est appelé **Indice 12 Prélèvements**.

En parallèle à ces indices, l'Indice de Qualité Biologique Potentielle (**IQBP**) est calculé sur les seuls substrats artificiels afin de maintenir la chronique avec les résultats antérieurs à 2015. Son principe est similaire à l'IBGN « classique », mais sur des substrats artificiels, regroupés par deux.

De manière identique aux diatomées, le Rhône est également considéré pour les macroinvertébrés, en tant que masse d'eau comme « Très Très Grands fleuves Alpins » (TTGA) dans le cadre du protocole SEEE et, à ce titre, il ne possède pas de limites de classe de qualité. Il est donc **impossible d'associer les différentes notes indicielles à une classe de qualité**. Il n'est également **pas possible de définir des classes d'état exprimées en EQR**, tel que prescrit par l'arrêté du 27 juillet 2018, n'ayant pas de valeur de référence pour ce type de milieu.

Si une normalisation et accréditation IBG-GCE sont encore à l'état de projet à la date de rédaction de ce rapport, notre laboratoire est toutefois **accrédité COFRAC pour les IBG-DCE** depuis février 2018 (attestation n° 1-6360 du 1er février 2018 et agrément laboratoire du 25 juillet 2018).

4.4.1.2 Echantillonnage 2020

Sur l'ensemble des 72 prélèvements unitaires potentiels (4 substrats artificiels, 1 bocal filets de bordure et 1 bocal dragages pour chaque station à chaque date), les dragages et les substrats artificiels de la première campagne courant avril manquent en raison du confinement lié à la crise sanitaire et à l'impossibilité de réaliser les prélèvements en bateau à cette date. Ce sont donc 57 prélèvements unitaires qui ont été effectués en 2020.

13 Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P., 2010. *Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie*. CNRS Editions, Paris, 2nde édition, 607 p.

Du point de vue **thermique**, en raison de l'arrêt pour travaux des tranches 2 et 3, les peuplements d'invertébrés sont seulement soumis un delta T significatif lors de la première campagne (en moyenne 9,6°C au rejet et 1,5°C après mélange selon les mesures en continu EDF).

Par contre, le marnage (**delta Q** journalier) est sensible quelle que soit la campagne, de 130 à 160 m3/s équivalant à une variation de hauteur d'eau de 50 à 80 cm environ. Or, cette hauteur correspond sensiblement à la gamme d'échantillonnage des filets de bordure (< 1m).

Ces conditions hydrologiques et thermiques inhérentes à chaque campagne (Tableau 11) pourront potentiellement expliquer par la suite certains résultats particuliers.

Tableau 11 : Valeurs hydrologiques et thermiques caractéristiques lors de chaque campagne d'échantillonnage.
Valeurs moyennes mesurées lors de la période de trempage des substrats artificiels (Q tendanciel 30 jours, delta Q journalier, deltas T) ou bien lors des 7 derniers jours précédant le retrait des substrats et les prélèvements par filets et dragages. Données hydro et thermiques EDF.

Campagne	Q tendanciel 30 jours (m3/s)	delta Q journalier 30 jours (m3/s)	T amont 30 jours (°C)	delta T rejet 30 jours (°C)	delta T aval mélangé 30 jours (°C)	Q tendanciel 7 jours (m3/s)	T amont 7 jours (°C)
17/04/20	362	129	11,0	9,6	1,5	310	13,5
24/06/20	479	155	16,5	0,3	0,2	479	17,7
09/09/20	376	130	21,9	0,2	0,2	358	18,9
12/11/20	429	163	12,0	0,2	0,3	236	11,8

4.4.2 Analyse des peuplements

Les résultats faunistiques des quatre campagnes de prélèvement sont consignés en annexe (annexe 5.2.6). Les fiches stations IBGA-DCE de chaque couple station x date sont compilées dans le document annexe contenant les rapports d'analyses et les fiches d'essais.

4.4.2.1 Richesses taxonomiques totales

Selon les limites de détermination précisées au paragraphe précédent (ainsi qu'exclusion des micro-crustacés pour les calculs de richesse), **77 taxons** ont été échantillonnés en 2020, respectivement 58 à la station amont, 56 à la station rejet et 44 à la station aval pour l'aspect spatial, 51 dans les filets de bordure, 36 dans les dragages du chenal et 63 dans les substrats artificiels pour l'aspect technique d'échantillonnage. Parmi ceux-ci, 30 taxons peuvent être considérés comme accidentels sur le critère d'abondance (présents à 1 ou 2 individus au total) et 36 taxons sur le critère d'occurrence (présents dans seulement 1 ou 2 relevés parmi les 57 relevés unitaires 2020), soit des valeurs bien supérieures à celles de l'an dernier sur 69 relevés (respectivement 23 et 29 taxons).

La Figure 70 ci-dessous situe ce résultat dans la chronique inter-annuelle depuis la mise en œuvre de la méthodologie IBGA-DCE sur le site du Bugey. **La richesse totale apparait en décroissance constante** depuis le maximum de 110 unités enregistré en 2016. La perte taxonomique est ainsi de 30%

en 4 ans. Ceci est toutefois variable selon les stations et selon les techniques d'échantillonnage (stabilisation ces deux dernières années pour les filets par exemple), mais le constat à la baisse est malgré tout globalement général et s'accentue, même si on peut le modérer avec l'absence de substrats artificiels et de dragages lors de la première campagne 2020.

La richesse totale moyenne sur la période 2015-2020 **décroit progressivement de l'amont vers l'aval** (79 taxons à l'amont, 74 au rejet et seulement 62 à l'aval, pour une moyenne générale de 96 taxons). Selon la technique d'échantillonnage, elle est en moyenne supérieure en zone rivulaire (65 taxons pour les filets de bordures) et plus faible dans le chenal (53 taxons pour les dragages). Les **substrats artificiels** déposés en zone intermédiaire, et échantillonnant aussi bien la faune en place que celle en dérive, **sont les plus biogènes,** permettant en moyenne la capture de 83 taxons.

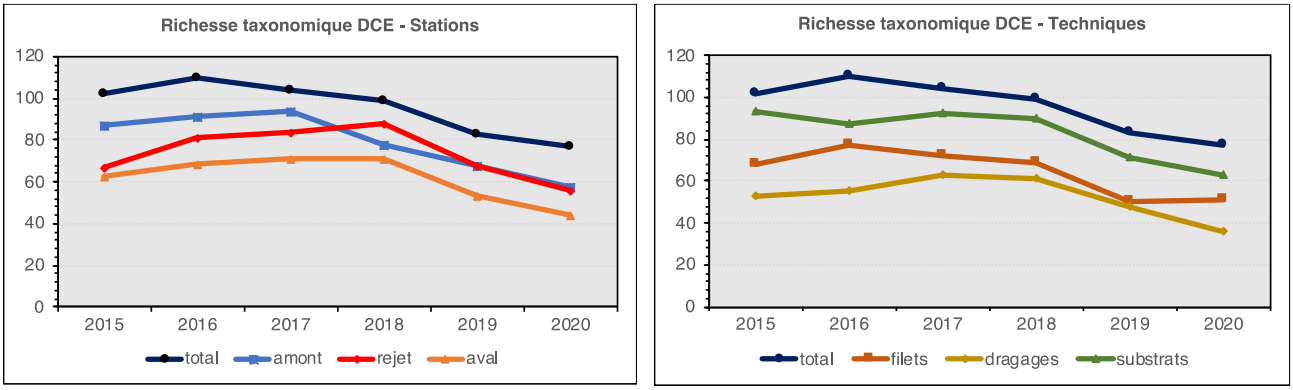


Figure 70 : Evolution inter-annuelle de la richesse DCE selon différents points de vue.

4.4.2.2 Groupes faunistiques

De manière classique, la représentativité des différents **groupes faunistiques** est inversée selon que l'on s'intéresse à la richesse ou à l'abondance : les Trichoptères et les Mollusques dominent selon le premier critère (14 taxons chacun), les Crustacés le sont selon le second (73% des individus) (Figure 71 et Figure 72). Les Vers, Diptères et Coléoptères viennent ensuite avec 9 taxons chacun pour ce qui est de la richesse. Les Diptères arrivent en seconds avec 17% des individus puis les Mollusques aux environs de 6% pour ce qui est de l'abondance.

En considérant les deux **métriques écologiques** que sont les insectes EPT d'une part, regroupant les ordres les plus représentatifs de conditions lotiques (i.e. courantes) et des taxons plutôt sensibles, les insectes OCH, d'autre part, plutôt représentatifs de conditions lentiques (i.e. plus faiblement courantes), si ceux-ci abritent, comme l'an dernier, un peu moins de 50% des taxons en terme de richesse (23 taxons pour les premiers et 12 pour les seconds, soit 2 de moins que l'an passé dans les deux catégories), leur représentativité continue d'être faible en terme d'abondance (2%, et essentiellement EPT), au même niveau qu'en 2019, contre 15% l'année précédente.

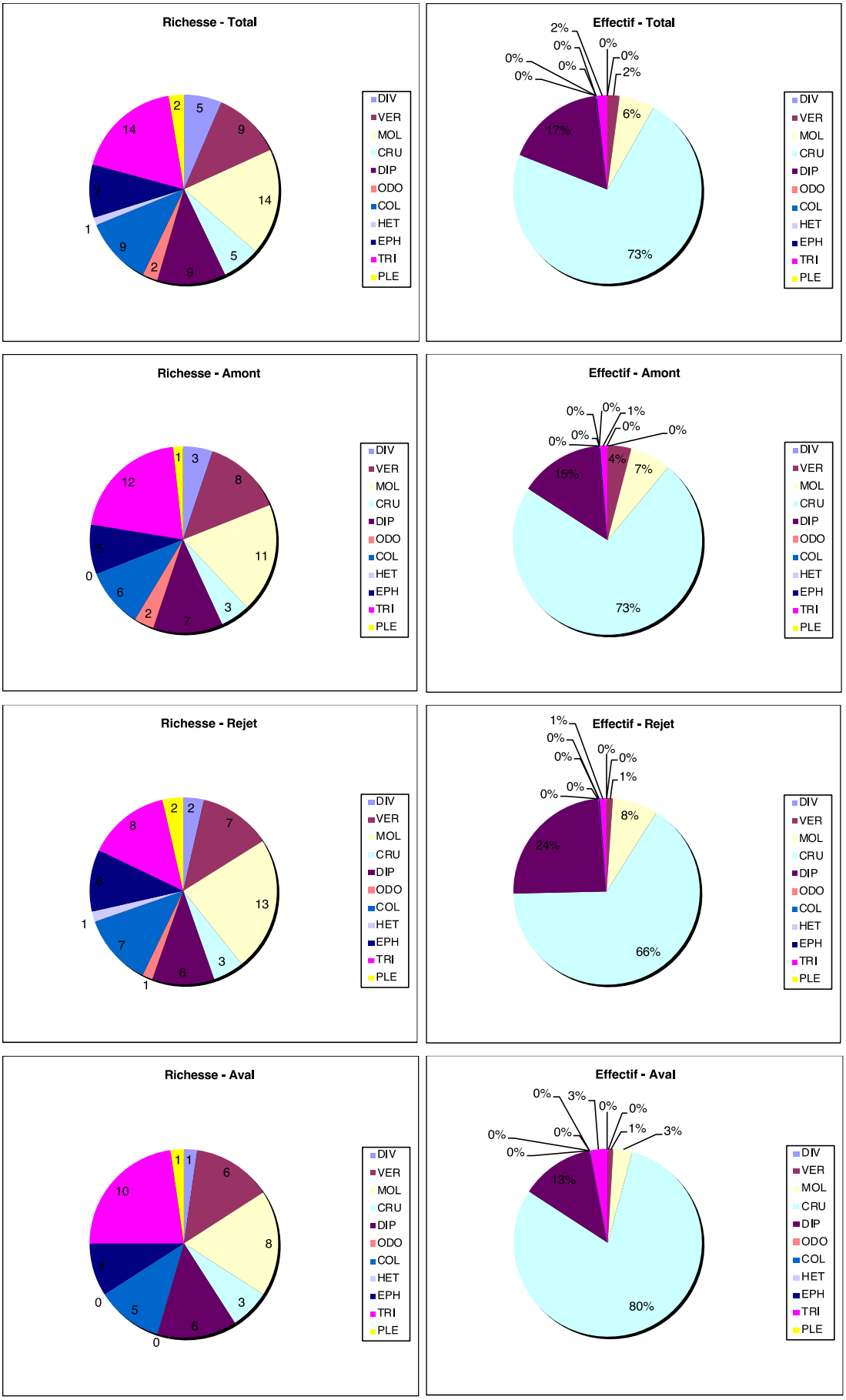


Figure 71 : Répartition des taxons dans les principaux groupes faunistiques selon leur richesse taxonomique et leur abondance sur le total et pour chacune des stations.

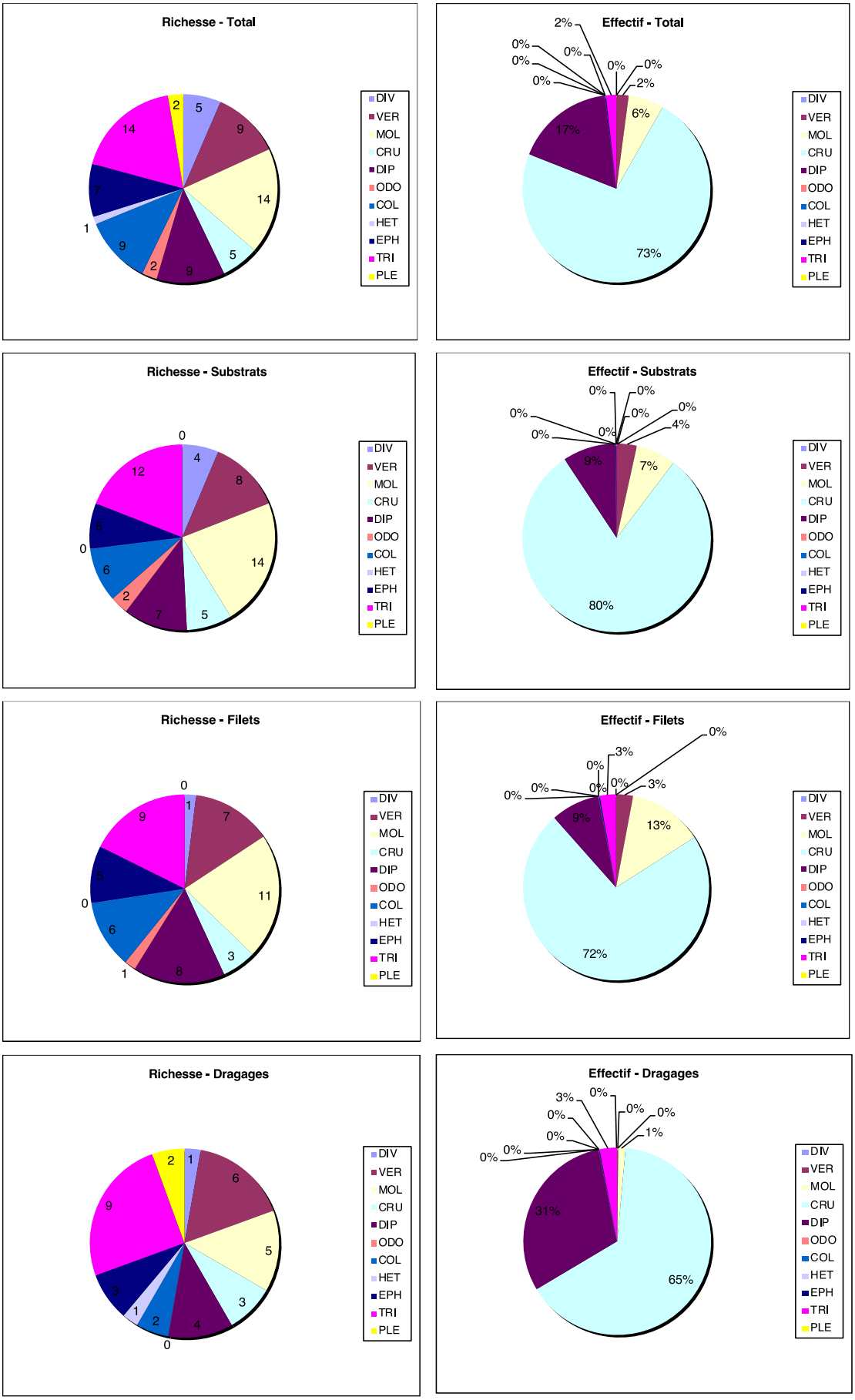


Figure 72 : Répartition des taxons dans les principaux groupes faunistiques selon leur richesse taxonomique et leur abondance sur le total et pour chacune des techniques d'échantillonnage.

Quel que soit le point de vue, station (**Figure 71**) ou technique d'échantillonnage (Figure 72), le duo Mollusques - Trichoptères est toujours le plus diversifié en ce qui concerne la richesse taxonomique (maximum de 14 taxons pour les premiers dans les substrats, et de 12 en amont et dans les substrats également pour les seconds) tandis que ce sont les Crustacés seuls qui dominent largement pour l'abondance (jamais moins de 65% des individus et jusqu'à 80% en aval et dans les substrats), les Diptères venant loin ensuite (30% au maximum dans les dragages).

4.4.2.3 Taxons représentatifs

Du **point de vue taxonomique**, *Jaera, Dikerogammarus* et Chironomidae, les **3 taxons dominants** sur le critère d'abondance (i.e. avec un effectif total ≥ 5% des individus), représentent près de **90% des individus** (Tableau 13). Par la suite, 4 taxons sont sub-dominants et résidants (i.e. respectivement compris entre 2 et 5% puis 1 et 2%) et 3 sont sub-résidants > 0,1%. Parmi ces principaux taxons, 5 d'entre eux sont exotiques, les Crustacés *Jaera istri* et *Dikerogammarus villosus* (dominants 1 et 2) et les Mollusques *Potamopyrgus antipodarum* et *Corbicula fluminea* ainsi que le Polychète *Hypania invalida*, représentant 77% des individus. Deux taxons représentatifs du Rhône restent malgré tout présents parmi ceux-ci : le Mollusque *Ancylus fluviatilis* et le Trichoptère *Psychomyia pusilla*. L'ensemble de ces 10 taxons abrite 99% de l'abondance 2020…

Le classement général précédent est également valable quelle que soit la **station**, l'abondance de *Jaera* s'échelonnant de 39% au rejet à 51% en aval à Loyettes (Tableau 13).

Il l'est aussi selon les **techniques** d'échantillonnage pour lesquelles *Jaera* s'échelonne de 36% dans les dragages à 52% dans les filets de bordure (Tableau 12). A noter le statut de taxon dominant d'*Ancylus* dans les filets et de taxon sub-dominant de *Psychomyia* dans les dragages.

Tableau 12 : Caractéristiques des peuplements d'invertébrés selon le point de vue « technique d'échantillonnage ». Taxons dominants à sub-dominants.

