



Etude d'évaluation de la mise en œuvre du Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE) et élaboration d'un Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE)

Rapport de Phase 1

Bilan technique

août 2025 | *version finale*

Table des matières

1	DESCRIPTION DU TERRITOIRE.....	11
1.1	Relief	11
1.2	Climat	11
1.2.1	Des précipitations annuelles moyennes contrastées géographiquement	11
1.2.2	Tendances passées : précipitations en baisse et températures en hausse	13
1.2.3	Tendances sur les ETP (évapotranspiration) : importance de la définition	15
1.3	Hydrographie et sous bassin versant.....	17
1.4	Occupation du sol : Corine Land Cover	19
1.5	Contexte agricole : évolution des assolements et de la socio économie.....	22
1.5.1	Description de l'assolement : prédominance des surfaces en herbe en amont (sauf pour le Fresquel, cultures céréalières) et de la vigne en aval et partie médiane	22
1.5.2	Socio économie agricole : 5 261 exploitations agricoles en 2020 : -20% en dix ans	25
1.5.3	Un exemple d'incidence du climat actuel et futur sur les cultures : la viticulture et l'indice héliothermique de Huglin	30
2	RESSOURCES EN EAU ET ANALYSE DES DESEQUILIBRES	34
2.1	Hydrométrie observée : les débits des cours d'eau	34
2.1.1	Le réseau disponible	34
2.1.1	Identification du réseau hydrométrique fiable en période étiage	35
2.1.2	Tendances longue période	39
2.2	Présentation des grands systèmes hydrauliques	47
2.2.1	Schéma hydraulique du bassin versant	47
2.2.2	Ouvrages impliqués directement ou indirectement dans la gestion : source Talanoa.....	48
2.3	Comprendre les règles de pilotage et la quantification des déséquilibres	54
2.4	Calcul des indicateurs hydrologiques mesurés sur la période 2011 à 2024	68
2.4.1	Historique du respect du DOE.....	68
2.4.2	Historique du respect des valeurs seuils des 11 stations pour la gestion des sécheresses des 11 zones d'alertes issues de l'arrêté cadre.....	89
2.4.3	Historiques des débits à la sortie des Unités de Gestion de l'EVP	95
2.4.4	Le réseau ONDE	114
2.5	Hydrologie naturelle : un exercice scientifique de reconstitution	116
2.5.1	TALANOA	116
2.5.2	Limites	117
2.5.3	Débits naturels : Focus à Moussoulens.....	117
2.5.4	Indicateurs hydrologiques sur la période 2011-2024	119
3	QUALITE DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES : QUELLES RELATIONS AVEC LE DEBIT ?	137
3.1	Définition du bon état des masses d'eau.....	138
3.1.1	Des règles d'interprétation codifiées	138
3.1.2	Un état basé sur les données du SDAGE 2022-2027.....	139
3.2	Etat des masses d'eau superficielles (SDAGE 2022-2027)	140
3.3	Etat des masses d'eau souterraines (SDAGE 2022-2027)	153
3.3.1	86 % des masses d'eau souterraines en bon état quantitatif	153
3.3.2	95 % des masses d'eau en bon état chimique.....	154
3.4	Analyse des données des stations de suivi de la qualité.....	154
3.4.1	Evolution de l'état écologique des stations de suivi pour chaque unité de gestion	156
3.4.2	Paramètres déclassant l'état écologique des masses d'eau	157
3.4.3	Détail des paramètres déclassants l'état biologique par unité de gestion	161
3.5	Conclusion	166
3.5.1	: Synthèse des principales pressions quantitatives retenues par le SDAGE.....	166
3.5.2	Bilan de l'analyse écologique pour les stations représentatives des unités de gestion	168
3.5.3	Bilan pour les stations des cours d'eau faisant l'objet d'une étude DMB.....	169
4	DEBIT MINIMUM BIOLOGIQUE (DMB)	170
4.1	Rappel des concepts	170

4.2	Rappel des expertises précédentes sur le bassin	172
4.3	Complément sur 3 cours d'eau de la montagne noire et sur l'Aude à Moussoulens pour la définition de DMB	173
4.3.1	4 stations expertisées en 2025.....	173
4.3.2	Choix des espèces cibles	174
4.4	Débit biologique à Moussoulens.....	181
4.4.1	Calendrier des enjeux écologiques.....	181
4.4.2	Rappel des grandeurs hydrologiques caractéristiques en étiage	182
4.4.3	Localisation et position des transects de mesure	183
4.4.4	Conditions de mesure	184
4.4.5	Variables physiques débit-dépendantes (toutes périodes hydrologiques).....	186
4.4.6	Habitats piscicoles	194
4.4.7	Continuité écologique.....	197
4.4.8	Frayère à alose feinte	198
4.4.9	Matrice de sensibilité : perte ou gain par rapport au seuil de 4 m ³ /s.....	201
4.4.10	Synthèse débit biologique.....	203
4.5	Du débit biologique au DOE : le cas de la prise d'eau potable de Narbonne.....	206
4.6	Débit biologique des affluents de la montagne noire	209
4.6.1	Sites d'études.....	209
4.6.2	Rappel des grandeurs hydrologiques caractéristiques en étiage	209
4.6.3	Le Lampy.....	212
4.6.4	Le Tenten.....	219
4.6.5	La Vernassonne.....	227
4.6.6	Synthèse de l'ensemble des stations montagne noire	234
5	USAGES PRELEVEURS D'EAU	236
5.1	Ratio des « petits préleveurs ».....	238
5.2	Base de données des prélèvements AERMC.....	240
5.3	Diminution des prélèvements bruts de près de 140 Mm ³	240
5.3.1	Prélèvements des canaux structurants.....	243
5.3.2	Focus sur les prélèvements des canaux des ASA.....	249
5.3.3	Volumes restitués par les canaux	252
5.4	Prélèvements nets	254
5.5	Baisse de 17% des prélèvements pour l'AEP.....	255
5.6	Les prélèvements industriels sont mineurs sur le territoire.....	256
5.6.1	Autres usages économiques	256
5.6.2	Usages exonérés.....	256
5.7	Les prélèvements pour l'irrigation ont augmenté depuis 2012.....	258
5.7.1	Zoom sur les deux Unions d'ASA	260
5.7.2	Zoom sur la SICA d'irrigation de l'Ouest audois.....	269
5.8	Agriculture irriguée.....	270
5.8.1	Description de l'assolement irrigué	270
5.8.2	Modélisation des régimes de prélèvements agricoles sur la période 2000-2024	272
5.8.3	Application territoriale et interannuelle	276
5.8.4	Modélisation des besoins agronomiques : fonction de répartition dans le temps	282
5.8.5	Les enseignements pour le scénario de référence et futurs.....	288
6	LES IMPACTS QUANTITATIFS DU PGRE SUR LA RESSOURCE.....	291
6.1	Analyse croisée	291
6.1.1	Sensibilité des bassins à la gestion conjoncturelle.....	291
6.1.2	Des volumes de service en baisse	294
6.1.3	Et des prélèvements agricoles en augmentation	296
6.1.4	En bilan, vu de Moussoulens des économies et des augmentations des besoins	297
6.2	Recommandations techniques	297
6.3	Les suites techniques de l'étude : des scénarios à construire	298
7	BIBLIOGRAPHIE.....	300
8	ANNEXES	301
8.1	Annexe 1 : Débits moyens mensuels	301

8.2	Annexe 2 : Evolution de l'assolement sur le territoire du PTGE Aude	305
8.3	Annexe 3 : Description des unités de gestion	306
8.3.1	<i>Argent double</i>	306
8.3.2	<i>Aude amont</i>	309
8.3.3	<i>Aude aval</i>	312
8.3.4	<i>Aude médiane</i>	315
8.3.5	<i>Berre Rieu</i>	318
8.3.6	<i>Cesse</i>	321
8.3.7	<i>Fresquel</i>	324
8.3.8	<i>L'Aude du Rebenty au Fresquel</i>	328
8.3.9	<i>Lauquet</i>	332
8.3.10	<i>Ognon</i>	335
8.3.11	<i>Orbiel</i>	337
8.3.12	<i>Orbieu</i>	340
8.3.13	<i>Sou</i>	343
8.4	Annexe 4 : Etat écologique des masses d'eau rivières	346
8.4.1	<i>Focus sur les pressions exercées sur les masses d'eau rivières</i>	346
8.4.2	<i>Classement des masses d'eau selon leur état écologique</i>	357
8.4.3	<i>Analyse expliquant le déclassement écologique</i>	362
8.5	Annexe 5 : Etat des masses d'eau souterraines (SDAGE 2022-2027)	377
8.5.1	<i>86 % des masses d'eau souterraines en bon état quantitatif</i>	377
8.5.2	<i>95 % des masses d'eau en bon état chimique</i>	381

Table des figures

Figure 1 : Carte du relief de l'Aude	11
Figure 2 : Cartographie des lames d'eau précipitées sur la période 1981 – 2010 (Lames d'eau Aurelhy)	12
Figure 3 : Cartographie des lames d'eau précipitées entre 1991 -2020 (Lames d'eau Aurelhy)	12
Figure 4 : Précipitations mensuelles SAFRAN : moyennes 1991-2020 (barres bleues) et maximums journaliers (courbe jaune) en moyenne sur l'ensemble du territoire du PTGE Aude	13
Figure 5 : Précipitations annuelles moyennes sur le territoire (données SAFRAN- Météo-France).....	14
Figure 6 : Températures annuelles moyennes sur le territoire (données SAFRAN- Météo-France).	14
Figure 7 : Moyennes annuelles des températures minimales (TN, haut) et maximales (TX, bas) journalières à la station Météo-France d'Argeliers (longues série homogénéisée - Météo-France).	15
Figure 8 : ETP annuelles 1970-2023 basées sur les données SAFRAN à Carcassonne	16
Figure 9 : ETP annuelles moyennes sur le territoire (données SAFRAN- Météo-France).....	17
Figure 10 : Carte du réseau hydrographique	18
Figure 11 : Communes du territoire du PTGE Aude.....	18
Figure 12 : Carte de l'occupation du sol, d'après Corine Land Cover 2018.....	19
Figure 13 : Tableau représentant l'occupation du sol par types de culture en 2012, 2018 et l'évolution entre ces deux années	21
Figure 14 : Répartition du RPG 2023 sur le périmètre du PTGE Aude	22
Figure 15 : Registre parcellaire graphique 2023 du PTGE Aude.....	23
Figure 16 : Evolution de la SAU (sans les surfaces en herbe) entre 2010 et 2023 (Source : RPG explorer)	24
Figure 17 : Evolution des surfaces en herbe entre 2010 et 2023 (Source : RPG explorer).....	25
Figure 18 : Orientation technico-économique des exploitations en 2010 et 2020 (Source : Agreste, RA 2010 et 2020)	26
Figure 19 : Evolution des orientations technico-économiques des exploitations en 2010 et 2020	27
Figure 20 : Répartition de la SAU moyenne par exploitation (Source : Agreste, RA2020)	28
Figure 21 : Evolution du nombre d'exploitations et de la SAU moyenne dans le département de l'Aude (Source : Agreste - RA)	29
Figure 22 : Production brute standard (PBS) par bassin versant (Source : Agreste, RA2020).....	30
Figure 23 : Indice de Huglin calculé à partir des données SAFRAN et moyennés sur la période 2005-2024	32
Figure 24 : Indice de Huglin moyen calculés sur l'ensemble des points SAFRAN contenant de la vigne, à l'intérieur du périmètre du PTGE Aude.	32
Figure 25 : Indices de Huglin calculés en deux point SAFRAN, respectivement à l'amont du territoire, à l'Ouest de Limoux (haut) et à l'aval, à l'est de l'étang de Campestang (bas).	33
Figure 26 : Carte des 36 stations hydrométriques	35
Figure 27 : Fiche synthétique des indicateurs hydrologiques de l'Aude à Moussoulens (Source : HydroPortail)	37
Figure 28 : Module annuel de l'Aude à Moussoulens.....	38
Figure 29 : Statistiques de débits moyennés sur 10 jours de l'Aude à Moussoulens.....	39
Figure 30 : Module sur l'Aude à Belvianes-et-Cavirac.....	40
Figure 31 : Valeurs statistiques des débits médians de l'Aude à Belvianes-et-Cavirac sur 4 périodes de 25 ans.....	42
Figure 32 : Comparaison des statistiques médianes de l'Aude à Belvianes-et-Cavirac	43
Figure 33 : Comparaison des statistiques quinquennales sèches de l'Aude à Carcassonne	44
Figure 34 : Comparaison des statistiques médianes du Fresquel à Carcassonne	44
Figure 35 : Comparaison des statistiques médianes de l'Aude à Moussoulens.....	45
Figure 36 : Débits moyens mensuels	46
Figure 37 : Schéma hydraulique du bassin versant de l'Aude	47
Figure 38 : Débits mesurés à Moussoulens et soutien des débits	48
Figure 39 : Répartition mensuelles des lâchers (Mm ³) des Cammazes, EDF, Galaube, Ganguisse, Lampy, Laprade et Saint Ferréol	49
Figure 40 : Volumes des lâchers – Convention Matemale + eaux vives (2011/2022)	50
Figure 41 : Débit moyen journalier – Convention Matemale + eaux vives (quantiles 2011/2022)	51
Figure 42 : Transfert VNF via le Fresquel pour Villedubert	52
Figure 43 : Schéma des interactions entre VNF et BRL.....	53
Figure 44 : Carte des points de prélèvement VNF et BRL	53
Figure 45 : Points stratégiques de référence sur le territoire	54
Figure 46 : Liste des points stratégiques de référence	54
Figure 47 : Carte des zones d'alertes du bassin et seuils de gestion retenus sur les stations de référence	56
Figure 48 : Restriction selon seuil – station Y161202001	57
Figure 49 : Période d'étiage – L'Aude à Moussoulens (écluse Moussoulens) 2011.....	59
Figure 50 : Relations statistiques entre les indicateurs hydrologiques QMNA, VCN10 et VCN3.....	62
Figure 51 : Calcul du déficit par écart entre le débit journalier et le DOE (Moussoulens 2011).....	63
Figure 52 : Comparaison des déficits selon la méthode de calcul QJ = débit journalier ou QM = Débit moyen mensuel	64

Figure 53 : Confrontation usage exprimé ressource disponible de juin à octobre pour chaque sous bassin pris indépendamment (source étude VP 2013).....	65
Figure 54 : Carte des déficits pour les usages exprimés avec soutien d'étiage et rééquilibrage interne au bassin versant.....	66
Figure 55 : Débits moyens mensuels – l'Aude à Belvianes et Cahirac – 2010/2024.....	69
Figure 56 : Débits moyens mensuels – l'Aude à Carcassonne – Pont-Neuf – 2010/2024.....	69
Figure 57 : Débits moyens mensuels – l'Aude à Moussan (Moussoulens écluse) – 2010/2024.....	70
Figure 58 : Indicateurs hydrologiques – Aude à Belvianes-et-Cahirac – 2010/2024.....	71
Figure 59 : Indicateurs hydrologiques – Aude à Carcassonne – Pont-Neuf – 2010/2024.....	72
Figure 60 : Indicateurs hydrologiques – Aude à Moussan (Moussoulens – écluse) – 2010/2024.....	73
Figure 61 : Débits moyens mensuels – Le Fresquel à Carcassonne – 2010/2024.....	74
Figure 62 : Indicateurs hydrologiques – Le Fresquel à Carcassonne (Pont-Neuf) – 2010/2024.....	75
Figure 63 : Débits moyens mensuels – L'Orbieu à Villedaigne – 2010/2024.....	76
Figure 64 : Indicateurs hydrologiques – L'Orbieu à Villedaigne – 2010/2024.....	77
Figure 65 : Déficits mensuels- base Qj et base QM – l'Aude à Belvianes-et-Cahirac par rapport à 3m ³ /s (DOE).....	80
Figure 66 : Déficits mensuels- base Qj et base QM – l'Aude à Carcassonne- Pont-Neuf par rapport à 3,5m ³ /s (DOE).....	82
Figure 67 : Déficits mensuels- base Qj et base QM – le Fresquel à Carcassonne (Pont rouge) par rapport à 0.5m ³ /s (DOE)...	84
Figure 68 : Déficits mensuels- base Qj et base QM – l'Orbieu à Villedaigne par rapport à 0.2m ³ /s (DOE).....	86
Figure 69 : Déficits mensuels- base Qj et base QM – l'Aude à Moussan (Moussoulens – écluse) par rapport à 4,4m ³ /s (DOE).....	88
Figure 70 : Indicateurs hydrologiques – moyennes (2010-2024).....	90
Figure 71 : Détail du nombre de jours de dépassement des différents seuils (sur la période 2010-2024).....	92
Figure 72 : Carte des débits biologiques et du respect du seuil au moins 12 années sur 15.....	113
Figure 73 : Etat des écoulements entre juin et septembre 2023.....	115
Figure 74 : Etat des écoulements des cours d'eau suivis par le réseau ONDE de mai à septembre entre 2012 et 2024 (OFB).....	115
Figure 75 : Schéma des interdépendances des packages R composant le modèle intégré de l'Aude.....	116
Figure 76 : Cartes des stations hydrologiques modélisées par TALANO et mobilisées pour le PTGE Aude.....	120
Figure 77 : Schéma explicatif de la notion du bon état des masses d'eau de surface et souterraines.....	138
Figure 78 : Critères du bon état des masses d'eau superficielles (source : EauFrance).....	139
Figure 79 : Etat écologique des masses d'eau superficielles (source : SDAGE 2022-2027).....	141
Figure 80 : Carte des masses d'eau superficielles selon leur état écologique (source : SDAGE 2022-2027).....	142
Figure 81 : Carte de l'état écologique des masses d'eau rivières (source : SDAGE 2022-2027).....	142
Figure 82 : Répartition des masses d'eau rivières qui s'étendent sur plusieurs unités de gestion.....	143
Figure 83 : Répartition des masses d'eau rivières selon leur état écologique et par unité de gestion (*certaines ME sont à cheval sur plusieurs unités de gestion) (source : SDAGE 2022-2027).....	144
Figure 84 : Masses d'eau en état écologique moyen, médiocre ou mauvais disposant d'une station de surveillance.....	145
Figure 85 : Etat écologique des masses d'eau lacs par unité de gestion (source : SDAGE 2022-2027).....	145
Figure 86 : Etat écologique des masses d'eau de transition par unité de gestion (source : SDAGE 2022-2027).....	146
Figure 87 : Etat chimique des masses d'eau superficielles (source : SDAGE 2022-2027).....	146
Figure 88 : Carte des masses d'eau superficielles selon leur état chimique (source : SDAGE 2022-2027).....	147
Figure 89 : Localisation des stations de surveillance sur les masses d'eau superficielles en mauvais état chimique.....	148
Figure 90 : Masses d'eau ayant un mauvais état chimique par unité de gestion (source : SDAGE 2022-2027).....	148
Figure 91 : Evolution de l'état chimique des 4 masses d'eau dont l'état n'est pas bon.....	149
Figure 92 : Paramètre déclassant l'état chimique des 4 masses d'eau en mauvais état.....	150
Figure 93 : Pression prise en compte dans l'analyse de l'état des masses d'eau (Source : SDAGE 2022-2027).....	151
Figure 94 : Pressions et impacts sur l'ensemble des masses d'eau du territoire du PTGE Aude.....	152
Figure 95 : Etat quantitatif des masses d'eau souterraines (Source : SDAGE 2022-2027).....	153
Figure 96 : Stations de suivi de la qualité des masses d'eau superficielles rivières (Source : AERMC).....	154
Figure 97 : Stations de suivi de la qualité des masses d'eau superficielles rivières situées à l'aval des unités de gestion.....	155
Figure 98 : Stations de qualité pour chaque unité de gestion.....	156
Figure 99 : Stations de qualité pour chaque site faisant l'objet d'une étude DMB.....	156
Figure 100 : Evolution de l'état écologique des 14 stations de suivi (Source : EauFrance Rhône-Méditerranée).....	156
Figure 101 : Arbre d'évaluation de l'état écologique des eaux.....	157
Figure 102 : Infographie de la méthode d'analyse des paramètres déclassants les cours d'eau suivi par des stations de qualité.....	158
Figure 103 : Paramètres déclassants l'état écologique des masses d'eau rivières – focus sur les paramètres biologiques ...	159
Figure 104 : Schéma général des paramètres déclassant l'état écologique des masses d'eau du territoire du PTGE Aude ...	160
Figure 105 : Paramètres déclassants l'état écologique des masses d'eau rivières – focus sur les paramètres physico-chimiques (Source : EauFrance Rhône-Méditerranée).....	161
Figure 106 : Stations de qualité retenues pour les analyses détaillées des indices biologiques.....	162
Figure 107 : Stations de qualité retenues pour les analyses détaillées des indices biologiques (station DMB).....	162
Figure 108 : Statistique écologique (taux de saturation d'oxygène) issue du logiciel Omidia pour l'ensemble des stations.....	164

Figure 109 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par une altération du régime hydrologique (Source : SDAGE 2022-2027).....	166
Figure 110 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par une altération du régime hydrologique.....	167
Figure 111 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par des prélèvements en eau	167
Figure 112 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par des prélèvements en eau (Source : SDAGE 2022-2027).....	168
Figure 113 : Sélection d'habitat	171
Figure 114 : Localisation des stations d'études microhabitat piscicole de l'étude Volume prélevable 2013	172
Figure 115 : Stations des Débits Minimum biologiques sur le PTGE Aude	174
Figure 116 : Contexte piscicole sur le périmètre du PTGE Aude.....	176
Figure 117 : Les catégories piscicoles sur le territoire du PTGE Aude.....	177
Figure 118 : Evolution du peuplement piscicole inventorié au droit de la station « 06177959 – Lampy à Alzonne ».	178
Figure 119 : Evolution du peuplement piscicole inventorié au droit de la station « 06180000 – Aude à Mousson 1 ».	179
Figure 120 : Statistiques de débits moyens sur 10 jours -1990-2020 – l'Aude à Moussoulens (Moussoulens viaduc).....	182
Figure 121 : Présentation de la station de Moussoulens.....	183
Figure 122 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré.....	185
Figure 123 : Evolution de la surface mouillée à Moussoulens.....	187
Figure 124 : Distribution des VH-V pour les invertébrés bénéficiant d'un modèle biologique.....	188
Figure 125 : Evolution de surface lotique (orange) et lentique (vert).....	189
Figure 126 : courbes de préférences écologiques de l'Alose feinte de Méditerranée - Source MRM	190
Figure 127 : Mise en mouvement des particules - 1mm de diamètre : sable.....	191
Figure 128 : Mise en mouvement des particules - 5 mm de diamètre : graviers.....	192
Figure 129 : Mise en mouvement des particules - 32 mm de diamètre : cailloux	193
Figure 130 : Valeurs d'habitat des différents stades du barbeau, chevaîne, gardon et anguille et de la fraie de l'aloise Moussoulens	194
Figure 131 : Valeurs d'habitat à Cuxac.....	195
Figure 132 : Surfaces pondérées utiles des différents stades	195
Figure 133 : Evolution du % de la Surface Pondérées Utiles max	196
Figure 134 : Sécuriser la continuité écologique	197
Figure 135 : Cartographie de la qualité de l'habitat de frayère à Moussoulens pour des débits de 2,5m³/s à 15 m³/s.....	199
Figure 136 : : Surfaces pondérées utiles frayères à aloses à Cuxac	200
Figure 137 : Evolution de la surface Pondérée Utile et de la Valeur d'Habitat sur la frayère de Moussoulens en fonction du débit	200
Figure 138 : Evolution du % de la surface Pondérée Utile max à Cuxac	201
Figure 139 : Evolution du % de la Surface Pondérée Utile par rapport au débit cible : 4m³/s à Cuxac.....	202
Figure 140 : Evolution du % de la surface Pondérée Utile par rapport au débit cible : 4m³/s à Cuxac.....	203
Figure 141 : Débits moyens mensuels – l'Aude à Moussoulens (Moussoulens écluse).....	204
Figure 142 : Matrice des résultats en fonction des débits.....	204
Figure 143 : Cartographie Valeur d'Habitat Alose Feinte Frayère à la station de Cuxac en fonction du débit	205
Figure 144 : Régime de prélèvement mensuel de la prise d'eau sur la période 2023-2024	207
Figure 145 : Corrélation très forte entre la piézométrie du champ captant et les débits de l'Aude à l'écluse de Moussoulens.	207
Figure 146 : Influence des prélèvements de la prise d'eau potable sur la piézométrie du champ captant.	208
Figure 147 : Comparaison entre les débits de l'Aude à Moussoulens et les débits de pompage du prélèvement AEP.....	208
Figure 148 : Localisation des sites de Débit Minimum biologique sur le PTGE Aude	209
Figure 149 : Principaux indicateurs hydrologiques de la montagne noire établi sur le Lampy.	210
Figure 150 : Calage hydraulique de la ligne d'eau	213
Figure 151 : Evolution de la surface mouillée – station de Lampy-Pacard.....	213
Figure 152 : Evolution de la surface mouillée pour 100 de cours d'eau - station de Lampy-Pacard	214
Figure 153 : Evolution de la surface d'habitat courants - station de Lampy-Pacard	214
Figure 154 : Habitat piscicole – valeur d'habitat – espèces repères - station de Lampy-Pacard.....	215
Figure 155 : Habitat piscicole – SPU m² et en % du maximum- station de Lampy-Pacard	216
Figure 156 Sensibilité des habitats aux variations de débits autour du QMNA2	217
Figure 157 Carte des profondeurs limitantes du Lampy à 35 L/s.....	218
Figure 158 : Calage hydraulique de la ligne d'eau	220
Figure 159 : Evolution de la surface mouillée – station de Tenten-Le Bousquet	220
Figure 160 : Evolution de la surface mouillée pour 100 de cours d'eau - station de Tenten-Le Bousquet.....	221
Figure 161 : Evolution de la surface d'habitat courants - station de Tenten-Le Bousquet.....	221
Figure 162 : Habitat piscicole – valeur d'habitat – espèces repères - station de Tenten-Le Bousquet	222
Figure 163 : Habitat piscicole – SPU m² et en % du maximum- station de Tenten-Le Bousquet	223
Figure 164 Sensibilité des habitats aux variations de débits autour du QMNA2	225
Figure 165 Carte des profondeurs limitantes du Tenten à 25 L/s	226
Figure 166 : Calage hydraulique de la ligne d'eau	228
Figure 167 : Evolution de la surface mouillée – station de Vernassonne-Migance.....	228

Figure 168 : Evolution de la surface mouillée pour 100 de cours d'eau - station de Vernassonne-Migance	229
Figure 169 : Evolution de la surface d'habitat courants - station de Vernassonne-Migance	229
Figure 170 : Habitat piscicole – valeur d'habitat – espèces repères - station de Vernassonne-Migance	230
Figure 171 : Habitat piscicole – SPU m ² et en % du maximum- station de Vernassonne-Migance.....	231
Figure 172 Sensibilité des habitats aux variations de débits autour du QMNA2	232
Figure 173 Carte des profondeurs limitantes de la Vernassonne à 25 L/s.....	233
Figure 174 : Traitement des prélèvements BNPE	236
Figure 175 : Traitement des prélèvements DDTM.....	236
Figure 176 : Traitement des prélèvements Talanoa.....	237
Figure 177 : Comparaison des prélèvements agricoles des 3 sources de données	237
Figures 178 : Proportion des volumes prélevés inférieurs à 7 000m ³ /an.....	239
Figure 179 : Carte des points de prélèvement d'eau en fonction de l'usage	240
Figure 180 : Prélèvements bruts par usage sur le territoire du PTGE de l'Aude (source AERMC).....	241
Figure 181 : Répartition en fonction de l'usage des prélèvements bruts sur le PTGE Aude	241
Figure 182 : Prélèvements bruts par type de mesure sur le territoire du PTGE de l'Aude (source AERMC)	242
Figure 183 : Plan schématique du canal (Source VNF*)	243
Figure 184 : Volumes introduits dans le canal du Midi sur le territoire du PTGE de l'Aude (source AERMC)	244
Figure 185 : Débits introduits dans le canal du Midi sur le territoire du PTGE de l'Aude (source VNF) pour les années 2023 et 2024.....	244
Figure 186 : Volumes introduits dans le canal du Midi et Assiettes dont l'origine de l'eau provient du canal du Midi (source AERMC).....	245
Figure 187 : Volume de service du canal du Midi	246
Figure 188 : Volumes introduits dans le canal de la Robine sur le territoire du PTGE de l'Aude (source AERMC)	246
Figure 189 : Débits introduits dans le canal de la Robine sur le territoire du PTGE de l'Aude (source VNF) en 2024	247
Figure 190 : Assiettes relative à chaque usage de l'eau introduit dans le canal de la Robine (source AERMC)	248
Figure 191 : Volume de service du canal de la Robine	248
Figure 192 : Economie d'eau sur le canal de la Robine.....	249
Figure 193 : Volumes introduits dans les canaux (hors structurants) répartis en volume de service et volumes déductibles (associés à un autre usage) – source AERMC	251
Figure 194 : Cartographie des canaux en structures affleurantes - PTGE de l'AUDE.....	253
Figure 195 : Volumes prélevés de l'ASA de Marseille	253
Figure 196 : Prélèvements nets (cumul des assiettes) par usage sur le territoire du PTGE de l'Aude (source AERMC)	254
Figure 197 : Répartition des prélèvements nets moyen (2012-2023) – source AERMC	255
Figure 198 : Prélèvements pour l'eau potable sur le territoire du PTGE de l'Aude (source AERMC)	255
Figure 199 : Prélèvements pour un usage économique sur le territoire du PTGE de l'Aude (source AERMC)	256
Figure 200 : Prélèvements exonérés sur le territoire du PTGE de l'Aude (source AERMC)	257
Figure 201 : Prélèvements pour l'irrigation sur le territoire du PTGE de l'Aude (source AERMC).....	258
Figure 202 : Carte du périmètre syndical de l'union d'ASA de l'Aude Médiane	260
Figure 203 : Prélèvements bruts (somme des assiettes) en fonction des préleveurs de l'Union d'ASA de l'Aude Médiane (source AERMC).....	261
Figure 204 : Prélèvements bruts (somme des assiettes) en fonction des usages de l'Union d'ASA de l'Aude Médiane (source AERMC).....	261
Figure 205 : Prélèvements nets (somme des assiettes) en fonction des usages de l'Union d'ASA de l'Aude Médiane (source AERMC).....	262
Figure 206 : Carte du territoire de l'Union des ASA Hydraulique d'Est Audois.....	263
Figure 207 : Prélèvements bruts (sommés des assiettes) en fonction des préleveurs de l'Union d'ASA Hydraulique de l'Est Audois.....	264
Figure 208 : Prélèvements bruts (sommés des assiettes) en fonction des usages de l'Union d'ASA Hydraulique de l'Est Audois	264
Figure 209 : Prélèvements nets (sommés des assiettes) en fonction des usages de l'Union d'ASA Hydraulique de l'Est Audois	265
Figure 210 : Répartition mensuelle des prélèvements des ASA depuis le canal de la Robine – 2002- 2022 (source PNR).....	266
Figure 211 : Moyennes 2020-2022 des répartitions mensuelles des prélèvements des ASA depuis le canal de la Robine (source PNR)	267
Figure 212 : Suivi des prélèvements nets des deux unions d'ASA en 2023	268
Figure 213 : Suivi des prélèvements nets des deux unions d'ASA en 2024	268
Figure 214 : Volumes prélevés par la SICA en fonction de l'origine de l'eau	269
Figure 215 : Assolement irrigué par groupe de cultures (Source : RA 2020)	270
Figure 216 : Assolement irrigué par type de culture (Source : RA 2020).....	270
Figure 217 : Surfaces irriguées par UG (RA2020).....	272
Figure 218 : Schéma de principe des hypothèses prises en compte dans le logiciel Irrid	274
Figure 219 : Principe de calcul du modèle Irrid	275
Figure 220 : Répartition de l'assolement irrigué par unité de gestion pour le modèle agricole	276

Figure 221 : Localisation des cultures irriguées par unité de gestion pour le modèle agricole (la taille des diagrammes circulaires est proportionnelle au nombre d'hectares irrigués sur le périmètre du PTGE Aude)	277
Figure 222 : Evolution des coefficients culturaux en fonction du cumul des degrés jours	278
Figure 223 : Evolution des Kc fixes de la CA 11 du modèle Irrid (source CA11)	279
Figure 224 : Evolution des Kc fixes du modèle Irrid (source BRL)	279
Figure 225 : Carte des réserves utiles des sols sur le périmètre du PTGE Aude	280
Figure 226 : RFU par unité de gestion pour le modèle agricole.....	281
Figure 227 : Chroniques de besoin actuel d'irrigation sur l'Aude aval avec un RFU de 50mm : exemple sur le maïs	282
Figure 228 : Hydrogrammes de débit calculé du besoin d'irrigation d'un hectare par type de culture.....	284
Figure 229 : Hydrogramme statistique du besoin d'irrigation d'un hectare par type de culture.....	286
Figure 230 : Demande unitaire (en m ³ /ha) par type de culture pour le climat de l'Aude aval et une RFU de 50mm : indicateur agroclimatique.....	287
Figure 231 : Simulation des débits prélevés pour l'irrigation d'1 ha équivalent sur le Fresquel en 2020.....	288
Figure 232 : Demande unitaire (en m ³ /ha) pour un hectare théorique équivalent : indicateur agroclimatique.....	289
Figure 233 : Hydrogramme statistique du besoin d'irrigation des 22489 ha irrigués théoriques sur le bassin l'Aude :.....	290
Figure 234 : Nombre de jours sous les seuils du Fresquel à Carcassonne	292
Figure 235 : Nombre de jours sous les seuils à l'Aude à Moussan	293
Figure 236 : Volume de service du canal du Midi.....	294
Figure 237 : Volume de service du canal de la Robine	295
Figure 238 : Economie d'eau sur le canal de la Robine.....	295
Figure 239 : Prélèvements pour l'irrigation sur le territoire du PTGE de l'Aude (source AERMC).....	296
Figure 240 : Evolution des débits mensuels prélevés pour l'irrigation entre 2011 et 2023.....	297
Figure 241 : Schéma synthétique de l'impact du PGRE	297
Figure 242 : Schéma explicatif de la description de la méthode Evolution des usages	299
Figure 243 : Pressions et impacts sur les masses d'eau rivières (Source : SDAGE 2022-2027)	346
Figure 244 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par les pollutions liées aux pesticides.	347
Figure 245 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par des pollutions liées aux pesticides	348
Figure 246 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par l'altération de la morphologie	349
Figure 247 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par une altération morphologique (Source : SDAGE 2022-2027)	349
Figure 248 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par des pollutions liées aux nutriments urbains et industriels (Source : SDAGE 2022-2027)	350
Figure 249 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par des pollutions liées aux nutriments urbains et industriels (Source : SDAGE 2022-2027).....	350
Figure 250 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par une altération du régime hydrologique (Source : SDAGE 2022-2027).....	351
Figure 251 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par une altération du régime hydrologique.....	351
Figure 252 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par des prélèvements en eau	352
Figure 253 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par des prélèvements en eau (Source : SDAGE 2022-2027)	352
Figure 254 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par une altération de la continuité écologique (Source : SDAGE 2022-2027)	353
Figure 255 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par une altération de la continuité écologique	354
Figure 256 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par des pollutions liées aux nutriments agricoles (Source : SDAGE 2022-2027)	355
Figure 257 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par des pollutions liées aux nutriments agricoles	355
Figure 258 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par des pollutions liées aux substances toxiques (hors pesticides) (Source : SDAGE 2022-2027)	356
Figure 259 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par des pollutions liées aux substances toxiques (hors pesticides) (Source : SDAGE 2022-2027).....	356
Figure 260 : Statistiques écologiques (nitrates et phosphates) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06177980 : Fresquel à Villemoustaussou » en 2023.	362
Figure 261 : Statistiques écologiques (nitrates et phosphates) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06177860 : L'Aude à Carcassonne 3 » en 2023.	363
Figure 262 : Statistiques écologiques (minéralisation et besoin en oxygène) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06177860 : L'Aude à Carcassonne 3 » en 2023.	364
Figure 263 : Statistiques écologiques (nitrates et phosphates) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06179200 : Clamoux à Bouilhonnac » en 2020.	365
Figure 264 : Statistiques écologiques (nitrates et phosphates) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06181150 : Ognon à Olonzac 3 » en 2022.	366
Figure 265 : Statistiques écologiques (nitrates et phosphates) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06179652 : L'Aude à Canet 1 » en 2019.	367
Figure 266 : Statistiques écologiques (nitrates et phosphates) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06179700 : Orbieu à Nevian » en 2023.	368

Figure 267 : Statistiques écologiques (nitrates et phosphates) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06180900 : L'Aude à Salles-D'Aude » en 2023.....	369
Figure 268 : Statistiques écologiques (nitrates et phosphates) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06178053 : Le Tenten à Saint-Martin-Le-Viel » en 2023.	370
Figure 269 : Statistiques écologiques (nitrates et phosphates) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06178054 : La Vernassonne à Alzonne » en 2023.....	371
Figure 270 : Statistiques écologiques (nitrates et phosphates) issues du logiciel Omnidia pour la station « 06180000 : L'Aude à Moussan 1 » en 2023.....	372
Figure 271 : Résultats des notes obtenues aux métriques qui constituent la note finale de l'IPR sur la station " 06177500 : Le Lauquet à Couffoulens " en 2022.	373
Figure 272 : Résultats des notes obtenues aux métriques qui constituent la note finale de l'IPR sur la station " 06179550 : L'Argent double à Azille 1" en 2024.	373
Figure 273 : Résultats (EQR) des métriques constitutives de l'I2M2 pour la station " 06181150 : Ognon à Olonzac 3 " en 2022.	374
Figure 274 : Probabilité de pressions physico-chimiques identifiées par l'Outil de Diagnostic Invertébrés (ODI) sur la station " 06181150 : Ognon à Olonzac 3 " en 2022.	375
Figure 275 : Probabilité de pressions liées à la dégradation de l'habitat identifiées par l'Outil de Diagnostic Invertébrés (ODI) sur la station " 06181150 : Ognon à Olonzac 3 " en 2022.....	376
Figure 276 : Etat quantitatif des masses d'eau souterraines (Source : SDAGE 2022-2027)	377
Figure 277 : Etat quantitatif des masses d'eau souterraines (Source : SDAGE 2022-2027)	378
Figure 278 : Etat chimique des masses d'eau souterraines (Source : SDAGE 2022-2027)	381
Figure 279 : Etat chimique des masses d'eau souterraines (Source : SDAGE 2022-2027)	382

3 Qualité des masses d'eau superficielles et souterraines : quelles relations avec le débit ?

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) européenne fixe pour chaque masse d'eau des objectifs environnementaux qui sont les suivants :

- L'objectif général d'atteinte du bon état des eaux (y compris, pour les eaux souterraines dont la qualité se dégrade, l'inversion des tendances à la hausse de la concentration des polluants résultant de l'impact des activités humaines) ;
- La non-dégradation pour les eaux superficielles et souterraines, la prévention et la limitation de l'introduction de polluants dans les eaux souterraines ;
- La réduction progressive de la pollution due aux substances prioritaires, et selon les cas, la suppression progressive des émissions, rejets et pertes de substances dangereuses prioritaires dans les eaux de surface ;
- Le respect des objectifs spécifiques des zones protégées, espaces faisant l'objet d'un engagement au titre d'autres directives (ex. zones vulnérables au titre de la directive nitrates, zones sensibles au titre de la directive eaux résiduaires urbaines, sites Natura 2000, zones de baignade, captages pour l'alimentation en eau potable).

L'article L212-1 IV du code de l'environnement indique que :

« Les objectifs de qualité et de quantité des eaux que fixent les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) correspondent :

- *Pour les masses d'eau de surface, à l'exception des masses d'eau artificielles ou fortement modifiées par les activités humaines, à un bon état écologique et chimique ;*
- *Pour les masses d'eau de surface artificielles ou fortement modifiées par les activités humaines, à un bon potentiel écologique et à un bon état chimique ;*
- *Pour les masses d'eau souterraines, à un bon état chimique et à un équilibre entre les prélèvements et la capacité de renouvellement de chacune d'entre elles (bon état quantitatif) ;*
- *A la prévention de la détérioration de la qualité des eaux ;*
- *Aux exigences particulières définies pour les zones visées au 2^o du II (zones protégées), notamment afin de réduire le traitement nécessaire à la production d'eau destinée à la consommation humaine ». Ces objectifs concernent les cours d'eau, les lacs, les eaux côtières, les eaux estuariennes et lagunaires (eaux de transition*) et les eaux souterraines. »*

Dans un 1^{er} temps, une description de la qualité des masses d'eau superficielles et souterraines à partir des données du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse 2022-2027 est faite afin de présenter l'état écologique et chimique des masses d'eau sur le périmètre du PTGE Aude.

Dans un 2nd temps, une analyse plus poussée est faite à l'échelle des stations de suivi de la qualité permettant d'analyser en détail les paramètres qui influencent l'état des masses d'eau et d'observer l'évolution de la qualité au cours du temps.

3.1 Définition du bon état des masses d'eau

3.1.1 Des règles d'interprétation codifiées

L'Europe, en adoptant une Directive Cadre sur l'Eau (DCE) en 2000, a pour objectif d'atteindre d'ici à 2027 le bon état des différents milieux aquatiques sur tout le territoire européen. L'objectif de la DCE est que les masses d'eau superficielles atteignent le « bon état ».

L'état des eaux est une notion complexe qui caractérise la qualité environnementale des eaux de nos rivières, plans d'eau, nappes souterraines, lagunes méditerranéennes et eaux côtières. Elle s'évalue, suivant les milieux, à l'aide d'éléments qualitatifs biologiques et physicochimiques pour les eaux superficielles, et à l'aide d'éléments qualitatifs et quantitatifs pour les eaux souterraines. Pour chacun des milieux, cet état est évalué par l'application d'un arrêté ministériel¹² régulièrement mis à jour pour prendre en compte l'amélioration de la connaissance et se mettre en conformité avec les exigences de la directive européenne cadre sur l'eau.

Une eau de surface est considérée en bon état quand son état écologique ET son état chimique sont au moins bons. Une eau souterraine est considérée en bon état quand son état quantitatif ET son état chimique sont bons

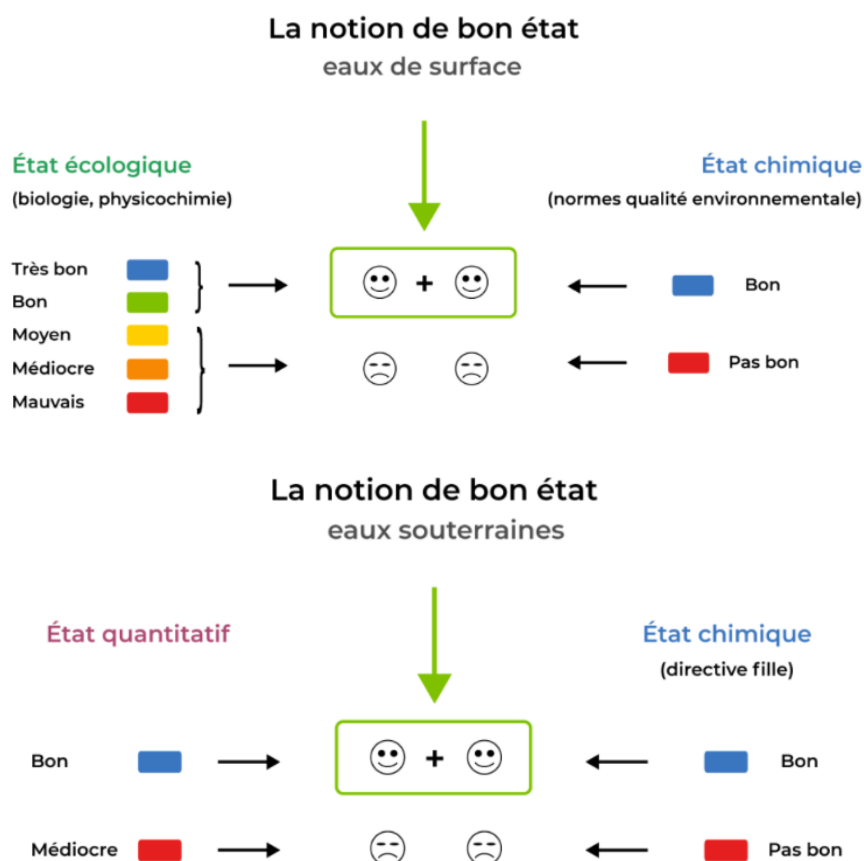


Figure 77 : Schéma explicatif de la notion du bon état des masses d'eau de surface et souterraines
(Source : Eaufrance)

¹² Arrêté du 9 octobre 2023 modifiant l'Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

Arrêté du 9 octobre 2023 modifiant l'Arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines.

Le bon état d'une eau de surface est atteint lorsque son état écologique et son état chimique sont au moins bons	
État écologique	État chimique
<p>Biologie (indicateur annuel) : Se caractérise par la surveillance de la flore aquatique, la faune benthique invertébrée et piscicole. Il tient notamment compte de plusieurs résultats d'indices tels que l'Indice Biologique Macrophyte en Rivière (IBMR), l'Indice Biologique Diatomique (IBD), l'Indice Invertébré Multi-Métrique (I2M2) et l'Indice Poisson Rivière (IPR) au sein de la métropole. Tous ces indices ne sont pas forcément évalués pour chaque masse d'eau, cela dépend de la station.</p> <p>Physico-chimie (paramètres mensuels) : Cet état est déterminé par la combinaison de cinq éléments de qualité : la température, l'état d'acidification, la salinité, la concentration en nutriment et le bilan d'oxygène. Ces éléments sont eux-mêmes liés à plusieurs paramètres bruts. Par exemple l'élément « Bilan de l'oxygène », tient compte de la concentration en oxygène dissous, au taux de saturation en oxygène, à la DBO₅ et à la concentration en Carbone Organique Dissous.</p> <p>Autres polluants spécifiques de l'état écologique (PSEE) : Il s'agit de suivre les concentrations de quatre polluants non-synthétiques (Arsenic, Zinc, Cuivre, Chrome) et de neuf polluants synthétiques (Métazachlore, Glyphosate, ...). Ces polluants sont choisis car ils sont considérés comme étant des substances déversées en quantité significative dans le bassin. Ces polluants ne sont pas pris en compte dans la détermination de l'état chimique. De plus, les données utilisées sont celles de l'année de suivis validée, la plus récente. Les données sont comparées à des valeurs NQE fournis par la DCE (directive 2013/39/UE).</p>	<p>Il correspond à la mesure de concentration de quatre types de substances : métaux lourds, pesticides, polluants industriels et autres polluants. Cela correspond à l'étude de 45 molécules. Ces substances n'étant pas forcément toutes étudiées, selon la station.</p> <p>Les données sont comparées à des valeurs NQE données par la DCE (directive 2013/39/UE). Ces valeurs NQE sont calculées pour plusieurs compartiments : l'eau douce et les eaux de transitions (et de côtière), dans la matrice eau et biote.</p>

Figure 78 : Critères du bon état des masses d'eau superficielles (source : Eaufrance)

3.1.2 Un état basé sur les données du SDAGE 2022-2027

L'état des masses d'eau en 2021 a été évalué dans le cadre de l'état des lieux du SDAGE Rhône-Méditerranée réalisé en 2019 avec des données issues de la surveillance pour les masses d'eau disposant de sites de mesure sur la période 2015-2017. Pour celles n'en disposant pas, l'évaluation de l'état est réalisée à partir d'une extrapolation basée sur l'incidence écologique la plus probable des pressions connues en 2021. L'état des masses d'eau « cours d'eau » évalué à partir des pressions a été actualisé à la marge en 2020 et 2021 pour intégrer les ajustements de pressions identifiés dans le cadre de l'élaboration du projet de programme de mesures 2022-2027 et lors de la consultation officielle sur le projet de SDAGE.

