

Etude de la valeur des débits biologiques sur le bassin de l'Aume et de la Couture

Territoire du SAGE Charente

**ESTIMATION DES DEBITS
BIOLOGIQUES**

LOT 1

**Tranche
optionnelle 1.1**

TABLE DES MATIERES

1	POSITIONNEMENT DES STATIONS « DEBITS BIOLOGIQUES »	7
2	METHODOLOGIE	10
3	CHOIX DES DEBITS : FREQUENCE ET SAISONNALITE	12
3.1	Méthode	12
3.2	Résultats	13
3.2.1	Couture	13
3.2.1	Aume	15
3.3	Choix des 4 saisons hydrologiques	19
3.3.1	Couture	20
3.3.2	Aume	21
4	ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA COUTURE AU GOUFFRE DES LOGES	25
4.1	Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique	25
4.1.1	Description de la station	25
4.1.2	Modélisation hydraulique de la station	27
4.1.3	Exploitation des résultats	31
4.2	Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)	32
4.2.1	Surface mouillée	32
4.2.2	Granulométrie de la station	33
4.2.3	Profondeur	34
4.2.4	Vitesse d'écoulement	35
4.3	Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison des hautes-eaux)	38
4.4	Connectivité longitudinale (toutes saisons)	40
4.5	Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles	42
4.5.1	Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement	42
4.5.2	Saisonnalité	44
4.5.1	Synthèse	49
4.6	Conclusion concernant les débits biologiques de la station du Gouffre des Loges (matrice)	49
5	ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE L'AUME A CHANTEMERLE	53
5.1	Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique	53
5.1.1	Description de la station	53
5.1.2	Modélisation hydraulique de la station	57
5.1.3	Exploitation des résultats	60
5.2	Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)	61
5.2.1	Surface mouillée	61
5.2.2	Granulométrie de la station	62
5.2.3	Profondeur	63
5.2.4	Vitesse d'écoulement	64
5.3	Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison des hautes-eaux)	66
5.4	Connectivité longitudinale (toutes saisons)	68
5.5	Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles	70
5.5.1	Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement	70
5.5.2	Saisonnalité	72
5.5.3	Synthèse	77
5.6	Conclusion concernant les débits biologiques de la station de Chantemerle (matrice)	78
6	ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE L'AUME AUX GOYAUDS	81
6.1	Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique	81
6.1.1	Description de la station	81
6.1.2	Modélisation hydraulique de la station	83
6.1.3	Exploitation des résultats	85

6.2	Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)	86
6.2.1	Surface mouillée	86
6.2.2	Granulométrie de la station	86
6.2.3	Profondeur	88
6.2.4	Vitesse d'écoulement	89
6.3	Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison de hautes-eaux)	91
6.4	Connectivité longitudinale (toutes saisons)	95
6.5	Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles	96
6.5.1	Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement	96
6.5.2	Saisonnalités	98
6.5.1	Synthèse.....	103
6.6	Conclusion concernant les débits biologiques de la station des Goyauds.....	104
7	ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE L'AUME AUX MARAIS.....	107
7.1	Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique.....	107
7.1.1	Description de la station	107
7.1.2	Modélisation hydraulique de la station	109
7.2	Principes du modèle.....	109
7.2.1	Calage du modèle	110
7.2.2	Simulations réalisées	111
7.2.3	Exploitation des résultats.....	111
7.3	Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons).....	112
7.3.1	Surface mouillée	112
7.3.2	Granulométrie de la station.....	113
7.3.3	Profondeur	114
7.3.4	Vitesse d'écoulement	115
7.4	Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison de hautes-eaux)	117
7.5	Connectivité longitudinale (toutes saisons)	121
7.6	Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles	122
7.6.1	Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement	122
7.6.2	Saisonnalités	124
7.6.3	Synthèse.....	129
7.7	Conclusion concernant les débits biologiques de la station des Marais.....	129
8	SYNTHESE SUR LES DEBITS BIOLOGIQUES ETIAGE ET HORS ETIAGE ET PIEZOMETRIE ASSOCIEE	133
8.1.1	Débits biologiques des stations	133
8.1.2	Piézométrie associée (à venir)	134
9	BIBLIOGRAPHIE.....	135
10	ANNEXES	136
10.1	Annexe 1 : Tableau des différentes espèces-cibles validées en COPIL par bassin.	136
10.2	Annexe 2 : Habitat des invertébrés	137

Table des figures

Figure 1 : Positionnement de la station "du Gouffre des Loges " sur la Couture.....	7
Figure 2 : Positionnement des stations "débit biologique" sur l'Aume	8
Figure 3 : Profil en long de l'Aume	8
Figure 4 : Profil en long de la Couture.....	9
Figure 5 : Débits moyens mensuels mesurés et reconstitués de la Couture	13
Figure 6: Courbe des débits journaliers classés de la Couture à Oradour	13
Figure 7: Débits caractéristiques mensualisés	14
Figure 8 : Débits moyens mensuels mesurés et reconstitués de l'Aume.....	15
Figure 9: Courbe des débits journaliers classés de l'Aume à Oradour (Moulin de Gouge).....	16
Figure 10 : Courbe des débits journaliers reconstitués et classés de l'Aume à l'aval de la confluence avec la Couture	16
Figure 11: Débits caractéristiques mensualisés à la station débit biologique de Chantemerle.....	18
Figure 12 : Débits caractéristiques mensualisés en aval de la confluence Aume/Couture	18
Figure 13 : Débits mensuels statistiques et débits classés de la Couture à Gouffre des Loges (station débit biologique)	20
Figure 14 : Débits mensuels statistiques et débits classés de l'Aume à Chantemerle (station débit biologique)	22
Figure 15 : Débits mensuels statistiques et débits classés de l'Aume en aval de la confluence avec la Couture (station reconstituée).....	23
Figure 16 : Position des transects de mesure de la station de la Couture	25
Figure 17 : Maillage de calcul et topographie de la station modélisée.....	28
Figure 18 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre) ...	29
Figure 19 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré	30
Figure 20 : Evolution de la surface mouillée au Gouffre des Loges	32
Figure 21 : Carte des substrats de la station du Gouffre des Loges	33
Figure 22: Evolution des profondeurs sur la station du Gouffre des Loges à différents débits	34
Figure 23: Evolution des vitesses d'écoulement sur la station du Gouffre des Loges à différents débits	35
Figure 24: Evolution des milieux courants sur la station du Gouffre des Loges	36
Figure 25 : Evolution de surface lotique (orange) et lentique (vert).....	37
Figure 26 : Mise en mouvement des particules sur la station du Gouffre des Loges	39
Figure 27: Connectivité de la station du Gouffre des Loges pour un seuil de 5 cm de hauteur d'eau	40
Figure 28: Connectivité de la station sur la Couture pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau.....	41
Figure 29: Valeurs d'habitat des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot du Gouffre des loges	42
Figure 30: Surfaces pondérées utiles des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot de la station du Gouffre des Loges	43
Figure 31 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique	46
Figure 32 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique	47
Figure 33: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique .	48
Figure 34 : Matrice période de basses-eaux	50
Figure 35 : Matrice des périodes de transition	51
Figure 36 : Matrice de la période de hautes-eaux.	52
Figure 37 : Position des transects de mesure de la station DMB.....	54
Figure 38 : Maillage de calcul et topographie de la station modélisée.....	57
Figure 39 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre) ...	58
Figure 40 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré	59
Figure 41 : Evolution de la surface mouillée à Chantemerle.....	61
Figure 42 : Carte des substrats de la station de Chantemerle	62
Figure 43: Evolution des profondeurs sur la station de Chantemerle à différents débits	63
Figure 44: Evolution des vitesses d'écoulement sur la station de Chantemerle à différents débits	64
Figure 45: Evolution des milieux courants sur la station de Chantemerle.....	65
Figure 46 : Evolution de surface lotique (orange) et lentique (vert).....	65
Figure 47 : Mise en mouvement des particules sur la station de Chantemerle.....	67
Figure 48: Connectivité de la station de Chantemerle pour un seuil de 5 cm de hauteur d'eau.....	68

Figure 49: Connectivité de la station sur l'Aume pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau	69
Figure 50: Valeurs d'habitat des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot de la station de Chantemerle.....	70
Figure 51: Surfaces pondérées utiles des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot de la station de Chantemerle.....	71
Figure 52 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique	74
Figure 53 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique	75
Figure 54: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique .	76
Figure 55 : Matrice période de basses-eaux	78
Figure 56 : Matrice des périodes de transition	79
Figure 57 : Matrice de la période de hautes-eaux.	80
Figure 58 : Position des transects de mesure de la station DMB.....	81
Figure 59 : Maillage de calcul et topographie de la station modélisée.....	83
Figure 60 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre) ...	84
Figure 61 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré	85
Figure 62: Evolution de la surface mouillée sur la station des Goyauds.....	86
Figure 63: Carte des substrats sur la station des Goyauds	87
Figure 64: Evolution des profondeurs sur la station des Goyauds.....	88
Figure 65: Evolution des vitesses d'écoulements sur la station des Goyauds	89
Figure 66: Carte des habitats courants sur la station des Goyauds	90
Figure 67 : Mise en mouvement des particules sur la station des Goyauds.....	94
Figure 68: Connectivité de la station des Goyauds avec un seuil à 5 cm de hauteur d'eau	95
Figure 69: Connectivité de la station des Goyauds pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau.....	95
Figure 70: Valeur d'habitat sur la station des Goyauds pour la truite fario, le vairon et le chabot.....	96
Figure 71: Surfaces pondérées utiles des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot de la station des Goyauds	97
Figure 72 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique	100
Figure 73 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique	101
Figure 74: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique	102
Figure 75 : Matrice période de basses-eaux	104
Figure 76 : Matrice des périodes de transition	105
Figure 77 : Matrice de la période de hautes-eaux.	106
Figure 78 : Position des transects de mesure de la station DMB.....	107
Figure 79 : Maillage de calcul et topographie de la station modélisée.....	110
Figure 80: Evolution de la surface mouillée sur la station des Marais	112
Figure 81: Carte des substrats sur la station des Marais	113
Figure 82: Evolution des profondeurs sur la station des Marais.....	114
Figure 83: Evolution des vitesses d'écoulements sur la station des Marais	115
Figure 84: Carte des habitats courants sur la station des Marais	116
Figure 85 : Mise en mouvement des particules sur la station des Marais.....	120
Figure 86: Connectivité de la station des Marais avec un seuil à 5 cm de hauteur d'eau	121
Figure 87: Connectivité de la station des Marais pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau.....	121
Figure 88: Valeur d'habitat sur la station des Marais pour la truite fario, le vairon et le chabot.....	122
Figure 89: Surfaces pondérées utiles des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot de la station des Marais.....	123
Figure 90 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique	126
Figure 92 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique	127
Figure 93: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique	128
Figure 94 : Matrice période de basses-eaux	130
Figure 95 : Matrice des périodes de transition	131
Figure 96 : Matrice de la période de hautes-eaux.	132

1 POSITIONNEMENT DES STATIONS « DEBITS BIOLOGIQUES »

Le choix des stations a été arrêté en Copil. L'Aume et la Couture sont étudiées au niveau de trois stations de débit biologique pour l'Aume et une station pour la Couture :

- La station sur la Couture dite « du Gouffre des Loges » ;
- La station sur l'Aume amont dite « de Chantemerle » ;
- La station sur l'Aume chenalisée dite « des Goyauds » ;
- La station sur la Vieille Aume dite « des Marais ».

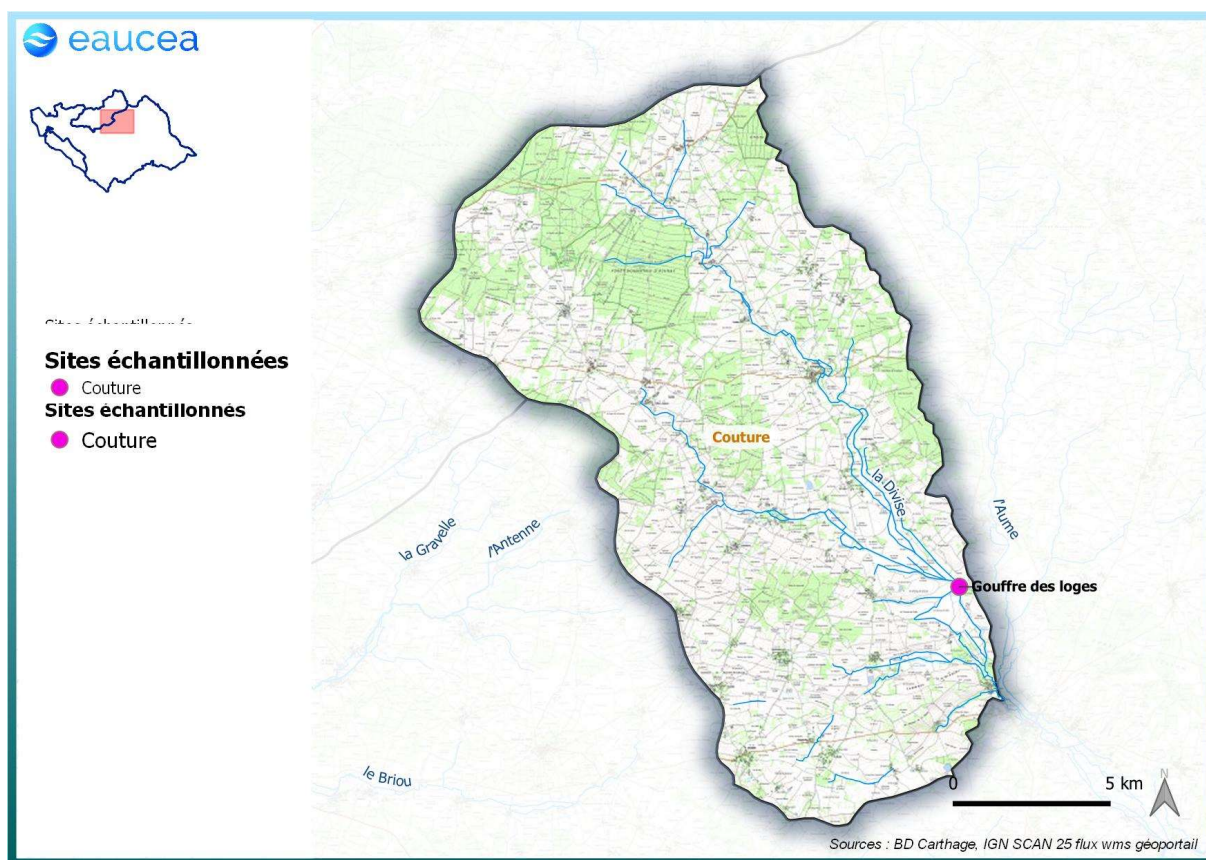


Figure 1 : Positionnement de la station "du Gouffre des Loges " sur la Couture

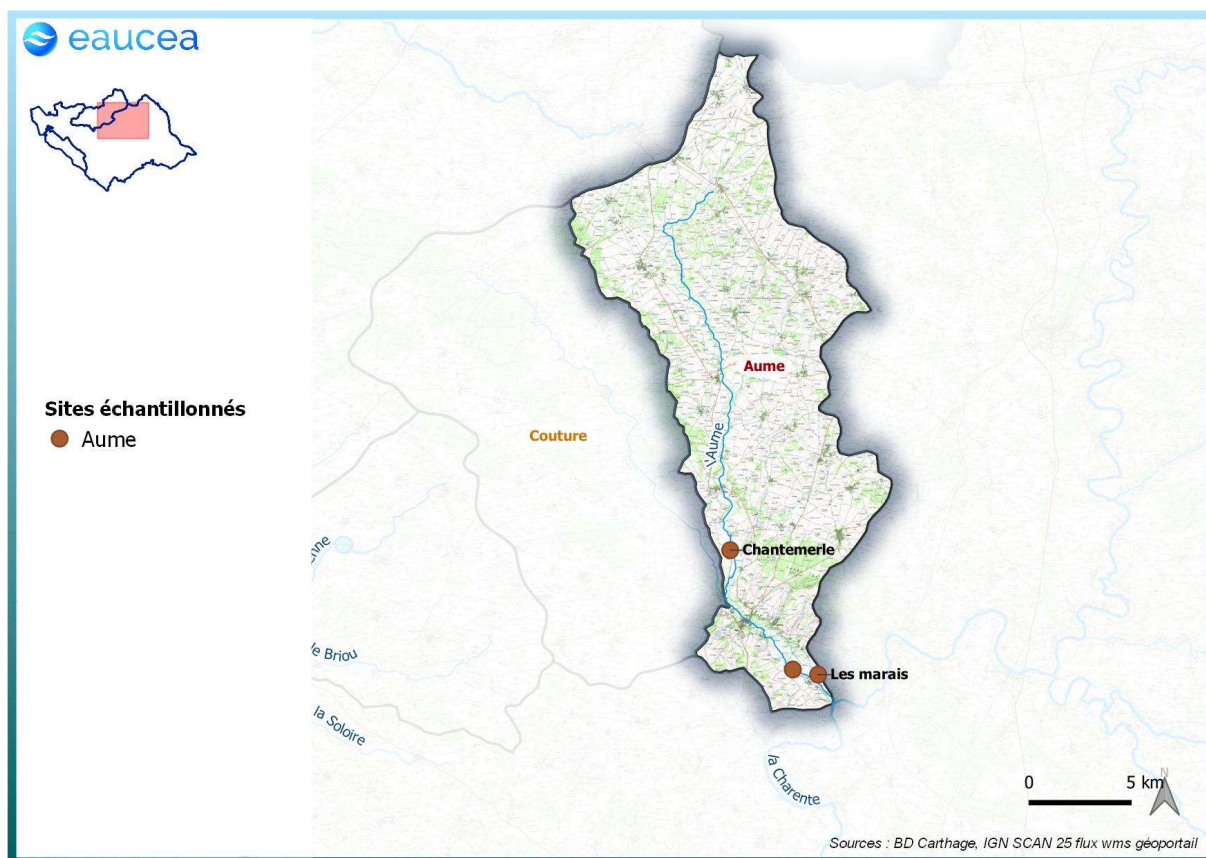


Figure 2 : Positionnement des stations "débit biologique" sur l'Aume

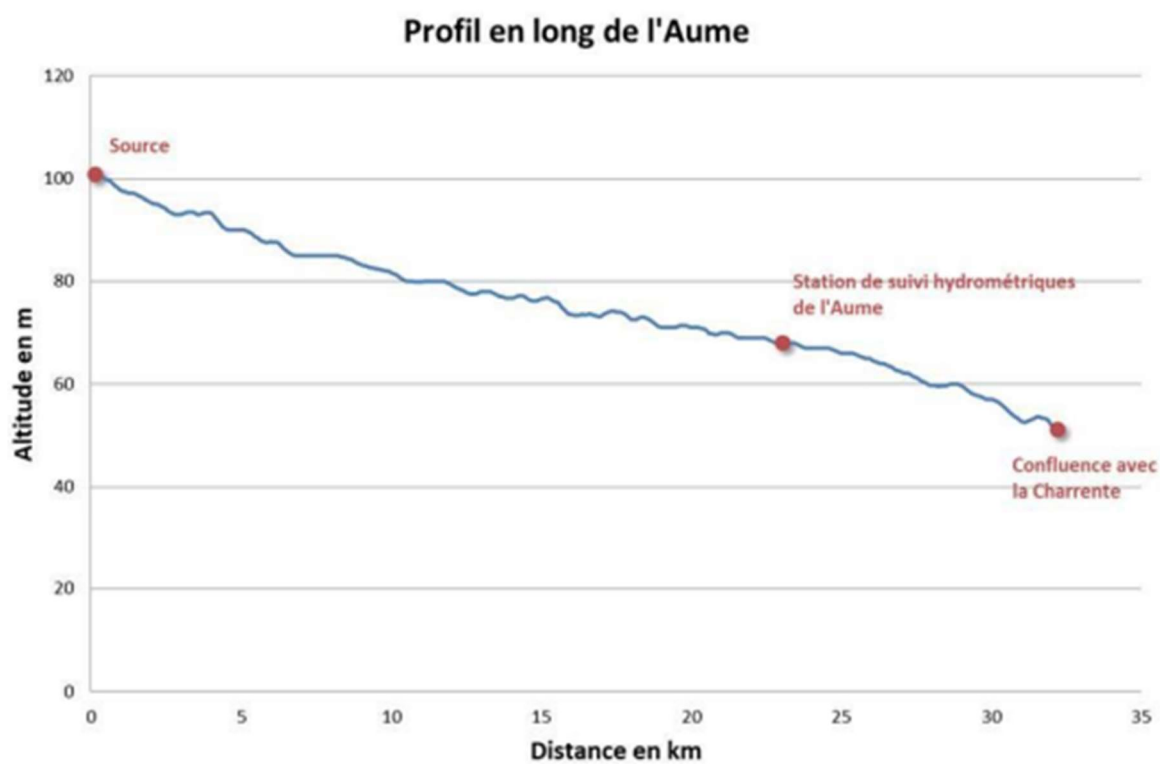


Figure 3 : Profil en long de l'Aume

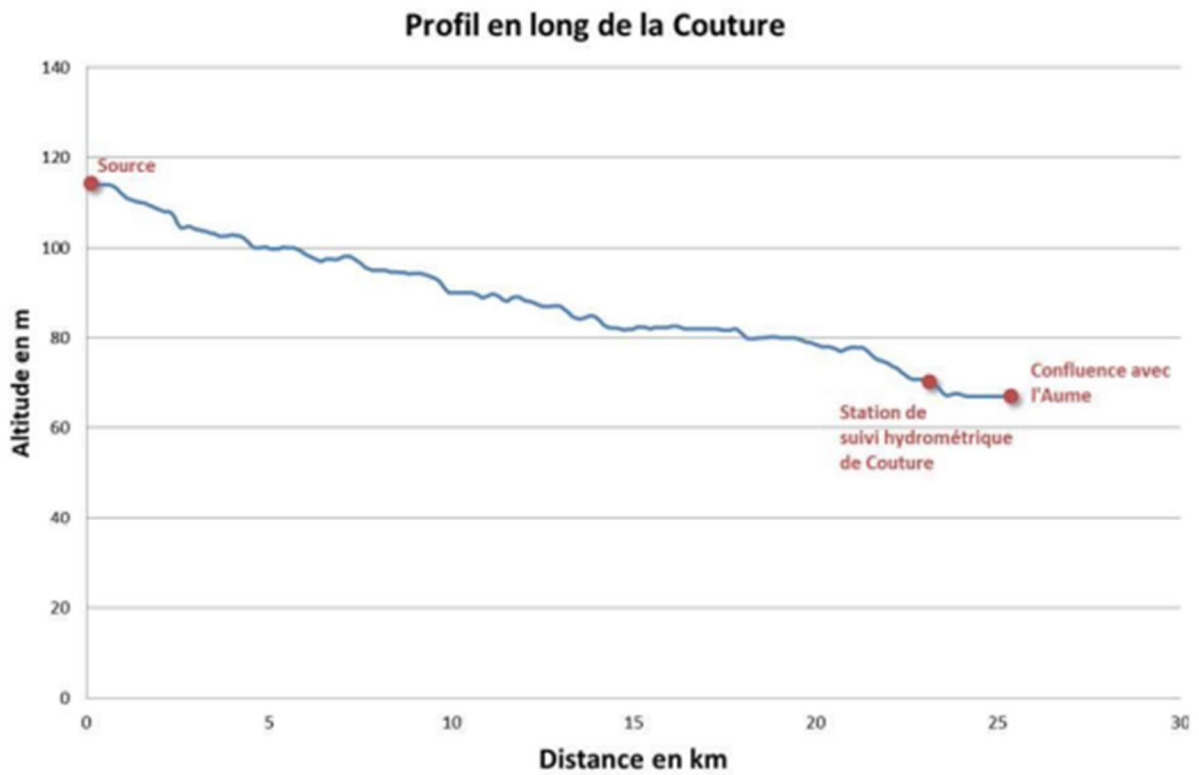
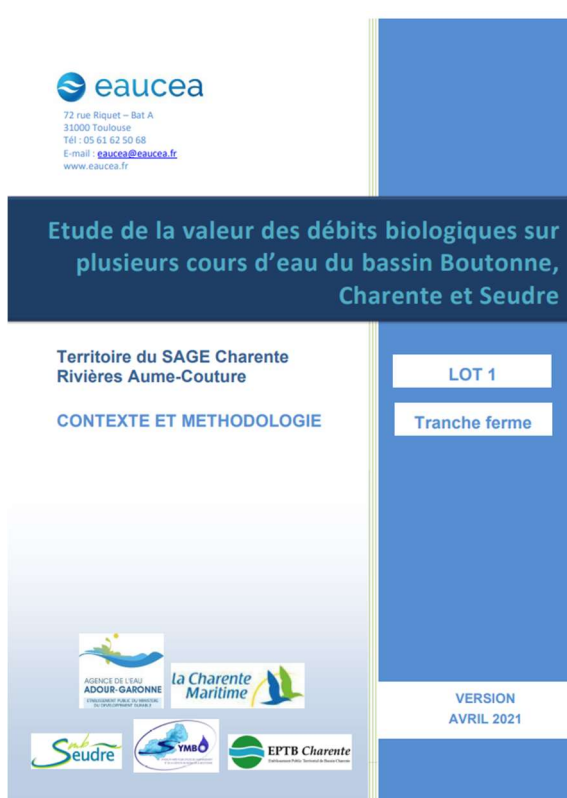
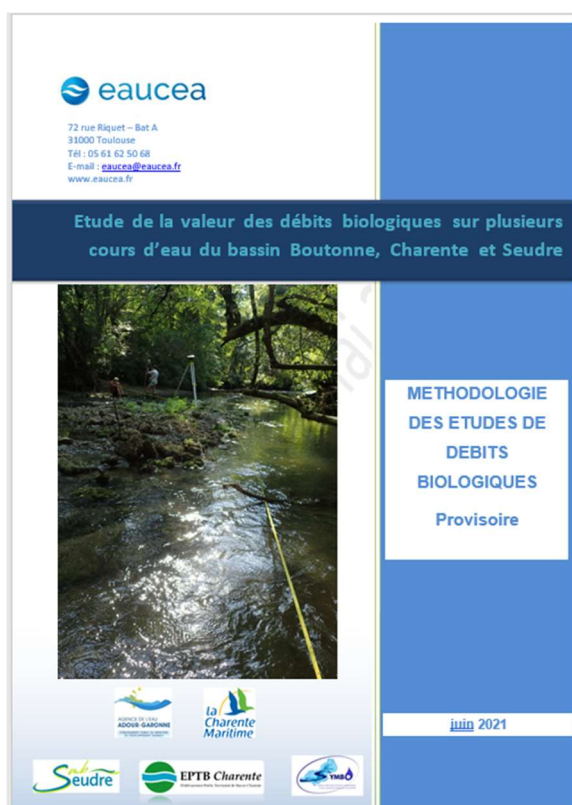


Figure 4 : Profil en long de la Couture

2 METHODOLOGIE

La contextualisation des stations d'études de débit biologique, les raisons de leur positionnement définitif, la méthodologie appliquée pour l'analyse des liens entre biologie et débit, pour les prises de données terrain et pour certaines clés d'interprétation sont décrits dans des documents spécifiques précédant cette étape conclusive. En particulier, la présente étude doit donc être analysée en regard des documents suivants :



Il s'agit ici d'exposer les résultats des prospections de terrain réalisées durant l'été 2021 et 2022, des modélisations hydrauliques consécutives (hiver 2021/22 et 2022/23) et des interprétations écologiques, hydrologiques et hydrogéologiques (hiver 2022/23).

