



Etude de l'état de santé des poissons sauvages sur le territoire du Sage Estuaire de la Gironde et milieux associés

Analyse de la structure des peuplements piscicoles, de leur état de santé, et des contaminants.



INFORMATIONS QUALITE

- **CONTROLE QUALITE** :

Nom du document	Etude de l'état de santé des poissons sauvages sur le territoire du Sage Estuaire de la Gironde et milieux associés. Analyse de la structure des peuplements, de l'état de santé, et des contaminants.
Récolte des données (inventaires)	Personnel technique de la FDAAPPMA 33
Rédaction, analyse des données	Guillaume ESCOLAR, chargé d'études à la FDAAPPMA 33. Pierre ELIE, Président d'honneur ASPSP
Relecture	Jean MARTIN, directeur technique à la FDAAPPMA 33. Sophie DE LAVERGNE, responsable du pôle protection des milieux aquatiques à la FDAAPPMA 33. Pierre ELIE, Président d'honneur ASPSP Juliette GAILLARD, Chargée de mission Pollutions chimiques, SMIDDEST
Maître d'ouvrage / demandeur	Syndicat Mixte pour le Développement Durable de l'Estuaire de la Gironde
Version	Version 3 (21/06/2023)

- **REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE** :

Escolar G., De Lavergne S., Elie P., 2023. Etude de l'état de santé des poissons sauvages sur le territoire du Sage Estuaire de la Gironde et milieux associés. Analyse de la structure des peuplements piscicoles, de leur état de santé, et des contaminants. Fédération de pêche et de protection des milieux aquatiques de la Gironde/Association Santé Poissons Sauvages, 256p.

- **CREDIT PHOTOS** : FDAAPPMA33

TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX	7
1 Introduction	14
2 Méthodologie	15
2.1 Description des zones d'études	15
2.1.1 Etat des lieux à l'échelle des bassins versant	15
2.1.2 Présentation des stations d'études	33
2.2 Protocoles	45
2.2.1 Etude du peuplement piscicole par pêche électrique	45
2.2.2 Analyse structurale des peuplements	49
2.2.3 Etat de santé des poissons.....	51
3 Résultats des suivis biologiques.....	57
3.1 Résultats des inventaires piscicoles, structure des peuplements.....	57
3.1.1 Bassin versant de la Livenne	57
3.1.2 Bassin versant de la Jalle de Castelnau	63
3.1.3 Bassin versant du Chenal du Gua	70
3.1.4 Bassin versant du Chenal du Guy.....	76
3.2 Etat de santé des poissons.....	83
3.2.1 Bassin versant de la Livenne	83
3.2.2 Bassin versant de la Jalle de Castelnau	98
3.2.3 Bassin versant du Chenal du Gua	114
3.2.4 Bassin versant du Chenal du Guy.....	129
3.3 Recherche de contaminants dans les tissus des poissons.....	140
3.3.1 Méthodes d'analyse des données.....	140
3.3.2 Résultats des dosages de composés organiques et connaissances.....	142
3.3.3 Résultats des dosages de composés métalliques et connaissances	173
4 CONCLUSION ET DISCUSSION.....	206
5 ORIENTATION DE DIAGNOSTIC ET PROPOSITION DE GESTION	217
5.1 Sur la livenne.....	217
5.2 Sur la jalle de castelnau et le ruisseau de cabaleyre.....	219
5.3 Sur le chenal du gua.....	222
5.4 Sur le chenal du guy	224
6 Bibliographie	231
6.1 Documents Généraux.....	231
6.2 Les polluants minéraux - métalliques.....	234
6.3 Les composés organiques	244
6.3.1 Les PCB	244
6.3.2 Les Organochlorés	246

6.3.3	Les Pyréthrinoïdes dont la Perméthrine	250
6.3.4	Perfluorés (PFOS)	251
6.3.5	Les Organofluorés le Fludioxonil (fongicide) et le Diflufenicanil (herbicide)	252
6.3.6	Les Phtalates.....	253
6.3.7	Les Diphényléthers ou DPE (Aclonifen)	254
6.3.8	Les Dinitroanilines	254

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Cartographie des quatre bassins versants pris en compte dans l'étude.	15
Figure 2 : Cartographie du bassin versant de la Livenne et de ses cours d'eau principaux.	16
Figure 3 : Occupation des sols du bassin versant de la Livenne et de la masse d'eau de la Livenne de sa source au confluent des Martinettes.	17
Figure 4 : Cartographie du bassin versant de la Jalle de Castelnau et de ses cours d'eau principaux.	20
Figure 5 : Occupation des sols des masses d'eau drainées par le bassin versant de la Jalle de Castelnau.	21
Figure 6 : Cartographie du bassin versant du Chenal du Gua et de ses cours d'eau principaux.	25
Figure 7 : Occupation des sols de la masse d'eau du Deyre (source OSO Theia 2017, source AEAG).	26
Figure 8 : Occupation des sols de la masse d'eau du Chenal du Gua, de sa source à l'estuaire (source Corine Lande Cover).....	27
Figure 9 : Cartographie du bassin versant du Chenal du Guy et de ses cours d'eau principaux.	30
Figure 10 : Occupation des sols du bassin versant du Chenal du Guy.....	31
Figure 11 : Présentation du réseau d'inventaire piscicole de la Fédération de la Gironde sur le bassin versant de la Livenne, avec mise en évidence des stations inventoriées dans le cadre de l'étude : LIVENNE_04 et LIVENNE_06.	34
Figure 12 : Présentation du réseau d'inventaire piscicole de la Fédération de la Gironde sur le bassin versant de la Jalle de Castelnau, avec mise en évidence des stations inventoriées dans le cadre de l'étude : JCASTELNAU_01, JCASTELNAU_04 et CABALEYRE_01.	35
Figure 13 : Présentation du réseau d'inventaire piscicole de la Fédération de la Gironde sur les bassins versants du Chenal du Gua et du Chenal du Guy, avec mise en évidence des stations inventoriées dans le cadre de l'étude :	35
Figure 14 : Photos de la station Livenne 04.	36
Figure 15 : Localisation de la station Livenne 04.....	36
Figure 16 : Photos de la station Livenne 06.	37
Figure 17 : Localisation de la station Livenne 06.....	37
Figure 18 : Photos de la station JCastelnau 01.....	38
Figure 19 : Localisation de la station JCastelnau 01.	38
Figure 20 : Photos de la station JCastelnau 04.....	39
Figure 21 : Localisation des stations JCastelnau 04 et Cabaleyre 01.....	39
Figure 22 : Photos de la station JCastelnau 04.....	40
Figure 23 : Photos de la station GUA_13.....	41
Figure 24 : Localisation de la station GUA_13.	41
Figure 25 : Photos de la station GUA_08.....	42
Figure 26 : Localisation de la station GUA_08.	42
Figure 27 : Photos de la station BERNEDE_01.....	43
Figure 28 : Localisation de la station BERNEDE_01.....	43
Figure 29 : Photos de la station CHGUY_03.....	44
Figure 30 : Localisation de la station CHGUY_03	44
Figure 31 : Illustration des espèces les plus capturées sur la station : anguille, goujon, lamproie de planer.	58

Figure 32 : Répartition des espèces dans le peuplement inventorié par pêche électrique sur les stations de la Livenne.	59
Figure 33 : Densité estimées totales (Nombre d'individus / 100m ²) sur les stations de la Livenne. .	60
Figure 34 : Biomasses estimées totales (Kg /ha) sur les stations de la Livenne.....	60
Figure 35 : Contribution des différentes métriques dans le calcul du score l'IPR.....	61
Figure 36 : Visualisation de la composition des substrats des stations de la campagne 2021.....	62
Figure 37 : Illustration d'espèces capturées : brochet aquitain et vairon.....	64
Figure 38 : Proportions et effectifs capturés sur les stations de la campagne 2021	65
Figure 39 : Densités estimées totales (Nombre d'individus / 100m ²) sur les stations de la Jalle de Castelnaud.	66
Figure 40 : Biomasses estimées totales (Kg /ha) sur les stations de la Jalle de Castelnaud.	67
Figure 41 : Représentation de l'impact des différentes métriques sur le score de l'IPR.....	68
Figure 42 : Visualisation de la composition des substrats des stations de la Jalle de Castelnaud.	70
Figure 43 : Illustration d'espèces capturées : gardon, brochet aquitain et perche commune.....	71
Figure 44 : Répartition des espèces dans le peuplement inventorié par pêche électrique sur les stations du Chenal du Gua.	73
Figure 45 : Densité estimées totales (Nombre d'individus / 100m ²) sur les stations du Chenal du Gua.	74
Figure 46 : Biomasses estimées totales (Kg /ha) sur les stations du Chenal du Gua.	74
Figure 47 : Visualisation de la composition des substrats des stations du Chenal du Gua.....	76
Figure 48 : Illustration d'espèces capturées : brochet spp et épineche.	77
Figure 49 : Répartition des espèces dans le peuplement inventorié par pêche électrique sur les stations du Chenal du Guy.....	78
Figure 50 : Densité estimées totales (Nombre d'individus / 100m ²) sur les stations du Chenal du Guy.	79
Figure 51 : Biomasses estimées totales (Kg /ha) sur les stations du Chenal du Guy.	79
Figure 52 : Contribution des différentes métriques dans le calcul du score l'IPR.....	81
Figure 53 : Visualisation de la composition des substrats des stations du Chenal du Guy.	82
Figure 54 : Part des lésions et des parasites observés chez les poissons atteints au sein des peuplements.....	86
Figure 55 : Part des lésions et des parasites observés chez les populations dont l'état de santé est jugé préoccupant.	93
Figure 56 : Part des lésions et des parasites observés chez les poissons atteints au sein des peuplements.....	101
Figure 57 : Part des lésions et des parasites observés chez les populations dont l'état de santé est jugé préoccupant.	108
Figure 58 : Part des lésions et des parasites observés chez les populations de lamproie.....	109
Figure 59 : Part des lésions et des parasites observés chez les poissons atteints au sein des peuplements.....	117
Figure 60 : Part des lésions et des parasites observés chez les populations dont l'état de santé est jugé préoccupant.	123
Figure 61 : Part des lésions et des parasites observés chez les poissons atteints au sein des peuplements.....	131
Figure 62 : Part des lésions et des parasites observés chez les populations dont l'état de santé est jugé préoccupant.	135

Tableau 1 : Caractéristiques principales de la masse d'eau de la Livenne de sa source au confluent des Martinettes.	17
Tableau 2 : Pressions identifiées sur la masse d'eau de la Livenne de sa source au confluent des Martinettes.	17
Tableau 3 : Présentation de l'état écologique sur les stations 05025600 et 05025650 de la Livenne en 2020.	18
Tableau 4 : Molécules quantifiées dans les analyses d'eau sur les stations RCS du bassin versant de la Livenne.	19
Tableau 5 : Caractéristiques principales de la masse d'eau de la Jalle de Castelnaud.	20
Tableau 6 : Caractéristiques principales de la masse d'eau du Ruisseau de la Cabaleyre.	21
Tableau 7 : Pressions identifiées sur les masses d'eau du bassin versant de ma Jalle de Castelnaud.	22
Tableau 8 : Présentation de l'état écologique sur les stations RCS du bassin versant de la Jalle de Castelnaud.	23
Tableau 9 : Molécules quantifiées dans les analyses d'eau sur les stations du bassin versant de la Jalle de Castelnaud.	24
Tableau 10 : Caractéristiques principales des masses d'eau du Deyre et du Chenal du Gua.	25
Tableau 11 : Pressions identifiées sur la masse d'eau du Deyre.	27
Tableau 12 : Pressions identifiées sur la masse d'eau du Chenal du Gua.	28
Tableau 13 : Présentation de l'état écologique sur les stations RCS du bassin versant du Chenal du Gua.	28
Tableau 14 : Caractéristiques principales de la masse d'eau du Chenal du Guy.	30
Tableau 15 : Pressions identifiées sur la masse d'eau du Chenal du Guy.	31
Tableau 16 : Présentation de l'état écologique sur la station RCS du bassin versant du Chenal du Guy.	32
Tableau 17 : Molécules quantifiées dans les analyses d'eau sur la station RCS du Chenal du Guy.	33
Tableau 18 : Stations sélectionnées dans le cadre de l'évaluation de l'état de santé des poissons.	34
Tableau 19 : Classes des hauteurs d'eau et vitesses nécessaires au calcul de l'indice.	46
Tableau 20 : Hiérarchisation de l'attractivité des différents substrats (©De Giorgi et al, 2002).	47
Tableau 21 : Grille de qualité de l'habitat établi par expérience sur le territoire de la Gironde.	48
Tableau 22 : Liste des métriques intervenant dans le calcul de l'IPR.	50
Tableau 23 : Correspondance entre les notes de l'IPR et la classe de qualité du peuplement piscicole.	50
Tableau 24 : Codification des anomalies anatomo-morphologiques externes et des parasites externes des poissons visibles à l'œil nu. En bleu, les 7 lésions d'intérêt écopathologique majeur (DELT) (source Elie et Girard, 2014).	51
Tableau 25 : Classes d'intensité (Q) des lésions et des parasites basées sur l'abondance ou le taux de recouvrement des lésions et/ou des parasites (Source : Elie et Girard, 2014).	52
Tableau 26 : Métriques calculées lors de l'analyse des données sur l'état de santé.	52
Tableau 27 : Correspondance entre la prévalence globale et les classes de qualité de l'eau et de l'habitat établies par les Agences de l'Eau (d'après Elie et Girard, 2014 et FDAAPPMA 33).	53
Tableau 28 : Relation entre la prévalence des lésions de type DELT et l'état de santé (condition) des peuplements ou des populations de poissons (d'après Karr et al., 1986).	53
Tableau 29 : Interprétation de l'état des poissons en fonction du score obtenu par les indices pathologiques (d'après Elie et Girard, 2014 et FDAAPPMA 33).	53

Tableau 30 : Conditions des inventaires en pêche électrique sur les stations de la Jalle de Castelnaud.	57
Tableau 31 : Liste des espèces, avec leur effectif, capturées sur les stations de la Livenne.	57
Tableau 32 : Indice de diversité sur les stations de la Livenne.	59
Tableau 33 : Scores des indices et des classes de qualité de l'IPR des stations de la campagne 2021.	61
Tableau 34 : Répartition des substrats sur les stations de la Livenne, accompagné de leur score habitat.	62
Tableau 35 : Conditions des inventaires en pêche électrique sur les stations de la Jalle de Castelnaud.	63
Tableau 36 : Liste des espèces observées sur les stations de la Jalle de Castelnaud.	64
Tableau 37 : indices de diversité calculés sur les stations inventoriées	66
Tableau 38 : Scores des indices et des classes de qualité de l'IPR des stations de la Jalle de Castelnaud.	67
Tableau 39 : Détail de la composition des substrat et score de l'IAM des stations de la Jalle de Castelnaud.	69
Tableau 40 : Conditions des inventaires en pêche électrique sur les stations du Chenal du Gua. ..	70
Tableau 41 : Liste des espèces, avec leur effectif, capturées sur les stations du chenal du Gua. ...	71
Tableau 42 : Indice de diversité sur les stations du chenal du Gua.	73
Tableau 43 : Détail de la composition des substrats et score d'attractivité de l'habitat des stations du Chenal du Gua.	75
Tableau 44 : Conditions des inventaires en pêche électrique sur les stations du Chenal du Guy....	76
Tableau 45 : Liste des espèces observées sur les stations du Chenal du Guy.	77
Tableau 46 : Indice de diversité sur les stations du Chenal du Guy.	78
Tableau 47 : Scores des indices et des classes de qualité de l'IPR des stations du Chenal du Guy.	80
Tableau 48 : Répartition des substrats sur les stations du Chenal du Guy, accompagné de leur score habitat.	81
Tableau 49 : Bilan de l'effort d'échantillonnage des Codes pathologies appliqué lors des inventaires.	83
Tableau 50 : Nombre de poissons présentant des lésions et/ou des parasites sur les stations de la Livenne. En orange, les lésions d'intérêt écopathologique majeur (DELT).	84
Tableau 51 : Prévalence globale (en %) des lésions et des parasites au sein du peuplement, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.	84
Tableau 52 : Prévalence des lésions de type DELT (en %) au sein des peuplements, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.	85
Tableau 53 : Etat de santé des peuplements de poissons évalué à partir de l'indice pathologie global lésionnel.	85
Tableau 54 : Etat de santé des peuplements de poissons évalué à partir de l'indice pathologie global parasitaire.	86
Tableau 55 : Prévalence globale des lésions et des parasites au sein des populations, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.	88
Tableau 56 : Prévalence des lésions de type DELT au sein des populations, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.	89
Tableau 57 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Lésionnel.	90

Tableau 58 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Parasitaire.	91
Tableau 59 : Bilan de l'état de santé des espèces sélectionnées.....	92
Tableau 60 : Indicateurs de l'état de santé des peuplements de poissons du bassin versant de la Livenne de 2014 à 2021.	95
Tableau 61 : Evolution des métriques des Codes Pathologies de 2014 et 2021.	95
Tableau 62 : Indicateurs de l'état de santé de certaines populations de poissons du bassin versant de la Livenne de 2014 et 2021.....	96
Tableau 63 : Bilan de l'effort d'échantillonnage des Codes pathologies appliqué lors des inventaires.	98
Tableau 64 : Nombre de poissons présentant des lésions et/ou des parasites sur les stations de la Livenne. En orange, les lésions d'intérêt écopathologique majeur (DELT).....	99
Tableau 65 : Prévalence globale (en %) des lésions et des parasites au sein du peuplement, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.....	99
Tableau 66 : Prévalence des lésions de type DELT (en %) au sein des peuplements, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.	100
Tableau 67 : Etat de santé des peuplements de poissons évalué à partir de l'indice pathologie global lésionnel.	100
Tableau 68 : Etat de santé des peuplements de poissons évalué à partir de l'indice pathologie global parasitaire.....	101
Tableau 69 : Prévalence globale des lésions et des parasites au sein des populations, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.	104
Tableau 70 : Prévalence des lésions de type DELT au sein des populations, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.	105
Tableau 71 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Lésionnel.	105
Tableau 72 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Parasitaire.	106
Tableau 73 : Bilan de de l'état de santé des espèces repères et/ou patrimoniales.....	107
Tableau 74 : Indicateurs de l'état de santé des peuplements de poissons du bassin versant de la Jalle de Castelnau de 2011 à 2021.....	111
Tableau 75 : Evolution des métriques des Codes Pathologies de 2011 et 2021.	111
Tableau 76 : : Indicateurs de l'état de santé des populations de poissons des espèces repères et/patrimoniales du bassin versant de la Jalle de Castelnau de 2011 à 2021.....	112
Tableau 77 : Bilan de l'effort d'échantillonnage des Codes pathologies appliqué lors des pêches du Chenal du Gua.....	114
Tableau 78 : Nombre de poissons présentant des lésions et/ou des parasites sur les stations du Chenal du Gua. En orange, les lésions d'intérêt écopathologique majeur (DELT).	115
Tableau 79 : Prévalence globale (en %) des lésions et des parasites au sein du peuplement, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.....	115
Tableau 80 : Prévalence des lésions de type DELT (en %) au sein des peuplements, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.	116
Tableau 81 : Etat de santé des peuplements de poissons évalués à partir de l'indice pathologie global lésionnel.	116
Tableau 82 : Etat de santé des peuplements de poissons évalués à partir de l'indice pathologie global parasitaire.....	116

Tableau 83 : Prévalence globale des lésions et des parasites au sein des populations, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.	118
Tableau 84 : Prévalence des lésions de type DELT au sein des populations, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.	119
Tableau 85 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Lésionnel.	120
Tableau 86 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Lésionnel.	121
Tableau 87 : Bilan de l'état de santé des espèces sélectionnées.	122
Tableau 88 : Indicateurs de l'état de santé des peuplements de poissons de 2012 et 2022.	125
Tableau 89 : Evolution des métriques des Codes Pathologies de 2012 et 2022.	125
Tableau 90 : Indicateurs de l'état de santé de certaines populations de poissons du bassin versant de la Livenne de 2014 et 2021.	126
Tableau 91 : Bilan de l'effort d'échantillonnage des Codes pathologies appliqué lors des inventaires.	129
Tableau 92 : Nombre de poissons présentant des lésions et/ou des parasites sur les stations du Chenal du Guy. En orange, les lésions d'intérêt écopathologique majeur (DELT).	129
Tableau 93 : Prévalence globale (en %) des lésions et des parasites au sein du peuplement, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.	130
Tableau 94 : Prévalence des lésions de type DELT (en %) au sein des peuplements, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.	130
Tableau 95 : Etat de santé des peuplements de poissons évalués à partir de l'indice pathologie global lésionnel.	131
Tableau 96 : Etat de santé des peuplements de poissons évalués à partir de l'indice pathologie global parasitaire.	131
Tableau 97 : Prévalence globale des lésions et des parasites au sein des populations, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.	133
Tableau 98 : Prévalence des lésions de type DELT au sein des populations, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.	133
Tableau 99 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Lésionnel.	134
Tableau 100 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Parasitaire.	134
Tableau 101 : Indicateurs de l'état de santé des peuplements de poissons du bassin versant de la Livenne de 2014 et 2021.	137
Tableau 102 : Evolution des métriques des Codes Pathologies de 2013 et 2022.	137
Tableau 103 : Indicateurs de l'état de santé de certaines populations de poissons du bassin versant de la Livenne de 2013 et 2022.	138
Tableau 104 : Synthèse des prélèvements réalisés sur chacune des stations d'inventaires.	140
Tableau 105 : Synthèse des dosages réalisés selon le type d'organe, l'espèce et le type d'individu.	141
Tableau 106 : Synthèse des molécules organiques détectées dans les échantillons du bassin versant de la Livenne (en µg/kg de poids frais).	142
Tableau 107 : Comparaison des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les poissons de la Livenne.	143

Tableau 108 : Synthèse des molécules organiques détectées dans les échantillons du bassin versant de la Jalle de Castelnau (en µg/kg de poids frais).....	145
Tableau 109 : Comparaison des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les muscles des poissons de la Jalle de Castelnau.	146
Tableau 110 : Bilan des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les muscles des anguilles de la CABALEYRE_01 (en µg/kg de poids frais).....	147
Tableau 111 : Synthèse des molécules organiques détectées dans les échantillons du bassin versant de la Livenne (en µg/kg de poids frais).	148
Tableau 112 : Comparaison des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les muscles et les foies des poissons du Chenal du Gua.	149
Tableau 113 : Comparaison des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les muscles des poissons du Chenal du Guy (en µg/kg de poids frais).	150
Tableau 114 : Comparaison des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les muscles et les foies des poissons du Chenal du Gua.	151
Tableau 115 : Synthèse des PCBs détectées dans les échantillons de tissus des poissons (en µg/kg de poids frais).....	154
Tableau 116 : Synthèse des molécules de type Organochloré détectées dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).	158
Tableau 117 : Synthèse de la détection de la Perméthrine dans les échantillons des bassins versant de la Livenne et de la Jalle de Castelnau (en µg/kg de poids frais).....	162
Tableau 118 : Synthèse des PFOS détectées dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).	164
Tableau 119 : Synthèse de la détection du Diflufenicanil et de la Fludioxonil dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).	167
Tableau 120 : Synthèse de la détection des Phtalates dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).	169
Tableau 121 : Synthèse de la détection de l'Acronifen dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).	171
Tableau 122 : Synthèse de la détection de la Pendiméthaline dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).	172
Tableau 123 : Synthèse des métaux détectées dans les échantillons de la Livenne (en mg/kg de poids frais).	174
Tableau 124 : Synthèse de la comparaison Amont/Aval des métaux présentant des concentrations suspectes.	175
Tableau 125 : Synthèse des métaux détectées dans les échantillons du bassin versant de la Jalle de Castelnau.	176
Tableau 126 : Synthèse de la comparaison Amont/Aval des métaux présentant des concentrations suspectes.	177
Tableau 127 : Synthèse des métaux détectées dans les échantillons du Chenal du Gua (en mg/kg de poids frais).....	179
Tableau 128 : Synthèse de la comparaison Amont/Aval des métaux présentant des concentrations suspectes.	179
Tableau 129 : Synthèse des métaux détectées dans les échantillons du Chenal du Guy (en mg/kg de poids frais).....	181
Tableau 130 : Synthèse de la comparaison Amont/Aval des métaux présentant des concentrations suspectes.	182

1 INTRODUCTION

Aujourd'hui, la surveillance du bon état écologique et chimique des écosystèmes aquatiques est principalement focalisée sur l'analyse des paramètres biologiques et physico-chimiques, avec des mesures de polluants dans l'eau et l'étude des communautés biologiques (poissons, macroinvertébrés, macrophytes, diatomées, algues etc.). Les poissons sont reconnus comme étant des bioindicateurs pertinents de la qualité des milieux. En effet les peuplements piscicoles intègrent les changements spatio-temporels qui surviennent dans le milieu physique du fait de leur sensibilité à la plupart des pressions environnementales. Ces organismes attirent donc l'attention des scientifiques mais aussi du grand public en raison de leur forte valeur patrimoniale et socio-économique. A l'heure actuelle, les suivis piscicoles s'intéressent essentiellement à la composition des peuplements, leurs effectifs, leurs biomasses et leurs répartitions. Cependant aucune connaissance de l'état de santé des communautés de poissons sauvages n'est prise en compte et n'est fournie à l'échelle du réseau hydrographique français. Pourtant, la connaissance de l'état de santé des peuplements piscicoles de nos cours d'eau peut non seulement nous renseigner sur la qualité de l'eau et de l'habitat dans lequel vivent les poissons mais aussi sur leur propre état de santé, important à connaître si l'on veut conserver leurs populations.

Afin de répondre à ce manque de connaissance, l'Association Santé Poissons Sauvages a mis en place un outil d'évaluation de l'état de santé des poissons, les « Codes pathologie ». Cet outil informe sur la condition des poissons composant les peuplements à partir de l'observation des lésions et des macro-parasites visibles à l'œil nu. Ainsi, dans le cadre du Plan Départemental pour la Protection des Milieux Aquatiques et la Gestion des Ressources Piscicoles de la Gironde (PDPG), la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de Gironde (FDAAPPMA 33) a mis en application cet outil, en partenariat avec l'Association Santé Poissons Sauvages (ASPS). Les données récoltées alimentent ainsi le Réseau de surveillance de l'état de santé des poissons sauvages de Gironde mis en place depuis 2010 par la FDAAPPMA 33.

Un premier état des lieux de l'état de santé a été dressé en 2017 dans le cadre de l'Atlas de l'état de santé des poissons de Gironde. Pour donner suite à ce projet et en parallèle des suivis réalisés par le SMIDDEST, il a été proposé de suivre de manière approfondie l'état de santé des poissons sur certains cours d'eau.

Cette étude s'appuiera sur les « Codes pathologies » d'une part, et sur des analyses de contaminants dans les poissons d'autres parts. Ces dernières, avec l'analyse des pressions connues, et la mise en parallèle des résultats des suivis de la qualité des eaux et des sédiments (réseau Agence, RCD17 et 33, projet CONTROL), viennent renforcer et compléter le diagnostic établi par les « Codes pathologies » en précisant les perturbations (pollutions) à l'origine des anomalies anatomo-morphologiques constatées sur les poissons.

Ce rapport présente la méthodologie mise en place et les résultats des analyses de la structure des peuplements piscicoles, de leur état de santé établi par les « Codes pathologie », et de la présence de contaminants révélée par les analyses éco-toxicologiques. Cette étude, réalisée par la Fédération de Pêche et de Protection des milieux aquatiques de la Gironde, et l'ASPS pour la partie écotoxicologique, s'est déroulée sur deux années, avec une campagne de terrain en 2021 et une en 2022.

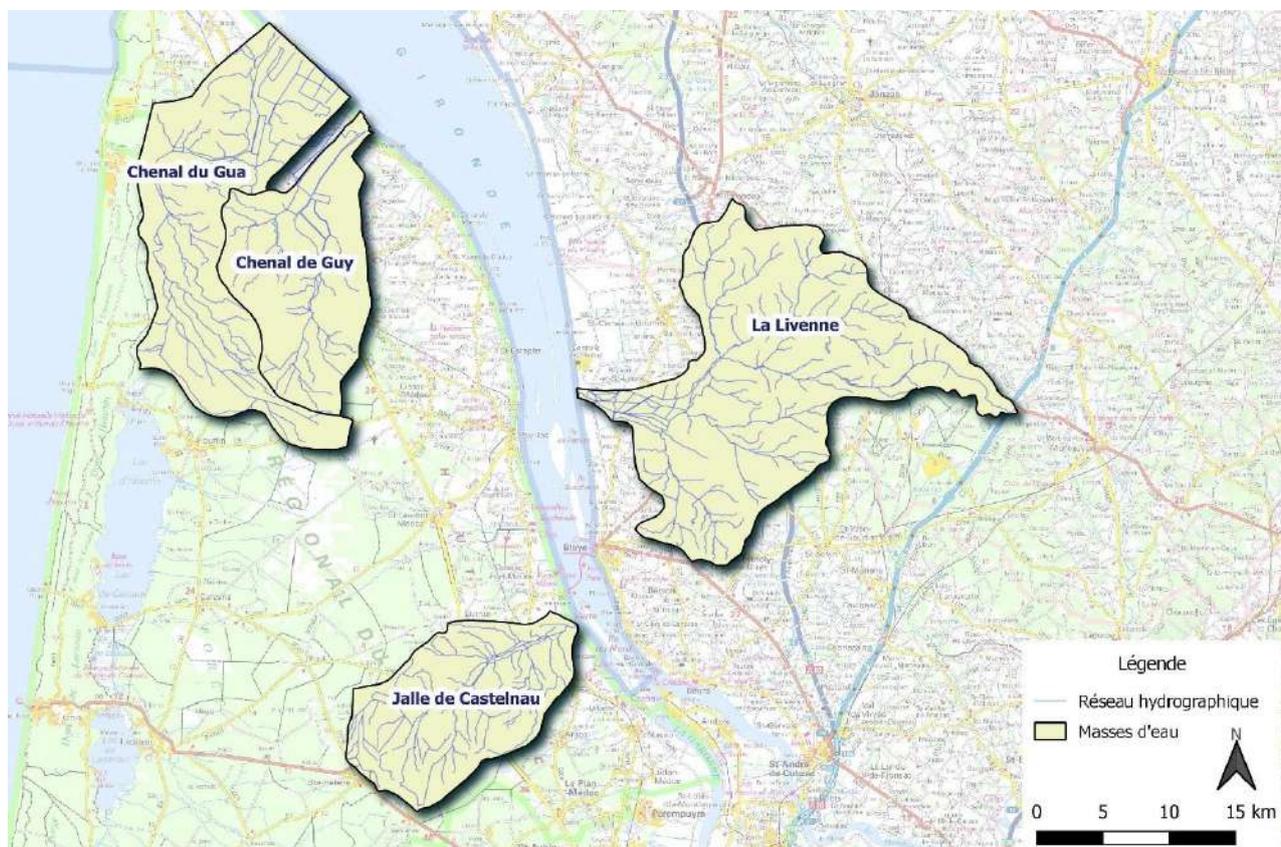
2 METHODOLOGIE

2.1 DESCRIPTION DES ZONES D'ETUDES

2.1.1 Etat des lieux à l'échelle des bassins versant

Dans le cadre de cette étude quatre bassins versants, dont les cours d'eau sont des affluents de l'Estuaire de la Gironde, ont fait l'objet d'un suivi de l'état de santé de leur peuplement piscicole. Les bassins versants étudiés ont été sélectionnés par le SMIDDEST et la FDAAPPMA33, il s'agit de ceux de la Jalle de Castelnau, de la Livenne, du chenal du Gua et du chenal du Guy. La carte suivante présente l'emprise de ces quatre bassins versants.

Figure 1 : Cartographie des quatre bassins versants pris en compte dans l'étude.



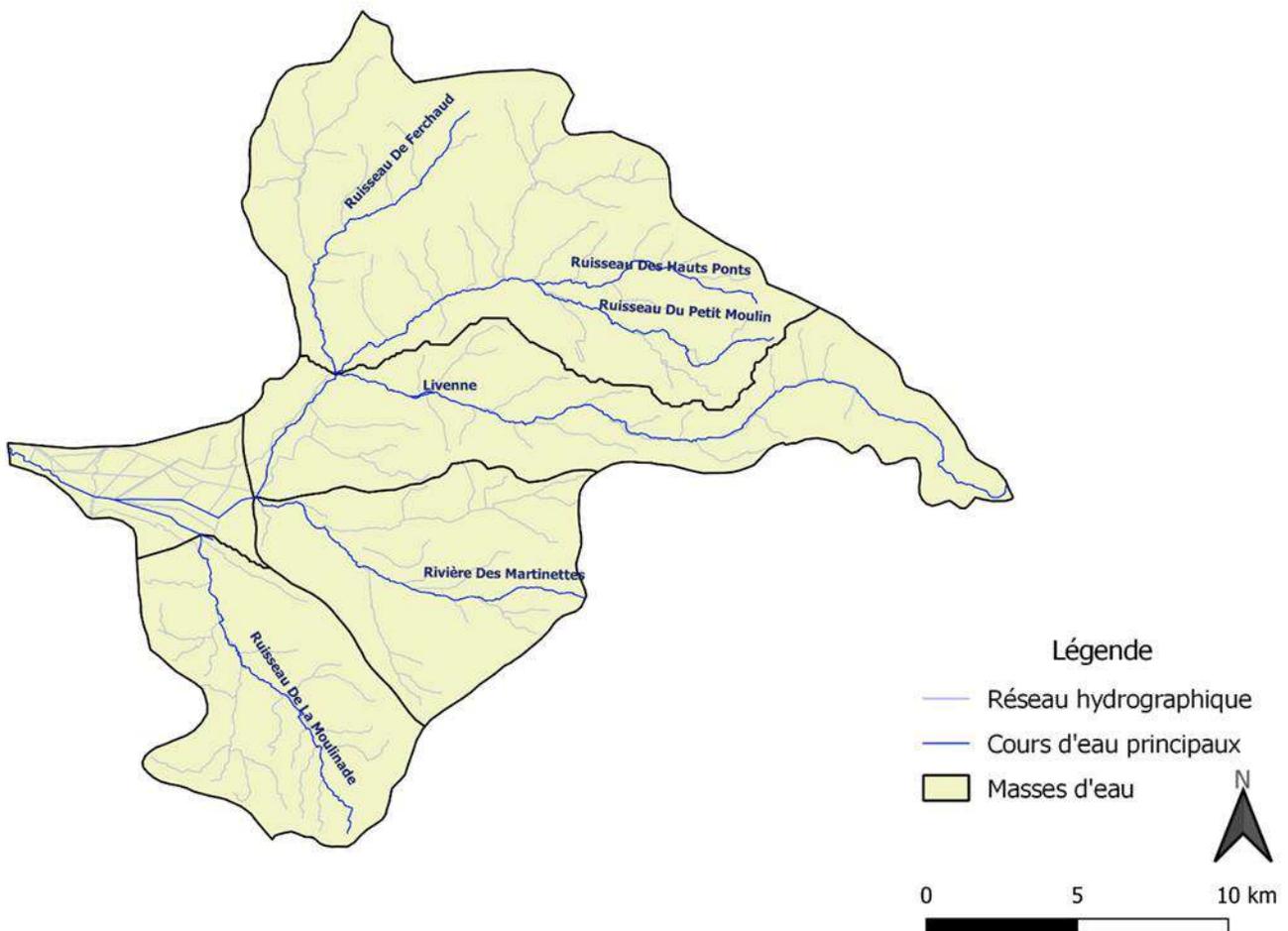
La première campagne de terrain réalisée en 2021 s'est déroulée sur les bassins versant de la Jalle de Castelnau et de la Livenne. La deuxième tranche de l'étude a été effectuée en 2022 sur les stations du chenal du Gua et du chenal du Guy.

2.1.1.1 Etat des lieux du bassin versant de la Livenne

Le bassin versant de la Livenne se situe au Nord-Est du département de la Gironde. La Livenne, affluent direct de l'estuaire de la Gironde, prend sa source sur la commune de Montlieu-la-Garde dans le département de la Charente-Maritime vers 125 m d'altitude. Sa longueur est d'environ 42 km. Sur l'amont du cours d'eau, l'occupation du sol est principalement composée de vigne et de massif forestier. Avant de se jeter dans l'estuaire de la Gironde, cette rivière canalisée au niveau des marais de la Vergne, devient saumâtre et est soumise à l'influence de la marée.

Le bassin de gestion de la Livenne (bvg094) est composé de 5 masses d'eaux superficielles : le ruisseau des Hauts Ponts, la Livenne de sa source au confluent des Martinettes (partie amont), la Livenne du confluent des Martinettes à la Gironde (partie aval), la rivière des Martinettes, le ruisseau de la Moulinade.

Figure 2 : Cartographie du bassin versant de la Livenne et de ses cours d'eau principaux.



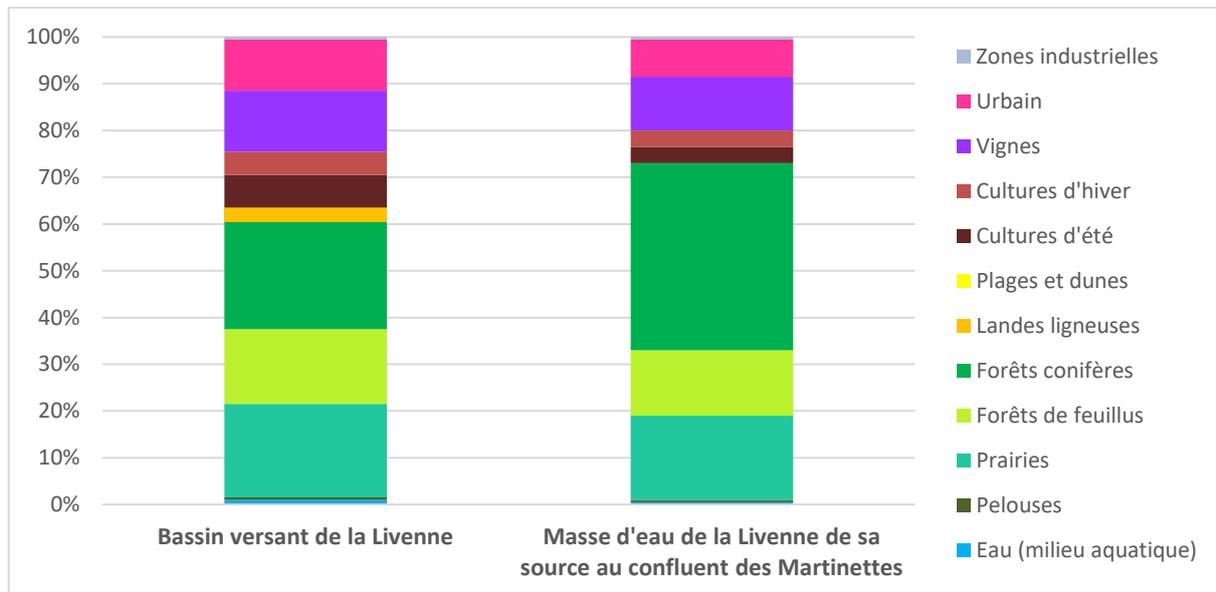
Dans le cadre de notre étude nous nous intéresserons essentiellement à la masse d'eau de la Livenne de sa source au confluent des Martinettes (FRFR645), où sont localisées nos deux stations de suivis de l'état de santé des poissons.

Tableau 1 : Caractéristiques principales de la masse d'eau de la Livenne de sa source au confluent des Martinettes.

Masse d'eau : La Livenne de sa source au confluent des Martinettes	
Linéaire de la masse d'eau	33 Km
Linéaire de chevelus	59 Km
Surface du bassin versant de la masse d'eau	88 Km ²
Linéaire de la Livenne sur la masse d'eau	33 Km
Affluents principaux de la Livenne (De sa source au confluent des Martinettes)	Le Donnezac Ruisseau des Horaux Ruisseau du Pas de Légron Rivière des Martinettes

En termes d'occupation des sols, la masse d'eau de la Livenne (de sa source au confluent des Martinettes) est fortement dominée par les forêts de conifères (40%). On retrouve aussi une forte emprise des prairies (18%), des forêts de feuillus (14%) et des vignobles (11,5%) sur le territoire de la masse d'eau amont de la Livenne.

Figure 3 : Occupation des sols du bassin versant de la Livenne et de la masse d'eau de la Livenne de sa source au confluent des Martinettes.



Plusieurs pressions ont été identifiées à l'échelle de la masse d'eau de la Livenne (de sa source au confluent des Martinettes) par l'état des lieux dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027.

Tableau 2 : Pressions identifiées sur la masse d'eau de la Livenne de sa source au confluent des Martinettes.

Pressions ponctuelles	
Rejets macropolluants des stations d'épurations domestiques par temps sec	Non significative
Rejets macro polluants d'activités industrielles non raccordées	Significative
Rejets substances dangereuses d'activités industrielles non raccordées	Non significative
Sites industriels abandonnés	Inconnue
Pressions diffuses	
Azote diffus d'origine agricole	Non significative
Pesticides	Non significative
Prélèvements d'eau	

Prélèvements AEP (Alimentation en eau potable)	Pas de pression
Prélèvements industriels	Pas de pression
Prélèvements irrigation	Non significative
Altérations hydromorphologiques et régulations des écoulements	
Altération de la continuité	Elevée
Altération de l'hydrologie	Modérée
Altération de la morphologie	Elevée

D'après l'état des lieux réalisé dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027, une pression significative est identifiée sur les rejets de macropolluants d'activités industrielles non raccordées. Les expertises réalisées ont identifié une pression exercée par les distilleries, concentrées à l'aval de la masse d'eau. Au sujet des altérations hydromorphologiques, on note une altération élevée de la continuité écologique due à la présence d'ouvrages (au moins 9 ouvrages référencés et validés dans le ROE). L'hydrologie semble aussi être limitante avec une altération jugée modérée de celle-ci, qui se traduit par des débits inférieurs à ceux attendus. De plus notons une altération élevée de la morphologie du cours d'eau qui est due à des problématiques de structure et de substrat du lit mineur. La métrique « structure et substrat du lit mineur » prend en compte les modifications des faciès d'écoulement, la modification de la structure granulométrique, la diminution de l'épaisseur des sédiments, et le colmatage du substrat par des sédiments fins.

La masse d'eau de la Livenne de sa source au confluent des Martinettes possède deux stations de suivi de qualité (stations du Réseau de Contrôle de Surveillance N°05025600 et 05025650). La station de suivi de qualité à l'amont de la masse d'eau nommée « la Livenne au niveau de Corignac - 05025650 » est située en amont de nos deux stations sélectionnées pour l'étude de l'état de santé des poissons. La deuxième station de suivi « la Livenne à Saint-Aubin de Blaye - 05025600 » est localisée au niveau de notre station d'étude aval.

Tableau 3 : Présentation de l'état écologique sur les stations 05025600 et 05025650 de la Livenne en 2020.

Masse d'eau	La Livenne de sa source au confluent des Martinettes	
	Amont 05025650 Données 2020	Aval 05025600 Donnée 2020
Identifiant station		
Etat écologique	Bon	Médiocre
Etat Physico-chimie	Bon	Médiocre
COD (mg/L)	8,4	10,6
DBO5 (mg O2/L)	1,6	1,6
O2 dissout (mg O/L)	8,6	8,55
Taux de saturation	83,8	88,4
NH4+ (mg/L)	0,06	0,11
NO2- (mg/L)	0,03	0,04
NO3- (mg/L)	13,9	14,2
P tôt (mg/L)	0,05	0,13
PO4(3-) (mg/L)	0,06	0,16
pH min	7,7	7,6
pH max	8	7,9
Température (°C)	17,4	19,2

Etat biologique	Bon	Médiocre
IBD (diatomées)	15	13,9
I2M2 (macroinvertébrés)	0,64	0,17
IBMR (macrophytes)		8,64
IPR (poisson)	4,98	26,87

Au regard des données présentées dans le Tableau 3, il semble y avoir une dégradation de l'état écologique de la Livenne entre les stations amont et aval du Réseau de Contrôle et de Surveillance, avec un état écologique considéré comme bon à l'amont et médiocre à l'aval. Effectivement l'état écologique de la station 05025600 est déclassé par un état physico-chimique et biologique classés en médiocre. Notons cependant que l'état physico-chimique est déclassé par le paramètre COD (carbone organique dissous), qui est un paramètre très fluctuant et impacté par les précipitations, il est donc assez peu représentatif de la qualité physico-chimique de l'eau. L'état biologique de la station 05025600 est quant à lui déclassé par les diatomées, les macroinvertébrés et les poissons. Ces trois compartiments biologiques sont révélateurs de la qualité du milieu (habitat et qualité de l'eau). Ainsi, au vu des différences indices biologiques il semble que la Livenne au niveau de Saint-Aubin de Blaye présente des problèmes de qualité de l'habitat ou/et de la qualité de l'eau qui ne sont pas mis en évidence sur la station amont.

L'état chimique est évalué comme bon en 2020, sur les deux stations de suivis RCS (Réseau de Contrôle de Surveillance). Néanmoins contrairement à l'état écologique, le nombre et les concentrations en phytosanitaires sont plus élevés en amont qu'en aval. Ceci s'explique vraisemblablement par une occupation du sol majoritairement agricole sur l'amont, et une partie aval dominée par un grand massif forestier.

Tableau 4 : Molécules quantifiées dans les analyses d'eau sur les stations RCS du bassin versant de la Livenne.

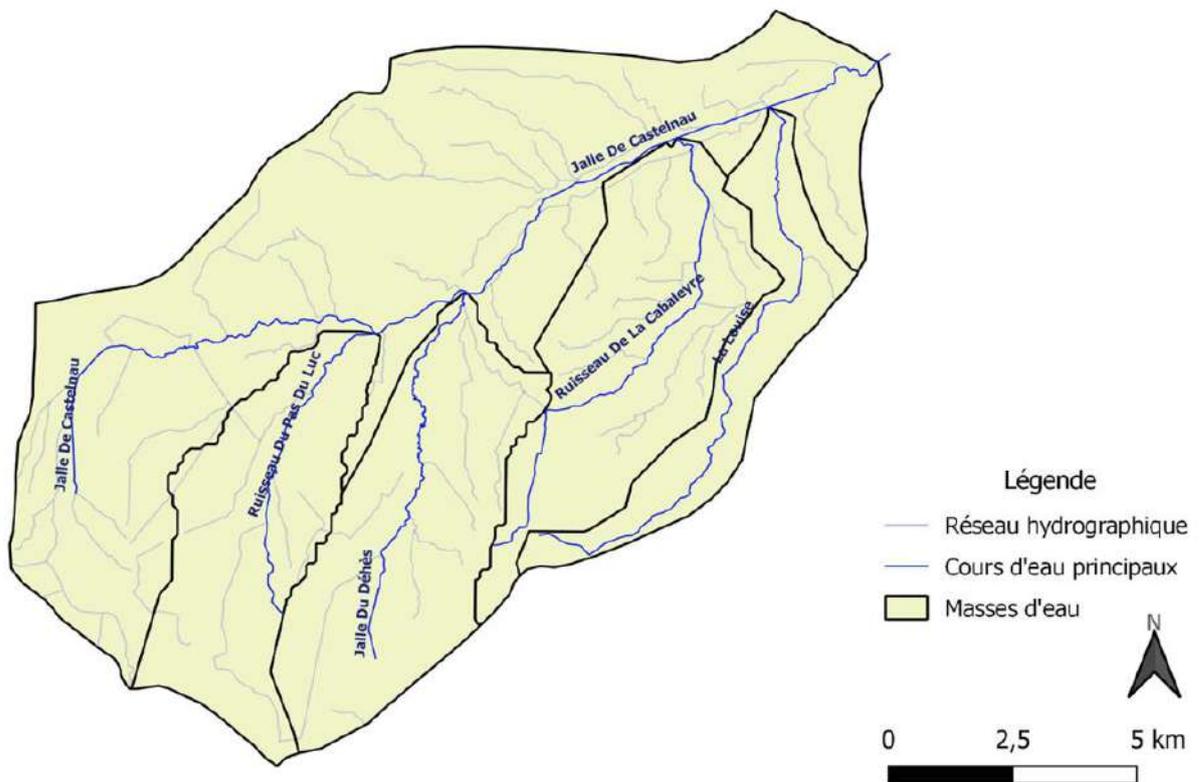
Identifiants stations	La Livenne au niveau de Corignac - 05025650		La Livenne à Saint-Aubin de Blaye - 05025600	
	Quantifiées	Fréquence de quantification (2019-2021)	Quantifiées	Fréquence de quantification (2019-2022)
2,6-Dichlorobenzamide	Oui	1/4	Non	-
2-hydroxy atrazine	Oui	1/13	Non	-
AMPA (DCE-éco)	Oui	4/13	Oui	4/4
Antraquinone	Oui	1/13	Non	-
Atrazine déséthyl	Oui	2/13	Oui	1/7
Diméthénamide	Oui	1/13	Oui	2/7
Glyphosate (DCE-éco)	Oui	1/13	Oui	3/4
Isoproturon (DCE-chimie)	Oui	1/13	Non	-
Métaldéhyde	Oui	2/13	Non	-
Métazachlore (DCE-éco)	Oui	1/13	Oui	1/4
Métobromuron	Oui	1/13	Non	-
Metolachlor ESA	Oui	2/13	Oui	7/7
Metolachlor OXA	Oui	2/13	Oui	7/7
Métolachlore total	Oui	1/13	Oui	1/7
Propyzamide	Non	-	Oui	2/7
Quinmérac	Oui	1/13	Non	-

2.1.1.2 Etat des lieux du bassin versant de la Jalle de Castelnau

Le bassin versant de la Jalle de Castelnau se situe au centre du département de la Gironde en rive gauche de l'estuaire. La Jalle de Castelnau prend sa source sur la commune de Sainte Hélène et rejoint l'estuaire de la Gironde, en aval de Margaux, après avoir parcouru presque 17 Km.

Le bassin versant de la Jalle de Castelnau fait partie du bassin de gestion des affluents rive gauche de l'estuaire de la Gironde (Bvg006). Ce bassin est composé de 5 masses d'eau superficielles : la Jalle de Castelnau de sa source à la Gironde, le Ruisseau du Pas du Luc, la Jalle du Déhès, le ruisseau de la Cabaleyre, la Louise.

Figure 4 : Cartographie du bassin versant de la Jalle de Castelnau et de ses cours d'eau principaux.



Dans le cadre de notre étude nous nous intéresserons essentiellement aux masses d'eau où sont implantées nos stations de suivi de l'état de santé des poissons sur ce bassin versant, soit la Jalle de Castelnau de sa source à la Gironde, et le Ruisseau de la Cabaleyre. Les principales caractéristiques de ces deux masses d'eau sont présentées dans les tableaux suivants.

Tableau 5 : Caractéristiques principales de la masse d'eau de la Jalle de Castelnau.

Masse d'eau : La Jalle de Castelnau de sa source à la Gironde	
Linéaire de la masse d'eau	16,4 Km
Linéaire de chevelus	102,5 Km
Surface du bassin versant de la masse d'eau	78,5 Km ²
Linéaire de la Jalle de Castelnau sur la masse d'eau	16,7 Km

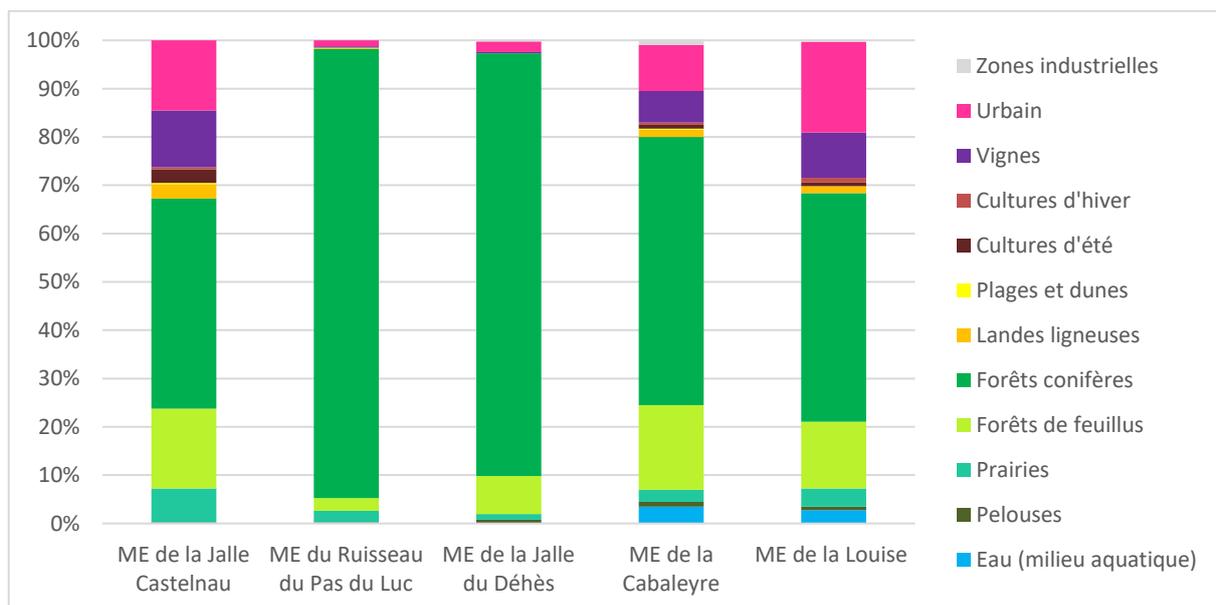
Affluents principaux de la Jalle de Castelnau	Ruisseau du Pas du Luc Jalle du Dèhès Ruisseau d'Ayguebelle Ruisseau de la Cabaleyre La Louise Ruisseau du Sable
--	---

Tableau 6 : Caractéristiques principales de la masse d'eau du Ruisseau de la Cabaleyre.

Masse d'eau : Ruisseau de la Cabaleyre	
Linéaire de la masse d'eau	11,3 Km
Linéaire de chevelus	28 Km
Surface du bassin versant de la masse d'eau	25 Km ²
Linéaire de la Livenne sur la masse d'eau	11 Km
Affluents principaux du Ruisseau de la Cabaleyre	Aucun

En termes d'occupation des sols, on constate que le territoire de toutes les masses d'eau est majoritairement occupé par de la forêt (essentiellement des exploitations de conifères de type pins des landes). Effectivement les forêts de feuillus représente seulement de 2,5% à 17,5% du territoire selon la masse d'eau considérée. Au vu des différentes proportions d'occupations des sols on peut distinguer que 3 masses d'eau présentent un tissu urbain assez entendu et des vignobles en proportion non négligeables. Ces masses d'eau sont celles de la Jalle de Castelnau, de la Cabaleyre et de la Louise, soit celles situées les plus à l'Est. A contrario les territoires situés à l'Ouest et au Sud-Ouest du bassin versant présentent une forte proportion de boisement (essentiellement de conifères). En effet au niveau de la masse d'eau du Ruisseau du Pas du Luc on retrouve 93% de forêt de conifères et 2,5% de feuillus et sur le territoire de la masse d'eau de la Jalle du Dèhès les plantations de conifères représentent 87,5% et les feuillus presque 8%. Notons aussi que sur ces deux dernières masses d'eau on observe une emprise des milieux aquatiques autour des 3% qui est principalement due aux anciennes gravières transformées en plan d'eau.

Figure 5 : Occupation des sols des masses d'eau drainées par le bassin versant de la Jalle de Castelnau.



Plusieurs pressions ont été identifiées à l'échelle de la masse d'eau par l'état des lieux dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 (Tableau 7).

Tableau 7 : Pressions identifiées sur les masses d'eau du bassin versant de la Jalle de Castelnau.

Masses d'eau	Jalle de Castelnau	Pas du Luc	Jalle du Dèhès	Cabaleyre	Louise
Pressions ponctuelles					
Rejets macropolluants des stations d'épurations domestiques par temps sec	Significative	Pas de pression	Significative	Pas de pression	Pas de pression
Rejets macro polluants d'activités industrielles non raccordées	Significative	Non significative	Non significative	Significative	Significative
Rejets substances dangereuses d'activités industrielles non raccordées	Non significative	Non significative	Non significative	Non significative	Non significative
Sites industriels abandonnés	Inconnue	Non significative	Inconnue	Inconnue	Inconnue
Pressions diffuses					
Azote diffus d'origine agricole	Non significative	Non significative	Non significative	Non significative	Non significative
Pesticides	Non significative	Non significative	Inconnue	Non significative	Non significative
Prélèvements d'eau					
Prélèvements AEP (Alimentation en eau potable)	Non significative	Pas de pression	Pas de pression	Non significative	Pas de pression
Prélèvements industriels	Non significative	Inconnue	Pas de pression	Non significative	Non significative
Prélèvements irrigation	Non significative	Pas de pression	Pas de pression	Pas de pression	Significative
Altérations hydromorphologiques et régulations des écoulements					
Altération de la continuité	Elevée	Minime	Modérée	Modérée	Minime
Altération de l'hydrologie	Minime	Minime	Minime	Modérée	Minime
Altération de la morphologie	Elevée	Minime	Minime	Elevée	Modérée

Au vu des pressions identifiées par l'état des lieux, on constate que deux masses d'eau, la Jalle de Castelnau et la Jalle du Dèhès, sont significativement impactés par des rejets de macropolluants de stations d'épurations domestiques. Ces rejets souvent chargés en matière organique et pouvant contenir également des polluants organiques (molécules médicamenteuses, perturbateurs endocriniens...) impactent directement les milieux aquatiques et les différents compartiments biologiques qui le peuplent. Remarquons aussi que les masses d'eau de la Jalle de Castelnau, de la Cabaleyre et de la Louise sont soumises à des rejets impactant de macropolluants d'origines industrielles. Effectivement on retrouve par exemple une vingtaine de chais concentrés au centre de la masse d'eau de la Jalle de Castelnau, dont 65% qui ne traitent pas leur rejet. Les masses d'eau de la Louise et de la Cabaleyre sont aussi fortement impactées par les pressions viticoles peu traitées sur le bassin versant.

Notons que la pression de prélèvements d'eau est globalement assez faible sur les masses d'eau, à l'exception des prélèvements pour l'irrigation sur la masse d'eau de la Louise. Cette pression sur la ressource en eau provoque une aggravation des étiages estivaux qui se répercute sur les peuplements en place.

Au sujet des altérations hydromorphologiques sur le bassin versant, on note une altération élevée de la continuité écologique sur la masse d'eau de la Jalle de Castelnau (4 ouvrages référencés et validés dans le ROE). De plus une altération élevée de la morphologie du cours d'eau est mise en évidence sur la Cabaleyre et la Jalle de Castelnau.

Au niveau des cinq masses d'eau correspondant au bassin versant de la Jalle de Castelnau quatre d'entre elles possèdent une station de suivi de qualité (station RCS) permettant d'établir l'état écologique des cours d'eau. Les stations sont :

- La Jalle de Castelnau à Moulis en Médoc (05184900),
- Jalle de Dèhès au niveau d'Avensan (05184930),
- Ruisseau de Cabaleyre au niveau d'Avensans (05184850),
- La Louise au niveau de Soussans (05184800).

Notons que la station RCS 05184900 de la Jalle de Castelnau se situe au même endroit que notre station suivi de l'état de santé des poissons (JCASTELNAU_04). De la même façon, notre station d'étude sur la Cabaleyre (CABALEYRE_01) est localisée au niveau de la station RCS 05184850 sur le ruisseau de la Cabaleyre.

Tableau 8 : Présentation de l'état écologique sur les stations RCS du bassin versant de la Jalle de Castelnau.

Masse d'eau	Jalle de Castelnau	Pas du Luc	Jalle du Dèhès	Cabaleyre	Louise
Stations de mesures	05184900, données 2020	Pas de données	05184930, donnée 2020	05184850, données 2021-22	05184800, données 2020
Etat écologique	Médiocre		Non calculable	Non calculable	Moyen
Etat Physico-chimie	Mauvais		Non calculable	Médiocre	Non calculable
COD (mg/L)	20			14,1	
DBO5 (mg O2/L)	2,1			1	
O2 dissout (mg O/L)	7,6			7,95	
Taux de saturation	76			78	
NH4+ (mg/L)	0,53			0,06	
NO2- (mg/L)	0,35			0,01	
NO3- (mg/L)	5,8			1,12	
P tôt (mg/L)	0,57			0,01	
PO4(3-) (mg/L)	1,5			<0,02	
pH min	7,3			7,65	
pH max	8,1				
Température (°C)	18,5			15	
Etat biologique	Médiocre		Non calculable	Non calculable	Moyen
IBD (diatomées)	13,43				
I2M2 (macroinvertébrés)	0,17			0,35	
IBMR (macrophytes)	10,39				

IPR (poisson)	13,27		6,33*	13,11	12,83*
---------------	-------	--	-------	-------	--------

*les IPR de 6,33 et de 12,83 sont au-dessus du seuil de très bon état. Cependant les expertises infirment ce résultat et considère que ces IPR sont de classe « très bon ».

La station RCS 05184900 située sur la Jalle de Castelnau est la seule station faisant l'objet d'analyses de recherche de phytosanitaires. Malgré un état chimique classé en bon depuis 2012 on remarque la présence de plusieurs phytosanitaires sur la période 2019 - 2022, dont l'AMPA et le glyphosate qui sont presque systématiquement quantifiés dans les analyses d'eau (20 sur 23).

Tableau 9 : Molécules quantifiées dans les analyses d'eau sur les stations du bassin versant de la Jalle de Castelnau.

La Jalle de Castelnau à Moulis en Médoc (05184900)	
Molécules quantifiées	Fréquence de quantification (2019-2021)
AMPA (DCE-éco)	20/23
Glyphosate (DCE-éco)	20/23
Imidaclopride	3/18
Aminotriazole (DCE-éco)	3/23
Terbutryne (DCE-chimie)	1/15
Diuron (DCE-chimie)	2/33
2,4-D	1/18
Napropamide	1/18
Atrazine (DCE-chimie)	2/33
Dichlorprop	1/18
Fosetyl-aluminium	1/18
Metolachlor ESA	1/26
Metolachlor OXA	1/26
Dichlorvos (DCE-chimie)	1/33

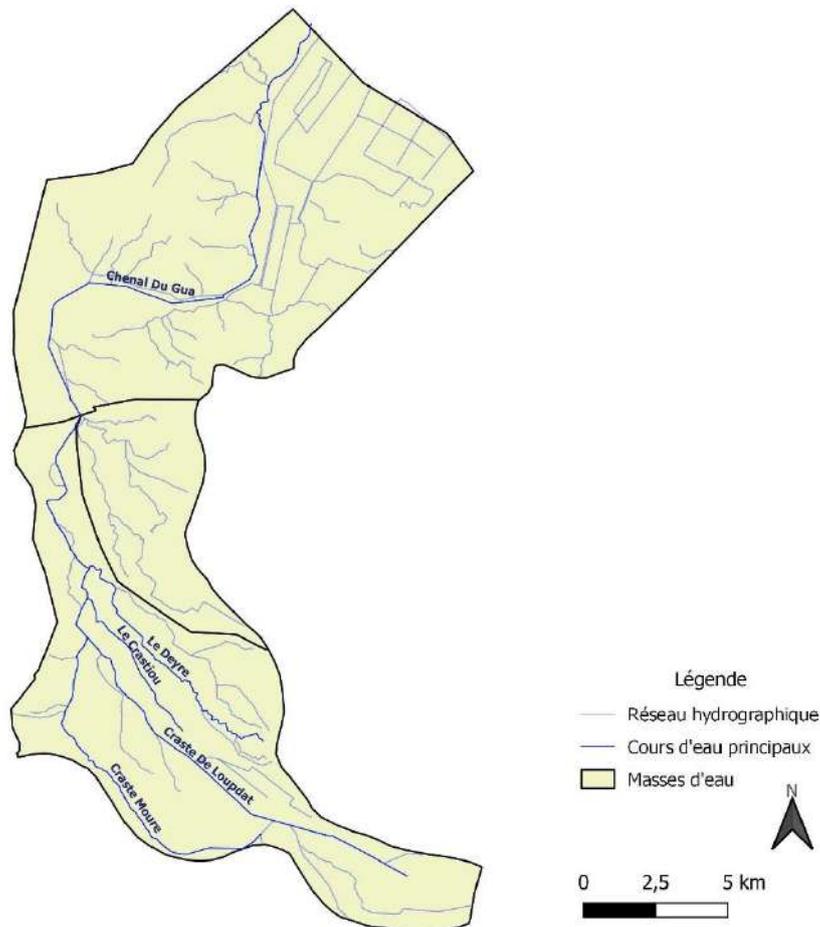
De manière générale on retrouve un grand nombre de micropolluant sur la Jalle de Castelnau, comme les phtalates, des pesticides à usage non agricole, des pharmaceutiques... tout un cocktail de mollécules types des rejets d'assainissements. Ce constat est mis en évidence et est détaillé dans les travaux menés par le SMIDDEST dans l'élaboration du projet CONTROL (CONCenTRations en POLLuants dans l'Estuaire et ses cours d'eau latéraux). Un premier rapport technique, traitant des cours d'eau latéraux, est disponible sur le site du SMIDDEST.

2.1.1.3 Etat des lieux du bassin versant du Chenal du Gua

Le chenal du Gua est un affluent rive gauche de l'estuaire de la Gironde, qui s'écoule sur 21 Km sur les communes de Vendays-Montalivet, Vensac et Saint-Vivien-de-Médoc. La partie amont du Chenal du Gua se nomme le Deyre, et s'écoule quant à lui sur 17 Km, de sa source à Naujac-sur-Mer, jusqu'au sud de Vendays-Montalivet. Sur la partie amont du bassin versant on trouve un réseau de Crastes dont les principales sont la Craste de Moure, la Craste de Loupdat et le Crastiou, qui in fine se jettent dans le Deyre.

Le bassin de gestion correspondant est celui des Chenaux du Gua (bvg042). Les masses d'eau drainées par le chenal du Gua sont au nombre de 3 : le Chenal du Gua, le Deyre, et *le toponyme inconnue S1001680*.

Figure 6 : Cartographie du bassin versant du Chenal du Gua et de ses cours d'eau principaux.



Dans le cadre de notre étude nous nous intéresserons essentiellement aux masses d'eau du Deyre et du Chenal du Gua, où sont localisées nos deux stations de suivis de l'état de santé des poissons.

Tableau 10 : Caractéristiques principales des masses d'eau du Deyre et du Chenal du Gua.

Masse d'eau : Le Deyre - FRFR924_3	
Linéaire de la masse d'eau	17,2 Km
Linéaire de chevelus	91,8 Km
Surface du bassin versant de la masse d'eau	93,5 Km ²

Affluents principaux	Craste du Sécaillat Craste Vieille Craste de la Bache Le Crastiou
Masse d'eau : le Chenal du Gua - FRFR924	
Linéaire de la masse d'eau	21,7 Km
Linéaire de chevelus	Non déterminé
Surface du bassin versant de la masse d'eau	
Affluents principaux	Le Deyre Craste de Beausoleil Chenal de Ceinture Ruisseau des Artigues

En termes d'occupations des sols, la masse d'eau du Deyre est fortement dominée par les forêts d'exploitations de conifères (74%), et par quelques boisements de feuillus (10%). L'occupation du sol du Chenal du Gua de sa source (le Deyre) à sa confluence avec l'estuaire est dominée par les forêts (20% de forêt et végétation arbustive en mutation, 19% de forêt de conifères, 18% de forêt de mélanges). On retrouve aussi sur cette masse d'eau des prairies et surfaces enherbées (15%) et des cultures (14%).

Figure 7 : Occupation des sols de la masse d'eau du Deyre (source OSO Theia 2017, source AEAG).

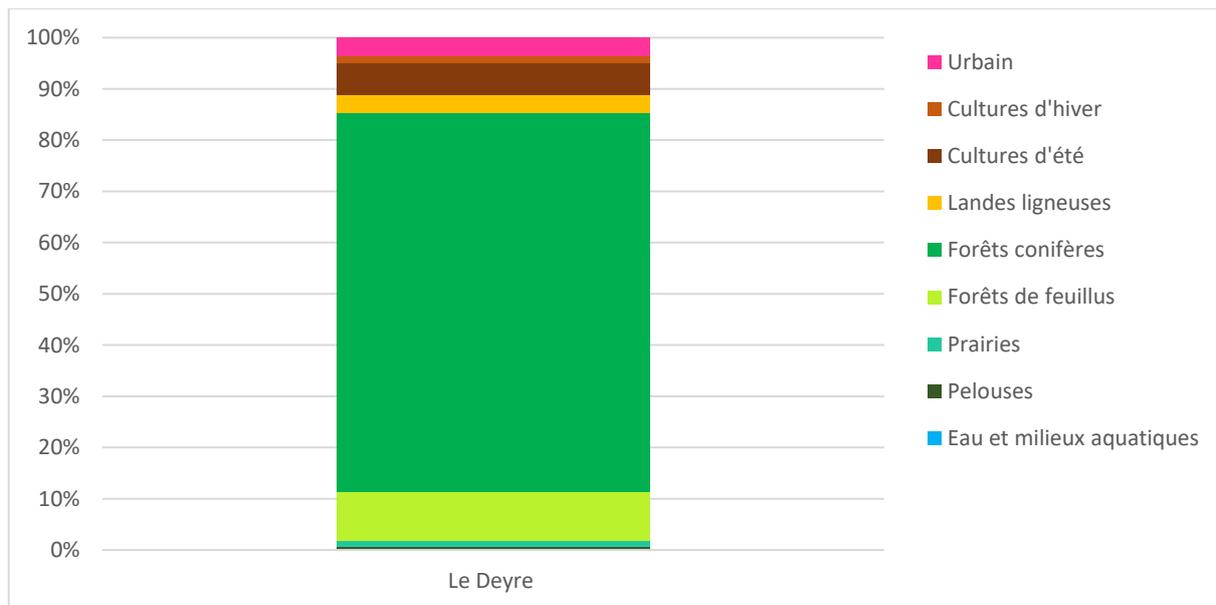
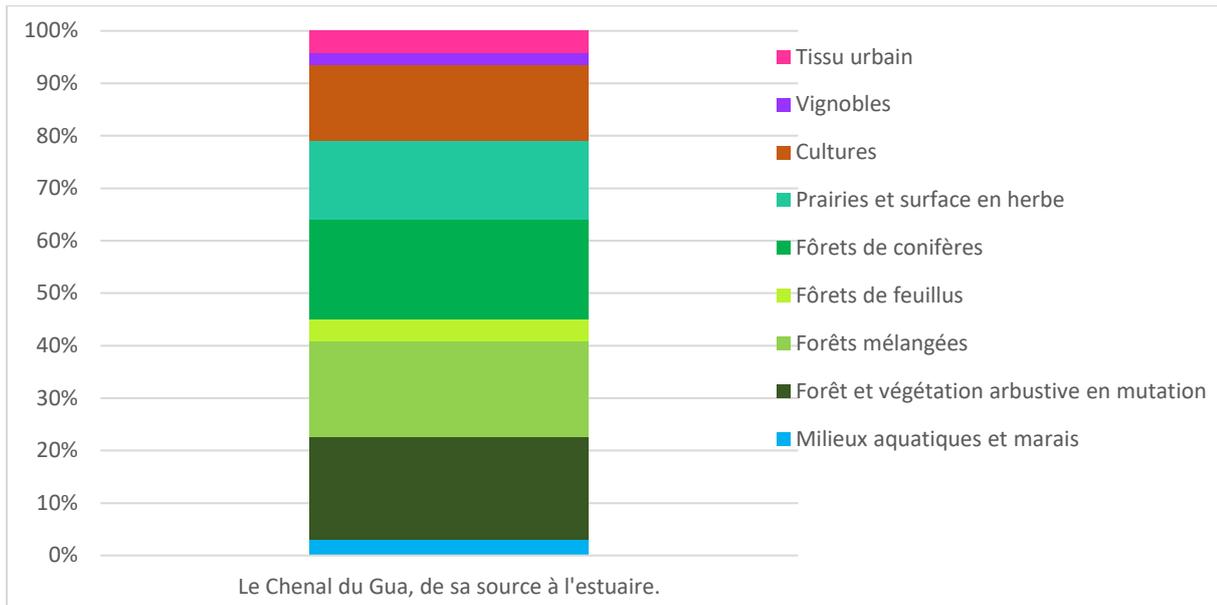


Figure 8 : Occupation des sols de la masse d'eau du Chenal du Gua, de sa source à l'estuaire (source Corine Lande Cover).



Plusieurs pressions ont été identifiées à l'échelle des masses d'eau du Deyre et du Chenal du Gua par l'état des lieux réalisé dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027.

Tableau 11 : Pressions identifiées sur la masse d'eau du Deyre.

Pressions ponctuelles	
Rejets macropolluants des stations d'épurations domestiques par temps sec	Pas de pression
Rejets macro polluants d'activités industrielles non raccordées	Non significative
Rejets substances dangereuses d'activités industrielles non raccordées	Non significative
Sites industriels abandonnés	Inconnue
Pressions diffuses	
Azote diffus d'origine agricole	Non significative
Pesticides	Non significative
Prélèvements d'eau	
Prélèvements AEP (Alimentation en eau potable)	Non significative
Prélèvements industriels	Pas de pression
Prélèvements irrigation	Non significative
Altérations hydromorphologiques et régulations des écoulements	
Altération de la continuité	Mimime
Altération de l'hydrologie	Elevée
Altération de la morphologie	Minime

Les expertises réalisées dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 sur le Deyre ont mis en avant une altération de l'hydrologie, correspondant à des débits plus faibles que ceux attendus sur la masse d'eau. Les étiages sévères et répétés, ainsi que les faibles vitesses d'écoulement sont à prendre en compte sur cette masse d'eau.

Tableau 12 : Pressions identifiées sur la masse d'eau du Chenal du Gua.

Pressions ponctuelles	
Rejets macropolluants des stations d'épurations domestiques par temps sec	Non significative
Rejets macro polluants d'activités industrielles non raccordées	Non significative
Rejets substances dangereuses d'activités industrielles non raccordées	Non significative
Sites industriels abandonnés	Inconnue
Pressions diffuses	
Azote diffus d'origine agricole	Inconnue
Pesticides	Significative
Prélèvements d'eau	
Prélèvements AEP (Alimentation en eau potable)	Inconnue
Prélèvements industriels	Inconnue
Prélèvements irrigation	Significative
Altérations hydromorphologiques et régulations des écoulements	
Altération de la continuité	Minime
Altération de l'hydrologie	Elevée
Altération de la morphologie	Elevée

Les expertises réalisées dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 sur le chenal du Gua mettent en évidence une pression significative par les pesticides liée à l'exploitation des surfaces agricoles (9% de l'occupation des sols). On retrouve aussi une forte pression des prélèvements d'eau pour l'irrigation sur la masse d'eau. Au sujet des altérations hydromorphologiques, on note une forte altération de la morphologie, principalement due à des problématiques de structure et de substrat du lit mineur. La métrique « structure et substrat du lit mineur » prend en compte les modifications des faciès d'écoulement, la modification de la structure granulométrique, la diminution de l'épaisseur des sédiments, et le colmatage du substrat par des sédiments. L'hydrologie semble aussi être limitante avec une altération jugée élevée, qui se traduit par des débits inférieurs à ceux attendus.

Sur le bassin versant du Chenal du Gua, deux stations de suivi de qualité du réseau RCS ont été positionnées. La première se situe à l'amont du contexte sur le Deyre au niveau de Naujac sur Mer (05184250), elle est localisée à 1,6 Km en amont de notre station d'étude GUA_13 (Figure 13). La seconde station de qualité de l'agence se trouve au niveau de notre station d'inventaire GUA_08, il s'agit de la station « Le Chenal du Gua à Vendays-Montalivet » (05184200).

Tableau 13 : Présentation de l'état écologique sur les stations RCS du bassin versant du Chenal du Gua.

Masses d'eau	Le Deyre	Le Chenal du Gua
Identifiant station	05184250	05025600
Date de la donnée	2021	2020
Etat écologique	Moyen	Moyen
Etat Physico-chimie	Mauvais	Mauvais
COD (mg/L)	25	31
DBO5 (mg O2/L)	1,6	10
O2 dissout (mg O/L)	6,7	6

Taux de saturation	80,9	66,8
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,15	1,7
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,02	0,06
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,79	3
P tôt (mg/L)	0,06	0,39
PO ₄ (³⁻) (mg/L)	0,03	0,04
pH min	6,6	6,8
pH max	7,2	7,7
Température (°C)	24,6	28
Etat biologique	Bon	Inconnu
IBD (diatomées)	20	NR
I2M2 (macroinvertébrés)	NR	NR
IBMR (macrophytes)	NR	NR
IPR (poisson)	NR	NR

NR* Non réalisé

Au vu des données présentées dans le Tableau 8, il semble y avoir une dégradation de la qualité physico-chimique de l'eau entre la station amont du Deyre et la station aval du Gua. En effet malgré un état physico-chimique jugé mauvais pour les deux stations, on observe un fort contraste de qualité sur les différents paramètres suivis dans l'état physico-chimique. La station du Deyre voit son indice fortement déclassé à cause d'un seul paramètre, le carbone organique dissous, alors que tous les autres paramètres de l'état écologique sont classés en bon ou très bon. A contrario, pour la station sur le Chenal du Gua on retrouve 5 métriques en dessous des seuils de bon état. La forte DBO5 met en évidence la présence d'une forte charge en matière organique dans le milieu et les concentrations en ammonium (NH₄⁺) et en phosphore total (P tôt) sont le reflet d'un enrichissement significatif des eaux en nutriments. Finalement les températures élevées mesurées sur le Chenal du Gua, due à un ralentissement des vitesses d'écoulement et à un faible ombrage de la ripisylve dans les zones de marais, atteignent des valeurs préjudiciables pour certaines espèces piscicoles.

Aucune analyse d'eau n'a été intégrée dans le SIE de l'Agence de l'eau dans le cadre de l'élaboration de l'état chimique de l'eau. Néanmoins les travaux menés par le SMIDDEST dans le cadre du PROJET CONTROL permettent d'apporter des informations sur les substances proposées comme critiques sur le Chenal du Gua. Ainsi le rapport du PROJET CONTROL traitant des affluents de l'estuaire, met en exergue la présence de 8 pesticides sur une liste de 35 recherchés dont un présente un risque de dépassement des NQE/PNEC (fenvalérate). Aussi les métabolites du métolachlore (métolachlore-ESA, métolachlore-OXA) sont mesurés à des concentrations « anormalement » élevées au vu de l'analyse des pressions sur le Chenal du Gua. Le fluoranthène (HAP) présente aussi un risque de dépassement des NQE/PNEC.

2.1.1.4 Etat des lieux du bassin versant du Chenal du Guy

Le principal cours d'eau de la masse d'eau est Le chenal du Guy qui est un affluent rive gauche de l'estuaire de la Gironde. Il s'écoule sur 22,9 Km de la commune de Lesparre-Médoc où il prend sa source, à sa confluence avec l'estuaire au niveau de la commune de Valeyrac. L'affluent majeur du Chenal du Gua est le ruisseau de la Bernède qui prend sa source tout au sud de la masse d'eau et qui court sur 4 Km. Sur la partie aval du bassin versant on retrouve le Petit Chenal du Guy, dont le lit artificiel et rectiligne est parallèle au Chenal du Guy,

jusqu'à leur confluence qui a lieu à 400m en amont de l'estuaire de la Gironde. Le principal affluent du Petit Chenal du Guy est la Craste de Fontanille qui court sur un linéaire de 7 Km.

Le bassin de gestion correspondant est celui des Chenaux du Gua et du Guy (bvg042) et le bassin versant du Chenal du Guy présente une seule masse d'eau : Le Chenal du Guy - FRFRT4_4.

Figure 9 : Cartographie du bassin versant du Chenal du Guy et de ses cours d'eau principaux.

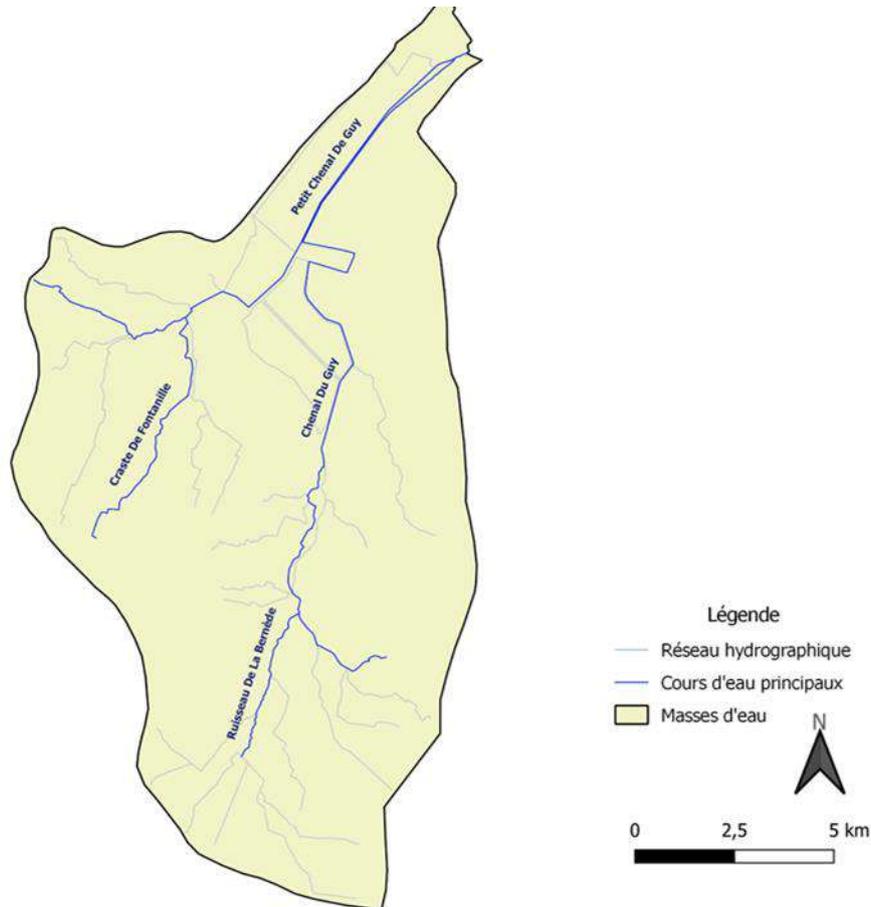


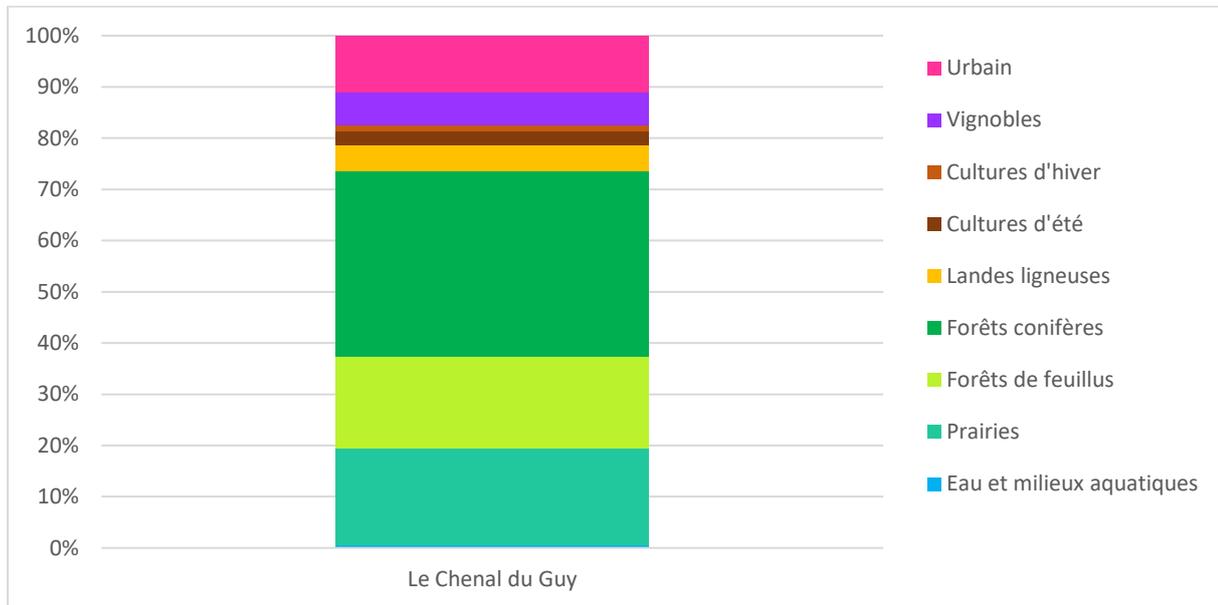
Tableau 14 : Caractéristiques principales de la masse d'eau du Chenal du Guy.

Masse d'eau : Le Chenal du Guy - FRFRT4_4	
Linéaire de la masse d'eau	22,9 Km
Linéaire de chevelus	131,7 Km
Surface du bassin versant de la masse d'eau	164 Km ²
Affluents principaux	Ruisseau la Berle Ruisseau de la Bernède Petit Chenal du Guy

En termes d'occupation des sols, elle est majoritairement représentée par des boisements (54%) dont 36% de forêts d'exploitations de conifères et 18% de boisements de feuillus, et par des prairies (19%), dont beaucoup

correspondent à des zones humides et des marais, proches de l'estuaire. On retrouve aussi près de 7% de vignobles, 4% de cultures et 11% de zones urbaines. Plus précisément, la partie amont du bassin versant est fortement dominée par des forêts d'exploitations de pins maritimes, accompagnées de quelques boisements de feuillus et de landes ligneuses. A contrario la partie aval du bassin versant est composée majoritairement de prairies, de vignobles et de zones urbaines.

Figure 10 : Occupation des sols du bassin versant du Chenal du Guy.



Plusieurs pressions ont été identifiées à l'échelle de la masse d'eau du Chenal du Guy par l'état des lieux réalisé dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027.

Tableau 15 : Pressions identifiées sur la masse d'eau du Chenal du Guy.

Pressions ponctuelles	
Rejets macro polluants des stations d'épurations domestiques par temps sec	Non significative
Rejets macro polluants d'activités industrielles non raccordées	Significative
Rejets substances dangereuses d'activités industrielles non raccordées	Non significative
Sites industriels abandonnés	Non significative
Pressions diffuses	
Azote diffus d'origine agricole	Non significative
Pesticides	Significative
Prélèvements d'eau	
Prélèvements AEP (Alimentation en eau potable)	Non significative
Prélèvements industriels	Non significative
Prélèvements irrigation	Non significative
Altérations hydromorphologiques et régulations des écoulements	
Altération de la continuité	Modérée
Altération de l'hydrologie	Minime
Altération de la morphologie	Elevée

Les résultats des expertises présentées dans le Tableau 15 mettent en lumière une pression significative des rejets de macro polluants d'activités industrielles non raccordées. Ceci est en lien direct avec l'activité vinicole d'une vingtaine de chais sur le bassin versant, dont la majorité ne traitent pas leur rejet. Les expertises ont aussi mis en lumière une pression significative par les pesticides liés à l'exploitation des surfaces agricoles. Sur la masse d'eau on dénombre 155 exploitations, représentant 22% du territoire de la masse d'eau, dont 57% sont des prairies et 20% des vignobles. Au sujet des altérations hydromorphologiques, on note une altération modérée de la continuité écologique due à la présence d'ouvrages (6 d'ouvrages référencés et validés dans le ROE). On retrouve aussi une altération élevée de la morphologie du cours d'eau qui est due à des problématiques de structure et de substrat du lit mineur, mais aussi une altération de la structure de la rive. La métrique « structure et substrat du lit mineur » prend en compte les modifications des faciès d'écoulement, la modification de la structure granulométrique, la diminution de l'épaisseur des sédiments, et le colmatage du substrat par des sédiments fins. Alors que la structure de la rive s'intéresse à la ripisylve et à la nature des berges (artificialisation des berges).

Le masse d'eau du Chenal du Guy possède une station de suivi qualité du réseau agence « Le Chenal de Guy au niveau de Valeyrac » (05184300), qui se situe à 2 Km en amont de la confluence entre le Chenal du Guy et le Petit Chenal du Guy. Cette station du réseau se situe bien en aval de nos deux stations d'étude CHGUY_03 et BERNEDE_01. Notons qu'une nouvelle station (05184310) a été mis en service en novembre 2021 au niveau de notre station CHGUY_03, aucune donnée n'est encore disponible.

Tableau 16 : Présentation de l'état écologique sur la station RCS du bassin versant du Chenal du Guy.

Masses d'eau	Le Chenal du Guy
Identifiant station	05184300
Date de la donnée	2021
Etat écologique	Moyen
Etat Physico-chimie	Mauvais
COD (mg/L)	16
DBO5 (mg O2/L)	1,8
O2 dissout (mg O/L)	7,1
Taux de saturation	72,9
NH4 ⁺ (mg/L)	0,24
NO2 ⁻ (mg/L)	0,12
NO3 ⁻ (mg/L)	6,4
P tôt (mg/L)	0,15
PO4(3 ⁻) (mg/L)	0,14
pH min	7,4
pH max	8,1
Température (°C)	20,6
Etat biologique Dernière donnée 2019	Mauvais
IBD (diatomées)	8,5
I2M2 (macroinvertébrés)	NR
IBMR (macrophytes)	NR

L'état physico-chimique est déclassé en mauvais état par une seule métrique déclassante, la concentration en carbone dissous. Néanmoins tous les autres paramètres de l'état physico-chimique sont classés entre bon et très bon. Notons que la métrique carbone dissous est très vite déclassante et assez peu représentative de la qualité physico-chimique de l'eau. La concentration en carbone organique dissous a généralement tendance à naturellement augmenter lors du lessivage des sols par les précipitations.