L'état écologique affiché pour les eaux de surface résulte donc de la valeur moyenne, sur la chronique de données utilisée (ex : 3 ans pour les cours d'eau, de 2015 à 2017), de l'élément de qualité le plus déclassant parmi les éléments pertinents utilisés pour l'évaluation (éléments biologiques, physicochimiques et substances pertinentes).

Par ailleurs, le SDAGE analyse différentes pressions pouvant s'exercer sur les masses d'eau. Elles entraînent, a priori, un impact, à savoir une altération de l'état de la masse d'eau. Dans ce rapport, les différentes pressions seront présentées.

3.2 Etat des masses d'eau superficielles (SDAGE 2022-2027)

L'état des lieux de la qualité des 162 masses d'eau identifiées sur le territoire du SMMAR présenté dans cette étude s'appuie très logiquement sur les diagnostics d'état réalisés en 2019 pour préparer le nouveau SDAGE 2022-2027. Les chroniques de 3 années ont été utilisées : 2015, 2016 e 2017.

Qu'est-ce qu'une masse d'eau ?

Une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des eaux de surface, telle qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières.

Pour les cours d'eau, la délimitation des masses d'eau est basée principalement sur la taille du cours d'eau et la notion d'hydro-écorégion. Les masses d'eau sont regroupées en types homogènes qui servent de base à la définition de la notion de bon état. L'objectif poursuivi est le maintien d'une biodiversité équivalente à celle d'un milieu soumis à pas ou peu d'impact humain. Il est donc différent en fonction du climat ou de la position géographique.

Sur le territoire du PTGE Aude, on décompte 149 masses d'eau rivières, 4 masses d'eau lacs, 7 masses d'eau de transition et 2 masses d'eau côtières.

Remarque :

Même si l'étendue des masses d'eau côtières ne se limite pas au littoral du territoire du SMMAR, leur état n'étant alors pas uniquement la résultante des activités de la zone d'étude, elles sont intégrées dans l'analyse afin de décrire de manière exhaustive la qualité des masses d'eau superficielles du territoire.

3.2.1.1 Sites de surveillance des masses d'eau

« L'état des masses d'eau en 2021 a été évalué dans le cadre de l'état des lieux 2019 avec des données issues de la surveillance pour les masses d'eau disposant de sites de mesure. Pour celles n'en disposant pas, l'évaluation de l'état est réalisée à partir d'une extrapolation basée sur l'incidence écologique la plus probable des pressions connues en 2021. L'état des masses d'eau « cours d'eau » évalué à partir des pressions a été actualisé à la marge en 2020 et 2021 pour intégrer les ajustements de pressions identifiés dans le cadre de l'élaboration du projet de programme de mesures 2022-2027 et lors de la consultation officielle sur le projet de SDAGE. » (Source : SDAGE 2022-2027, p297)

3.2.1.2 42 % des masses d'eau superficielles en bon ou très bon état écologique

Comme évoqué au chapitre précédent, sur le territoire du PTGE Aude, on décompte 162 masses d'eaux superficielles : 149 masses d'eau rivières, 4 masses d'eau lacs, 7 masses d'eau de transition et 2 masses d'eau côtières.

Parmi les masses d'eau rivières, on distingue :

- les masses d'eau naturelles (MEN) ;
- les masses d'eau qui ont subi de profondes altérations physiques pour les besoins de certains usages anthropiques appelées masses d'eau fortement modifiée (MEFM) ;
- les masses d'eau créées entièrement par l'homme appelées masses d'eau artificielles (MEA). 3 catégories de MEA ont été identifiées dans le bassin Rhône-Méditerranée : les plans d'eau artificiels, les canaux de navigation et les autres types de canaux.

Le territoire du PTGE Aude compte 146 masses d'eau naturelles (MEN) ainsi que 2 MEA : « FRDR3109 : Canal du Midi » et « FRDR3110 : Canal de la Robine » et 1 MEFM : « FRDR174 : L'Aude de la Cesse à la mer Méditerranée ».

Cas particulier des masses d'eau artificielle (MEA) et des masses d'eau fortement modifiées (MEFM)

Pour ces masses d'eau (MEA et MEFM), on parle de potentiel écologique et non d'état écologique qui est défini comme un écart entre la situation observée et des conditions qui correspondent au potentiel écologique maximal attendu pour la masse d'eau considérée compte tenu de son caractère artificiel ou fortement modifié. Le potentiel écologique comporte quatre classes : bon et plus, moyen, médiocre et mauvais.

42 % d'entre elles sont en bon ou très bon état / potentiel écologique. Cette statistique de bon état est légèrement moins bonne que celle à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée qui possède 48.8 % des masses d'eau de surface en bon état ou bon potentiel écologique depuis 2015 ou 2021 (source : SDAGE 2022-2027, p 302).

La répartition des masses d'eau de surface selon leur état / potentiel écologique est donnée dans les deux figures suivantes :

Type de masse d'eau	Etat / potentiel écologique des masses d'eau superficielles					Total
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	
Rivières	18	43	32	51	5	149
Lacs	0	3	1	0	0	4
Transition	1	2	1	0	3	7
Côtiers	0	1	1	0	0	2
Total	19	49	35	51	8	162

Figure 79 : Etat écologique des masses d'eau superficielles (source : SDAGE 2022-2027)

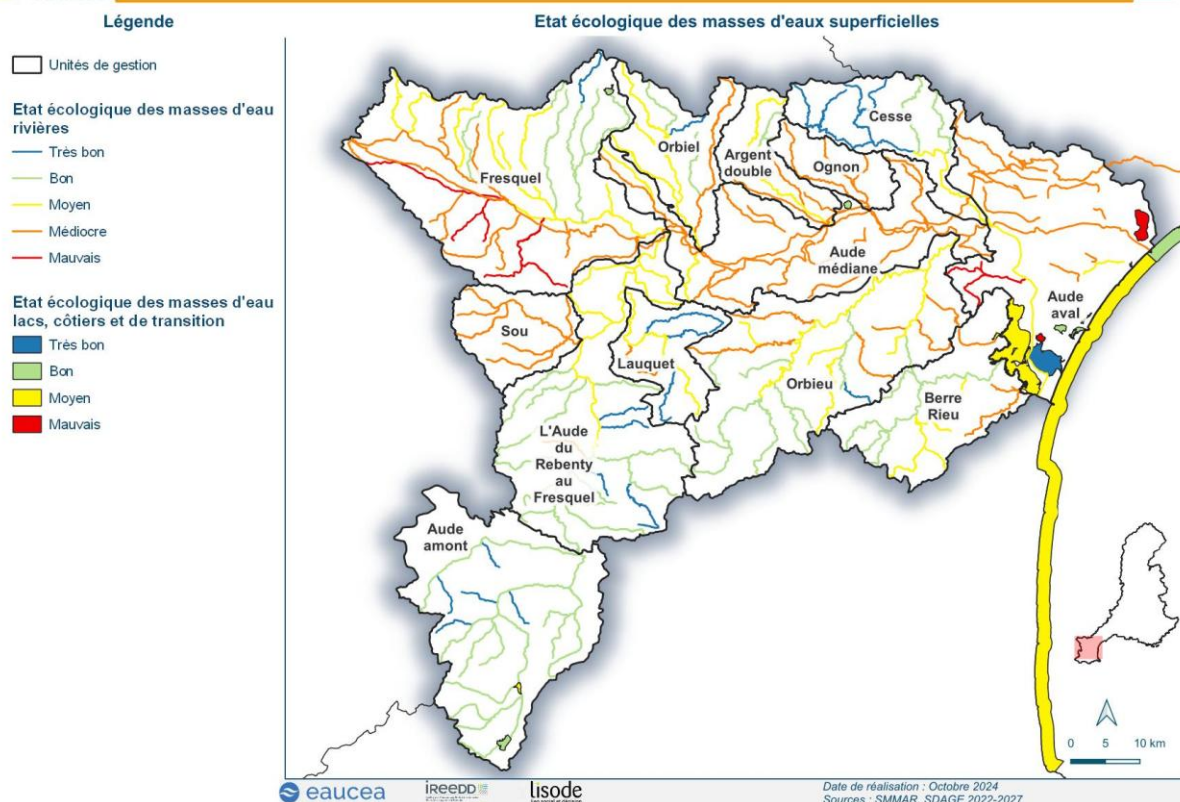


Figure 80 : Carte des masses d'eau superficielles selon leur état écologique (source : SDAGE 2022-2027)

3.2.1.2.1 Qualité des masses d'eaux rivières

- 41 % des masses d'eau rivières en bon ou très bon état / potentiel écologique

Les masses d'eau rivières du territoire du PTGE Aude sont à 41 % en **bon ou très bon état / potentiel écologique**. On observe un bon état écologique des cours d'eau en tête de bassin et des zones amont des cours d'eau en général, ainsi qu'une dégradation de l'état écologique général des cours d'eau de l'amont vers l'aval.

Les bassins de l'Aude amont, de l'Aude du Rebenty au Fresquel, de l'Orbieu et de la Cesse ont une qualité écologique générale de bonne à très bonne.

A contrario, les bassins les plus touchés sont le bassin du Fresquel, de l'Aude médiane et aval. Ces cours d'eau sont directement soumis aux dégradations anthropiques du fait de l'urbanisation (proximité avec les grandes agglomérations de Castelnaudary, Carcassonne et Narbonne) et des pratiques culturales. En effet, la culture de la vigne largement dominante (en dehors du bassin du Fresquel) est un enjeu majeur sur la qualité des eaux superficielles du territoire.

Etat écologique des masses d'eau rivières					Total
Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	
18	43	32	51	5	149

Figure 81 : Carte de l'état écologique des masses d'eau rivières (source : SDAGE 2022-2027)

Le détail des masses d'eau rivières (code et nom) selon leur état écologique et par unité de gestion est renseigné dans l'Annexe 4 : Etat écologique des masses d'eau rivières. Par ailleurs, certaines masses d'eau s'étendent sur plusieurs unités de gestion. Ainsi, la répartition des masses d'eau de surface par unité de gestion est uniquement donnée à titre indicatif.

14 masses d'eau se situent sur deux unités de gestion (FRDR10694, FRDR11666, FRDR11731, FRDR11849a, FRDR174, FRDR176, FRDR184, FRDR188, FRDR198, FRDR199, FRDR201, FRDR202, FRDR208, FRDR209), 1 sur 3 UG (FRDR197), 1 sur 4 UG (FRDR182) et 1 sur 8 UG (FRDR3109).

Code de la ME	Nom de la ME	Argent double	Aude amont	Aude aval	Aude médiane	Berre Rieu	Cesse	Fresquel	L'Aude du Rebenty	Lauquet	Ognon	Orbiel	Orbieu	Sou	Total
FRDR10694	Canal du grand salin			1		1									2
FRDR11666	Ruisseau de l'aiguille	1			1										2
FRDR11731	Ruisseau de naval	1			1										2
FRDR11849a	Ruisseau de la Jourre et des Juifs				1								1		2
FRDR174	L'Aude de la Cesse à la mer Méditerranée			1			1								2
FRDR176	L'Orbieu de la Nielle jusqu'à la confluence avec l'Aude				1								1		2
FRDR182	L'Aude du Fresquel à la Cesse				1		1				1	1			4
FRDR184	L'Argent-Double	1			1										2
FRDR188	Le Fresquel de la Rougeanne à l'Aude				1			1							2
FRDR197	L'Aude de la Sals au Fresquel				1				1	1					3
FRDR198	Le Lauquet								1	1					2
FRDR199	Le Sou								1					1	2
FRDR201	L'Aude de l'Aiguette à la Sals		1						1						2
FRDR202	Le Rebenty		1						1						2
FRDR208	La Berre			1		1									2
FRDR209	Le Rieu de Roquefort			1		1									2
FRDR3109	Canal du Midi	1		1	1		1	1	1		1	1			8

Figure 82 : Répartition des masses d'eau rivières qui s'étendent sur plusieurs unités de gestion

Nom de l'unité de gestion	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	Total
Argent double		1	1	4		6
Aude amont	5	11				16
Aude aval		1	2	12	1	16
Aude médiane			6	15		21
Berre Rieu		3	2	3		8
Cesse	3	2	1	3		9
Fresquel	1	5	9	9	4	28
L'Aude du Rebenty au Fresquel	4	13	6	3		26
Lauquet	3		2	1		6
Ognon				4		4
Orbiel	1	2	3	3		9
Orbieu	1	8	6	7		22
Sou				4		4
Total	18	46	38	68	5	175*

Figure 83 : Répartition des masses d'eau rivières selon leur état écologique et par unité de gestion (*certaines ME sont à cheval sur plusieurs unités de gestion) (source : SDAGE 2022-2027)

- Analyse complémentaire sur les 88 masses d'eau en état moyen, médiocre ou mauvais

Rappel :

L'état des masses d'eau en 2021 a été évalué dans le cadre de l'état des lieux du SDAGE Rhône-Méditerranée réalisé en 2019 avec des données issues de la surveillance pour les masses d'eau disposant de sites de mesure sur la période 2015-2017.

Pour les masses d'eau qui ne font pas l'objet d'un suivi c'est-à-dire pour lesquelles il n'y a aucune station de mesure de la qualité, l'évaluation de l'état est réalisée à partir d'une extrapolation basée sur l'incidence écologique la plus probable des pressions connues en 2021. En effet, l'état des masses d'eau « cours d'eau » évalué à partir des pressions a été actualisé à la marge en 2020 et 2021 pour intégrer les ajustements de pressions identifiés dans le cadre de l'élaboration du projet de programme de mesures 2022-2027 et lors de la consultation officielle sur le projet de SDAGE.

Sur les 88 masses d'eau rivières qui ont un état écologique moins que bon, 37 disposent d'une station de suivi de la qualité. Leur localisation est indiquée dans la figure suivante :

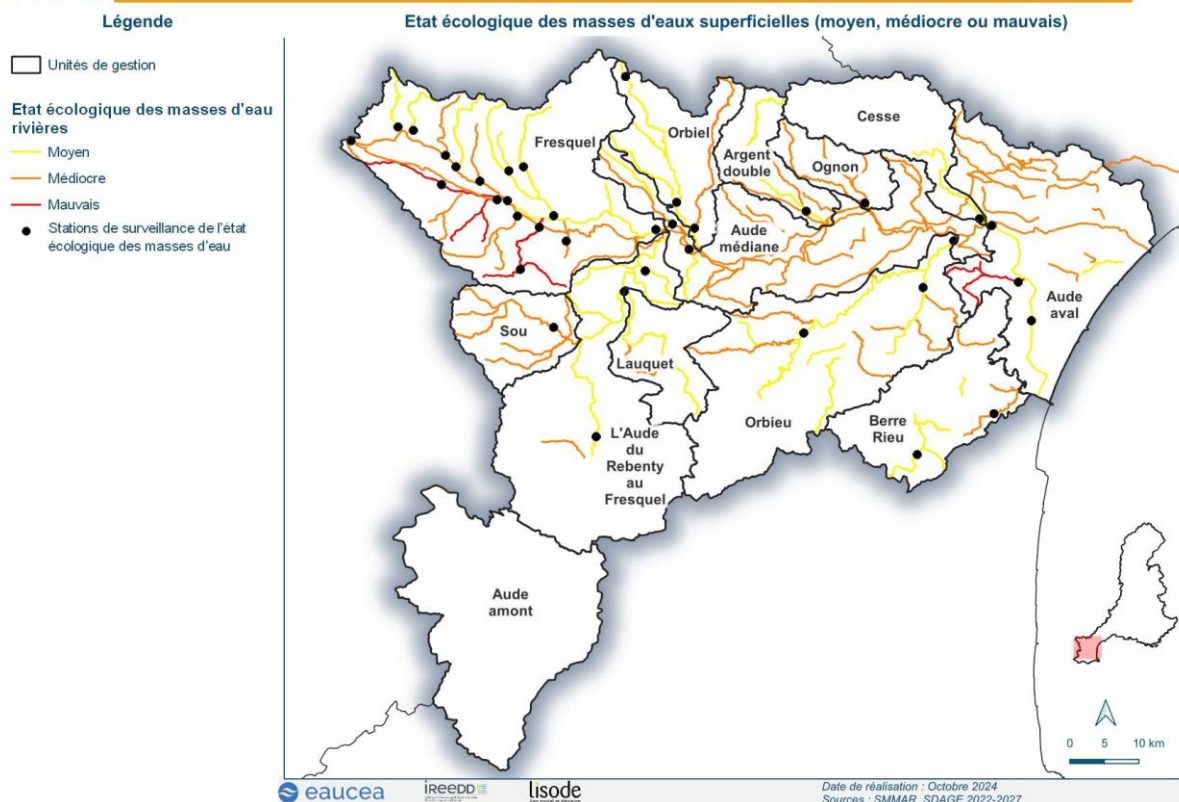


Figure 84 : Masses d'eau en état écologique moyen, médiocre ou mauvais disposant d'une station de surveillance
(Source : SDAGE 2022-2027)

3.2.1.2.2 75 % des masses d'eau « lacs » en bon état écologique

Sur les 4 masses d'eau « lacs » du territoire du PTGE Aude réparties sur le Fresquel, l'Aude médiane et l'Aude amont, 3 sont en **bon état écologique**. La dernière, La Retenue de Puyvalador, possède un état écologique moyen.

Unité de gestion	Code de la ME	Nom de la ME	Etat écologique
Aude médiane	FRDL120	Etang de jouarres	Bon
Fresquel	FRDL121	Lac de laprade basse	Bon
Aude amont	FRDL122	Retenue de matemale	Bon
	FRDL125	Retenue de Puyvalador	Moyen

Figure 85 : Etat écologique des masses d'eau lacs par unité de gestion (source : SDAGE 2022-2027)

3.2.1.2.3 43 % des masses d'eau de « transition » en bon ou très bon état écologique

Sur les 7 masses d'eau de « transition » du territoire du PTGE Aude réparties sur l'Aude médiane, Aude amont), 3 sont en **bon ou très bon état écologique**.

Unité de gestion	Code de la ME	Nom de la ME	Etat écologique
Aude aval	FRDT05a	Complexe du Narbonnais Ayrolle	Très bon
	FRDT05b	Complexe du Narbonnais Campagnol	Mauvais
	FRDT06a	Complexe du Narbonnais Gruissan	Bon
	FRDT06b	Complexe du Narbonnais Grazel/Mateille	Bon
	FRDT07	Pissevache	Mauvais
	FRDT08	Vendres	Mauvais
Aude aval	FRDT04	Complexe du Narbonnais Bages - Sigeon	Moyen
Berre Rieu			

Figure 86 : Etat écologique des masses d'eau de transition par unité de gestion (source : SDAGE 2022-2027)

3.2.1.2.4 50 % des masses d'eau côtières en bon état

Sur les 2 masses d'eau côtières qui bordent le territoire du PTGE Aude, seule la masse d'eau « FRDC02b : Embouchure de l'Aude - Cap d'Agde » est en bon état écologique, « FRDC02a : Racou Plage - Embouchure de l'Aude » ayant quant à elle un état écologique moyen.

3.2.1.3 98 % des masses d'eau superficielles en bon état chimique

Sur les 162 masses d'eau superficielles du territoire du PTGE Aude, 158 sont en bon état chimique, soit 98 % d'entre-elles.

Cette statistique de bon état est meilleure que celle à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée qui possède 96.3 % des masses d'eau de surface en bon état chimique en 2021 (l'état chimique de référence 2021 est celui de l'état des lieux 2019) en tenant compte des substances ubiquistes¹³. (Source : SDAGE 2022-2027, p 304).

La répartition des masses d'eau de surface selon leur état écologique est donnée dans les deux figures suivantes :

Type de masse d'eau	Etat chimique des masses d'eau superficielles		Total
	Bon	Mauvais	
Rivières	145	4	149
Lacs	4	0	4
Transition	7	0	7
Côtières	2	0	2
Total	158	4	162

Figure 87 : Etat chimique des masses d'eau superficielles (source : SDAGE 2022-2027)

¹³ Les substances considérées comme ubiquistes sont les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dioxines et composés de type dioxine, l'acide perfluorooctanesulfonique (PFOS), l'hexabromocyclododécane (HBCDD), l'heptachlore, le tributylétain (TBT), les diphenylétherbromés et le mercure.

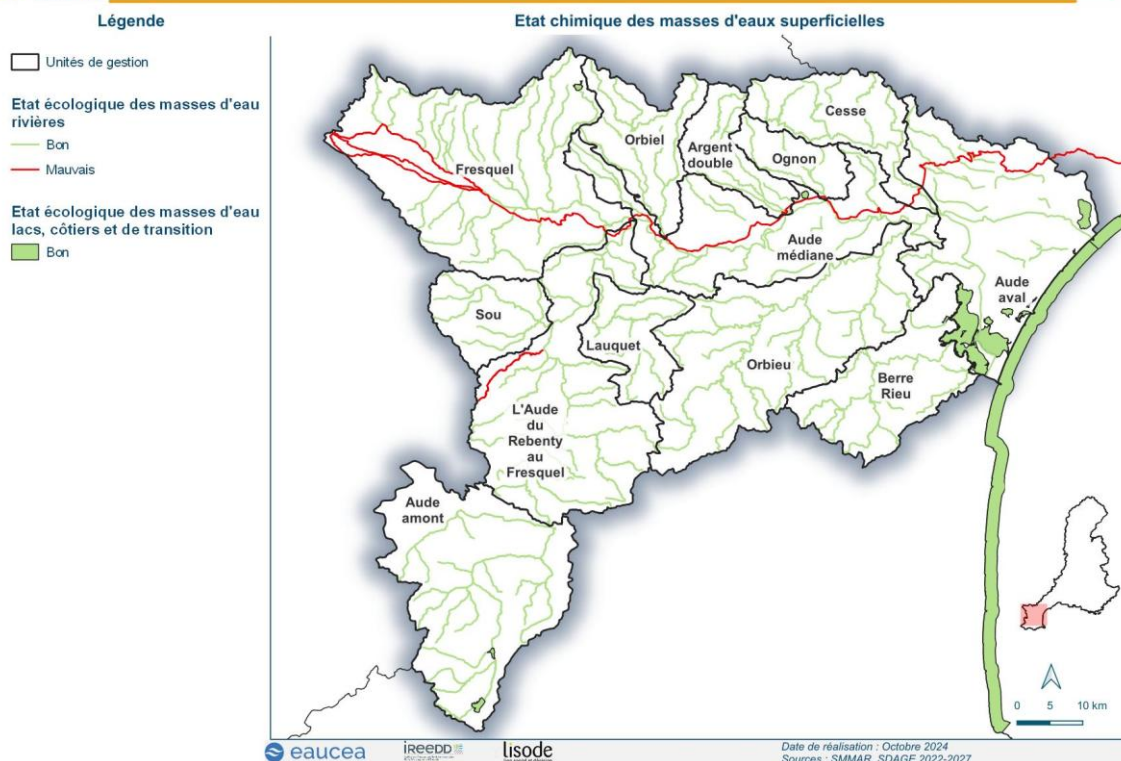


Figure 88 : Carte des masses d'eau superficielles selon leur état chimique (source : SDAGE 2022-2027)

Focus sur les 4 masses d'eau rivières en mauvais état chimique :

4 masses d'eau rivières sont en mauvais état chimique sur le territoire du PTGE. Une station de référence renseignant l'état chimique est localisée sur chacune d'entre-elles.

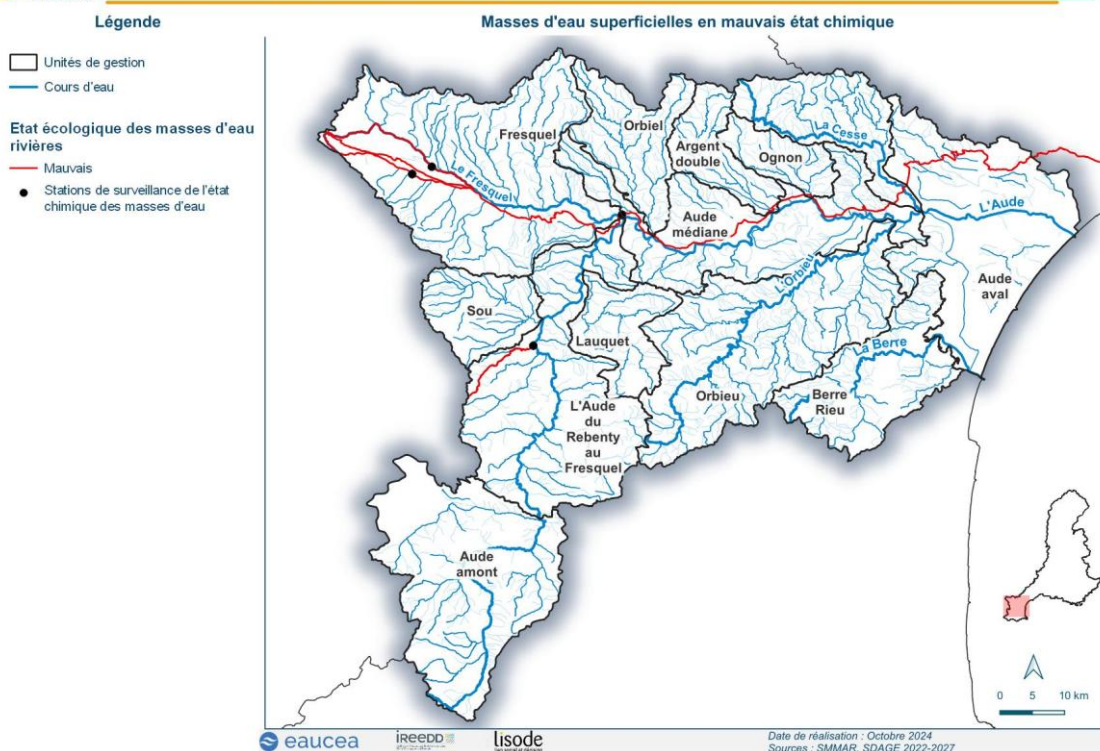


Figure 89 : Localisation des stations de surveillance sur les masses d'eau superficielles en mauvais état chimique
(Source : SDAGE 2022-2027)

Unité de gestion	Code de la ME	Nom de la ME	Code de la station de surveillance	Etat chimique
L'Aude du Rebenty au Fresquel	FRDR11724	Ruisseau le Cougaing	06176140	Mauvais
Fresquel	FRDR196a	Le Tréboul	06177910	Mauvais
Fresquel	FRDR196b	Le Fresquel de sa Source à la Confluence avec le Tréboul	06177950	Mauvais
Argent double	FRDR3109	Canal Du Midi	06470005	Mauvais
Aude aval				
Aude médiane				
Cesse				
Fresquel				
L'Aude du Rebenty au Fresquel				
Ognon				
Orbiel				

Figure 90 : Masses d'eau ayant un mauvais état chimique par unité de gestion (source : SDAGE 2022-2027)

3.2.1.3.1 Evolution des masses d'eau en mauvais état chimique

Pour les masses d'eau dont l'état est suivi par une station qualité, un historique d'évolution de leur état chimique est disponible sur le site de rhone-mediterranee.eaufrance.fr avec les informations relatives au paramètre déclassant leur état.

L'historique de l'état chimique des stations pour les masses d'eau rivières n'ayant pas un bon état chimique dans le SDAGE 2022-2027 est disponible depuis 2000. Ces données ne sont pas exhaustives sur l'ensemble de la période 2000-2024. En effet, les données sont indisponibles pour certaines années.

La Figure 91 suivante présente cet historique. L'état chimique de toutes les masses d'eau semble s'améliorer au cours du temps. En effet, la fréquence du bon état de la masse d'eau est plus élevée que celle du mauvais état même si certaines masses d'eau n'ont toujours pas atteint un bon état chimique ces dernières années.

Numéro de la station qualité	6176140	6177910	6177950	6470005
Code de la ME	FRDR11724	FRDR196a	FRDR196b	FRDR3109
Nom de la ME	Ruisseau le Cougaing	Le Tréboul	Le Fresquel de sa Source à la Confluence avec le Tréboul	Canal Du Midi
Année	Etat chimique			
2000		MAUV		
2001		MAUV	BE	
2002		MAUV	MAUV	
2003		MAUV	BE	
2004		BE	BE	
2005		MAUV	MAUV	
2006		MAUV	MAUV	
2007		BE	BE	
2008		MAUV	BE	
2009		MAUV	MAUV	
2010		MAUV	BE	
2011		MAUV	BE	
2012		MAUV	MAUV	
2013		MAUV	BE	
2014		BE	BE	
2015		MAUV	BE	
2016		BE	BE	
2017	BE	BE	BE	
2018	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV
2019	MAUV	BE	BE	MAUV
2020	MAUV	BE	BE	MAUV
2021		MAUV	MAUV	MAUV
2022		BE	BE	MAUV
2023	BE	MAUV	BE	BE
2024	BE	MAUV	BE	BE

Figure 91 : Evolution de l'état chimique des 4 masses d'eau dont l'état n'est pas bon
(Source : EauFrance Rhône-Méditerranée)

3.2.1.3.2 Paramètres déclassant l'état chimique

Pour chaque année où l'état chimique est mauvais, une analyse des paramètres déclassants est effectuée. La Figure 92 résume par année ces paramètres pour chaque station. A noter que le paramètre déclassant l'état chimique n'est pas une donnée exhaustive car elle n'est pas renseignée chaque année.

Numéro de la station qualité	Code de la ME	Nom de la ME	Année	Etat chimique	Paramètre déclassant
06176140	FRDR11724	Ruisseau le Cougaing	2020	MAUV	Diuron
			2019	MAUV	Diuron
			2018	MAUV	Diuron
06177910	FRDR196a	Le Tréboul	2024	MAUV	
			2023	MAUV	Tributyletain-cation
			2021	MAUV	
			2018	MAUV	Hexachlorocyclohexane
			2015	MAUV	Hexachlorocyclohexane
			2013	MAUV	
			2012	MAUV	
			2011	MAUV	Benzo(a)pyrene,Benzo(b)fluoranthene,Fluoranthene
			2010	MAUV	Benzo(a)pyrene,Benzo(b)fluoranthene,Fluoranthene
			2009	MAUV	Benzo(a)pyrene,Benzo(b)fluoranthene,Fluoranthene
			2008	MAUV	Hexachlorocyclohexane
			2006	MAUV	Trifluraline
			2005	MAUV	
			2003	MAUV	Diuron
			2002	MAUV	Diuron,Hexachlorocyclohexane
			2001	MAUV	Diuron,Hexachlorocyclohexane
			2000	MAUV	Atrazine,Diuron,Hexachlorocyclohexane
06177950	FRDR196b	Le Fresquel de sa Source à la Confluence avec le Tréboul	2021	MAUV	
			2018	MAUV	
			2012	MAUV	
			2009	MAUV	
			2006	MAUV	
			2005	MAUV	
			2002	MAUV	Diuron
06470005	FRDR3109	Canal Du Midi	2022	MAUV	Benzo(a)pyrene
			2021	MAUV	Benzo(a)pyrene
			2020	MAUV	Benzo(a)pyrene
			2019	MAUV	Benzo(a)pyrene
			2018	MAUV	Benzo(a)pyrene,Fluoranthene

Figure 92 : Paramètre déclassant l'état chimique des 4 masses d'eau en mauvais état
(Source : EauFrance Rhône-Méditerranée)

Les principales substances chimiques qui déclassent l'état des masses d'eau sont le Diuron, l'Hexachlorocyclohexane, le Benzo(a)pyrène, le Benzo(b)fluoranthène, le Fluoranthène, la Trifluraline, l'Atrazine et le Tributyletain-cation.

3.2.1.4 Synthèse des pressions exercées sur les masses d'eau superficielles

Les pressions prises en compte dans le SDAGE 2022-2027 sont celles qui sont à l'origine du risque de non atteinte des objectifs environnementaux en 2027 et celles responsables des dégradations actuelles des masses d'eau. On distingue :

Catégorie de milieu	Pressions prises en compte pour l'évaluation du RNAOE 2027
Cours d'eau	Pollutions par les pesticides
	Pollutions par les nutriments agricoles
	Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)
	Pollutions par les nutriments urbains et industriels
	Prélèvements d'eau
	Altération de la morphologie
	Altération de la continuité écologique
	Altération du régime hydrologique
Eaux de transition (lagunes)	Pollutions par les nutriments urbains, industriels et canaux
	Pollutions diffuses par les nutriments (ruissellement agricole et urbain, stock sédimentaire)
	Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)
	Pollutions par les pesticides
	Altération de l'hydromorphologie
	Autres pressions
Eaux côtières	Pollutions par les nutriments urbains et industriels
	Pollutions par les nutriments des cours d'eau
	Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)
	Pollutions par les substances toxiques des cours d'eau
	Altération de la morphologie
	Autres pressions
	Altération par les activités maritimes

Figure 93 : Pression prise en compte dans l'analyse de l'état des masses d'eau (Source : SDAGE 2022-2027)

Ces pressions significatives sur les masses d'eau sont liées à l'activité humaine sur les bassins versants. En sachant que les pressions calculées dans le cadre de la DCE permettent aussi d'estimer le niveau de confiance de l'état des cours d'eau.

Ces pressions peuvent être catégorisées en 3 cas :

- L'impact est fort et susceptible de déclasser l'état de la masse d'eau ;
- L'impact est moyen et mesurable et l'effet est localisé à l'échelle de la masse d'eau ;
- L'impact est nul ou faible : la pression est absente ou l'impact n'est pas mesurable.

Les trois pressions les plus représentées sur le territoire sont :

- Les pollutions par les pesticides (108 ME soit 66 %) ;
- L'altération de la morphologie (85 ME soit 52 %) ;
- Et les pollutions par les nutriments urbains et industriels (73 ME soit 45 %).

Pressions exercées sur les masses d'eau - SDAGE 2022-2027		Nombre de masses d'eau					TOTAL par pression
Libellé de la pression	Niveau d'impact	COTIER	LAC	RIVIERE	TRANSITION	TOTAL	
Pollutions par les nutriments urbains et industriels	Impact moyen			38		38	73
	Impact fort		1	34		35	
Pollutions par les nutriments agricoles	Impact moyen		1	15		16	31
	Impact fort		1	14		15	
Pollutions par les pesticides	Impact moyen		1	37	3	41	108
	Impact fort			63	4	67	
Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)	Impact moyen			17	1	18	22
	Impact fort			4		4	
Prélèvements d'eau	Impact moyen			14		14	33
	Impact fort			19		19	
Altération du régime hydrologique	Impact moyen		4	15		19	43
	Impact fort			24		24	
Altération de la morphologie	Impact moyen			34		34	85
	Impact fort		1	50		51	
Altération de la continuité écologique	Impact moyen		1	18		19	33
	Impact fort		1	13		14	
Pollutions par les nutriments urbains, industriels et canaux	Impact moyen				2	2	4
	Impact fort				2	2	
Pollutions diffuses par les nutriments (ruissellement agricole et urbain, stock sédimentaire)	Impact moyen				2	2	6
	Impact fort				4	4	
Altération de l'hydromorphologie	Impact moyen				2	2	4
	Impact fort				2	2	
Autres pressions	Impact moyen				2	2	2
	Impact fort					0	

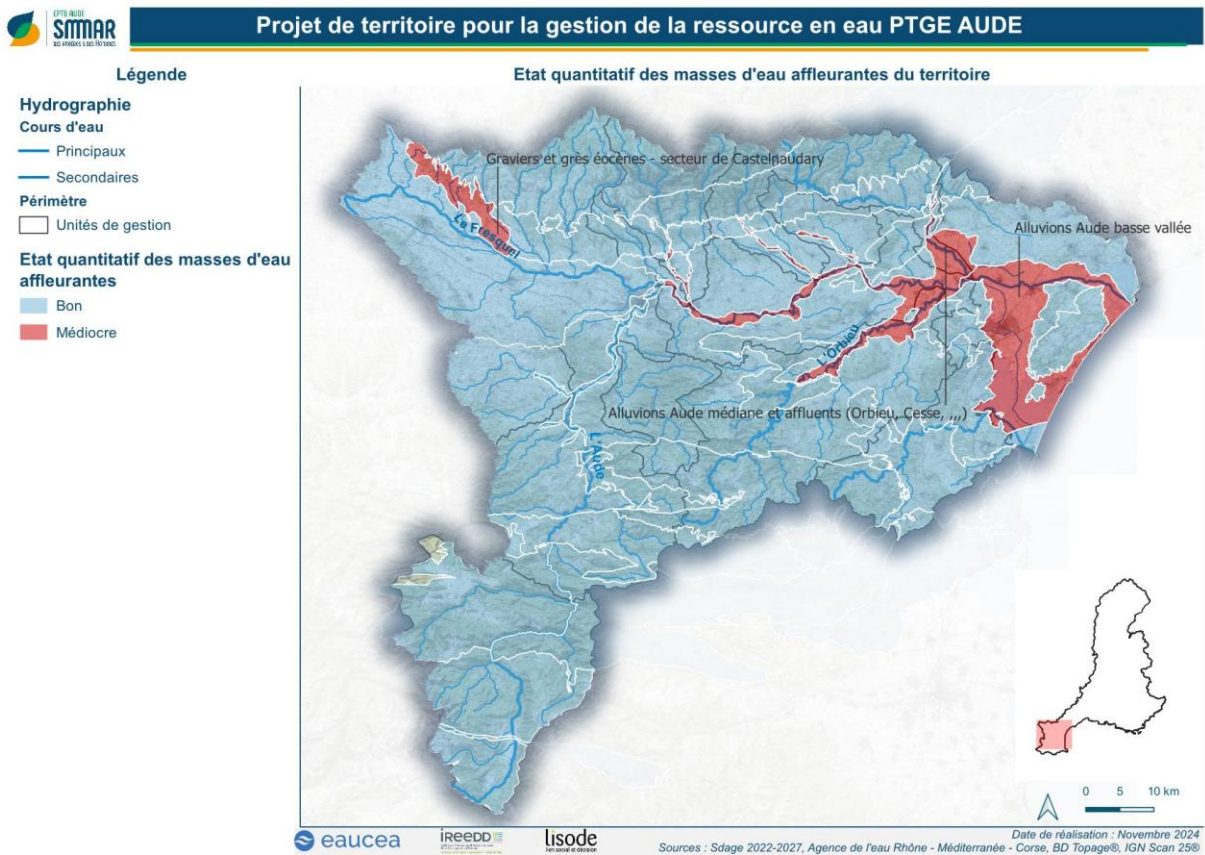
Figure 94 : Pressions et impacts sur l'ensemble des masses d'eau du territoire du PTGE Aude
(Source : SDAGE 2022-2027)

3.3 Etat des masses d’eau souterraines (SDAGE 2022-2027)

3.3.1 86 % des masses d’eau souterraines en bon état quantitatif

21 masses d’eau souterraines affleurantes sont présentes sur le territoire du PTGE Aude. Parmi elles, 18 sont en bon état quantitatif, soit 86 %. Celles qui sont en état médiocre sont localisées sur la partie amont du Fresquel et sur la partie aval du territoire.

La Figure 95 et Figure 96 présentent la répartition des masses d’eau souterraines selon leur état quantitatif.



Code de la masse d'eau	Libellé de la masse d'eau souterraine en état médiocre	Etat quantitatif
FRDG216	Graviers et grès éocènes - secteur de Castelnaudary	Médiocre
FRDG367	Alluvions Aude médiane et affluents (Orbieu, Cesse)	Médiocre
FRDG368	Alluvions Aude basse vallée	Médiocre

Figure 95 : Etat quantitatif des masses d’eau souterraines (Source : SDAGE 2022-2027)

Les trois masses d’eau souterraines pour lesquelles l’état quantitatif n’est pas bon (« FRDG216 : Graviers et grès éocènes - secteur de Castelnaudary », « FRDG367 : Alluvions Aude médiane et affluents (Orbieu, Cesse) » et « FRDG368 : Alluvions Aude basse vallée ») sont en déséquilibre quantitatif et pour les deux dernières citées, avec un impact également sur les eaux superficielles.

3.3.2 95 % des masses d'eau en bon état chimique

20 masses d'eau souterraines affleurantes du territoire du PTGE Aude sont en bon état chimique. Pour la masse d'eau qui n'est pas en bon état « FRDG411 : Formations plissées calcaires et marnes Arc de St Chinian », uniquement une petite partie est présente sur le territoire du PTGE.

Le paramètre à l'origine du paramètre médiocre est la présence de d'atrazine desethyl deisopropyl. Bien que l'utilisation de cette substance chimique soit interdite en France depuis 2003, certains de ces métabolites sont toujours à l'origine du déclassement des masses d'eau.

3.4 Analyse des données des stations de suivi de la qualité

Les stations de suivi sont des sites de prélèvement sur cours d'eau qui permettent de suivre l'évolution des différents éléments de qualité biologiques et chimiques.

Certaines stations relèvent du programme de surveillance DCE des eaux superficielles. La maîtrise d'ouvrage de ces réseaux est assurée par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, la DREAL du bassin Corse et l'Office Français de la Biodiversité (OFB). D'autres stations relèvent de suivis locaux réalisés par des gestionnaires de cours d'eau, ou d'investigations ponctuelles.

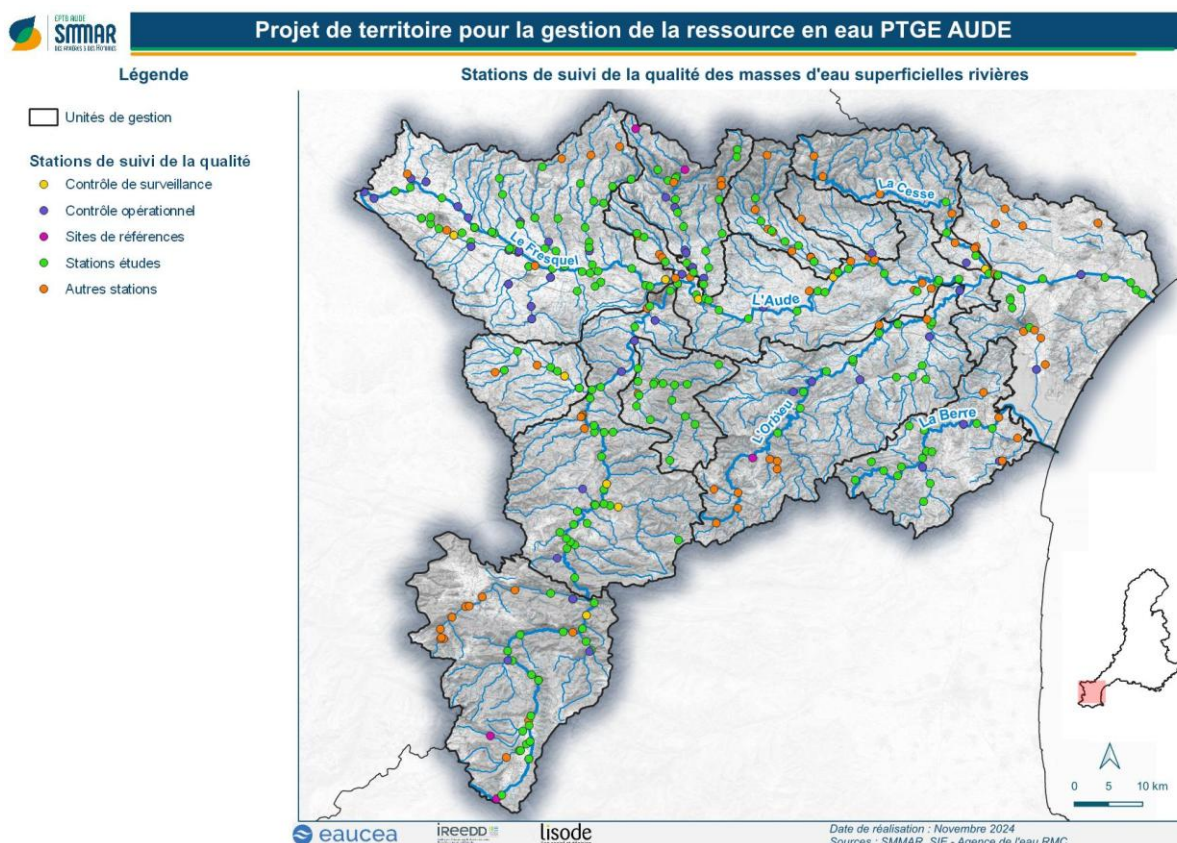


Figure 96 : Stations de suivi de la qualité des masses d'eau superficielles rivières (Source : AERMC)

Afin d'analyser l'état des masses d'eau du territoire, une station de suivi a été choisie pour chaque unité de gestion. La sélection a été faite de sorte que les stations choisies disposent de données récentes, d'un historique important et qu'elles soient localisées le plus en aval de chaque sous-bassin afin de traduire l'effet de l'ensemble des facteurs impactant la qualité des cours d'eau.

L'analyse des données des stations se fera alors de façon cohérente sur l'ensemble du périmètre du PTGE Aude et sur l'ensemble des unités de gestion qui découpent ce territoire.

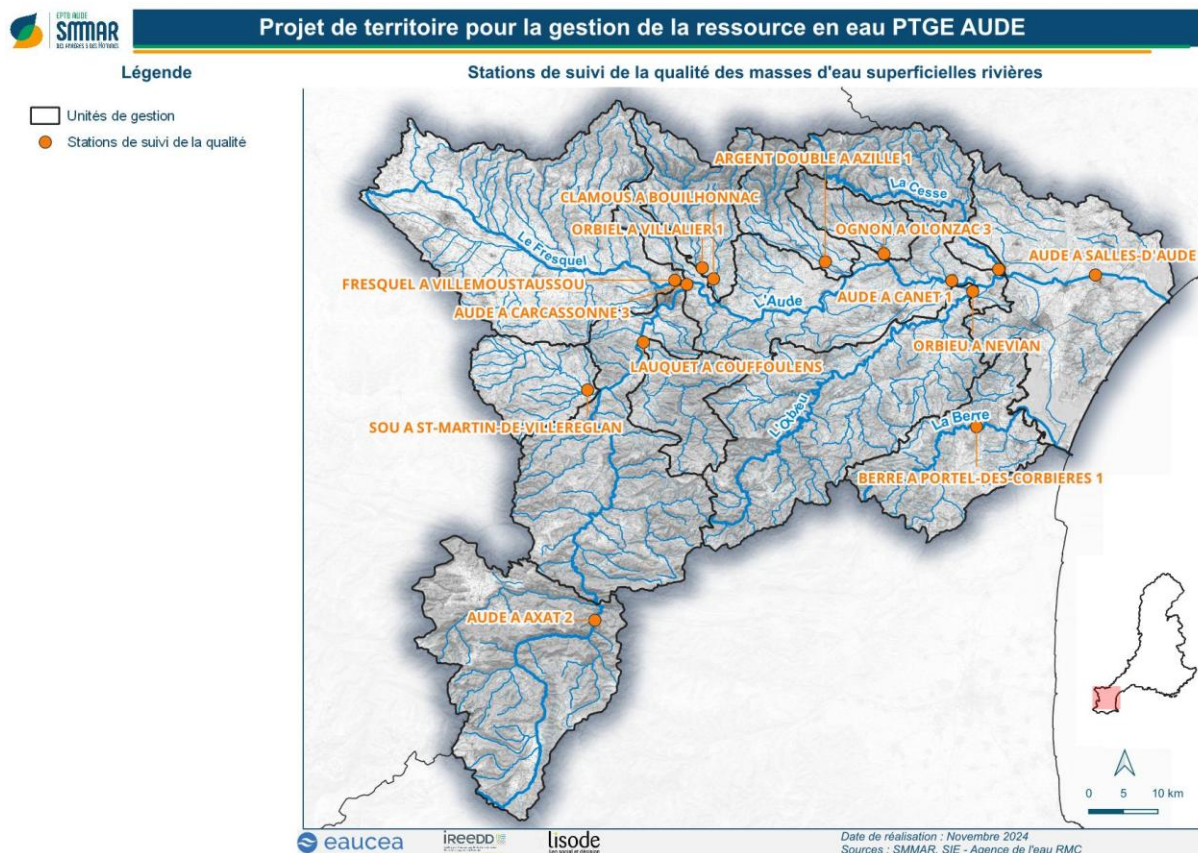


Figure 97 : Stations de suivi de la qualité des masses d'eau superficielles rivières situées à l'aval des unités de gestion (Source : AERMC)

Nom de l'unité de gestion	Code de la station de suivi de la qualité	Nom de la station de suivi de la qualité	Nom du cours d'eau
Aude aval	06180900	AUDE A SALLES-D'AUDE	Aude
Aude amont	06175600	AUDE A AXAT 2	Aude
Fresquel	06177980	FRESQUEL A VILLEMUSTAUSOU	Fresquel
Argent double	06179550	ARGENT DOUBLE A AZILLE 1	Argent-double
Orbieu	06179700	ORBIEU A NEVIAN	Orbieu
Lauquet	06177500	LAUQUET A COUFFOULENS	Lauquet
L'Aude du Rebenty au Fresquel	06177860	AUDE A CARCASSONNE 3	Aude
Aude médiane	06179652	AUDE A CANET 1	Aude
Berre Rieu	06175320	BERRE A PORTEL-DES-CORBIERES 1	Berre
Sou	06176680	SOU A ST-MARTIN-DE-VILLEREGAN	Sou

Nom de l'unité de gestion	Code de la station de suivi de la qualité	Nom de la station de suivi de la qualité	Nom du cours d'eau
Cesse	06179995	CESSE A ST-MARCEL-SUR-AUDE	Cesse
Ognon	06181150	OGNON A OLONZAC 3	Ognon
Orbiel	06179000	ORBIEL A VILLALIER 1	Orbiel
Orbiel	06179200	CLAMOUX A BOUILHONNAC	Clamoux

Figure 98 : Stations de qualité pour chaque unité de gestion

A ces stations s'ajoutent 4 stations de suivi de la qualité situées sur les cours d'eau qui font l'objet d'une définition de débit minimum biologique.