Bugey 2020	Nb échantillons	Effectif	Richesse	Taxons dominants
Total	57	124 402	77	Jaera istri (44,9%) Dikerogammarus villosus (27,9%) Chironomidae (16,9%) Potamopyrgus antipodarum (3,6%) Ancylus fluviatilis (2,0%)
Filets	12 bocaux (48 filets unitaires)	28 192 (22,7%)	50	Jaera istri (52,4%) Dikerogammarus villosus (20,1%) Chironomidae (8,4%) Ancylus fluviatilis (7,6%) Potamopyrgus antipodarum (4,2%) Oligochètes (2,5%)
Dragages	9 bocaux (36 dragages unitaires)	47 266 (38,0%)	33	Jaera istri (36,1%) Chironomidae (30,2%) Dikerogammarus villosus (29,0%) Psychomyia pusilla (2,8%)
Substrats	36 substrats unitaires	48 944 (39,3%)	61	Jaera istri (49,1%) Dikerogammarus villosus (31,3%) Chironomidae (9,0%) Potamopyrgus antipodarum (6,3%) Oligochètes (3,1%)

Tableau 13 : Abondances relatives et occurrences des principaux taxons d'invertébrés échantillonnés en 2020, selon le point de vue « station ».

Bugey 2020	Abondances relatives (%)					Occurrences				
	Totales	amont	rejet	aval		Totales x/57	amont x/19	rejet x/19	aval x/19	
Jaera	**44,87**	**45,36**	**38,65**	**50,98**		57	19	19	19	
Dikerogammarus	**27,87**	**27,69**	**27,01**	**29,00**		57	19	19	19	**Taxons dominants**
Chironomidae	**16,92**	**14,16**	**23,82**	**12,63**		52	17	18	17	
Potamopyrgus	3,64	**5,06**	3,22	2,49		52	19	18	15	
Ancylus	2,04	1,43	4,07	0,53		36	14	10	12	Taxons sub-dominants
Oligochètes	1,85	3,92	0,81	0,64		37	14	15	8	
Psychomyia	1,26	0,04	1,06	2,85		17	4	7	6	Taxons résidants
Silo	0,34	0,94	0,03	0,01		12	8	3	1	
Corbicula	0,26	0,35	0,26	0,15		26	12	7	7	Taxons sub-résidants
Hypania	0,18	0,08	0,20	0,26		25	9	8	8	

Le constat effectué l'an dernier au sein des Crustacés de quasi-disparition des **Gammares natifs** au profit dorénavant des taxons exotiques et invasifs que sont *Jaera* et *Dikerogammarus* se confirme et s'amplifie. Rappelons que *Gammarus* était encore présent à près de 6500 individus au total en 2018 bien qu'en décroissance : 25 000 en 2014, 12 700 en 2015. Pendant très longtemps, *Gammarus* a été le taxon dominant (près de ¾ des individus certaines années) du Haut-Rhône (Dessaix et al., 1995 ; Souchon et al., 2011), jusqu'à l'arrivée progressive et durable des Crustacés exotiques.

De la même manière parmi les Plécoptères, taxons parmi les plus sensibles, à tendance plutôt psychrophile (i.e. d'eau « fraiche »), les disparitions-réapparitions des taxons d'une année sur l'autre se poursuit : retour des Leuctridae, accompagnés par les Nemouridae cette année, absence des Taeniopterygidae présents l'an dernier.

En dehors du constat précédent et des fluctuations inter-annuelles inhérentes à tout écosystème (Cauvy-Fraunié et al., 2020[14]), et en dépit d'effectifs variables, voire faibles pour certains, on retrouve toutefois une grande partie du fond faunistique du Haut-Rhône après aménagement tel que décrit par Dessaix et al. (1995)[15] ou Fruget et al. (2015)[16], ou bien plus spécifiquement du secteur de Bugey (Souchon et al., 2011[17]), à savoir des espèces potamiques telles que les Trichoptères Hydropyschidae, Goeridae et Glossosomatidae voire *Psychomyia et Hydroptila*, les Ephémères *Heptagenia* et *Potamanthus*, mais aussi *Ephemera* et *Seratella*, ou les Coléoptères Elmidae, le Mollusque *Ancylus*, ce dernier étant également typique des enrochements littoraux, des taxons plus limnophiles comme les Mollusques Planorbidae, *Potamopyrgus* et *Theodoxus*, les Trichoptères Leptoceridae, les Ephémères *Baetis* et *Caenis*, l'Odonate *Calopteryx* (toutefois absent cette année) et les taxons exotiques « anciens » *Corbicula* et *Dikerogammarus* en particulier.

4.4.2.4 Caractéristiques écologiques

Les taxons dominants et sub-dominants sont globalement identiques à ceux des années précédentes. Les caractéristiques bio-écologiques du Rhône à Bugey selon les principaux **traits bio-écologiques** de Tachet et al. (2010) restent donc stables et similaires d'une année sur l'autre, même si l'abondance des différents taxons représentatifs est souvent fluctuante, à savoir :

- Une majorité d'individus sont ubiquistes vis-à-vis du **substrat physique** (chironomes et gammares principalement), avec toutefois une affinité marquée pour des substrats durs, i.e. de granulométrie grossière (Trichoptères Psychomyidae et Hydropsychidae, Ephémères Heptageniidae et Baetidae).

- Une préférence se dessine pour des **vitesses de courant** faibles (Oligochètes, Chironomes) à moyennes (Gammares) avec aux extrêmes des taxons particuliers : *Potamopyrgus antipodarum*

[14] Cauvy-Fraunié S., Trenkel V.M., Daufresne M., Maire A., Capra H., Olivier J.M., Lobry J., Cazelles B. & Lamouroux N., 2020. Interpretation of interannual variability in long-term aquatic ecological surveys. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*., in press.

15 Dessaix J., Fruget J.F., Olivier J.M. & Beffy J.L. 1995. Changes of the macroinvertebrate communities in the dammed and by-passed sections of the French Upper Rhône after its regulation. *Regulated Rivers*, 10 (2-4) : 265-279.

16 Fruget J.F., Jézéquel C., Archambaud G., Dessaix J. & Roger M.C., 2015. Long-term effects of global and local changes on benthic macroinvertebrate communities in multi-stressed large rivers: the example of the Rhône River during the last 30 years. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 416, 29.

[17] Souchon Y., Roger M.C., Villeneuve B. & Piffady J., 2011. *Rhône amont. CNPE Bugey. Tendances temporelles de l'hydrologie, de la température et des communautés de macroinvertébrés et de poissons au cours des trente dernières années (1980-2009)*. Rapport CEMAGREF Lyon à EDF R&D, 57 p.

contribue pour l'essentiel à la classe de vitesse nulle tandis que l'affinité pour des vitesses rapides est plus particulièrement liée à la présence de taxons rhéophiles typiques du Haut-Rhône tels que le Gastéropode *Ancylus fluviatilis*, les Ephémères *Heptagenia* et *Potamanthus*, les diverses familles de Trichoptères Hydropsychidae, Goeridae, Glossosomatidae et Lepidostomatidae.

- Le **régime alimentaire** est à forte proportion détritivore (Gammares), avec toutefois une représentation significative des herbivores liée à l'abondance de *Psychomyia pusilla* (1,3 % des individus au total). Ceci conduit à des **guildes trophiques** dominées par les mangeurs de substrat fin (cf forte abondance des Chironomes et des Oligochètes et présence du Polychète *Hypania invalida*) et les broyeurs (Gammares), complétées de taxons racleurs de particules (*Psychomyia*, *Potamopyrgus*, *Heptagenia*, *Baetis*, en particulier).

- Une majorité d'individus sont eurythermes, quelques taxons ont une tendance plus ou moins prononcée à la **thermophilie** (*Potamopyrgus*, *Dikerogammarus*, Chironomes, mais aussi *Dugesia*, *Theodoxus*, *Ecnomus*), tandis que d'autres présentent une tendance plus psychrophile (*Heptagenia*, par exemple).

- Si une tendance rhithronique (i.e. milieux vifs et courants, assez typique du Haut-Rhône) est marquée dans la **répartition longitudinale** de certains taxons (*Hydropsyche* principalement, mais aussi *Hydroptila*, *Ancylus*, *Heptagenia*, ainsi que divers Plécoptères et Coléoptères Elmidae), la tendance potamique (i.e. milieux type grands cours d'eau et rivières profondes) est dominante pour une majorité d'entre eux.

4.4.2.5 Paramètres descripteurs des communautés

*Richesses (*Figure 73*)*

La **richesse moyenne** reste particulièrement faibles en 2020, seuls les substrats amont dépassant franchement 20 unités (23,7). Elle est de 18,1 taxons en moyenne générale, s'échelonnant de 16,9 pour les dragages à et 17,5 pour les filets et 19,8 pour les substrats artificiels. Elle décroit d'amont en aval : 21,0 en moyenne en amont, 17,9 au rejet et 15,3 en aval, soit une perte proche de 6 unités entre Saint-Vulbas et Loyettes.

*Effectifs (*Figure 73*)*

Si les substrats artificiels restent la technique d'échantillonnage la plus productive, leur effectif moyen est en nette baisse par rapport à l'an dernier (5438 vs 8653 individus). Les dragages présentent cette année une valeur moyenne sensiblement équivalente (5251 individus, soit supérieure aux 4162 individus de 2019). La **zone rivulaire** reste « classiquement » **fortement impactée par les marnages journaliers** liés aux éclusées énergétiques et ainsi peu propice à l'installation durable de peuplements benthiques invertébrés diversifiés et abondants, quelle que soit la station, avec toutefois cette année un effectif moyen (2548 individus) supérieur au précédent (< 2000 individus en moyenne en 2019).

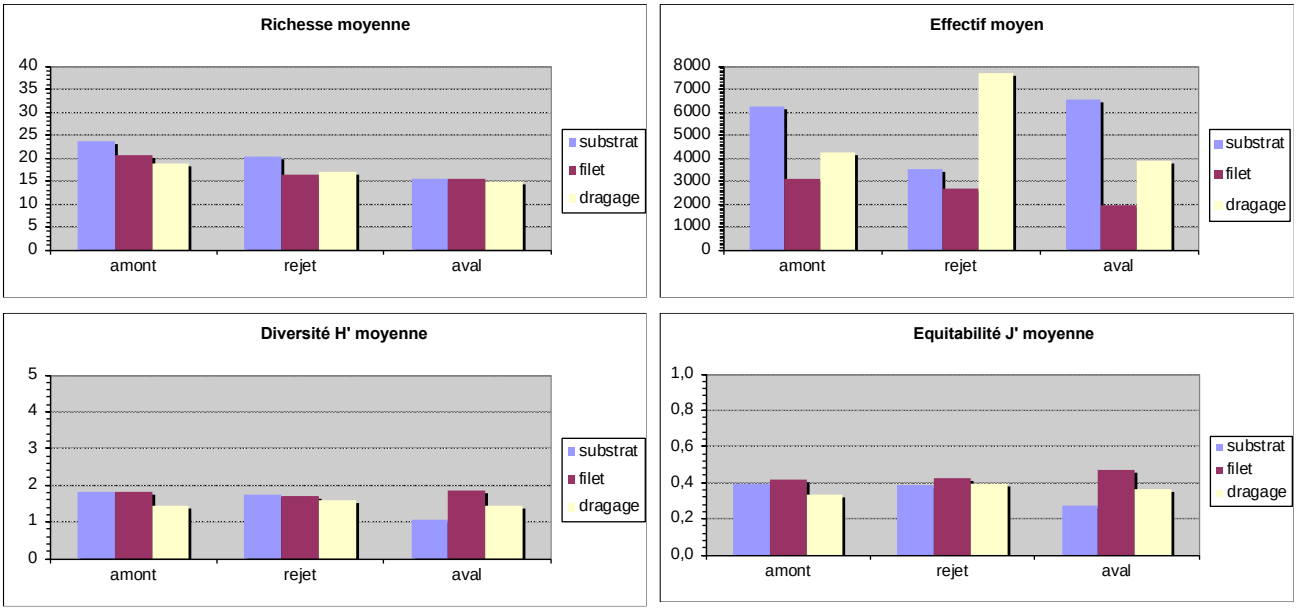


Figure 73 : Comparaison stationnelle des richesses, effectifs, diversités H' et équitabilités J' selon la technique d'échantillonnage (valeurs moyennes annuelles par bocaux des 4 échantillons unitaires regroupés).

*Indices de diversité H' et d'équitabilité J' (*Figure 73*)*

Ces deux indices varient de pair. Leurs valeurs 2020 restent basses. La diversité H' est ainsi toujours < 2, pour une moyenne générale de 1,61. Cette dernière est de 0,38 pour la diversité J'. Celle-ci montre un contraste entre les techniques de prélèvement avec des peuplements un peu plus équilibrés dans les filets (J' moyen de 0,44) contrairement aux substrats et aux dragages (0,35 et 0,37 en moyenne, signe de déséquilibres notables). « Classiquement » là aussi, ceci est lié à la dominance de quelques taxons dans certains prélèvements qui déséquilibre l'arrangement de ceux-ci, en particulier l'abondance extrême de *Jaera* dans certains échantillons (95% des individus dans un substrat RD de la station aval en novembre, par exemple).

4.4.2.6 Evolution temporelle

*Richesses et effectifs (*Figure 74*)*

Si la **richesse** des filets et des substrats apparait supérieure en seconde partie d'année, celle des dragages présente une chute lors de l'étiage automnal. Par contre, quelle que soit la technique d'échantillonnage, on constate une décroissance continue de la richesse de l'amont vers l'aval : la richesse moyenne passe ainsi de 20,8 à 15,5 de Saint-Vulbas à Loyettes pour les filets, de 18,7 à 15,0 pour les dragages et de 23,7 à 15,3 pour les substrats (respectivement 16,3 17,0 et 20,3 au rejet, toujours intermédiaire).

Les **effectifs** moyens suivent le même schéma temporel : en croissance au cours de l'année pour les filets et les substrats, en baisse au contraire pour les dragages. Ceux-ci sont en moyenne équivalents entre substrats et dragages (5438 et 5252 individus), et moindre pour les filets (2540 individus). Du point de vue temporel (avril exclu car uniquement des filets), aucune réelle tendance n'apparait : de 4500 individus en moyenne en juin, ils passent sous les 4000 en septembre puis dépassent 5000 en novembre. Sous l'angle des stations, aucune tendance n'apparait non plus : si une baisse amont-aval

est effectivement notée pour les filets, l'effectif moyen est supérieur au rejet pour les dragages (et supérieur en amont par rapport à l'aval), mais il est voisin entre Saint-Vulbas et Loyettes (inférieur au rejet) pour les filets.

Il faut toutefois tenir compte de la « spécificité » du dragage du rejet en juin où 3 taxons (*Dikerogammarus, Jaera* et Chironomidae) représentent 99% des individus.

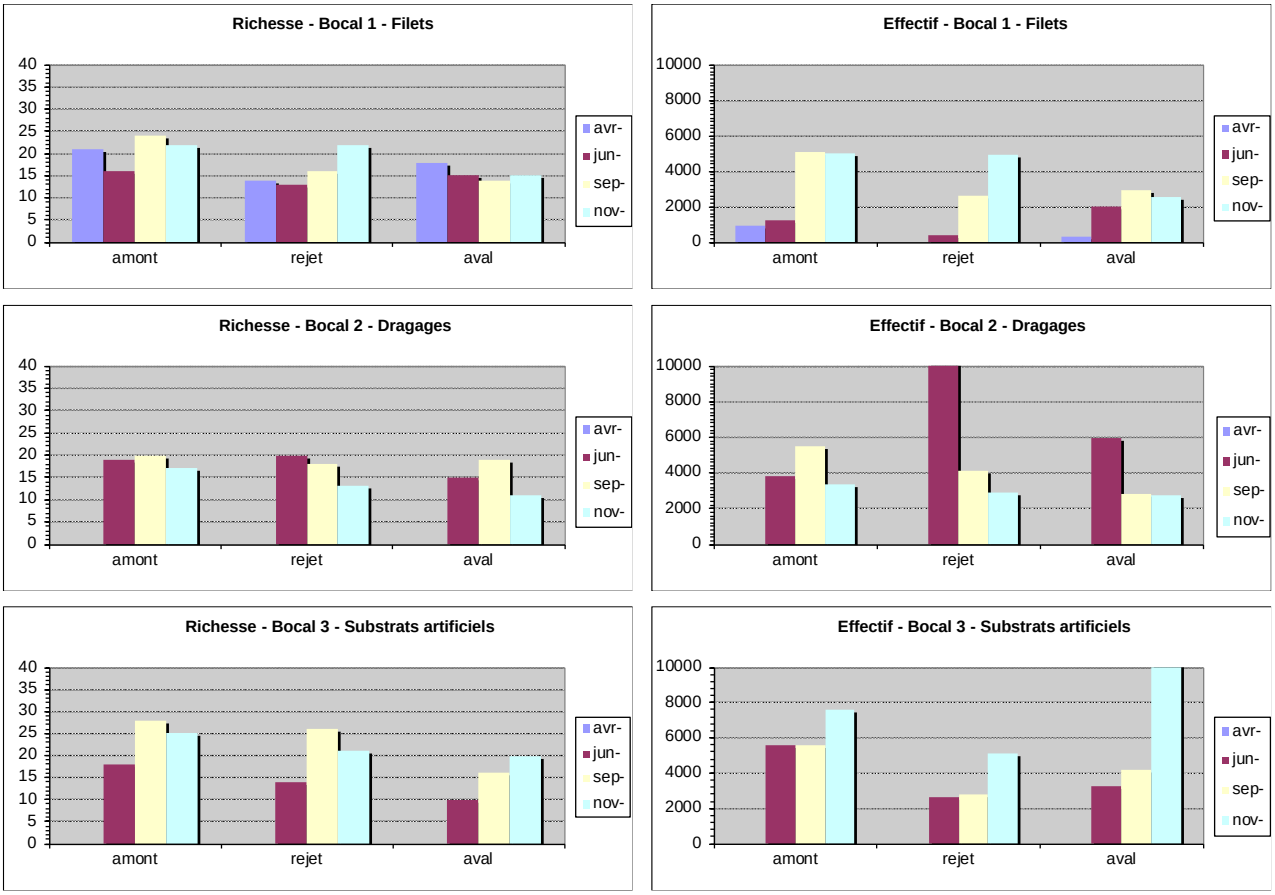


Figure 74 : Comparaison de l'évolution temporelle des richesses et des effectifs des différentes stations selon la technique d'échantillonnage (4 échantillons unitaires regroupés par bocal).

*Indices de diversité H' et d'équitabilité J' (*Figure 75*)*

Nous avons mentionné précédemment la faiblesse de ces indices cette année.

Quelle que soit la technique d'échantillonnage, la diversité H' moyenne est meilleure en septembre (respectivement 2,06 pour les filets, 1,88 pour les dragages et 1,91 pour les substrats lors de cette date). Elle est très variable par stations selon la technique (mais toujours < 1,90) : elle présente une décroissance amont-aval pour les substrats (respectivement 1,83 à Saint-Vulbas, 1,75 au rejet, pour chuter à 1,06 à Loyettes), est sensiblement équivalente entre amont et aval pour filets et dragages, inférieure à ces deux stations pour les filets mais supérieure pour les dragages.

De la même manière que l'indice précédent, l'équitabilité J' moyenne est meilleure en septembre (respectivement 0,51 pour les filets, 0,44 pour les dragages et 0,41 pour les substrats lors de cette date).

Par stations et selon la technique, elle suit le même schéma que la diversité H' avec des valeurs moyenne toujours < 0,5 (de 0,28 en aval pour les substrats à 0,47 à cette même station pour les filets).