Le dernier inventaire biologique qui a été mené dans le cadre de l'établissement de l'état biologique est un IBD (diatomée) en 2019, qui a obtenu une note sous le seuil de mauvais état.

L'état chimique n'a pas été calculé sur cette station, mais des analyses d'eau ont tout de même été réalisées et ont permis de détecter les phytosanitaires en nombre important :

Tableau 17 : Molécules quantifiées dans les analyses d'eau sur la station RCS du Chenal du Guy.

Identifiants stations	Le Chenal de Guy au niveau de Valeyrac
Molécules	Fréquence de quantification (2016-2017)
2,4-MCPA (DCE-éco)	1/4
Aminotriazole (DCE-éco)	2/4
AMPA (DCE-éco)	2/4
Boscalid	2/4
Carbendazime	1/4
Flumioxazine	1/4
Glufosinate	1/4
Glyphosate (DCE-éco)	1/4
Isoxaflutole	1/3
Métaldéhyde	1/4
Méthomyl	1/4
Napropamide	1/4
Propyzamide	1/4
Terbutylazine hydroxy	1/4

2.1.2 Présentation des stations d'études

Afin de compléter le diagnostic établi à partir des « Codes pathologies » des analyses toxicologiques vont être effectuées sur les muscles et les foies de certaines espèces. Au niveau de chaque bassin versant de 2 à 3 stations d'inventaires ont été sélectionnées pour réaliser les prélèvements. En 2021 une première campagne de terrain s'est focalisée sur les bassins versants de la Livenne et de la Jalle de Castelnaud, avec la réalisation d'inventaires piscicoles sur 5 stations. Lors de la campagne 2022, 4 stations ont fait l'objet de prélèvements, 2 sur le Chenal du Gua et 2 sur le Chenal du Guy.

Tableau 18 : Stations sélectionnées dans le cadre de l'évaluation de l'état de santé des poissons.

Campagne terrain	Bassin versant	Localisation	Stations
2021	Livenne	Aval	LIVENNE_06
		Amont	LIVENNE_04
	Jalle de Castelnau	Aval	JCASTELNAU_04
		Amont	JCASTELNAU_01
		Affluent	CABALEYRE_01
2022	Chenal du Gua	Aval	GUA_08
		Amont	GUA_13
	Chenal de Guy	Aval	CHGUY_03
		Amont	BERNEDE_01

Les cartographies suivantes présentent la localisation des stations d'inventaires prises en compte dans cette étude de l'état de santé des poissons sauvages. Aussi, apparaît sur ces cartes le réseau d'inventaire piscicole de la Fédération de pêche de la Gironde, ainsi que les stations de qualité AEAG.

Figure 11 : Présentation du réseau d'inventaire piscicole de la Fédération de la Gironde sur le bassin versant de la Livenne, avec mise en évidence des stations inventoriées dans le cadre de l'étude : LIVENNE_04 et LIVENNE_06.

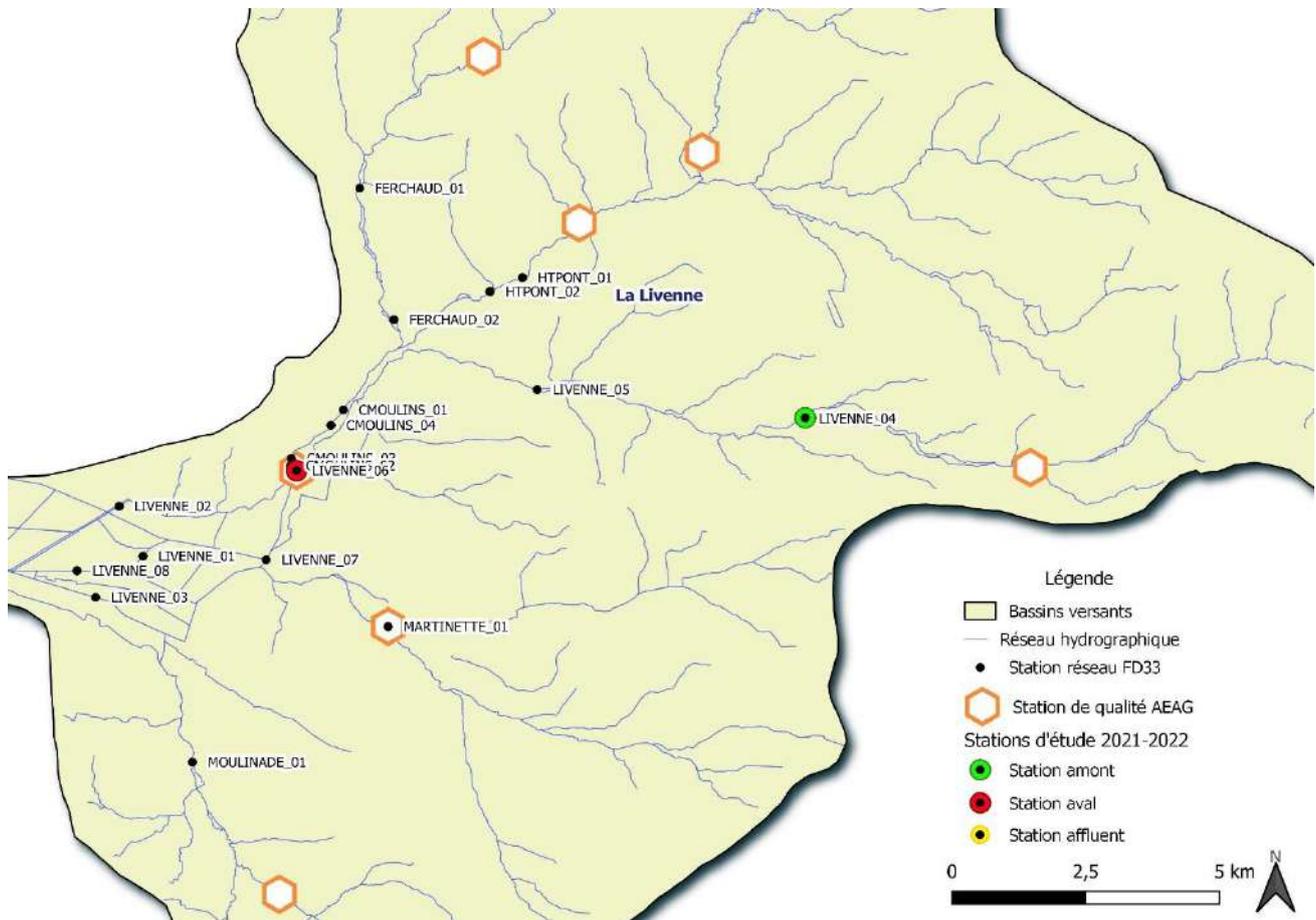


Figure 12 : Présentation du réseau d'inventaire piscicole de la Fédération de la Gironde sur le bassin versant de la Jalle de Castelnau, avec mise en évidence des stations inventoriées dans le cadre de l'étude : JCASTELNAU_01, JCASTELNAU_04 et CABALEYRE_01.

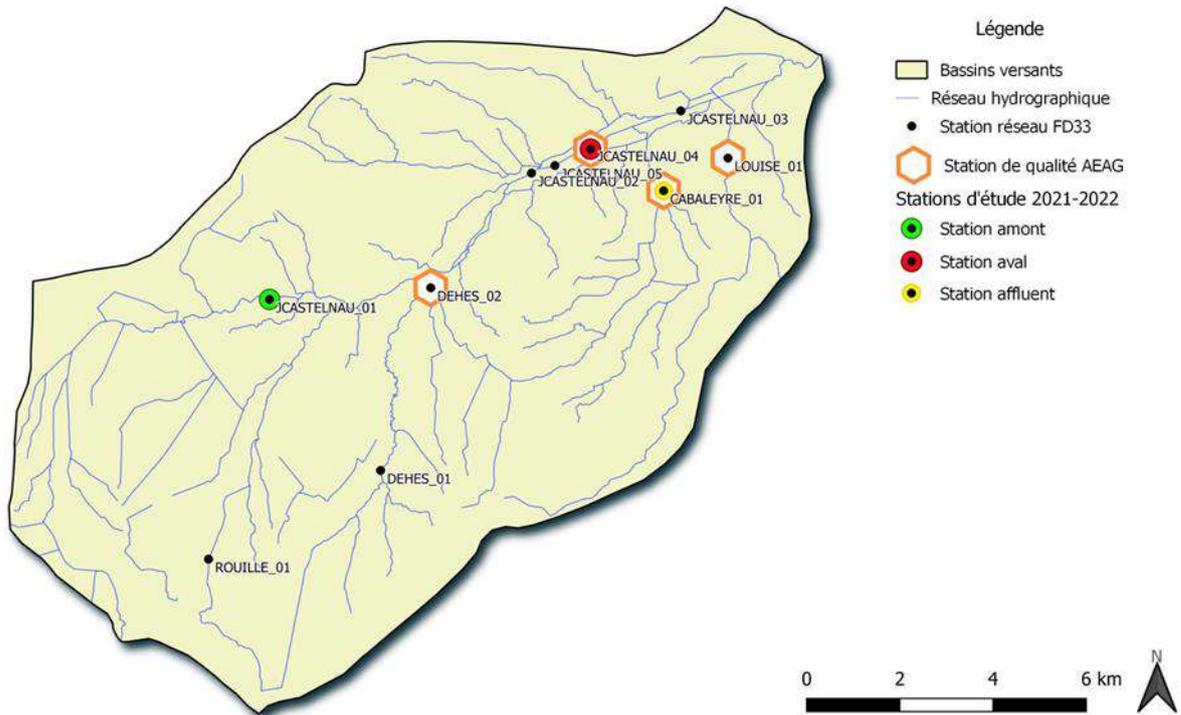
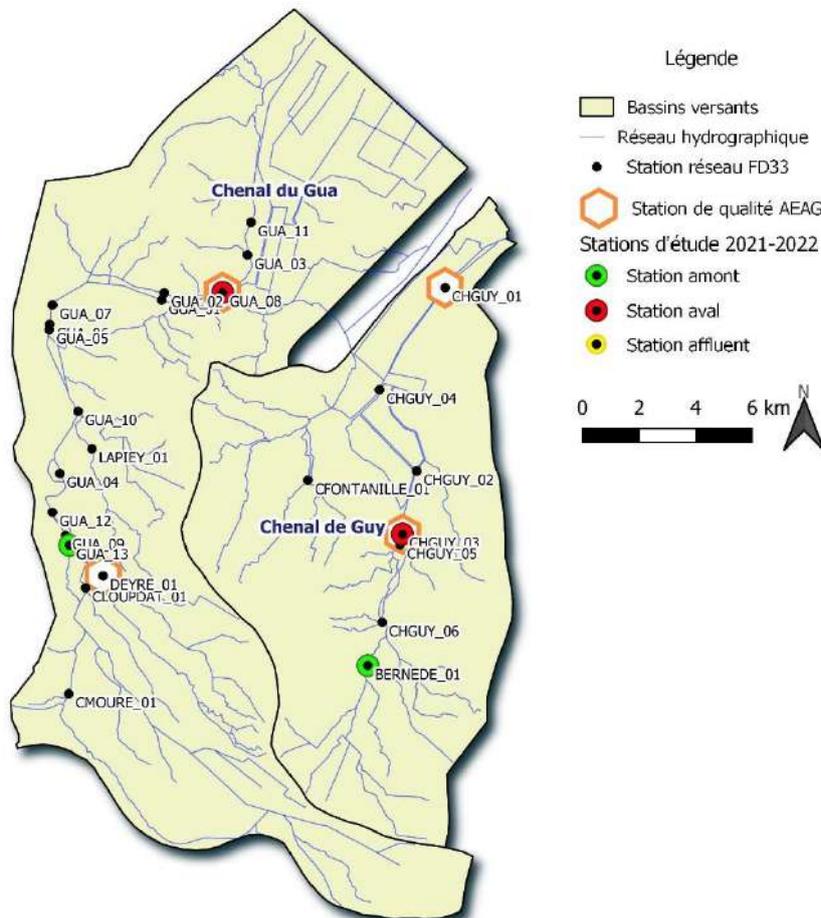


Figure 13 : Présentation du réseau d'inventaire piscicole de la Fédération de la Gironde sur les bassins versants du Chenal du Gua et du Chenal du Guy, avec mise en évidence des stations inventoriées dans le cadre de l'étude :



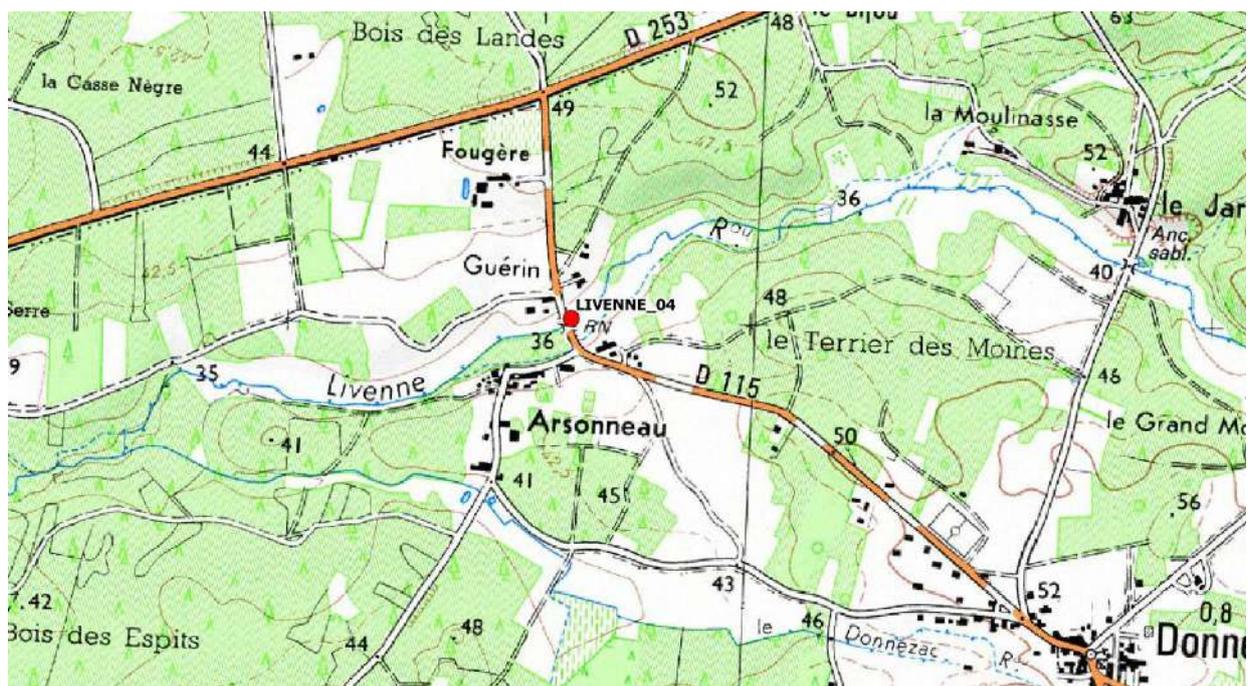
2.1.2.1 Station amont du bassin versant de la Livenne : LIVENNE_04

La station est située sur la partie amont du bassin versant de la Livenne, sur la commune de Donnezac en amont du pont de la D115 au nord du lieu-dit Arsonneau. Le cours d'eau a une largeur moyenne du lit mouillé de 3,5 m et la profondeur moyenne le jour de l'inventaire piscicole était de 20 cm sur un linéaire de 72 m de station. La rive droite est principalement occupée par des jardins privés et la rive gauche présente des boisements denses. La station est largement dominée par un substrat sableux (59%), présentant quelques patches ponctuels de graviers et de galets (14%). On y retrouve aussi des substrats marginaux qui offrent des caches intéressantes pour la faune piscicole tels que les chevelus racinaires et bryophytes (12%), les branchages (8%), les sous-berges (2%) et la litière organique (1%). Le cours d'eau est caractérisé par une alternance de faciès lotiques et lentiques avec une dominance des plats courants permettant potentiellement l'installation d'une faune piscicole rhéophile. On remarque aussi la présence de quelques fosses dans les méandres et en aval des embâcles.

Figure 14 : Photos de la station Livenne 04.



Figure 15 : Localisation de la station Livenne 04.



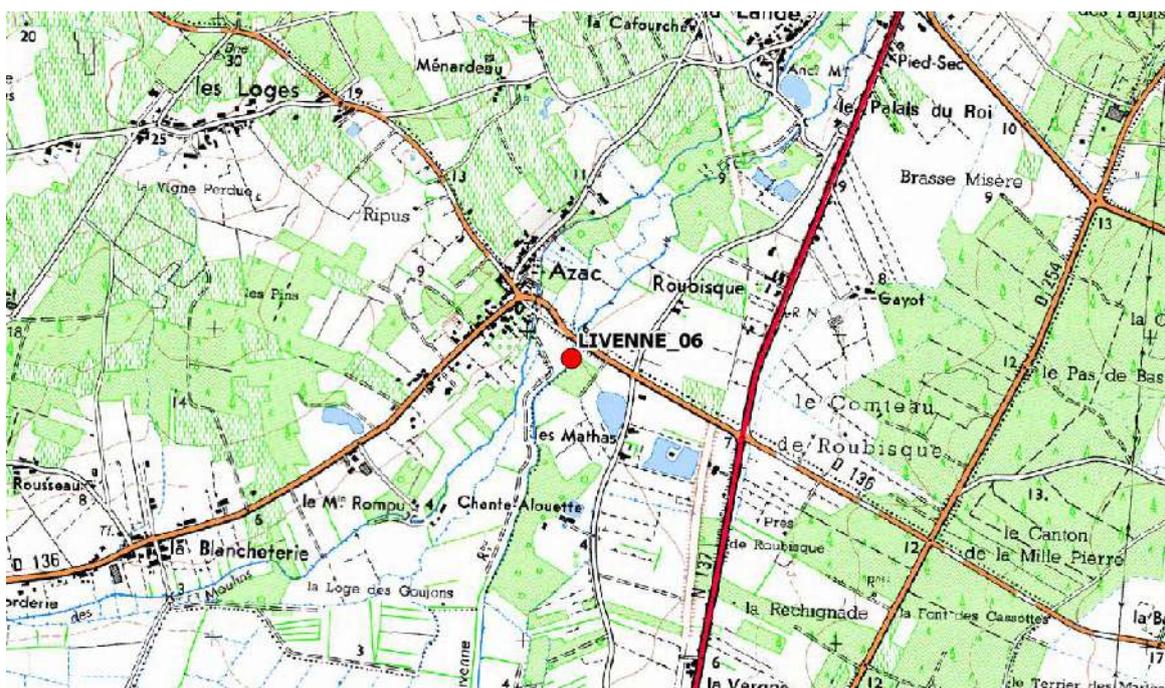
2.1.2.2 Station aval du bassin versant de la Livenne : LIVENNE_06

La station est située sur la partie aval du bassin versant de la Livenne, sur les communes d'Etauliers et du Saint-Aubin-de-Blaye en amont du pont de la D136 au nord du lieu-dit « les Mathas ». Le cours d'eau a une largeur moyenne du lit mouillé de 6,5 m et la profondeur moyenne le jour de l'inventaire piscicole était de 22 cm sur une station de 144 m. La rive droite est principalement occupée par une prairie de fauche et la rive gauche présente un boisement. La station est largement dominée par un substrat sableux (70%), présentant quelques patches ponctuels de graviers (20%). On y retrouve néanmoins quelques substrats marginaux qui offrent des caches et des zones d'alimentations pour la faune piscicole tels que les chevelus racinaires (5%), les branchages (5%), et la litière organique (1%). Globalement la Livenne sur cette station ne présente assez pas d'abris pour les poissons. Le cours d'eau est caractérisé par une alternance de plat lentique et de plat courant avec une dominance du faciès lotique permettant l'installation d'une faune piscicole rhéophile. On note aussi la présence de quelques fosses plus profonde dans les méandres et en aval des embâcles.

Figure 16 : Photos de la station Livenne 06.



Figure 17 : Localisation de la station Livenne 06.



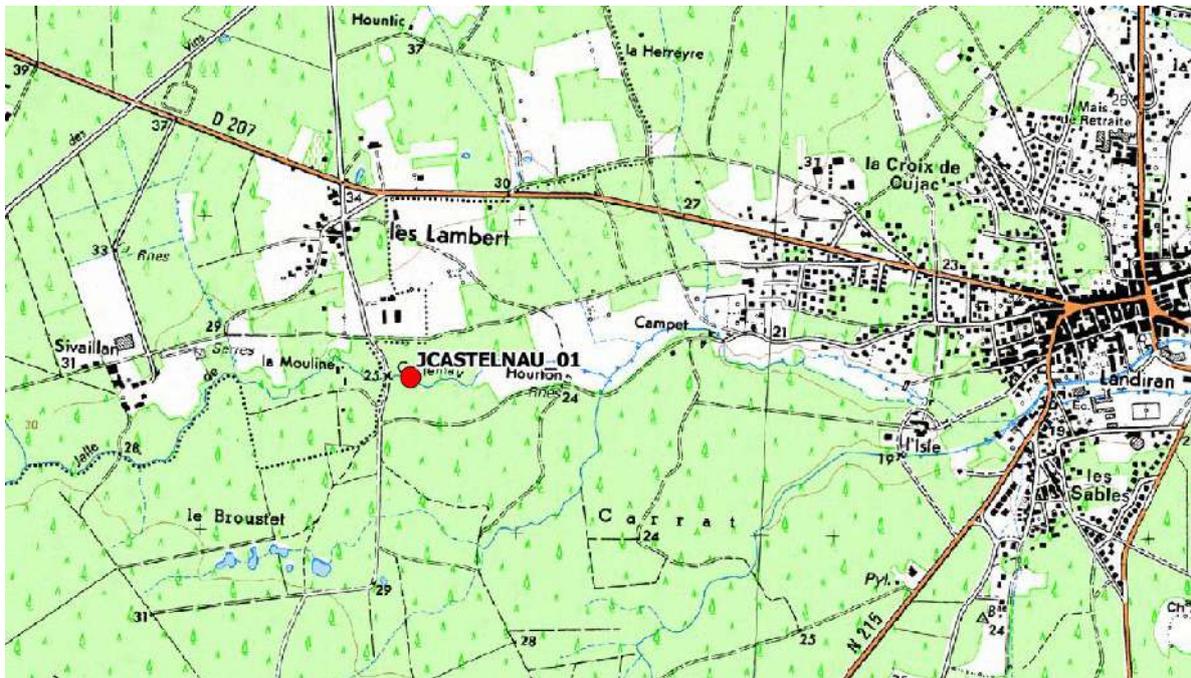
2.1.2.3 Station amont du bassin versant de la Jalle de Castelnau : JCASTELNAU_01

Sur la Jalle de Castelnau la station JCastelnau_01 est située en amont du bassin versant. Le jour de l'inventaire piscicole, la largeur mouillée était de 4,8m et la profondeur moyenne de 25cm sur une longueur de station de 70m. L'occupation du sol est caractérisée par de la forêt alluviale qui borde le cours d'eau. La station présente un mélange de substrats minéraux composé de sable (20%), de graviers (35%) et de galets (20%) avec quelques blocs (5%). On retrouve aussi ponctuellement et plutôt au niveau des berges des branchages (5%), des chevelus racinaires (2%) et de la litière organique (7%). Au niveau des faciès, la station est caractérisée par un plat courant sur l'essentiel du linéaire avec de petites zones de plats lenticules et des mouilles de concavités dans les méandres.

Figure 18 : Photos de la station JCastelnau 01.



Figure 19 : Localisation de la station JCastelnau 01.



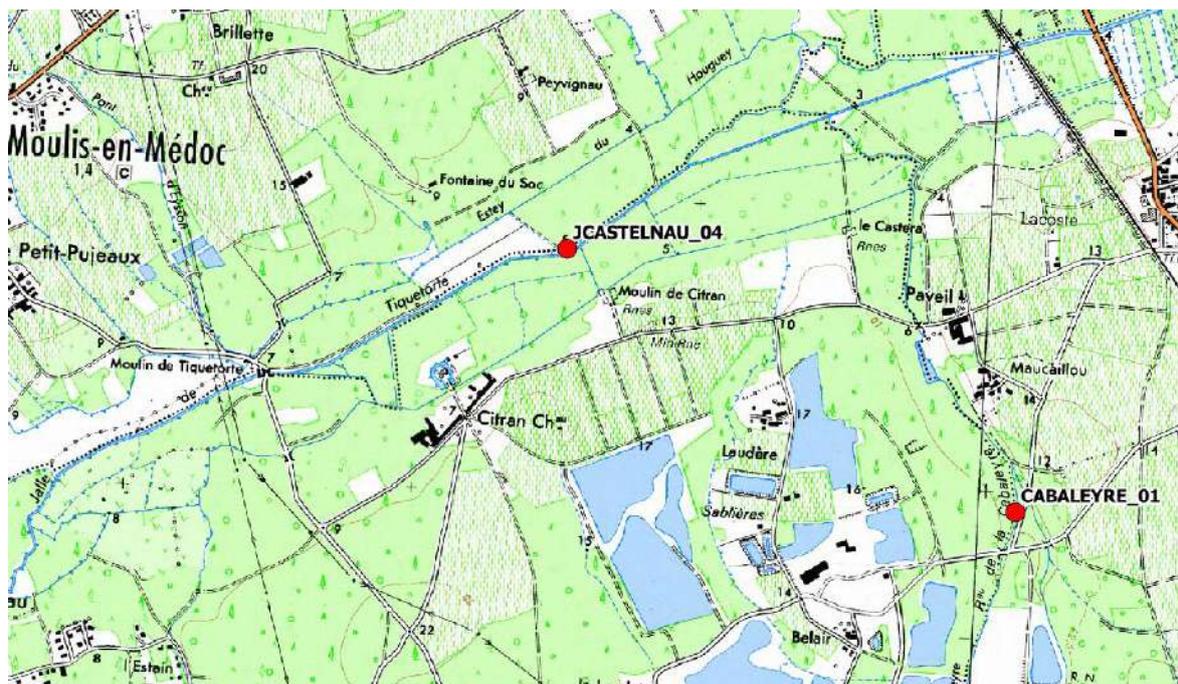
2.1.2.4 Station aval du bassin versant de la Jalle de Castelnau : JCASTELNAU_04

La station est située sur la partie aval du bassin versant de la Jalle de Castelnau, à cheval sur les communes d'Avensan et du Moulis en Médoc en aval du moulin de Tiquetorte et proche du lieu-dit Citran. Le cours d'eau a une largeur moyenne du lit mouillé de 5,4 mètres et la profondeur moyenne le jour de l'inventaire piscicole était de 13cm sur un linéaire de 99m de station. La rive droite est principalement occupée par des boisements et la rive gauche présente une peupleraie. La station est largement dominée par un substrat sableux (86%), présentant quelques patchs ponctuels de graviers (5%). On y retrouve aussi des substrats marginaux qui offrent des caches et des zones d'alimentations pour la faune piscicole tels que les chevelus racinaires (2%), les branchages (2%) et la litière organique (5%). Le cours d'eau est caractérisé par un faciès lentique largement dominant (plat lentique) et présente un très faible linéaire de plat courant.

Figure 20 : Photos de la station JCastelnau 04.



Figure 21 : Localisation des stations JCastelnau 04 et Cabaleyre 01.



2.1.2.5 Station affluent du bassin versant de la Jalle de Castelnau : CABALEYRE_01

La Cabaleyre est un affluent rive droite de la Jalle de Castelnau, à cheval sur les communes d'Avensan et de Soussans, au sud du lieu-dit Maucaillou. Le cours d'eau présente une largeur moyenne du lit mouillé de 2,2 mètres et la profondeur moyenne le jour de l'inventaire piscicole était de 13cm sur un linéaire de 51m de station. L'occupation du sol est caractérisée par des boisements qui borde le cours d'eau, et notons que la station se situe à l'aval de plusieurs plans d'eau pouvant impacter le cours d'eau et la composition du peuplement piscicole. La station présente un mélange de substrats minéral composé de sable (25%), d'un mélange de graviers et de galets (36%), de galets (25%) avec quelques blocs (1%). On retrouve aussi ponctuellement des branchages (4%), des chevelus racinaires (2%) et de la litière organique (5%). La station présente une alternance de faciès lentiques et lotiques dominée par les plats lentiques, avec ponctuellement de courts radiers.

Figure 22 : Photos de la station JCastelnau 04.



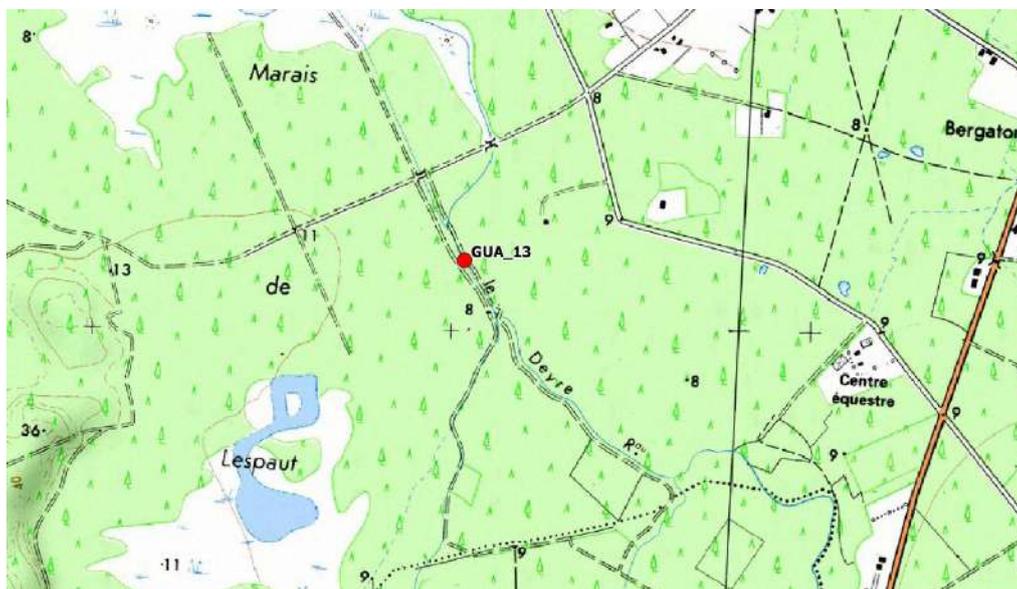
2.1.2.6 Station amont du bassin versant du Chenal du Gua : GUA_13

La station amont du Chenal du Gua se situe sur le Deyre au niveau du marais de Lespaut, au sud de la commune de Vendays-Montalivet. Le Deyre correspond à la partie amont du Chenal du Gua, de sa source (Naujac-sur-Mer) à son arrivé à l'agglomération de Vendays-Montalivet. Le cours d'eau présente une largeur moyenne du lit mouillé de 4,3m et une profondeur moyenne au jour de l'inventaire piscicole de 60cm sur un linéaire de 58m de station. L'occupation du sol est caractérisée par des boisements alluviaux, dominés par des Aulnes, Frênes et Chênes, bordant le cours d'eau. La station présente une assez faible diversité de substrats et de faciès d'écoulement. En effet on retrouve 73% de sable, substrat peu biogène pour la faune piscicole, accompagné de chevelus racinaires plutôt bien développés en berges (16%) et de quelques branchages et grosses racines (3%) qui représente les seules caches pour la faune. De façon marginales on observe des zones d'accumulations de litières (5%), des hélophytes (2%) et des sous-berges. Le jour de l'inventaire la vitesse moyenne d'écoulement était de 18cm/s, ce qui correspond à un faciès lentique. Effectivement la station était largement dominée par des plats lentiques mais elle présentait tout de même une zone d'accélération (plat courant) et une mouille de concavité.

Figure 23 : Photos de la station GUA_13.



Figure 24 : Localisation de la station GUA_13.



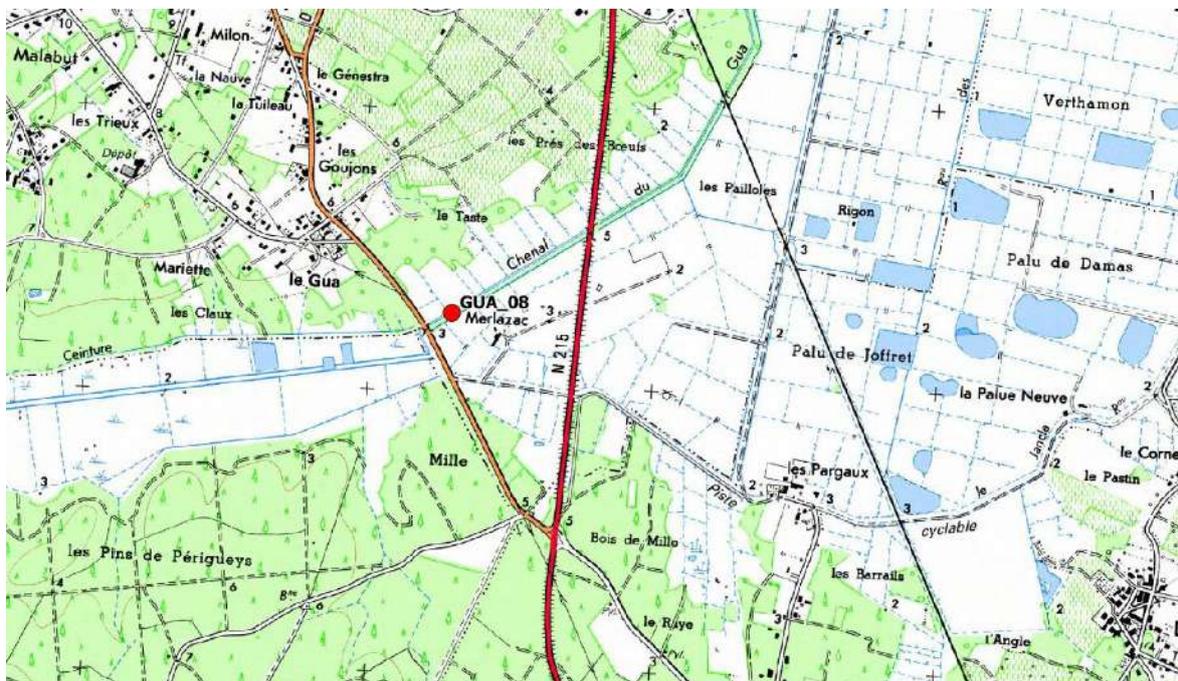
2.1.2.7 Station aval du bassin versant du Chenal du Gua : GUA_08

La station d'étude sur l'aval du Chenal du Gua se situe au niveau du pont de Merlazac en aval du marais de la Perge. Le cours d'eau a une largeur moyenne du lit mouillé de 10 mètres et la profondeur moyenne le jour de l'inventaire piscicole était de 45cm sur un linéaire de 200m de station. La rive droite et la rive gauche sont principalement occupées par des boisements humides et des zones de roselière. La station est dominée par un substrat fin (vase et limon) à 75%, mais elle présente tout de même des racinaires développés et des embâcles (10% de branchages et grosses racines, 10% de chevelus racinaires). Au niveau du faciès d'écoulement, on retrouve un unique chenal lentique très homogène. Notons qu'au jour de l'inventaire, le chenal du Gua était en étiage très sévère avec un vitesse d'écoulement quasiment nulle.

Figure 25 : Photos de la station GUA_08.



Figure 26 : Localisation de la station GUA_08.



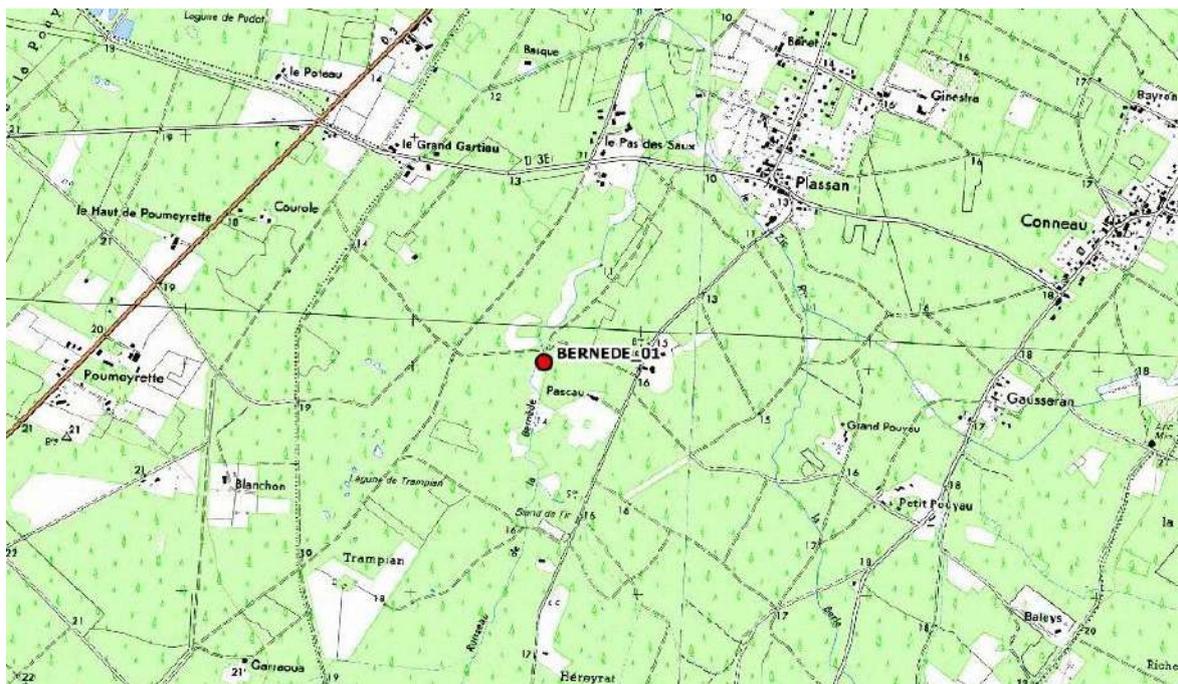
2.1.2.8 Station amont du bassin versant du Chenal du Guy : BERNEDE_01

Le ruisseau de la Bernède est un affluent de la partie amont du Chenal du Guy, situé au sud de Lesparre-Médoc. Le cours d'eau présente une largeur moyenne du lit mouillé de 2,6 mètres et la profondeur moyenne le jour de l'inventaire piscicole était de 7cm sur un linéaire de 48m de station. L'occupation du sol aux abords de la station est fortement dominée par des boisements alluviaux. La station est caractérisée par un fort recouvrement de sable (80%), substrat peu biogène et peu attractif pour la faune piscicole. On retrouve aussi 10% de graviers, 5% des branchages et grosses racines, et de façon très marginale des hélophytes et de la végétation aquatique rase et des chevelus racinaires. Au sujet des faciès d'écoulements, la station est largement dominée par les plats lenticules (>75%), mais elle présente quelques zones d'accélération de plats courants (<25%).

Figure 27 : Photos de la station BERNEDE_01.



Figure 28 : Localisation de la station BERNEDE_01.



2.1.2.9 Station aval du bassin versant du Chenal du Guy : CHGUY_03

La station aval du Chenal du Guy se situe sur le bras ouest du cours d'eau, aussi appelé la Maillarde, proche du bourg de Lesparre-Médoc. A ce niveau le cours d'eau est plus large et profond que sur la station amont, avec une largeur moyenne du lit mouillé de 4,4 mètres et une profondeur moyenne le jour de l'inventaire de 13cm. L'occupation du sol autour de la station est fortement dominée par des boisements alluviaux et des prairies humides. Notons tout de même la proximité de zones urbanisées et imperméabilisées (présence d'un garage automobile en rive gauche sur l'amont de la station). La station est caractérisée, tout comme à l'amont, par un fort recouvrement du sable (78%), substrat peu biogène et peu attractif pour la faune piscicole. On retrouve aussi du graviers (10%), 5% des branchages et grosses racines (5%), des chevelus racinaires (5%), et de façon très marginale des éléments fins (vase et limon) et de la litière organique. Le cours d'eau est ici caractérisé par un unique faciès de plat lentique homogène sur l'ensemble du linéaire de la station.

Figure 29 : Photos de la station CHGUY_03.

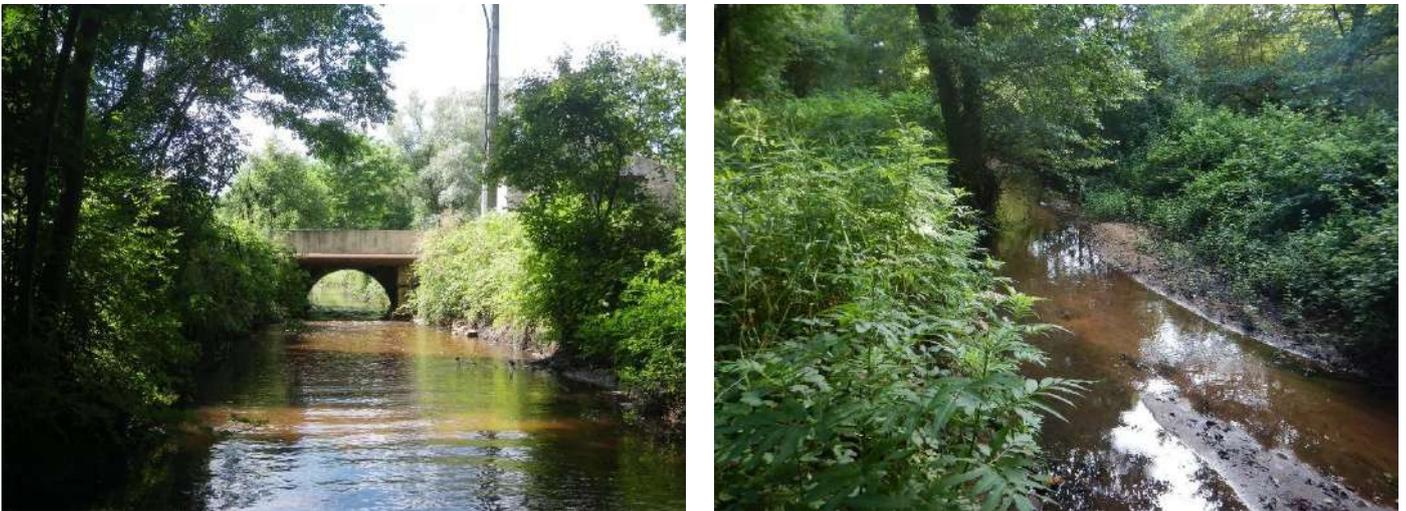
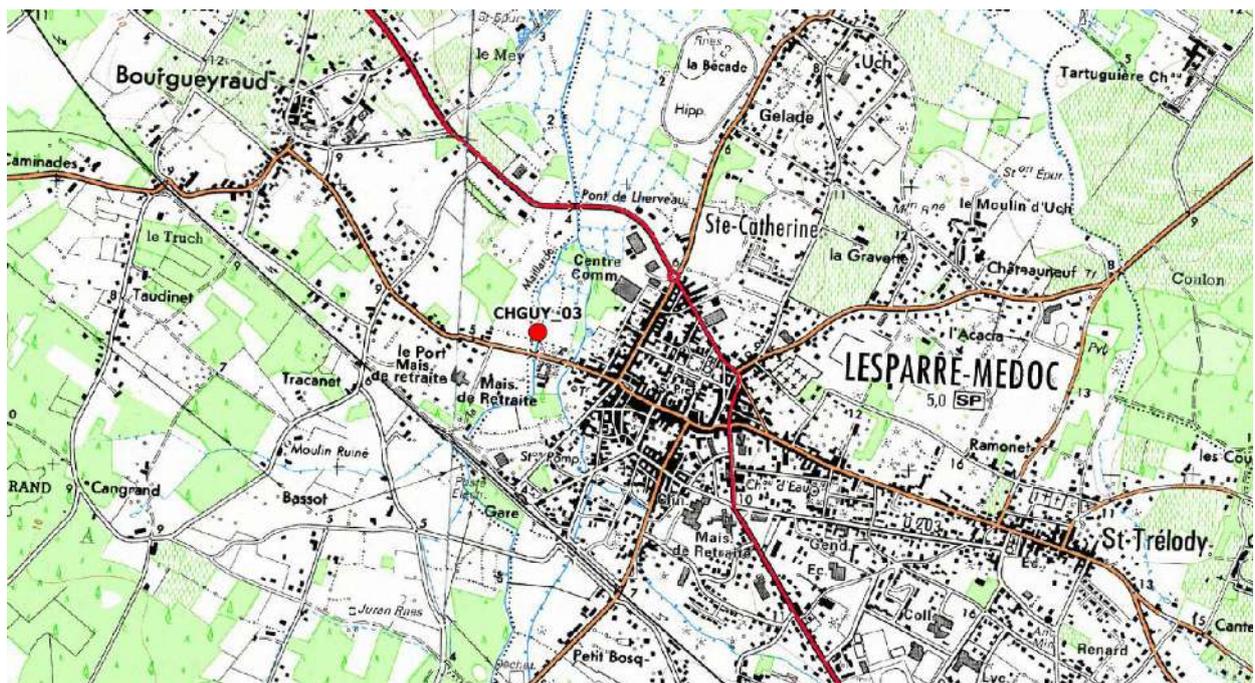


Figure 30 : Localisation de la station CHGUY_03



2.2 PROTOCOLES

2.2.1 Etude du peuplement piscicole par pêche électrique

Le principe de la pêche électrique réside dans l'application d'un courant électrique spécifique permettant la capture des poissons en leur causant le moins de dommage possible. Cette méthode implique l'utilisation d'un dispositif composé d'une cathode (pôle positif) et d'une anode (pôle négatif). Le champ électrique créé autour de l'anode est actif sur une zone d'environ 2 mètres et a une influence sur le comportement des poissons. Au contact de ce champ, le poisson subit une nage forcée en direction de l'anode : le poisson peut alors être capturé par les opérateurs.

Dans le cadre de cette étude cette technique d'inventaire a été utilisée sur l'ensemble des stations afin d'échantillonner les peuplements piscicoles.

2.2.1.1 Composition de l'équipe de pêche

Le chantier de pêche électrique fait intervenir différents opérateurs : un porteur d'anode responsable du dispositif électrique utilisé pour la pêche, de deux à quatre porteurs d'épuisette qui capturent les poissons au fur et à mesure de la pêche, et un porteur de seau qui récupère les poissons capturés et veille à leur condition de stabulation le temps de l'inventaire.

2.2.1.2 Matériel utilisé

Deux types de matériel ont été utilisés pour effectuer les inventaires. Le matériel utilisé sur la Livenne_06, la JCastelnau_04 et la Gua_08 est un appareil à **groupe électrogène de type « Héron » de la marque Dream Electronique®**, délivrant un courant continu sur 1 ou 2 anodes. Pour les stations présentant une faible largeur (Livenne_04, JCastelnau_01, Cabaleyre_01 et Gua_13) l'appareil utilisé est un **dispositif portatif appelé « martin pêcheur » de la marque Dream Electronique®**, délivrant un courant alternatif sur une anode.

2.2.1.3 Relevé des paramètres physico-chimiques

Des mesures physico-chimiques ont été prises avant le début de chaque pêche au moyen d'une sonde multi-paramètres :

- **La conductivité** : Elle correspond à la mesure de la concentration en sels inorganiques dans l'eau. Elle est définie également comme la capacité de l'eau à conduire le courant : elle sert donc de paramètre pour régler le dispositif électrique de pêche.
- **Le pH** : Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité de l'eau. Le potentiel hydrogène est le reflet de la concentration ions H^+ de l'eau.
- **La température de l'eau** : Elle influe à la fois sur le cycle biologique de la faune et de la flore aquatique, ainsi que sur beaucoup d'autres paramètres chimiques notamment l'oxygène dissous indispensable à la vie aquatique.

2.2.1.4 Relevé des habitats et évaluation d'un score d'attractivité pour la faune piscicole

Des transects sont effectués tout le long de la station afin de relever les informations suivantes :

- Largeur en eau (mouillé) et largeur plein bord.
- Hauteurs d'eau.
- Vitesses de l'écoulement.
- Faciès de l'écoulement.
- Substrats présents.

Ces relevés de terrain suivent la méthodologie de l'Indice d'Attractivité Morphodynamique (IAM) ou Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station : l'IAM (*établie par le CSP et De Giorgi (TELEOS) (De Giorgi, et al. 2002)*). Cette méthode permet d'apprécier l'attractivité pour la faune piscicole du tronçon étudié par 3 composantes principales que sont, les hauteurs d'eau, les vitesses d'écoulement et les substrats.

Les hauteurs d'eau et les vitesses se décrivent respectivement par le biais de 5 classes :

Tableau 19 : Classes des hauteurs d'eau et vitesses nécessaires au calcul de l'indice.

Hauteurs d'eau (cm)	Vitesses (cm/s)
1. moins de 5 cm	1. moins de 10cm/s
2. 6 à 20 cm	2. 11 à 40 cm/s
3. 21 à 70 cm	3. 41 à 80 cm/s
4. 71 à 150 cm	4. 81 à 151 cm/s
5. plus de 151 cm	5. plus de 151 cm/s

Les substrats dans la méthodologie de l'IAM se décrivent par le biais du classement suivant :

1° Hydrophytes (HYI) : végétaux aquatiques ou amphiphytes noyés à tige souple, habitat encombré dans la masse d'eau, avec des coulées d'importance décimétrique.

2° Branchages immergés (BRA) : amas de branchages, arbres tombés ou s'avancant dans l'eau ou réseaux de racines de gros diamètre. Substrat considéré comme étant le plus attractif.

3° Sous-berges (BER) : abri creusé sous une berge en terre, créé par une cavité sous des racines immergées, faille dans une paroi rocheuse, ou cache dans les bancs de tufs fracturés (même loin du bord). Cette anfractuosité doit réellement constituer un abri contre le courant et non pas un simple marche pied.

4° Blocs (BLO) : granulats d'une taille supérieure à 20 cm et offrant une cache assez importante. Si un bloc est posé sur du sable ou dégagé par une érosion active, il n'offre plus la même qualité d'abri, il n'est pas noté comme bloc (blo) mais comme bloc sans anfractuosité (bls).

5° Hydrophytes à feuilles flottantes (HYF) : végétaux aquatiques noyés à feuilles flottantes (nénuphars, potamots...) formant un couvert horizontal, mais ne constituant pas un habitat très encombré dans la masse d'eau.

7° Hélophytes (HEL) : végétaux à tige ligneuse immergés en partie : densification d'éléments verticaux d'écartement centimétrique à pluri-centimétrique.

6° Blocs sans anfractuosité (BLS) : blocs posés sur le sable ou dégagés par l'érosion : il n'y a pas de caches proprement dites mais des zones de turbulence encore attractives pour le poisson.

8° Végétations aquatiques rases (CHV) : tous supports végétaux de faible hauteur offrant des vides de taille relativement réduite (importance centimétrique) mais très nombreuses (système de racines de petite taille, bryophytes ou autres végétaux hydrophytes ou amphiphytes en début de croissance...).

9° Galets (GAL) : taille de 2 à 20 cm : anfractuosités d'ordre centimétrique, non colmatées.

10° Galets et graviers mélangés (GGR) : taille de 0,2 à 20 cm.

11° **Graviers (GRA)** : taille de 0,2 à 2 cm : anfractuosité d'ordre millimétrique.

12° **Sable (SAB)** : taille de 0,2 à 2 mm.

13° ** l ments fins (FIN)** : minéral ou organique, granulométrie inférieure à 0,2 mm, substrat n'offrant aucun abri (vase, limon...) mais éventuellement des ressources alimentaires.

14° **Dalle (DAL)** : substrat dur horizontal ou vertical n'offrant aucun abri (roche, marne, surface artificielle jointive, palplanche ...) et peu ou pas de ressources alimentaires.

Calcul de l'attractivité potentielle des stations :

Un Indice d'Attractivité Morphodynamique observant la variété des classes de profondeur, de vitesses et de substrats/supports ainsi que leur attractivité vis-à-vis de l'ichtyofaune est ainsi calculé avec la formule :

$$IAM = [Si * Attract.(subst)] * Var(subst) * Var(h.e.) * Var(v.)$$

Si : surface cumulée des placettes de substrats de la ième catégorie

Var : variété correspondant au nombre de catégories (de substrats/supports) ou de classes (de vitesses et de profondeurs) pour chacune des composantes de la qualité des mosaïques d'habitats

V : vitesses

h.e : hauteurs d'eau

subst : substrats/supports

Attract : attractivité du substrat

Le tableau ci-dessous présente par ordre décroissant l'attractivité des différents habitats pour le poisson. Pour les écrevisses, cet ordre est diff rent et il est adapté à la biologie de l'espèce dont les caractéristiques d'habitats et les gradients préférentiels sont différents.

Tableau 20 : Hiérarchisation de l'attractivité des différents substrats ( De Giorgi et al, 2002).

Code	Substrat	Attractivité
BRA	branchages, grosses racines immergés	100
BER	sous-berges	90
HYI	hydrophytes immergés	80
AFF	sources, résurgences, affluents	70
BLO	blocs avec caches	60
GAL	galets	50
HEL	hélophytes	40
CHV	chevelus racinaires, végétations rases	40
BLO	blocs sans anfractuosités	30
GGR	galets et graviers mélangés	25
GRA	graviers	20
GLS	galets pavés (sans anfractuosité)	10
LIT	litières organiques	10
SAB	sables	8
FIN	éléments fins, limons, vases	4
DAL	dalles, surfaces indurées (sans cache)	1

Plus le score de l'IAM est grand, plus la station sera qualifiée d'attractive pour les poissons (nombreux substrats favorables, hétérogénité des classes de vitesses et des hauteurs d'eau). Les valeurs empiriques de

ce score sont indiquées ci-dessus. Des seuils de qualité d'habitat ont été établis après la confrontation des scores obtenus par cet indice sur les stations des réseaux de la FDAAPPMA de la Gironde.

Tableau 21 : Grille de qualité de l'habitat établi par expérience sur le territoire de la Gironde.

Score habitat	0-100	100-1000	1000-1500	1500-2500	2500 et +
Qualité de l'habitat	Très faible	Faible	Moyen	Bon	Très Bon

2.2.1.5 Déroulement de l'inventaire

2.2.1.5.1 Capture des poissons :

Lors de l'inventaire en pêche électrique l'équipe progresse dans le cours d'eau de l'aval vers l'amont afin de ne pas troubler l'eau et perturber le milieu. **Sur chacune des stations, plusieurs passages ont été réalisés afin de procéder à une capture la plus exhaustive possible des poissons.** Ainsi, au minimum deux passages successifs ont été opérés pour chaque station. Entre chaque passage et entre chaque station, les poissons ont été stabilisés dans des viviers et relâchés à la fin de l'opération.

Les espèces nuisibles ont été détruites sur place.

2.2.1.5.2 Biométrie :

Une fois l'opération de capture terminée les poissons sont amenés au poste de biométrie afin d'y réaliser différentes mesures. Ainsi, **la taille, le poids et le nombre d'individus ont été consignés pour chaque espèce.** Les poissons de type anguilliforme (anguille européenne, lamproies) qui sont très difficiles à mesurer à l'état actif ont été endormis dans un bain de Benzocaïne (concentration de 0,25 ml/L) afin de réaliser les mesures dans les meilleures conditions et de minimiser le stress induit par la manipulation. Ces poissons ont ensuite été placés dans un vivier d'eau fraîche et n'ont été remis à l'eau qu'après leur réveil complet.

2.2.1.5.3 Analyse état de santé :

Parallèlement aux relevés des données biométriques, un examen de l'état de santé a été réalisé sur chaque poisson d'après la méthodologie mise au point par l'ONEMA et optimisée par ELIE P. et GIRARD P. (2014) (Méthodologie complète au 1.2.3, page 51). Cette méthodologie repose sur une liste de codes « pathologie » consistant à décrire et quantifier toutes les anomalies et les parasites externes des poissons visibles à l'œil nu, de déterminer leur prévalence au sein d'une population et de proposer une orientation de diagnostic.

2.2.1.5.4 Relevé des caractéristiques de la station de pêche :

A la fin de l'inventaire, les caractéristiques physiques de la station ont été relevées. Il s'agit d'une part de réaliser des transects pour mesurer différentes largeurs du lit mouillé, largeurs à pleins bords, hauteurs d'eau, vitesse du courant. Et d'autre part d'annoter les substrats présents sur la station, les types de faciès rencontrés, ainsi que l'importance de l'ombrage, de la turbidité, du colmatage et de la végétation.

2.2.2 Analyse structurelle des peuplements

Dans le cadre de l'analyse des données, des indices quantitatifs et qualitatifs sont utilisés. La partie suivante détaille les méthodes de calcul employées pour l'analyse des résultats de la présente étude.

2.2.2.1 Indices quantitatifs

2.2.2.1.1 Estimation des peuplements piscicoles par la méthode de Carle et Strub

A partir des données brutes issues des inventaires piscicoles, des estimations de densité (nombre d'individus/100 m²) et de biomasse (kg d'individus/Ha) ont été calculées par la **méthode de CARLE et STRUB (1978)**. Selon ce modèle, les hypothèses de calcul ne nécessitent pas une probabilité de capture constante d'une pêche à l'autre. Par contre, elles supposent :

- La stabilité quantitative de la population pendant l'échantillonnage,
- Une probabilité de capture identique pour tous les individus en place.

2.2.2.2 Indices qualitatifs

2.2.2.2.1 Richesse spécifique « S » et indices de diversité

La richesse spécifique du peuplement est le nombre « S » d'espèces qui le constituent. C'est une variable qui renseigne sur la qualité du peuplement en mesurant l'ampleur de la gamme des espèces. On met souvent en rapport la valeur S avec le nombre de niches écologiques disponibles dans le milieu.

Les indices de Shannon Weaver (H') et d'équitabilité de Piélou (E) ont également été calculés avec :

$$H' = \sum[(n_i / N) \times \log_2(n_i / N)]$$

Où n_i est effectif de l'espèce i et N : effectif total de l'échantillon (effectif de toutes les espèces)

- Si **H' < 1**, le peuplement est pauvre et instable
- Si **1 < H' < 2,7**, le peuplement est diversifié mais plutôt instable car lié à la prédominance d'une ou deux espèces.
- Si **H' > 2,7**, le peuplement est très diversifié et très stable, la chaîne trophique est bien équilibrée (Ressources variées, prédateurs en effectifs équilibrés).

L'indice d'Equitabilité de Piélou traduit le degré de diversité atteint par rapport au maximum théorique (Blondel, 1979). Il se calcule par :

$$E = (H' / H'_{\max}) = (H' / \log_2 S)$$

Il varie de 0, lorsque la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce, à 1, lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

Les indices de Shannon Weaver (H') et d'équitabilité de Piélou (E) ont été calculés en excluant les écrevisses et les crabes enfin que les indices soient représentatifs du peuplement piscicole. De plus les « lamproies non déterminées » (lamproie de moins de 60mm) et les « Lampetra spp. » (Lamproies non transformées de plus de 60 mm) sont considérées comme une espèce dans les calculs afin de ne pas surestimer le nombre d'espèce réellement capturée.

2.2.2.2 Indice Poisson Rivière « IPR »

L'IPR est un outil réalisé par le CSP (Conseil Supérieur de la Pêche, anciennement ONEMA) **normalisé dans le cadre de l'AFNOR en mai 2004 (NF T90-344)**. La mise en œuvre de l'IPR consiste globalement à mesurer l'écart entre la composition du peuplement observé à partir d'un échantillonnage par pêche électrique, et la composition du peuplement de référence attendu. La version normalisée de l'IPR prend en compte 7 métriques différentes, indiquées dans le **Tableau 6** ci-dessous.

Tableau 22 : Liste des métriques intervenant dans le calcul de l'IPR.

METRIQUE	ABREVIATION	REPONSE A L'AUGMENTATION DES PRESSION HUMAINES
Nombre total d'espèces	NTE	+ ou -
Nombre d'espèces rhéophiles	NER	-
Nombre d'espèces lithophiles	NEL	-
Densité d'individus tolérants	DIT	+
Densité d'individus invertivores	DII	-
Densité d'individus omnivores	DIO	+
Densité totale d'individus	DTI	+ ou -

Un score chiffré est calculé pour chaque métrique et dépend de l'importance de l'écart entre le résultat de l'échantillonnage et la valeur de la métrique attendue en situation de référence. Plus un écart est important, plus le score associé à une métrique sera grand. Les modèles de référence ont été établis à partir d'un jeu de 650 stations pas ou faiblement impactées par les activités humaines et réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain.

La valeur de l'IPR correspond à la somme des scores obtenus pour les 7 métriques : plus la note est grande, moins la classe de qualité est bonne. Cinq classes de qualité en fonction des notes d'IPR ont été définies. Elles sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 23 : Correspondance entre les notes de l'IPR et la classe de qualité du peuplement piscicole.

Classe de qualité	Très Bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Note IPR	< 5	]5-16]	]16-25]	]25-36]	> 36

La valeur de l'IPR est de 0 lorsque le peuplement évalué est en tout point conforme au peuplement attendu en situation de référence. **Elle devient d'autant plus élevée que les caractéristiques du peuplement échantillonné s'éloignent de celles du peuplement de référence.** Dans la pratique, l'IPR dépasse rarement une valeur de 150 dans les situations les plus altérées.

D'après la notice de présentation et d'utilisation de l'IPR, il convient de rappeler que c'est un outil global qui fournit une évaluation synthétique de l'état des peuplements piscicoles. Il ne peut en aucun cas se substituer à l'étude détaillée, qui sera fournie dans ce rapport, destinée à préciser les impacts d'une perturbation donnée. Enfin, il présente plusieurs limites d'utilisation au-delà desquelles les résultats doivent être examinés avec la plus grande prudence.

2.2.3 Etat de santé des poissons

Les poissons sont des bioindicateurs de la qualité de l'eau et du milieu dans lequel ils évoluent. Compte tenu de leur durée de vie et de leur capacité à se déplacer (variable selon les espèces), les informations issues des données sur leur état de santé permettent d'évaluer :

- Les perturbations s'exerçant à proximité de la station d'inventaire (voir à plus grande échelle pour les espèces migratrices, intégration dans l'espace).
- Les perturbations subies par le poisson tout au long de son cycle de vie et non uniquement les perturbations présentes à l'instant « t » de l'inventaire (intégration dans le temps).

2.2.3.1 L'outil « Codes pathologie »

Cet outil se base sur l'observation à l'œil nu de l'ensemble des anomalies anatomo-morphologiques (lésions et parasites) présentes sur chaque individu. Chaque anomalie observée est notée selon une codification précise, constitué de 3 lettres et 1 chiffre (cf. Tableau 24 et Tableau 25).

- Les deux premières lettres décrivent le type d'anomalie (exemple : HE pour hémorragie)
- La troisième lettre situe l'anomalie sur le corps du poisson (exemple : T pour la tête)
- Le chiffre indique l'intensité de l'anomalie (de 1 à faible à 4 pour forte)
- Exemple, une lésion hémorragique congestive de grande ampleur sur le flanc : HEF4.

Tableau 24 : Codification des anomalies anatomo-morphologiques externes et des parasites externes des poissons visibles à l'œil nu. En bleu, les 7 lésions d'intérêt écopathologique majeur (DELT) (source Elie et Girard, 2014).

Grille de codification des anomalies anatomo-morphologiques externes et des ectoparasites des poissons visibles à l'œil nu.			
Altérations anatomo-morphologiques	AA	Localisations anatomiques	Code
Déformations, difformités et malformations	AD	Tout le corps	C
Erosion	ER	Tête	T
Lésion hémorragique congestive	HE	Mâchoire	M
Nécrose	NE	Bouche	G
Tumeur, kyste, nodules et autres grosseurs	TG	Barbillons	J
Ulcères (hémorragiques) et ulcérations	UH	Narine	Z
Etat pathologique multiforme (> à 2 anomalies)	ZO	Œil	Y
Absence d'organe	AO	Opercule (fente branchiale chez l'anguille)	O
Bulles de gaz	BG	Branchie (sauf anguille et lamproie)	B
Hypersécrétion de mucus	HM	Dos (=face pigmentée ou zénithale)	D
Hypertrophie Hyperplasie	HY	Colonne vertébrale	V
Maigreur	AM	Flanc	F
Plaies et lésions anciennes	PL	Ligne latérale	L
Altérations de la couleur	AC	Ecaille	E
Opacité	OP	Abdomen (=face aveugle ou nadirale)	A
Coloration sombre (mélanose)	CS	Orifice urogénital	U
Coloration terne ou pâle, dépigmentation	CT	Nageoire dorsale	H
Parasitisme	PA	Nageoire pectorale	P
Points blancs	PB	Nageoire pelvienne	R
Points noirs	PN	Nageoire anale	S
Crustacés	PC	Nageoire caudale	Q

Hirudinées (sangues)	PH	Nageoire adipeuse (salmonidés)	J
Lamproies	PP	Pédoncule caudal	K
Champignons	PM	Nageoire principale (anguille)	N

Tableau 25 : Classes d'intensité (Q) des lésions et des parasites basées sur l'abondance ou le taux de recouvrement des lésions et/ou des parasites (Source : Elie et Girard, 2014).

Code (Q)	Degré d'altération empirique	Taux de recouvrement corporel	Taux de recouvrement d'un organe	Nombre de lésion ou abondance parasitaire
1	Faible	< 5%	< 25%	0 - 3
2	Moyen	5 - 10 %	25 - 50 %	4 - 6
3	Fort	10 - 20%	50 - 75 %	7 - 10
4	Très fort	> 20%	> 75%	> 10

2.2.3.2 Echantillonnage

La méthodologie peut être utilisée selon 3 protocoles :

- Méthode individuelle : observation des anomalies sur l'ensemble des individus capturés
- Méthode par espèce : observation des anomalies sur 30 à 60 individus par espèce
- Méthode échantillon global : observation des anomalies sur 30 individus sélectionnés aléatoirement parmi l'ensemble des individus capturés, toutes espèces comprises

Dans cette étude seulement les 2 premières méthodes (individuelle et par espèce) d'échantillonnage seront mises en œuvre car elles permettent d'évaluer l'état de santé des différentes populations de poissons d'un peuplement.

2.2.3.3 Analyse des données issues des Codes Pathologie

Plusieurs métriques sont calculées à partir des observations réalisées.

Tableau 26 : Métriques calculées lors de l'analyse des données sur l'état de santé

Métrique	Description	Variation
Prévalence globale	Pourcentage d'individus portant une anomalie sur l'échantillon observé	Entre 0 et 100%
Prévalence de type DELT	Pourcentage d'individus portant une anomalie d'intérêt majeur sur l'échantillon observé	Entre 0 et 100%
Indice pathologique global lésionnel (IpGL)	Métrique prenant en compte la prévalence de chaque pathologie et la moyenne des intensités associées (pour les anomalies lésionnelles)	Entre 0 et 8
Indice pathologique global parasitaire (IpGP)	Métrique prenant en compte la prévalence de chaque pathologie et la moyenne des intensités associées (pour les anomalies lésionnelles)	Entre 0 et 4

Ces métriques sont calculables à l'échelle du peuplement, mais peuvent aussi être analysées à l'échelle d'une population, voire d'une sous-population (ex Anguille de moins de 15 cm), dans le cas où l'échantillonnage a été suffisant (30 individus minimum dans la sous population étudiée). Chacune de ces métriques dispose d'une grille d'interprétation.

Tableau 27 : Correspondance entre la prévalence globale et les classes de qualité de l'eau et de l'habitat établies par les Agences de l'Eau (d'après Elie et Girard, 2014 et FDAAPPMA 33)

Prévalence globale	[0 - 1 % [	[ 1 - 5 % [	[ 5 - 20 % [	[ 20 - 35 % [	[ 35 - 100 % [
Importance	Non significatif	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Qualité de l'eau et de l'habitat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

Tableau 28 : Relation entre la prévalence des lésions de type DELT et l'état de santé (condition) des peuplements ou des populations de poissons (d'après Karr et al., 1986)

Prévalence DELT	[0 - 2 % [	[ 2 - 5 % [	[ 5 - 100 % [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Bon	Détérioré	Précaire

Tableau 29 : Interprétation de l'état des poissons en fonction du score obtenu par les indices pathologiques (d'après Elie et Girard, 2014 et FDAAPPMA 33)

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon ou Excellent	Bon	Précaire	Médiocre ou Dégradé	Mauvais

2.2.3.4 Méthode d'analyse des résultats : du peuplement vers la population et les espèces les plus atteintes

2.2.3.4.1 1^{er} niveau : échelle du peuplement

L'analyse au niveau du peuplement est menée si :

- La prévalence DELT est au minimum > 2 %, l'état de santé des poissons est détérioré.
- Et/ou l'état de santé est au minimum précaire (> 0,205) pour l'un des deux indices pathologiques.

Dans cette analyse un type de lésions et/ou parasites est considéré comme non négligeable lorsque celui-ci représente au minimum 10 % des atteintes au sein du peuplement (Elie et Girard 2014).

Cela permet aussi de mettre en évidence, sur les stations où l'état de santé du peuplement piscicole est considéré comme préoccupant, les types de lésions et (ou) de parasites dominants.

2.2.3.4.2 2^{ème} Niveau : échelle des populations

L'analyse au niveau des population est menée pour les espèces repères et/ou patrimoniales dont l'état de santé est préoccupant, c'est-à-dire présentant une prévalence DELT au minimum détérioré (> 2 %) et/ou un état de santé au minimum précaire (> 0,205) pour l'un des deux indices.

Cette analyse à l'échelle des populations va permettre d'identifier les anomalies dominantes pour chacune des espèces patrimoniales et/ou repères ayant un état de santé préoccupant.

2.2.3.4.3 3^{ème} Niveau : La structure des populations chez les espèces patrimoniales et/ou repères les plus atteintes

Cette partie se concentre sur les espèces patrimoniales et/ou repères qui présentent un état de santé préoccupant d'après les résultats du 2^{ème} niveau d'analyse. Pour chaque espèce, en se basant sur la fraction de population présente sur les stations où l'état de santé est préoccupant :

- Les prévalences des lésions et des parasites et de type DELT sont calculés, pour chaque classe de taille afin d'analyser la relation pouvant exister entre la taille des individus et leur état de santé.
- La part et la répartition des lésions et parasites sont étudiées pour chaque classe de taille.

2.2.3.5 Recherche de contaminants dans la chair des poissons

Les dosages de polluants minéraux et organiques permettent d'identifier certains des polluants présents dans le milieu et étant bioaccumulés par les poissons. Ces derniers sont alors identifiés comme pouvant être en lien avec les lésions décrites précédemment.

Cependant, compte tenu des limites énoncées ci-dessous, il faut considérer, de plus que :

- Les polluants peuvent avoir un effet important sur l'état de santé des poissons via le contact permanent, sans être obligatoirement bioaccumulé dans les tissus.
- Les polluants peuvent avoir une concentration dans les tissus inférieure aux limites de quantification, et ne pas être révélés par les analyses.
- Ces analyses ne permettent pas de rendre compte de l'effet cocktail des polluants potentiellement présents. Cependant nous savons que l'effet cocktail peut agir fortement sur l'état de santé d'un poisson.

Soulignons également qu'au niveau lésionnel la présence d'un cocktail de polluants dans l'environnement d'un poisson peut entraîner chez lui des lésions atypiques ne pouvant pas être relié qu'à un seul type de polluant. Enfin différents types polluants peuvent entraîner chez un poisson des lésions de même nature.

2.2.3.5.1 Conditions et type de prélèvements

Au cours de ces inventaires, des examens complémentaires sont réalisés chez certaines espèces cibles afin de réaliser des dosages de contaminants dans la chair. Les espèces initialement ciblées étaient l'anguille et le goujon cependant compte tenu l'absence ou les très faibles effectifs capturés sur certaines stations, les prélèvements ont dû être adaptés au matériel biologique disponible. Les espèces prélevées ont été :

- L'anguille,
- Le gardon,
- Le goujon,
- La lamproie de planer,
- La perche commune.

Pour chacune de ces espèces, plusieurs individus sont prélevés afin de réaliser des analyses toxicologiques de recherches de métaux et de composés organiques. L'euthanasie est réalisée par bain de Benzocaïne à 2,5 mg/L (10 fois la dose utilisée pour l'endormissement).

Les individus sont ensuite regroupés par station et par espèce, déposés dans une glacière munie de pain de glace puis transportés aux locaux de la FDAAPPMA. Sur chaque lot de poissons des analyses sont réalisées sur les muscles et selon les quantités de poissons disponibles des analyses seront réalisées sur les foies. Les échantillons sont envoyés au Laboratoire de la Drôme, prestataire réalisant les dosages de contaminants. Ce laboratoire est agréé par le ministère de la Santé pour le contrôle sanitaire des réseaux de distribution publique et par le ministère de l'Environnement (MEDAT).

→ Pourquoi cibler le muscle et le foie ?

Le muscle et le foie sont les organes retenus pour les analyses car ils sont **reconnus comme étant des sites de stockage et (ou) de bioaccumulation des polluants de type lipophile** (capables d'être stockés dans les graisses corporelles). Ce sont aussi des organes très importants pour la vie du poisson (Elie et Girard, 2018) :

- Les graisses musculaires sont essentielles puisqu'elles représentent les réserves d'énergie pour les déplacements et les migrations des poissons. Cependant, la disponibilité de ces lipides peut être bloquée par la présence de certains polluants comme le cadmium par exemple. Ces lipides, stockés au niveau des muscles, servent aussi au moment de la reproduction pour transférer aux gonades l'énergie nécessaire à leur maturation. Ce transfert peut s'avérer dommageable pour la survie du poisson et de sa descendance, car si des polluants sont stockés dans les graisses musculaires, ils sont transmis aux organes reproducteurs au moment de leur maturation et donc aussi aux gamètes mâles et femelles, donc aux générations suivantes.
- Le foie est aussi un organe essentiel pour le poisson car il participe à de nombreuses fonctions comme la régulation du métabolisme, la synthèse des protéines du plasma, le stockage de l'énergie, le stockage de certaines vitamines et métaux traces essentielles à la vie du poisson, mais aussi à l'excrétion de certains polluants. Il a également un rôle très important au moment de la reproduction du poisson en fabriquant et en stockant la vitellogénine. La vitellogénine est synthétisée dans le foie par les hépatocytes chez les femelles matures des vertébrés ovipares, mais aussi chez les poissons téléostéens (Schwaiger et Negele, 1998) La vitellogénine est une phospholipoglycoprotéine constituée, pour les poissons téléostéens, de 20 % de lipides (triglycérides et cholestérol) et de 0,6 % de phosphate (Tao et al., 1993 ; Yaron, 1995 ; Roubal et al., 1997 ; Heppell et Sullivan, 1999). Elle contient, également un ou plusieurs atomes de calcium selon l' espèce considérée (Yeo et Mugiya, 1997) et cet atome peut être remplacé par celui d'un polluant de la même charge ionique (++) , le cadmium par exemple. Ainsi, elle est souvent utilisée pour déceler dans l'environnement des polluants du type perturbateur endocrinien. La vitellogénine est le constituant essentiel des réserves des ovocytes et elle compose pour l'essentiel le sac vitellin nécessaire au bon déroulement de l'embryogénèse. L'intégrité du foie chez les poissons est donc particulièrement importante pour le maintien de leur cycle biologique.

2.2.3.5.2 Eléments recherchés

Les recherches de polluants ont porté sur divers métaux lourds, notamment : Al, As, Cd, Cr, Hg, Pb, Zn ; ainsi que divers micropolluants organiques, comme les PCB, les HAP, les phytosanitaires de diverses natures. Les méthodes de traitement des échantillons et des analyses réalisées sont précisées dans l'annexe regroupant l'ensemble des substances organiques et métalliques recherchées dans l'étude.

Les bilans des métaux et des organiques tels que décrits, précisent les niveaux de contamination pour 28 éléments métalliques et 93 substances organiques (notamment des phytosanitaires, les PCB, les HAP, les Triazines, les Phénols, etc. Liste complète avec Limite de Quantification en Annexe 1 et 2).

Les 28 éléments métalliques sont :

- | | | | |
|-------------|-----------|-------------|-------------|
| - Aluminium | - Cadmium | - Manganèse | - Strontium |
| - Antimoine | - Chrome | - Mercure | - Tellure |
| - Argent | - Cobalt | - Molybdène | - Thallium |
| - Arsenic | - Cuivre | - Nickel | - Titane |
| - Baryum | - Etain | - Plomb | - Uranium |
| - Beryllium | - Fer | - Selenium | - Vanadium |

- Bore
- Lithium
- Silicium
- Zinc

Les méthodes qualitatives sont un outil d'évaluation de la composition en polluants d'un échantillon, en préalable à une étude quantitative ciblée. Le mode rapide d'acquisition des valeurs de chaque substance ne permet pas une grande précision quantitative et les valeurs fournies restent moins précises que celles obtenues par dosage direct. Toutefois, les essais sur des matériaux de référence permettent d'estimer le coefficient de variation de la mesure à 20% maximum de la valeur réelle, de telle sorte que cette méthode permet de disposer d'une ambiance générale des niveaux de contamination par les différents polluants présents dans un échantillon d'organe de poisson. Cette technique est intéressante car elle permet aussi de faire émerger, éventuellement, un ou des types de polluants majeurs présents dans l'environnement du poisson. Il faut enfin signaler que les méthodes d'analyse directes, pour chaque élément, sont plus onéreuses.

Ainsi il faut savoir que ce type d'analyse ne permet pas de relier les problèmes lésionnels et parasitaires d'un poisson donné avec ses niveaux de contamination par les polluants de diverses natures, car l'échantillon d'organe soumis à l'analyse est un « pool d'organes » de différents poissons de la même espèce et d'une même catégorie de taille, échantillonné dans un même lieu. De ce fait, seul un lien peut être réalisé avec le groupe auquel le poisson appartient comme par exemple « chevaines de grandes tailles ».

3 RESULTATS DES SUIVIS BIOLOGIQUES

3.1 RESULTATS DES INVENTAIRES PISCICOLES, STRUCTURE DES PEUPELEMENTS

3.1.1 Bassin versant de la Livenne

3.1.1.1 Conditions de pêches d'inventaire

Tableau 30 : Conditions des inventaires en pêche électrique sur les stations de la Jalle de Castelnaud.

Paramètres	Livenne_04 Amont	Livenne_06 Aval
Date	14/09/2021	09/09/2021
Météo	Beau temps	Nuageux
Hydrologie	Etiage	Etiage
Profondeur moyenne (m)	0,2	0,22
Largeur moyenne (m)	3,54	6,5
Longueur station	72,3	144
Surface échantillonnée (m ²)	256	936
T°C eau	18,0	18,6
pH	7,8	7,6
Conductivité (microS/cm)	370	320
Turbidité	Nulle	Nulle

Les conditions nécessaires à la réalisation d'inventaires piscicoles par pêche électrique dans de bonnes conditions étaient réunies au jour des inventaires. A savoir une hydrologie de basses eaux voire d'étiage, une turbidité nulle et une stabilité des débits sur la période, assurant un inventaire fiable et représentatif du peuplement piscicole en place.

3.1.1.2 Description des peuplements piscicoles

3.1.1.2.1 Analyse qualitative

3.1.1.2.1.1 Composition des peuplements piscicoles

Tableau 31 : Liste des espèces, avec leur effectif, capturées sur les stations de la Livenne.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Livenne_04 Amont	Livenne_06 Aval
Ablette	<i>Alburnus alburnus</i>		1
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	9	145
Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>		1
Chabot spp.	<i>Cottus spp.</i>	39	1
Chevaine	<i>Squalius cephalus</i>	5	36
Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		7
Flet	<i>Platichthys flesus</i>		2
Goujons spp.	<i>Gobio spp.</i>	40	127
Lampetra spp.	<i>Lampetra spp.</i>	16	425
Lamproie fluviatile	<i>Lampetra fluviatilis</i>		1

Lamproie de planer	<i>Lampetra planeri</i>		77
Lamproie non déterminée	<i>Lampetra spp. ou Petromyzon spp.</i>		253
Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i>	2	36
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>		4
Truite de rivière	<i>Salmo trutta fario</i>	1	
Vairon spp.	<i>Phoxinus spp.</i>	39	
Crabe chinois	<i>Eriocheir sinensis</i>		22
Ecrevisse de Louisiane	<i>Procambarus clarki</i>		4
Ecrevisse américaine	<i>Orconectes limosus</i>	4	
Gambusie	<i>Gambusia holbrooki</i>		7
Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>		13
Nombre d'individus TOTAL		155	1162
Nombre d'espèce TOTAL (sans espèces indéterminées*)		9	16
Nombre d'espèces piscicoles (sans espèces indéterminées)		8	14
Les espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques			

Figure 31 : Illustration des espèces les plus capturées sur la station : anguille, goujon, lamproie de planer.

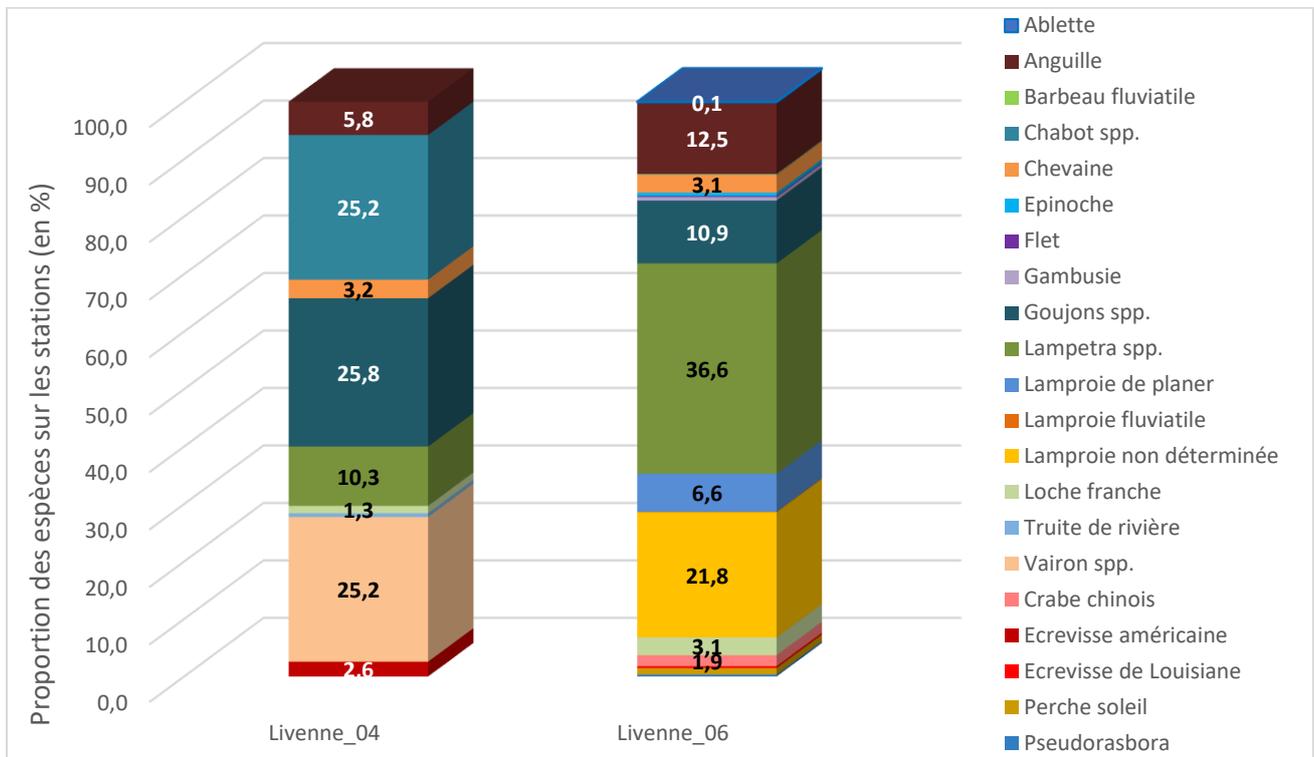


La station qui présente le plus d'individus capturés et la plus grande diversité d'espèces piscicoles est la station Livenne_06, située à l'aval du bassin versant. Ce constat est conforme à ce qui est fréquemment observé sur les cours d'eau, à savoir un réseau trophique plus développé à l'aval qu'à l'amont, avec des hauteurs d'eau et des largeurs mouillées croissantes de l'amont vers l'aval.

Les espèces repères de ce bassin versant appartiennent au « cyprinidés rhéophiles » (barbeau fluviatile, chevaine, goujon, toxostome, vairon, vandoise). La station Livenne_04, à l'amont, héberge 3 des 6 espèces repères et la station Livenne_06, à l'aval, en compte 4 sur 6. A noter que le toxostome et la vandoise n'ont pas été capturés sur les stations de ce bassin versant.

Au niveau de la station amont, les espèces les plus représentées dans le peuplement sont le chabot (25%), le goujons (26%) et le vairon (25%) (Figure 32). Le faible effectif des anguilles à l'amont, contrairement à l'aval, met en exergue un problème de continuité écologique sur le bassin versant. **Le peuplement de la station aval** est quant à lui dominé par la lamproie de planer, avec 30% du peuplement représenté par la lamproie de planer et 35% par des juvéniles de lamproie (*Lampetra spp.*) qui sont vraisemblablement en grande majorité des lamproies de planer. Notons l'absence du vairon à l'aval de la masse d'eau qui est pourtant présent sur la partie amont.

Figure 32 : Répartition des espèces dans le peuplement inventorié par pêche électrique sur les stations de la Livenne.



3.1.1.2.1.2 Indices de diversité

Tableau 32 : Indice de diversité sur les stations de la Livenne.

Indices de diversité	Livenne_04 Amont	Livenne_06 Aval
Indice de Shannon-Weaver (H')*	2,40	1,68
H max*	3,00	3,81
Indice d'équitabilité de Pielou (E)	0,80	0,44

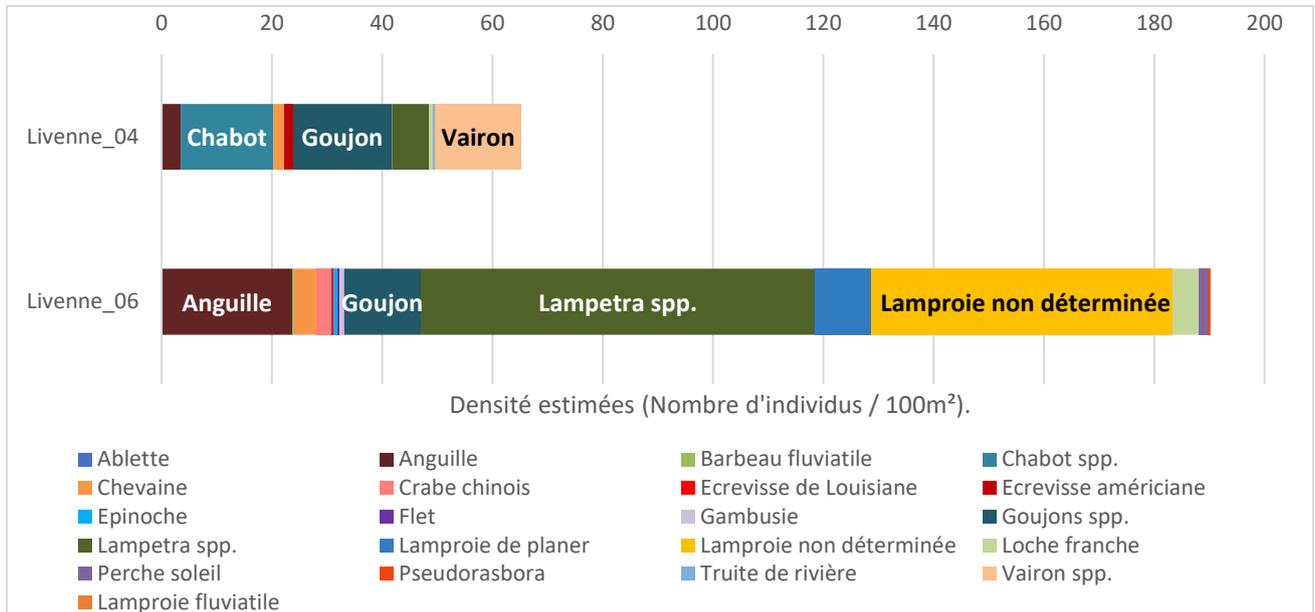
Sur la Livenne_04 à l'amont, le peuplement observé est plutôt diversifié et équilibré. Néanmoins ce dernier est tout de même dominé par trois espèces qui sont prédominantes, le chabot, le goujon, le vairon, expliquant un indice de Shannon-Weaver inférieur à 2,70.

A contrario, le peuplement de la Livenne_06, à l'aval, est peu diversifié et déséquilibré avec une forte prédominance (>58%) des larves de lamproies (Lamproies non déterminées + *Lampetra spp.*). La faible diversification du peuplement met en avant une certaine instabilité de celui-ci traduisant des conditions environnementales défavorables à l'installation d'un peuplement pérenne et structuré.