Pour chaque station, sont successivement présentés :

- La position des mesures ;
- Les résultats des modèles hydrauliques 2D et leur conséquence sur la géométrie hydraulique des stations en fonction du débit ;
- Une analyse des enjeux sédimentaires en lien avec les débits de hautes eaux et le potentiel d'auto-entretien du cours d'eau ;
- Les modélisations biologiques ;
- Les analyses et proposition pour des débits biologiques saisonnalisés.

3 CHOIX DES DEBITS : FREQUENCE ET SAISONNALITE

3.1 Méthode

Le choix des débits étudiés doit permettre de couvrir à la fois l'étiage mais aussi le cycle annuel. Pour approcher la saisonnalité des enjeux, il faut donc apprécier le régime des débits auquel est soumise chaque station de débit biologique. Cela implique une analyse interannuelle qui ne peut se fonder que sur des extrapolations à partir de station de référence accumulant des historiques de mesures sur plusieurs années.

Les débits caractéristiques des stations d'étude biologique sur la Couture sont calculés sur la base des observations réalisées à la station d'Oradour (R21110030 – La Couture à Oradour (Le Maine)).

Les débits caractéristiques des stations d'étude biologique sur l'Aume amont (station DB de Chantemerle) sont calculés sur la base des observations réalisées à la station d'Oradour (L'Aume à Oradour (Moulin de Gouge)).

Les débits caractéristiques des stations d'étude biologique sur l'Aume aval (station DB des Goyauds et des Marais) sont calculés sur la base des observations réalisées sur les deux stations susmentionnées.

3.2 Résultats

3.2.1 Couture

		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
La Couture à Oradour (Le Maine)	Débits (m³/s)	1.79	4.27	2.66	1.36	1.16	0.77	0.40	0.23	0.16	0.22	1.26	2.27	1.50
190 km²	l/s/km²	9.4	22.5	14.0	7.1	6.1	4.1	2.1	1.2	0.8	1.2	6.6	11.9	7.9
Couture (station DB)	Reconstitués	1.72	4.09	2.55	1.30	1.11	0.74	0.38	0.22	0.15	0.21	1.21	2.17	1.44
182 km²	l/s/km²	9.4	22.5	14.0	7.1	6.1	4.1	2.1	1.2	0.8	1.2	6.6	11.9	7.9

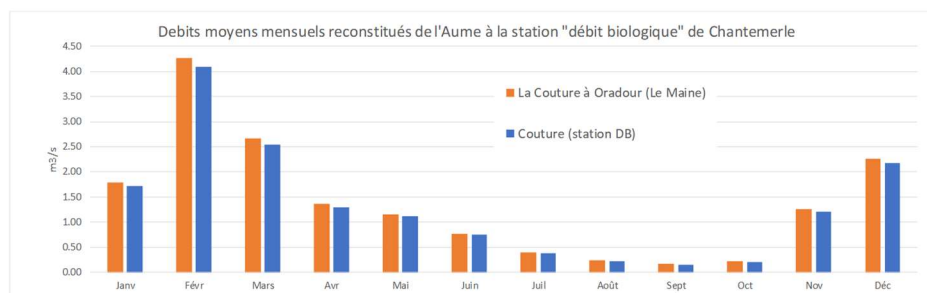


Figure 5 : Débits moyens mensuels mesurés et reconstitués de la Couture

La reconstitution des débits classés a été effectuée sur la base des enregistrements réalisés à Oradour. Les débits classés offrent une analyse fréquentielle des débits que l'on s'attend à observer sur la station. Pour représenter les situations statistiques du cours d'eau comprises entre l'étiage et les hautes eaux, les occurrences 75% (basse eau), 50% (médiane), 25% (hautes eaux et valeur proche du module) ont été estimées.

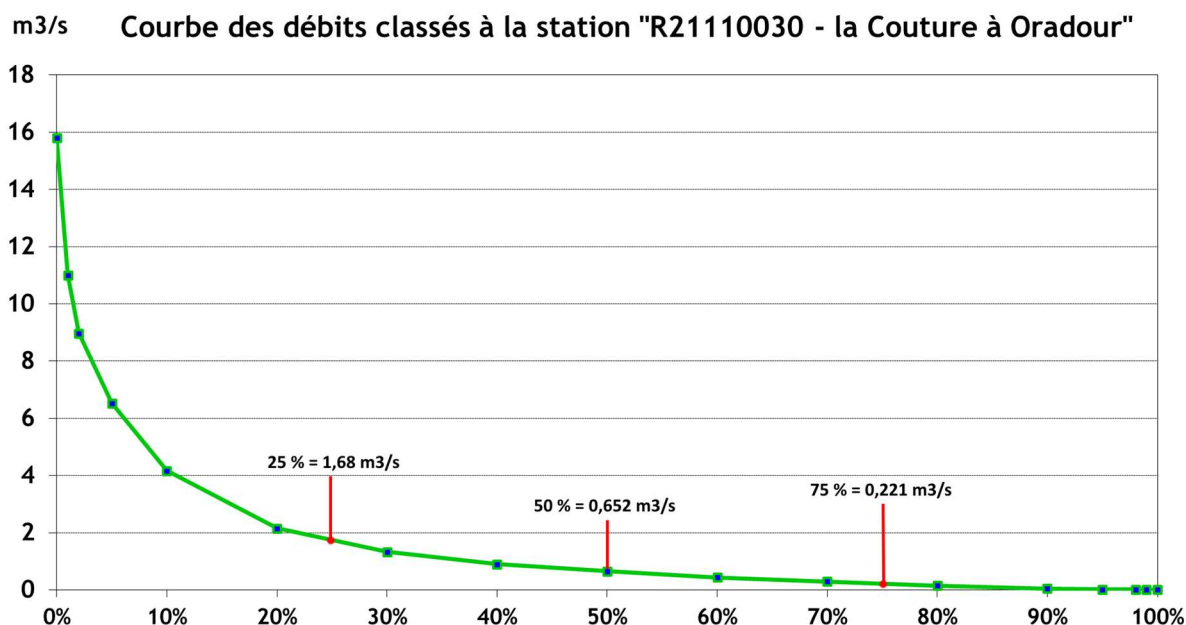


Figure 6: Courbe des débits journaliers classés de la Couture à Oradour

Pour chaque station de débits biologiques, ils sont calculés au prorata du bassin versant. En étiage sévère, les apports ou pertes de la nappe ne peuvent être décrits simplement et il faut garder à l'esprit le caractère incertain de cette estimation.

	Oradour (station hydro) (en m ³ /s)	Gouffre des Loges (station DB) (en m ³ /s)
Occurrence 25%	0,221	0,212
Occurrence 50%	0,652	0,625
Occurrence 75%	1,68	1,61

Le cycle annuel est représenté par une approche par quantile des débits mensuels estimés avec les mêmes règles de prorata depuis la station d'Oradour.

Pour l'analyse des habitats aquatiques durant le cycle annuel, nous l'encadrerons par les valeurs mensuelles quinquennales sèches et humides ainsi que la médiane, écologiquement plus significative que la moyenne.

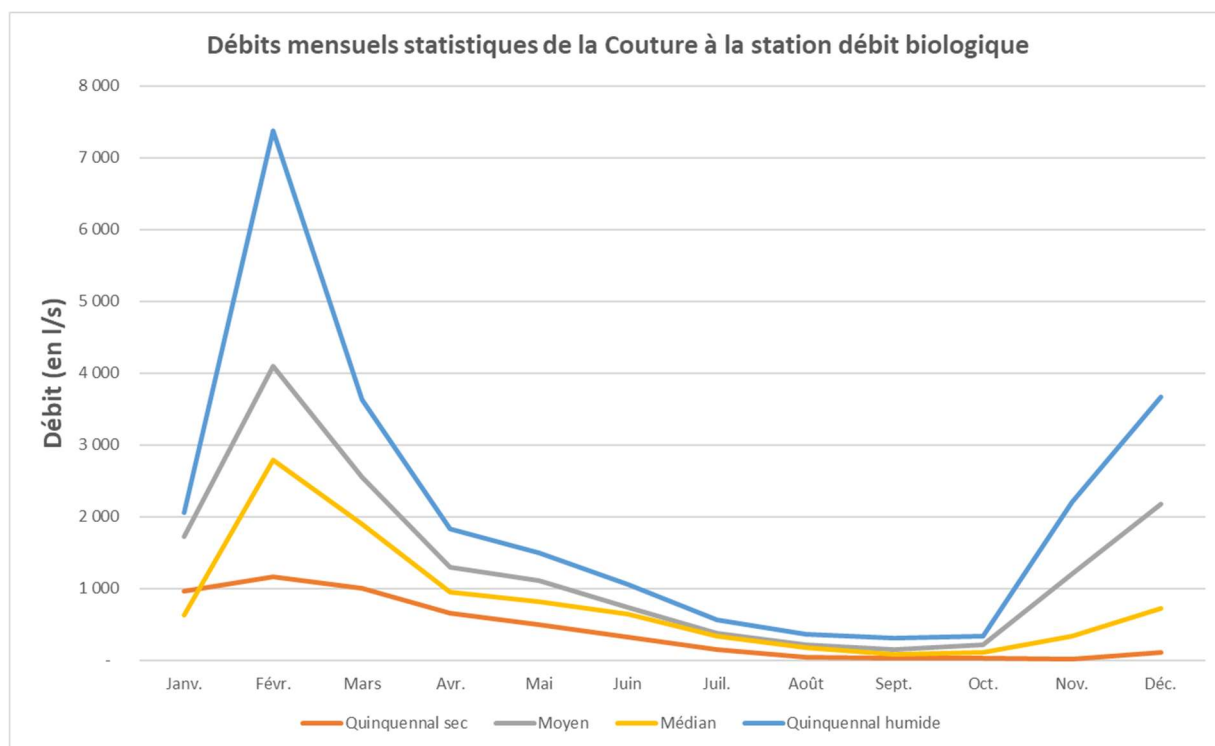


Figure 7: Débits caractéristiques mensualisés

3.2.1 Aume

		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
L'Aume à Oradour (Moulin de Gouge)	Débits (m³/s)	4.3	4.2	3.0	1.7	1.2	0.6	0.3	0.2	0.2	0.4	1.9	3.4	1.8
195 km²	l/s/km²	22.2	21.5	15.3	8.5	6.2	3.2	1.4	0.8	0.9	2.0	9.9	17.3	9.2
Chantemerle (station DB)	Reconstitués	3.3	3.2	2.3	1.3	0.9	0.5	0.2	0.1	0.1	0.3	1.5	2.6	1.4
150 km²	l/s/km²	22.2	21.5	15.3	8.5	6.2	3.2	1.4	0.8	0.9	2.0	9.9	17.3	9.2
L'Aume Aval (L'Aume à Oradour + La Couture à Oradour)	Reconstitués	4.3	9.4	5.5	2.8	2.4	1.6	0.7	0.4	0.4	0.7	3.3	5.7	3.4
440 km²	l/s/km²	9.9	21.4	12.6	6.4	5.3	3.5	1.5	0.9	0.8	1.5	7.6	13.0	7.7
Les Goyauds (station DB)	Reconstitués	4.4	9.7	5.7	2.9	2.4	1.6	0.7	0.4	0.4	0.7	3.4	5.9	3.5
450 km²	l/s/km²	9.9	21.4	12.6	6.4	5.3	3.5	1.5	0.9	0.8	1.5	7.6	13.0	7.7
Les Marais (station DB)	Reconstitués	4.5	9.9	5.8	3.0	2.5	1.6	0.7	0.4	0.4	0.7	3.5	6.0	3.5
460 km²	l/s/km²	9.9	21.4	12.6	6.4	5.3	3.5	1.5	0.9	0.8	1.5	7.6	13.0	7.7

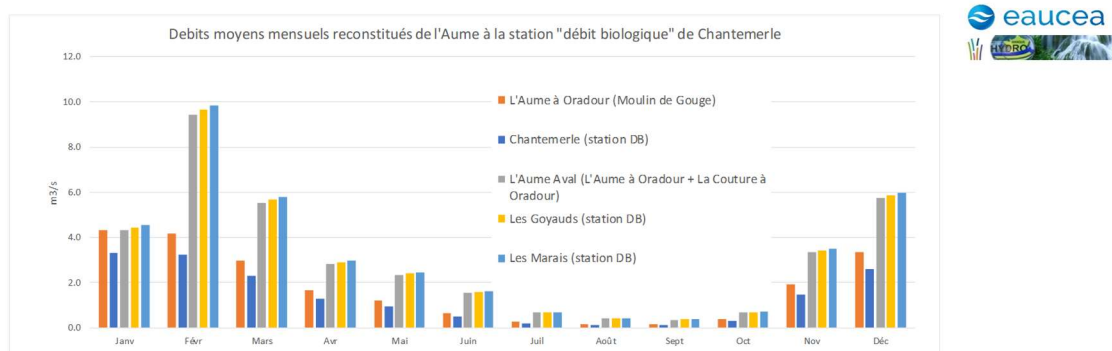


Figure 8 : Débits moyens mensuels mesurés et reconstitués de l'Aume

La reconstitution des débits classés a été effectuée sur la base des enregistrements réalisés au Moulin de Gouge uniquement pour la station de Chantemerle, située en amont de la confluence avec la Couture. Pour les stations situées en aval de cette confluence, les débits sont reconstitués par addition des enregistrements de l'Aume au Moulin de Gouge et des enregistrements de la Couture à Oradour. Les débits classés offrent une analyse fréquentielle des débits que l'on s'attend à observer sur la station. Pour représenter les situations statistiques du cours d'eau comprises entre l'étiage et les hautes eaux, les occurrences 75% (basse eau), 50% (médiane), 25% (hautes eaux et valeur proche du module) ont été estimées.

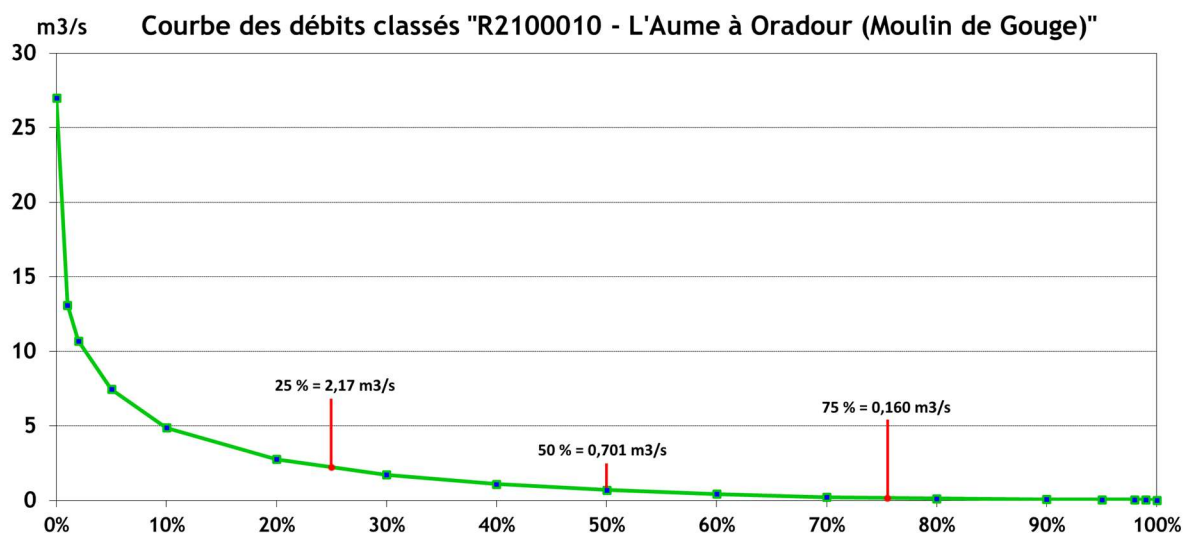


Figure 9: Courbe des débits journaliers classés de l'Aume à Oradour (Moulin de Gouge)

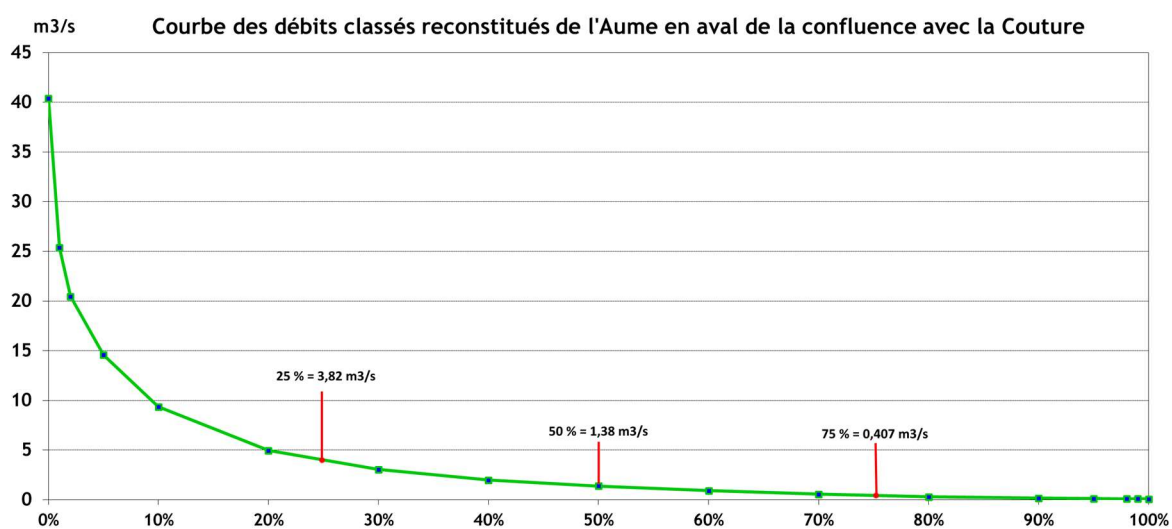


Figure 10 : Courbe des débits journaliers reconstitués et classés de l'Aume à l'aval de la confluence avec la Couture

Pour chaque station de débits biologiques, ils sont calculés au prorata du bassin versant. En étiage sévère, les apports ou pertes de la nappe ne peuvent être décrits simplement et il faut garder à l'esprit le caractère incertain de cette estimation.

	Amont		Aval		
	Oradour (station hydro) (en m ³ /s)	Chantemerle (station DB) (en m ³ /s)	Confluence Aume/Couture (reconstitué) (en m ³ /s)	Les Goyauds (station DB) (en m ³ /s)	Les Marais (station DB) (en m ³ /s)
Occurrence 25%	0,160	0,123	0,407	0,416	0,426
Occurrence 50%	0,701	0,539	1,38	1,41	1,44
Occurrence 75%	2,17	1,67	3,82	3,91	3,99

Le cycle annuel est représenté par une approche par quantile des débits mensuels estimés avec les mêmes règles de prorata depuis la station d'Oradour ou de la confluence. Pour l'analyse des habitats aquatiques durant le cycle annuel, nous l'encadrerons par les valeurs mensuelles quinquennales sèches et humides ainsi que la médiane, écologiquement plus significative que la moyenne.

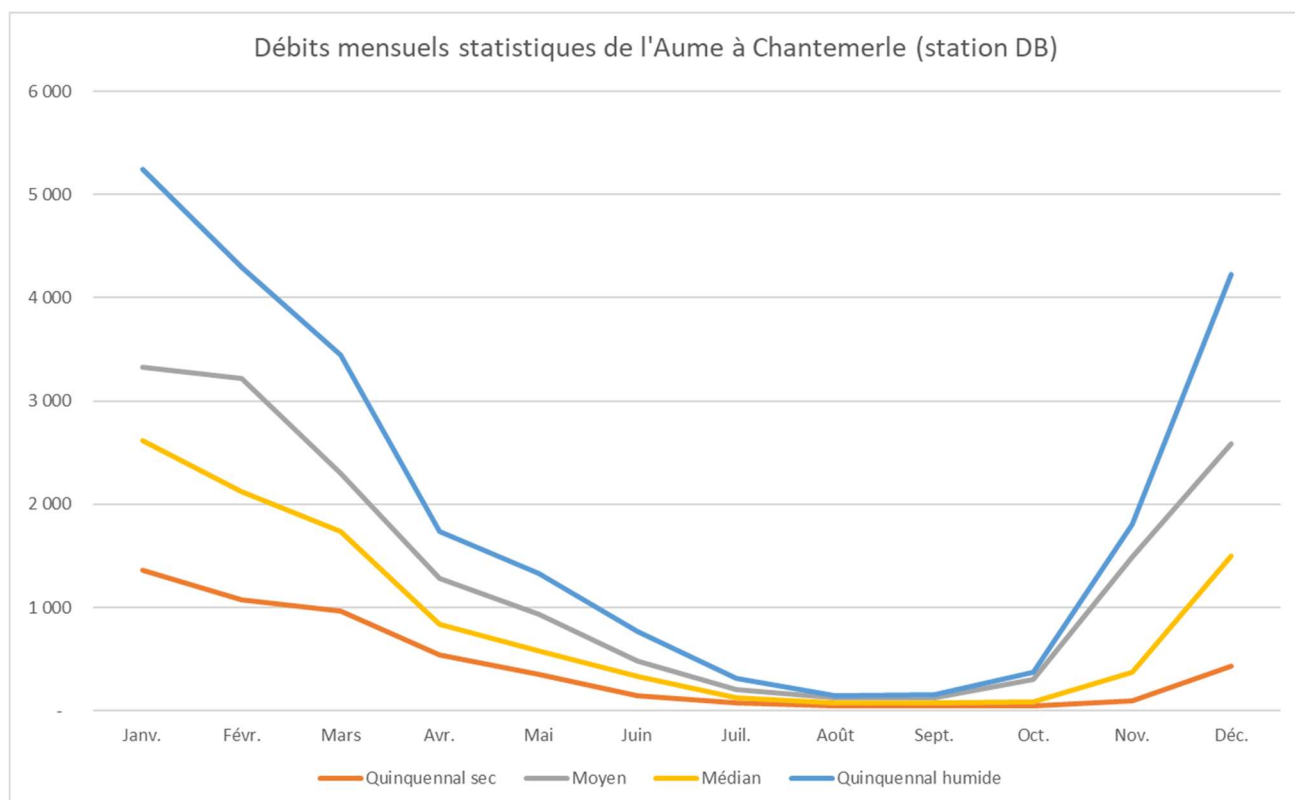


Figure 11: Débits caractéristiques mensualisés à la station débit biologique de Chantemerle

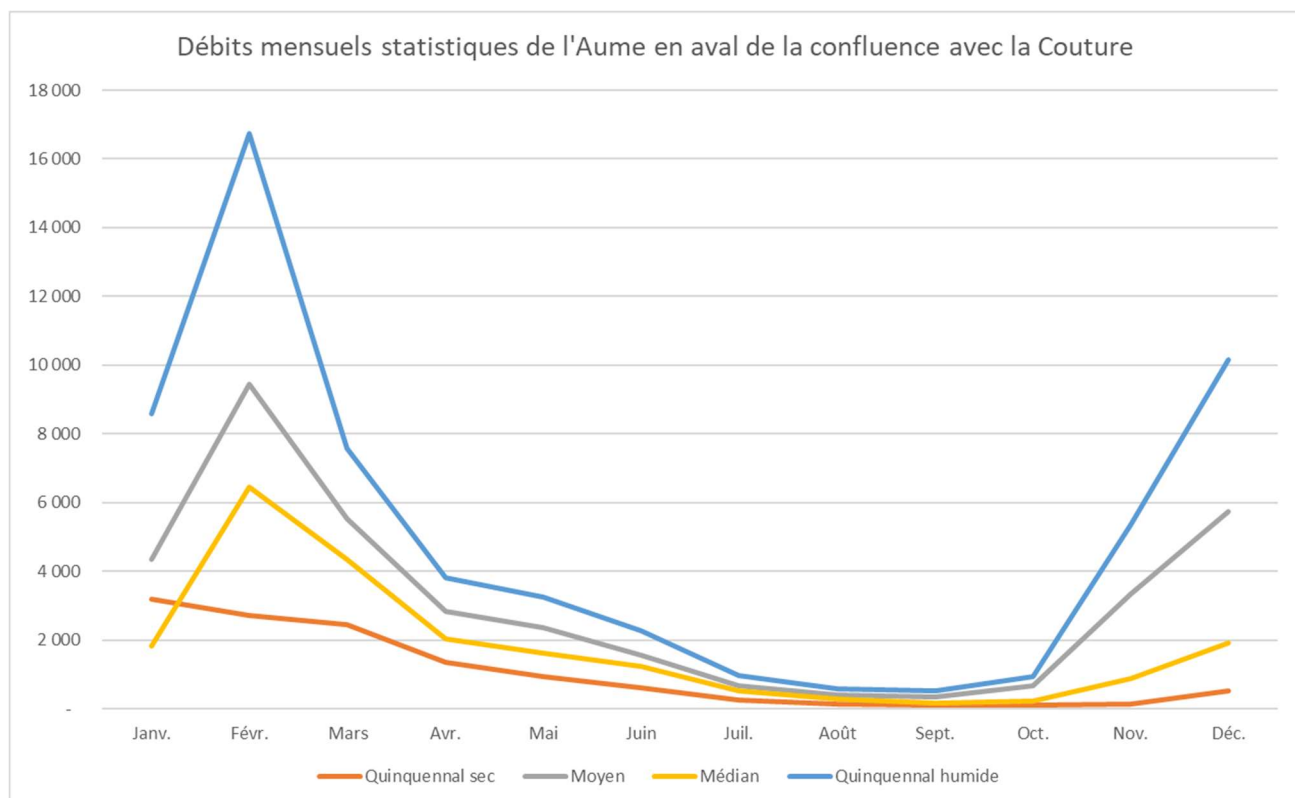


Figure 12 : Débits caractéristiques mensualisés en aval de la confluence Aume/Couture

3.3 Choix des 4 saisons hydrologiques

Afin de saisonnaliser l'analyse des micro-habitats, quatre saisons sont identifiées sur des critères hydrologiques et le calendrier biologique des espèces présentes sur le cours d'eau.