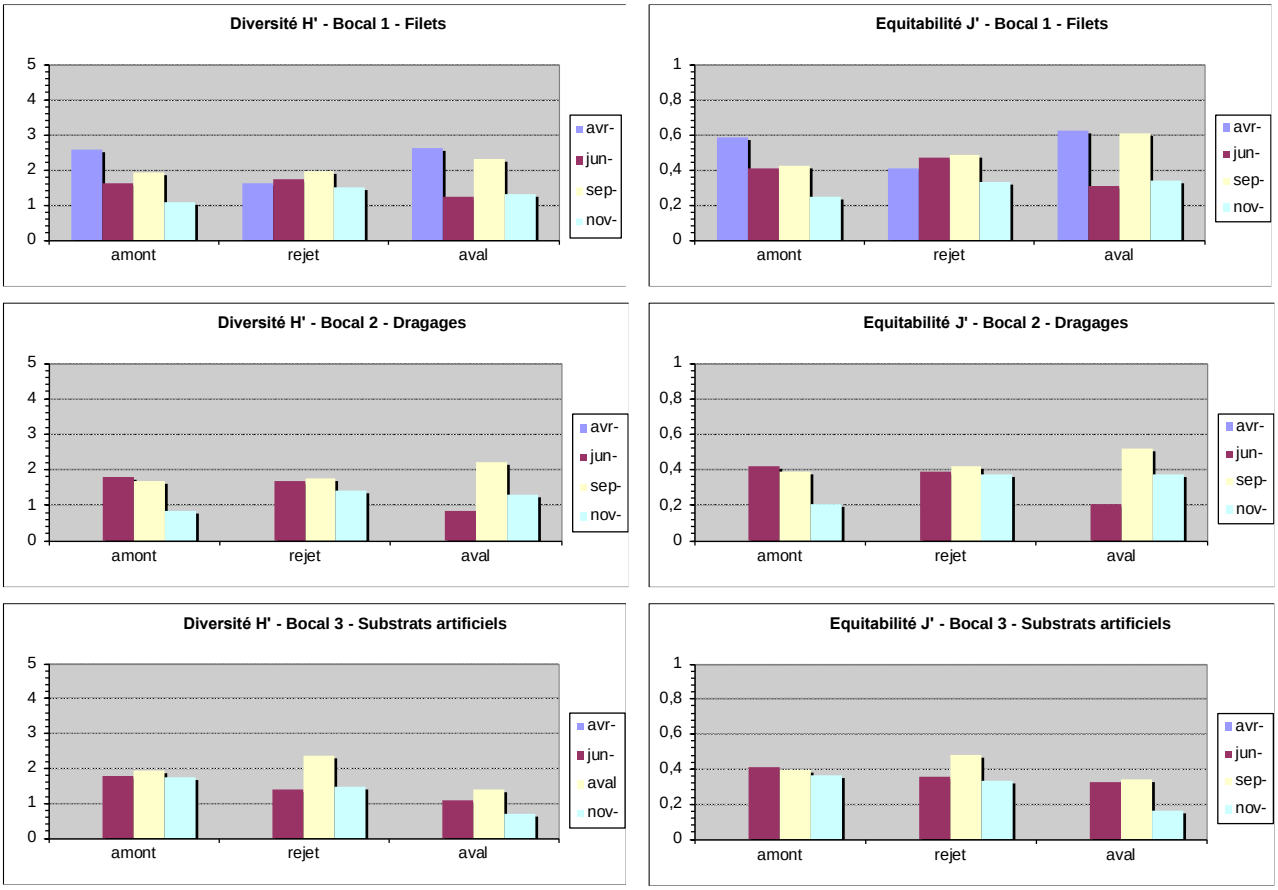


Figure 75 : Comparaison temporelle des diversités H' et des équitabilités J' des différentes stations selon la technique d'échantillonnage (4 échantillons unitaires regroupés par bocal).

4.4.3 Analyse indicielle

4.4.3.1 IQBP (substrats artificiels)

Année 2020

Le Tableau 14 résume les résultats issus de l'analyse IQBP des données 2020, paramètres constitutifs d'une part et note indicielle d'autre part. Rappelons que les limites de détermination IQBP correspondent aux limites de l'IBGN classique, à savoir la famille, elles sont donc moindres que celles discutées dans les paragraphes précédents.

De façon identique aux années précédentes, aucun taxon polluo-sensible (i.e. de Groupe Faunistique Indicateur, ou GFI, au moins égal à 7 (tels que des Plécoptères Leuctridae et/ou des Trichoptères Glossosomatidae) n'a été rencontré en nombre individuellement suffisant (i.e. > 3 individus dans un même échantillon) dans les substrats artificiels cette année. Cette **sensibilité** est au mieux moyenne (3 échantillons /18) et largement **majoritairement mauvaise** (14 échantillons /18), en particulier aux stations rejet et aval où seul un échantillons ne se situe pas dans cette catégorie.

Tableau 14 : Résumé de différents paramètres descripteurs des communautés d'invertébrés au sens de l'IQBP et code couleur de la qualité biologique.

IQBP Bugey 2020			Effectif	Richesse totale	Diversité H'	Equitabilité J'	Taxon indicateur	GFI	Note IQBP
amont	avr-	2 Sb RD							
amont	avr-	2 Sb RG							
amont	juin	2 Sb RD	2522	10	1,222	0,368	Mollusques	2	5
amont	juin	2 Sb RG	3070	13	1,943	0,525	Ephemera	6	9
amont	sep-	2 Sb RD	2262	24	2,059	0,449	Hydroptilidae	5	11
amont	sep-	2 Sb RG	3303	16	1,758	0,44	Ephemeridae	6	10
amont	nov-	2 Sb RD	2784	20	1,577	0,365	Mollusques	2	7
amont	nov-	2 Sb RG	4850	18	1,757	0,421	Mollusques	2	7
rejet	avr-	2 Sb RD							
rejet	avr-	2 Sb RG							
rejet	juin	2 Sb RD	1353	11	1,53	0,442	Mollusques	2	5
rejet	juin	2 Sb RG	1277	9	0,996	0,314	Mollusques	2	4
rejet	sep-	1 Sb RD	350	20	1,86	0,43	Mollusques	2	7
rejet	sep-	2 Sb RG	2455	14	2,252	0,591	Mollusques	2	6
rejet	nov-	2 Sb RD	2399	10	1,351	0,407	Mollusques	2	5
rejet	nov-	2 Sb RG	2696	19	1,476	0,347	Mollusques	2	7
aval	avr-	2 Sb RD							
aval	avr-	2 Sb RG							
aval	juin	2 Sb RD	1844	8	1,121	0,374	Chironomidae	1	3
aval	juin	2 Sb RG	1438	6	0,975	0,377	Chironomidae	1	2
aval	sep-	2 Sb RD	3243	10	1,389	0,418	Mollusques	2	5
aval	sep-	2 Sb RG	922	12	1,265	0,353	Hydropsychidae	3	6
aval	nov-	2 Sb RD	8773	15	0,491	0,126	Mollusques	2	6
aval	nov-	2 Sb RG	3400	11	0,979	0,283	Mollusques	2	5

Ce résultat, combiné à des richesses IQBP **moyennes à médiocres** aboutit à des **notes indicielles** de qualité majoritairement médiocre, au mieux moyenne (trois échantillons amont), au pire mauvaise (trois échantillons également).

4.4.3.2 Chronique décennale

Note préalable : seule la rive droite de la station rejet est considérée dans le cadre de cette comparaison, l'échantillonnage de la rive gauche de cette station n'ayant débuté qu'en 2016.

La baisse progressive de richesse enregistrée depuis quelques années se poursuit et s'accentue (Figure 76**).** Les tendances antérieures restent également de mise, en particulier une richesse supérieure au rejet par rapport à l'aval (+5 taxons en moyenne par rapport à la RD et +6,5 par rapport à la RG depuis 2015) et une richesse amont supérieure en RD (en moyenne +6 unités systématiques IQBP depuis 2015 et +5 unités sur les 10 dernières années). A l'aval, l'écart moyen entre les deux rives est < 1 taxon sur 10 ans mais de 2 taxons en faveur de la RD depuis 2015.

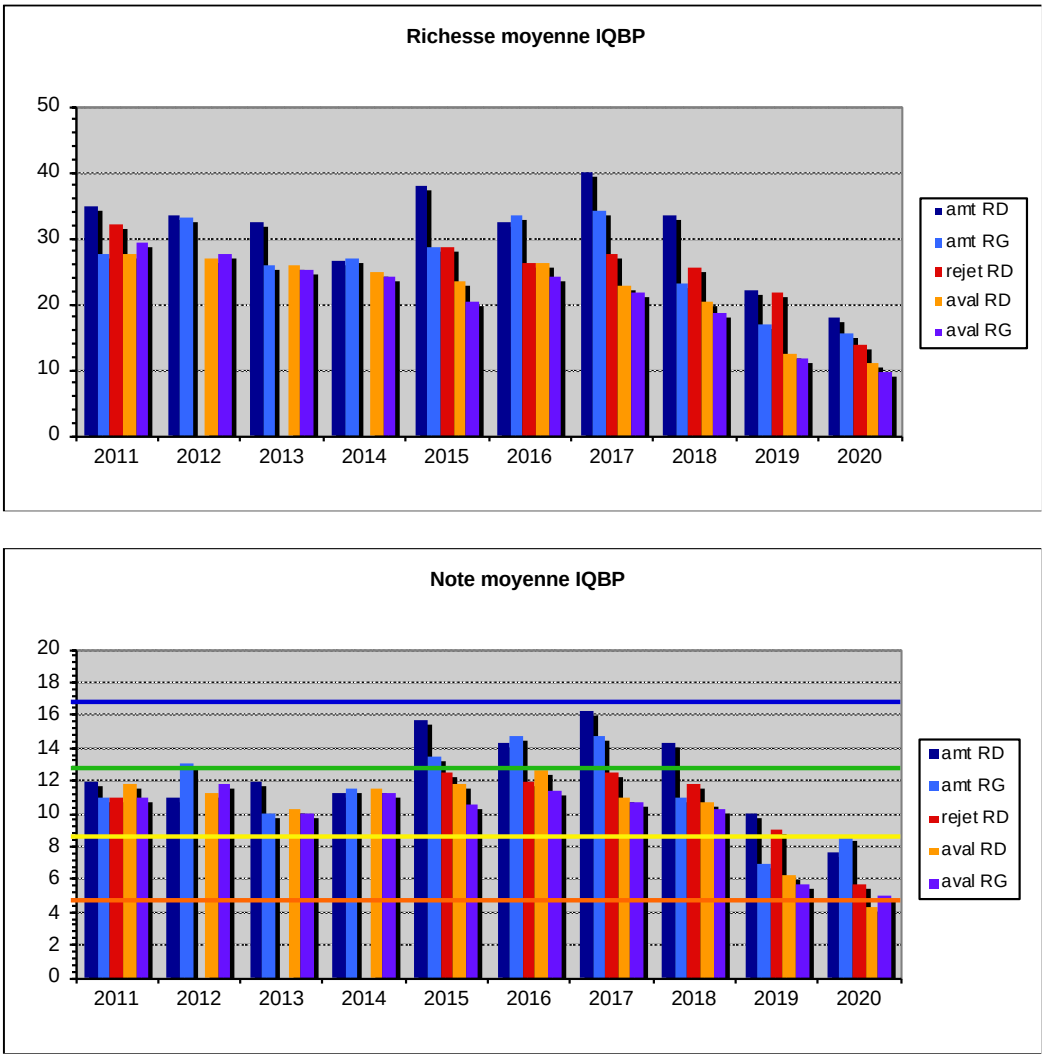


Figure 76 : Evolution décennale inter-stations de la richesse et de la note indicielle IQBP (valeurs moyennes annuelles par stations). Les limites des classes de qualité sont figurées pour la note indicielle.

Les **notes indicielles** sont nettement synonymes d'une qualité biologique moyenne au sens de l'IQBP, et lorsque la classe de qualité supérieure est atteinte, c'est uniquement à l'amont (Figure 76). Proches

en 2011 et 2014, la majorité des notes amont (et toutes depuis 2015) sont supérieures aux notes aval. La **nette dégradation enregistrée l'an dernier** avec l'apparition de notes qualité médiocre **s'accentue cette année**, une seule note ne se trouvant pas dans cette dernière classe de qualité (amont RG).

Respectivement de 2,3 points en RD et 1,7 points en RG sur les dix dernières années, l'écart amont-aval se creuse en ne considérant les valeurs que depuis 2015 (3,7 et 2,6 points). Dans moins d'un quart des campagnes depuis 2015 une des deux notes aval est supérieure à la note du rejet alors que cela était plus ou moins systématique en début de chronique. L'écart entre les rives d'une même station s'accentue depuis 2015, toujours en faveur des RD, de façon marquée en amont (0,9 point sur 10 ans et 1,6 points depuis 2015), plus modérée en aval (respectivement 0,4 et 0,6 point).

4.4.3.3 Chronique 1980-2020

La chronique de suivi depuis l'origine de celui-ci fait apparaître une tendance générale à l'accroissement de la richesse taxonomique au fil du temps, jusqu'en 2017 (Figure 77). Sur les dernières années, le creux de l'année 2013, en particulier sur le total et les deux stations amont peut être lié à l'hydrologie particulièrement marquée de cette année-là, tout comme la baisse 2016.

Pour rappel, Souchon et al. (2011) expliquent cette augmentation globale par (i) l'apparition de nouveaux taxons, souvent exotiques (*Sysira, Corbicula, Dikerogammarus*,…), (ii) l'apport de taxons lénitophiles depuis les retenues amont au fil de l'aménagement du fleuve, (iii) la progression des effectifs de certains taxons rendant leur récolte plus fréquente (*Hydroptila, Leuctra*,…).

Depuis 3 années maintenant la richesse est en chute continue, quelle que soit la station. Les différentes **valeurs 2020 sont divisées par 2 par rapport à celles 2017**, année au cours de laquelle les plus fortes richesses étaient enregistrées en amont RD (74 taxons) et au total (92 taxons). Si certaines stations s'approchent des plus basses valeurs de la chronique, les stations amont RG et aval RG atteignent leur plus faible richesse depuis le début des mesures en 1980 (33 et 19 taxons respectivement)… Même si le constat peut être tempéré par l'absence de campagne en avril, la baisse s'accentue bel et bien.

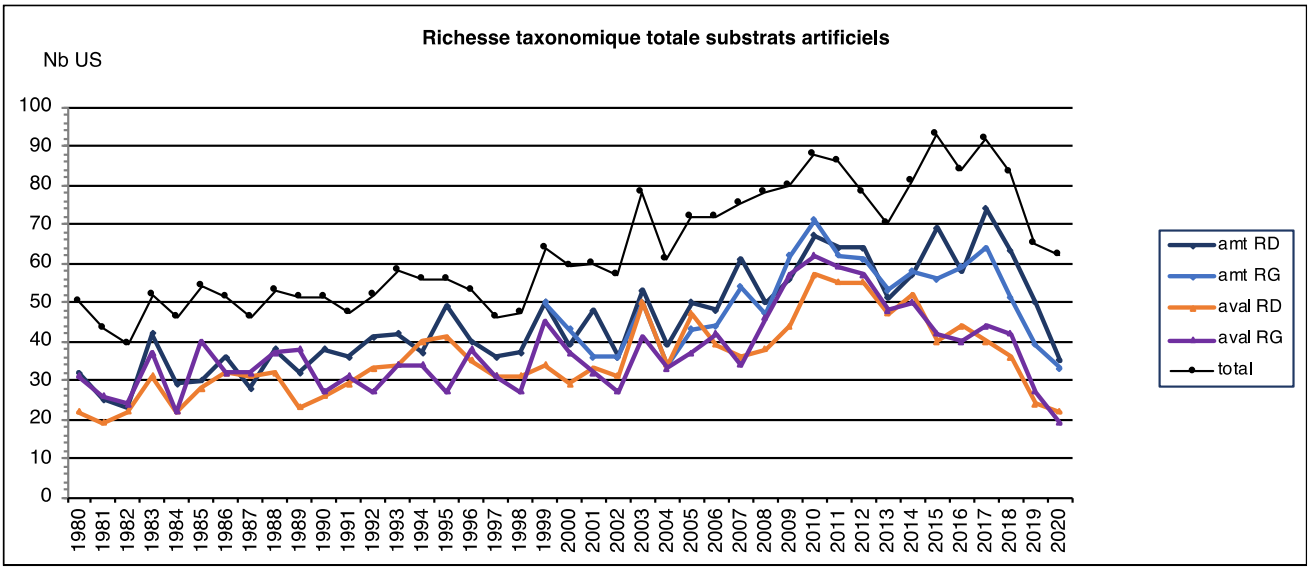


Figure 77 : Evolution de la richesse taxonomique totale annuelle des substrats artificiels depuis le début de la chronique de suivi.

Nous rappellerons qu'un changement de type de substrat artificiel (type Verneaux – CEMAGREF *vs* type IBGA - Agence de l'Eau) a été pratiqué à partir de 2015 afin de satisfaire à la méthode DCE. Ceci pourrait expliquer en partie cette évolution si cette chute concernait l'ensemble des stations. Or, la chute aux stations aval apparait engagée depuis 2011 et, à l'inverse, une hausse a d'abord été constatée aux stations amont. Par ailleurs, la tendance régulière à l'augmentation de la richesse générale s'est poursuivie jusqu'en 2017 (63 taxons en moyenne annuellement depuis 1980, année d'origine du suivi, 79 sur la dernière décennie, 80 depuis 2015). Hormis le changement de type de substrat, ceux-ci sont posés strictement aux mêmes endroits, il est donc toujours difficile d'apporter une explication définitive et satisfaisante.

4.4.3.4 IBGA-DCE

Pour rappel, il n'existe pas de limites de classes de qualité ni de valeur de référence pour le type de masse d'eau auquel appartient le Rhône (TTGA). Une libre adaptation sera faite par la suite à partir de l'IBGA « classique », mais celle-ci n'a aucune valeur « officielle ». Rappelons également que les limites de détermination IBGA sont ramenées au niveau de la famille, donc moindres que celles discutées dans les paragraphes précédents. Les résultats sont synthétisés dans le Tableau 16.

Les richesses des bocaux 1+2 (filets+dragages, i.e. berges+chenal) sont moyennes, à deux exceptions qui sont médiocres (rejet avril, mais filets seuls, et aval novembre). **L'apport des substrats artificiels permet aux richesses 12 prélèvements** (filets+dragages+substrats, i.e. berges+chenal+zone intermédiaire) **de certains échantillons de gagner une classe** et de présenter des richesses > 30 taxons pour quatre d'entre eux (2 échantillons rejet et 2 échantillons amont lors des deux dernières dates).

Le GFI est identique entre l'échantillon F+D et celui 12 prélèvements, correspondant pour moitié à la classe 7 (/9), celle-ci intégrant des taxons plus polluo-sensibles tels que le Trichoptère Glossosomatidae (majoritairement) et le Plécoptère Leuctridae (1 fois) qui atteignent un minima de 3 individus.

La combinaison des deux informations précédentes aboutit à des notes indicielles synonymes d'un **bon potentiel biologique aux stations amont et rejet quelle que soit la date** lorsqu'on considère aussi bien les échantillons F+D seuls que l'ensemble des 12 échantillons, exceptée bien évidemment la campagne tronquée d'avril. L'apport des substrats artificiels permet à la station amont d'atteindre la classe très bon en septembre. A la station aval, systématiquement atteint jusqu'en 2018, atteint une seule fois en 2019, le bon potentiel ne l'est jamais cette année, cette station étant au mieux de potentiel biologique moyen en juin et septembre. La robustesse de ces résultats apparaît bonne pour les stations amont et rejet, la suppression des Glossosomatidae étant palliée par les Goeridae, mais ceux-ci sont généralement absents à la station aval où le taxon indicateur devient alors les Hydroptilidae, le GFI perdant ainsi une classe (6/9).