Nom de l'unité de gestion	Code de la station de suivi de la qualité	Nom de la station de suivi de la qualité	Nom du cours d'eau
Fresquel	6178040	LAMPY A CENNE-MONESTIES 2	Lampy
Fresquel	6178054	VERNASSONNE A ALZONNE	Vernassonne
Fresquel	6178053	TENTEN A ST-MARTIN-LE-VIEL	Tenten
Aude aval	6180000	AUDE A MOUSSAN 1	Aude

Figure 99 : Stations de qualité pour chaque site faisant l'objet d'une étude DMB

3.4.1 Evolution de l'état écologique des stations de suivi pour chaque unité de gestion

L'analyse de l'évolution de l'état écologique des stations de suivi permet de retracer un historique de la qualité des cours d'eau étudiés. Ces données ne sont pas exhaustives. En effet, l'absence de limites de classes pour le paramètre considéré, l'absence de référence pour le type considéré (biologie) ou bien des données insuffisantes pour déterminer un état (physicochimie) expliquent les causes de non détermination de l'état écologique.

Unité de gestion	Numéro de la station	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Argent double	06179550		MOY	MOY	MOY	MOY	BE	BE	BE	BE	BE	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MED
Aude amont	06175600	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	MOY	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
Aude aval	06180900	MED	MED	MED	MOY	MOY	MOY	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MOY	MED	MED
Aude médiane	06179652						MOY	MOY	MOY	MED	MED	MED		MED	MOY	MOY	MOY		
Berre Rieu	06175320		BE	MOY	BE	BE	BE	MOY	MOY	MOY	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
Cesse	06179995		BE	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	BE	MOY	MOY	MOY	BE	BE	BE	BE
Fresquel	06177980	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MED	MED	MED	MED
L'Aude du Rebenty au Fresquel	06177860						MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MED	MED	MED		MOY	MED	MED
Lauquet	06177500	BE	MOY	MOY	MOY	MOY	MED	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MED	MED	MED	MED	MED	MAUV
Ognon	06181150			MAUV	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MOY	MOY
Orbiel	06179000	MOY	MOY	BE	BE	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY
Orbiel	06179200			BE	BE	BE	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MED	MOY	MOY	MOY	MED	MED	
Orbieu	06179700	BE	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	BE	MOY	MOY
Sou	06176680						MOY	MOY	MOY	MOY	MOY	BE	BE	BE	BE	MOY	MOY	MOY	MOY

Figure 100 : Evolution de l'état écologique des 14 stations de suivi (Source : EauFrance Rhône-Méditerranée)

3.4.2 Paramètres déclassant l'état écologique des masses d'eau

Comme présenté dans la partie 3.1, l'état écologique renseigné pour chaque station de suivi de la qualité des cours d'eau est la résultante de son état biologique, physico-chimique et hydromorphologique.

Le schéma ci-dessous issu de l'Annexe 2 de l'Arrêté du 9 octobre 2023 (modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010) détaille les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface (pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement).

Il apparaît que l'état biologique est en premier analysé :

- S'il est moins que bon, l'état écologique est assimilé à l'état biologique.
- S'il est bon ou très bon, alors l'état physico-chimique est analysé et peut déclasser le cours d'eau au maximum en état moyen.

Pour ceux qui ont un état biologique et physico-chimique très bon, l'hydromorphologie est analysée et peut de nouveau déclasser la masse d'eau.

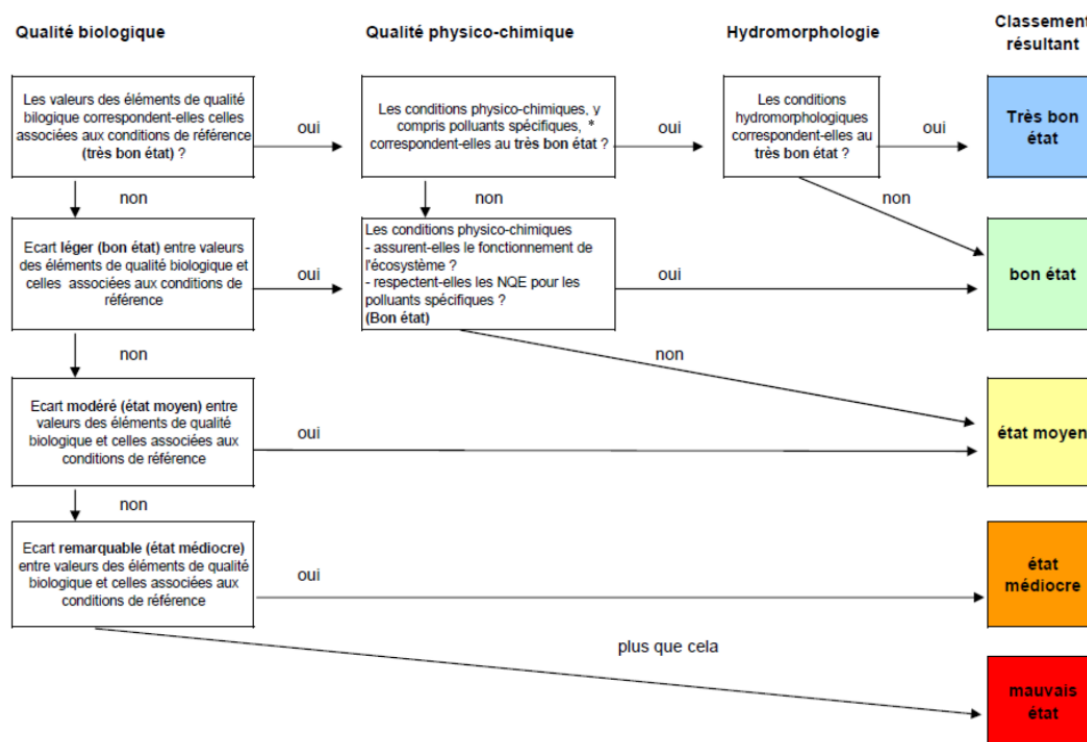


Figure 101 : Arbre d'évaluation de l'état écologique des eaux
(Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires 2023)

Afin de déterminer les causes de l'état écologique dégradé des cours d'eau, les paramètres déclassant cet état sont analysés pour chaque station de suivi pour l'année la plus récente pour laquelle des données sont disponibles.

Ainsi, pour les 14 stations de suivi de la qualité étudiées :

- 12 stations de qualité disposent de données en 2024 ;

- Pour la station de suivi sur la Clamoux, comme aucune donnée n'est disponible en 2024, l'analyse des paramètres déclassants est également faite sur l'année 2023.
- Pour la station de suivi sur l'Aude médiane, comme aucune donnée n'est disponible en 2024 et en 2023, l'analyse des paramètres déclassants est également faite sur l'année 2022.

Le schéma ci-dessous synthétise la méthode employée pour analyser les paramètres déclassants des stations de suivi de la qualité des unités de gestion du territoire du PTGE Aude.

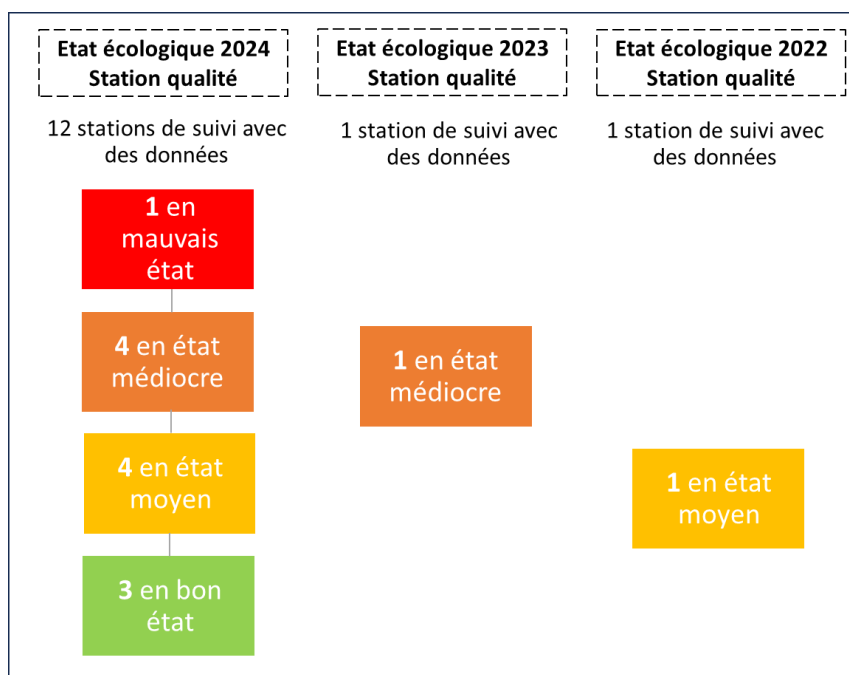


Figure 102 : Infographie de la méthode d'analyse des paramètres déclassants les cours d'eau suivis par des stations de qualité

Le détail des paramètres biologiques déclassant l'état écologique des cours d'eau est donné dans la Figure 103 ci-dessous.

Unité de gestion	Numéro de la station	Etat écologique 2024	Etat biologique 2024			
			Invertébrés	Diatomées	Macrophytes	Poissons
Berre Rieu	06175320	BE	BE	TBE	TBE	BE
Aude amont	06175600	BE	BE	TBE	TBE	BE
Sou	06176680	MOY	BE	BE		
Lauquet	06177500	MAUV	BE	MOY	MOY	MAUV
L'Aude du Rebenty au Fresquel	06177860	MED	MOY	MED		
Fresquel	06177980	MED	TBE	MED	TBE	MOY
Orbiel	06179000	MOY	TBE	BE	TBE	BE
Argent double	06179550	MED	TBE	MOY	BE	MED
Orbieu	06179700	MOY	BE	MOY	MOY	BE
Cesse	06179995	BE	BE	BE	BE	BE
Aude aval	06180900	MED		MED		
Ognon	06181150	MOY	MOY	MOY		

Unité de gestion	Numéro de la station	Etat écologique 2023	Etat biologique 2023			
			Invertébrés	Diatomées	Macrophytes	Poissons
Orbiel	06179200	MED	BE	MED		

Unité de gestion	Numéro de la station	Etat écologique 2022	Etat biologique 2022			
			Invertébrés	Diatomées	Macrophytes	Poissons
Aude médiane	06179652	MOY		MOY		

Figure 103 : Paramètres déclassants l'état écologique des masses d'eau rivières – focus sur les paramètres biologiques (Source : EauFrance Rhône-Méditerranée)

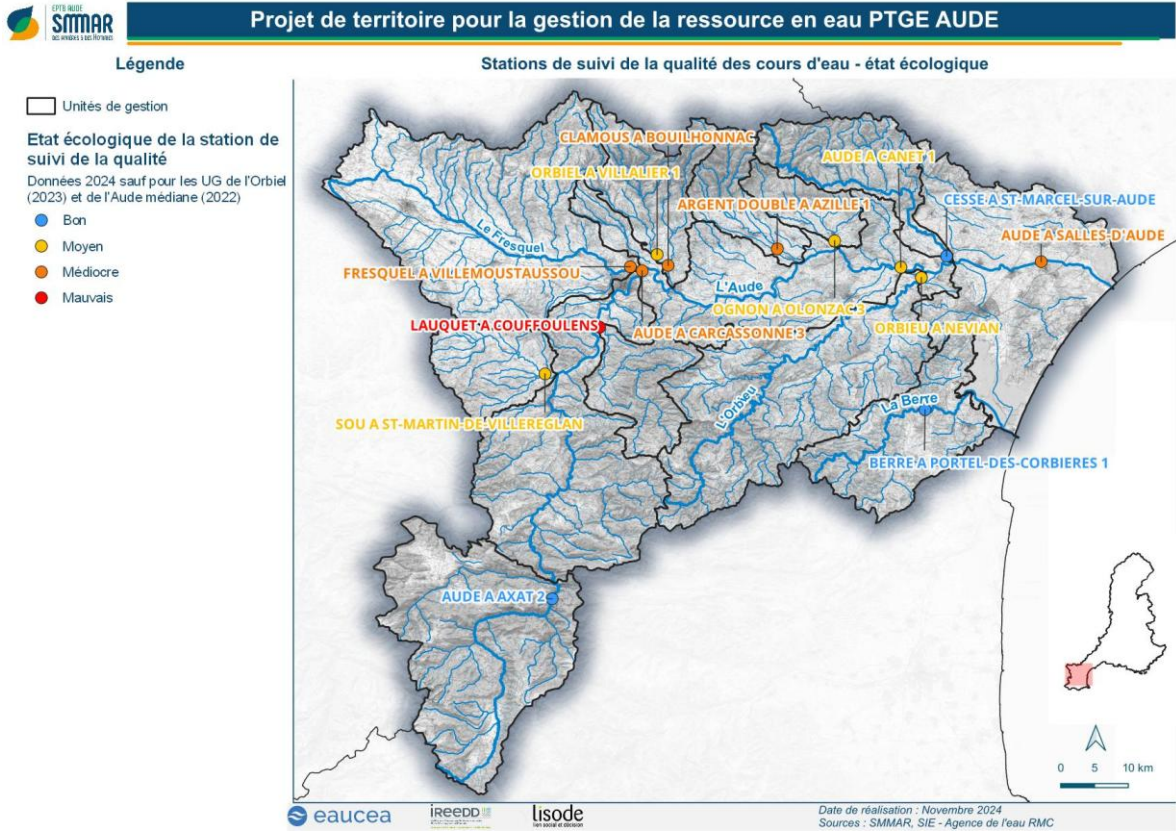


Figure 73 : Stations de suivi de la qualité des cours d'eau – état écologique (Source : EauFrance Rhône-Méditerranée)

Exemple d'analyse sur le paramètre diatomées : cet indicateur est dans un état moins que bon pour 9 stations : il est en état médiocre pour 4 cours d'eau et en moyen état pour 5. Néanmoins, il n'est le paramètre déclassant que pour 7 d'entre-elles.

En effet, pour la station de suivi sur le Lauquet par exemple, l'état renseigné par les diatomées est moyen alors que son état écologique est mauvais. Cela signifie qu'un paramètre biologique autre que les diatomées dégrade encore plus l'état écologique, en l'occurrence, il s'agit des poissons.

Ainsi, sur les 14 stations de suivi de la qualité des cours d'eau du PTGE Aude :

- 3 ont un bon état écologique : il n'y a donc aucun paramètre déclassant ;
- 9 ont un état écologique dégradé à cause de leur état biologique. Pour 78 % d'entre-elles, cela est dû à l'état des diatomées (seul ou combiné avec un autre paramètre biologique) et pour les 22 % restants, l'état piscicole est responsable de l'altération de l'état écologique.
- Pour les 2 autres, c'est leur état physico-chimique qui est responsable de la dégradation de leur état écologique.

Le schéma suivant synthétise l'analyse des paramètres déclassant l'état écologique des cours d'eau du territoire du PTGE pour lesquelles les données des stations de la qualité ont été analysées.

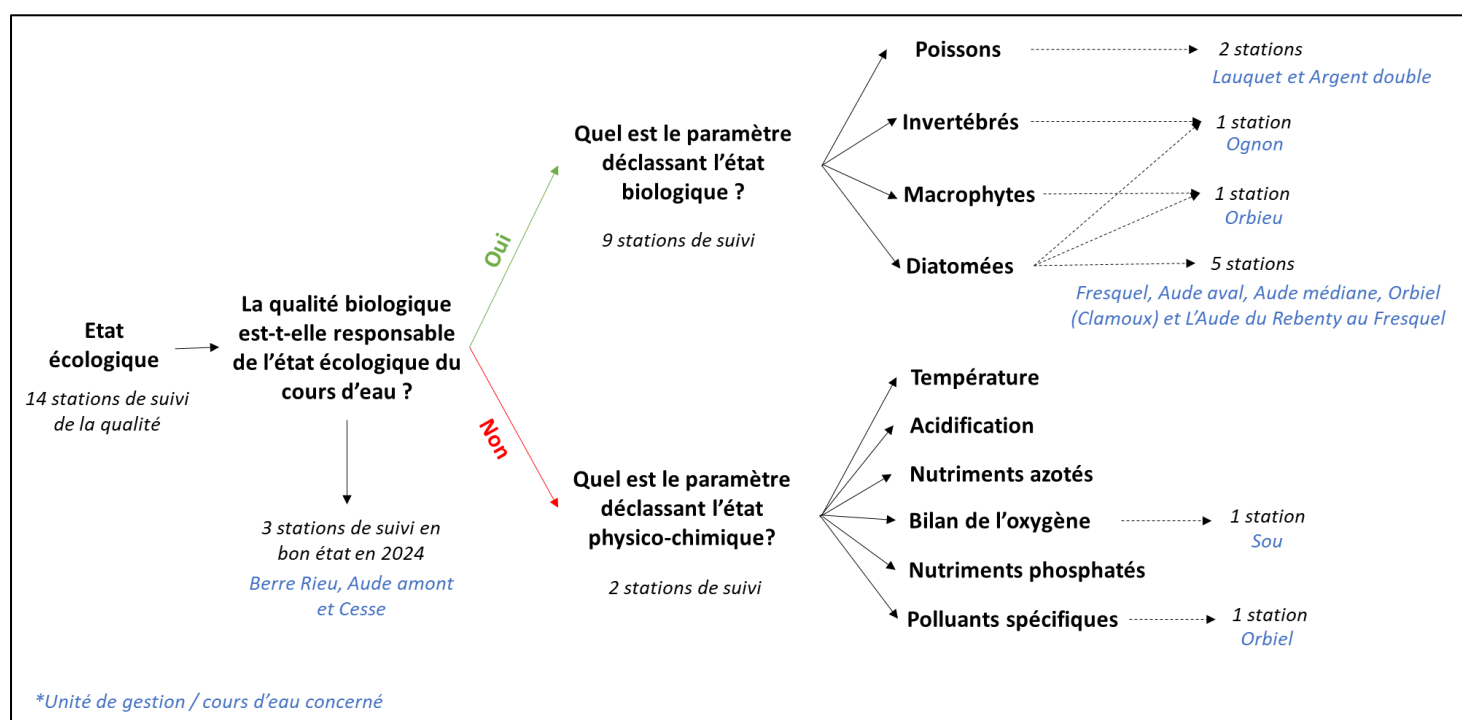


Figure 104 : Schéma général des paramètres déclassant l'état écologique des masses d'eau du territoire du PTGE Aude (Source : EauFrance Rhône-Méditerranée)

Les paramètres physico-chimiques qui déclassent l'état écologique des 2 stations de suivi sont le bilan en oxygène pour l'une et les polluants spécifiques pour l'autre. Le détail est présenté dans la figure ci-dessous :

Unité de gestion	Sou	Orbiel
Numéro de la station	06176680	06179000
Nom de la station	SOU A ST-MARTIN-DE-VILLEREGLAN	ORBIEL A VILLALIER 1
Etat écologique 2024	MOY	MOY
Température	TBE	TBE
Bilan en oxygène	MAUV	TBE
Déclassement oxygène	O2 dissous, Taux de saturation en O2	
Nutriments azotés	BE	TBE
Déclassement nutriments azotés		
Nutriments phosphatés	BE	TBE
Déclassement nutriments phosphatés		
Acidification	BE	TBE
Polluants spécifiques	BE	MAUV
Déclassement polluants spécifiques		Arsenic

Figure 105 : Paramètres déclassants l'état écologique des masses d'eau rivières – focus sur les paramètres physico-chimiques
(Source : EauFrance Rhône-Méditerranée)

3.4.3 Détail des paramètres déclassants l'état biologique par unité de gestion

3.4.3.1 Méthodologie

L'analyse en détail des paramètres déclassants l'état écologique des stations de qualité est faite sur les stations qui réunissent deux conditions :

- Un état écologique inférieur au « bon » état ;
- Un état écologique déclassé par le compartiment biologique.

Au total, sur les 14 stations sélectionnées précédemment (pour les unités de gestion), 9 réunissent les deux conditions. Par ailleurs, pour les 4 stations sélectionnées sur les cours d'eau qui font l'objet d'une étude de débit minimum biologique, 3 réunissent les deux conditions. Les stations qui regroupent ces deux conditions sont présentées dans le tableau ci-dessous. Une analyse de l'indice associé au groupe taxonomique responsable du déclassement de l'état biologique est faite pour ces stations.

Cette analyse détaillée se fait à partir des dernières données disponibles sur les différents sites ressources à disposition (Eaufrance, Naïades, Hydrobiologie PACA). Une différence est observable entre la dernière année pour laquelle l'état écologique (au droit d'une station) a été évalué et la dernière année pour laquelle les données biologiques associées aux indices (listes faunistiques, métriques...) sont disponibles. L'analyse approfondie des indices biologiques est donc basée sur la dernière année pour laquelle les données sont disponibles, celles-ci correspondant pour la majorité à des stations antérieure à la dernière année pour laquelle l'état écologique est évalué.

Unité de gestion	Numéro de la station	Nom de la station	Etat écologique 2024	Paramètre déclassant	Dernière année de données disponibles	Source des données disponibles
Lauquet	06177500	LAUQUET A COUFFOULENS	MAUV	Poissons	2022	Naiades
L'Aude du Rebenty	06177860	AUDE A CARCASSONNE 3	MED	Diatomées	2023	Naiades
Fresquel	06177980	FRESQUEL A VILLEMOSTAUSOU	MED	Diatomées	2023	Naiades
Argent double	06179550	ARGENT DOUBLE A AZILLE 1	MED	Poissons	2024	Naiades
Orbieu	06179700	ORBIEU A NEVIAN	MOY	Diatomées et Macrophytes	2023	Naiades
Aude aval	06180900	AUDE A SALLES-D'AUDE	MED	Diatomées	2023	Naiades
Ognon	06181150	OGNON A OLONZAC 3	MOY	Diatomées et Invertébrés	2022	Naiades/Hydrobiologie PACA

Unité de gestion	Numéro de la station	Nom de la station	Etat écologique 2023	Paramètre déclassant	Dernière année de données disponibles	Source des données disponibles
Orbiel	06179200	CLAMOUS A BOUILHONNAC	MED	Diatomées	2020	Naiades

Unité de gestion	Numéro de la station	Nom de la station	Etat écologique 2022	Paramètre déclassant	Dernière année de données disponibles	Source des données disponibles
Aude médiane	06179652	AUDE A CANET 1	MOY	Diatomées	2019	Naiades

Figure 106 : Stations de qualité retenues pour les analyses détaillées des indices biologiques.

Sur les 9 stations des unités de gestion :

- 7 sont déclassées par le compartiment des diatomées ;
 - o Dont 1 conjointement avec les macro-invertébrés
 - o Dont 1 conjointement avec les macrophytes
- 2 sont déclassées par le compartiment des poissons.

Sur les 4 stations des cours d'eau faisant l'objet d'une étude DMB, 3 sont déclassées à cause des diatomées. Pour la dernière station, elle présente un bon état écologique lors de la dernière année pour laquelle la donnée est disponible (2020).

Unité de gestion	Numéro de la station	Nom de la station	Etat écologique 2024	Paramètre déclassant	Dernière année de données disponibles	Source des données disponibles
Fresquel	06178053	TENTEN A ST-MARTIN-LE-VIEL	MOY	Diatomées	2023	Naiades
Fresquel	06178054	VERNASSONNE A ALZONNE	MED	Diatomées	2023	Naiades
Aude aval	06180000	AUDE A MOUSSAN 1	MAUV	Diatomées	2023	Naiades

Figure 107 : Stations de qualité retenues pour les analyses détaillées des indices biologiques (station DMB).

Pour chaque compartiment biologique, il existe un ou plusieurs indices permettant d'attribuer une note avec pour finalité la définition de la qualité de l'eau d'un cours d'eau. L'analyse détaillée va se baser sur ces indices ainsi que sur des outils et logiciels qui permettent une analyse plus fine des données disponibles.

3.4.3.1.1 Compartiment des diatomées et lien avec le débit

L'Indice Biologique Diatomées (IBD) est un indice qui permet l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau en se basant sur l'étude des populations de diatomées. Les diatomées sont des algues brunes unicellulaires qui sont sensibles à la qualité physico-chimique de l'eau. Chaque taxon possède

une capacité différente à supporter les caractéristiques du milieu et particulièrement les concentrations en matières organiques et en nutriments (azote et phosphore).

Afin d'approfondir l'analyse, les listes utilisées pour le calcul de l'IBD sont téléchargées via le site Naiades et mises en forme pour les implémenter dans le logiciel Omnidia. Omnidia est un logiciel qui a été créé en premier lieu à la demande de l'IRSTEA pour l'agence de l'eau Artois-Picardie mais est aujourd'hui utilisable et utilisé dans toute la France. Ce logiciel permet notamment le calcul d'indices diatomiques ainsi que d'obtenir des statistiques écologiques en se basant sur les critères écologiques de chaque espèce d'une liste de diatomées. Diverses statistiques écologiques sont disponibles en fonction des différents auteurs. Le logiciel est utilisé dans l'étude afin d'obtenir des données de statistiques écologiques en fonction des listes d'espèces issues des relevés IBD pour les stations de qualité concernées.

Les statistiques écologiques retranscrivent les traits écologiques des espèces de diatomées. Ainsi, en fonction des espèces recensées dans un relevé, il est possible de connaître les affinités du peuplement avec certains paramètres dont certains peuvent être reliés au débit. La composition d'un peuplement peut alors permettre d'identifier une ou plusieurs pressions qui seraient exercées sur le cours d'eau. Ces pressions peuvent ensuite expliquer ou donner des indications sur la raison du déclassement de la qualité de l'eau impliqué par l'IBD.

Dans l'étude, 7 statistiques écologiques issues des recherches de Carayon *et al.* 2019 sont utilisées. Le tableau ci-dessous établit sommairement un lien avec le débit.

Paramètre écologique	Commentaire	Lien avec le débit
La minéralisation	Paramètre lié à la géologie et aux flux d'eau superficielle ou souterraine	Augmente en étiage
L'acidité	Paramètre surtout lié à la géologie	neutre
Le besoin en oxygène	Le bilan de l'oxygène se dégrade avec la température et les pollutions et le faible brassage de l'eau	Dilution des pollutions et brassage de l'eau
La Saprobie	Traduit le niveau de pollution organique	Dilution des rejets organiques
L'état trophique	Caractérise le degré de productivité biologique	Dilution des nutriments (P et N)
L'azote organique	Pollution organique	Dilution des rejets
Des nitrates	Origine multiple mais surtout agricole en hautes eaux (lessivage) et urbaine en étiage (rejets)	Dilution des rejets en étiage

Un exemple intéressant illustrant le principe de l'analyse est celui de la sensibilité des peuplements à la concentration en oxygène. Ce paramètre est potentiellement lié au débit (hydraulique) et intégrateur de différentes pressions polluantes (autoépuration). Les résultats sont présentés en quatre catégories classées en fonction du taux de saturation en pourcentage. Concernant les catégories « Très fort » et « Fort » il est considéré qu'il n'y a aucune perturbation liée à l'oxygène dissous.

Pour trois stations une partie importante des peuplements de diatomées (>40%) est associée à la catégorie « Modéré », soit un taux de saturation en oxygène dissous inférieur à 90 %. Ces trois stations sont : Le Clamoux à Bouilhonnac, L'Aude à Salles-d'Aude et L'Ognon à Olonzac 3. Même s'il faut prendre

en compte pour la station « L'Aude à Salles-d'Aude » que les besoins en oxygène des diatomées sont inconnus pour plus de 30 % du peuplement, cette proportion d'espèces tolérante constitue un point de vigilance sans pour autant orienter vers la seule réponse hydrologique qui serait trop simpliste.

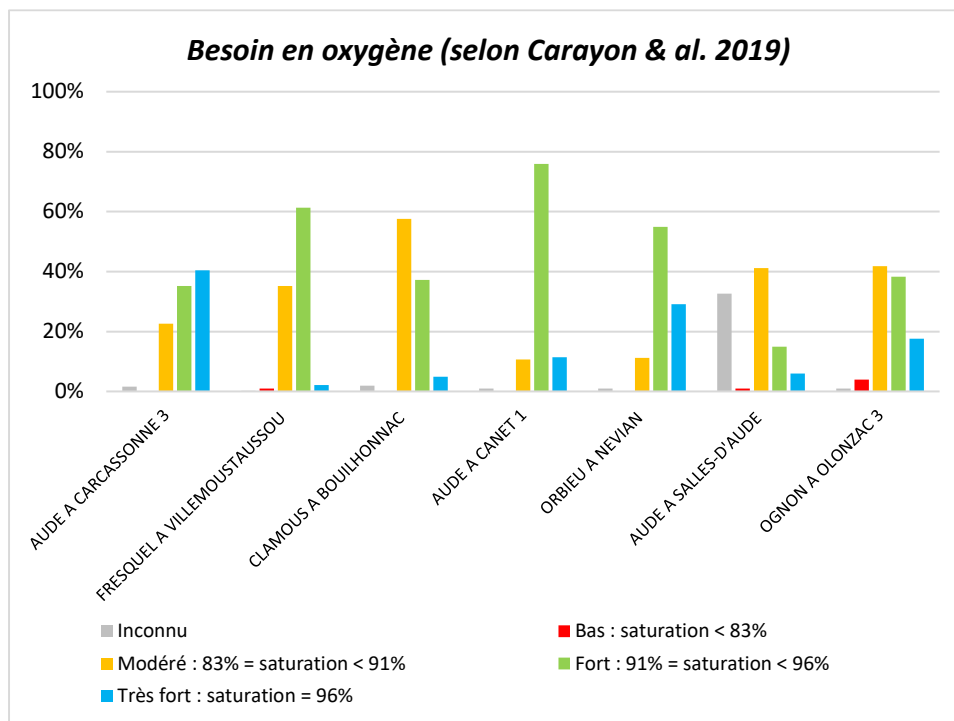


Figure 108 : Statistique écologique (taux de saturation d'oxygène) issue du logiciel Omnidia pour l'ensemble des stations.

3.4.3.1.2 Compartiment des poissons

L'Indice Poisson Rivière s'appuie sur l'étude de l'ichtyofaune pour évaluer la qualité du cours d'eau. Il est basé sur l'écart entre le peuplement piscicole observé sur la station étudiée et le peuplement théorique. Le peuplement théorique est défini automatiquement lors du calcul de l'IPR. Il s'appuie sur les 9 variables environnementales relevées afin de déterminer la probabilité qu'une espèce piscicole se trouve sur la station étudiée. Si le peuplement observé correspond au peuplement théorique alors la note de l'IPR est 0. A contrario, plus la note est grande plus l'écart est important. Il n'y a pas de limite supérieure pour la notation.

La note de l'IPR correspond à la somme de 7 métriques qui reflètent l'écart entre les valeurs théoriques obtenues à ces métriques (peuplement théorique) et les valeurs observées qui correspondent au peuplement réel échantillonné sur la station. Une analyse des notes obtenues à chacune des métriques est faite afin d'apprécier sur quelles variables le peuplement réel s'éloigne le plus du peuplement théorique.

Cet indicateur est difficile à exploiter. Le lien avec les débits s'effectue au travers d'étude spécifique de type microhabitat

3.4.3.1.3 Compartiment des macro-invertébrés

La Méthode Petits Cours d'Eau (MPCE) se base sur l'échantillonnage, représentatif du cours d'eau, des macro-invertébrés. C'est à partir de cet échantillonnage que l'Indice Invertébrés Multi-Métrique (I2M2) est calculé. L'I2M2 est un indice composé de cinq métriques : la richesse taxonomique, la fréquence relative d'organismes polyvoltins, la fréquence relative d'organismes ovovivipares, l'indice de Shannon et le score moyen par taxon (ASPT). Il est basé sur l'écart de la station étudiée par rapport à la situation de référence (très bon état). L'I2M2 est depuis 2015 l'indice utilisé pour l'évaluation de la qualité biologique, à partir des macro-invertébrés, au sens de la DCE.

L'analyse du compartiment des macro-invertébrés est faite dans un premier temps à partir des valeurs obtenues aux métriques qui constituent l'I2M2. Celles-ci permettent d'obtenir des informations sur les caractéristiques générales (indice de diversité, polluosensibilité...) du peuplement inventorié au droit de la station.

Dans un second temps une analyse plus approfondie est réalisée en utilisant l'Outil Diagnostic Invertébrés (ODI). L'ODI est un outil de diagnostic qui permet d'établir des probabilités de pressions/d'impacts à partir des traits écologiques des espèces de macro-invertébrés. Deux grandes catégories de pressions sont mises en avant, les pressions physico-chimiques et les dégradations liées à l'habitat physique. Les résultats de l'ODI sont obtenus via le Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux (SEEE) mis en libre-service par Eaufrance. Les données implémentées dans le SEEE sont celles issues du site Hydrobiologie PACA. Cette source de données est préférée à Naïades car elle propose l'exportation des données dans un format directement accepté par le SEEE.

L'analyse des métriques constitutives de l'I2M2 couplée à l'utilisation de l'ODI permet potentiellement d'identifier les causes du déséquilibre du peuplement de macro-invertébrés et ainsi du déclassement de la qualité de l'eau du cours d'eau au droit de la station concernée.

Le lien avec le débit est multiple : diversité spatiale des écoulements et de la nature des fonds (hydraulique), qualité des eaux (dilution, oxygénation), instabilité hydraulique (variations fortes et fréquentes des débits).

3.4.3.1.4 Compartiment des macrophytes

Les macrophytes sont des végétaux aquatiques visibles à l'œil nu. Les végétaux étant sensibles aux teneurs d'azote et de phosphore, ce sont de bons indicateurs concernant les pollutions agricoles (engrais) et les rejets des eaux usées. Les macrophytes sont sensibles aux mêmes perturbations que les diatomées car elles sont toutes deux des végétaux. Dans l'étude, il est fait le choix de ne pas réaliser d'analyse détaillée sur le compartiment biologique des macrophytes. En effet, l'analyse détaillée du compartiment des diatomées avec l'utilisation d'Omnidia traduit les mêmes pressions que les macrophytes.

3.5 Conclusion

3.5.1 Synthèse des principales pressions quantitatives retenues par le SDAGE

- 26 % des masses d'eau impactées par une altération du régime hydrologique

Les modifications du régime des eaux dans les milieux aquatiques par les activités humaines peuvent avoir des origines diverses : les prélèvements, mais aussi les modalités de gestion des ouvrages de stockage de l'eau (seuils et barrages) qui conduisent à dériver l'eau hors du lit de la rivière souvent sur de longues distances (plusieurs kilomètres) ou à modifier le rythme du passage de l'eau de l'amont vers l'aval ou entre les milieux (plan d'eau-rivière ; étang littoral-mer ...) à des pas de temps variables : horaire voire infra-horaire (éclusées, pour les rivières), journalier, mensuel, saisonnier. Ces pressions perturbent le cycle de vie des communautés aquatiques et ceci d'autant plus qu'elles sont fortes (en amplitude) ou brutales (dans le temps).

Les unités de gestion du Sou, de l'Ognon, de la Cesse et du Fresquel concentrent le plus de masses d'eaux impactées moyennement ou fortement par une altération du régime hydrologique.

Répartition par UG des masses d'eau rivières impactées par une altération du régime hydrologique			
Unité des gestion	Impact fort	Impact moyen	Impact faible à nul
Argent double	33.3%	0.0%	67%
Aude amont	18.8%	6.3%	75%
Aude aval	25.0%	6.3%	69%
Aude médiane	33.3%	0.0%	67%
Berre Rieu	12.5%	12.5%	75%
Cesse	33.3%	11.1%	56%
Fresquel	25.0%	21.4%	54%
L'Aude du Rebenty au Fresquel	15.4%	3.8%	81%
Lauquet	16.7%	16.7%	67%
Ognon	50.0%	0.0%	50%
Orbiel	22.2%	0.0%	78%
Orbieu	22.7%	9.1%	68%
Sou	50.0%	25.0%	25%

Figure 109 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par une altération du régime hydrologique
(Source : SDAGE 2022-2027)

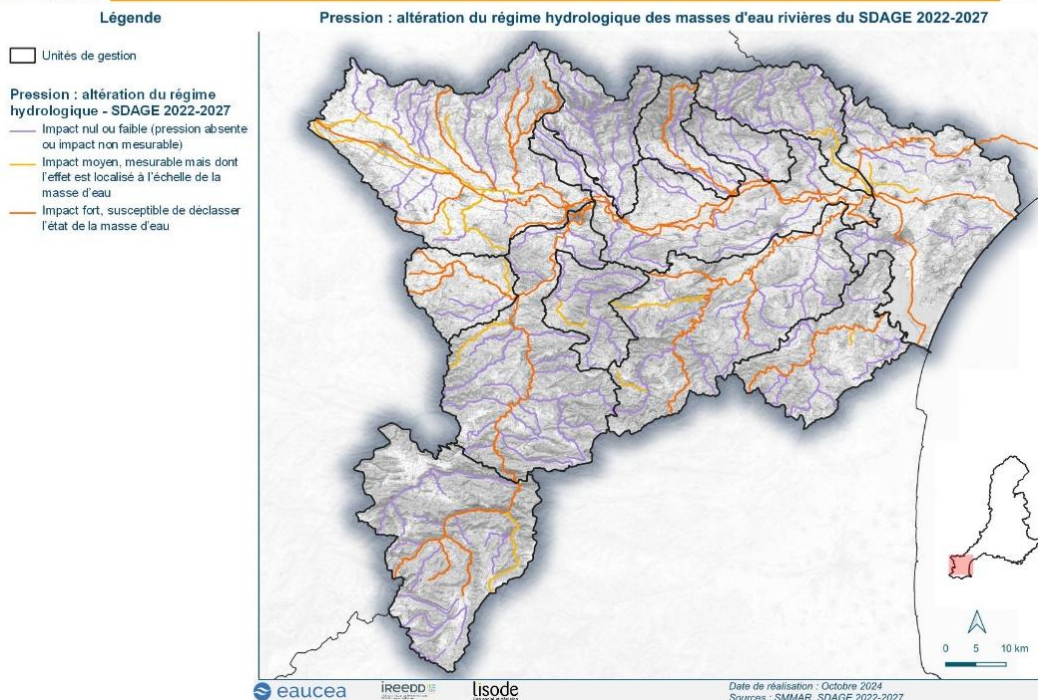


Figure 110 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par une altération du régime hydrologique (Source : SDAGE 2022-2027)

- 22 % des masses d'eau impactées par des prélèvements en eau

Les prélèvements d'eau sont une cause principale de modification du régime des eaux qui concerne tous les territoires, et presque exclusivement les cours d'eau. Ils perturbent le cycle de vie des communautés aquatiques, notamment durant les périodes de basses eaux, où les demandes en eau pour les usages entrent en concurrence avec les besoins des communautés aquatiques.

Les unités de gestion de l'Ognon et du Sou concentrent le plus de masses d'eaux impactées moyennement ou fortement par une altération du régime hydrologique.

Répartition par UG des masses d'eau rivières impactées par des prélèvements en eau			
Unité des gestion	Impact fort	Impact moyen	Impact faible à nul
Argent double	33.3%	0.0%	67%
Aude amont	0.0%	0.0%	100%
Aude aval	25.0%	6.3%	69%
Aude médiane	28.6%	0.0%	71%
Berre Rieu	12.5%	12.5%	75%
Cesse	33.3%	11.1%	56%
Fresquel	21.4%	21.4%	57%
L'Aude du Rebenty au Fresquel	7.7%	3.8%	88%
Lauquet	0.0%	16.7%	83%
Ognon	50.0%	0.0%	50%
Orbiel	22.2%	0.0%	78%
Orbieu	22.7%	9.1%	68%
Sou	50.0%	25.0%	25%

Figure 111 : Répartition par unité de gestion des masses d'eaux rivières impactées par des prélèvements en eau (Source : SDAGE 2022-2027)

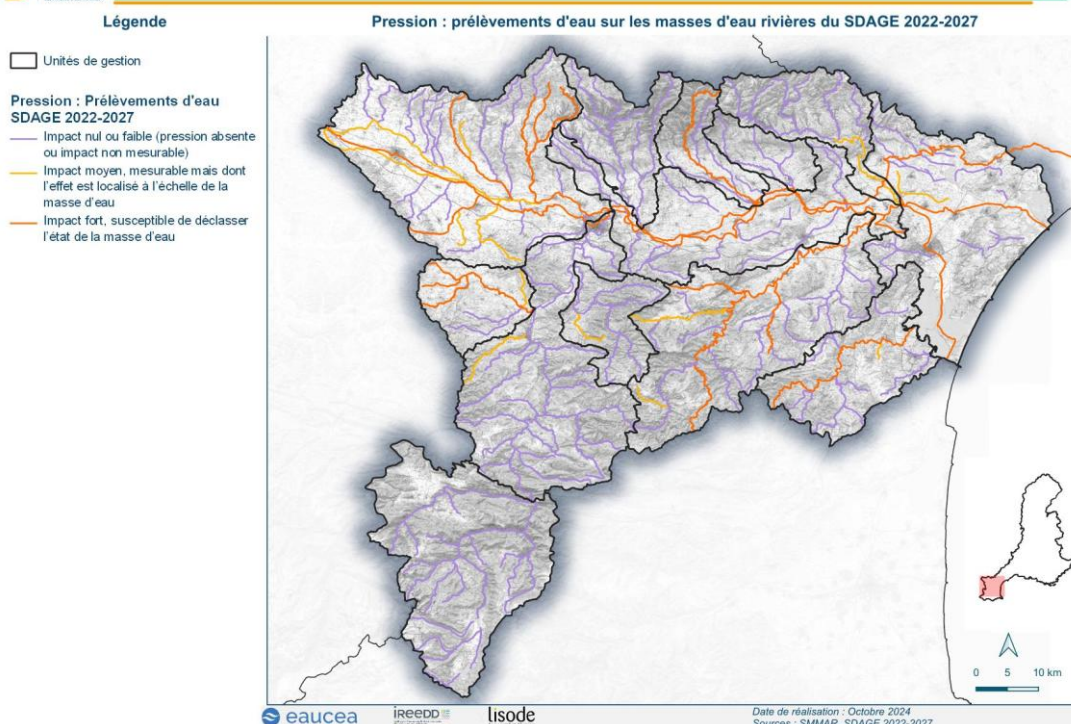


Figure 112 : Localisation des masses d'eau rivières impactées par des prélèvements en eau (Source : SDAGE 2022-2027)

3.5.2 Bilan de l'analyse écologique pour les stations représentatives des unités de gestion

Sur les 88 masses d'eau rivières qui ont un état écologique moins que bon, 37 disposent d'une station de suivi de la qualité. Les neuf stations de qualité pour lesquelles l'état écologique a été déclassé (en-dessous du « bon » état) par le compartiment biologique ont fait l'objet d'une analyse spécifique. Ces neuf stations ont été déclassées par différents groupes taxonomiques : 7 par les diatomées dont 1 conjointement avec les macro-invertébrés et 2 par les poissons. Le détail des analyses est présenté en annexe.

Globalement, les analyses effectuées par le biais du logiciel Omnidia ont permis d'identifier une potentielle source de perturbation pour une partie des 7 stations. Les compositions spécifiques des peuplements de diatomées au droit des stations de qualités ont mis en avant, à des pourcentages d'individus différents, des affinités avec des concentrations en nitrates supérieures au seuil de « bon état » d'après le SEQ-Eau. Une partie des espèces identifiées dans les peuplements possède des préférences écologiques pour des concentrations en nitrates supérieures à 10 mg/l. De telles concentrations en nitrates peuvent être la résultante de pollutions d'origines agricoles par le biais d'engrais ou de rejets de station d'épuration mal épurés. Ces possibilités restent toutefois des éventualités qui sont incertaines et qui ne peuvent être considérées comme avérées.

Les analyses réalisées sur les macro-invertébrés, sur la station qui est également déclassée par les diatomées, renseignent sur de nouvelles sources de pressions potentielles liées à la dégradation de la qualité de l'habitat physique : une mauvaise qualité de la ripisylve, une instabilité hydrologique (éclusées et variation de débits) ainsi qu'une anthropisation du bassin versant. Ces pressions sont mises en avant dans l'ODI par des probabilités assez élevées. Une pollution par les pesticides est également mise en lumière à une probabilité très élevée.

Les analyses effectuées sur le compartiment des poissons ne permettent pas d'identifier des sources de pressions. Elles permettent seulement de comprendre sur quelles métriques sont les écarts entre le peuplement théorique de référence et le peuplement réel observé au droit de la station. Les analyses permettent d'interpréter la note finale de l'IPR sans pour autant expliquer les causes de l'obtention de cette note déclassant la qualité de l'eau.

Dans un contexte de mise en perspective vis-à-vis des débits d'étiage, l'effet du débit sur les potentielles pressions identifiées est soit lié à la qualité des eaux (dilution) soit à la qualité hydraulique de l'habitat. Une étude des variations fortes de débit d'origine humaine (hydroélectricité, gestion des barrages et des dérivations) a été réalisée par le SMMAR confirmant cette contrainte sur le fleuve Aude. Les débits d'étiage modifient aussi les habitats aquatiques en rivière ce qui est étudié au travers des études dites « d'habitat aquatique ».

3.5.3 Bilan pour les stations des cours d'eau faisant l'objet d'une étude DMB

Trois stations étudiées aussi dans le cadre des débits minimum biologiques (Aude aval et 2 stations de la montagne noire) sont déclassées (en-dessous du « bon » état) par le compartiment biologique des diatomées. L'analyse approfondie a permis de mettre en avant des résultats similaires aux trois stations mettant en avant des affinités avec des concentrations en nitrates supérieures au seuil de « bon » état d'après le SEQ-Eau.

Ces concentrations en nitrates peuvent être la résultante de pollutions d'origines agricoles ou de pollutions domestiques (rejets d'épuration). En hautes eaux le lessivage des sols agricoles induit des pointes de concentration associées à des débits élevés, alors qu'en période d'étiage, c'est la pollution domestique qui est dominante. Le débit d'étiage a donc des effets sur les concentrations en nitrates mais rappelons que la période d'étiage n'est pas à l'origine des principaux flux de pollution.