Ces quatre périodes correspondront à :

- Une saison de hautes-eaux, où des enjeux de migration, de débordement, de reproduction des salmonidés et de mise en mouvement des particules fines (enjeu de granulométrie) sont prégnants ainsi qu'une analyse des valeurs d'habitat si les conditions hydrauliques respectent les limites d'interprétation ;
- Une saison de transition avec des débits diminuant (tarissement), où des enjeux de reproduction (cyprinidés), d'habitat et de connectivité seront analysés ainsi que le critère d'habitat rhéophile (vitesses élevées) ;
- Une saison de basses-eaux, où les enjeux d'habitat (y compris rhéophile) et de connectivité (circulation des poissons) seront analysés ;
- Une saison de transition avec des débits augmentant, où les mêmes enjeux que pour les deux saisons précédentes seront analysés.

3.3.1 Couture

Au regard de l'hydrologie à la station d'Oradour, la saison de basses-eaux correspond à celle où les débits se situe en dessous de la valeur de débit classé 75 % (dépassée 75% du temps) soit 212 l/s. En hydrologie médiane, cette période s'étend d'août à octobre compris. Les saisons de transition (entre 75% et 50%) sont très réduites avec une augmentation rapide des débits en novembre, période de transition automnale. La saison d'eaux moyennes et de hautes eaux (débit dépassé 50% du temps) s'observe de décembre à juin compris. Enfin, la saison de transition printanière est réduite au mois de juillet.

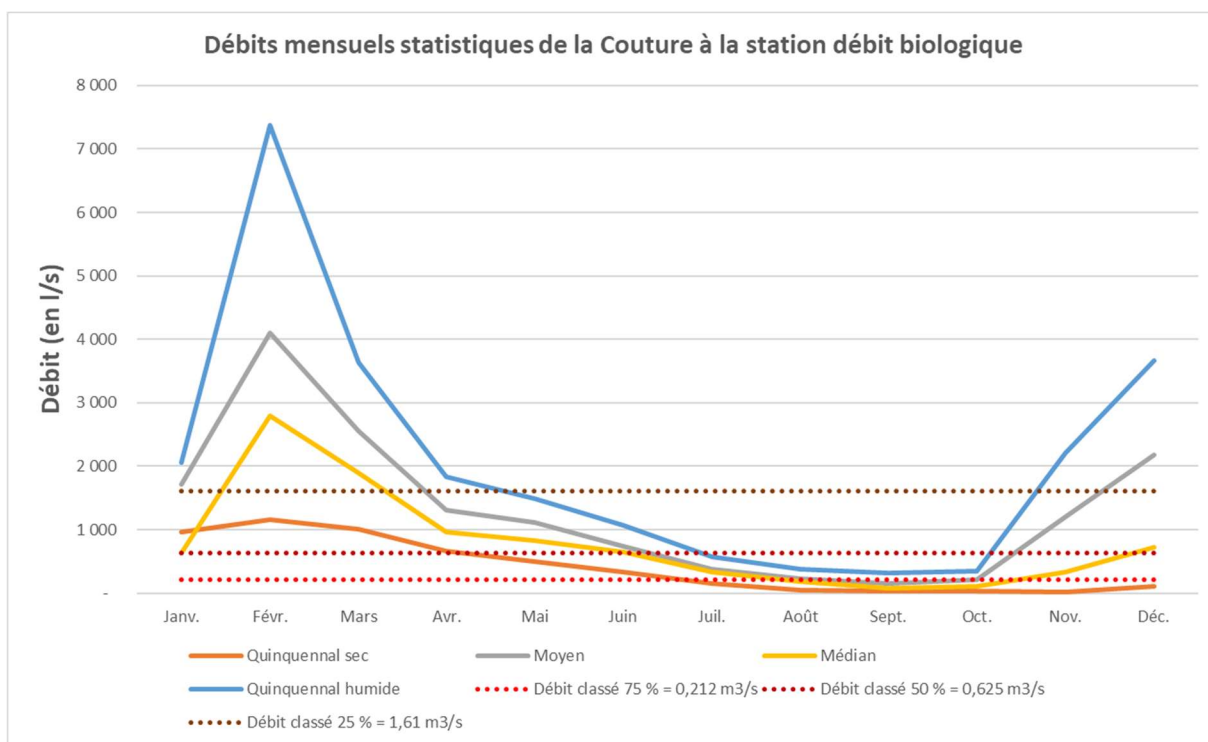


Figure 13 : Débits mensuels statistiques et débits classés de la Couture à Gouffre des Loges (station débit biologique)

Les espèces cibles du secteur étant le chabot (*Cottus gobio*), la truite fario (*Salmo trutta fario*) et le vairon (*Phoxinus phoxinus*), leurs calendriers biologiques sont présentés ci-après.

Espèce	Hiver			Printemps			Eté		Automne		
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb	Octobre	Décembr
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)			Reproduction		Emergence	Maturation					
Truite fario (<i>Salmo trutta fario</i>)	Incubation	Eclosion	Maturation								Reproduction
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)				Reproduction							

La saison de basses-eaux ne correspond à aucune étape sensible du cycle de reproduction des espèces concernées, seuls des enjeux de mobilité au sein du bassin et de croissance sont à signaler sur cette période.

La période de transition automnale correspond au début de la saison de reproduction de la truite fario.

La période de hautes-eaux correspond à :

- La période de reproduction et d'émergence du chabot ;
- La majorité des étapes du cycle de la truite fario ;
- Le début de la reproduction du vairon.

La période de transition printanière correspond à :

- La maturation du chabot ;
- La fin de la période de reproduction du vairon.
-

Le calendrier des différentes périodes d'analyse est donc :

Espèce	Hiver			Printemps			Eté			Automne		
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb	Octobre	Novembre	Décembr
Couture	Hautes-eaux						Période de transition	Basses-eaux			Période de transition	Hautes-eaux

3.3.2 Aume

Au regard de l'hydrologie à la station du Moulin de Gouge, la saison de basses-eaux correspond à celle où les débits se situent en dessous de la valeur de débit classé 75 % (dépassée 75% du temps) soit 212 l/s. En hydrologie médiane, cette période s'étend d'août à octobre compris. Les saisons de transition (entre 75% et 50%) sont très réduites avec une augmentation rapide des débits en novembre, période de transition automnale. La saison d'eaux moyennes et de hautes eaux (débit dépassé 50% du temps) s'observe de décembre à juin compris. Enfin, la saison de transition printanière est réduite au mois de juillet.

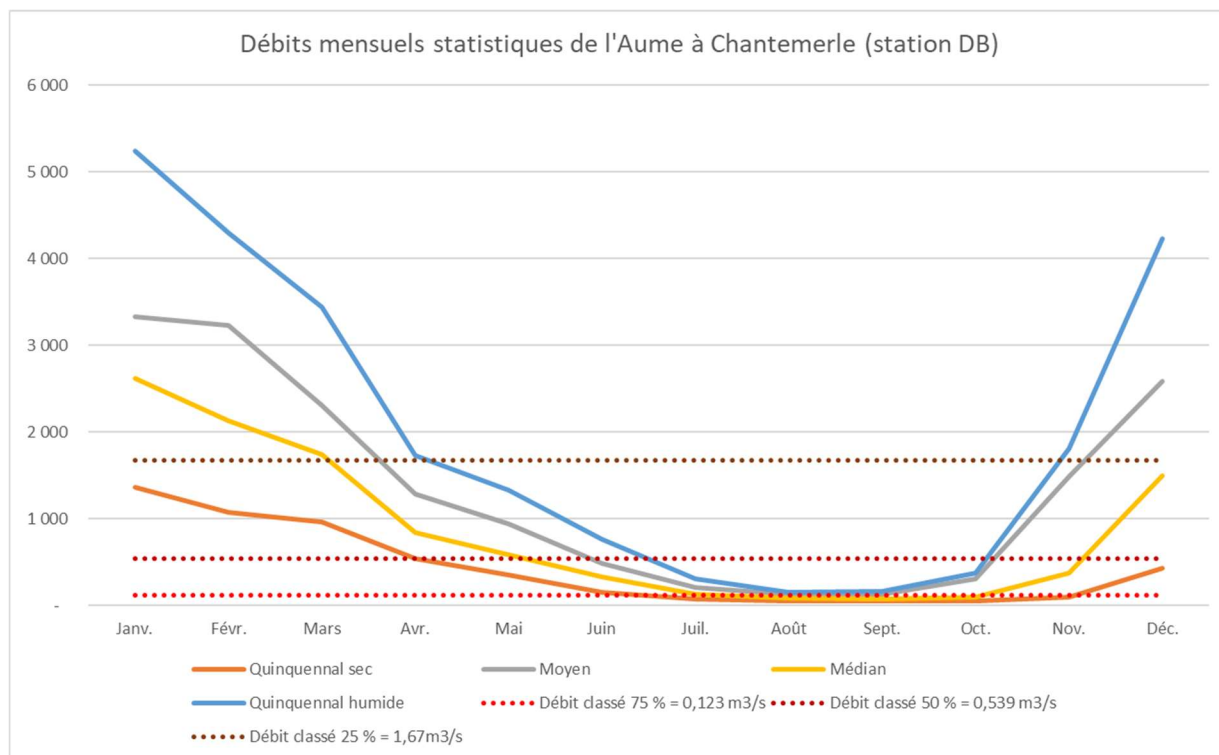


Figure 14 : Débits mensuels statistiques et débits classés de l'Aume à Chantemerle (station débit biologique)

Au regard de l'hydrologie reconstituée en aval de la confluence Aume/Couture, la saison de basses-eaux correspond à celle où les débits se situent en dessous de la valeur de débit classé 75 % (dépassée 75% du temps) soit 407 l/s. En hydrologie médiane, cette période s'étend d'août à octobre compris. Les saisons de transition (entre 75% et 50%) sont très réduites avec une augmentation rapide des débits en novembre, période de transition automnale. La saison d'eaux moyennes et de hautes eaux (débit dépassé 50% du temps) s'observe de décembre à juin compris. Enfin, la saison de transition printanière couvre les mois de juin et juillet.

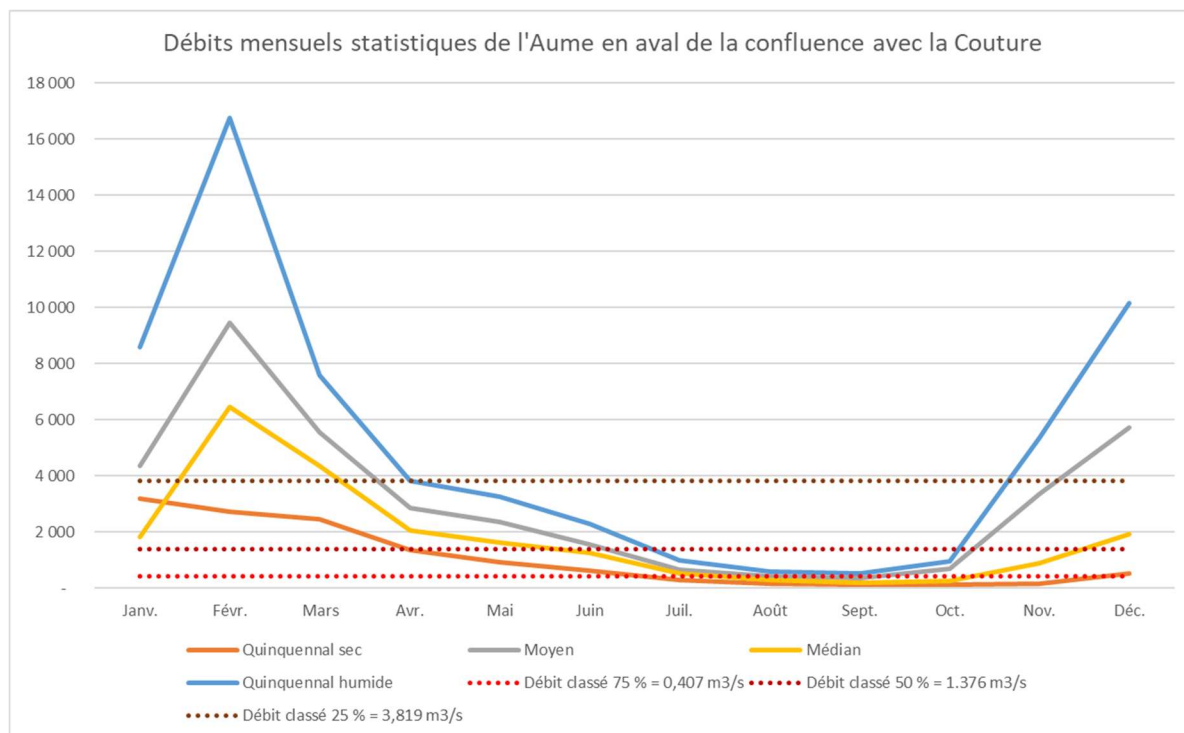


Figure 15 : Débits mensuels statistiques et débits classés de l'Aume en aval de la confluence avec la Couture (station reconstituée)

Les espèces cibles du secteur étant le chabot (*Cottus gobio*), la truite fario (*Salmo trutta fario*) et le vairon (*Phoxinus phoxinus*), leurs calendriers biologiques sont présentés ci-après.

Espèce	Hiver			Printemps			Été			Automne		
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb	Octobre	Novembre	Décembr
Chabot (<i>Cottus gobio</i>)			Reproduction			Emergence	Maturation					
Truite fario (<i>Salmo trutta fario</i>)	Incubation	Eclosion	Maturation								Reproduction	
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)				Reproduction								

La saison de basses-eaux ne correspond à aucune étape sensible du cycle de reproduction des espèces concernées, seuls des enjeux de mobilité au sein du bassin et de croissance sont à signaler sur cette période.

La période de transition automnale correspond au début de la saison de reproduction de la truite fario.

La période de hautes-eaux correspond à :

- La période de reproduction et d'émergence du chabot ;
- La majorité des étapes du cycle de la truite fario ;
- Le début de la reproduction du vairon.

La période de transition printanière correspond à :

- la maturation du chabot ;
- la fin de la période de reproduction du vairon.

Les calendriers des différentes périodes d'analyse sont donc :

Espèce	Hiver			Printemps			Été			Automne		
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb	Octobre	Novembre	Décembr
Aume amont	Hautes-eaux					Période de transition		Basses-eaux			Période de transition	Hautes-eaux
Aume aval	Hautes-eaux					Période de transition		Basses-eaux			Période de transition	Hautes-eaux

4 ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA COUTURE AU GOUFFRE DES LOGES

4.1 Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique

Cette modélisation a pour objectif de décrire les paramètres physiques des écoulements, c'est-à-dire les hauteurs d'eau et les vitesses s'établissant au sein de la station DMB pour différentes conditions de débits.

4.1.1 Description de la station

Localisation et position des transects de mesure

La station de la Couture est située environ 4 km en amont de la confluence avec la Charente (en rive droite) au village d'Aigre.

Elle s'étend sur environ 60 m de long dans un secteur assez rectiligne, bien que présentant une légère courbure à droite au droit du linéaire choisi.

13 transects de mesure ont été positionnés sur le linéaire de la station, ils permettent de rendre compte du fonctionnement hydraulique de la Couture à ce niveau (radiers, chutes, plats, ...). Ils sont représentés ci-dessous.

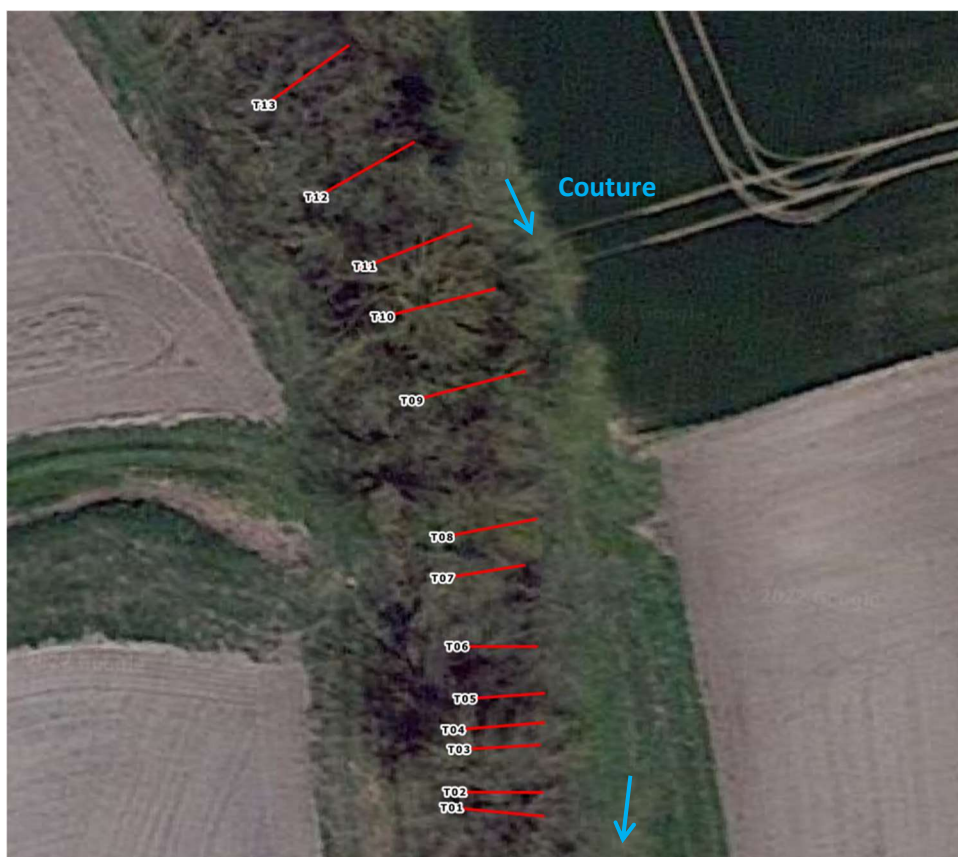


Figure 16 : Position des transects de mesure de la station de la Couture

Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées lors d'une venue sur site le 16/07/2021. La venue sur site a permis la prise des mesures suivantes le long de la station :

- Profils altimétriques et lignes d'eau associées des transects repérés ci-avant. Acquis avec un tachéomètre de type station totale ;
- Débit transitant dans la station, mesuré avec un courantomètre à effet doppler.

Le débit le jour des mesures a été mesuré en 3 transects distincts, aboutissant à une valeur moyenne de 193 l/s.

Profil en long, faciès d'écoulement et type de berges

Les faciès d'écoulement et la connectivité des berges le long de la station ont été également relevés pour les conditions d'écoulement le jour des mesures.

- **Faciès d'écoulement**

Le linéaire parcouru présente un profil globalement lent. La pente générale est faible.

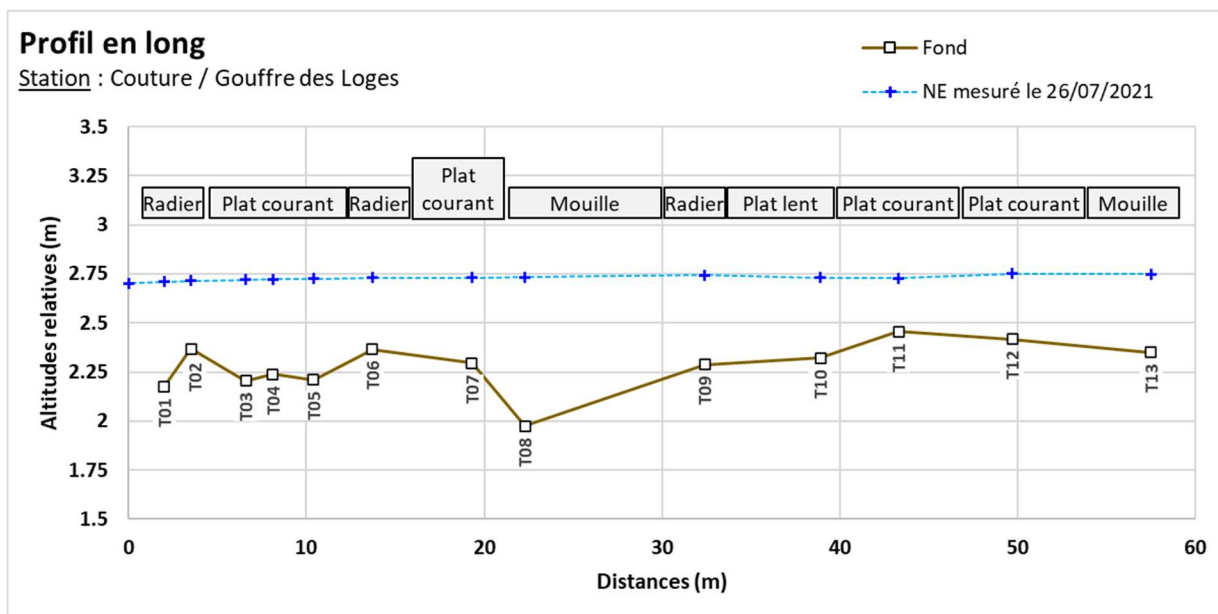
L'amont de la station présente un profil profond s'échelonnant de la mouille au plat courant en T11 où le fond est moins profond. S'ensuit une zone progressivement plus profonde aboutissant à une petite mouille au droit du transect 08. La profondeur diminue alors plus brusquement jusqu'au transect 6 où un effet de radier est constaté. La partie terminale montre un léger linéaire profond sans toutefois être une mouille, puis un radier terminal plus marqué que les précédent, se caractérisant par une pente de fond importante.

Les zones profondes se situent alternativement en rive gauche et droite. En plusieurs transects, la rive gauche montre un profil moins pentu qu'à droite.

- **Typologie des berges**

Les berges sont globalement peu hautes. Elles ne s'élèvent pas à plus de 50 cm au-dessus de la limite de niveau d'eau d'étiage. Elles sont largement enherbées ou embroussaillées en haut. Le pied de berge est souvent constitué de pierres fines à grossières, ou de racines au niveau d'arbres riverains. La connectivité est bonne sur l'ensemble du linéaire de la station.

Sur la base des profils en travers relevés, le profil en long du fond et de la ligne d'eau relevée est représenté sur la figure suivante en positionnant les faciès d'écoulement relevés :



4.1.2 Modélisation hydraulique de la station

Principes du modèle

Une modélisation hydraulique 2D a été mise en œuvre, à l'aide du logiciel HEC-RAS 2D, permettant de calculer les paramètres physiques descriptifs de la station : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement à différentes conditions de débits. La modélisation 2D permet d'obtenir une répartition dans les 2 dimensions d'espace horizontales de ces paramètres. L'analyse hydraulique qui en découle est plus fine qu'avec un modèle unidimensionnel.

Les données bathymétriques et topographiques acquises sur le terrain ont été exploitées afin d'élaborer une représentation topographique continue de la station (MNT). Sur cette base, un maillage de calcul a été élaboré, composé de mailles carrées de 20 cm x 20 cm au maximum et raffiné au droit de zones clés. On représente en suivant le maillage de calcul superposé au MNT construit pour la station.