3.1.1.2.2 Analyse quantitative

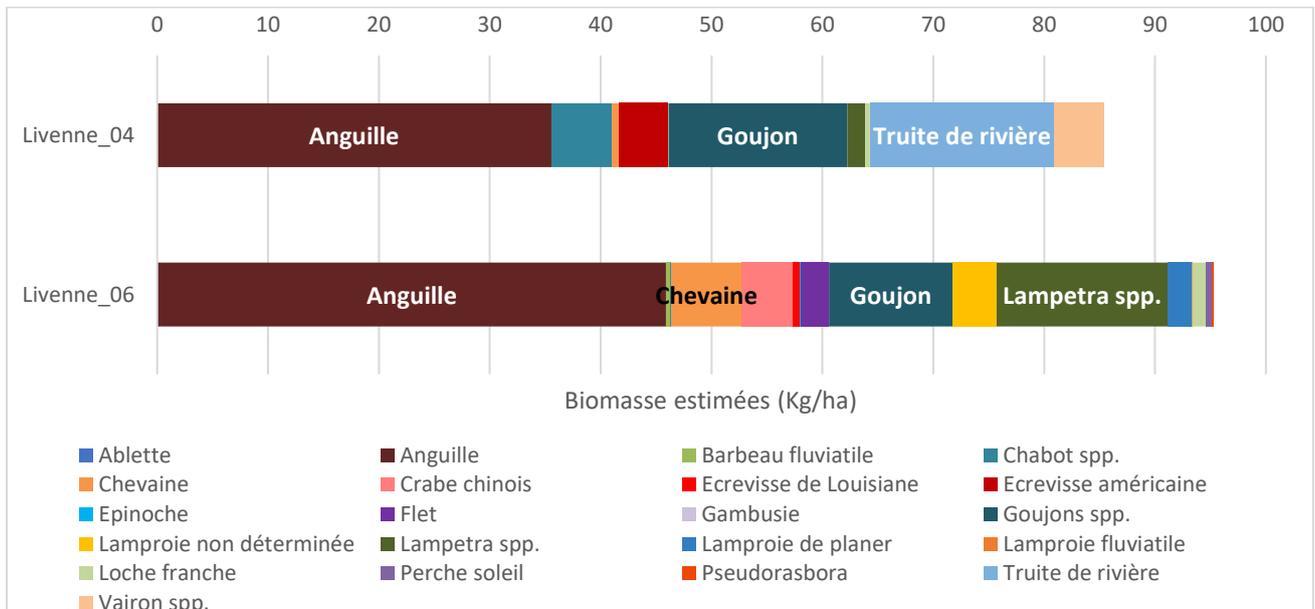
3.1.1.2.2.1 Densité et biomasse estimées

Figure 33 : Densité estimées totales (Nombre d'individus / 100m²) sur les stations de la Livenne.



Comme vu précédemment le peuplement de la station amont, **Livenne_04**, est dominé par 3 espèces, dont les densités estimées pour 100m² sont de : 17 pour le chabot, 18 pour le goujon et 16 pour le vairon. La station **Livenne_06**, à l'aval, est effectivement fortement dominée par les lamproies, dont les densités estimées pour 100m² sont de 71 pour les Lampetra spp. et 55 pour les lamproies non déterminées. Notons l'assez forte densité des anguilles qui est estimée à 24 individus pour 100m² sur la Livenne_06.

Figure 34 : Biomasses estimées totales (Kg/ha) sur les stations de la Livenne.



Au niveau des deux stations situées sur la Livenne, c'est l'Anguille qui présente la biomasse la plus élevée dans les peuplements. A l'amont on estime une biomasse d'anguille de 36 Kg/ha et à l'aval la biomasse estimée des anguilles est de 46Kg/ha.

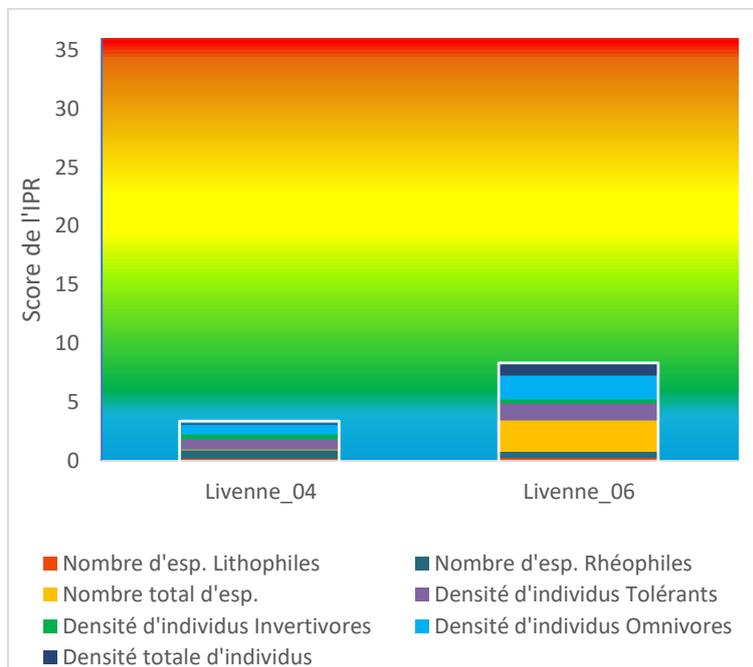
3.1.1.3 Indice Poisson Rivière

Tableau 33 : Scores des indices et des classes de qualité de l'IPR des stations de la campagne 2021.

Métriques de l'IPR	Livenne_04 Amont	Livenne_06 Aval
Nombre d'esp. Lithophiles	0,18	0,24
Nombre d'esp. Rhéophiles	0,73	0,51
Nombre total d'esp.	0,06	2,71
Densité d'individus Tolérants	0,84	1,44
Densité d'individus Invertivores	0,46	0,33
Densité d'individus Omnivores	0,8	2,03
Densité totale d'individus	0,11	0,95
Score IPR	3,19	8,21
Classe	Très bon	Bon

Sur la Livenne_04 l'IPR obtient un score de 3,19 reflétant la présence d'un peuplement conforme au peuplement de référence attendu sur cette station, tant en termes de répartition des espèces que d'équilibre de la chaîne trophique. La station Livenne_06 affiche un score de 8,21 correspondant à une situation qualifiée de bonne, avec un peuplement observé qui est assez proche du peuplement de référence attendu.

Figure 35 : Contribution des différentes métriques dans le calcul du score l'IPR



3.1.1.4 Evaluation de la qualité des habitats et de l'attractivité des stations

La détermination d'un Score Habitat (score d'attractivité du milieu) pour la faune piscicole nous permet d'expliquer une partie de la structure des peuplements observés en fonction des caractéristiques hydromorphologiques du cours d'eau.

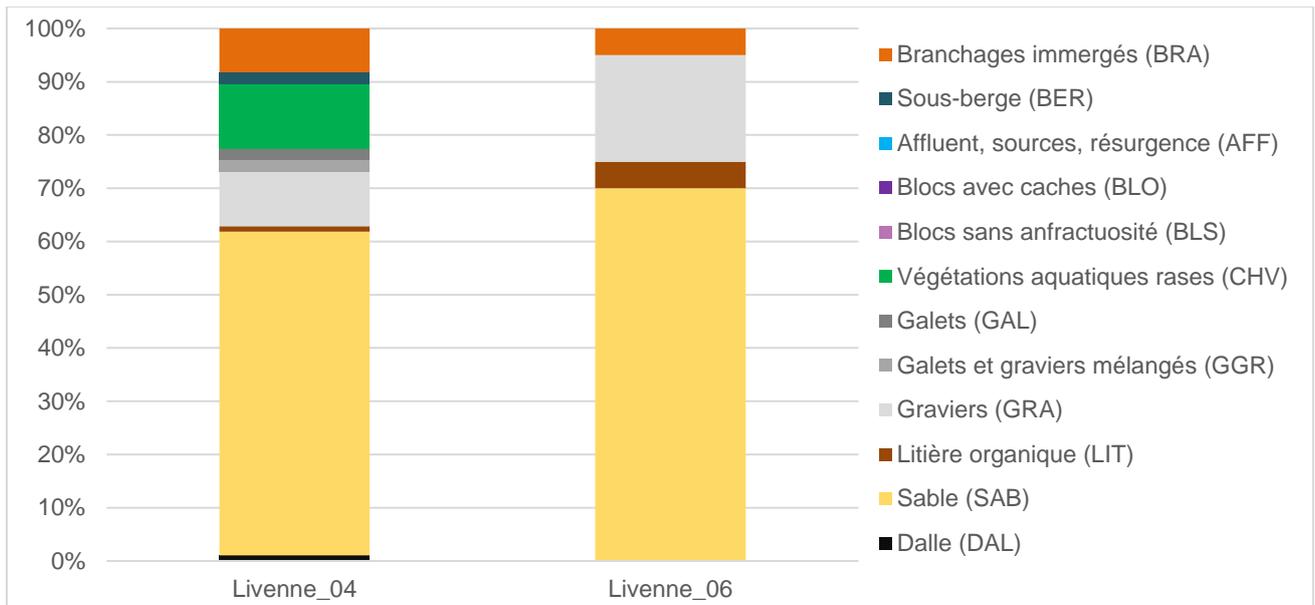
Ainsi sur la **station amont, Livenne_04**, la présence de substrats biogènes, dans des proportions non négligeables (BRA 8%, BER 2%, HEL 2%, GAL 2%, CHV 12%), rend le milieu plutôt attractif pour les poissons. De plus la station est caractérisée par une alternance de plats courants et de plats lenticules, marquée par de ponctuels radiers et mouilles (petites fosses). Par conséquent malgré une large dominance du sable (substrats très peu biogène), la présence de substrats biogènes et l'hétérogénéité des faciès d'écoulements permettent l'obtenir un Score Habitat de 1569, reflétant une bonne qualité de l'habitat. L'attractivité démontrée du milieu explique en partie le très bon IPR obtenu sur la station (IPR de 3,19, Très bon).

A contrario, la **station Livenne_06, à l'aval**, héberge peu de substrats biogènes (BRA 5%) et est largement dominée par des substrats minéraux (SAB 70% et GRA 20%), rendant le milieu peu attractif pour la faune piscicole. Notons aussi que la quasi-totalité du linéaire du cours d'eau est caractérisé par un faciès unique de plat courant. Cette homogénéité de substrat et de faciès d'écoulement se traduit par l'obtention d'un faible Score Habitat (362). Néanmoins malgré une attractivité très limitée du milieu on observe un peuplement conforme à ce qui est attendu, selon l'IPR calculé.

Tableau 34 : Répartition des substrats sur les stations de la Livenne, accompagné de leur score habitat.

Substrats	Attractivité piscicole	Livenne_04 Amont	Livenne_06 Aval
Branchages immergés et grosses racines (BRA)	100	8	5
Sous-berge (BER)	90	2	
Hydrophytes (HYI)	80		
Affluent, sources, résurgence (AFF)	70		
Blocs avec caches (BLO)	60		
Hélophytes (HEL)	40	2	
Blocs sans anfractuosités (BLS)	30		
Végétation aquatique rase, chevelu racinaire, bryophyte (CHV)	40	12	
Galets (GAL)	50	2	
Galets et graviers mélangés (GGR)	25	2	
Graviers (GRA)	20	10	20
Litière organique (LIT)	10	1	5
Éléments fins (FIN)	4	1	
Sable (SAB)	8	59	70
Dalle (DAL)	1	1	
Score d'attractivité de l'habitat		1569	362
Qualité de l'habitat		Bon	Faible

Figure 36 : Visualisation de la composition des substrats des stations de la campagne 2021.



3.1.2 Bassin versant de la Jalle de Castelnau

3.1.2.1 Conditions de pêches d'inventaire

Le Tableau 35 ci-dessous présente les caractéristiques principales de chaque station ainsi que les conditions d'inventaire :

Tableau 35 : Conditions des inventaires en pêche électrique sur les stations de la Jalle de Castelnau.

Paramètres	JCastelnau_01 Amont	JCastelnau_04 Aval	Cabaleyre_01 Affluent
Date	08/09/2021	29/09/2021	08/09/2021
Météo	Pluie	Nuageux	Pluie
Hydrologie	Etiage	Etiage	Etiage
Profondeur moyenne (m)	0,25	0,13	0,13
Largeur moyenne (m)	4,81	5,4	2,16
Longueur station	70	99	51
Surface échantillonnée (m ²)	337	535	100
T°C eau	16,6	15,7	22,8
pH	7,2	7,7	7,4
Conductivité (microS/cm)	410	550	350
Turbidité	Faible	Nulle	Moyenne

Les conditions environnementales étaient bonnes sur l'ensemble des stations pour assurer la réalisation d'inventaires piscicoles par pêche électrique, fiables et robustes.

3.1.2.2 Description des peuplements piscicoles

3.1.2.2.1 Analyse qualitative

3.1.2.2.1.1 Composition des peuplements piscicoles

Tableau 36 : Liste des espèces observées sur les stations de la Jalle de Castelnaud.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	JCastelnau_01 Amont	JCastelnau_04 Aval	Cabaleyre_01 Affluent
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	1	32	9
Black bass à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>			3
Brochet aquitain	<i>Esox aquitanicus</i>	6		
Cyprinidé indéterminé*	Espèce indéterminée		18	
Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		93	
Goujons spp.	<i>Gobio sp.</i>		19	
Lampetra spp.	<i>Lampetra spp.</i>	122	326	
Lamproie de planer	<i>Lampetra planeri</i>		63	
Lamproie non déterminée	<i>Lampetra ou Petromyzon</i>	1	79	
Perche commune	<i>Perca fluviatilis</i>			4
Vairon spp.	<i>Phoxinus spp.</i>	274	2	
Crabe chinois	<i>Eriocheir sinensis</i>		31	
Ecrevisse de Louisiane	<i>Procambarus clarki</i>	3	23	12
Gambusie	<i>Gambusia holbrooki</i>		90	
Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>			1
Nombre d'individus TOTAL		407	776	29
Nombre d'espèce TOTAL (sans espèces indéterminées)		5	8	5
Nombre d'espèces piscicoles (sans espèces indéterminées)		4	7	4
Les espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques				

Figure 37 : Illustration d'espèces capturées : brochet aquitain et vairon.



La station qui présente le plus d'individus capturés et la plus grande diversité d'espèces piscicoles est la station JCastelnau_04, située à l'aval du bassin versant (Tableau 36). En comparant les peuplements de l'amont et de l'aval, on constate une augmentation selon un gradient amont->aval du nombre d'individus capturés et de la diversité. Ce constat est conforme à ce qui est fréquemment observé sur les cours d'eau, à savoir un réseau

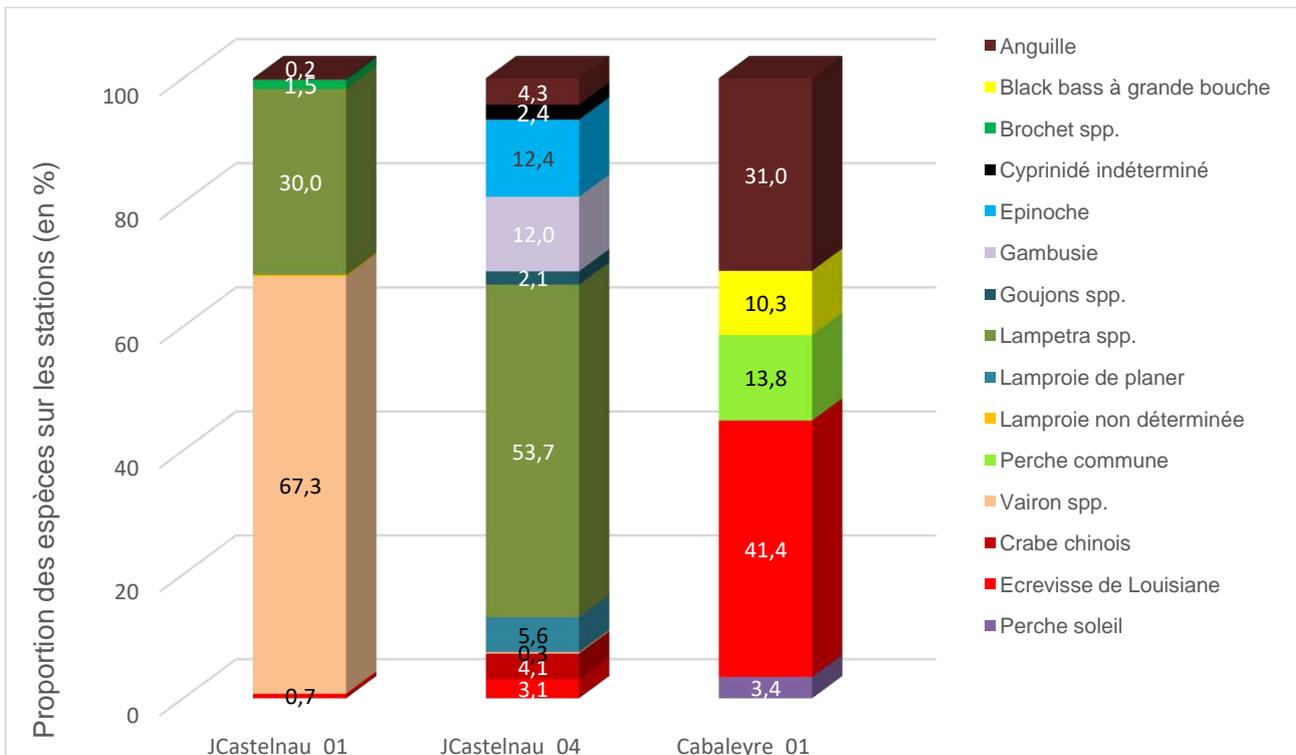
trophique plus développé à l’aval qu’à l’amont, avec des hauteurs d’eau et des largeurs mouillées croissantes de l’amont vers l’aval.

Les espèces repères de ce bassin versant appartiennent au peuplement landais (anguille, chabot, goujon, lamproie de planer, loche franche et vairon). La station JCastelnau_01 en héberge 2 sur 6 (mais probablement 3 sur 6, car les lamproies capturées étaient des juvéniles non transformés ne permettant pas l’identification à l’espèce). La station JCastelnau_04 en compte quant à elle 4 sur 6 et la station Cabaleyre_01 héberge seulement l’anguille en termes d’espèce repère. A noter que le chabot et la loche franche, espèces relativement sensibles, n’ont pas été capturés sur les stations de ce bassin versant.

Au niveau de la **station amont, JCastelnau_01**, les espèces les plus représentées dans le peuplement sont le vairon (67%) et les lamproies juvéniles du genre *Lampetra* spp. (30%). (Figure 32). Le très faible effectif des anguilles à l’amont (1 seul individu), contrairement à l’aval (32 individus), met en avant une problématique de continuité écologique sur le bassin versant. Ajoutons que 6 brochets aquitains (*Esox aquitanicus*) ont été capturés sur la station amont. **Le peuplement de la station aval** est quant à lui dominé par les lamproies juvéniles du genre *Lampetra* spp (54%). Notons l’absence du vairon sur la station aval alors qu’il est pourtant dominant sur la partie amont de la Jalle de Castelnau.

En ce qui concerne le **ruisseau de la Cabaleyre**, le peuplement échantillonné présente de grandes anomalies structurelles, tant en termes d’effectif que de diversité d’espèce. Seule l’anguille est une espèce attendue sur cette station. Au vu de la faune piscicole présente, il semble que cet affluent possède des caractéristiques défavorables (habitat et/ou qualité de l’eau) à l’installation d’un peuplement piscicole conforme et pérenne.

Figure 38 : Proportions et effectifs capturés sur les stations de la campagne 2021



3.1.2.2.1.2 Indices de diversité

Tableau 37 : indices de diversité calculés sur les stations inventoriées

Indices de diversité	JCastelnau_01	JCastelnau_04	Cabaleyre_01
Indice de Shannon-Weaver (H')*	1,01	1,52	1,66
H max*	2,00	2,58	2,00
Indice d'équitabilité de Pielou (E)	0,51	0,59	0,83

Le peuplement de la station JCastelnau_01 est dominé à 68% par les vairons, expliquant les faibles scores obtenus par les indices H' et E, et traduisant un peuplement pauvre en richesse spécifique et relativement instable. Effectivement la prédominance d'une seule espèce semble mettre en avant une certaine instabilité du milieu en lien avec les étiages répétés sur la partie amont du bassin versant.

Pour la JCastelnau_04 le peuplement observé est plutôt diversifié mais relativement déséquilibré du fait de la prédominance des lamproies (54% de *Lampetra spp.*) par rapport aux autres espèces.

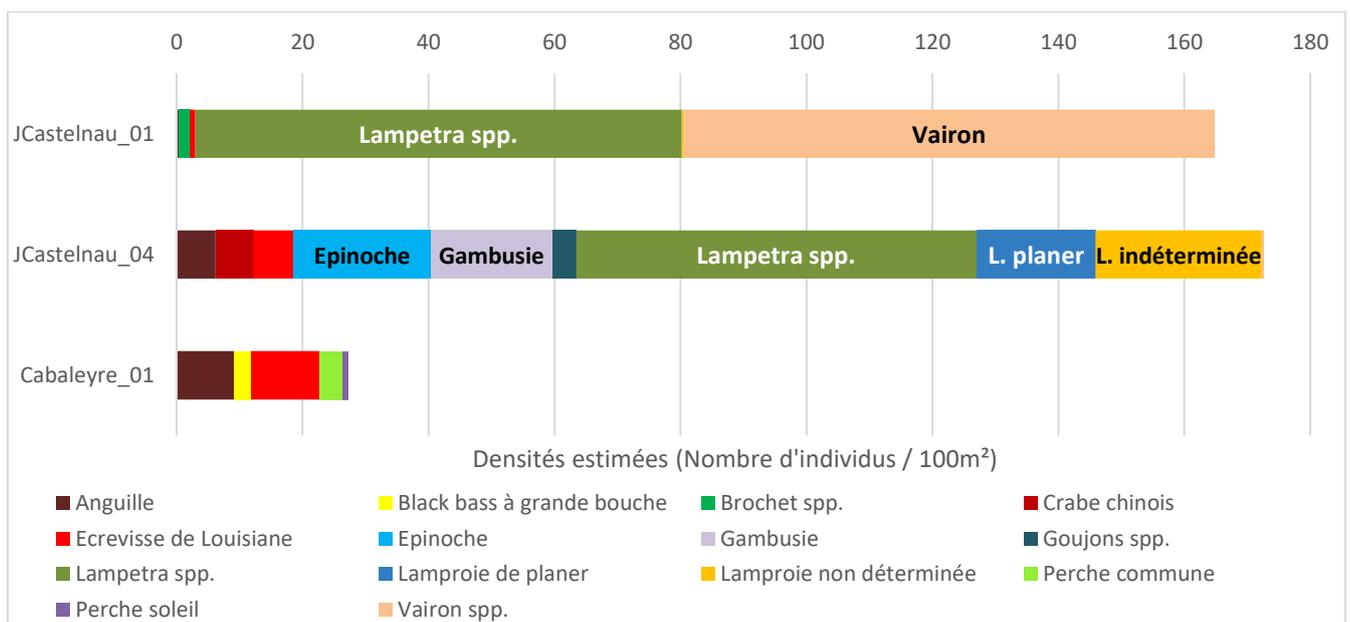
La station Cabaleyre_01 est la station qui affichent les meilleurs scores de H' et de E, traduisant un peuplement diversifié mais avec une certaine instabilité. Cependant au vu des espèces présentes et du très faible effectif capturés (17 poissons sur la station dont 9 anguilles), les indices précédemment calculés sont peu pertinents et ne reflètent pas les anomalies structurelles de ce peuplement.

Globalement les trois peuplements étudiés sont instables et déséquilibrés, semblant mettre en avant des problématiques environnementales défavorables à l'installation de peuplements pérennes et fonctionnels à l'échelle du bassin versant.

3.1.2.2.2 Analyse quantitative

3.1.2.2.2.1 Densité et biomasse estimées

Figure 39 : Densités estimées totales (Nombre d'individus / 100m²) sur les stations de la Jalle de Castelnau.



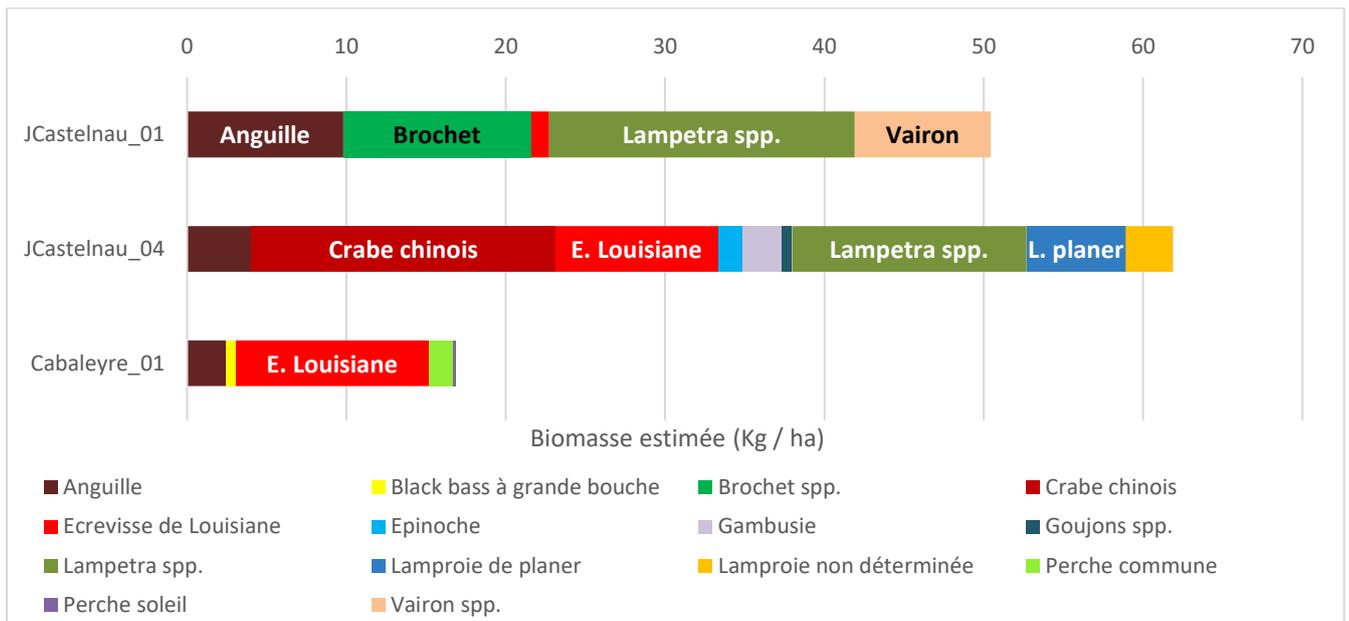
Comme vu précédemment le **peuplement de la station amont, JCastelnau_01**, est composé essentiellement par 2 espèces, dont les densités estimées pour 100m² sont de : 77 pour les Lampetra spp. et de 84 pour les vairons.

La station **JCastelnau_04**, à l'aval, est fortement dominée par les lamproies, effectivement on estime que les Lampetra spp. ont une densité de 64 individus pour 100m², les lamproies non déterminées de 26 individus/100m² et les lamproies de planer de 19 individus/100m². Rappelons que les Lampetra spp. et les lamproies non déterminées sont probablement essentiellement des juvéniles de lamproies de planer. Ainsi la densité des lamproies de planer approcherait potentiellement les 109 individus/100m².

Pour la station **Cabaleyre_01**, les densités estimées des espèces piscicoles sont de : 9 anguilles /100m², 4 perches communes /100m² et de 3 blacks bass/100m².

Globalement les biomasses d'anguilles sur ce bassin versant sont très préoccupantes, et bien au-dessous des valeurs qui devraient être présentes. La faiblesse des biomasses et des effectifs montrent que les populations présentes résultent de pressions environnementales très négatives.

Figure 40 : Biomasses estimées totales (Kg /ha) sur les stations de la Jalle de Castelnau.



3.1.2.3 Indice Poisson Rivière

Tableau 38 : Scores des indices et des classes de qualité de l'IPR des stations de la Jalle de Castelnau.

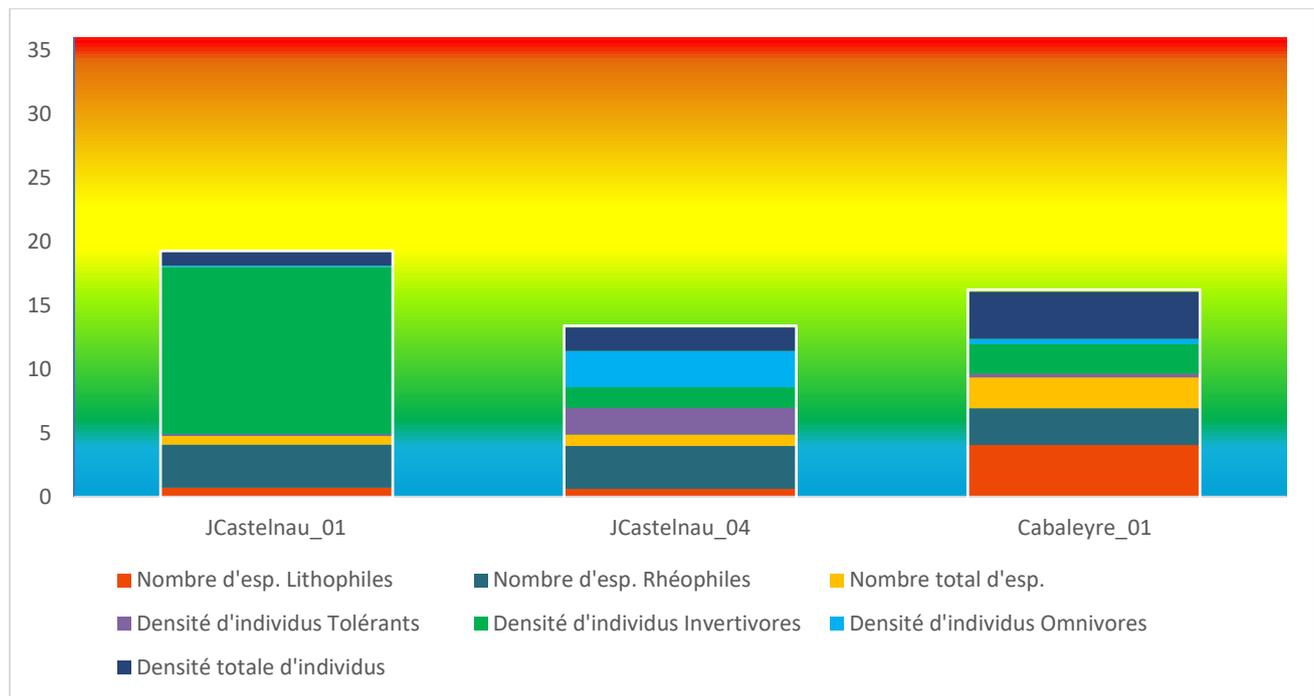
Métriques de l'IPR	JCastelnau_01 Amont	JCastelnau_04 Aval	Cabaleyre_01 Affluent
Nombre d'esp. Lithophiles	0,71	0,61	4,05
Nombre d'esp. Rhéophiles	3,36	3,32	2,88
Nombre total d'esp.	0,7	0,84	2,42
Densité d'individus Tolérants	0,16	2,67	0,32

Densité d'individus Invertivores	13,06	1,64	2,29
Densité d'individus Omnivores	0,12	3,69	0,44
Densité totale d'individus	1,1	0,13	3,66
IPR	19,21	12,9	16,06
Classe	Moyen	Bon	Moyen

* **en rouge** : les métriques les plus pénalisantes de l'IPR

Sur la JCastelnau_01, à l'amont du bassin versant, l'IPR obtient un score de 19,21 reflétant un état moyen de la structure du peuplement par rapport au peuplement attendu. Ce score s'explique essentiellement par la sur-représentation des effectifs des organismes invertivores (vairon) sur la station. La station JCastelnau_04 affiche quant à elle un score de 12,9 correspondant à une situation qualifiée de bonne, avec un peuplement observé qui est assez proche du peuplement de référence attendu. Sur la station aval les deux métriques les plus pénalisantes de l'indice sont la densité d'individus omnivores (sur-représentée) et le nombre d'espèces rhéophiles (sous-représenté). Au niveau de la station Cabaleyre_01 l'IPR obtient le score de 16,06, mettant en avant la présence d'une altération de la structure du peuplement. Notons que les métriques les plus pénalisantes mettent en évidence des problèmes de représentation des espèces rhéophiles (comme les chevaines et les vandoises) et de densité générale du peuplement.

Figure 41 : Représentation de l'impact des différentes métriques sur le score de l'IPR



3.1.2.4 Evaluation de la qualité des habitats et de l'attractivité des stations

La détermination d'un Score Habitat ou d'un score d'attractivité du milieu pour la faune piscicole nous permet d'expliquer en partie la structure des peuplements observés en fonction des caractéristiques hydromorphologiques du cours d'eau.

Ainsi sur la station amont, JCastelnaud_01, la présence de substrats biogènes dans des proportions non négligeables (BRA 5%, AFF 2%, BLS 5%, GAL 30%, CHV 2%) rend le milieu attractif pour la faune piscicole. De plus la station est caractérisée par une alternance de plats courants et de plats lenticques, marquée par de ponctuelles mouilles (petites fosses). Ainsi malgré la dominance (47%) du mélange de galets/graviers (substrats assez peu biogène), la présence de substrats biogènes et l'hétérogénéité des faciès d'écoulements permettent d'obtenir un Score Habitat de 2604, reflétant une très bonne du milieu, favorable à l'installation d'un peuplement riche et diversifié. Cependant la station amont obtient un IPR moyen (19,21), il semble donc que des problèmes de qualité d'eau ou d'hydrologie (étiage) en soient responsables.

A contrario, la station JCastelnaud_04, à l'aval, n'héberge que peu de substrats biogènes (BRA 2%, CHV 2%) et est largement dominée par des substrats minéraux (SAB 86% et GRA 5%), rendant le milieu peu attractif pour la faune piscicole. Notons aussi que la quasi-totalité du linéaire du cours d'eau est caractérisé par un faciès unique de plat lenticque. Cette homogénéité de substrat et de faciès d'écoulement se traduit par un faible Score Habitat (335). Néanmoins malgré une attractivité très limitée du milieu on observe un peuplement conforme à ce qui est attendu sur cette station.

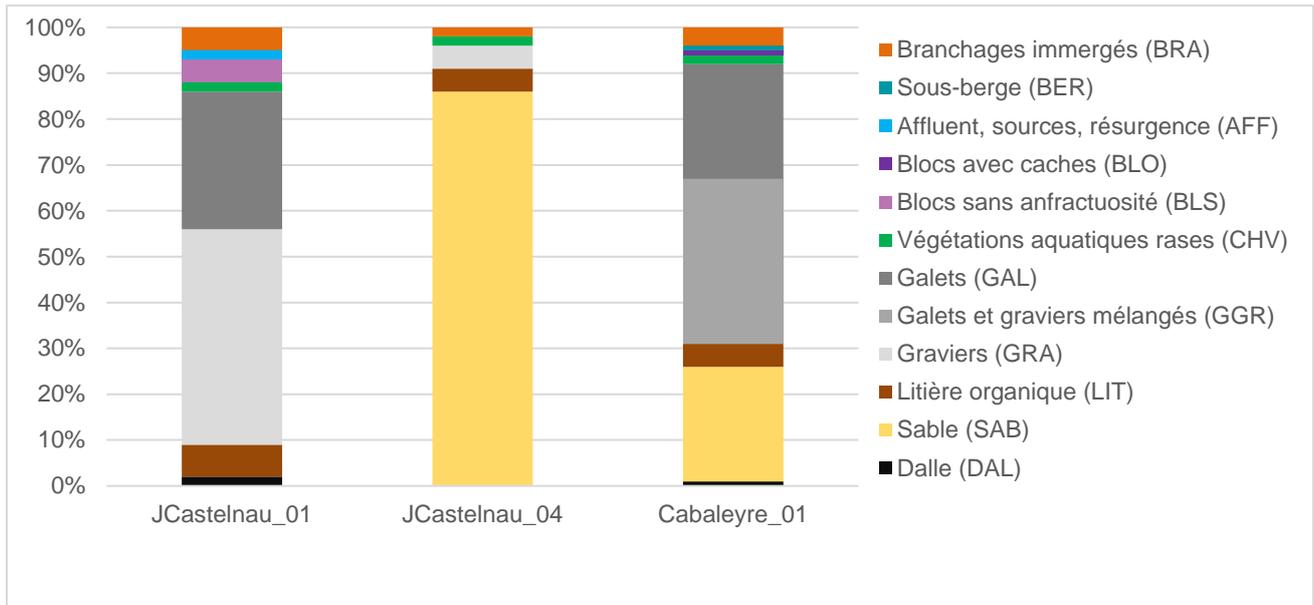
La station située sur le cours d'eau de la Cabaleyre obtient un score habitat de 2637, jugé bon, qui s'explique par la présence de substrat biogènes (BRA 4%, BER 1%, GAL 25%, CHV 2%) et par une alternance de plats courants et de plats lenticques, marquée par quelques radiers. Ces caractéristiques hydromorphologiques sont tout à fait favorables à l'installation d'un peuplement piscicole structuré. Cependant au regard du score de l'IPR (16,06), d'autres facteurs limitent l'installation de la faune piscicole, comme la qualité de l'eau ou l'hydrologie limitante (étiages sévères et/ou répétés).

Tableau 39 : Détail de la composition des substrats et score de l'IAM des stations de la Jalle de Castelnaud.

Substrats	Attractivité piscicole	JCastelnaud_01	JCastelnaud_04	Cabaleyre_01
Branchages immergés et grosses racines (BRA)	100	5	2	4
Sous-berges (BER)	90			1
Hydrophytes (HYI)	80			
Affluent, sources, résurgence (AFF)	70	2		
Blocs avec caches (BLO)	60			1
Hélophytes (HEL)	40			
Blocs sans anfractuosités (BLS)	30	5		
Végétation aquatique rase, chevelu racinaire, bryophyte (CHV)	40	2	2	2
Galets (GAL)	50	30		25
Galets et graviers mélangés (GGR)	25	47		36
Graviers (GRA)	20		5	
Litière organique (LIT)	10	7	5	5

Éléments fins (FIN)	4			
Sable (SAB)	8		86	25
Dalle (DAL)	1	2		1
Score de l'attractivité de l'habitat		2604	335	1637
Qualité de l'habitat		Très bon	Faible	Bon

Figure 42 : Visualisation de la composition des substrats des stations de la Jalle de Castelnaud.



3.1.3 Bassin versant du Chenal du Gua

3.1.3.1 Conditions de pêches d'inventaire

Tableau 40 : Conditions des inventaires en pêche électrique sur les stations du Chenal du Gua.

Paramètres	GUA_13 Amont	GUA_08 Aval
Date	07/06/2022	31/05/2022
Météo	Beau temps	Beau temps
Hydrologie	Etiage	Etiage
Profondeur moyenne (m)	0,12	0,45
Largeur moyenne (m)	4,3	10,0
Longueur station	60	-
Nombre de points	-	75
Surface échantillonnée (m²)	258	532
T°C eau	16,5	19,9
pH	6,45	6,6
Conductivité (microS/cm)	440	540
Turbidité	Faible	Forte

Les conditions nécessaires à la réalisation d'inventaires piscicoles par pêche électrique dans de bonnes conditions étaient parfaitement réunies sur la GUA_13 (amont). Notons que l'inventaire par points sur la

station GUA_08 (aval) a été réalisé avec une eau très turbide. L'échantillonnage en eau turbide diminue l'efficacité de capture et peut biaiser la représentativité du peuplement. Cependant l'aval du Chenal du Gua est resté turbide pendant toute la période d'inventaire, nous obligeant à réaliser l'inventaire piscicole dans des conditions non-optimales.

3.1.3.2 Description des peuplements piscicoles

3.1.3.2.1 Analyse qualitative

3.1.3.2.1.1 Composition des peuplements piscicoles

Tableau 41 : Liste des espèces, avec leur effectif, capturées sur les stations du chenal du Gua.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	GUA_13 Amont	GUA_08 Aval
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	40	29
Brème bordelière	<i>Blicca bjoerkna</i>		4
Brochet Aquitain	<i>Esox aquitanicus</i>	1	
Brochet spp.	<i>Esox spp.</i>	5	7
Carassin doré	<i>Carassius gibelio</i>		20
Carpe Commune	<i>Cyprinus carpio</i>		10
Cyprinidé indéterminé	Espèce indéterminée		185
Gardons	<i>Rutilus rutilus</i>	30	19
Goujons spp.	<i>Gobio sp.</i>	22	
Mulet porc	<i>Liza ramada</i>		116
Perche commune	<i>Perca fluviatilis</i>		19
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	1	
Ecrevisse de Louisiane	<i>Procambarus clarki</i>	7	9
Ecrevisse américaine	<i>Orconectes limosus</i>	3	
Gambusie orientale	<i>Gambusia holbrooki</i>		71
Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	19	21
Poisson chat	<i>Ameiurus melas</i>		76
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>		18
Nombre d'individus TOTAL		128	604
Nombre d'espèce TOTAL (sans espèces indéterminées*)		8	13
Nombre d'espèces piscicoles (sans espèces indéterminées)		6	12
Les espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques			

Figure 43 : Illustration d'espèces capturées : gardon, brochet aquitain et perche commune.



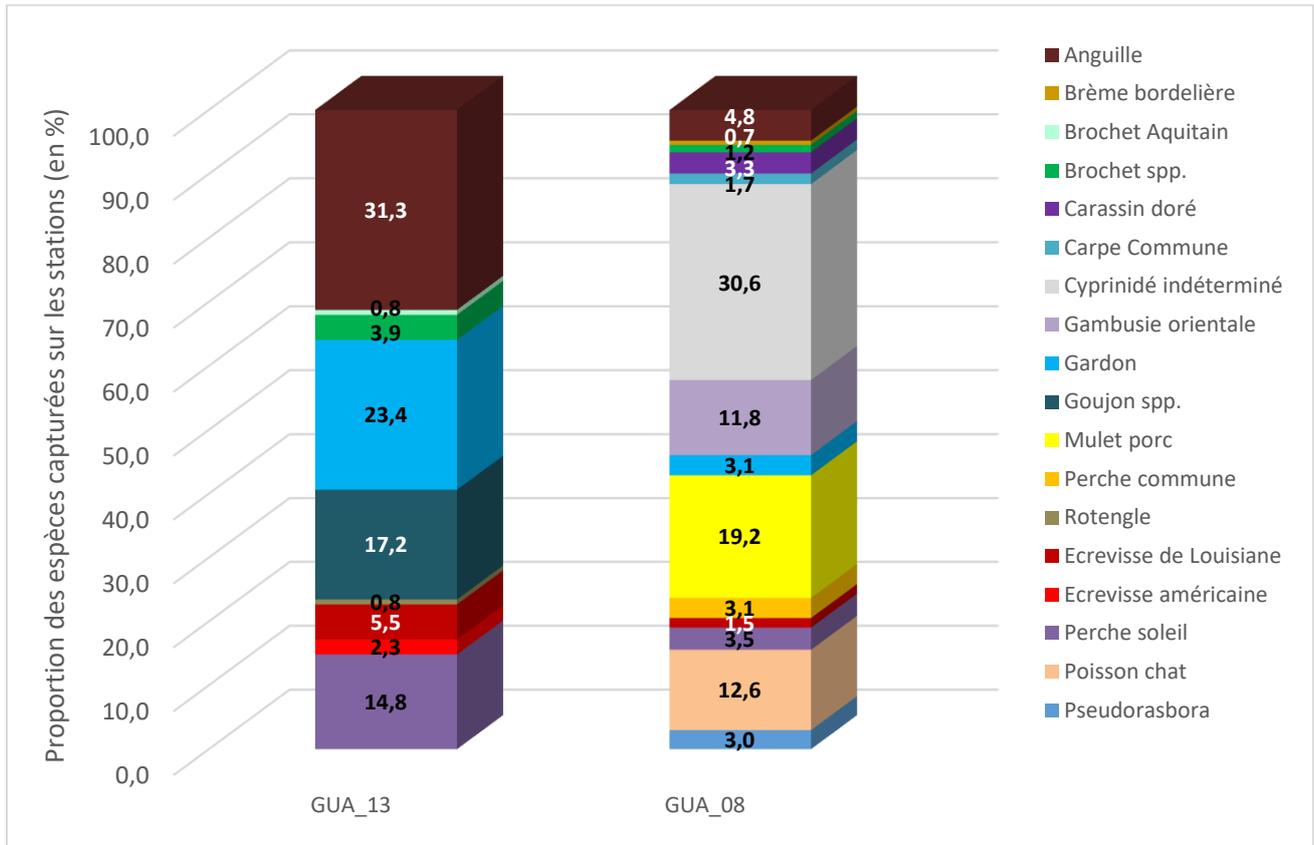
La station qui présente le plus d'individus capturés et la plus grande diversité d'espèces piscicoles est la station GUA_08, située à l'aval du bassin versant. Ce constat s'explique en partie par les différences hydromorphologiques entre l'amont et l'aval du cours d'eau. Effectivement la largeur mouillée passe de 4,3m à l'amont à 10m à l'aval et la profondeur passe de 12cm et 45cm. De plus le réseau trophique d'un cours d'eau s'étoffe et se complexifie théoriquement de l'amont vers l'aval.

Les espèces repères de ce bassin versant appartiennent au « domaine cyprinicole » (espèces repères : perche, brochet, bouvière, gardon, carpe commune, grémille, ablette, sandre, perche soleil). La station GUA_13, à l'amont, héberge 3 des 9 espèces repères et la station GUA_08, à l'aval, en compte 5 sur 9. A noter que l'ablette, la bouvière, la grémille, et le sandre, n'ont pas été capturés sur les stations de ce bassin versant.

Plus précisément au niveau de **la station amont, GUA_13**, les espèces les plus représentées dans le peuplement en termes d'effectif sont l'anguille (31%) et le gardon (23%). Sur cette station 6 brochets ont été capturés, 5 sont des juvéniles de l'année (de 6 à 11cm) classés en brochets spp., et 1 brochet plus âgé (22cm) a pu être déterminé en brochet aquitain. Notons qu'il est fortement probable que l'ensemble des brochets de la station soient des brochets aquitains.

La station GUA_08, à l'aval, héberge quant à elle un peuplement bien différent de la station amont. Tout d'abord, en termes d'effectif, le peuplement est fortement dominé par les alevins de cyprinidés indéterminés et les alevins de mulets porcs. Notons que sur les 116 mulets porcs capturés, 5 sont des adultes (de 31 à 48 cm) et 111 sont des alevins (de 3 à 5 cm). En mettant de côté l'effectif des alevins, le peuplement est plutôt dominé par les poissons chats et les gambusies en termes d'effectif. Rappelons que la présence du mulot n'est pas liée à une salinisation de l'eau, mais au fait que le mulot s'adapte très bien à l'eau douce continentale.

Figure 44 : Répartition des espèces dans le peuplement inventorié par pêche électrique sur les stations du Chenal du Gua.



3.1.3.2.1.2 Indices de diversité

Tableau 42 : Indice de diversité sur les stations du chenal du Gua.

Indices de diversité	GUA_13 Amont	GUA_08 Aval
Indice de Shannon-Weaver (H')*	2,18	3,01
H max*	2,58	3,58
Indice d'équitabilité de Piélu (E)	0,84	0,84

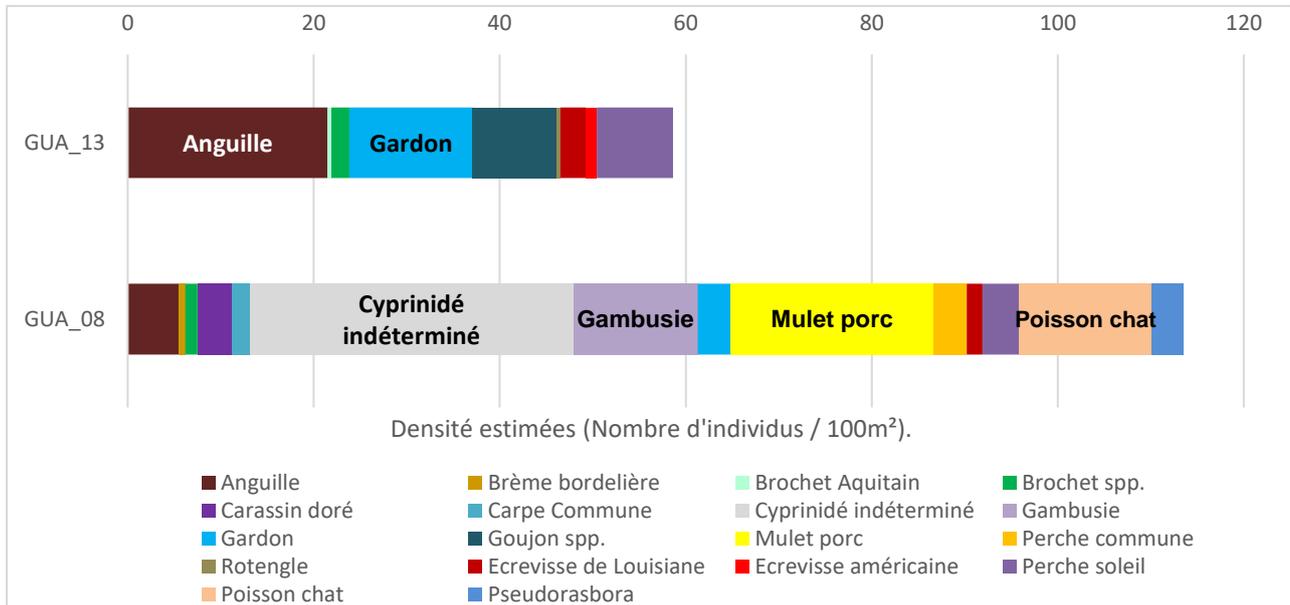
Sur le **GUA_13** le peuplement observé est plutôt diversifié mais moyennement équilibré. Effectivement le peuplement échantillonné est dominé par deux espèces, les anguilles et les gardons représentent 55% de l'effectif capturé, expliquant un indice de Shannon-Weaver inférieur à 2,70. Notons que comme la station n'héberge que 6 espèces piscicoles distinctes, elle ne peut pas d'obtenir un H' supérieur à 2,58. L'indice d'équitabilité de Piélu confirme la présence d'un peuplement plutôt diversifié. Globalement, la structure du peuplement traduit une certaine instabilité de celui-ci mettant en avant des conditions environnementales défavorables à l'installation d'un peuplement stable et plus riche en termes d'espèces piscicoles.

Pour la station **GUA_08**, à l'aval, on obtient un H' supérieur à 2,70, indiquant la présence d'un peuplement diversifié, stable, avec une chaîne trophique plutôt équilibrée. Notons que les alevins de cyprinidés indéterminés ne sont pas pris en compte dans le calcul des indices de diversité. L'indice d'équitabilité de Piélu confirme la présence d'un peuplement diversifié. Les indices de diversité semblent mettre en évidence une certaine stabilité des conditions environnementales favorable à l'installation d'un peuplement pérenne et structuré.

3.1.3.2.2 Analyse quantitative

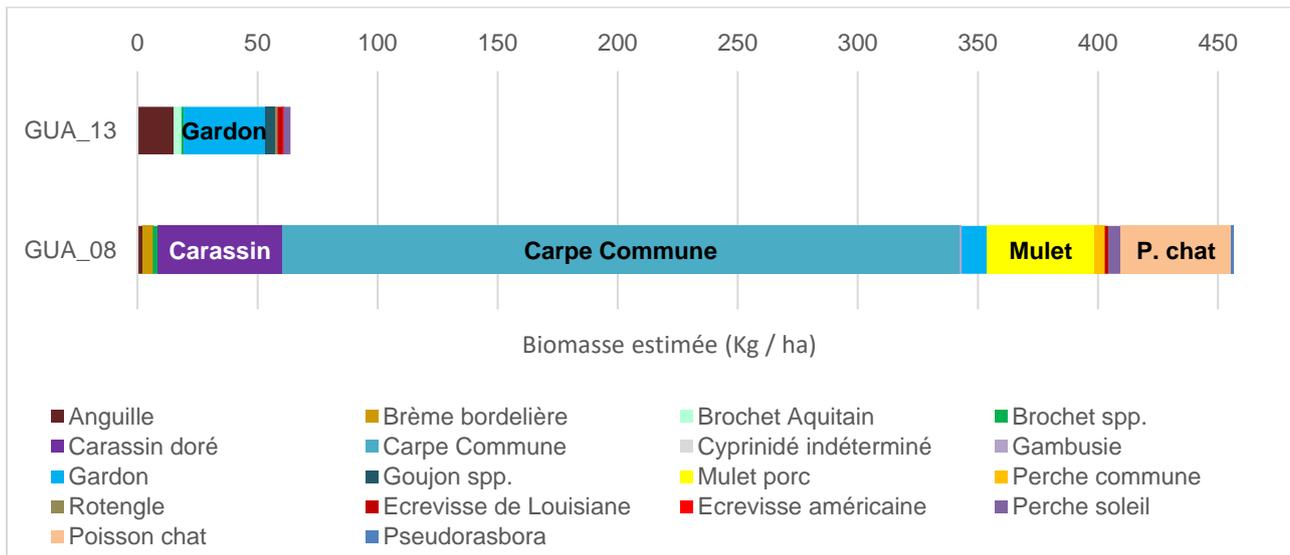
3.1.3.2.2.1 Densité et biomasse estimées

Figure 45 : Densité estimées totales (Nombre d'individus / 100m²) sur les stations du Chenal du Gua.



Comme vu précédemment le peuplement de **la station amont, GUA_13**, est dominé par 2 espèces, dont les densités estimées pour 100m² sont de : 22 pour l'anguille et 13 pour le goujon. **La station GUA_08, à l'aval**, est quant à elle dominée en termes de densités estimées par quatre espèces, avec 35 alevins de cyprinidés indéterminés, 22 mullets porcs, 14 poissons chats et 13 gambusies orientales pour 100m².

Figure 46 : Biomasses estimées totales (Kg / ha) sur les stations du Chenal du Gua.



En termes de biomasse, **la station GUA_13** est fortement dominée par les gardons avec 34 Kg/ha pour une biomasse totale, toutes espèces confondues, de 68 Kg/ha. Sur **la station GUA_08**, la carpe représente 62% de la biomasse totale estimée du peuplement. Globalement on retrouve 7 fois plus de biomasse à l'hectare sur la station aval que sur l'amont.

3.1.3.3 Indice Poisson Rivière

L'indice poisson rivière ne peut pas être calculé sur les stations de Chenal du Gua, car ce cours d'eau ne répond pas aux critères d'application de l'indice. En effet le Chenal du Gua est un réseau de drainage de marais, cette typologie de cours d'eau est une condition particulière qui exclue le calcul de l'IPR sur cette masse d'eau.

3.1.3.4 Evaluation de la qualité des habitats et de l'attractivité des stations

Les stations du Chenal du Gua affichent des scores d'attractivité de l'habitat faible dû fait de la faible représentativité des substrats biogènes, et de l'homogénéité des faciès d'écoulement et des hauteurs d'eau.

Effectivement sur la station GUA_13 le sable, substrat très peu attractif pour la faune piscicole, représente 73% du recouvrement du lit mouillé. Par conséquent la station présente que peu d'habitats biogènes pour les poissons (BRA 3%, BER 1%, HEL 2%, CHV 16%). De plus la très faible hauteur d'eau observée sur l'intégralité de la station et les faibles vitesses d'écoulements sont plutôt défavorables à l'installation d'un peuplement piscicole riche et diversifié.

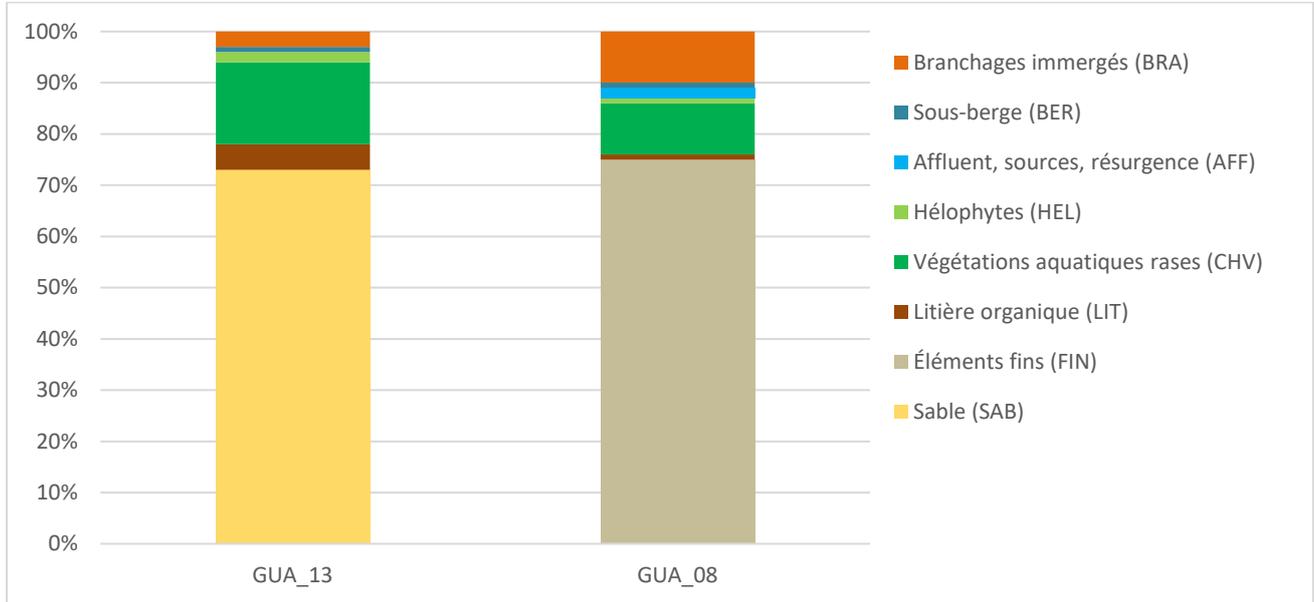
La station GUA_08 est un chenal rectiligne quasi-intégralement recouvert d'éléments fins (mélange de vase et de limon), avec une hauteur d'eau homogène sur la station et une vitesse d'écoulement presque nul (< 1cm/s). La majorité des substrats biogènes correspondent aux systèmes racinaires de la ripisylve qui sont bien développés en berges et les quelques embâcles présents sur la station. Notons aussi la présence de quelques substrats attractifs pour la faune piscicole présent de façon très marginal (BER 1%, AFF 2%, HEL 1%).

Tableau 43 : Détail de la composition des substrats et score d'attractivité de l'habitat des stations du Chenal du Gua.

Substrats	Attractivité piscicole	GUA_13 Amont	GUA_08 Aval
Branchages immergés et grosses racines (BRA)	100	3	10
Sous-berges (BER)	90	1	1
Hydrophytes (HYI)	80		
Affluent, sources, résurgence (AFF)	70		2
Blocs avec caches (BLO)	60		
Hélophytes (HEL)	40	2	1
Blocs sans anfractuosités (BLS)	30		
Végétation aquatique rase, chevelu racinaire, bryophyte (CHV)	40	16	10
Galets (GAL)	50		
Galets et graviers mélangés (GGR)	25		
Graviers (GRA)	20		
Litière organique (LIT)	10	5	1
Sable (SAB)	8	73	
Éléments fins (FIN)	4		75

Dalle (DAL)	1		
Score d'attractivité de l'habitat		314	277
Qualité de l'habitat		Faible	Faible

Figure 47 : Visualisation de la composition des substrats des stations du Chenal du Gua.



3.1.4 Bassin versant du Chenal du Guy

3.1.4.1 Conditions des pêches d'inventaire

Tableau 44 : Conditions des inventaires en pêche électrique sur les stations du Chenal du Guy.

Paramètres	BERNEDE_01	CHGUY_03
Date	27/06/2022	27/06/2022
Météo	Beau temps	Beau temps
Hydrologie	Etiage	Etiage
Profondeur moyenne (m)	0,07	0,13
Largeur moyenne (m)	2,57	4,38
Longueur station (m)	48	42
Surface échantillonnée (m ²)	124	182
T°C eau	13,7	15,8
pH	7,6	7,9
Conductivité (microS/cm)	450	600
Turbidité	Nulle	Faible

Les conditions d'intervention étaient bonnes sur l'ensemble des stations pour assurer la réalisation d'inventaires piscicoles par pêche électrique, fiables et robustes.

3.1.4.2 Description des peuplements piscicoles

3.1.4.2.1 Analyse qualitative

3.1.4.2.1.1 Composition des peuplements piscicoles

Tableau 45 : Liste des espèces observées sur les stations du Chenal du Guy.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	BERNDE_01 Amont	CHGUY_03 Aval
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	4	20
Brochet spp.	<i>Esox spp.</i>	2	5
Brochet aquitain	<i>Esox aquitanicus</i>		2
Chevaîne	<i>Squalius cephalus</i>		1
Épinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		59
Épinochette spp.	<i>Pungitius spp.</i>		4
Lampetra spp.	<i>Lampetra spp.</i>	5	14
Ecrevisse de Louisiane	<i>Procambarus clarki</i>	1	2
Gambusie orientale	<i>Gambusia holbrooki</i>		1
Nombre d'individus TOTAL		12	108
Nombre d'espèce TOTAL		4	8
Nombre d'espèces piscicoles		3	7

Les espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques - Article R432-5.

Figure 48 : Illustration d'espèces capturées : brochet spp et épinoche.



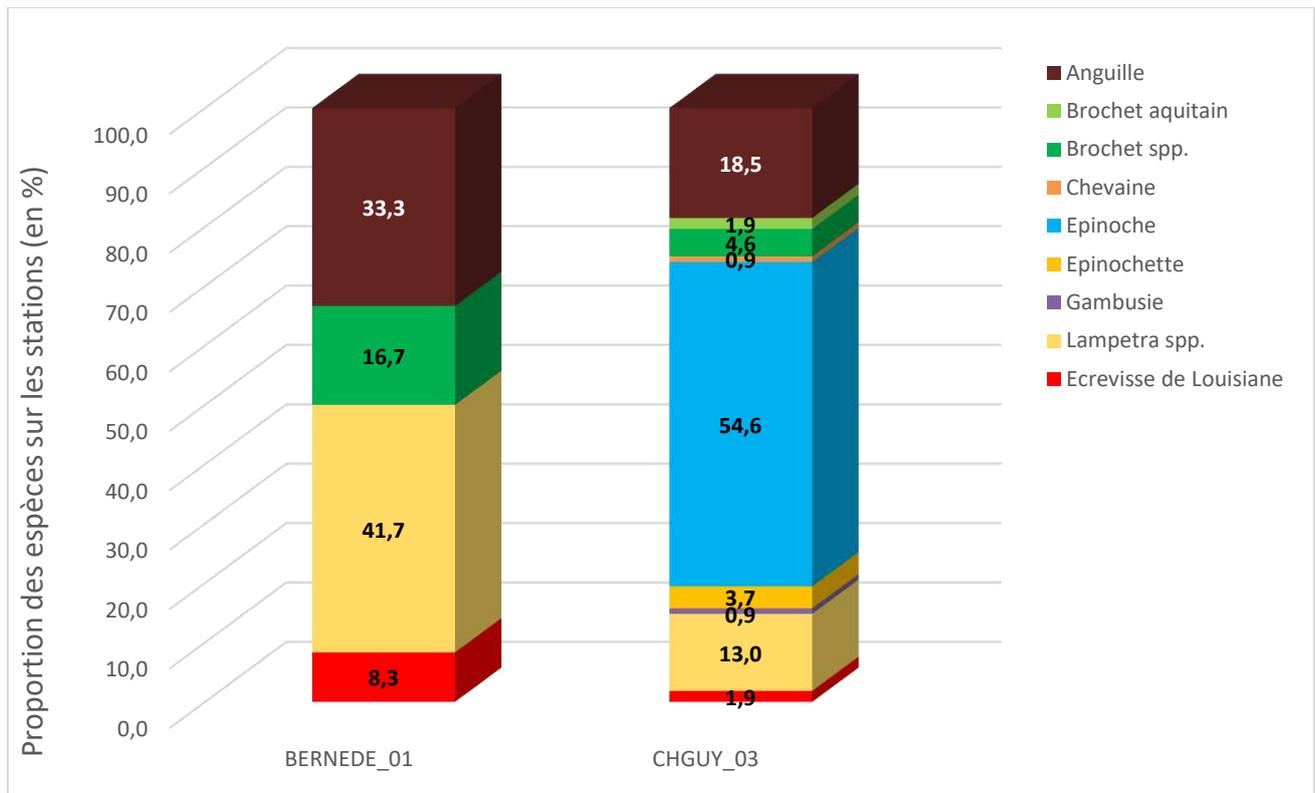
La station qui présente le plus d'individus capturés et la plus grande diversité d'espèces piscicole est **la station CHGUY_03, située à l'aval** du bassin versant, avec 106 poissons appartenant à 7 espèces. Ce résultat s'explique en grande partie par les différences hydromorphologiques entre l'amont et l'aval, à savoir une largeur mouillée moyenne qui passe de 2,57m à 4,38m et une profondeur moyenne passant de 7 à 13 cm.

Les espèces repères de ce bassin versant appartiennent au « domaine : cyprinicole - espèce repère : brochet » (perche, brochet, bouvière, gardon, carpe commune, grémille, ablette, sandre, perche soleil). **Les stations BERNEDE_01 et CHGUY_03** hébergent une seule espèce repère dans leur peuplement, il s'agit du brochet. Sur les brochets capturés sur le bassin versant du Chenal du Guy, 7 ont été renseignés en brochets spp. et 2 en brochet aquitain. En effet les critères morphologiques entre le brochet commun et le brochet aquitain sont difficiles à appréhender sur les jeunes individus. Néanmoins, deux brochets plus âgés (20 et 22cm) ont permis d'observer un des critères de détermination (museau bien plus court que la distance post orbitaire), et de les

identifier en brochet aquitain. Il est donc fortement probable que l'ensemble des brochets renseignés en indéterminés soit des brochets aquitains.

Au niveau de la station amont, BERNEDE_01, très peu d'individus ont été capturés, ce qui est probablement dû en partie à une faible capacité d'accueil de la station pour la faune piscicole, mais aussi à la situation d'étiage très marquée (7cm d'eau en moyenne sur la station). Le peuplement échantillonné est dominé par les lamproies (41,7%) et les anguilles (33,3%). La présence d'anguille dans la partie amont du bassin versant témoigne de la continuité écologique entre l'amont et l'aval, à minima pour l'anguille. Le peuplement de la station CHGUY_03 est quant à lui fortement dominé par les épinoches (54,6%), mais on retrouve aussi les anguilles (18,5) et les lamproies (13%) en espèces accompagnatrice bien représentées.

Figure 49 : Répartition des espèces dans le peuplement inventorié par pêche électrique sur les stations du Chenal du Guy.



3.1.4.2.1.2 Indices de diversité

Tableau 46 : Indice de diversité sur les stations du Chenal du Guy.

	BERNEDE_01 Amont	CHGUY_03 Aval
Indice de Shannon-Weaver (H')*	1,49	1,87
H max*	1,58	2,81
Indice d'équitabilité de Piélou (E)	0,94	0,67

Le faible score de l'indice de Shannon-Weaver obtenu sur les deux stations du Chenal du Guy s'explique par une faible diversité spécifique et par la prédominance d'une ou de deux espèces dans les peuplements observés. De plus notons que le H max affiché par la station BERNEDE_01 n'atteint pas le seuil de 2,70 qui

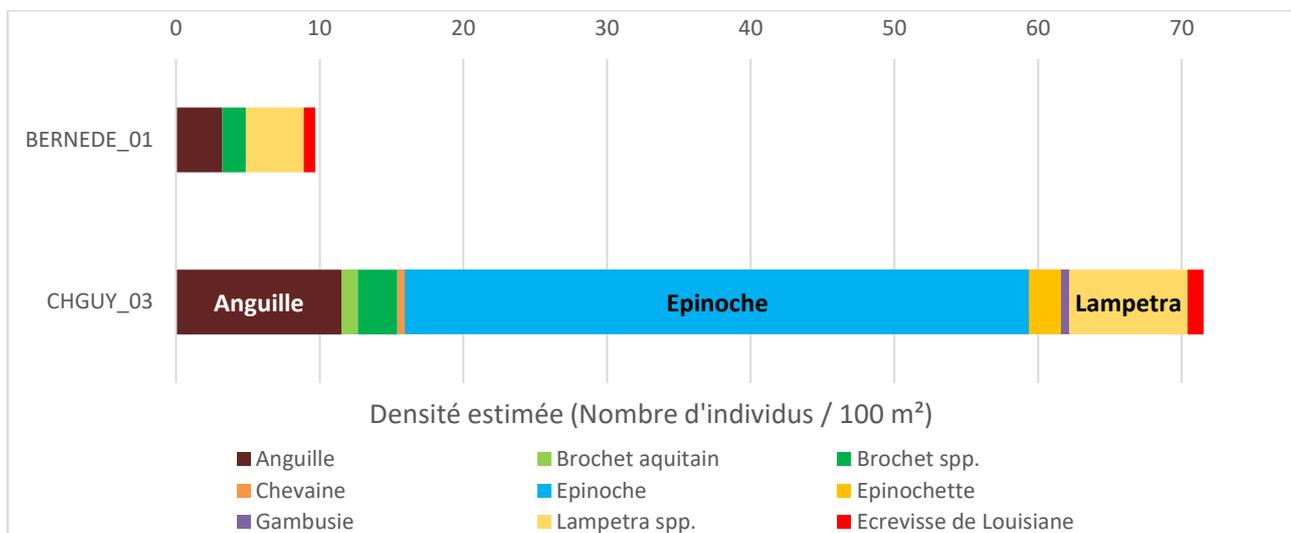
témoigne de la stabilité d'un peuplement. Ceci est dû à la très faible richesse spécifique inventoriée sur la station.

Globalement les peuplements des stations du Chenal du Guy présentent une forte instabilité qui semble être liée, au moins en partie, à des conditions hydromorphologiques défavorable à l'établissement de peuplements structurés et stables.

3.1.4.2.2 Analyse quantitative

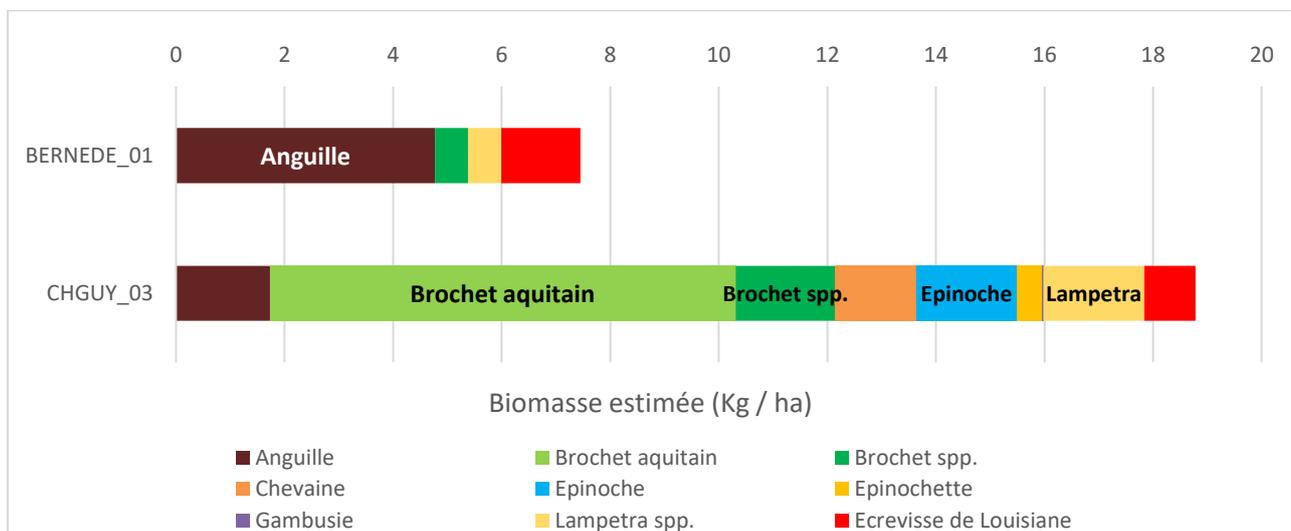
3.1.4.2.2.1 Densité et biomasse estimées

Figure 50 : Densité estimées totales (Nombre d'individus / 100m²) sur les stations du Chenal du Guy.



Comme vu précédemment, le peuplement inventorié sur la station BERNEDE_01 présente très peu d'individus, par conséquent la densité estimée de l'ensemble du peuplement piscicole n'est que de 8,9 individus pour 100m². A contrario la station CHGUY_03 héberge une densité piscicole plus élevée, avec 70,4 individus pour 100m², dont 43 épinoches pour 100m².

Figure 51 : Biomasses estimées totales (Kg / ha) sur les stations du Chenal du Guy.



En termes de biomasse, la station BERNEDE_01 est dominée par les anguilles avec 4,7 Kg/ha pour une biomasse totale du peuplement piscicole de 6 Kg/ha. Sur la station aval CHGUY_03, le brochet aquitain représente 48% de la biomasse totale estimée du peuplement, soit 8,58 Kg/ha. Globalement on retrouve 3 fois plus de biomasse de poisson à l'hectare sur la station aval que sur l'amont. Notons que la population d'anguilles pour ce type de bassin versant est faible (cours d'eau à proximité de l'estuaire).

3.1.4.3 Indice Poisson Rivière

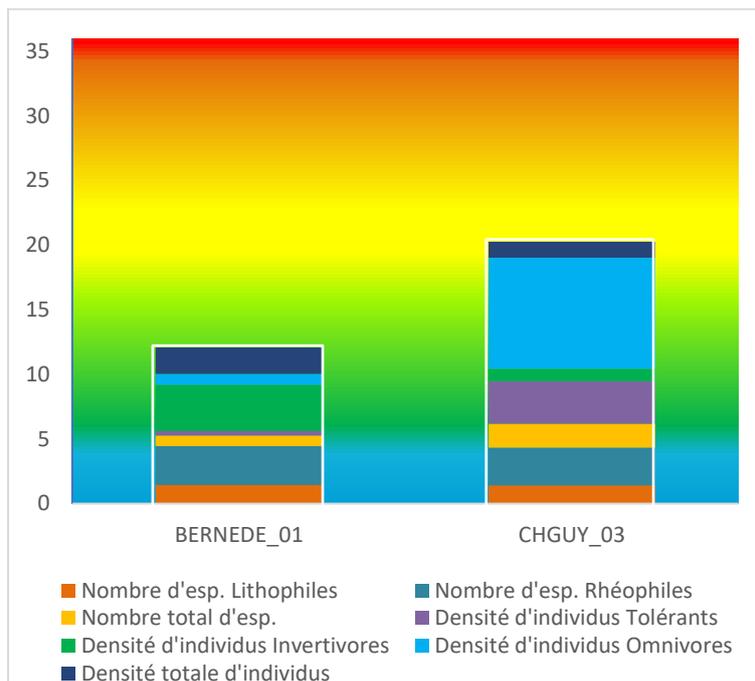
Tableau 47 : Scores des indices et des classes de qualité de l'IPR des stations du Chenal du Guy.

Métriques de l'IPR	BERNEDE_01 Amont	CHGUY_03 Aval
Nombre d'esp. Lithophiles	1,44	1,43
Nombre d'esp. Rhéophiles	3,02	2,91
Nombre total d'esp.	0,80	1,84
Densité d'individus Tolérants	0,38	3,28
Densité d'individus Invertivores	3,55	0,97
Densité d'individus Omnivores	0,85	8,60
Densité totale d'individus	2,04	1,24
Score IPR	12,09	20,27
Classe	Bon	Moyen

* **en rouge** : les métriques les plus pénalisantes de l'IPR

Sur la station BERNEDE_01, à l'amont du bassin versant, l'IPR obtient un score de 12,09 indiquant que le peuplement observé a une structure proche du peuplement attendu sur cette station. Le score de l'IPR est néanmoins non-optimal en raison d'un déficit en d'espèces rhéophiles mais aussi en raison de la sur-représentation des effectifs des individus invertivores. La station aval, CHGUY_03, affiche quant à elle un score de 20,27, correspondant à une situation qualifiée de moyenne. Par conséquent le peuplement échantillonné sur la station aval est assez éloigné du peuplement théorique attendu sur cette station. La métrique la plus pénalisante dans le calcul de l'IPR de la station CHGUY_03 est la densité des individus omnivores qui est sur-représentée, du fait de l'abondance des épinoches.

Figure 52 : Contribution des différentes métriques dans le calcul du score l'IPR



3.1.4.4 Evaluation de la qualité des habitats et de l'attractivité des stations

Les stations du Chenal du Guy affichent des scores d'attractivité de l'habitat faible étant donné qu'elles sont fortement dominées par le sable et qu'elles présentent une certaine homogénéité des faciès d'écoulement et des hauteurs d'eau.

En effet sur la station BERNEDE_01 le sable, substrat très peu attractif pour la faune piscicole, représente 80% du recouvrement du lit mouillé. Par conséquent la station présente que peu d'habitats biogènes pour les poissons (BRA 5%, HEL 2%, CHV 2%). De plus la très faible hauteur d'eau observée sur l'intégralité de la station et les faibles vitesses d'écoulements ne sont pas favorables à l'installation d'un peuplement piscicole riche et diversifié. Notons que le score d'attractivité de l'habitat est légèrement plus élevé à l'amont (362 contre 277) car la station BERNEDE_01 présente quelques zones où la vitesse d'écoulement est supérieure à 25cm/s (plat courant).

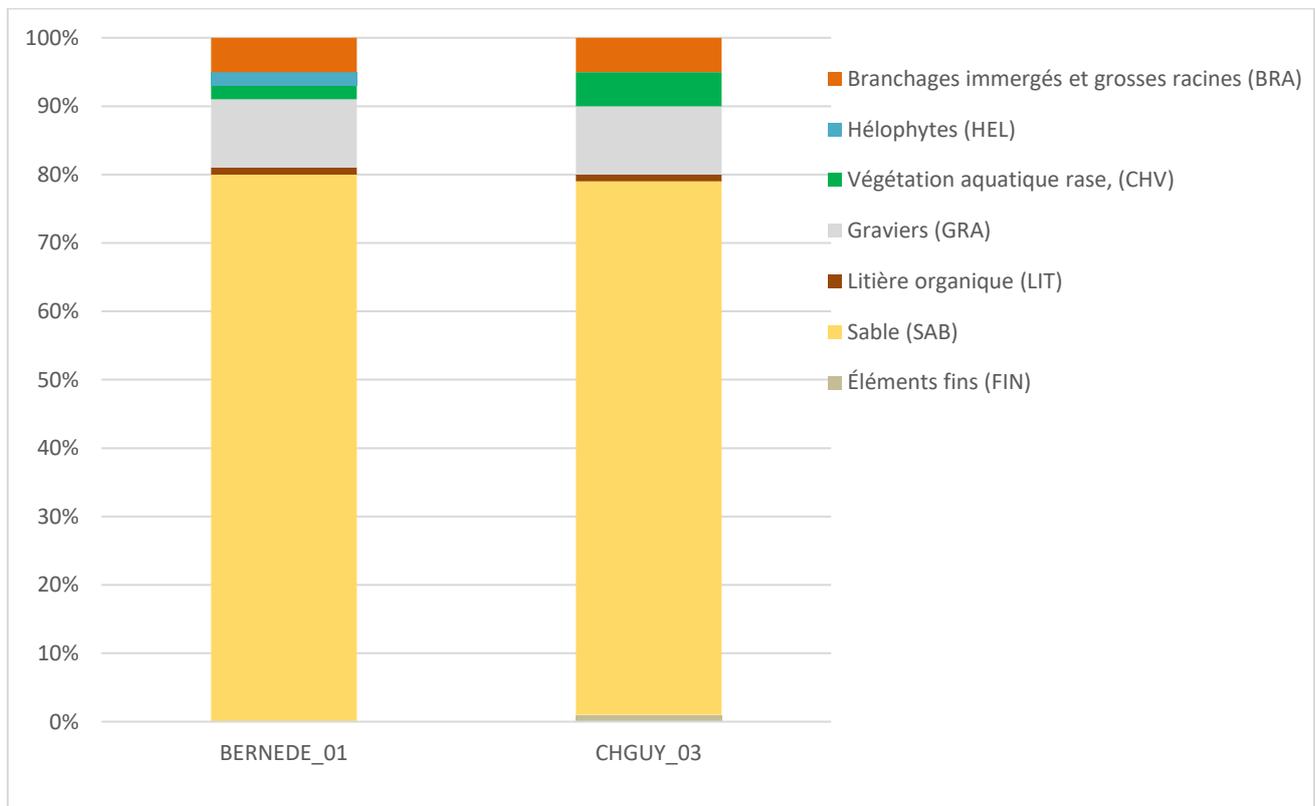
De la même façon, sur la CHGUY_03, on retrouve 78% de sable et peu de substrats biogènes en faveur de la faune piscicole (BRA 5%, CHV 5%). De plus l'intégralité du linéaire de la station correspond à un plat lentique, cette homogénéité de faciès d'écoulement ne favorise pas l'installation d'un peuplement riche et diversifié.

Tableau 48 : Répartition des substrats sur les stations du Chenal du Guy, accompagné de leur score habitat.

Substrats	Attractivité piscicole	BERNEDE_01 Amont	CHGUY_03 Aval
Branchages immergés et grosses racines (BRA)	100	5	5
Sous-berge (BER)	90		
Hydrophytes (HYI)	80		

Affluent, sources, résurgence (AFF)	70		
Blocs avec caches (BLO)	60		
Hélophytes (HEL)	40	2	
Blocs sans anfractuosité (BLS)	30		
Végétation aquatique rase, chevelu racinaire, bryophyte (CHV)	40	2	5
Galets (GAL)	50		
Galets et graviers mélangés (GGR)	25		
Graviers (GRA)	20	10	10
Litière organique (LIT)	10	1	1
Sable (SAB)	8	80	78
�l�ments fins (FIN)	4		1
Dalle (DAL)	1		
Score d'attractivité de l'habitat		362	277
Qualité de l'habitat		Faible	Faible

Figure 53 : Visualisation de la composition des substrats des stations du Chenal du Guy.



3.2 ETAT DE SANTE DES POISSONS

3.2.1 Bassin versant de la Livenne

3.2.1.1 Effort d'échantillonnage

Sur les stations du bassin versant de la Livenne deux méthodes de relevées des Codes pathologie ont été utilisées en fonction de la quantité d'individus capturés. Sur la LIVENNE_04 le peuplement inventorié présente un assez faible effectif, permettant l'application de la méthode « individuelle ». A contrario, la LIVENNE_06 affiche un peuplement comptant 1162 individus, justifiant l'utilisation de la méthodologie « échantillon par espèce ».

L'échantillon examiné sur la LIVENNE_06 correspond à 29% des individus capturés. Et notons que seulement 5% des juvéniles de lamproies ont été observés sur la LIVENNE_06, ce faible pourcentage est lié à la très forte abondance des juvéniles de lamproies sur la station (678 individus).

Tableau 49 : Bilan de l'effort d'échantillonnage des Codes pathologies appliqué lors des inventaires.

STATIONS	LIVENNE_04 - Amont		LIVENNE_06 - Aval	
	Nombre d'individus observés	Part de l'effectif capturé observé	Nombre d'individus observés	Part de l'effectif capturé observé
Ablette			1	100%
Anguille	9	100%	36	24,80%
Barbeau fluviatile			1	100%
Chabot spp.	39	100%	1	100%
Chevaine	5	100%	36	100%
Epinoche			7	100%
Flet			2	100%
Gambusie			7	100%
Goujon	40	100%	110	87%
Juvenile de lamproie	16	100%	32	5%
Lamproie de planer			52	68%
Lamproie fluviatile			1	100%
Loche	2	100%	31	86%
Perche soleil			13	100%
Pseudorasbora			4	100%
Truite de rivière	1	100%		
Vairon	39	100%		
Total peuplement	151	100%	334	29,40%

3.2.1.2 Evaluation de l'état de santé des peuplements de poissons

3.2.1.2.1 Description des lésions et des parasites observés

Le Tableau 50 recense l'ensemble des lésions et des parasites observés chez les poissons peuplant les stations d'inventaires. Au total, 9 types de lésions et de parasites, dont 4 d'intérêt écopathologique majeur ont été observés. Plus précisément les poissons présents sur **la station amont, LIVENNE_04**, présentent 5 types de lésions et 2 types de parasites, et ceux de **la station LIVENNE_06, à l'aval**, affichent 4 types de lésions et 3 types de parasites.

Tableau 50 : Nombre de poissons présentant des lésions et/ou des parasites sur les stations de la Livenne. En orange, les lésions d'intérêt écopathologique majeur (DELT).

Stations		LIVENNE_04 Amont	LIVENNE_06 Aval
Altérations anatomo-morphologiques			
Erosion	ER	3	9
Lésions hémorragiques congestives	HE	25	16
Nécrose	NE		3
Ulcères (hémorragiques) et ulcérations	UH	1	
Absence d'organes	AO	3	27
Etat pathologique multiforme	ZO	1	
Parasitisme			
Points noirs	PN	4	6
Ponts blancs	PB	1	10
Crustacé	PC		4
Nombre de poissons observés		151	334
Total d'individus porteur de pathologies		38	75

3.2.1.2.2 Résultats selon la prévalence globale des lésions et des parasites et la prévalence de type DELT

3.2.1.2.2.1 Prévalence globale des lésions et des parasites

Tableau 51 : Prévalence globale (en %) des lésions et des parasites au sein du peuplement, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.

Stations	LIVENNE_04	LIVENNE_06
Prévalence globale	25,17	21,26

Prévalence globale	[0 - 1 % [	[ 1 - 5 % [	[ 5 - 20 % [	[ 20 - 35 % [	[ 35 - 100 % [
Importance	Non significatif	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Qualité de l'eau et de l'habitat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

L'importance de la prévalence globale des lésions et des parasites est de classe forte sur les 2 stations d'inventaires de la Livenne :

- 25% des poissons examinés sont porteurs d'anomalies sur la station amont, LIVENNE_04.

- 21% des poissons examinés sont porteurs d'anomalies sur la station aval, LIVENNE_06.

Les deux prévalences globales semblent mettre en avant une qualité de l'eau et/ou de l'habitat médiocre. Effectivement au vu des fortes prévalences globales calculées sur les stations, l'altération de l'état de santé des peuplements traduit la présence de milieux défavorables au maintien de peuplement piscicole sain. Notons que le peuplement de la station amont présente en proportion plus de lésions et de parasites que celui de l'aval.

3.2.1.2.2 La prévalence des lésions de type DELT

Tableau 52 : Prévalence des lésions de type DELT (en %) au sein des peuplements, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.

Stations	LIVENNE_04	LIVENNE_06
Prévalence DELT	19,21	8,38

Prévalence DELT	[0 - 2 %]	[2 - 5 %]	[5 - 100 %]
Etat de santé (ou condition) des poissons	Bon	Détérioré	Précaire

L'état de santé du peuplement de poissons est évalué comme précaire (> 5%) sur les 2 stations d'inventaires :

- 19% des poissons examinés sont porteurs de lésions de type DELT sur la LIVENNE_04.
- 8% des poissons examinés sont porteurs de lésions de type DELT sur la LIVENNE_06.

La station amont, LIVENNE_04, héberge plus du double d'individus porteurs de lésions de type DELT en comparaison avec la station située à l'aval, LIVENNE_06, mettant en évidence une altération plus forte du peuplement de la station amont par rapport à celui de la station aval.

3.2.1.2.3 Résultats selon les indices pathologiques globaux lésionnels (IpGL) et parasitaires (IpGP)

3.2.1.2.3.1 L'Indice pathologique Global Lésionnel

Tableau 53 : Etat de santé des peuplements de poissons évalué à partir de l'indice pathologie global lésionnel.

Stations	LIVENNE_04	LIVENNE_06
Score de l'indice lésionnel	0,63	0,30

Score de l'indice	[0 - 0,045]	[0,045 - 0,205]	[0,205 - 0,805]	[0,805 - 1,405]	[1,405 - 8,00]
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

L'état de santé du peuplement de poissons est considéré comme précaire sur les 2 stations d'après l'Indice pathologique Global Lésionnel :

- Sur la station LIVENNE_04, l'IpGL a un score de 0,63.
- Sur la station LIVENNE_06, l'IpGL a un score de 0,30.

Rappelons que l'augmentation de l'IpGL est liée à une augmentation de la prévalence d'individu atteint de lésion mais également à la hausse des intensités des lésions observés. Ici, l'IpGL confirme les premiers diagnostics établis à partir des prévalences, mettant en évidence que le peuplement de **la station amont, LIVENNE_04** présente un état de santé plus dégradé que celui de **la station aval, LIVENNE_06**.

3.2.1.2.3.2 L'Indice pathologique Global Parasitaire

Tableau 54 : Etat de santé des peuplements de poissons évalué à partir de l'indice pathologie global parasitaire.