4 Débit minimum biologique (DMB)

4.1 Rappel des concepts

Un débit biologique est un débit qui garantit la bonne fonctionnalité des milieux aquatiques d'un cours d'eau (maintien d'un environnement favorable à la faune et à la flore aquatiques et maintien des principales fonctions du cours d'eau). Exprimé sous la forme d'une plage de valeurs (et non d'une seule valeur figée), il concerne généralement la période d'étiage, période naturellement limitante pour les milieux sur le plan hydrologique. Il se rapproche alors du DMB (débit minimum biologique) qui correspond **au débit minimum garantissant la survie, la circulation et la reproduction de la faune aquatique**. Le débit biologique peut également être périodisé, c'est-à-dire défini à plusieurs périodes de l'année. Il représente alors la plage de valeurs favorable à certains enjeux spécifiques (reproduction de certaines espèces, mise en eau d'une zone humide, ...). Les méthodes de définition des débits biologiques relatifs aux périodes hors basses eaux restent toutefois expérimentales car encore peu utilisées, contrairement aux méthodes appliquées en basses eaux (étiage). Dans le cas de Moussoulens, la reproduction de l'aloise se situe justement dans une période de transition entre les hautes eaux printanières et l'étiage estival.

La méthode proposée est une étude dite de « micro-habitats ». Ce type de méthode permet de relier le fonctionnement hydraulique des rivières avec le comportement biologique d'une espèce cible à un stade donné. Pour cela, de multiples observations ou une modélisation hydraulique des stations de mesure doit être réalisée pour décrire le cours d'eau dans ses différents états entre basses eaux et hautes eaux. Ce modèle hydraulique est ensuite couplé à un modèle biologique (préférence des espèces cibles aux paramètres hydrauliques modélisés : vitesse et hauteurs d'eau).

Source : Laura Plichard. Modélisation multi-échelles de la sélection de l'habitat hydraulique des poissons de rivière. Ecosystèmes. Université de Lyon, 2018.

La méthode développée par Eaucea et mise en œuvre s'appuie sur un modèle hydraulique 2D (modèle HEC-RAS) couplé à des modèles biologiques issus de la plateforme logicielle INRAE OFB EDF dite « HABBY ». Elle permet une analyse fine des paramètres hydrauliques et des valeurs d'habitats. Les relevés de terrain sont réalisés à un seul passage, réduisant la contrainte logistique et donc le coût de l'opération.

- Valeur d'habitat (VH)

La qualité des habitats potentiels est évaluée sur chaque maille modélisée à partir du triptyque Hauteur-Vitesse-Substrat et de la valeur d'habitat associée à chaque paramètre selon les courbes de préférendum décrites précédemment (valeur comprise entre 0 et 1 pour chaque paramètre et chaque stade de développement). La valeur d'habitat globale est le résultat de la multiplication des 3 valeurs d'habitat évaluées par paramètre.

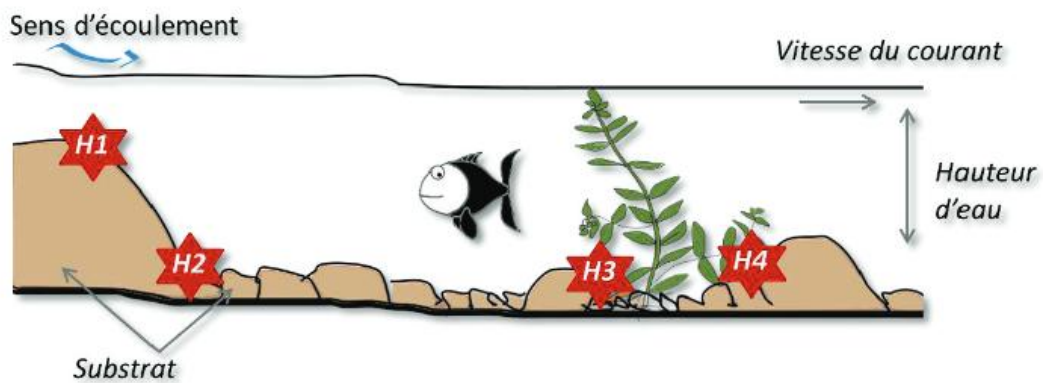


Fig. I.1.2. La sélection d'habitat est le processus à travers lequel le poisson choisit l'habitat le plus favorable où vivre en fonction des habitats H1, H2, H3 et H4 disponibles autour de lui. En écohydraulique, les habitats sont caractérisés par la vitesse du courant, la profondeur d'eau et des caractéristiques du substrat.

Figure 113 : Sélection d'habitat

La modélisation 2D permet d'obtenir des représentations spatialisées de ces valeurs d'habitat (VH) sous forme de carte. La VH peut aussi être moyennée à l'échelle de tout le tronçon.

- Surface Pondérée Utile (SPU)

La surface pondérée utile (SPU) correspond à la surface d'habitat favorable théorique (sur la base de critères de profondeur d'eau, de vitesse du courant et de nature du substrat) à un stade de développement donné par espèce. Elle est calculée en multipliant la valeur d'habitat obtenue à une cellule/maille du modèle hydraulique par sa superficie. La SPU est exprimée en m^2 et est souvent rapportée à 100 mètres linéaires de cours d'eau. Cette normalisation permet notamment de comparer les SPU de différentes stations entre-elles qui d'origine ne sont pas de longueur identique.

4.2 Rappel des expertises précédentes sur le bassin

La définition de débit biologique reste un exercice complexe puisqu'il croise des éléments d'appréciations physiques (hydraulique et hydrologie), biologiques (cortège d'espèces cibles) et qualitatifs (sensibilité de la qualité des eaux au débit). Les éléments collectés sur le terrain et par de nombreuses opérations de suivis et d'analyses constituent autant d'aide à la décision. Ces éléments ne produisent pas une valeur issue d'un calcul mathématique.

Dans le cadre de l'étude des volumes prélevables (2014) et pour favoriser la prise de décision, une large place a été laissée à l'expertise collective avec un collège d'experts qui a été réuni à la demande de l'Etat et de l'Agence de l'Eau à plusieurs reprises afin de :

- Confirmer la méthodologie générale et valider les stations sur lesquelles les mesures de terrain devaient être produites
- Valider la prise de données des études habitats
- Discuter des premiers résultats produits
- Evaluer les différentes analyses et expertises des spécialistes afin de stabiliser une valeur par site, présentée en conclusion de chacune des analyses de site.



Figure 114 : Localisation des stations d'études microhabitat piscicole de l'étude Volume prélevable 2013

Les résultats de ces études sont les suivants.

Stations	Valeurs proposées (m ³ /s)	Module m3/s	% du module
Aude Belvianne	3,000	11,90	25%
Aude Carcassonne	3,500	18,70	19%
Aude médiane	4,000	38,00	11%
Aude aval	4,000a	38,00	11%
Fresquel (Villepinte)	0,100	1,10	9%
Fresquel (Moulin de la Seigne)	0,500	6,85	7%
Rougeanne (Moussoulens)	0,170	2,31	7%
Orbiel (Villalier)	0,130	2,74	5%
Argent-Double (Redorte)	0,100b	1,19	8%
Cesse (Mirepesset/Sallède)	0,300	2,56	12%
Orbieu (Villedaigne)	0,200	4,00	5%
Orbieu (Luc)	0,200	3,86	5%
Berre (Portel)	0,070	0,70	10%
Lauquet (St Hilaire)	0,080	1,48	5%
Sou (St Martin)	0,060	0,80	8%

a) Sous réserve d'évolution ultérieures

b) Issu de l'étude hydrologique globale Territoire du Haut Minervois 2009 Communauté de Communes du Haut Minervois

Notons que compte tenu de la sensibilité du point stratégique de référence de Moussoulens, il avait été convenu de pouvoir améliorer l'expertise de ce secteur.

4.3 Complément sur 3 cours d'eau de la montagne noire et sur l'Aude à Moussoulens pour la définition de DMB

4.3.1 4 stations expertisées en 2025

Le cahier des charges de l'étude prévoit le déploiement de nouveaux points d'expertise notamment dans la montagne Noire et un approfondissement de l'analyse au niveau de Moussoulens.

Le choix des trois stations de la montagne noire a été confirmé lors de la réunion du 12 décembre 2024.

L'expertise complémentaire sur Moussoulens, point stratégique de référence du SDAGE, vise à renforcer et actualiser le diagnostic réalisé en 2013 en considération de son statut majeur pour la gestion hydrologique du bassin.

Notons, que dans la présente étude il est aussi convoqué les résultats d'une étude récente des frayères à Alose réalisé par le MRM et faisant aussi appel à la méthode des microhabitats adaptée à cet enjeu.

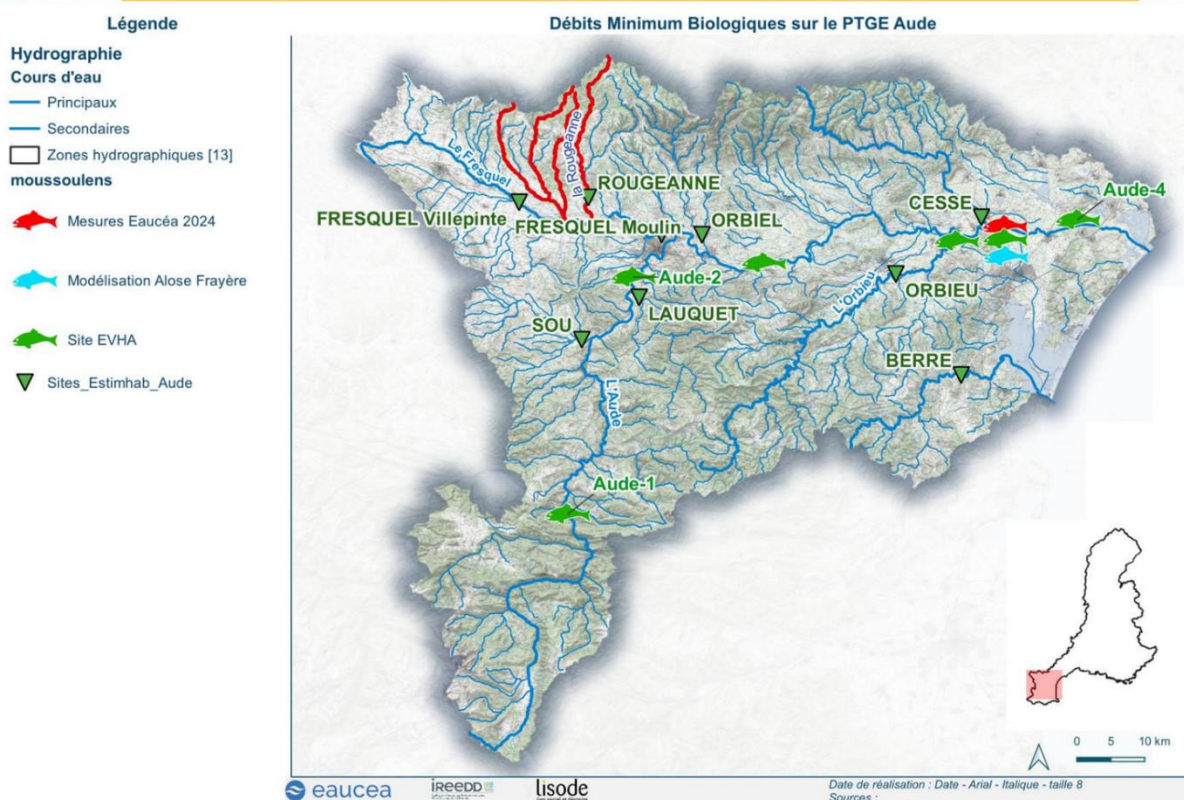


Figure 115 : Stations des Débits Minimum biologiques sur le PTGE Aude

4.3.2 Choix des espèces cibles

- Contexte piscicole

Les contextes piscicoles sont définis à partir de la biotypologie de Verneaux (1973, 1974) qui elle-même se base sur des paramètres déterminants composés de données thermiques, trophiques et morpho-dynamiques. Pour chacun des contextes des espèces repères sont ensuite associées. Elles permettent notamment d'évaluer la fonctionnalité du milieu et des populations piscicoles présentes dans un contexte donné.

Le contexte piscicole du Tenten, du Lampy et de la Vernassonne est établi à partir du Plan Départemental pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles (PDPG) du département de l'Aude. Concernant les trois cours d'eau sur lesquels ont été réalisés les protocoles micro-habitats, ils sont caractérisés par deux contextes piscicoles. La partie amont est définie en contexte salmonicole. La partie aval de ces cours d'eau est en revanche associée à un contexte intermédiaire. La limite entre les deux contextes piscicoles s'opère au niveau de la commune de Villespy pour le Tenten, de Cenne-Monestiés pour le Lampy et du hameau de Colombier bas pour la Vernassonne. Les stations sur lesquelles ont été réalisées les protocoles de micro-habitats sont pour les trois cours d'eau situées au sein du contexte intermédiaire en seconde catégorie piscicole. Le contexte intermédiaire correspond à des cours d'eau dont **les espèces repères sont l'ombre commun ou le duo truite fario/brochet. Globalement, ils abritent majoritairement des espèces de cyprinidés rhéophiles.**

Pour l'axe Aude, l'étude concernant l'enjeu des éclusées¹⁴ (2022) présente les contextes piscicoles établies par la fédération de pêche de l'Aude.

- Nentilla / confluence Sals : Tronçon soumis aux éclusées de la centrale de Nentilla. C'est à partir de ce point que les lâchers pour l'eau vive sont réalisés ainsi que la grande majorité des volumes destinés à couvrir la tranche agricole dite la convention de Matemale.
- Confluence Sals/ Limoux : zone de transition hydrogéomorphologique et biologique de la zone piémont vers la zone de plaine avec une apparition bien marquée des cyprinidés rhéophiles ainsi qu'une productivité plus importante et un changement de la répartition des populations L'ombre commun diminue drastiquement tandis que la truite se maintient.
- Limoux/ confluence Fresquel : Disparition progressive des salmonidés pour laisser place aux cyprinidés d'eau vive. Configuration morphologique de plaine avec chenaux secondaires actifs ou non, bras morts.... ce tronçon ayant été fortement remanié avec les crues d'Octobre 2018 puis de Janvier 2020.
- Confluence Fresquel/ barrage de Puichéric : Les crues de 2018 ont profondément modifié le compartiment physique de ce tronçon comme celui plus à l'aval. Par ailleurs, il s'agit d'un secteur soumis à de fortes influences anthropiques ayant un rôle dans les débits observés dans l'Aude. On retrouve en effet des lâchers réalisés par BRL depuis l'axe Fresquel correspondant aux volumes prélevés par VNF et le monde agricole. Par ailleurs, il s'agit également du tronçon court circuité de Marseillette permettant d'alimenter le canal nord et sud ainsi que l'ensemble du réseau gravitaire de l'étang asséché.
- Barrage de Puichéric / Domaine public Maritime => Ce dernier tronçon est également soumis à de fortes variations. Aussi, ce tronçon nous intéresse particulièrement au travers de sa particularité en termes de peuplement piscicole et les migrateurs amphihalins qui fréquentent ces eaux durant une bonne partie de l'année et du fait qu'il abrite les seules frayères actives à Aloses. Seul ce secteur fait l'objet d'une nouvelle étude des DB à la station de Moussoulens.

¹⁴ Etude d'évaluation et de réduction de l'impact des éclusées sur les milieux et les usages.

Légende
Hydrographie
Cours d'eau

- Principaux
- Secondaires

Périmètres

- Zones hydrographiques [13]

Contexte piscicole

- Cyprinicole
- Intermediaire
- Salmonicole

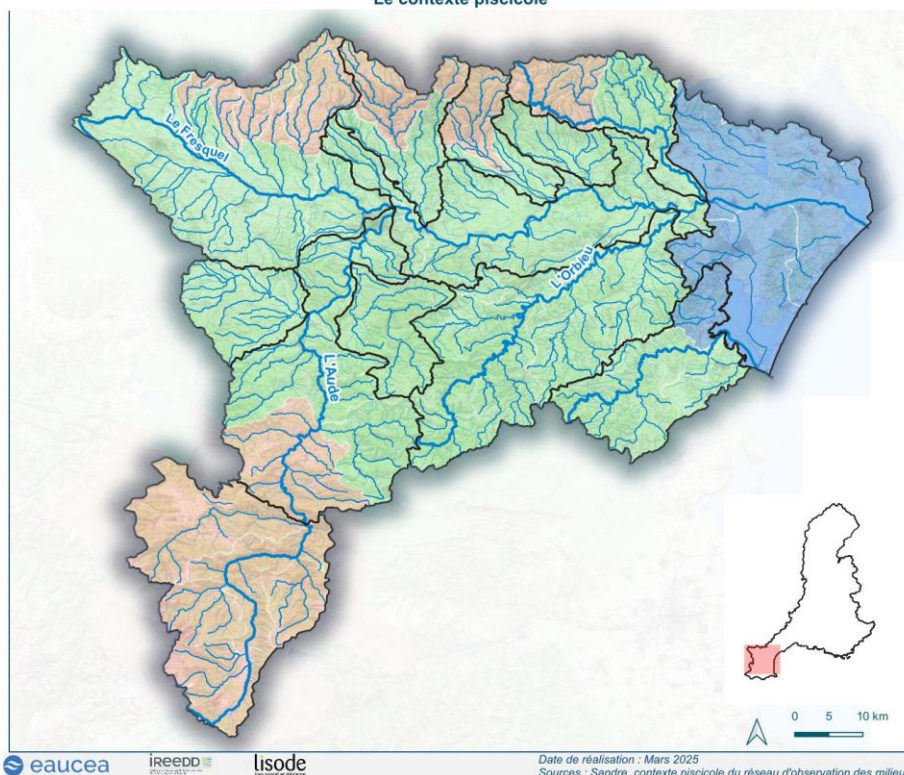
Le contexte piscicole


Figure 116 : Contexte piscicole sur le périmètre du PTGE Aude

- Catégorie piscicole

Le classement piscicole est un classement juridique appliqué aux cours d'eau, canaux et plans d'eau qui est défini en fonction des espèces de poissons dominantes qu'ils abritent (article L.436.5 du code de l'environnement). Il existe deux catégories dans le classement et celles-ci régissent le loisir pêche en dictant notamment les périodes d'ouverture et de fermeture.

La première catégorie correspond aux cours d'eau, canaux et plans d'eau qui sont principalement peuplés de poissons appartenant à la famille des salmonidés (Truite fario, Saumon Atlantique...). La seconde catégorie abrite majoritairement des poissons de la famille des cyprinidés (carpe, tanche, gardon) et des carnassiers (brochet, perche commune et sandre).

Les trois cours d'eau de la zone d'étude sont caractérisés par les deux catégories piscicoles. Leur partie amont est associée à la première catégorie tandis que leur partie aval est affiliée à la seconde catégorie piscicole

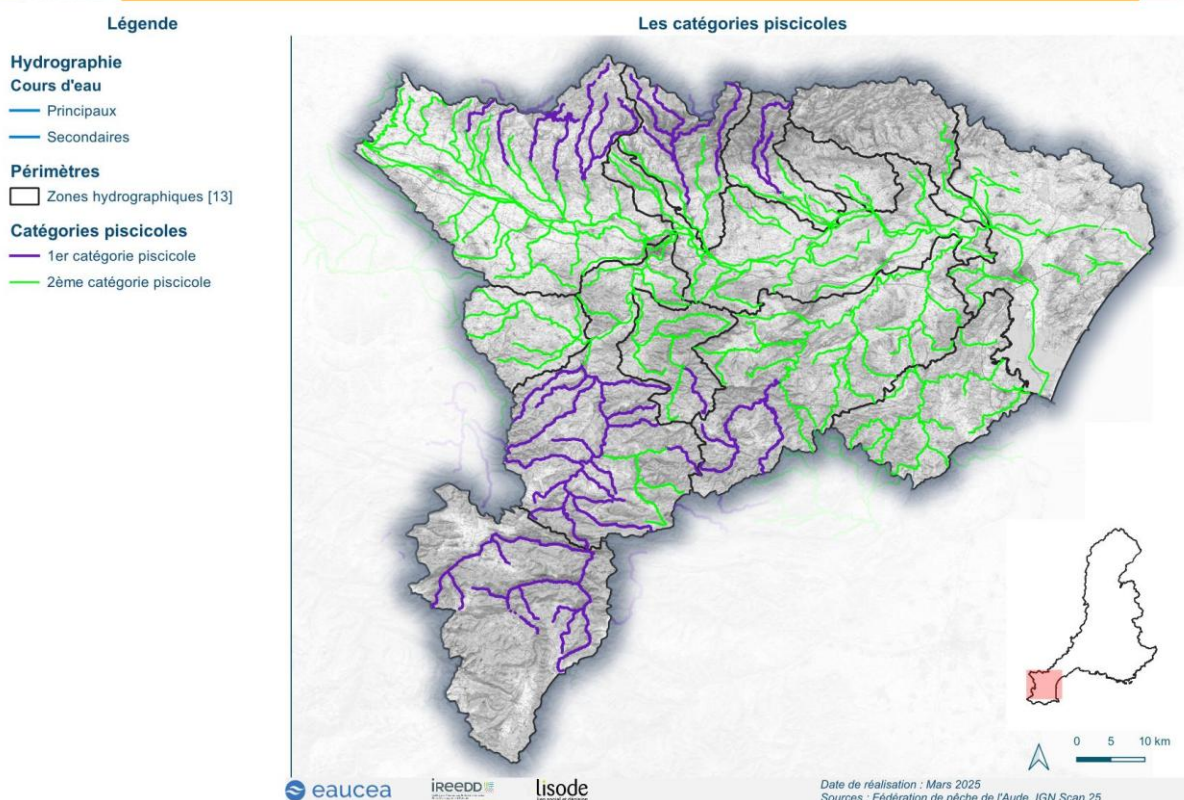


Figure 117 : Les catégories piscicoles sur le territoire du PTGE Aude

- Données piscicoles

Montagne noire

Afin de caractériser le peuplement piscicole présent au droit des trois stations de micro-habitats, des données issues d'inventaires menés dans le cadre de la réalisation d'IPR, sur des stations de qualité, sont analysées. Ces données sont disponibles via le site Naïades. Au droit de la zone d'étude, une seule station pour laquelle un IPR est réalisé est présente, il s'agit de la station « 06177959 – Lampy à Alzonne ». L'analyse des peuplements piscicoles se fait donc à partir des données de cette station.

06177959 - LAMPY A ALZONNE										
Espèce	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021	2023	Total général
Ablette	105	13	178	10	1	36	14	4	57	418
Barbeau commun	7	44	117	254	101	56	44	11	42	676
Chevesne	24	238	30	326	179	159	180	62	210	1 408
Ecrevisse américaine	10	3	4	3	1	12	1	1	-	35
Gardon	131	26	92	17	11	16	1	-	27	321
Goujon	455	287	569	434	471	348	409	229	465	3 667
Loche franche	7	2	15	20	13	15	1	54	11	138
Perche soleil	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Truite fario	-	1	-	1	2	2	2	-	2	10
Vairon	35	65	78	92	156	117	147	167	39	896
Vandoise rostrée	-	20	11	-	-	-	2	-	-	33
Vandoise	12	-	-	5	-	-	-	-	-	17
Lamproie de planer	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Perche commune	2	1	3	1	-	1	-	-	-	8
Anguille d'Europe	-	-	4	-	1	-	-	-	-	5
Toxostome	47	35	215	36	73	79	30	4	57	576
Spirin	-	-	-	1	8	3	12	40	121	185
Ecrevisse de Louisiane	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Pseudorasbora	-	-	25	5	2	16	2	-	7	57

Figure 118 : Evolution du peuplement piscicole inventorié au droit de la station « 06177959 – Lampy à Alzonne ».

Les inventaires réalisés dans le cadre des IPR mettent en évidence la dominance de 6 espèces en termes d'effectifs, il s'agit du goujon, du chevesne, du vairon, du barbeau commun, du toxostome et de l'ablette. Ces espèces correspondent à des cyprinidés rhéophiles tout comme la grande majorité des espèces recensées avec notamment la vandoise, la loche franche ou le spirin. Quelques espèces de cyprinidés limnophiles sont également présentes comme le gardon, la perche commune ou la perche soleil mais leurs effectifs sont bien plus faibles. La vandoise n'a plus été contactée depuis 2013. La truite fario est la seule représentante des salmonidés mais n'est présente qu'en faible nombre. L'anguille d'Europe est recensée, il s'agit de la seule espèce migratrice amphihaline du peuplement. Des espèces exotiques sont également inventoriées et représentées par le pseudorasbora, l'écrevisse de Louisiane, le spirin, la perche soleil et l'écrevisse américaine.

Globalement, le peuplement piscicole mis en évidence correspond à un peuplement de seconde catégorie piscicole associé à un contexte intermédiaire. Effectivement, on retrouve la présence majoritaire de cyprinidés rhéophiles dans le peuplement. La truite fario est inventoriée mais celle-ci ne semble pas être présente naturellement, il semblerait qu'elle soit issue d'empoisonnements réalisés plus haut sur le bassin versant au sein de parcours de pêche surdensitaires. Malgré la présence d'un peuplement typique de celui attendu, des espèces exotiques sont recensées. Malheureusement, ces espèces sont aujourd'hui présentes dans la majorité des cours d'eau français ayant cette typologie.

Aude aval

Sur l'Aude aval, au droit de la zone d'étude, une seule station pour laquelle un IPR est réalisé est présente, il s'agit de la station « 06180000 – Aude à Moussan ». L'analyse des peuplements piscicoles se fait donc à partir des données de cette station. Notons la présence d'espèces piscicoles vivant alternativement en eau douce ou eau marine : alose, anguille, mulot, au côté d'espèces strictement fluviales.

06180000 - AUDE A MOUSSAN 1								
Espèce	2008	2010	2014	2016	2018	2020	2022	Total général
Ablette	58	105	201	24	74	158	199	819
Barbeau commun	12	78	95	8	74	49	55	371
Chevesne	110	42	87	19	22	30	97	407
Ecrevisse américaine	1	-	-	-	-	-	-	1
Gardon	7	5	2	1	3	2	-	20
Goujon	13	16	63	4	10	7	47	160
Loche franche	-	-	3	-	-	1	-	4
Brème bordelière	9	4	9	8	1	38	41	110
Perche commune	-	-	1	-	-	-	-	1
Anguille d'Europe	66	82	92	58	88	45	66	497
Brème commune	-	-	-	1	-	-	-	1
Carassin commun	-	1	-	-	-	-	-	1
Silure glane	-	-	-	1	3	4	-	8
Sandre	-	4	-	3	-	-	3	10
Toxostome	-	-	1	-	-	-	-	1
Spiralin	-	5	189	36	36	112	199	577
Ecrevisse de Louisiane	-	-	1	7	-	1	1	10
Carpe commune	1	4	2	2	10	2	6	27
Bouvière	-	-	29	-	10	25	3	67
Pseudorasbora	1	5	40	28	39	7	3	123
Mulet porc	17	31	138	4	79	103	31	403
Carassin argenté	-	-	-	-	-	4	-	4
Mulet cabot	-	-	2	-	-	-	-	2
Blennie fluviatile	-	-	1	1	1	-	-	3
Gambusie de l'Est	-	-	-	1	-	-	-	1

Figure 119 : Evolution du peuplement piscicole inventorié au droit de la station « 06180000 – Aude à Moussan 1 ».

- Choix des espèces cibles

L'objectif est de proposer une liste d'espèces et de stades ontologiques qui seront retenues pour l'interprétation des résultats des modélisations des habitats piscicoles en fonction des débits. Il est fait l'hypothèse que le peuplement piscicole au droit des stations de micro-habitats est le même que celui mis en évidence par les données issues de la station de qualité « 06177959 – Lampy à Alzonne ». Effectivement, la faible distance entre la station de qualité et les stations micro-habitats ainsi que les similarités en termes de contexte piscicole rendent pertinente l'hypothèse d'un peuplement identique.

⇒ **Espèces repères des stations micro-habitats montagne noire**

D'un point de vue des espèces repères qui seront sélectionnées par la suite pour l'analyse des micro-habitats par station, la sélection se porte en fonction de la pertinence des espèces et des enjeux écologiques qui y sont associés. Les espèces repères identifiées sont la **loche franche** et le **toxostome**.

Il s'agit des deux espèces prioritaires du peuplement. Deux autres espèces apparaissent également importantes, il s'agit de **la vandoise** et de la lamproie de planer. Cependant, celles-ci ne sont pas considérées comme espèces repères prioritaires car les effectifs recensés au cours des années sont trop faibles.



Vandoise et Toxostome et loche franche

(Source INPN)

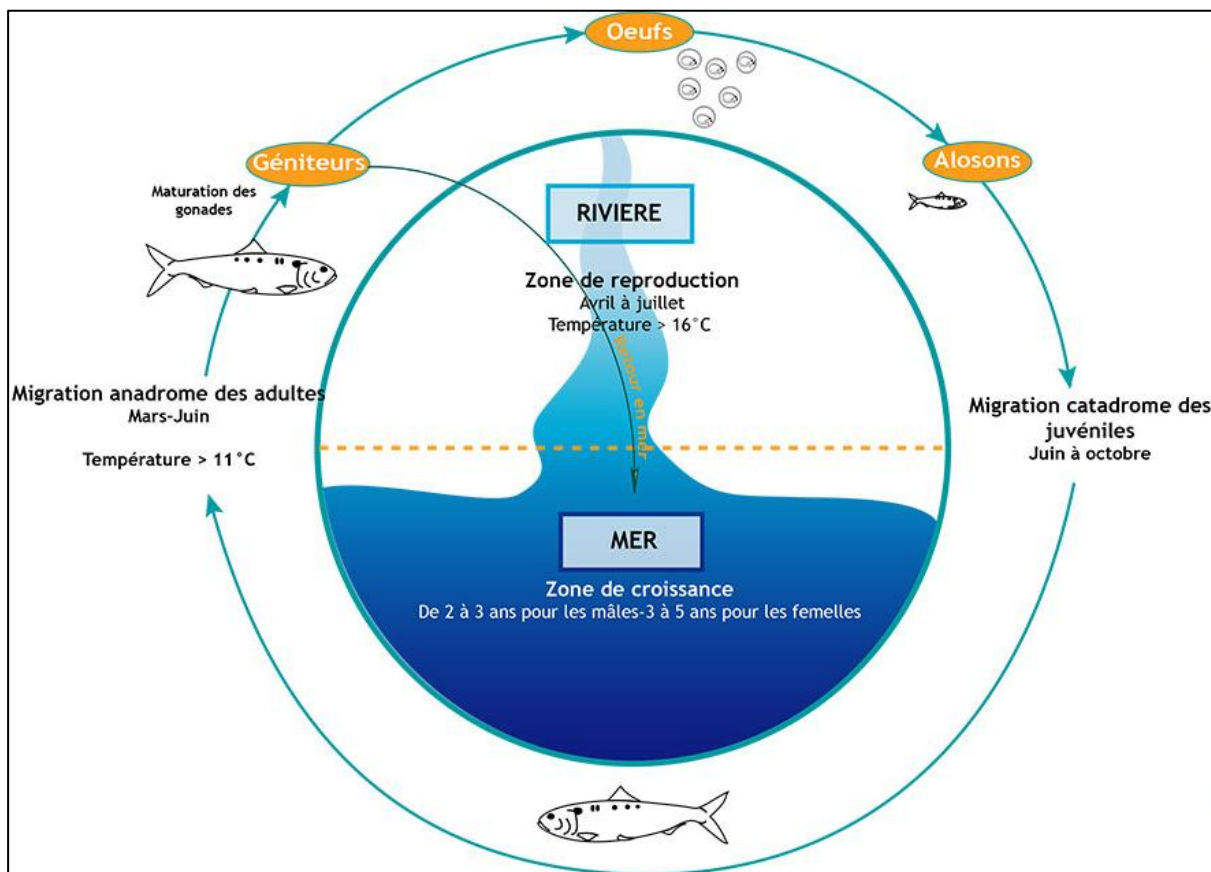
La truite fario est écartée des espèces sélectionnées car elle n'est présente que de façon anthropique et les trois cours d'eau, au niveau des stations micro-habitats, ne répondent pas aux exigences de l'espèce (température et oxygène dissous). L'anguille d'Europe, malgré ses faibles effectifs est une espèce avec un enjeu écologique fort. Cependant, la plasticité écologique de l'espèce lui permet de s'adapter à l'habitat dans lequel elle se trouve. Il s'agit de la raison pour laquelle aucune courbe de préférence n'existe pour l'anguille.

⇒ **Espèces repères des stations micro-habitats Aude aval**

Les espèces retenues sont le chevenne, le barbeau, le gardon et l'anguille bien que cette dernière espèce soit peu discriminante en termes d'habitat aquatique. A cela est rajoutée une expertise complémentaire du potentiel vis à vis de la fraie de l'Alose feinte qui vient prolonger une étude équivalente située immédiatement en amont et jusqu'au seuil de Moussoulens (cf chapitre infra)

- La reproduction de l'Alose feinte enjeu écologique majeur de l'Aude aval (source Association Migrateurs Rhône-Méditerranée)

L'Alose feinte de Méditerranée, espèce endémique, est un poisson au corps fusiforme, aplati latéralement. Espèce migratrice sensible et particulièrement soumise aux problématiques de franchissement d'obstacles à la continuité écologique, l'Alose feinte de Méditerranée est aujourd'hui classée comme quasi-menacée sur les listes de l'U.I.C.N. (Union internationale pour la conservation de la nature). Depuis la fin des années 90, l'enjeu considérable que représente le bassin de l'Aude pour l'aloise feinte de Méditerranée a été mis en évidence à travers la réalisation de plusieurs suivis. En effet, le suivi de la pêche (depuis 1998) ainsi que celui de la reproduction (depuis 2012) ont confirmé une forte présence de l'espèce ainsi qu'une importante activité de reproduction, essentiellement concentrée sur un unique site : la frayère de Moussoulens. A l'échelle du bassin RMC, l'Aude représente ainsi un fort enjeu pour l'espèce.



Le site de Moussoulens présente une valeur patrimoniale très forte pour l'espèce qui dépend en partie du débit. Généralement, sur l'ensemble du bassin Méditerranéen, l'activité de reproduction s'étale entre mi-avril et mi-juin.

Dans des conditions thermiques optimales (17-18°C), le temps d'incubation est très court (3 à 5 jours). Les larves restent sur le fond à proximité de la frayère. Au bout de 15 à 20 jours, les alosons vont prospecter plus largement la frayère à la recherche de nourriture. Ils ont un régime alimentaire varié et profitent de la moindre ressource offerte par le milieu.

En été et début d'automne, les alosons (3 à 9 cm) rejoignent l'estuaire en quelques semaines (2 à 4 mois après éclosion) pour commencer leur croissance en milieu salin.

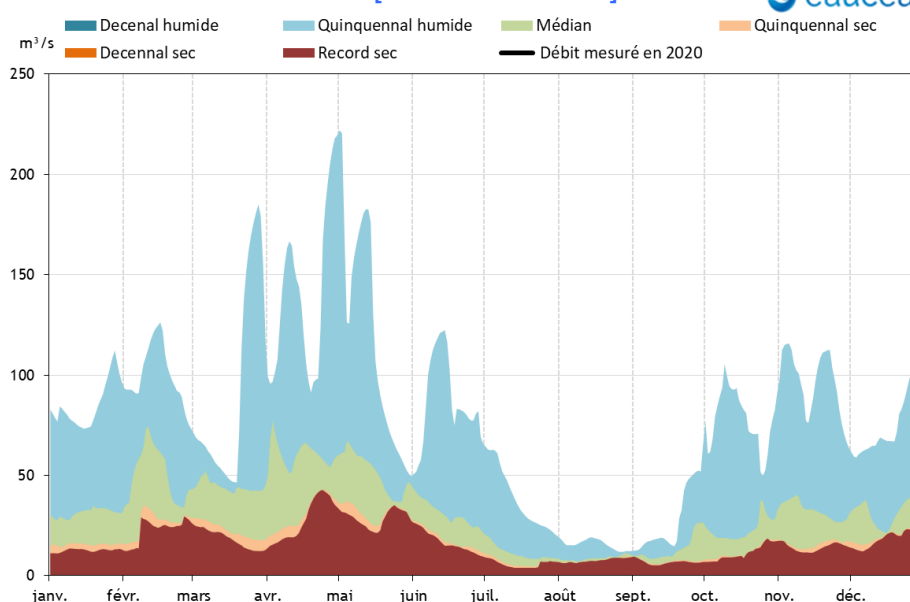
4.4 Débit biologique à Moussoulens

L'objectif de cette demande du cahier des charges est d'apporter des éléments complémentaires à ceux produits en 2013 pour proposer à termes des modulations de débits réservés ou de gestion de la sécheresse.

4.4.1 Calendrier des enjeux écologiques

Statistiques de débits moyennés sur 10 jours 1990-2020

L'Aude à Moussan [Moussoulens - viaduc] - 2020



Espèce	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	
Alose feinte	Reproduction/Eclosion												
	Montaison des adultes						Dévalaison des juvéniles						
Anguille	An 0	Montaison civelles			Montaison anguillettes						Dévalaison		
	An 1	Dévalaison			Vie en mer des Sargasses								
Chevaine				Reproduction + Eclosion (plusieurs pontes par an)									
Gardon						Reproduction		Eclosion/ Maturation					
Goujon					Reproduction		Eclosion/ Maturation						

Figure 120 : Statistiques de débits moyens sur 10 jours -1990-2020 – l'Aude à Moussan (Moussoulens viaduc)

4.4.2 Rappel des grandeurs hydrologiques caractéristiques en étiage

En étiage mensuel, les débits sont de l'ordre de 2 m³/s, largement piloté par le débit réservé de la prise d'eau de la Robine.

Station hydrométrique : L'Aude à Moussan [Moussoulens - écluse]

m³/s	Indicateurs hydrologiques mesurés															
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Moyenne (2010-2024)
QMNA	1.0	4.3	2.4	2.6	6.8	2.2	1.8	2.5	4.1	2.6	5.4	2.4	2.3	2.8	3.0	3.1
Mois du QMNA	9	8	9	9	10	7	8	7	9	7	8	7	7	9	9	
VCN30	0.7	2.1	2.1	2.4	6.4	1.7	1.7	2.3	3.9	1.9	4.9	2.4	2.1	2.5	2.8	2.7
VCN10	0.3	1.4	1.5	1.8	5.5	1.1	1.1	1.8	3.0	1.3	4.4	2.0	1.6	1.9	2.4	2.1
VCN3	0.3	0.4	0.8	1.1	3.6	0.7	0.8	1.0	2.1	1.1	4.1	1.7	1.6	1.6	2.0	1.5
Module annuel	26.3	29.6	19.6	51.5	41.5	30.7	16.0	22.6	54.6	26.2	45.8	27.0	25.2	10.1	12.4	29.3
Module étiage (juin-oct)	15.2	7.2	8.3	22.5	10.2	6.4	7.1	3.6	37.1	8.4	14.9	4.9	4.0	6.9	5.0	10.8

D'après les modélisations TALANO, les débits caractéristiques d'étiage seraient plus élevés

Période de retour débit naturel	2	5	10
	Ajustement : loi de Galton		
	Médian	Quinquennal	Décennal
VCN30	7.21	5.80	5.17
VCN10	6.54	5.34	4.81
QMNA (m³/s)	7.81	6.24	5.54
Module	40.14	30.12	25.92

4.4.3 Localisation et position des transects de mesure

La station de Moussoulens est située sur l'Aude en aval du seuil de prise d'eau de la Robine en amont de Coursan. Elle s'étend sur environ 1 200 m de long et occupe toute l'emprise des berges directement concernées par le champ captant de la prise d'eau potable de Moussoulens. Ainsi la modélisation hydraulique pourra aussi servir à l'expertise des relations nappe rivière dans ce secteur particulièrement sensible. La carte ci-dessous présente aussi l'emprise de l'étude de modélisation de la frayère à Alose (2023¹⁵).

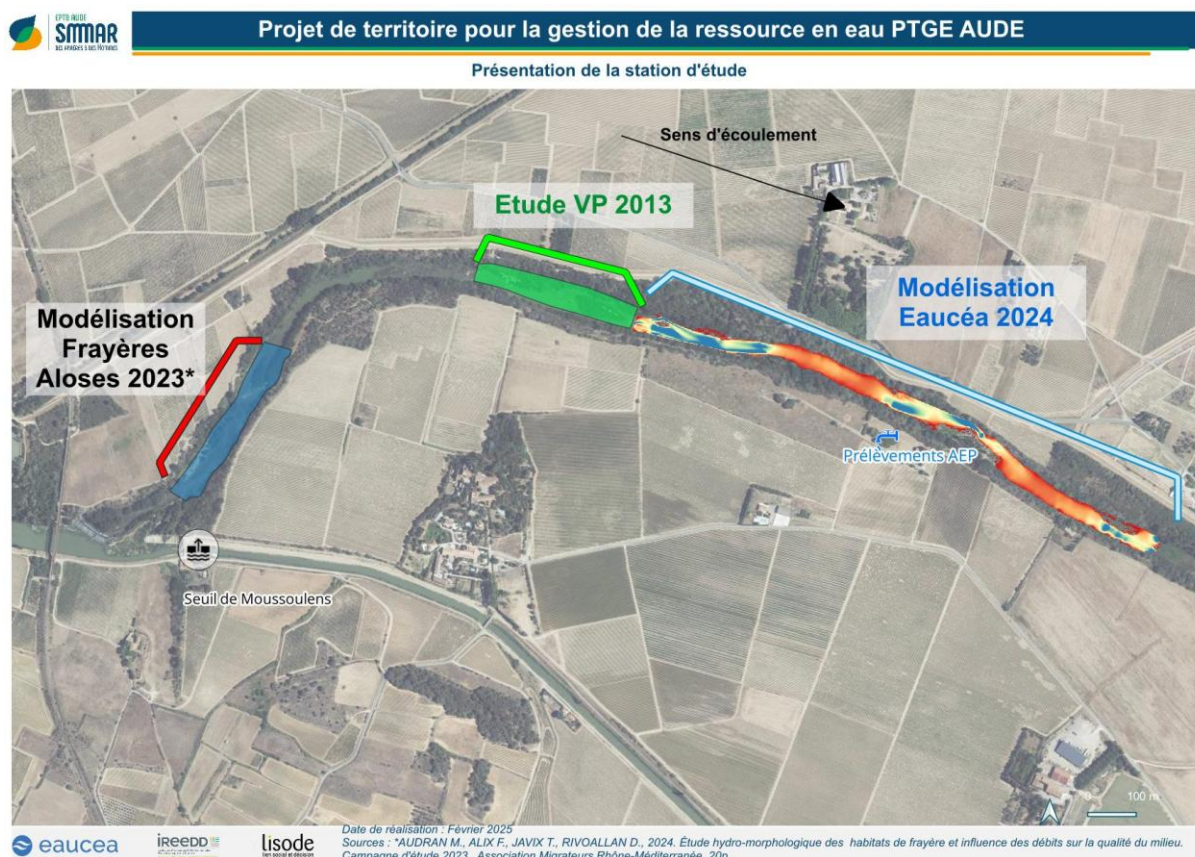


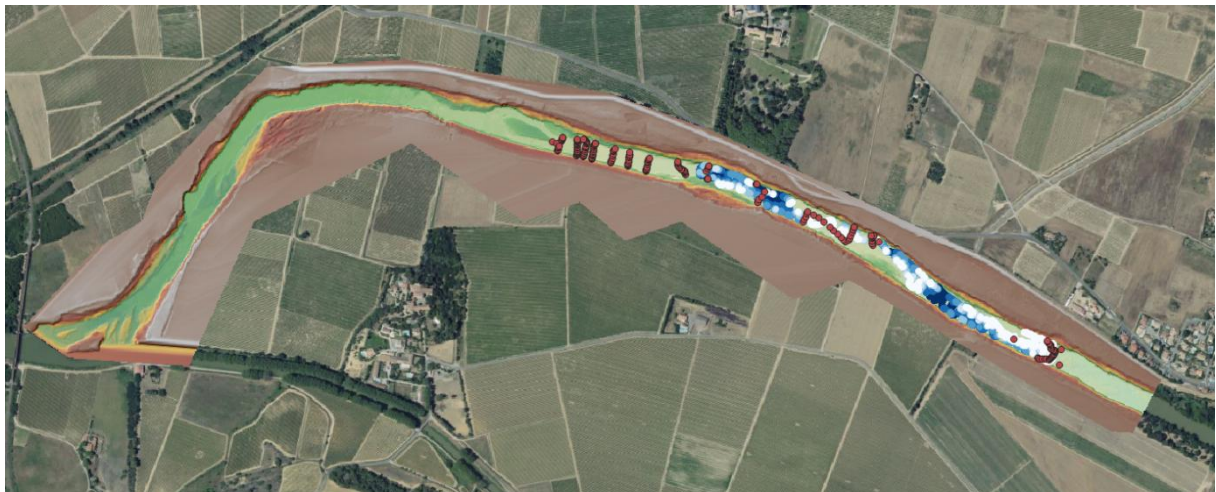
Figure 121 : Présentation de la station de Moussoulens

¹⁵ Étude hydro-morphologique des habitats de frayère et influence des débits sur la qualité du milieu _ MRM

4.4.4 Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées fin septembre 2024 avec trois missions séparées qui ont permis la prise des mesures suivantes :

- Profils altimétriques et lignes d'eau associées à des transects sur les zones de radier acquis avec un tachéomètre et relevé de la granulométrie ;
- Carte bathymétrique des zones de profond avec un drone aquatique
- Débit transitant dans la station, mesuré avec courantomètre électromagnétique.
- Levé des berges par Lidar aérien (prestation Instadrone pour Eaucéa)



Le débit le jour des mesures a été mesuré au transect n°1, aboutissant à une valeur moyenne de 2.5 m³/s pour la station.

Le paramètre de calage est le coefficient de Manning-Strickler, rendant compte des frottements de fond. Son ajustement par zones spatiales dans le modèle permet de caler le modèle avec les mesures de niveau d'eau. On présente en suivant les résultats de calage sur le profil en long de la station.