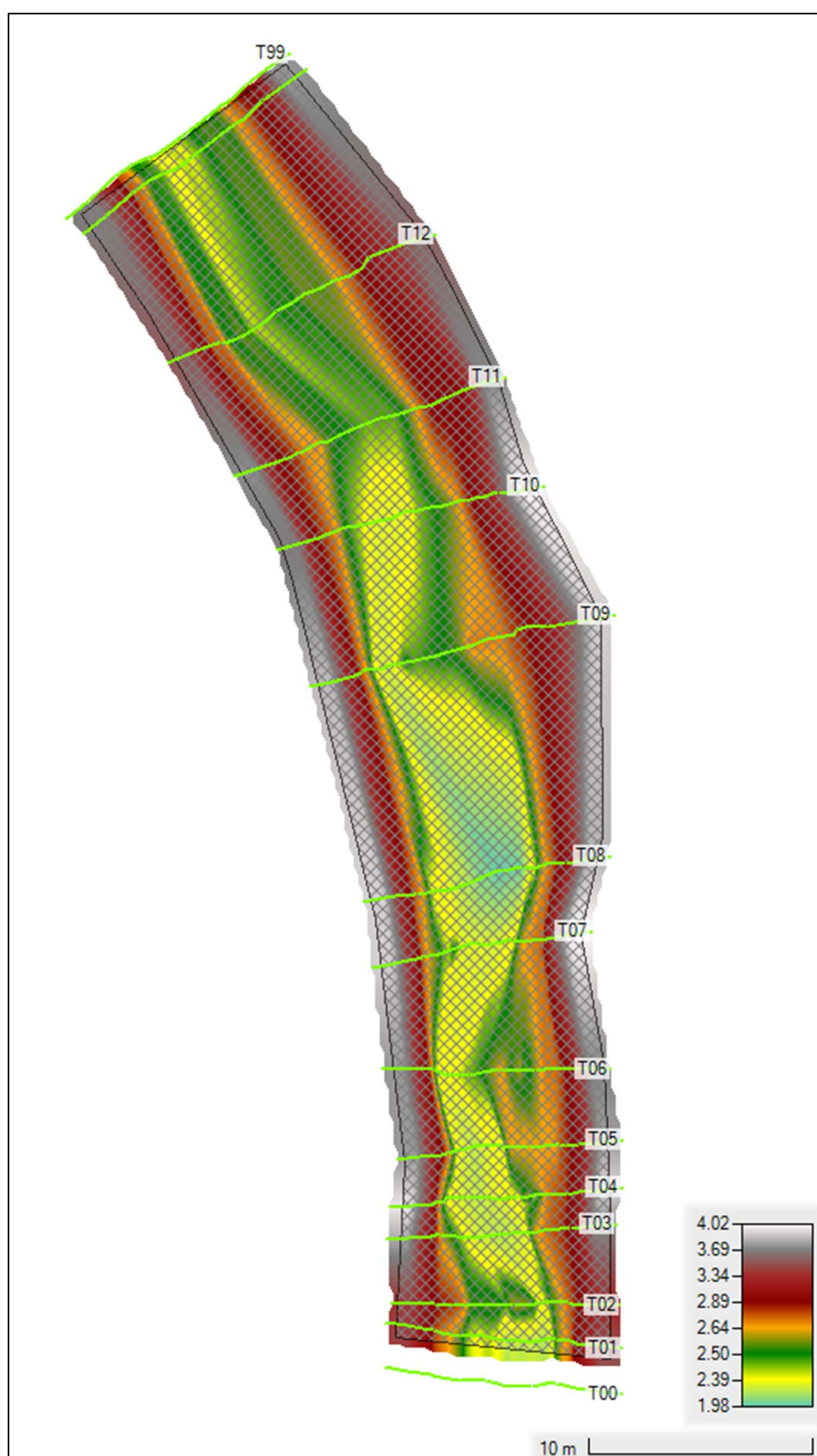


Figure 17 : Maillage de calcul et topographie de la station modélisée

Calage du modèle

Le calage du modèle se base sur les relevés de niveaux de hautes d'eau faits lors de la venue sur site. Pour rappel, le débit associé est évalué à 193 l/s.

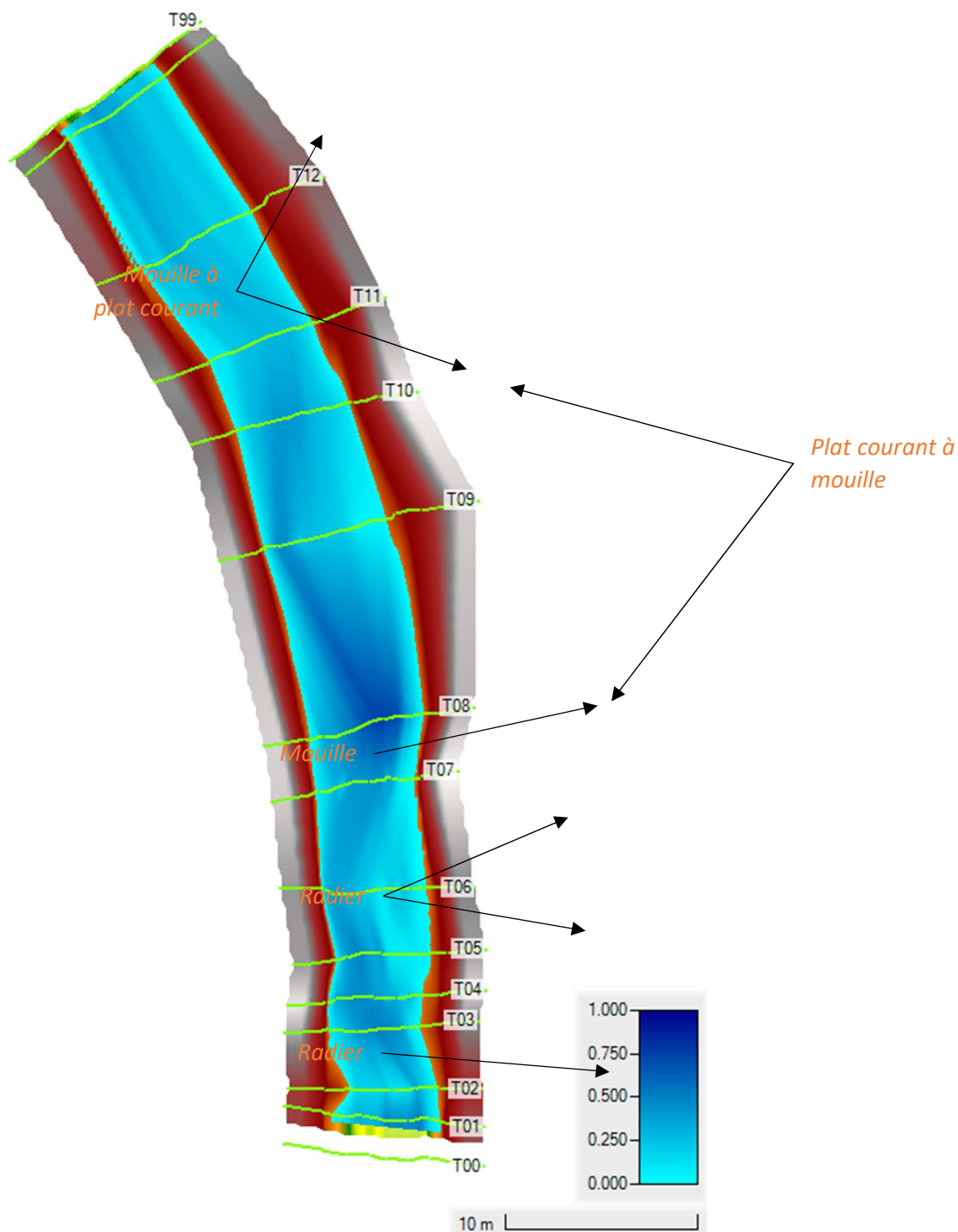


Figure 18 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre)

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 :

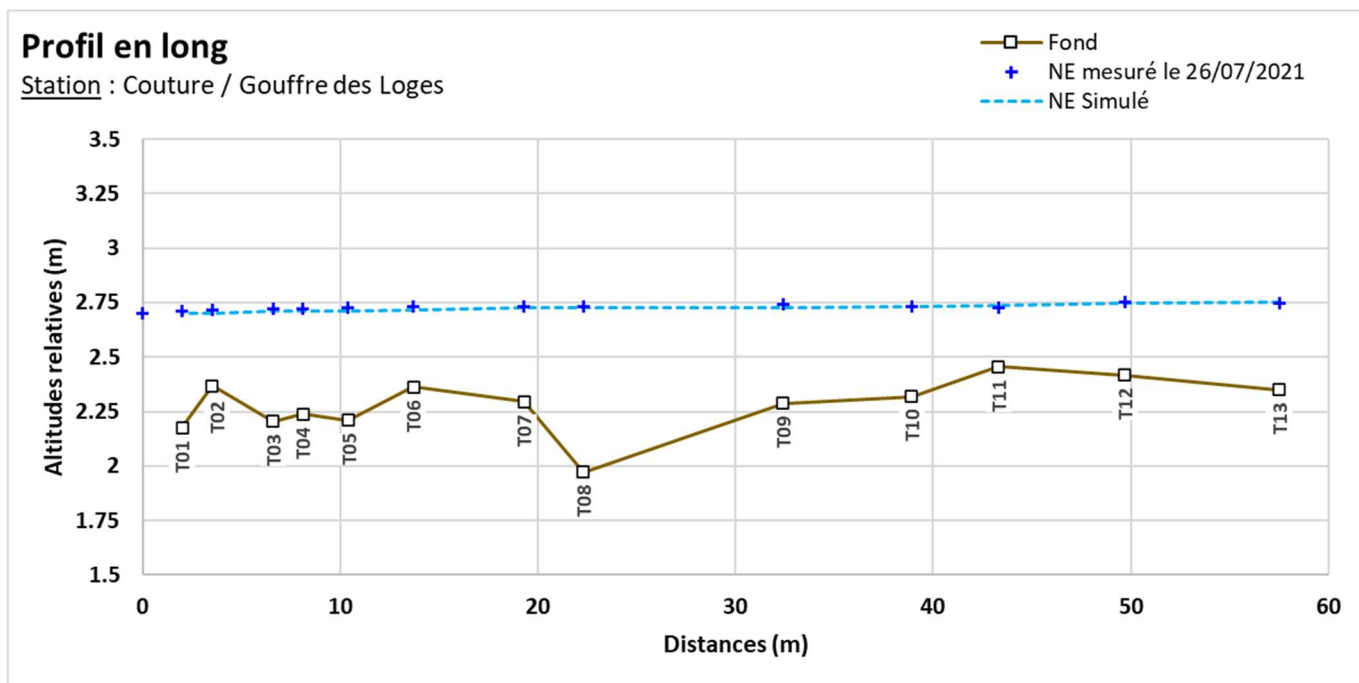


Figure 19 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré

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 apparaît également cohérente, de même que l'emprise globale observée le jour des mesures sur site.

Simulations réalisées

Une fois le modèle calé, il peut être exploité pour différentes conditions de débits incidents en amont de la station et lignes d'eau aval.

Des simulations ont été mises en œuvre pour plusieurs débits en régime permanent, sur une gamme allant de 10 l/s à 2000 l/s. Cette gamme permet ainsi de modéliser des débits d'étiage à plus que le module de la Couture à cette station.

4.1.3 Exploitation des résultats

Les résultats en termes de hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement sont obtenus de manière spatialisée sur l'emprise de la station modélisée pour chacun des débits simulés. Les résultats sont présentés sous forme de courbe, de tableaux et de cartes. Pour les cartes, conformément aux recommandations du comité scientifique, les valeurs de débit représentées sont le QMNA5 minimum, QMNA5 moyen, 25 % du module, module et débit de débordement soit 5 cartographies. Notons que le QMNA5 extrapolé de la valeur naturelle calculée en tranche ferme serait plutôt de 97 l/s et le module plutôt de 1900 l/s.

Débit représenté	Equivalent sur la station (en l/s)
QMNA5 minimum	17
QMNA5 moyen	106
50 % du module	802
Module	1604
Débit de débordement	1800

Ils sont croisés avec les données de substrat relevées, et les courbes de préférence associées à chaque espèce et stades cibles sur la station DMB.

4.2 Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)

4.2.1 Surface mouillée

La surface mouillée évolue de manière croissante avec le débit et importante jusqu'au environ de 50 l/s. Son évolution est ralentie mais encore forte jusqu'à 200 l/s. Au-delà, le lit mineur se remplit de manière régulière. Au-delà de 1800 l/s le cours d'eau déborde sur cette section. Le calcul est arrêté.

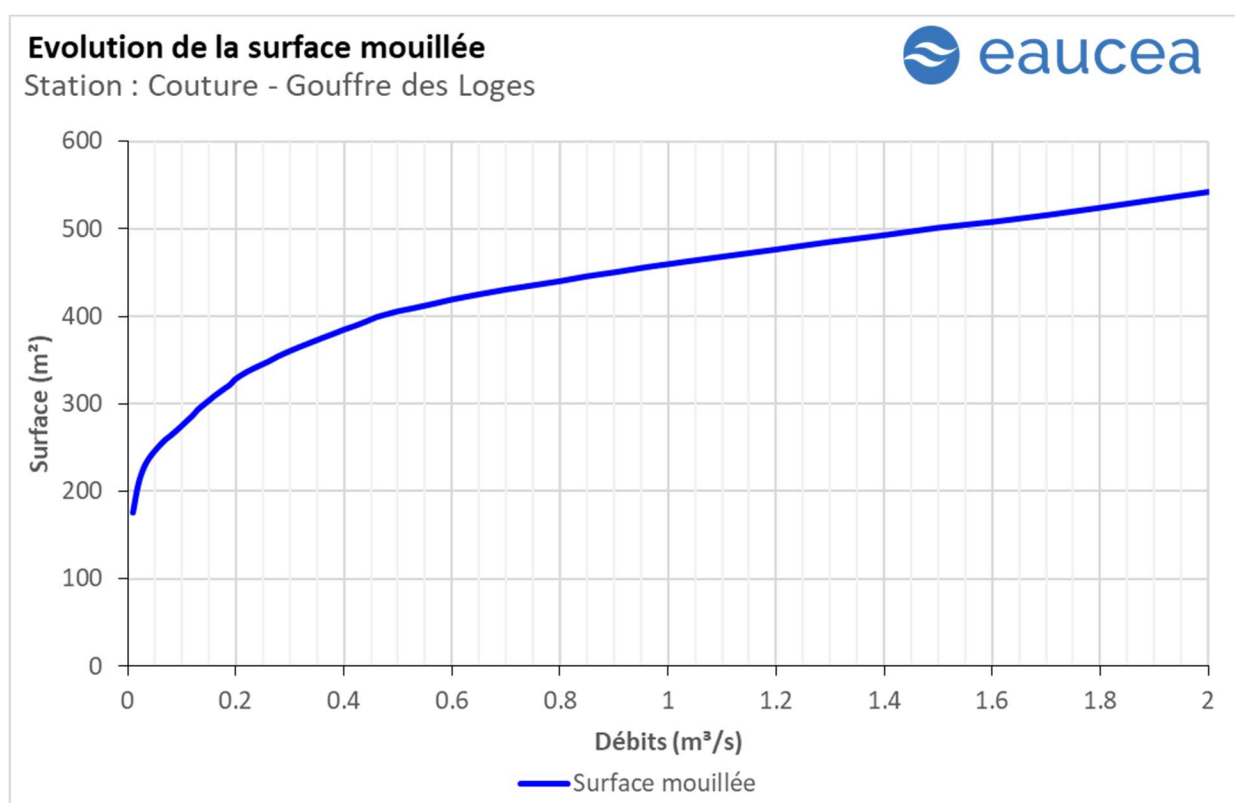


Figure 20 : Evolution de la surface mouillée au Gouffre des Loges

4.2.2 Granulométrie de la station

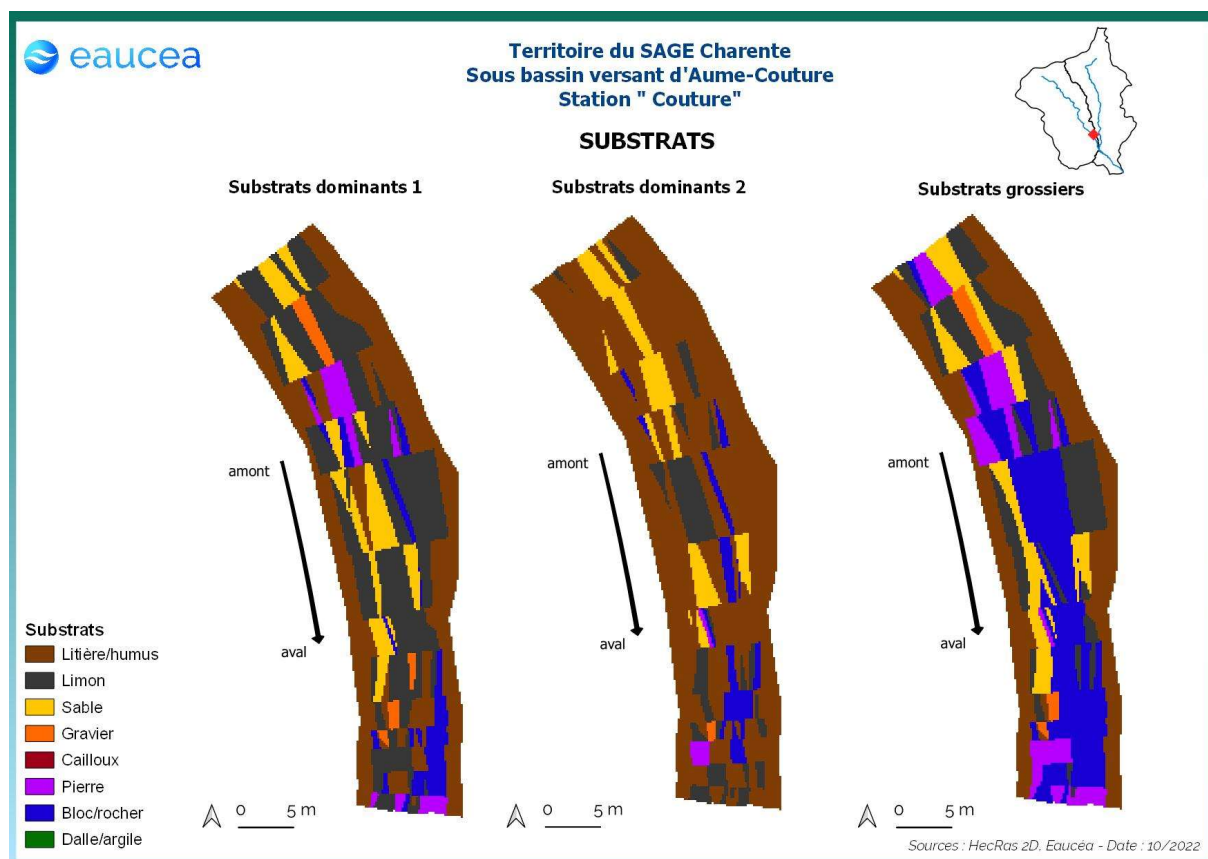


Figure 21 : Carte des substrats de la station du Gouffre des Loges

La station présente des substrats dominés par la litière en berge mais avec un chenal central alternant sables et zones limoneuses. Le substrat grossier est constitué essentiellement de blocs.

4.2.3 Profondeur

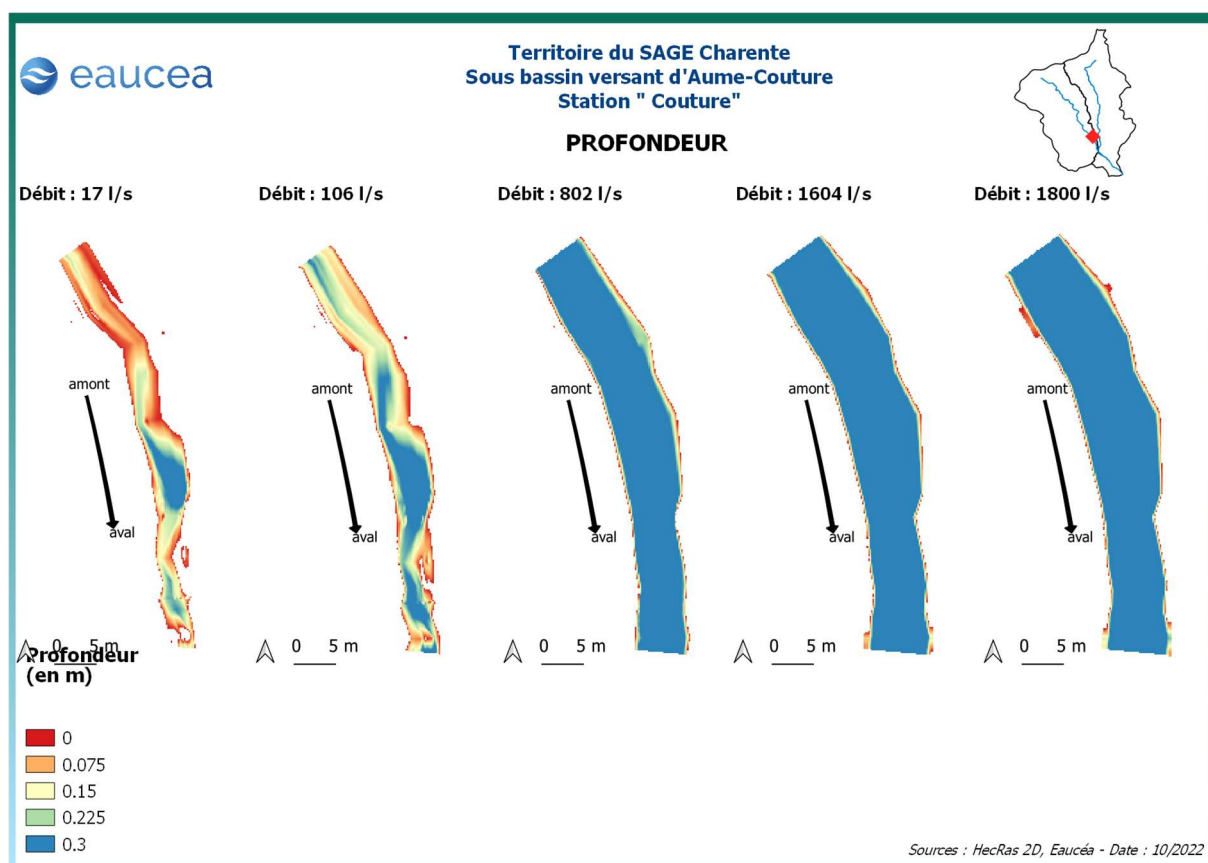


Figure 22: Evolution des profondeurs sur la station du Gouffre des Loges à différents débits

La station est assez profonde en son centre avec la présence d'une fosse d'une trentaine de 30 cm y compris en débit d'été. La partie aval de la station est sensiblement plus profonde que le secteur amont.

4.2.4 Vitesse d'écoulement

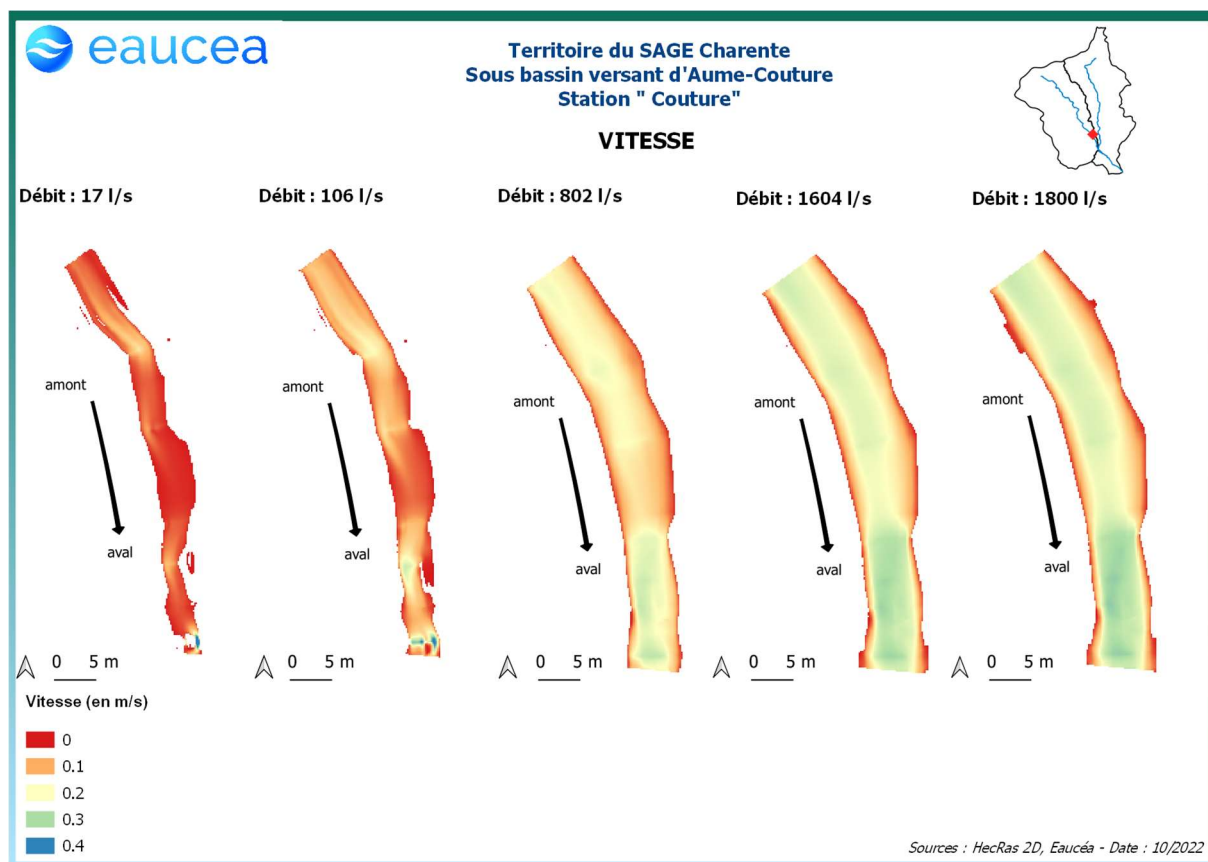


Figure 23: Evolution des vitesses d'écoulement sur la station du Gouffre des Loges à différents débits

Cette station ne présente que des vitesses d'écoulement faibles à bas débit et l'évolution des débits n'entraîne pas une augmentation importante de celles-ci y compris dans les zones d'accélération où les vitesses n'excèdent pas les 30 cm/s même au débit de débordement.