Stations	LIVENNE_04	LIVENNE_06
Score de l'indice parasitaire	0,05	0,06

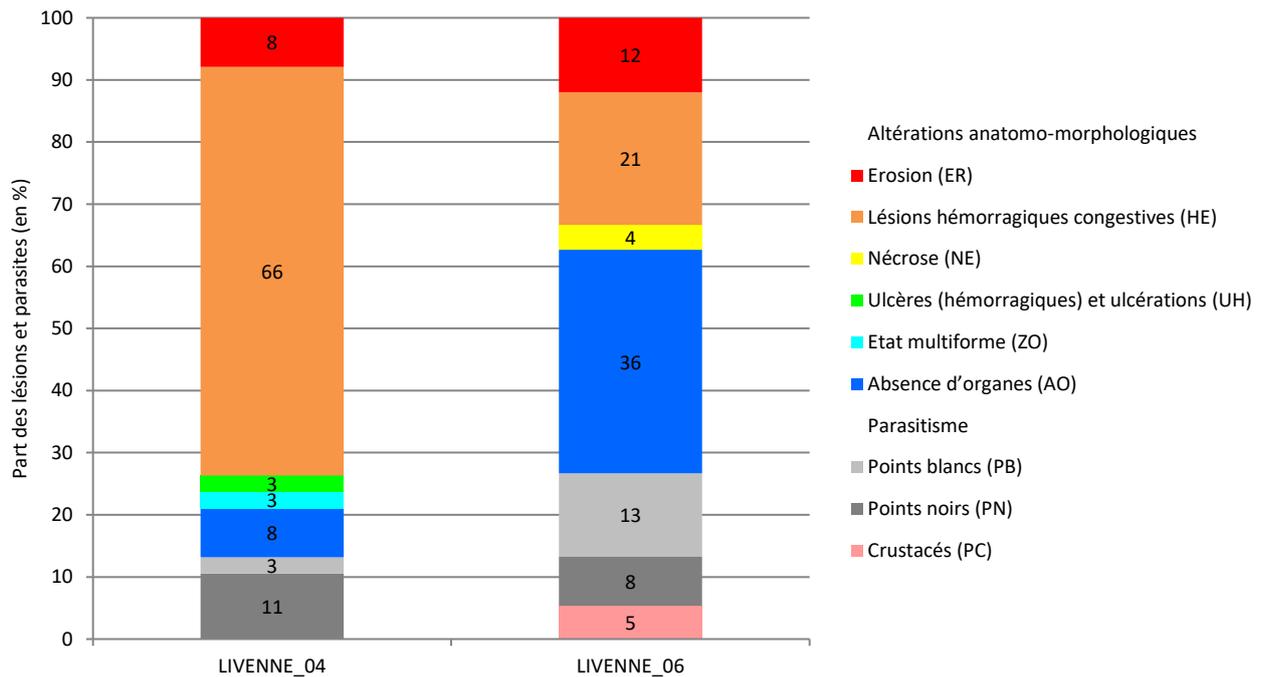
Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

Selon l'Indice pathologique Global Parasitaire, l'état de santé parasitaire des peuplements de poissons est considéré comme bon sur les deux stations. Aucune infestation parasitaire préoccupante des peuplements n'est observée malgré l'observation de parasites (restant dans des proportions dites « en équilibre naturel »).

3.2.1.2.4 Part et intensité des lésions et des parasites au sein des stations ou l'état de santé du peuplement est préoccupant

La Figure 54 présente, pour chaque station, la nature et la part des lésions et des parasites observés sur les stations de la Livenne.

Figure 54 : Part des lésions et des parasites observés chez les poissons atteints au sein des peuplements.



Les deux stations affichent des profils pathologiques assez différents, surtout en termes de proportion d'observations des lésions. Effectivement on constate que :

- Sur la LIVENNE_04 les lésions majoritairement observées sont les lésions hémorragiques congestives (66%).
- Sur la LIVENNE_06 les lésions fréquemment rencontrées sont les absences d'organes (36%) et les lésions hémorragiques congestives (21%).

Plus précisément sur la station LIVENNE_04 :

- Les lésions hémorragiques congestives ont été observées sur 5 espèces de poissons (anguille, chevaine, goujon, juvénile de lamproie, vairon). De plus ajoutons que 88% de ces lésions sont d'intensité de classe faible (1 - 2) et 12% de classe forte (3 - 4).
- Au sujet de la présence de parasites dans le peuplement, seules les anguilles sont porteuses de points noirs et de points blancs sur cette station.

Sur la station aval, LIVENNE_06 :

- La quasi-totalité (96%) des absences d'organes sont des pertes d'écaillés observées sur les chevaines. La majeure partie de ces absences d'organes, soit 96%, sont d'intensité de classe faible (1 - 2), un seul individu présente une perte d'écaillés considéré d'intensité forte (3 - 4) dans le peuplement.
- Les lésions hémorragiques congestives, qui représentent 21% des lésions observées, sont presque intégralement des lésions d'intensité de classe faible (1 - 2), seulement 5% de ces lésions sont d'intensité de classe forte (3 - 4).
- Comme sur la station précédente, au sujet des parasites, les points noirs et les points blancs sont uniquement observés sur les anguilles et les parasites crustacés sont eux présents sur les goujons et chevaines.

Notons que la perte d'écaillés en milieu naturel est révélatrice d'un état sanitaire dégradé chez les poissons, néanmoins les inventaires piscicoles en pêche électriques et la manipulation des poissons lors de la biométrie peuvent engendrer une perte d'écaillés surtout chez certains cyprinidés fragiles (gardons, rotengles, ablettes...). L'interprétation de cette lésion est donc à prendre avec précaution.

Bilan de l'analyse de l'état de santé à l'échelle des peuplements de la Livenne :

Les prévalences ainsi que l'indice pathologique global lésionnel mettent en évidence **un état de santé des peuplements de poissons préoccupant sur les deux stations de la Livenne**. De plus les prévalences globales font le lien entre l'altération de l'état de santé des poissons et une altération de la qualité de milieu (qualité de l'habitat et/ou de l'eau).

Au vu des différents indicateurs issus des Codes pathologies, il semble que la station amont, LIVENNE_04, présente un peuplement dont l'état de santé est plus altéré que celui de la station aval.

A l'échelle de la masse d'eau, **les lésions majoritairement observées dans les peuplements sont les lésions hémorragiques congestives, et les absences d'organes** (pertes d'écaillés).

Très peu de lésions sont d'intensité de classe forte (3 - 4) dans les peuplements :

- LIVENNE_04 : 12% des lésions hémorragiques congestives et 25% des points noirs.
- LIVENNE_06 : 5% des lésions hémorragiques congestives et 4% des absences d'organes.

3.2.1.3 Evaluation de l'état de santé des populations de poissons

Précisons tout d'abord que certaines espèces dans les peuplements possèdent des effectifs très marginaux (entre 1 et 2 individus), limitant grandement l'exploitation des indicateurs des Codes Pathologie qui se révèlent peu significatifs si on souhaite les exploiter à l'échelle de la population. Effectivement les espèces présentes dans le tableau suivant, possèdent un effectif insuffisant pour être représentatif de l'état de santé d'une population.

Stations	LIVENNE_04	LIVENNE_06
Ablette		1
Barbeau fluviatile		1
Chabot spp.		1
Flet		2
Lamproie fluviatile		1
Loche spp.	2	
Truite de rivière	1	

3.2.1.3.1 Résultats selon la prévalence globale des lésions et des parasites

Tableau 55 : Prévalence globale des lésions et des parasites au sein des populations, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.

Prévalence globale		
Stations	LIVENNE_04	LIVENNE_06
Ablette		100,00
Anguille	100,00	69,44
Barbeau fluviatile		0,00
Chabot spp.	0,00	0,00
Chevaine	80,00	77,78
Epinoche		0,00
Flet		0,00
Gambusie		0,00
Goujon	20,00	14,55
Juvenile de lamproie	6,25	6,25
Lamproie de planer		1,92
Lamproie fluviatile		0,00
Loche	0,00	6,45
Perche soleil		0,00
Pseudorasbora		0,00
Truite de rivière	0,00	
Vairon	41,03	

Prévalence globale	[0 - 1 % [	[ 1 - 5 % [	[ 5 - 20 % [	[ 20 - 35 % [	[ 35 - 100 % [
Importance	Non significatif	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Qualité de l'eau et de l'habitat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

Au niveau des populations, la prévalence globale est préoccupante (>5%) pour :

- 5 espèces sur les 8 capturées sur la LIVENNE_04.
- 5 espèces sur 15 sur la LIVENNE_06.

Les deux stations présentent 6 espèces en commun dans leur peuplement :

- L'anguille et le chevaine affichent une très forte prévalence globale sur les deux stations.
- Le goujon présente une prévalence globale de 20% sur la LIVENNE_04 et de 14,55% sur la LIVENNE_06.
- Les juvéniles de lamproies ont la même prévalence globale, considérée comme moyenne.
- Les chabots n'ont aucune lésion sur les deux stations.
- Notons que les loches de la station LIVENNE_04 ne présentent aucune lésion et qu'à contrario les loches de la LIVENNE_06 affichent une prévalence globale de 6,45%.

3.2.1.3.2 Résultats selon la prévalence des lésions de type DELT

Tableau 56 : Prévalence des lésions de type DELT au sein des populations, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.

Prévalence de type DELT		
Stations	LIVENNE_04	LIVENNE_06
Ablette		0,00
Anguille	44,44	25,00
Barbeau fluviatile		0,00
Chabot spp.	0,00	0,00
Chevaine	20,00	5,56
Epinoche		0,00
Flet		0,00
Gambusie		0,00
Goujon	20,00	10,91
Juvenile de lamproie	6,25	6,25
Lamproie de planer		1,92
Lamproie fluviatile		0,00
Loche	0,00	6,45
Perche soleil		0,00
Pseudorasbora		0,00
Truite de rivière	0,00	
Vairon	41,03	

Prévalence DELT	[0 - 2 % [	[ 2 - 5 % [	[ 5 - 100 % [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Bon	Détérioré	Précaire

Au niveau des populations, la prévalence des lésions de types DELT est préoccupante (>2%) pour :

- 5 espèces sur les 8 capturées sur la LIVENNE_04
- 5 espèces sur 15 de la LIVENNE_06.

Au sujet des espèces communes aux deux stations :

- Les populations d'anguilles, de chevaines, de goujons, et des juvéniles de lamproie présentent toutes de fortes prévalences des lésions de types DELT mettant en avant leur état de santé précaire. Ajoutons que les anguilles, chevaines et goujons présentent un état de santé plus altéré à l'amont.
- Pour les loches, la population de la LIVENNE_04 ne présente pas de lésions alors qu'on observe que 6,45% des individus de la LIVENNE_06 possèdent des lésions de types DELT.
- Aucune lésion de type DELT n'a été relevé sur les chabots des 2 stations.

3.2.1.3.3 Les indices pathologiques globaux lésionnel et parasitaire

3.2.1.3.3.1 Résultats selon l'Indice pathologique Global Lésionnel

Tableau 57 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Lésionnel.

Indice lésionnel		
Stations	LIVENNE_04	LIVENNE_06
Ablette		1,00
Anguille	1,33	0,67
Barbeau fluviatile		0,00
Chabot spp.	0,00	0,00
Chevaine	1,00	0,97
Epinoche		0,00
Flet		0,00
Gambusie		0,00
Goujon	0,70	0,23
Juvenile de lamproie	0,25	0,25
Lamproie de planer		0,04
Lamproie fluviatile		0,00
Loche	0,00	0,13
Perche soleil		0,00
Pseudorasbora		0,00
Truite de rivière	0,00	
Vairon	1,18	

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

D'après l'IpGL, l'état de santé est jugé préoccupant ($\geq 0,205$) pour :

- 5 espèces sur 8 sur la LIVENNE_04
- 5 espèces sur 15 sur la LIVENNE_06.

Au sujet des espèces communes aux deux stations :

- Les populations d'anguilles, de chevaines, de goujons, et des juvéniles de lamproie affichent un état de santé entre précaire et médiocre.
- Les populations de chabot et de loche présentent un état de santé non préoccupant.

3.2.1.3.3.2 Résultats selon l'Indice pathologique Global Parasitaire

Tableau 58 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Parasitaire.

Indice parasitaire		
Stations	LIVENNE_04	LIVENNE_06
Ablette		0,00
Anguille	0,89	0,47
Barbeau fluviatile		0,00
Chabot spp.	0,00	0,00
Chevaine	0,00	0,03
Epinoche		0,00
Flet		0,00
Gambusie		0,00
Goujon	0,00	0,03
Juvenile de lamproie	0,00	0,00
Lamproie de planer		0,00
Lamproie fluviatile		0,00
Loche	0,00	0,00
Perche soleil		0,00
Pseudorasbora		0,00
Truite de rivière	0,00	
Vairon	0,00	

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

D'après l'IpGP, l'état de santé est jugé préoccupant ($\geq 0,205$) pour les deux populations d'anguilles des stations LIVENNE_04 et LIVENNE_06. Notons la présence des points noirs et des points blancs sur les anguilles des deux stations de la Livenne.

Hormis les anguilles, aucun problème au niveau parasitaire n'est constaté pour l'ensemble des autres espèces. Cependant on observe des infestations parasitaires non préoccupantes chez :

- Les chevaines de la LIVENNE_06.
- Les goujons de la LIVENNE_06.

3.2.1.3.4 Bilan synthétique de l'état de santé des espèces repères et/ou patrimoniales selon les prévalences et les indices et part et intensité des anomalies chez ces espèces

Nous allons ici approfondir l'analyse de l'état de santé chez les populations d'espèces patrimoniales ou repères ainsi que les espèces cibles dans l'analyse de la contamination par les polluants, en nous appuyant sur les résultats présentés dans les tableaux précédents :

- Anguille
- Barbeau fluviatile
- Chevaine
- Goujon
- Vairon

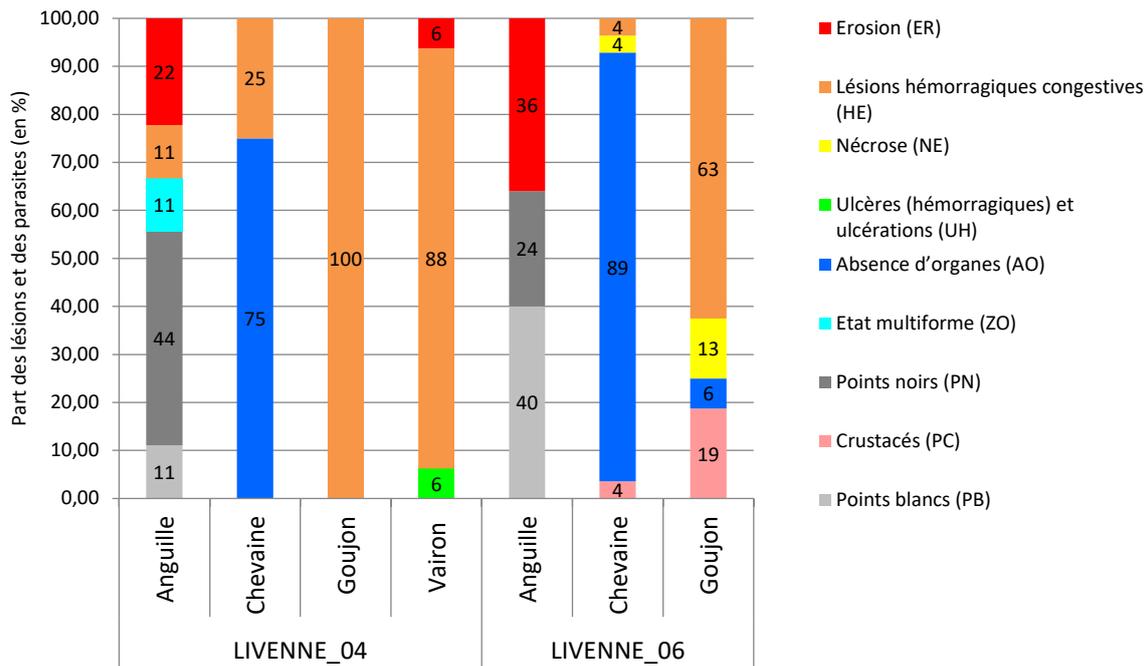
Dans le cas où ces espèces présentent un état de santé préoccupant (mis en évidence par la prévalence de type DELT ou les indices pathologiques globaux), nous caractériserons la part et la répartition des différentes lésions et des parasites chez ces espèces.

Tableau 59 : Bilan de l'état de santé des espèces sélectionnées.

Stations	LIVENNE_04	LIVENNE_06
Prévalence DELT		
Anguille	44,44	25,00
Barbeau fluviatile		0,00
Chevaine	20,00	5,56
Goujon	20,00	10,91
Vairon	41,03	
Indice lésionnel		
Anguille	1,33	0,67
Barbeau fluviatile		0,00
Chevaine	1,00	0,97
Goujon	0,70	0,23
Vairon	1,18	
Indice parasitaire		
Anguille	0,89	0,47
Barbeau fluviatile		0,00
Chevaine	0,00	0,03
Goujon	0,00	0,03
Vairon	0,00	

La Figure 55 présente la répartition des lésions et des parasites de 4 populations de poissons sur la LIVENNE_04 (anguille, chevaine, goujon et vairon) et de 3 populations de poissons sur la LIVENNE_06 (anguille, chevaine, goujon).

Figure 55 : Part des lésions et des parasites observés chez les populations dont l'état de santé est jugé préoccupant.



Les anguilles

L'état de santé des anguilles, est jugé préoccupant sur les deux stations selon la prévalence des lésions de types DELT et les indices pathologiques globaux. Plus précisément au vu des indicateurs, on note une altération plus sévère de l'état de santé des anguilles sur la station LIVENNE_04 par rapport à la station LIVENNE_06.

En termes de types de lésions observées, les anguilles des deux stations présentent un profil plutôt similaire, avec une dominance des parasites. On retrouve 44% de points noirs et 11% de points blancs sur la population de la LIVENNE_04 et 24% de points noirs et 40% de points blancs sur la population de la LIVENNE_06. Ensuite on retrouve les érosions, qui représente 22% des lésions observés chez les anguilles de la LIVENNE_04 et 36% sur la LIVENNE_06. De façon plus marginale on observe la présence d'état multiforme.

Les chevaines

L'état de santé des chevaines, est jugé préoccupant sur les deux stations selon la prévalence des lésions de types DELT et l'indice pathologique globale lésionnel. Plus précisément la prévalence DELT semble montrer que la population de la station LIVENNE_04 (prévalence DELT de 20%) présente un état de santé plus altéré que la station LIVENNE_06 (prévalence DELT de 5,56%). Cependant l'IpGL vient nuancer ce constat avec des scores très proches pour les deux stations, 1,00 sur la LIVENNE_04 et 0,97 sur la LIVENNE_06. Ainsi, on observe une plus forte prévalence des lésions de type DELT sur la station LIVENNE_04 mais l'état de santé des populations de chevaines semble être quasi-similaire d'après l'IpGL.

En termes de types de lésions observées, ce sont les absences d'organes qui sont largement majoritaires sur les deux stations. Rappelons que les absences d'organes correspondent intégralement à des pertes d'écaillés. Notons aussi la présence de lésions hémorragiques congestives à hauteur de 25% sur la LIVENNE_04 et de 4% sur la LIVENNE_06. De façon plus marginale on observe la présence de nécroses et de parasites de types crustacés.

Les goujons

Pour les goujons, l'état de santé est jugé préoccupant sur les deux stations selon la prévalence des lésions de types DELT et l'indice pathologique globale lésionnel. Plus précisément au regard des indicateurs, on note une altération plus sévère de l'état de santé des goujons sur la station LIVENNE_04 (prévalence DELT de 20% et IpGL de 0,70) par rapport à la station LIVENNE_06 (prévalence DELT de 10,91% et IpGL de 0,23).

En termes de types de lésions observées, les lésions hémorragiques congestives représentent 100% des atteintes sur les goujons de la LIVENNE_04 et 63% des lésions sur la population de goujon de la LIVENNE_06. Les infestations parasitaires par des crustacés correspondent à 19% des observations sur la station LIVENNE_06, cependant leur impact sur la population reste minime au vu du score de l'IpGP de 0,03. De façon plus marginale on observe la présence de nécroses et d'absences d'organes.

Les vairons

Pour les vairons, l'état de santé de la seule populations présente sur la station amont, LIVENNE_04, est jugé préoccupant selon la prévalence des lésions de types DELT et l'indice pathologique globale lésionnel. Rappelons que leur absence sur la LIVENNE_06 traduit une altération de la qualité du peuplement.

En termes de types de lésions observées, les lésions hémorragiques congestives représentent 88% des anomalies observées. Et de façon plus marginale on observe la présence d'érosion, d'ulcères et d'ulcération.

Bilan de l'analyse de l'état de santé à l'échelle des populations de poisson de la Livenne :

On considère qu'une population présente un état de santé préoccupant à partir du moment où l'un des indicateurs suivants est déclassants : Prévalence DELT \geq 2%, Indice lésionnel \geq 0,205 et Indice parasitaire \geq 0,205. Ainsi seules les populations suivantes affichent un état de santé non préoccupant :

- LIVENNE_04 : chabot, loche et truite de rivière.
- LIVENNE_06 : barbeau fluviatile, chabot, épinoche, flet, gambusie, lamproie de planer, lamproie fluviatile, perche soleil et pseudorasbora.

Hormis le barbeau fluviatile, l'ensemble des espèces repères et/ou patrimoniales (anguille, chevaine, goujon, vairon) affichent un état de santé préoccupant.

Concernant les anomalies observées, les lésions et parasites dominants sont :

- Les lésions hémorragiques congestives chez les goujons et les vairons.
- Les absences d'organes (pertes d'écailles) chez les chevaines.
- Les parasites points noirs sur les anguilles de la station LIVENNE_04.
- Les parasites points blancs sur les anguilles de la station LIVENNE_06.

Notons que les populations d'anguilles sont les seules pour lesquelles l'Indice pathologique Global Parasitaire obtient des scores préoccupants : 0,89 (médiocre) pour la LIVENNE_04 et 0,47 (précaire) pour la LIVENNE_06.

3.2.1.1 Evolution de l'état de santé des peuplements et des populations de poissons à plus large échelle.

Le réseau de suivi de l'état des poissons à l'échelle de la Gironde nous permet d'analyser les données à l'échelle du bassin versant en prenant en compte un plus grand nombre de stations depuis 2014. Ainsi nous pouvons étudier l'évolution de l'état de santé des poissons entre 2014 et 2021 sur les stations du bassin versant de la Livenne. La localisation des stations est présentée dans la Figure 11. L'analyse complète des données éco-pathologiques du bassin versant se trouve dans la fiche contexte « Livenne 1 » de l'Atlas (Atlas de l'état de santé des poissons sauvages de Gironde).

3.2.1.1.1 Evolution de l'état de santé des peuplements de poissons

Tableau 60 : Indicateurs de l'état de santé des peuplements de poissons du bassin versant de la Livenne de 2014 à 2021.

Stations	LIVENNE_04			LIVENNE_05		LIVENNE_06	HTPONT_01		FERCHAUD_01		CMOULINS_01		MARTINETTE_01		MOULINADE_01	
	2014	2019	2021	2014	2019	2021	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2021
Prévalence globale	5,56	7,01	25,17	5,00	16,41	22,80	2,66	6,81	3,42	39,05	4,31	14,78	2,01	1,79	3,33	23,73
Prévalence DELT	5,56	5,10	19,87	5,00	9,38	8,51	2,13	3,83	2,56	20,07	4,31	5,35	1,51	1,34	2,22	15,25
Score de l'indice lésionnel	0,33	0,19	0,63	0,10	0,35	0,30	0,05	0,19	0,09	0,68	0,09	0,23	0,04	0,04	0,06	0,51
Score de l'indice parasitaire	0,00	0,03	0,05	0,00	0,15	0,06	0,00	0,02	0,00	0,17	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08

Tableau 61 : Evolution des métriques des Codes Pathologies de 2014 et 2021.

Stations	Evolution sur la période	P. Globale	P. DELT	IpGL	IpGP
LIVENNE_04	2014 - 2019	↘	↔	↗	↔
	2019 - 2021	↘	↘	↘	↘
LIVENNE_05	2014 - 2019	↘	↘	↘	↘
HTPONT_01	2014 - 2019	↘	↘	↘	↘
FERCHAUD_01	2014 - 2019	↘	↘	↘	↘
CMOULINS_01	2014 - 2019	↘	↘	↘	↘
MARTINETTE_01	2014 - 2019	↗	↗	↔	↔
MOULINADE_01	2014 - 2021	↘	↘	↘	↘

■ : état de santé préoccupant selon la prévalence ou l'indice considéré sur le dernier inventaire de la période

■ : état de santé non préoccupant selon la prévalence ou l'indice considéré sur le dernier inventaire de la période

Evolution significative de la métrique sur la période considérée : ↗ *amélioration* ↘ *dégradation* ↔ *pas d'évolution significative*

De manière générale

- L'état de santé des peuplements est préoccupant sur l'ensemble des stations, hormis sur la MARTINETTE_01.
- D'après le Tableau 61, la grande majorité des métriques se dégradent entre les inventaires de 2014 et ceux de 2019 et de 2021.
- L'état de santé parasitaire n'est préoccupant sur aucune station du bassin versant de la Livenne.

3.2.1.1.2 Evolution de l'état de santé des populations des espèces repères et/ou patrimoniales

Tableau 62 : Indicateurs de l'état de santé de certaines populations de poissons du bassin versant de la Livenne de 2014 et 2021.

Stations	LIVENNE_04			LIVENNE_05		LIVENNE_06	HTPONT_01		FERCHAUD_01		CMOULINS_01		MARTINETTE_01		MOULINADE_01	
	2014	2019	2021	2014	2019	2021	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2021
Prévalence globale																
Anguille	50,00	57,14	100,00	14,29	45,16	69,44	0,00	50,00		64,71	9,68	38,46	8,70	4,55	2,86	30,00
Barbeau fluviatile						0,00										
Chevaie	0,00		80,00	14,29	33,33	77,78	0,00		11,76	81,08	5,56	40,00	0,00			
Goujon	0,00	7,14	20,00	11,11	6,67	14,55	8,51	3,92	6,25	62,96	4,05	9,15	6,06	7,14	4,17	
Vairon	0,00	5,00	41,03	0,00	0,00		0,00	16,67	0,00	26,42	11,11	0,00	0,00	0,00	5,26	41,18
Prévalence DELT																
Anguille	50,00	42,86	44,44	14,29	19,35	25,00	0,00	18,75		47,06	9,68	30,77	4,35	0,00	0,00	15,00
Barbeau fluviatile						0,00										
Chevaie	0,00		20,00	14,29	33,33	5,56	0,00		11,76	43,24	5,56	0,00	0,00			
Goujon	0,00	7,14	20,00	11,11	6,67	10,91	8,51	3,92	3,13	25,93	4,05	5,63	6,06	7,14	4,17	
Vairon	0,00	2,50	41,03	0,00	0,00		0,00	8,33	0,00	1,89	11,11	0,00	0,00	0,00	5,26	35,29
Indice lésionnel																
Anguille	3,00	1,14	1,33	0,29	0,84	0,67	0,00	1,00		1,41	0,26	0,69	0,13	0,09	0,03	0,50
Barbeau fluviatile						0,00										
Chevaie	0,00		1,00	0,29	0,67	0,97	0,00		0,24	1,41	0,11	0,40	0,00			
Goujon	0,00	0,21	0,70	0,22	0,13	0,23	0,17	0,16	0,19	0,96	0,08	0,17	0,12	0,14	0,08	
Vairon	0,00	0,28	1,18	0,00	0,00		0,00	0,67	0,00	0,04	0,22	0,00	0,00	0,00	0,11	1,18
Indice parasitaire																
Anguille	0,00	0,57	0,89	0,00	0,61	0,47	0,00	0,25		0,24	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,15
Barbeau fluviatile						0,00										
Chevaie	0,00		0,00	0,00	0,00	0,03	0,00		0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00		
Goujon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Vairon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06

Le tableau précédent (Tableau 62) présente les indicateurs de l'état de santé des populations de poissons patrimoniaux et des espèces repères du contexte piscicole. Ainsi on constate que :

- **Pour l'anguille**, l'état de santé est préoccupant sur quasiment tous les inventaires, hormis sur HTPONT_01 et MOULINADE_01 de 2014, et sur MARTINETTE_01 de 2019. Globalement on constate une dégradation de l'état de santé des sous-population d'anguilles sur toutes les stations, sauf sur la MARTINETTE_01. Notons que l'anguille est l'espèce qui présente le plus de populations atteintes par des infestations parasitaires préoccupantes.
- **Pour le barbeau fluviatile**, il n'a été capturé que sur un inventaire, LIVENNE_06 en 2021, et ne présentait aucune lésion visible.
- **Pour le chevine**, on constate une dégradation des métriques sur l'ensemble des stations où l'espèce est inventoriée deux fois, mettant en lumière une altération de l'état de santé du chevine sur le bassin versant entre 2014 et la période 2019-2021.
- **Pour le goujon**, d'après les prévalences des lésions de types DELT une seule population (à un seul moment) possède un bon état de santé, il s'agit de celle présente sur la LIVENNE_04 en 2014. Néanmoins selon l'indice pathologique global lésionnel, qui prend en compte l'intensité des lésions observées, on dénombre seulement 5 inventaires où l'état de santé des goujons est préoccupant.
- **Pour le vairon**, en 2014 sur les 7 sous-populations observées seulement 2 affichaient un état de santé préoccupant. Sur la période 2019-2021 sur les 8 sous-populations de vairons 5 ont un état de santé préoccupant. Globalement on observe une altération des indicateurs de l'état de santé des poissons entre les deux périodes sur la LIVENNE_04, HTPONT_01, FERCHAUD_01 et MOULMINDA_01. Pour les stations LIVENNE_05 et MARTINETTE_01 les populations de vairons conservent un très bon état de santé. Et finalement sur la CMOULINS_01 on observe une amélioration des scores des métriques.

A l'échelle des peuplements et des populations de poissons du bassin versant de la Livenne, les lésions principalement observées sont : les **lésions hémorragiques congestives** et les **érosions**. Les principales causes susceptibles d'être responsables de l'apparition de ces lésions sont :

- Traumatismes, plaies, blessures, frottement et irritations mécaniques
- Pollution chimiques diverses, irritations chimiques
- Facteurs environnementaux défavorables
- Parasitisme
- Maladies infectieuses

L'analyse de l'état de santé des autres populations de poissons, les orientations de diagnostics et les perspectives sont détaillées dans la fiche contexte « Livenne 1 » de l'Atlas de l'état de santé des poissons sauvages de Gironde.

3.2.2 Bassin versant de la Jalle de Castelnau

3.2.2.1 Effort d'échantillonnage

Sur les stations du bassin versant de la Jalle de Castelnau deux méthodes de relevées des Codes pathologie ont été utilisées en fonction de la quantité d'individus capturée et du déroulement de la biométrie. Sur la station JCASTELNAU_01 le peuplement inventorié est assez conséquent mais les conditions de réalisation de la biométrie (biométrie à l'ombre, température acceptable et peu d'espèces à trier) ont permis d'observer chaque poisson, c'est donc la méthode « individuelle » qui a été utilisée. Cette méthode a aussi été utilisée sur la CABALEYRE_01. A contrario le peuplement de la station JCASTELNAU_04 était plus diversifié et certaines espèces très abondantes (776 individus dont 405 juvéniles de lamproie), justifient l'utilisation de la méthodologie « échantillon par espèce ».

Indiquons dès maintenant que l'effectif capturé sur la station CABALEYRE_01 est très faible, ce qui affaibli la robustesse de l'évaluation de l'état de santé du peuplement. Néanmoins ce faible effectif traduit à lui seul la présence d'un peuplement en difficulté face à des conditions défavorables.

Tableau 63 : Bilan de l'effort d'échantillonnage des Codes pathologies appliqué lors des inventaires.

Stations	JCASTELNAU_01 Amont		JCASTELNAU_04 Aval		CABALEYRE_01 Affluent	
	Nombre d'individus observés	Part de l'effectif capturé observé	Nombre d'individus observés	Part de l'effectif capturé observé	Nombre d'individus observés	Part de l'effectif capturé observé
Anguille	1	100%	32	100%	9	100%
Black bass à grande bouche					3	100%
Brochet	6	100%				
Cyprinidé non déterminé			18	100%		
Epinoche			61	66%		
Gambusie			55	61%		
Goujon			19	100%		
Juvenile de lamproie	123	100%	126	31%		
Lamproie de planer			63	100%		
Perche					4	100%
Perche soleil					1	100%
Vairon	274	100%	2	100%		
Total peuplement	404	100%	376	52%	17	100%

3.2.2.2 Evaluation de l'état de santé des peuplements de poissons

3.2.2.2.1 Description des lésions et des parasites observés

Le Tableau 64 présente l'ensemble des lésions et des parasites observés chez les poissons peuplant les stations d'inventaires. Au total, 13 types de lésions et de parasites, dont 6 d'intérêts écopathologique majeurs ont été

observées. Plus précisément les poissons de la station amont, JCASTELNAU_01, présentent 8 types de lésions et 1 type de parasite. Ceux de la station JCASTELNAU_04, à l'aval, affichent 5 types de lésions et 1 type de parasite et ceux de la station CABALEYRE_01 présentent 1 lésion et 1 parasite.

Tableau 64 : Nombre de poissons présentant des lésions et/ou des parasites sur les stations de la Livenne. En orange, les lésions d'intérêt écopathologique majeur (DELT).

Stations		JCASTELNAU_01 Amont	JCASTELNAU_04 Aval	CABALEYRE_01 Affluent
Altérations anatomo-morphologiques				
Déformations, difformités et malformations	AD	2		
Erosion	ER	6	12	
Lésions hémorragiques congestives	HE	11	40	
Nécrose	NE	4		
Tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs	TG	7	3	
Ulcères (hémorragiques) et ulcérations	UH	2		1
Absence d'organes	AO	1	1	
Etat pathologique multiforme	ZO			
Bulles de gaz	BG		1	
Altération de la couleur				
Coloration sombre	CS	1		
Parasitisme				
Points noirs	PN	3	5	6
Ponts blancs	PB			
Crustacé	PC			
Nombre de poissons observés		404	376	17
Total d'individus porteur de pathologies		37	62	7

3.2.2.2.2 Résultats selon la prévalence globale des lésions et des parasites et la prévalence de type DELT

3.2.2.2.2.1 Prévalence globale des lésions et des parasites

Tableau 65 : Prévalence globale (en %) des lésions et des parasites au sein du peuplement, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.

Stations	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01
Prévalence globale	9,16	16,49	41,18

Prévalence globale	[0 - 1 %]	[1 - 5 %]	[5 - 20 %]	[20 - 35 %]	[35 - 100 %]
Importance	Non significatif	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Qualité de l'eau et de l'habitat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

L'importance de la prévalence globale des lésions et des parasites est de classe forte sur les 3 stations du bassin versant de la Jalle de Castelnaud :

- 9% des poissons examinés sont porteurs d'anomalies sur la station amont, JCASTELNAU_01.
- 16% des poissons examinés sont porteurs d'anomalies sur la station aval, JCASTELNAU_04.
- 41% des poissons examinés sont porteurs d'anomalies sur la station affluent, CABALEYRE_01.

Les prévalences globales obtenues sur les deux stations situées sur la Jalle de Castelnau semblent mettre en avant une qualité de l'eau et/ou de l'habitat moyenne, qui semble se dégrader de l'amont vers l'aval. En effet les prévalences soulignent une augmentation de la proportion du nombre de poissons présentant des lésions de l'amont vers l'aval. La prévalence globale calculée sur la station CABALEYRE_01 semble révéler la présence d'un milieu de mauvaise qualité défavorable à l'installation d'un peuplement piscicole sain. De plus la structure du peuplement observé sur la CABALEYRE_01 (Tableau 36) révèle une altération importante de la qualité du milieu.

3.2.2.2.2 La prévalence des lésions de type DELT

Tableau 66 : Prévalence des lésions de type DELT (en %) au sein des peuplements, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.

Stations	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01
Prévalence DELT	7,92	14,63	5,88

Prévalence DELT	[0 - 2 % [	[ 2 - 5 % [	[ 5 - 100 % [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Bon	Détérioré	Précaire

L'état de santé du peuplement de poissons est évalué comme précaire (> 2%) sur les 3 stations d'inventaires :

- 8% des poissons examinés sont porteurs de lésions de type DELT sur la JCASTELNAU_01.
- 15% des poissons examinés sont porteurs de lésions de type DELT sur la JCASTELNAU_04.
- 6% des poissons examinés sont porteurs de lésions de type DELT sur la CABALEYRE_01.

Comme pour la prévalence globale, la prévalence des lésions de type DELT met en évidence une dégradation de l'état de santé des peuplements de poissons de l'amont vers l'aval sur la Jalle de Castelnau. Notons que la prévalence DELT est inférieure sur la CABALEYRE_01, mais ce résultat est à nuancer avec le faible nombre de poisson observé sur cette station.

3.2.2.2.3 Résultats selon les indices pathologiques globaux lésionnels (IpGL) et parasitaires (IpGP)

3.2.2.2.3.1 L'Indice pathologique Global Lésionnel

Tableau 67 : Etat de santé des peuplements de poissons évalué à partir de l'indice pathologie global lésionnel.

Stations	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01
Score de l'indice lésionnel	0,25	0,51	0,24

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

L'état de santé du peuplement de poissons est considéré comme précaire sur les 3 stations d'après l'Indice pathologique Global Lésionnel :

- Sur la station JCASTELNAU_01, l'IpGL a un score de 0,25.
- Sur la station JCASTELNAU_04, l'IpGL a un score de 0,51.
- Sur la station CABALEYRE_01, l'IpGL a un score de 0,24.

Rappelons que l'augmentation de l'IpGL est liée à une augmentation de la prévalence d'individu atteint de lésion mais également à la hausse des intensités des lésions observés. Ici, l'IpGL confirme les premiers diagnostics établis à partir des prévalences, mettant en évidence que le peuplement de la station aval JCASTELNAU_04 présente un état de santé plus dégradé que celui de la station amont JCASTELNAU_01.

3.2.2.2.3.2 L'Indice pathologique Global Parasitaire

Tableau 68 : Etat de santé des peuplements de poissons évalué à partir de l'indice pathologie global parasitaire.

Stations	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01
Score de l'indice parasitaire	0,01	0,04	0,65

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

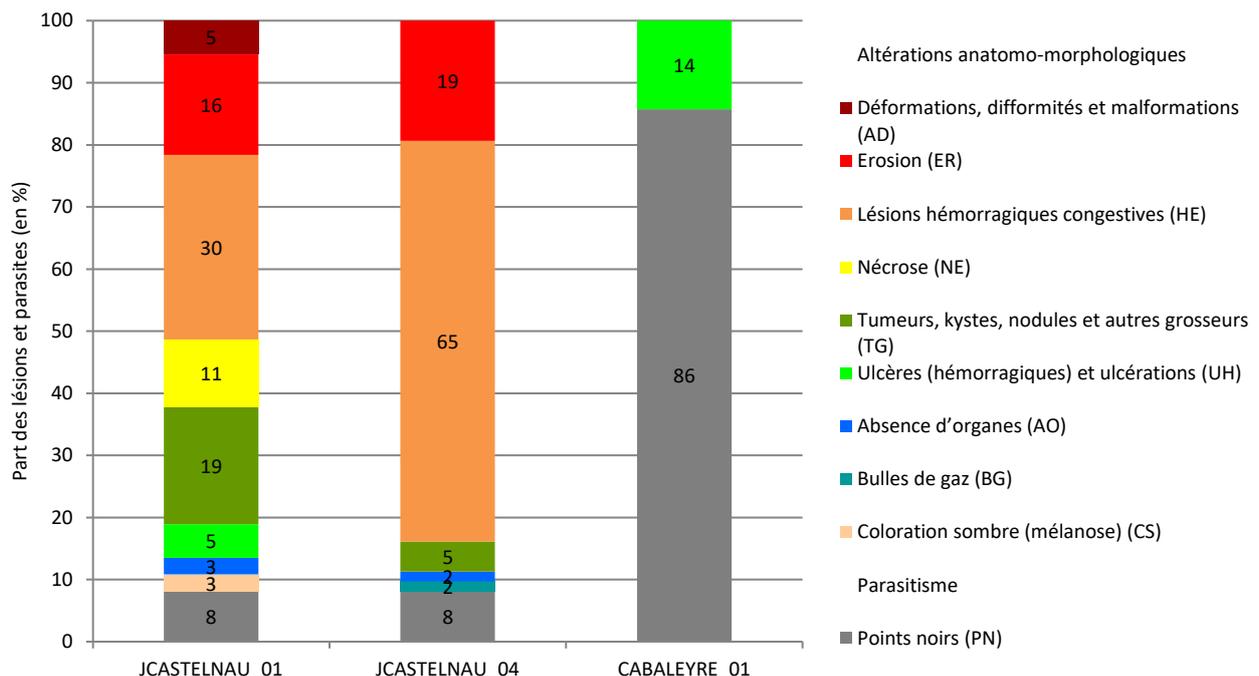
Selon l'Indice pathologique Global Parasitaire, l'état de santé parasitaire des peuplements de poissons est considéré comme très bon sur les deux stations situées sur la Jalle de Castelnau. Notons néanmoins la présence d'infestations parasitaires non préoccupantes sur ces deux stations, dans des proportions dites « en équilibre naturel ».

A contrario sur la CABALEYRE_01 l'IpGP affiche un score de 0,65, mettant en évidence un état de santé précaire pour le peuplement. Précisons que seules les anguilles (6 sur 9) étaient porteuses de parasites de type points noirs.

3.2.2.2.4 Part et intensité des lésions et des parasites au sein des stations ou l'état de santé du peuplement est préoccupant

La Figure 56 présente, pour chaque station, la nature et la part des lésions et des parasites observés sur les stations de la Jalle de Castelnau et du ruisseau de la Cabaleyre.

Figure 56 : Part des lésions et des parasites observés chez les poissons atteints au sein des peuplements.



Les trois stations affichent des profils pathologiques assez différents, tant en termes de diversité des lésions que de la proportion d'observation des lésions.

Sur la station JCASTELNAU_01, 4 types de lésions importantes sont observées :

- Les lésions dominantes sont les lésions hémorragiques congestives (30%), dont 18% de ces lésions sont d'intensité de classe forte (3 - 4).
- On retrouve aussi trois autres lésions bien représentées dans le peuplement qui sont : les tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs (19%), les érosions (16%) et les nécroses (11%). Ajoutons que 29% des tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs, et 25% des nécroses sont d'intensité de classe forte (3 - 4).
- Notons que les 4 lésions précédentes sont toutes des lésions de types DELT et qu'elles représentent 76% des lésions observées sur le peuplement de la station.
- De façon plus marginales on observe la présence de parasites de types points noirs, d'ulcères et d'ulcérations, d'absences d'organes et de colorations sombres.

Sur la station JCASTELNAU_04, 2 types de lésions sont majoritairement observées :

- Les lésions dominantes sont les lésions hémorragiques congestives (65%), dont 10% de ces lésions sont d'intensité de classe forte (3 - 4).
- Les érosions représentent quant à elle 19% des lésions observées et 25% d'entre elles sont d'intensité de classe forte (3 - 4).
- De façon plus marginales on observe la présence de parasites de types points noirs, de tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs, d'absences d'organes et de bulles de gaz.

Sur la station CABALEYRE_01, 1 type de parasite et 1 lésion représentent l'ensemble des anomalies observées sur le peuplement :

- L'anomalie la plus représentée sur la station est due aux parasites de types points noirs (86%), dont 33% des observations sont d'intensité de classe forte (3 - 4), expliquant le score précaire obtenu par l'IpGP (0,65).
- Les ulcères et ulcérations correspondent à 14% des lésions observées, aucun ulcère n'est d'intensité de classe forte (3 - 4).

Bilan de l'analyse de l'état de santé à l'échelle des peuplements du bassin versant de la Jalle de Castelnau :

Les prévalences ainsi que l'indice pathologique global lésionnel mettent en évidence **un état de santé des peuplements de poissons préoccupant sur les deux stations de la Jalle de Castelnau et sur celle du ruisseau de la Cabaleyre**. De plus les prévalences globales font le lien entre l'altération de l'état de santé des peuplements et la qualité de milieu (qualité de l'habitat et/ou de l'eau).

Au vu des différents indicateurs issus des Codes pathologies, il semble que **la station amont, JCASTELNAU_01, présente un peuplement dont l'état de santé est moins altéré que celui de la station aval JCASTELNAU_04**.

Le peuplement de la CABALEYRE_01 affiche quant à lui un état de santé jugé préoccupant. De plus le fort déséquilibre de la structure du peuplement de la CABALEYRE_01 est un indicateur qui met en évidence une altération profonde du milieu.

A l'échelle de la masse d'eau, **les lésions majoritairement observées sont les lésions hémorragiques congestives, les érosions et les points noirs.**

Un nombre important de lésions sont d'intensité de classe forte (3 - 4) dans les peuplements :

- JCASTELNAU_01 : 50% des déformations et difformités, 33% des points noirs, 29% des tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs, 25% des nécroses, 18% des lésions hémorragiques congestive et 25%.
- JCASTELNAU_04 : 60% des points noirs, 33% des tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs, 25% des érosions, 10% des lésions hémorragiques congestive.
- CABALEYRE_01 : 33% des points noirs.

3.2.2.3 Evaluation de l'état de santé des populations de poissons

3.2.2.3.1 Résultats selon la prévalence globale des lésions et des parasites

Précisons ici aussi que certaines espèces dans les peuplements possèdent des effectifs très marginaux (entre 1 et 2 individus), limitant grandement l'exploitation des indicateurs des Codes Pathologie qui se révèlent peu significatifs. Effectivement les espèces présentes dans le tableau suivant, possèdent un effectif insuffisant pour être représentatif de l'état de santé d'une population.

Stations	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01
Anguille	1		
Perche soleil			1
Vairon		2	

Tableau 69 : Prévalence globale des lésions et des parasites au sein des populations, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.

Prévalence globale			
Stations	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01
Anguille	100,00	43,75	66,67
Black bass à grande bouche			0,00
Brochet	33,33		
Cyprinidé non déterminé		0,00	
Epinoche		1,63	
Gambusie		1,90	
Goujon		5,26	
Juvenile de lamproie	16,26	10,80	
Lamproie de planer		25,40	
Perche			25,00
Perche soleil			0,00
Vairon	5,11	0,00	

Prévalence globale	[0 - 1 % [	[ 1 - 5 % [	[ 5 - 20 % [	[ 20 - 35 % [	[ 35 - 100 % [
Importance	Non significatif	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Qualité de l'eau et de l'habitat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

Au niveau des populations, la prévalence globale est préoccupante (>5%) pour :

- 3 espèces sur les 4 capturées sur la JCASTELNAU_01.
- 4 espèces sur les 8 capturées sur la JCASTELNAU_04.
- 2 espèces sur les 4 capturées sur la CABALEYRE_01.

Les trois stations présentent certaines espèces en commun (anguille, juvénile de lamproie et vairon), cependant au vu des effectifs très variables il sera difficile de comparer l'état de santé d'une espèce d'une station à l'autre. Ainsi n'est comparable que l'état de santé des anguilles entre les stations JCASTELNAU_04 et CABALEYRE_01 et celui des juvéniles de lamproie sur entre les stations JCASTELNAU_01 et JCASTELNAU_04. Les anguilles des stations JCASTELNAU_04 et de la CABALEYRE_01 affichent toutes deux une très forte

prévalence globale et les juvéniles de lamproie de lamproie de la JCASTELNAU_01 présentent plus de lésions en proportion que ceux de la JCASTELNAU_04.

3.2.2.3.2 Résultats selon la prévalence des lésions de type DELT

Tableau 70 : Prévalence des lésions de type DELT au sein des populations, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.

Prévalence de type DELT			
Stations	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01
Anguille	100,00	28,13	0,00
Black bass à grande bouche			0,00
Brochet	33,33		
Cyprinidé non déterminé		0,00	
Epinuche		0,81	
Gambusie		1,90	
Goujon		5,26	
Juvenile de lamproie	15,45	10,80	
Lamproie de planer		23,81	
Perche			25,00
Perche soleil			0,00
Vairon	3,65	0,00	

Prévalence DELT	[0 - 2 % [	[ 2 - 5 % [	[ 5 - 100 % [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Bon	Détérioré	Précaire

Au niveau des populations, la prévalence des lésions de types DELT est élevée ($\geq 2\%$) pour :

- 3 espèces sur les 4 capturées sur la JCASTELNAU_01.
- 4 espèces sur les 8 capturées sur la JCASTELNAU_04.
- 1 espèces sur les 4 capturées sur la CABALEYRE_01.

A propos des espèces communes aux stations les anguilles de la JCASTELNAU_04 présentent un état de santé précaire avec une prévalence des lésions de types DELT de 28% alors que les anguilles hébergées sur la station CABALEYRE_01 présentent aucune lésion de type DELT. Concernant les juvéniles de lamproie les deux populations affichent un état de santé précaire, et notons que ceux de la station JCASTELNAU_01 présentent une prévalence des lésions de types DELT plus élevée que celle se trouvant sur la JCASTELNAU_04.

3.2.2.3.3 Les indices pathologiques globaux lésionnel et parasitaire

3.2.2.3.3.1 Résultats selon l'Indice pathologique Global Lésionnel

Tableau 71 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Lésionnel.

Indice lésionnel			
Stations	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01
Anguille	4,00	1,06	0,00
Black bass à grande bouche			0,00

Brochet	0,67		
Cyprinidé non déterminé		0,00	
Epinoche		0,07	
Gambusie		0,04	
Goujon		0,32	
Juvenile de lamproie	0,54	0,38	
Lamproie de planer		0,71	
Perche			1,00
Perche soleil			0,00
Vairon	0,11	0,00	

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

D'après l'IpGL, l'état de santé est jugé préoccupant ($\geq 0,205$) pour :

- 3 espèces sur les 4 capturées sur la JCASTELNAU_01.
- 4 espèces sur les 8 capturées sur la JCASTELNAU_04.
- 1 espèce sur les 4 capturées sur la CABALEYRE_01.

A propos des espèces communes aux stations, les anguilles de la JCASTELNAU_04 présentent un état de santé médiocre d'après l'IpGL alors que les anguilles hébergées sur la station CABALEYRE_01 présentent seulement des parasites, expliquant le score nul de l'IpGL. Pour les juvéniles de lamproie les deux populations affichent un état de santé précaire, et notons que celle de la station JCASTELNAU_01 présente un score de l'IpGL légèrement plus élevé que celui obtenu sur la JCASTELNAU_04.

3.2.2.3.3.2 Résultats selon l'Indice pathologique Global Parasitaire

Tableau 72 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Parasitaire.

Indice parasitaire			
Stations	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01
Anguille	0,00	0,44	1,22
Black bass à grande bouche			0,00
Brochet	0,00		
Cyprinidé non déterminé		0,00	
Epinoche		0,00	
Gambusie		0,00	
Goujon		0,00	
Juvenile de lamproie	0,02	0,00	
Lamproie de planer		0,00	
Perche			0,00
Perche soleil			0,00
Vairon	0,01	0,00	

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

D'après l'IpGP, l'état de santé est jugé préoccupant ($\geq 0,205$) pour :

- 0 espèces sur les 4 capturées sur la JCASTELNAU_01.
- 1 espèces sur les 8 capturées sur la JCASTELNAU_04.
- 1 espèces sur les 4 capturées sur la CABALEYRE_01.

Seules les deux populations d'anguilles des stations JCASTELNAU_04 et CABALEYRE_01 présentent des scores de l'IpGP préoccupants. Notons que ces deux populations d'anguilles sont porteuses des parasites de types points noirs.

En dehors des anguilles, aucun problème de parasite n'est constaté de façon marquée pour l'ensemble des autres espèces. Néanmoins on observe des infestations parasitaires non préoccupantes chez :

- Un juvénile de lamproie de la JCASTELNAU_01, porteur de points noirs.
- Deux vairons de la JCASTELNAU_01, porteurs de points noirs.

3.2.2.3.4 Bilan synthétique de l'état de santé des espèces repères et/ou patrimoniales selon les prévalences et les indices et part et intensité des anomalies chez ces espèces

Nous allons ici approfondir l'analyse de l'état de santé chez les populations d'espèces patrimoniales et repères ainsi que chez les espèces ciblées pour mener les analyses de la contamination :

- Anguille
- Brochet
- Goujon
- Lamproie de planer
- Vairon

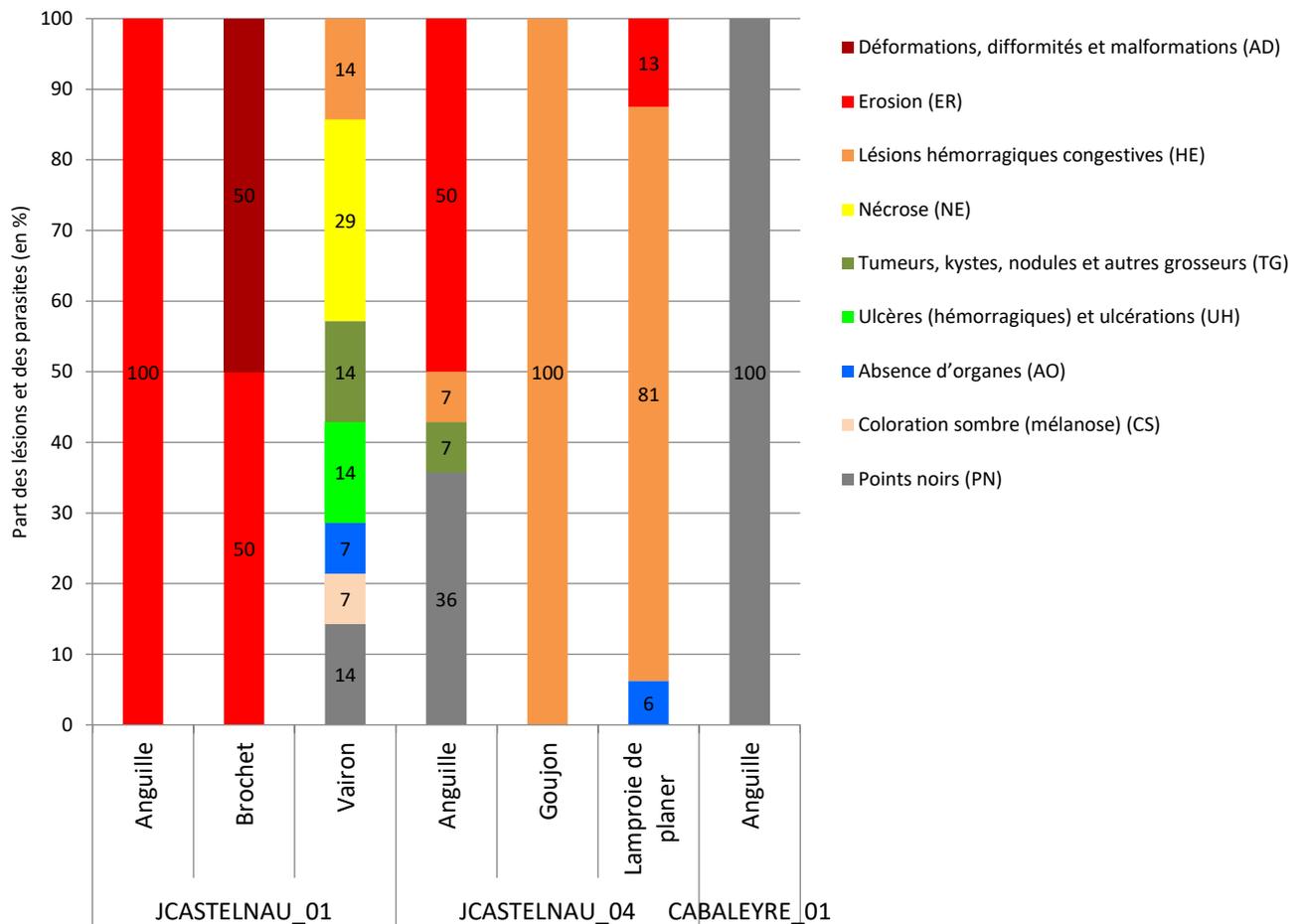
Dans le cas où ces espèces présentent un état de santé préoccupant (mis en évidence par la prévalence de type DELT ou les indices pathologiques globaux), nous caractériserons la part et la répartition des différentes lésions et des parasites chez ces espèces.

Tableau 73 : Bilan de de l'état de santé des espèces repères et/ou patrimoniales.

Stations	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01
Prévalence DELT			
Anguille	100,00	28,13	0,00
Brochet	33,33		
Goujon		5,26	
Lamproie de planer		23,81	
Vairon	3,65	0,00	
Indice lésionnel			
Anguille	4,00	1,06	0,00
Brochet	0,67		
Goujon		0,32	
Lamproie de planer		0,71	
Vairon	0,11	0,00	
Indice parasitaire			
Anguille	0,00	0,44	1,22
Brochet	0,00		

Goujon		0,00	
Lamproie de planer		0,00	
Vairon	0,01	0,00	

Figure 57 : Part des lésions et des parasites observés chez les populations dont l'état de santé est jugé préoccupant.



Les anguilles

Rappelons qu'une seule anguille a été capturée sur la station JCASTELNAU_01, porteuse d'une érosion d'intensité 2, rendant la comparaison des états de santé difficile pour cette « population ». A la vue des indicateurs la population d'anguilles de la JCASTELNAU_04 (IpGL de 1,06) présente en proportion plus de lésions que celle de la CABALEYRE (IpGL de 0,00), mais à contrario les anguilles de la CABALEYRE_01 (IpGP de 1,22) sont plus infestées de parasites que celles de la JCASTELNAU_04 (IpGP de 0,44).

Pour les types de lésions observées, les anguilles de la JCASTELNAU_04 et de la CABALEYRE_01 présentent donc un profil assez différent. On retrouve 50% d'érosions et 36% de points noirs sur la population de la JCASTELNAU_04 et 100% de points noirs sur celle de la CABALEYRE_01. De façon plus marginale on note en plus la présence de lésions hémorragiques congestives et de tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs sur les anguilles de la JCASTELNAU_04.

Les brochets

Une seule population de brochets a été inventoriée sur le bassin versant de la Jalle de Castelnaud, sur la station JCASTELNAU_01. Cette population présente un état de santé préoccupant d'après la prévalence globale et l'IpGL. Deux types de lésions ont été identifiées, il s'agit des érosions (50%) et des déformations, difformités et des malformations (50%). Aucun parasite n'a été observé sur les brochets de la JCASTELNAU_01.

Les goujons

Une seule population de goujons a été inventoriée sur nos stations situées sur le bassin versant de la Jalle de Castelnaud, sur la station JCASTELNAU_04. Cette population présente un état de santé préoccupant d'après la prévalence globale et l'IpGL. Une seule lésion a été identifiée, il s'agit des lésions hémorragiques congestives. Aucun parasite n'a été observé sur les goujons de la JCASTELNAU_04.

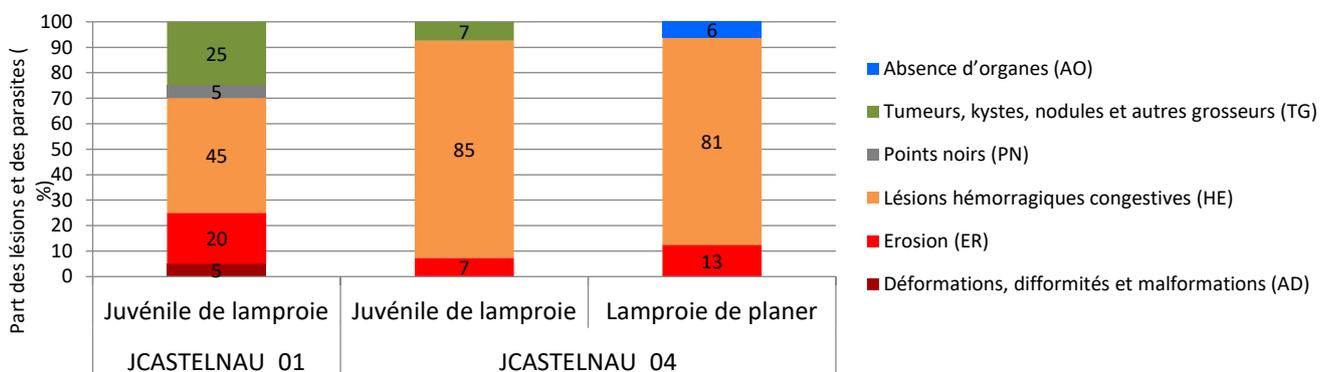
Les lamproies de planer

Une seule population de lamproie de planer a été inventoriée avec certitude sur nos stations situées sur la Jalle de Castelnaud, sur la station JCASTELNAU_04. Cette population présente un état de santé préoccupant d'après la prévalence globale et l'IpGL.

Cependant des juvéniles de lamproies ont été observés sur les stations JCASTELNAU_01 et JCASTELNAU_04. Il est donc fortement probablement que ces juvéniles soient aussi des lamproies de planer. Rappelons que les juvéniles de lamproies présentaient un état de santé préoccupant sur les stations JCASTELNAU_01 et JCASTELNAU_04 d'après les prévalences globales et les IpGL.

En termes de lésions on retrouve globalement les mêmes lésions sur les juvéniles de lamproies et sur les lamproies de planer. Ainsi les lésions dominantes sur les juvéniles et les lamproies de planer sont les lésions hémorragiques congestives. On retrouve respectivement 25% et 7% de tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs sur les juvéniles de la JCASTELNAU_01 et de la JCASTELNAU_04. Les érosions sont aussi bien représentées avec 20% des lésions sur les juvéniles de la JCASTELNAU_01, 7% sur les juvéniles de la JCASTELNAU_04 et 13% sur les adultes de lamproie de planer de la JCASTELNAU_04.

Figure 58 : Part des lésions et des parasites observés chez les populations de lamproie.



Les vairons

Deux populations de vairons ont été inventoriés, cependant celle de la JCASTELNAU_04 est représentée seulement par 2 individus, alors que celle de la JCASTELNAU en compte 274. D'après la prévalence des lésions

de types DELT la population de vairons de la JCASTELNAU_01 présente un état de santé préoccupant. Cependant l'IpGL vient nuancer le résultat de la prévalence DELT pour la population de la JCASTELNAU_01 en obtenant en score non préoccupant.

En termes de lésions, les vairons de la JCASTELNAU_01 affichent une grande diversité de lésions, dont les plus représentées sont les nécroses (29%), les lésions hémorragiques congestives (14%), les tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs (14%), les ulcères et ulcérations (14%) et les points noirs (14%).

Bilan de l'analyse de l'état de santé à l'échelle des populations de poissons du bassin versant de la Jalle de Castelnau :

On considère qu'une population présente un état de santé préoccupant à partir du moment où l'un des indicateurs suivants est déclassants : Prévalence DELT \geq 2%, Indice lésionnel \geq 0,205 et Indice parasitaire \geq 0,205.

Ainsi seules les populations suivantes affichent un état de santé non préoccupant en 2021 :

- JCASTELNAU_01 : aucune.
- JCASTELNAU_04 : cyprinidé non déterminé, épinoche, gambusie, vairon.
- CABALEYRE_01 : black bass à grande bouche, perche soleil.

En dehors de la population de vairon de la JCASTELNAU_04, l'ensemble des espèces repères et/ou patrimoniales affichent un état de santé préoccupant.

Concernant les anomalies observées, les lésions et parasites dominants sont :

- Les lésions hémorragiques congestives chez les goujons, les lamproies de planer et les juvéniles de lamproie.
- Les érosions sur les anguilles et les brochets.
- Les parasites de type points noirs sur les anguilles.

Notons que les populations d'anguilles sont les seules pour lesquelles l'Indice pathologique Global Parasitaire obtient des scores préoccupants : 0,44 (précaire) pour la JCASTELNAU_04 et 1,22 (médiocre) pour la CABALEYRE_01.

Rappelons que certaines populations de poissons présentes des effectifs très faibles, dus vraisemblablement à une pression environnementale négative. Les étiages sévères de ces dernières années peuvent expliquer la diminution des densités de poissons, et surtout sur les parties amont des bassins versants.

3.2.2.4 Evolution de l'état de santé des peuplements et des populations de poissons

La mise en place du réseau de suivi de l'état des poissons à l'échelle de la Gironde nous permet d'étudier l'évolution de l'état de santé des poissons entre 2011 et 2021 sur les stations du bassin versant de la Jalle de Castelnau. Notons qu'aucune donnée n'est disponible pour la JCASTELNAU_04 avant 2021. L'analyse complète des données éco-pathologiques du bassin versant se trouve dans la fiche contexte « Jalle de Castelnau » de ATLAS.

3.2.2.4.1 Evolution de l'état de santé des peuplements de poissons

Tableau 74 : Indicateurs de l'état de santé des peuplements de poissons du bassin versant de la Jalle de Castelnau de 2011 à 2021.

Stations	DEHES_01			DEHES_02			JCASTELNAU_01			JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01			LOUISE_01	
	2011	2016	2020	2011	2016	2020	2015	2020	2021	2021	2015	2020	2021	2015	2020
Prévalence globale	2,04	0,00	12,44	2,00	0,59	13,66	4,86	7,63	9,16	16,49	18,18	32,50	41,18	5,86	10,68
Prévalence DELT	2,04	0,00	5,33	1,00	0,59	8,70	4,17	5,34	7,92	14,63	0,00	12,50	5,88	3,77	6,41
Score de l'indice lésionnel	0,12	0,00	0,24	0,03	0,01	0,26	0,11	0,18	0,25	0,51	0,14	0,40	0,24	0,11	0,21
Score de l'indice parasitaire	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,04	0,09	0,25	0,65	0,00	0,03

Tableau 75 : Evolution des métriques des Codes Pathologies de 2011 et 2021.

Stations	Evolution sur la période	P. Globale	P. DELT	IpGL	IpGP
DEHES_01	2011 - 2016	↗	↗	↗	↔
	2016 - 2020	↘	↘	↘	↔
DEHES_02	2011 - 2016	↗	↗	↔	↔
	2016 - 2020	↘	↘	↘	↘
JCASTELNAU_01	2015 - 2020	↘	↘	↔	↔
	2020 - 2021	↘	↘	↘	↔
CABALEYRE_01	2015 - 2020	↘	↘	↘	↘
	2020 - 2021	↘	↗	↘	↘
LOUISE_01	2015 - 2020	↘	↘	↘	↔

↘ : état de santé préoccupant selon la prévalence ou l'indice considéré sur le dernier inventaire de la période

↗ : état de santé non préoccupant selon la prévalence ou l'indice considéré sur le dernier inventaire de la période

Evolution significative de la métrique sur la période considérée : ↗ *amélioration* ↘ *dégradation* ↔ *pas d'évolution significative*

De manière générale

- L'état de santé des peuplements est préoccupant sur l'ensemble des stations, hormis sur la DEHES_01 en 2016 et sur la DEHES_02 en 2011 et 2016.
- D'après le Tableau 75, la grande majorité des métriques se dégradent fortement à partir des inventaires menés en 2020.
- L'état de santé parasitaire est préoccupant seulement pour les peuplements de la CABALEYRE_01 de 2020 et de 2021.

3.2.2.4.2 Evolution de l'état de santé des populations des espèces repères et/ou patrimoniales

Tableau 76 : Indicateurs de l'état de santé des populations de poissons des espèces repères et/patrimoniales du bassin versant de la Jalle de Castelnaud de 2011 à 2021.

Stations	DEHES_01			DEHES_02			JCASTELNAU_01			JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01			LOUISE_01	
	2011	2016	2020	2011	2016	2020	2015	2020	2021	2021	2015	2020	2021	2015	2020
Prévalence DELT															
Anguille	25,00			14,29	14,29	38,89	0,00	100,00	100,00	28,13	0,00	12,90	0,00	13,33	14,14
Brochet		0,00	19,57	0,00	0,00	6,25	0,00	0,00	33,33					0,00	22,22
Chabot spp.	0,00	0,00	1,87	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00
Goujon spp.				0,00	0,00	4,17				5,26	0,00			12,50	10,53
Juvenile de lamproie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,32	1,39	0,00	15,45	10,80				0,00	0,00
Loche spp.	0,00		11,11	0,00	0,00	0,00								0,00	
Vairon spp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	7,69	5,26	3,65	0,00				3,70	0,00
Score de l'indice lésionnel															
Anguille	1,50			0,29	0,29	1,11	0,33	4,00	4,00	1,06	0,00	0,35	0,00	0,36	0,43
Brochet		0,00	0,93	0,00	0,00	0,25	0,00	0,22	0,67					0,00	1,00
Chabot spp.	0,00	0,00	0,09	0,04	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00
Goujon spp.				0,00	0,00	0,08				0,32	0,00			0,25	0,42
Juvenile de lamproie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,06	0,14	0,54	0,38				0,00	0,00
Loche spp.	0,00		0,22	0,00	0,00	0,00								0,00	
Vairon spp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,15	0,14	0,11	0,00				0,07	0,00
Score de l'indice parasitaire															
Anguille	0,00			0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,44	0,14	0,32	1,22	0,00	0,09
Brochet		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00
Chabot spp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00
Goujon spp.				0,00	0,00	0,00				0,00	0,00			0,00	0,00
Juvenile de lamproie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00				0,00	0,00
Loche spp.	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00								0,00	
Vairon spp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00				0,00	0,00

D'après le tableau précédent, on constate que :

- **Pour l'anguille**, l'état de santé est préoccupant sur quasiment tous les inventaires, hormis sur la CABALEYRE_01 de 2015 et 2021. Globalement à l'échelle du contexte la population d'anguille peut être considérée en mauvaise état de santé selon la prévalence DELT et l'indice lésionnel. Notons que l'anguille est la seule espèce qui présente des populations atteintes par des infestations parasitaires préoccupantes.
- **Pour le brochet**, l'état de santé de toutes les populations se dégradent lors des inventaires de 2020, et affichent un état de santé préoccupant sur toutes les stations suivies en 2020 et 2021.
- **Pour le chabot**, l'ensemble des populations affichent un état de santé non préoccupant d'après les indicateurs des Codes Pathologie. Notons que les chabots sont principalement présents sur les stations situées sur les parties amont du bassin versant.
- **Pour le goujon**, la population de la station DEHES_02 voit son état de santé se dégrader entre 2016 et 2020. Ajoutons que les populations de goujon de la JCASTELNAU_04 et de la LOUISE_01 présentent aussi un état de santé préoccupant.
- **Pour les juvéniles de lamproie**, on constate une dégradation de l'état de santé des populations sur la station DEHES_02 entre 2016 et 2020 et sur la JCASTELNAU_01 entre 2020 et 2021. Sur la plupart des autres inventaires les juvéniles de lamproies présentent un état de santé non préoccupant, sauf sur la JCASTELNAU_04 (2021).
- **Pour les loches**, l'ensemble des populations affichent un état de santé non préoccupant d'après les indicateurs des Codes Pathologie, hormis sur la station DEHES_01 de 2020 où les loches possèdent un état de santé altéré.
- **Pour les vairons**, l'état de santé des populations est plutôt contrasté sur le bassin versant, selon l'indicateur pris en compte. En effet d'après la prévalence des lésions de types DELT les populations des stations suivantes présentent un état de santé préoccupant : DEHES_02_2020, JCASTELNAU_01 toutes les années, LOUISE_2015. A contrario selon l'indice lésionnel, seulement la population hébergée sur la station DEHES_2020 affiche un état de santé altéré.

A l'échelle des peuplements et des populations de poissons du bassin versant de la Jalle de Castelnaud, les lésions principalement observées sont : les **lésions hémorragiques congestives** et les **érosions**. Les principales causes susceptibles d'être responsables de l'apparition de ces lésions sont :

- Traumatismes, plaies, blessures, frottement et irritations mécaniques
- Pollution chimiques diverses, irritations chimiques
- Facteurs environnementaux défavorables
- Parasitisme
- Maladies infectieuses

L'analyse de l'état de santé des autres populations de poissons, les orientations de diagnostics et les perspectives sont détaillées dans la fiche contexte « Jalle de Castelnaud » de l'Atlas de l'état de santé des poissons sauvages de Gironde.

3.2.3 Bassin versant du Chenal du Gua

3.2.3.1 Effort d'échantillonnage

Sur les stations du bassin versant du Chenal du Gua deux méthodes de relevées des Codes pathologie ont été utilisées en fonction de la quantité d'individus capturée. Sur la station GUA_13 le peuplement inventorié présente un effectif raisonnable (119) permettant l'application de la méthode « individuelle ». A contrario, la station GUA_08 héberge un peuplement comptant 595 individus, justifiant l'utilisation de la méthodologie « échantillon par espèce ».

Tableau 77 : Bilan de l'effort d'échantillonnage des Codes pathologies appliqué lors des pêches du Chenal du Gua.

STATIONS	GUA_13 - Amont		GUA_08 - Aval	
	Nombre d'individus observés	Part de l'effectif capturé observé	Nombre d'individus observés	Part de l'effectif capturé observé
Anguille	40	100%	29	100%
Brème bordelière			4	100%
Brochet	6	100%	7	100%
Carassin argenté			20	100%
Carpe			10	100%
Cyprinidé non déterminé			0	0%
Gambusie			30	42%
Gardon	31	100%	19	100%
Goujon	22	100%		
Mulet			6	5%
Perche			19	100%
Perche soleil	19	100%	21	100%
Poisson chat			43	57%
Pseudorasbora			18	100%
Rotengle	1	100%		
Total peuplement observé	119	100%	226	38%

L'échantillon examiné sur la station GUA_08 correspond à 38% des individus capturés car les alevins de poissons n'ont pas fait l'objet d'une inspection visuelle. 5% des mulets ont été observés sur la station GUA_08, ce qui correspond aux 6 mulets adultes par rapport aux 110 alevins de mulet. De la même façon les lésions n'ont pas été relevé sur les 185 alevins de cyprinidés indéterminés.

3.2.3.2 Evaluation de l'état de santé des peuplements de poissons

3.2.3.2.1 Description des lésions et des parasites observés

Au total, 11 types de lésions et de parasites, dont 6 d'intérêt écopathologique majeur ont été observés. Plus précisément les poissons de la station amont, GUA_13, présentent 5 types de lésions et 1 type de parasite, et ceux de la station GUA_08, à l'aval, affichent 6 types de lésions et 3 types de parasites.

Tableau 78 : Nombre de poissons présentant des lésions et/ou des parasites sur les stations du Chenal du Gua. En orange, les lésions d'intérêt écopathologique majeur (DELT).

Stations		GUA_13 Amont	GUA_08 Aval
Altérations anatomo-morphologiques			
Déformation, difformité et malformation	AD		2
Erosion	ER	1	3
Lésions hémorragiques congestives	HE	6	21
Nécrose	NE		6
Tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs	TG	1	
Ulcères (hémorragiques) et ulcérations	UH		2
Absence d'organes	AO	2	4
Bulle de gaz	BG	1	
Parasitisme			
Points noirs	PN		1
Ponts blancs	PB	3	1
Crustacé	PC		5
Nombre de poissons observés		6	9
Total d'individus porteur de pathologies		14	45

3.2.3.2.2 Résultats selon la prévalence globale des lésions et des parasites et la prévalence de type DELT

3.2.3.2.2.1 Prévalence globale des lésions et des parasites

Tableau 79 : Prévalence globale (en %) des lésions et des parasites au sein du peuplement, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.

Stations	GUA_13	GUA_08
Prévalence globale	11,86	19,91

Prévalence globale	[0 - 1 % [	[ 1 - 5 % [	[ 5 - 20 % [	[ 20 - 35 % [	[ 35 - 100 % [
Importance	Non significatif	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Qualité de l'eau et de l'habitat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

L'importance de la prévalence globale des lésions et des parasites est de classe forte (>5%) sur les 2 stations d'inventaires de la Livenne :

- Près de 12% des poissons examinés sont porteurs d'anomalies sur la station amont, GUA_13.
- Près de 20% des poissons examinés sont porteurs d'anomalies sur la station aval, GUA_08.

Les deux prévalences globales semblent mettre en avant une qualité de l'eau et/ou de l'habitat moyenne. Ajoutons que le peuplement de la station aval présente en proportion plus de lésions et de parasites que celui de l'amont.

3.2.3.2.2 La prévalence des lésions de type DELT

Tableau 80 : Prévalence des lésions de type DELT (en %) au sein des peuplements, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.

Stations	GUA_13	GUA_08
Prévalence DELT	6,78	15,04

Prévalence DELT	[0 - 2 % [	[ 2 - 5 % [	[ 5 - 100 % [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Bon	Détérioré	Précaire

L'état de santé du peuplement de poissons est évalué comme précaire (> 5%) sur les 2 stations d'inventaires :

- Près de 7% des poissons examinés sont porteurs de lésions de type DELT sur la station GUA_13.
- 15% des poissons examinés sont porteurs de lésions de type DELT sur la station GUA_08.

La station amont, GUA_13, présente plus de deux fois moins d'individus porteurs de lésions de type DELT par rapport à la station située à l'aval, mettant en évidence une altération de l'état de santé du peuplement plus forte à aval qu'à l'amont.

3.2.3.2.3 Résultats selon les indices pathologiques globaux lésionnels (IpGL) et parasitaires (IpGP)

3.2.3.2.3.1 L'Indice pathologique Global Lésionnel

Tableau 81 : Etat de santé des peuplements de poissons évalués à partir de l'indice pathologie global lésionnel.

Stations	GUA_13	GUA_08
Score de l'indice lésionnel	0,28	0,59

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

L'état de santé du peuplement de poissons est considéré comme précaire sur les 2 stations d'après l'Indice pathologique Global Lésionnel. Tout comme les prévalences précédentes, l'indice lésionnel montre aussi une dégradation de l'état de santé des poissons plus importante à l'aval plutôt qu'à l'amont.

3.2.3.2.3.2 L'Indice pathologique Global Parasitaire

Tableau 82 : Etat de santé des peuplements de poissons évalués à partir de l'indice pathologie global parasitaire.

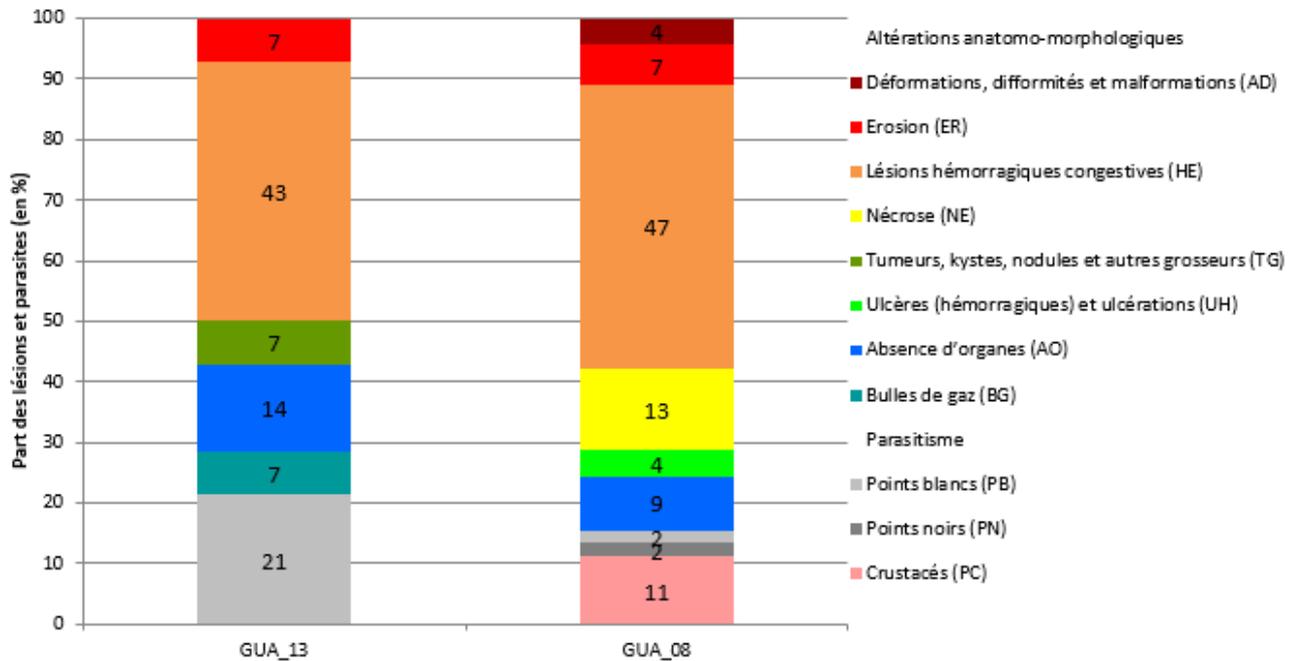
Stations	GUA_13	GUA_08
Score de l'indice parasitaire	0,08	0,04

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

Selon l'Indice pathologique Global Parasitaire, l'état de santé parasitaire des peuplements de poissons est considéré comme non préoccupant sur les deux stations. La fréquence et l'intensité des parasites restent dans des proportions dites « en équilibre naturel ».

3.2.3.2.4 Part et intensité des lésions et des parasites au sein des stations ou l'état de santé du peuplement est préoccupant

Figure 59 : Part des lésions et des parasites observés chez les poissons atteints au sein des peuplements.



Les lésions majoritairement observées sur les deux stations sont les lésions hémorragiques congestives, elles représentent 43% des anomalies détectées sur GUA_13 et 47% sur GUA_08. Plus précisément :

Sur la station amont GUA_13 :

- Les lésions hémorragiques congestives ont été observées sur 2 espèces de poissons (gardon et goujon). De plus ajoutons que 83% de ces lésions sont d'intensité de classe faible (1 - 2) et 17% de classe forte (3 - 4).
- Au sujet de la présence des parasites, seulement 3 anguilles sont porteuses de points blancs sur cette station.

Sur la station aval, GUA_08 :

- Les lésions hémorragiques congestives ont été observées sur 5 espèces de poissons (brème bordelière, carassin argenté, carpe, gardon et poisson chat). De plus ajoutons que 90% de ces lésions sont d'intensité de classe faible (1 - 2) et 10% de classe forte (3 - 4).
- Au sujet de la présence des parasites, on observe principalement des crustacés (Trachéliastes) sur un brochet, une brème, un carassin et deux gardons. On retrouve aussi une anguille porteuse de points blancs et une anguille porteuse de points noirs.

On retrouve aussi dans des proportions non négligeable les absences d'organes sur les deux stations. Notons que la perte d'écailles en milieu naturel est révélatrice d'un état sanitaire dégradé chez les poissons, néanmoins les inventaires piscicoles en pêche électriques et la manipulation des poissons lors de la biométrie peut engendrer une perte d'écailles chez certains cyprinidés fragiles. Les absences d'organes relevés sont toutes des pertes d'écailles, l'interprétation de cette lésion est donc à prendre avec précaution.

Bilan de l'analyse de l'état de santé à l'échelle des peuplements du Chenal du Gua :

Les prévalences ainsi que l'indice pathologique global lésionnel mettent en évidence **un état de santé des peuplements de poissons préoccupant sur les deux stations du Chenal du Gua**. De plus les prévalences globales font le lien entre l'altération de l'état de santé des poissons et la qualité de milieu (qualité de l'habitat et/ou de l'eau).

Au vu des différents indicateurs issus des Codes pathologies, il semble que **la station aval, GUA_08, présente un peuplement dont l'état de santé est plus altéré que celui de la station amont, GUA_13**.

A l'échelle de la masse d'eau, **les lésions majoritairement observées sont les lésions hémorragiques congestives**.

Les lésions d'intensité de classe forte (3 - 4) représentent dans les peuplements :

- GUA_13 : 17% des lésions hémorragiques congestive et 100% des points blancs.
- GUA_08 : 100% des déformations et difformités, 10% des lésions hémorragiques congestive, 50% des nécroses, 100% des points noirs et 100% des ulcères et ulcérations.

3.2.3.3 Evaluation de l'état de santé des populations de poissons

Précisons ici aussi que certaines espèces dans les peuplements possèdent des effectifs très marginaux (entre 1 et 2 individus), limitant grandement l'exploitation des indicateurs des Codes Pathologie qui se révèlent peu significatifs. Effectivement sur la station GUA_13 seulement 1 rotengle a été capturé, et cet individu ne peut pas être représentatif de l'état de santé d'une population.

3.2.3.3.1 Résultats selon la prévalence globale des lésions et des parasites

Tableau 83 : Prévalence globale des lésions et des parasites au sein des populations, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.

Prévalence globale		
Stations	GUA_13	GUA_08
Anguille	15,00	10,35
Brème bordelière		100,00
Brochet	0,00	57,14
Carassin argenté		80,00
Carpe		30,00
Gambusie		0,00
Gardon	20,00	36,84
Goujon	9,09	
Mulet		16,67
Perche		5,26
Perche soleil	0,00	0,00
Poisson chat		16,28
Pseudorasbora		0,00

Rotengle	0,00	
-----------------	------	--

Prévalence globale	[0 - 1 % [	[ 1 - 5 % [	[ 5 - 20 % [	[ 20 - 35 % [	[ 35 - 100 % [
Importance	Non significatif	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Qualité de l'eau et de l'habitat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

Au niveau des populations, la prévalence globale est préoccupante (>5%) pour :

- 3 espèces sur les 6 capturées sur la station GUA_13.
- 9 espèces sur 12 capturées sur la station GUA_08.

Les deux stations présentent 4 espèces en communs dans leur peuplement :

- Les anguilles affichent une prévalence globale de même classe d'importance moyenne sur les deux stations d'inventaire.
- Les brochets de la station amont ne présentent aucune lésion, alors que 57% des individus de la station aval sont porteurs de lésions et de parasites.
- Les gardons des deux stations affichent un état de santé préoccupant, cependant on dénombre 20% de gardons atteints sur la station amont contre 37% sur la station aval.
- Les deux populations de perches soleil ont une prévalence globale de 0%.

3.2.3.3.2 Résultats selon la prévalence des lésions de type DELT

Tableau 84 : Prévalence des lésions de type DELT au sein des populations, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.

Prévalence de type DELT		
Stations	GUA_13	GUA_08
Anguille	5,00	6,90
Brème bordelière		75,00
Brochet	0,00	28,57
Carassin argenté		75,00
Carpe		30,00
Gambusie		0,00
Gardon	13,33	15,79
Goujon	9,09	
Mulet		0,00
Perche		5,26
Perche soleil	0,00	0,00
Poisson chat		16,28
Pseudorasbora		0,00
Rotengle	0,00	

Prévalence DELT	[0 - 2 % [	[ 2 - 5 % [	[ 5 - 100 % [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Bon	Détérioré	Précaire

Au niveau des populations, la prévalence des lésions de types DELT est préoccupante (>2%) pour :

- 3 espèces sur les 6 capturées sur la station GUA_13.
- 8 espèces sur 12 capturées sur la station GUA_08.

Au sujet des espèces communes aux deux stations :

- Les anguilles et les gardons présentent un état de santé précaire avec des prévalences des lésions de types DELT assez comparable d'une station à l'autre. En effet pour les anguilles cette prévalence est de 5% sur GUA_13 et de 7% sur GUA_08, de la même façon pour les gardons la prévalence DELT est de 13% sur GUA_13 et de 16% sur GUA_08. Globalement pour ces deux espèces, leur état de santé est légèrement plus impactés à l'aval plutôt qu'à l'amont.
- Pour les brochets, le même constat que précédemment est mis en évidence, avec une population à l'aval qui présente un état de santé précaire contrairement à l'amont.
- Les deux populations de perches soleil ont une prévalence DELT de 0%.

3.2.3.3.3 Les indices pathologiques globaux lésionnel et parasitaire

3.2.3.3.3.1 Résultats selon l'Indice pathologique Global Lésionnel

Tableau 85 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Lésionnel.

Indice lésionnel		
Stations	GUA_13	GUA_08
Anguille	0,20	0,21
Brème bordelière		1,50
Brochet	0,00	1,86
Carassin argenté		3,00
Carpe		1,80
Gambusie		0,00
Gardon	0,50	0,53
Goujon	0,45	
Mulet		0,17
Perche		0,21
Perche soleil	0,00	0,00
Poisson chat		0,51
Pseudorasbora		0,00
Rotengle	0,00	

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

3.2.3.3.3.2 Résultats selon l'Indice pathologique Global Parasitaire

D'après l'IpGL, l'état de santé est jugé préoccupant ($\geq 0,205$) pour :

- 2 espèces sur 6 sur la station GUA_13
- 8 espèces sur 12 sur la station GUA_08.

Au sujet des espèces communes aux deux stations :

- Pour les anguilles, on constate que les deux populations ont un score en limite de classe bon/précaire (0,20 et 0,21). La différence de score étant minime, il n'y a pas de différence significative de l'état de santé des deux populations.
- Les brochets de la station aval, GUA_08, affichent un mauvais état de santé, contrairement à ceux de la station amont.
- Les gardons des deux stations présentent un score proche.
- Les deux populations de perches soleil présentent très bon état de santé.

3.2.3.3.3 Résultats selon l'Indice pathologique Global Parasitaire

Tableau 86 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Lésionnel.

Indice parasitaire		
Stations	GUA_13	GUA_08
Anguille	0,25	0,14
Brème bordelière		0,25
Brochet	0,00	0,29
Carassin argenté		0,05
Carpe		0,00
Gambusie		0,00
Gardon	0,00	0,11
Goujon	0,00	
Mulet		0,00
Perche		0,00
Perche soleil	0,00	0,00
Poisson chat		0,00
Pseudorasbora		0,00
Rotengle	0,00	

Le premier constat est qu'une seule espèce est porteuses de parasites sur la station GUA_13 contrairement à la station aval GUA_08 qui en possède 5.

Au sujet des anguilles, l'indice parasitaire est plus élevé à l'amont plutôt qu'à l'aval, avec un état précaire à l'amont (score de 0,25) contre un bon état sur la station GUA_08. Cependant cela s'explique par deux classes d'âges complètement différentes échantillonnées sur les stations. Sur la station GUA_13, on dénombre 21 anguilles de plus de 100mm (avec beaucoup d'individus entre 200 et 300mm) et 19 de moins de 100mm. Alors que sur la station GUA_08, on compte 3 anguilles de plus de 100mm et 26 de moins de 100mm. Le fait d'avoir une grande majorité de juvéniles de moins de 100mm diminue fortement la prévalence du parasitisme (risque faible d'atteintes par certaines parasites des jeunes individus).