Le Tableau 15 présente la **contribution de chacune des méthodes à la qualité biologique globale et leur complémentarité** :

- La combinaison rive+chenal (i.e. filets+dragages F+D) apparait toujours plus biogène que la zone intermédiaire échantillonnée par les substrats artificiels (IQBP), en moyenne de 4,5 taxons et de 4 points indiciels. Ceci est particulièrement sensible à la station aval pour la richesse (+7 taxons) et au rejet pour la note indicielle (+5,2 points).

- La contribution F+D à la méthode DCE permet le gain moyen d'une dizaine de taxons (passage de la richesse de 15,8 à 26,2) et 7,2 points d'indice (passage de la note de 6,8 à 14,0) par rapport aux seuls substrats artificiels. Inversement, l'apport de ces derniers permet le gain de 6 taxons (de 20,3 à 26,2) et de 3,2 points d'indice (passage de la note de 10,8 à 14,0) par rapport à la seule combinaison des deux techniques précédentes, en moyenne.

Tableau 15 : Valeurs moyennes par stations de la note indicielle et de la richesse taxonomique des différentes composantes de la méthode DCE.

Note	IQBP*	F+D	12 prlvts
amont	9,0	11,5	15,7
rejet	6,3	11,5	15,3
aval	5,0	9,3	11,0
moyenne	6,8	10,8	14,0

Richesse	IQBP*	F+D	12 prlvts
amont	19,0	21,5	29,3
rejet	16,7	20,3	26,8
aval	11,7	19,0	22,5
moyenne	15,8	20,3	26,2

* Prise en compte du couple de substrats artificiels le plus biogène.

Tableau 16 : Résumé de différents paramètres descripteurs des communautés d'invertébrés au sens de l'IBGA-DCE. Le code couleur de la qualité biologique est adapté de l'IBGA « classique ».

MGCE F+D Bugey 2020			Effectif	Richesse totale	Diversité H'	Equitabilité J'	Taxon indicateur	GFI	Note indicielle
amont	avr-	F+D	947	17	2,528	0,618	Mollusques	2	7
amont	juin	F+D	5044	22	1,9	0,426	Glossosomatidae	7	13
amont	sep-	F+D	10615	24	1,921	0,419	Glossosomatidae	7	13
amont	nov-	F+D	8325	23	1,009	0,223	Glossosomatidae	7	13
rejet	avr-	F+D	257	13	2,584	0,698	Mollusques	2	6
rejet	juin	F+D	16404	22	1,628	0,365	Leuctridae	7	13
rejet	sep-	F+D	6712	21	1,986	0,452	Glossosomatidae	7	13
rejet	nov-	F+D	7831	25	1,602	0,345	Glossosomatidae	7	14
aval	avr-	F+D	317	17	2,584	0,632	Mollusques	2	7
aval	juin	F+D	7963	21	1,689	0,385	Hydroptilidae	5	11
aval	sep-	F+D	5769	22	2,35	0,527	Hydroptilidae	5	11
aval	nov-	F+D	5261	16	1,329	0,332	Leptoceridae	4	8

MGCE 12 prél. Bugey 2020			Effectif	Richesse totale	Diversité H'	Equitabilité J'	Taxon indicateur	GFI	Note indicielle
amont	avr-	total 12	947	17	2,528	0,618	Mollusques	2	7
amont	juin	total 12	10636	28	1,948	0,405	Glossosomatidae	7	14
amont	sep-	total 12	16180	39	2,004	0,379	Glossosomatidae	7	17
amont	nov-	total 12	15959	33	1,47	0,291	Glossosomatidae	7	16
rejet	avr-	total 12	257	13	2,584	0,698	Mollusques	2	6
rejet	juin	total 12	19034	26	1,629	0,347	Leuctridae	7	14
rejet	sep-	total 12	9526	35	2,345	0,457	Glossosomatidae	7	16
rejet	nov-	total 12	12926	33	1,687	0,334	Glossosomatidae	7	16
aval	avr-	total 12	317	17	2,584	0,632	Mollusques	2	7
aval	juin	total 12	11245	23	1,65	0,365	Hydroptilidae	5	11
aval	sep-	total 12	9934	26	2,057	0,438	Hydroptilidae	5	12
aval	nov-	total 12	17434	24	0,933	0,203	Leptoceridae	4	10

4.4.4 Discussion – Conclusions

L'**étude IBGA-DCE 2020** de la macrofaune benthique du Rhône aux environs du CNPE du Bugey a permis d'échantillonner **77 taxons** (aux limites systématiques de la méthode, à savoir *a maxima* le Genre), soit 58 taxons en amont (Saint-Vulbas), 56 en aval immédiat du rejet et 44 taxons en aval (Loyettes). Les substrats artificiels déposés en zone intermédiaire sont toujours la technique d'échantillonnage permettant la capture du plus grand nombre de taxons (63) par opposition aux dragages du chenal (36 taxons) et aux filets littoraux (51 taxons).

La richesse totale apparait en décroissance constante depuis le maximum de 110 unités enregistré en 2016. La perte taxonomique est ainsi de 30% en 4 ans. Ceci est toutefois variable selon les stations et selon les techniques d'échantillonnage (stabilisation pour les dragages par exemple), mais le constat à la baisse est malgré tout globalement général et s'accentue, même si on peut le modérer avec l'absence de substrats artificiels et de dragages lors de la première campagne 2020 en raison du confinement lié à la crise sanitaire.

La richesse totale moyenne sur la période 2015-2020 **décroit progressivement de l'amont vers l'aval** (79 taxons à l'amont, 74 au rejet et seulement 62 à l'aval, pour une moyenne générale de 96 taxons). Selon la technique d'échantillonnage, elle est en moyenne supérieure en zone rivulaire (65 taxons pour les filets de bordures) et plus faible dans le chenal (53 taxons pour les dragages). Les **substrats artificiels** déposés en zone intermédiaire, et échantillonnant aussi bien la faune en place que celle en dérive, **sont les plus biogènes,** permettant en moyenne la capture de 83 taxons.

Outre la chute accélérée de la richesse, ces dernières années restent marquées du point de vue taxonomique par la très forte abondance **des Crustacés exotiques** *Jaera istri,* apparu en 2017, qui abrite cette année 45% des individus, et *Dikerogammarus villosus* (28% des individus), tandis que les **Gammares natifs ont totalement disparu**. De manière similaire aux années précédentes, quelques taxons concentrent une majorité d'individus, *Jaera, Dikerogammarus* et les Chironomes représentent ainsi 90% de l'abondance totale. Parmi les 10 taxons sub-résidants > 0,1% à dominants, **5 d'entre eux sont exotiques** (2 Crustacés, 2 Mollusques et 1 Polychète), soit près de **77% des individus**. Deux taxons représentatifs du Rhône restent malgré tout présents parmi ceux-ci : le Mollusque *Ancylus fluviatilis* et le Trichoptère *Psychomyia pusilla*. L'ensemble de ces 10 taxons abrite 99% de l'abondance 2020…

Les substrats artificiels, technique d'échantillonnage utilisée depuis les origines du suivi, en dépit d'un changement de type de substrat à partir de 2015 afin de satisfaire à la méthode DCE (multiplaques Verneaux *vs* sisal-pierres IBGA) permettent d'appréhender l'**évolution temporelle long terme**. Si la richesse taxonomique totale IQBP (niveau d'identification systématique à la famille) montre une tendance constante à l'accroissement au long de la chronique de suivi depuis 1980 (maximums de 92 et 93 taxons en 2017 et 2015), elle amorce une chute continue depuis 3 ans pour atteindre 62 taxons en cette année (même si celle-ci a été marquée par une campagne en moins pour cause de crise sanitaire). La valeur 2020 est inférieure à toutes les moyennes calculées sur la chronique d'étude : 63 taxons en moyenne depuis 1980, 75 depuis l'année 2000, 79 sur la dernière décennie, par exemple. Ce constat est

valable quelle que soit la station, les stations amont RG et aval RG atteignant leur plus basse richesse historique (respectivement 33 et 19 taxons). Le changement de type de substrat artificiel effectué en 2015 afin de satisfaire à la méthode DCE peut difficilement être incriminé, plusieurs parmi les plus fortes valeurs étant postérieures (richesse stations amont RD et rejet et richesse totale en particulier). Hormis le changement de type de substrat, ceux-ci sont posés strictement aux mêmes endroits, il est donc toujours difficile d'apporter une explication définitive et satisfaisante.

En termes de **qualité biologique DCE**, le bon potentiel biologique est atteint pour les stations amont et rejet quelle que soit la date, aussi bien pour les échantillons F+D seuls que pour l'ensemble des 12 échantillons, excepté bien évidemment lors de la campagne tronquée d'avril. Cette potentialité n'est jamais atteinte à la station aval cette année, qui est au mieux de potentiel biologique moyen en juin et septembre. L'apport des substrats artificiels permet à la station amont d'atteindre la classe très bon en septembre.

D'un **point de vue méthodologique**, la comparaison de la méthode originelle (substrats artificiels et calcul de l'IQBP) et de la méthode DCE permet de mettre en évidence l'apport des différents compartiments (dérive pour les substrats, zone rivulaire pour les filets, chenal pour les dragages) et leur **complémentarité**. La combinaison rive+chenal (i.e. filets+dragages F+D) apparait toujours plus biogène que la zone intermédiaire échantillonnée par les substrats artificiels (IQBP), en moyenne de 4,5 taxons et de 4 points indiciels, ceci étant particulièrement sensible à la station aval (+7 taxons, +5,2 points). Toutefois, chaque technique (i.e. milieu prospecté) contribue spécifiquement au résultat final tant en termes de richesse (jusqu'à une dizaine de taxons pour le couple filets+dragages) que de note indicielle (de 3 à 7 points d'indice pour respectivement les substrats artificiels et la seule combinaison des deux techniques précédentes).

Du **point de vue stationnel**, la **disparité (baisse) amont-aval** reste présente au fil des années, tant en termes de richesse que de qualité indicielle. Ce phénomène tend à s'accentuer sur les dernières années : ainsi, la richesse totale (i.e. DCE) moyenne en RD est de 58 taxons en amont et de 41 en aval sur les 10 dernières années alors que, si elle reste à 58 en amont, elle n'est plus que de 34 en aval en moyenne depuis 2015. Si il apparait difficile de trancher dans des milieux à stress multiples comme le Rhône aménagé, le fait que la combinaison F+D de la méthode DCE soit d'autant plus biogène à la **station aval** par rapport aux substrats artificiels IQBP met bien en évidence l'existence de **conditions hydrauliques particulièrement discriminantes** à cette station, en particulier avec le violent courant le long de la digue d'enrochements RG, voire thermiques nos mesures physico-chimiques mensuelles montrant, un **échauffement résiduel moyen sur la dernière décennie de 3,2°C entre l'amont et l'aval RD** ainsi qu'une température moyenne 2,8°C plus élevée entre cette dernière et la rive opposée.

Toutefois, il faut garder à l'esprit que dans un milieu aménagé et soumis à de nombreux stress anthropiques comme le Rhône (aménagement physique, éclusées énergétiques, rejets thermiques, opérations régulières de chasse des sédiments, etc.), (i) **les influences sont multi-factorielles et agissent en synergie** et (ii) les **fluctuations inter-annuelles** inhérentes à tout écosystème sont d'autant plus **exacerbées**.

4.5 Conclusion pour la partie physicochimie, diatomées et macroinvertébrés benthiques

L'influence du fonctionnement du CNPE du Bugey reste principalement notable au travers du réchauffement engendré en rive droite à l'aval immédiat du site, un échauffement résiduel étant toujours présent à Loyettes en dépit des phénomènes de mélange et de dilution en cours. Le fonctionnement et la qualité physico-chimique de l'eau n'apparaissent toutefois aucunement altérés par cet échauffement. Ce phénomène est toutefois grandement atténué cette année avec l'arrêt des deux tranches en circuit ouvert tout au long du second semestre, voire avant.

Du point de vue biologique, l'analyse des peuplements diatomiques du Rhône à Bugey montre une situation très homogène sur les dernières années. Cette homogénéité est à la fois spatiale (i.e. entre les stations) et temporelle (i.e. depuis le début du suivi de ce descripteur en 2015, après toutefois deux premières années particulièrement élevées). Les variations observées restent globalement faibles, indépendamment des conditions hydrologiques et/ou d'échantillonnage, aussi bien vis-à-vis des indices que des espèces dominantes. Concernant ces dernières, ADMO, espèce singulière couramment rencontrée depuis le début du suivi, montre notamment une saisonnalité très nette en lien possible avec la température de l'eau. Aucun impact significatif du fonctionnement du CNPE n'est mis en évidence sur le peuplement diatomique et les analyses ne mettent pas en évidence de plus grande fragilité de ce compartiment et/ou la présence de certaines espèces polluotolérantes dans des conditions plus pénalisantes.

Concernant les macroinvertébrés, leur situation tend à se dégrader ces dernières années, tant globalement à l'échelle du secteur d'étude que du point de vue de la disparité amont-aval qui s'accentue au fil des années via l'échantillonnage par substrats artificiels en particulier, aussi bien en termes de richesse que d'effectif ou de note indicielle. Ce constat devient récurrent au fil du temps, même si il peut être tempéré en 2020, la première campagne d'échantillonnage en avril ayant été tronquée en raison de la crise sanitaire. Toutefois, il reste difficile de trancher et d'apporter une explication définitive et satisfaisante, les influences étant multiples (thermie en RD, conditions hydrodynamiques en RG pour ce qui est de la station aval en particulier) et agissant en synergie dans ce type de milieu aménagé et soumis à de multiples stress anthropiques (aménagement physique, éclusées énergétiques, rejets thermiques, etc.). A cela s'ajoute la part de plus en plus grandissante des taxons invasifs qui représentent cette année 77% des individus et le reserrement du pool de taxons constituant la base du peuplement de macroinvertébrés de ce secteur du Rhône puisque 10 taxons abritent 99% de l'abondance totale 2020.

D'un point de vue méthodologique, le protocole IBGA-DCE prend en compte la contribution des différents compartiments transversaux du fleuve à la qualité biologique globale des secteurs étudiés grâce à l'utilisation de techniques d'échantillonnage spécifiques à chacun d'entre eux, confirmant la complémentarité de celles-ci.

5 ANNEXES

5.1 Annexes suivi ichtyologique

5.1.1 Liste des espèces potentielles

Tableau 17 : liste des espèces potentielles (nom scientifique et nom commun) et code de l'espèce (classement par ordre alphabétique du code de l'espèce) de poissons, de lamproies et d'écrevisses.

Espèces	Nom commun	code	Espèces	Nom commun	code
Leucaspius delineatus	Able de Heckel	ABH	Pungitius pungitius	Epinochette	EPT
Alburnus alburnus	Ablette	ABL	Rutilus rutilus	Gardon	GAR
Alosa alosa	Grande alose	ALA	Gobio gobio	Goujon	GOU
Alosa fallax rhodanensis	Alose feinte du Rhône	ALR	Gymnocephalus cernuus	Grémille	GRE
Anguilla anguilla	Anguille	ANG	Chondrostoma nasus	Hotu	HOT
Austropotamobius pallipes	Ecrevisse à pieds blancs	APP	Leuciscus idus	Ide mélanote	IDE
Zingel asper	Apron	APR	Misgurnus fossilis	Loche d'étang	LOE
Austropotamobius torrentium	Ecrevisse des torrents	APT	Barbatula barbatula	Loche franche	LOF
Astacus astacus	Ecrevisse à pattes rouges	ASA	Cobitis taenia	Loche de rivière	LOR
Astacus leptodactylus	Ecrevisse à pattes grêles	ASL	Lota lota	Lote de rivière	LOT
Aspius aspius	Aspe	ASP	Petromyzon marinus	Lamproie marine	LPM
Barbus barbus	Barbeau commun	BAF	Lampetra planeri	Lamproie de planer	LPP
Barbus meridionalis	Barbeau méridional	BAM	Lampetra fluviatilis	Lamproie de rivière	LPR
Micropterus salmoides	Black bass à grande bouche	BBG	Salvelinus alpinus	Omble chevalier	OBL
Salaria fluviatilis	Blennie fluviatile	BLE	Thymallus thymallus	ombre commun	OBR
Leuciscus souffia	Blageon	BLN	Orconectes limosus	Ecrevisse américaine	OCL
Rhodeus sericeus	Bouvière	BOU	Procambarus clarkii	Ecrevisse rouge de Louisiane	PCC
Blicca bjoerkna	Brème bordelière	BRB	Ameiurus melas	Poisson chat	PCH
Abramis brama	Brème commune	BRE	Perca fluviatilis	Perche commune	PER
Esox lucius	Brochet	BRO	Lepomis gibbosus	Perche soleil	PES
Carassius auratus	Carassin doré	CAA	Pacifastacus leniusculus	Ecrevisse du Pacifique (ou signal)	PFL
Carassius gibelio	Carassin gibelio	CAG	Pseudorasbora parva	Pseudorasbora	PSR
Hypophthalmichthys molitrix	Carpe argentée	CAR	Scardinius erythrophthalmus	Rotengle	ROT
Carassius carassius	Carassin commun	CAS	Sander lucioperca	Sandre	SAN
Cyprinus carpio	Carpe commune	CCO	Salvelinus fontinalis	Saumon de fontaine	SDF
Cyprinus carpio	Carpe cuir	CCU	Silurus glanis	Silure	SIL
Ambloplites rupestris	Crapet de roche	CDR	Alburnoides bipunctatus	Spirlin	SPI
Hypophthalmichthys nobilis	Carpe à grosse tête	CGT	Oncorhynchus mykiss	Truite arc-en-ciel	TAC
Cottus gobio	Chabot	CHA	Tinca tinca	Tanche	TAN
Leuciscus cephalus	Chevaine	CHE	Chondrostoma toxostoma	Toxostome	TOX
Cyprinus carpio	Carpe miroir	CMI	Salmo trutta fario	Truite commune	TRF
Coregonus lavaretus	Lavaret	COR	Salmo trutta lacustris	Truite de lac	TRL
Ctenopharyngodon idella	Carpe amour blanc	CTI	Phoxinus phoxinus	Vairon	VAI
Cyprinidae sp.	Cyprinidae indéterminés	CYP	Leuciscus leuciscus	Vandoise	VAN
Gasterosteus aculeatus	Epinoche	EPI			

5.1.2 Tableau récapitulatif des différentes classes de taille et des relations taille-poids pour certaines espèces

Tableau 18 : Liste des espèces avec les coefficients de la relation Masse ~ Taille et les limites de tailles des individus pour leur répartition dans les deux taxons : Petits et Grands.