La modélisation des vitesses nous permet aussi d'identifier les habitats courants favorables aux espèces rhéophiles comme la vandoise et la truite et dans une moindre mesure le vairon. La valeur repère de 25 cm/s séparant les milieux rhéophiles des milieux lenticques présente aussi une forte valeur descriptive de l'habitat des invertébrés inventoriés dans le bassin charentais. Ce constat est justifié en annexe et à terme dans le rapport méthodologique.

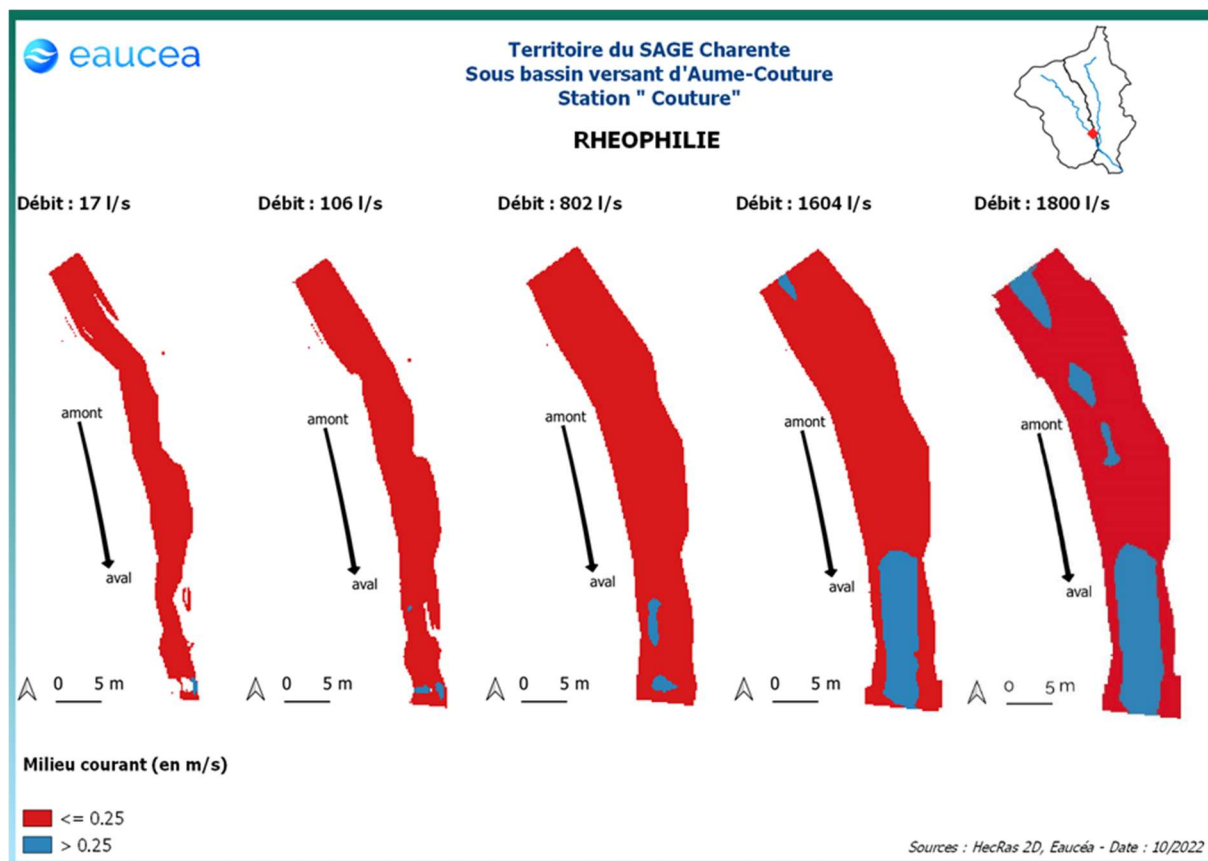


Figure 24: Evolution des milieux courants sur la station du Gouffre des Loges

On peut noter ici que la quantité d'habitats rhéophiles est quasi nulle en dessous de 800 l/s. L'accélération des vitesses d'écoulements dans le secteur aval est prononcée à 1604 l/s. A des débits plus importants, la partie amont de la station subit aussi une accélération.

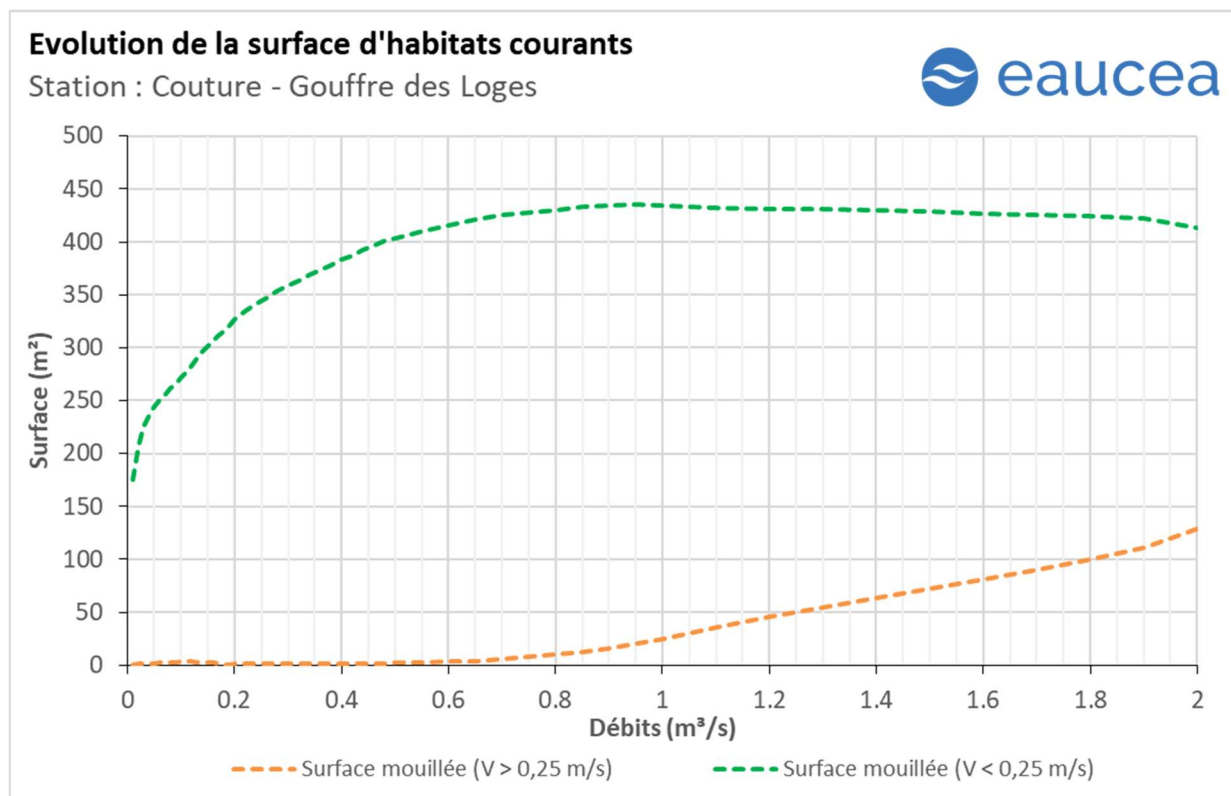


Figure 25 : Evolution de surface lotique (orange) et lenticque (vert)

Les courbes ci-dessus traduisent que la station est très majoritairement lenticque à tous les débits testés. Nous considérerons qu'un seuil garantissant environ 10% d'habitat rhéophile peut être retenu pour les périodes de transition soit environ 1300 l/s et 20 % pour les périodes de hautes eaux, ratio jamais atteint avant le débit de débordement.

4.3 Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison des hautes-eaux)

La modélisation hydraulique 2 D permet de calculer en tous points de la station, la valeur du paramètre τ^{*1} qui caractérise les conditions de début d'entraînement ou de charriage des particules. Nous avons retenu les sables qui sont les principales particules susceptibles de s'accumuler dans les fosses et de les combler. 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 d'épisodes hydrauliques suffisants en intensité en durée pour évacuer des sables évitera un temps d'accumulation trop long aussi pour les limons.

Le principe est donc de vérifier si pour des débits importants mais fréquents, les conditions hydrauliques permettent de maintenir les faciès d'écoulement. Une comparaison réalisée avec la topographie observée permet de conclure au maintien ou non d'une dynamique d'entretien des zones les plus profondes, qui jouent un rôle majeur en étiage.

La modélisation hydraulique 2 D, montre que les particules les plus fines sont régulièrement transportées mais fait aussi apparaître que des débits sensiblement plus élevés sont nécessaires pour éviter le comblement par l'amont de la principale zone profonde de la station en cas de charriage de sables plus grossiers.

Au Gouffre des Loges, la mise en mouvement des particules fines se fait dès que le débit dépasse 100 l/s. Ce débit est atteint la majorité de l'année et correspond à un débit d'étiage moyen sur ce secteur. Lors de la saison des hautes eaux, des particules plus volumineuses peuvent être mise en mouvement. La station n'est donc pas vulnérable au colmatage.

¹ Paramètre de Shields (cf annexe)

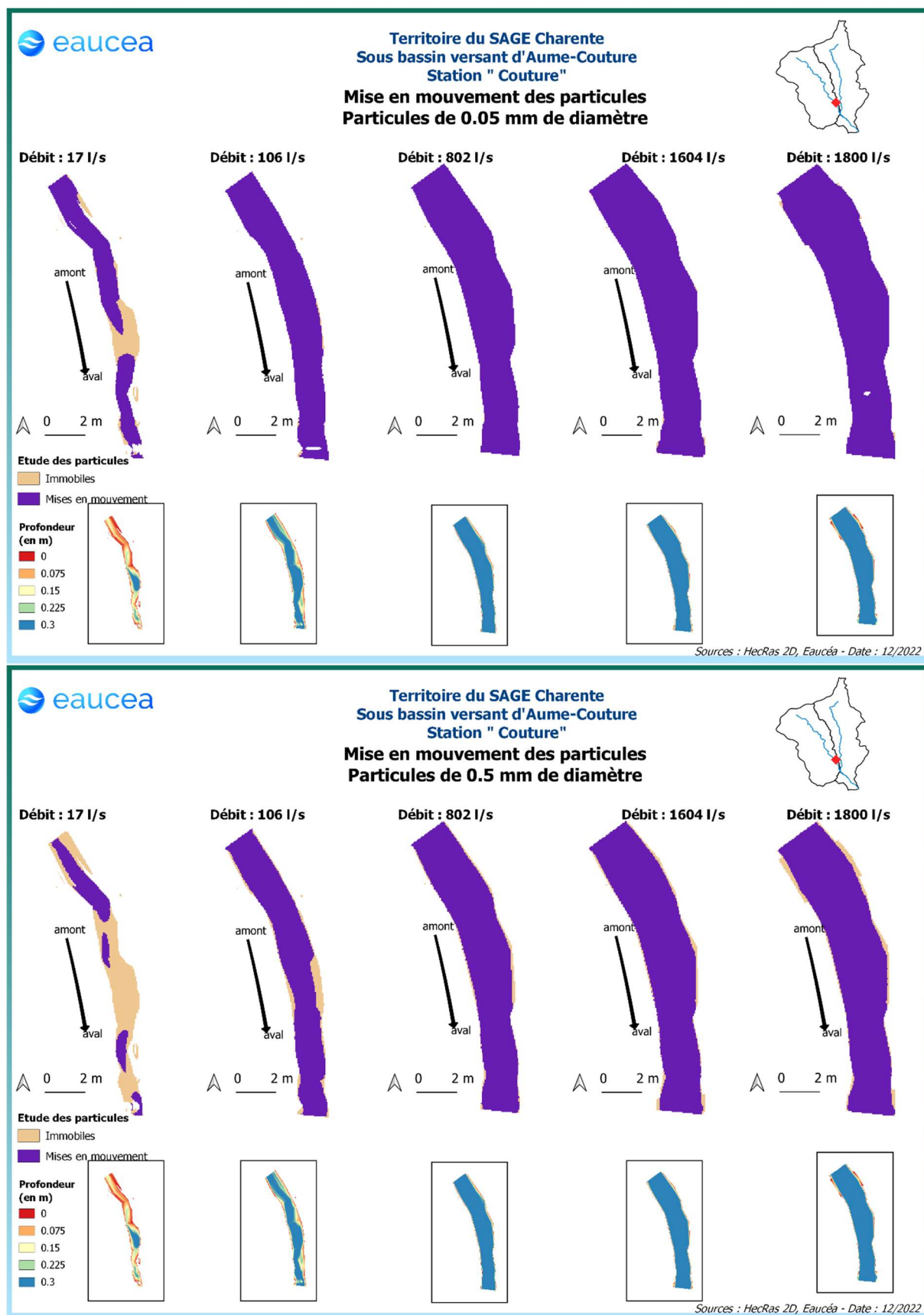


Figure 26 : Mise en mouvement des particules sur la station du Gouffre des Loges

4.4 Connectivité longitudinale (toutes saisons)

Il s'agit ici de vérifier à quelle condition de débit, la circulation des poissons est possible au sein de la station. La connectivité de cette station sur la Couture est encore effective pour les petites espèces à un débit de 20 l/s. Elle ne l'est plus pour 10 l/s.

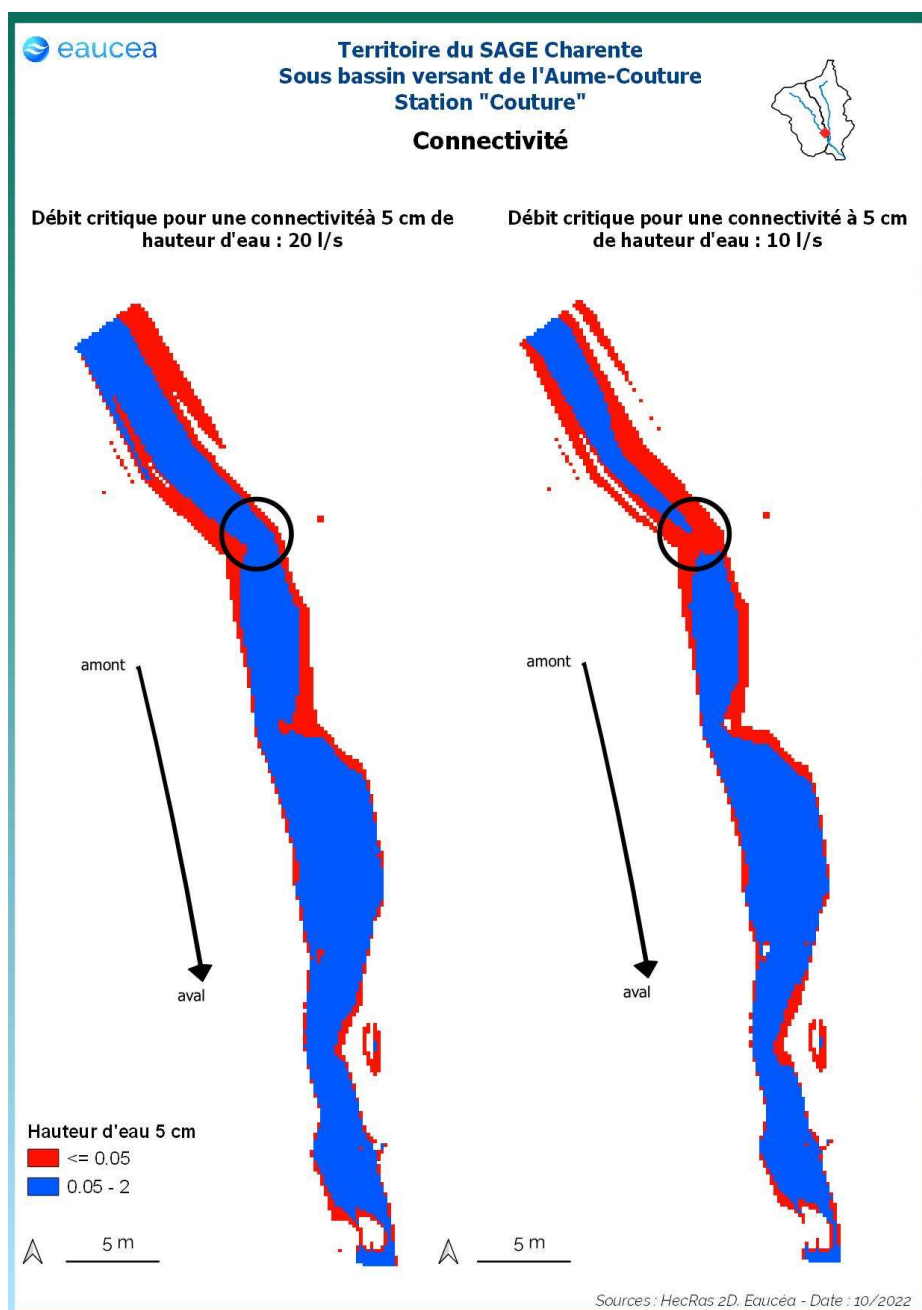


Figure 27: Connectivité de la station du Gouffre des Loges pour un seuil de 5 cm de hauteur d'eau

La connectivité de la station est encore effective pour les grandes espèces à un débit de 40 l/s. Elle ne l'est plus à 30 l/s.

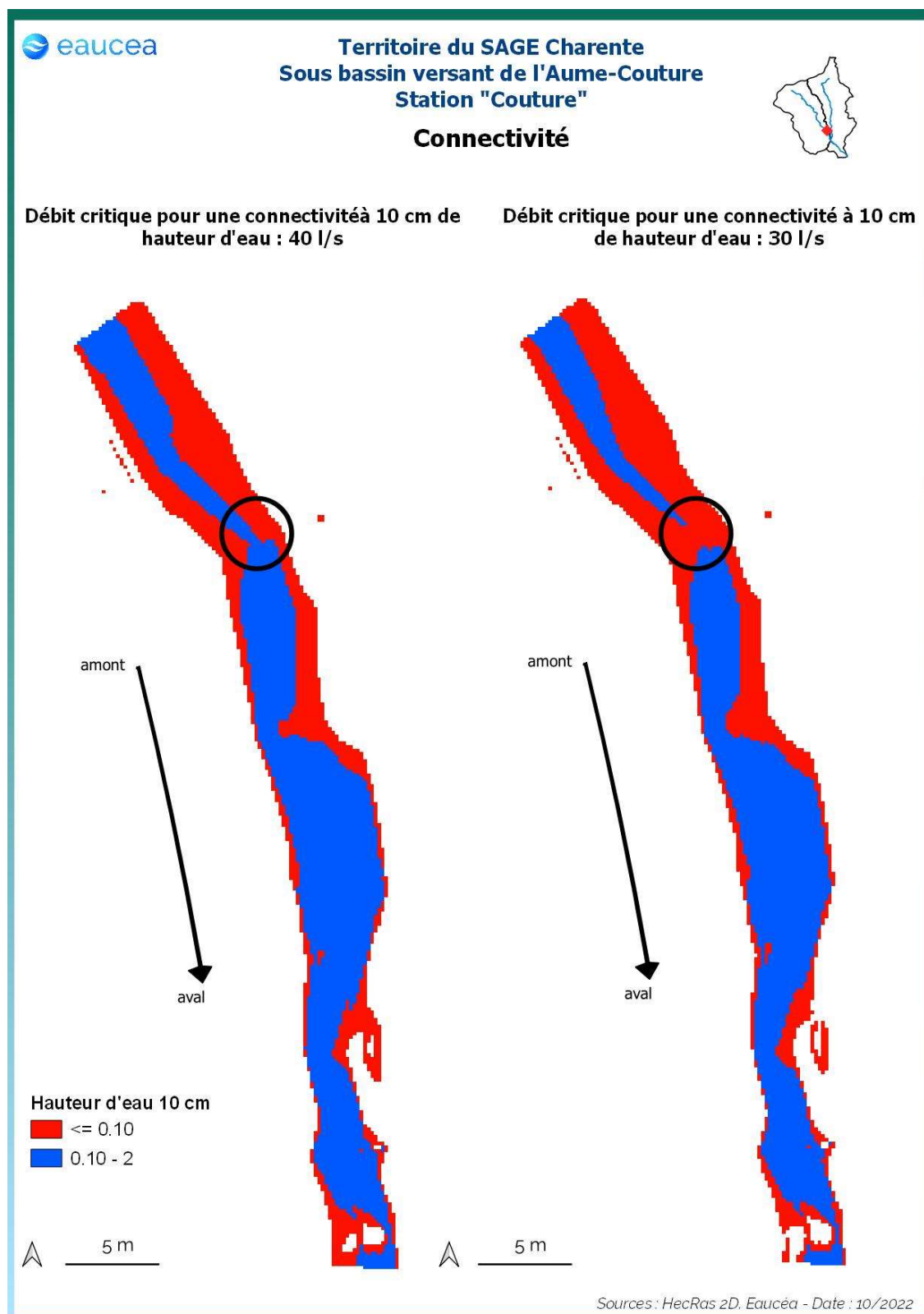


Figure 28: Connectivité de la station sur la Couture pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau

4.5 Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles

4.5.1 Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement

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.

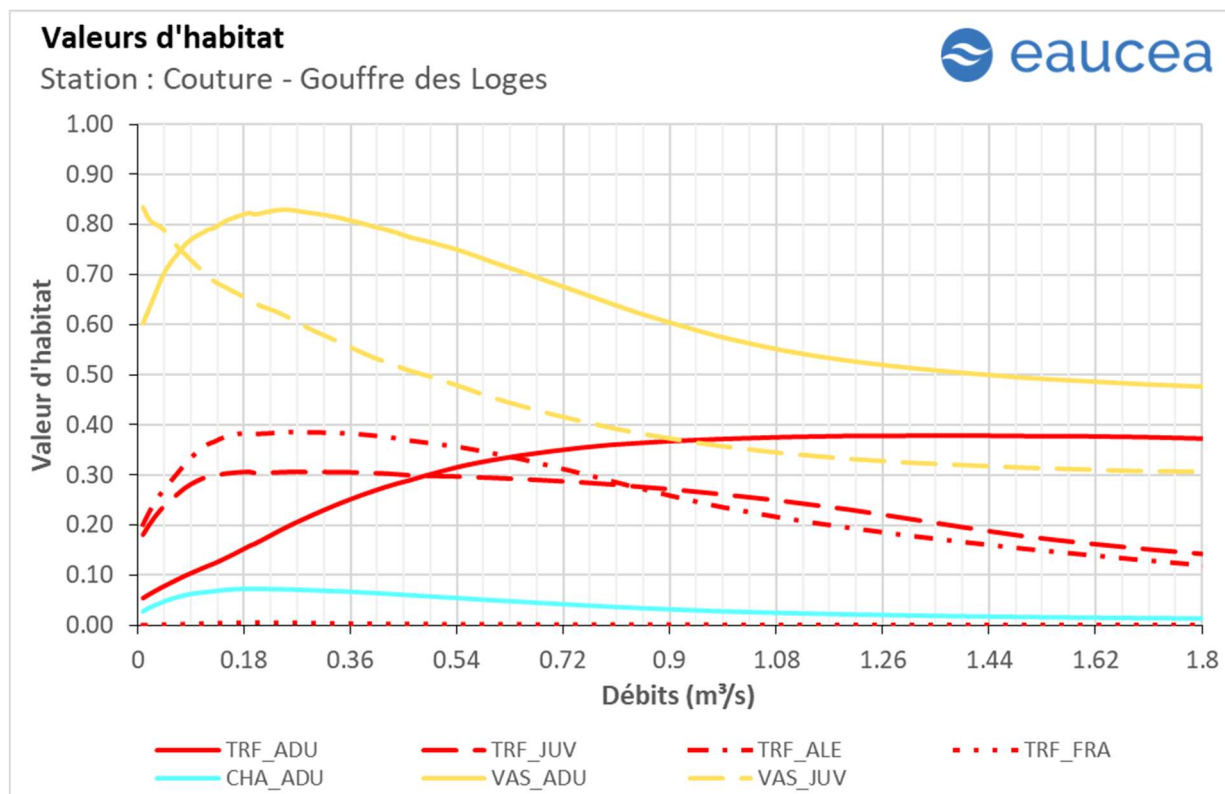


Figure 29: Valeurs d'habitat des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot du Gouffre des loges

La station ne semble très favorable qu'au vairon adulte, sa valeur d'habitat est de plus de 0.8 aux bas débits et chute avec le débit jusqu'à atteindre une valeur plancher d'un peu moins de 0.5. Le vairon juvénile bénéficie d'une valeur d'habitat de 0.85 à bas débit puis cette valeur chute avec l'augmentation de débit jusqu'à atteindre 0.3.