Pour les autres espèces de la station GUA_08, il s'agit de parasites de types crustacés. L'augmentation du nombre d'espèce de poisson parasité et l'augmentation du nombre de types de parasites observés (Figure 59) met probablement en évidence une augmentation de la température de l'eau entre l'amont et l'aval. Nos

données de terrain, et les données des stations du réseau de suivis de qualité mettent en effet en évidence une température de l'eau plus élevée sur la station aval par rapport à l'amont.

3.2.3.3.4 Bilan synthétique de l'état de santé des espèces repères et/ou patrimoniales selon les prévalences et les indices et part et intensité des anomalies chez ces espèces

Nous allons ici approfondir l'analyse de l'état de santé chez les populations d'espèces patrimoniales et repères ainsi que chez les espèces ciblées pour mener les analyses écotoxicologique :

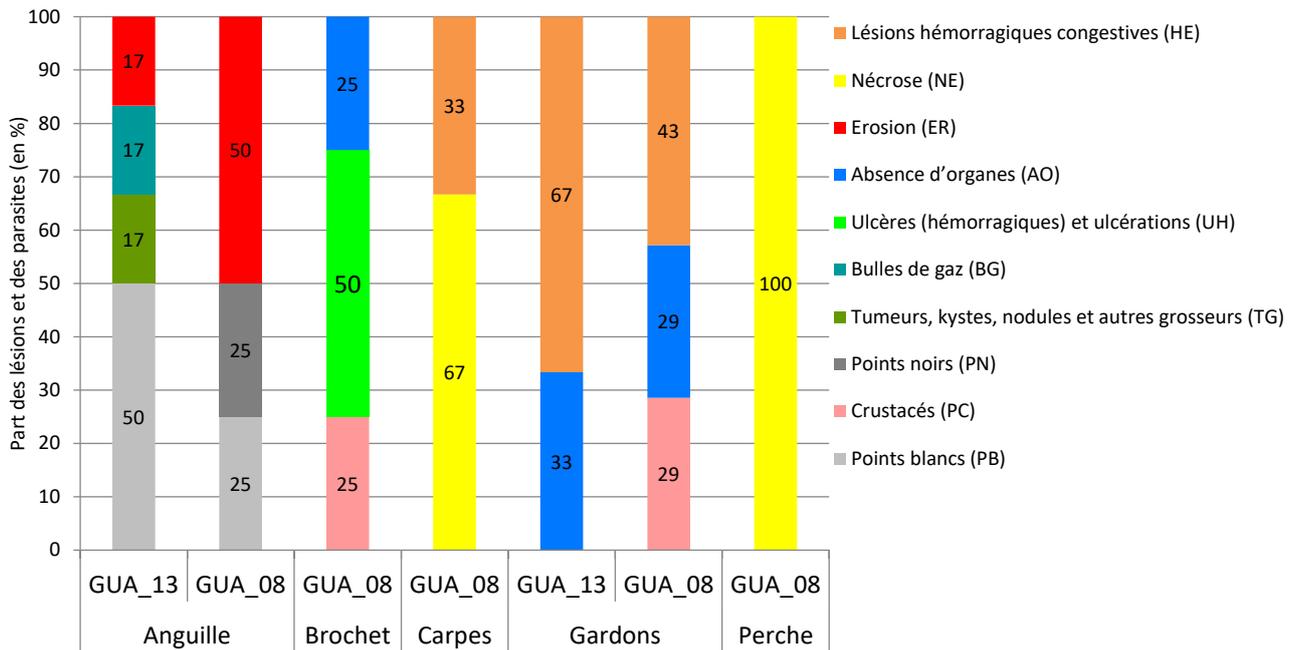
- Anguille
- Brochet
- Carpe
- Perche
- Perche soleil

Dans le cas où ces espèces présentent un état de santé préoccupant (mis en évidence par la prévalence de type DELT ou les indices pathologiques globaux), nous caractériserons la part et la répartition des différentes lésions et des parasites chez ces espèces. Le Tableau 87 montre que les populations suivantes présentent un état de santé non préoccupant : les brochets de la station GUA_13, les perches soleils de la station GUA_13 et de la station GUA_08.

Tableau 87 : Bilan de l'état de santé des espèces sélectionnées.

Stations	GUA_13	GUA_08
Prévalence de type DELT		
Anguille	5,00	6,90
Brochet	0,00	28,57
Carpe		30,00
Gardon	13,33	15,79
Perche		5,26
Perche soleil	0,00	0,00
Indice lésionnel		
Anguille	0,20	0,21
Brochet	0,00	1,86
Carpe		1,80
Gardon	0,50	0,53
Perche		0,21
Perche soleil	0,00	0,00
Indice parasitaire		
Anguille	0,25	0,14
Brochet	0,00	0,29
Carpe		0,00
Gardon	0,00	0,11
Perche		0,00
Perche soleil	0,00	0,00

Figure 60 : Part des lésions et des parasites observés chez les populations dont l'état de santé est jugé préoccupant.



Les anguilles

Sur la station GUA_13 l'état de santé des anguilles est jugé préoccupant d'après la prévalence de type DELT et l'indice parasitaire. Sur la GUA_08 l'état de santé des anguilles est considéré comme préoccupant selon la prévalence DELT et l'indice lésionnel. Au vu des métriques et des analyses précédentes, il ne semble pas y avoir de différence significative de l'état lésionnel des anguilles entre les deux stations. Rappelons que malgré un état parasitaire significativement différent entre les deux stations, il semble que cette différence soit due au fait que les deux sous-populations échantillonnées soient très différentes en termes de classe de taille. Ainsi, le fait d'observer plus d'individus parasités à l'amont plutôt qu'à l'aval, vient très probablement du fait que les anguilles de l'amont sont majoritairement des individus de plusieurs années, contrairement à l'aval où la sous-population est composée essentiellement de jeunes individus de l'année.

Les anguilles des deux stations présentent des érosions et des points blancs. Sur la station GUA_13 on retrouve aussi 17% de bulles de gaz et 17% de tumeurs, kystes et autres grosseurs. Sur les deux stations on constate que les parasites représentent 50% des anomalies détectées, avec 50% de points blancs sur la station GUA_13 et 25% de points noirs et 25% de points blancs sur la station GUA_08.

Les brochets

Pour les brochets, l'état de santé de la population de la station GUA_08, est jugé préoccupant selon la prévalence des lésions de types DELT, l'indice lésionnel et l'indice parasitaire. A contrario la station amont, GUA_13, héberge une sous-population de brochets qui ne présente aucune lésion, ni parasite.

Les types de lésions observées sont, les ulcères et ulcérations qui représentent 50% des anomalies observées. On note aussi des absences d'organes (ici perte d'écaille) à 25% et la présence de parasites de types crustacés sur 25% des individus présentant une anomalie.

Les carpes

La population de carpes de la station GUA_08 présente un état de santé préoccupant d'après la prévalence des lésions de type DELT (30%) et l'indice lésionnel (1,8). Au sujet des lésions observées, on retrouve chez les individus atteints 67% de nécroses et 33% de lésions hémorragiques congestives.

Les gardons

Chez les gardons, l'état de santé des deux populations est jugé préoccupant au vu des prévalences DELT et des indices lésionnels. Les métriques montrent que les deux populations ont un état de santé plutôt similaire.

En termes de types de lésions observées, les gardons des deux stations présentent un profil plutôt similaire, avec une dominance des lésions hémorragiques congestives (67% sur la GUA_13 et 43% sur la GUA_08). On retrouve aussi 33% (GUA_13) et 29% (GUA_08) d'absence d'organes (perte d'écaillés). La présence de parasite concerne seulement la station aval, GUA_08, avec des parasites de types crustacées.

Les perches

La population de perche de la station GUA_08 possède un état de santé considéré comme préoccupant au vu de la prévalence des lésions de types DELT (5,26%) et du score de l'IpGL (0,21). Notons qu'une seule lésion a été observée sur les perches de la GUA_08, et qu'il s'agissait d'un individu présentant une nécrose sur la nageoire caudale.

Bilan de l'analyse de l'état de santé à l'échelle des populations de poisson du Chenal du Gua :

On considère qu'une population présente un état de santé préoccupant à partir du moment où l'un des indicateurs suivants est déclassants : Prévalence DELT \geq 2%, Indice lésionnel \geq 0,205 et Indice parasitaire \geq 0,205. Ainsi seules les populations suivantes affichent un état de santé non préoccupant :

- GUA_13 : brochet, perche soleil, rotengle.
- GUA_08 : gambusie, perche soleil, pseudorasbora

Globalement :

- 3 populations sur 6 présentent un bon état de santé sur la station amont, GUA_13.
- 3 populations sur 12 présentent un bon état de santé sur la station aval, GUA_08.

Concernant les anomalies observées, les lésions et les parasites dominants sont :

- Les lésions hémorragiques congestives chez les gardons.
- Les nécroses sur les carpes et les perches de la station GUA_08.
- Les érosions et les parasites points blancs et points noirs chez les anguilles.
- Les ulcères et ulcérations sur les brochets de la station GUA_08.

Notons que 3 populations de poissons présentent un score de l'Indice pathologique Global Parasitaire précaire : 0,25 pour les anguilles de la station GUA_13, 0,25 pour les brèmes bordelière de la station GUA_08 et 0,29 pour les brochets de la station Gua_08.

3.2.3.4 Evolution de l'état de santé des peuplements et des populations de poissons

La mise en place du réseau de suivi de l'état des poissons à l'échelle de la Gironde nous permet d'analyser les données à l'échelle du bassin versant en prenant en compte plus de stations et des données d'années antérieures. Ainsi nous pouvons étudier l'évolution de l'état de santé des poissons entre 2012 et 2022 sur le bassin versant du Chenal du Gua. La cartographie des stations est présentée dans la Figure 11. L'analyse complète des données éco-pathologiques du bassin versant se trouve dans la fiche contexte « Marais du Médoc - Chenal du Gua » de l'Atlas de l'état de santé des poissons sauvages de Gironde.

3.2.3.4.1 Evolution de l'état de santé des peuplements de poissons

Tableau 88 : Indicateurs de l'état de santé des peuplements de poissons de 2012 et 2022.

Stations	GUA_13		GUA_12	GUA_04		GUA_05		GUA_06		GUA_07		GUA_08		
	2021	2022	2021	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2022
Prévalence globale	47,01	11,86	50,00	24,44	63,68	3,38	52,68	0,82	65,17	0,59	55,44	5,23	45,95	19,91
Prévalence DELT	5,18	6,78	15,74	6,67	17,92	1,35	32,14	0,62	48,31	0,30	33,16	4,58	34,68	15,04
Score de l'indice lésionnel	0,84	0,28	0,61	0,26	1,58	0,05	1,40	0,01	1,67	0,01	1,55	0,10	0,93	0,59
Score de l'indice parasitaire	0,03	0,08	0,26	0,11	0,04	0,01	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04

Tableau 89 : Evolution des métriques des Codes Pathologies de 2012 et 2022.

Stations	Evolution sur la période	P. Globale	P. DELT	IpGL	IpGP
GUA_13	2021 - 2022	↗	↔	↗	↘
GUA_12	2021				
GUA_04	2012 - 2018	↗	↘	↘	↗
GUA_05	2012 - 2018	↘	↘	↘	↔
GUA_06	2012 - 2018	↘	↘	↘	↘
GUA_07	2012 - 2018	↘	↘	↘	↔
GUA_08	2012 - 2018	↘	↘	↘	↔
	2018 - 2022	↗	↗	↗	↔

■ : état de santé préoccupant selon la prévalence ou l'indice considéré sur le dernier inventaire de la période
 ■ : état de santé non préoccupant selon la prévalence ou l'indice considéré sur le dernier inventaire de la période

Evolution significative de la métrique sur la période considérée : ↗ *amélioration* ↘ *dégradation* ↔ *pas d'évolution significative*

De manière générale

- L'état de santé des peuplements est non préoccupant sur 3 stations sur 5 en 2012 : GUA_05, GUA_06, GUA_07.
- L'ensemble des stations de la période 2018 - 2022 présentent un état de santé des peuplements préoccupant.
- D'après le Tableau 89, la grande majorité des métriques se dégradent entre les inventaires de 2012 et ceux de la période 2018 - 2022.
- L'état de santé parasitaire à l'échelle du peuplement est préoccupant sur une seule station du bassin versant : GUA_12

3.2.3.4.2 Evolution de l'état de santé des populations des espèces repères et/ou patrimoniales

Tableau 90 : Indicateurs de l'état de santé de certaines populations de poissons du bassin versant de la Livenne de 2014 et 2021.

Stations	GUA_13		GUA_12		GUA_04		GUA_05		GUA_06		GUA_07		GUA_08		
	2021	2022	2021	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2012	2018	2022	
Prévalence globale															
Anguille	48,57	15,00	59,32	63,64	65,00	50,00	89,66	5,71	80,65	16,67	95,83	50,00	100,00	10,35	
Brochet	60,00	0,00	100,00	66,67	100,00	14,29	100,00	8,33	83,33	0,00	100,00	33,33	100,00	57,14	
Carpe						20,00	83,33		100,00	0,00	83,33	100,00	100,00	30,00	
Gardon	93,51	20,00	90,00	20,00	100,00	0,00	87,50	0,00	55,56	0,00	93,94	0,00	92,86	36,84	
Perche	0,00		0,00		0,00		40,00	0,00	48,15	0,00	33,33	0,00	20,00	5,26	
Perche soleil	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,88	0,00		0,00	13,79	0,00	32,00	0,00	
Prévalence DELT															
Anguille	28,57	5,00	22,03	4,55	30,00	0,00	89,66	2,86	74,19	8,33	95,83	25,00	100,00	6,90	
Brochet	20,00	0,00	0,00	44,44	0,00	14,29	57,14	8,33	33,33	0,00	30,00	33,33	50,00	28,57	
Carpe						20,00	83,33		100,00	0,00	75,00	100,00	63,64	30,00	
Gardon	1,30	13,33	0,00	10,00	6,90	0,00	10,00	0,00	22,22	0,00	24,24	0,00	28,57	15,79	
Perche	0,00		0,00		0,00		40,00	0,00	33,33	0,00	19,44	0,00	20,00	5,26	
Perche soleil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,75	0,00		0,00	10,34	0,00	31,00	0,00	
Score de l'indice lésionnel															
Anguille	0,74	0,20	0,64	0,55	0,90	0,67	3,45	0,06	2,77	0,25	4,00	0,75	4,00	0,21	
Brochet	1,40	0,00	1,00	0,89	1,00	0,29	2,14	0,17	1,33	0,00	2,90	0,67	1,50	1,86	
Carpe						0,40	2,00		2,00	0,00	1,58	2,00	1,86	1,80	
Gardon	1,88	0,50	1,20	0,30	2,53	0,00	2,00	0,00	1,11	0,00	2,36	0,00	2,14	0,53	
Perche	0,00		0,00		0,00		0,80	0,00	0,93	0,00	0,69	0,00	0,40	0,21	
Perche soleil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00		0,00	0,24	0,00	0,64	0,00	
Score de l'indice parasitaire															
Anguille	0,17	0,25	0,47	0,36	0,25	0,33	0,00	0,09	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	
Brochet	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	
Carpe						0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gardon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	
Perche	0,00		0,00		0,00		0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Perche soleil	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	

Le tableau précédent présente les indicateurs de l'état de santé des populations de poissons patrimoniaux et des espèces repères du contexte piscicole. Ainsi on constate que :

- **Pour l'anguille**, l'état de santé des sous-populations est préoccupant sur tous les inventaires réalisés de 2012 à 2022. Au vu des prévalences DELT et des indices lésionnels, il semble que l'état de santé des populations d'anguilles s'est altéré entre les inventaires de 2012 et ceux réalisés entre 2018 et 2022. Effectivement on constate une dégradation des deux métriques précédemment citées sur : GUA_04, GUA_05, GUA_06, GUA_07, GUA_08. De plus, notons que l'anguille est l'espèce qui présente la plus de populations atteintes par des infestations parasitaires préoccupantes.
- **Pour le brochet**, on constate que la majorité des sous-populations présentent un état de santé détérioré. Plus précisément, seules 2 sous-populations possèdent un état de santé non préoccupant, il s'agit de celle de la station GUA_07 de 2012 et celle de la station GUA_13 de 2022. Le brochet est la seule espèce avec l'anguille qui affiche un état parasitaire précaire, avec 2 populations concernées, celle de la station GUA_04 de 2012 et celle de la station GUA_08 de 2022.
- **Pour la carpe**, présente uniquement sur la moitié aval de la masse d'eau, on constate qu'une seule sous-population affiche un bon état de santé selon les 4 indicateurs (Tableau 90), il s'agit de celle hébergée sur la station GUA_07 en 2012. On remarque aussi une altération de l'état de santé des sous-populations de carpes sur les stations GUA_05 et GUA_07 entre les inventaires de 2012 et de 2018. Sur la station la plus à l'aval, GUA_08, les carpes présentent un mauvais état de santé relativement stable selon les deux prévalences et l'indice lésionnel.
- **Pour le gardon**, on observe une forte dégradation des indicateurs de l'état de santé des populations sur les 4 stations avals du bassin versant (GUA_05, 06, 07, 08). Cependant lors de l'analyse des données sur le contexte piscicole du Chenal du Gua, un biais dans l'acquisition des données de terrain a été mis en évidence. Ce biais concerne essentiellement la lésion absence d'organes de type perte d'écaille qui n'a pas été relevée sur les stations de 2012. Ainsi aucune absence d'écailles n'a été relevé en 2012, alors qu'en 2018 cette lésion a été observée 147 fois sur l'ensemble des 5 stations inventoriées cette année-là. Notons que sur la période 2018 - 2022 les absences d'écailles correspondent à 84% des anomalies détectés sur les gardons. Par conséquent on ne peut pas affirmer qu'on observe une dégradation de l'état de santé des gardons entre 2012 et 2018, néanmoins les inventaires de la période 2018 - 2022 semblent être représentatifs du réel état de santé des populations de gardons sur le bassin versant.
- **Pour la perche commune et la perche soleil**, on constate que l'état de santé de ces deux espèces est relativement similaire sur l'ensemble de la masse d'eau du Chenal du Gua. L'état de santé de ces populations est considéré comme altéré sur GUA_05, GUA_06, GUA_07 et GUA_08 durant les inventaires de la période 2018 - 2022.

A l'échelle des peuplements et des populations de poissons du bassin versant du Chenal du Gua, les lésions principalement observées sont : les **absences d'écaillés**, les **lésions hémorragiques congestives** et les **nécroses**. Les principales causes susceptibles d'être responsables de l'apparition de ces anomalies sont :

- Les traumatismes, plaies, blessures, frottement et irritations mécaniques
- Les pollutions chimiques diverses, irritations chimiques
- Les facteurs environnementaux défavorables
- Le parasitisme
- Les maladies infectieuses

L'analyse de l'état de santé des autres populations de poissons, les orientations de diagnostics et les perspectives sont détaillés dans la fiche contexte « Marais du Médoc - Chenal du Gua » de l'Atlas de l'état de santé des poissons sauvages de Gironde.

3.2.4 Bassin versant du Chenal du Guy

3.2.4.1 Effort d'échantillonnage

Sur les stations du bassin versant du Chenal du Guy la méthode de relevée des Codes pathologie utilisée est la méthode « individuel ». Notons dès à présent que l'effectif du peuplement de la BERNEDE_01 n'est pas suffisant pour déterminer l'état de santé du peuplement de façon robuste et représentatif. De plus les deux brochets capturés sur la BERNEDE_01 et l'unique chevaine et la gambusie de la CHGUY_03 ne peuvent pas à eux seuls représenter l'état de santé de leur population.

Tableau 91 : Bilan de l'effort d'échantillonnage des Codes pathologies appliqué lors des inventaires.

STATIONS	BERNEDE_01 - Amont		CHGUY_03 - Aval	
	Espèces	Nombre d'individus observés	Part de l'effectif capturé observé	Nombre d'individus observés	Part de l'effectif capturé observé
Anguille	4	100%	20	100%
Brochet	2	100%	7	100%
Chevaine			1	100%
Epinoche			59	100%
Epinochette			4	100%
Gambusie			1	100%
Juvenile de lamproie	5	100%	14	100%
Total peuplement	11	100%	106	100%

3.2.4.2 Evaluation de l'état de santé des peuplements de poissons

3.2.4.2.1 Description des lésions et des parasites observés

Au total, 7 types de lésions et de parasites, dont 2 d'intérêt écopathologique majeur ont été observés. Plus précisément la station amont, BERNEDE_01, présente 1 type de lésion et 1 type de parasite, ces deux lésions ont été observé sur le même individu. Pour la station CHGUY_03, située à l'aval, 4 types de lésions et 2 types de parasites ont été relevés sur le peuplement.

Tableau 92 : Nombre de poissons présentant des lésions et/ou des parasites sur les stations du Chenal du Guy. En orange, les lésions d'intérêt écopathologique majeur (DELT).

Stations	BERNEDE_01	CHGUY_03
Altérations anatomo-morphologiques		
Lésions hémorragiques congestives	HE	2
Tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs	TG	1
Absence d'organes	AO	2
Plaies anciennes et cicatrices	PL	1
Parasitisme		
Points noirs	PN	4
Ponts blancs	PB	1

Nombre de poissons observés	11	106
Total d'individus porteur de pathologies	1	10

Le nombre de poissons observés sur la BERNEDE_01 est insuffisante pour évaluer de façon robuste l'état de santé du peuplement. Néanmoins ce faible effectif met en exergue des conditions défavorables à l'établissement d'un peuplement diversifié et pérenne.

3.2.4.2.2 Résultats selon la prévalence globale des lésions et des parasites et la prévalence de type DELT

3.2.4.2.2.1 Prévalence globale des lésions et des parasites

Tableau 93 : Prévalence globale (en %) des lésions et des parasites au sein du peuplement, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.

Stations	BERNEDE_01	CHGUY_03
Prévalence globale	9,09	9,43

Prévalence globale	[0 - 1 % [	[ 1 - 5 % [	[ 5 - 20 % [	[ 20 - 35 % [	[ 35 - 100 % [
Importance	Non significatif	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Qualité de l'eau et de l'habitat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

L'importance de la prévalence globale des lésions et des parasites est de classe forte (>5%) sur la station CHGUY_03 avec un peu plus de 9% des poissons examinés porteurs d'anomalies sur la station. La prévalence globale semble mettre en avant une qualité de l'eau et/ou de l'habitat moyenne.

On aurait potentiellement une prévalence globale proche sur les 2 stations du chenal du Guy.

3.2.4.2.2.2 La prévalence des lésions de type DELT

Tableau 94 : Prévalence des lésions de type DELT (en %) au sein des peuplements, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.

Stations	BERNEDE_01	CHGUY_03
Prévalence DELT	0,00	2,83

Prévalence DELT	[0 - 2 % [	[ 2 - 5 % [	[ 5 - 100 % [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Bon	Détérioré	Précaire

L'état de santé du peuplement de poissons est évalué comme détérioré (> 2%) sur la station CHGUY_03 avec près de 3% des poissons examinés porteurs de lésions de type DELT.

Aucune lésion de type DELT n'est observé sur la BERNEDE_01, probablement en lien avec le faible effectif du peuplement.

3.2.4.2.3 Résultats selon les indices pathologiques globaux lésionnels (IpGL) et parasitaires (IpGP)

3.2.4.2.3.1 L'Indice pathologique Global Lésionnel

Tableau 95 : Etat de santé des peuplements de poissons évalués à partir de l'indice pathologie global lésionnel.

Stations	BERNEDE_01	CHGUY_03
Score de l'indice lésionnel	0,09	0,13

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

L'état de santé du peuplement de poissons est considéré comme bon sur la station CHGUY_03, d'après l'Indice pathologique Global Lésionnel, avec un score de 0,13.

On aurait potentiellement un indice lésionnel considéré comme bon sur la BERNEDE_01 et assez proche de celui de la station CHGUY_03.

3.2.4.2.3.2 L'Indice pathologique Global Parasitaire

Tableau 96 : Etat de santé des peuplements de poissons évalués à partir de l'indice pathologie global parasitaire.

Stations	BERNEDE_01	CHGUY_03
Score de l'indice parasitaire	0,18	0,09

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais

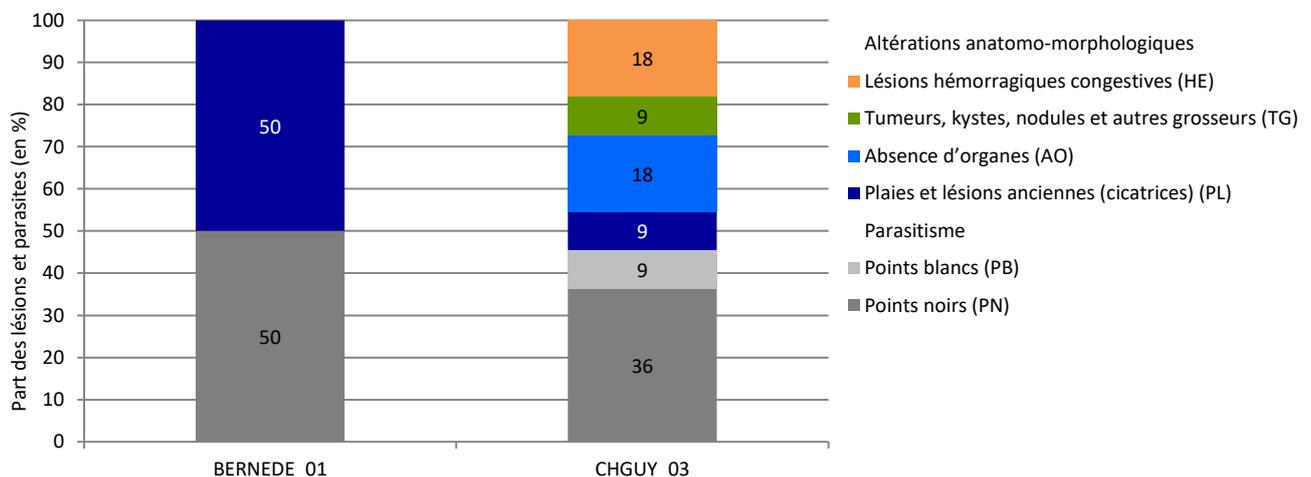
Selon l'Indice pathologique Global Parasitaire, l'état de santé parasitaire du peuplement de la station CHGUY_03 est jugé bon.

On aurait potentiellement un indice parasitaire considéré comme bon sur la BERNEDE_01.

3.2.4.2.4 Part et intensité des lésions et des parasites au sein des stations ou l'état de santé du peuplement est préoccupant

La figure suivante présente, pour chaque station, la nature et la part des lésions et des parasites observés sur les stations du Chenal du Guy.

Figure 61 : Part des lésions et des parasites observés chez les poissons atteints au sein des peuplements.



Globalement on constate que :

- Sur la station BERNEDE_01, seules deux anomalies ont été observées, une plaie ancienne et des parasites de types points noirs.
- Sur la station CHGUY_03, les anomalies fréquemment observées sont les parasites points noirs (36%), les lésions hémorragiques congestives (18%) et les absences d'organes (18%).

Plus précisément sur la station CHGUY_03 :

- Les lésions hémorragiques congestives ont été observées sur les anguilles uniquement. Notons que ces lésions sont toutes d'intensité de classe faible (1 - 2).
- Les absences d'organes correspondent à une perte d'écaille d'intensité 2 sur un chevaine, et à une nageoire caudale quasi-absente chez une épinoche (lésion d'intensité 3).
- Au sujet des parasites, les seuls individus infestés sont les anguilles. On relève une anguille avec des points blancs d'intensité 1 et des anguilles avec des points noirs dont 25% sont d'intensité de classe forte (3 - 4).

Bilan de l'analyse de l'état de santé à l'échelle des peuplements du Chenal du Guy :

Les deux types de prévalences mettent en évidence un état de santé du peuplement de poissons préoccupant sur la station CHGUY_03. Notons que la prévalence globale de la station CHGUY_03, jugée d'importante moyenne, fait le lien entre l'altération de l'état de santé des poissons et la dégradation de la qualité de milieu (qualité de l'habitat et/ou de l'eau). Néanmoins l'indice pathologique global lésionnel vient nuancer les prévalences en affichant un bon état de santé du peuplement.

Les résultats contrastés des indicateurs indiquent qu'en termes de **fréquence d'apparition des anomalies** le peuplement de la CHGUY_03 présente un **état préoccupant**, alors qu'en termes de **nature et d'intensité des anomalies** le peuplement est jugé en **bon état de santé** (peu de lésions DELT et peu d'anomalie d'intensité forte).

Au sujet du peuplement de la station BERNEDE_01, il semblerait que son état de santé soit globalement proche, voire moins dégradé, que celui de la station CHGUY_03. Néanmoins au vu du très faible effectif capturé sur la station on ne peut pas statuer avec certitude sur le réel état de santé du peuplement de la station BERNEDE_01 en 2022. Notons que dans la suite de l'analyse (3.2.4.4) nous pourrions étudier les données de la BERNEDE_01 inventoriés en 2013 et 2018 et ainsi avoir un jugement plus éclairé.

A l'échelle de la masse d'eau, **les anomalies majoritairement observées sont les plaies et lésions anciennes, les lésions hémorragiques congestives, les absences d'organes et les points noirs.**

3.2.4.3 Evaluation de l'état de santé des populations de poissons

3.2.4.3.1 Résultats selon la prévalence globale des lésions et des parasites

Tableau 97 : Prévalence globale des lésions et des parasites au sein des populations, par station, et correspondance avec la qualité de l'eau et de l'habitat.

Prévalence globale		
Stations	BERNEDE_01	CHGUY_03
Anguille	25,00	40,00
Brochet	0,00	0,00
Chevaine		100,00
Epinoche		1,69
Epinochette		0,00
Gambusie		0,00
Juvenile de lamproie	0,00	0,00

Prévalence globale	[0 - 1 % [[1 - 5 % [[5 - 20 % [[20 - 35 % [[35 - 100 % [Prévalence non significative
Importance	Non significatif	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte	
Qualité de l'eau et de l'habitat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	

Au niveau des populations, la prévalence globale est préoccupante (>5%) pour :

- 1 espèce, l'anguille, sur la BERNEDE_01.
- 1 espèce, l'anguille, sur la CHGUY_03.

A première vue, il semble que l'état de santé des anguilles se dégrade entre la station amont et la station aval du Chenal du Guy. L'ensemble des autres espèces ne présentent pas de préoccupations particulières.

3.2.4.3.2 Résultats selon la prévalence des lésions de type DELT

Tableau 98 : Prévalence des lésions de type DELT au sein des populations, par station et correspondance avec l'état de santé des peuplements de poissons.

Prévalence DELT		
Stations	BERNEDE_01	CHGUY_03
Anguille	0,00	15,00
Brochet	0,00	0,00
Chevaine		0,00
Epinoche		0,00
Epinochette		0,00
Gambusie		0,00
Juvenile de lamproie	0,00	0,00

Prévalence DELT	[0 - 2 % [[2 - 5 % [[5 - 100 % [Prévalence non significative
Etat de santé (ou condition) des poissons	Bon	Détérioré	Précaire	

Au niveau des populations, la prévalence des lésions de type DELT est préoccupante (>2%) pour :

- 1 espèce, l'anguille, sur la station CHGUY_03.

Contrairement à la prévalence globale, la prévalence des lésions de types DELT vient nuancer l'importance des lésions non DELT, et considère que la sous-population d'anguille de la BERNEDE_01 présente un bon état de santé. L'altération de l'état de santé des anguilles entre l'amont et l'aval du bassin versant est mis en exergue par la prévalence des lésions de type DELT.

3.2.4.3.3 Les indices pathologiques globaux lésionnel et parasitaire

3.2.4.3.3.1 Résultats selon l'Indice pathologique Global Lésionnel

Tableau 99 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Lésionnel.

Indice lésionnel		
Stations	BERNEDE_01	CHGUY_03
Anguille	0,25	0,45
Brochet	0,00	0,00
Chevaine		2,00
Epinoche		0,05
Epinochette		0,00
Gambusie		0,00
Juvénile de lamproie	0,00	0,00

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [	Score non significatif
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais	

D'après l'IpGL, l'état de santé est jugé préoccupant ($\geq 0,205$) pour :

- 1 espèce, l'anguille, sur la station BERNEDE_01.
- 1 espèce, l'anguille, sur la station CHGUY_03

Tout comme les indicateurs précédents, l'indice lésionnel semble montrer une dégradation de l'état de santé des anguilles entre la station amont qui affiche un score de l'IpGL de 0,25 et la station aval qui obtient un score de 0,45.

3.2.4.3.3.2 Résultats selon l'Indice pathologique Global Parasitaire

Tableau 100 : Etat de santé des espèces piscicoles évalué à partir de l'Indice pathologique Global Parasitaire.

Indice parasitaire		
Stations	BERNEDE_01	CHGUY_03
Anguille	0,50	0,50
Brochet	0,00	0,00
Chevaine		0,00
Epinoche		0,00
Epinochette		0,00
Gambusie		0,00
Juvénile de lamproie	0,00	0,00

Score de l'indice	[0 - 0,045 [	[ 0,045 - 0,205 [	[ 0,205 - 0,805 [	[ 0,805 - 1,405 [	[ 1,405 - 8,00 [	Score non significatif
Etat de santé (ou condition) des poissons	Très bon	Bon	Précaire	Médiocre	Mauvais	

D'après l'IpGP, l'état de santé est jugé préoccupant ($\geq 0,205$) pour les deux populations d'anguilles des stations BERNEDE_01 et CHGUY_03.

Sur les 4 individus capturés sur la station BERNEDE_01 on note la présence d'une anguille porteuse de points noirs. La fraction de population d'anguilles de la station CHGUY_03 est représentée par 20 individus, dont 5 sont infestées par des parasites (4 de type points noirs et 1 de type points blancs).

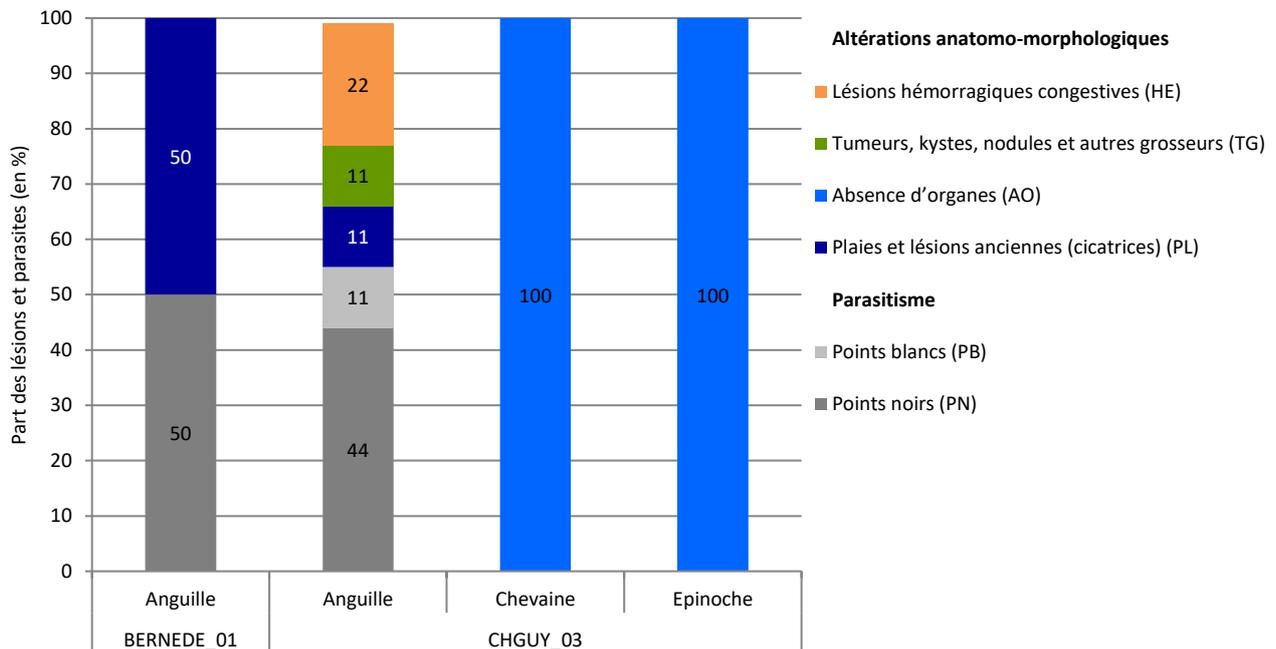
Globalement les deux stations affichent un état parasitaire quasi-similaire, avec 25% d'anguilles parasitées sur la BERNEDE_01 et 20% d'anguilles parasitées sur la CHGUY_03.

3.2.4.3.4 Bilan synthétique de l'état de santé des espèces repères et/ou patrimoniales selon les prévalences et les indices et part et intensité des anomalies chez ces espèces

Du fait du faible nombre d'espèce inventoriées dans les peuplements sur le Chenal du Guy, l'ensemble des sous-populations présentant des lésions ou des parasites a été analysée. Nous caractériserons la part et la répartition des différentes lésions et des parasites chez ces sous-population :

- Anguilles des deux stations
- Chevaines CHGUY_03
- Epinoches CHGUY_03

Figure 62 : Part des lésions et des parasites observés chez les populations dont l'état de santé est jugé préoccupant.



Les anguilles

Pour les anguilles, l'état de santé lésionnel se dégrade entre l'amont à l'aval du bassin versant. A contrario, on n'observe pas de différence significative de l'état parasitaire entre les sous-populations de la BERNEDE_01 et de la CHGUY_03.

En termes de types de lésions observées, on retrouve une plus grande diversité de lésions sur la station aval. En effet sur la BERNEDE_01 on constate que seulement 2 anomalies ont été relevées, une plaie ancienne et des parasites de types points noirs. Sur la CHGUY_03 la présence de parasite points noirs, correspond à 44% des anomalies constatées chez les anguilles. On retrouve aussi sur la station CHGUY_03 des lésions hémorragiques congestives (22%), et de façon plus marginale 3 autres anomalies (tumeur ou kyste, plaie ancienne, points blancs).

Le chevaine

Le seul chevaine capturé sur la CHGUY_03 présentait une absence d'organes (perte d'écaillés) d'intensité 2. Cet individu isolé ne permet pas de tirer des conclusions sur l'état de santé à l'échelle d'une population. Néanmoins la faiblesse de la population montre un système environnemental dégradé, essentiellement par une hydrologie limitante.

Les épinoches

D'après l'ensemble des indicateurs étudiés précédemment, les épinoches inventoriées sur la station CHGUY_03 affichent un état de santé non préoccupant. En termes de types de lésions, sur les 59 individus observés, seule une épinouche présentait une absence quasi-totale de la nageoire caudale.

Bilan de l'analyse de l'état de santé à l'échelle des populations de poisson du Chenal du Guy :

On considère qu'une population présente un état de santé préoccupant à partir du moment où l'un des indicateurs suivants est déclassants : Prévalence DELT \geq 2%, Indice lésionnel \geq 0,205 et Indice parasitaire \geq 0,205. Ainsi seules les populations suivantes affichent un état de santé non préoccupant :

- BERNEDE_01 : brochet (peu robuste), juvénile de lamproie.
- CHGUY_03 : brochet, épinouche, épinouchette, gambusie (peu robuste), juvénile de lamproie.

Les anguilles sont les seules populations qui présentent un état de santé significativement préoccupant. De plus il semble que nos analyses mettent en évidence une dégradation de l'état de santé des anguilles entre la station amont et la station aval.

Concernant les anomalies observées, les lésions et parasites dominants sont :

- Les plaies anciennes et les points noirs sur chez les anguilles.
- Les absences d'organes chez les épinoches et le chevaine.

Notons que les populations d'anguilles sont les seules pour lesquelles l'Indice pathologique Global Parasitaire obtient des scores préoccupants : 0,50 (précaire) pour la BERNEDE_01 et la CHGUY_01.

3.2.4.4 Evolution de l'état de santé des peuplements et des populations poissons

Le réseau de suivi de l'état des poissons à l'échelle de la Gironde nous permet d'analyser les données à l'échelle du bassin versant en prenant en compte un plus grand nombre de stations depuis 2013. Ainsi nous pouvons également étudier l'évolution de l'état de santé des poissons entre 2013 et 2022 sur les stations du bassin versant du Chenal du Guy. La localisation des stations est présentée dans la Figure 11. L'analyse complète des données éco-pathologiques du bassin versant se trouve dans la fiche contexte « Marais du Médoc - Chenal du Guy » de l'Atlas de l'état de santé des poissons sauvages de Gironde.

3.2.4.4.1 Evolution de l'état de santé des peuplements de poissons

Tableau 101 : Indicateurs de l'état de santé des peuplements de poissons du bassin versant de la Livenne de 2014 et 2021.

Stations	BERNEDE_01			CFONTANILLE_01	CHGUY_03			CHGUY_02	CHGUY_04	CHGUY_01
	2013	2018	2022	2018	2013	2018	2022	2018	2018	2013
Prévalence globale	10,00	39,53	9,09	7,55	27,37	9,23	9,43	36,88	34,41	10,38
Prévalence DELT	3,33	20,93	0,00	3,77	18,44	5,65	2,83	28,05	27,60	0,94
Score de l'indice lésionnel	0,10	0,67	0,09	0,19	0,55	0,15	0,13	1,11	0,82	0,03
Score de l'indice parasitaire	0,03	0,12	0,18	0,00	0,12	0,02	0,07	0,03	0,01	0,13

Tableau 102 : Evolution des métriques des Codes Pathologies de 2013 et 2022.

Stations	Evolution sur la période	P. Globale	P. DELT	IpGL	IpGP
BERNEDE_01	2013 - 2018	↘	↘	↘	↘
	2018 - 2022	↗	↗	↗	↔
CFONTANILLE_01	2018				
CHGUY_03	2013 - 2018	↗	↗	↗	↗
	2018 - 2022	↔	↗	↔	↘
CHGUY_02	2018				
CHGUY_04	2018				
CHGUY_01	2018				

■ : état de santé préoccupant selon la prévalence ou l'indice considéré sur le dernier inventaire de la période

■ : état de santé non préoccupant selon la prévalence ou l'indice considéré sur le dernier inventaire de la période

Evolution significative de la métrique sur la période considérée : ↗ *amélioration* ↘ *dégradation* ↔ *pas d'évolution significative*

De manière générale

- L'état de santé lésionnel des peuplements est préoccupant sur l'ensemble des stations, quelle que soit l'année considérée.
- D'après le Tableau 102, on constate une dégradation de l'état de santé du peuplement de la BERNEDE_01 de 2013 à 2018, puis une amélioration de cet état de 2018 à 2022. On observe aussi une amélioration de l'état de santé du peuplement de la CHGUY_03 entre 2013 et 2018, et une stabilisation de cet état entre 2018 et 2022.
- L'état de santé parasitaire n'est préoccupant sur aucune des stations du bassin versant du Chenal du Guy.

3.2.4.4.2 Evolution de l'état de santé des populations des espèces repères et/ou patrimoniales

Tableau 103 : Indicateurs de l'état de santé de certaines populations de poissons du bassin versant de la Livenne de 2013 et 2022.

Stations	BERNEDE_01			CFONTANILLE_01	CHGUY_03			CHGUY_02	CHGUY_04	CHGUY_01
	2013	2018	2022	2018	2013	2018	2022	2018	2018	2013
Prévalence globale										
Ablette					8,33			100,00		0,00
Anguille	25,00	78,95	25,00		13,85	38,30	40,00	54,03	61,82	7,41
Brochet	33,33	20,00	0,00	100,00			0,00			
Carpes								100,00	100,00	
Gardon					83,33			100,00		0,00
Perche soleil					0,00			64,00	0,00	0,00
Prévalence DELT										
Ablette					0,00			0,00		0,00
Anguille	0,00	47,37	0,00		7,69	23,40	15,00	47,58	56,36	0,00
Brochet	0,00	0,00	0,00	66,67			0,00			
Carpes								80,00	45,45	
Gardon					83,33			14,29		0,00
Perche soleil					0,00			60,00	0,00	0,00
Score de l'indice lésionnel										
Ablette					0,00			1,00		0,00
Anguille	0,08	1,42	0,00		0,29	0,60	0,30	1,82	1,63	0,04
Brochet	0,33	0,20	0,00	3,00			0,00			
Carpes								2,20	2,00	
Gardon					1,89			3,00		0,00
Perche soleil					0,00			2,24	0,00	0,00
Score de l'indice parasitaire										
Ablette					0,08			0,00		0,00
Anguille	0,17	0,26	0,50		0,02	0,15	0,35	0,08	0,05	0,04
Brochet	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00			
Carpes								0,00	0,00	
Gardon					0,00			0,00		0,00
Perche soleil					0,00			0,00	0,00	0,00

Le tableau précédent présente les indicateurs de l'état de santé des populations de poissons patrimoniaux et des espèces repères du contexte piscicole. Ainsi on constate que :

- **Pour l'ablette**, présente uniquement sur la moitié aval de la masse d'eau, on constate qu'une seule sous-population affiche un très bon état de santé selon les 4 indicateurs du Tableau 103, il s'agit de celle inventoriée sur la station CHGUY_01 en 2013. Notons que les ablettes de la station CHGUY_03 de 2013 présente un assez bon état de santé selon la prévalence DELT et les indices globaux pathologiques, on constate seulement une prévalence globale élevée qui est causé par la présence d'un seul individu porteur de parasites sur les 12 capturés.
- **Pour l'anguille**, l'état de santé des sous-populations est préoccupant sur tous les inventaires du bassin versant réalisés de 2013 à 2022, selon la prévalence globale. Néanmoins en s'intéressant à la nature des anomalies et de leur intensité, la prévalence des lésions de types DELT et les indices pathologiques globaux indiquent que 2 sous-populations sur 9 présentent un bon état de santé (BERNEDE_01 de 2013 et CHGUY_01). Ajoutons que 3 sous-populations d'anguilles ont un état de santé parasitaire considéré comme précaire selon l'IpGP.
- **Pour le brochet**, une seule sous-population possède un très bon état de santé selon les 4 indicateurs, il s'agit de la CHGUY_03 de 2022. En écartant la prévalence globale, les brochets de la BERNEDE_01 de 2018 afficheraient un état de santé non préoccupant selon les 3 autres indicateurs. Sur la BERNEDE_01 de 2022, seulement deux brochets ont été capturés sur la station, rendant peu robuste l'interprétation des indicateurs calculés à partir de deux individus. Néanmoins notons qu'une anomalie n'a été relevée sur ces deux brochets.
- **Pour les carpes**, les deux sous-populations inventoriées à l'aval de la masse d'eau ont un état de santé jugé mauvais, avec l'intégralité des individus capturés présentant un moins une anomalie (prévalence globale à 100%).
- **Pour les gardons**, deux sous-populations sur trois affichent un état de santé préoccupant sur le bassin versant. Ajoutons que 100% des individus de la CHGUY_02 de 2018 et 83% des gardons de la CHGUY_03 de 2013 sont porteurs d'au moins une anomalie.
- **Pour les perches soleils**, seulement celles de la station CHGUY_02 possède un état de santé préoccupant et jugé mauvais par la prévalence DELT et l'indice lésionnel.

A l'échelle des peuplements et des populations de poissons du bassin versant du Chenal du Gua, les lésions principalement observées sont : les **érosions**, les **nécroses** et les parasites de types **points noirs**. Les principales causes susceptibles d'être responsables de l'apparition de ces lésions sont :

- Traumatismes, plaies, blessures, frottement et irritations mécaniques
- Pollution chimiques diverses, irritations chimiques
- Facteurs environnementaux défavorables
- Parasitisme

L'analyse de l'état de santé des autres populations de poissons, les orientations de diagnostics et les perspectives sont détaillés plus précisément dans la fiche contexte « Marais du Médoc - Chenal du Guy » de l'Atlas de l'état de santé des poissons sauvages de Gironde.

3.3 RECHERCHE DE CONTAMINANTS DANS LES TISSUS DES POISSONS

3.3.1 Méthodes d'analyse des données

3.3.1.1 Echantillonnage

Initialement les espèces ciblées par l'études étaient l'anguille et le goujon, cependant compte tenu l'absence ou les très faibles effectifs capturés sur certaines stations, les prélèvements ont dû être adaptés au matériel biologique disponible.

Le tableau suivant présente les prélèvements réalisés sur chacune des stations.

Tableau 104 : Synthèse des prélèvements réalisés sur chacune des stations d'inventaires.

Station	Espèce	Effectif lot	Taille min (mm)	Taille max (mm)	Taille moyenne (mm)	Poids total lot (g)	Poids moyen (g)
Livenne_04	Anguille	15	144	515	280	753	46
	Goujon	71	56	125	99	742	12
Livenne_06	Anguille	28	201	375	282	1029	35
	Goujon	96	67	136	104	1003	8
JCastelnau_01	Anguille	1	576	/	/	330	/
	Lamproie	20	79	123	110	54	2,7
JCastelnau_04	Anguille	6	198	283	229	99	16
	Lamproie	25	114	147	128	83	3,3
Cabaleyre_01	Anguille	6	135	301	173	60	10
	Perche	8	65	132	84	65	8
GUA_13	Anguille	14	254	393	331	859	61
	Gardon	24	112	179	131	731	25
GUA_08	Anguille	3	114	367	248	101	34
	Gardon	14	119	195	150	528	38
BERNEDE_01	Anguille	9	136	286	182	90	10
	Lamproie	15	82	120	101	32	2,1
CHGUY_03	Anguille	16	110	250	179	139	8
	Lamproie	23	94	124	112	56	2,4

A partir de ces poissons, **16 échantillons de muscle** (sans peau) et **6 échantillons de foie** ont été prélevés par les agents de la FDAAPPMA et envoyés au laboratoire d'analyse toxicologique. Pour chaque type d'organe, un minimum de matière est nécessaire pour pouvoir réaliser les différentes analyses (20g). De ce fait, les résultats des dosages de toxiques dans les matrices choisies (muscle ou foie) correspondent à des « pools », de matière prélevée chez plusieurs individus d'une même espèce, de même caractéristique, et du même site. De plus, devant la faible quantité d'organes disponibles, les analyses des toxiques dans le foie ont pu être réalisées sur un faible nombre de prélèvements.

Tableau 105 : Synthèse des dosages réalisés selon le type d'organe, l'espèce et le type d'individu.

Station	Espèce	Composés métalliques		Composés organiques	
		Echantillon muscle	Echantillon foie	Echantillon muscle	Echantillon foie
Livenne_04	Anguille	X	X	X	X
	Goujon	X	X	X	X
Livenne_06	Anguille	X	X	X	X
	Goujon	X	X	X	X
JCastelnau_01	Anguille	X		X	
	Lamproie	X		X	
JCastelnau_04	Anguille	X		X	
	Lamproie	X		X	
Cabaleyre_01	Anguille	X		X	
	Perche	X		X	
GUA_13	Anguille	X		X	
	Gardon		X		X
GUA_08	Anguille	X		X	
	Gardon		X		X
BERNEDE_01	Anguille	X		X	
	Lamproie	X		X	
CHGUY_03	Anguille	X		X	
	Lamproie	X		X	

Sur le bassin versant de la Livenne, toutes les analyses ont pu être réalisées. En revanche :

- Sur les stations JCastelnau_01 et JCastelnau_04 les goujons ont été remplacés par des lamproies de planer car le nombre de goujons capturés était insuffisant. La lamproie a été sélectionnée car présente sur les stations amont et aval en forte abondance. C'est une espèce qui est en contact la majeure partie du temps avec le sédiment. Le poids du pool de foie des anguilles était insuffisant pour réaliser les dosages de métaux et des composés organique, dû à une très faible densité des anguilles sur les stations.
- Sur la station de la Cabaleyre_01, les goujons ont été remplacés par des perches, seule espèce présentant un effectif suffisant pour assurer les analyses sur les muscles. Notons que sur les 8 perches prélevés, 4 proviennent directement de la station, et les 4 autres ont été capturés sur les 20m en amont de la station. Le poids du pool de foie des anguilles était aussi insuffisant pour réaliser les analyses.
- Sur les stations du Chenal du Gua, les analyses ont été réalisées seulement sur les muscles des anguilles car le nombre d'anguille capturé à l'aval était insuffisant pour obtenir 20g de foie. Du fait de l'absence de goujon sur la partie aval, les analyses se sont portées sur les gardons (foie).
- Sur le Chenal du Guy, les analyses ont été réalisées seulement sur les muscles des anguilles car le nombre d'anguille capturé à l'amont et à l'aval était insuffisant pour analyser les foies. La deuxième espèce prélevée est la lamproie, dont le muscle a été analysé.

3.3.2 Résultats des dosages de composés organiques et connaissances

Les résultats issus des dosages des composés permettent d'obtenir des concentrations de polluants en **mg/kg de poids frais**. En revanche, les données constituant la synthèse des connaissances sur les substances ciblées sont issues de recherche bibliographique et les concentrations peuvent être exprimées en **mg/L** lorsqu'elle est évaluée dans milieu (l'eau) ou bien en **µg ou mg/kg poids frais ou sec** lorsqu'elle est évaluée dans les organes. Pour rappel, la liste des molécules organiques recherchées est disponible en annexe 1.

3.3.2.1 Bilan sur la présence des composés organiques

3.3.2.1.1 Bassin versant de la Livenne

Dix-sept molécules organiques ont été détectées au-dessus du seuil de quantification (Tableau 106) sur l'ensemble des échantillons de foie et de muscle. Il s'agit de polluants organiques appartenant à plusieurs familles, tels que :

- Les PCBs issus de l'industrie, représentées par 6 congénères (PCB : 101, 105, 118, 138, 153, 170, 180).
- 1 composé appartenant à famille des composés perfluorés, le PFOS (acide sulfonique de perfluorooctane).
- 4 insecticides organochlorés issus de la dégradation du DDT comme : le DDD2.4, le DDD4.4, DDE 4.4, DDT 44.
- 1 insecticide de la famille du Lindane, le HCH beta.
- 3 autres insecticides comme le Dicofol, la Dieldrine et la Perméthrine.
- 1 fongicide, l'Hexachlorobenzène.
- 1 herbicide, le Diflufénicanil.

Ces polluants organiques, qui sont, comme nous l'avons vu, soit issus de l'industrie, soit des phytosanitaires utilisés dans les cultures, les jardins ou les espaces verts, sont différemment détectés selon les espèces échantillonnées, les organes analysés et les sites de l'échantillonnage, comme le présente le tableau suivant. Précisons qu'aujourd'hui **seule la perméthrine (usage non agricole) et le diflufénicanil (usage agricole) sont autorisés**. Les autres substances sont interdites ou ont fait l'objet de fortes restrictions d'utilisation.

Tableau 106 : Synthèse des molécules organiques détectées dans les échantillons du bassin versant de la Livenne (en µg/kg de poids frais).

	Livenne_04 - Amont				Livenne_06 - Aval			
	Anguille		Goujon		Anguille		Goujon	
	M	F	M	F	M	F	M	F
PFOS	5,01	22,29		3,82		170,49	13,31	65,23
DDD 2,4'		0,24						
DDD 4,4'	0,33	0,41			1,1	0,47		0,37
DDE 4,4'	2,16	0,66	0,53	1,08	8,58	2,09	2,77	7,07
DDT 44'	0,94				2			
Dicofol					79			
Dieldrine					10,87			
Diflufenicanil				0,21	0,22			0,38
HCH Beta		0,54		0,46				
Hexachlorobenzene		1,16						

PCB 101					1,09			0,84
PCB 118		1,28			1,96	2,05	1,13	1,28
PCB 138	1,01				4,09	1,41	1,84	3,04
PCB 153	1,54	3			6,69	5,64	2,43	4,65
PCB 170					0,88			
PCB 180					2,36		0,85	1,83
Somme PCB	2,55	4,28			17,07	9,1	6,25	11,64
Permethrine						0,64		

* Légende : M = Muscle, F = Foie.

Plus précisément on retrouve 11 polluants organiques dans les tissus des poissons de la station amont, LIVENNE_04, contre 14 sur la LIVENNE_06 située plus à l'aval. De plus on constate que les concentrations de la plupart des polluants organiques semblent être plus importantes dans les tissus des poissons de la station aval LIVENNE_06.

Le Tableau 107 présente la synthèse des comparaisons des concentrations des différents polluants organiques détectés dans les échantillons. Les concentrations sont comparées pour un même tissu et pour une même espèce en fonction de la station de prélèvement. Les différences de concentration des polluants sont classées de la façon suivante :

	Pas de comparaison possible entre les deux stations
	Concentration plus élevée de 0 à 50%
	Concentration plus élevée de 50 à 100%
	Concentration plus élevée de 100 à 500%
	Concentration plus élevée de plus de 500%

Dans Tableau 107, la station LIVENNE_04 est notée AM pour station amont et la LIVENNE_06 est notée AV pour station aval. Lorsque la station LIVENNE_04 présente une concentration plus grande pour un polluant que celle de la station LIVENNE_06 on notera AM dans le tableau, et à contrario si la LIVENNE_06 affiche une plus forte concentration d'un polluant que la LIVENNE_04 on notera AV.

Pour illustrer cette codification, prenons l'exemple du PFOS chez les anguilles. On a donc du PFOS dans le muscle des anguilles de la station amont mais pas dans le muscle des anguilles de la station aval (on retrouve donc AM dans un case blanche). A contrario on détecte du PFOS à une concentration supérieure de 500% dans le foie des anguilles de la station aval par rapport à la station amont (on retrouve donc AV dans une case noir).

Tableau 107 : Comparaison des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les poissons de la Livenne.

	Anguille		Goujon	
	M	F	M	F
PFOS	AM	AV	AV	AV
DDD 2,4'		AM		
DDD 4,4'	AV	AV		AV
DDE 4,4'	AV	AV	AV	AV
DDT 44'	AV			
Dicofol	AV			

Dieldrine	AV			
Diflufenicanil	AV			AV
HCH Beta		AM		AM
Hexachlorobenzene		AM		
PCB 101	AV			AV
PCB 118	AV	AV	AV	AV
PCB 138	AV	AV	AV	AV
PCB 153	AV	AV	AV	AV
PCB 170	AV			
PCB 180	AV		AV	AV
Somme PCB	AV	AV	AV	AV
Permethrine		AV		

* Légende : M = Muscle, F = Foie, AM = Amont, AV = Aval.

Ainsi on remarque que :

- Dans les muscles des anguilles on retrouve 6 polluants au niveau de la LIVENNE_04 contre 12 sur la LIVENNE_06. Et pour les 6 polluants détectés dans les muscles des anguilles des deux stations, 5 présentent une concentration plus élevée sur la LIVENNE_06.
- Dans les foies des anguilles on retrouve 8 polluants au niveau de la LIVENNE_04 contre 7 sur la LIVENNE_06. Et pour les 5 polluants détectés dans les foies des anguilles des deux stations, les 5 présentent une concentration plus élevée sur la LIVENNE_06.
- Dans les muscles des goujons on retrouve 1 polluant au niveau de la LIVENNE_04 contre 6 sur la LIVENNE_06. Et pour le seul polluant détecté dans les muscles des goujons des deux stations, la concentration du DDE4,4' est 5 fois plus élevée à l'aval qu'à l'amont.
- Dans les foies des goujons on retrouve 4 polluants au niveau de la LIVENNE_04 contre 9 sur la LIVENNE_06. Et pour les 3 polluants détectés dans les foies des goujons des deux stations, les 3 présentent une concentration plus élevée sur la LIVENNE_06. Notons que la concentration de l'PFOS est 17 fois plus élevée dans les foies des goujons de la station aval par rapport à celle de l'amont.

Globalement on constate que le niveau de contamination des poissons est plus élevé à l'aval du bassin versant tant en termes de diversité des polluants retrouvés qu'en termes de leurs concentrations.

3.3.2.1.2 Bassin versant de la Jalle de Castelnaud

Vingt-quatre molécules organiques ont été détectées au-dessus du seuil de quantification (Tableau 108) sur l'ensemble des échantillons de muscle. Il s'agit de polluants organiques appartenant à plusieurs familles, tels que :

- Les PCBs issus de l'industrie, représentées par 10 congénères (PCB : 28, 44, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 170, 180).
- 1 composé appartenant à famille des composés perfluorés, le PFOS.
- 4 insecticides organochlorés issus de la dégradation du DDT : DDD2.4, DDD4.4, DDE 4.4, DDT 44.
- 2 insecticides organochlorés comme le Chlordane Alpha et Beta.

- 2 insecticides de la famille du Lindane, le HCH beta et HCH gamma.
- 2 autres insecticides comme la Dieldrine et la Permethrine.
- 2 fongicides, l'Hexachlorobenzène et le Fludioxonil.
- 1 herbicide, le Diflufenicanil.

Ces polluants organiques, qui sont, comme nous l'avons vu, soit issus de l'industrie, soit des phytosanitaires utilisés dans les cultures, les jardins ou les espaces verts, sont différemment détectés selon les espèces échantillonnées et les stations échantillonnées, comme le présente le tableau suivant. **Notons que seules les substances suivantes sont encore autorisées aujourd'hui : perméthrine, fludioxonil et diflufenicanil.**

Tableau 108 : Synthèse des molécules organiques détectées dans les échantillons du bassin versant de la Jalle de Castelnaud (en µg/kg de poids frais).

	Jcastelnau_01		Jcastelnau_04		Cabaleyre_01	
	Anguille	Lamproie	Anguille	Lamproie	Anguille	Perche
	M	M	M	M	M	M
PFOS	2,05		17,82		16,31	21,34
Chlordane Alpha				0,3		
Chlordane Beta				0,3		
DDD 2,4'	0,26			2,62		
DDD 4,4'	0,48	0,54	0,81	3,57	0,92	0,24
DDE 4,4'	2,53	1,24	4,48	8,29	2,75	0,69
DDT 44'	3,15		0,92	1,61		
Dieldrine			4,22	14,23	7,32	
Diflufenicanil	0,83	11,88		5,14		
Fludioxonil				0,69		
HCH Beta				0,63	0,42	
HCH Gamma (Lindane)				0,55		
Hexachlorobenzene	1,52	1,2		1,07		
PCB 28				1,14		
PCB 44				0,99		
PCB 52				3,22		
PCB 101				3,32		
PCB 105				0,99		
PCB 118	1,29		2,01	3,28	1,7	
PCB 138	2,18		3,41	3,66	4,36	1,33
PCB 153	2,96	0,94	4,88	5,79	6	1,64
PCB 170					0,94	
PCB 180			1,44	1,18	2,61	
Somme PCB	6,43	0,94	11,74	23,57	15,61	2,97
Permethrine				38,74		

* Légende : M = Muscle, F = Foie.

Concernant les stations on trouve 10 polluants organiques dans les muscles des poissons prélevés sur la JCASTELNAU_01 (amont), 11 sur la CABALEYRE_01 (affluent) et 23 sur la JCASTELNAU_04 (aval). Ainsi, plus de deux fois plus de types de molécules sont bio-concentrées par les poissons sur la station aval par rapport à la station amont.

Le Tableau 109 présente la synthèse des comparaisons des concentrations des différents polluants organiques détectés dans les échantillons des stations JCASTELNAU_01 (AM) et JCASTELNAU_04 (AV).

Tableau 109 : Comparaison des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les muscles des poissons de la Jalle de Castelnaud.

	Anguille	Lamproie
	Muscle	
PFOS	AV	
Chlordane Alpha		AV
Chlordane Beta		AV
DDD 2,4'	AM	AV
DDD 4,4'	AV	AV
DDE 4,4'	AV	AV
DDT 44'	AM	AV
Dieldrine	AV	AV
Diflufenicanil	AM	AM
Fludioxonil		AV
HCH Beta		AV
HCH Gamma (Lindane)		AV
Hexachlorobenzene	AM	AM
PCB 28		AV
PCB 44		AV
PCB 52		AV
PCB 101		AV
PCB 105		AV
PCB 118	AV	AV
PCB 138	AV	AV
PCB 153	AV	AV
PCB 180	AV	AV
Somme PCB	AV	AV
Permethrine		AV

Légende : M = Muscle, AM = Amont, AV = Aval.

	Pas de comparaison possible entre les deux stations
	Concentration plus élevée de 0 à 50%
	Concentration plus élevée de 50 à 100%
	Concentration plus élevée de 100 à 500%
	Concentration plus élevée de plus de 500%

Ainsi on remarque que :

- Dans les muscles des anguilles on retrouve 10 polluants au niveau de la JCASTELNAU_01 contre 9 sur la JCASTELNAU_04. Et sur les 7 polluants détectés dans les muscles des anguilles des deux stations, 6

présentent une concentration plus élevée à l'aval par rapport à l'amont, et seulement le DDT 44' affiche une concentration plus forte à l'amont qu'à l'aval.

- Dans les muscles des lamproies on retrouve 5 polluants au niveau de la JCASTELNAU_01 contre 22 sur la JCASTELNAU_04. Et sur les 5 polluants détectés dans les muscles des lamproies des deux stations, 3 présentent une concentration plus élevée à l'aval par rapport à l'amont, et 2 affichent une concentration plus forte à l'amont qu'à l'aval.

Globalement on constate que le niveau de contamination des poissons est plus élevé à l'aval du bassin versant tant en termes de diversité des polluants retrouvés qu'en termes de leurs concentrations.

Pour la station CABALEYRE_01 une analyse amont/aval n'est pas possible sur le même cours d'eau. Néanmoins nous pouvons tout de même comparer les concentrations des polluants détectés dans les muscles des anguilles sur la CABALEYRE_01 avec celles des deux autres stations du bassin versant.

Tableau 110 : Bilan des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les muscles des anguilles de la CABALEYRE_01 (en µg/kg de poids frais).

	Jcastelnau_01	Jcastelnau_04	Cabaleyre_01
Muscle Anguille			
PFOS	2,05	17,82	16,31
DDD 4,4'	0,48	0,81	0,92
DDE 4,4'	2,53	4,48	2,75
Dieldrine		4,22	7,32
HCH Beta			0,42
PCB 118	1,29	2,01	1,7
PCB 138	2,18	3,41	4,36
PCB 153	2,96	4,88	6
PCB 170			0,94
PCB 180		1,44	2,61
Somme PCB	6,43	11,74	15,61

Concernant la CABALEYRE_01, on retrouve 10 types de polluants organiques dans le pool de muscle des anguilles contre 6 sur la JCASTELNAU_01 et 8 sur la JCASTELNAU_04. **Notons que 2 substances organiques n'ont été détectées que sur les anguilles de la CABALEYRE_01, il s'agit de l'HCH Beta et du PCB 170.** Ajoutons aussi que :

- Les stations JCASTELNAU_01 et CABALEYRE_01 possèdent 6 polluants en communs dans les muscles des anguilles, et ces 6 substances présentent une concentration plus élevée sur la CABALEYRE_01
- Les stations JCASTELNAU_04 et CABALEYRE_01 possèdent 8 polluants en communs dans les muscles des anguilles, dont 5 substances présentent une concentration plus élevée sur la CABALEYRE_01.

Les analyses réalisées sur le pool de muscle des perches mettent quant à elles en évidence la présence de 5 polluants organiques. L'ordre de grandeur des concentrations de ces substances reste dans la gamme de celles retrouvées chez les anguilles et les lamproies de la Jalle de Castelnaud.

3.3.2.1.3 Bassin versant du Chenal du Gua

Dans ce bassin, **dix molécules organiques ont été détectées** au-dessus du seuil de quantification (Tableau 111) sur l'ensemble des échantillons de foie et de muscle. Il s'agit de polluants organiques appartenant à plusieurs familles, tels que :

- Les PCBs issus de l'industrie, représentées par 2 congénères (PCB : 138, 153).
- 1 composé appartenant à famille des composés perfluorés, le PFOS.
- 2 insecticides organochlorés issus de la dégradation du DDT comme : le DDD 4,4, DDE 4,4.
- 1 autre insecticide, la Dieldrine.
- 1 herbicide qui appartient à la série des Diphényléthers ou DPE l'Aclonifen.
- 1 fongicide organofluoré, le Fludioxonil.
- 2 types de Phtalates, le Di Butyl Phtalate et le Diisobutyl Phtalate.

Ces polluants organiques, qui sont, comme nous l'avons vu, soit issus de l'industrie, soit des phytosanitaires utilisés dans les cultures, les jardins ou les espaces verts, sont différemment détectés selon les espèces échantillonnées, les organes analysés et les sites de l'échantillonnage, comme le présente le tableau suivant.

Notons que les substances suivantes sont encore autorisées aujourd'hui : Aclonifen, fludioxonil et les Phtalates (Di Butyl Phtalate et Diisobutyl Phtalate).

Tableau 111 : Synthèse des molécules organiques détectées dans les échantillons du bassin versant de la Livenne (en µg/kg de poids frais).

	GUA_13		GUA_08	
	Anguille	Gardon	Anguille	Gardon
	M	F	M	F
Aclonifen		5,08		
PFOS	6,96	36,46		31,39
DDD 4,4'	0,21		0,26	
DDE 4,4'	1,4	0,47	1,36	0,3
Di Butyl Phtalate		121,25		
Dieldrine	7,62		8,44	
Diisobutyl Phtalate		53,62	39,52	
Fludioxonil		0,75		
PCB 138	1,27		1,01	
PCB 153	1,69	1,2	1,33	
Total PCB	2,96	1,2	2,34	

Légende : M = Muscle, F = Foie.

Plus précisément on retrouve 10 polluants organiques dans les tissus des poissons de la station amont, GUA_13, contre 7 sur la GUA_08 située plus à l'aval. **Notons en particulier que l'Aclonifen, le Di Butyl Phtalate et le Fludioxonil sont détectés seulement dans les échantillons de la station GUA_13.**

Nous constatons que seulement deux polluants organiques ont été retrouvés sur le pool de foie de gardons de la station GUA_08, ce résultat nous paraît surprenant compte tenu des résultats trouvés sur la station la plus amont chez la même espèce.

Le tableau suivant présente la synthèse des comparaisons des concentrations des différents polluants organiques détectés dans les échantillons des stations GUA_13 (amont), et GUA_08 (aval).

Tableau 112 : Comparaison des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les muscles et les foies des poissons du Chenal du Gua. .

	Anguille	Gardon
	M	F
Aclonifen		AM
AS PFOS	AM	AM
DDD 4,4'	AV	
DDE 4,4'	AM	AM
Di Butyl Phtalate		AM
Dieldrine	AV	
Diisobutyl Phtalate	AV	AM
Fludioxonil		AM
PCB 138	AM	
PCB 153	AM	AM
Total PCB	AM	AM

Légende : M = Muscle, F = Foie, AM = Amont, AV = Aval.

	Pas de comparaison possible entre les deux stations
	Concentration plus élevée de 0 à 50%
	Concentration plus élevée de 50 à 100%
	Concentration plus élevée de 100 à 500%
	Concentration plus élevée de plus de 500%

Ainsi on remarque que :

- Dans les muscles des anguilles on retrouve 6 polluants au niveau des deux stations. Pour les 5 polluants détectés dans les muscles des anguilles des deux stations, 3 présentent une concentration plus élevée à l'amont sur les individus de la station GUA_13 et 2 ont une concentration plus forte à l'aval, GUA_08. **De plus on remarque que l'AS PFOS est uniquement présent dans le pool de muscle des anguilles de la station amont, et que le Diisobutyl Phtalate est quant à lui détecté seulement dans l'échantillon de la station aval.**
- L'analyse des foies des gardons révèlent 7 polluants au niveau de la station GUA_13 contre 2 sur la GUA_08. Et pour les 2 polluants détectés dans les foies des gardons des deux stations, les 2 présentent une concentration plus élevée sur la GUA_13.

Globalement il semble que le niveau de contamination des poissons par les polluants organiques est légèrement plus important sur la partie amont du bassin versant du Chenal du Gua. Notons que les résultats d'analyses sur le pool de foie des gardons de la GUA_08 sont surprenants en raison de leur faible diversité de polluants détectés par rapport à ceux trouvés chez les gardons de la station amont (GUA_13).

3.3.2.1.4 Bassin Versant du Chenal du Guy

Quatorze molécules organiques ont été détectées au-dessus du seuil de quantification (Tableau 113 Tableau 111) sur l'ensemble des échantillons de muscle. Il s'agit de polluants organiques appartenant à plusieurs familles, tels que :

- Les PCBs issus de l'industrie, représentées par 3 congénères (PCB : 118, 138, 153).
- 1 composé appartenant à famille des composés perfluorés, l'PFOS.
- 3 insecticides organochlorés issus de la dégradation du DDT comme : DDE2.4, DDD 4.4, DDE 4.4.
- 1 autre insecticide, la Dieldrine.
- 1 herbicide, la Pendiméthaline, qui appartient la famille des dinitroanilines.
- 1 autre herbicide, le Diflufenicanil, organofluoré de synthèse.
- 3 types de Phtalates, le DEHP - Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate, le Di Butyl Phtalate et le Diisobutyl Phtalate.

Ces polluants organiques, qui sont, comme nous l'avons vu, soit issus de l'industrie, soit des phytosanitaires utilisés dans les cultures, les jardins ou les espaces verts, sont différemment détectés selon les espèces échantillonnées, les organes analysés et les sites de l'échantillonnage, comme le présente le tableau suivant.

Notons que les substances suivantes sont encore autorisées aujourd'hui : Fludioxonil, Diflufenicanil, Pendiméthaline, les Phtalates (Di Butyl Phtalate, Diisobutyl Phtalate et DEHP).

Tableau 113 : Comparaison des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les muscles des poissons du Chenal du Guy (en µg/kg de poids frais).

	BERNEDE_01		CHGUY_03	
	Anguille	Lamproie	Anguille	Lamproie
	M	M	M	M
AS PFOS		3,43	20,27	
DDD 2,4'				0,6
DDD 4,4'		0,69	0,66	1,02
DDE 4,4'	0,81	1,94	3,55	2,46
DEHP - Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate				200
Di Butyl Phtalate				263,94
Dieldrine		5,86	10,53	13,72
Diflufenicanil		2,13	0,2	4,98
Diisobutyl Phtalate	22,69	33,58		118,96
Fludioxonil				0,34
PCB 118			1,03	
PCB 138		0,93	2,11	
PCB 153	1,09	1,48	2,66	1,64
Total PCB	1,09	2,41	5,8	1,64
Pendiméthaline				0,5

Légende : M = Muscle.

Plus précisément on retrouve 8 polluants organiques dans les tissus des poissons de la station amont, BERNEDE_01, contre 14 sur la station CHGUY_03 située plus à l'aval. De plus on constate que les concentrations de la plupart des polluants organiques semblent être plus importantes dans les tissus des

poissons de la station aval. Notons que le DDD 2,4, le DEHP, le Di Butyl Phtalate, le Fludioxonil, le PCB 118 et la Pendiméthaline n'ont pas été retrouvés dans les tissus des poissons de la station amont.

Le tableau suivant présente la synthèse des comparaisons des concentrations des différents polluants organiques détectés dans les échantillons des stations BERNEDE_01 (amont), et CHGUY_03 (aval).

Tableau 114 : Comparaison des concentrations des polluants organiques retrouvés dans les muscles et les foies des poissons du Chenal du Guy.

	Anguille	Lamproie
	M	M
AS PFOS	AV	AM
DDD 2,4'		AV
DDD 4,4'	AV	AV
DDE 4,4'	AV	AV
DEHP - Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate		AV
Di Butyl Phtalate		AV
Dieldrine	AV	AV
Diflufenicanil	AV	AV
Diisobutyl Phtalate	AM	AV
Fludioxonil		AV
PCB 118	AV	
PCB 138	AV	AM
PCB 153	AV	AV
Total PCB	AV	AM
Pendiméthaline		AV

Légende : M = Muscle, AM = Amont, AV = Aval.

	Pas de comparaison possible entre les deux stations
	Concentration plus élevée de 0 à 50%
	Concentration plus élevée de 50 à 100%
	Concentration plus élevée de 100 à 500%
	Concentration plus élevée de plus de 500%

Ainsi on remarque que :

- Dans les muscles des anguilles on retrouve 3 polluants au niveau de la station BERNEDE_01 contre 8 sur la station CHGUY_03. Et pour les 2 polluants détectés dans les muscles des anguilles des deux stations, 2 présentent une concentration plus élevée sur CHGUY_03.
- Dans les muscles des lamproies on retrouve 8 polluants au niveau de la BERNEDE_01 contre 11 sur CHGUY_03. Sur les 6 polluants détectés dans les muscles des lamproies des deux stations, 6 présentent une concentration plus élevée sur la station en aval CHGUY_03.

Globalement on constate que le niveau de contamination des poissons est plus élevé à l'aval du bassin versant (CHGUY_03) tant en termes de la diversité de polluants organiques détectés, qu'en termes de leurs concentrations.

3.3.2.2 Origines et effets des composés organiques sur les poissons

En général, les polluants organiques agissent à différents niveaux et de différentes manières chez les poissons, mais les conséquences directes ou indirectes des contaminants sur la vie aquatique sont tellement multiples et importantes (Sindermann, 1979) qu'elles sont difficiles à discriminer les unes des autres (Elie et Girard., 2009).

Quoi qu'il en soit, leurs actions en tant que cocktails de polluants compliqués à mettre en évidence en milieu naturel, aboutissent chez le poisson à un état de stress et de nombreuses atteintes physiologiques ou corporelles. De multiples observations de terrain, étayées par des études expérimentales en laboratoire démontrent qu'à des doses infimes, les pesticides, les hydrocarbures, les phénols, les métaux etc., participent à une diminution significative de l'immunité chez toutes les espèces piscicoles étudiées. Ces substances provoquent des lésions, voire la destruction des organes immunocompétents, tels que le rein et la rate, entraînant la raréfaction ou la non-fabrication des cellules spécialisées dans le mécanisme de défense immunitaire chez le poisson (anticorps, macrophages, lymphocytes).

Les altérations et les perturbations physiologiques polluo-dépendantes sont nombreuses. Les lésions tissulaires et cellulaires et les perturbations physiologiques qui en découlent sont très pénalisantes pour les individus. Elles peuvent s'exprimer sur différents organes comme les branchies, la peau, le foie, la rate qui sont des cibles privilégiées des xénobiotiques (polluants). Le système nerveux peut également être atteint, se traduisant chez le poisson par une nage anormale et des troubles de l'équilibre. Les déformations du squelette (scoliose, lordose) sont également étroitement corrélées avec la présence de pesticides ou de polluants divers (métaux par exemple), et les organes reproducteurs apparaissent également comme une cible privilégiée pour ces molécules polluantes.

De façon générale, il a été également montré que de la qualité des chaînes trophiques pouvait dépendre le niveau des contaminations des poissons dans un même hydrosystème, aussi bien pour les polluants métalliques (Lawrence et Hemingway, 2003), que pour les polluants organiques (Tapie et al., 2011).

Certains effets de l'hormèse (= effet d'une faible dose d'un agent toxique sur les êtres vivants) sont induits par les contaminants qui s'accumulent rapidement, tandis que les mécanismes sous-jacents de l'hormèse sont de mieux en mieux compris (Evgenios A., 2021). L'hormèse est une réponse de stimulation des défenses biologiques, généralement favorable, à des expositions de faibles doses de toxines ou d'autres agents ou phénomènes générateurs de stress (pic de température par exemple). À cause de ce mécanisme, certains toxiques naturels ou agents polluants peuvent avoir un effet opposé à des doses particulièrement faibles (100 à 800 fois inférieures à la dose sans effet indésirable observé (NOAEL)), dans le rythme cardiaque des embryons de poissons par exemple. **Les très faibles doses de toxiques ne sont donc pas sans effets sur l'état de santé des poissons.**

3.3.2.2.1 Les Polychlorobiphényles ou PCBs

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Solubilité dans l'eau extrêmement faible (0,007 à 5,9 mg/L) - Solubles dans les huiles et la plupart des solvants organiques (INRS, 2007) - Forte affinité pour les particules solides (adsorption en particulier dans les sédiments) et les solvants polaires (lipides) - Solubilité augmente avec la température et le nombre d'atome de chlore en position ortho - Stabilité thermique augmente en fonction du nombre d'atomes de chlore qu'il possède - En raison de leur très grande stabilité (ils ne sont ni biodégradables, ni chimiodégradables)
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Fabrication des vernis, des encres, des plastifiants dans les peintures, des solvants et surtout, de façon massive jusque dans les années 70, dans la fabrication des transformateurs électriques. - Massivement utilisées aussi comme lubrifiant, pour la fabrication des transformateurs électriques, condensateurs, sub-sectionneurs de puissance, ou comme isolants dans des environnements à très haute tension (THT) en raison de leur relative ininflammabilité et de leurs excellentes caractéristiques diélectriques. - Utilisés comme fluides caloporteurs, dans les environnements à risque d'incendie, comme les navires transportant des carburants, comme fluides hydrauliques dans des environnements à risque ou à contraintes thermiques (dans les mines par exemple), dans les moteurs de pompe, les fours à micro-ondes, ou comme additifs d'huiles ou de produits de soudures, dans certains adhésifs, peintures et aussi dans des papiers autocopiants (Péan, 2012) . - Massivement produits et inclus jusque dans le milieu des années 80 dans des mélanges tels que l'Aroclor (Monsanto Chemical Company, États-Unis), le Clophen (Bayer, Allemagne), le Kanechlor (Kanegafuchi - Monsanto Chemical Company, Japon), le Santotherm (Mitsubishi, Japon), le Phenoclor et le Pyralène (Prodolec, France), ou le Fenclor (Caifaro, Italie) (Safe, 1993 ; Takasuga et al., 2006).
Effets plus particuliers chez les poissons	<p>Importante capacité de bioaccumulation et de bioconcentration dans un organisme donné tout au long de sa vie ou dans les maillons successifs des chaînes alimentaires présentes dans un écosystème donné</p> <p><u>Espèces bioaccumulant</u> : Poissons gras et ceux situés au sommet des chaînes alimentaires (Afssa, 2008 ; Afssa, 2009) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un potentiel de bioaccumulation élevé pour 3 espèces de poissons d'eau douce : l'Anguille (<i>Anguilla anguilla</i>), le Barbeau fluviatile (<i>Barbus barbus</i>), la Brème commune (<i>Abramis brama</i>). - 2 autres espèces bioaccumulent également les polluants de type PCBs : la Carpe commune (<i>Cyprinus carpio</i>) et le Silure (<i>Silurus glanis</i>). - Un potentiel de bioaccumulation modéré comme : le Chevaine (<i>Squalius cephalus</i>), le Gardon (<i>Rutilus rutilus</i>), le Hotu (<i>Chondrostoma nasus</i>), le Goujon (<i>Gobio gobio</i>) et le Carassin (<i>Carassius carassius</i>) <p><u>Effets importants de ces polluants sur la condition (indice de condition) de beaucoup d'espèce au moment de leur reproduction</u></p> <p><u>Multiples effets sur le comportement ou sur des fonctions physiologiques importantes</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Altèrent le comportement natatoire (carpe commune), (Triebskorn et al., 1997 ; Nakayama et al., 2004 ; Schmidt et al., 2005). - Négatif sur la fonction hépatique et rénale chez la truite (Celander et Förlin, 1995 ; Örn et al., 1998) - Perturbateurs du système endocrinien chez la truite (Buckman et al., 2007)

	<ul style="list-style-type: none"> - Perturbateur des ovocytes ou la maturation de cortisol chez des poissons d'autres continents ou marins (Örn et al., 1998 ; Monosson et al., 1994 ; Khan et Thomas, 2006 ; Foekema et al., 2008 ; Daouk et al., 2011) <p><u>Effets anatomo-morphologiques de ces composés qui peuvent être repérés par l'application des « Codes Pathologie » chez les poissons sont :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Déformations corporelles, notamment de la tête et des rayons des nageoires (Saint- Jacques et Richard, 2002). - Fortes prévalences d'érosions cutanées (Christensen, 1980). - Effet direct des composés de type dioxine (PCBs, PCDD/PCDF) sur le développement embryonnaire et sur la survie des embryons d'anguille européenne (EELREP, 2005 ; Palstra et al., 2006).
--	--

Les polychlorobiphényles (PCB) sont des composés aromatiques organochlorés synthétisés industriellement, il existe 209 dérivés différents.

► **Les PCBs chez les poissons des bassins versants de la Livenne, de la Jalle de Castelnaud, du Chenal du Gua et du Chenal du Guy.**

Tableau 115 : Synthèse des PCBs détectées dans les échantillons de tissus des poissons (en µg/kg de poids frais).

Station	Espèce	Tissu	PCB 28	PCB 44	PCB 52	PCB 101	PCB 105	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 170	PCB 180	Somme PCB
LIVENNE_04	ANG	M							1,01	1,54			2,55
		F						1,28		3			4,28
	GOU	M											
		F											
LIVENNE_06	ANG	M				1,09		1,96	4,09	6,69	0,88	2,36	17,07
		F						2,05	1,41	5,64			9,1
	GOU	M						1,13	1,84	2,43		0,85	6,25
		F				0,84		1,28	3,04	4,65		1,83	11,64
JCASTELNAU_01	ANG	M						1,29	2,18	2,96			6,43
	LAM	M								0,94			0,94
JCASTELNAU_04	ANG	M						2,01	3,41	4,88		1,44	11,74
	LAM	M	1,14	0,99	3,22	3,32	0,99	3,28	3,66	5,79		1,18	23,57
CABALEYRE_01	ANG	M						1,7	4,36	6	0,94	2,61	15,61
	PER	M							1,33	1,64			2,97
BERNEDE_01	ANG	M									1,09		1,09
	LAM	M								0,93	1,48		2,41
CHGUY_03	ANG	M							1,03	2,11	2,66		4,77
	LAM	M									1,64		1,64
GUA_13	ANG	M								1,27	1,69		2,96
	GAR	F									1,2		1,2
GUA_08	ANG	M								1,01	1,33		2,34
	GAR	F											

Pour rappel : Le tableau ci-dessous reprend les données concernant les caractéristiques des lots de poissons utilisés pour la création des pools de muscle et de foie. Ces informations permettent d'affiner l'interprétation des données eco-toxicologiques et de prendre en compte les différences de bioaccumulation en fonction de la taille et du poids moyen des poissons.

	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01	LIVENNE_04	LIVENNE_06	BERNEDE_01	CHGUY_03	GUA_13	GUA_08
ANG	Ind : 1 T : 576 P : 330	Ind : 6 Tm : 229 Pm : 16	Ind : 6 Tm : 173 Pm : 10	Ind : 15 Tm : 280 Pm : 46	Ind : 28 Tm : 282 Pm : 35	Ind : 9 Tm : 182 Pm : 10	Ind : 16 Tm : 179 Pm : 8	Ind : 14 Tm : 331 Pm : 61	Ind : 3 Tm : 248 Pm : 34
LAM	Ind : 20 Tm : 110 Pm : 2,7	Ind : 25 Tm : 128 Pm : 3,3				Ind : 15 Tm : 120 Pm : 2,1	Ind : 23 Tm : 112 Pm : 2,4		
GAR								Ind : 24 Tm : 131 Pm : 25	Ind : 14 Tm : 150 Pm : 38
GOU				Ind : 71 Tm : 99 Pm : 12	Ind : 96 Tm : 104 Pm : 8				
PER			Ind : 8 Tm : 84 Pm : 8						

Légende : Ind = Nombre d'individus du lot, Tm = Taille moyenne en mm, Pm = Poids moyen en g

Sur la Livenne, six congénères de PCB sont mis en évidence dans les muscles et les foies des poissons peuplant les deux stations échantillonnées. Ces polluants sont particulièrement présents dans les muscles et les foies des anguilles et des goujons de la station la plus aval (LIVENNE_06). Dans cette station la somme des teneurs en PCBs des muscles est de 6,25 µg/kg de PF chez les goujons et 17,07 µg/kg de PF chez les anguilles. La partie aval de ce bassin versant est fortement impactée par ces polluants fortement rémanents.

Sur la Jalle de Castelnau et le ruisseau de la Cabaleyre, dix congénères de PCB sont mis en évidence dans les muscles et les foies des poissons peuplant les deux stations échantillonnées. Ces polluants sont particulièrement présents dans les muscles des anguilles et des lamproies de la station la plus aval (JCASTELNAU_04). Dans cette station la somme des teneurs en PCBs des muscles est de 11,74 µg/kg de PF chez l'anguille et de 23,57 µg/kg de PF chez les lamproies. De la même manière le muscle des anguilles du ruisseau de Cabaleyre présente des teneurs en PCBs très importantes. De plus nous pouvons constater que les 10 congénères sont présents dans les muscles des lamproies de la station la plus aval (JCASTELNAU_04).

Sur le chenal du Gua, les muscles des anguilles analysés sur les deux stations révèlent des teneurs en PCB 138 entre 1,27 µg/Kg sur GUA_13 de PF et 1,01 µg/kg de PF sur Gua_08 et en PCB 153 sur la station GUA_13 (1,69

µg/kg de PF) et sur la station GUA_08 (1,33 µg/kg de PF). Sur ce bassin versant les foies des gardons de la station GUA_13 révèlent aussi des teneurs en PCB 153 importantes (1,20 µg/kg de PF). Les teneurs totales des tissus des poissons en PCB sur cette rivière varient entre 1,20 µg/kg de PF et 2,96 µg/kg de PF. Notons une contamination très légèrement supérieure sur les tissus des individus de la station amont.