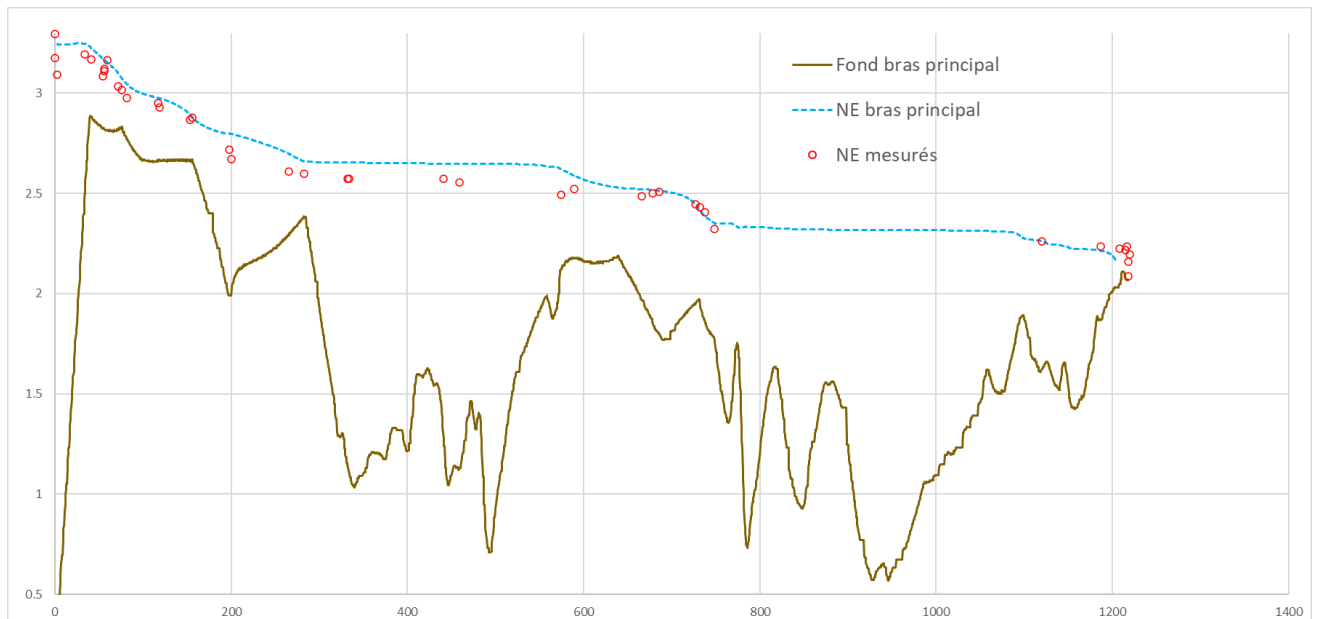
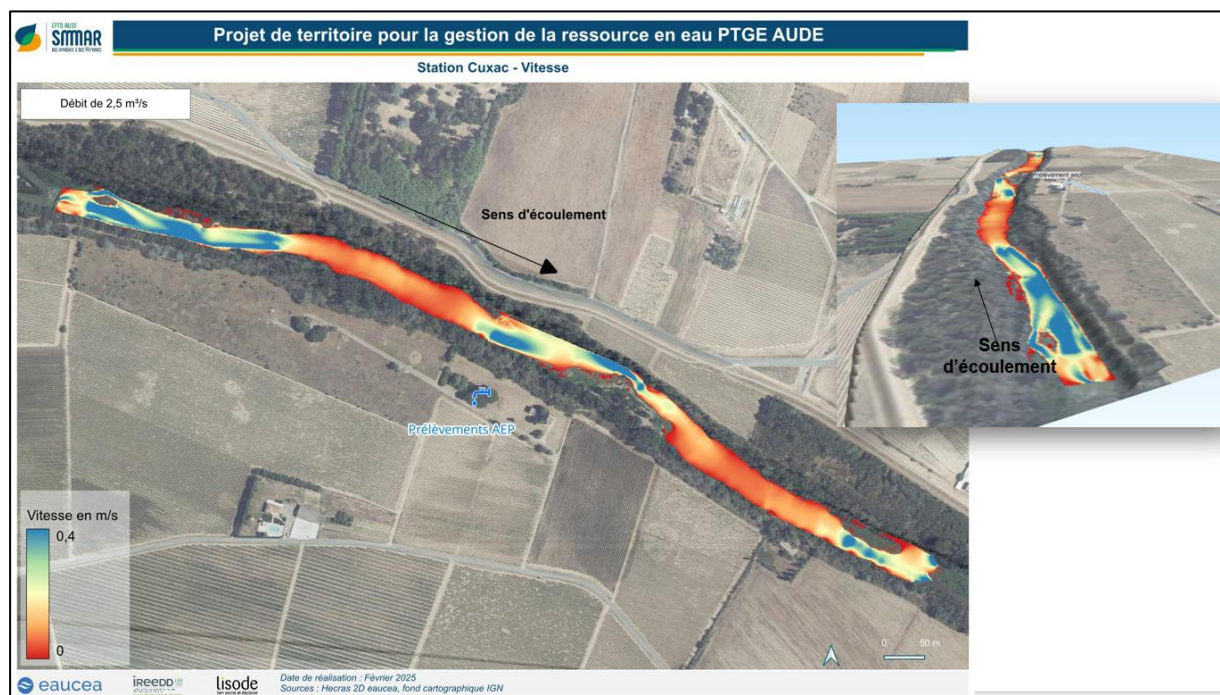
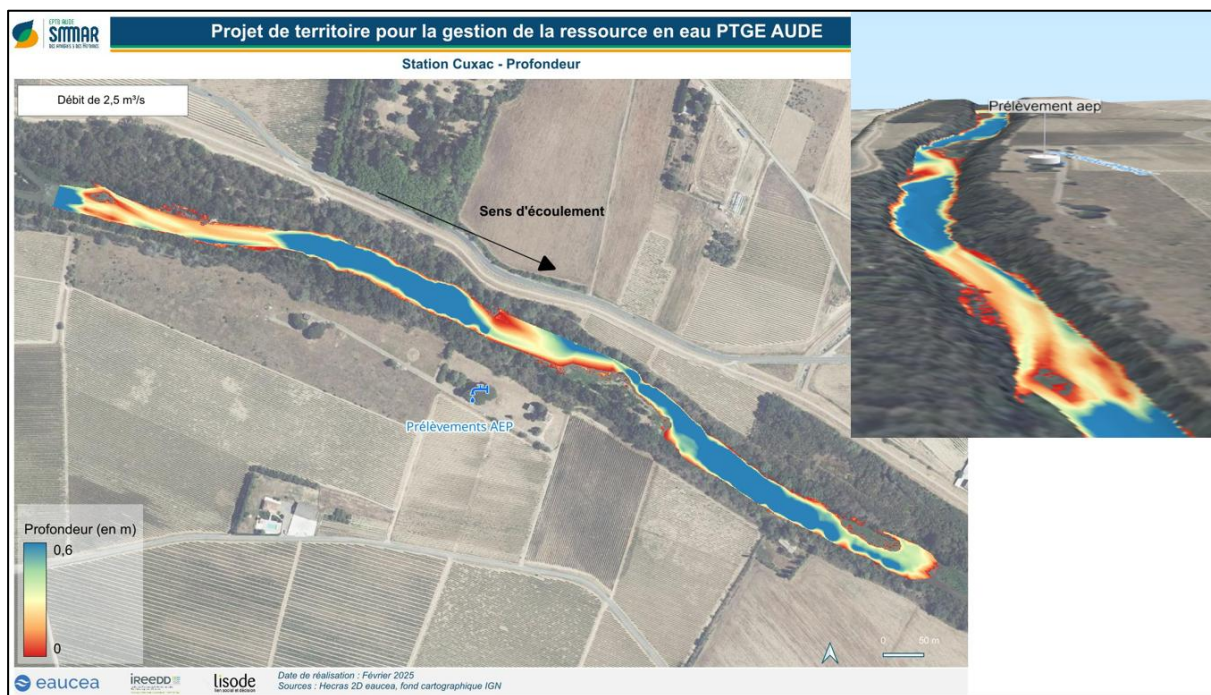


Figure 122 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré

Le calage de la ligne d'eau apparaît satisfaisant, permettant de reproduire les niveaux observés en chaque transect et la pente de ligne d'eau générale. La représentation des faciès et veines d'écoulement mais aussi de la mise en eau des bras secondaires apparaît également cohérente, de même que l'emprise globale observée le jour des mesures sur site et avec les prises de vue Lidar. Les représentations ci-dessous décrivent respectivement les vitesses et les profondeurs pour un débit de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.





4.4.5 Variables physiques débit-dépendantes (toutes périodes hydrologiques)

4.4.5.1 Surface mouillée

La surface mouillée de la station d'étude couvre selon les débits entre 3 et 5 hectares, soit entre 2500 m² et 4 000 m² pour 100 m linéaire de fleuve. Elle augmente rapidement avec le débit entre 0 et environ 4 à 5 m³/s ce qui correspond à l'ennoiement du fond du lit et des bras de rivière jusqu'à proximité des berges puis augmente plus lentement avec le remplissage du lit. C'est donc le domaine hydrologique où la station est la plus vulnérable aux fluctuations rapides du débit instantané (écluesées).

Son évolution est ensuite très modérée mais régulière du fait du remplissage du lit et de la forme des berges. Au-delà de 40 m³/s (environ le module interannuel) le cours d'eau est plein sur cette section. Le calcul est arrêté. A 20 m³/s il est presque entièrement rempli (95% du maximum simulé) permettant la connexion aux berges. 80% de la surface maximale (40 m³/s) est atteint pour environ 3,5 m³/s qui peut être considéré comme situation admissible.

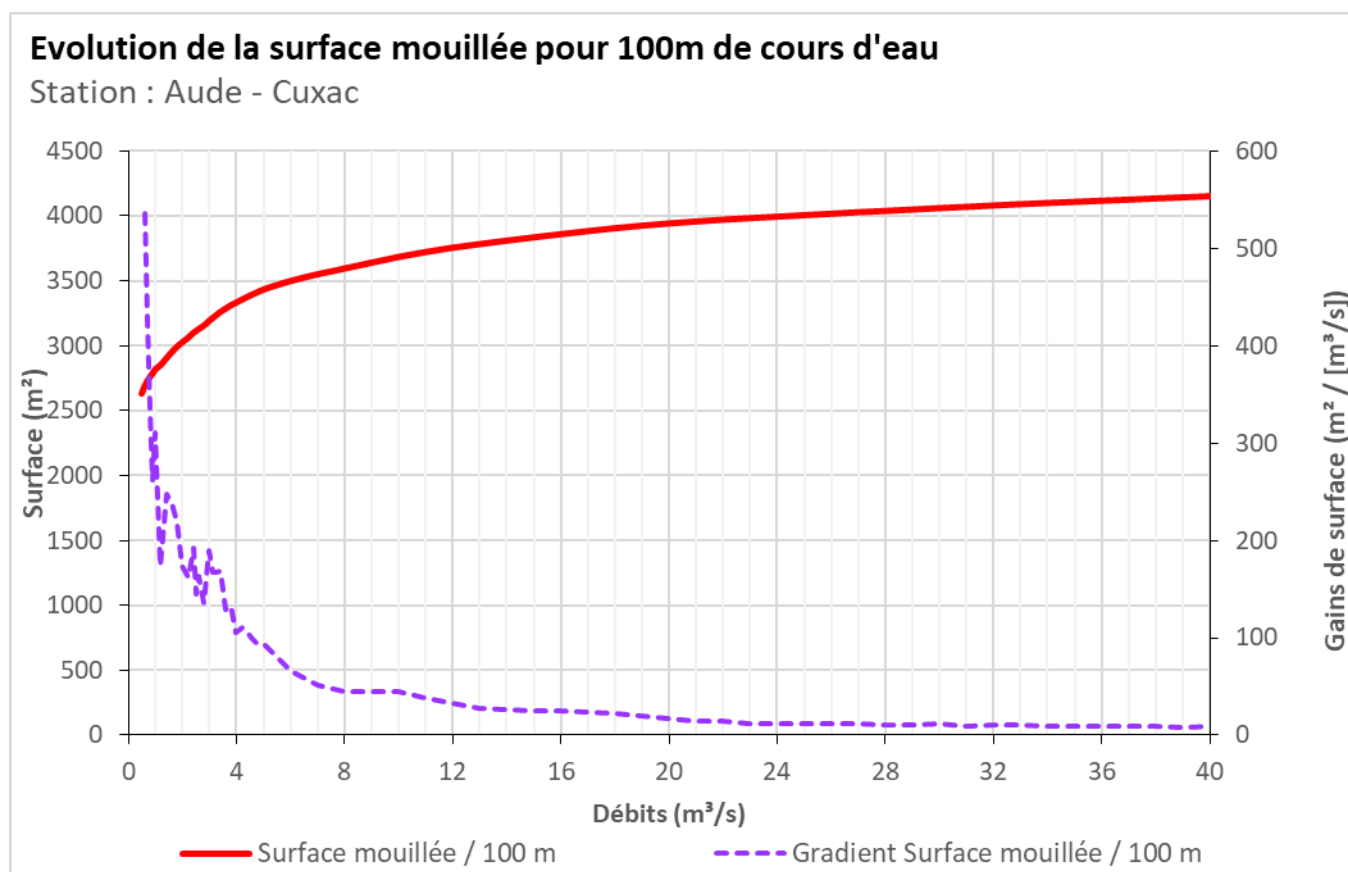


Figure 123 : Evolution de la surface mouillée à Moussoulens

4.4.5.2 Vitesse de l'eau et diversité des habitats benthiques

La diversité de l'habitat est souvent une condition de la diversité des espèces animales ou végétales et notamment les invertébrés benthiques qui vivent au contact du sédiment du lit des cours d'eau. Pour les cours d'eau de plaine les zones rapides bien que plus rares en étiage, sont donc importantes pour la biologie car elles offrent des conditions de vie originales pour les poissons, la flore et les invertébrés qui « aiment » les zones courantes : ce sont les espèces dites rhéophiles. Ces zones sont très importantes dans les prospections des hydrobiologistes qui établissent les indicateurs DCE.

Les radiers naturels, faciès les moins profonds, sont donc des zones de nourriture et d'habitat mais ce sont aussi des zones du cours d'eau où l'oxygénation est meilleure par brassage des eaux du fait de l'augmentation des vitesses, contrairement aux zones profondes et lentes. Les radiers jouent donc un rôle important pour le bon fonctionnement des milieux. Ce sont aussi les zones de frayère pour l'alose. En étiage, la baisse des débits peut réduire drastiquement ces zones de courant et banaliser les faciès dominants. Dans des milieux perturbés notamment sur le plan de la granulométrie du lit et de la qualité des eaux, la pérennité de zones courantes est un enjeu important de l'état écologique du cours d'eau.

Les évolutions récentes du modèle HABBY offre aujourd'hui (2023) une bibliothèque de modèles biologiques pour un grand nombre d'espèces d'invertébrés benthiques (environ 200 taxons). Nous distinguons ainsi des espèces ne tolérant pas les fortes vitesses, leur optimum se situant en dessous d'une valeur comprise entre 0 cm/s et une trentaine de cm/s. C'est donc une population des milieux lents. Ces données confortent les seuils fixés dans les protocoles de prélèvement d'invertébrés

aquatiques (I2M2) qui définissent les vitesses en dessous de 25 cm/s comme lente et supérieure à 25 cm/s comme appartenant à des classes de vitesses moyennes (voire rapides au-delà de 75 cm/s).

Nous retiendrons donc le seuil de 25 cm/s comme démarquant les milieux plutôt lenticques des milieux plutôt rhéophiles.

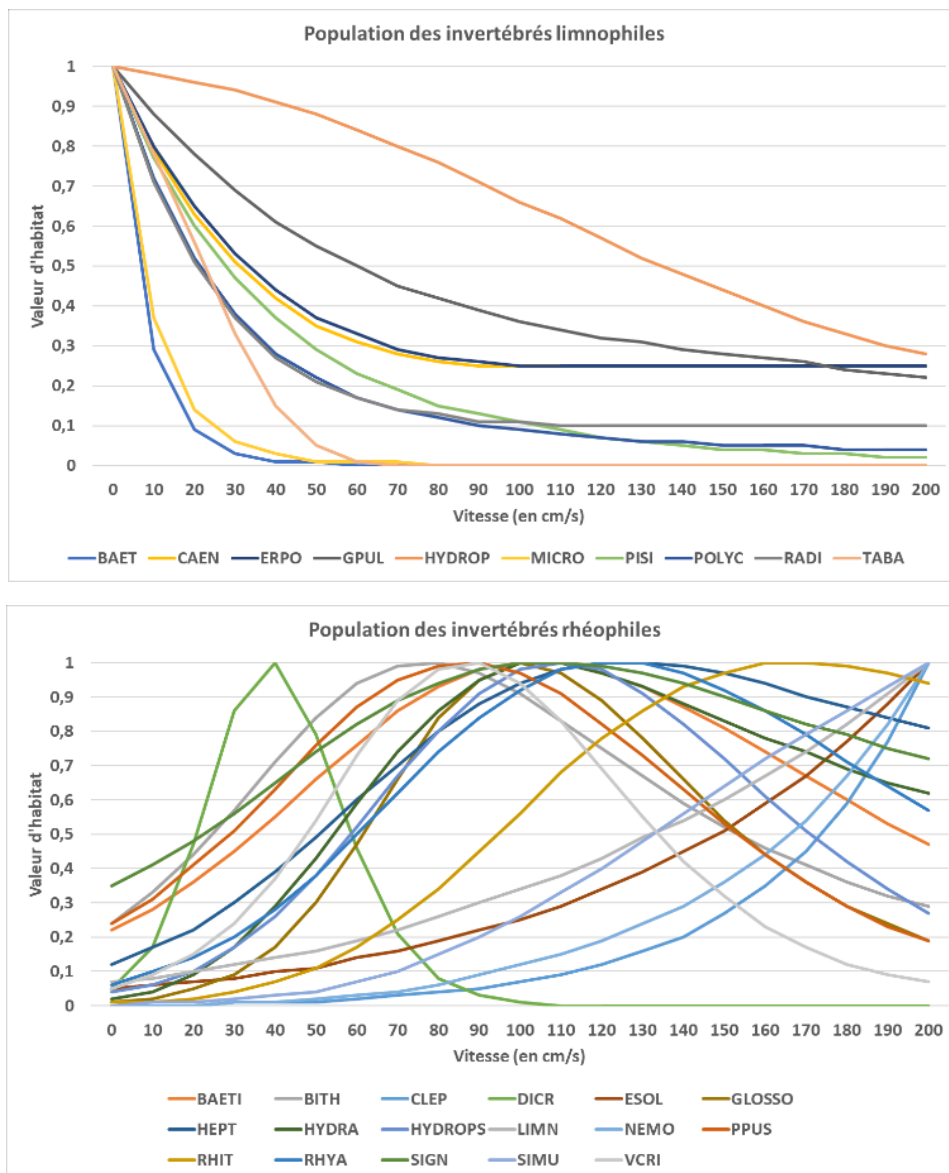


Figure 124 : Distribution des VH-V pour les invertébrés bénéficiant d'un modèle biologique

En résumé, la différenciation des habitats benthiques en lien avec la vitesse, critère le plus discriminant en étiage, peut s'analyser en distinguant deux zones de part et d'autre de la valeur-seuil de 25 cm/s. Ce paramètre est quantifié via la surface occupée par les classes de vitesses inférieures ou supérieures à 25 cm/s. L'interprétation consiste donc à qualifier le milieu de plutôt lent ou plutôt rapide puis de fixer un taux de répartition de ces deux catégories dont nous considérerons qu'il garantit une diversité des habitats benthiques cohérente avec l'ambiance dominante.

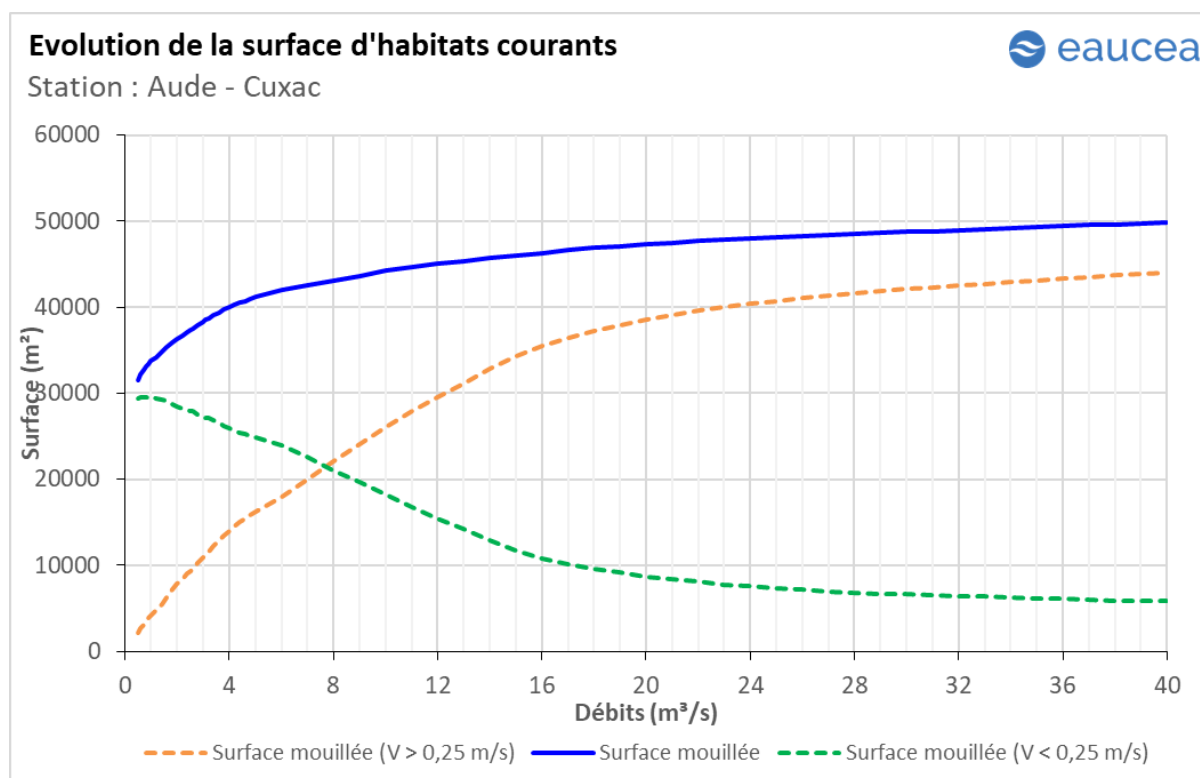


Figure 125 : Evolution de surface lotique (orange) et lenticque (vert)

On peut noter ici que la quantité d'habitats rhéophiles augmente rapidement à mesure que les débits augmentent. Un point d'équilibre est observé à 8 m³/s puis les milieux lenticques déclinent significativement.

Nous considérerons qu'un seuil garantissant environ 20% d'habitat rhéophile peut être retenu pour les périodes d'étiage soit environ 1,8 m³/s. Le seuil de 30% qui sécurise la présence des espèces rhéophiles est atteint à 3,2 m³/s. Pour les habitats lenticques cette proportion de 30% est encore respectée à 13 m³/s, puis se réduit en hautes eaux.

En conséquence, il est recommandé, de viser en période d'étiage un seuil de 30% soit 3,2 m³/s pouvant ponctuellement descendre à 20% soit 1,8 m³/s.

4.4.5.3 Capacité d'auto-entretien des frayères et du lit du cours d'eau (période hydrologique des hautes-eaux)

La modélisation hydraulique 2 D permet de calculer en fonction du débit et en tous points de la station, la valeur du paramètre τ^* ¹⁶ qui caractérise les conditions de début d'entraînement ou de charriage des particules. Nous avons retenu les sables (1 mm), graviers (5 mm) et cailloux (32 mm) qui sont les principales granulométries pertinentes pour maintenir les faciès d'écoulement (réduction du comblement des fosses) et la qualité des habitats benthiques mais aussi des frayères à alose fonctionnelles sur les radiers.

Pour les limons (tourbes et argiles), fréquemment transportés dans les rivières, le cycle de sédimentation érosion est complexe en raison d'un risque de cohésion par tassement et d'une évolution plus complexe en cas d'assec. Néanmoins, nous pouvons considérer que le maintien

¹⁶ Paramètre de Shields (cf note méthodologique)

d'épisodes hydrauliques suffisants en intensité en durée pour évacuer des sables évitera aussi un temps d'accumulation trop long aussi pour les limons.

Une comparaison réalisée avec la bathymétrie observée permet aussi de conclure au maintien ou non d'une dynamique d'entretien des zones les plus profondes, qui jouent un rôle majeur en basses eaux (risque de colmatage). A partir de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$, les sables sont instables dans les zones de radier mais peuvent s'accumuler dans les fosses.

Pour les frayères à alose, la courbe de préférence indique un optimum entre 10 mm et 50 mm environ. Le fait que ces granulométries soient disponibles et non colmatées en fin de printemps suppose une certaine mobilité de ces fractions grâce au débit. Cette situation est acquise pour les graviers mais le renouvellement des cailloux supposent des débits beaucoup plus élevés est proche du module.

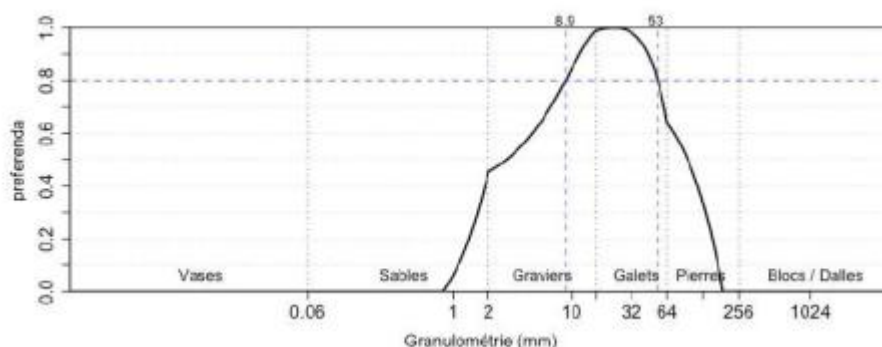


Figure 126 : courbes de préférences écologiques de l'Alose feinte de Méditerranée - Source MRM
Vitesse de courant (a), profondeur (b) et substrat (c). Une échelle logarithmique est utilisée pour la granulométrie

Conclusions

Les valeurs de débits élevés sont nécessaires à la construction hydromorphologique du lit. Ces situations s'observent en hiver et au printemps avec des débits supérieurs à $40 \text{ m}^3/\text{s}$.

De la fin du printemps jusqu'au début de l'été (juin), la fonction d'entretien de la qualité des frayères à aloses nécessite des débits de l'ordre de $12 \text{ m}^3/\text{s}$ pour mobiliser les graviers mais le colmatage par des sables ou des particules plus fines est peu probable dès 4 à $5 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'ensablement partiel des fosses voire un envasement dans les zones profondes est possible en deçà de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Cette situation est cependant réversible à la fin de l'étiage et ne constitue pas un problème écologique majeur, tant qu'elle est limitée dans le temps et dans l'espace.

Mises en mouvement des particules
Particules de 1 mm de diamètre : Sable



Figure 127 : Mise en mouvement des particules - 1mm de diamètre : sable

Mises en mouvement des particules
Particules de 5 mm de diamètre : Graviers



Mise en mouvement des particules

Immuable

Mises en mouvement

Profondeur (Q=40, module)

0 0,6

Figure 128 : Mise en mouvement des particules - 5 mm de diamètre : graviers

Mises en mouvement des particules
Particules de 32 mm de diamètre : Cailloux



Mises en mouvement des particules

- Immobile
- Mise en mouvement

Profondeur (Q=40, module)



Figure 129 : Mise en mouvement des particules - 32 mm de diamètre : cailloux

4.4.6 Habitats piscicoles

4.4.6.1 Valeurs d'habitat

Le premier critère est la valeur d'habitat moyenne de la station. Cette valeur serait de 1 pour un potentiel excellent et de 0 pour un potentiel nul.

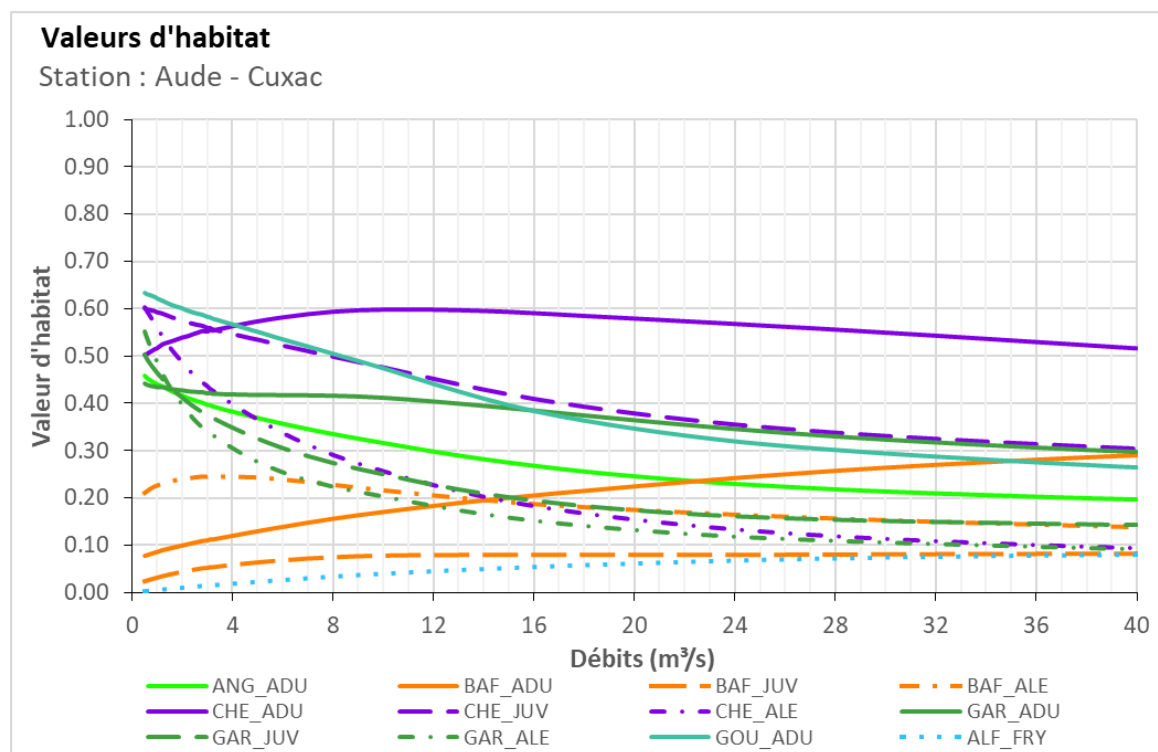


Figure 130 : Valeurs d'habitat des différents stades du barbeau, chevaine, gardon et anguille et de la fraie de l'aloise Moussoulens

La station est moyennement favorable pour le chevaine et le gardon à tous les débits. En hautes eaux la vitesse devient limitante. La station semble peu favorable au barbeau notamment juvénile surtout pour des questions de substrat et de vitesse trop souvent insuffisante. Pour la fraie de l'aloise, cet habitat est d'un intérêt médiocre mais elle est à ce jour vitale pour l'espèce bloquée en aval du seuil de Moussoulens.

Une seconde manière de traiter cette information est de considérer des groupes d'espèces, sans distinction de stade, appelés guildes et qui fréquentent des habitats spécifiques en priorités.

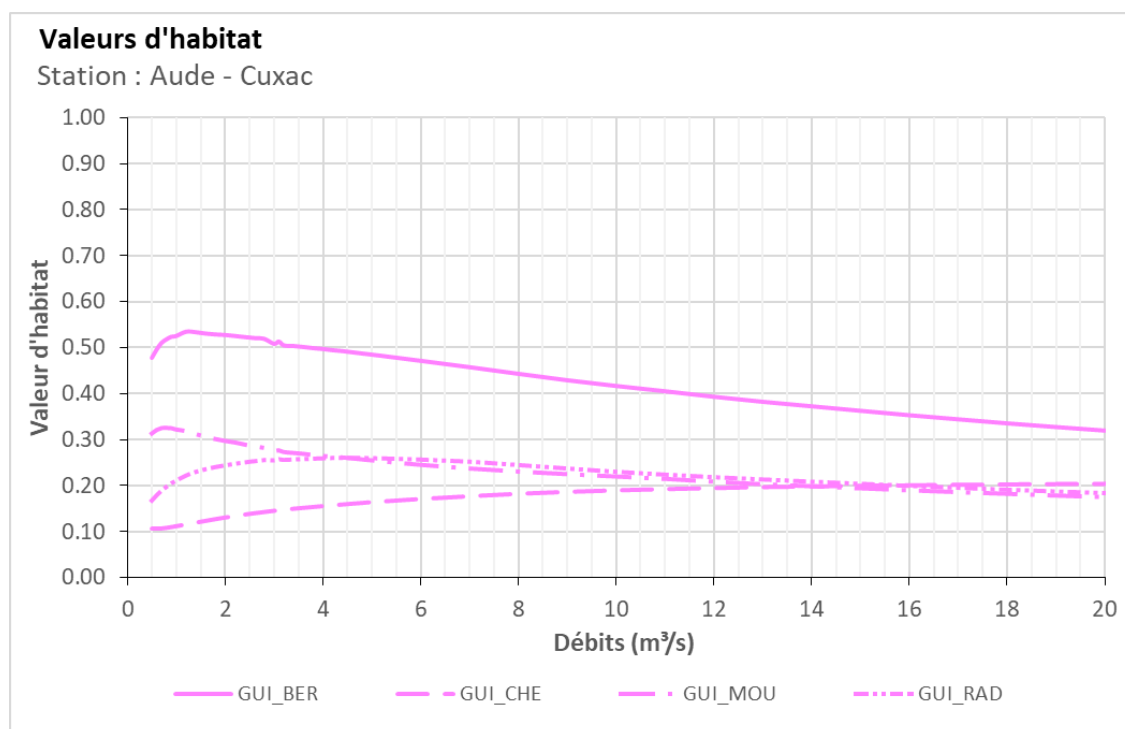


Figure 131 : Valeurs d'habitat à Cuxac

D'autre part, le graphe ci-dessus des valeurs habitats fondés sur les seuls critères hydrauliques, montre que l'augmentation des profondeurs avec le débit pénalise très peu le gain dû à l'augmentation des vitesses.

4.4.6.2 SPU en m² et en variations relatives

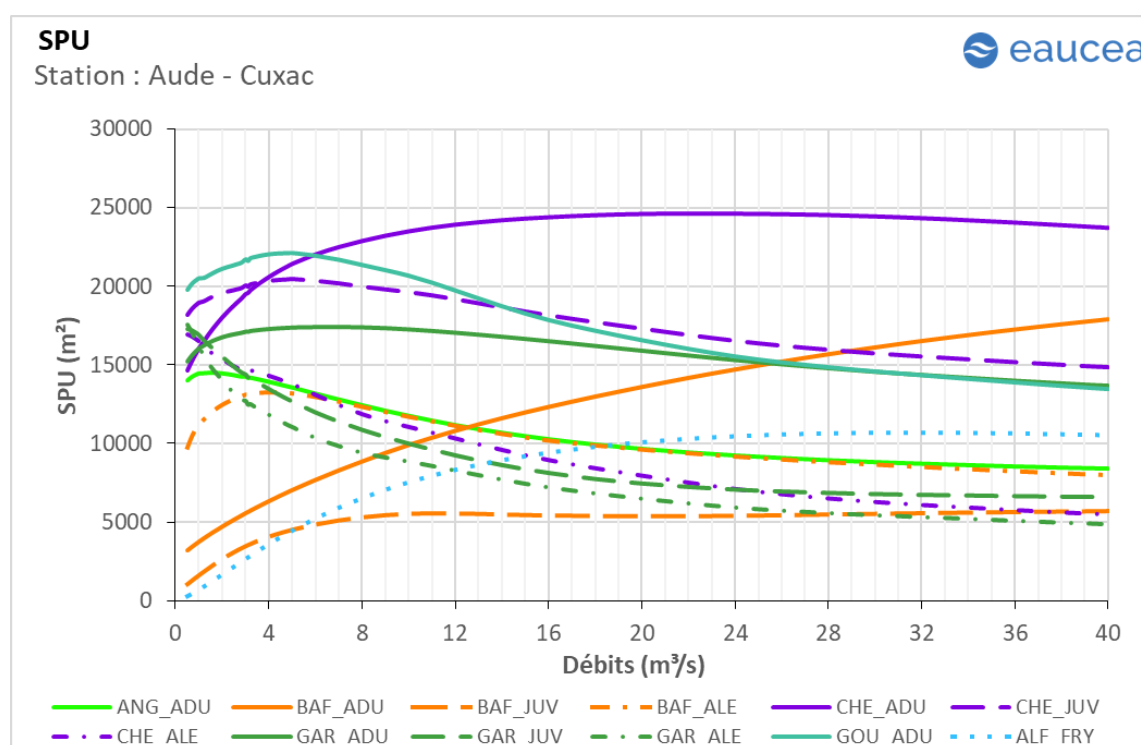


Figure 132 : Surfaces pondérées utiles des différents stades

Les surfaces pondérées utiles suivent globalement les mêmes évolutions en fonction du débit mais avec le bénéfice de l'augmentation de la surface mouillée. Cette surface d'habitat peut être aussi explorée par rapport à la SPU maximale observée sur la gamme de débit testée. Nous pouvons considérer qu'une valeur inscrite dans une fourchette de 80% de la SPU maximale est admissible. Le constat est que la valeur de 4 m³/s retenue dans une étude précédente est confirmée sauf pour le barbeau adulte et dans une moindre mesure le barbeau juvénile.

Le potentiel des frayères à alose est de 70% du maximum à 10 m³/s et de 80% du maximum à 13 m³/s.

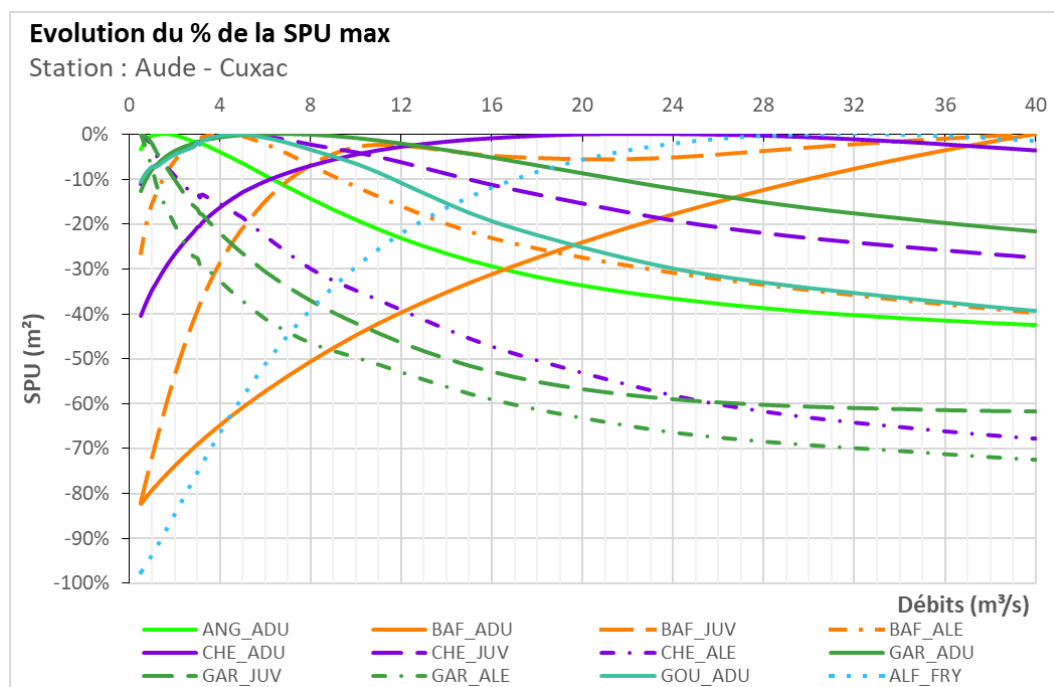
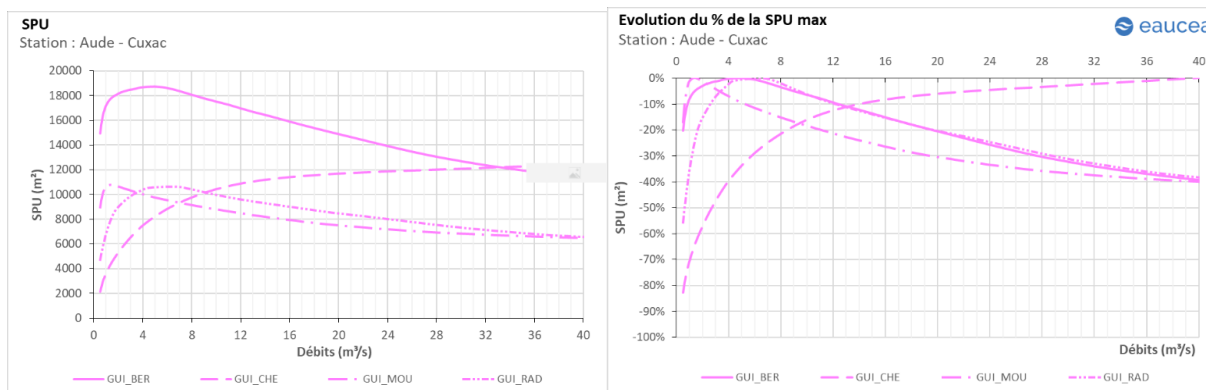


Figure 133 : Evolution du % de la Surface Pondérées Utiles max

Pour l'analyse par guildes, les résultats conduisent à des résultats assez comparables.



4.4.7 Continuité écologique

Le principe de cette analyse est d'identifier le débit en dessous duquel, l'insuffisance de la hauteur d'eau pourrait constituer une barrière physique aux déplacements des poissons. Un tirant d'eau de 10 cm sur tout le profil en travers est considéré comme limitant significativement le déplacement des gros poissons. Ces valeurs sont représentées en rouge sur les cartes ci-dessous et chaque gamme de couleur correspond à une augmentation de 10 cm.

Plusieurs tests visuels montrent qu'il faut un minimum de 2 m³/s pour sécuriser la continuité écologique au niveau du radier aval.

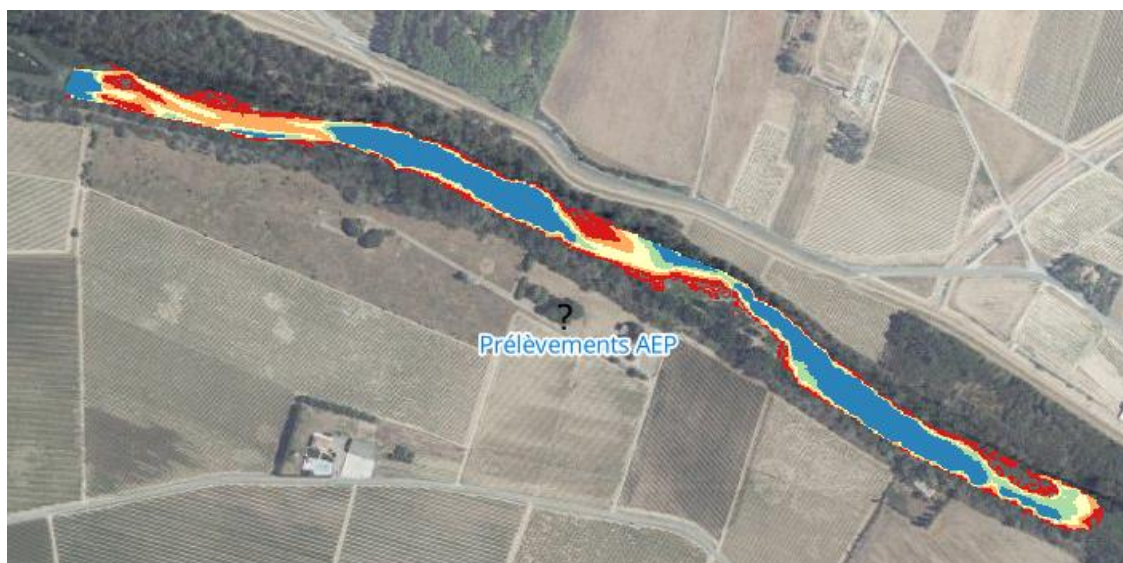
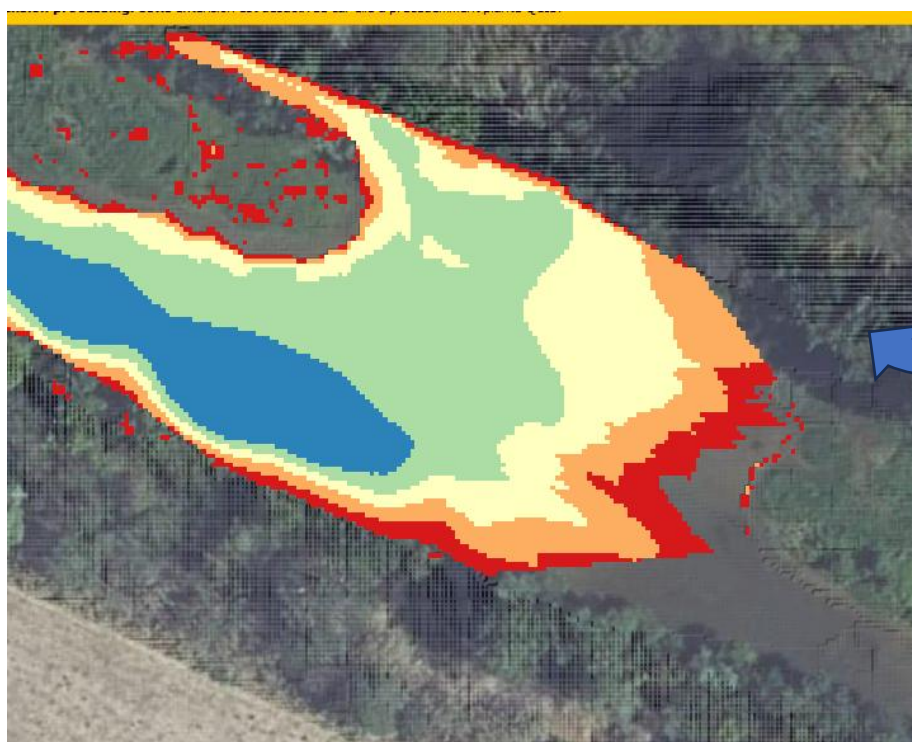
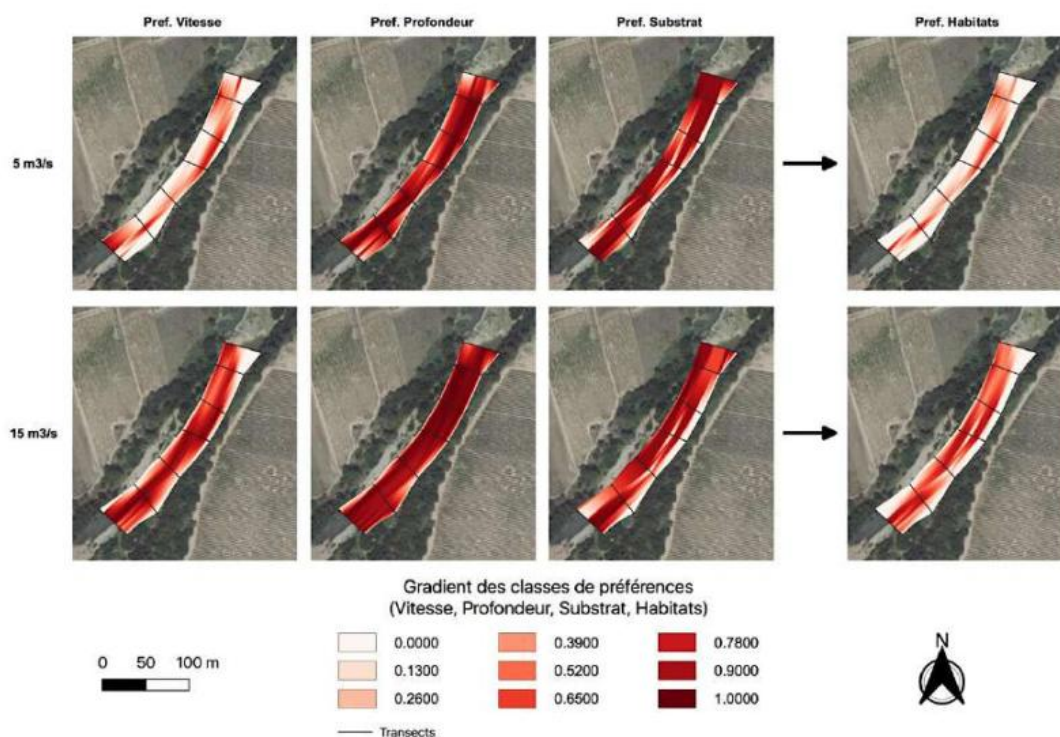


Figure 134 : Sécuriser la continuité écologique

4.4.8 Frayère à alose feinte

Sur le secteur d'étude ce potentiel a été modélisé en complément des expertises réalisées par le MRM en 2023 (attention au code couleur inversé entre les deux expertises MRM et Eaucéa) ce qui offre un diagnostic cumulé très large sur ce secteur.