			Masse (g) = A*Taille(mm)^B			Limites Petits – Grands	
Code espèce	Nom scientifique	Nom vernaculaire	A	B	Qualité	Limite1	Limite2
ABL	*Alburnus alburnus (L. 1758)*	Ablette	1,2928E-05	2,8758	2	80	120
ANG	*Anguilla anguilla (L. 1758)*	Anguille	1,5091E-06	3,0164	4	410	10000
BAF	*Barbus barbus (L. 1758)*	Barbeau fluviatile	1,2335E-05	2,9256	2	90	220
	Salariafluviatilis (Asso, 1801)	Blennie fluviatile					
	Leuciscus (telestes) souffia (Risso 1826)	Blageon	1,1780E-05	2,9246	3	80	10000
BOU	*Rhodeus sericeus (Bloch 1782)*	Bouvière	2,8139E-03	1,7193	4		
BRB	*Blicca bjoerkna (L. 1758)*	Brème bordelière	1,4923E-05	2,9210	3	90	220
BRO	*Esox lucius (L. 1758)*	Brochet	2,9642E-06	3,1263	1		
CAS	*Carassius auratus (L. 1758)*	Carassin	3,7192E-05	2,8373	4		
CHA	*Cottus gobio (L. 1758)*	Chabot	4,5097E-05	2,6880	4		
CHE	*Leuciscus cephalus (L. 1758)*	Chevaine	5,5979E-06	3,1197	2	80	170
CMI-CCO-CCU	*Cyprinus carpio*	Carpe miroir / com.	1,5767E-05	3,0136	4		
EPI	*Gasterosteus aculeatus (L. 1758)*	Epinoche	1,3570E-02	1,2945	4		
GAR	*Rutilus rutilus (L. 1758)*	Gardon	4,2242E-06	3,1872	2	60	110
GOU	*Gobio gobio (L. 1758)*	Goujon	3,5539E-05	2,7016	1	100	10000
GRE	*Gymnocephalus cernua*	Grémille					
HOT	*Chondrostoma nasus (L. 1758)*	Hotu	5,9591E-06	3,0798	1	80	190
LOF	*Barbatula barbatula (L. 1758)*	Loche	9,0863E-04	1,9166	4	60	10000
LPP	*Lampetra planeri (Bloch 1784)*	Lamproie de planer					
LOT	*Lota lota (L. 1758)*	Lotte	5,3952E-06	3,0644	4		
OBR	*Thymallus thymallus (L. 1758)*	Ombre commun	6,3247E-06	3,0706	2		
PCH	*Ictalurus melas*	Poisson chat	6,3010E-06	3,1479	1		
PER	*Perca fluviatilis (L. 1758)*	Perche fluviatile	4,5335E-06	3,1882	1	100	10000
PES	*Lepomis gibbosus (L. 1758)*	Perche soleil	7,5814E-06	3,2156	2	80	10000
PSR	*Pseudorasbora parva*	Pseudorasbora	2,9588E-04	2,2244	4		
ROT	*Scardinius erythrophtalmus (L. 1758)*	Rotengle	5,4525E-06	3,1488	3		
SAN	*Lucioperca lucioperca*	Sandre	1,2941E-05	2,9196	4		
SIL	*Silurus glanis (L. 1758)*	Silure	1,2592E-05	2,8967	1		
SPI	*Alburnoides bipunctatus (Bloch 1752)*	Spirlin	4,2589E-06	3,1588	2	70	10000
TAC	*Oncorhynchus mykiss*	Truite arc-en-ciel					
TAN	*Tinca tinca (L. 1758)*	Tanche	1,0587E-05	3,0668	2		
TRF	*Salmo trutta fario (L. 1758)*	Truite fario	1,7855E-05	2,8965	1	100	200
VAI	*Phonixus phonixus (L. 1758)*	Vairon	2,4997E-03	1,6540	4	40	10000
VAN	*Leuciscus leuciscus (L. 1758)*	Vandoise	6,0028E-06	3,1121	2	85	190

Qualité des coefficients Taille-Masse : 1 = meilleures espèces disponibles dans nos données ; 2 = espèces ayant nécessité l'élimination de quelques valeurs entières (surtout faibles) ; 3 = espèces pour lesquelles la qualité des données était très faible (nombre, répartition, précision….) ; 4 = espèces avec très peu d'individus (mais parfois belle courbe : CAS (CAG), CCO, ROT, SAN, LOT) ou issues d'autre rivières (e.g. ANG). Si deux limites de tailles existent => trois taxons sont identifiables : jeunes de l'année, juvéniles et grands individus. Ces trois taxons sont regroupés en Petits (jeunes de l'année) et Grands (juvéniles + grands).

5.1.3 Tableau des effectifs capturés par station et par campagne

Tableau 19 : Effectifs capturés par espèce pour chaque station de pêche lors de chaque campagne de pêche en 2020, exprimés en nombre d'individus par hectare échantillonné.

Station / Espèces	ABL	BAF	BOU	BRB	BRO	CCO	CHA	CHE	GAR	GOU	HOT	LOF	PER	PES	PSR	ROT	SIL	SPI	TAN	VAI	VAN
St_1_BUG0520	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
St_1_BUG0620	19.8	29.8	0.0	34.7	0.0	5.0	0.0	525.9	0.0	14.9	54.6	0.0	0.0	0.0	19.8	0.0	0.0	29.8	0.0	0.0	14.9
St_1_BUG0820	0.0	150.3	13.7	245.9	0.0	0.0	0.0	68.3	34.2	0.0	526.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5	0.0	0.0	0.0
St_1_BUG1020	11.3	67.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	5.6	11.3	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
St_2_BUG0520	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0
St_2_BUG0620	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
St_2_BUG0820	38.5	7.7	15.4	408.4	0.0	0.0	0.0	169.5	385.2	154.1	61.6	7.7	0.0	7.7	0.0	0.0	7.7	61.6	0.0	0.0	0.0
St_2_BUG1020	180.5	105.3	0.0	30.1	0.0	0.0	0.0	127.8	7.5	45.1	233.1	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	7.5	789.6	0.0	0.0	0.0
St_3_BUG0520	0.0	16.8	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	83.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0
St_3_BUG0620	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	185.4	0.0	0.0	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	16.9	0.0	0.0
St_3_BUG0820	26.5	105.8	0.0	1745.9	8.8	0.0	0.0	529.1	52.9	26.5	61.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
St_3_BUG1020	736.8	18.4	0.0	9670.8	36.8	0.0	0.0	294.7	18.4	1142.1	3242.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	18.4	36.8	18.4	0.0
St_5_BUG0520	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	117.3	0.0	0.0	0.0
St_5_BUG0620	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	152.4	0.0	0.0	0.0
St_5_BUG0820	0.0	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	56.0	0.0	14.0	21.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	224.0	0.0	0.0	0.0
St_5_BUG1020	18.0	78.1	0.0	156.3	6.0	6.0	0.0	60.1	18.0	48.1	276.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	252.5	0.0	0.0	0.0
St_6D_BUG0520	6.1	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	30.6	0.0	0.0	0.0
St_6D_BUG0620	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	0.0	5.7	0.0
St_6D_BUG0820	6.3	245.5	0.0	69.3	0.0	0.0	6.3	321.1	6.3	37.8	289.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	352.6	0.0	0.0	0.0
St_6D_BUG1020	225.5	318.0	0.0	219.7	0.0	0.0	0.0	237.0	0.0	150.3	4046.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	289.1	0.0	11.6	0.0
St_6G_BUG0520	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
St_6G_BUG0620	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0
St_6G_BUG0820	11.9	183.7	17.8	225.2	0.0	0.0	0.0	408.9	29.6	59.3	88.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	171.9	0.0	23.7	0.0
St_6G_BUG1020	5.7	136.1	0.0	5.7	0.0	0.0	22.7	136.1	5.7	153.1	124.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	391.3	5.7	0.0	0.0
St_7_BUG0520	0.0	5.3	5.3	10.7	0.0	0.0	0.0	80.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.4	101.5	0.0	0.0	0.0
St_7_BUG0620	0.0	19.7	52.6	0.0	0.0	0.0	0.0	78.9	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	328.6	308.9	0.0	6.6	0.0
St_7_BUG0820	0.0	888.7	57.3	1003.4	0.0	0.0	0.0	516.0	0.0	0.0	200.7	0.0	28.7	14.3	0.0	0.0	372.7	1189.7	0.0	0.0	0.0
St_7_BUG1020	35.2	810.3	70.5	52.8	0.0	0.0	0.0	475.6	211.4	317.1	1462.0	0.0	17.6	17.6	0.0	0.0	317.1	5513.2	0.0	0.0	0.0

5.1.4 Tableau des biomasses estimées (en gramme) par station et par campagne

Tableau 20 : Biomasses estimées capturées par espèce pour chaque station de pêche lors de chaque campagne de pêche en 2020, exprimées en grammes par hectare échantillonné.

Station / Espèces	ABL	BAF	BOU	BRB	BRO	CCO	CHA	CHE	GAR	GOU	HOT	LOF	PER	PES	PSR	ROT	SIL	SPI	TAN	VAI	VAN
St_1_BUG0520	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	367.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
St_1_BUG0620	40.6	52.0	0.0	71.4	0.0	18429.0	0.0	1031.6	0.0	61.4	11.1	0.0	0.0	0.0	28.5	0.0	0.0	12.2	0.0	0.0	2.2
St_1_BUG0820	0.0	110.4	31.0	114.7	0.0	0.0	0.0	548.0	70.9	0.0	539.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0
St_1_BUG1020	5.0	81.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.5	22.6	49.1	0.0	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
St_2_BUG0520	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	292.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0
St_2_BUG0620	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
St_2_BUG0820	33.1	145.4	43.5	399.7	0.0	0.0	0.0	6280.9	782.3	1511.2	109.2	11.7	0.0	76.9	0.0	0.0	11352.2	146.0	0.0	0.0	0.0
St_2_BUG1020	175.6	157.6	0.0	22.4	0.0	0.0	0.0	273.4	13.3	250.2	584.5	0.0	0.0	519.6	0.0	0.0	504.7	1064.9	0.0	0.0	0.0
St_3_BUG0520	0.0	603.0	0.0	0.0	419.5	0.0	0.0	5759.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	892.7	0.0	0.0
St_3_BUG0620	0.0	0.0	0.0	0.0	101.5	0.0	0.0	14907.1	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9494.7	0.0	484.7	0.0	0.0
St_3_BUG0820	235.6	59.3	0.0	688.2	606.5	0.0	0.0	6562.5	96.0	20.9	53.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
St_3_BUG1020	526.7	11.1	0.0	7912.7	8114.3	0.0	0.0	404.0	40.2	1824.9	7652.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	244.4	9.0	37.1	28.8	0.0
St_5_BUG0520	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	215.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	266.0	0.0	0.0	0.0
St_5_BUG0620	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.6	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.3	0.0	0.0	0.0
St_5_BUG0820	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	414.8	0.0	54.0	18.1	0.0	1331.6	0.0	0.0	0.0	0.0	534.6	0.0	0.0	0.0
St_5_BUG1020	20.8	137.2	0.0	270.8	702.9	75.9	0.0	281.2	368.7	146.3	638.7	0.0	0.0	0.0	0.0	57.2	0.0	417.9	0.0	0.0	0.0
St_6D_BUG0520	6.4	162.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	565.5	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	104.3	9.4	0.0	0.0	0.0
St_6D_BUG0620	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	403.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	9.8	0.0
St_6D_BUG0820	6.3	467.6	0.0	52.1	0.0	0.0	4.3	3943.5	15.2	143.0	248.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	623.6	0.0	0.0	0.0
St_6D_BUG1020	6124.4	3439.2	0.0	203.1	0.0	0.0	0.0	479.7	0.0	715.8	12971.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	242.8	0.0	25.7	0.0
St_6G_BUG0520	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
St_6G_BUG0620	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	121.3	0.0	0.0	0.0	0.0
St_6G_BUG0820	50.0	183.9	47.0	246.9	0.0	0.0	0.0	4015.9	63.6	417.0	96.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	347.0	0.0	55.4	0.0
St_6G_BUG1020	3.0	421.3	0.0	4.3	0.0	0.0	79.4	1158.8	13.0	1997.4	348.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	515.1	869.8	5.3	0.0	0.0
St_7_BUG0520	0.0	191.9	10.1	13.5	0.0	0.0	0.0	338.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1147.6	156.5	0.0	0.0	0.0
St_7_BUG0620	0.0	82.4	131.8	0.0	0.0	0.0	0.0	213.0	0.0	28.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7979.2	141.4	0.0	14.0	0.0
St_7_BUG0820	0.0	1102.8	208.9	500.2	0.0	0.0	0.0	2101.1	0.0	0.0	154.0	0.0	240.4	274.9	0.0	0.0	16072.2	2059.6	0.0	0.0	0.0
St_7_BUG1020	260.2	12850.7	357.6	144.1	0.0	0.0	0.0	4372.4	1030.8	4676.8	5150.7	0.0	161.3	305.6	0.0	0.0	90016.5	27697.4	0.0	0.0	0.0

5.2 Annexes suivi physico-chimie, diatomées et macroinvertébrés benthiques

5.2.1 Géoréférencement des différents points d'échantillonnage physico-chimique et biologique.

	codes		
stations PC			
amont RG - descente sauvage au droit ancien bac St-Vulbas	PC1	5°17'38.2"	45°49'35.8"
amont RD - ancien bac St-Vulbas	PC2	5°17'32.1"	45°49'37.1"
rejet - aval immédiat canal de rejet	PC3	5°16'07.8"	45°47'30.3"
aval RG - amont pont de Loyettes	PC4	5°12'22.9"	45°46'17.7"
aval RD - aval pont de Loyettes - descente à bateaux	PC5	5°11'59.0"	45°46'19.8"
substrats artificiels			
amont RG - sb amont	S1	5°18'02.7"	45°50'08.3"
amont RG - sb aval	S2	5°17'53.8"	45°49'54.5"
amont RD - sb amont - le long ile	S3	5°17'44.7"	45°49'51.4"
amont RD - sb aval - le long ile	S4	5°17'38.3"	45°49'44.9"
rejet - RG - au droit pointe canal rejet - sb amont	S5	5°16'18.7"	45°47'32.7"
rejet - RG - sb aval	S6	5°16'12.5"	45°47'27.6"
rejet - RD - aval immédiat accroche drôme flottante - sb amont	S7	5°16'09.9"	45°47'32.8"
rejet - RD - aval immédiat canal de rejet - sb aval	S8	5°16'08.0"	45°47'30.5"
aval RG - sb amont	S11	5°11'22.9"	45°46'14.0"
aval RG - sb aval	S12	5°11'41.1"	45°46'14.3"
aval RD - sb amont - sur pile pont	S9	5°12'20.3	45°46'19.7
aval RD - sb aval	S10	5°12'01.1"	45°46'20.0"
filets de bordure et IBD			
amont RG - au niveau sb aval	F1-2 - I1	5°17'53.8"	45°49'54.5"
amont RD - au niveau sb amont - le long ile	F3-4 - I2	5°17'44.7	45°49'51.4
rejet - RG - au niveau substrat aval	F5-6	5°16'12.5"	45°47'27.6"
rejet - RD - aval immédiat canal de rejet - amont sb aval	F7-8 - I3	5°16'08.0	45°47'30.5
aval RG - amont pont de Loyettes - au niveau PC4	F9-10 - I4	5°12'22.9"	45°46'17.7"
aval RD - entre D12 et S11 -	F11-12 - I5	5°11'43.1""	45°46'18.2
dragages			
amont	D1	5°17'50.7"	45°49'55.0"
	D2	5°17'46.5"	45°49'52.3"
	D3	5°17'43.3"	45°49'48.0"
	D4	5°17'41.3"	45°49'43.9"
rejet	D5	5°16'06.4"	45°47'28.3"
	D6	5°16'07.7"	45°47'27.2"
	D7	5°16'03.4"	45°47'26.3"
	D8	5°16'05.9"	45°47'24.6"
aval	D9	5°12'06.6"	45°46'18.0"
	D10	5°12'00.7"	45°46'18.8"
	D11	5°11'57.1"	45°46'18.7"
	D12	5°11'51.9"	45°46'17.8"

5.2.2 Méthodes et normes d'analyses utilisées pour la physico-chimie.

Paramètre	Unité	Méthode	Norme	Cofrac	LQ
Température eau in situ	°C	Electrochimie	NF EN ISO 10523	-	0,2
pH in situ	unités	Electrochimie	NF EN ISO 10523	-	0,01
Conductivité in situ	µs/cm	Electrométrie	NF EN 27888	-	0,50%
Oxygène dissous in situ	mg/l	Electrochimie	NF EN 25814	-	0,50%
Matières en suspension totales	mg/l	Gravimétrie après filtration (filtre Whatman GF/C)	NF EN 872	+	2
Turbidité	NFU	Néphélométrie	NF EN ISO 7027	+	0,1
Carbone organique dissous (COD)	mg/l C	Pyrolyse ou Oxydation par voie humide et IR	NF EN 1484	+	0,2
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	mg/l O2	sans dilution	NF EN 1899-2	+	0,5
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l O2	Spectrophotométrie	ISO 15705	+	20
Ammonium	mg/l NH4+	Spectrophotométrie au bleu indophénol	NF T90-015-2	+	0,05
Nitrites	mg/l NO2-	Flux continu (CFA)	NF EN ISO 13995	+	0,01
Nitrates	mg/l NO3-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	+	0,1
Azote Kjeldahl	mg/l N	Distillation	NF EN 25663	+	1
Orthophosphates	mg/l PO4---	Spectrophotométrie automatisée	selon NF EN ISO 6878	+	0,01
Phosphore total	mg/l P	Minéralisation et spectrophotométrie	NF EN ISO 6878	+	0,01
Chlorures	mg/l Cl-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	+	0,1
Sulfates	mg/l SO4--	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	+	0,2
Silicates dissous	mg/l SiO2	Flux continu (CFA)	ISO 16264	+	1
Calcium	mg/l Ca++	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885	+	0,1
Magnésium	mg/l Mg++	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885	+	0,05
Potassium	mg/l K+	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885	+	0,1
Sodium	mg/l Na+	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885	+	0,2
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3-	Potentiométrie	NF EN ISO 9963-1	+	6,1
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°f	Potentiométrie	NF EN 9963-1	+	1
Titre hydrotimétrique (TH) ou dureté	°f	Calcul à partir de Ca et Mg	Méthode interne M_EM144	+	0,5
Chlorophylle a	µg/l	Spectrométrie - Méthode LORENZEN	NF T90-117	-	1
Phéopigments	µg/l	Spectrométrie - Méthode LORENZEN	NF T90-117	-	1

5.2.3 Comparaison des grilles physico-chimiques : classes de qualité SEQ-Eau 2003 et classes d'état DCE 2009.

Paramètres par :	SEQ-Eau v.2 mars 2003				
Altérations	Limites des classes de qualité				
Qualité	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
M.O. oxydables					
O2 dissous mg/l	8	6	4	3	
Taux de saturation O2 (%)	90	70	50	30	
DBO5 (mgO2/l)	3	6	10	25	
Carbone organique (mgC/l)	5	7	10	15	
Température					
1ère catégorie piscicole	20	21,5	25	28	
2ème catégorie piscicole	24	25,5	27	28	
P + N + NO3					
PO4 (mg/l)	0,1	0,5	1	2	
P total (mg/l)	0,05	0,2	0,5	1	
NH4 (mg/l)	0,1	0,5	2	5	
NO2 (mg/l)	0,03	0,3	0,5	1	
NO3 (mg/l)	2	10	25	50	
Acidification					
pH minimum	6,5	6	5,5	4,5	
pH maximum	8,2	9	9,5	10	
Minéralisation					
Conductivité (µs/cm)	180 - 2500	120 - 3000	60 - 3500	0 - 4000	
Chlorures (mg/l)	50	100	150	200	
Sulfates (mg/l)	60	120	190	250	

Paramètres par :	Guide technique DCE mars 2009				
Eléments de qualité	Limites des classes d'état				
Etat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Bilan de l'oxygène					
O2 dissous mg/l	8	6	4	3	
Taux de saturation O2 (%)	90	70	50	30	
DBO5 (mgO2/l)	3	6	10	25	
Carbone organique (mgC/l)	5	7	10	15	
Température					
eaux salmonicoles	20	21,5	25	28	
eaux cyprinicoles	24	25,5	27	28	
Nutriments					
PO4 (mg/l)	0,1	0,5	1	2	
P total (mg/l)	0,05	0,2	0,5	1	
NH4 (mg/l)	0,1	0,5	2	5	
NO2 (mg/l)	0,1	0,3	0,5	1	
NO3 (mg/l)	10	50	x	x	
Acidification					
pH minimum	6,5	6	5,5	4,5	
pH maximum	8,2	9	9,5	10	
Salinité					
Conductivité (µs/cm)	x	x	x	x	
Chlorures (mg/l)	x	x	x	x	
Sulfates (mg/l)	x	x	x	x	

x : pas de valeur établie pour l'instant.