La station est peu favorable pour le chabot dont la valeur d'habitat n'excède pas 0.08.

A propos de la truite, aussi bien les stades adulte, juvénile et alevin présentent des valeurs d'habitat assez élevées mais dont les tendances sont inverses : la valeur d'habitat de la truite adulte augmente avec le débit jusqu'à atteindre un plancher aux environs de 0.4 tandis que le juvénile et l'alevin voit leur maxima à bas débits (0.3 pour le juvénile et 0.4 pour l'alevin) avant de baisser aux environs de 0.1. La valeur d'habitat des frayères est très basse et suggère un potentiel assez bas sur la station.

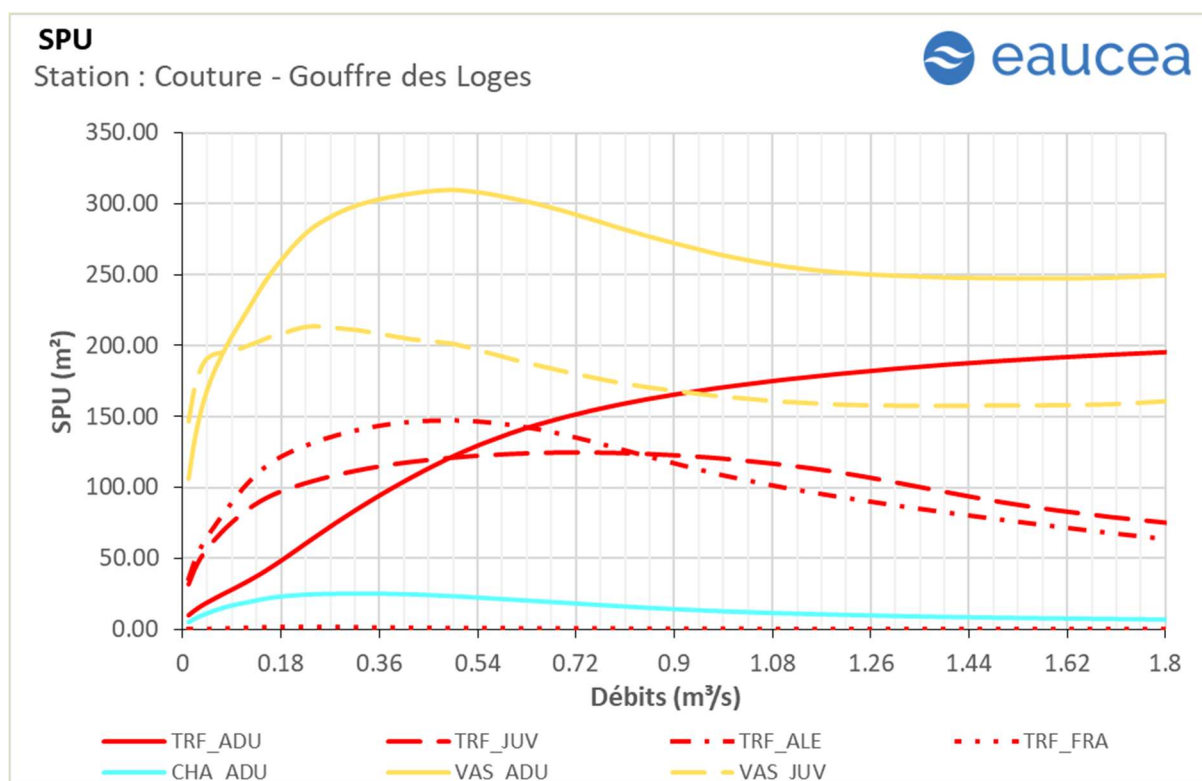


Figure 30: Surfaces pondérées utiles des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot de la station du Gouffre des Loges

Les surfaces pondérées utiles suivent globalement les mêmes évolutions en fonction du débit mais avec le bénéfice de l'augmentation de la surface mouillée. La station est très favorable aux vairons adultes et à aux truites adultes dans une moindre mesure. L'optimum est aux environs de 400 L/s.

4.5.2 Saisonnalité

Les débits mensuels (m³/s) sont les suivants :

Couture au Gouffre des Loges	Décenal sec	Quinquennal sec	Moyen	Médian	Quinquennal humide	Décenal humide
Janv.	0.263	0.963	1.717	0.625	2.059	3.985
Févr.	0.733	1.161	4.093	2.797	7.382	9.343
Mars	0.831	1.002	2.548	1.892	3.632	5.257
Avr.	0.564	0.657	1.301	0.957	1.833	2.378
Mai	0.399	0.499	1.110	0.823	1.492	1.991
Juin	0.209	0.328	0.742	0.647	1.063	1.342
Juil.	0.077	0.151	0.380	0.337	0.567	0.737
Août	0.027	0.046	0.221	0.183	0.369	0.459
Sept.	0.019	0.034	0.154	0.081	0.309	0.385
Oct.	0.014	0.029	0.211	0.106	0.341	0.416
Nov.	0.011	0.023	1.205	0.334	2.201	4.450
Déc.	0.016	0.106	2.172	0.726	3.673	7.059

La période des hautes-eaux favorise des échanges faunistiques entre les différents bassins. Les poissons de plus grande taille peuvent explorer ces milieux pour s'y alimenter ou s'y reproduire. La première des conditions est donc celle de la connectivité qui doit être garantie pour permettre ces échanges.

Le débit de 40 l/s est donc la première valeur constitutive d'un débit biologique toutes eaux.

L'évolution de l'habitat peut être approchée par un graphe annuel pour des quantiles sec, médian et humide des débits mensuels.

Pour la truite adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 15 m² et correspondant à un débit de 29 l/s. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 13 m² environ (soit un débit de 23 l/s) en novembre d'une année sèche à une SPU non calculable, car le débit dépasse celui de débordement avec 2201 l/s, mais surement importante en novembre d'une année humide. La période de transition printanière présente des tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 41 m² environ (soit un débit de 151 l/s) en juillet d'une année sèche à 133 m² en juillet d'une année humide (pour 567 l/s).

Pour la truite juvénile, l'habitabilité de la station est à environ 48 m² et correspondant à un débit de 29 l/s. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de la truite juvénile passer de 44 m² environ (soit un débit de 23 l/s) en novembre d'une année sèche à une SPU non calculable, car le débit dépasse celui de débordement avec 2201 l/s, mais surement importante en novembre d'une année humide. La période de transition printanière qui suit voit la SPU passer de 92 m² environ (soit un débit de 151 l/s) en juillet d'une année sèche à 123 m² en juillet d'une année humide (pour 567 l/s).

Pour l'alevin de truite en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 55 m² et correspondant à un débit de 29 l/s. La période de transition printanière qui suit présente des SPU de 114 m² environ (soit un débit de 151 l/s) en juin d'une année sèche à 145 m² en juillet d'une année humide (pour 567 l/s).

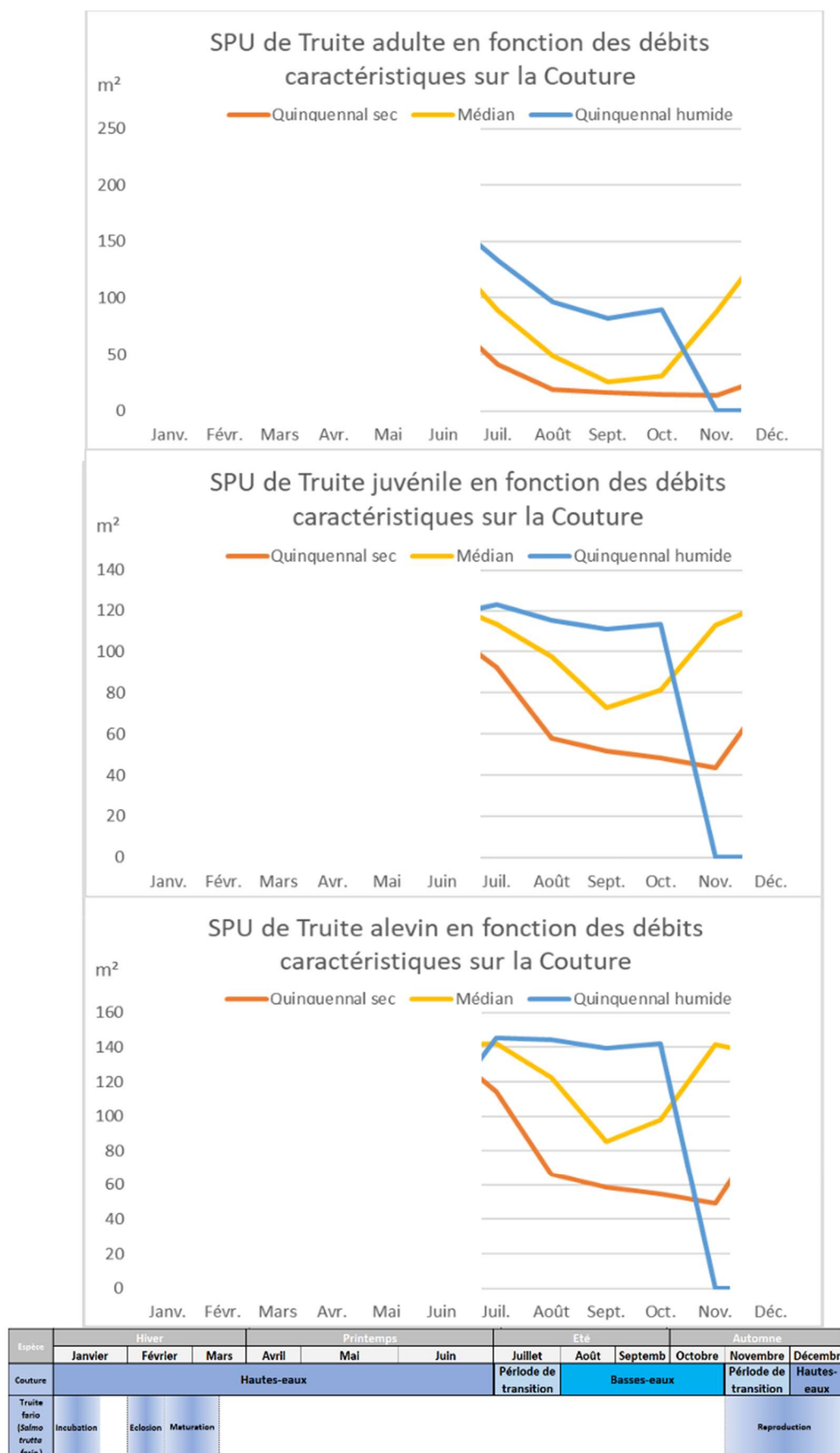


Figure 31 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique

Pour le chabot adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 9 m² et correspondant à un débit de 29 l/s. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU du chabot passer de 8 m² environ (soit un débit de 23 l/s) en novembre d'une année sèche à une SPU non calculable, car le débit dépasse celui de débordement avec 2201 l/s, mais surement importante en novembre d'une année humide. La période de transition printanière qui suit présente des SPU évoluant jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du chabot adulte passer de 21 m² environ pour un débit de 151 l/s en juillet d'une année sèche à 22 m² en juillet d'une année humide pour 567 l/s.

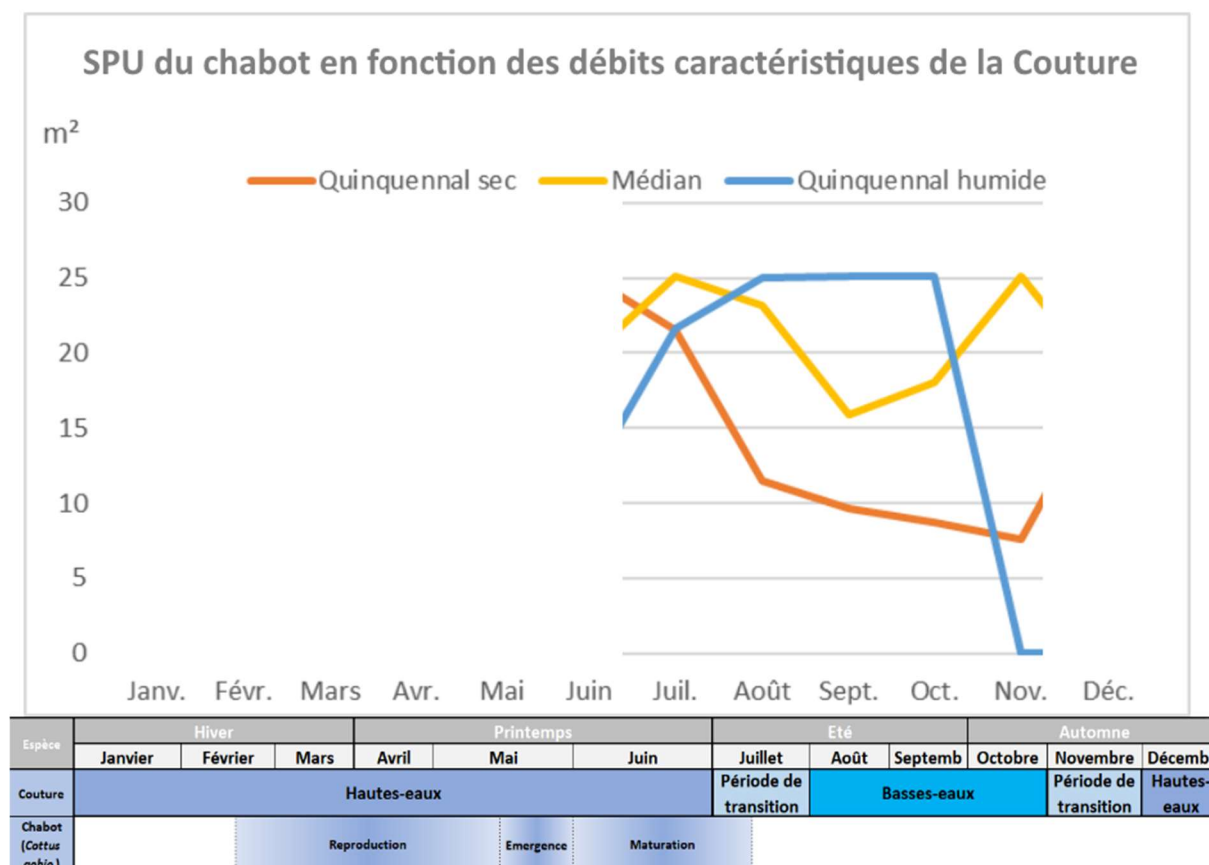


Figure 32 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique

Pour le vairon adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 147 m² et correspondant à un débit de 29 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 180 m² de surface pondérée utile. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU du vairon adulte passer de 136 m² environ (soit un débit de 23 l/s) en novembre d'une année sèche à une SPU non calculable, car le débit dépasse celui de débordement avec 2201 l/s, mais surement importante en novembre d'une année humide. Pour le juvénile, la SPU est de 172 m² en novembre d'une année sèche. La période de transition printanière voit la SPU du vairon adulte passer de 246 m² environ (soit un débit de 151 l/s) en juillet d'une année sèche à 306 m² en juillet d'une année humide (pour 567 l/s). Pour le juvénile, la SPU est de 205 m² pour une année sèche et de 194 m² pour une année humide.

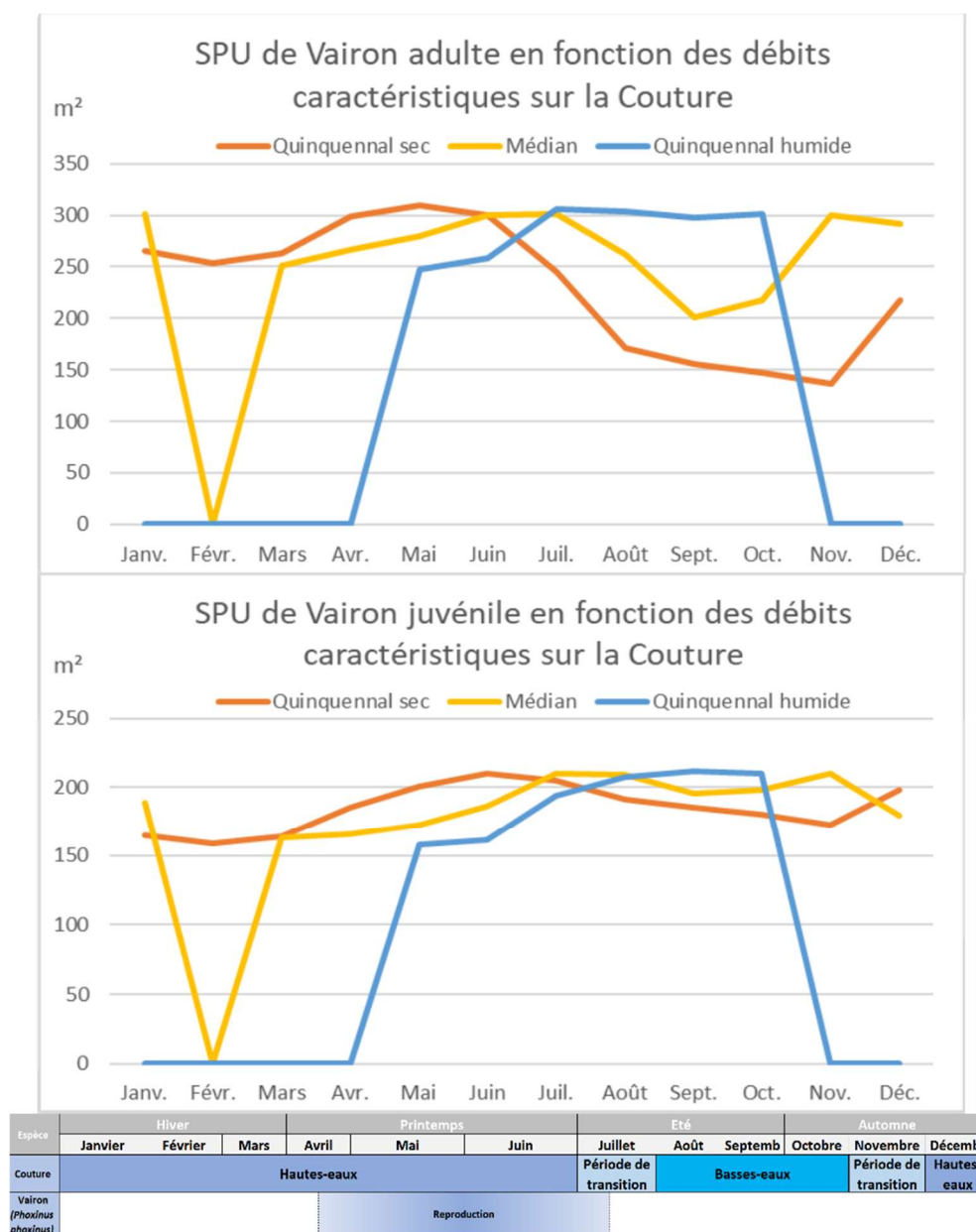


Figure 33: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique

4.5.1 Synthèse

Les valeurs proposées pour l'analyse de la sensibilité des conditions d'habitats aux débits sont donc les suivantes :

- pour la période estivale, la valeur de déconnection longitudinale pour les grandes espèces (40 l/s) est inférieure au débit naturel d'étiage (QMNA5). Celle-ci soit 75 l/s sera retenue comme valeur de référence, bornée par le débit le plus bas (10 l/s) et le débit classé 75 % (212 l/s) ;
- pour la période de transition, une valeur intermédiaire entre les débits classés 75 % et 50 % comme valeur de référence, bornée par ces mêmes débits (212 l/s et 625 l/s) ;
- pour la période de hautes-eaux, la valeur de référence est l'optimum de débit biologique (400 l/s) comparée à une gamme de débit allant jusqu'au débit de débordement.

4.6 Conclusion concernant les débits biologiques de la station du Gouffre des Loges (matrice)

Analyse piscicole			Gouffre des Loges										Qref									
Niveau	Critère	Code	Especie	Stade	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.075	0.08	0.09	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	
Principal	Habitat	TRF_ADU	Truite fario	Adulte	-62%	-49%	-38%	-29%	-20%	-12%	-4%	25	4%	12%	20%	36%	54%	74%	94%	116%	138%	
Principal	Habitat	TRF_JUV	Truite fario	Juvenile	-55%	-41%	-30%	-22%	-15%	-9%	-3%	70	3%	8%	13%	21%	28%	34%	38%	42%	46%	
Principal	Habitat	CHA_ADU	Chabot	Adulte	-69%	-53%	-41%	-31%	-21%	-12%	-4%	15	4%	10%	16%	26%	37%	45%	52%	57%	60%	
Principal	Habitat	VAS_ADU	Vairon	Adulte	-46%	-33%	-24%	-16%	-11%	-6%	-2%	196	2%	5%	9%	15%	22%	28%	33%	37%	41%	
Principal	Habitat	VAS_JUV	Vairon	Juvenile	-25%	-14%	-7%	-3%	-1%	-1%	0%	196	0%	1%	1%	2%	4%	6%	7%	8%	9%	
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			-73%	-58%	-48%	-41%	-33%	-18%	0%	3	0%	9%	19%	35%	-9%	-19%	-33%	-36%	-43%	
Principal	Surface mouillée				-33%	-20%	-13%	-9%	-6%	-3%	-1%	261	1%	3%	5%	10%	14%	18%	22%	26%	29%	
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			non	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	
		Petits poissons			non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	
Synthèse indicateurs principaux																						
Habitat	SPU																					
Habitat	Habitats rapides																					
Habitat	Surface mouillée																					
Habitat	Connectivité	Longitudinale																				
Résultat																						

La variation des SPU autour du QMNA5 est faible. Elle est plus sensible à la baisse qu'à la hausse. Si nous considérons les chabots, une variation à +/- 20% de la SPU de référence est observée entre la valeur de 60 l/s comme borne basse et 100 l/s en borne haute en période de basses-eaux.

Figure 34 : Matrice période de basses-eaux

Analyse piscicole				Gouffre des Loges																				Qref											
Niveau	Critère	Code	Especie	Stade	0.22	0.24	0.26	0.28	0.3	0.32	0.34	0.36	0.38	0.4	0.42	0.44	0.46	0.48	0.5	0.52	0.54	0.56	0.58	0.6	0.62										
Principal	Habitat	TBF_AOU	Truite fario	Adulte	-43%	-38%	-32%	-27%	-23%	-18%	-13%	-9%	-4%	103	4%	8%	12%	16%	19%	22%	26%	29%	31%	34%	36%										
Principal	Habitat	TBF_JUV	Truite fario	Juvenile	-12%	-11%	-9%	-7%	-6%	-4%	-3%	-2%	-1%	117	1%	2%	2%	3%	3%	4%	4%	5%	5%	6%	6%										
Principal	Habitat	CHA_AOU	Chabot	Adulte	-2%	0%	0%	1%	1%	2%	2%	1%	1%	25	-1%	-2%	-3%	-5%	-6%	-8%	-10%	-12%	-14%	-15%	-17%										
Principal	Habitat	VAS_AOU	Vainon	Adulte	-9%	-7%	-6%	-4%	-3%	-2%	-2%	-1%	0%	306	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%	-1%	-1%										
Principal	Habitat	VAS_JUV	Vainon	Juvenile	4%	4%	4%	3%	3%	3%	2%	1%	1%	206	-1%	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%										
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			-12%	-14%	-17%	-12%	-16%	-7%	-5%	-2%	0%	2	5%	4%	7%	7%	21%	32%	43%	56%	69%	82%	105%										
Principal	Surface mouillée				-13%	-11%	-9%	-8%	-6%	-5%	-4%	-2%	-1%	385	1%	2%	4%	5%	5%	6%	7%	8%	8%	9%	10%										
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui										
		Petits poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui										
Synthèse indicateurs principaux																																			
Habitat	SPU																																		
Habitat	Habitats rapides																																		
Habitat	Surface mouillée																																		
Habitat	Connectivité Longitudinale																																		

En période de transition, tous les indicateurs, sauf la surface mouillée, sont stables et remplissent les conditions de vie des espèces. Un seuil garantissant environ 10% d'habitat rhéophile peut être recherché pour les périodes de transition, soit environ 1500 L/s. L'optimum d'habitat piscicole est lui de l'ordre de 400 l/s. Un écart de -20 % de SPU est admissible compte tenu de la situation limitante observée en étiage ce qui conduit à une borne basse de 320 l/s. Rappelons que sur la Couture, le contraste du régime hydrologique conduit à des transitions relativement éphémères.

Nous proposons donc de retenir une plage de débit entre 320 l/s à 500 l/s, centrée sur la valeur de 400 l/s.

Figure 35 : Matrice des périodes de transition

Analyse piscicole			Gouffre des Loges										Qref				
Niveau	Critère	Code	Espec	Stade	0.4	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
Principal	Habitat	TRF_F RA	Truite farlo	Frai	1	-51%	-58%	-65%	-74%	-84%	-90%	-95%	-97%	-98%	-98%	-98%	-99%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			2	222%	508%	797%	1373%	1983%	2556%	3075%	3597%	4141%	4660%	5170%	5761%
Principal	Surface mouillée				385	12%	14%	17%	20%	22%	24%	26%	28%	30%	32%	34%	36%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons petits poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
	Synthèse indicateurs principaux																
Habitat	Habitats rapides																
Habitat	Surface mouillée																
Habitat	Connectivité Longitudinale																
Résultat																	

En période de hautes-eaux, les indicateurs sont stables et remplissent les conditions de vie et de mobilité des espèces. Les habitats lotiques atteignent enfin le seuil de 10 % à 1300 l/s et le seuil des 20 % n'est jamais atteint.