Station de Cuxac - Valeur d'habitat - Alose Feinte Frayère

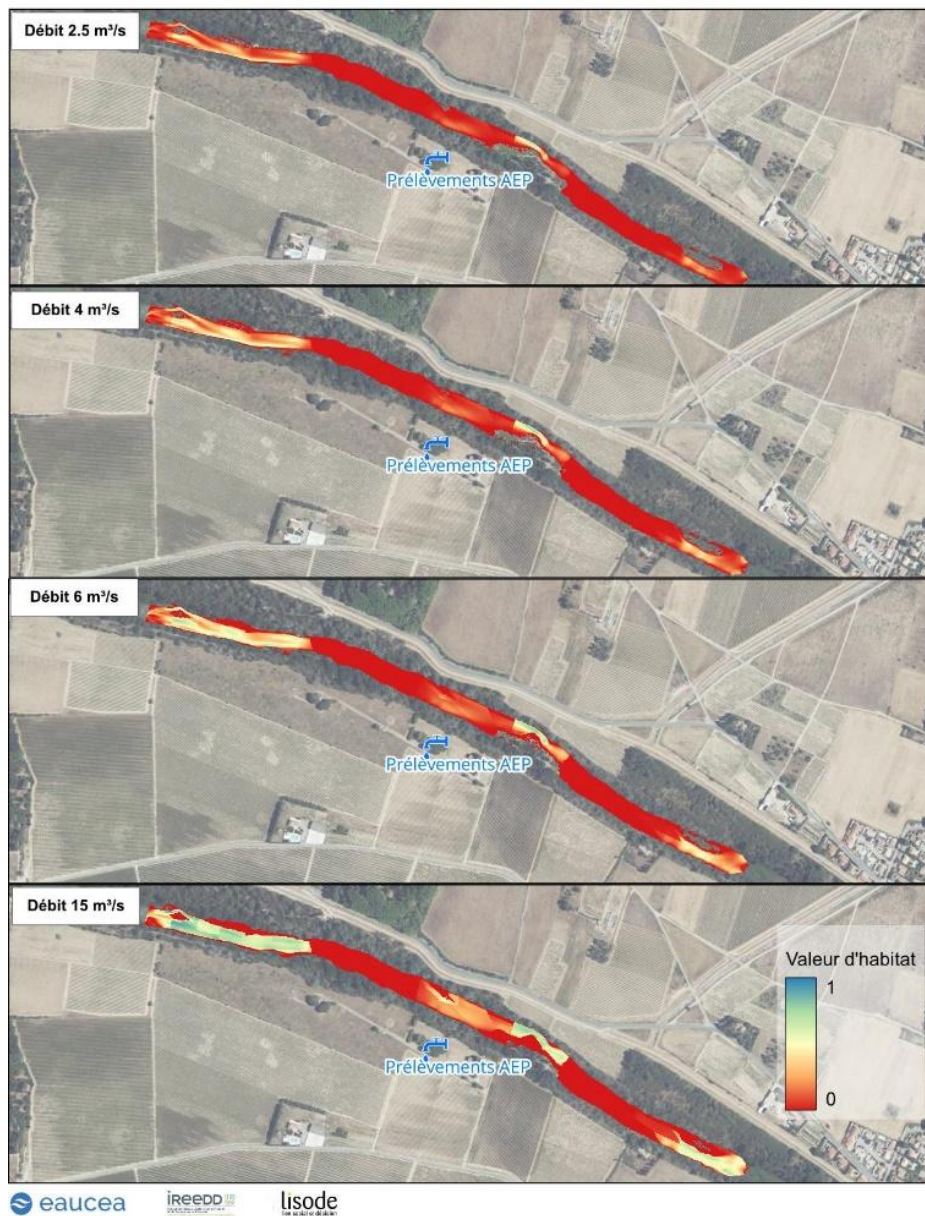


Figure 135 : Cartographie de la qualité de l'habitat de frayère à Moussoulens pour des débits de 2,5 m³/s à 15 m³/s

Les SPU modélisées dans les deux expertises suivent des trajectoires très proches avec un maximum atteint aux environs de 25 m³/s.

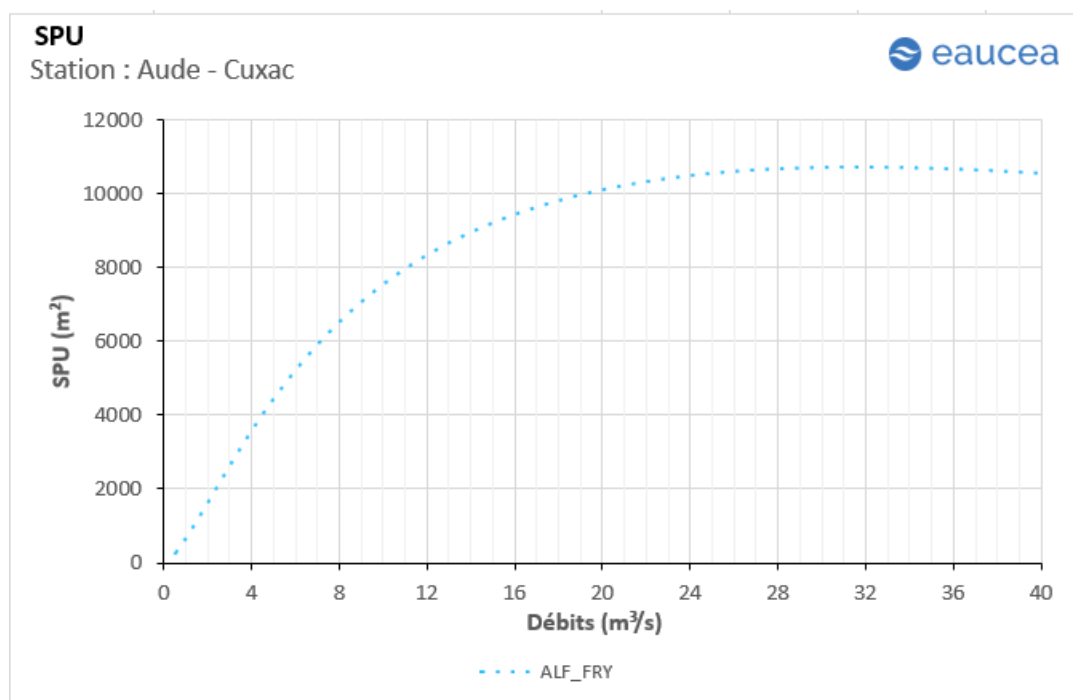


Figure 136 : : Surfaces pondérées utiles frayères à aloses à Cuxac

Un taux de 80% du maximum, surface admissible sécurisant le potentiel correspondrait à 12 m³/s.

A 5 m³/s, cela correspondrait à la moitié du potentiel des frayères, situation qui pourrait être considérée comme le minimum critique admissible considérant la faiblesse des populations actuelles et aussi dans l'hypothèse d'une reconnexion fonctionnelle avec l'amont du seuil ouvrant de nouveaux sites plus favorables à la reproduction.

Cartographie des habitats de frayère pour l'aloise feinte de Méditerranée - Campagne 2023 -

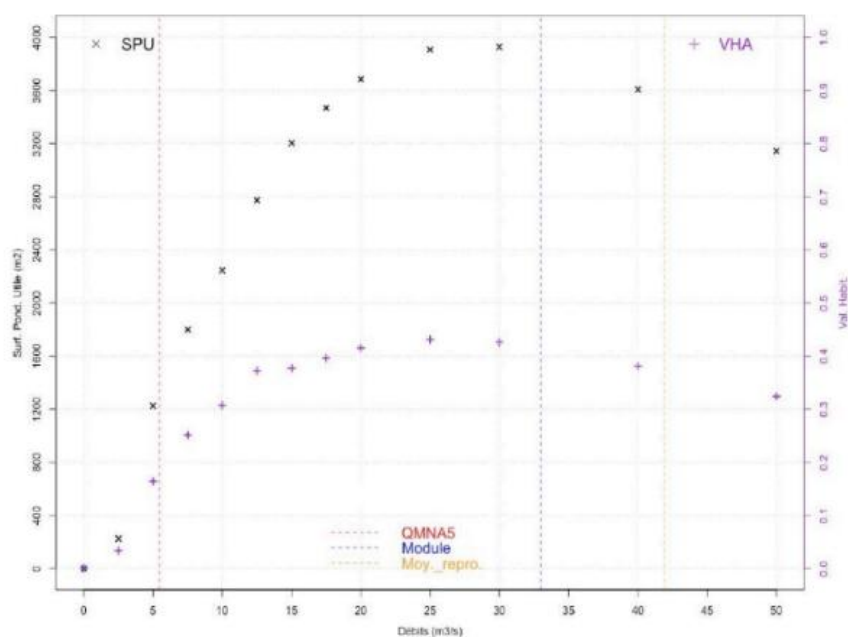


Figure 137 : Evolution de la surface Pondérée Utile et de la Valeur d'Habitat sur la frayère de Moussoulens en fonction du débit

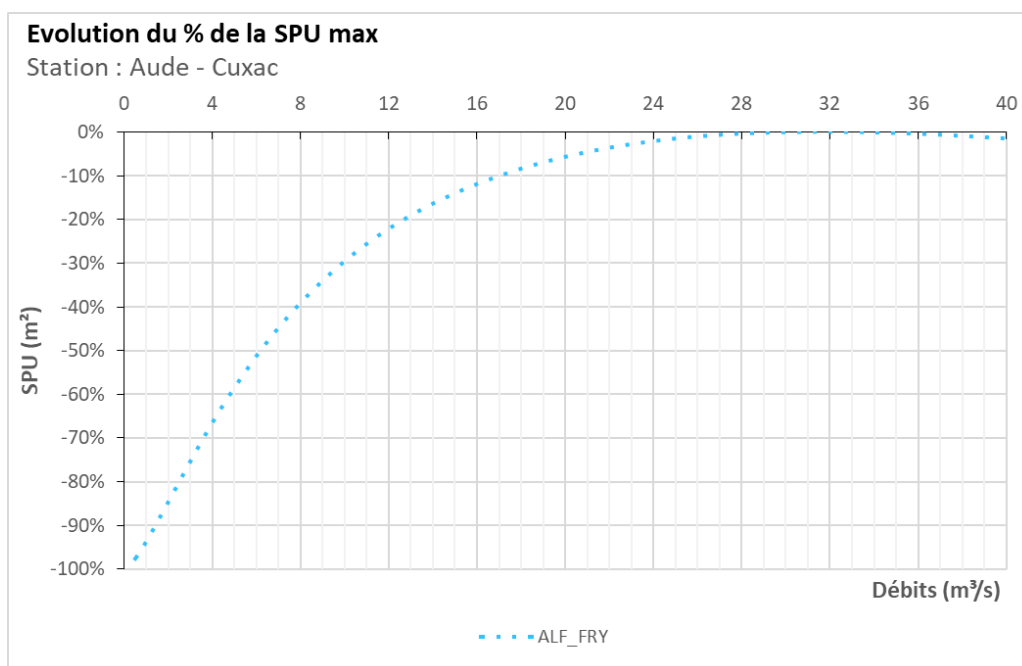


Figure 138 : Evolution du % de la surface Pondérée Utile max à Cuxac

4.4.9 Matrice de sensibilité : perte ou gain par rapport au seuil de 4 m³/s

Il s'agit ici de vérifier les pertes ou gain écologiques attendu d'un déplacement de la référence biologique du DOE en explorant la variation du potentiel de part et d'autre de cette valeur. Cela se traduit par une matrice de sensibilité, qui peut aussi se représenter sous la forme d'un graphique d'évolution.

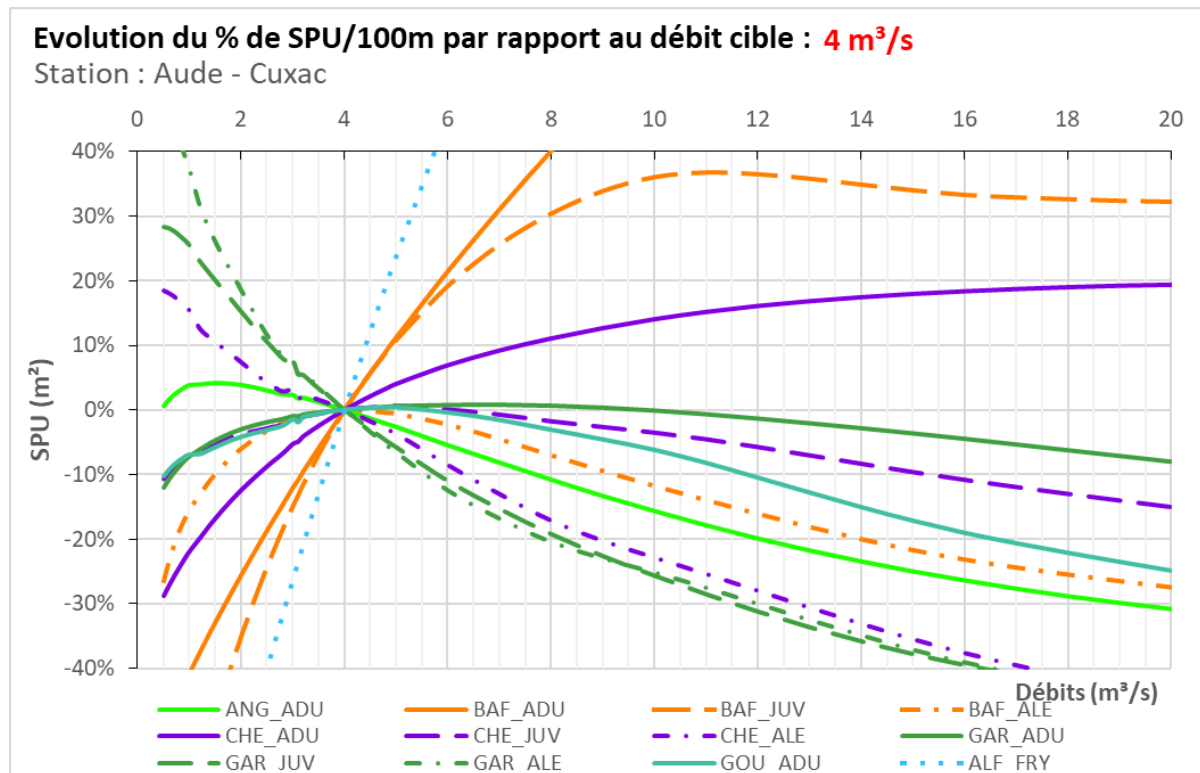


Figure 139 : Evolution du % de la Surface Pondérée Utile par rapport au débit cible : 4m³/s à Cuxac

	% SPU p/r au Qref												GUI_BER	GUI_CHE	GUI_MOU	GUI_RAD
	ANG ADU	BAF ADU	BAF JUV	BAF ALE	CHE ADU	CHE JUV	CHE ALE	GAR ADU	GAR JUV	GAR ALE	GOU ADU	ALF FRY				
	Anguille	Barbeau fluvialite	Barbeau fluvialite	Barbeau fluvialite	Chevaline	Chevaline	Chevaline	Gardon	Gardon	Gardon	Goujon (Cemagref)					
Débit	Adulte	Adulte	Juvenille	Alevin	Adulte	Juvenille	Alevin	Adulte	Juvenille	Alevin	Alevin	Frai				
0.5	1%	-50%	-75%	-26%	-29%	-11%	18%	-12%	28%	49%	-10%	-93%	-20%	-71%	-11%	-55%
0.6	2%	-48%	-72%	-23%	-27%	-10%	18%	-11%	28%	47%	-9%	-90%	-16%	-66%	-4%	-50%
0.7	2%	-46%	-69%	-21%	-26%	-9%	18%	-10%	28%	44%	-8%	-88%	-13%	-61%	0%	-45%
0.8	3%	-44%	-66%	-19%	-24%	-8%	17%	-9%	27%	42%	-8%	-86%	-11%	-57%	3%	-41%
0.9	4%	-42%	-63%	-17%	-23%	-7%	16%	-8%	26%	40%	-7%	-83%	-9%	-54%	5%	-37%
1	4%	-41%	-60%	-15%	-22%	-7%	15%	-7%	25%	37%	-7%	-81%	-8%	-51%	6%	-34%
1.2	4%	-38%	-55%	-13%	-20%	-6%	13%	-6%	23%	32%	-7%	-76%	-6%	-46%	7%	-28%
1.4	4%	-34%	-50%	-11%	-18%	-6%	11%	-5%	21%	28%	-6%	-70%	-5%	-41%	8%	-23%
1.6	4%	-31%	-45%	-9%	-16%	-5%	10%	-4%	19%	24%	-5%	-65%	-4%	-37%	7%	-18%
1.8	4%	-28%	-40%	-7%	-14%	-4%	9%	-4%	17%	21%	-5%	-59%	-3%	-33%	7%	-15%
2	4%	-26%	-35%	-6%	-12%	-4%	7%	-3%	15%	19%	-4%	-54%	-3%	-29%	6%	-13%
2.2	4%	-23%	-31%	-5%	-11%	-3%	6%	-3%	13%	16%	-4%	-48%	-2%	-25%	6%	-11%
2.4	3%	-20%	-26%	-4%	-9%	-3%	5%	-2%	11%	13%	-3%	-43%	-2%	-22%	5%	-10%
2.5	3%	-19%	-24%	-3%	-9%	-3%	4%	-2%	10%	12%	-3%	-40%	-2%	-20%	5%	-9%
2.6	3%	-17%	-22%	-3%	-8%	-3%	4%	-2%	10%	10%	-3%	-37%	-2%	-19%	4%	-8%
2.8	2%	-15%	-19%	-2%	-7%	-2%	3%	-1%	8%	8%	-2%	-32%	-1%	-16%	4%	-6%
3	2%	-12%	-15%	-1%	-5%	-1%	3%	-1%	7%	8%	-1%	-26%	-1%	-13%	3%	-5%
3.1	2%	-11%	-13%	-1%	-5%	-2%	2%	-1%	6%	6%	-2%	-24%	-1%	-11%	3%	-4%
3.2	2%	-10%	-12%	-1%	-4%	-1%	2%	-1%	5%	6%	-1%	-21%	-1%	-10%	2%	-4%
3.4	1%	-7%	-8%	0%	-3%	-1%	2%	-1%	4%	4%	-1%	-16%	-1%	-7%	2%	-3%
3.6	1%	-5%	-5%	0%	-2%	0%	1%	0%	3%	3%	0%	-10%	0%	-5%	1%	-2%
3.8	1%	-2%	-3%	0%	-1%	0%	1%	0%	1%	1%	0%	-5%	0%	-2%	1%	-1%
4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4.2	-1%	2%	2%	0%	1%	0%	-1%	0%	-1%	-1%	0%	5%	0%	2%	-1%	1%
4.4	-1%	5%	5%	0%	2%	0%	-1%	0%	-2%	-3%	0%	10%	0%	4%	-1%	1%
4.6	-2%	7%	7%	0%	3%	0%	-2%	0%	-4%	-4%	0%	15%	0%	6%	-2%	1%
4.8	-2%	9%	9%	0%	3%	0%	-3%	0%	-5%	-5%	0%	19%	0%	8%	-2%	2%
5	-3%	11%	11%	-1%	4%	1%	-4%	1%	-6%	-7%	0%	24%	0%	10%	-3%	2%
6	-5%	21%	19%	-2%	7%	0%	-9%	1%	-11%	-12%	0%	45%	0%	18%	-5%	2%
7	-8%	31%	26%	-4%	9%	-1%	-13%	1%	-15%	-17%	-2%	65%	0%	24%	-7%	2%
8	-11%	40%	30%	-7%	11%	-2%	-17%	1%	-19%	-20%	-3%	81%	0%	30%	-9%	0%
9	-13%	49%	34%	-9%	13%	-3%	-20%	0%	-23%	-23%	-5%	96%	-5%	35%	-11%	-2%
10	-16%	57%	36%	-12%	14%	-4%	-23%	0%	-26%	-25%	-6%	110%	-6%	39%	-12%	-4%
11	-18%	64%	37%	-14%	15%	-5%	-25%	-1%	-29%	-28%	-8%	121%	-8%	42%	-14%	-6%
12	-20%	71%	36%	-16%	16%	-6%	-28%	-1%	-31%	-30%	-11%	132%	-9%	45%	-15%	-8%
13	-22%	77%	36%	-18%	17%	-7%	-31%	-2%	-34%	-33%	-13%	141%	-11%	47%	-17%	-9%
14	-23%	84%	35%	-20%	17%	-8%	-33%	-3%	-36%	-35%	-15%	149%	-12%	49%	-18%	-11%
15	-25%	90%	34%	-22%	18%	-10%	-35%	-4%	-38%	-37%	-17%	156%	-13%	51%	-20%	-12%

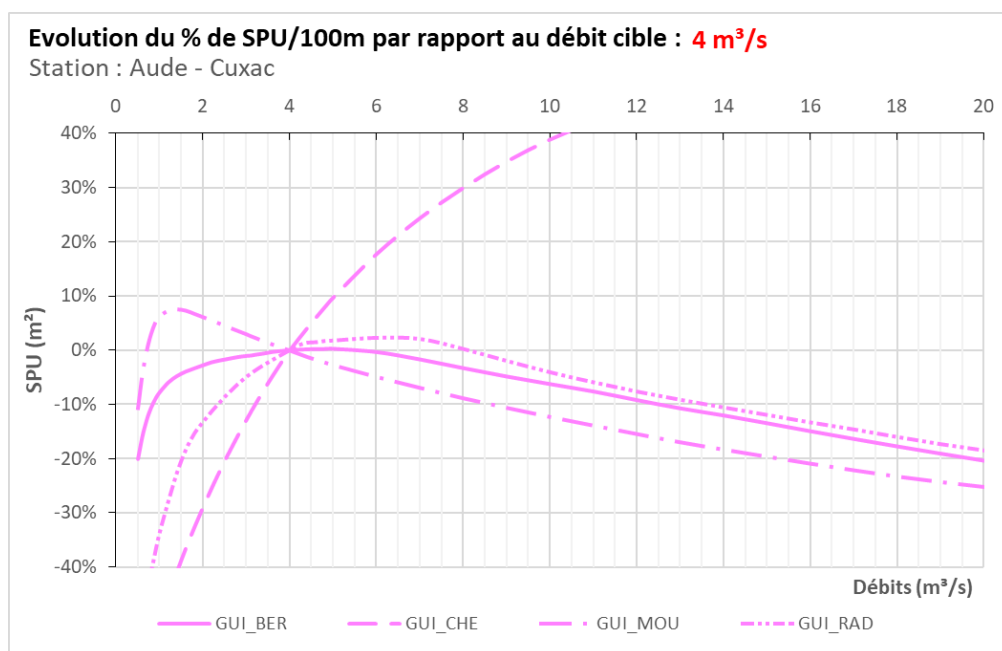


Figure 140 : Evolution du % de la surface Pondérée Utile par rapport au débit cible : $4 \text{ m}^3/\text{s}$ à Cuxac

4.4.10 Synthèse débit biologique

L'ordre de grandeur des débits biologiques évalués lors de l'étude des volumes prélevables, soit $4 \text{ m}^3/\text{s}$, est confirmé par cette analyse largement renforcée en termes de linéaire modélisé et de précision des données de terrain. Il faut aussi tenir compte de l'analyse des frayères à aloses et des apports scientifiques nouveaux issus du MRM.

En termes de potentiel les espèces/stades les plus rhéophiles (barbeaux adultes, guildes chenal) sont les plus sensibles aux étiages et valorisent mieux une augmentation des débits. Néanmoins, la qualité de l'habitat (valeur d'habitat) largement dictée par la morphologie et la pente leur est globalement peu favorable. Pour le barbeau adulte comme pour la guildes chenal, une perte d'habitat de 10% par rapport au débit biologique de référence ($4 \text{ m}^3/\text{s}$) est atteinte pour un débit réduit à $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

En revanche pour les autres espèces, plus adaptées à ce type de faciès, la sensibilité au débit est moindre. Ainsi, par rapport au chevenne, gardon ou guildes radier, cette perte de 10% de l'habitat est observée entre $2,0$ et $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ environ. Ces valeurs correspondent aussi au maintien d'une surface favorable aux invertébrés rhéophiles de plus de 20% et garantissent une dynamique sédimentaire limitant le risque de fermeture du substrat dans les zones de radier.

Des débits plus élevés améliorent la situation d'ensemble mais les gains sont surtout significatifs pour les guildes chenal (10% de plus à $5 \text{ m}^3/\text{s}$).

La continuité piscicole sur les obstacles naturels (radiers) est sécurisée par un débit minimum de $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

En revanche, pour le potentiel de frayère de l'aloise qui constitue l'espèce à la plus forte valeur patrimoniale, les débits sont significativement plus élevés. Un débit de 12 m³/s couvrirait 80% du potentiel maximal. Cette valeur élevée doit être rapprochée de l'hydrologie naturelle sur la période en jeu (mi-avril à mi-juin) qui correspond globalement à cette exigence. En période de reproduction de l'aloise, les débits sont les suivants avec des minimas observés de l'ordre de 8 à 9 m³/s en juin (5,1 m³/s en 2017 !).

Débits moyens mensuels (m³/s) - L'Aude à Moussan (Moussoulens - écluse)																	
Débits moyens mensuels (m³/s)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Moyenne (2010-2024)	Fréq. 1/5 (2010-2024) - centile
Avril	37.2	41.3	-	88.9	66.7	58.4	28.7	36.9	107.5	19.9	76.9	23.8	47.3	8.8	9.4	43.5	17.8
Mai	60.3	15.3	46.5	79.5	38.9	33.9	28.2	17.4	84.5	22.4	116.4	17.9	31.7	21.7	28.5	42.9	20.9
Juin	22.9	13.9	19.7	76.2	13.8	16.4	17.1	5.1	57.3	13.0	36.7	7.1	8.2	21.1	9.5	22.5	9.2

Figure 141 : Débits moyens mensuels – l'Aude à Moussan (Moussoulens écluse)

Synthèse indicateurs principaux			1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	7	9	11	13	15
Habitat piscicole	SPU															
Habitat benthique	Habitats rapides															
Frayerie	alose	avril à juin														
Habitat aquatique	Surface mouillée															
Habitat	Connectivité	Longitudinale														
Hydromorphologie	entretien des frayères	printemps														
		hiver														
Résultat		été														

Figure 142 : Matrice des résultats en fonction des débits

En résumé, les recommandations écologiques suivante distinguent la période d'étiage (juillet à octobre) et le reste de l'année. Sur le reste de l'année, il est intéressant de rappeler le régime hydrologique quinquennal sec qui constitue une borne de réflexion. Il est aussi rappelé qu'en hiver et au printemps les crues jouent un rôle très important dans l'équilibre hydromorphologique et la régénération des habitats aquatiques.

La préservation du potentiel de frayère à aloses est une alternative par défaut à la rupture de continuité mais devra conservée un statut de secours en cas de dysfonctionnement des futures solutions de franchissement à Moussoulens. L'intérêt de cette disposition est aussi conditionné par l'efficacité du franchissement au niveau du barrage antisel en aval.

Calendrier des débits environnementaux	Enjeu hydromorphologie			Enjeu alose et reproduction cyprinidés			Période d'ajustement étiage naturel					
Débit en m3/s	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Débit mensuel sec naturel Talanoa 1/5	26	35	35	34	29	19	10	7	6	6	11	15
Hydromorphologie débit d'entretien récurrent	40	40	40	40	12	12	2.5	2.5	2.5	2.5	12	12
Connexion aux berges puis 80% du lit mineur	20	20	20	20	20	20	3.5	3.5	3.5	3.5	20	20
Equilibre réhophilie/lentique	8	8	8	8	8	8	3.2	3.2	3.2	3.2	8	8
Frayerie à aloses borne haute				12	12	9						
Frayerie à aloses borne basse				5	5	5						
Habitat piscicole borne haute	9	9	9	9	9	9	5	5	5	5	9	9
Habitat piscicole borne basse (enjeu température)							3.5	3.5	2.5	2.5		

Station de Cuxac - Valeur d'habitat - Alose Feinte Frayère

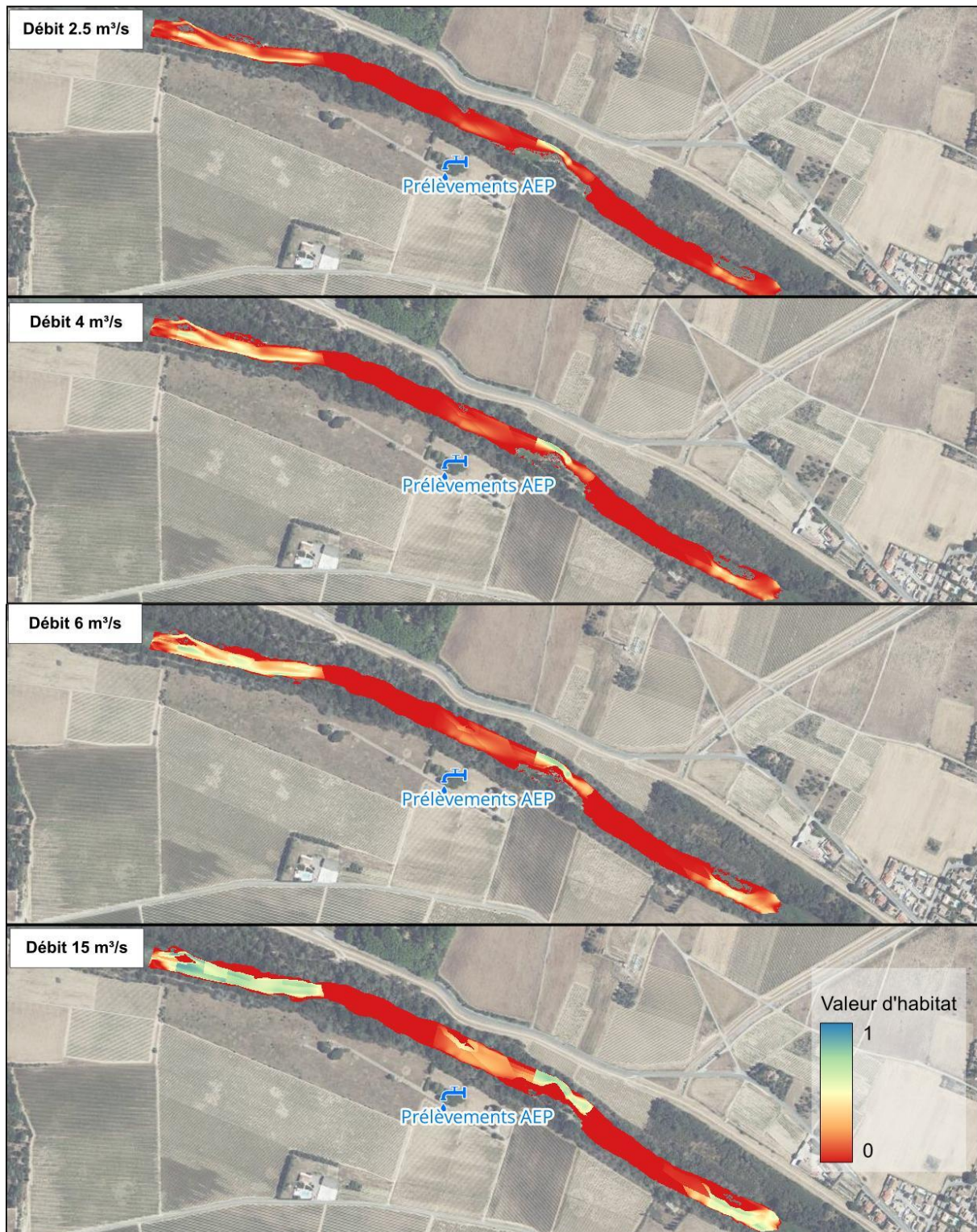


Figure 143 : Cartographie Valeur d'Habitat Alose Feinte Frayère à la station de Cuxac en fonction du débit

4.5 Du débit biologique au DOE : le cas de la prise d'eau potable de Narbonne

La prise d'eau potable de Narbonne sur la nappe alluviale de l'Aude à Moussoulens constitue un prélèvement stratégique qu'il convient de sanctuariser. A ce titre, l'interaction nappe-rivière entre l'Aude et sa nappe, ou autrement dit l'interaction entre l'eau prélevée par le champ captant et les débits de l'Aude, est primordiale. Il s'agit d'évaluer si les débits prélevés par l'usage AEP impactent ceux de l'Aude à l'aval de la station de Moussoulens (et de combien), et si c'est le cas, de les sanctuariser.

La littérature tend à indiquer une interaction forte entre la nappe alluviale de l'Aude et l'Aude elle-même. Ainsi, le commentaire d'Archimbault Conseil en 2019 :

« Le champ captant de Moussoulens est alimenté par la nappe alluviale de l'Aude, elle-même alimentée par l'Aude. Plus précisément, d'après l'étude hydrogéologique de la phase 1 (rapport 15DAR014-R1-1014 [2016]), le champ captant prélève l'eau d'un paléo chenal directement alimenté par l'Aude au niveau de la boucle de Moussoulens. Le niveau piézométrique de la nappe alluviale est en relation directe avec le débit de l'Aude. »¹⁷

Cette interaction est remise en cause par Hydriad en fin 2023¹⁸ sur des bases hydrochimiques et considérant une faible correspondance des niveaux de l'eau de l'Aude à l'écluse de Moussoulens et ceux de la nappe au niveau du champ captant.

Ce dernier argument ne peut pas être retenu tel quel en raison de la différence altimétrique entre la station de mesure hydrométrique située dans le plan d'eau et le niveau de l'Aude et/ou de la nappe située presque 5m plus bas au niveau du champ captant. D'autre part, pour une même variation de débit, la variation de côte du plan d'eau au niveau de l'écluse de Moussoulens est régie par des lois différentes des variations de côté de l'Aude au niveau du champ captant.

La communauté du Grand Narbonne a transmis à Eaucéa les chroniques piézométriques du champ captant ainsi que les chroniques de pompage sur la période 2023 (incomplet) - 2024.

Le rapprochement de ces chroniques avec les débits de l'Aude à la station de Moussoulens permet d'en tirer deux conclusions :

- Un régime moyen de prélèvement mensuel entre 150 et 250 L/s (Figure 144).
- Une corrélation entre les débits de l'Aude et le niveau piézométrique de la nappe très forte pour des fréquences hebdomadaire / mensuelles (Figure 145). Cette corrélation démontre bien échanges nappes-rivières entre la nappe alluviale et l'Aude, et confirme la relation directe entre la piézométrie du champ captant et les débits de l'Aude.

On remarque également un rapprochement des variations altimétriques du fil d'eau de l'Aude au droit du champ captant calculé via le modèle hydraulique d'Eaucéa et de ce battement de moyen terme de la nappe montre une grande proximité des ordres de grandeurs confirmant le rôle de la rivière sur la réalimentation de la nappe.

¹⁷ Archimbault Conseil, Novembre 2019, Etude pour SAFEGE/SUEZ

¹⁸ Hydriad, 2023, Etude de l'aire d'alimentation du champ captant de Moussoulens, Etude pour Grand Narbonne, 61p.

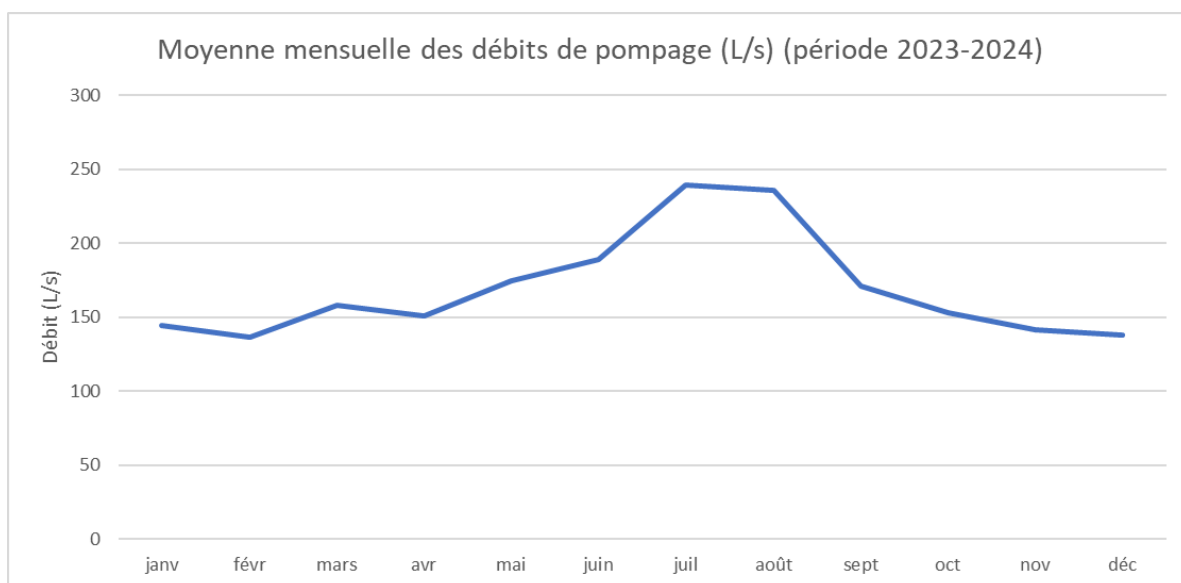


Figure 144 : Régime de prélèvement mensuel de la prise d'eau sur la période 2023-2024

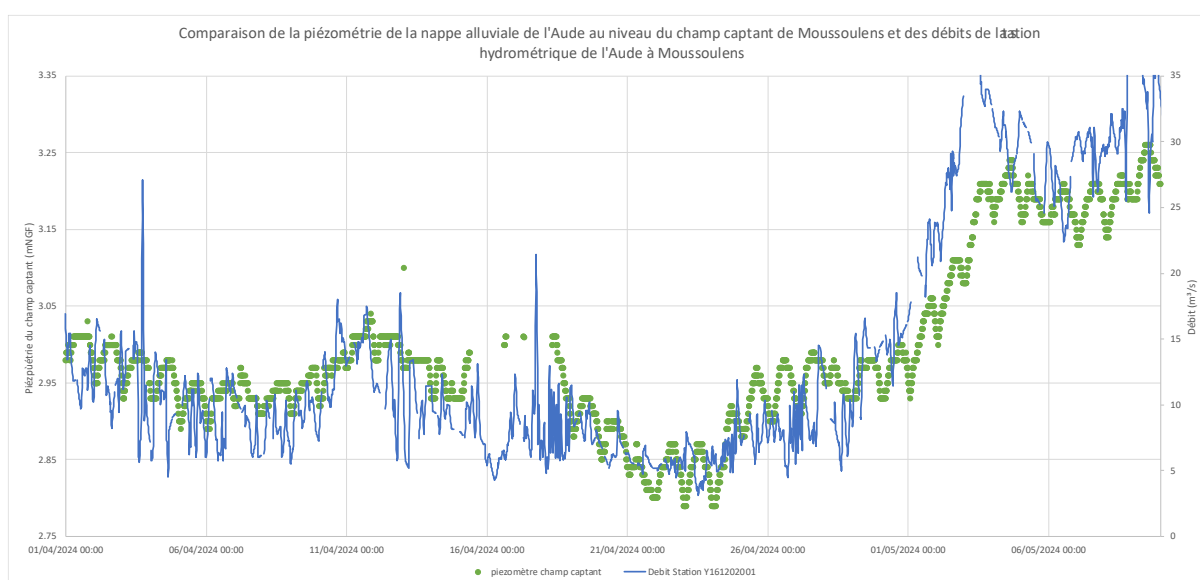


Figure 145 : Corrélation très forte entre la piézométrie du champ captant et les débits de l'Aude à l'écluse de Moussoulens.

A plus haute fréquence, la chronique piézométrique montre des battements journaliers bien identifiés (Figure 144). Ces battements anti-corrélés avec les débits de pompages (Figure 146) correspondent à l'impact des prélèvements AEP sur la nappe alluviale.

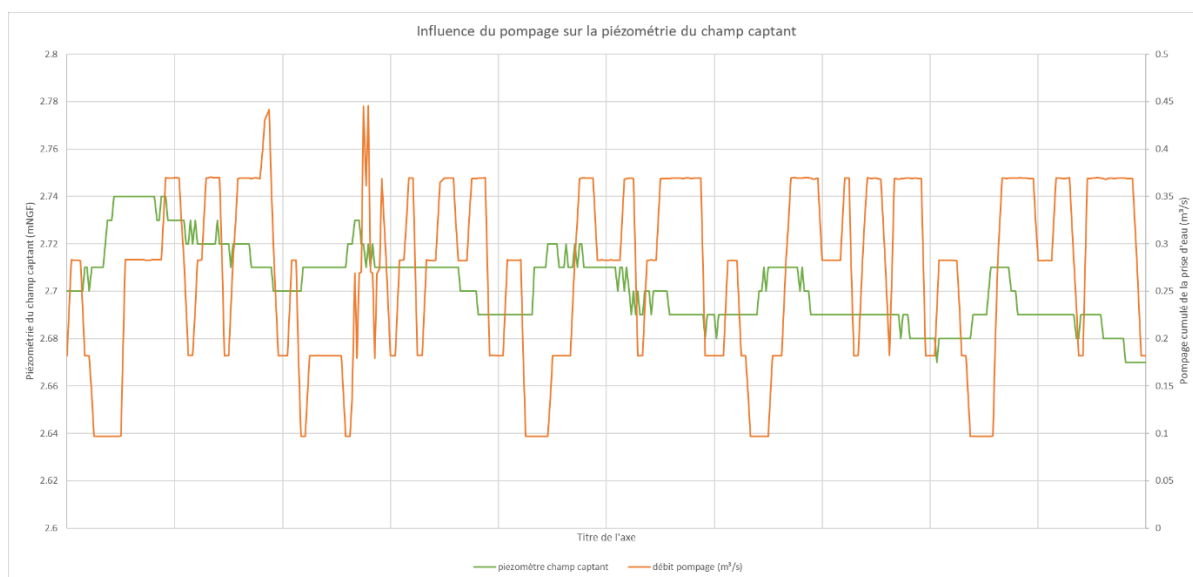


Figure 146 : Influence des prélèvements de la prise d'eau potable sur la piézométrie du champ captant.

Une corrélation fortuite semble s'observer entre les débits de l'Aude à l'écluse de Moussoulens et les débits de prélèvements de la prise d'eau potable (Figure 147). L'ordre de grandeur très différent des variations (baisse de plusieurs m^3/s voire plus de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ de débits sur l'Aude contre quelques centaines de L/s de prélèvements), la différence altimétrique entre les deux mesures et leur éloignement rendent une éventuelle relation de cause à effet extrêmement improbable voire impossible peu importe les propriétés hydrogéologiques de la nappe alluviale.

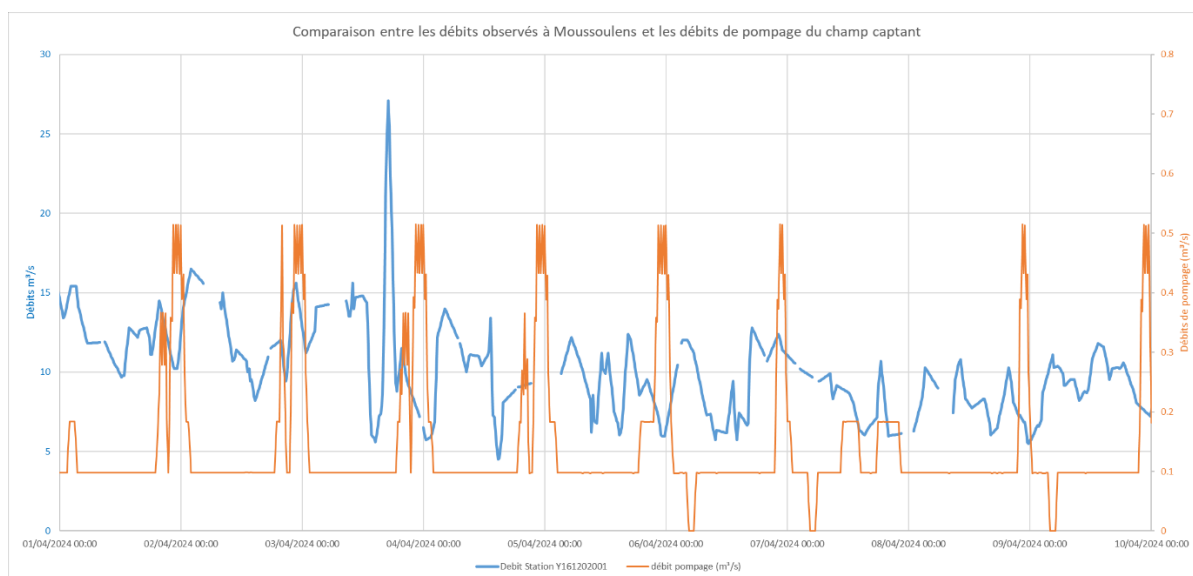


Figure 147 : Comparaison entre les débits de l'Aude à Moussoulens et les débits de pompage du prélèvement AEP

4.6 Débit biologique des affluents de la montagne noire

La méthodologie ayant été largement développée sur le cas de Moussoulens, nous présentons les principaux résultats.

4.6.1 Sites d'études

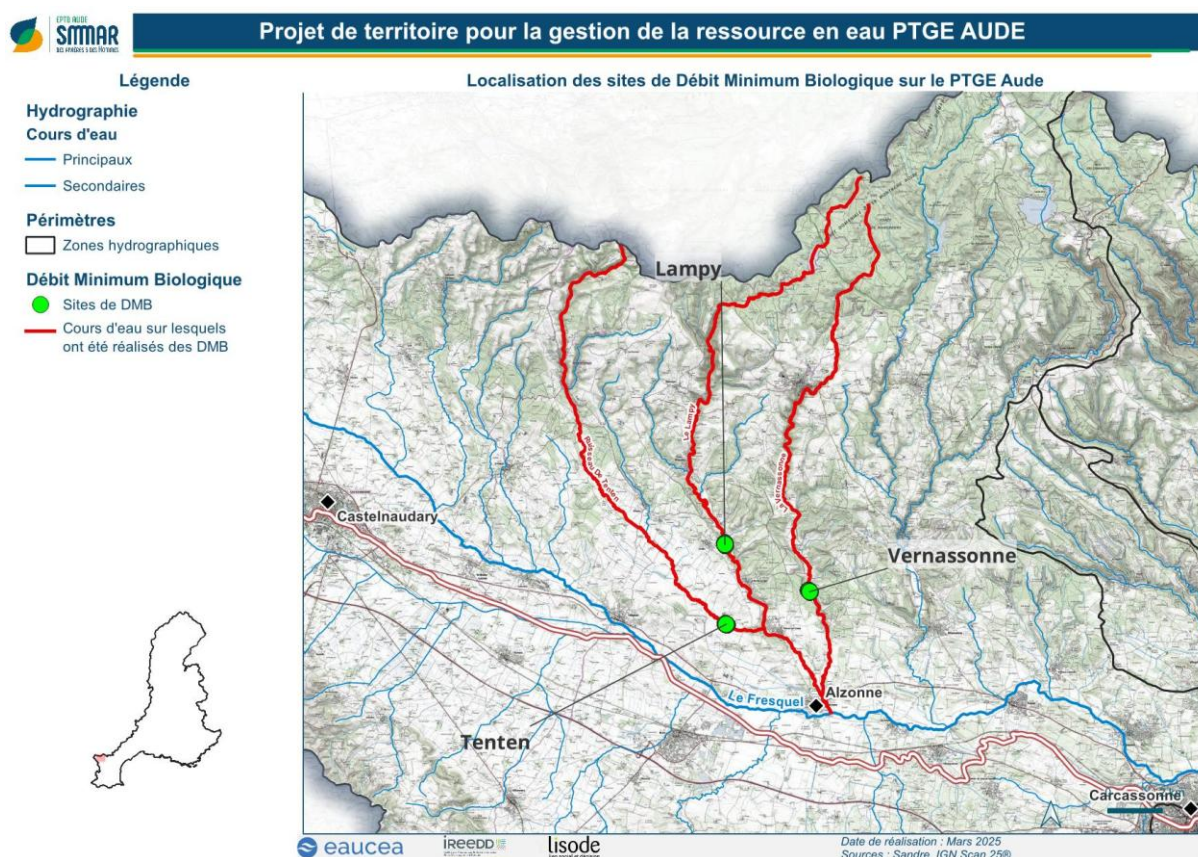
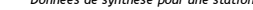
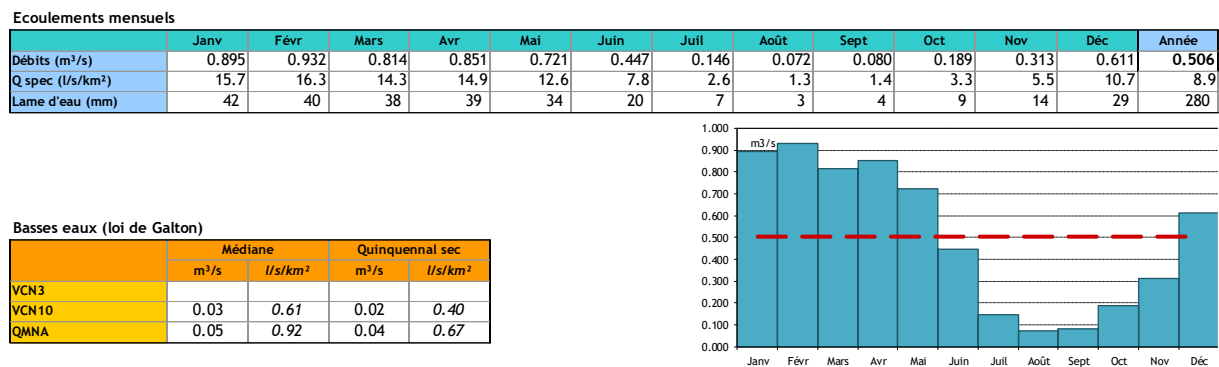


Figure 148 : Localisation des sites de Débit Minimum biologique sur le PTGE Aude

4.6.2 Rappel des grandeurs hydrologiques caractéristiques en étiage

Les données hydrologiques disponibles les plus complètes (mesurées et naturalisées) sont celles du Lampy à Raissac. Les cours d'eau étudiés sont très proches en termes de contexte naturel. Un rapport de bassin versant peut donc être retenu pour approcher les débits de référence les plus pertinents pour une analyse de débits biologiques.