5.2.4 Résultats physico-chimiques Bugey 2020.

Hiver 2020

14/01/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	12:00	385	14,1	7,1	8,4	11,8	100	383
amont RG	10:25	325	10,8	7,0	8,2	11,6	98	379
rejet	11:35		13,0	15,8	8,4	10,5	107	370
aval RD	11:10		8,7	11,8	8,4	11,1	105	373
aval RG	10:55	350	8,8	7,5	8,2	11,6	98	385
11/02/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	12:10	550	8,4	7,6	8,5	11,8	101	337
amont RG	12:45		8,9	7,5	8,3	11,9	101	353
rejet	14:00	550	12,9	16,4	8,3	10,8	111	353
aval RD	13:35		9,4	9,8	8,4	11,6	104	353
aval RG	13:15	550	8,8	7,6	8,2	11,8	101	361
11/03/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	08:30	800	13,7	8,6	8,5	11,4	96	414
amont RG	09:10		13,5	8,6	8,6	9,6	84	446
rejet	10:30	775	13,5	17,1	8,4	9,6	100	471
aval RD	10:00		11,3	9,6	8,2	9,7	85	442
aval RG	09:40		12,4	8,6	8,6	9,6	83	438

* à 25°C

14/01/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	0,5	<20	1,0	2,6	1,5	2,8	34,3	12,8
amont RG	0,5	<20	1,6	4,0	1,8	2,8	34,0	11,7
rejet	0,6	<20	1,3	2,2	1,5	2,7	34,0	10,7
aval RD	0,7	<20	1,4	<2,0	1,4	2,8	34,5	10,8
aval RG	0,5	<20	1,2	2,2	2,2	2,9	33,4	10,7
11/02/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	1,7	<20	1,3	9,4	1,8	2,5	36,1	10,5
amont RG	1,4	<20	1,2	9,0	2,0	2,6	36,1	10,5
rejet	1,3	<20	1,5	5,8	2,2	2,4	36,4	10,5
aval RD	1,8	<20	1,2	11,0	1,8	2,4	36,2	10,4
aval RG	2,7	<20	1,4	8,4	3,1	2,8	35,4	10,6
11/03/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	1,1	<20	2,2	16,0	12,0	15,5	32,5	12,8
amont RG	1,1	<20	1,6	14,0	17,0	3,0	32,1	10,3
rejet	1,2	<20	1,3	8,9	14,0	2,9	32,4	10,2
aval RD	1,1	<20	1,6	12,0	16,0	2,9	32,5	10,3
aval RG	0,8	<20	1,4	12,0	14,0	3,1	32,4	10,4

14/01/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	0,13	0,05	5,1	<1	0,05	0,022		
amont RG	0,28	0,05	5,0	<1	0,06	0,025		
rejet	0,86	0,05	4,8	<1	0,06	0,023		
aval RD	0,10	0,05	4,8	<1	0,05	0,023		
aval RG	0,24	0,04	6,5	<1	0,06	0,021		
11/02/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	0,09	0,04	4,4	<1	0,03	0,028		
amont RG	0,07	0,04	4,5	<1	0,05	0,027		
rejet	0,07	0,04	5,0	<1	0,05	0,029		
aval RD	0,07	0,04	4,4	<1	0,05	0,028		
aval RG	0,08	0,04	5,6	<1	0,04	0,028		
11/03/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	<0,05	0,04	5,2	<1	0,05	0,036		
amont RG	<0,05	0,04	5,1	<1	0,05	0,028		
rejet	0,06	0,04	4,9	<1	0,03	0,027		
aval RD	0,05	0,04	5,5	<1	0,04	0,026		
aval RG	0,06	0,04	5,0	<1	0,04	0,031		

14/01/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	165,0	13,5		7,3			
amont RG	166,0	13,6		6,7			
rejet	163,0	13,35		6,8			
aval RD	163,0	13,4		6,8			
aval RG	173,0	14,15		6,7			
11/02/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	156,0	12,75	16,2	6,8	55,2	5,9	1,9
amont RG	155,0	12,7	16,2	6,7	55,2	5,9	1,8
rejet	151,0	12,4	16,3	6,7	55,5	6,0	1,7
aval RD	153,0	12,5	16,2	6,7	54,9	5,9	1,8
aval RG	158,0	12,95	16,6	6,7	56,6	5,9	1,8
11/03/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	169,0	13,85		6,9			
amont RG	171,0	14,0		6,3			
rejet	169,0	13,85		6,7			
aval RD	168,0	13,8		6,5			
aval RG	170,0	13,95		6,5			

Printemps 2020

07/04/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	13:10	400	21,0	12,5	8,2	9,2	101	375
amont RG	13:50		21,0	12,3	8,8	12,5	120	351
rejet	14:50	425	23,0	21,5	8,7	12,0	136	355
aval RD	14:30		23,0	14,8	8,8	11,9	120	353
aval RG	14:20		23,0	12,4	8,7	12,5	117	360
12/05/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	08:20	700	8,2	15,5	8,2	9,3	95	332
amont RG	08:55		8,3	15,2	*8,0*	9,6	97	321
rejet	10:05	700	9,0	17,4	*8,1*	9,4	100	322
aval RD	09:45		9,0	15,2	*8,1*	9,4	96	324
aval RG	09:30		8,8	14,7	*8,2*	9,6	97	323
11/06/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	13:30	675	23,0	13,9	8,3	9,8	98	334
amont RG	14:15		24,0	13,8	8,3	10,0	99	329
rejet	15:30	650	25,0	14,2	8,3	9,8	98	330
aval RD	15:00		25,0	14,4	8,4	9,7	99	331
aval RG	14:45		25,0	13,7	8,3	9,9	99	334

* à 25°C

07/04/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	1,1	<20	1,5	<2,0	0,9	<1,0	39,3	15,1
amont RG	2,3	<20	1,4	<2,0	0,9	<1,0	37,8	10,9
rejet	1,0	<20	1,4	3,1	1,0	<1,0	38,0	11,0
aval RD	1,6	<20	1,3	2,2	1,0	<1,0	38,1	10,6
aval RG	0,9	<20	1,3	<2,0	0,8	<1,0	37,2	10,7
12/05/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	1,3	<20	1,5	11,0	7,5	1,6	36,3	11,7
amont RG	0,9	<20	1,5	8,3	9,3	1,7	35,9	9,6
rejet	0,5	<20	1,1	20,0	2,8	1,7	36,1	9,7
aval RD	0,8	<20	1,1	8,7	4,8	1,6	39,0	9,7
aval RG	1,2	<20	1,0	21,0	11,0	1,6	35,7	9,5
11/06/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	1,0	<20	1,5	16,0	12,0	2,5	27,1	8,7
amont RG	1,6	<20	1,5	16,0	14,0	2,5	26,6	7,8
rejet	1,4	<20	1,5	19,0	5,9	2,6	26,6	7,9
aval RD	0,9	<20	1,5	20,0	4,9	2,5	27,3	8,2
aval RG	1,1	<20	2,1	22,0	20,0	2,5	26,8	8,0

07/04/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	<0,05	0,04	4,0	<1	0,02	0,012	1,0	<0,5
amont RG	<0,05	0,04	3,6	<1	<0,01	<0,01	2,0	<0,5
rejet	<0,05	0,04	3,6	<1	<0,01	0,011	2,0	<0,5
aval RD	<0,05	0,04	3,6	<1	0,02	0,011	3,0	<0,5
aval RG	<0,05	0,04	4,6	<1	<0,01	0,010	2,0	<0,5
12/05/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	0,12	0,06	3,6	<1	0,07	0,033		
amont RG	0,07	0,06	3,3	<1	0,07	0,033		
rejet	0,08	0,06	3,3	<1	0,05	0,032		
aval RD	0,07	0,06	3,3	<1	0,07	0,033		
aval RG	0,10	0,06	3,4	<1	0,07	0,034		
11/06/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	<0,05	0,04	3,8	<1	0,05	0,028	1	<0,5
amont RG	<0,05	0,04	3,7	<1	0,05	0,030	1	<0,5
rejet	<0,05	0,04	3,7	<1	0,05	0,031	1	<0,5
aval RD	<0,05	0,04	3,8	<1	0,05	0,027	1	<0,5
aval RG	<0,05	0,04	4,0	<1	0,05	0,032	1	<0,5

07/04/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	138,0	12,65		9,0			
amont RG	134,0	12,45		7,0			
rejet	135,0	12,6		7,2			
aval RD	132,0	12,45		7,2			
aval RG	143,0	12,9		7,0			
12/05/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	134,0	10,95	14,50	6,8	49,1	5,4	2,8
amont RG	132,0	10,85	14,01	5,9	47,3	5,3	1,7
rejet	134,0	10,95	14,07	6,0	47,4	5,4	1,5
aval RD	132,0	10,85	14,41	6,1	48,6	5,5	1,6
aval RG	135,0	11,05	13,96	5,9	47,1	5,3	1,5
11/06/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	158,0	12,95		5,8			
amont RG	159,0	13,05		5,2			
rejet	159,0	13,0		5,4			
aval RD	157,0	12,9		5,5			
aval RG	160,0	13,1		5,3			

Eté 2020

16/07/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	13:50	440	21,0	21,7	8,2	9,0	104	300
amont RG	14:25		23,6	21,5	8,2	9,0	103	282
rejet	15:30	450	20,7	21,9	8,2	8,9	103	284
aval RD	15:00		23,9	21,9	8,3	9,0	105	287
aval RG	14:45		23,7	21,4	8,2	9,0	104	289
12/08/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	09:15	440	25,0	24,2	8,0	8,1	98	309
amont RG	10:00	450	26,0	24,4	7,9	8,1	99	301
rejet	11:05	455	30,0	24,6	7,7	8,1	99	296
aval RD	12:00	440	32,0	24,7	7,8	8,2	100	293
aval RG	11:30	455	32,0	24,5	7,7	8,1	99	293
16/09/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	10:40	275	26,2	21,4	8,2	9,5	110	323
amont RG	10:00		24,5	21,2	8,0	8,9	102	301
rejet	11:05		29,5	21,4	8,1	9,0	103	303
aval RD	11:30		27,2	22,0	8,2	9,1	105	308
aval RG	11:45		26,1	21,3	8,0	9,5	109	323

* à 25°C

16/07/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	1,2	<20	1,2	6,2	2,0	1,1	44,4	12,5
amont RG	0,8	<20	0,9	6,2	2,1	1,0	43,4	10,5
rejet	1,1	<20	1,1	9,0	2,6	1,0	47,4	2,8
aval RD	0,7	<20	1,1	5,7	2,4	1,0	43,6	10,6
aval RG	0,5	<20	1,2	5,0	2,4	1,3	42,6	10,5
12/08/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	0,7	<20	1,0	17,0	2,1	<1,0	45,1	12,7
amont RG	2,6	<20	2,7	20,0	5,5	<1,0	44,1	10,4
rejet	1,0	<20	1,5	18,0	6,8	<1,0	44,3	10,5
aval RD	1,6	<20	1,2	18,0	3,5	<1,0	44,4	10,7
aval RG	1,0	<20	4,0	17,0	5,3	<1,0	44,3	11,0
16/09/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	<0,5	<20	1,5	<2,0	1,40	<1,0	44,1	11,8
amont RG	<0,5	<20	1,3	<2,0	0,69	<1,0	43,9	10,9
rejet	<0,5	<20	1,3	<2,0	0,73	<1,0	43,8	11,1
aval RD	<0,5	<20	1,3	<2,0	0,52	<1,0	45,1	14,1
aval RG	0,6	<20	1,3	<2,0	0,54	1,2	42,0	11,1

16/07/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	0,06	0,05	3,0	<1	0,03	0,024		
amont RG	<0,05	0,05	2,1	<1	0,07	0,023		
rejet	<0,05	0,04	2,8	<1	0,07	0,026		
aval RD	0,05	0,04	2,8	<1	0,04	0,025		
aval RG	<0,05	0,04	3,5	<1	0,11	0,039		
12/08/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	<0,05	0,04	2,6	<1	0,04	0,026	1,0	1,0
amont RG	0,14	0,04	2,3	<1	0,04	0,028	2,0	1,0
rejet	<0,05	0,04	2,3	<1	0,03	0,031	1,0	<0,5
aval RD	0,06	0,04	2,3	<1	0,04	0,030	1,0	<0,5
aval RG	0,19	0,04	2,5	<1	0,05	0,025	2,0	<0,5
16/09/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	<0,05	0,03	2,8	<1	0,03	0,019		
amont RG	<0,05	0,04	2,9	<1	0,04	0,016		
rejet	<0,05	0,03	3,1	<1	0,04	0,019		
aval RD	<0,05	0,03	3,2	<1	0,04	0,018		
aval RG	<0,05	0,03	4,9	<1	0,03	0,015		

16/07/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	110,0	9,05		8,3			
amont RG	109,0	8,95		6,8			
rejet	104,0	8,5		6,9			
aval RD	110,0	9,0		7,0			
aval RG	115,0	9,4		6,9			
12/08/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	101,0	8,25	13,4	8,6	43,4	6,1	2,6
amont RG	98,0	8,05	12,6	7,3	40,7	6,0	2,1
rejet	99,0	8,10	12,9	7,4	41,9	6,0	2,8
aval RD	99,0	8,15	12,7	7,4	41,0	5,9	2,4
aval RG	100,0	8,20	13,0	7,6	42,1	6,1	2,7
16/09/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	106,0	8,65		7,4			
amont RG	105,0	8,60		7,2			
rejet	105,0	8,60		7,3			
aval RD	107,0	8,80		9,2			
aval RG	118,0	9,70		7,3			

Automne 2020

13/10/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	10:45	400	8,9	11,2	7,5	10,6	102	327
amont RG	10:35	400	8,1	11,3	8,0	10,4	101	312
rejet	11:15	400	10,6	11,3	7,3	10,4	103	338
aval RD	12:10	400	10,5	11,7	7,1	10,2	106	337
aval RG	11:55	400	10,7	11,1	7,7	10,4	102	340
17/11/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	10:55	550	9,0	11,3	8,2	11,2	103	353
amont RG	12:00	550	9,0	11,2	8,2	11,0	101	341
rejet	12:35	550	10,0	11,5	8,2	11,1	102	344
aval RD	13:05	550	12,0	11,6	8,2	11,1	103	343
aval RG	13:30	550	14,0	11,3	8,2	11,1	101	342
15/12/20	Heure	Débits m3/s	T°air °C	T°eau °C	pH	O2 mg/l	O2 %sat.	Cond. µS*
amont RD	13:40	500	8,0	7,9	8,4	11,1	96	412
amont RG	14:10	500	8,0	7,6	8,5	11,4	98	395
rejet	15:15	500	9,0	8,0	8,4	11,3	98	401
aval RD	14:45	500	10,0	8,0	8,4	11,3	98	399
aval RG	14:35	500	9,0	7,7	8,4	11,4	97	399

* à 25°C

13/10/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	1,0	<20	1,4	3,2	1,9	2,2	34,3	13,5
amont RG	<0,5	<20	1,5	4,3	1,3	2,2	33,6	9,1
rejet	<0,5	<20	1,7	3,8	0,7	2,1	33,8	9,5
aval RD	0,8	<20	1,4	6,0	0,7	2,1	34,0	9,5
aval RG	<0,5	<20	1,4	2,9	0,6	2,3	33,7	9,2
17/11/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	0,6	<20	1,2	8,2	1,1	1,7	43,0	13,0
amont RG	0,6	<20	1,9	8,5	2,4	1,6	43,0	11,0
rejet	1,1	<20	2,3	6,9	2,9	1,6	43,0	11,0
aval RD	1,0	<20	2,2	7,2	1,7	1,6	43,0	11,0
aval RG	1,1	<20	2,1	5,8	1,1	1,6	42,0	11,0
15/12/20	DBO5 mgO2/l	DCO mgO2/l	COD mg/l	MEST mg/l	Turbidité NFU	SiO2 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l
amont RD	<0,5	<20	2,3	5,5	4,1	3,3	26,0	16,0
amont RG	4,0	<20	2,3	6,3	3,5	3,3	25,0	13,0
rejet	<0,5	<20	2,2	5,7	3,7	3,3	26,0	14,0
aval RD	<0,5	<20	2,2	5,7	3,5	3,2	30,0	14,0
aval RG	2,1	<20	2,2	5,5	3,6	3,3	25,0	13,0

13/10/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	<0,05	0,04	4,3	<1	0,06	0,024		
amont RG	<0,05	0,04	4,4	<1	0,06	0,022		
rejet	<0,05	0,04	4,4	<1	0,06	0,022		
aval RD	<0,05	0,03	4,0	<1	0,06	0,023		
aval RG	<0,05	0,04	4,8	<1	0,06	0,025		
17/11/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	0,10	0,06	4,2	<1	0,063	0,034	1	<0,5
amont RG	0,14	0,06	3,9	<1	0,069	0,035	1	<0,5
rejet	0,15	0,06	4,2	<1	0,072	0,035	1	<0,5
aval RD	0,15	0,06	4,4	<1	0,070	0,033	1	<0,5
aval RG	0,15	0,06	4,1	<1	0,074	0,035	1	<0,5
15/12/20	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	N Kjeldahl mg/l	PO4 mg/l	P total mg/l	Chla µg/l	Phéopig. µg/l
amont RD	<0,05	0,06	6,5	<1	0,090	0,036		
amont RG	<0,05	0,05	6,4	<1	0,090	0,034		
rejet	<0,05	0,06	6,4	<1	0,080	0,041		
aval RD	0,09	0,06	6,4	<1	0,080	0,040		
aval RG	<0,05	0,06	6,6	<1	0,090	0,034		

13/10/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	148,0	12,15		8,2			
amont RG	150,0	12,3		6,4			
rejet	151,0	12,35		6,6			
aval RD	148,0	12,1		6,3			
aval RG	156,0	12,8		6,3			
17/11/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	138,0	11,35	15,6	8,2	52,2	6,2	2,2
amont RG	138,0	11,35	15,1	7,2	50,1	6,2	2,0
rejet	138,0	11,3	15,4	7,9	51,4	6,2	2,2
aval RD	138,0	11,35	15,3	7,5	50,9	6,2	2,1
aval RG	138,0	11,3	15,2	7,6	50,7	6,2	2,2
15/12/20	Hydrogénoca. mg/l	TAC °f	TH °f	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l
amont RD	193,0	15,85		9,9			
amont RG	193,0	15,85		8,6			
rejet	192,0	15,7		9,5			
aval RD	188,0	15,4		8,9			
aval RG	194,0	15,9		8,8			