Rappelons que pour l'entretien du lit la valeur plancher de 100 l/s a été proposée.

Nous proposons donc de retenir une plage de minimum 400 l/s, à minima, jusqu'à 1800 l/s afin de créer de la diversité d'habitats pour les espèces rhéophiles (truite) dont cette période correspond d'ailleurs à la période de reproduction.

Figure 36 : Matrice de la période de hautes-eaux.

5 ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE L'AUME A CHANTEMERLE

5.1 Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique

Cette modélisation a pour objectif de décrire les paramètres physiques des écoulements, c'est-à-dire les hauteurs d'eau et les vitesses s'établissant au sein de la station DMB pour différentes conditions de débits.

5.1.1 Description de la station

Localisation et position des transects de mesure

La station de Chantemerle est située sur l'Aume en amont d'Aigre. Elle s'étend sur environ 75 m de long.

14 transects de mesure ont été positionnés sur le linéaire de la station, ils permettent de rendre compte du fonctionnement hydraulique de l'Aume à ce niveau (radiers, chutes, plats, ...). Ils sont représentés ci-dessous.



Figure 37 : Position des transects de mesure de la station DMB

Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées lors d'une venue sur site le 29/07/2020. La venue sur site a permis la prise des mesures suivantes le long de la station :

- Profils altimétriques et lignes d'eau associées des transects repérés ci-avant. Acquis avec un tachéomètre ;
- Profils bathymétriques de certains transects profonds acquis à l'aide d'un profileur de courant à effet Doppler ;
- Débit transitant dans la station, mesuré avec courantomètre électromagnétique.

Le débit le jour des mesures a été mesuré au transect 6, aboutissant à une valeur de 88 l/s.

Profil en long, faciès d'écoulement et type de berges

Les faciès d'écoulement et la connectivité des berges le long de la station ont été également relevés pour les conditions d'écoulement le jour des mesures.

- **Faciès d'écoulement**

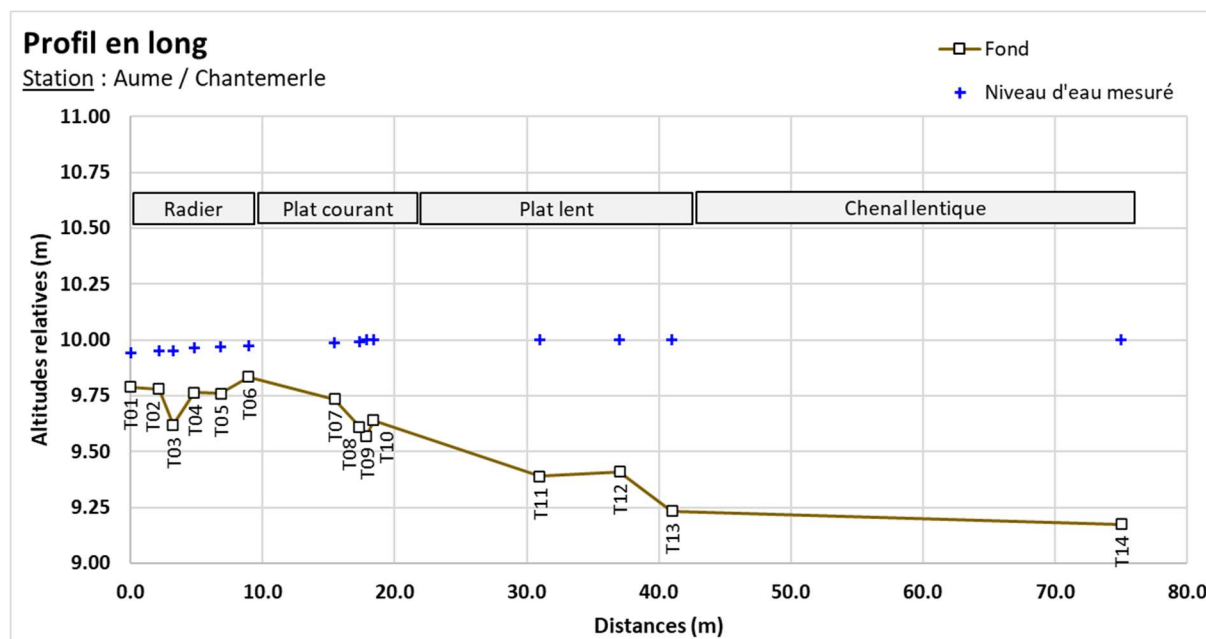
Le linéaire parcouru est divisé en 2 grandes zones, l'amont, présentant un profil lent allant du chenal lentique au plat lent, puis l'aval présentant un profil plus rapide composé de plat courant et de petits radiers. La séparation se fait au droit d'un très gros rocher implanté au centre du lit de l'Aume faisant obstacle et divisant l'écoulement en 2 veines de part et d'autre. 2 autres rochers sont présents sur la partie aval, jouant aussi rôle d'obstacle aux écoulements.

- **Type de berges**

Le bas de berge était hors d'eau sur la partie aval le jour des mesures. Leur profil est peu pentu sur ce linéaire formant de petites plages peu élevées. Au-delà, la berge reprend un profil abrupt et végétalisé, comme observé sur la partie amont de la station. Le haut de berge n'est pas très élevé par rapport au lit mouillé.

- **Profil en long**

Sur la base des profils en travers relevés, le profil en long du fond et de la ligne d'eau relevée est représenté sur la figure suivante en positionnant les faciès d'écoulement relevés :



5.1.2 Modélisation hydraulique de la station

Principes du modèle

Une modélisation hydraulique 2D a été mise en œuvre, à l'aide du logiciel HEC-RAS 2D, permettant de calculer les paramètres physiques descriptifs de la station : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement à différentes conditions de débits. La modélisation 2D permet d'obtenir une répartition dans les 2 dimensions d'espace horizontales de ces paramètres. L'analyse hydraulique qui en découle est plus fine qu'avec un modèle unidimensionnel.

Les données bathymétriques et topographiques acquises sur le terrain ont été exploitées afin d'élaborer une représentation topographique continue de la station (MNT). Sur cette base, un maillage de calcul a été élaboré, composé de mailles carrées de 20 cm x 20 cm au maximum et raffiné au droit de zones clés. On représente en suivant le maillage de calcul superposé au MNT construit pour la station.

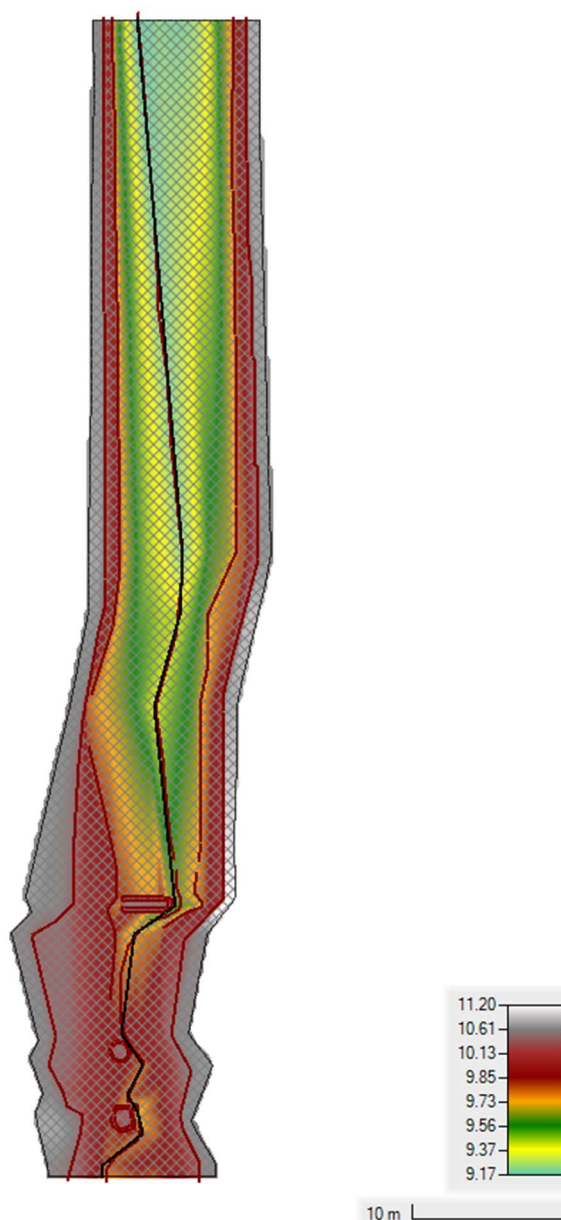


Figure 38 : Maillage de calcul et topographie de la station modélisée

Calage du modèle

Le calage du modèle se base sur les relevés de niveaux de hautes d'eau faits lors de la venue sur site. Pour rappel, le débit associé est évalué à 88 l/s.

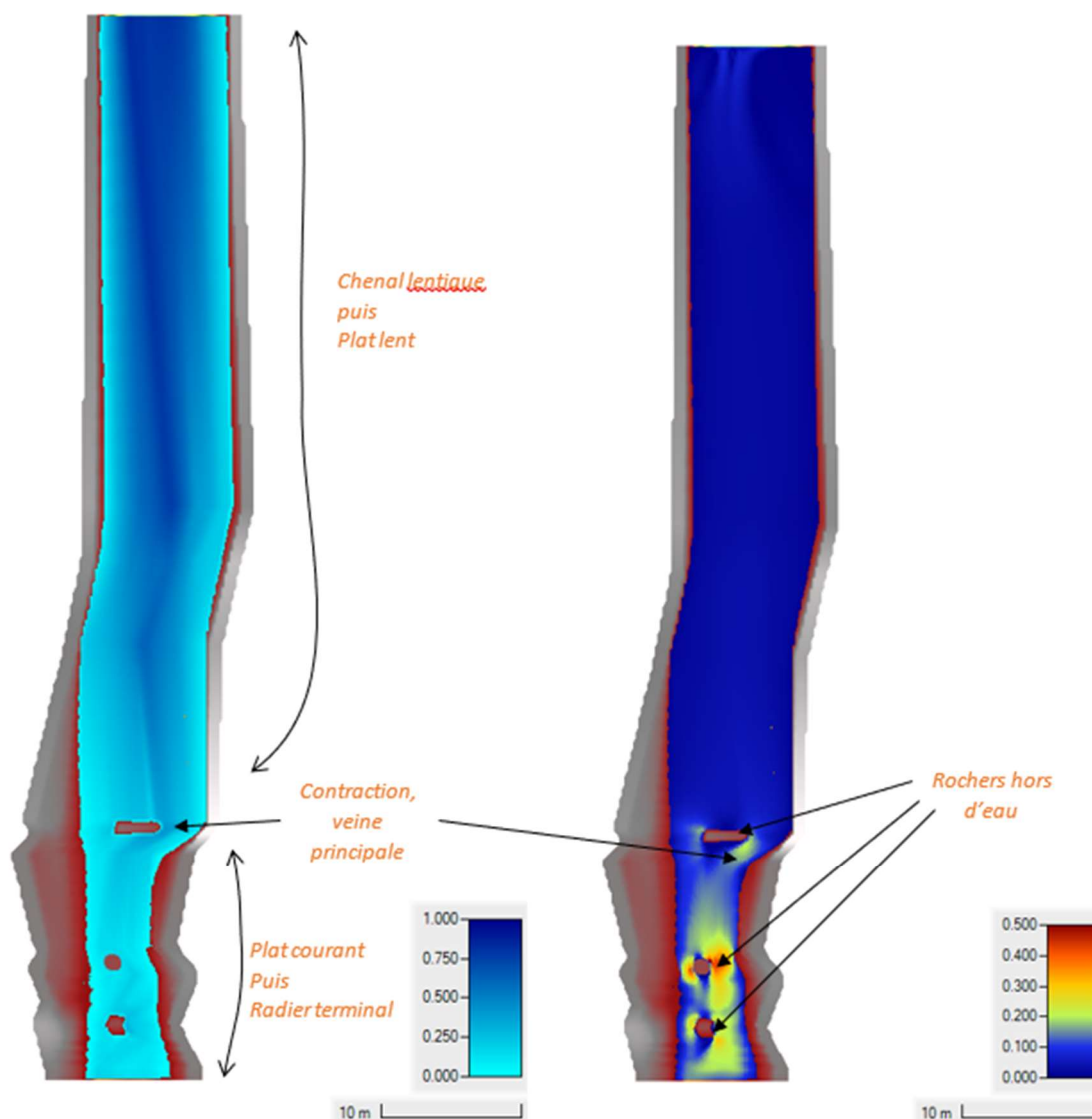


Figure 39 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre)

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.

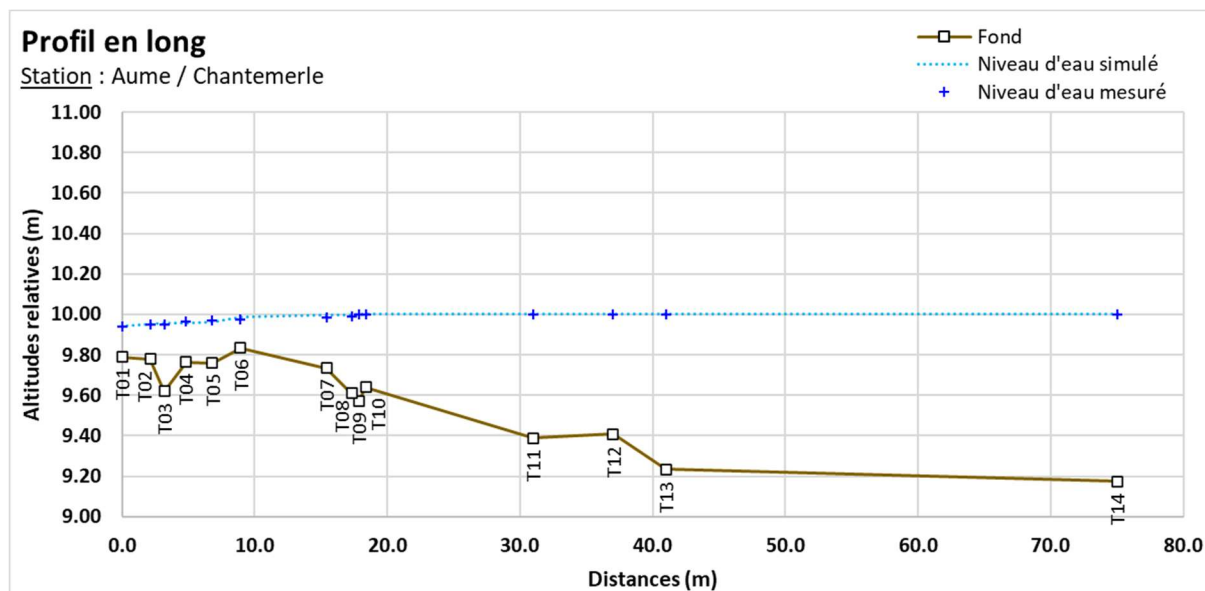


Figure 40 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré

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 apparaît également cohérente, de même que l'emprise globale observée le jour des mesures sur site.

Simulations réalisées

Une fois le modèle calé, il peut être exploité pour différentes conditions de débits incidents en amont de la station et lignes d'eau aval.

Des simulations ont été mises en œuvre pour plusieurs débits en régime permanent, sur une gamme allant de 1 l/s à 1800 l/s pour les débits biologiques, jusqu'à débordement. Cette gamme permet ainsi de modéliser des débits d'étiage à plus que le module de l'Aume à cette station.

5.1.3 Exploitation des résultats

Les résultats en termes de hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement sont obtenus de manière spatialisée sur l'emprise de la station modélisée pour chacun des débits simulés. Les résultats sont présentés sous forme de courbe, de tableaux et de cartes. Pour les cartes, conformément aux recommandations du comité scientifique, les valeurs de débit représentées sont le QMNA5 minimum, QMNA5 moyen, 25 % du module, module et débit de débordement soit 5 cartographies. Notons que le QMNA5 extrapolé de la valeur naturelle calculée en tranche ferme serait plutôt de 97 L/s et le module plutôt de 1600 L/s.

Débit représenté	Equivalent sur la station (en l/s)
QMNA5 minimum	7
QMNA5 moyen	66
50 % du module	635
Module	1270
Débit de débordement	1800

Ils sont croisés avec les données de substrat relevées, et les courbes de préférence associées à chaque espèce et stades cibles sur la station DMB.

5.2 Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)

5.2.1 Surface mouillée

La surface mouillée évolue de manière croissante avec le débit et importante jusqu'au environ de 100 l/s. Son évolution est ensuite très modérée mais régulière du fait du remplissage du lit et de la forme des berges. Au-delà de 1800 L/s le cours d'eau déborde sur cette section. Le calcul est arrêté.

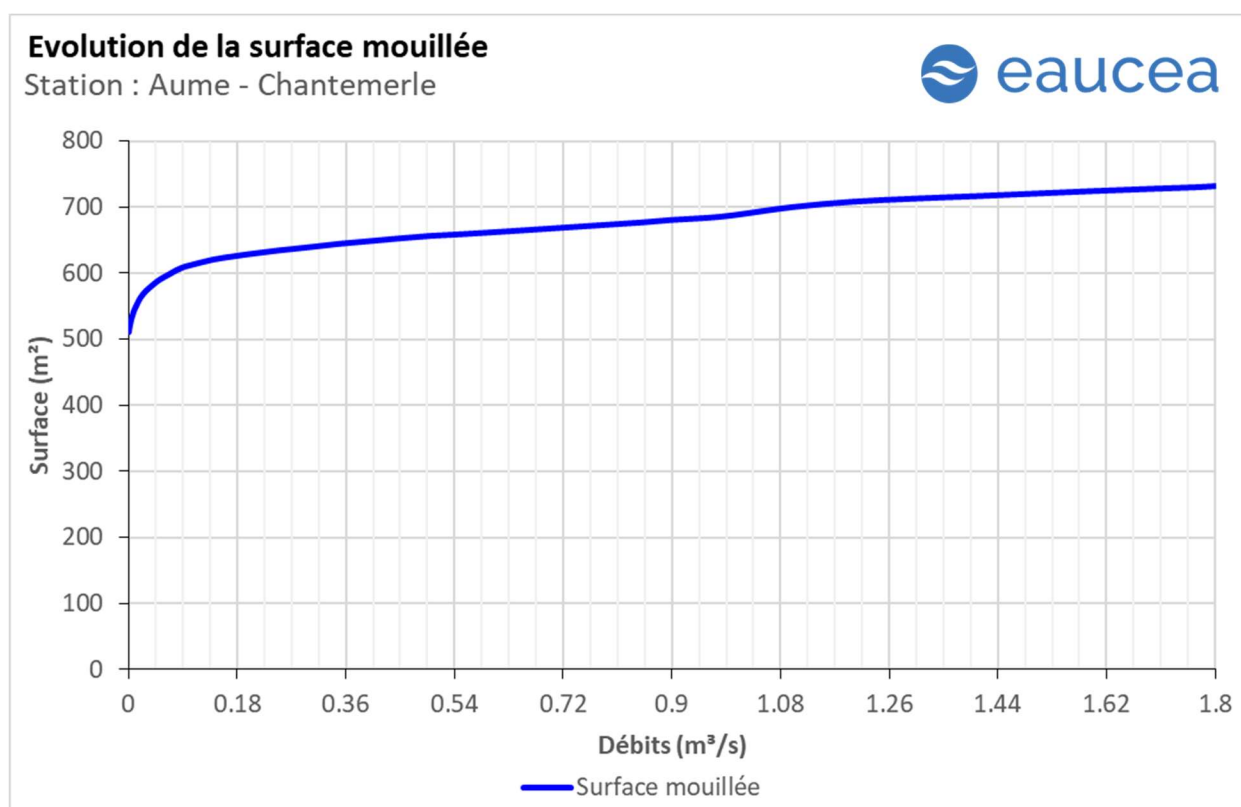


Figure 41 : Evolution de la surface mouillée à Chantemerle

5.2.2 Granulométrie de la station

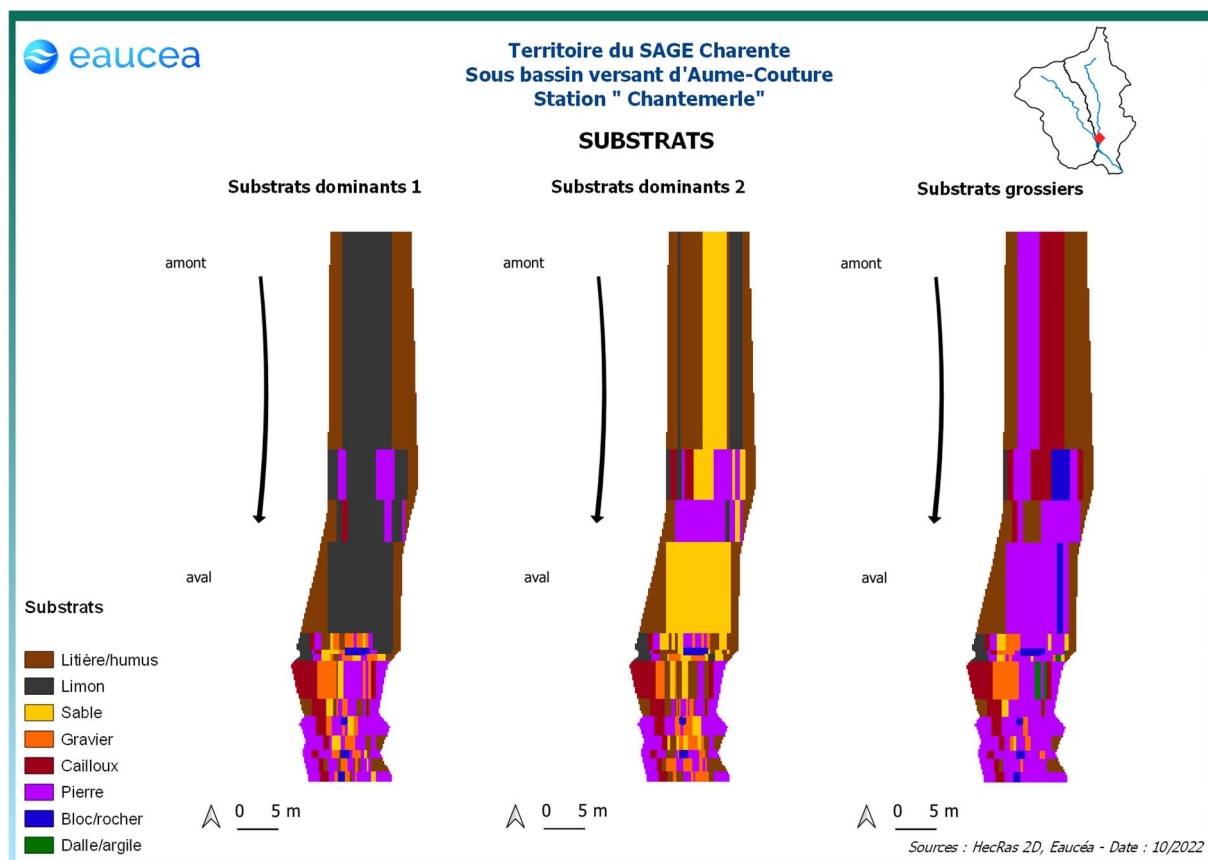


Figure 42 : Carte des substrats de la station de Chantemerle

La station est divisée en deux secteurs de nature très différentes :

- Les $\frac{3}{4}$ amont dont les berges sont dominées par la litière et dont le chenal central est occupé par les limons et les sables avec un substrat grossier fait de pierres et de cailloux ;
- Le dernier $\frac{1}{4}$ aval dominé par un mélange de sables, de graviers et de pierres.

A noter que dans ce dernier $\frac{1}{4}$ de la station, trois gros blocs rocheux sont présents et modifient la dynamique des écoulements en aval de leurs emplacements. Ils seront signalés dans les cartes suivantes par des rectangles ou des cercles.