Banque Nationale de Données pour l'Hydrométrie			Données de synthèse pour une station	
<div>Le Lamy à Raissac-sur-Lamy</div>		Y1345010 - Le Lamy à Raissac-sur-Lamy - 57 km ²		
Localisation (Lambert 2 étendu) : X = 0 m Y = 0 m		Altitude : 0 m	Producteur : 0	Période : - Données calculées le : 00/01/1900



D’après les modélisations TALANOA, les débits caractéristiques d’étiage seraient plus élevés.

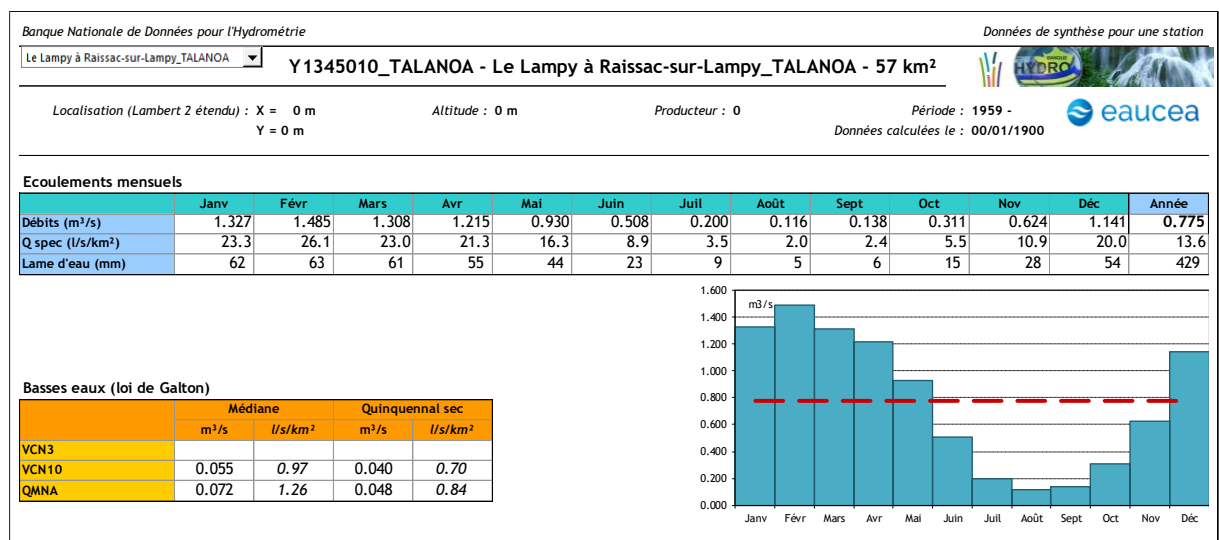
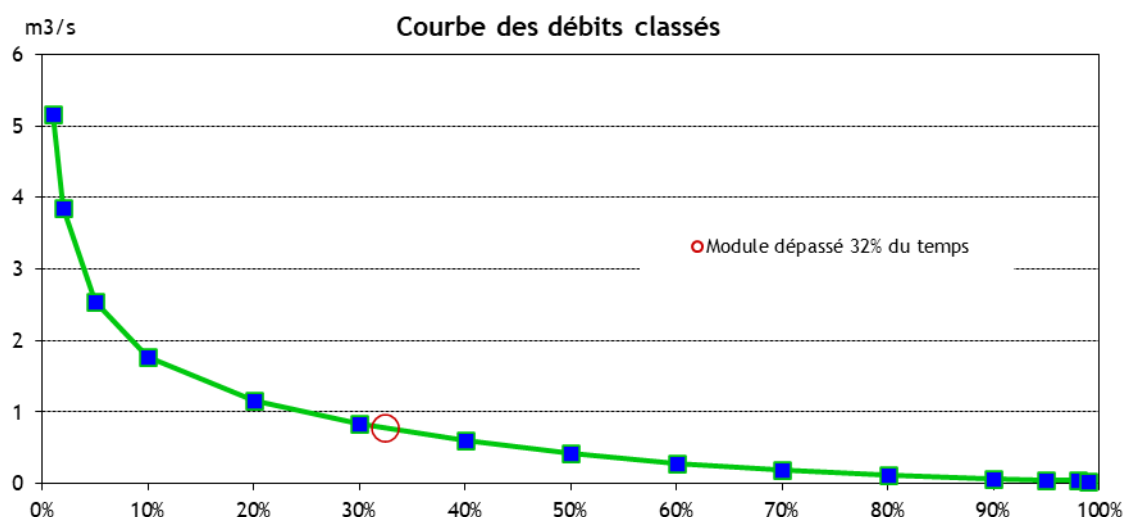


Figure 149 : Principaux indicateurs hydrologiques de la montagne noire établi sur le Lamy.

Valeurs de référence des débits naturels					
Cours d'eau	Bassin versant à la station km ²	Module L/s	QMNA 2 L/s	QMNA5 L/s	VCN10 1/5 L/s
Lamy Station hydro	57	775	72	48	40
Lamy Site débit bio	51	693	64	43	36
Tenten	48	653	61	40	34
Vernassonne	33	449	42	28	23

Nous retiendrons le QMNA2 comme valeur de référence des étiages fréquents et le module comme valeur maximale testée.

La courbe des débits classés permet de décrire la fréquence de dépassement de différentes valeurs de débit. Cet indicateur sera utile pour évaluer le réalisme ou non de certaines valeurs « idéales » mais trop rarement observée pour être prise en compte dans une analyse centrée sur les étiages.

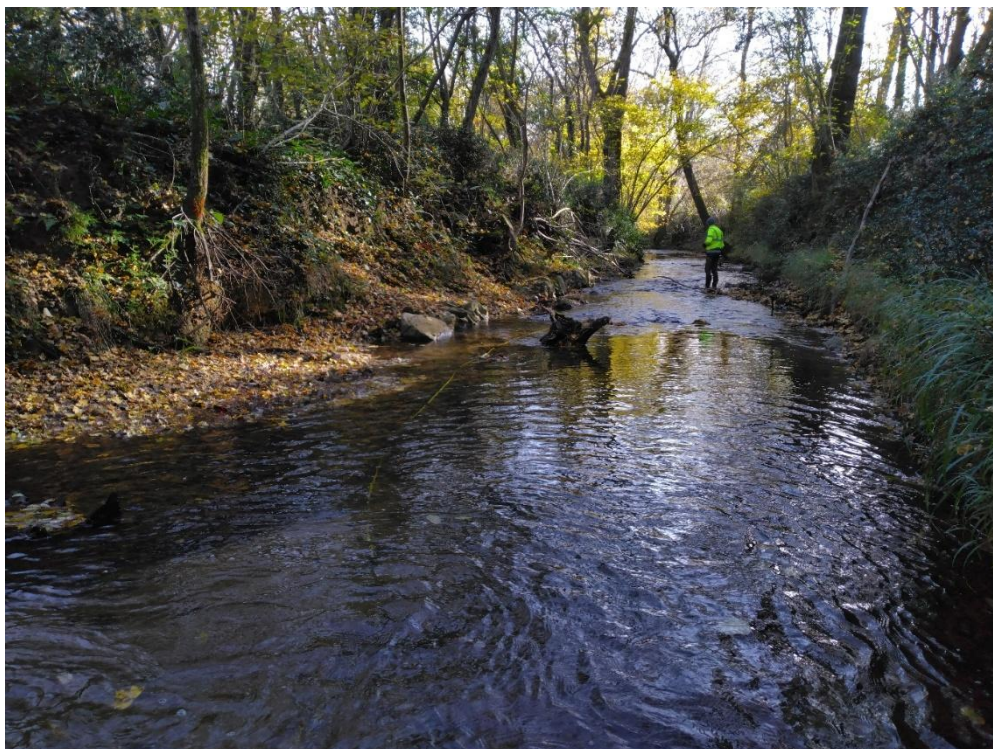


Débits classés

Données calculées sur 23 742 jours

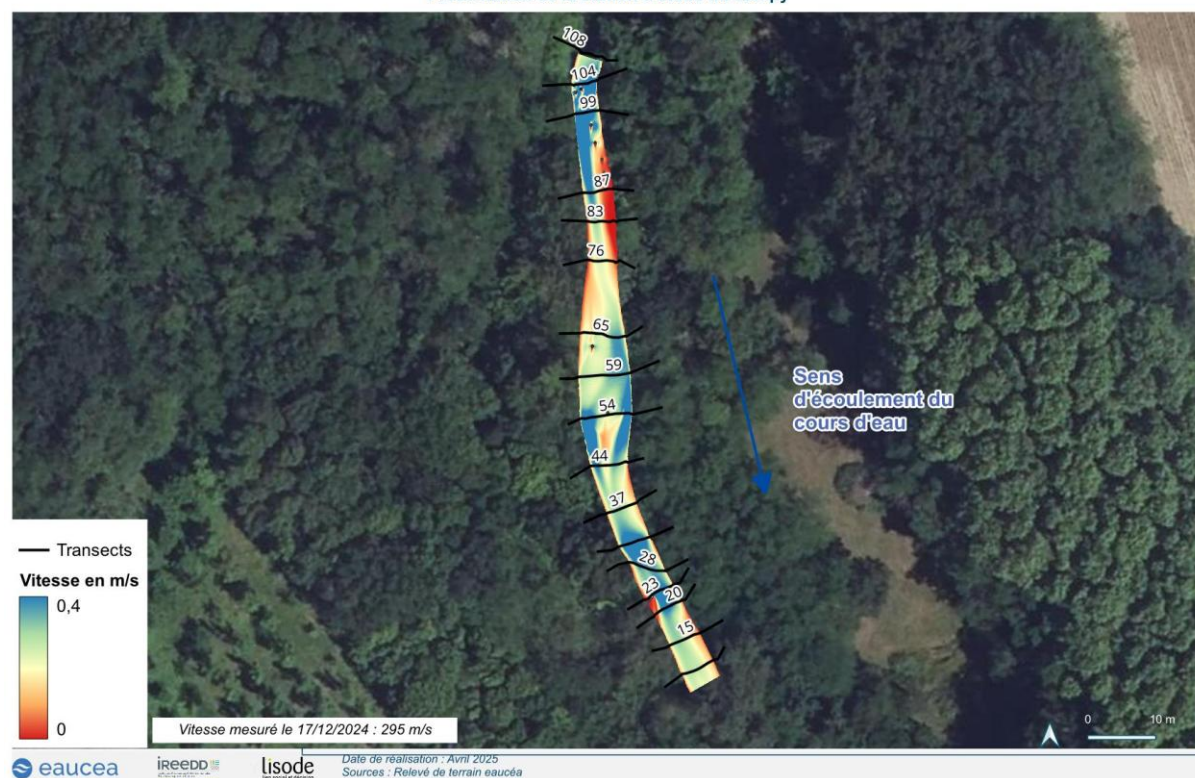
Fréquence	0.99	0.98	0.95	0.9	0.8
Débits (m³/s)	5.17	3.85	2.55	1.78	1.15
Fréquence	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
Débits (m³/s)	0.83	0.60	0.43	0.29	0.19
Fréquence	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Débits (m³/s)	0.11	0.07	0.05	0.04	0.04

4.6.3 Le Lampy



Projet de territoire pour la gestion de la ressource en eau PTGE AUDE

Présentation de la station d'étude du Lampy



4.6.3.1 Calage hydraulique

La station modélisée couvre un linéaire de 98 m. Le calage hydraulique est bon.

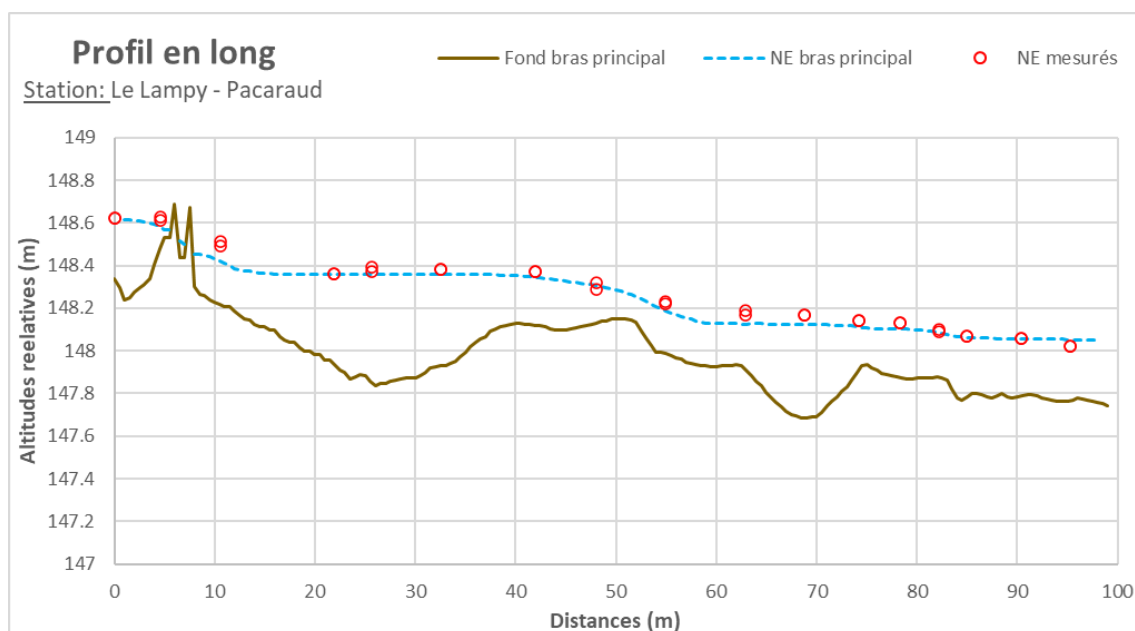


Figure 150 : Calage hydraulique de la ligne d'eau

4.6.3.2 Variables physiques débit-dépendantes

- Surface mouillée

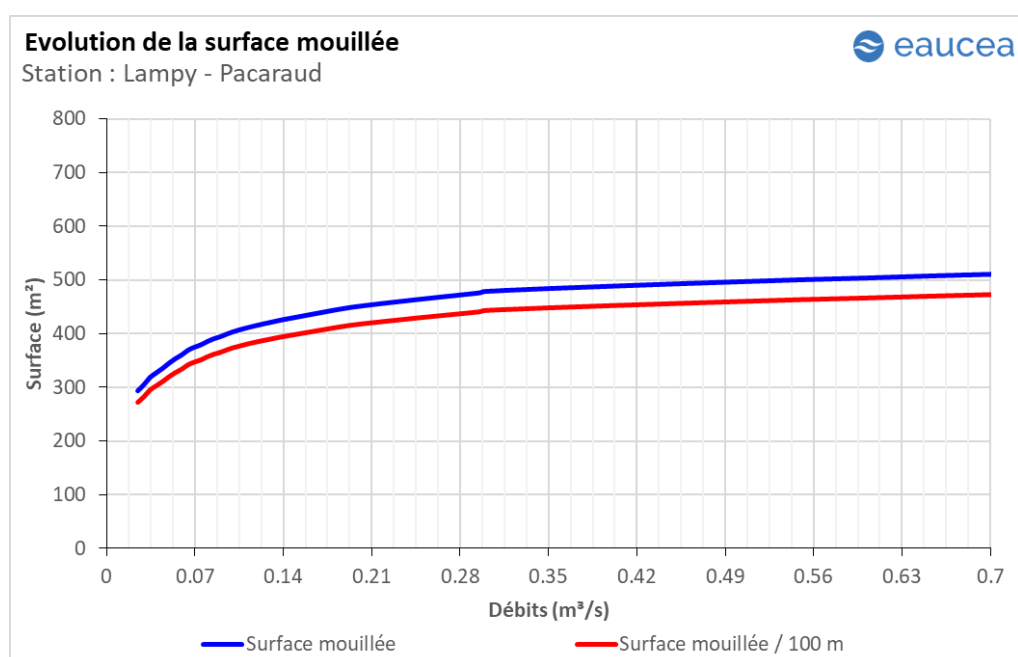


Figure 151 : Evolution de la surface mouillée – station de Lampy-Pacaraud

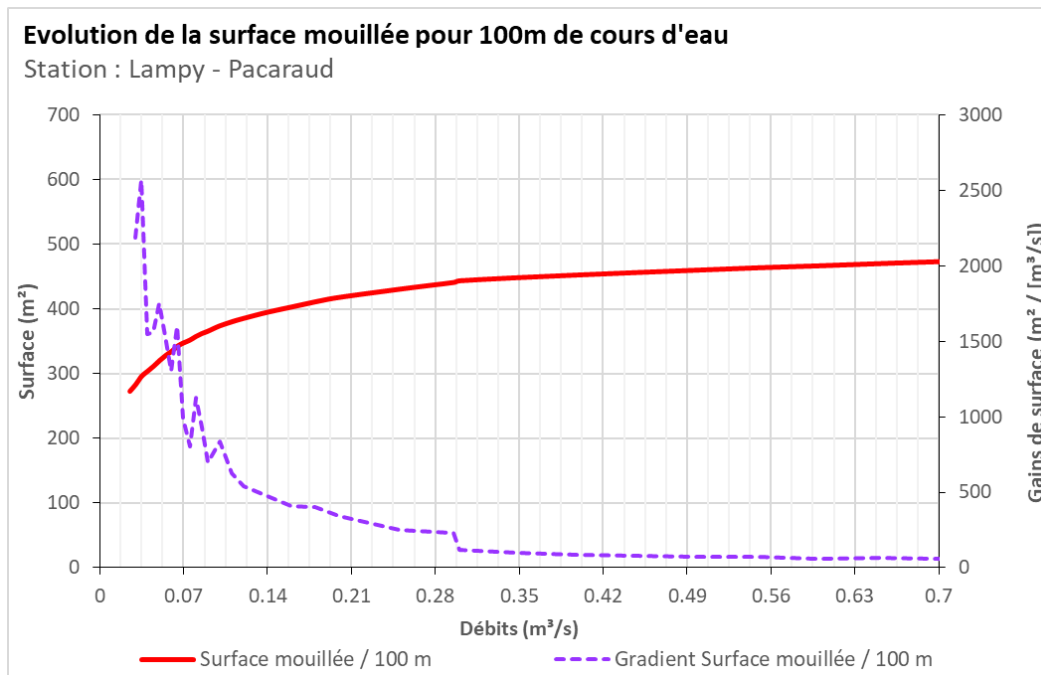


Figure 152 : Evolution de la surface mouillée pour 100 de cours d'eau - station de Lampy-Pacarand

Le domaine de forte sensibilité de la surface mouillée au débit se situe jusqu'à environ 150 L/s, valeur non atteinte en moyenne mensuelle naturelle en aout.

- Vitesse de l'eau et diversité des habitats benthiques

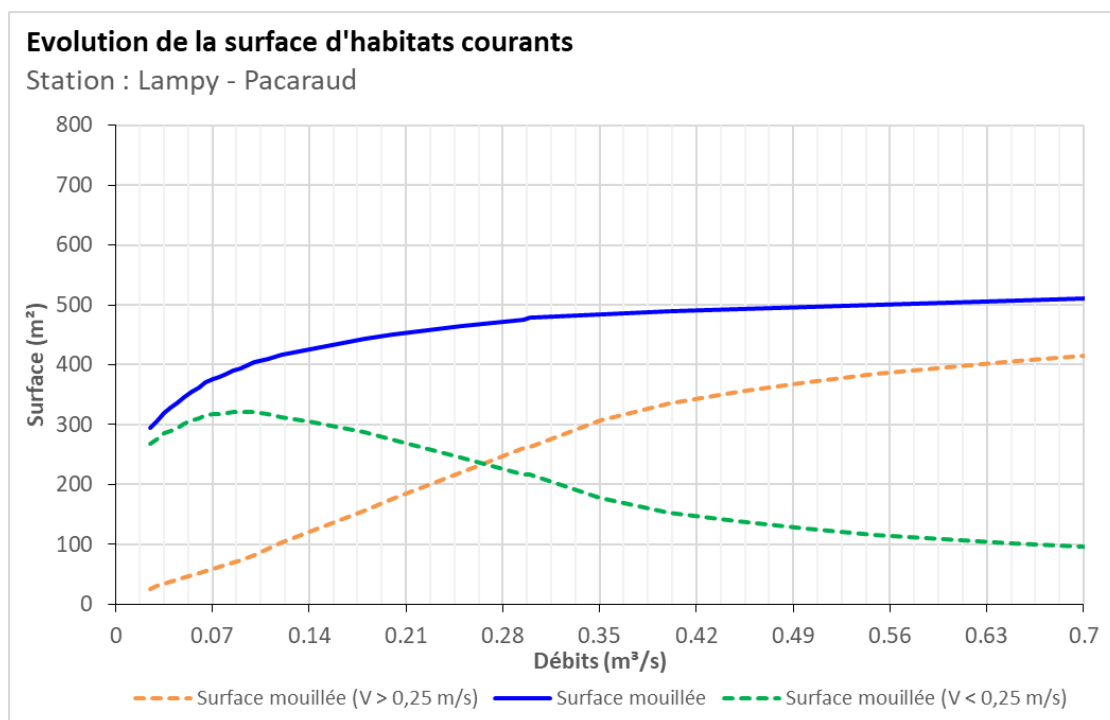


Figure 153 : Evolution de la surface d'habitat courants - station de Lampy-Pacarand

Ce paramètre montre qu'un équilibre strict entre habitat rapide et lent est atteint à 280 L/s. L'objectif de maintien d'un habitat minimal « refuge » pour les espèces rhéophiles en période d'étiage nécessite un débit minimal de 35 L/s pour 10% de la surface mouillée, 70L/s (= QMNA2) pour 15% de la surface mouillée et de 100 L/s pour monter à 20% de la surface mouillée.

4.6.3.3 Habitat piscicole

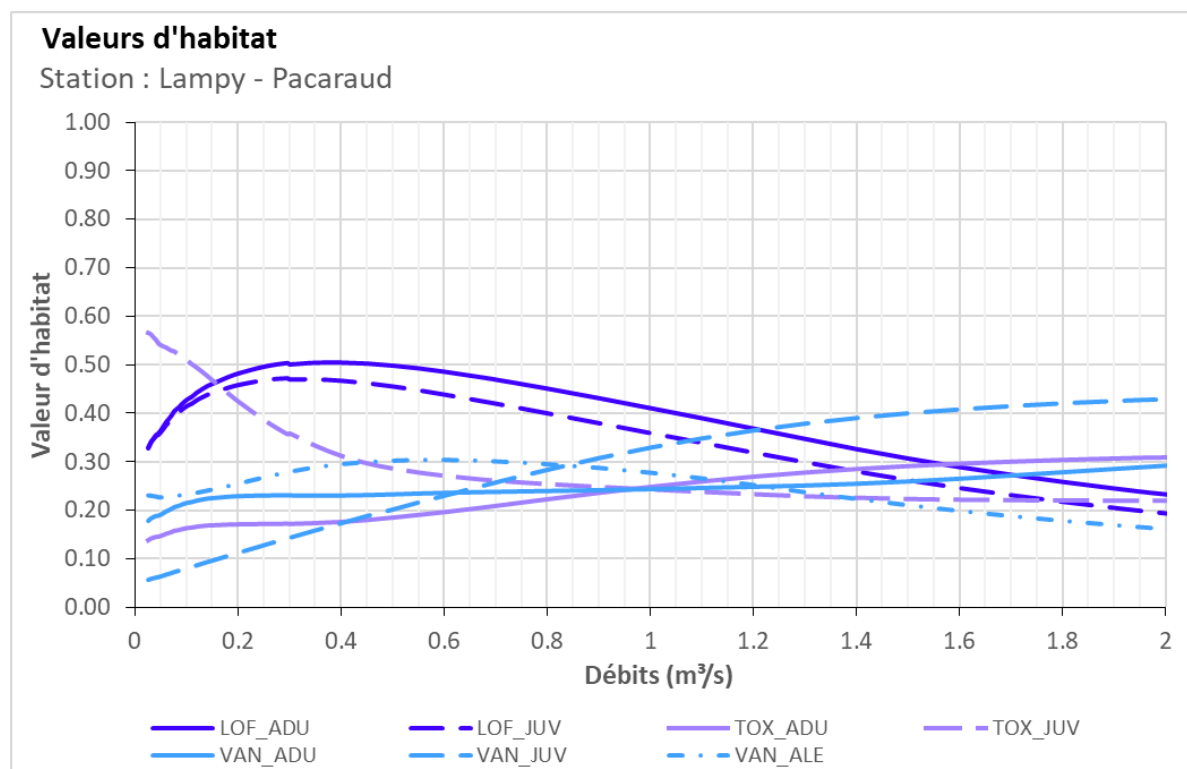


Figure 154 : Habitat piscicole – valeur d'habitat – espèces repères - station de Lampy-Pacaraud

Les valeurs d'habitats en étiage sont favorables aux petites espèces (loche franche) et aux juvéniles. En revanche, en étiage les toxostomes adultes et tous les stades de la vandoise sont limités par des profondeurs souvent insuffisantes. Dans la gamme des débits étudiés l'augmentation des vitesses avec les débits élevés n'est pas réellement limitante sauf pour les toxostomes juvéniles. La composition de ces contraintes conduit à une relative stabilité de ces valeurs d'habitat pour des débits entre l'étiage et le module.

La surface pondérée utile intègre cette évolution de la valeur d'habitat et l'augmentation de la surface mouillée surtout sensible autour de la valeur d'étiage.

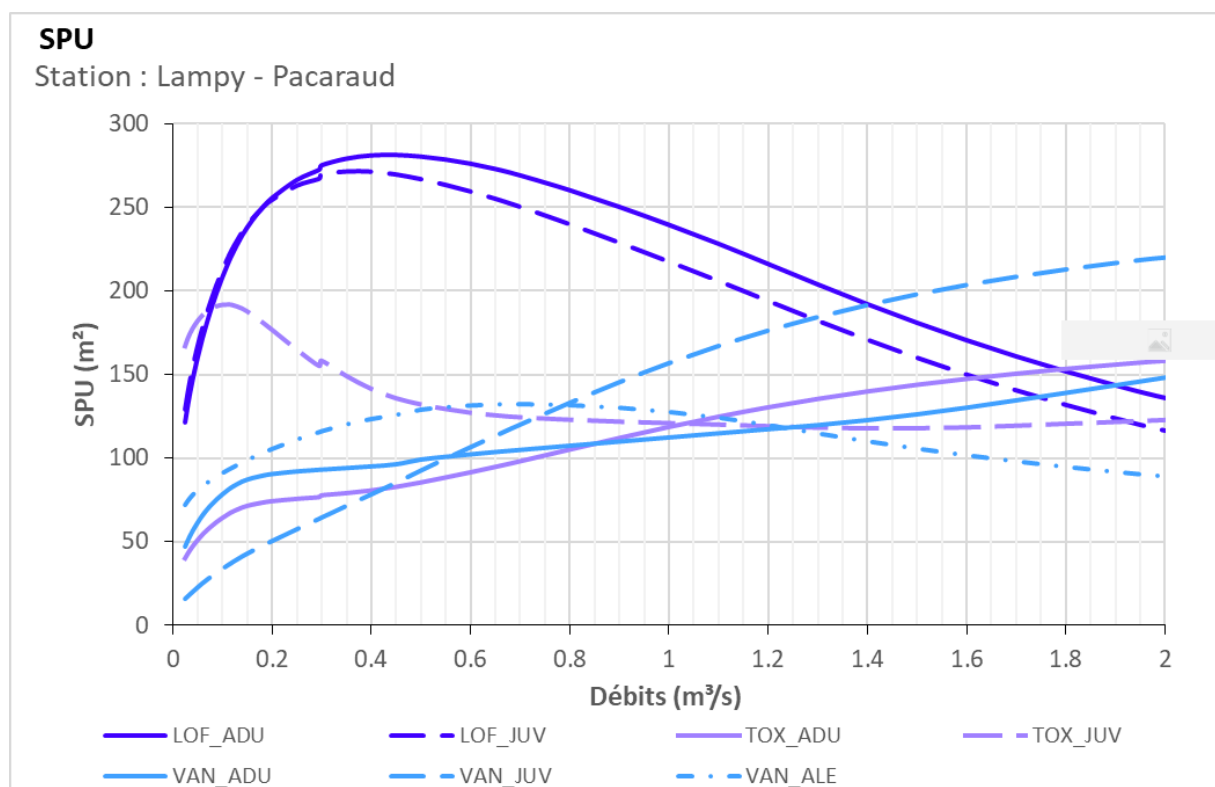
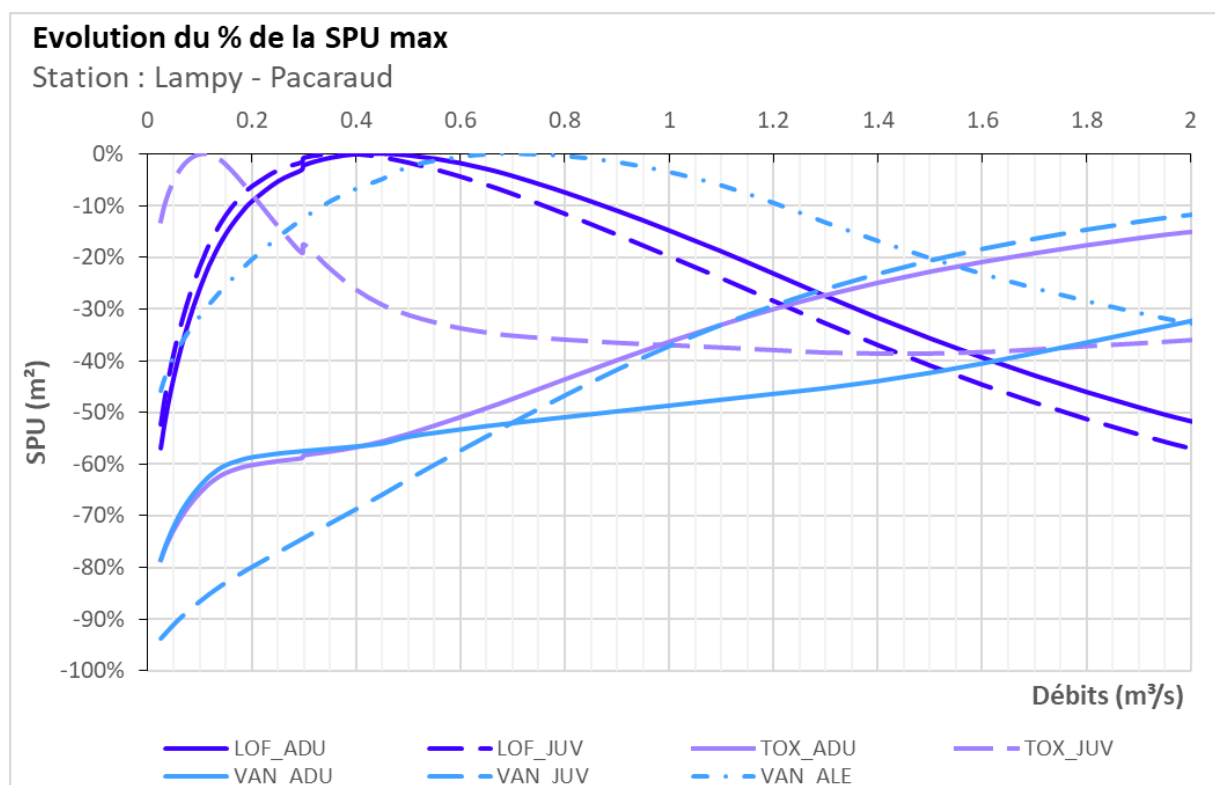
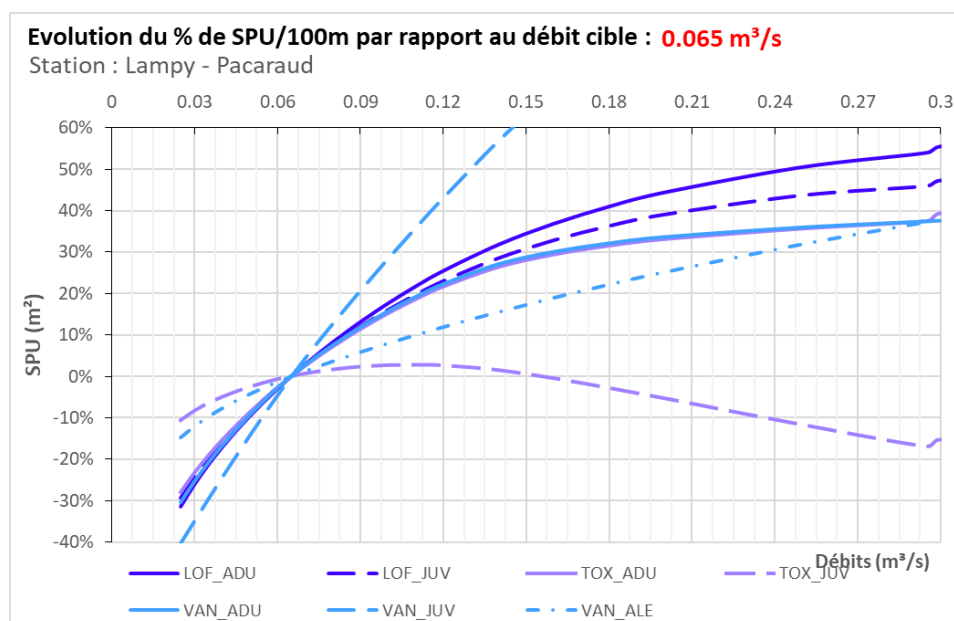


Figure 155 : Habitat piscicole – SPU m^2 et en % du maximum- station de Lampy-Pacaraud

Au-delà du module (700 L/s environ), l'habitat progresse encore pour les adultes de toxostome et pour les adultes et juvénile de vandoise. Pour cette espèce la SPU atteint 80% du maximum pour un peu plus de deux fois le module. **Il paraît donc difficile d'établir un compromis pour définir le meilleur habitat**

pour l'ensemble des espèces repères. Les espèces/stades les plus adaptées aux conditions d'étiage atteigne ou dépasse 80% de la SPU max à partir de 200 L/s. Cette valeur peut être retenue comme borne séparant la plage des débits encore admissibles et celle des débits optimums.

Le raisonnement proposé pour l'étiage se recentre donc sur l'analyse des variations du potentiel de part et d'autre de la valeur pivot des étiages retenue ici, soit le QMNA 2 naturel. Le résultat peut être présenté de façon graphique et sous la forme d'une matrice.



	Loche franche	Loche franche	Toxostome	Toxostome	Vandoise	Vandoise	Vandoise
Débit	Adulte	Juvenile	Adulte	Juvenile	Adulte	Juvenile	Alevin
0.025	-31%	-29%	-28%	-11%	-31%	-40%	-15%
0.03	-26%	-24%	-23%	-8%	-25%	-35%	-12%
0.035	-21%	-20%	-19%	-7%	-21%	-30%	-10%
0.04	-17%	-16%	-15%	-5%	-17%	-24%	-8%
0.045	-13%	-12%	-12%	-4%	-13%	-19%	-6%
0.05	-10%	-9%	-9%	-3%	-9%	-14%	-4%
0.055	-6%	-6%	-6%	-2%	-6%	-9%	-3%
0.06	-3%	-3%	-3%	-1%	-3%	-5%	-1%
0.065	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0.07	3%	3%	3%	1%	3%	4%	1%
0.075	6%	5%	5%	1%	5%	9%	2%
0.08	8%	8%	7%	2%	7%	13%	4%
0.085	11%	10%	9%	2%	10%	17%	5%
0.09	13%	12%	11%	2%	12%	21%	6%
0.1	18%	16%	15%	3%	16%	28%	8%
0.11	22%	20%	19%	3%	19%	36%	10%
0.12	25%	23%	22%	3%	22%	43%	12%
0.14	32%	28%	26%	1%	27%	57%	16%
0.16	37%	33%	29%	-1%	30%	69%	19%
0.18	41%	36%	32%	-3%	32%	81%	22%
0.2	44%	39%	33%	-5%	34%	92%	25%
0.25	50%	44%	36%	-12%	36%	119%	32%
0.295	54%	46%	38%	-17%	37%	143%	37%
0.3	55%	47%	39%	-15%	38%	146%	38%

Figure 156 Sensibilité des habitats aux variations de débits autour du QMNA2

L'analyse montre que pour l'ensemble des espèces repères, 80% de la SPU du stade le plus exigeant (vandoise juvénile) observée en étiage médian serait obtenu avec un débit de 45 L/s environ. Ce seuil de 80% est arbitraire mais se justifie par les incertitudes inhérentes à ces évaluations. Il sera retenu comme borne basse de la plage des débits admissibles. A 45 L/s, la baisse de SPU pour les autres cibles biologiques serait contenue à moins de 13%. Cette valeur correspond au QMNA5 naturel et à 6,5% du module.

Continuité écologique

La circulation des espèces piscicoles a été calculé sur la base d'un tirant d'eau minimum de 5 cm, en cohérence avec les espèces présentes sur ce secteur. La cartographie ci-dessous correspond à un débit de 35L/s. Les zones bleues sont plus profondes que 5 cm et l'on constate pour ce débit la possible continuité piscicole. Par prudence, une valeur de 40Ls peut être retenue comme valeur plancher.



Figure 157 Carte des *profondeurs limitantes* du Lampy à 35 L/s

Synthèse

Analyse piscicole					Paceraud		Qref									
Niveau	Critère	Code	Espec	Stade	0.025	0.035	0.045	0.055	0.065	0.075	0.085	0.095	0.105	0.115	0.125	0.135
Synthèse indicateurs principaux																
Habitat	SPU															
Habitat	Habitats rapides															
Habitat	Surface mouillée															
Habitat	Connectivité	Longitudinale														
Résultat																

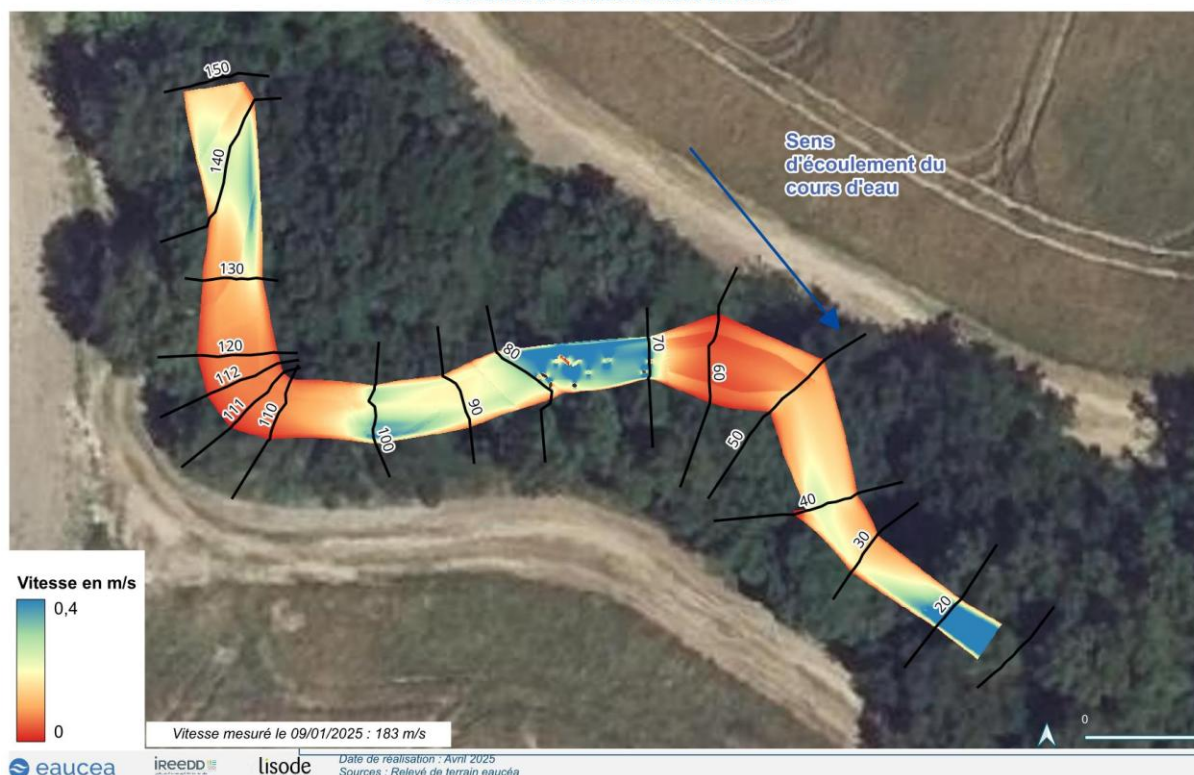
La proposition concernant cette station serait de viser un débit mensuel de 55L/s pour maintenir un habitat admissible en étiage et de ne pas descendre en dessous de 40L/s en débits journaliers pour garantir la circulation piscicole. La plage de débit biologique est assez étendue au-delà des débits d'étiage.

4.6.4 Le Tenten



Projet de territoire pour la gestion de la ressource en eau PTGE AUDE

Présentation de la station d'étude du Tenten



4.6.4.1 Calage hydraulique

La station modélisée couvre un linéaire de 98 m. Le calage hydraulique est bon.

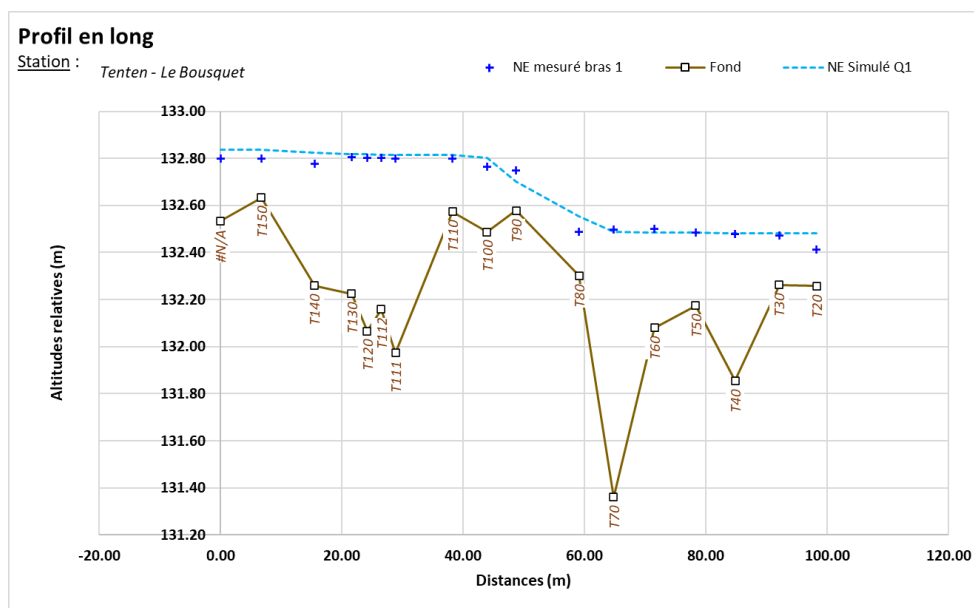


Figure 158 : Calage hydraulique de la ligne d'eau

4.6.4.2 Variables physiques débit-dépendantes

- Surface mouillée

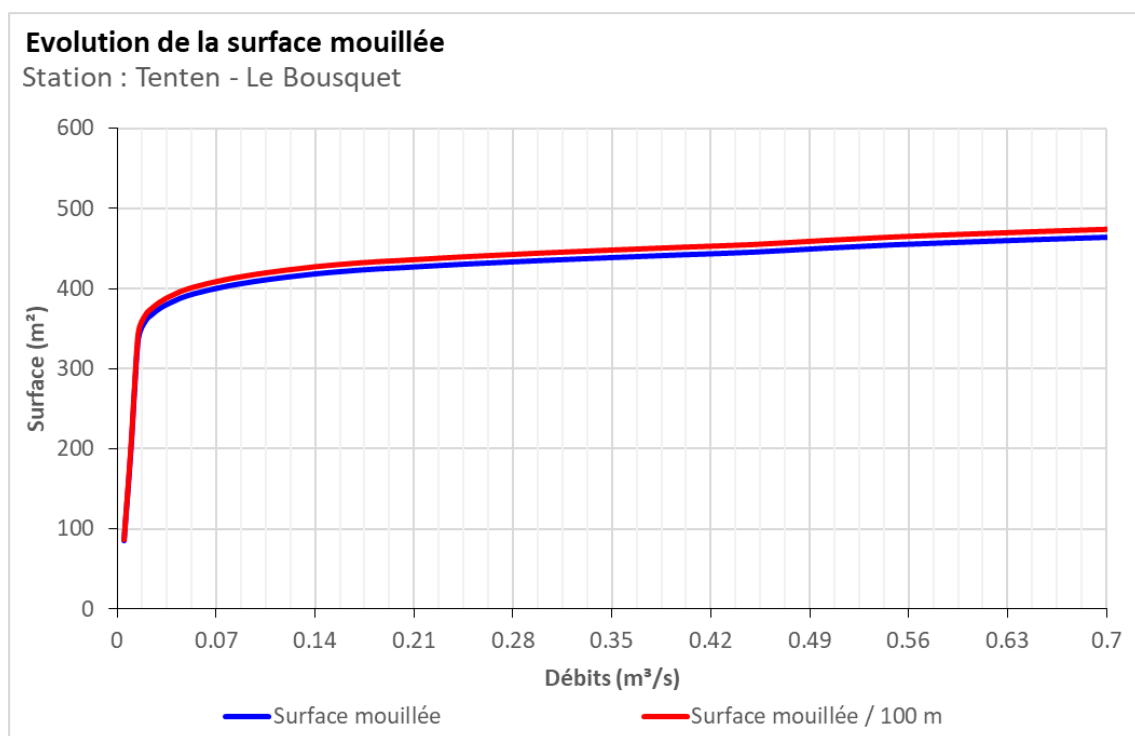


Figure 159 : Evolution de la surface mouillée – station de Tenten-Le Bousquet

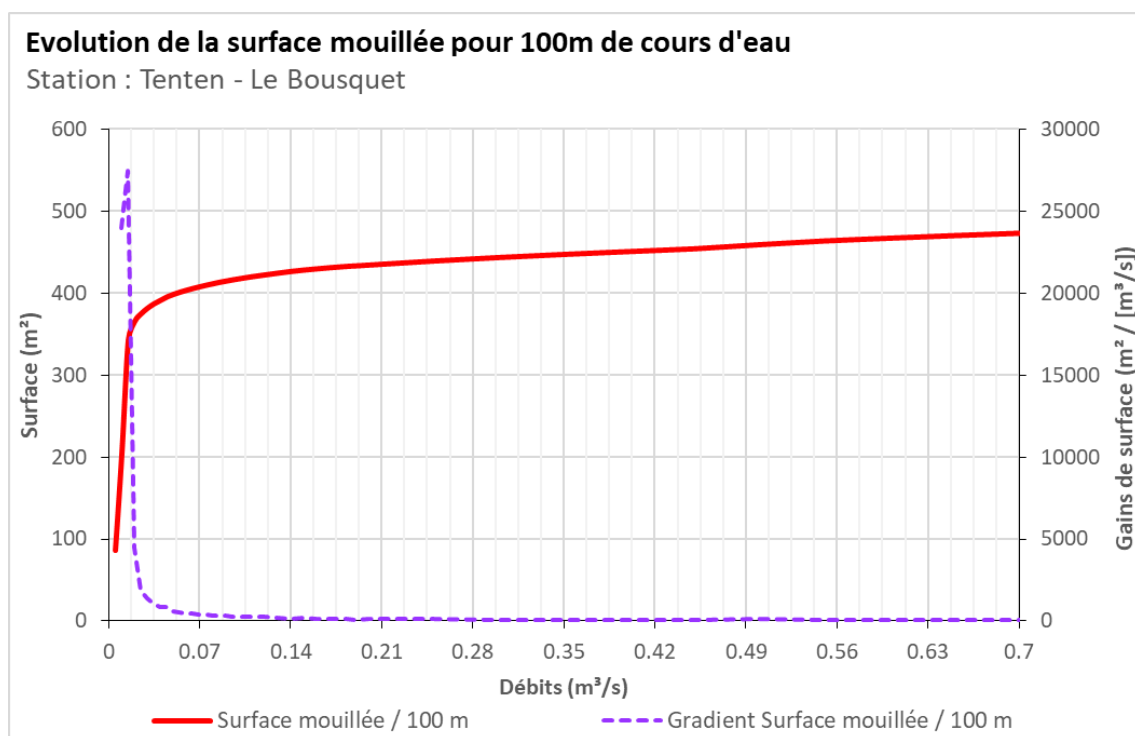


Figure 160 : Evolution de la surface mouillée pour 100 de cours d'eau - station de Tenten-Le Bousquet

Le domaine de forte sensibilité de la surface mouillée au débit se situe jusqu'à environ 30 L/s, valeur dépassée naturellement en VCN10 /5.