5.2.5 Résultats diatomées Bugey 2020.

5.2.5.1 Campagnes d'avril et juin 2020.

Bugey Diatomées 2020 espèces	Amont RD 17/04/2020	Amont RG 17/04/2020	Rejet 17/04/2020	Aval RD 17/04/2020	Aval RG 17/04/2020	Amont RD 24/06/2020	Amont RG 24/06/2020	Rejet 24/06/2020	Aval RD 24/06/2020	Aval RG 24/06/2020
Amphora copulata (Kützing) Schoeman & Archibald var. copulata				1						
Achnanthidium eutrophilum (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot										
Achnanthidium latecephalum Kobayasi				2						
Achnanthidium microcephalum Kützing										
Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki var. minutissimum	44	18	6	3	1	1	5	2	2	3
Achnanthidium delmontii Peres, Le Cohu et Barthes	58	44	49	42	10	7	54	37	30	27
Achnanthidium pyrenaicum (Hustedt) Kobayasi	2									2
Achnanthidium druartii Rimet & Couté in Rimet & al.										
Achnanthidium straubianum (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot										
Achnanthidium subhudsonis (Hustedt) H. Kobayasi				2						
Asterionella formosa Hassall var. formosa		1								
Amphora inariensis Krammer			1							
Amphora indistincta Levkov	5		3		1		2	3		
AMPHORA C.G. Ehrenberg ex F.T. Kützing						1				
Amphora ovalis Lange-Bertalot var. ovalis								2	1	
Amphora pediculus (Kützing) Grunow var. pediculus	14	3	19	7	3	2	18	12	3	14
Cymbella excisa Kützing var. excisa	1									
Cyclotella atomus Hustedt var. atomus		1								
Cymbella compacta Østrup	5	4	3	6	10				2	1
Cyclotella costei Druart & Straub			2	6				1		2
Cocconeis euglypta Ehrenberg	17	15	32	33	19	22	56	33	13	47
Caloneis lancettula (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	7		9	2	1	2	4	2	7	1
Cocconeis lineata Ehrenberg										
Cyclotella meneghiniana Kützing var. meneghiniana				1						
COCCONEIS C.G. Ehrenberg				3						
Cocconeis pseudolineata (Geitler) Lange-Bertalot		3		1			1		1	1
Cocconeis pseudothumensis Reichardt										
Cocconeis pediculus Ehrenberg			4	2				4		1
Cocconeis placentula Ehrenberg var. placentula	4						2			
Cymatopleura solea var. apiculata (W.Smith) Ralfs in Pritchard		1								
Cavinula scutelloides (W.Smith) Lange-Bertalot			1							
Diatoma ehrenbergii Kützing	32	102	42	46	93	1				
Diatoma sp.				5	3					
Diatoma moniliformis Kützing	2	9	6	1	9					1
Diploneis oblongella (Naegeli) Cleve-Euler var. oblongella							1	1		
Diploneis oculata (Brébisson in Desmazières) Cleve										
Denticula tenuis Kützing var. tenuis		2								
Diatoma vulgaris f. lineare(Grun. in V.Heurck) Bukhtiyarova	1	5	5	21	27					1
Diatoma vulgaris Bory var. vulgaris	6	8	12	11	32	2		1		3
Encyonema caespitosum Kützing var. caespitosum										
Encyonema minutum (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann var. minutum				1				2		4
Encyonema ventricosum (Kützing) Grunow in Schmidt & al. var. ventricos	1	1			1	1	1		1	1
Eolimna comperei Ector Coste et Iserentant in Coste & Ector										
Encyonema prostratum (Berkeley) Kützing			1							
Eolimna subminuscula (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin		1					1			
Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann var. silesiacum					1		2			
Encyonopsis subminuta Krammer & Reichardt								1		
Fragilaria delicatissima (W.Smith) Lange-Bertalot var. delicatissima				1						
Fragilaria gracilis Østrup		2								
Fallacia mitis (Hustedt) D.G.Mann			1							
Fragilaria pectinalis Lyngbye			3				1			
Fistulifera saprophila (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot										
Fallacia subhamulata (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann			4							
Fragilaria vaucheriae (Kützing) Petersen var. vaucheriae		1						1		2
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni var. vulgaris			1	1						
Gomphonema elegantissimum Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann &	12	7	1				3	2	1	2
Gomphonema minutum f. minutum (Agardh) Agardh	2	3	2		1	15	2	3	7	4
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson var. olivaceum	25	40	33	8	28	11	4	5	7	8
GOMPHONEMA C.G. Ehrenberg						1				
Gomphonema parvulum var. parvulum f. parvulum (Kützing) Kützing	3	2	2	1	1	7	2	5	1	3
Gomphonema pumilum var. rigidum Reichardt & Lange-Bertalot	2					2	1			
Gyrosigma sciotoense (Sullivan et Wormley) Cleve			3							
Gomphonema tergestinum (Grunow in Van Heurck) Schmidt in Schmidt &	21	8	4		1	15	1	6	7	10
Gyrosigma acuminatum (Kützing)Rabenhorst var. acuminatum				2						
Gyrosigma obtusatum (Sullivan & Wormley) Boyer								1		
Halamphora sp.		1								
Hippodonta arkonensis Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski			1							
Luticola goeppertiana (Bleisch in Rabenhorst)D.G. Mann in Round Crawford & Mann							1			
Luticola mutica (Kützing) D.G. Mann in Round Crawford & Mann var. mutica		2					1			1
Luticola ventriconfusa Lange-Bertalot		6			3					
Mayamaea atomus (Kützing) Lange-Bertalot var. atomus										
Meridion circulare var. circulare (Greville) C.A.Agardh				1						
Mayamaea permitis (Hustedt) Bruder & Medlin	4	6								
Melosira varians Agardh		2		1		3			1	2
Nitzschia amphibia f. amphibia Grunow var. amphibia										
Navicula antonii Lange-Bertalot	1		2	11	2	4	5	3	1	8
NAVICULA J.B.M. Bory de St. Vincent				5						
Nitzschia brunoi Lange-Bertalot								1		
Navicula capitatoradiata Germain				2				2		2
Navicula cryptocephala Kützing var. cryptocephala				3						2
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot var. cryptotenella	32	27	17	12	24	25	30	65	63	42
Navicula cryptotenelloides Lange-Bertalot var. cryptotenelloid										
Navicula caterva Hohn & Hellerman	6	2	3	6	3	8	7	17	26	7
Nitzschia dissipata subsp. dissipata (Kützing) Grunow var. dissipata	24	3	28	20	24	91	88	90	130	83
Nitzschia dissipata subsp. oligotraphenta Lange-Bertalot										
Nitzschia fonticola Grunow in Cleve et Möller var. fonticola	19	12	22	11	16	147	46	34	47	52
Navicula germainii Wallace				1						
Navicula gregaria Donkin var. gregaria	12	8	10	31	38	1	15	6	5	4
Nitzschia heufleriana Grunow var. heufleriana										
Nitzschia angustata (W.Smith) Grunow var. angustata						1	1	2		
Nitzschia archibaldii Lange-Bertalot	3	3	2		2					
Nitzschia gracilis Hantzsch var. gracilis	5		1							
Nitzschia intermedia Hantzsch ex Cleve & Grunow var. intermedia	1			5	1					
Nitzschia pusilla (Kützing) Grunow emend Lange-Bertalot				2						
Nitzschia subtilis Grunow in Cleve et Grunow var. subtilis				1						
Navicula jakovljevicii Hustedt			2							
Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg var. lanceolata	10	18	22	12	37	5	8	15	20	18
Nitzschia palea var. debilis (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow										
Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow in Van Heurck var. paleacea	4	7	1		6					
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var. palea	1		1	9	1	3	1	1	1	
Navicula praeterita Hustedt				3						
Navicula radiosa Kützing var. radiosa						1				1
Navicula reichardtiana Lange-Bertalot var. reichardtiana	1					2	7			5
Navicula recens (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	1			1	2	2	3	1		
Nitzschia recta Hantzsch in Rabenhorst var. recta				9						
Navicula rostellata Kützing var. rostellata				1						
Navicula rotunda Hustedt							2			
Nitzschia subtilinearis Hustedt var. subtilinearis										
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch)W. Smith				1						
Navicula sancti-naumii Levkov et Metzeltin									1	
Nitzschia sociabilis Hustedt			2	6		1	3			
Navicula splendicula Van Landingham	1									
Nitzschia soratensis Morales & Vis										2
Navicula trophicatrix Lange-Bertalot										
Navicula tripunctata (O.F.Müller) Bory var. tripunctata	1	6	27	6	2	10	17	21	20	15
Navicula vandamii var. vandamii Schoeman & Archibald				9						
Navicula veneta Kützing				1						
Nitzschia vermicularis (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst var. vermicularis								1		
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg var. viridula						9				
Nitzschia vixpalea Lange-Bertalot & Werum										
Navicula associata Lange-Bertalot				4				5		7
Nitzschia costei Tudesque, Rimet & Ector	4			1						
Nitzschia angustatula Lange-Bertalot			4	1		2	1	2		
Planothidium frequentissimum (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot var. freque	1						1			
Pseudostaurosira brevistriata (Grun.in Van Heurck) Williams & Round var	2									
Puncticulata balatonis (Pantocsek) Wojtla et Budzynska				1						
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot	4	20	6	2	4	2	4	10	6	10
Reimeria sinuata (Gregory) Kociolek & Stoermer							1			
Reimeria uniseriata Sala Guerrero & Ferrario							1			1
Surirella angusta Kützing var. angusta								1		3
Surirella brebissonii var. kuetzingii Krammer et Lange-Bertalot				3			3	2	1	5
Sellaphora atomoides Wetzel & Ector	2	2								
Sellaphora bacillum (Ehrenberg) D.G.Mann var. bacillum				1						
Simonsenia delognei Lange-Bertalot										
Surirella lacrimula English	2	1	1	11	2				1	
Sellaphora nigri (De Not.) C.E. Wetzel et Ector comb. nov. emend.										
Staurosirella pinnata (Ehrenberg) Williams&Round var. pinnata			2							
Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkowksy var. pupula			1							
Surirella suecica Grunow in Van Heurck										
Staurosira venter (Ehrenberg) Cleve & Moeller var. venter	1									
Staurosirella ovata Morales										
Tryblionella apiculata Gregory			1	1						
Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère var. ulna	1	3			1					

5.2.5.2 Campagnes de septembre et novembre 2020.

Bugey Diatomées 2020 espèces	Amont RD 09/09/2020	Amont RG 09/09/2020	Rejet 09/09/2020	Aval RD 09/09/2020	Aval RG 09/09/2020	Amont RD 12/11/2020	Amont RG 12/11/2020	Rejet 12/11/2020	Aval RD 12/11/2020	Aval RG 12/11/2020
Amphora copulata (Kützing) Schoeman & Archibald var. copulata										
Achnanthidium eutrophilum (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot					2				2	1
Achnanthidium latecephalum Kobayasi										
Achnanthidium microcephalum Kützing	4									
Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki var. minutissimum							1	2		4
Achnanthidium delmontii Peres, Le Cohu et Barthes	176	175	83	56	66	203	347	35	85	112
Achnanthidium pyrenaicum (Hustedt) Kobayasi			2		2					
Achnanthidium druartii Rimet & Couté in Rimet & al.					1					
Achnanthidium straubianum (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot					3					
Achnanthidium subhudsonis (Hustedt) H. Kobayasi						2	2			
Asterionella formosa Hassall var. formosa										
Amphora inariensis Krammer										
Amphora indistincta Levkov	2	2	1		1			2	5	3
AMPHORA C.G. Ehrenberg ex F.T. Kützing										
Amphora ovalis Lange-Bertalot var. ovalis										
Amphora pediculus (Kützing) Grunow var. pediculus	10	12	14	7	21	7	4	15		10
Cymbella excisa Kützing var. excisa					1					
Cyclotella atomus Hustedt var. atomus										
Cymbella compacta Østrup	2		4	10	1		1			
Cyclotella costei Druart & Straub			2							
Cocconeis euglypta Ehrenberg	37	36	50	34	59	17	18	22	85	65
Caloneis lancettula (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	8	38	5	5	6			2	6	5
Cocconeis lineata Ehrenberg	3	2	5		3	2			3	
Cyclotella meneghiniana Kützing var. meneghiniana										
COCCONEIS C.G. Ehrenberg										
Cocconeis pseudolineata (Geitler) Lange-Bertalot						2			1	3
Cocconeis pseudothumensis Reichardt										1
Cocconeis pediculus Ehrenberg	2		4					1		2
Cocconeis placentula Ehrenberg var. placentula									3	
Cymatopleura solea var. apiculata (W.Smith) Ralfs in Pritchard										
Cavinula scutelloides (W.Smith) Lange-Bertalot										
Diatoma ehrenbergii Kützing										
Diatoma sp.										
Diatoma moniliformis Kützing										
Diploneis oblongella (Naegeli) Cleve-Euler var. oblongella										
Diploneis oculata (Brébisson in Desmazières) Cleve								1		
Denticula tenuis Kützing var. tenuis										
Diatoma vulgaris f. lineare(Grun. in V.Heurck) Bukhtiyarova										
Diatoma vulgaris Bory var. vulgaris	1	1	5	1	1					
Encyonema caespitosum Kützing var. caespitosum			3	5	1					
Encyonema minutum (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann var. minutum										
Encyonema ventricosum (Kützing) Grunow in Schmidt & al. var. ventricosum										1
Eolimna comperei Ector Coste et Iserentant in Coste & Ector			2		1					
Encyonema prostratum (Berkeley) Kützing	1	1	3	2	1					
Eolimna subminuscula (Manguin) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin										
Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann var. silesiacum								1	2	
Encyonopsis subminuta Krammer & Reichardt										
Fragilaria delicatissima (W.Smith) Lange-Bertalot var. delicatissima										
Fragilaria gracilis Østrup										
Fallacia mitis (Hustedt) D.G.Mann										
Fragilaria pectinalis Lyngbye										
Fistulifera saprophila (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot		1			2		1			
Fallacia subhamulata (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann	1									
Fragilaria vaucheriae (Kützing) Petersen var. vaucheriae										
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni var. vulgaris										
Gomphonema elegantissimum Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann & al.						1	1			
Gomphonema minutum f. minutum (Agardh) Agardh	37	8	41	12	47	29	12	7	9	23
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson var. olivaceum						4			1	
GOMPHONEMA C.G. Ehrenberg				2						
Gomphonema parvulum var. parvulum f. parvulum (Kützing) Kützing						1				
Gomphonema pumilum var. rigidum Reichardt & Lange-Bertalot										
Gyrosigma sciotoense (Sullivan et Wormley) Cleve										
Gomphonema tergestinum (Grunow in Van Heurck) Schmidt in Schmidt &	1		1							1
Gyrosigma acuminatum (Kützing)Rabenhorst var. acuminatum										
Gyrosigma obtusatum (Sullivan & Wormley) Boyer										
Halamphora sp.										
Hippodonta arkonensis Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski										
Luticola goeppertiana (Bleisch in Rabenhorst)D.G. Mann in Round Crawford & Mann										
Luticola mutica (Kützing) D.G. Mann in Round Crawford & Mann var. mutica										
Luticola ventriconfusa Lange-Bertalot										
Mayamaea atomus (Kützing) Lange-Bertalot var. atomus									1	
Meridion circulare var. circulare (Greville) C.A.Agardh										
Mayamaea permitis (Hustedt) Bruder & Medlin						1				
Melosira varians Agardh								2		
Nitzschia amphibia f. amphibia Grunow var. amphibia									1	
Navicula antonii Lange-Bertalot			5		1			2	2	1
NAVICULA J.B.M. Bory de St. Vincent										
Nitzschia brunoi Lange-Bertalot										
Navicula capitatoradiata Germain	1		3		6			1	1	1
Navicula cryptocephala Kützing var. cryptocephala										
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot var. cryptotenella	9	21	44	45	57	70	8	60	29	39
Navicula cryptotenelloides Lange-Bertalot var. cryptotenelloid	2	2		2	2					
Navicula caterva Hohn & Hellerman	3		7	2	4			9	2	5
Nitzschia dissipata subsp. dissipata (Kützing) Grunow var. dissipata	75	69	85	185	78	32	3	144	85	91
Nitzschia dissipata subsp. oligotraphenta Lange-Bertalot	5		4		2					
Nitzschia fonticola Grunow in Cleve et Möller var. fonticola	27	25	26	45	24	11	1	5	31	14
Navicula germainii Wallace									1	
Navicula gregaria Donkin var. gregaria								2		
Nitzschia heufleriana Grunow var. heufleriana				1						
Nitzschia angustata (W.Smith) Grunow var. angustata										
Nitzschia archibaldii Lange-Bertalot				6		2				
Nitzschia gracilis Hantzsch var. gracilis										
Nitzschia intermedia Hantzsch ex Cleve & Grunow var. intermedia									1	
Nitzschia pusilla (Kützing) Grunow emend Lange-Bertalot										
Nitzschia subtilis Grunow in Cleve et Grunow var. subtilis										
Navicula jakovljevicii Hustedt										
Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg var. lanceolata										
Nitzschia palea var. debilis (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow				2						
Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow in Van Heurck var. paleacea			2					2		
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var. palea			1	1	8					
Navicula praeterita Hustedt										
Navicula radiosa Kützing var. radiosa										
Navicula reichardtiana Lange-Bertalot var. reichardtiana	1	2						1	3	
Navicula recens (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot										
Nitzschia recta Hantzsch in Rabenhorst var. recta										
Navicula rostellata Kützing var. rostellata			1		1					
Navicula rotunda Hustedt										
Nitzschia sublinearis Hustedt var. sublinearis								1		
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch)W. Smith										
Navicula sancti-naumii Levkov et Metzeltin										
Nitzschia sociabilis Hustedt								11		1
Navicula splendicula Van Landingham										
Nitzschia soratensis Morales & Vis										
Navicula trophicatrix Lange-Bertalot										1
Navicula tripunctata (O.F.Müller) Bory var. tripunctata	14	19	11	12	11	14	7	77	37	17
Navicula vandamii var. vandamii Schoeman & Archibald										
Navicula veneta Kützing										
Nitzschia vermicularis (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst var. vermicularis										
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg var. viridula										
Nitzschia vxpalea Lange-Bertalot & Werum									2	
Navicula associata Lange-Bertalot					3					
Nitzschia costei Tudesque, Rimet & Ector										
Nitzschia angustatula Lange-Bertalot			2		1					1
Planothidium frequentissimum (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot var. frequentissimum										
Pseudostaurosira brevistriata (Grun.in Van Heurck) Williams & Round var. brevistriata					1					
Puncticulata balatonis (Pantocsek) Wojtla et Budzynska										
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot	3	2	1			6		4	6	2
Reimeria sinuata (Gregory) Kociolek & Stoermer					1					
Reimeria uniseriata Sala Guerrero & Ferrario					1	2			1	1
Surirella angusta Kützing var. angusta										
Surirella brebissonii var. kuetzingii Krammer et Lange-Bertalot									1	1
Sellaphora atomoides Wetzel & Ector		6	1	1	3	2	6			
Sellaphora bacillum (Ehrenberg) D.G.Mann var. bacillum										
Simonsenia delognei Lange-Bertalot	1	1						1		
Surirella lacrimula English								1		
Sellaphora nigri (De Not.) C.E. Wetzel et Ector comb. nov. emend.		1			3					
Staurosirella pinnata (Ehrenberg) Williams&Round var. pinnata										1
Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkowksy var. pupula			1							
Surirella suecica Grunow in Van Heurck			1		1	1				
Staurosira venter (Ehrenberg) Cleve & Moeller var. venter										
Staurosirella ovata Morales				1						
Tryblionella apiculata Gregory									1	
Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère var. ulna								1		

5.2.6 Résultats macroinvertébrés Bugey 2020.

Campagne d'avril 2020.