Sur le chenal du Guy, les analyses sur les muscles des anguilles révèlent des teneurs de PCB 118 (1,03 µg/kg de PF), 138 (2,11 µg/kg de PF), 153 (2,66 µg/kg de PF) importantes dans la station la plus aval (GUA_08). Dans la même station les muscles des lamproies présentent aussi des teneurs importantes de PCB153 (1,64 µg/kg de PF). Dans la station amont de ce bassin versant (BERNEDE_01) les teneurs révélées par les analyses des muscles des lamproies et des anguilles sont aussi importantes. Ainsi les PCB 138 (0,90 µg/kg de PF) et 153 (1,18 µg/kg de PF) sont présents dans les muscles des lamproies et le PCB 153 (1,09 µg/kg de PF) dans le muscle des anguilles. Les contaminations des poissons de ce bassin versant par les PCBs sont généralisées. Les teneurs totales de PCBs dans les tissus varient entre 1,09 µg/kg de PF (muscles anguilles BERNEDE_01) et 5,80 µg/kg (muscles anguilles GUY_03).

Bilan sur les PCBs

Les analyses de contaminants de type PCBs dans les tissus des populations de poissons des bassins versants considérés dans ce travail, montrent des niveaux de contamination importants sur certains secteurs. Les valeurs des teneurs en PCBs totaux, trouvées dans les tissus des poissons analysés sur certains secteurs sont néfastes pour la santé des populations de poissons et doivent être maîtrisées

Les poissons de la partie aval de la Jalle de Castelnaud, du ruisseau de Cabaleyre et de la partie aval de la Livenne sont particulièrement touchés avec des concentrations en PCB total qui dépasse les 10 µg/kg de PF. Notons que ces concentrations sont largement inférieures à celles mesurées dans l'estuaire (en moyenne 250 µg/kg PF pour des anguilles de 200 g, Lauzent, 2017) et sont assez comparables à celles mesurées sur des anguilles du domaine de Certes et Graveyron au niveau du bassin d'Arcachon (17 ± 8 µg/kg PF, Lauzent, 2017). Des concentrations en PCB de 5 ± 2 µg/kg PF sont couramment constatées dans les rivières du Sud-Ouest de la France (Lauzent, 2017). Ces concentrations, malheureusement courantes, sont nocives pour les poissons et ne doivent en aucun cas être normalisées.

Notons, tous les pools de poissons analysés présentent des taux en PCB inférieurs à ceux fixés par l'Union Européenne pour la consommation. Cette réglementation a été mise à jour en 2011 dans le cadre du règlement (UE) n°1259/2011. Il a été fixé une norme pour les concentrations en PCB-NDL (PCB-28, -52, -101, -138, -153, -180) de 75 µg/Kg PF pour la chair musculaire des poissons issus de la pêche, 125 µg/Kg PF pour la chair musculaire de poisson d'eau douce sauvage capturé et 300 µg/Kg PF pour la chair musculaire d'anguille sauvage. Rappelons que les normes sanitaires ne prennent pas en compte l'état de santé des poissons.

3.3.2.2 Les pesticides organochlorés

<p>Caractéristiques</p>	<p>La France est le pays européens où il se vend le plus de pesticides (60 000 tonnes de substances vendues chaque année depuis 2009) et où les dépenses en produits phytopharmaceutiques par hectare sont les plus élevées</p> <p>Rappel historique de l'apparition des composés utilisés comme insecticides :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Années 1940 : émergence des organochlorés avec le DDT (dichloro-diphényl-trichloroéthane) - 1942 : le pentachlorophenol (PCP), le lindane (hexachlorohexane) - 1948 : le chlordane - 1954 : l'endosulfan, - 1955 : le mirex (perchlordécone) - Plus récemment le chlordécone, la dieldrine, l'aldrine et l'endrine <p>Leurs rémanences dans l'environnement et dans la chaîne trophique ont entraîné leurs interdictions progressives d'utilisation en France (Beck, 2011) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le DDT interdite dans les années 1970 et inscrite dans la « Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants », - La dieldrine interdite depuis 1989, - Le mirex et le chlordécone interdite depuis 1990, - Le lindane depuis 1998, - Et l'aldrine depuis 1999. - Cependant, ces interdictions tardives, progressives et non immédiates entraînent de nos jours encore la présence de ce type de polluant très néfaste pour l'environnement, la faune de nos cours d'eau et l'homme
<p>Origines</p>	<p>Classement des pesticides selon :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leurs cibles : herbicides pour les plantes ; fongicides pour les champignons ; insecticides pour les insectes...), - Leurs usages : agriculture, jardins et plantes ornementales ; le traitement du bois ; la médecine humaine ou vétérinaire, - Leurs familles chimiques et leurs modes d'actions : Organochlorés ; Organophosphorés, Pyréthrinoïdes, Carbamates, Triazines...
<p>Effets plus particuliers chez les poissons</p>	<p><u>Polluants extrêmement rémanents dans l'environnement et dans la chaîne trophique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Organochlorés (l'aldrine, la dieldrine, le chlordane, le DDT et métabolites, l'endosulfan, l'endrine, l'heptachlore et le lindane) = pesticides les plus présents dans les poissons malgré leur interdiction de commercialisation depuis les années 1990 - Le DDT et ses métabolites, DDE (2,2-bis (p- chlorophenyl) -1,1-dichloroethylene) et le DDE (1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl) -ethane), jugées comme des molécules polluantes persistantes et sujettes à des bioaccumulations importantes chez les organismes vivants. <p><u>Effets</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Impacts sévères sur la faune aquatique, notamment chez les poissons (Agbohessi et al., 2012). - Effets immunodépresseurs = provoque une plus grande vulnérabilité des poissons aux organismes pathogènes. - Nécroses importantes au niveau des foies et des reins des individus (Roberts, 2012) - Effets décelables de ces molécules via la mise en œuvre des « Codes Pathologie » <ul style="list-style-type: none"> • Déformations corporelles, notamment de la tête et des rayons des nageoires (Saint-Jacques et Richard, 2002). • Anomalies du squelette et une hypertrophie des vertèbres (Kvellestad et al., 2000). • Scolioses sévères et des fractures de la colonne vertébrale (effet chlordecone) (Couch et al. 1977 ; Sindermann, 1979).

	<ul style="list-style-type: none"> Anomalies des rayons des nageoires chez les alevins de diverses espèces en présence de DDT à de très faibles concentrations (< 1 ppb) (Sindermann, 1979). Erosions des nageoires (effet exposition à des taux élevés de DDT), (Mc Dermott et Sherwood, 1975).
--	---

► **Les pesticides organochlorés chez les poissons des bassins versants de la Livenne, de la Jalle de Castelnau, du Chenal du Gua et du Chenal du Guy.**

Tableau 116 : Synthèse des molécules de type Organochloré détectées dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).

Station	Espèce	Tissu	Chlordane Alpha	Chlordane Beta	DDD 2,4'	DDD 4,4'	DDE 4,4'	DDT 4,4'	Dicofol	Dieldrine	HCH Beta	HCH Gamma (Lindane)	Hexachloro benzene
JCASTELNAU_01	ANG	M			0,26	0,48	2,53	3,15					1,52
	LAM	M				0,54	1,24						1,2
JCASTELNAU_04	ANG	M				0,81	4,48	0,92		4,22			
	LAM	M	0,3	0,3	2,62	3,57	8,29	1,61		14,23	0,63	0,55	1,07
CABALEYRE_01	ANG	M				0,92	2,75			7,32	0,42		
	PER	M				0,24	0,69						
LIVENNE_04	ANG	M				0,33	2,16	0,94					
		F			0,24	0,41	0,66				0,54		1,16
	GOU	M					0,53						
		F					1,08			0,46			
LIVENNE_06	ANG	M				1,1	8,58	2	79	10,87			
		F				0,47	2,09						
	GOU	M					2,77						
		F				0,37	7,07						
BERNEDE_01	ANG	M					0,81						
	LAM	M				0,69	1,94			5,86			
CHGUY_03	ANG	M				0,66	3,55			10,53			
	LAM	M			0,6	1,02	2,46			13,72			
GUA_13	ANG	M				0,21	1,4			7,62			
	GAR	F					0,47						
GUA_08	ANG	M				0,26	1,36			8,44			
	GAR	F					0,3						

Sur la Livenne, huit molécules de polluants organochlorés sont décelées dans les tissus des poissons, dont 7 insecticides et 1 fongicide.

Les produits de dégradation du DDT (DDD 2.4', DDD4.4' DDE4.4', DDT44) sont présents à forte concentration, jusqu'à 8,58 mg/kg de poids frais pour le DDE 4.4', dans les muscles des anguilles et jusqu'à 7,07 mg/kg de

poids frais dans le foie des goujons. Nous trouvons également de très fortes teneurs de Dicofol et de Dieldrine dans les muscles des anguilles de la Livenne (station LIVENNE_06) respectivement 79 µg/kg de PF et 10,87 µg/kg de PF. Notons en plus des contaminations par le HCH beta, insecticide révélé dans les foies des anguilles (0,54 µg/kg de PF) et dans celui des goujons (0,46 µg/kg de PF) de la station la plus en amont. Enfin, il faut remarquer que les analyses sur le foie des anguilles de la station la plus aval révèlent également des contaminations par une autre molécule l'Hexachlorobenzène (HCB) (1,16 µg/kg) qui est, comme nous l'avons vu un antifongique utilisé entre autres en agriculture.

Sur le bassin versant de la Jalle de Castelnaud, 11 molécules de polluants organochlorés sont décelées dans les tissus des poissons, dont 10 insecticides et 1 fongicide.

Les teneurs de ces molécules sont très importantes jusqu'à 14,23 µg/kg de PF de Dieldrine et 8,29 µg/kg de PF de DDE4.4, dans les muscles des lamproies de la Jalle de Castelnaud (JCASTELNAU_04) et de 4,48 µg/kg de PF de DDE4.4 et 4,22 µg/kg de PF de Dieldrine dans les muscles des anguilles de la Jalle de Castelnaud. Ce qui est remarquable est que l'on trouve des contaminations des muscles des anguilles et des lamproies de la Jalle de Castelnaud par le DDT 44 à des niveaux importants (3,15 ; 0,92 et 1,61 µg/kg de PF). Dans le ruisseau de Cabaleyre la teneur en Dieldrine dans les muscles des anguilles atteint 7,32 µg/kg de PF. Le Chlordane (alpha et beta), insecticides est présent dans le muscle des lamproies de la station aval de la Jalle de Castelnaud (0,3 µg/kg de PF). L'HCH beta et gamma sont aussi présent dans les muscles des lamproies avec respectivement des valeurs de 0,63 et 0,55 µg/kg de PF dans la station aval de la Jalle de Castelnaud. Enfin notons la présence d'une contamination par l'HCB (fongicide) révélée par les teneurs de ce polluant dans les muscles des lamproies (1,07 µg/kg de PF) peuplant la station la plus aval de la Jalle de Castelnaud et dans les muscles des anguilles et des lamproies de la station la plus amont (respectivement : 1,52 µg/kg et 1,20 µg/kg de PF).

Sur le chenal du Gua, deux organochlorés sont présent dans les tissus des poissons dans l'ensemble des stations du bassin versant. Le DDE 4,4' est décelé dans les muscles des anguilles des deux stations (GUA_13, 1,40 µg/kg de PF ; GUA_08, 1,36 µg/kg de PF) ainsi que dans les foies des gardons des deux stations (GUA_13, 0,47 µg/kg de PF ; GUA_08, 0,30 µg/kg de PF) ; donc une contamination généralisée par ce polluant issu de la dégradation du DDT. Le DDD 4,4' est aussi présent dans les muscles des anguilles des deux stations (GUA_13, 0,21 µg/kg de PF ; GUA_08, 0,26 µg/kg de PF). La Dieldrine contamine également les muscles des anguilles des deux stations à des niveaux importants (7,62 µg/kg de PF) pour la station située à l'amont du bassin (GUA_13) et 8,44 µg/kg de PF pour les anguilles de la station aval du bassin versant (GUA_08). **Globalement les deux stations présentent un niveau de contamination par les organochlorés très similaires**

Sur le chenal du Guy, les analyses montrent une contamination généralisée du bassin versant par 4 polluants organochlorés, molécules interdites d'utilisation. Le DDD 2,4' est décelé dans les muscles des lamproies de la station aval (GUY_03) à des niveaux de 0,6 µg/kg de PF. Le DDD 4,4' est décelé dans les muscles des lamproies des stations amont (BERNEDE_01, 0,69 µg/kg de PF) et aval (GUY_03, 1,02 µg/kg de PF) ; mais aussi dans les muscles des anguilles peuplant la station aval (GUY_03, 0,66 µg/kg de PF). Le DDE 4,4' est décelé dans l'ensembles des tissus des deux espèces échantillonnées et dans l'ensemble des stations du bassin. Les muscles des anguilles présentent des teneurs de 0,81 µg/kg de PF sur la station amont (BERNEDE_01) et 3,55 µg/kg de PF sur la station située à l'aval (GUY_03). Les analyses des muscles des lamproies révèlent des teneurs de 1,94 µg/kg de PF en amont du bassin (BERNEDE_01) et de 2,46 µg/kg de PF dans les stations de l'aval. La contamination des poissons par la Dieldrine sur le bassin versant est révélée par les analyses sur les muscles

des lamproies, avec des niveaux importants en amont (BERNEDE_01, 5,86 µg/kg de PF), mais surtout en aval (GUY_03, 13,72 µg/kg de PF). **Globalement on constate une augmentation des contaminations selon un gradient amont -> aval.**

Bilan sur les pesticides organochlorés

Malgré les interdictions pour l'utilisation de ces molécules, nous constatons encore la présence très marquée de ces types de polluants organochlorés très néfaste pour l'environnement en général, la faune de nos cours d'eau et bien sur l'homme. Leurs présences très importantes sur l'ensemble des bassins versants étudiés est suspecte et, malgré leur rémanence importante, il faudra vérifier, sur ces bassins, s'il n'existe pas des sources d'émission de ces polluants. Cependant du fait que ces substances soient interdites depuis les années 1970, les leviers d'actions à mettre en place sont limités. Les présences des lésions de types érosions, déformations, malformations, nécroses sur les populations de poissons qui restent dans ces cours d'eau, peuvent trouver leurs origines dans ces types de polluants qui ont un potentiel d'accumulation élevé.

Notons que le cadre de la Directive 2013/39/UE du parlement européen une NQE-biote a été définie à 10 µg/kg de PF de muscle pour le Hexachlorobenzene (HCB), notre valeur la plus haute est de 1,52 µg/kg de PF dans le muscle des anguilles de la JCASTELNAU_01.

Une autre NQE-biote est à prendre en compte, il s'agit de celle du Dicofol, fixé à 33 µg/kg de PF de poisson entier. Cette substance a été quantifiée sur un seul échantillon, celui correspondant aux muscles des anguilles de la stations LIVENNE_06 (aval), avec un taux de 79 µg/kg de PF de muscle, qui dépasse la NQE-biote admise.

3.3.2.2.3 Les Pyréthrinoïdes

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Les pyréthrine molécule naturelle sont connues pour être photosensibles, et se dégradent donc rapidement dans la nature → Pour remédier à cela des molécules synthétiques plus stables, les pyréthrinoïdes, ont été élaborés dans les années 1970.
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Les pyréthrinoïdes de synthèse sont les insecticides les plus utilisés au monde. Les plus connus sont la bifenthrine, la cyperméthrine, l'esfenvalérate, la lambda-cyhalothrine, la cyfluthrine et la perméthrine. - Les pyréthrinoïdes sont employés dans l'agriculture, la sylviculture, la pisciculture, l'horticulture, la lutte contre les moustiques (malaria...), dans le textile, l'entreposage du bois, la protection des bâtiments (lutte contre les termites), le jardinage professionnel et amateur. Ils sont utilisés aussi comme traitement vétérinaire dans les shampooings pour chiens, les traitements antipuces (CCME,2006, Lepper et al,2007). - La perméthrine de synthèse est utilisée dans les insecticides à usages domestiques ; dans la lutte contre les puces et les tiques des animaux de compagnie ; dans la lutte contre les insectes des cultures (les céréales, les vergers, les pépinières, les oléagineux...), dans les serres ; dans la lutte contre les insectes piqueurs du bétail ; dans l'application autour des édifices pour lutter contre les moustiques adultes ; application sur les vêtements et les filets moustiquaires. La Perméthrine est aussi homologuée pour traiter les insectes des bois.
Effets plus particuliers chez les poissons	<p>La perméthrine.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour la toxicité aiguë : la CL50 sur 96 heures pour les poissons dulcicoles varient de 0,62 µg/L, pour les juvéniles de truites arc-en-ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) (Kumaraguru et Beamish, 1981), à 540 µg/L, pour les juvéniles <i>Jordanella floridae</i> (Holdway et Dixon, 1988). Parmi les espèces sensibles, <i>Catostomus commersonii</i> (CL50 96 1µ/L), <i>Oncorhynchus clarkii</i> (CL50 96h 1,6µg/L) (Holdway et Dixon, 1988 ; Sappington et al., 2001). Les CL50 de toxicité aiguë sur 96 heures pour les poissons marins se situent entre 2,2 µg/L, pour <i>Menidia menidia</i> et 88 µg/L pour <i>C. variegatus</i> (Schimmel et al., 1983). - Pour la toxicité chronique : les résultats d'une étude sur la reproduction des salmonidés suggèrent que de très faibles niveaux de cyperméthrine dans l'environnement aquatique (0.004 mg/L), peuvent avoir un effet significatif sur les populations de saumon atlantique en perturbant les fonctions de reproduction et l'olfaction chez les tacons. En outre, certains travaux montrent que l'exposition de la laitance et des œufs de saumon à une concentration de 0,1 mg/L de cyperméthrine pendant la fécondation réduit fortement le nombre d'œufs fécondés et les éclosions (Moore et Waring, 2001). Au Canada, les recommandations pour la qualité de l'eau visant la protection de la vie aquatique contre la Perméthrine sont, pour les espèces dulcicoles de 0,004µg/L et pour les espèces marines de 0,001µg/L (Environnement Canada, 2006).

► **La perméthrine chez les poissons des bassins versants de la Livenne, de la Jalle de Castelnau, du Chenal du Gua et du Chenal du Guy.**

La Perméthrine est retrouvée dans les échantillons de foie des anguilles peuplant la station la plus aval du bassin de la Livenne (0,64 µg/kg de PF) et aussi, de façon très importante dans le muscle des lamproies peuplant la station située la plus à l’aval de la Jalle de Castelnau (38,74 µg/kg de PF).

Comme nous le voyons dans les résultats de ces analyses, les stations situées à l’aval de ces deux rivières révèlent des contaminations des milieux par la Perméthrine, insecticide de synthèse pouvant provenir de nombreuses sources (voir ci-dessus). Ces deux stations sont déjà très contaminées par d’autres insecticides en particulier la station (JCASTELNAU_04) dans laquelle nous trouvons 10 insecticides organochlorés. La station (LIVENNE_06) aussi est contaminé, en plus de la Perméthrine, par 5 insecticides organochlorés. L’origine de ces contaminations est très probablement liée aux rejets des stations de traitement des eaux usées.

La Perméthrine fait partie des substances qui devraient être surveillées depuis l’année 2015 (Vulio et Andres, 2014). Notons qu’elle est utilisée actuellement.

Tableau 117 : Synthèse de la détection de la Perméthrine dans les échantillons des bassins versant de la Livenne et de la Jalle de Castelnau (en µg/kg de poids frais).

	Livenne_06	Jcastelnau_04
	Anguille	Lamproie
	F	M
Perméthrine	0,64	38,74

3.3.2.2.4 Les composés Perfluorés (PFOS)

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Le PFOS ou Sulfonate de perfluorooctane, ses sels et ses dérivés sont des substances organiques d'origine exclusivement anthropique, regroupé sous la famille des composés perfluorés (OSPAR, 2005).
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Ces composés sont utilisés dans l'industrie de différents produits : imperméabilisation des textiles, des moquettes, des papiers, des cartons. Ils sont aussi utilisés dans la galvanoplastie, la photographie, les semi-conducteurs, dans les fluides hydrauliques des avions, dans les mousses anti-incendie, dans les retardateurs de flammes. Ils sont mis comme ingrédients dans les pesticides et les insecticides et aussi dans des produits de nettoyage industriels domestiques et médicaux comme agents tensioactifs. La majeure partie des articles contenant des composés perfluorés sont fabriqués en dehors du marché européen et il est difficile d'obtenir des informations (Buck et al 2011). - Depuis 2009, le PFOS et le PFOA font partie de la liste des substances couvertes par la convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants (POP). Leur production, mise sur le marché et utilisation sont interdites sauf dérogation (règlement 850/2004 concernant les polluants organiques persistants et modifiant la directive 79/117/CEE) (ANSES, 2015). - Les voies de pénétration dans l'environnement sont nombreuses, notamment par les effluents des stations d'épuration d'eaux usées, la lixiviation des décharges d'ordures. Le PFOS résiste aux technologies de traitement des eaux les plus classiques tels que l'oxydation directe, la biodégradation ou la photolyse directe.
Effets plus particuliers chez les poissons	<ul style="list-style-type: none"> - Pour la toxicité aiguë : la plus faible CL 50 sur 96 heures pour les espèces de poissons d'eau douce est de 4,7 mg/L chez <i>Pimephales promelas</i>. En eau salée, une CL 50 sur 96 heures de 13,7 mg/L a été trouvé pour la truite arc-en-ciel (<i>Ocorhynchus mykiss</i>) (OCDE, 2002 a et b). - Pour la toxicité chronique : Une étude conduite sur une période d'exposition de 42 jours, en laboratoire, sur des embryons et des juvéniles de <i>Pimephales promelas</i> a déterminé une CSEO de 0,30mg/L (Concentration sans effet observé = NOEC en anglais). Cette valeur concerne à la fois la survie et la croissance des individus (US EPA OPPT AR226-0097). - Notons que ces concentrations hépatiques de PFOS sont significativement et positivement corrélées aux altérations sérologiques observées chez les poissons étudiés et en particulier chez l'anguille (perturbation de l'hématocrite par exemple) (Fair et al, 2019). Babut et al. (2017) montrent également qu'il existe une certaine biomagnification des PFOS dans la chaîne trophique et que certaines espèces de poissons biotransforment plus ces polluants que d'autres espèces, selon leur position dans la chaîne trophique comme par exemple les barbeaux et les goujons.

► Les PFOS chez les poissons des bassins versants de la Livenne, de la Jalle de Castelnaud, du Chenal du Gua et du Chenal du Guy.

Tableau 118 : Synthèse des PFOS détectées dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).

Station	Espèce	Tissu	PFOS
JCASTELNAU_01	ANG	M	2,05
	LAM	M	
JCASTELNAU_04	ANG	M	17,82
	LAM	M	
CABALEYRE_01	ANG	M	16,31
	PER	M	21,34
LIVENNE_04	ANG	M	5,01
		F	22,29
	GOU	M	
		F	3,82
LIVENNE_06	ANG	M	
		F	170,49
	GOU	M	13,31
		F	65,23
BERNEDE_01	ANG	M	
	LAM	M	3,43
CHGUY_03	ANG	M	20,27
	LAM	M	
GUA_13	ANG	M	6,96
	GAR	F	36,46
GUA_08	ANG	M	
	GAR	F	31,39

Sur la Livenne, les PFOS sont retrouvés dans les échantillons de foie des anguilles peuplant les deux stations de la Livenne, à des niveaux importants (respectivement 22,29 et 170,49µg/kg de PF). Les foies des goujons ont des teneurs moins importantes en composés perfluorés (3,82µg/kg de PF). De la même façon, les muscles des anguilles de la Station (LIVENNE_04) et ceux des goujons de la station (LIVENNE_06) montrent des teneurs de PFOS respectives de 5,01µg/kg et de 13,31µg/kg de PF.

Sur la Jalle de Castelnaud, les PFOS sont retrouvés dans tous les échantillons de muscle des anguilles et des perches peuplant les trois stations de la Jalle de Castelnaud et du ruisseau de Cabaleyre à des niveaux marqués, respectivement ; 2,05, 17,82 et 16,31µg/kg de PF pour les anguilles et plus marqué pour les perches, 21,34µg/kg de PF. Seuls les muscles des lamproies ne présentent pas de contamination par les PFOS.

Sur le chenal du Gua, nous voyons que les contaminations sont générales et relativement fortes si nous les comparons aux valeurs relevées dans d'autres bassins versants européens. Ainsi, les teneurs de AS-PFOS

révélées par les analyses des foies des Gardons sont très fortes sur les deux stations (GUA_13, 36,46 µg/kg de PF ; GUA_08, 31,39 µg/kg de PF). De la même manière le muscle des anguilles de la station située en amont du bassin sont également contaminés (GUA_13, 6,96 µg/kg de PF).

Sur le chenal du Guy, les analyses des muscles des anguilles montrent aussi des contaminations par les perfluorés dans les deux stations du bassin versant du Chenal du Guy mais plus particulièrement sur la station située à l'aval (GUY_03) avec des teneurs de 20,27 µg/kg de PF de PFOS dans les muscles des lamproies de planer.

Bilan sur les composés Perfluorés (PFOS)

Comme nous le voyons, les résultats révèlent des contaminations importantes des rivières par les PFOS, aussi bien dans leurs parties aval que dans leurs parties amont. La présence de PFOS sur les stations amont des bassins versants, montre que ces pollutions commencent très haut sur les bassins. Notons que la très grande majorité des concentrations mesurées dans les pools de muscle dépassent la NQE-biote fixée à 9,1 µg/kg de PF de muscle.

Ces contaminations sont vraisemblablement d'origines multiples et doivent être déterminées en regard des activités humaines existant sur ces bassins versants, afin d'en supprimer les différentes sources. Il faut rappeler ici que les voies de pénétration dans l'environnement sont nombreuses (voir ci-dessus), notamment par les effluents des stations d'épuration d'eaux usées, la lixiviation des décharges d'ordures qui sont des zones de réception et de redistribution de toxiques. Il faut rappeler que la production, la mise sur le marché et l'utilisation des PFOS sont interdites depuis 2009, sauf dérogation particulière.

3.3.2.2.5 Les Organofluorés comme le Fludioxonil et le Diflufenicanil (ou Diflufénican)

Caractéristiques	<p>Le Fludioxonil</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le Fludioxonil est un composé fongicide synthétique du groupe des substances phénylpyrroles. C'est un fongicide à large spectre, non systémique, avec une longue activité résiduelle <p>Le Diflufenicanil</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le Diflufénican ou Diflufénicanil est un herbicide - Il fait partie des substances actives classées, selon le règlement (CE) n° 1272/2008, comme dangereuses pour le milieu aquatique et sa faune. En effet, il est, en termes de danger chronique de catégorie 1 (TACC1), et danger aiguë de catégorie 1 (TAC1). De plus, par le même règlement, « il est classé en H400 donc très toxique pour les organismes aquatiques et H410 donc très nocif pour les organismes aquatiques, entraînant des effets néfastes à long terme » (ANSES 2015, 2018).
Origines	<p>Le Fludioxonil</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le Fludioxonil peut être utilisé pour lutter contre les maladies fongiques des semences ainsi que pour les traitements post-récolte pour les fruits. L'utilisation de ce fongicide est autorisée aux États-Unis, en Europe (sauf en Autriche) et en Asie. - Le Fludioxonil a été commercialisé en 1993 en France pour le traitement des semences de céréales, puis comme fongicide foliaire à partir de 1995 (Rimawi, 2015). <p>Le Diflufenicanil</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le Diflufénicanil est utilisé dans les zones agricoles et urbaines. Ses usages autorisés ont varié dans le temps et selon les pays. Dans l'UE, en Agriculture, le Diflufenicanil est interdit en culture biologique. Il est autorisé ailleurs pour désherber chimiquement de nombreux systèmes agricoles et urbains comme les champs de blé, d'orge, de seigle et d'avoine, les vignobles, l'arboriculture, les haies, les buissons, les pépinières, les cimetières, les trottoirs et allées urbaines. Cette molécule est aussi utilisée de temps à autre, comme antigerminatif.
Effets plus particuliers chez les poissons	<p>Le Fludioxonil</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ce fongicide est très toxique pour les organismes aquatiques (AFSSA, 2008 ; Stitti, 2018) et plus particulièrement chez les poissons d'eau douce avec des toxicités aiguë CL50 à 96 h de 3,1mg/L chez la truite arc-en-ciel (FIACRE, 2019). - Une NOAEC (CSEO) de 0,0164 mg/L a également été calculée sur certaines bases, cependant d'autres travaux conduits sur les juvéniles de <i>Oncorhynchus mykiss</i> et de <i>Pimephales promelas</i>, il a été convenu d'utiliser la CSEO de 0,039 mg/L pour l'évaluation des risques à long terme pour les poissons (EFSA, 2007). <p>Le Diflufenicanil</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les études réalisées ne visent qu'à visualiser les effets à court terme, les effets à plus long terme sur la dynamique des populations environnementales ne sont, ni pris en considération, ni étudiés pour l'instant. Au regard de ces polluants très particuliers, il faut noter ici, la très nette insuffisance de la biosurveillance portant sur les écosystèmes aquatiques aussi bien sur les invertébrés benthiques, que les poissons. - L'INERIS par un avis d'expert en date de 2012 a fixé pour cette molécule, des normes de qualité environnementale (NQE) pour les organismes aquatiques d'eau douce à 0,01µ/L et, à 0,001µg/L pour les organismes aquatiques d'eau de mer, avec des maxima acceptables (MAC) respectifs de 0,045µg/L et 0,0045µg/L (ANSES, 2012).

► Les Organofluorés chez les poissons des bassins versants de la Livenne, de la Jalle de Castelnaud, du Chenal du Gua et du Chenal du Guy.

Tableau 119 : Synthèse de la détection du Diflufenicanil et de la Fludioxonil dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).

Station	Espèce	Tissu	Diflufenicanil	Fludioxonil
JCASTELNAU_01	ANG	M	0,83	
	LAM	M	11,88	
JCASTELNAU_04	ANG	M		
	LAM	M	5,14	0,69
CABALEYRE_01	ANG	M		
	PER	M		
LIVENNE_04	ANG	M		
		F		
	GOU	M		
		F	0,21	
LIVENNE_06	ANG	M	0,22	
		F		
	GOU	M		
		F	0,38	
BERNEDE_01	ANG	M		
	LAM	M	2,13	
CHGUY_03	ANG	M	0,2	
	LAM	M	4,98	0,34
GUA_13	ANG	M		
	GAR	F		0,75
GUA_08	ANG	M		
	GAR	F		

Sur la Livenne, les teneurs mises en évidence du **Diflufenicanil** sont peu élevées : 0,21µg/kg de PF dans le foie des goujons (Livenne_04), 0,22µg/kg de PF dans les muscles des anguilles (Livenne_06), 0,38µg/kg de PF dans le foie des goujons de la station aval (Livenne_06). Leurs niveaux de contaminations sont assez comparables dans les deux tissus analysés.

Sur la Jalle de Castelnaud, les teneurs de **Diflufenicanil** décelées dans les poissons sont importantes : 0,83µg/kg de PF dans le muscle des anguilles (Jcastelnaud_01), 11,88µg/kg de PF dans le muscle des lamproies (Jcastelnaud_01) et 5,14µg/kg de PF dans les muscles des lamproies de la station aval (Jcastelnaud_04). Ces contaminations sont particulièrement importantes dans le muscle des lamproies et sont de plus généralisées à l'ensemble du bassin versant. Rappelons ici que si les anguilles vivent le plus souvent au contact des sédiments, les lamproies sont des animaux qui vivent le plus souvent enfouies dans les premiers centimètres des sédiments. De plus ces deux espèces ont des comportements trophiques très différents car l'anguille est considérée comme située en haut des chaînes trophiques alors que les lamproies, à ces stades sont

microphages détritatives, donc plutôt situées dans les premiers niveaux de la chaîne trophique. Ces deux aspects peuvent expliquer les différences de contamination des espèces pour un tissu donné. Enfin, **nous pouvons constater que le bassin versant du Ruisseau de Cabaleyre n'est pas contaminé par cet herbicide (le Diflufenicanil).**

Sur la Jalle de Castelnau, le **Fludioxonil** n'a été décelé que dans les muscles des lamproies de la station la plus aval du bassin versant de la Jalle de Castelnau (0,69 µg/kg de PF). Ce fongicide provient probablement du traitement de la vigne.

Sur le chenal du Gua, seules les analyses des foies des gardons de la station située à l'amont (GUA_13) révèlent des teneurs en Fludioxonil de 0,75 µg/kg de PF. En revanche les analyses ne révèlent pas de contamination au Diflufenicanil.

Sur le chenal du Guy, les analyses des tissus montrent la présence des deux molécules polluantes. Le Diflufenicanil en particulier est très présent, aussi bien en amont (2,13 µg/kg de PF dans les muscles des lamproies), qu'en aval du bassin versant où les valeurs dans les muscles des lamproies peuvent atteindre 4,98 µg/kg de PF. De plus nous pouvons noter que la station aval (GUY_03) est particulièrement atteinte par ces molécules polluantes car s'ajoute dans les muscles des Lamproies de planer du Fludioxonil (0,34 µg/kg de PF).

Bilan sur les composés Organofluorés

Comme nous l'avons vu, le Diflufenican herbicide largement utilisé par les communes et dans l'agriculture est une substance active classée comme dangereuse pour le milieu aquatique et sa faune. Certaines formulations commerciales autorisées en 2014 mais, jugées ensuite trop nocives, ont été retirées du marché en 2020 (ANSES, 2021). De la même manière, le Fludioxonil est un fongicide très toxique pour les organismes aquatiques (AFSSA, 2008 ; Stitti, 2018) et plus particulièrement chez les poissons d'eau douce. Ces deux substances sont encore autorisées et fortement utilisées.

Comme nous le voyons, les bassins versants sont contaminés par ces deux Organofluorés qui semblent être largement utilisés y compris sur les zones amont des bassins concernés.

3.3.2.2.6 Les Phtalates

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Les phtalates sont des composés chimiques dérivées de l'acide phtalique. Ils sont composés d'un noyau benzénique et de deux groupements ester.
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Les Phtalates sont incorporés dans les matières plastiques comme plastifiants. Ils sont couramment utilisés depuis les années 1950, pour assouplir les plastiques, principalement de type PVC. - Ils sont aussi employés dans les cosmétiques (parfums, déodorants, lotions après rasage, shampooings, aérosols pour cheveux, vernis à ongles) ou dans certains produits pharmaceutiques.
Effets plus particuliers chez les poissons	<ul style="list-style-type: none"> - Les effets des phtalates ont été étudiés chez de nombreuses espèces de vertébrés dont plusieurs espèces de poissons téléostéens. Beaucoup de ces études décrivent simplement les effets de telle ou telle molécule sur la base de critères assez disparates, ce qui rend une description globale des effets et une synthèse difficile. Une revue générale de l'impact des phtalates sur la vie sauvage a été publiée récemment (Oehlmann et coll., 2009). - Réduction de la capacité reproductrice des mâles : réduction du succès de fécondation d'œufs, anomalies de la spermatogénèse, altération de la mobilité des spermatozoïde (Oehlmann et coll., 2009). - Réduction de la capacité reproductrice des femelles : diminution du niveau de la vitellogénine, diminution du nombre d'ovocytes matures (Kim et al., 2002). Aussi le DEHP affecte la croissance des ovocytes, leur maturation, l'ovulation et plus généralement la capacité à produire des embryons (Carnevali et all., 2010). - Diminution de la taille des embryons et des larves de poissons induite par les phtalates, augmentation de la mortalité des embryons, diminution de la croissance des individus (Lin et coll., 2008).

► Les Phtalates chez les poissons des bassins versants du Chenal du Gua et du Chenal du Guy.

Tableau 120 : Synthèse de la détection des Phtalates dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).

Station	Espèce	Tissu	DEHP - Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate	Di Butyl Phtalate	Diisobutyl Phtalate
BERNEDE_01	ANG	M			22,69
	LAM	M			33,58
CHGUY_03	ANG	M			
	LAM	M	200	263,94	118,96
GUA_13	ANG	M			
	GAR	F		121,25	53,62
GUA_08	ANG	M			39,52
	GAR	F			

Sur le chenal du Gua, les analyses des tissus des poissons montrent une contamination de ce bassin par deux types de Phtalates, le DBP (Di Butyl Phtalate) et le DiBP (Diisobutyl Phtalate). En effet les foies des gardons présentent des teneurs importantes en Phtalates dans les zones amont (GUA_13) de ce cours d'eau (121,25 µg/kg de PF de DBP et 53,62 µg/kg de PF de DiBP). Dans la zone située à l'aval (GUA_08), le DiBP contamine également les poissons, ce qui est révélé par la teneur des muscles des anguilles (39,52 µg/kg de PF).

Sur le chenal du Guy, les analyses des tissus montrent la présence des trois molécules dans la station située à l'aval du bassin versant. Les teneurs des muscles des lamproies atteignent 200,00 µg/kg de PF de DEHP, 263,94 µg/kg de PF de DBP et de 118,96 µg/kg de PF de DiBP sur la station (GUY_03). De la même manière la teneur en DiBP des muscles des anguilles (22,69 µg/kg de PF) et des lamproies (33,58 µg/kg de PF) révèle des contaminations par les phtalates de l'amont du bassin versant (BERNEDE_01)

Bilan sur Phtalates

Comme nous l'avons vu chez les poissons, les phtalates ont un effet certain sur la gonade femelle (baisse du niveau de vitellogénine, diminution forte du nombre d'ovocytes matures). En ce qui concerne les embryons, une diminution de taille des embryons produits ainsi qu'une augmentation de la mortalité ont été constatés.

Les phtalates sont des produits chimiques qui interagissent avec les autres produits chimiques à travers différents mécanismes, qui peuvent entraîner des effets toxiques synergiques, additifs ou antagonistes sur la santé de toutes les populations à de faibles doses dans l'environnement. Sur ces deux bassins versants nous sommes en présence d'un cocktail de polluants minéraux et organiques très important dont les effets conduisent aux mauvais états de beaucoup de populations de poissons. Les sources de ces contaminations sont multiples et les efforts doivent provenir de l'ensembles des habitants et exploitants de ces bassins versants.

3.3.2.2.7 Les Diphenylethers ou DPE (l'Aclonifen)

Caractéristiques	- L'aclonifen est un Herbicide essentiellement utilisé en Europe qui appartient à la famille chimique des diphényl éthers. En France cette substance active est autorisée dans la composition de préparations bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché.
Origines	- L'utilisation de l'Aclonifen est effective sur le blé d'hiver, la pomme de terre, le tournesol et le pois, mais aussi les carottes, le maïs et d'autres cultures du maraîchage (ail, échalote, carotte, persil, oignon). L'utilisation sur plantes aromatiques et médicinales est, dans certains cas, autorisée. Certains mélanges de matières actives (Aclonifen + Aminotriazole) sont autorisés sur la vigne.
Effets plus particuliers chez les poissons	- Pour les Poissons la toxicité aiguë à 96h LC50 a été estimée à 0,67 mg/l pour <i>Oncorhynchus mykiss</i> et la toxicité chronique NOEC à 21j à 0,005mg/l pour <i>Pimephales promelas</i> . - L'Aclonifen entraîne un dysfonctionnement mitochondrial pendant le développement entraîne une diminution de la longueur du corps, un retard dans l'absorption du sac vitellin, une malformation de la moelle épinière, une perturbation de la formation du cerveau et des yeux, et l'activation de l'apoptose chez les embryons de poisson zèbre (Young-Lee et al., 2021).

► L'Aclonifen chez les poissons du Chenal du Gua.

Tableau 121 : Synthèse de la détection de l'Aclonifen dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).

	GUA_13		GUA_08	
	Anguille	Gardon	Anguille	Gardon
	M	F	M	F
Aclonifen		5,08		

Sur le chenal du Gua, seule la zone amont du bassin versant est contaminée par cet herbicide. Le pool de foie des gardons de la partie amont révèle des teneurs en Aclonifen de 5,08 µg/kg de PF.

La présence certaines activités humaines comme du maraîchage ou de la viticulture pourraient expliquer cette contamination par l'Aclonifen. Une vérification de l'utilisation et de l'origine de ce polluant doit être réalisé.

3.3.2.2.8 La pendiméthaline, les dinitroanilines.

Caractéristiques	- La Pendimethaline est un herbicide de la famille des dinitroanilines. Elle est absorbée au niveau des racines et des feuilles et inhibe la division cellulaire en bloquant la polymérisation de la tubuline. Cette substance est autorisée en Europe depuis 2004.
Origines	- Cette substance est présente dans la Composition de plus de 40 formulations commercialisées. Les cultures traitées avec le Pendiméthaline sont nombreuses : grandes cultures (blé, maïs, orge, seigle ...), cultures légumières (choux, melon, oignons, carotte ...), cultures fruitières (cognassier, poirier, pommier ...), viticulture
Effets plus particuliers chez les poissons	- Nous avons pu relever une toxicité aiguë pour la Pendimethaline en eau douce pour <i>Oncorhynchus mykiss</i> , LC50 (96 h), 0,138 mg/l (E.C., 2003) ; <i>Lepomis macrochirus</i> , LC50 (96 h), 0,199 mg/l (Bionomics, Inc. (1973), cité dans le rapport US- EPA, 1997) ; <i>Ictalurus punctatus</i> , LC50 (96 h), 0,418 mg/l, (Bionomics, Inc. (1973), cité dans le rapport US- EPA, 1997). - En eau de mer <i>Cyprinodon variegatus</i> , LC50 (96 h), 0,71 mg/l, (Bionomics, Inc. (1983), cité dans le rapport US- EPA, 1997). La toxicité chronique de la Pendimethaline est fixée chez <i>Pimephales promelas</i> , (NOCELS, 0,006 mg/l) (E.C., 2003).

► La Pendiméthaline chez les poissons du Chenal du Guy

Tableau 122 : Synthèse de la détection de la Pendiméthaline dans les échantillons (en µg/kg de poids frais).

	BERNEDE_01		CHGUY_03	
	Anguille	Lamproie	Anguille	Lamproie
	M	M	M	M
Pendiméthaline				0,5

Le bassin versant du chenal du Guy est le seul contaminé par la Pendiméthaline et en particulier le bas du bassin versant. En effet les muscles des lamproies révèlent des teneurs de 0,50 µg/kg de PF de ce polluant.

Visiblement, l'association du Pendiméthaline et du Diflufenicanil, est utilisée dans le bassin versant du Guy. Cette association d'herbicides est souvent mise en œuvre pour une meilleure efficacité en général pour les grandes cultures de céréales, mais aussi pour traiter la vigne. Le Diflufénican fait partie des substances actives classées, selon le règlement (CE) n° 1272/2008, comme dangereuses pour le milieu aquatique et sa faune. De plus certaines formulations commerciales contenant du Diflufenicanil, autorisés en 2014 mais, jugées ensuite trop nocives, ont été retirées du marché en 2020 (ANSES, 2021).

Des travaux sur l'origine de ces utilisations d'herbicides sont nécessaires car certaines, particulièrement néfastes pour les organismes aquatiques, sont interdites d'utilisation actuellement.

3.3.3 Résultats des dosages de composés métalliques et connaissances

Les résultats issus des dosages des composés permettent d'obtenir des concentrations de substances en **mg/kg de poids frais**. En revanche, les données constituant la synthèse des connaissances sur les substances ciblées sont issues de recherche bibliographique et les concentrations peuvent être exprimées en **mg/L** lorsqu'elle est évaluée dans milieu (l'eau) ou bien en **µg ou mg/kg poids frais ou sec** lorsqu'elle est évaluée dans les organes. Pour rappel, la liste des molécules métalliques recherchées est disponible en annexe 2.

Afin d'appréhender les concentrations trouvées dans les tissus des poissons des valeurs seuils ont été fixées par les travaux de Patrick Girard et de Pierre Elie. Les métaux sont présents à l'état naturel dans la croûte terrestre : il existe donc ce que l'on appelle un bruit de fond pour chaque métal, propre à chaque région de France, voire à chaque type de rivière. Ce constat souligne les difficultés d'obtention de valeurs seuils pour les substances métalliques, en raison de la grande diversité des paramètres qui interfèrent : tout lac, toute rivière, tout site possède un bruit de fond propre à chaque espèce et à chaque contaminant et qui varie en fonction des organes, de la taille, de l'âge ou encore des saisons.

Aussi, en raison de cette relativité de la notion de bruit de fond, aucune valeur ne peut être fixée de façon précise et servir de référence absolue. Cependant, Girard (1998) a réalisé une synthèse partielle des valeurs de bruit de fond et des normes visant à rendre compte de la qualité de l'eau pour un certain nombre d'éléments métalliques contenu dans certains organes de poissons. Cette synthèse est basée sur de nombreux résultats obtenus chez des poissons d'eau douce issus de différents types de milieux sur lesquels cet auteur a travaillé (Girard 1996-2001). L'intérêt de ces informations est de disposer de valeurs de bruit de fond pour ces éléments dans les tissus de poissons.

Dans ce rapport les différents seuils : valeurs suspectes, valeurs fortes, valeurs très fortes, ont été expertisés par Pierre Elie. Notons qu'une seule NQE-biote existe pour les éléments métalliques. Pour le mercure la Directive 2013/39/CE préconise l'application d'une NQE-biote de 20 µg Hg/kg de poisson frais (soit 0,02 mg/kg PF).

3.3.3.1 Résultats des dosages des métaux

3.3.3.1.1 Bassin versant de la Livenne

Sur les 28 substances métalliques dosées, seulement 5 n'ont pas été détectées dans les échantillons de tissus des poissons de la Livenne, il s'agit du Bore, du Béryllium, de l'Antimoine, l'Etain et le Tellure. Plus précisément 21 composés métalliques ont été identifiés sur la station amont LIVENNE_04 et 23 sur la station aval LIVENNE_06.

Sur les 21 métaux détectés au niveau de la LIVENNE_04, les analyses toutes espèces et tous tissus confondus révèlent que :

- 11 métaux présentent des concentrations considérées comme normales dans les tissus analysés : l'Argent, l'Arsenic, le Baryum, le Cuivre, le Molybdène, le Nickel, le Plomb, le Silicium, le Strontium, le Titane et l'Uranium.

- 9 métaux présentent des concentrations jugées suspectes : l'Aluminium, le Cadmium, le Cobalt, le Chrome, le Manganèse, le Mercure, le Selenium, le Vanadium et le Zinc.
- 1 métal présente une concentration considérée très forte : le Fer.

Sur les 23 métaux détectés au niveau de la LIVENNE_06, les analyses toutes espèces et tous tissus confondus révèlent que :

- 13 métaux présentent des concentrations jugées comme normales dans les tissus analysés : l'Argent, l'Arsenic, le Cuivre, le Mercure, le Lithium, le Molybdène, le Nickel, le Plomb, le Silicium, le Strontium, le Titane, le Thallium et l'Uranium.
- 8 métaux présentent des concentrations considérées suspectes : l'Aluminium, le Baryum, le Cadmium, le Cobalt, le Chrome, le Selenium, le Vanadium et le Zinc.
- 1 métal présente une concentration jugée forte : le Manganèse.
- 1 métal présente une concentration considérée très forte : le Fer

Tableau 123 : Synthèse des métaux détectés dans les échantillons de la Livenne (en mg/kg de poids frais).

	LIVENNE_04				LIVENNE_06			
	Anguille		Goujon		Anguille		Goujon	
	M	F	M	F	M	F	M	F
Ag		0,027		0,023		0,023		0,011
Al	1,78	11,28	4,47	5,97	2,85	7,58	3,65	17,31
As	0,030	0,027	0,056	0,037	0,033	0,025	0,060	0,056
Ba			0,49				1,31	
Cd	0,025	1,110	0,022	0,184	0,029	1,094	0,020	0,167
Co	0,082	0,378	0,067	0,084	0,108	0,387	0,089	0,189
Cr	0,134	0,130	0,054	0,037	0,123	0,022	0,024	0,047
Cu	0,519	11,09	0,629	4,780	0,468	9,860	0,556	4,927
Fe	9,12	309,08	11,35	110,43	8,61	350,05	10,12	125,49
Hg	0,09	0,10	0,06	0,03	0,08	0,07	0,03	0,01
Li								0,02
Mn	0,272	1,002	1,640	1,600	0,504	1,314	3,360	2,500
Mo		0,132		0,135		0,259		0,137
Ni	0,082	0,084	0,045	0,047	0,180	0,057	0,022	0,044
Pb		0,085	0,013	0,012		0,088	0,018	0,023
Se	2,49	9,67	2,61	4,63	1,77	9,59	1,76	4,85
Si	11,74	1,68	13,71	2,58	13,33	1,34	13,35	7,10
Sr			1,82				3,83	
Ti		0,070						0,460
Tl						0,048		
U		0,006		0,005		0,008		
V		0,429	0,045	0,034		0,241	0,022	0,041
Zn	19,64	36,33	17,86	23,53	17,62	33,07	19,87	26,78

Légende : Jaune les valeurs suspectes / Orange les valeurs fortes / Rouges les valeurs très fortes / M = Muscle, F = Foie.

Ayant comme objectif de comparer les concentrations en polluants métalliques dans les poissons, nous nous intéresserons ici seulement aux molécules qui présentent au moins une valeur suspecte dans le tableau précédent, soit : l'Aluminium, le Baryum, le Cadmium, le Cobalt, le Chrome, le Fer, le Manganèse, le Mercure, le Sélénium, le Vanadium et le Zinc.

Tableau 124 : Synthèse de la comparaison Amont/Aval des métaux présentant des concentrations suspectes.

	Anguille		Goujon	
	Muscle	Foie	Muscle	Foie
Al	AV	AM	AM	AV
Ba			AV	
Cd	AV	AM	AM	AM
Co	AV	AV	AV	AV
Cr	AM	AM	AM	AV
Fe	AM	AV	AM	AV
Hg	AM	AM	AM	AM
Mn	AV	AV	AV	AV
Se	AM	AM	AM	AV
V		AM	AM	AV
Zn	AM	AM	AV	AV

Légende : AM = Amont, AV = Aval.

	Pas de comparaison possible entre les deux stations
	Concentration plus élevée de 0 à 50%
	Concentration plus élevée de 50 à 100%
	Concentration plus élevée de 100 à 500%
	Concentration plus élevée de plus de 500%

Ainsi on remarque que :

- Dans les muscles des anguilles, on retrouve 9 polluants métalliques communs aux deux stations dont les concentrations sont au moins suspectes. Sur ces 9 polluants, 5 présentent des concentrations plus élevées à l'amont par rapport à l'aval, et inversement 4 affichent des concentrations plus fortes à l'aval.
- Dans les foies des anguilles, on retrouve 10 polluants métalliques communs aux deux stations dont les concentrations sont au moins suspectes. Sur ces 10 polluants, 7 présentent des concentrations plus élevées à l'amont par rapport à l'aval, et inversement 3 affichent des concentrations plus fortes à l'aval.
- Dans les muscles des goujons, on retrouve 11 polluants métalliques communs aux deux stations dont les concentrations sont au moins suspectes. Sur ces 11 polluants, 7 présentent des concentrations plus élevées à l'amont par rapport à l'aval, et inversement 4 affichent des concentrations plus fortes à l'aval.
- Dans les foies des goujons, on retrouve 10 polluants métalliques communs aux deux stations dont les concentrations sont au moins suspectes. Sur ces 10 polluants, 2 présentent des concentrations plus élevées à l'amont par rapport à l'aval, et inversement 8 affichent des concentrations plus fortes à l'aval.

Globalement on ne constate pas un niveau de contamination aux polluants métalliques plus élevé à l'amont ou à l'aval, en termes de concentration des substances. Notons que pour le Mercure, les concentrations sont toujours plus élevées à l'amont quel que soit l'espèce ou le tissu pris en compte, et que pour le Cobalt et le Manganèse, les concentrations sont toujours plus élevées à l'aval quel que soit l'espèce ou le tissu pris en compte.

3.3.3.1.2 Bassin versant de la Jalle de Castelnau

Sur les 28 substances métalliques dosées, 8 n'ont pas été détectées dans les échantillons de tissus des poissons du bassin versant de la Jalle de Castelnau, il s'agit du Bore, du Béryllium, du Manganèse, de l'Antimoine, de l'Étain, du Tellure, du Thallium, de l'Uranium. Plus précisément 17 composés métalliques ont été identifiés sur la station amont JCASTELNAU_01, 16 sur la station aval JCASTELNAU_01 et 19 sur la station affluent CABALEYRE_01.

Sur les 17 métaux détectés au niveau de la JCASTELNAU_01, les analyses toutes espèces confondues révèlent que :

- 9 métaux présentent des concentrations considérées comme normales dans les tissus analysés : l'Argent, le Baryum, le Cuivre, le Nickel, le Plomb, le Selenium, le Silicium, le Titane, et le Vanadium.
- 5 métaux présentent des concentrations jugées suspectes : le Cobalt, le Chrome, le Mercure, le Manganèse et le Zinc.
- 2 métaux présentent une concentration jugée forte : l'Aluminium et l'Arsenic.
- 1 métal présente une concentration considérée très forte : le Fer.

Sur les 16 métaux détectés au niveau de la JCASTELNAU_04, les analyses toutes espèces confondues révèlent que :

- 9 métaux présentent des concentrations considérées comme normales dans les tissus analysés : l'Argent, le Cadmium, le Lithium, le Cuivre, le Manganèse, le Nickel, le Plomb, le Selenium, le Silicium.
- 6 métaux présentent des concentrations jugées suspectes : l'Aluminium, l'Arsenic, le Cobalt, le Chrome, le Mercure et le Zinc.
- 1 métal présente une concentration considérée forte : le Fer.

Sur les 19 métaux détectés au niveau de la CABALEYRE_01, les analyses toutes espèces confondues révèlent que :

- 11 métaux présentent des concentrations considérées comme normales dans les tissus analysés : le Cadmium, le Cobalt, le Chrome le Cuivre, le Lithium, le Nickel, le Plomb, le Selenium, le Silicium., le Strontium et le Titane.
- 7 métaux présentent des concentrations jugées suspectes : l'Aluminium, l'Arsenic, le Baryum, le Fer, le Mercure, la Vanadium et le Zinc.
- 1 métal présente une concentration considérée forte : le Manganèse.

Tableau 125 : Synthèse des métaux détectés dans les échantillons du bassin versant de la Jalle de Castelnau.

JCASTELNAU_01		JCASTELNAU_04		CABALEYRE_01	
Anguille	Lamproie	Anguille	Lamproie	Anguille	Perche
M	M	M	M	M	M

Ag		0,04		0,02		
Al	1,04	29,06	1,58	9,84	3,61	13,58
As		0,307	0,122	0,058	0,067	0,111
Ba		0,46				2,09
Cd			0,033		0,024	0,007
Co	0,045	0,116	0,022	0,064	0,044	0,047
Cr		0,101	0,038	0,102		0,033
Cu	0,318	3,913	0,511	4,712	0,528	0,471
Fe	5,86	297,48	10,31	67,88	11,85	18,53
Hg	0,32	0,25	0,12	0,24	0,19	0,08
Li				0,09		0,03
Mn	0,136	1,395	0,311	0,573	0,727	6,293
Mo						
Ni	0,091	0,039	0,022	0,064	0,132	0,024
Pb		0,074		0,057	0,015	0,031
Sb						
Se	0,23	0,35	0,60	0,51	0,97	0,92
Si	11,81	53,46	9,33	24,20	21,58	25,93
Sr					0,64	12,52
Ti		0,461				0,358
V		0,077				0,165
Zn	18,13	23,52	21,66	26,01	19,07	15,18

Légende : **Jaune** les valeurs suspectes / **Orange** les valeurs fortes / **Rouges** les valeurs très fortes / M = Muscle.

Ayant comme objectif de comparer les concentrations en polluants métalliques dans les poissons, nous nous intéresserons ici seulement aux molécules qui présentent au moins une valeur suspecte dans le tableau précédent, soit : l'Aluminium, l'Arsenic, le Baryum, le Cobalt, le Chrome, le Fer, le Manganèse, le Mercure, le Vanadium et le Zinc. Les comparaisons sont effectuées entre la station amont JCASTELNAU_01 et la station aval JCASTELNAU_04.

Tableau 126 : Synthèse de la comparaison Amont/Aval des métaux présentant des concentrations suspectes.

	Anguille	Lamproie
	Muscle	Muscle
Al	AV	AM
As	AV	AM
Ba		AM
Co	AM	AM
Cr	AV	AV
Fe	AV	AM
Hg	AM	AM
Mn	AV	AM
V		AM
Zn	AV	AV

Légende : AM = Amont, AV = Aval.

Pas de comparaison possible entre les deux stations

	Concentration plus élevée de 0 à 50%
	Concentration plus élevée de 50 à 100%
	Concentration plus élevée de 100 à 500%
	Concentration plus élevée de plus de 500%

Ainsi on remarque que :

- Dans les muscles des anguilles, on retrouve 6 polluants métalliques communs aux deux stations dont les concentrations sont au moins suspectes. Sur ces 6 polluants, 2 présentent des concentrations plus élevées à l'amont par rapport à l'aval, et inversement 4 affichent des concentrations plus fortes à l'aval.
- Dans les muscles des lamproies, on retrouve 8 polluants métalliques communs aux deux stations dont les concentrations sont au moins suspectes. Sur ces 8 polluants, 6 présentent des concentrations plus élevées à l'amont par rapport à l'aval, et inversement 2 affichent des concentrations plus fortes à l'aval.

Globalement on observe une contamination aux polluants métalliques chez les lamproies plus élevées à l'amont qu'à l'aval et à contrario on constate des concentrations en métaux plus fortes chez les anguilles de la station aval. Les analyses réalisées sur le pool de muscle des perches mettent en évidence la présence de 10 polluants métalliques, dont 6 présentent des valeurs suspectes et le manganèse affiche une concentration jugée forte. Notons que l'ordre de grandeur des concentrations de ces substances restent dans la gamme de celles retrouvées chez les anguilles et les lamproies de la Jalle de Castelnau.

3.3.3.1.3 Bassin versant du Chenal du Gua

Sur les 28 substances métalliques dosées, 20 ont été détectées dans les échantillons de tissus des poissons du Chenal du Gua. Les 8 métaux non détectés sont : Bore, Béryllium, Lithium, Antimoine, Etain, Tellure, Thallium et Uranium. Plus précisément 19 composés métalliques ont été identifiés sur la station amont GUA_13 et 20 sur la station aval GUA_08.

Sur les 19 métaux détectés au niveau de la GUA_13, les analyses toutes espèces et tous tissus confondus révèlent que :

- 11 métaux présentent des concentrations considérées comme normales dans les tissus analysés : l'Argent, l'Arsenic, le Baryum, le Cadmium, le Cuivre, le Chrome, le Molybdène, le Nickel, le Plomb, le Silicium, et le Strontium.
- 7 métaux présentent des concentrations jugées suspectes : l'Aluminium, le Cobalt, le Manganèse, le Mercure, le Selenium, le Vanadium et le Zinc.
- 1 métal présente une concentration considérée très forte : le Fer.

Sur les 20 métaux détectés au niveau de la GUA_08, les analyses toutes espèces et tous tissus confondus révèlent que :

- 13 métaux présentent des concentrations jugées comme normales dans les tissus analysés : l'Argent, le Baryum, le Cadmium, le Chrome, le Cobalt, le Cuivre, le Molybdène, le Nickel, le Plomb, le Silicium, le Strontium, le Titane, et le Vanadium.

- 5 métaux présentent des concentrations considérées suspectes : l'Aluminium, l'Arsenic, le Mercure le Selenium, et le Zinc.
- 1 métal présente une concentration jugée forte : le Manganèse.
- 1 métal présente une concentration considérée très forte : le Fer

Tableau 127 : Synthèse des métaux détectées dans les échantillons du Chenal du Gua (en mg/kg de poids frais).

	GUA_13		GUA_08	
	Anguille	Gardon	Anguille	Gardon
	M	F	M	F
Ag		0,029		0,005
Al	2,83	7,82	0,92	11,75
As	0,035	0,089	0,058	0,114
Ba	0,31	0,4	0,42	0,34
Cd		0,222		0,025
Co	0,019	0,135	0,029	0,067
Cr		0,059		0,025
Cu	0,235	6,988	0,338	4,036
Fe	5,3	336,47	6,66	327,99
Hg	0,14	0,1	0,14	0,03
Mn	0,382	2,697	0,499	3,1
Mo		0,176		0,12
Ni		0,042	0,029	0,047
Pb		0,049		0,036
Se	0,507	1,897	0,404	1,051
Si	3	6,5	2,1	20,6
Sr	1,48	0,93	1,5	0,4
Ti				0,26
V		0,164		0,083
Zn	15,61	49,22	18,4	35,25

Légende : Jaune les valeurs suspectes / Orange les valeurs fortes / Rouges les valeurs très fortes / M = Muscle, F = Foie.

Afin de comparer les concentrations des polluants métalliques dans les poissons, nous nous intéresserons ici seulement aux molécules qui présentent au moins une valeur suspecte dans le tableau précédent, soit : l'Aluminium, l'Arsenic, le Cobalt, le Fer, le Manganèse, le Mercure, le Selenium, le Vanadium et le Zinc.

Tableau 128 : Synthèse de la comparaison Amont/Aval des métaux présentant des concentrations suspectes.

	Anguille	Gardon
	Muscle	Foie
Al	AM	AV
As	AV	AV
Co	AV	AM
Fe	AV	AM
Hg	concentrations identiques	AM
Mn	AV	AV

Se	AM	AM
V		AM
Zn	AV	AM

Légende : AM = Amont, AV = Aval.

	Pas de comparaison possible entre les deux stations
	Concentration plus élevée de 0 à 50%
	Concentration plus élevée de 50 à 100%
	Concentration plus élevée de 100 à 500%
	Concentration plus élevée de plus de 500%

Ainsi on remarque que :

- Dans les muscles des anguilles, on retrouve 8 polluants métalliques communs aux deux stations dont les concentrations sont au moins suspectes. Sur ces 8 polluants, 2 présentent des concentrations plus élevées à l'amont par rapport à l'aval, et inversement 5 affichent des concentrations plus fortes à l'aval. Notons qu'on retrouve la même concentration de Mercure (0,14 mg/kg poids frais) dans le muscle des anguilles des deux stations.
- Dans les foies des gardons, on retrouve 9 polluants métalliques communs aux deux stations dont les concentrations sont au moins suspectes. Sur ces 9 polluants, 6 présentent des concentrations plus élevées à l'amont par rapport à l'aval, et inversement 3 affichent des concentrations plus fortes à l'aval.

En conclusion on retrouve un fort niveau de contamination à l'amont comme à l'aval selon les métaux considérés. En effet, pour les anguilles la majorité des polluants métalliques présentent une plus forte concentration à l'aval. Néanmoins on constate un niveau de contamination par l'Aluminium bien plus importante à l'amont qu'à l'aval (2,83 contre 0,92 mg/kg de poids frais). Concernant les analyses sur les foies des gardons, elles mettent en évidence un niveau de contamination plus élevé à l'amont qu'à l'aval pour la plupart des métaux présentant des valeurs suspectes. Globalement les peuplements piscicoles des deux stations semblent évoluer dans des environnements propices à la bioaccumulation de métaux en concentrations anormales.

3.3.3.1.4 Bassin versant du Chenal du Guy

Sur les 28 substances métalliques dosées, 4 n'ont pas été détectées dans les échantillons de tissus des poissons du bassin versant du Chenal du Guy, il s'agit du Bore, du Béryllium, du Tellure, du Thallium. Plus précisément 22 composés métalliques ont été identifiés sur la station amont BERNEDE_01 et 23 sur la station aval CHGUY_03.

Sur les 22 métaux détectés au niveau de la BERNEDE_01, les analyses toutes espèces confondues révèlent que :

- 12 métaux présentent des concentrations considérées comme normales dans les tissus analysés : l'Argent, le Baryum, le Cadmium, le Cuivre, le Lithium, le Molybdène, le Nickel, l'Antimoine, le Sélénium, le Silicium, Strontium, et le Titane.
- 7 métaux présentent des concentrations jugées suspectes : le Cobalt, le Chrome, le Mercure, le Manganèse, le Plomb, Vanadium, et le Zinc.
- 2 métaux présentent une concentration jugée forte : l'Aluminium et l'Arsenic.

- 1 métal présente une concentration considérée très forte : le Fer.

Sur les 23 métaux détectés au niveau de la CHGUY_03, les analyses toutes espèces confondues révèlent que :

- 9 métaux présentent des concentrations considérées comme normales dans les tissus analysés : l'Argent, le Baryum, le Cadmium, le Cuivre, le Lithium, le Molybdène, le Nickel, le Silicium, l'Etain, Strontium, et l'Uranium.
- 6 métaux présentent des concentrations jugées suspectes : le Cobalt, le Chrome, le Mercure, le Plomb, le Selenium, le Titane, le Vanadium et le Zinc.
- 2 métaux présentent une concentration jugée forte : l'Arsenic et le Manganèse.
- 2 métaux présentent une concentration considérée forte : l'Aluminium et le Fer.

Tableau 129 : Synthèse des métaux détectées dans les échantillons du Chenal du Guy (en mg/kg de poids frais).

	BERNEDE_01		CHGUY_03	
	Anguille	Lamproie	Anguille	Lamproie
	M	M	M	M
Ag		0,057		0,093
Al	2,21	69,09	0,66	109,23
As	0,053	0,346	0,028	0,419
Ba	0,69	0,87	0,28	0,88
Cd	0,004	0,012	0,008	0,011
Co	0,011	0,099	0,014	0,127
Cr	0,033	0,102		0,162
Cu	0,4	10,468	0,288	20,727
Fe	6,57	314,36	5,52	454,19
Hg	0,3	0,06	0,15	0,43
Li		0,04		0,059
Mn	1,012	1,993	0,959	3,326
Mo		0,029		0,029
Ni		0,07		0,093
Pb	0,035	0,148		0,169
Sb		0,012		
Se	0,325	0,95	0,648	1,158
Si	2,2	86,8		141,4
Sn				0,022
Sr	4,45	0,84	1,91	0,44
Ti		1,36		1,93
U				0,005
V	0,06	0,209		0,292
Zn	21,2	34,22	20,58	33,21

Légende : Jaune les valeurs suspectes / Orange les valeurs fortes / Rouges les valeurs très fortes / M = Muscle

Afin de comparer les concentrations des polluants métalliques dans les poissons, nous nous intéresserons ici aux seules molécules qui présentent au moins une valeur suspecte dans le tableau précédent, soit :

l'Aluminium, l'Arsenic, le Cobalt, le Chrome, le Fer, le Mercure, le Manganèse, le Plomb, le Selenium, le Titane, le Vanadium et le Zinc.

Tableau 130 : Synthèse de la comparaison Amont/Aval des métaux présentant des concentrations suspectes.

	Anguille	Lamproie
	M	M
Al	AM	AV
As	AM	AV
Co	AV	AV
Cr	AM	AV
Fe	AM	AV
Hg	AM	AV
Mn	AM	AV
Pb	AM	AV
Se	AV	AV
Ti		AV
V	AM	AV
Zn	AM	AM

Légende : AM = Amont, AV = Aval.

	Pas de comparaison possible entre les deux stations
	Concentration plus élevée de 0 à 50%
	Concentration plus élevée de 50 à 100%
	Concentration plus élevée de 100 à 500%
	Concentration plus élevée de plus de 500%

Ainsi on remarque que :

- Dans les muscles des anguilles, on retrouve 8 polluants métalliques communs aux deux stations dont les concentrations sont au moins suspectes. Sur ces 8 polluants, 6 présentent des concentrations plus élevées à l'amont par rapport à l'aval, et inversement 2 affichent des concentrations plus fortes à l'aval. **Notons aussi qu'on retrouve 3 métaux (Chrome, Plomb, Vanadium) seulement dans les échantillons de la station amont.**
- Dans les muscles des lamproies, on retrouve 12 polluants métalliques communs aux deux stations dont les concentrations sont au moins suspectes. Sur ces 12 polluants, 1 présentent des concentrations plus élevées à l'amont par rapport à l'aval, et inversement 11 affichent des concentrations plus fortes à l'aval. **Ajoutons que ce pool de muscle de lamproies présente la plus forte concentration en Mercure (0,43 mg/kg de poids frais) observée sur les 4 bassins versants de l'étude.**

Globalement on constate que les muscles des anguilles affichent un plus haut niveau de contamination par les métaux sur la station amont. A contrario les analyses effectuées sur les muscles des lamproies montrent clairement des concentrations plus élevées de quasiment tous les métaux au niveau de la station aval. Ces résultats ne nous permettent pas de mettre en évidence une pollution métalliques ambiante supérieure sur l'une des deux stations étudiées. Néanmoins les analyses mettent en avant des environnements propices à la bioaccumulation de métaux en concentrations anormales et souvent élevées.

3.3.3.2 Origines et effets des métaux sur les poissons

Dans l'environnement, les micropolluants métalliques ne sont pas dégradables, et certains sont bioaccumulables (accumulation dans les tissus des organismes vivants au long de leurs vies) et toxiques quand ils sont présents en quantité trop importante. Cependant, certains d'entre eux sont aussi indispensables au métabolisme des êtres vivants en petite quantité (oligo-éléments). C'est le cas notamment de l'arsenic, du chrome, du cuivre, du fer, du nickel et du zinc. Par contre, ces mêmes métaux sont toxiques pour les êtres vivants, au-delà d'une certaine concentration (Papp, 2011). D'autres métaux, tels que le cadmium ou le plomb, ne sont pas nécessaires à la vie et sont par leur nature toxiques (Chiffolleau et al., 2001 ; Papp., 2011). Le plus souvent, lorsque que l'on recherche des micropolluants minéraux dans le milieu, ce sont l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb et le zinc qui sont analysés car ils sont considérés comme des substances fortement toxiques dont les rejets doivent être réduits (Directive Européenne 2000/60/CE, modifiée par 2013/ / UE). Ils sont également recherchés car ils sont soumis à des normes vis à vis des doses admissibles pour la consommation humaine.

Selon le métal considéré, ses propriétés physico-chimiques sont extrêmement variables. Par exemple, la solubilité varie selon la forme chimique du métal. Ceci est à l'origine de phénomènes de dissolution / précipitation lorsque les conditions du milieu changent (salinité, pH, ...). Selon les organismes vivants, les polluants métalliques sont plus ou moins bioaccumulés. Ainsi, l'absorption et la concentration du métal s'effectue dans tout ou partie d'un organisme tout au long de sa vie. En revanche, **les métaux sont peu souvent biomagnifiés**, c'est-à-dire qu'il n'existe pas d'augmentation de la concentration du métal à chaque niveau de la chaîne trophique, phénomène qui existe pour les polluants organiques. Enfin, les métaux ne sont pas directement dégradables malgré des changements de formes possibles qui les rendent biodisponibles. La biodisponibilité se définit comme la propriété d'un élément ou d'une substance d'atteindre les membranes cellulaires des organismes vivants. Il s'agit d'un des paramètres essentiels de la toxicité car un changement de la biodisponibilité d'un polluant équivaut à un changement de toxicité.

Ainsi, un polluant biodisponible est un polluant auquel les organismes sont exposés et en subissent les effets néfastes. Associée à leur effet toxique, leur présence dans tous les compartiments de l'environnement et dans tous les milieux aquatiques explique pourquoi ils sont sur la liste des substances prioritaires de la Directive Cadre Eau (cadmium, mercure, nickel, plomb) et sur la liste OSPAR en milieu marin (cadmium, mercure, plomb).

Comme nous l'avons déjà dit, certains de ces éléments ont des effets néfastes chez les poissons. Ces effets sont soit visibles lors de l'examen des poissons, donc révélés par les Codes Pathologie, soit plus sournois en intervenant sur les fonctions vitales du poisson en provoquant chez lui des stress importants (Elie et Girard, 2018).

Un certain nombre d'indicateurs biologiques sont utilisés pour révéler l'effet général des xénobiotiques ou pour déceler précocement et avec fiabilité des perturbations chez les êtres vivants d'un hydrosystème. Ainsi, les biomarqueurs doivent permettre de visualiser « un changement observable et/ou mesurable au niveau moléculaire, physiologique ou comportemental qui révèle l'exposition présente ou passée d'un individu à au moins une substance chimique à caractère polluant » (Lagadic et al., 1997). Ces marqueurs détectent une

réaction de l'organisme par la mesure de la réponse immunologique, de paramètres sanguins, d'effets histopathologiques, de réserves énergétiques, d'indicateurs de croissance, etc. Nous pouvons y ajouter des marqueurs génomiques particulièrement important à prendre en compte pour déceler les effets sournois des polluants (Baillon et al, 2014, Baillon, 2015). Ces indicateurs sont très fréquemment utilisés pour mettre en évidence des problèmes liés à l'influence de xénobiotiques chez les poissons et en particulier pour révéler l'influence des polluants métalliques.

Globalement, la présence de métaux lourds peut provoquer de nombreux effets chez les poissons comme du stress, une mauvaise condition des Individus, un ralentissement de la croissance, des troubles structuraux et fonctionnels des chémorécepteurs, une diminution de la capacité immunitaire, des lésions tissulaires, notamment du tissu hématopoïétique, avec pour corollaire une augmentation de la sensibilité aux maladies infectieuses (Girard, 1998b ; Elie et Girard, 2014). Ils peuvent aussi perturber certaines fonctions vitales comme la reproduction ou la respiration (Pierron et al. 2007a ; Pierron et al., 2007b ; Pierron et al., 2009). Associés à l'action de certains parasites, ils peuvent aussi perturber les fonctions d'osmorégulation (Lorin-Nebel et al., 2013 ; Elie et Girard, 2014 et 2018).

Nous avons vu précédemment que :

- **Sur la Livenne 11 métaux dépassent les doses admises comme normales** dans les analyses des tissus des poissons, soit : Al, Ba, Cd, Co, Cr, Fe, Hg, Mn, Se, V, Zn. Dans cette rivière les teneurs des tissus des poissons en fer et manganèse sont particulièrement élevées.
- **Dans la Jalle de Castelnau 10 métaux sont décelés dans les tissus des poissons comme étant à des niveaux dépassant les niveaux habituellement admis**, donc suspects, soit : Al, As, Ba, Co, Cr, Fe, Hg, Mn, V, Zn. Dans le bassin versant de la Jalle de Castelnau et du Cabaleyre les teneurs des tissus des poissons en aluminium, arsenic, fer et manganèse sont très élevées.
- **Dans le chenal du Gua 9 métaux dépassent les doses admises comme normales** : Al, As, Co, Fe, Hg, Mn, Se, V, Zn. Dans cette rivière les teneurs des tissus des poissons en le fer et manganèse sont particulièrement élevées.
- **Au niveau du chenal du Guy 12 métaux sont décelés dans les tissus des poissons comme étant à des niveaux dépassant les niveaux habituellement admis**, donc suspects, soit : Al, As, Co, Cr, Fe, Hg, Mn, Pb, Se, Ti, V, Zn. Dans le bassin versant du chenal du Guy les teneurs des tissus des poissons en aluminium, arsenic, fer et manganèse sont très élevées.

Nous savons que la présence de ces divers polluants en cocktail, peuvent, par les effets synergiques, influencer fortement de façon négative sur l'état de santé des poissons. Malgré un intérêt très important (Jacquin et al, 2020), les effets cocktails sont pour l'instant très peu étudiés.

Nous avons donc décidé de montrer, élément par élément les effets potentiels de chacun sur les poissons, tout en essayant aussi, lorsque cela est possible, de l'appliquer aux cas des 4 bassins versant choisis dans cette étude. Ces résultats seront à mettre en regard du type d'occupation de l'espace par les activités humaines sur les bassins versants considérés. Seuls les 14 éléments métalliques dépassant les doses admises comme normales seront présentés dans cette partie, soit : Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Fe, Hg, Mn, Pb, Se, Ti, V, Zn.

3.3.3.2.1 L'aluminium

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Extrait de la bauxite grâce à des procédés chimiques lourds, dans les zones tropicales - En 2016, sa production était de 58,3 millions de tonnes. - La demande d'aluminium a considérablement augmenté ces dernières années et la faiblesse du recyclage de cet élément a des conséquences désastreuses pour notre environnement dans lequel il est incorporé dans les chaînes alimentaires
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Apprécié dans le domaine de la construction et des transports - Contenu aussi dans de nombreux emballages (ne laissant pas passer la lumière et neutre au niveau du goût) : fabrication de capsules de café, de boîtes de conserve et autres couvercles de yaourts. - Utilisé comme anti transpirant dans les déodorants et régule la texture des crèmes dans les produits cosmétiques. - Utilisé dans des médicaments et leurs plaquettes de présentation. - Utilisé par les industriels de l'agroalimentaire comme : <ul style="list-style-type: none"> - Additifs alimentaires, sous différentes formules chimiques : métal (E173), sulfates (E520 à E523), phosphates (E541) ou silicates (E554-555-556-559). - Sert de conservateur dans les charcuteries, de levant dans les gâteaux, d'agent de blanchiment dans les pains et les farines, d'antiagglomérant dans le sel ou les poudres de lait pour bébé, de colorant dans les confiseries.
Effets plus particuliers chez les poissons	<ul style="list-style-type: none"> - La bioaccumulation de l'aluminium augmente d'autant plus que le pH de l'eau est acide. - Concentrations en aluminium généralement très fortes dans les sédiments → les crustacés fouisseurs et en particulier les écrevisses et les poissons de fond, comme la carpe, peuvent être préférentiellement contaminés. Chez les autres espèces de poissons, l'aluminium peut être présent dans le muscle des individus et souvent dans les branchies où il s'accumule. (Reid et al., 1991 ; Wilkinson et al., 1993 ; Krewski et al., 2007). <p><u>Effets :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Des problèmes de colmatages de branchies sont souvent notés lors de contamination par l'aluminium, généralement aggravés par des phénomènes de coagulation du mucus recouvrant les tissus des branchies. Ceci entraîne souvent l'asphyxie des poissons. Ceci a été constaté récemment en Italie sur des juvéniles de truite (<i>Salmo trutta</i>). Les teneurs du muscle des poissons en aluminium étaient à ce moment-là comprises entre 0,9 mg/kg et 40,7 mg/kg, (Monaco et al, 2015). - Un ralentissement de la croissance associé à des déformations majeures conduisant à des scolioses marquées ou à du nanisme, (Monaco et al, 2015). - Sur les lésions cutanéo-branchiales, comme le colmatage des branchies, les déformations, les scolioses ou le nanisme, sont des anomalies révélées lors de la mise en œuvre de l'outil « Codes Pathologie » (Elie et Girard, 2014).

En ce qui concerne les poissons de la Livenne les tissus des poissons présentent comme nous l'avons vu des concentrations élevées d'aluminium dans les foies des anguilles et des goujons échantillonnés dans les deux stations : Livenne 04 (11,30 mg/kg de PF pour les anguilles) et Livenne 06 (7,60 mg/Kg de PF pour les anguilles et 17,30 mg/Kg de PF pour les goujons).

Pour les poissons de la Jalle de Castelnau et de la Cabaleyre, les tissus des poissons présentes aussi de fortes valeurs de contamination par l'aluminium, en particulier dans le muscle des lamproies et celui des perches

avec des valeurs selon les stations allant de 9,8mg/Kg de PF pour le muscle des lamproies de la Jcastelnau_04 à 29,1mg/Kg de PF dans le muscle des lamproies de la station Jcastelnau_01 ; en passant par des valeurs de 13,6 mg/Kg de PF dans les muscles de perche. Ces niveaux de contamination comme nous l'avons vu posent problème, puisque de jeunes truites ayant de teneur musculaire en aluminium comprises entre 0,9mg/kg et 40mg/kg de PF peuvent mourir d'asphyxie (Monaco et al, 2015).

En ce qui concerne les poissons du Chenal du Gua, les tissus présentent des teneurs en aluminium suspectes. Les foies des gardons présents sur les deux stations du bassin versant contiennent 7,82 mg/Kg de PF (GUA-13) sur la station située à l'amont et 11,75 mg/Kg de PF (GUA_08) station située à l'aval du bassin.

Pour les poissons du Chenal du Guy, les tissus de certains poissons présentent des teneurs suspectes voire particulièrement importantes. Ainsi les muscles des lamproies de planer présentes sur les deux stations du bassin versant contiennent 69,09 mg/kg de PF d'Al (BERNEDE_01) sur la station la plus amont du bassin et 109,23 mg/Kg de PF d'Al sur la station la plus aval.

Dans **les quatre bassins versant** ces contaminations dues à l'aluminium peuvent nuire très fortement aux poissons. Ce polluant métallique doit donc être surveillé chez les poissons et ses origines devront être recherchées plus précisément.

3.3.3.2.2 L'arsenic

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - La dispersion d'Arsenic anthropogénique est principalement liée aux activités minières industrielles et agricoles. - L'arsenic élémentaire est principalement utilisé dans les alliages en raison des propriétés mécaniques ou de résistance à la corrosion qu'il leur confère.
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Les activités minières : source significative d'apport d'As dans l'environnement (As présent dans les minéraux porteurs de métaux exploités tels que le Cuivre, le Nickel, le Cobalt, le Plomb, l'Argent, l'Or) ; l'As se retrouve dans les déchets ou les eaux de drainage des galeries minière (Bodéan et al, 2001 ; Casiot et al, 2003). - Utilisé dans les industries, chimiques, pharmaceutiques et phytosanitaires, ainsi que dans celles du bois, du cuir, du verre, des peintures, de l'électronique et de l'armement : <ul style="list-style-type: none"> - L'anhydride arsénique ou pentoxyde d'arsenic (As₂O₅) utilisé en quantités importantes pour la protection des bois contre les insectes (formulations à base de cuivre, chrome et arsenic) et dans l'industrie du verre - Les activités agricoles, notamment la viticulture, la production fruitière et les cultures maraîchères intensives, ont largement utilisé : <ul style="list-style-type: none"> - Des pesticides contenant de l'AsV (arséniate de plomb) et/ou de l'AsIII (arsénite de calcium) → leur utilisation a beaucoup diminué avant d'être interdite en France (en 2001 pour l'arsénite de sodium). Ce dernier était utilisé en France avec 600 à 700 tonnes utilisées par an en viticulture pour le traitement antifongique ou insecticide de la vigne. - Dans les insecticides sous forme de diméthylarsinate de sodium → contamination de nombreux sols agricoles et de sites industriels en arsenic (pas moins de 1103 sites pollués à l'arsenic en France (http://basol.developpement-durable.gouv.fr/)) - L'acide diméthylarsinique est utilisé comme désherbant et comme insecticide pour la lutte contre les fourmis. - Origine indirecte : émissions d'arsenic vers les eaux et vers l'atmosphère par le grillage du minerai de cuivre, de plomb et de zinc, le charbon (teneur moyenne en arsenic de 15 g/t), les schistes bitumineux, l'exploitation des phosphates naturels et contenu dans les engrais fabriqués
Effets plus particuliers chez les poissons	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les poissons les effets potentiels néfastes de l'arsenic peuvent être importants : <ul style="list-style-type: none"> - Dommages à l'ADN chez des poissons d'eau douce comme <i>Oreochromis mossambicus</i> pour des concentrations très faible d'arsénite de sodium dans l'eau de l'ordre de 3ppm (soit 3 mg/L), Ahmed et al, 2011). - Formation de micronucléus anormaux dans le sang des poissons contaminés, Ahmed et al, 2011). - Diminutions de l'hémoglobine et la création de paquets de cellules anormales dans le sang de certains poissons, Tripathi et al (2003). - Perturbations du système endocrinien et des altérations de la reproduction, Gonzalez et al (2006). - Importants problèmes histopathologiques au niveau des branchies (hyperplasies épithéliale, œdèmes, fusion des lamelles desquamations et nécroses) et du foie (infiltration focale de lymphocytes et de macrophages, congestion, vacuolisation et rétrécissement des hépatocytes, nécrose focale et hypertrophie nucléaire) des tilapias exposés à des concentrations d'arsenic (NaAsO₂) de 3ppm (soit 3 mg/L) dans l'eau. Ahmed et al (2013).

Le bassin versant de la Jalle de Castelnau et son affluent la Cabaleyre sont contaminés par l'arsenic. Les tissus des poissons de la Livenne ont des niveaux de contamination dans la gamme du bruit de fond soit 0,1 mg/Kg de PF. Par contre les lamproies de la station JCASTELNAU_01, les anguilles de la station JCASTELNAU_04 et les perches de la station CABALEYRE_01 ont des niveaux de contamination respectives de leurs muscles de 0,307mg/kg de PF, 0,122 mg/kg de PF et 0,111mg/kg de PF, donc largement au-dessus de la valeur du bruit de fond classiquement acceptée.

En ce qui concerne le bassin versant du Chenal du Gua, seuls les foies des gardons de la station la plus aval GUA_08 présentent des teneurs d'arsenic suspectes de 0,114 mg/kg de PF.

Aussi, pour les poissons du Chenal du Guy, les muscles des lamproies de Planer présentes dans les deux stations du bassin versant des teneurs suspectes ; 0,346 mg/kg de PF d'As (BERNEDE_01) et 0,419 mg/kg de PF (GUY_03).

Ainsi, dans ces bassins versant les teneurs d'arsenic révélées par nos analyses permettent de soupçonner un problème de pollution du milieu par ce métal qu'il faudra suivre et bien sûr éliminer.

3.3.3.2.3 Le Baryum

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Les composés du Baryum (Ba), en particulier le BaSo4 (sulfate de baryum), sont utilisés par les industries du pétrole et du gaz dans les boues de forage. - Les sels de baryum tels l'acétate, l'hydroxyde, le silicate, le chlorate, le nitrate, le thiocyanate, le cyanure, l'oxyde et les halogénures sont solubles dans l'eau. Tous les sels de baryum, à l'exception du sulfate, présentent une plus grande solubilité à des ph plus faibles (WHO 1990).
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Les composés de Baryum sont aussi utilisés pour fabriquer beaucoup de produits : <ul style="list-style-type: none"> - Rodenticides, insecticides, fongicides - Fabrication du verre, fabrication de la céramique, la vulcanisation du caoutchouc synthétique, la production de pigments, la fabrication de composants électroniques, la fabrication de détergeant pour les huiles lubrifiantes, l'épuration des eaux industrielles, l'industrie de la peinture, l'industrie du papier, la fabrication de poteries, l'enrobage des électrodes de soudure, les traitements de surface pour l'industrie métallurgique
Effets plus particuliers chez les poissons	<ul style="list-style-type: none"> - Il n'existe que peu d'études sur les effets du Baryum sur les poissons. - Cependant Wallen et al (1957) signalent pour Gambusia affinis des DL50 à 96h obtenues pour des niveaux de contamination de l'eau de 1,630 mg/l en chlorure de baryum.

Il semble important de conduire un certain nombre de travaux pour mieux mesurer l'effet environnemental de ce métal, compte tenu des valeurs trouvées dans les muscles des goujons de la station de **la Livenne** qui sont relativement importantes (1,31 mg/kg de PF), ainsi que dans les muscles des perches peuplant l'une des stations du bassin versant de **la Jalle de Castelnau** (Cabaleyre_01) à un niveau de 2,09 mg/kg de PF. Ces valeurs de contamination sortent du bruit de fond admis généralement qui est inférieur à 1mg/kg de PF. Il s'agit donc bien d'une présence du Baryum par un apport lié à une activité humaine.

Comme nous l'avons vu précédemment, cette présence de baryum marque une contamination qui peut être issue de diverses sources de produits utilisés en agriculture, dans l'épuration des eaux ou dans certaines industries. Ces origines devront être déterminées.

3.3.3.2.4 Le Cadmium

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Réglementation contraignante et concentrations observées en baisse depuis 20 ans (eau et sédiments). Il ne peut en revanche il ne peut être totalement remplacé pour certaines applications particulières. - Métal lourd classé substance dangereuse prioritaire (DCE 2000/60/CE complétée par règlements UE successifs ; INERIS, 2015 versus 2017). - Métal non essentiel pour les êtres vivants (pas de rôle métabolique connu chez les animaux).
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Naturellement présent dans les minerais de Zinc et de Plomb - Sources souvent diffuses et indirectes : <ul style="list-style-type: none"> - Engrais phosphatés - Apports atmosphériques - Traitement des eaux usées - Alternative au nickel et au lithium dans les batteries - Industrie de traitement de surface anticorrosion - Auparavant très lié à la fabrication de batteries, peintures, pigments, laques, plastiques, matériaux de construction...
Effets plus particuliers chez les poissons	<ul style="list-style-type: none"> - Accumulation significative de ce métal dans les sites d'entrée dans l'organisme (branchies et/ou intestin), et le foie et les reins sont des lieux d'accumulation importants (Pierron, 2007 ; Durrieu et al., 2005). - Perturbations de certaines fonctions vitales, souvent mis en évidence chez l'Anguille : <ul style="list-style-type: none"> - Maturation trop précoce des gonades, (Pierron et al., 2009). - Blocage du métabolisme lipidique, (Pierron et al., 2007b). - Impact sur la respiration (Pierron et al., 2007a). - Perturbation de l'osmoregulation (en particulier chez les individus parasités par <i>Anguillicola crassus</i>), (Lorin-Nebel et al., 2013). - Peut conduire à l'apparition de lésions cutanées, comme des déformations /malformations (AD), détectables lors de l'application des « Codes pathologie », (Elie et Girard, 2014).

Rappelons tout d'abord que ce polluant existe fortement dans le système estuarien de la Gironde et que cette pollution atteint une grande partie des poissons de cet hydrosystème.

La présence de cadmium dans le foie des anguilles des deux stations de **la Livenne** avec des teneurs comprises entre 1,094 mg/kg et 1,110 mg/kg de PF, révèle peut-être l'existence d'une pollution diffuse de la rivière par ce métal. En effet, malgré une plus faible teneur, les foies des Goujons de la Livenne, espèce strictement inféodée à l'eau douce, présentent aussi des contaminations par le cadmium. Les effets de ce micropolluant particulièrement toxique peuvent être très importante chez les poissons en perturbant certaines fonctions vitales comme la reproduction, le stockage de graisses ou la respiration par exemple. La différence de présence entre les deux bassins versant peut permettre de mieux situer l'origine de cette contamination. La présence de Cadmium dans le foie des anguilles (espèce migratrice amphihaline) de la Livenne à des doses suspectes, peut signifier que la contamination de cette espèce, migratrice amphihaline, a eu aussi lieu dans la partie estuarienne de ce cours d'eau.