- Vitesse de l'eau et diversité des habitats benthiques

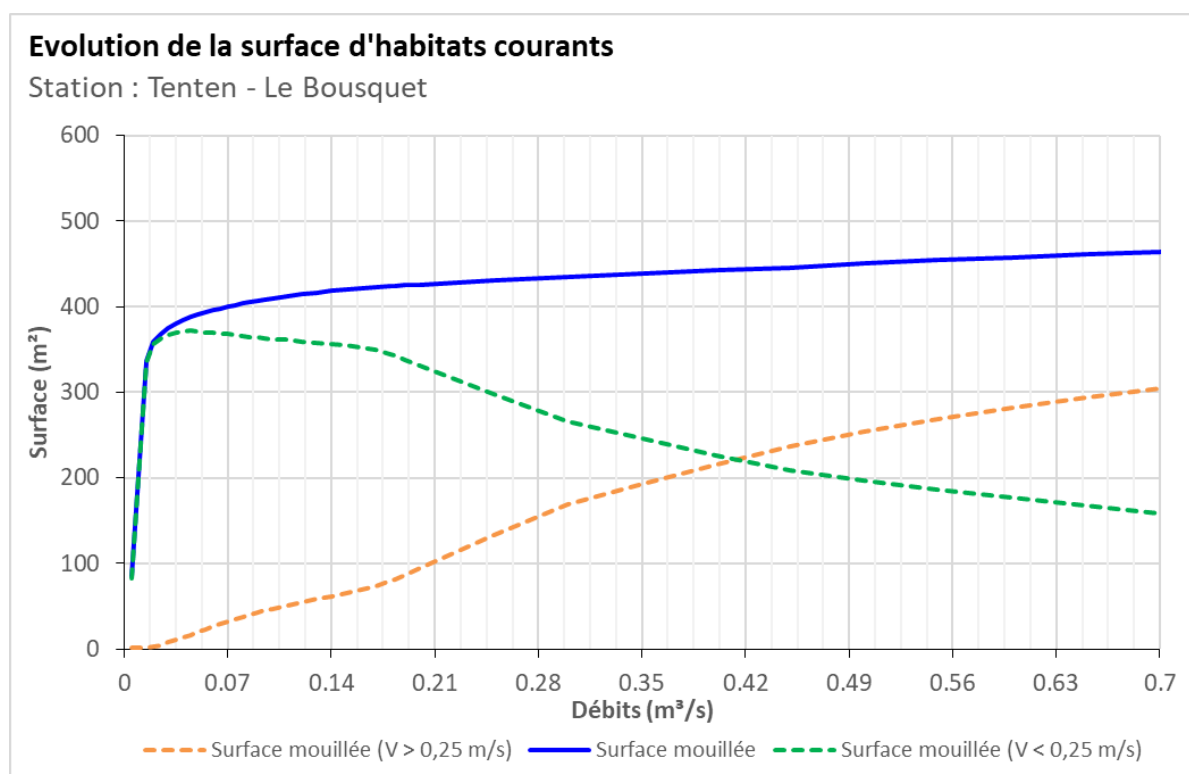


Figure 161 : Evolution de la surface d'habitat courants - station de Tenten-Le Bousquet

Ce paramètre montre qu'un équilibre strict entre habitat rapide et lent est atteint à 400 L/s soit 60% du module valeur dépassée environ 50% des jours dans l'année. L'objectif de maintien d'un habitat minimal « refuge » pour les espèces rhéophiles en période d'étiage nécessiterait un débit minimal de 85 L/s pour 10% de la surface mouillée. Ce débit est supérieur aux étiages naturels (QMNA2 = 60L/s) ce qui peut s'expliquer par la faible pente du ruisseau dans le secteur d'étude. Ce critère ne pourra pas être retenu dans l'analyse.

4.6.4.3 Habitat piscicole

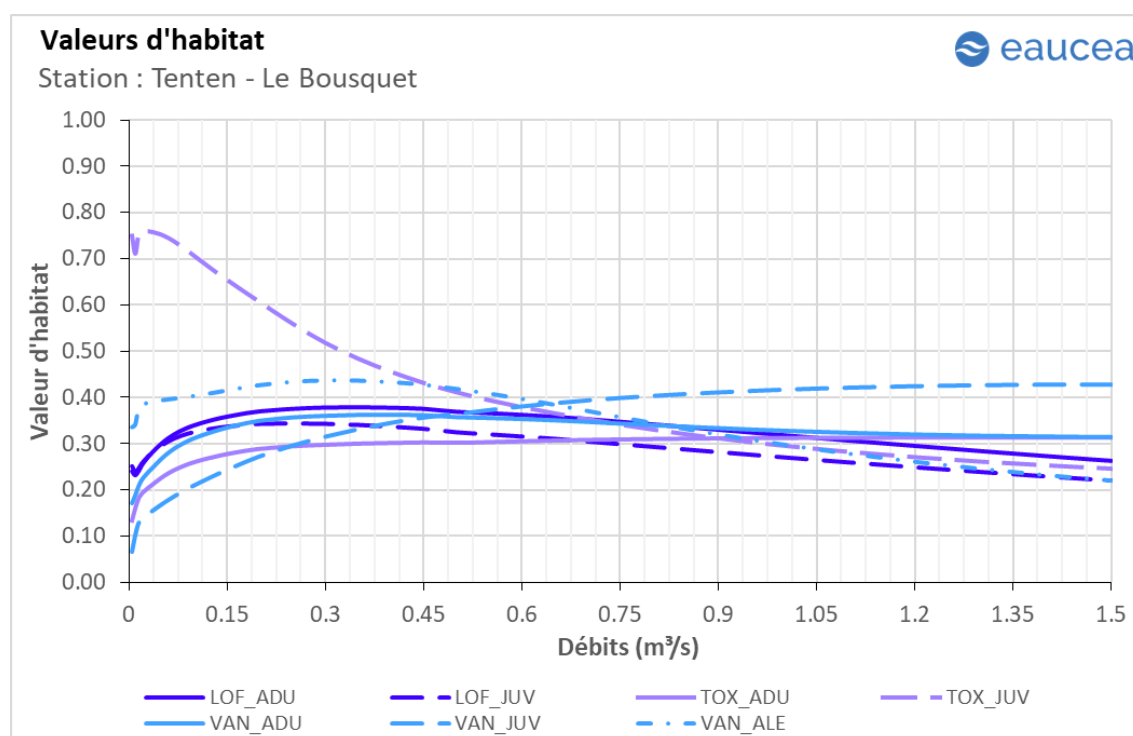


Figure 162 : Habitat piscicole – valeur d'habitat – espèces repères - station de Tenten-Le Bousquet

Les valeurs d'habitats en étiage sont favorables aux petites espèces (loche franche) et aux juvéniles. En revanche, en étiage les toxostomes adultes et tous les stades de la vandoise sont limités par des profondeurs souvent insuffisantes. Dans la gamme des débits étudiés l'augmentation des vitesses avec les débits élevés n'est pas réellement limitante sauf pour les toxostomes juvéniles. La composition de ces contraintes conduit à une relative stabilité de ces valeurs d'habitat pour des débits au-delà de 50L/s environ.

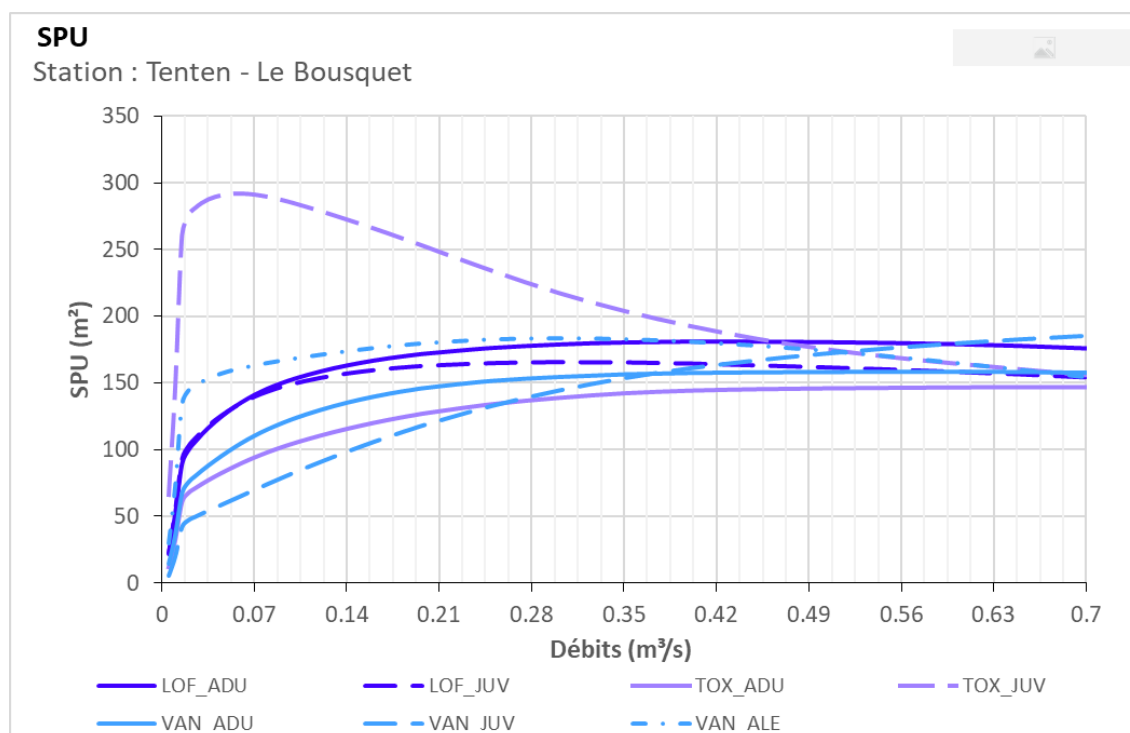
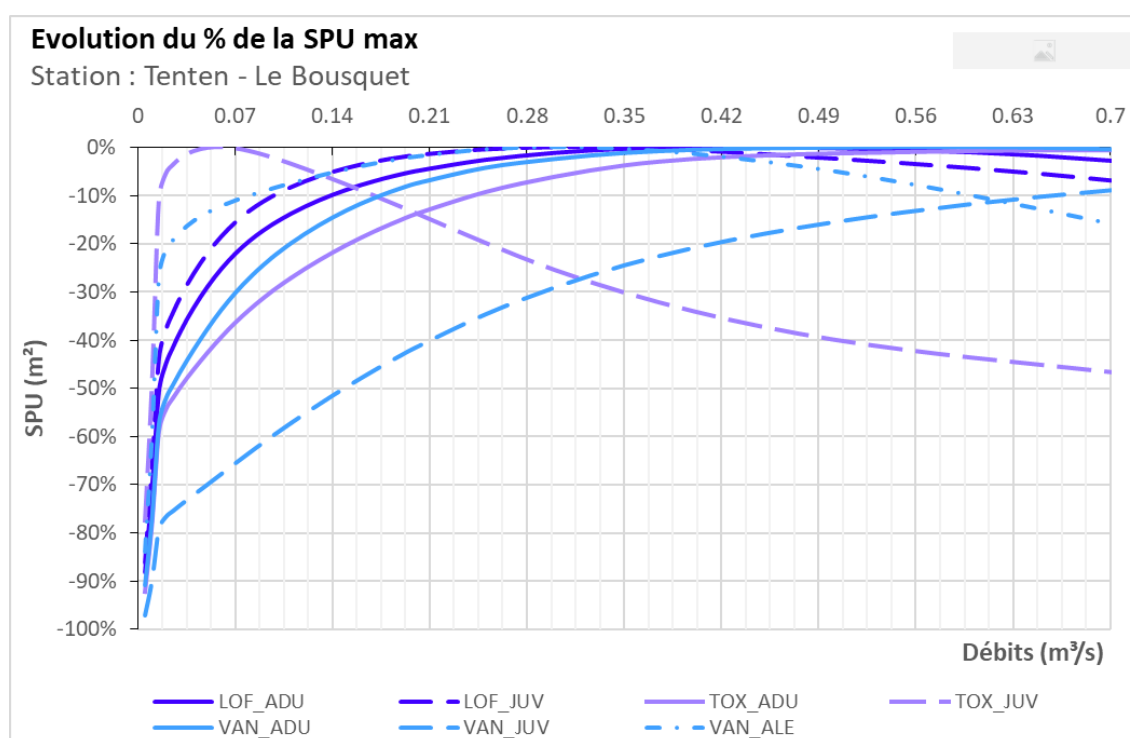


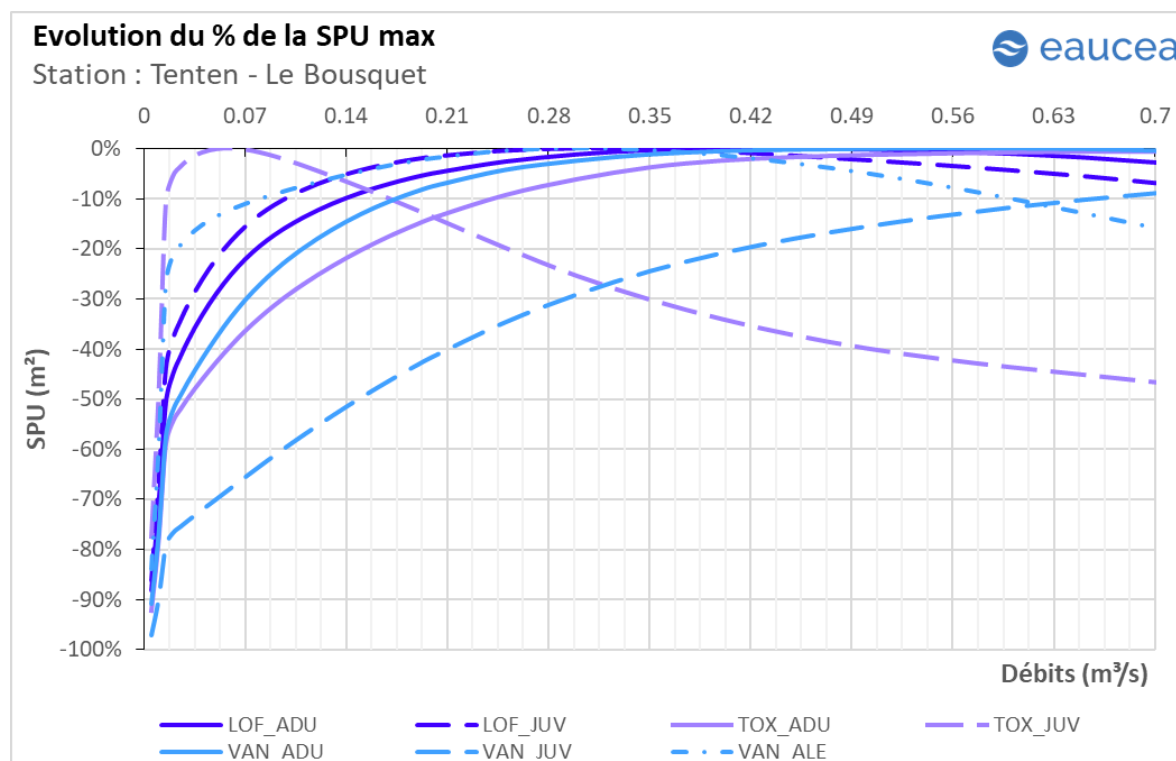
Figure 163 : Habitat piscicole – SPU m^2 et en % du maximum- station de Tenten-Le Bousquet

La surface pondérée utile intègre cette évolution de la valeur d'habitat et l'augmentation de la surface mouillée surtout sensible autour de la valeur d'étiage.

Au-delà du module (660 L/s environ), l'habitat progresse encore pour les juvéniles de vandoise mais reste stable pour les autres espèces et stades, sauf pour la loche franche adulte qui est pénalisée par

les vitesses élevées. Pour la vandoise juvénile, la SPU atteint 80% du maximum pour un peu plus de 400L/s. **Il paraît donc difficile d'établir un compromis pour définir le meilleur habitat pour l'ensemble des espèces repères. Les autres espèces/stades les plus adaptées aux conditions d'étiage atteignent ou dépasse 80% de la SPU max à partir de 120 L/s. Cette valeur peut être retenue comme borne séparant la plage des débits encore admissibles et celle des débits optimums.**

Le raisonnement proposé pour l'étiage se recentre donc sur l'analyse des variations du potentiel de part et d'autre de la valeur pivot des étiages retenue ici, soit le QMNA 2 naturel. Le résultat peut être présenté de façon graphique et sous la forme d'une matrice.



	Loche franche	Loche franche	Toxostome	Toxostome	Vandoise	Vandoise	Vandoise
Débit	Adulte	Juvenile	Adulte	Juvenile	Adulte	Juvenile	Alevin
0.005	-84%	-83%	-87%	-77%	-86%	-91%	-82%
0.01	-61%	-59%	-64%	-49%	-65%	-69%	-54%
0.015	-34%	-31%	-33%	-11%	-36%	-36%	-17%
0.02	-27%	-24%	-25%	-5%	-28%	-28%	-10%
0.025	-22%	-20%	-21%	-4%	-24%	-25%	-8%
0.03	-18%	-16%	-18%	-2%	-20%	-21%	-6%
0.035	-14%	-13%	-15%	-1%	-16%	-17%	-5%
0.04	-11%	-10%	-12%	-1%	-13%	-14%	-4%
0.045	-8%	-7%	-9%	0%	-10%	-11%	-3%
0.05	-5%	-5%	-6%	0%	-6%	-7%	-2%
0.055	-3%	-2%	-3%	0%	-3%	-4%	-1%
0.06	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	0%
0.065	2%	1%	2%	0%	2%	3%	1%
0.07	4%	3%	4%	0%	5%	6%	1%
0.075	6%	5%	7%	0%	7%	9%	2%
0.08	7%	6%	9%	-1%	9%	13%	2%
0.085	9%	7%	11%	-1%	11%	16%	3%
0.09	10%	8%	13%	-2%	13%	19%	3%
0.095	11%	9%	14%	-2%	15%	22%	4%
0.1	13%	10%	16%	-2%	17%	26%	4%
0.11	15%	12%	20%	-3%	20%	32%	5%
0.12	17%	14%	23%	-4%	23%	38%	6%
0.13	18%	15%	25%	-6%	26%	44%	7%
0.14	20%	16%	28%	-7%	28%	49%	8%
0.15	21%	17%	31%	-8%	30%	55%	8%
0.16	23%	18%	33%	-9%	32%	60%	9%
0.17	24%	19%	35%	-10%	34%	66%	10%
0.18	25%	19%	37%	-11%	36%	71%	10%
0.183	25%	19%	38%	-12%	36%	72%	11%
0.19	26%	20%	39%	-12%	37%	76%	11%
0.2	26%	20%	41%	-14%	39%	80%	12%
0.25	30%	22%	49%	-20%	44%	101%	13%
0.3	31%	22%	54%	-25%	46%	119%	14%

Figure 164 Sensibilité des habitats aux variations de débits autour du QMNA2

L'analyse montre que pour l'ensemble des espèces repères, 80% de la SPU du stade le plus exigeant (vandoise juvénile) observée en étiage médian serait obtenu avec un débit de 30 L/s environ. Ce seuil de 80% est arbitraire mais se justifie par les incertitudes inhérentes à ces évaluations. Il sera retenu comme borne basse de la plage des débits admissibles. A 40 L/s, valeur correspondant au QMNA5 naturel la baisse de SPU pour les autres cibles biologiques serait contenue à moins de 10%.

Continuité écologique

La circulation des espèces piscicoles a été calculé sur la base d'un tirant d'eau minimum de 5 cm, en cohérence avec les espèces présentes sur ce secteur. La cartographie ci-dessous correspond à un débit

de 25L/s. Les zones bleues sont plus profondes que 5 cm et l'on constate pour ce débit la possible continuité piscicole. Par prudence, une valeur de 30L/s peut être retenue comme valeur plancher.



Figure 165 Carte des profondeurs limitantes du Tenten à 25 L/s

Synthèse

La proposition concernant cette station serait de viser un débit mensuel de 30 L/s pour maintenir un habitat admissible en étiage. Cette valeur basse s'explique par la topographie du site qui présente plus de zones lentes que de radier et de rapide et donc sont assez peu sensible au débit. Ces macrohabitats ne permettent cependant pas de garantir le maintien de surface favorable aux invertébrés rhéophiles en période d'étiage.

Analyse piscicole		Le Bousquet												
Niveau	Critère	Débit en m3/s	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13
Habitat	SPU													
Habitat	Habitats rapides													
Habitat	Surface mouillée													
Habitat	Connectivité													
Résultat														

4.6.5 La Vernassonne



Projet de territoire pour la gestion de la ressource en eau PTGE AUDE

Présentation de la station d'étude de la Vernassonne



4.6.5.1 Calage hydraulique

La station modélisée couvre un linéaire de 100 m. Le calage hydraulique est bon.

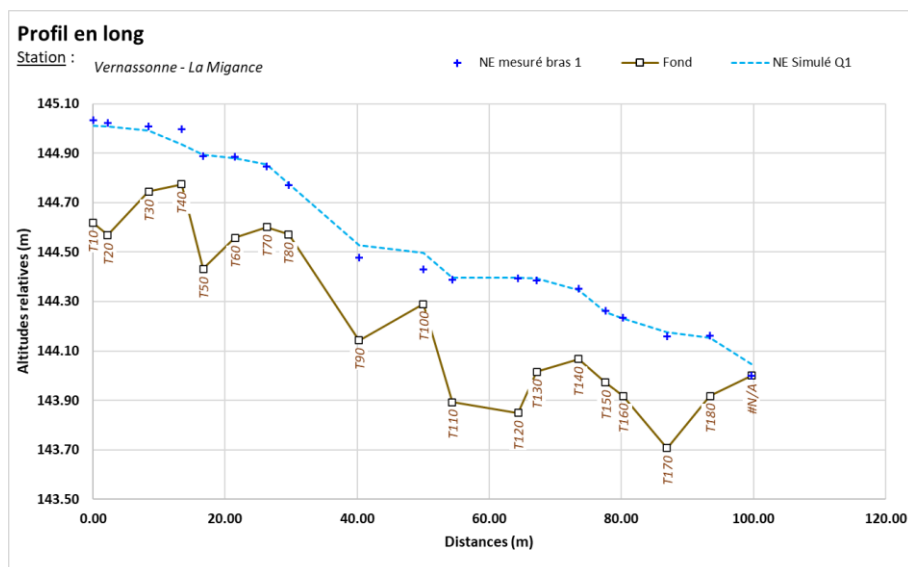


Figure 166 : Calage hydraulique de la ligne d'eau

4.6.5.2 Variables physiques débit-dépendantes

- Surface mouillée

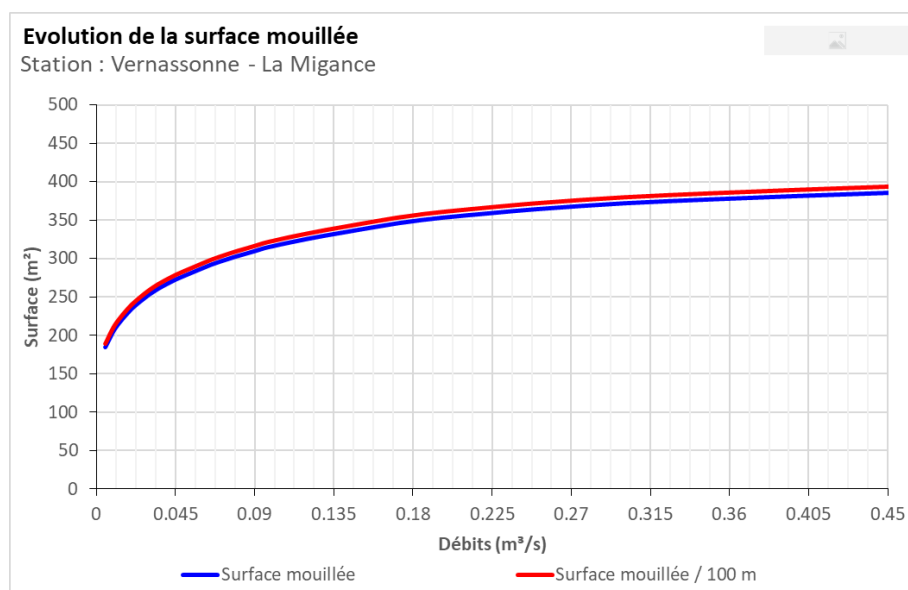


Figure 167 : Evolution de la surface mouillée – station de Vernassonne-Migance

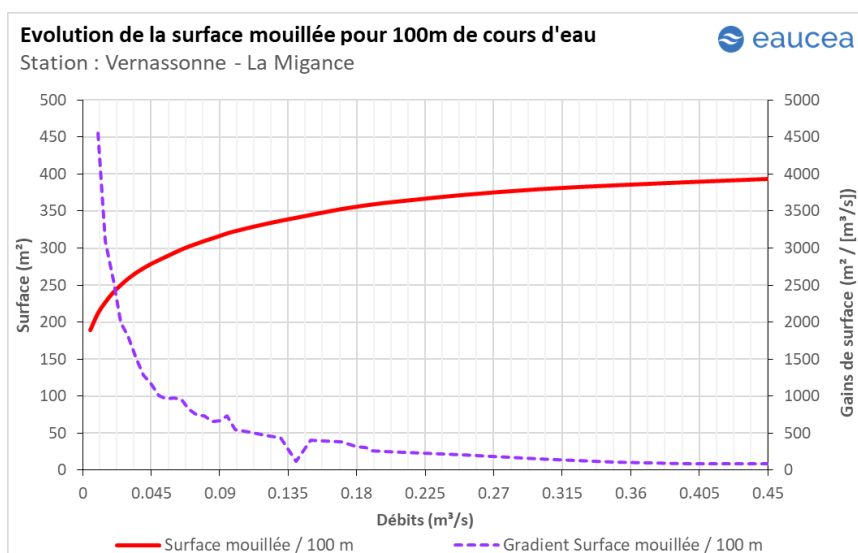


Figure 168 : Evolution de la surface mouillée pour 100 de cours d'eau - station de Vernassonne-Migance

Le domaine de forte sensibilité de la surface mouillée au débit se situe jusqu'à environ 100 L/s, valeur non atteinte en moyenne mensuelle naturelle de juillet à septembre. Pour le QMNA2, la surface mouillée représente environ 70% de ce qui est observé pour le module. Cette station se caractérise donc par un accroissement significatif de la surface mouillée entre l'étiage et les hautes eaux. Ce critère pourra difficilement être pris en compte seul.

- Vitesse de l'eau et diversité des habitats benthiques

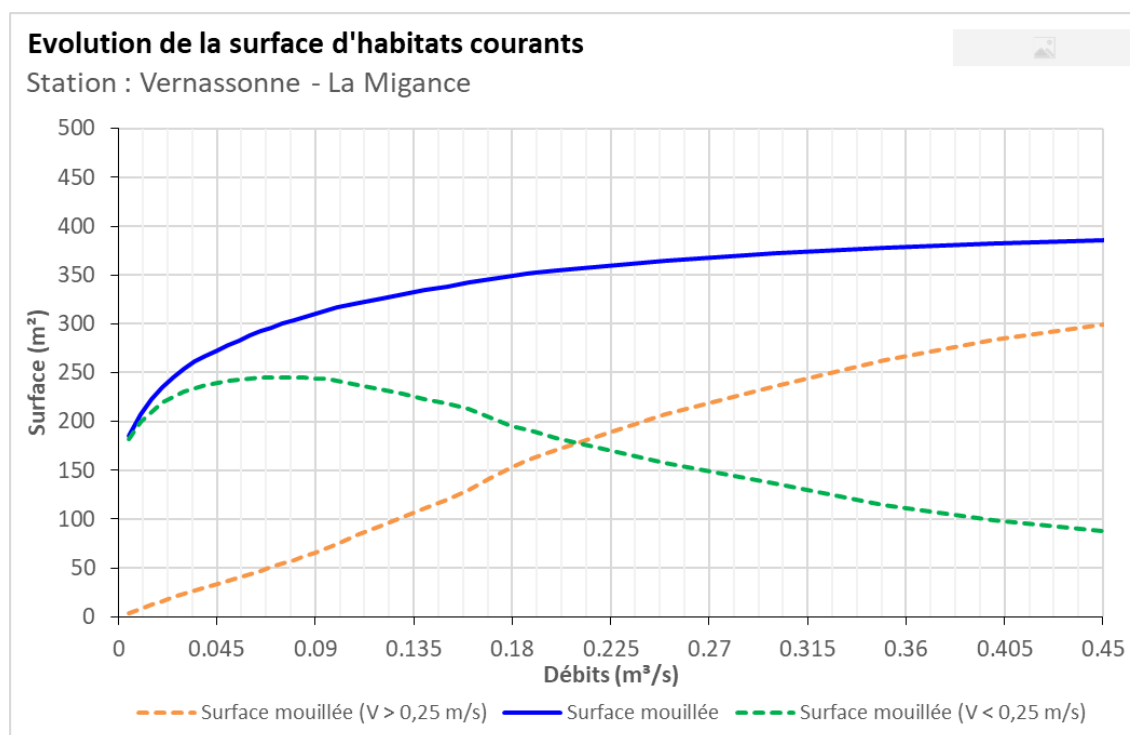


Figure 169 : Evolution de la surface d'habitat courants - station de Vernassonne-Migance

Ce paramètre montre qu'un équilibre strict entre habitat rapide et lent est atteint à 200 L/s. L'objectif de maintien d'un habitat minimal « refuge » de 10% de la surface mouillée, pour les espèces rhéophiles et en période d'étiage nécessite un débit minimal de 35 L/s, valeur intermédiaire entre le QMNA2 et le QMNA5. Au-delà de 85L/s, le taux dépasse 20%, valeur satisfaisante pour la diversité des habitats.

4.6.5.3 Habitat piscicole

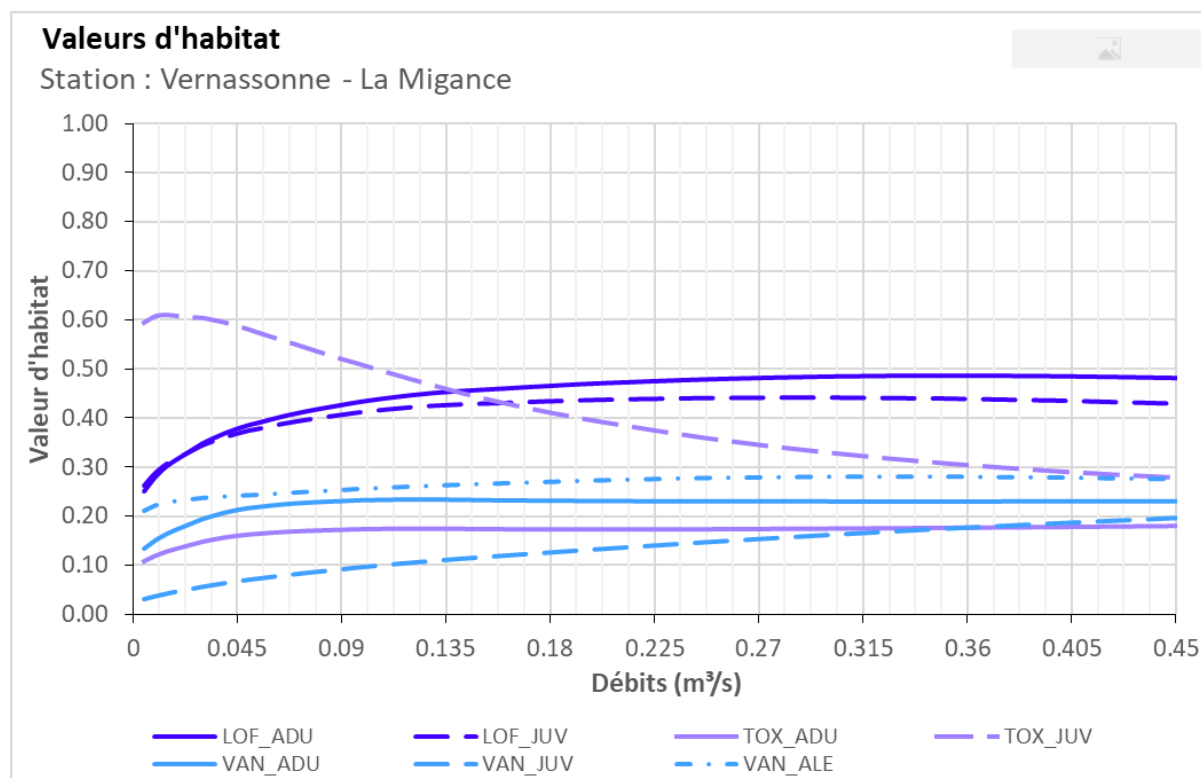


Figure 170 : Habitat piscicole – valeur d'habitat – espèces repères - station de Vernassonne-Migance

Les valeurs d'habitats en étiage sont favorables aux petites espèces (loche franche) et aux juvéniles. En revanche, en étiage les toxostomes adultes et tous les stades de la vandoise sont limités par des profondeurs souvent insuffisantes. Dans la gamme des débits étudiés l'augmentation des vitesses avec les débits élevés n'est pas réellement limitante sauf pour les toxostomes juvéniles. La composition de ces contraintes conduit à une relative stabilité de ces valeurs d'habitat pour des débits au-delà de 45 L/s environ.

La surface pondérée utile intègre cette évolution de la valeur d'habitat et l'augmentation de la surface mouillée avec le débit qui reste significative dans toute la gamme étudiée. C'est ce qui explique que l'on observe un accroissement de presque toutes les SPU avec le débit à l'exception du toxostome juvénile.

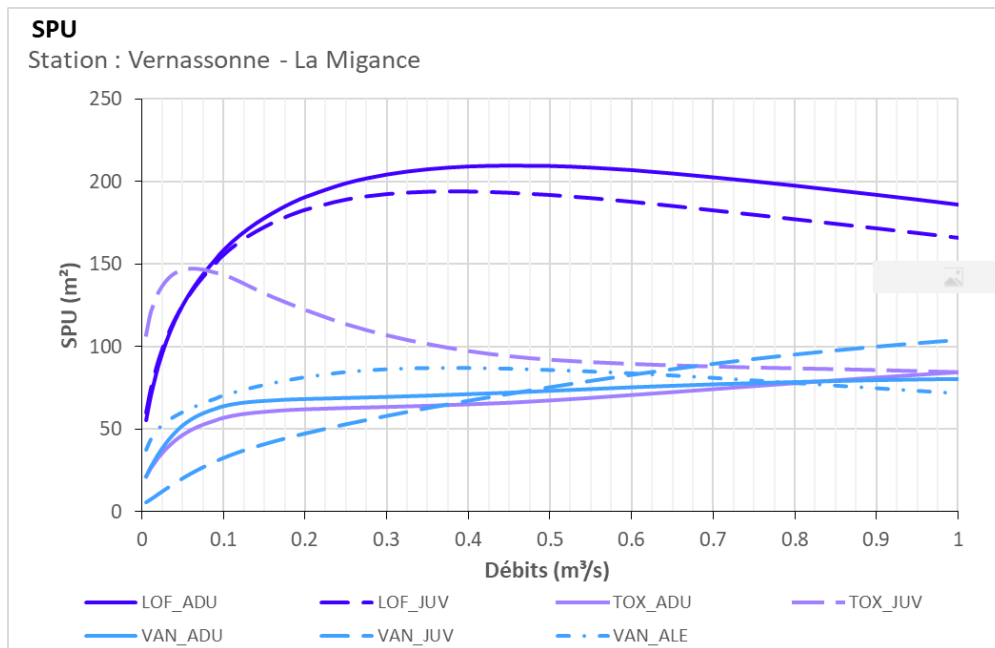
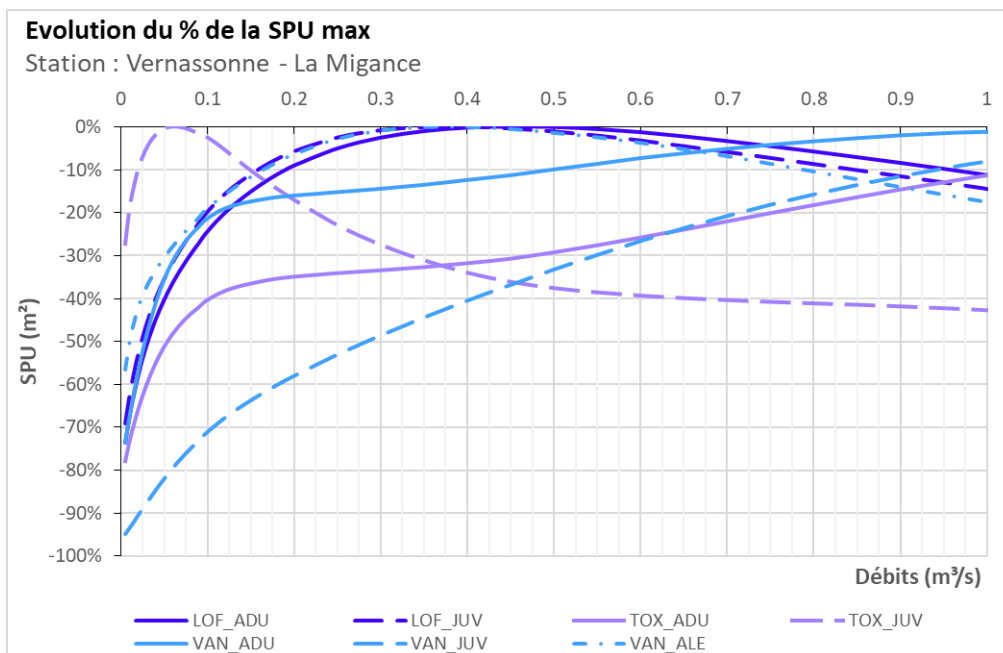
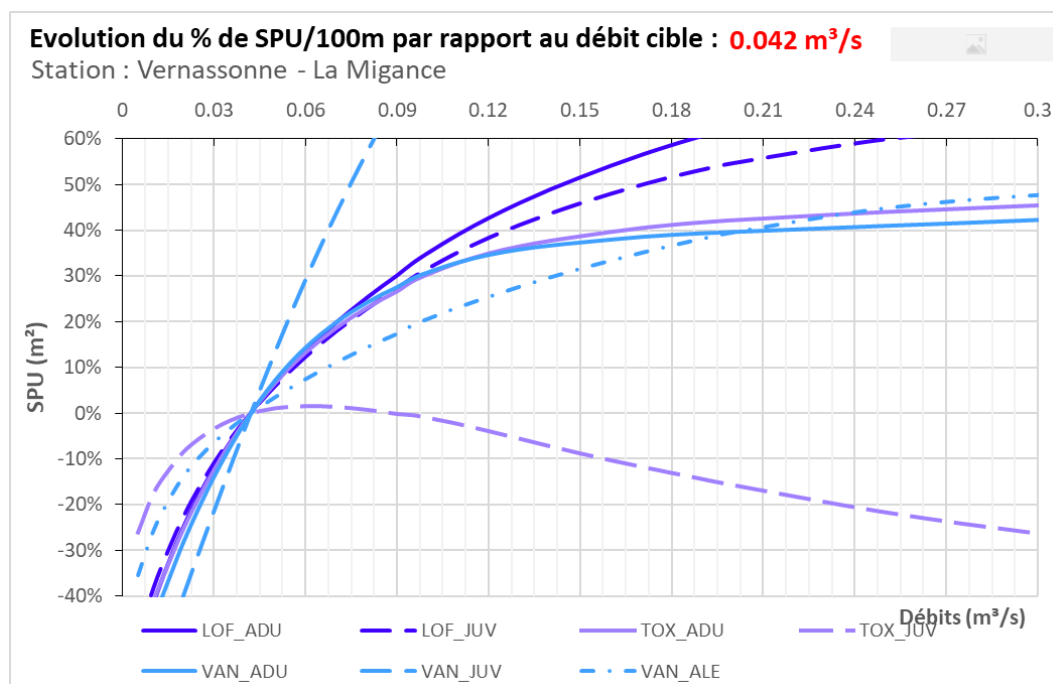


Figure 171 : Habitat piscicole – SPU m² et en % du maximum- station de Vernassonne-Migance

Au-delà du module (450 L/s environ), l'habitat progresse encore pour les adultes de toxostome et pour les adultes et juvénile de vandoise. Pour cette espèce la SPU atteint 80% du maximum pour un 700L/s. **Il paraît donc difficile d'établir un compromis pour définir le meilleur habitat pour l'ensemble des espèces repères. Les espèces/stades les plus adaptées aux conditions d'étiage atteignent ou dépassent 80% de la SPU max à partir de 120 L/s. Cette valeur peut être retenue comme borne séparant la plage des débits encore admissibles et celle des débits optimums.**

Le raisonnement proposé pour l'étiage se recentre donc sur l'analyse des variations du potentiel de part et d'autre de la valeur pivot des étiages retenue ici, soit le QMNA 2 naturel. Le résultat peut être présenté de façon graphique et sous la forme d'une matrice.



	% SPU p/r au Qref						
	LOF_ADU	LOF_JUV	TOX_ADU	TOX_JUV	VAN_ADU	VAN_JUV	VAN_ALE
	Loche franche	Loche franche	Toxostome	Toxostome	Vandoise	Vandoise	Vandoise
Débit	Adulte	Juvénile	Adulte	Juvénile	Adulte	Juvénile	Alevin
0.005	-52%	-48%	-51%	-26%	-55%	-66%	-35%
0.01	-41%	-37%	-40%	-17%	-44%	-57%	-25%
0.015	-32%	-29%	-32%	-12%	-35%	-48%	-18%
0.02	-23%	-21%	-24%	-8%	-27%	-38%	-13%
0.025	-17%	-15%	-17%	-5%	-19%	-28%	-9%
0.03	-10%	-9%	-11%	-3%	-12%	-18%	-5%
0.035	-5%	-4%	-5%	-1%	-6%	-9%	-3%
0.04	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0.045	4%	4%	5%	1%	5%	9%	2%
0.05	9%	8%	9%	2%	10%	18%	5%
0.055	12%	11%	12%	2%	13%	26%	7%
0.06	16%	14%	15%	2%	17%	34%	8%
0.065	19%	17%	18%	2%	20%	42%	10%
0.07	22%	20%	21%	2%	22%	49%	12%
0.075	25%	22%	23%	2%	25%	56%	14%
0.08	27%	25%	25%	1%	27%	63%	15%
0.085	30%	27%	27%	1%	29%	69%	17%
0.09	33%	29%	29%	0%	30%	75%	19%
0.095	35%	32%	31%	0%	32%	82%	20%
0.1	37%	34%	33%	-1%	34%	88%	22%

Figure 172 Sensibilité des habitats aux variations de débits autour du QMNA2

L'analyse montre que pour l'ensemble des espèces repères, 80% de la SPU du stade le plus exigeant (vandoise juvénile) observée en étiage médian serait obtenu avec un débit de 30 L/s environ soit le QMNA5. Ce seuil de 80% est arbitraire mais se justifie par les incertitudes inhérentes à ces évaluations. Il sera retenu comme borne basse de la plage des débits admissibles.

Continuité écologique

La circulation des espèces piscicoles a été calculé sur la base d'un tirant d'eau minimum de 5 cm, en cohérence avec les espèces présentes sur ce secteur. La cartographie ci-dessous correspond à un débit de 25L/s. Les zones bleues sont plus profondes que 5 cm et l'on constate pour ce débit la possible continuité piscicole. Par prudence, une valeur de 30L/s peut être retenue comme valeur plancher.



Figure 173 Carte des *profondeurs limitantes* de la Vernassonne à 25 L/s

Synthèse

La proposition concernant cette station serait de viser un débit mensuel de 35L/s pour maintenir un habitat admissible en étiage et de ne pas descendre en dessous de 25 à 30L/s en débits journaliers pour garantir la circulation piscicole. La plage de débit biologique est assez étendue au-delà des débits d'étiage puisque cette station « valorise » de façon quasi continue chaque L/s additionnelle.

Analyse piscicole			La Migance											
Niveau	Critère	Stade	Qref											
			0.02	0.025	0.03	0.035	0.04	0.045	0.05	0.055	0.075	0.095	0.115	0.135
Habitat	SPU													
Habitat	Habitats rapides													
Habitat	Surface mouillée													
Habitat	Connectivité													
Résultat														

4.6.6 Synthèse de l'ensemble des stations montagne noire

Ces trois stations étudiées présentent des similitudes hydrologiques mais aussi des différences hydrauliques. Elles ont été étudiées pour les mêmes espèces repères et avec les mêmes critères. Il est donc intéressant de réunir ces informations pour proposer une synthèse qui pourrait être appliquée indifféremment à l'un ou l'autre de ces cours d'eau et qui serait plus robuste car limitant l'effet stationnel. La méthode consiste à ramener les valeurs proposées à un même référentiel en les divisant par la surface du bassin versant. Le tableau ci-dessous montre le caractère particulier de la station du Tenten, mais la parfaite cohérence des deux autres stations.

Valeurs de référence des débits naturels				Débit biologique en L/s		Débit biologique en L/s/km ²	
Cours d'eau	Bassin versant à la station km ²	QMNA5 L/s	VCN10 1/5 L/s	Valeur basse stricte	Valeur basse admissible	Valeur basse stricte	Valeur basse admissible
Lampy Station hydro	57	48	40			0.0	0.0
Lampy Site débit bio	51	43	36	40	55	0.78	1.08
Tenten	48	40	34	30	30	0.63	0.63
Vernassonne	33	28	23	25	35	0.76	1.06

La proposition conduirait donc à retenir les valeurs de débit spécifique suivantes pour le bassin montagne noire :

Variable hydrologique d'étiage naturel L/s/km ²			Débit biologique en L/s/km ²	
QMNA 2	QMNA5	VCN10 1/5	Valeur basse stricte	Valeur basse admissible
1.3	0.8	0.7	0.8	1.1

Les valeurs obtenues correspondent à 6% et 8% du module, ordre de grandeur cohérent avec celles déjà expertisées en 2014, sur ce même secteur. Si l'on devait retenir le site d'Alzonne soit 160 **km² de bassin versant** les valeurs seraient es suivantes.

Variable hydrologique d'étiage naturel L/s			Débit biologique en L/s	
QMNA 2	QMNA5	VCN10 1/5	Valeur basse stricte	Valeur basse admissible
208	128	112	128	176