Bugey 2020		amont Phase A 17-avr. Filets	amont Phase B 17-avr. Dragages	amont Phase C 17-avr. Substrats	rejet Phase A 17-avr. Filets	rejet Phase B 17-avr. Dragages	rejet Phase C 17-avr. Substrats	aval Phase A 17-avr. Filets	aval Phase B 17-avr. Dragages	aval Phase C 17-avr. Substrats
PLECOPTERA										
Leuctridae	Leuctra									
Nemouridae	Protonemura									
TRICHOPTERA										
Glossosomatidae	Glossosomatidae									
Glossosomatidae	Agapetus									
Glossosomatidae	Glossosoma									
Goeridae	Goeridae									
Goeridae	Silo									
Hydropsychidae	Cheumatopsyche									
Hydropsychidae	Hydropsyche									
Hydroptilidae	Hydroptilidae									
Hydroptilidae	Agraylea									
Hydroptilidae	Hydroptila									
Lepidostomatidae	Lepidostoma									
Leptoceridae	Athripsodes									
Leptoceridae	Mystacides									
Leptoceridae	Setodes	1								
Psychomyidae	Lype									
Psychomyidae	Psychomyia									
Rhyacophilidae	Rhyacophila									
EPHEMEROPTERA										
Baetidae	Baetidae									
Baetidae	Baetis	1			5					
Baetidae	Procloeon				1					
Caenidae	Caenis							1		
Ephemeridae	Ephemera									
Heptageniidae	Heptageniidae									
Heptageniidae	Heptagenia									
Heptageniidae	Rhithrogena									
Potamanthidae	Potamanthus							1		
HETEROPTERA										
Gerridae	Gerris									
COLEOPTERA										
Dryopidae	Dryops				1					
Dryopidae	Pomatinus = Helichus									
Elmidae	Elmis	2								
Elmidae	Esolus	1						1		
Elmidae	Limnius				1					
Elmidae	Macronychus									
Elmidae	Riolus	1								
Elmidae	Stenelmis									
Hydrophilidae	Hydrophilinae				5					
DIPTERA										
Athericidae	Athericidae									
Chironomidae	Chironomidae	131			70			57		
Dolichopodidae	Dolichopodidae									
Empididae	Empididae	2			1			2		
Ephydridae	Ephydridae							2		
Limoniidae	Limoniidae									
Psychodidae	Psychodidae							2		
Simuliidae	Simuliidae	1			2					
Tipulidae	Tipulidae							1		
ODONATA										
Gomphidae	Gomphus									
Gomphidae	Onychogomphus									
LEPIDOPTERA										
Crambidae = Pyralida	Crambidae = Pyralida									
CRUSTACEA										
Asellidae	Asellidae									
Cambaridae	Orconectes									
Pontogammaridae	Dikerogammarus	40			27			24		
Janiridae	Jaera	20			22			32		
Mysidae	Hemimysis									
AUTRES CRUSTACES										
Copépodes	Copépodes	1						1		
Ostracodes	Ostracodes									
HYDRACARINA										
BIVALVIA										
Corbiculidae	Corbicula	28			4			11		
Dreissenidae	Dreissena									
Sphaeriidae	Sphaeriidae	8								
Sphaeriidae	Pisidium	9								
GASTEROPODA										
Ancylidae	Ancylus	144			9			10		
Bithyniidae	Bithynia									
Ferrissiidae	Ferrissia									
Hydrobiidae	Potamopyrgus	212			93			35		
Lymnaeidae	Galba									
Lymnaeidae	Radix									
Neritidae	Theodoxus									
Physidae	Physidae									
Physidae	Physella									
Planorbidae	Planorbidae									
Valvatidae	Valvata									
HIRUDINAE										
Erpobdellidae	Erpobdellidae	1								
Glossiphoniidae	Glossiphoniidae									
Piscicolidae	Piscicolidae									
Salifidae	Barbronia weberi									
OLIGOCHETA		340			16			135		
POLYCHAETA										
Ampharetidae	Hypania	3						1		
TURBELLARIA										
Dugesiidae	Dugesiidae									
NEMERTEA										
Prostomatidae = Tetr	Prostoma	1						1		
NEMATHELMINTHA		1						1		
HYDROZOA										
PORIFERA										
Spongillidae	Spongillidae									
BRYOZOA										
Effectif total		948	0	0	257	0	0	318	0	0
Richesse taxonomique		22	0	0	14	0	0	18	0	0

Campagne de juin 2020.

Bugey 2020		amont Phase A 24-juin Filets	amont Phase B 24-juin Dragages	amont Phase C 24-juin Substrats	rejet Phase A 24-juin Filets	rejet Phase B 24-juin Dragages	rejet Phase C 24-juin Substrats	aval Phase A 24-juin Filets	aval Phase B 24-juin Dragages	aval Phase C 24-juin Substrats
PLECOPTERA										
Leuctridae	Leuctra					4			1	
Nemouridae	Protonemura					1				
TRICHOPTERA										
Glossosomatidae	Glossosomatidae	3				1				
Glossosomatidae	Agapetus		2						1	
Glossosomatidae	Glossosoma		2							
Goeridae	Goeridae	11								
Goeridae	Silo	44	2		3					
Hydropsychidae	Cheumatopsyche					1				
Hydropsychidae	Hydropsyche					1	1			2
Hydroptilidae	Hydroptilidae									
Hydroptilidae	Agraylea									
Hydroptilidae	Hydroptila		5			13			10	
Lepidostomatidae	Lepidostoma									
Leptoceridae	Athripsodes									
Leptoceridae	Mystacides									
Leptoceridae	Setodes									
Psychomyidae	Lype			1						
Psychomyidae	Psychomyia		8		1	19			360	
Rhyacophilidae	Rhyacophila		1							
EPHEMEROPTERA										
Baetidae	Baetidae									
Baetidae	Baetis	1				5	4	2	1	
Baetidae	Procloeon									
Caenidae	Caenis									1
Ephemeridae	Ephemera			3						
Heptageniidae	Heptageniidae									
Heptageniidae	Heptagenia					1				
Heptageniidae	Rhithrogena									
Potamanthidae	Potamanthus									
HETEROPTERA										
Gerridae	Gerris									
COLEOPTERA										
Dryopidae	Dryops									
Dryopidae	Pomatinus = Helichus									
Elmidae	Elmis	2		2	1		1			
Elmidae	Esolus				2			1		
Elmidae	Limnius			3	2			1		
Elmidae	Macronychus						2		2	1
Elmidae	Riolus			1						
Elmidae	Stenelmis									
Hydrophilidae	Hydrophilinae									
DIPTERA										
Athericidae	Athericidae									
Chironomidae	Chironomidae	112	1752	2408	62	7168	608	1472	2304	326
Dolichopodidae	Dolichopodidae	1								
Empididae	Empididae									
Ephydridae	Ephydridae									
Limoniidae	Limoniidae		1	1		1				
Psychodidae	Psychodidae									
Simuliidae	Simuliidae		36			6	2		6	3
Tipulidae	Tipulidae			2	4					
ODONATA										
Gomphidae	Gomphus			2						
Gomphidae	Onychogomphus	1								
LEPIDOPTERA										
Crambidae = Pyralid	Crambidae = Pyralidae									
CRUSTACEA										
Asellidae	Asellidae									
Cambaridae	Orconectes							1		
Pontogammaridae	Dikerogammarus	880	1109	2020	241	5568	1661	366	2725	2482
Janiridae	Jaera	122	792	300	28	3136	324	39	504	463
Mysidae	Hemimysis									
AUTRES CRUSTACES										
Copépodes	Copépodes		1		1					
Ostracodes	Ostracodes						1			
HYDRACARINA							1			
BIVALVIA										
Corbiculidae	Corbicula	19	4	1	5	1		1		
Dreissenidae	Dreissena		2			17	1		1	
Sphaeriidae	Sphaeriidae			2						
Sphaeriidae	Pisidium									
GASTEROPODA										
Ancylidae	Ancylus	14	72	4		60		7	30	2
Bithyniidae	Bithynia									
Ferrissiidae	Ferrissia									
Hydrobiidae	Potamopyrgus	10	8	28	3	8	8	104	8	1
Lymnaeidae	Galba							1		
Lymnaeidae	Radix									
Neritidae	Theodoxus			1						
Physidae	Physidae			2			1			
Physidae	Physella									
Planorbidae	Planorbidae									
Valvatidae	Valvata							2		
HIRUDINAE										
Erpobdellidae	Erpobdellidae									
Glossiphoniidae	Glossiphoniidae									
Piscicolidae	Piscicolidae									
Salifidae	Barbronia weberi									
OLIGOCHETA		23	1	802	16	16	9	5	2	
POLYCHAETA										
Ampharetidae	Hypania	1	1	8			6		4	
TURBELLARIA										
Dugesiidae	Dugesiidae		1			9		1		
NEMERTEA										
Prostomatidae = Tetr	Prostoma						1			
NEMATHELMINTHA		1						1		1
HYDROZOA										
PORIFERA										
Spongillidae	Spongillidae									
BRYOZOA				1						
Effectif total		1245	3800	5592	369	16036	2631	2004	5959	3282
Richesse taxonomique		16	19	20	13	20	16	15	15	10

Campagne de septembre 2020.

Bugey 2020		amont Phase A 9-sept. Filets	amont Phase B 9-sept. Dragages	amont Phase C 9-sept. Substrats	rejet Phase A 9-sept. Filets	rejet Phase B 9-sept. Dragages	rejet Phase C 9-sept. Substrats	aval Phase A 9-sept. Filets	aval Phase B 9-sept. Dragages	aval Phase C 9-sept. Substrats
PLECOPTERA										
Leuctridae	Leuctra		2							
Nemouridae	Protonemura									
TRICHOPTERA										
Glossosomatidae	Glossosomatidae	62	5	1	6	1				
Glossosomatidae	Agapetus									
Glossosomatidae	Glossosoma									
Goeridae	Goeridae									
Goeridae	Silo	304	2	2	5			2		
Hydropsychidae	Cheumatopsyche									1
Hydropsychidae	Hydropsyche	2	1	1		1			2	2
Hydroptilidae	Hydroptilidae	1			2	2				
Hydroptilidae	Agraylea									
Hydroptilidae	Hydroptila	3	6	4	2	13	2	33	10	1
Lepidostomatidae	Lepidostoma			1						
Leptoceridae	Athripsodes									
Leptoceridae	Mystacides			1						
Leptoceridae	Setodes						1	2	1	
Psychomyidae	Lype			1			1			
Psychomyidae	Psychomyia	5			31	114	1	160	464	1
Rhyacophilidae	Rhyacophila									
EPHEMEROPTERA										
Baetidae	Baetidae	4	1	1		5				
Baetidae	Baetis	3	2	8	5	22			3	1
Baetidae	Procloeon									
Caenidae	Caenis			2						2
Ephemeridae	Ephemera			6			2			
Heptageniidae	Heptageniidae	2	1							1
Heptageniidae	Heptagenia									
Heptageniidae	Rhithrogena	1								
Potamanthidae	Potamanthus		11			3			2	
HETEROPTERA										
Gerridae	Gerris									
COLEOPTERA										
Dryopidae	Dryops									
Dryopidae	Pomatinus = Helichus						9			
Elmidae	Elmis	1			1		1			
Elmidae	Esolus	1							1	
Elmidae	Limnius									
Elmidae	Macronychus									
Elmidae	Riolus									
Elmidae	Stenelmis									1
Hydrophilidae	Hydrophilinae									
DIPTERA										
Athericidae	Athericidae			4			3			
Chironomidae	Chironomidae	120	1200	405	128	1200	541	176	456	95
Dolichopodidae	Dolichopodidae			1						
Empididae	Empididae			4	1		2			1
Ephydridae	Ephydridae									
Limoniidae	Limoniidae		1			2	1			
Psychodidae	Psychodidae									
Simuliidae	Simuliidae	5	20	2		3				
Tipulidae	Tipulidae						1			
ODONATA										
Gomphidae	Gomphus									
Gomphidae	Onychogomphus						1			
LEPIDOPTERA										
Crambidae = Pyralida	Crambidae = Pyralidae			1						
CRUSTACEA										
Asellidae	Asellidae		1							
Cambaridae	Orconectes									
Pontogammaridae	Dikerogammarus	1570	1656	1680	454	603	641	732	746	1390
Janiridae	Jaera	2624	2560	2480	1440	2112	526	1296	1056	2424
Mysidae	Hemimysis									
AUTRES CRUSTACES										
Copépodes	Copépodes						1			
Ostracodes	Ostracodes						1			
HYDRACARINA										
BIVALVIA										
Corbiculidae	Corbicula	35	1	8	56		1	10	2	
Dreissenidae	Dreissena	1	1			1			8	
Sphaeriidae	Sphaeriidae			6			7			
Sphaeriidae	Pisidium			7			10			
GASTEROPODA										
Ancylidae	Ancylus	164	5	17	416	10		46	36	
Bithyniidae	Bithynia						1			
Ferrissiidae	Ferrissia						3			3
Hydrobiidae	Potamopyrgus	176	34	868	43	25	907	320	58	232
Lymnaeidae	Galba						1			
Lymnaeidae	Radix			1						
Neritidae	Theodoxus	1								
Physidae	Physidae									
Physidae	Physella			3			4			
Planorbidae	Planorbidae			1						
Valvatidae	Valvata						1			
HIRUDINAE										
Erpobdellidae	Erpobdellidae	1					1			
Glossiphoniidae	Glossiphoniidae									
Piscicolidae	Piscicolidae									
Salifidae	Barbronia weberi								2	
OLIGOCHETA		16	2	30	3	4	83	75	10	1
POLYCHAETA										
Ampharetidae	Hypania			14	4		52	55	1	7
TURBELLARIA										
Dugesiidae	Dugesiidae			4		3			1	
NEMERTEA										
Prostomatidae = Tetr	Prostoma			1			1	1		2
NEMATHELMINTHA		1							1	
HYDROZOA										
PORIFERA										
Spongillidae	Spongillidae							1		
BRYOZOA										
Effectif total		5103	5512	5565	2597	4124	2807	2909	2860	4165
Richesse taxonomique		24	20	31	16	18	30	14	19	17

Campagne de novembre 2020.

Bugey 2020		amont Phase A 12-nov. Filets	amont Phase B 12-nov. Dragages	amont Phase C 12-nov. Substrats	rejet Phase A 12-nov. Filets	rejet Phase B 12-nov. Dragages	rejet Phase C 12-nov. Substrats	aval Phase A 12-nov. Filets	aval Phase B 12-nov. Dragages	aval Phase C 12-nov. Substrats
PLECOPTERA										
Leuctridae	Leuctra									
Nemouridae	Protonemura									
TRICHOPTERA										
Glossosomatidae	Glossosomatidae	1			2				1	
Glossosomatidae	Agapetus	10	1			1				
Glossosomatidae	Glossosoma									
Goeridae	Goeridae									
Goeridae	Silo	53	5	1	6					
Hydropsychidae	Cheumatopsyche									
Hydropsychidae	Hydropsyche									
Hydroptilidae	Hydroptilidae									
Hydroptilidae	Agraylea									1
Hydroptilidae	Hydroptila				1					
Lepidostomatidae	Lepidostoma	1		3						
Leptoceridae	Athripsodes	1								
Leptoceridae	Mystacides			1				1		
Leptoceridae	Setodes		1					2		
Psychomyidae	Lype									
Psychomyidae	Psychomyia	1	5		15	260		24	100	
Rhyacophilidae	Rhyacophila									1
EPHEMEROPTERA										
Baetidae	Baetidae									
Baetidae	Baetis				1					
Baetidae	Procloeon									
Caenidae	Caenis	3		7	2		1	1		6
Ephemeridae	Ephemera									
Heptageniidae	Heptageniidae									
Heptageniidae	Heptagenia									1
Heptageniidae	Rhithrogena									
Potamanthidae	Potamanthus				1		2	4		2
HETEROPTERA										
Gerridae	Gerris					1				
COLEOPTERA										
Dryopidae	Dryops									
Dryopidae	Pomatinus = Helichus			1						
Elmidae	Elmis	1								1
Elmidae	Esolus									
Elmidae	Limnius									
Elmidae	Macronychus			1						1
Elmidae	Riolus									
Elmidae	Stenelmis									1
Hydrophilidae	Hydrophilinae									
DIPTERA										
Athericidae	Athericidae									
Chironomidae	Chironomidae		55	10	38	114	15	1	26	3
Dolichopodidae	Dolichopodidae									
Empididae	Empididae				2	2	1			
Ephydridae	Ephydridae									
Limoniidae	Limoniidae	1			1					
Psychodidae	Psychodidae									
Simuliidae	Simuliidae	1	7			7			1	1
Tipulidae	Tipulidae			5			2			
ODONATA										
Gomphidae	Gomphus									
Gomphidae	Onychogomphus			1						
LEPIDOPTERA										
Crambidae = Pyralida	Crambidae = Pyralidae									
CRUSTACEA										
Asellidae	Asellidae			2						
Cambaridae	Orconectes									1
Pontogammaridae	Dikerogammarus	564	361	2228	283	362	1437	477	560	1789
Janiridae	Jaera	4032	2848	4056	3288	2080	3180	1824	1952	10256
Mysidae	Hemimysis						1			
AUTRES CRUSTACES										
Copépodes	Copépodes									
Ostracodes	Ostracodes									
HYDRACARINA										
BIVALVIA										
Corbiculidae	Corbicula	21	2	34	36		4	26	1	9
Dreissenidae	Dreissena	2	2		1	3	2	3	2	6
Sphaeriidae	Sphaeriidae	1	1	5			2			1
Sphaeriidae	Pisidium			13			19			
GASTEROPODA										
Ancylidae	Ancylus	162	17	27	1128	26	52	47	22	7
Bithyniidae	Bithynia									
Ferrissiidae	Ferrissia			1	6					1
Hydrobiidae	Potamopyrgus	69	24	783	56	20	182	65	81	65
Lymnaeidae	Galba									
Lymnaeidae	Radix			1						
Neritidae	Theodoxus				50					
Physidae	Physidae	1					1			
Physidae	Physella			2						
Planorbidae	Planorbidae			1			2			
Valvatidae	Valvata									
HIRUDINAE										
Erpobdellidae	Erpobdellidae			2			2			
Glossiphoniidae	Glossiphoniidae			1	1					
Piscicolidae	Piscicolidae			1			2			
Salifidae	Barbronia weberi									
OLIGOCHETA		53	10	437	13	2	177	20	3	
POLYCHAETA										
Ampharetidae	Hypania	1		9	15		6	16		18
TURBELLARIA										
Dugesiidae	Dugesiidae	3	1			6				1
NEMERTEA										
Prostomatidae = Tetr	Prostoma	1	1	1	1		4	1		1
NEMATHELMINTHA										
HYDROZOA							1			
PORIFERA										
Spongillidae	Spongillidae		1							
BRYOZOA										
Effectif total		4983	3342	7634	4947	2884	5095	2512	2749	12173
Richesse taxonomique		22	17	27	22	13	22	15	11	22