3.3.3.2.5 Le Cobalt

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Le cobalt est un élément métallique naturel principalement utilisé dans l'industrie - C'est aussi un composant essentiel de la vitamine B12 indispensable à l'homme.
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Le cobalt est utilisé en métallurgie pour les superalliages et les alliages durs. - En 2017, la production de batterie a représenté près de 50% de la consommation de cobalt. Cette part risque d'augmenter de façon très importante avec la construction d'accumulateur de type lithium-ion pour l'industrie. - Le cobalt utilisé dans les alliages sert pour la réalisation de certaines pièces de réacteurs ou les turbines à gaz. - Ce métal est également utilisé dans les alliages de prothèse dentaire, dans les aimants et les systèmes d'enregistrement magnétique ou les aimants pour haut-parleurs.
Effets plus particuliers chez les poissons	<ul style="list-style-type: none"> - Le cobalt a une influence sur la reproduction des poissons, Gautam et Chaube (2017) montrent chez le poisson chat, <i>Heterobranchus fossilis</i>, un fort déclin de l'ovulation et un échec de la migration des vésicules germinales sur les ovocytes chez des individus contaminés - Suganthi et al (2015), montrent des effets importants du chlorure de cobalt chez le tilapia du Mozambique (<i>Oreochromis mossambicus</i>), avec des atteintes sur les branchies et le foie des individus, ce qui se répercute sur des fonctions essentielles comme : la respiration, l'osmorégulation) et la croissance. Ces effets sont constatés pour des teneurs de cobalt dans les eaux très faibles de l'ordre de 30 à 60 ppm (soit 30 à 60 mg/L). - Nasri et al (2019) montrent expérimentalement les effets néfastes du cobalt sur la croissance de la truite arc en ciel (<i>Ocorhynchus mykiss</i>) et de la même manière, Mukherjee and Kaviraj (2009) constatent des pertes de croissance importantes chez des carpes alimentées avec des aliments contenant du cobalt.

Le cobalt est présent à des **niveaux de contaminations suspects** dans les tissus des poissons peuplant les stations **des quatre bassins versant considérés**. Ces niveaux sont plus importants dans les foies des anguilles peuplant les stations **Livenne_04** (0,378 mg/kg de PF) et **Livenne_06** (0,387 mg/kg de PF). Le foie des goujons de la station **Livenne_06** sont aussi très contaminés (0,189 mg/kg de PF).

En ce qui concerne le bassin versant du **Chenal du Gua**, seuls les foies des gardons de la station la plus amont (**GUA_13**) présentent des teneurs en cobalt suspectes (0,135 mg/kg de PF). Aussi, pour les poissons du **Chenal du Guy**, les muscles des lamproies peuplant les deux stations présentent des teneurs anormales de cobalt (0,099 mg/kg de PF pour **BERNEDE_01** et 0,127 mg/kg de PF de Co pour **GUY_03**). Sur la **Jalle de Castelnau**, les muscles des lamproies peuplant les deux stations présentent des teneurs anormales de cobalt (0,116 mg/kg de PF pour **JCASTELNAU_01** et 0,064 mg/kg de PF de Co pour **JCASTELNAU_04**).

De façon générale les poissons présents sur la Livenne ont des niveaux de contamination par le cobalt plus importants que ceux présents sur les autres bassins versants. Comme nous l'avons vu, ce micropolluant métallique marque un type de pollution industrielle très particulière qu'il faudra déterminer plus précisément au regard des activités humaines qui existent sur le bassin versant de la Livenne en priorité.

3.3.3.2.6 Le Chrome

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Le chrome (Cr) est un élément naturel présent dans les roches, les animaux, les plantes et le sol, principalement sous sa forme trivalente insoluble [Cr (III)]. - L'industrialisation a entraîné, à l'échelle mondiale, la présence de Cr (VI) soluble. Ce type de chrome est facilement lessivé à partir du sol vers les eaux souterraines ou de surface, à des concentrations supérieures aux niveaux admissibles.
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Le chrome VI est produit à 90% par des industries de tannage du cuir et de certains textiles. - Le chrome est utilisé aussi sous la forme de dichromate de potassium pour le nettoyage de la verrerie en laboratoire. - Il est aussi utilisé en métallurgie (pour améliorer la résistance des métaux), en tant que pigment pour les peintures, et c'est aussi un réactif des éthylotests. - Les principaux apports anthropiques sont issus des retombées atmosphériques mais aussi de l'épandage des boues de station d'épuration.
Effets plus particuliers chez les poissons	<ul style="list-style-type: none"> - Le Cr (VI) est un polluant industriel et un cancérogène classé comme ayant des propriétés mutagènes et tératogènes (REACH, 2006). - Les recherches indiquent que l'exposition des poissons au Chrome peut induire une variété d'effets indésirables aux niveaux physiologique, histologique, biochimique, enzymatique et génétique. - En matière de toxicité aiguë, le chrome a un effet sur la fertilisation des œufs de <i>Salmo gairdneri</i> dès la concentration de 0,005mg/L de Cr (Van der Putte et al, 1982). Chez la même espèce un effet du chrome à des doses sublétales est remarqué pour une concentration de 0,2 mg/L. A cette concentration on assiste à des augmentations des taux de mortalité des juvéniles et des effets sur l'éclosion des embryons. - Des dommages à l'ADN sont constatés également pour des concentrations de 24 mg/L de Cr chez <i>Onchorhynchus tshawytscha</i> (saumon chinook) (Farag et al, 2006). - Chez d'autres espèces comme <i>Nuria denricus</i> des concentrations comprises entre 0,5 et 100 mg/l de Cr peuvent entraîner des érosions des nageoires et des rayons (Abassi et al, 1995).

Sur la Livenne des niveaux de contamination suspects sont décelés chez les poissons examinés (foie et muscle des anguilles de la station Livenne_04 et muscle des anguilles de la station Livenne_06) avec des teneurs en chrome comprises entre 0,123 et 0,134 mg/kg de poids frais.

Sur la Jalle de Castelnau les niveaux de contamination en chrome sont moins forts, mais suspect. Le muscle des lamproies de planer montrent des valeurs en chrome de 0,101 et 0,102 mg/kg de poids frais selon la station envisagée.

Sur le Chenal du Gua aucun tissu des poissons échantillonnés ne présentent des teneurs suspectes de chrome. En revanche, pour les poissons du **Chenal du Guy** les muscles des lamproies de planer présentent des teneurs suspectes de chrome que ce soit sur l'amont du bassin versant (0,102 mg/kg de PF de Cr pour BERNEDE_01) ou l'aval (0,162 mg/kg de PF de Cr pour GUY_03).

Ces teneurs suspectes de chrome dans les tissus des poissons doivent être analysées plus précisément en regard des activités humaines présentes sur les deux bassins versants.

3.3.3.2.7 Le Fer

La toxicité du fer est due à sa précipitation sous forme d'oxydes de fer au niveau des branchies. Nous n'avons pas trouvé d'informations traitant des effets toxiques du fer chez les poissons. Les seules informations dont nous disposons concernent les mammifères chez qui l'excès en fer inhibe l'assimilation du zinc et du cuivre et expose les animaux à de lésions musculaires, aux infections répétées et à la dégénérescence hépatique et nerveuse (Van Vlaardingen et al., 2005).

Sur la Livenne le fer est présent dans tous les échantillons de foie et de muscle prélevés chez toutes les espèces avec des teneurs suspectes comprises entre 8,61 mg/kg dans le muscle des anguilles de la station LIVENNE_06 et 350 mg/kg dans les foies des anguilles de la station LIVENNE_06. Les foies des anguilles et des goujons sur les deux stations de la Livenne ont des teneurs en fer particulièrement importantes comprises entre 110,43 et 125,49 mg/kg de PF pour les goujons et 309,08 e 350,05 mg/kg de PF pour les anguilles.

Sur le bassin de la Jalle de Castelnau les niveaux des teneurs en fer des muscles sont particulièrement importants chez les lamproies atteignant 297,48mg/kg de PF de Fe chez les lamproies peuplant la station JCASTELNAU_01. Nous pouvons remarquer que les tissus musculaires des poissons peuplant le ruisseau de la Cabaleyre sont contaminés de la même manière que les autres ruisseaux puisque les teneurs des muscles des perches et des anguilles varient respectivement entre 11,85 mg/kg de PF et 18,53 mg/kg de PF de fer. Toutefois, il faut remarquer que les teneurs en fer des muscles des lamproies de la Jalle de Castelnau sont particulièrement élevées sur les deux stations (JCASTELNAU_01 297,48 mg/kg de PF et JCASTELNAU_06 67,88 mg/kg de PF) par rapport au teneur en fer des muscles des poissons peuplant les autres stations.

En ce qui concerne **le Chenal du Gua** tous les tissus des poissons (foie et muscle) dans toutes les stations situées en amont ou en aval présentent des teneurs en fer. Ces dernières atteignent 336,47 mg/kg de PF de Fe dans les foies des gardons de la station (GUA_13) et 327,99 mg/kg de PF. Ces teneurs sont très importantes.

De la même manière, pour les poissons du **Chenal du Guy** les muscles des deux espèces de poissons présentent des teneurs en fer très importantes, en particulier celles des lamproies de planer sur les deux sites inventoriés soit 314,36 mg/kg de PF de Fe sur les muscles des lamproies de la station amont (BERNEDE_01) et 454,19 mg/kg de PF de Fe sur les muscles des lamproies de la station aval (Guy_03).

Les teneurs de fer observées dans les échantillons de foie des différentes espèces de poissons échantillonnées sont importantes mais d'un ordre de grandeur assez semblable à celles observées dans d'autres études pour d'autres milieux de même type régional. Ces teneurs sont-elles dues au type de ruisseau échantillonné et à la nature du substrat de son lit, ou cela provient-il d'un effluent exogène ? Les concentrations de fer relevées dans les échantillons de foies de goujons paraissent excessivement élevées, traduisant vraisemblablement une imprégnation importante du milieu en cet élément métallique. Comme dans beaucoup de cas pour les ruisseaux de cette région, un certain nombre de données, de nature essentiellement géochimique, manquent pour permettre une interprétation pertinente de ces résultats. Nous voyons en effet que des poissons vivant de façon quasi permanente dans le sédiment, comme les juvéniles de lamproies sont également très fortement contaminés au niveau musculaire. De façon générale et plus particulièrement ici, la compréhension de l'origine de cette imprégnation importante du milieu par le fer serait nécessaire.

3.3.3.2.8 Le Mercure

<p>Caractéristiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Métal lourd non essentiel distribué dans tous les compartiments aquatique, terrestre et atmosphérique sous quatre espèces chimiques (forme) : <ul style="list-style-type: none"> - Le mercure élémentaire (Hg⁰), - Le mercure inorganique (Hg(II)), - Le diméthylmercure (CH₃)₂Hg, - Le méthylmercure (CH₃Hg⁺, ou MeHg). - Les transferts et les processus physico-chimiques entre ces quatre espèces chimiques sont responsables de la spéciation du mercure dans l'environnement. Importance du processus de méthylation dans le devenir du mercure : formation de catégories plus toxiques, pouvant être volatiles ((CH₃)₂Hg), biodisponibles et facilement bioaccumulables par les organismes pour le méthylmercure. Les bactéries sont actuellement considérées comme les principales responsables de la production de méthylmercure dans les hydrosystèmes, (Compeau et Bartha 1984 ; Kerin et al. 2006). - Les plus fortes concentrations en Mercure total sont observées dans les poissons (entre 104 et 107 ng/kg de PF de Mercure) et 60 à 99% de ce mercure se présentent sous une forme méthylmercure. Les teneurs considérées sont le plus souvent celle du muscle des poissons : <ul style="list-style-type: none"> - Teneurs dans les muscles des anguilles de l'estuaire de l'Adour comprises entre 0,120 et 0,450 mg/kg de PF, (Arleny et al. 2007) - Teneurs de méthylmercure comprises entre 0,267 et 0,764 mg/kg de PF dans le muscle du silure glane de l'Ebre (Espagne), (Carasco et al. 2011) . - Teneurs chez le poisson chat du Tage comprises entre 0,110 et 0,590 mg/kg de PF, (Nevado et al. 2011). - Teneurs pour la truite de Nouvelle Zélande comprises entre 0,002 et 0,220 mg/kg de PF, (Kim et al. 2008)
<p>Origines</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sources naturelles : volcanisme océan, sources géothermales. - Sources anthropiques : <ul style="list-style-type: none"> - Combustion des énergies fossiles (centrales thermiques à charbon et fuel, exploitations de gaz et de pétrole, circulation routière et aérienne...) - Exploitations minières (plomb, de zinc et d'or), (Guédron et al. 2006 ; Passos et Mergler 2008). - Traitements de déchets urbains ou agricoles et les lixiviats de sols - Fabrication de nombreux appareils et éléments (les piles, les batteries, la peinture, les appareils électriques, les lampes basses consommations, les pesticides, le papier, les cosmétiques). - Les flux globaux de Hg ont été multipliés par trois depuis l'ère industrielle (Lamborg et al. 2002 ; Gustin et al. 2008 ; Selin et al. 2008). Ceci engendre une contamination très importante des milieux et à une bioaccumulation et à une bioconcentration importante avec des concentrations de 104 à 109 fois supérieures dans les organismes que dans les systèmes aquatiques (Claveau, 2014).

Effets plus particuliers chez les poissons

- Effets du Méthylmercure sur les poissons :
 - Dommages au niveau du système nerveux central et des organes sensoriels périphériques, (Wolfe et Norman 1998 ; Aschner et al. 2007 ; Farina et al. 2011).
 - Altérations de formule sanguine chez la tanche, (Shah et Altindag 2004).
 - Effets sur le système reproducteur chez *Pimephales promelas*, (Sandheinrich et Miller 2006 ; Klaper et al. 2006 et 2008).
 - Modification du comportement : modification de l'activité de nage chez le poisson Zèbre (*Danio rerio*) (Xiaojuan Xu et al. 2012), modification des réponses à des stimuli (Weber et al. 2006), diminution de la capacité de prédation chez *Fundulus heteroclitus* et *Micropogonias undulatus* (Zhou et al. 2001 ; Alvarez et al. 2006), modification du potentiel de migration chez la civelle d'anguille, (Claveau, 2014).
- Impact plus important des espèces situées en haut des chaînes trophiques et des individus les plus âgés : teneur en mercure allant de 0,740 mg/kg de PF dans le muscle du silure glane (rivière Bormida) à 0,400 mg/kg de PF (poissons du Pô), (Squadrone et al. 2015).

Sur la Livenne, un seul échantillon présente une teneur en mercure suspecte, il s'agit du pool de foie d'anguille prélevé sur la LIVENNE_04, avec 0,10mg/kg de PF.

Les dosages effectués dans les muscles des poissons **du bassin versant de la Jalle de Castelnau** révèlent, des teneurs en mercure suspectes. Ainsi, les anguilles et les lamproies des deux stations de la Jalle de Castelnau présentent respectivement des teneurs de leurs muscles en mercure de 0,32mg/kg et 0,25mg/kg de PF pour les individus de la station JCASTELNAU_01 et de 0,12mg/kg et 0,24mg/kg de PF pour les individus de la station JCASTELNAU_04.

Il faut aussi remarquer que pour les poissons du **ruisseau de Cabaleyre** seules les teneurs de mercure relevées dans le muscle des anguilles sont suspectes (0,19mg/kg de PF en Hg). De plus il faut constater que les tissus musculaires des perches, qui sont plutôt des prédateurs de pleine eau, ne révèlent pas de contaminations au mercure.

En ce qui concerne le bassin versant du **Chenal du Gua** les teneurs en mercure sont importantes dans les muscles des anguilles dans les deux stations (0,14 mg/kg de PF sur GUA_13 et GUA_08), ainsi que les foies des gardons de la station GUA_13 (0,10 mg/kg de PF).

De la même manière, les muscles des anguilles du **Chenal du Guy** ont des teneurs en mercure élevées dans les deux stations (0,30 mg/kg de PF sur BERNEDE_01 et 0,43 mg/kg de PF sur GUY_03). Il faut noter également que les muscles des lamproies de planer peuplant la station aval du chenal du Guy (GUY_03) sont fortement contaminés par le mercure (0,43 mg/kg de PF)

Comme nous l'avons vu dans notre introduction, **la présence de mercure marque un type de pollution industrielle très particulier** dont l'origine devra être déterminée plus précisément en regard des activités humaines qui existent sur ces deux cours d'eau.

3.3.3.2.9 Le Manganèse

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Élément essentiel dans la régulation de nombreuses fonctions vitales de nombreux organismes (minéralisation des os, métabolisme énergétique, activation de certaines enzymes, activités du système nerveux et immunitaire, régulation des hormones de la reproduction ou coagulation du sang) (CICAD, 2005). - Essentiellement présent sous la forme de Mn (II) et de Mn (IV) dans les milieux aquatiques. La disponibilité et le forme du manganèse sont sous la dépendance principale du pH de l'eau. Teneur classique dans l'eau : 0,2 à 1 mg/l. - La toxicité du manganèse décroît lorsque la dureté de l'eau augmente.
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - Naturellement présent dans le sol, les roches et l'eau (0,1% de la croûte terrestre) - Sources d'origine anthropique : <ul style="list-style-type: none"> - Epandage et stockage de boues de stations d'épuration. - Boues d'égouts. - Industries d'extraction et de traitement de substances minérales. - Vapeurs émises lors de la production d'alliages, de fer ou d'acier ou de l'utilisation de combustibles fossiles.
Effets plus particuliers chez les poissons	<ul style="list-style-type: none"> - Sujet à la bioaccumulation (facteur 35 à 1000 selon les études) (INERIS, 2012). Cette bioaccumulation est favorisée par les hausses de températures (Miller et al., 1980). - Concentration repère dans les tissus de poissons : 0,2 à 19 mg/kg de poids sec (parfois >100mg/kg de poids sec en milieu pollué), (Sindayigaya et al., 1996 ; Heiny et Tate, 1997). - CLC50* à 96h : 2,4 mg/l pour le Saumon Coho. - NOECS (no observed effect concentrations) communément admise de 2,8mg/l (pour une dureté de 150mg/l) (CICAD, 2005) mais des effets apparaissent parfois en dessous, notamment une mortalité importante lors des stades embryonnaires et juvéniles, même à 1mg/l. - Peut provoquer hémorragies internes au niveau de l'intestin et de rein, induisant une anémie importante. - Valeur guide permettant la protection de 95% des espèces (confiance de 50%) : 0,2mg/l dans les eaux douces de faible dureté, (CICAD, 2005).

Sur la Livenne, le manganèse est présent dans tous les échantillons de foie et de muscle prélevés chez toutes les espèces. De plus tous les tissus, hormis les pools de muscle des anguilles, affichent des teneurs suspectes comprises entre 1,002mg/kg et 3,360mg/kg de PF. Notons aussi que les échantillons de la station LIVENNE_06 ont des teneurs en manganèse plus élevées que ceux de la LIVENNE_04.

Sur la Jalle de Castelnau et le ruisseau de la Cabaleyre on observe peu d'analyse qui mettent en évidence des teneurs suspectes en manganèse. En effet on retrouve des teneurs suspectes seulement dans les muscles des lamproies de la station JCASTELNAU_01 (1,395mg/kg de PF) et dans les muscles des perches de la CABALEYRE_01 (6,293mg/kg de PF).

En ce qui concerne le bassin versant du **Chenal du Gua** les teneurs en manganèse sont importantes dans le foie des gardons peuplant les deux stations inventoriées (GUA_13, 2,70 mg/kg de PF ; GUA_08 3,10 mg/kg de PF). Il existe donc un problème de contamination généralisé dans ce bassin versant.

De la même manière, dans le **Chenal du Guy** les teneurs en manganèse des muscles des anguilles et des lamproies de planer peuplant les deux stations sont très importantes. Ainsi sur la station amont (BERNEDE_01) les teneurs en manganèse dans les muscles des lamproies sont de 1,012 mg/kg de PF et de 1,993 mg/kg de PF dans le muscle des anguilles. Dans la station la plus aval de ce bassin (GUY_03) les teneurs en manganèse dans les muscles des anguilles sont de 0,959 mg/kg de PF et vraiment très importantes dans le muscle des lamproies de planer de cette station (3,326 mg/kg de PF).

Nous avons vu à l'issue de l'analyse bibliographique que la présence de manganèse dans le milieu aquatique pouvait avoir des effets importants sur l'état de santé des poissons à une très faible dose (NOEC établie à 4,5µg/L par Stubblefield et al. (1997)). Les pontes et les juvéniles de poissons sont particulièrement sensibles à ce polluant minéral qu'il faut également surveiller car les poissons semblent imprégnés par ce type de polluant. Les valeurs atteintes dans les dosages des tissus des poissons montrent, vraisemblablement, un problème à mettre en relation avec l'occupation des sols de ce bassin versant par certains sites industriels. Les origines du magnésium, qui peuvent être multiples (décharges municipales d'eaux usées, les boues d'égout et de station d'épuration ou de l'utilisation de combustibles fossiles...), sont bien sûr à déterminer sur ce bassin versant.

3.3.3.2.10 Le plomb

<p>Origines et Caractéristiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le plomb a été ou est utilisé pour : la production de batteries et d'accumulateurs, dans certains carburants, de peintures, de canalisations, de divers produits destinés à des activités de loisirs (soldats de plomb, plomb de pêche, chasse...), destinés à la construction... Les sites industriels en activité ou non peuvent être à l'origine d'une pollution atmosphérique et d'une contamination des sols environnants. Ainsi, par son utilisation passée ou actuelle, le plomb peut se retrouver dans tous les milieux : air, eau, sols, aliments, bâtiment. - L'arrêt de son utilisation dans l'essence en France depuis les années 1999-2000, a fait disparaître une source importante de plomb mais celle-ci, du fait de sa rémanence persiste encore, un peu à la manière du cadmium. - Notons que l'abaissement du pH des eaux, dû en particulier aux pluies acides favorise la solubilité du plomb et donc son assimilation.
<p>Effets plus particuliers chez les poissons</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Selon les espèces de poissons, les doses létales vont de 0,03 à 0,07 mg/l en eau douce et de 0,6 à 6,4 mg/l en eau dure (Labat et al., 1977). Chez la truite, ont été recensées des anomalies du métabolisme dès 13 µg/l et des anomalies de développement dès 22 µg/l associées à des indices de neurotoxicité. - Lors de contamination chronique de longue durée, des déformations et malformations ont également été constatées (Elie et Girard, 2014). - Weber (1993) a montré un effet important du plomb sur la reproduction d'un vairon (<i>Pimephales promelas</i>). Chez les vairons mâles, le plomb s'est accumulé dans les testicules où la concentration était en moyenne de 84 pg/g et a diminué les caractères sexuels secondaires, en réduisant le développement des testicules et aussi le nombre de spermatocytes produits. Le plomb modifie également le comportement des mâles au cours de la période de reproduction, ce qui retarde leur maturation. Ce travail a aussi démontré que la quantité d'oeufs pondus par les femelles de vairon vivant dans une eau contaminée par 500 pg/l de plomb est réduite comparativement à celle des femelles témoins. De plus, les oeufs fécondés viables étaient en plus faible nombre. - D'autre part, à de faibles concentrations (<100 ppb), d'autres études montrent que le Pb modifie un certain nombre de gènes associés au développement du système nerveux (Lee et Freeman, 2016), y compris une expression accrue du gène et de la protéine GABA au début du développement, qui diminue après l'éclosion (Wirbisky et al, 2014). - À des niveaux supérieurs à 100 ppb, le poisson zèbre présente une diminution de l'apprentissage à l'âge adulte et une altération des préférences en matière de couleurs (Xu et al 2016 ; Davies et al, 1976). - Des concentrations de Pb supérieures à 100 ppb produisent des effets tels que : nage erratique, hyperactivité, hyperventilation, tremblements et spasmes musculaires (Davies et al, 1976 ; Somero et al, 1977). Une synthèse sur l'effet neurotoxique du plomb chez les poissons a été réalisé récemment par Green et Planchart, (2017).

Les tissus des lamproies de planer peuplant **le bassin versant du Chenal du Guy** présentent des teneurs en plomb importantes. En effet, les muscles des lamproies présentent des teneurs anormales en plomb, aussi bien sur la station amont (BERNEDE_01, 0,148 mg/kg de PF de Pb) que sur la station aval (GUY_03, 0,169 mg/kg de PF de Pb). Ces valeurs montrent donc une contamination généralisée de ce bassin versant par le plomb. Les autres bassins versants ne présente pas de problématique particulière par le Plomb.

La contamination par le plomb des poissons peuplant le Chenal du Guy est bien marquée. Nous avons vu précédemment que cette contamination provenait en général de certains types d'activité humaines particulières qu'il faudra rechercher dans ce bassin versant pour trouver leurs origines et les supprimer.

3.3.3.2.11 Le Sélénium

<p>Caractéristiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le sélénium est un oligoélément et un bioélément, présent à très faible dose dans les organismes vivants. - Le sélénium est un élément essentiel pour la croissance et l'équilibre homéostatique des poissons. Il rentre dans la composition d'une protéine essentielle comme la sélénocystéine. Les sélénoprotéines chez les poissons sont impliquées dans les défenses antioxydantes ainsi que dans le métabolisme des hormones thyroïdiennes, (Janz, 2010).
<p>Origines</p>	<ul style="list-style-type: none"> - De nombreuses substances contiennent du sélénium comme les matières plastiques, le caoutchouc, des peintures, des céramiques et des verres, des équipements électroniques et électriques, des produits pharmaceutiques, des suppléments diététiques, des cosmétiques, des lubrifiants. - Le sélénium est également utilisé en agriculture (suppléments pour le sol, aliments pour animaux, pesticides) et dans des applications dans la métallurgie (Eisler, 2000, Anonyme, 2007 ; Hoffman et King 2007).
<p>Effets plus particuliers chez les poissons</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Il est extrêmement toxique pour les poissons et les risques majeurs sont liés à sa bioaccumulation et à son transfert via les chaînes trophiques (Hamilton 2004.a et b). De façon générale, pour une concentration donnée de sélénium dans l'eau, les concentrations de sélénium dans le poisson sont plus élevées dans les habitats lenticques que dans les habitats lotiques (Orr et al., 2006). - Les effets importants du sélénium sont caractéristiques par des déformations visibles chez les jeunes poissons à l'éclosion et un peu plus tard (stade 0+). Le nombre de déformations de jeunes poissons croît en fonction de la concentration en sélénium de l'eau. Les conséquences peuvent être multiples comme l'induction d'effets tératogènes (Lemly, 1993). - Le stade du cycle de vie du poisson le plus sensible est le stade « œuf/larve », quand l'exposition est due au transfert maternel du sélénium. Ainsi, Holm et al. (2005) ont observé chez les alevins provenant d'œufs dont la concentration de sélénium était de 9,9 µg/g poids frais (soit 25,4 µg/g poids sec, 61 % d'humidité), les taux de malformations suivants : 33,3 % de malformations crânio-faciales, 25 % de malformations squelettiques, 15 % d'anomalies des replis natatoires et 34 % d'oedèmes. - Enfin, d'autres études montrent que le sélénium peut agir en synergie avec le mercure en augmentant les effets toxiques vis-à-vis des embryons de poisson (US EPA, 2004 et 2016).

Sur la Livenne, le sélénium apparaît à des doses suspectes dans tous les échantillons de foie des anguilles. Ces teneurs sont moins importantes dans le muscle et le foie des goujons de cette rivière. Les teneurs des foies en sélénium chez l'anguille sont comprises entre 9,59mg/kg de PF (LIVENNE_06) et 9,67 mg/Kg de PF (LIVENNE_04).

En ce qui concerne le bassin versant du **Chenal du Gua** les teneurs des foies des peuplements gardons montrent des contaminations par le sélénium de l'ensemble du bassin. Les teneurs sont de 1,987 mg/kg de PF de Se dans les foies des gardons de la station GUA_13 la plus amont et de 1,051 mg/kg de PF de Se dans le foie des gardons de la station GUA_08 située en aval.

Pour le bassin versant du **Chenal du Guy** les muscles des lamproies de planer peuplant la station GUY_03 la plus aval montrent des teneurs en sélénium importantes (1,158 mg/kg de PF). Ainsi, l'aval de ce cours d'eau semble également contaminé par le sélénium.

Les teneurs observées dans les échantillons paraissent anormalement élevées sur la Livenne, le chenal du Gua et le chenal du Guy. Ces valeurs posent problème aux poissons puisqu'**à partir d'une concentration tissulaire proche de 3mg/Kg des mortalités peuvent être constatées**. Les teneurs en sélénium trouvées montrent vraisemblablement un apport chronique de sélénium dans les cours d'eau, ce qui peut avoir un effet négatif important sur l'état de santé des poissons. Ce type de polluant est très impliqués, entre autres, dans la déformation des juvéniles de poissons. La ou les sources de cette contamination sur les bassins versant sont à rechercher dans les nombreuses pressions anthropiques exercées, qu'elles soient agricoles, industrielle ou urbaines.

3.3.3.2.12 Le Titane

<p>Origines et Caractéristiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La généralisation de l'utilisation de nanoparticules de dioxyde de titane (nano-TiO₂) dans de très nombreux usages industriels dans le monde et la libération de ces nanoparticules à partir de déchets ou lors d'accidents conduit à une contamination importante de l'environnement et en particulier les écosystèmes aquatiques par les phénomènes de ruissellements et de réception des eaux des stations d'épuration ainsi que les nombreux rejets d'effluents industriels.
<p>Effets plus particuliers chez les poissons</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dès les années 1985, certains auteurs avaient mis en évidence les relations qui reliaient le mauvais état de santé des poissons et les rejets de polluant en zone littorale du Nord Pas de Calais et en particulier sur les poissons plats (Deval et al ,1987). La même année, il était fait un rapprochement entre la pollution du littoral par l'oxyde de titane (TiO₂) et le développement de papillomes dermiques chez les Limandes de la Baie d'Heligolande en Allemagne (Watermann et Dethlefsen, 1987). - Certains travaux ont montré les effets génotoxiques (lésions de l'ADN) des nanoparticules de Titane chez le Tilapia du Nil (<i>Oreochromis niloticus</i>) par De Silva et al (2016). Ce polluant agit à des niveaux très bas d'exposition de l'ordre de 0,1 mg/L pendant des temps relativement courts (21 jours) à l'échelle de la vie d'un poisson dans un milieu aquatique. Ces mêmes auteurs concluent que ces nanoparticules de titane conduisent vraisemblablement, dans les milieux contaminés à des risques de génotoxicité pour l'ensemble des populations de poissons présentes.

Sur le chenal du Guy, les analyses des muscles des lamproies de planer peuplant la station BERNEDE_01 la plus amont et la station GUY_03 la plus aval révèlent une contamination par des nanoparticules de titane généralisée (1,36 mg/kg e PF en amont et 1,93 mg/kg de PF de Ti en aval).

L'origine de cette contamination sur le bassin versant du Chenal du Guy doit être recherchée pour essayer de modifier cet impact.

3.3.3.2.13 Le Vanadium

Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Le vanadium est un élément chimique, de symbole V et de numéro atomique 23. C'est un métal rare qu'on trouve dans certains minerais. - Il est essentiellement utilisé dans la fabrication des alliages métalliques. - A faible dose, le vanadium est un oligoélément, composant essentiel de certaines enzymes.
Origines	<ul style="list-style-type: none"> - L'oxyde de vanadium est principalement utilisé comme composant dans la production d'alliages métalliques (principalement le ferovanadium), et comme catalyseur dans la fabrication d'acide sulfurique (Perron, 2001). En 2004, la production mondiale d'oxyde de vanadium (Va) était d'environ 86 200 tonnes (Woolery, 2005). - La majorité de l'oxyde de vanadium (92 %) a servi à produire des alliages de ferovanadium entrant dans la fabrication de l'acier trempé, les bitumes, l'asphalte, les goudrons, les suies et les cendres des centrales thermiques, les déchets contenant du vanadium comme les catalyseurs usagés. - Ce métal très utilisé dans l'industrie semble poser des problèmes environnementaux importants. (ASE, 2017).
Effets plus particuliers chez les poissons	<ul style="list-style-type: none"> - En matière de toxicité aiguë des différences existent entre l'eau douce et les eaux marines. Par exemple en eau douce la CL50 (96 h - 28 j) est comprise entre 0,16 mg/l chez <i>Onchorhynchus mykiss</i> (Birge, 1978) et 55 mg/L chez <i>Pimephales promelas</i> (Tarzwell et Henderson, 1960). En eau de mer la CL50 (96 h) vis-à-vis des poissons est comprise entre 9,03mg/L pour <i>Gasterosteus aculeatus</i> et 27,8 mg/L chez <i>Limanda limanda</i> (Taylor et al., 1985). - En matière de toxicité chronique les NOEC sont différentes selon les espèces de poissons et sont comprises entre 0,12 mg/L pour <i>Pimephales promelas</i> (Kimball, 1978) et 0,87 mg/L pour <i>Clarias batrachus</i> (Chakraborty et al., 1998). - La toxicité du vanadium peut varier avec le stade de développement. Ainsi, le stade œufs de la truite arc-en-ciel (<i>Onchorhynchus mykiss</i>) est 10 à 15 fois plus résistant au vanadium pentavalent que les stades juvéniles (Giles et al., 1982). Généralement, les juvéniles de truite arc-en-ciel sont plus résistants que des stades ultérieurs (Stendhal et Sprague, 1982 ; OMS IPCS, 1988).

Sur la Livenne, le vanadium est présent à des niveaux suspects seulement dans le foie des anguilles (0,241 mg/kg de PF (Livenne_06) et 0,429 mg/kg de PF (Livenne_04).

Sur la Jalle de Castelnau, le vanadium est presque totalement absent du cours d'eau. Cependant il contamine les muscles des perches du ruisseau de la Cabaleyre (0,165mg/kg de PF).

En ce qui concerne le bassin versant du **Chenal du Gua** les teneurs en vanadium des muscles des gardons de la station la plus amont GUA_13 révèlent des valeurs suspectes (1,164 mg/kg de PF).

Les muscles des lamproies de planer peuplant le bassin versant du **Chenal du Guy** révèlent des valeurs suspectes de vanadium, aussi bien sur la station amont (BERNEDE_01, 0,209 mg/kg de PF) que sur la station aval (GUY_03,0,292 mg/kg de PF). **Ce problème est donc général pour l'ensemble du bassin versant.**

La présence de ce métal particulier peut marquer une pollution chronique des cours d'eau par des rejets de types industriels particuliers et mal contrôlés, qu'il faut rechercher de façon précise.

3.3.3.2.14 Le Zinc

<p>Caractéristiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Forme dissoute biodisponible et bioaccumulable : ions de zinc ($Zn(OH)_2$). Sa biodisponibilité varie en fonction du pH, de la salinité et de la concentration en matière organique dissoute (MOD). - En absence de matière organique dissoute, le zinc sous sa forme hydratée ($Zn(OH)_2$) est la forme de zinc dissous majoritairement présente dans les cours d'eau. - Essentiel pour la croissance, le développement et la différenciation des micro-organismes, des plantes et des animaux, (Vallée, 1986). - La NOEC (No Observed Effect Concentrations) est de 8,8 $\mu g/L$ de zinc pour le domaine maritime et fluvial.
<p>Origines</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enrichissement du milieu en zinc en lien avec les activités anthropiques. - Secteur d'activité sources : <ul style="list-style-type: none"> - Industries : sidérurgie, la métallurgie et le coke (variété de charbon) qui émettent un peu plus de 700 tonnes de zinc (et ses composés) par an dont environ 50 % dans les sols, 30 % dans les eaux et 20 % dans l'atmosphère. - Urbaine (trafic routier, incinération d'ordures, rejet des stations d'épuration). - Agricoles (alimentation porcine, engrais, rejet d'épandage agricole).
<p>Effets plus particuliers chez les poissons</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les teneurs sont plus importantes dans le foie, les reins et les branchies par rapport au muscle et à la peau. - Perturbation de l'homéostasie du calcium entraînant une hypocalcémie (compétition du Zn^{2+} et du Ca^{2+} au niveau des cellules branchiales). Ceci se traduit au niveau des branchies par une dégradation fonctionnelle et structurelle importante (hypersécrétion, hypertrophie, hyperplasie) conduisant à l'asphyxie, (Hogstrand, 2012 ; Hughes et Barritt, 1989 ; Ballatori, 2002). - Effets de l'association du cuivre et du zinc : problèmes de formulation sanguine, micro-lésions au niveau des branchies, du foie et des reins des poissons (chez le <i>Puntius parrah</i>), (Nandan et Ciji, 2012). - Multiples lésions au niveau des formules sanguines en les modifiant (globules rouges, hémoglobine, hématocrite, ...) et au niveau histologique de certains organes (le foie, le rein et les branchies) chez le <i>Tilapia du Nil</i>, d'Abdel-Khalek et al. (2016). - Hémorragies et des nécroses du foie, des desquamations de l'épithélium des tubules rénaux, des fusions, des œdèmes et des abrasions au niveau des branchies. - Les lésions des branchies des poissons peuvent être révélées par l'application des Codes Pathologie (Elie et Girard, 2014).

Dans le cas des poissons de la Livenne, de la Jalle de Castelnau et du ruisseau de Cabaleyre, les dosages révèlent que tous les tissus de toutes les espèces de poissons, sur toutes les stations, sont contaminés par du Zinc avec des teneurs suspectes. Sachant que le bruit de fond pour ce métal dans le muscle des poissons et de l'ordre de 10 mg/kg de PF, nous pouvons constater des valeurs de contamination par le zinc relativement élevées comprises entre 15,18 mg/kg et 36,33 mg/kg de Poids Frais.

En ce qui concerne le bassin versant du **Chenal du Gua** tous les tissus des poissons analysés dans les deux stations aval et amont révèlent une contamination généralisée de ce ruisseau par le zinc. Les teneurs vont de 15,61 mg/kg de PF et 18,4 mg/kg de PF dans les muscles des anguilles, jusqu'à 49,22 mg/kg de PF et 35,25 mg/kg de PF dans les foies des gardons. **Les teneurs en zinc sont aussi fortes en amont qu'en aval.**

De la même manière, dans bassin versant du **Chenal du Guy** tous les muscles des deux espèces de poissons analysées dans les deux stations à l'aval et à l'amont révèlent une contamination généralisée de ce ruisseau par le zinc. Les teneurs dans les muscles des anguilles vont de 20,58 mg/kg de PF et 21,20 mg/kg de PF jusqu'à 33,21 mg/kg de PF et 34,22 mg/kg de PF dans les muscles des lamproies de planer. Comme nous le voyons **les contaminations sur ce ruisseau sont aussi fortes en amont qu'en aval de ce cours d'eau.**

Les contaminations observées sont très largement au-dessus d'un bruit de fond couramment admis. Ainsi, l'analyse de cette contamination par le zinc doit être réalisée en tenant compte de l'urbanisation et de l'industrialisation des bassins versants.

3.3.3.3 Conclusion sur la présence et l'effet des métaux

Comme nous l'avons vu :

- **sur la Livenne 11 métaux dépassent les doses admises comme normales** dans les analyses des tissus des poissons, soit : Aluminium, Baryum, Cadmium, Cobalt, Chrome, Fer, Mercure, Manganèse, Sélénium, Vanadium, Zinc.
- **sur la Jalle de Castelnau et son affluent le ruisseau de Cabaleyre, 10 métaux sont décelés dans les tissus des poissons comme étant à des niveaux dépassant les niveaux habituellement admis**, donc suspects, soit : Aluminium, Arsenics, Baryum, Cobalt, Chrome, Fer, Mercure, Manganèse, Vanadium, Zinc.
- **sur le chenal du Gua, 8 métaux dépassent les niveaux du bruit de fond dans les tissus des poissons**, il s'agit de : l'aluminium, l'arsenic, le cobalt, le fer, le mercure, le manganèse, le sélénium, le vanadium et le zinc.
- **sur le Chenal du Guy 11 métaux dépassent les niveaux du bruit de fond dans les tissus des poissons**, il s'agit de : l'aluminium, l'arsenic, le cobalt, le chrome, le fer, le mercure, le manganèse, le plomb, le sélénium, le titane, le vanadium et le zinc.

La présence de l'Arsenic sur les bassins versants pourrait provenir des activités agricoles, notamment la viticulture, la production fruitière et les cultures maraichères intensives, qui ont largement utilisé des pesticides contenant de l'AsV (arséniate de plomb) et/ou de l'AsIII (arsénite de calcium) pendant longtemps. Cependant nous pouvons penser que ces produits qui sont normalement interdits comme nous l'avons vu,

depuis 2001, ne sont plus utilisés. **En revanche, une autre source d'arsenic vient de son utilisation sous forme de diméthylarsinate de sodium, dans les insecticides (entre autres les fourmis) ou en association avec des antifongiques ou des désherbants en viticulture. L'anhydride arsénique ou pentoxyde d'arsenic (As₂O₅) est utilisé en quantités importantes pour la protection des bois contre les insectes.** Ces utilisations expliquent la contamination des milieux aquatiques récepteurs à partir de nombreux sols agricoles et sites industriels fortement contaminés en Arsenic. Cela pourrait certainement expliquer la présence de l'arsenic dans les tissus des poissons analysés.

La présence de Cadmium et de Sélénium dans les tissus des poissons pourrait provenir, **pour le Cadmium**, de sources diffuses et indirectes (apports atmosphériques, traitement des eaux usées, alternative au nickel et au lithium dans les batteries, industrie de traitement de surface anticorrosion,) mais aussi l'agriculture (différents engrais phosphatés), qui dominent les apports vers les eaux de surface. Il pourrait également exister une contamination préexistante à partir des eaux de l'estuaire de la Gironde, cela reste à vérifier. **La présence de Sélénium pourrait provenir** d'équipements électroniques et électriques, de produits pharmaceutiques, de suppléments diététiques, de cosmétiques, d'additifs dans les produits de consommation, de lubrifiants, de pigments dans les peintures et vernis... Le sélénium est également utilisé en agriculture (suppléments pour le sol, aliments pour animaux, divers pesticides). Les rejets de stations d'épuration sont aussi à surveiller et à évaluer de façon précise.

Le plomb présent dans les tissus des poissons des cours d'eau pourrait provenir de différentes industries comme la production de batteries et accumulateurs, en tant qu'antidétonant dans certains carburants, pour la fabrication de certaines peintures, de canalisations d'eau, de divers produits destinés à des activités de loisirs (soldats de plomb, plomb de pêche, chasse...), destinés à la construction (étanchéité des balcons ou des rebords de fenêtres) ou pour la fabrication artisanale de remèdes, cosmétique et récipients en cristal. Là aussi il faudra surveiller les effluents des stations d'épuration.

La présence de zinc dans les tissus des poissons des deux bassins versants peut être expliquée par les rejets d'origine urbaine (trafic routier, incinération d'ordures) et agricoles (alimentation porcine, engrais, rejet d'épandage agricole). Le zinc fait partie des composés toujours détectés et présents à des concentrations importantes en entrée et en sortie de stations d'épuration. Ces dernières sont donc à surveiller.

La présence de mercure dans les tissus des poissons des bassins versants est absolument anormale. La première source de mercure provient de la combustion des énergies fossiles (centrales thermiques à charbon et fuel, exploitations de gaz et de pétrole, circulation routière et aérienne.). La deuxième source concerne les exploitations minières (plomb, de zinc et d'or). La troisième source de Mercure concerne, les traitements de déchets urbains ou agricoles et les lixiviats de sols pollués. De plus, malgré sa toxicité, le Hg a été utilisé pour la fabrication de nombreux appareils et éléments (les piles, les batteries, la peinture, les appareils électriques, les lampes basses consommations, les pesticides, le papier, les cosmétiques). Les industries présentes sur les deux bassins versants seront à analyser de façon précise. Les impacts des effluents des stations d'épuration présentes seront aussi à évaluer.

Ces métaux sont révélateurs d'apports anthropiques importants, Issus de sources industrielles, urbaines, agricoles ou bien domestiques. Ils impactent l'état de santé des poissons d'un point de vue lésionnel

(observables par les Codes pathologies), physiologique, génétique voire épigénétique, en compromettant leur survie de façon directe mais aussi, leur reproduction et leurs descendance. Le mauvais état de santé des populations de poissons sur ces bassins versant est révélateur d'une pollution polymétallique sous-jacente et sournoise, non visible, mais révélée par les analyses des organes (muscle et foie) des poissons ayant pu être échantillonnés. **Nous pourrions, par une analyse plus précise des pressions anthropiques existantes sur ces cours d'eau, fortement restreindre cette pollution polymétallique importante.**

Quoiqu'il en soit, la présence de 8 à 11 métaux ou plus, à des teneurs jugées comme suspectes voir très fortes dans les tissus des poissons prélevés, montre qu'il existe une pression anthropique très importante sur les populations de poissons présentes dans ces cours d'eau. Les rejets plus ou moins diffus de nombreux polluants métalliques expliquent en partie le mauvais état de santé des populations de poissons. N'oublions pas qu'ils agissent aussi en effet cocktails et qu'ils sont associés, aux polluants organiques présents et mis en évidence par notre étude. Nous pourrions, par une analyse plus précise des pressions anthropiques existant sur ces cours d'eau, fortement restreindre cette pollution polymétallique importante.

4 CONCLUSION ET DISCUSSION

Les différents indicateurs et les analyses écotoxicologiques misent en placent entre 2021 et 2022 sur les bassins versant de la Livenne, de la Jalle de Castelnaud, du Chenal du Gua et du Chenal du Guy ont permis d'évaluer l'état des peuplements piscicoles sous plusieurs angles.

4.1 Sur le bassin versant de la Livenne :

- **L'indice poissons rivière** indique **un très bon état à l'amont** (Livenne_04) et **un bon état à l'aval** (Livenne_06). Néanmoins notons que le peuplement de la Livenne_06 est moyennement diversifié et déséquilibré, selon l'indice de Shannon et l'équitabilité de Piélou, avec une forte prédominance (>58%) des lamproies juvéniles. L'interprétation du bon état établi par l'IPR sur la station aval est probablement à nuancer. **Ainsi, au vu des indicateurs, le peuplement hébergé sur la station amont a une structure plus conforme que celle du peuplement de l'aval.** Cependant les deux stations présentent une perte en espèces repères, indiquant que certaines espèces ne peuvent pas accomplir leur cycle biologique. **L'altération de l'hydromorphologie, de la continuité écologique et les pollutions chimiques diverses (rejet de macropolluants industriels)** sont mises en évidence sur ce bassin versant et semblent en être les causes les plus probables.
- Le peuplement de la **Livenne_04 héberge 8 espèces piscicoles de poissons** et une biomasse estimée de 85 Kg de poissons par hectare. Sur la **Livenne_06, 14 espèces de poissons** ont été inventoriées, et la biomasse de poissons est estimée à 95 Kg par hectare.
- **L'état de santé des peuplements**, défini par les prévalences et les indices pathologiques, est jugé comme **préoccupant sur les deux stations de la Livenne**. Notons que les **lésions hémorragiques congestives, les absences d'organes, les érosions et les parasites de types points noirs et points blancs** sont les lésions les plus fréquemment observées sur ces stations. Au vu des indicateurs de l'état de santé des poissons, il semble que le peuplement de la Livenne_04 à l'amont présente un état de santé plus altéré que celui de la Livenne_06 à l'aval.
- **L'état de santé des populations** des espèces repères et patrimoniales est considéré comme préoccupant pour l'anguille, le chevaine, le goujon et le vairon sur la Livenne_04 et pour l'anguille, le chevaine et le goujon sur la Livenne_06. Il faut remarquer que la population d'anguilles est anormalement peu abondante pour ce type bassin versant situé à proximité de l'estuaire (rappelons que la continuité écologique est très altérée sur ce bassin versant).
- Les analyses écotoxicologiques sur le muscle et le foie des poissons de la Livenne révèlent la présence de **6 PCB, d'PFOS, de 4 insecticides organochlorés, du HCH Beta, du Dicofol, de la Dieldrine, de la Perméthrine, de l'Hexachlorobenzène et du Diflufenicanil**. Ces analyses ont aussi mis en évidence la présence de **28 substances métalliques** sur le bassin versant. Plus précisément on retrouve **12 polluants organiques et 21 éléments métalliques (dont 10 métaux à valeurs suspects) sur la Livenne_04**, contre **15 substances organiques et 23 métalliques (dont 10 métaux à valeurs suspects) sur la Livenne_06**. **Globalement le niveau de contamination des poissons par les molécules organiques est plus élevé à l'aval par rapport à l'amont**. Néanmoins on ne constate pas un niveau de contamination aux polluants métalliques plus élevé à l'amont ou à l'aval.

Lésions et parasites majoritaires	Stations		Orientation de diagnostic : causes les plus plausibles vis-à-vis du contexte et selon le système-expert (Elie et Girard, 2014)
	LIVENNE_04	LIVENNE_06	
Lésions hémorragiques et congestives	Anguille Chevaine Goujon Juvéniles lamproies Vairon	Chevaine Goujon Juvéniles lamproies Lamproie planer Loche	<ul style="list-style-type: none"> • Traumatismes, plaies, blessures et irritations (mécaniques ou chimiques) • Parasitisme • Maladies infectieuses (septicémies virales ou infectieuses) • Pollutions chimiques
Absences d'organes (écailles)	Chevaine	Ablette Chevaine Goujon	<ul style="list-style-type: none"> • Prédation, frottements, blessures • Parasitismes, septicémie bactérienne
Erosions	Anguille Vairon	Anguille	<ul style="list-style-type: none"> • Pollutions chimiques diverses : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique (HAP) brut, mercure, cadmium, ... • Facteurs environnementaux défavorables • Frottements • Parasitismes ou bactérioses externes
Nécrose		Chevaine Goujon	<ul style="list-style-type: none"> • Pollutions chimiques diverses : métaux lourds (Chrome, Mercure, Cadmium, Plomb), pétrole brut, effluents de pâtes à papier, détergents, résidus chlorés, phénols, ... • Traumatismes, blessures • Facteurs environnementaux défavorables • Parasites externes et maladies bactériennes ou virales
Points blancs	Anguille	Anguille	<ul style="list-style-type: none"> • Lenteur du courant, accumulation de matière organique, élévation de la température • Surdensité, promiscuité en pied d'ouvrage
Points noirs	Anguille	Anguille	<ul style="list-style-type: none"> • Elévation de la température associée à la lenteur de courant
Parasites Crustacés		Chevaine Goujon	<ul style="list-style-type: none"> • Elévation de la température
Recherche de polluants dans le muscle et le foie des poissons			
	LIVENNE_04		LIVENNE_06
Polluants organiques	AS PFOS - DDD 2,4 - DDD 4,4' - DDE 4,4' - DDT 44' - Diflufenicanil HCH Beta - Hexachlorobenzene - PCB : 118, 138, 153.		AS PFOS - DDD 4,4' - DDE 4,4' - DDT 44' - Diflufenicanil - Permethrine Dicofol - Dieldrine - PCB : 101 118 138 153 170 180.
Substances métalliques (valeurs suspectes)	Aluminium (Al) - Cadmium (Cd) - Cobalt (Co) - Chrome (Cr) - Fer (Fe) - Mercure (Hg) - Manganèse (Mn) - Sélénium (Se) - Vanadium (V) - Zinc (Zn)		Aluminium (Al) - Baryum (Ba) - Cadmium (Cd) - Cobalt (Co) - Chrome (Cr) - Fer (Fe) - Manganèse (Mn) - Sélénium (Se) - Vanadium (V) - Zinc (Zn)

En orange : les lésions dominantes à l'échelle du peuplement de la station considérée.
Les espèces atteintes par les lésions sont renseignées face aux lésions correspondantes.

4.2 Sur le bassin versant de la Jalle de Castelnau :

- **L'indice poisson rivière est classé en état moyen sur la JCastelnau_01 (amont) et sur la Cabaleyre_01 (affluent).** Effectivement on retrouve une très faible diversité sur ces deux stations, et les peuplements observés ont une structure très altérée, et éloignée du peuplement de référence. La station **JCastelnau_04** (aval) possède un peuplement plus conforme, avec **un IPR classé en bon état**. L'absence d'espèces attendues dans un peuplement, la perte en espèces repères et les populations non structurées révèlent que **certaines espèces ne peuvent pas accomplir leur cycle biologique**. **L'altération hydromorphologique et les pollutions chimiques diverses** semblent être les deux causes les plus probables qui affectent le cycle biologique des poissons. En effet **le rejet de macropolluants d'origine industriel et domestique (STEP) et l'altération de l'hydromorphologie et de la continuité écologique sont mises en évidence sur ce bassin versant**.
- Le peuplement inventorié sur la **JCastelnau_01 est composé de 4 espèces piscicoles** et représente une biomasse de 50 Kg de poissons par hectare. Sur la **JCastelnau_04, on observe la présence de 7 espèces de poissons** pour une biomasse de 62 Kg par hectare. Pour la station située sur la **Cabaleyre, 4 espèces de poissons** composent le peuplement et représentent une biomasse de 17 Kg par hectare.
- **L'état de santé des peuplements est jugé préoccupant sur les deux stations de la Jalle de Castelnau et sur celle du ruisseau de la Cabaleyre.** A l'échelle du bassin versant les lésions les plus observées sont : **les lésions hémorragiques congestives, les érosions et les parasites de types points noirs**. Notons que la station amont, JCastelnau_01, présente un peuplement avec un état de santé moins altéré que celui de la station aval JCastelnau_04.
- **L'état de santé des populations des espèces repères et patrimoniales est considéré comme préoccupant** pour l'anguille, le brochet et le vairon sur la JCastelnau_01, pour l'anguille, le goujon et la lamproie de planer sur la Jcastelnau_04 et pour l'anguille sur la Cabaleyre_01. Seulement les vairons de la station JCastelnau_01 affiche un état de santé non préoccupants. Il faut signaler aussi la faiblesse des populations d'anguilles sur ce bassin versant pourtant proche de l'estuaire (rappelons que la continuité écologique est très altérée sur ce bassin versant).
- Les analyses écotoxicologiques sur les tissus des poissons de la Jalle de Castelnau révèlent la présence de **10 PCB, d'PFOS, de 6 insecticides organochlorés, du HCH Beta et du HCH Gamma, de la Dieldrine, du Diflufenicanil, du Fludioxonil, de l'Hexachlorobenzène et de la Permethrine**. Ces analyses ont aussi mis en évidence la présence de **22 substances métalliques** sur le bassin versant. Plus précisément on retrouve **10 polluants organiques et 17 éléments métalliques (dont 8 métaux à valeurs suspects) sur la JCastelnau_01, 23 substances organiques et 16 métalliques (dont 7 métaux à valeurs suspects) sur la JCastelnau_04, et 11 substances organiques et 19 métalliques (dont 7 métaux à valeurs suspects) sur la Cabaleyre_01**.
- **Globalement le niveau de contamination des poissons par les molécules organiques et plus élevé à l'aval par rapport à l'amont.**

Lésions et parasites majoritaires	Stations			Orientation de diagnostic : causes les plus plausibles vis-à-vis du contexte et selon le système-expert (Elie et Girard, 2014)
	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01	
Lésions hémorragiques et congestives	Juvénile lamproie Vairon	Anguille Gambusie, Goujon Juvénile lamproie Lamproie planer		<ul style="list-style-type: none"> Traumatismes, plaies, blessures et irritations (mécaniques ou chimiques) Parasitisme Maladies infectieuses (septicémies virales ou infectieuses) Pollutions chimiques
Erosions	Anguille Brochet Juvénile lamproie	Anguille, Epinoche Juvénile lamproie Lamproie planer		<ul style="list-style-type: none"> Pollutions chimiques diverses : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique (HAP) brut, métaux lourds Facteurs environnementaux défavorables Frottements, Parasitismes ou bactérioses externes
Tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs	Juvénile lamproie Vairon	Anguille Juvénile lamproie		<ul style="list-style-type: none"> Pollutions chimiques diverses : pétrole, HAP, DDT, PCB, arsenic, RX, ... Maladies bactériennes, virales ou mycosiques Parasitismes (protozoaire, myxosporidies) Mutations dues au vieillissement
Ulcères et ulcérations	Vairon		Perche	<ul style="list-style-type: none"> Pollutions chimiques et irritations: ammoniacque, hydrocarbures, métaux et métalloïdes, ... Fluctuation de la salinité Infections bactériennes ou mycosiques Traumatisme, prédation, Parasitismes
Déformation, difformité et malformation	Brochet Juvénile lamproie			<ul style="list-style-type: none"> Pollutions chimiques diverses : substances cancérigènes, métaux lourds, pesticides ... Maladies (tuberculoses, nocardiose), parasitismes, maladies virales et bactérioses. Facteurs physiques : élévation brutale de la température, température trop froide, sursaturation gazeuse Tumeurs (ostéomes, ostéosarcomes) Développement embryonnaire défectueux
Nécrose	Vairon			<ul style="list-style-type: none"> Pollutions chimiques : métaux lourds, pétrole, effluents papèterie, détergents, résidus chlorés, phénols... Traumatismes, blessures, parasites externes et maladies bactériennes ou virales Facteurs environnementaux défavorables
Points noirs	Juvénile lamproie Vairon	Anguille	Anguille	<ul style="list-style-type: none"> Élévation de la température associée à la lenteur du courant
Recherche de polluants dans le muscle et le foie des poissons				
	JCASTELNAU_01	JCASTELNAU_04	CABALEYRE_01	
Polluants organiques	AS PFOS - DDD 2,4' - DDD 4,4' - DDE 4,4' - DDT 44' Diflufenicanil - Hexachlorobenzene PCB 118 - 138 - 153	AS PFOS, Chlordane Alpha et Beta, DDD 2,4', DDD 4,4', DDE 4,4' - DDT 44', Dieldrine, Diflufenicanil, Fludioxonil HCH Beta et Gamma (Lindane), Hexachlorobenzene PCB : 28 - 44 - 52 - 101 - 105 - 118 - 138 - 153 - 180 - Permethrine	AS PFOS - DDD 4,4' - DDE 4,4' Dieldrine - HCH Beta PCB : 118 - 138 - 153 - 170 - 180	
Substances métalliques (valeurs suspectes)	Aluminium (Al) - Arsenic (As) - Cobalt (Co) - Chrome (Cr) - Fer (Fe) - Mercure (Hg) - Manganèse (Mn) - Zinc (Zn)	Aluminium (Al) - Arsenic (As) - Cobalt (Co) - Chrome (Cr) - Fer (Fe) - Mercure (Hg) - Zinc (Zn)	Aluminium (Al) - Arsenic (As) - Fer (Fe) - Mercure (Hg) - Manganèse (Mn) - Vanadium (V) - Zinc (Zn)	

En orange : les lésions dominantes à l'échelle du peuplement de la station considérée.

Les espèces atteintes par les lésions sont renseignées face aux lésions correspondantes.

4.3 Sur le bassin versant du Chenal du Gua :

- **L'indice poisson rivière ne peut pas être calculé sur les stations de Chenal du Gua, car ce cours d'eau ne répond pas aux critères d'application de l'indice.** Néanmoins les indices de diversité nous fournissent un premier niveau d'information. Ainsi la station aval (GUA_08) présente un peuplement plus diversifié et stable que la station amont (GUA_13). En effet sur la station amont, deux espèces (anguilles et gardons) représentent 55% de l'effectif du peuplement. Les indices de diversité semblent mettre en évidence une certaine stabilité des conditions environnementales, favorable à l'installation d'un peuplement pérenne et structuré sur la station GUA_08, contrairement à la station GUA_13. La perte en espèces repères et le peuplement non structurées de la station GUA_13 semblent être causés par un manque quantitatif d'eau, surtout en période d'étiage (altération élevée de l'hydrologie mise en évidence sur le Deyre). Sur la partie aval du bassin versant (GUA_08), les populations de poissons sont soumises à une **altération hydromorphologique et à des pollutions chimiques diverses (surtout pesticides d'origine agricole)** qui affectent leur cycle biologique.
- Le peuplement inventorié sur la **GUA_13 est composé de 7 espèces de poissons** et représente une biomasse de 68 Kg de poissons par hectare, dont 34 Kg de gardons. Sur la **GUA_08, on observe la présence de 13 espèces piscicoles** pour une biomasse de 457 Kg par hectare, dont 282 Kg de carpes communes.
- **L'état de santé des peuplements est jugé préoccupant sur les deux stations du chenal du Gua.** A l'échelle du bassin versant les lésions les plus observées sont : **les lésions hémorragiques congestives, les absences d'écailles, les nécroses et les parasites de types points blancs et crustacés.** Notons que la station amont, **GUA_13, présente un peuplement avec un état de santé moins altéré que celui de la station aval GUA_08.**
- L'état de santé des populations des espèces repères et patrimoniales est considéré comme préoccupant pour l'anguille et le gardon sur la GUA_13, et pour l'anguille, le brochet, le carpe, le gardon et la perche commune sur la GUA_08. De la même façon que sur les autres bassins versant, la population d'anguilles est anormalement faible malgré la proximité du bassin versant vis-à-vis de l'estuaire.
- Les analyses écotoxicologiques sur les tissus des poissons du Chenal du Gua révèlent la présence de **2 PCB, d'PFOS, de 2 insecticides organochlorés issus de la dégradation du DDT, 2 Phtalates, de la Dieldrine, du Fludioxonil, de l'Hexachlorobenzène, et de l'Aclonifen.** Ces analyses ont aussi mis en évidence la présence de **20 substances métalliques** sur le bassin versant. Plus précisément on retrouve **10 polluants organiques et 19 éléments métalliques (dont 8 métaux à valeurs suspects) sur la station GUA_03 et 7 substances organiques et 20 métalliques (dont 7 métaux à valeurs suspects) sur la station GUA_08.**

Globalement le niveau de contamination des poissons par les molécules organiques est plus élevé à l'amont par rapport à l'aval.

Lésions et parasites majoritaires	Stations		Orientation de diagnostic : causes les plus plausibles vis-à-vis du contexte et selon le système-expert (Elie et Girard, 2014)
	GUA_13	GUA_08	
Lésions hémorragiques et congestives	Gardon	Brème bordelière Carassin argenté Carpe Gardon Poisson Chat	<ul style="list-style-type: none"> Traumatismes, plaies, blessures et irritations (mécaniques ou chimiques) Parasitisme Maladies infectieuses (septicémies virales ou infectieuses) Pollutions chimiques
Absences d'organes (écailles)	Gardon	Gardon Brochet Mulet	<ul style="list-style-type: none"> Prédation, frottements, blessures Parasitismes, septicémie bactérienne
Nécrose		Carassin argenté Carpe Perche	<ul style="list-style-type: none"> Pollutions chimiques diverses : métaux lourds (Chrome, Mercure, Cadmium, Plomb), pétrole brut, effluents de pâtes à papier, détergents, résidus chlorés, phénols, ... Traumatismes, blessures Facteurs environnementaux défavorables Parasites externes et maladies bactériennes ou virales
Points blancs	Anguille		<ul style="list-style-type: none"> Lenteur du courant, accumulation de matière organique, élévation de la température Surdensité, promiscuité en pied d'ouvrage
Parasites Crustacés		Brème bordelière Carassin argenté Brochet Gardon	<ul style="list-style-type: none"> Élévation de la température liée au ralentissement du courant.
Recherche de polluants dans le muscle et le foie des poissons			
	GUA_13		GUA_08
Polluants organiques	Alconifen - AS PFOS - DDD 4,4' - DDE 4,4' - Di Butyl Phtalate - Dieldrine - Diisobutyl Phtalate - Fludioxonil - PCB : 138, 153.		AS PFOS - DDD 4,4' - DDE 4,4' - Dieldrine - Diisobutyl Phtalate - PCB : 138, 153.
Substances métalliques (valeurs suspectes)	Aluminium (Al) - Cobalt (Co) - Fer (Fe) - Mercure (Hg) - Manganèse (Mn) - Sélénium (Se) - Vanadium (V) - Zinc (Zn)		Aluminium (Al) - Arsenic (As) - Fer (Fe) - Mercure (Hg) - Manganèse (Mn) - Sélénium (Se) - Zinc (Zn)

En orange : les lésions dominantes à l'échelle du peuplement de la station considérée.
Les espèces atteintes par les lésions sont renseignées face aux lésions correspondantes.

4.4 Sur le bassin versant du Chenal du Guy :

- **L'indice poisson rivière est classé en bon état sur la BERNEDE_01 (amont) et en état moyen sur la CHGUY_03 (aval).** Rappelons que l'on retrouve **une faible diversité sur ces deux stations**, qui est mise en évidence par les faibles scores obtenus par l'indice de Shannon-Weaver. Néanmoins le peuplement de la station amont (BERNEDE_01) possède une structure proche du peuplement attendu pour ce milieu contrairement à la station CHGUY_03 qui présente un peuplement assez éloigné du peuplement théorique attendu. Rappelons que **le faible effectif capturé sur la station BERNEDE_01 est dû à une faible capacité d'accueil du milieu pour la faune piscicole, mais aussi à une situation d'étiage très marquée.** L'absence d'espèces attendues et le peuplement peu structuré échantillonné sur la station CHGUY_03 révèlent que certaines espèces ne peuvent pas accomplir leur cycle biologique. En effet **sur la partie aval du bassin versant (CHGUY_03), les populations de poissons sont soumises à une altération élevée de la morphologie du cours d'eau, et à des pollutions chimiques diverses** (des rejets macropolluants d'origine industrielle sont mis en évidence, ainsi qu'une contamination par les pesticides d'origines agricole).
- Le peuplement inventorié sur la **BERNEDE_01 est composé de 3 espèces de poissons** et représente une biomasse de 6 Kg de poissons par hectare, dont 4,5 Kg d'anguille. Sur la **CHGUY_03, on observe la présence de 7 espèces piscicoles** pour une biomasse de 18 Kg par hectare, dont 10,5 Kg de brochet.
- **L'état de santé des peuplements est jugé préoccupant sur les deux stations du chenal du Guy. Rappelons que le très faible effectif capturé sur la BERNEDE_01 n'est pas suffisant pour déterminer l'état de santé du peuplement de façon robuste,** mais le peuplement observé semble néanmoins être moins altéré que celui de la station aval. A l'échelle du bassin versant les lésions les plus observées sont : **les lésions hémorragiques congestives, les absences d'écailles, les plaies et lésions anciennes et les parasites de types points noirs.**
- L'état de santé des populations des espèces repères et patrimoniales est considéré comme préoccupant uniquement pour l'anguille sur les deux stations de bassin versant. La faiblesse de la population d'anguille est aussi à remarquer (rappelons que la continuité écologique est jugée comme altérée sur ce bassin versant).
- Les analyses écotoxicologiques sur les tissus des poissons du Chenal du Guy révèlent la présence de **3 PCB, d'PFOS, de 3 insecticides organochlorés issus de la dégradation du DDT, 3 Phtalates, de la Dieldrine, du Diflufenicanil, du Fludioxonil, et de la Pendiméthaline.** Ces analyses ont aussi mis en évidence la présence **de 28 substances métalliques** sur le bassin versant. Plus précisément on retrouve **8 polluants organiques et 22 éléments métalliques, dont 10 ayant des valeurs suspectes sur la BERNEDE_01 et 14 substances organiques et 23 métalliques, dont 12 métaux à valeurs suspectes sur la station GUA_08.**

Globalement le niveau de contamination des poissons par les molécules organiques est plus élevé à l'aval par rapport à l'amont.

Lésions et parasites majoritaires	Stations		Orientation de diagnostic : causes les plus plausibles vis-à-vis du contexte et selon le système-expert (Elie et Girard, 2014)
	BERNEDE_01	CHGUY_03	
Lésions hémorragiques et congestives		Anguille	<ul style="list-style-type: none"> • Traumatismes, plaies, blessures et irritations (mécaniques ou chimiques) • Parasitisme • Maladies infectieuses (septicémies virales ou infectieuses) • Pollutions chimiques
Absences d'organes (écailles)		Chevaie Epinoche	<ul style="list-style-type: none"> • Prédation, frottements, blessures • Parasitismes, septicémie bactérienne
Plaies et lésions anciennes	Anguille	Anguille	<ul style="list-style-type: none"> • Prédation, blessures • Bactériose au niveau de la tête (Hexamita)
Tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs		Anguille	<ul style="list-style-type: none"> • Pollutions chimiques diverses : pétrole, HAP, DDT, PCB, arsenic, RX, ... • Contamination du sédiment • Maladies bactériennes, virales ou mycosiques • Parasitismes (protozoaire, myxosporidies) • Mutations dues au vieillissement
Points noirs	Anguille	Anguilles	<ul style="list-style-type: none"> • Elévation de la température associée à la lenteur du courant
Points blancs		Anguille	<ul style="list-style-type: none"> • Lenteur du courant, accumulation de matière organique, élévation de la température • Surdensité, promiscuité en pied d'ouvrage
Recherche de polluants dans le muscle des poissons			
	BERNEDE_01		CHGUY_03
Polluants organiques	AS PFOS - DDD 4,4' - DDE 4,4' - Dieldrine - Diflufenicanil - Diisobutyl Phtalate - PCB : 138, 153.		AS PFOS - DDD 2,4' - DDD 4,4' - DDE 4,4' - DEHP - Di Butyl Phtalate - Dieldrine - Diflufenicanil - Diisobutyl Phtalate - Fludioxonil - PCB : 118 138 153 - Pendiméthaline
Substances métalliques (valeurs suspectes)	Aluminium (Al) - Cobalt (Co) - Chrome (Cr) - Fer (Fe) - Mercure (Hg) - Manganèse (Mn) - Sélénium (Se) - Vanadium (V) - Zinc (Zn)		Aluminium (Al) - Baryum (Ba) - Cadmium (Cd) - Cobalt (Co) - Chrome (Cr) - Fer (Fe) - Manganèse (Mn) - Sélénium (Se) - Vanadium (V) - Zinc (Zn)

En orange : les lésions dominantes à l'échelle du peuplement de la station considérée.
Les espèces atteintes par les lésions sont renseignées face aux lésions correspondantes.

4.5 Conclusion générale de l'étude :

Cette étude permet de prendre conscience que la structure des peuplements piscicoles, ainsi que l'absence de certaines espèces normalement attendues sont liées à des aménagements qui entraînent : d'une part de mauvaises caractéristiques hydro-morphologiques du milieu, et d'autre part une qualité physico-chimique de l'eau qui peut être limitante pour certaines espèces. Outre ces conséquences, ces pressions anthropiques se répercutent sur l'état de santé des poissons. **Ainsi, la mise en application des Codes Pathologie sur les peuplements de poissons nous a permis de mettre en évidence un état de santé préoccupant pour l'ensemble des peuplements inventoriés, et la plupart des espèces repères des quatre bassins versants étudiés : La Livenne, la Jalle de Castelnaud et le ruisseau de Cabaleyre, Le chenal du Gua et le Chenal du Guy.**

En premier lieu, c'est la proportion d'habitat biogène, défini par un substrat et un faciès d'écoulement, qui va influencer l'attractivité du milieu en faveur de certaines espèces de poissons. Les caractéristiques hydro-morphologiques d'une portion de cours d'eau influenceront donc la possibilité pour une espèce de pouvoir réaliser son cycle biologique et s'installer durablement. Sur cette base, notre travail permet de distinguer les stations attractives et favorables à l'installation d'un peuplement piscicole riche et diversifié, des stations ayant une faible capacité d'accueil pour la faune piscicole. Ainsi les stations LIVENNE_04, JCASTELNAU_01 et CABALEYRE_01, sont des stations qui présentent une bonne proportion de substrats biogènes repartis sur des faciès d'écoulements diversifiés. A contrario, les stations LIVENNE_06, JCASTELNAU_04, GUA_13, GUA_08, BERNEDE_01 et CHGUY_03 correspondent à des milieux peu attractifs pour les poissons, caractérisés par une homogénéisation des substrats (forte dominance du sable ou des sédiments fins) et des faciès peu diversifiés. Pour remédier à cette faible attractivité des cours d'eau, il est nécessaire de mettre en place des mesures de renaturation des milieux, afin de retrouver une mosaïque d'habitats diversifiés et biogènes pour la faune piscicole. Pour cela, plusieurs préconisations et orientations de gestion sont proposées dans la dernière partie de ce rapport (végétalisation, aménagement de banquettes rivulaires, apport de substrats, reconstruction d'abris...). **Les aménagements entraînent aussi, des problèmes de continuité écologique constatés sur la plupart des bassins versants.** Ils influencent grandement la présence et les effectifs de certaines espèces en particulier les migratrices amphihalines comme l'anguille qui montre de très faibles populations même sur des zones proches de l'estuaire qui devraient être très bien colonisées.

En second lieu, nous pouvons également affirmer qu'une qualité physico-chimique de l'eau et des sédiments influent sur la structure des peuplements de poissons, sur la présence de certaines espèces et sur l'état de santé des poissons. D'une part, **une partie des problèmes de faiblesse d'effectif de certaines espèces sont vraisemblablement dus à la présence de polluants** qui peuvent avoir des effets directs mais aussi intergénérationnels (affaiblissement des défenses immunitaires, impact sur la reproduction, troubles du comportement, mort des individus, ...). D'autre part, **les lésions présentes chez les poissons en général et surtout celles qui sont les plus rencontrées comme les lésions hémorragiques congestives sont fortement corrélées aux diverses pollutions chimiques d'origines anthropiques.**

En effet, d'après les données issues de l'étude d'occupation du sol et des pressions identifiées par les états des lieux réalisés dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027, les quatre bassins versants de cette étude accueillent de nombreuses activités humaines pouvant produire des pollutions chimiques :

- **Agricole au sens large (type pesticides) sur entre autres : le Chenal du Gua, le Chenal du Guy.**

- **Industrielle et effluents de chai (rejet polluant type PCBs, PFOS, Phtalates...) entre autres sur : la Livenne, la Jalle de Castelnau, la Cabaleyre, le Chenal du Guy.**
- **Domestique (rejet station épuration types cocktails de polluants), entre autres sur la Jalle de Castelnau.**

Cependant la majorité des données collectées sur les cours d'eau le sont sur les parties aval et seulement l'eau. Le manque de données, sur les secteurs amont ne permet pas d'identifier de manière précise l'origine des divers types de pollutions. **Il faudra donc engager un travail visant à déterminer plus précisément l'origine des polluants dans les zones situées en amont des bassins versants.**

Nos analyses écotoxicologiques sur les tissus de certaines populations de poissons mettent en évidence une pression agricole historique avec la détection des polluants organiques, issus de la dégradation du DDT (insecticide) sur l'ensemble des cours d'eau étudiés ou une pression industrielle historique avec la présence de molécules comme les PCBs. D'autres polluants d'utilisation plus récente en agriculture (grande culture, maraîchage, sylviculture...) ou dans l'entretien des zones urbaines, les jardins (insecticides, herbicides, fongicides, rodenticides...) et dans l'industrie en général sont aussi mis en évidence. Les analyses des polluants organiques nous montrent que beaucoup de ces molécules sont interdites d'utilisation, ainsi :

- **Dans Chenal du GUA sur 11 molécules de polluants organiques décelées, 9 sont interdites d'utilisation et sont pourtant présentes,**
- **Dans le chenal du Guy, sur les 13 molécules de polluants organiques mises en évidence, 12 sont interdites d'utilisation et sont pourtant présentes,**
- **Sur La Jalle de Castelnau et le ruisseau de Cabaleyre 25 molécules de polluants organiques sont décelées dont plus de 19 sont interdites d'utilisation actuellement,**
- **Sur la Livenne, 17 molécules de polluant organiques sont décelées dont près de 14 sont interdites d'utilisation actuellement,**

Les analyses réalisées sur les tissus des poissons mettent aussi en évidence la présence de nombreux métaux lourds à des niveaux suspects par rapport au bruit de fond admis habituellement. Les métaux peuvent être issus d'une utilisation agricole (engrais, phytosanitaires), mais aussi de l'industrie (métallurgie, mécanique...) ou l'utilisation des produits pétroliers dans les véhicules, le lessivage des routes, des zones de parking (usure des pneumatiques et des freins, carburants, fuites possibles, ...) et des toitures qui peuvent représenter jusqu'à 50% des eaux de ruissellement. Comme nous l'avons vu l'examen plus précis des résultats des analyses nous révèlent que :

- **Dans le bassin versant du Chenal du Guy 11 métaux dépassent les niveaux du bruit de fond.** Ces métaux sont donc susceptibles d'avoir un effet néfaste sur la santé des poissons peuplant ce cours d'eau ce sont ; l'aluminium, l'arsenic, le cobalt, le chrome, le fer, le mercure, le manganèse, le plomb, le sélénium, le titane, le vanadium et le zinc.
- **Dans le bassin versant du Chenal du GUA 8 métaux dépassent les niveaux du bruit de fond.** Ils sont donc susceptibles, eux aussi, d'avoir un effet néfaste sur les poissons peuplant Le chenal du GUA, ce sont ; l'aluminium, l'arsenic, le cobalt, le fer, le mercure, le manganèse, le sélénium, le vanadium et le zinc.

- **Dans la Livenne 11 métaux dépassent les doses admises** comme normales dans les analyses des tissus des poissons, soit : aluminium, baryum, cadmium, cobalt, chrome, fer, mercure, manganèse, sélénium, vanadium, zinc.

- **Dans la Jalle de Castelnau et son affluent le ruisseau de Cabaleyre, 10 métaux sont décelés** dans les tissus des poissons à des niveaux dépassant les niveaux habituellement admis, donc suspects, soit : aluminium, arsenic, baryum, cobalt, chrome, fer, mercure, manganèse, vanadium, zinc

La présence dans les tissus des poissons examinés d'arsenic, de cobalt, de mercure, de plomb, de sélénium, de zinc, de cadmium et de chrome est particulièrement anormale. Certains de ces éléments ne sont trouvés que sur certains bassins versants comme le cadmium sur la Livenne ou le titane sur le Chenal du Guy, d'autres sont décelés sur l'ensemble des bassins versants comme : l'aluminium, l'arsenic, le mercure, le chrome, le zinc.... Le Fer, fortement détecté dans les tissus des poissons sur beaucoup de stations, peut trouver sa source dans des intrants agricoles, mais surtout dans la nature géochimique des substrats. Cela reste cependant à vérifier.

Les rejets plus ou moins diffus de nombreux polluants métalliques expliquent, eux aussi, le mauvais état de santé des populations de poissons. Nous pourrions, par une analyse plus précise des pressions anthropiques existant sur ces cours d'eau, fortement restreindre cette pollution polymétallique importante.

Comme nous l'avons vu dans ce travail, toutes les pressions engendrées par les activités humaines ont été identifiées et évaluées par les résultats des analyses écotoxicologiques conduites sur les tissus des poissons. **Il reste maintenant à déterminer leur origines précises et à les diminuer le plus possible**

Ainsi sur les quatre bassins versants étudiés nous voyons que les populations de poissons restantes baignent dans un cocktail de polluants organiques et minéraux néfastes à leur état de santé qui est jugé très dégradé. Les niveaux de contamination des poissons sont importants et entraînent non seulement des effets immédiats et visibles, comme les lésions ou le parasitisme, mais aussi, des problèmes de perturbations endocrinienne entraînant des reproductions anormales, ou des problèmes de génotoxicité et d'épigénotoxicité. En effet, les polluants sont aussi de plus en plus impliqués dans des perturbations épigénétiques qui entraînent des répercussions intergénérationnelles. **Beaucoup des polluants présents sur les bassins versants étudiés « posent questions » car ils sont ; soit interdit à la commercialisation depuis de nombreuses années, soit très surveillés car posant de graves problèmes environnementaux donc aussi pour l'homme.**

5 ORIENTATION DE DIAGNOSTIC ET PROPOSITION DE GESTION

5.1 SUR LA LIVENNE

Les potentielles causes d'altérations de l'état de santé des poissons	Observations et constats sur les stations		Orientation de diagnostic sur le bassin versant de la Livenne
	LIVENNE_04 (amont)	LIVENNE_06 (aval)	
L'Hydromorphologie du cours d'eau	<p>Constat terrain :</p> <p>Score habitat de 1569 jugé bon.</p> <p>Substrats du lit mineur diversifiés et biogènes.</p> <p>Alternance de plusieurs vitesses d'écoulement et hétérogénéité des profondeurs -> diversité des faciès.</p> <p>Substrat minéral ayant la plus grosse granulométrie : galets</p>	<p>Constat terrain :</p> <p>Score habitat de 362 jugé faible.</p> <p>Substrat du lit mineur peu diversifié et peu biogènes.</p> <p>Vitesses d'écoulement et hauteurs d'eau homogènes sur la station -> unique faciès de plat courant.</p> <p>Substrat minéral ayant la plus grosse granulométrie : graviers</p>	<p>Constat et diagnostic : On constate une réelle différence en termes d'hydromorphologie et d'attractivité entre la station amont et la station aval de la Livenne. Rappelons que l'état des lieux des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence une altération élevée de la morphologie du cours d'eau et une altération modérée de l'hydrologie sur la masse d'eau.</p> <p>Orientation de gestion : Renaturation et diversification des habitats sur la partie aval de la Livenne. Installation de banquettes rivulaires végétalisées permettant de diversifier les faciès et d'amener une végétation de type héliophytes en bord de cours d'eau. Laisser les embâcles dans le cours d'eau (voir installer et fixer des embâcles), afin de créer des caches pour la faune piscicole et de la diversité de faciès. En effet à l'aval immédiat des embâcles se forment des mouillés (fosses), creusés par l'accélération de la vitesse d'écoulement. L'implantation de macrophytes pourraient aussi être envisagée au niveau des zones les moins ombragées du cours d'eau.</p> <p>Recharge granulométrique : la station amont présente peu de galets et la station aval n'en présente pas du tout. Il serait intéressant d'apporter des blocs (>200mm) et des galets (20-200mm) dans le cours d'eau et en priorité sur le secteur de la LIVENNE_06 (partie aval).</p> <p>Gestion de la ressource en eau : améliorer les débits d'étiages en faveur de la faune piscicole.</p>
Continuité écologique	<p>Anguille : effectif estimé à 3,5 individus / 100m².</p>	<p>Anguille : effectif estimé à 15,6 individus / 100m².</p>	<p>Constat et diagnostic : On constate une forte diminution de l'effectif d'anguilles selon un gradient aval -> amont. Notons aussi que l'indice parasitaire est jugé préoccupant pour les anguilles des deux stations d'inventaire (l'apparition et la prolifération de points noirs et de points blancs sont favorisées par l'accumulation des individus en pied d'ouvrage, et par une élévation de la température de l'eau). Le principal facteur limitant la colonisation des parties amonts du bassin versant pour l'anguille est la présence de plusieurs obstacles sur le cours d'eau. En effet l'état des lieux des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence une altération élevée de la continuité écologique.</p>

			Orientation de gestion : améliorer la circulation des poissons, notamment de l'anguille, au niveau des obstacles. (passe multi espèce ou à minima passe à anguille)
Qualité physico-chimique de l'eau	Chabot : 16,8 ind/100 ² Vairon : 15,6 ind/100 ²	Chabot : 0,1 ind/100 ² Vairon : 0,0 ind/100 ²	Constat et diagnostic : La disparition des vairons et la quasi-disparition des chabots sur la station aval. Ces deux espèces sont assez sensibles à la qualité de leur environnement, tant en termes de qualité de l'eau que de la qualité de leur habitat (substrats et faciès). Rappelons que l'EDL des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence une pression significative des rejets macro polluants d'activités industrielles non raccordées. Orientation de gestion : amélioration de la qualité de l'eau, et surtout sur la partie aval. Sensibiliser les politiques et les acteurs locaux sur une amélioration de la qualité des eaux de rejets.
Polluants organiques	Dans les anguilles : 10 substances, dont 3 ont une concentration supérieure à l'amont Dans les goujons : 4 substances, dont 1 a une concentration supérieure à l'amont	Dans les anguilles : 14 substances, dont les 14 ont une concentration supérieure à l'aval Dans les goujons : 9 substances, dont les 9 ont une concentration supérieure à l'aval	Constat et diagnostic : un cocktail de substances organiques plus diversifié et en plus grande concentration à l'aval de la masse d'eau. Néanmoins les concentrations mesurées à l'amont, comme à l'aval, créent un environnement chimique irritant pouvant expliquer la forte prévalence des lésions hémorragiques congestives dans les peuplements. Les problèmes de faiblesse d'effectif des espèces sensibles sont vraisemblablement dus aussi à la présence de ces polluants (reproduction, comportement, ...) Orientation de gestion : sensibiliser les politiques et les acteurs locaux sur une amélioration de la qualité des eaux de rejets. Amélioration de la qualité de l'eau à prioriser sur la partie aval.
Substances métalliques	10 métaux à concentration au moins suspects	10 métaux à concentration au moins suspects	Constat et diagnostic : Sur l'ensemble du cours d'eau la présence d'éléments métalliques à des concentrations suspectes crée un environnement chimique irritant pouvant expliquer la forte prévalence des lésions hémorragiques congestives dans les peuplements. Les problèmes de faiblesse d'effectif sont vraisemblablement dus aussi à la présence de ces polluants (reproduction, comportement, ...) Orientation de gestion : sensibiliser les politiques et acteurs locaux sur une amélioration de la qualité des eaux des différents rejets. Préciser les origines des polluants

5.2 SUR LA JALLE DE CASTELNAU ET LE RUISSEAU DE CABALEYRE

Les potentielles causes d'altérations de l'état de santé des poissons	Observations et constats sur les stations			Orientation de diagnostic sur le bassin versant de la Jalle de Castelnaud
	JCASTELNAU_01 (amont)	JCASTELNAU_04 (aval)	CABALEYRE_01 (affluent)	
L'Hydromorphologie du cours d'eau	<p>Constat terrain :</p> <p>Score habitat de 2604 jugé très bon. Substrats du lit mineur diversifiés et biogènes. Alternance de plusieurs vitesses d'écoulement et hétérogénéité des profondeurs -> diversité des faciès. Substrat minéral ayant la plus grosse granulométrie : blocs</p>	<p>Constat terrain :</p> <p>Score habitat de 335 jugé faible. Substrat du lit mineur peu diversifié et peu biogènes. Vitesse d'écoulement et hauteurs d'eau homogènes sur la station -> unique faciès de plat lentique. Substrat minéral ayant la plus grosse granulométrie : graviers</p>	<p>Constat terrain :</p> <p>Score habitat de 1637 jugé bon. Substrats du lit mineur diversifiés et biogènes. Alternance de plusieurs vitesses d'écoulement et hétérogénéité des profondeurs -> diversité des faciès. Substrat minéral ayant la plus grosse granulométrie : blocs</p>	<p>Constat et diagnostic : On constate une différence significative en termes d'hydromorphologie entre la station amont et la station aval de la Jalle de Castelnaud, avec un station aval très peu attractive pour la faune piscicole. La station située sur le ruisseau de la Cabaleyre est favorable à l'installation de la faune piscicole en termes d'habitat. Ajoutons que l'état des lieux des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence une altération élevée de la morphologie du cours d'eau et une altération modérée de l'hydrologie seulement sur la Cabaleyre.</p> <p>Orientation de gestion :</p> <p>Renaturation et diversification des habitats sur la partie aval de la Jalle de Castelnaud. Installation de banquettes rivulaires végétalisées permettant de diversifier les faciès d'écoulement et d'amener une végétation de type hélophytes en bord de court d'eau. Laisser les embâcles dans le cours d'eau (voir installer et fixer des embâcles en berge), afin de créer des caches pour la faune piscicole et de la diversité de faciès. En effet à l'aval immédiat des embâcles se forme des mouilles (fosses), creusées par l'accélération de la vitesse d'écoulement. L'implantation de macrophytes pourraient aussi être envisagée au niveau de zones les moins ombragées du cours d'eau.</p> <p>Gestion de la ressource en eau : améliorer les débits d'étiages en faveur de la faune piscicole sur le ruisseau de la Cabaleyre.</p>
Continuité écologique	Anguille : effectif estimé à 0,3 individus / 100m ² .	Anguille : effectif estimé à 6,2 individus / 100m ² .	Anguille : effectif estimé à 9,1 individus / 100m ² .	<p>Constat et diagnostic : On constate une forte diminution de l'effectif des anguilles de la partie aval du bassin versant vers la partie amont de la Jalle de Castelnaud. Notons aussi que l'indice parasitaire est jugé préoccupant pour les 3 peuplements piscicoles inventoriés (l'apparition et la prolifération de points noirs et de points blancs sont favorisées par l'accumulation des individus en pied d'ouvrage, et par une élévation de la température de l'eau). Le principal facteur limitant la colonisation des parties amonts du bassin versant pour l'anguille est la présence de plusieurs obstacles infranchissables sur le cours d'eau. En effet l'état des lieux des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence</p>

				<p>une altération élevée de la continuité écologique sur la Jalle de Castelnaud et une altération modérée le ruisseau de la Cabaleyre.</p> <p>Orientation de gestion : améliorer la circulation des poissons, notamment de l'anguille, au niveau des obstacles. (passe multi espèce ou à minima passe à anguille)</p>
Qualité physico-chimique de l'eau	Vairon : 84,4 ind/100 ²	Vairon : 0,4 ind/100 ²	Vairon : 0,0 ind/100 ²	<p>Constat et diagnostic : Une quasi-disparition des vairons sur la station aval et une absence totale de vairon sur la CABALEYRE_01. Cette espèce est assez sensibles à la qualité de son environnement, tant en termes de qualité de l'eau que de la qualité de son habitat (substrats et faciès).</p> <p>Orientation de gestion : amélioration de la qualité de l'eau, et surtout sur la partie aval.</p>
Polluants organiques	<p>Dans les anguilles : 10 polluants, dont 4 ont une concentration supérieure à l'amont par rapport à l'aval</p> <p>Dans les lamproies : 5 polluants, dont 2 ont une concentration supérieure à l'amont par rapport à l'aval</p>	<p>Dans les anguilles : 8 polluants, dont 8 ont une concentration supérieure à l'aval par rapport à l'amont</p> <p>Dans les lamproies : 22 polluants, dont 20 ont une concentration supérieure à l'aval par rapport à l'amont</p>	<p>Dans les anguilles : 10 polluants, dont les 10 ont une concentration supérieure par rapport à JCASTELNAU_01, et dont 7 ont une concentration supérieure par rapport à JCASTELNAU_04.</p> <p>Dans les perches : 5 polluants détectées</p>	<p>Constat et diagnostic : Un cocktail de substances organiques plus diversifié et en plus grande concentration à l'aval de la masse d'eau de la Jalle de Castelnaud. On retrouve un niveau de contamination comparable, voire légèrement plus élevée sur la Cabaleyre que sur l'aval de la Jalle de Castelnaud. Néanmoins les concentrations mesurées sur l'ensemble des stations, créent un environnement chimique irritant pouvant expliquer la forte prévalence des lésions hémorragiques congestives, des érosions, des ulcères et des tumeurs, kyste et autres grosseurs dans les peuplements. Les problèmes de faiblesse d'effectif, des espèces sensibles, sont vraisemblablement dus aussi à la présence de ces polluants (reproduction, comportements,)</p> <p>Orientation de gestion : sensibiliser les politiques et les acteurs locaux sur une amélioration de la qualité des eaux de rejets. Amélioration de la qualité de l'eau à prioriser sur la partie aval. Préciser les origines des polluants</p>
Substances métalliques	8 métaux à concentration au moins suspects	7 métaux à concentration au moins suspects	7 métaux à concentration au moins suspects	<p>Constat et diagnostic : Sur l'ensemble du cours d'eau la présence d'éléments métalliques à des concentrations suspectes crée un environnement chimique irritant pouvant expliquer la forte prévalence des lésions hémorragiques congestives, des érosions, des ulcères et des tumeurs, kyste et autres grosseurs dans les peuplements. Les problèmes de faiblesse d'effectif sont vraisemblablement dus aussi à la présence de ces polluants (reproduction, comportements...)</p> <p>Orientation de gestion : sensibiliser les politiques et les acteurs locaux sur une amélioration de la qualité des eaux de rejets. Préciser l'origine des polluants</p>

5.3 SUR LE CHENAL DU GUA

Les potentielles causes d'altérations de l'état de santé des poissons	Observations et constats sur les stations		Orientation de diagnostic sur le bassin versant du Chenal du Gua
	GUA_13 (amont)	GUA_08 (aval)	
L'Hydromorphologie du cours d'eau	<p>Constat terrain :</p> <p>Score habitat de 314 jugé faible.</p> <p>Substrats du lit mineur peu diversifiés et globalement peu biogènes.</p> <p>Vitesses d'écoulement et hauteurs d'eau homogènes sur la station -> unique faciès de plat lentique.</p> <p>73% de sable.</p>	<p>Constat terrain :</p> <p>Score habitat de 277 jugé faible.</p> <p>Substrats du lit mineur peu diversifiés et globalement peu biogènes.</p> <p>Vitesses d'écoulement et hauteurs d'eau homogènes sur la station -> unique faciès de chenal lentique.</p> <p>75% de vases et limon.</p>	<p>Constat et diagnostic : On constate une réelle différence en termes d'hydromorphologie entre la station amont et la station aval du chenal du Gua. Néanmoins les deux sont assez peu attractives pour la faune piscicole. Ajoutons que l'état des lieux des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence une altération élevée de la morphologie uniquement sur le Chenal du Gua, une altération élevée de l'hydrologie sur le Deyre et le Chenal du Gua et une pression significative des prélèvements d'eau pour l'irrigation sur le Chenal du Gua. En effet sur les deux stations on constate la présence d'un faciès très lentique, préjudiciable à la présence des poissons, durant la période estivale.</p> <p>Orientation de gestion :</p> <p>Renaturation et diversification des habitats sur la partie amont de la masse d'eau. Installation de banquettes rivulaires végétalisées permettant de diversifier les faciès et d'amener une végétation de type hélrophytes en bord de court d'eau. Laisser les embâcles dans le cours d'eau (voir installer et fixer des embâcles en berge), afin de créer des caches pour la faune piscicole et de la diversité de faciès. En effet à l'aval immédiat des embâcles se forme des mouilles (fosses), creusées par l'accélération de la vitesse d'écoulement. L'implantation de macrophytes pourraient aussi être envisagée au niveau de zones les moins ombragées du cours d'eau.</p> <p>Gestion de la ressource en eau : améliorer les débits d'étiages.</p>
Continuité écologique	<p>Anguille : effectif estimé à 21,5 individus / 100m².</p>	<p>Anguille : effectif estimé à 5,5 individus / 100m².</p>	<p>Constat et diagnostic : On constate la présence d'un effectif assez conséquent d'anguille sur la partie amont du bassin versant, indiquant une bonne continuité écologique sur la masse d'eau. En effet l'état des lieux des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence qu'une altération minimale de la continuité écologique sur les deux masses d'eau. Les niveaux d'abondance de l'anguille sont toutefois insuffisants en regard de la proximité de l'estuaire.</p> <p>Orientation de gestion : améliorer la circulation des poissons, notamment de l'anguille, au niveau des obstacles. (passe multi espèce ou à minima passe à anguille)</p>

Qualité physico-chimique de l'eau	Station agence 05184250 : Etat physico-chimique mauvais, mais seulement déclassé par la concentration en carbone organique dissout	Station agence 05025600 : Etat physico-chimique mauvais, déclassé par le carbone organique dissout, la DBO5, l'ammonium, le phosphore total et la température.	<p>Constat et diagnostic : l'EDL des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence une pression significative par les pesticides. Notons aussi que les stations agences de l'eau, 05184250 et 05025600, mettent en une qualité physico-chimique de l'eau plus dégradé à l'aval qu'à l'amont.</p> <p>Orientation de gestion : amélioration de la qualité de l'eau, et surtout sur la partie aval. Sensibiliser les politiques et les acteurs locaux sur une amélioration de la qualité de l'eau.</p>
Polluants organiques	Dans les anguilles : 6 polluants, dont 4 ont une concentration supérieure à l'amont Dans les gardons : 7 polluants, dont les 7 ont une concentration supérieure à l'amont	Dans les anguilles : 6 polluants, dont les 3 ont une concentration supérieure à l'aval Dans les gardons : 2 polluants, dont aucune n'a une concentration supérieure à l'aval	<p>Constat et diagnostic : un cocktail de polluants organiques aussi diversifié et dans des concentrations assez comparables sur l'ensemble de la masse d'eau. Ces polluants créent un environnement chimique irritant pouvant expliquer la forte prévalence des lésions hémorragiques congestives dans les peuplements. Les problèmes de faiblesse d'effectif sont vraisemblablement dus aussi à la présence de ces polluants (reproduction, comportements...)</p> <p>Orientation de gestion : sensibiliser les politiques et les acteurs locaux sur une amélioration de la qualité des eaux de rejets. Amélioration de la qualité de l'eau à prioriser sur la partie aval.</p>
Substances métalliques	8 métaux à concentration au moins suspects	7 métaux à concentration au moins suspects	<p>Constat et diagnostic : Sur l'ensemble du cours d'eau la présence d'éléments métalliques à des concentrations suspectes crée un environnement chimique irritant pouvant expliquer la forte prévalence des lésions hémorragiques congestives dans les peuplements. Les problèmes de faiblesse d'effectif sont vraisemblablement dus aussi à la présence de ces polluants (reproduction comportements ...)</p> <p>Orientation de gestion : sensibiliser les politiques et les acteurs locaux sur une amélioration de la qualité des eaux de rejets. Préciser les origines des polluants</p>

5.4 SUR LE CHENAL DU GUY

Les potentielles causes d'altérations de l'état de santé des poissons	Observations et constats sur les stations		Orientation de diagnostic sur le bassin versant du Chenal du Guy
	BERNEDE_01 (amont)	CHGUY_03 (aval)	
L'Hydromorphologie du cours d'eau	<p>Constat terrain :</p> <p>Score habitat de 362 jugé faible.</p> <p>Substrats du lit mineur peu diversifiés et globalement peu biogènes.</p> <p>Vitesses d'écoulement et hauteurs d'eau faible et homogènes sur la station -> unique faciès de plat lentique. 80% de sable, 10% graviers.</p>	<p>Constat terrain :</p> <p>Score habitat de 277 jugé faible.</p> <p>Substrats du lit mineur peu diversifiés et globalement peu biogènes.</p> <p>Vitesses d'écoulement faible et hauteurs d'eau homogènes sur la station -> unique faciès de plat courant lentique. 78% de sable, 10% graviers.</p>	<p>Constat et diagnostic : Les deux stations ont des caractéristiques hydromorphologiques assez proches, mais avec une différence notable en termes de largeur de lit mouillé (2,6m sur la BERNEDE_01 et 4,4m sur la CHGUY_03). Elles sont assez peu attractives pour la faune piscicole. Ajoutons que l'état des lieux des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence une altération élevée de la morphologie du cours d'eau.</p> <p>Orientation de gestion :</p> <p>Renaturation et diversification des habitats sur la partie amont de la masse d'eau. Installation de banquettes rivulaires végétalisées permettant de diversifier les faciès et d'amener une végétation de type héliophytes en bord de court d'eau. Laisser les embâcles dans le cours d'eau (voir installer et fixer des embâcles en berge), afin de créer des caches pour la faune piscicole et de la diversité de faciès. En effet à l'aval immédiat des embâcles se forme des mouilles (fosses), creusées par l'accélération de la vitesse d'écoulement. L'implantation de macrophytes pourraient aussi être envisagée au niveau de zones les moins ombragées du cours d'eau.</p> <p>Gestion de la ressource en eau : améliorer les débits d'étiages en faveur de la faune piscicole.</p>
Continuité écologique	Anguille : effectif estimé à 3,2 individus / 100m ² .	Anguille : effectif estimé à 11,6 individus / 100m ² .	<p>Constat et diagnostic : On constate la présence d'un effectif assez faible sur partie amont et aval, qui indique une altération de la continuité écologique. Effectivement l'état des lieux des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence une altération modérée de la continuité écologique sur la masse d'eau.</p> <p>Orientation de gestion : améliorer la circulation des poissons, notamment de l'anguille, au niveau des obstacles. (passe multi espèce ou à minima passe à anguille)</p>
Qualité physico-chimique de l'eau classique		Station agence 05184300 : l'indice diatomées est jugé mauvais (8,5/20) et le cortège diatomique révèle une qualité de l'eau altérée.	<p>Constat et diagnostic : l'EDL des pressions dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2022-2027 met en évidence une pression significative par les pesticides et les macro-polluants d'origines industriels.</p> <p>Orientation de gestion : amélioration de la qualité de l'eau, et surtout sur la partie aval. Sensibiliser les politiques et les acteurs locaux sur une amélioration de la qualité de l'eau.</p>

<p>Polluants organiques</p>	<p>Dans les anguilles : 3 polluants, dont 1 a une concentration supérieure à l'amont</p> <p>Dans les lamproies : 8 polluants, dont 2 ont une concentration supérieure à l'amont</p>	<p>Dans les anguilles : 8 polluants , tous ont une concentration supérieure à l'aval</p> <p>Dans les lamproies : 11 substances, dont les 11 ont une concentration supérieure à l'aval</p>	<p>Constat et diagnostic : Un cocktail de substances organiques plus diversifié et en plus grande concentration à l'aval de la masse d'eau du Chenal du Guy. Néanmoins les concentrations mesurées sur l'ensemble des stations, créés un environnement chimique irritant pouvant expliquer la présence des lésions hémorragiques congestives et des kystes et autres grosseurs dans le peuplement de la station aval (CHGUY_03). Les problèmes de faiblesse d'effectif sont vraisemblablement dus aussi à la présence de ces polluants</p> <p>Orientation de gestion : sensibiliser les politiques et les acteurs locaux sur une amélioration de la qualité des eaux de rejets. Amélioration de la qualité de l'eau à prioriser sur la partie aval. Origines des polluants</p>
<p>Substances métalliques</p>	<p>10 métaux à concentration au moins suspects</p>	<p>12 métaux à concentration au moins suspects</p>	<p>Constat et diagnostic : Sur l'ensemble du cours d'eau la présence d'éléments métalliques à des concentrations suspectes crée un environnement chimique irritant pouvant expliquer la forte prévalence des lésions hémorragiques congestives et des kystes et autres grosseurs dans le peuplement dans la station aval. Les problèmes de faiblesse d'effectif sont vraisemblablement dus aussi à la présence de ces polluants</p> <p>Orientation de gestion : sensibiliser les politiques et les acteurs locaux sur une amélioration de la qualité des eaux de rejets. Origines des polluants</p>

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des molécules organiques recherchées par le LDA26.

Méthode	Description
CMM_M051	Méthode interne : Extraction à l'acide, éthylation et dosage par couplage chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (GC- ICP-MS) dans les sédiments.
CMO_MT72	Méthode interne: Extraction Solide/Liquide à froid et Dosage par Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)
CMO_MT76	Méthode interne: Extraction sous pression à chaud (PFE), purification SPE et Dosage par Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse) et en Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)

Molécule	Code sandre	LQ (µg/Kg PF)	Méthodes
2,4' DDD	1143	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
2,4' DDE	1145	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
2,4' DDT	1147	0,5	GCMSMS - CMO_MT76
4,4' DDD	1144	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
4,4' DDE	1146	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
44' DDT	1148	5	GCMSMS - CMO_MT76
Acetochlor	1903	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Acide sulfonique de perfluorooctane (AS PFOS)	6560	1	HPLCMS_PFOS_BIOT - CMO_MT72
Aclonifen	1688	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Alachlore	1101	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Aldrine	1103	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Alpha cyperméthryne	1812	20	GCMSMS - CMO_MT76
Atrazine	1107	0,5	GCMSMS - CMO_MT76
Azoxystrobin	1951	0,2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Bifenox	1119	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Boscalid	5526	20	GCMSMS - CMO_MT76
Chlordane Alpha	7010	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Chlordane Béta	1757	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Chlorfenvinphos	1464	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Chlorpyriphos Ethyl	1083	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Chlorpyriphos Méthyl	1540	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Cybuthrine (Irgarol)	1935	1	GCMSMS - CMO_MT76
Cyfluthrine	1681	50	GCMSMS - CMO_MT76
Cyperméthrine	1140	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Cyproconazol	1680	2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Cyprodinil	1359	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Deltaméthrine	1149	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Di(2 Ethyl Hexyl) Phtalate (DEHP)	6616	80	GCMSMS - CMO_MT76

Dichlorvos	1170	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Dicofol	1172	5	GCMSMS - CMO_MT76
Dieldrine	1173	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Difénoconazole	1905	0,2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Diflufénicanil	1814	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Diméthénamide	1678	2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Diuron	1177	2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Endosulfan Alpha	1178	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Endosulfan Béta	1179	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Endosulfan Sulfate	1742	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Endrine	1181	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Fénarimol	1185	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Fénitrothion	1187	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Fenthion	1190	0,5	GCMSMS - CMO_MT76
Fludioxonil	2022	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Flumioxazine	2023	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Folpel	1192	2	GCMSMS - CMO_MT76
HCH Alpha	1200	0,4	GCMSMS - CMO_MT76
HCH Beta	1201	0,4	GCMSMS - CMO_MT76
HCH Delta	1202	0,4	GCMSMS - CMO_MT76
HCH Epsilon	2046	0,4	GCMSMS - CMO_MT76
HCH Gamma (Lindane)	1203	0,4	GCMSMS - CMO_MT76
Heptachlore	1197	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Heptachlore Epoxyde	1198	0,5	GCMSMS - CMO_MT76
Hexachlorobenzène	1199	1	GCMSMS - CMO_MT76
Hexachlorobutadiene	1652	0,4	GCMSMS - CMO_MT76
Iprodione	1206	5	GCMSMS - CMO_MT76
Isodrine	1207	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Isoproturon	1208	5	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Kresoxim Méthyl	1950	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Lambda Cyhalothrine	1094	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Lénacile	1406	100	GCMSMS - CMO_MT76
Metazachlore	1670	2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Metolachlore	1221	1	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Mirex	5438	20	GCMSMS - CMO_MT76
Parathion Ethyl	1232	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
PCB101	1242	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
PCB105	1627	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
PCB118	1243	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
PCB138	1244	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
PCB153	1245	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
PCB170	1626	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
PCB180	1246	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
PCB194	1625	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
PCB209	1624	0,8	GCMSMS - CMO_MT76

PCB28	1239	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
PCB44	1628	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
PCB52	1241	0,8	GCMSMS - CMO_MT76
Pendimethaline	1234	0,5	GCMSMS - CMO_MT76
Pentachlorobenzène	1888	5	GCMSMS - CMO_MT76
Perméthrine	1523	0,4	GCMSMS - CMO_MT76
Piperonyl Butoxide	1709	0,5	GCMSMS - CMO_MT76
Procymidone	1664	0,5	GCMSMS - CMO_MT76
Propiconazole	1257	0,2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Pyriméthanil	1432	2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Quinoxifen	2028	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Quintozène	1538	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Tau-Fluvalinate	1193	2,5	GCMSMS - CMO_MT76
Tébuconazole	1694	0,2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Téflubenzuron	1897	0,2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Terbutryne	1269	0,2	GCMSMS - CMO_MT76
Terbutylazine	1268	0,2	HPLCMS_SHIMADZU - CMO_MT76
Tributylétain	/	16,4	GCMSMS - CMO_MT76
Tributylétain Cation	2879	40	ICP-MS - CMM_M051
Trifluraline	1289	0,5	GCMSMS - CMO_MT76

Annexe 2 : Liste des substances métalliques recherchées par le LDA26.

Méthodes	Description
CMM_M015 et CMM_M022	Méthode interne : Minéralisation et dosage par spectroscopie d'émission optique avec plasma induit par haute fréquence (ICP-AES)
CMM_M047	Méthode interne : Minéralisation par micro-onde sous pression (voie humide) et mesure par spectrométrie de masse couplée à un plasma induit (ICP-MS)

Composés métalliques		Code Sandre	LQ (mg/Kg MS)	Méthodes
Argent	Ag	1368	0,02	ICP MS - CMM_M047
Aluminium	Al	1370	2	ICP MS - CMM_M047
Arsenic	As	1369	0,05	ICP MS - CMM_M047
Bore	B	1362	2	ICP MS - CMM_M047
Baryum	Ba	1396	1	ICP MS - CMM_M047
Béryllium	Be	1377	0,1	ICP MS - CMM_M047
Cadmium	Cd	1388	0,02	ICP MS - CMM_M047
Cobalt	Co	1379	0,05	ICP MS - CMM_M047
Chrome	Cr	1389	0,1	ICP MS - CMM_M047
Cuivre	Cu	1392	0,1	ICP MS - CMM_M047
Fer	Fe	1393	1	ICP MS - CMM_M047
Mercure	Hg	1387	0,05	ICP MS - CMM_M047
Lithium	Li	1364	0,1	ICP MS - CMM_M047
Manganèse	Mn	1394	0,2	ICP MS - CMM_M047
Molybdène	Mo	1395	0,1	ICP MS - CMM_M047
Nickel	Ni	1386	0,1	ICP MS - CMM_M047
Plomb	Pb	1382	0,05	ICP MS - CMM_M047
Antimoine	Sb	1376	0,05	ICP MS - CMM_M047
Selenium	Se	1385	0,1	ICP MS - CMM_M047
Silicium	Si	5429	10	ICP AES - CMM_M015 et CMM_M022
Etain	Sn	1380	0,1	ICP MS - CMM_M047
Strontium	Sr	1363	2	ICP MS - CMM_M047
Tellure	Te	2559	0,1	ICP MS - CMM_M047
Titane	Ti	1373	1	ICP MS - CMM_M047
Thallium	Tl	2555	0,1	ICP MS - CMM_M047
Uranium	U	1361	0,02	ICP MS - CMM_M047
Vanadium	V	1384	0,1	ICP MS - CMM_M047
Zinc	Zn	1383	1	ICP MS - CMM_M047

6 BIBLIOGRAPHIE

6.1 DOCUMENTS GENERAUX

Abarnou A., Burgeot T., Chevreuil M., Leboulenger F., Loizeau V., Madoulet-Jaouen A., Minier C., 1999. Les contaminants organiques : quels risques pour le monde du vivant ? Programme scientifique Seine-Aval. Edition Ifremer. 35 p.

Adam S.M., Brown A.M., Goede R.W., 1993. A quantitative health assessment index for rapid evaluation of fish condition in field. Transactions of American Fisheries Society, 122: 63-73.

Bernet D., Schmidt H., Meier W., Burkhardt-Holm P., Wahli T., 1999. Histo-pathology in fish: proposal for a protocol to assess aquatic pollution. Journal of Fish Diseases, 22, 25-34

Bengtsson S.E., 1979. Biological variables, especially skeletal deformities in fish for monitoring marine pollution. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 286, 457-464

Bodéan F, Baranger P, Lassin A, Piantone P, Braibant G (2001) Comportement biogéochimique de l'arsenic dans un ancien site minier (Chéni, France) - I. Suivi hydrogéochimique. In « Industrie Minérale, Environnement » pp 23-26. Paris, Ecole des Mines.

Butterwick, L., de Oude, N., Raymond, K., 1989. Safety assessment of boron in aquatic and terrestrial environments. Ecotoxicology and Environmental Safety 17, 339–371.

Boudou A., Ribeyre F., Delarche A. et Marty R., 1980. Bioaccumulation et bioamplification des dérivés du mercure par un consommateur du troisième ordre : *Salmo gairdneri* incidences du facteur température. Water Research. Volume 14, Issue 1, Pages 61–65

Burgeot T., Bocquené G., Cachot J., Vincent F., Godefroy D., 1997. Effets biologiques des contaminants dans l'estuaire de la baie de Seine. Programme scientifique Seine aval, exercice 1996. 224-259.

Burgeot T., Minier C., Bocquené G., Vincent F., Cachot J., Loizeau V., Jaouen A., Miramand P., Guyot T., Leuseur P., Rochard E., Böet P., 1999. Des organismes sous stress. Rapport Seine Aval, Fascicule 14, 36 p.

Carrasco L, Benejam L, Benito J, Bayona JM, Díez S. 2011. Methylmercury levels and bioaccumulation in the aquatic food web of a highly mercury-contaminated reservoir. Environ Int. 37(7):1213–8.

Casiot C, Morin G, Juillot F, Bruneel O, Personné J-C, Leblanc M, Duquesne K, Bonnefoy V, Elbaz-Poulichet F (2003) Bacterial immobilization and oxidation of arsenic in acid mine drainage (Carnoulès creek, France). Water Research 37: 2929-2936

CICAD, 2005. Manganese and its compounds: environmental aspects. Concise international chemical assessment document. 63, 64 pages

Clark G., Topping G., 1989. Mercury concentrations in fish from contaminated areas in Scottish waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 69/ 437-445.

Combes C., 1995. Interactions durables, écologie et évolution du parasitisme. Masson Ed., 524 p.

Dale V.H. et Beyeler S.C., 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* n°1, p.3-10

De Lavergne S., Vallée C., Girard P. et Elie P., 2015, Réseau de surveillance de l'état de santé des poissons en Gironde, Etude de cas du bassin versant de la Gamage, Rapport FDAAPPMA 33 / ASPS n°1, 73p

Durrieu G, Maury-Brachet R, Girardin M, Rochard E, Boudou A. (2005) Contamination by heavy metals (Cd, Zn, Cu, Hg) of high fish species in the Gironde estuary (France). *Estuaries*. 2005; 28: 581-591.

Dusek L., Gelnar M., Sebelová S., 1998. Biodiversity of parasites in a freshwater environment with respect to the pollution: metazoan parasites of chub (*Leuciscus cephalus* L.) as a model for statistical evaluation. *International Journal of Parasitology*, 28, 1555-1571

Elie P. et Girard P., 2014. La santé des poissons sauvages : les Codes pathologie, un outil d'évaluation. Edit : Association Santé Poissons Sauvages. 286 p.

Elie P. et Girard P., 2015. Examens sur les charges en microparasites des poissons de la rivière Gamage (33) : Application complémentaire aux « Codes pathologie » - Bilan de la campagne de juin 2015. 21 p.

Elie P et Lainé M., 2019, Guide méthodologique pour l'évaluation de l'état de santé des poissons sauvages. Edition FDAAPPMA 33 / ASPS. 76 pages.

Elie P., 2022. La Contamination des Poissons de la Jalle de Castelnau, du Ruisseau de Cabaleyre et de La Livenne (Gironde) par les polluants organiques et minéraux, Rapport SMIDDEST Polluants 2021. 77 pages.

Evgenios A, 2021, The hormetic response of heart rate of fish embryos to contaminants Implications for research and policy, *Science of the Total Environment* <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152911>.

FDAAPPMA 33, 2010 - 2015 PDPG (Plan Départemental pour la Protection des Milieux Aquatiques et la Gestion des Ressources Piscicoles de la Gironde)

Girard P., 1998a. Le poisson sentinelle des milieux aquatiques : pertinence et optimisation des indicateurs sanitaires. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 350-351, 429-443

Girard P., Elie P., 2007. Manuel d'identification des principales lésions anatomo-morphologiques et des principaux parasites externes des anguilles. CEMAGREF / Association « Santé Poissons Sauvages ». 67 p.

ICES, 1989. Methodology of fish diseases surveys. Coopérative Research Report n°166.43 p.

IPCS, 1998. International Program on chemical safety: Environmental health criteria. The Boron, 204 p.

Kaizer J., 2001. Bioindicateurs and biomarkers of environmental pollutions and risk assesement. Plymouth: Science Publishers

Keith P., Persat H., Feunteun E. & Allardi J., 2011. Les poissons d'eau douce de France. Biotope, Mèze. Museum national d'histoire naturelle, Paris (collection inventaires et biodiversité), 552 p.

Krewski D, A Yokel R, Nieboer E, Borchelt D, Cohen J, Harry J, Kacew S, Lindsay J, Mahfouz A M, and Rondeau V. 2007. Human health risk assessment for Aluminium: Aluminium Oxyde and Aluminium Hydroxide. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. ; 10 (Suppl 1): 1–269

Lainé M., De Lavergne S., Elie P, 2017., Réseau de surveillance de l'état de santé des poissons en Gironde – Etude de cas de la Jalle de Blanquefort Rapport FDAAPPMA 33/ASPS, N°2,102 pages.

Lainé M, de Lavergne S, Elie P, 2018. Atlas de l'état de santé des poissons sauvages de Gironde (2010-2015) : méthodologie et synthèse départementale. Rapport FDAAPPMA 33/ASPS, N°4, 61pages.

Lainé M, de Lavergne S, Elie P, 2018. Atlas de l'état de santé des poissons sauvages de Gironde : 2010 – 2015. Réseau de surveillance de l'état de santé des poissons sauvages en Gironde, 2017, Rapport FDAAPPMA 33/ASPS N° 5, 1482 pages

Lambert A., 1997. Introduction de poissons dans les milieux aquatiques continentaux : « quid de leurs parasites ? ». Bull. Fr. Pêche pisci, 344/345: 323-333

Landres P., Verner J., Ward Thomas J., 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. Conserv. Biol. 2,316-328

La Violette N., Fournier D., Dumont P., Mailhot Y., 2003. Caractérisation des communautés de poissons et de développement d'un indice d'intégrité biotique pour le fleuve Saint-Laurent. 1995-1997. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 237 p.

Lazartigues A., 2010. Pesticides et polyculture d'étang : de l'épandage sur le bassin versant aux résidus dans la chair de poisson.

Lévêques C., Monolou J.-C., 2008. Biodiversité : Dynamique biologique et conservation. 2e éd. (Paris: Dunod)

Mackay D. et Fraser A., 2000. Bioaccumulation of Persistent Organic Chemicals: Mechanisms and Models. Environmental Pollution. 110: 375-391

Marcogliese D.J., Cone D.K., 1997. Parasite communities as indicators of ecosystem stress. Parasitologia,39: 227-232

Market B.A., Breure A., M., Zechmeister H.G., 2003. Bioindicators and Biomonitoring. Principles, concepts and applications. (Vinne: Elsevier)

- Möller H., 1979. Geographical distribution of fish diseases in the NE Atlantic. 217-235
- Niemi G.T., McDonald M.E., 2004. Application of ecological indicators. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35, 89-111
- Ossiander F.J., Wedemeyer G., 1973. Computer program for sample sizes required to determine disease incidence in fish populations. *J. Fish. Res. Board can.*, 30, 1383-1384
- PAOT, 2020, Fiche d'analyse territoriale du bassin versant de l'Eau Bourde.
- Paperna I., 1997. Fish parasites indicators of environmental quality. *Parassitologia* 39(3): 168- 255
- Pieters H., Hagel P., 1992. Biomonitoring of mercury in European eel (*Anguilla anguilla*) in the Netherlands, compared with pike- perch (*Stizostedion lucioperca*): statistical analysis. In: Vernet J.P. (Ed) *Impact of heavy Metals on the Environnement*. Elsevier, Amsterdam. 203-217
- Ruus A., Sandvik M., Ugland K.I., Skaare J.U., 2002. Factors influencing activities of biotransformation enzymes, concentrations and compositional patterns of organochlorine contaminants in members of a marine food web. *Aquatic Toxicology*. 61: 73-87
- Sanders S. M., Farrell A. P., Kocan R.M., Kennedy C.J., 1996. Investigations of the effects of environmental contamination and pathogens on immunological and hematological parameters in Pacific herring, *Clupea Harengus pallasii*, and rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Pages 53-58 in B. Barton and D. MacKinalay, editors. *Contaminant effects in fish symposium proceedings*. American Fisheries Society, Physiology Section, Bethesda, Maryland
- Sindermann C.J., Bang F.B., Christensen N.O., Dethlesfen V., Harshbarger J.C., Mitchell J.R., Mulcary M.F., 1980. The role and the value of pathobiology in pollution effects monitoring programs. *Rapp. P-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 179:135-151
- Smith A. A., New R. A, Wiles J.E., Klelnow K.M., 1996. Effect of varving sediment organic carbon content upon the dermal bioavailability and disposition of ben(a)pyrène in the catfish (*Ictalurus punctatus*). *Marine environmental. Research*. 42, 87-91
- Stewart J.E., 1991. Introductions as factors in diseases of fish and aquatic invertebrates. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic sciences*, 48 (Suppl. 1), 110-117
- Uhland C., Mikaelian I, Martineau D., 2000. *Maladies des poissons d'eau douce du Québec. Guide de diagnostic*. Les presses de l'Université de Montréal. 466 p.
- Van Gestel C.A.M., Van Brummelen T.C., 1996. Incorporation of the biomarker concept in ecotoxicology calls for redefinition of terms. *Ecotoxicology* 5, 217-225

6.2 LES POLLUANTS MINÉRAUX - MÉTALLIQUES

Anonyme, 2007. Évaluation préalable : Le sélénium et ses composés ; Environnement et Changement climatique Canada, Santé Canada. Gouvernement du Canada, Rapport 158 pages

- Abbasi SA, Kunhahmed T, Nipanay PC, Soni R. 1995. Influence of acidity of water on chromium toxicity- A case study with the teleost *Nuria denricus* as model. *Polln Res*;14(3):317–323.
- Ahmed, M.K., Biswas, D.R., Islam, M.M., Akter, M.S., Kazi, A.I., Sultana, G.N.N., 2009. Heavy metal concentrations in different organs of fishes of the river Meghna, Bangladesh. *Terr. Aquat. Environ. Toxicol.* 3 (1), 28–32
- Ahmed M. Kawser, Habibullah-Al-Mamun, Anwar Hossain, Mohammad Arif, Elora Parvin, Mosammat Salma Akter, Mohammad Shahneawz Khan, Monirul Islam, 2011. Assessing the genotoxic potentials of arsenic in tilapia (*Oreochromis mossambicus*) using alkaline comet assay and micronucleus test. *Chemosphere* 84 (2011) 143–149
- Ahmed MK, Habibullah-Al-Mamun M, Parvin E, Akter MS, Khan MS., 2013. Arsenic induced toxicity and histopathological changes in gill and liver tissue of freshwater fish, tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Exp Toxicol Pathol.* 65(6):903-9.
- Alvarez M del C, Murphy CA, Rose KA, McCarthy ID, Fuiman LA. 2006. Maternal body burdens of methylmercury impair survival skills of offspring in Atlantic croaker (*Micropogonias undulatus*). *Aquat Toxicol.* 80(4):329–37.
- Arleny I, Tabouret T, Rodriguez-Gonzalez P, Bareille G, Donard O.F.X., Amouroux D. 2007. Methylmercury Bioconcentration in Muscle Tissue of the European Eel (*Anguilla anguilla*) from the Adour Estuary (Bay of Biscay, France). *Mar Pollut Bull.* 54 (7):1031–36.
- ASEF 2017. Les métaux lourds- La synthèse de l'ASEF. Rapport Juin 2017
- Aschner M, Syversen T, Souza DO, Rocha JBT, Farina M. 2007. Involvement of glutamate and reactive oxygen species in methylmercury neurotoxicity. *Braz J Med Biol Res Rev Bras Pesqui Médicas E Biológicas Soc Bras Biofísica Al.* 40(3):285–91.
- Ballatori, N., 2002. Transport of toxic metals by molecular mimicry. *Environmental Health Perspectives*, 110 (Suppl. 5) :689–94.
- Baillon L, Pierron. F, Coudret. R, Normendeau. E, Caron. A, Peluhet. L, Labadie P, Budzinski. H, Durrieu G, Sarraco. J, Elie. P, Couture. P, Baudrimont. M, Bernatchez. L. 2015. Transcriptome profile analysis reveals specific signatures of pollutants in Atlantic eels. *Ecotoxicology* (2015) 24 :71–84.
- Baillon. L, 2015 Étude de l'impact des contaminants métalliques et organiques chez l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) et américaine (*Anguilla rostrata*) au moyen d'approches transcriptomiques. Thèse Université de Bordeaux I, 241pages
- Bodéan F, Baranger P, Lassin A, Piantone P, Braibant G., 2001. Comportement biogéochimique de l'arsenic dans un ancien site minier (Chéni, France) - I. Suivi hydrogéochimique. In « Industrie Minérale, Environnement » pp 23-26. Paris, Ecole des Mines.
- Carrasco L, Benejam L, Benito J, Bayona JM, Díez S. 2011. Methylmercury levels and bioaccumulation in the aquatic food web of a highly mercury-contaminated reservoir. *Environ Int.* 37(7):1213–8.

Casiot C, Morin G, Juillot F, Bruneel O, Personné J-C, Leblanc M, Duquesne K, Bonnefoy V, Elbaz-Poulichet F., 2003. Bacterial immobilization and oxidation of arsenic in acid mine drainage (Carnoulès creek, France). *Water Research* 37: 2929-2936.

Chakraborty A., Oinam S., Karmakar R. and Chatterjee M., 1998 - Vanadium toxicology - an assessment of the general health, haematological aspects and energy response in an Indian catfish *Clarias batrachus* (Linn). *BioMetals*, 11, 95-100.

Chiffolleau J.F., Claisse D., Cossa D., Ficht A., Gonzalez J.L., Guyot T., Michel P., Miramand P., Oger C., Petit F., 2001. La contamination métallique. Programme Seine Aval, fascicule n°8, Editions Ifremer, Plouzané (France). ISBN 2-84433-028-2, 39 p.

Chilvers, D.C. et Peterson, P.J. 1987. Global cycling of arsenic. In: Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the environment T.C. Hutchinson and K.M. Meema Eds) *Scope* 31, J. Wiley & Sons, pp. 279-301

CICAD, 2005. Manganese and its compounds: environmental aspects. Concise international chemical assessment document. 63, 64 pages

Claveau, J, 2014. Impact du méthylmercure sur le potentiel de migration, le statut énergétique et les mécanismes de détoxification chez la civelle d'anguille Européenne (*Anguilla anguilla*) : Etudes in situ et expérimentales. Thèse Univ Pau et Pays de l'Adour, 244 p.

Compeau G, Bartha R. 1984. Methylation and demethylation of mercury under controlled redox, pH and salinity conditions. *Appl Environ Microbiol.* 48(6):1203–7.

Davies, P. H., Goettl, J. P., Sinley, J. R. & Smith, N. F., 1976. Acute and chronic toxicity of lead to rainbow trout *salmo gairdneri*, in hard and soft water. *Water Res.* 10, 199–206.

De Silva P & Pathiratne A., 2016. Assessing Potential Genotoxic Effects of Nano-Titanium Dioxide on Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*); In proceedings of the 17th Conference on Postgraduate Research, International Postgraduate Research Conference 2016, Faculty of Graduate Studies, University of Kelaniya, Sri Lanka. p 145.

Delval C. et Desmarchelier M., 1987. Les maladies des poissons, littoral-nord pas de calais. Rapport IFREMER Wimereux. Contrat CNEXO :81/ 2469, 90 pages.

Eisler R. 2000. Selenium. Handbook of chemical risk assessment: health hazard stohumans, plants, and animals, vol.3. Boca Raton, FL: Lewis Publishers, CRC Press, p.1649– 1705.

Elie P. et Girard P., 2014. La santé des poissons sauvages : les Codes pathologie, un outil d'évaluation. Edit : Association Santé Poissons Sauvages. 286 p.

Elie P et Girard, 2018 Analyse de l'état de santé des populations de l'Eau Bourde (Gironde) : les contaminants organiques et minéraux. Rapport ASPS n° 3, 50 pages.

Elie P., 2022. La Contamination des Poissons de la Jalle de Castelnau, du Ruisseau de Cabaleyre et de La Livenne (Gironde) par les polluants organiques et minéraux, Rapport SMIDDEST Polluants 2021. 77 pages.

European Environment Agency. 2018. Mercury in Europe's environment: A priority for European and global action. EEA Report No 11/2018

Farag AM, May T, Marty GD, Easton M, Harper DD, Little EE, Cleveland L. 2006. The effect of chronic chromium exposure on the health of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquat Toxicol* ;76(3-4) :246–257. [PubMed: 16330107]

Farina M, Rocha JBT, Aschner M. 2011. Oxidative Stress and Methylmercury-Induced Neurotoxicity. In: Wang C, Jr WS, editors. *Dev Neurotoxicology Res*. John Wiley et Sons, Inc.; 357– 85p

Gautam Geeta J, Chaube Radha. 2018. Differential effects of Heavy Metals (Cadmium, Cobalt, Lead and Mercury) on Oocyte Maturation and Ovulation of the Catfish *Heteropneustes fossilis*: An In Vitro Study. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 18: 1205-1214.

Giles M.A. and Klaverkamp J.F., 1982 - The Acute Toxicity of Vanadium and Copper to Eyed Eggs of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). *Water Res*, 16, 6, 885-889.

Girard P., 1996. Bilan parasitologique et écotoxicologique (recherche de métaux lourds : cadmium, plomb, mercure) des poissons sauvages en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Convention DIREN-PACA (1996)

Girard P., 1998b. Conséquences des pollutions sur les poissons. *Bulletin des GTV*, 4-Aq.-004, 63- 71

Green A. J., et Planchart A., 2017. The neurological toxicity of heavy metals: a fish perspective. 8th Aquatic Models of Human Disease Conference held at the University of Alabama at Birmingham. Report.

Guedron S, Grimaldi C, Chauvel C, Spadini L, Grimaldi M. 2006. Weathering versus atmospheric contributions to mercury concentrations in French Guiana soils. *Appl Geochem*. 21(11):2010–2022.

Gustin MS, Lindberg SE, Weisberg PJ. 2008. An update on the natural sources and sinks of atmospheric mercury. *Appl Geochem*. 23(3):482–93.

Hamilton Steven J. 2004. Review of selenium toxicity in the aquatic food chain *Science of the Total Environment* 326. 1–31.

Hamilton SJ, Buhl KJ. 2004. Selenium in water, sediment, plants, invertebrates, and fish in the Blackfoot River drainage. *Water Air Soil Poll* 159(1-4):3-34.

Hamilton SJ, Buhl KJ, Faerber NL, Wiedmeyer RH, Bullard FA. 1990. Toxicity of organic selenium in the diet to Chinook Salmon. *Environ Toxicol Chem* 9(3) :347-358.

Hayaat H., 2019. Using zebrafish as a model for investigating the neuropathophysiology of iron overload during development. Thèse, Université Toronto Ontario, 153 pages

Hoffman JE, King MG. 2007. Selenium and selenium compounds. In: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 2nd edition, vol. 17. New York (NY): Wiley. pp.809-833.

Hogstrand, C., 2012. Zinc. Homeostasis and Toxicology of Essential Metals, 31A (11):135–200.

Holm J, Palace V, Siwik P, Sterling G, Evans R, Baron C, Werner J, Wautier K. 2005. Developmental effects of bioaccumulated selenium in eggs and larvae of two salmonid species. Environ Toxicol Chem 24(9) :2373-2381.

Hughes, B. P. et Barritt, G. J., 1989. Inhibition of the liver cell receptor-activated Ca²⁺ inflow system by metal ion inhibitors of voltage-operated Ca²⁺ channels but not by other inhibitors of Ca²⁺ inflow. Biochimica et Biophysica Acta, 1013(3) :197–205.

INERIS., 2010. Zinc et principaux composés. Rapport technique.

INERIS 2011. Sélénium et ses composés : Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Rapport Version N°2.2. 133 pages

INRS, 2012. Zinc et composés minéraux Fiche toxicologique n°75

INERIS, 2015. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : DRC-16-158744-09774A, p. 58 (Version Janvier 2017)

IPCS (International Programme on Chemical Safety), 1997. Aluminum Environmental Health Criteria 194. Geneva: World Health Organization

Jacquin. L, Petitjean Q, Côte. J, Laffaille. P, Jean. S. 2020. Effects of Pollution on Fish Behavior, Personality, and Cognition: Some Research Perspectives. Front. Ecol. Evol. 8 :86. doi: 10.3389/fevo.2020.00086

Janz, D.M., DeForest, D.K., Brooks, M.L., Chapman, P.M., Gilron, G., Hoff, D., Hopkins, W.A., McIntyre, D.O., Mebane, C.M., Palace, V.P., Skorupa, J.P., Wayland, M., 2010. Selenium toxicity to aquatic organisms. Ecological Assessment of Selenium in the Aquatic Environment. SETAC Press, Pensacola, FL pp. 141–241.

Janz, D.M, 2011, The selenium. Fish Physiology, Volume 31, Part A, 2011, Pages 327-374

Kerin EJ, Gilmour CC, Roden E, Suzuki MT, Coates JD, Mason RP. 2006. Mercury Methylation by Dissimilatory Iron-Reducing Bacteria. Appl Environ Microbiol. 72(12):7919–21.

Kimball G., 1978 - The effects of lesser-known metals and one organic to fathead minnows (*Pimephales promelas*) and *Daphnia magna*. University of Minnesota, Department of Entomology, Fisheries and Wildlife. Minneapolis, MN.

Kim J, Rochford T. Methyl mercury in brown trout (*Salmo trutta*) in Arahura River, New Zealand, 2008. New Zealand Journal of Marine and Freshwater. 42(3):271-276

Klaper R, Carter B., Richter C. 2008. Use of a 15k gene microarray to determine gene expression changes in response to acute and chronic methylmercury exposure in the fathead minnow *Pimephales promelas* Rafinesque. J Fish Biol. 72:2207–80.

Klaper R, Rees CB, Drevnick P, Weber D, Sandheinrich M, Carvan MJ. 2006. Gene Expression Changes Related to Endocrine Function and Decline in Reproduction in Fathead Minnow (*Pimephales promelas*) after Dietary Methylmercury Exposure. *Environ Health Perspect.* 114(9):1337–43.

Krewski D, A Yokel R, Nieboer E, Borchelt D, Cohen J, Harry J, Kacew S, Lindsay J, Mahfouz A M, and Rondeau V. 2007. Human health risk assessment for Aluminium: Aluminium Oxyde and Aluminium Hydroxide. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.*; 10 (Suppl 1): 1–269

Labat R., Roqueplo C, Ricard J.M., Lim P., Burgat M., 1977. Actions écotoxicologiques de certains métaux (Cu, Zn, Pb, Cd) chez les poissons dulçaquicoles de la rivière Lot. *Ann. Limnol.* 13 (2), 191-207

Lagadic L., Amiard J.C. et Caquet T., 1998. Biomarqueurs et évaluation de l'impact écologique des polluants. In Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C. et Ramade F., eds, *Utilisation de biomarqueurs pour la surveillance de la qualité de l'environnement*, Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp 299-307

Lamprea K., 2009. Caractérisation et origine des métaux traces, hydrocarbures aromatiques polycycliques et pesticides transportés par les retombées atmosphérique et les eaux de ruissellement dans les bassins versants séparatifs péri-urbains. *Ingénierie de environnement. Ecole Centrale de Nantes (ECN).*

Lamborg CH, Fitzgerald WF, O'Donnell J, Torgersen T. 2002 A non-steady-state compartmental model of global-scale mercury biogeochemistry with inter-hemispheric atmospheric gradients. *Geochim Cosmochim Acta.* 1; 66(7):1105–18.

Lee, J. & Freeman, J. L., 2016 Embryonic exposure to 10 µg L⁻¹ lead results in female-specific expression changes in genes associated with nervous system development and function and Alzheimer's disease in aged adult zebrafish brain. *Metallomics* 8, 589–596.

Lemly AD. 1993. Metabolic stress during winter increases the toxicity of selenium to fish. *Aquat Toxicol* 27:133-158.

Lorin-Nebel C; Felten V, Blondeau-Bidet E, Grousset E, Amilhat E, Simon G, Biagianti S, Charmantier G., 2013. Individual and combined effects of copper and parasitism on osmoregulation in the European eel *Anguilla Anguilla*. *Aquatic Toxicology* 130– 131 (2013) 41– 50

Miller DW, Vetter RJ, Atchinson GJ, 1980. Effect of temperature and dissolved oxygen on uptake and retention of ⁵⁴Mn in fish. *Health Physics*, 38(2):221–225

Monaco G., Rizzi M., Riva A., Righetti M., Stella C., Squadrone S., Gavinelli S., Pastorino P., Tarasco R., Prearo M., Abete M.C. 2015. Contaminazione da Alluminio in trote fario (*Salmo trutta*) zelevate in un incubatoio presso il torrente Moglana, comune di Mezzane (GE) Istituto Zooprofilattico Sperimentale Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, Torino.

Mora, M.A., Papoulias, D., Nava, I., Buckler, D.R., 2001. A comparative assessment of contaminants in fish from four resacas of the Texas, USA-Tamaulipas, Mexico border region. *Environ. Int.* 27, 15–20.

Mukherjee, S., Kaviraj, A. 2009: Evaluation of growth and bioaccumulation of cobalt in different tissues of common carp, *Cyprinus carpio* (Actinopterygii Cypriniformes: Cyprinidae), fed cobalt-supplemented diets. *Acta Ichthyologica Piscator*, 39, 87–93.

Nasri, F., Heydarnejad, S., Nematollahi, A. 2019, Sub-lethal cobalt toxicity effects on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Croatian Journal of Fisheries*, 77, 243-252.

Nevado JJB, Martín-Doimeadios RCR, Bernardo FJG, Moreno MJ, Ropero MJP, Serrano A de M. 2011. Mercury Speciation in Fish Tissues from a Mediterranean River Basin: The Tagus River (Central Spain) as a Case Study. *Arch Environ Contam Toxicol*. 1; 61(4):642–52.

Nilsen T.O, Ebbesson L O.E., Kvernelanda O. G, Kroglundb F, Finstad B, Sigurd O. Stefansson. 2010. Effects of acidic water and aluminum exposure on gill Na⁺, K⁺-ATPase α -subunit isoforms, enzyme activity, physiology and return rates in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) *Aquatic Toxicology* 97 250–259

Niyogi S, Nadellab R S, Woodb C M. 2015. Interactive effects of waterborne metals in binary mixtures on short-term gill–metal binding and ion uptake in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicol* 165, 109–119.

OMS IPCS., 1988 - Environmental health criteria 81: vanadium. World Health Organisation, International Program on Chemical Safety (IPCS). Geneva. 1-143, 170. <http://www.inchem.org/fullist.htm>.

Orr PL, Guiguer KR, Russel CK. 2006. Food chain transfer of selenium in lentic and lotic habitats of a western Canadian watershed. *Ecotox Environ Safe* 63(2):175-188.

Papp. R. 2011 Les propriétés environnementales des éléments traces : Particularités et conséquences pour l'analyse de risques. Rapport CNEEIC. 112p

Pane, E., Richards, J., Wood, C., 2003. Acute waterborne nickel toxicity in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) occurs by a respiratory rather than iono-regulatory mechanism. *Aquatic Toxicol*. 63, 65–82.

Passos CJS, Mergler D. 2008. Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: a review. *Cad Saúde Pública*. 4:503–20

Pierron, F; Baudrimont, M; Gonzalez, P; Bourdineaud, J.P; Elie, P; Massabuau, J.C., 2007a. Common Pattern of Gene Expression in Response to Hypoxia or Cadmium in the Gills of the European Glass Eel (*Anguilla anguilla*). *Environ. Sci. Technol*. 2007, 41, 3005-3011

Pierron, F; Baudrimont M; Bossy, A; Bourdineau, JP ; Brethes, D ; Elie, P ; Massabuau, JC. 2007b, Impairment of lipid storage by cadmium in the European 1 eel (*Anguilla anguilla*). *Aquatic Toxicology* (2007), doi: 10.1016/j.aquatox.2006.12.014

Pierron, F.; Baudrimont, M.; Dufour, S.; Elie, P.; Bossy, A.; Lucia, M.; Massabuau, J.-C., 2009. Ovarian gene transcription and effect of cadmium pre-exposure during artificial sexual maturation of the European eel (*Anguilla anguilla*). *Biometals* 2009, 22 (6), 985–994.

- Pillay, K. K. S., Thomas. C. C., Jr., and Kaminski. J. W. (1969). Neutron activation analysts of the selenium content of fossil fuels. *Nuclear Applications Tech&*. 7, 478.483,
- Pinsino A, Matranga V and Roccheri M C., 2012. Manganese: A New Emerging Contaminant in the Environment. *Environmental Contamination*, Edited by Jatin Kumar Srivastava. 220 pages
- Ramirez, T., Garcia-Montalvo, V., Wise, C., Cea-Olivares, R., Poirier, L.A., Herrera, L.A.S., 2003. Adenosyl-L-methionine is able to reverse micronucleus formation induced by sodium arsenite and other cytoskeleton disrupting agents in cultured human cells. *Mutat. Res.* 528, 61–74.
- Rainbow, P. S., 1995. Physiology, physiochemistry and metal uptake - a crustacean perspective. *Marine Pollution Bulletin*, 31(95) :55–59.
- Rainbow, P. S., Malik, I. et O'Brien, P., 1993. Physicochemical and physiological effects on the uptake of dissolved zinc and cadmium by the amphipod crustacean *Orchestia gammarellus*. *Aquatic Toxicology*, 25 :15–30.
- REACH 2006. RÈGLEMENT (CE) N° 1907/2006 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission. Rapport 849 pages
- Reinfelder JR, Fisher NS., 1994. Retention of elements absorbed by juvenile fish (*Menidia menidia*, *Menidia beryllina*) from zooplankton prey. *Limnol Oceanogr*; 39: 1783-1789.
- Selin NE, Jacob DJ, Park RJ, Yantosca RM, Strode S, Jaeglé L, Jaffe D. 2007. Chemical cycling and deposition of atmospheric mercury: Global constraints from observations. *J Geophys Res Atmospheres*. 112: D2-27.
- Selin NE, Jacob DJ, Yantosca RM, Strode S, Jaeglé L, Sunderland EM. 2008. Global 3-D land- ocean-atmosphere model for mercury: Present-day versus preindustrial cycles and anthropogenic enrichment factors for deposition: Global 3-D Land-ocean-atmosphere model for mercury. *Glob Biogeochem Cycles*. 2(22):1-13
- Shah S, Altindag A. 2004. Behavioral abnormalities of tench (*Tinca tinca* L. 1578) on exposure to mercury, cadmium and lead. *Fresenius Environ Bull*. 13(12):1482–5.
- Sindayigaya E, Van Cauwenbergh R, Robberecht H, Deelstra H., 1994. Copper, zinc, manganese, iron, lead, cadmium, mercury and arsenic in fish from Lake Tanganyika, Burundi. *Science of the Total Environment*, 144:103–115
- Stendahl D.H. and Sprague J.B., 1982 - Effects of Water Hardness and pH on Vanadium Lethality to Rainbow Trout. *Water Res*, 16, 10, 1479-1488

Stubblefield W.A., Brinkman S.E., Davies P.H. and Garrison T.D., 1997 - Effects of water hardness on the toxicity of manganese to developing brown trout (*Salmo trutta*). *Environ Toxicol Chem*, 16, 10, 2082–2089

Sunderland EM, Mason RP. 2007. Human impacts on open ocean mercury concentrations. *Glob Biogeochem Cycles*. 1;21(4):GB4022.

Somero, G. N., Yancey, P. H., Chow, T. J. & Snyder, C. B., 1977. Lead effects on tissue and whole organism respiration of the estuarine teleost fish, *Gillichthys mirabilis*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 6, 349–354.

Suganthi P, Soundarya N, Stalin A, Nedunchezhiyan S. 2015. Toxicological effect of cobalt chloride on freshwater fish, *Oreochromis mossambicus*. *International Journal of Applied Research*; 1(3): 331-340

Squadrone S., Benedetto A., Brizio P., Prearo M., Abete M.C. 2015. Mercury and selenium in European catfish (*Silurus glanis*) from Northern Italian Rivers: Can molar ratio be a predictive factor for mercury toxicity in a top predator? *Chemosphere* 119. 24–30.

Passos CJS, Mergler D. 2008. Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: a review. *Cad Saúde Pública*. 4:503–20

Sandheinrich MB, Miller KM. 2006. Effects of dietary methylmercury on reproductive behavior of fathead minnows (*Pimephales promelas*). *Environ Toxicol Chem SETAC*. 25(11):3053–7.

Sunderland EM, Mason RP. 2007. Human impacts on open ocean mercury concentrations. *Glob Biogeochem Cycles*. 1;21(4):GB4022.

Tarzwel C.M. and Henderson C. (1960) - Toxicity of less common metals for fishes. *Industrial Wastes*, 5, 12.

Taylor D., Maddok B.G. and Mance G. (1985) - The acute toxicity of nine gray list metals (arsenic, boron, chromium, copper, lead, nickel, tin, vanadium, and zinc) to two marine fish species: dab (*Limanda limanda*), and grey mullet (*Chelon labrosus*). *Aquat Toxicol*, 7, 3, 135-144.

Tripathi, S., Sahu, D.B., Kumar, R., Kumar, A., 2003. Effect of acute exposure of sodium arsenite (NaAsO_2) on some hematological parameters of *Clarias batrachus* (common Indian cat fish) in vivo. *Indian J. Environ. Health* 45, 183– 188

UNIVERSITE LOUIS PASTEUR, Strasbourg, (1994). Synthèse bibliographique sur les "teneurs de fond" des micropolluants (Hg, Pb, Cd et PCB) dans les poissons d'eau douce. Rapport, 33 p.

[US EPA] U.S. Environmental Protection Agency. 2016. Aquatic Life Ambient Water Quality Criterion for Selenium – Freshwater. Washington (DC): U.S. EPA, Office of Water, Office of Science and Technology. 807 pp.

Vallee, B. L. (1986). A synopsis of zinc biology and pathology in zinc enzymes. Birkhauser, Boston.

Venkatramreddy Velma, Vutukuru S.S., Tchounwou P.B., 2009. Ecotoxicology of Hexavalent Chromium in Freshwater Fish: A Critical Review., Rev Environ Health; 24(2): 129–145.

Wallen I.E, Creer W.C, Lasater R., 1957. Toxicity to "*Gambusia Affinis*" of Certain Pure Chemicals in Turbid Waters. Sewage and Industrial Wastes, Vol. 29, No. 6, pp. 695-711

Van Der Putte I, Van Der Galien W, Strik JJTWA. 1982. Effects of hexavalent chromium in Rainbow Trout (*Salmo Gairdneri*) after prolonged exposure at two different pH levels. Ecotox Environ Safety; 6:246–257.

Walters D M., Rosi-Marshall. E, Kennedy TA, Cross W F, Baxter Colden.V, 2015. Mercury and selenium accumulation in the Colorado river food web, Grand Canyon, USA. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 34, No. 10, pp. 2385–2394

Watermann. B et Dethlefsen, V; 1987. Papillome épidermique chez la limande (*Limanda limanda* L.) Fiche d'identification des maladies des poissons mollusques et crustacés N°33. CIEM 1987

Weber DN. 2006. Dose-dependent effects of developmental mercury exposure on C-start escape responses of larval zebrafish *Danio rerio*. J Fish Biol. 1;69(1):75–94.

Wepener V, Van Vuren JHJ, Du Preez HH (1992) Effect of manganese and iron at a neutral and acidic pH on the hematology of the banded tilapia (*Tilapia sparrmanii*). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 49:613–619.

WHO (Organisation mondiale de la Santé). 1990. Environmental Health Criteria 107: Barium. International Programme on Chemical Safety, Geneva. 121 pp.

Wirbisky, S. E., Weber, G. J., Lee, J.-W., Cannon, J. R. & Freeman, J. L., 2014. Novel dose- dependent alterations in excitatory GABA during embryonic development associated with lead (Pb) neurotoxicity. Toxicol. Lett. 229, 1–8

Wolfe M, Norman D. 1998. Effects of waterborne mercury on terrestrial wildlife at clear lake: Evaluation and testing of a predictive model. Environ Toxicol Chem. 1; 17(2):214–27.

Wood C. M., Farrell A. P., Brauner C.J., 2012. Homeostasis and toxicology of non-essential metals. Volume 31B in the FISH PHYSIOLOGY series. Edited by Chris M. Wood, Anthony P. Farrell and Colin J. Brauner Honorary Editors: William S. Hoar and David J. Randall. 507 pages

Xiaojuan Xu. 2012. Developmental methylmercury exposure affects avoidance learning outcomes in adult zebrafish. J Toxicol Environ Health Sci. 4(5).

Xu, X., Weber, D., Burge, R. & VanAmberg, K., 2016. Neurobehavioral impairments produced by developmental lead exposure persisted for generations in zebrafish (*Danio rerio*). NeuroToxicology 52, 176–185.

Xu X, Weber D, Carvan MJ, Coppens R, Lamb C, Goetz S, Schaefer LA. 2012. Comparison of neurobehavioral effects of methylmercury exposure in older and younger adult zebrafish (*Danio rerio*). NeuroToxicology. 33(5):1212–8.

Zhou T, Scali R, Weis JS. 2001. Effects of methylmercury on ontogeny of prey capture ability and growth in three populations of larval *Fundulus heteroclitus*. *Arch Environ Contam Toxicol.* 41(1):47–54.

6.3 LES COMPOSES ORGANIQUES

6.3.1 Les PCB

Afssa., 2009. Appui scientifique et technique de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'interprétation des données du plan national PCB 2008 dans les poissons de rivière et à la proposition du plan d'échantillonnage 2009. Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa), Maisons-Alfort.

Afssa., 2008. Avis relatif à l'interprétation des résultats d'analyse du plan d'échantillonnage mis en place dans le cadre de la pollution en PCB des poissons du Rhône. Saisine n° 2007-SA-0239, Agence française de sécurité sanitaire des aliments, Maisons-Alfort.

ANSES, 2015. Consommation de poissons d'eau douce et PCB : aspects réglementaires, méthodologiques et sanitaires. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. 91 pages.

Babut M, Persat H, Marc Desmet M, Lopes C, Mourier B, Tronczynski J., 2016. Les PCB dans le Rhône : Étude de cas. Edition Lavoisier. 13.

Blom, S. et Förlin, L., 1997. Effects of PCB on xenobiotic biotransformation enzyme activities in the liver and 21-hydroxylation in the head kidney of juvenile rainbow trout. *Aquatic Toxicology*, 39(3-4):215–230.

Buckman, A. H., Fisk, A. T., Parrott, J. L., Solomon, K. R. et Brown, S. B., 2007. PCBs can diminish the influence of temperature on thyroid indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology*, 84(3):366–378.

Celander, M. et Förlin, L., 1995. Decreased responsiveness of the hepatic cytochrome P450 1A1 system in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after prolonged exposure to PCB. *Aquatic Toxicology*, 33(2): 141–153.

Christensen N.O., 1980. Diseases and anomalies in fish and invertebrates in Danish littoral regions which might be connected with pollution. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer*, 179 : 103-109

Daouk, T., Larcher, T., Rounsard, F., Lyphout, L., Rigaud, C., Ledevin, M., Loizeau, V. et Cousin, X., 2011. Long-term food-exposure of zebrafish to PCB mixtures mimicking some environmental situations induces ovary pathology and impairs reproduction ability. *Aquatic Toxicology*, 105(3-4) :270–278.

EELREP, 2005. Estimation of the reproduction capacity of European eel. EU contract Q5RS- 2001-01836. Final Report, 272 pages (<http://www.fishbiology.net/EELREP>).

Elie P., Girard P., 2009. Effets des micropolluants et des organismes pathogènes chez l'Anguille européenne *Anguilla anguilla* L.1758. Collection Étude CEMAGREF N° 128, 121 p.

Elie P., 2022. La Contamination des Poissons de la Jalle de Castelnau, du Ruisseau de Cabaleyre et de La Livenne (Gironde) par les polluants organiques et minéraux, Rapport SMIDDEST Polluants 2021. 77 pages.

Foekema, E. M., Deerenberg, C. M. et Murk, A. J., 2008. Prolonged ELS test with the marine flatfish sole (*Solea solea*) shows delayed toxic effects of previous exposure to PCB 126. *Aquatic Toxicology*, 90(3) :197–203.

HELCOM., 2007. HELCOM red list of threatened and declining species of lampreys and fishes of the Baltic Sea. *Baltic Sea Environment Proceedings*, 109, 42.

Huang, Q. et Hong, C.S., 2002. Aqueous solubilities of non-ortho and mono-ortho PCBs at four temperatures. *Water Research*, 36(14) :3543–3552.

INRS (2007). Fiche toxicologique FT 194 – Biphényles chlorés.

INERIS, 2011. Les Polychlorobiphényles-PCB. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Rapport 89 pages.

INERIS, 2011. Le Chlordane. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Rapport 125 pages.

Khan, I. A. et Thomas, P., 2006. PCB congener-specific disruption of reproductive neuroendocrine function in Atlantic croaker. *Marine Environmental Research*, 62(Supplement 1): S25–S28

Lawrence A.J., Hemingway K.L., 2003. Effects of pollution on fish: Molecular effects and population responses. Edt: Lawrence A.J and Hemingway K.L., Blackwell publishing. 342 p.

Palstra A.P., Van Ginneken V.J.T., Murk A.J, Van Den Thillart G.E.E.J.M., 2006. Are dioxin like contaminants responsible for the eel (*Anguilla anguilla*) drama? ICES CM 2006, J: 34 (Is there more to eels than SLIME?). 5 p.

Polak-Juszczak L, Waszak I., Szlinder-Richert J., Wójcik I., 2022. Levels, time trends, and distribution of dioxins and polychlorinated biphenyls in fishes from the Baltic Sea, *Chemosphere* 306 (2022) 135614

Premdas P.D., Metcalfe T.L., Bailey M.E., Metcalfe C.D., 1995. The prevalence and histological appearance of lip papilloma in white suckers (*Catostomus commersoni*) from two sites in central Ontario, Canada. *J; Great Lakes Res.* 21: 207-218

Quabius, E. S., Balm, P. H. M. et Wendelaar Bonga, S. E. (1997). Interrenal stress responsiveness of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) is impaired by dietary exposure to PCB 126. *General and Comparative Endocrinology*, 108(3):472–482.

Safe, S. (1993). Toxicology, structure-function relationship, and human and environmental health impacts of polychlorinated biphenyls: Progress and problems. *Environmental Health Perspectives*, 100 :259–268.

Saint-Jacques N., Richard Y., 2002. Le bassin de la rivière Saint-Maurice : les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu, 1996. Direction du suivi de l'état de l'environnement. Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec. 75 p. + annexes

Sarkis N., Meymy C., Geffard O., Souchon Y., Chandesris A., Ferreol M., Valette L., Recoura-Massaquant R., Piffady J., Chaumot A., Villeneuve B., 2021. Quantification of multi-scale links of anthropogenic pressures with PAH and PCB bioavailable contamination in French freshwaters. *Water Research*, //doi.org/10.1016/j.watres.2021.117546

Schmid P; Zennegg M ; Dübendorf E ; Holm P ; Pietsch C ; Brüschweiler B ; Kuchen A ; Staub E ; Tremp J. 2010 : Polychlorobiphényles (PCB) dans les eaux en Suisse. Données concernant la contamination des poissons et des eaux par les PCB et les dioxines : évaluation de la situation. *Connaissance de l'environnement n° 1002*. Office fédéral de l'environnement, Berne. 104 p.

Schmidt, K., Staaks, G. B. O., Pflugmacher, S. et Steinberg, C. E. W. (2005). Impact of PCB mixture (Aroclor 1254) and TBT and a mixture of both on swimming behavior, body growth and enzymatic biotransformation activities (GST) of young carp (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Toxicology*, 71(1) :49–59.

Schubert S; Keddig N; Gerwinski W; Neukirchen J ; Kammann U ; Haarich M ; Hanel R ; Theobald N., 2016. Persistent organic pollutants in Baltic herring (*Clupea harengus*) ; an aspect of gender. *Environ Monit Assess* (2016) 188 :368.

Sindermann C.J., 1979. Pollution associated diseases and abnormalities of fish and shellfish: a review. *Fishery Bulletin*, Vol. 76, 717-749

Takasuga, T., Senthilkumar, K., Matsumura, T., Shiozaki, K. et Sakai, S.I. 2006. Isotope dilution analysis of polychlorinated biphenyls (PCBs) in transformer oil and global commercial PCB formulations by high resolution gas chromatography-high resolution mass spectrometry. *Chemosphere*, 62(3) :469–484.

Tapie N., Le Menach K., Pasquaud S., Elie P., Devier M.H., Budzinski H., 2011. PBDE and PCB contamination of eels from the Gironde estuary: From glass eels to silver eels. *Chemosphere*; 83: 175-185

Triebkorn, R., Köhler, H.-R., Honnen, W., Schramm, M., Adams, S. M. et Müller, E. F. (1997). Induction of heat shock proteins, changes in liver ultrastructure, and alterations of fish behavior: Are these biomarkers related and are they useful to reflect the state of pollution in the field? *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery (Formerly Journal of Aquatic Ecosystem Health)*, 6(1) :57– 73.

6.3.2 Les Organochlorés

Ahmad N., Benoit D., Brooke L., Call D., Carlson A., Defoe D., Huot J., Moriarity A., Richter J., Shubat P., Veith G., and Wallbridge C. (1984) - Aquatic toxicity tests to characterize the hazard of volatile

organic chemicals in water: A toxicity data summary, Parts I and II. Environmental Research Laboratory EPA 600/3-84-009 (Duluth, Minnesota).

Anonyme, 2001. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, 2001. United Nations. Environment. Programme. <http://www.pops.int/>

Agbohessi TP, Toko II, Kestemont P, 2012. État des lieux de la contamination des écosystèmes aquatiques par les pesticides organochlorés dans le Bassin cotonnier béninois. *Cah Agric* 21: 46-56. doi: 10.1684/agr.2012.0535.

Adema D.M.M. and Vink G.J. 1981 - A comparative study of the toxicity of 1,1,2- trichloroethane, dieldrin, pentachlorophenol, and 3,4-dichloroaniline for marine and fresh-water organisms. *Chemosphere*, 10, 6, 533-554.

Anderson P.D. and Weber L.J. (1975) - Toxic response as a quantitative function of body size. *Toxicol Appl Pharmacol*, 33, 471-483.

Bansal S.K., Verma S.R., Gupta A.K. and Dalela R.C. (1980) - Predicting long-term toxicity by subacute screening of pesticides with larvae and early juveniles of four species of freshwater major carp. *Ecotoxicol Environ Saf*, 4, 3, 224-231.

Beard, J., (2006). DDT and human health. *Science of the total environment.*, 355: 78-89.

Beck, 2011. "Contribution à l'étude de la contamination par les polluants organiques persistants et les métaux lourds des animaux de la chaîne alimentaire du bassin versant de la Loire : cas particulier des Poissons. Thèse vétérinaire Lyon.," Université Claude Bernard, Lyon, FRANCE.

Bradatan, M., Hura, C., Leanca, M., Palamaru, I., Rusu, L., 1997. Investigation of transfer of some chemical effluents from water to risk-fish. Congrès des hygiénistes, épidémiologistes, microbiologistes et parasitologistes de la République de Moldavie, Chisinau, actes de congres, p. 58-59 (In Juc Liliana 2007).

Call D.J., Brooke L. T., Ahmad N., Richter J. (1983) - Toxicity and metabolism studies with EPA priority pollutants and related chemicals in freshwater organisms. Duluth, Minnesota, Center for Lake Superior Environmental Studies, University of Wisconsin-Superior, Environmental Research Laboratory EPA 600/3-83-095.

Cardwell R.D., Foreman D.G., Payne T.R. and Wilbur D.J. (1977) - Acute and Chronic Toxicity of Chlordane to Fish and Invertebrates. US EPA. Duluth, MN, USA. EP A-600/3-77-019-126.

Chadwick G.G. and Shumway D.L. (1969) Effects of dieldrin on the growth and development of steelhead trout. *In: Biological Impact of Pesticides in the Environment, Environ Health Sci Center.* Corvallis, Oregon, J. W. Gillett Eds, 90-96.

Cocco, P., Blair, A., Congia, P., Saba, G., Ecça, A.R., Palmas, C., (1997). Long term health effects of the occupational exposure to DDT. *Annals of the New York Academy of Science* 837: 246-256

Cocco, P., Kazerouni, N., Zahm, S.H., (2000). Cancer mortality and environmental exposure to DDE in United States. *Environmental health perspective.*, 108 : 1-4

Convention de Stockholm 2018. Les polluants organiques persistants (POPs). Rapport ONU Environnement. 80 pages.

Couch J. A., Winstead J. T, and Goodman L. R., 1977. "Kepone-induced scoliosis and its histological consequences in fish," *Science*, vol. 197, no. 4303, pp. 585–587

Environmental Quality Standards (2005) - Priority substance No. 16 Hexachlorobenzene CAS- No. 118-74-1. Substance Data Sheet. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive, Final version (Brussels), p. 15.

Environnement Canada. 1993. L'exachlorobenzène : liste des substances d'intérêt prioritaire rapport d'évaluation. Gouv.protec.Env. rapport 56 pages.

Elie P., 2022. La Contamination des Poissons de la Jalle de Castelnau, du Ruisseau de Cabaleyre et de La Livenne (Gironde) par les polluants organiques et minéraux, Rapport SMIDDEST Polluants 2021. 77 pages.

Ferreira, M., Antunes, P., Gil, O., Vale, C., Reis-Henriques, M.A., 2004. Organochlorine contaminants in flounder (*Platichthys flesus*) and mullet (*Mugil cephalus*) from Douro estuary, and their use as sentinel species for environmental monitoring. *Aquatic toxicology*. 69: 347-357.

Henderson C., Pickering Q.H. and Tarzwell C.M. (1959) - Relative Toxicity of Ten Chlorinated Hydrocarbon Insecticides to Four Species of Fish. *Trans Amer Fish Soc*, 88, 1, 23-32.

Hayes, W.J., Laws, E.R., (1991). *Handbook of Pesticide Toxicology*. Volume 1, Academic Press, p. 245

Hayes, WJ., (1992). *Pesticides studied in man*. Baltimore London: Williams and Wilkins, ISBN 0-683-03896-6

Heberer, T.; Dunnbier, U., 1999. DDT metabolite bis(chlorophenyl)acetic acid: the neglected environmental contaminant. *Environ Sci Technol* 1999, 33, 2346-2351.

IARC, 1974. International agency for research on cancer monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man. Some organochlorine pesticides. Vol. 5, Lyon .

INRERIS 2011. L'Hexachlorobenzène. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Rapport 113 pages

Juc L 2007. Étude des risques liés à l'utilisation de pesticides organochlorés et impact sur l'environnement et la santé humaine. Thèse Université Claude Bernard Lyon. 186 p.

Johnson W.W. and Finley M.T. (1980) - *Handbook of acute toxicity of chemicals to fish and aquatic invertebrates*. Washington DC, US Dept. of the Interior. Fish and Wildlife Service. Publication 137.

Kaloyanova, F.P., El Batawi, M.A., 1991. Human Toxicology of Pesticides. CRC Press
Mc Dermott D.J. and Sherwood M.J., 1975, DDT and PCB in diseased Dover sole, Annu rep, Southern Calif. Costal Water Res. Proj., El Segundo, p33-35.

Lamai S.L., Warner G.F. and Walker C.H. (1999) - Effects of dieldrin on life stages of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Ecotoxicol Environ Saf*, 42, 1, 22-29.

Laseter, J.L., C.K. Bartell, A.L. Laska, D.G. Holmquist, D.B. Condie, J.W. Brown et R.L 1976. Evans, an ecological study of hexachlorobenzene (HCB), Department of Biological Sciences, University of New Orleans, préparé pour l'Office of Toxic Substances, Washington, D.C., Environmental Protection Agency des É.-U. (EPA 560/6-76-009).

Macek K.J., Burton K.S., Derr S.K., Dean J.W. and Sauter S. (1976) - Chronic toxicity of lindane to selected aquatic invertebrates and fishes. Duluth, MN. Ecol Res Ser, EPA 600/3-76- 046 - Environ Res Lab US EPA.

Manar R., (2008). Effets populationnels du chlordane sur les microcrustacés cladocères *Daphnia sp.*, dans une perspective d'évaluation des risques. *Ecotoxicologie*. Université Paul Verlaine-Metz, 170 pages.

Moore J.M, Damian She, E. Hillman J, Stegeman J, 1996. Trends in hepatic tumors and hydropic vacuolation, fin erosion, organic chemicals and stable isotope ratios in winter flounder from Massachusetts, USA Marine Pollution Bulletin Volume 32, Issue 6, Pages 458-470.

Parrish P.R., Cook G.H., Patrick J. M. (1974) Hexachlorobenzene: Effects on several estuarine animals. *In: 28th Ann. Conf. S.E. Assoc. Game Fish Commissioner Eds*, 179-187

Parrish P., Dyar E., Enos J. and Wilson W. (1978) - Chronic toxicity of chlordane, trifluralin, and pentachlorophenol to sheeps head minnows (*Cyprinodon variegatus*). US EPA. Washington, D.C, USA. EPA 600/3-78-010.

Randall W.F., Dennis W.H. and Warner M.C. (1979) - Acute toxicity of dechlorinated DDT, Chlordane and lindane to Bluegill (*Lepomis macrochirus*) and *Daphnia magna*. *Bull Environ Contam Toxicol*, 21, 6, 849-854.

Ravikumar S.S. and Gupta T.R.C. (1988) Toxicity of Chlordane and Malathion to Silver Carp and Common Carp. *In: Proceedings of the First Indian Fisheries Forum, Mangalore, Asian Fisheries Society, M. M. Joseph. Indian Branch. Asian Fisheries Society Eds*, 281-283.

Roberts R. J., 2012. Fish pathology. John Wiley & Sons.

Roche H., Buet A., Tidou A., Ramade F., 2003. Contamination du peuplement de poissons d'un étang de la réserve naturelle nationale de Camargue, le Vaccarès, par des polluants organiques persistants. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 58,

Santé Environnement Canada, 2009. Evaluation du risque posé par le Lindane. Note de réévaluation. REV 2009-08-Rappor 172 pages.

Schimmel S.C., Patrick J.M. and Forester J. (1977) - Toxicity and bioconcentration of BHC and lindane in selected estuarine animals. *Arch Environ Contam Toxicol*, 6, 355-363.

US EPA, 1980 a. Ambient water quality criteria for Aldrin/Dieldrin. US Environmental Protection Agency, Office of Water. Washington DC. 440/5-80-019.

US EPA 1980 c. Ambient water quality criteria for chlordane. US EPA, Office of Water Regulations and Standards. Washington DC. EPA 440/5-80-027.

Wang, D, Yu Y, Zhang X, Zhang D, Zhang S, and. Wu M. 2013 "Organochlorine pesticides in fish from Taihu Lake, China, and associated human health risk assessment, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 98, pp. 383–389.

6.3.3 Les Pyréthrinoïdes dont la Perméthrine

Brander S.M., Gabler M.K., Fowler N.L., Connon R.E., Schlenk D. (2016). Pyrethroid pesticides as endocrine disruptors: molecular mechanisms in vertebrates with a focus on fishes. *Environ. Sci. Technol.* 50(17), 8977-8992.

Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2006 Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement et la protection de la vie aquatique : La Perméthrine. 8 pages

Dulio V et Andres S. 2014. Recommandations du Comité Experts Priorisation auprès du MEDDE pour la sélection des Substances Pertinentes à Surveiller dans les Milieux Aquatiques pour le Second Cycle de la DCE (2016-2021), Aquaref-INERIS. Rapport ,102 pages.

Elie P., 2022. La Contamination des Poissons de la Jalle de Castelnau, du Ruisseau de Cabaleyre et de La Livenne (Gironde) par les polluants organiques et minéraux, Rapport SMIDDEST Polluants 2021. 77 pages.

Environnement Canada. 2006. Canadian water quality guidelines : Permethrin. Scientific Supporting Document. Collection Santé des écosystèmes : Solutions fondées sur la science. Bureau national des recommandations et des normes, Environnement Canada. Ottawa.

Gilliom, R. J.; Barbash, J. E.; Crawford, C. G.; Hamilton, P. A.; Martin, J. D.; Nakagaki, N.; Nowell, L. H.; Scott, J. C.; Stackelberg, P. E.; Thelin, G. P.; Wolock, D. M. *The Quality of Our Nation's Waters - Pesticides in the Nation's Streams and Ground Water*; 2006; p 172

Hénault-Ethier, L. 2015. Health and environmental impacts of pyrethroid insecticides: What we know, what we don't know and what we should do about it. Executive Summary and Scientific Literature Review. Prepared for Équiterre. Montreal, Canada. 68pp.
<http://www.equiterre.org/publication/revue-de-litterature-sur-les-impacts-des-insecticides-pyrethrinoides-sur-la-sante-et-len>

Holdway, D.A., et D.G. Dixon. 1988. Acute toxicity of permethrin or glyphosate pulse exposure to larval white sucker (*Catostomus commersoni*) and juvenile flagfish (*Jordanella floridae*) as modified by age and ration level. *Environmental Toxicology and Chemistry* 7:63- 68.

Kumaraguru, A.K., et F.W.H Beamish. 1981. Lethal toxicity of permethrin (NRDC-143) to rainbow trout, *Salmo gairdneri*, in relation to body weight and water temperature. *Water Research* 15:503-505.

Kumaraguru, A.K., et F.W.H Beamish. 1986. Effect of permethrin (NRDC-143) on the bioenergetics of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquatic Toxicology* 9:47-58.

Lepper P, Sorokin N, Atkinson C, Rule K, Hope S-J and Comber S ,2007. Proposed EQS for Water Framework Directive Annex VIII substances: permethrin. Environment Agency and SNIFFER. Science Report: SC040038/SR11. 112 pages.

Rasmussen, J.J., Norum, U., Jerris, M.R., Wiberg-Larsen, P., Kristensen, E. A., Friberg, N., 2013. Pesticide impacts on predator–prey interactions across two levels of organisation. *Aquatic Toxicology*. 140– 141, 340– 345.

Sappington, L.C., F.L. Mayer, F.J. Dwyer, D.R. Buckler, J.R. Jones et M.R. Ellersieck. 2001. Contaminant sensitivity of threatened and endangered fishes compared to standard surrogate species. *Environmental Toxicology and Chemistry* 20: 2869-2876.

Schimmel, S.C., R.L. Garnas, J.M. Patrick, Jr. et J.C. Moore. 1983. Acute toxicity, bioconcentration, and persistence of AC 222, 705, benthocarb, chlorpyrifos, fenvalerate, methyl parathion, and permethrin in the estuarine environment. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 31 :104-113.

Werner, I., Moran, K. (2008). Effects of pyrethroid insecticides on aquatic organisms. *Synthetic Pyrethroids, Occurrence and Behavior in Aquatic Environments*, eds. Gan J, Spurlock F, Hendley P, Weston D (American Chemical Society, Washing- ton, DC), pp 310-334.

Werner I., 2017. Les pyrèthrinoïdes dans l'environnement. Fiche d'information. Centre écologie. 5 pages.

6.3.4 Perfluorés (PFOS)

ANSES 2015. Connaissances relatives aux données de toxicité sur les composés de la famille des Perfluorés (Tome 3), Expertise collective. Saisine 2009-SA-0331. 101 pages.

Babut M ; Labadie P, Simonnet-Laprade C ; Munoz G ; Roger M-C; Ferrari B.J.D; Budzinski H; Sivade E. 2017. Per- and poly-fluoroalkyl compounds in freshwater fish from the Rhône River: influence of fish size, diet, prey contamination and biotransformation. *Science of The Total Environment*. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.06.111

Buck RC, Franklin JBU, Conder JM, Cousins IT, de Voogt P, Jensen AA, Kannan K, Mabury SA, Leeuwen SPJ, 2011. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. *Integr. Environ. Assess. Manag* 7, 513–541. [Pub Med: 21793199]

Fair P.A, Wolf B, White N. D, Arnott S.A, Kannan K, Karthikraj R, Vena J.E. 2019. Perfluoroalkyl substances (PFASs) in edible fish species from Charleston Harbor and tributaries, South Carolina, United States: Exposure and risk assessment. *Environ Res*; 171: 266–277,

Gouv Canada, 2018. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada Document technique : Le sulfonate de perfluorooctane (SPFO). Rapport.120 pages.

Gouv Canada, 2017. Rapport d'évaluation écologique préalable sur le sulfonate de perfluorooctane, ses sels et ses précurseurs. Rapport 40 pages.

Hoff, P.T., Van De Vijver K., Van Dongen W., Esmans E.L., Blust R and De Coen W.M. 2003. Perfluorooctane sulfonic acid in bib (*Trisoperus luscus*) and plaice (*Pleuronectes platessa*) from the Western Scheldt and the Belgian North Sea: distribution and biochemical effects. Environ. Toxicol. Chem. 22 : 608-614.

INERIS 2013. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : PFOS, ACIDE, SELS ET DERIVES, DRC-12-126866-07631A, 89 p. (<http://rsde.ineris.fr/> ou <http://www.ineris.fr/substances/fr/>) OSPAR (2005). Perfluorooctane Sulfonate (PFOS). (Publié en 2006). H. S. Séries, Rapport 46 pages

OCDE 2002 a. Hazard assessment of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and its salts. ENV/JM/RD (2002)17/FINAL, November 21, Paris. 362 pp.

OCDE 2002 b. Co-operation on existing chemicals hazard assessment of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and its salts. Report #ENV/JM/RD (2002)17/FINAL. Robust Study Report Reference No. 8 - Early Life-Stage Toxicity Test with the Fathead Minnow. 3M Company, Environmental Laboratory-Wildlife International Ltd., Easton, MD.

Rüdel H, Müller J, Jüriling H, Bartel-Steinbach M, Koschorreck J. 2011. Survey of patterns, levels, and trends of perfluorinated compounds in aquatic organisms and bird eggs from representative German ecosystems. Environ Sci Pollut Res Int. 18(9):1457-70.

Taniyasu, S., K. Kannan, Y. Horii, N. Hanari and N. Yamashita. 2003. A survey of perfluorooctane sulfonate and related perfluorinated organic compounds in water, fish, birds, and humans from Japan. Environ. Sci. Technol. 37: 2634-2639.

US EPA OPPT AR226-0097, 2016. 3M submission dated 4/26/00. PFOS: an early life-stage toxicity test with the fathead minnow (*Pimephales promelas*), with protocol. Rapport.

6.3.5 Les Organofluorés le Fludioxonil (fongicide) et le Diflufenicanil (herbicide)

AFSSA, 2008. Demande d'extension d'usage majeur pour la préparation GEOXE (Fludioxonil), de la société SYNGENTA AGRO SAS. Dossier n°2007-3356. AMMN°9300412. 11 pages.

ANSES, 2012. DIFLUFENICANIL – N° CAS : 83164-33-4. Fiche NORMES DE QUALITE ENVIRONNEMENTALE. Rapport 18 pages.

ANSES 2015. Conclusions de l'évaluation relatives à une demande d'autorisation de mise sur le marché pour la préparation PREMAZOR TURBO à base de diflufénican et de glyphosate.

C.E. (2006). Draft Assessment Report (DAR) - public version. Initial risk assessment by the rapporteur Member States United Kingdom for the existing active substance DIFLUFENICAN ion the third stage

(part A) of the review programme referred to in Article 8(2) of Council Directive 91/414/EEC. March 2006.

EFSA 2007. Scientific Report 110, Conclusion on the peer review of fludioxonil. 85 pages

FIACRE, 2019. Fiche de données sécurité mélange. Life Scientific. 8 pages.

Rimawi R., 2015. Synthesis of Fludioxonil Intermediate. Master in the Faculty of Science of Jerusalem. 45 pages.

Santé Canada, 2008. Fludioxonil fongicide Instrata. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire de Santé Canada. 35 pages.

Stitti D., 2018. Étude des effets de switch (Fludioxonil et Cyprodinil) sur le foie du lapin « *Oryctolagus cuniculus* ». Thèse vétérinaire. Univ Blida. 51 pages.

6.3.6 Les Phtalates

Carnevali O, Tosti L, Speciale C, Peng C, Zhu Y, Maradonna F., 2010. DEHP impairs zebrafish reproduction by affecting critical factors in oogenesis. *PLoS One*, **5** : e10201

Caudeville J. 2021. Effet et mécanisme d'action des phtalates sur les processus de reproduction et la santé reproductive : Revue de littérature. Year Book Santé et environnement, Volume 20, 4.

Defranceschi M., Ribera D., Doly L., 2015. Substances émergentes, polluants émergents dans les déchets : Le cas des phtalates. RECORD, Rapport Final n°13, 137 pages.

Harries JE, Runnalls T, Hill E, Harris CA, Maddix S, et coll. 2000. Development of a reproductive performance test for endocrine disrupting chemicals using pair-breeding fathead minnows (*Pimephales promelas*). *Environ Sci Technol*, **34**: 3003-3011

Kim EJ, Kim JW, Lee SK. 2002. Inhibition of oocyte development in Japanese medaka (*Oryzias latipes*) exposed to di-2-ethylhexyl phthalate. *Environ Int*, **28**: 359-365

Lyche J.L, Gutleb A.C, Bergman. A, Eriksen G.S, Murk A.T.J, Ropstad E, Saunders M, J.U. 2009. Reproductive and developmental toxicite of phtalates. journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 12:225–249.

Nozaka T, Abe T, Matsuura T, Sakamoto T, Nakano N, et coll. 2004. Development of vitellogenin assay for endocrine disrupters using medaka (*Oryzias latipes*). *Environ Sci*, **11**: 99-121.

Oehlmann J, Schulte-Oehlmann U, Kloas W, Jagnytsch O, Lutz I, et coll. 2009. A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 364: 2047-2062

Ortiz-Zarragoitia M, Cajaraville MP. 2005. Effects of selected xenœogens on liver peroxisomes, vitellogenin levels and spermatogenic cell proliferation in male zebrafish. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*, 141: 133-144

Ortiz-Zarragoitia M, Trant JM, Cajaraville MP. 2006. Effects of dibutyl phthalate and ethynylestradiol on liver peroxisomes, reproduction, and development of zebrafish (*Danio rerio*). *Environ Toxicol Chem*, 25 : 2394-2404

6.3.7 Les Diphényléthers ou DPE (Aclonifen)

EFSA 2007, Aclonifene Fiches de synthèse, 15p

INERIS 2022, Aclonifene Fiche de synthèse, 15

Kilinc O. 2010. Etude du mode d'action et du devenir d'un herbicide : l'Aclonifen. Biologie végétale. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 240 pages

Pannacci, E., Graziani, F., and Covarelli, G. (2007) Use of herbicide mixtures for pre and post-emergence weed control in sunflower (*Helianthus annuus*). *Crop Protection* 26, 1150.

Young-Lee-Jin, Park Hahyun, Whasun Lim, Song Gwonhwa, 2021. Aclonifen causes developmental abnormalities in zebrafish embryos through mitochondrial dysfunction and oxidative stress. *Science of The Total Environment*, Volume 771, 145445

6.3.8 Les Dinitroanilines

ECHA.2017. « Substance-information-Pendimethaline ».

"from <https://echa.europa.eu/fr/substanceinformation//substanceinfo/100.049.927>.

EFSA 2016. "Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance Pendimethaline

INERIS 2018. Clément Le noble. La Pendimethaline. Rapport INERIS - DRC-18-158744-03310B, 7 pages.



Fédération Départementale de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique 33
10 ZA du Lapin - 33750 Beychac-et-Caillau
Tél : 05.56.92.59.48 - Fax : 05.56.92.23.12
contact@peche33.com - www.peche33.com