5.2.3 Profondeur

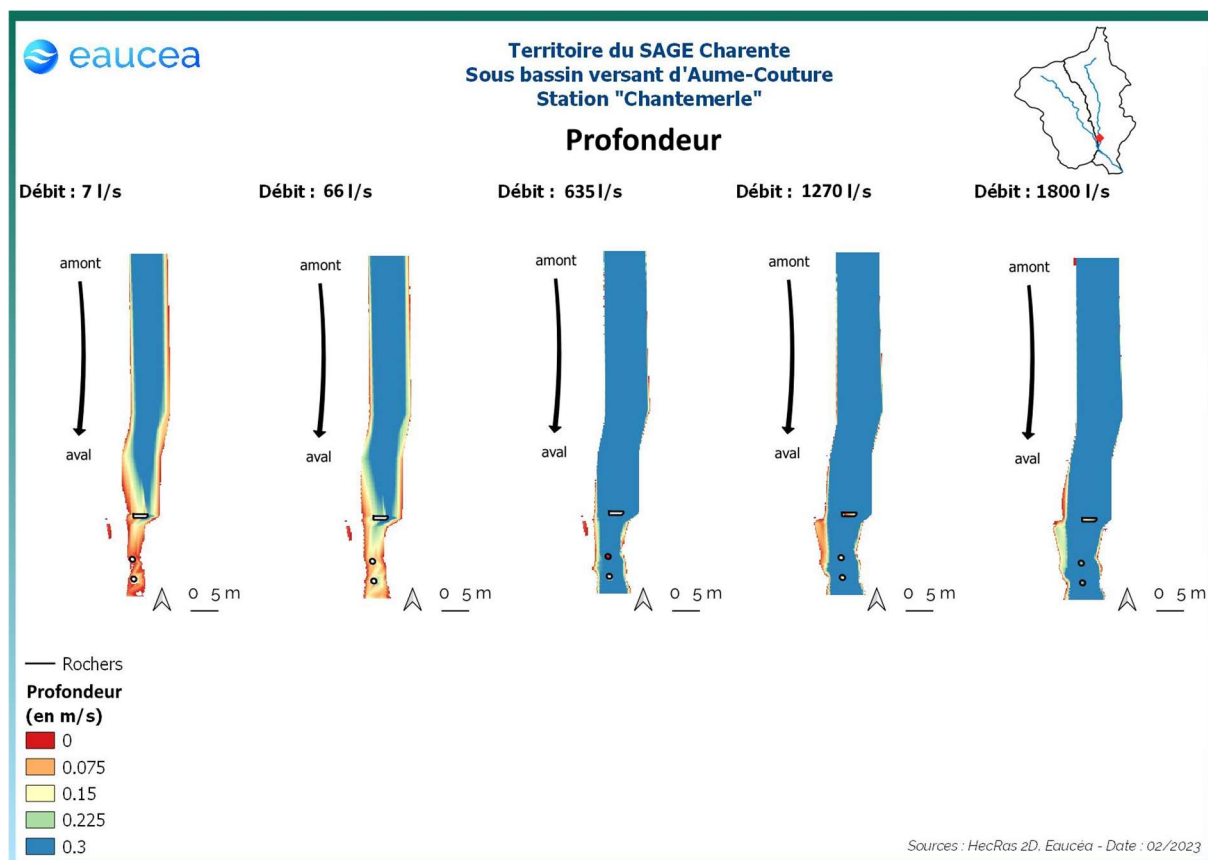


Figure 43: Evolution des profondeurs sur la station de Chantemerle à différents débits

La station présente un radier aval très marqué en débit d'étiage qui s'efface lorsque la moitié du module est dépassée. La partie amont de la station est un secteur de type plat courant d'une trentaine de centimètres même en débit d'étiage.

5.2.4 Vitesse d'écoulement

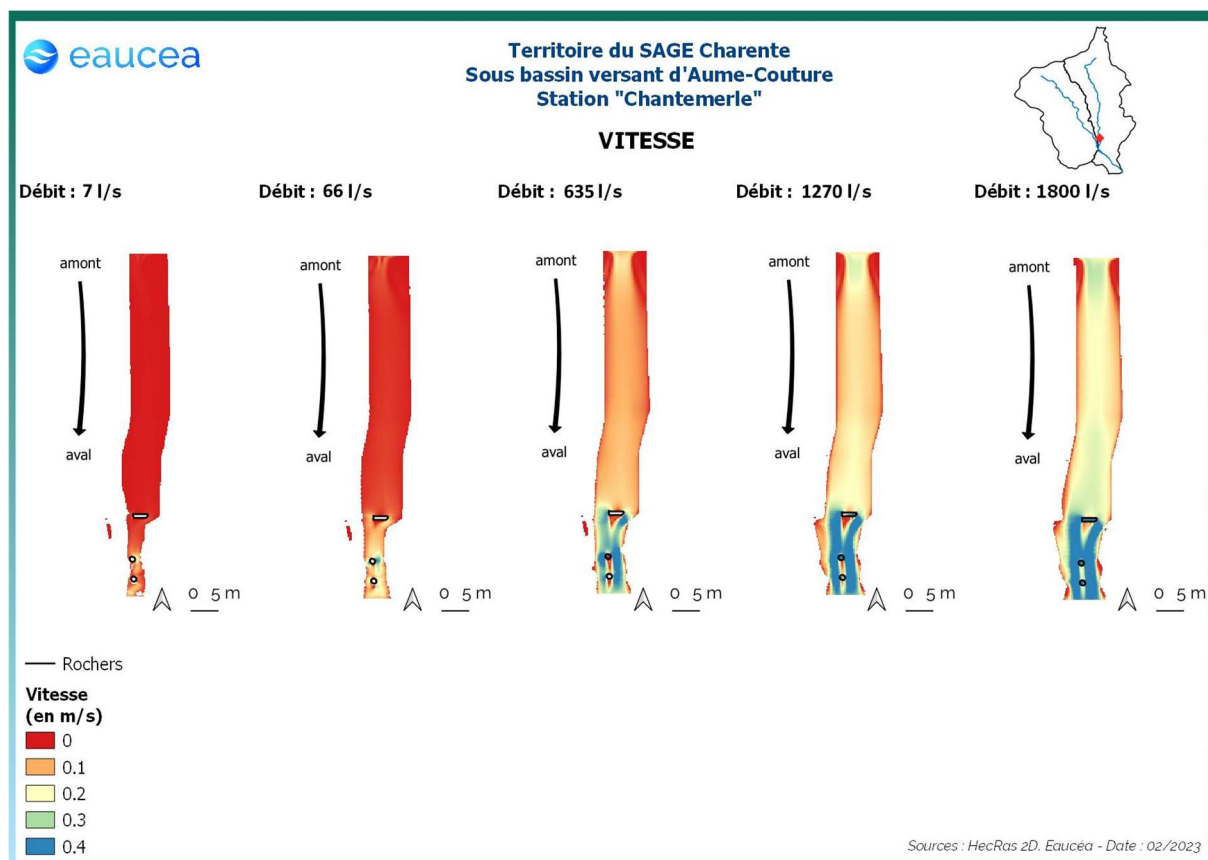


Figure 44: Evolution des vitesses d'écoulement sur la station de Chantemerle à différents débits

Cette station sur l'Aume ne présente que des vitesses d'écoulement faibles à bas débit et l'évolution des débits entraîne une augmentation importante de ces vitesses dans le radier aval ainsi que dans un rétrécissement en amont de la station. Le radier en aval dépasse les 20 cm/s dès 66 l/s, à 635 l/s ces deux zones rapides sont clairement visibles (en bleu/vert).

La modélisation des vitesses nous permet aussi d'identifier les habitats courants favorables aux espèces rhéophiles comme la vandoise et la truite et dans une moindre mesure le vairon. La valeur repère de 25 cm/s séparant les milieux rhéophiles des milieux lenticques présente aussi une forte valeur descriptive de l'habitat des invertébrés inventoriés dans le bassin charentais. Ce constat est justifié en annexe et à terme dans le rapport méthodologique.

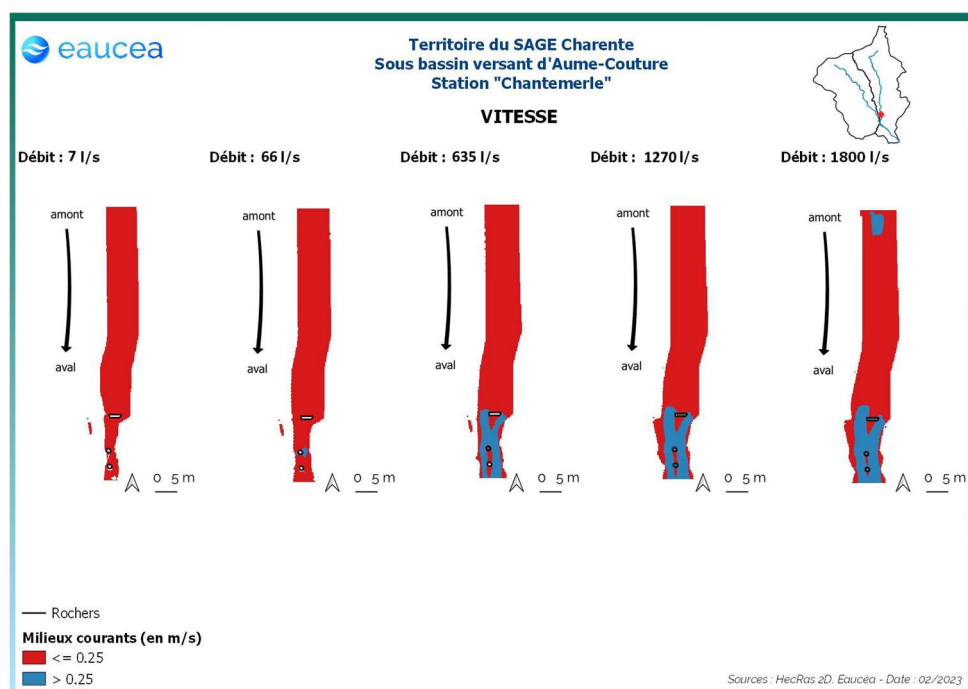


Figure 45: Evolution des milieux courants sur la station de Chantemerle

On peut noter ici que la quantité d'habitats rhéophiles est quasi nulle en débit d'étiage. L'accélération des vitesses d'écoulements au niveau du radier aval est effective à la moitié du module (635 l/s). A des débits plus importants, la situation n'évolue pas. Les effets des trois blocs rocheux dans l'aval de la station sont ici clairement visibles avec la création d'abris hydrauliques, bénéfiques pour le chabot et les stades juvéniles des autres espèces.

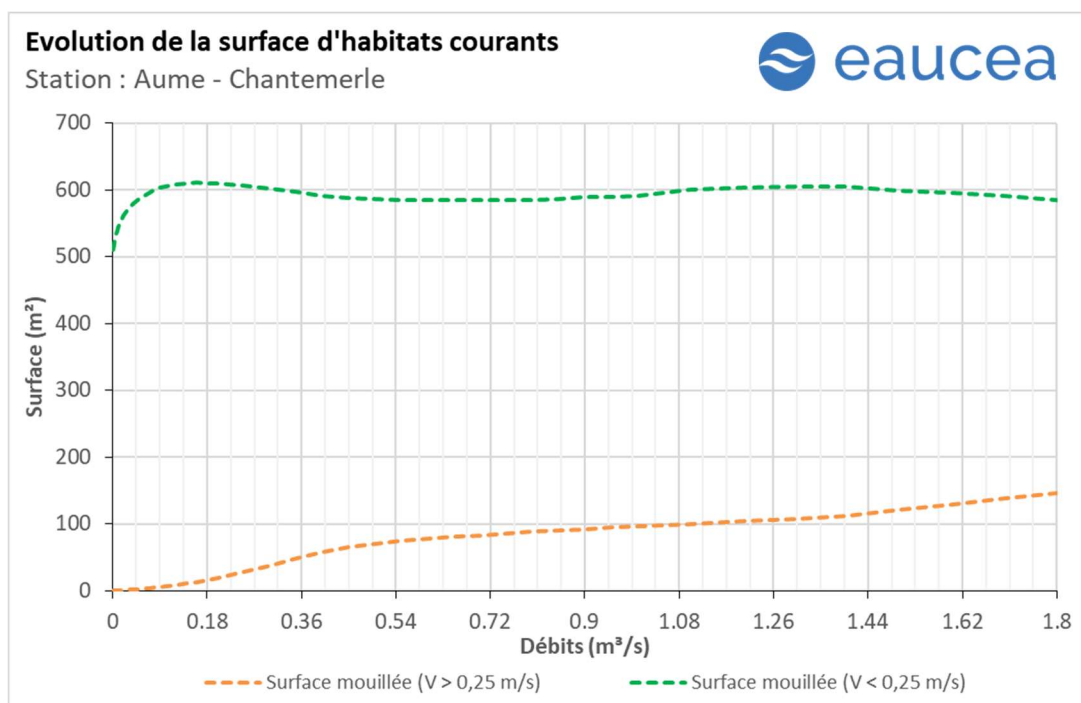


Figure 46 : Evolution de surface lotique (orange) et lentique (vert)

La station est majoritairement lentique y compris en hautes-eaux. Une augmentation de l'habitat lotique est cependant constante à mesure que les débits augmentent. Nous considérerons qu'un seuil garantissant environ 10% d'habitat rhéophile peut être retenu pour les périodes de transition soit environ 450 l/s et 20 % pour les périodes de hautes eaux, soit environ 1800 L/s (débit de débordement).

5.3 Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison des hautes-eaux)

La modélisation hydraulique 2 D permet de calculer en tous points de la station, la valeur du paramètre τ^{*2} qui caractérise les conditions de début d'entraînement ou de charriage des particules. Nous avons retenu les sables qui sont les principales particules susceptibles de s'accumuler dans les fosses et de les combler. 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 d'épisodes hydrauliques suffisants en intensité en durée pour évacuer des sables évitera un temps d'accumulation trop long aussi pour les limons.

Le principe est donc de vérifier si pour des débits importants mais fréquents, les conditions hydrauliques permettent de maintenir les faciès d'écoulement. Une comparaison réalisée avec la topographie observée permet de conclure au maintien ou non d'une dynamique d'entretien des zones les plus profondes, qui jouent un rôle majeur en étiage.

La modélisation hydraulique 2 D, montre que les particules les plus fines sont régulièrement transportées mais fait aussi apparaître que des débits sensiblement plus élevés sont nécessaires pour éviter le comblement par l'amont de la principale zone profonde de la station en cas de charriage de sables plus grossiers.

A Chantemerle, la mise en mouvement des particules fines dans le radier aval se fait dès que le débit dépasse 7 l/s et 66 l/s dans le secteur central de la station. Ces débits sont atteints la majorité de l'année et correspondent à un débit d'étiage minimal et moyen sur ce secteur. Lors de la saison des hautes eaux, des particules plus volumineuses peuvent être mise en mouvement. La station n'est donc pas vulnérable au colmatage.

² Paramètre de Shields (cf annexe)

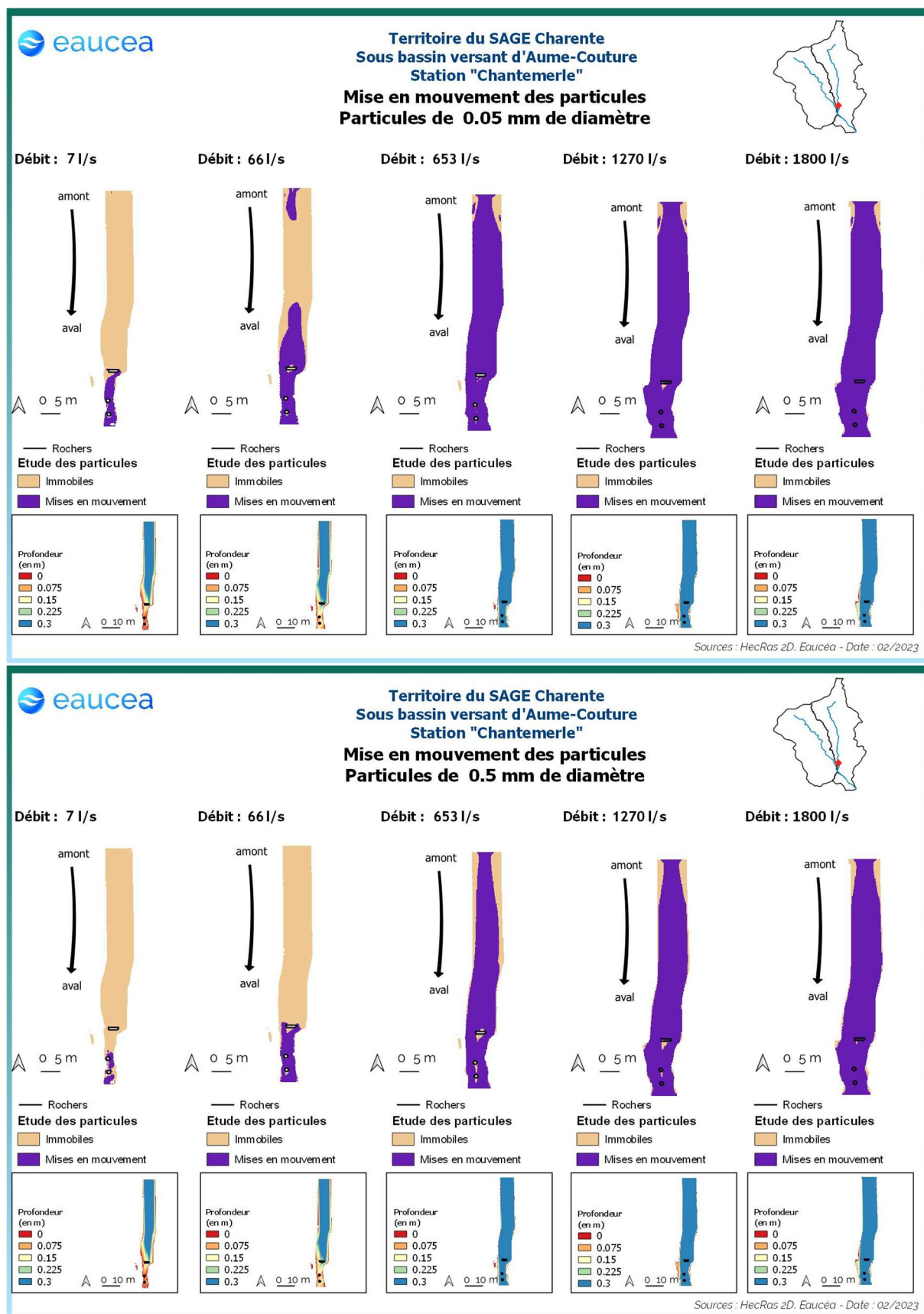


Figure 47 : Mise en mouvement des particules sur la station de Chantemerle

5.4 Connectivité longitudinale (toutes saisons)

Il s'agit ici de vérifier à quelle condition de débit, la circulation des poissons est possible au sein de la station. La connectivité de cette station sur l'Aume est encore effective pour les petites espèces à un débit de 20 l/s. Elle ne l'est plus pour 10 l/s.

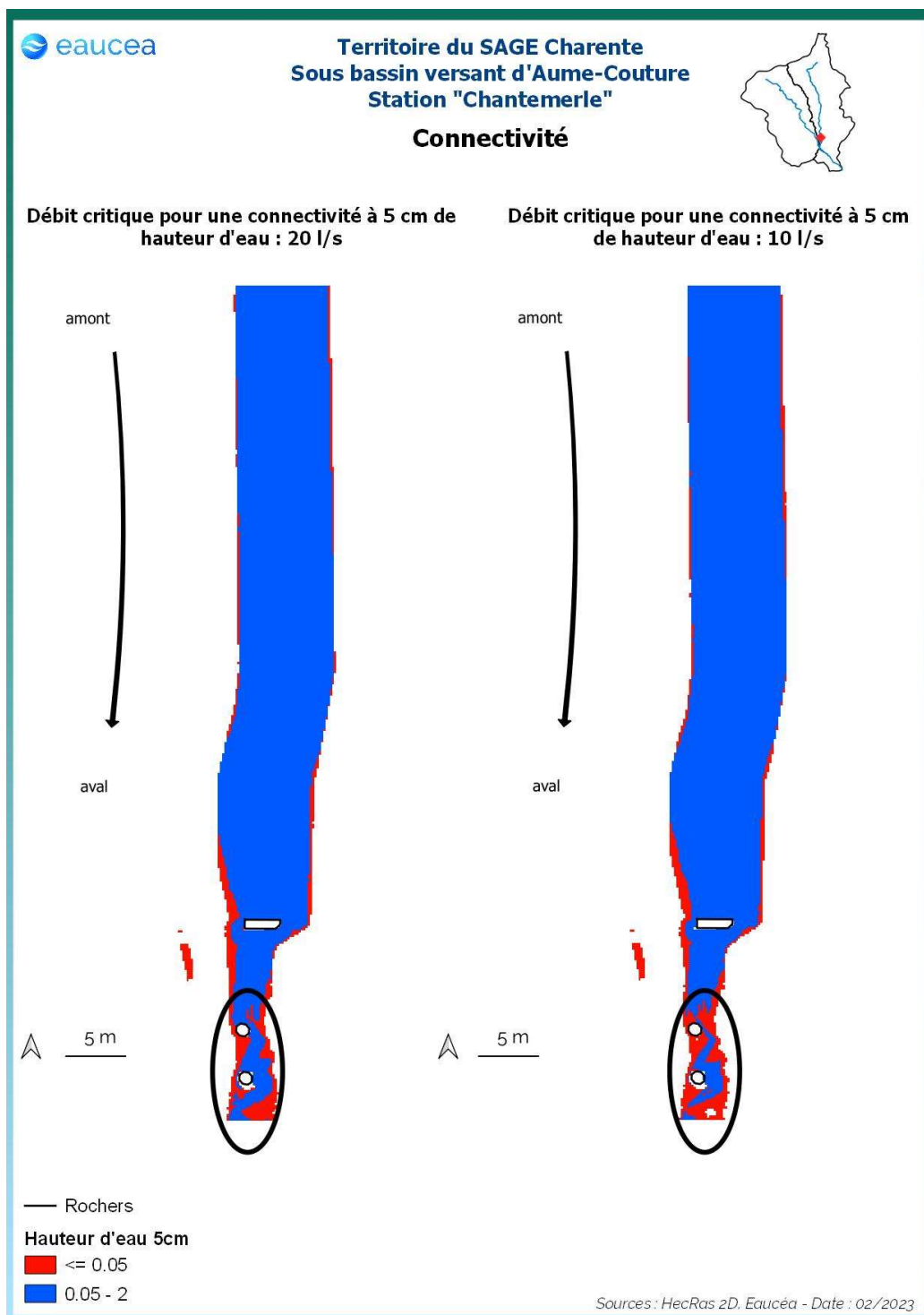


Figure 48: Connectivité de la station de Chantemerle pour un seuil de 5 cm de hauteur d'eau

La connectivité de la station est encore effective pour les grandes espèces à un débit de 50 l/s. Elle ne l'est plus à 40 l/s.

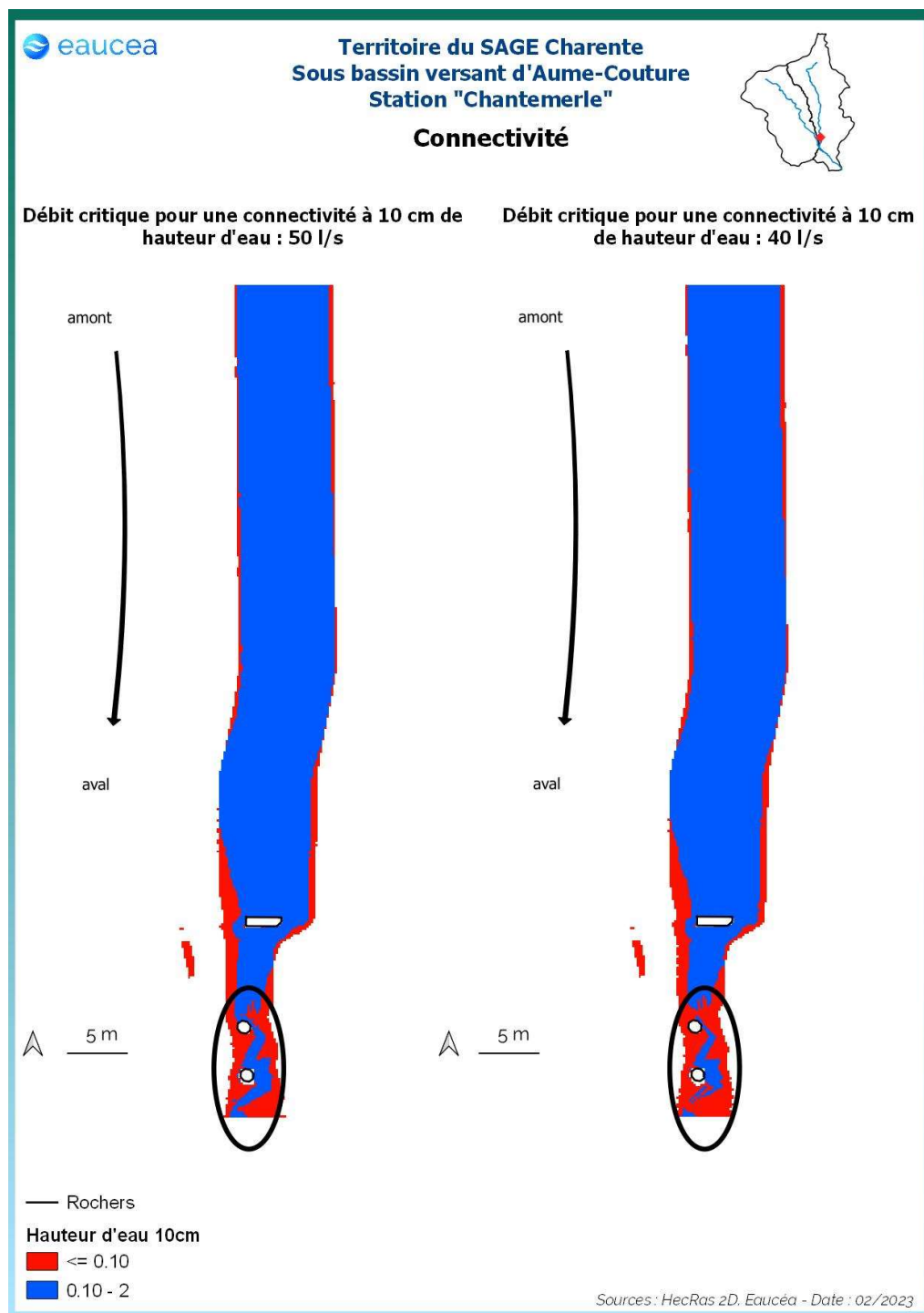


Figure 49: Connectivité de la station sur l'Aume pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau

5.5 Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles

5.5.1 Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement

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.

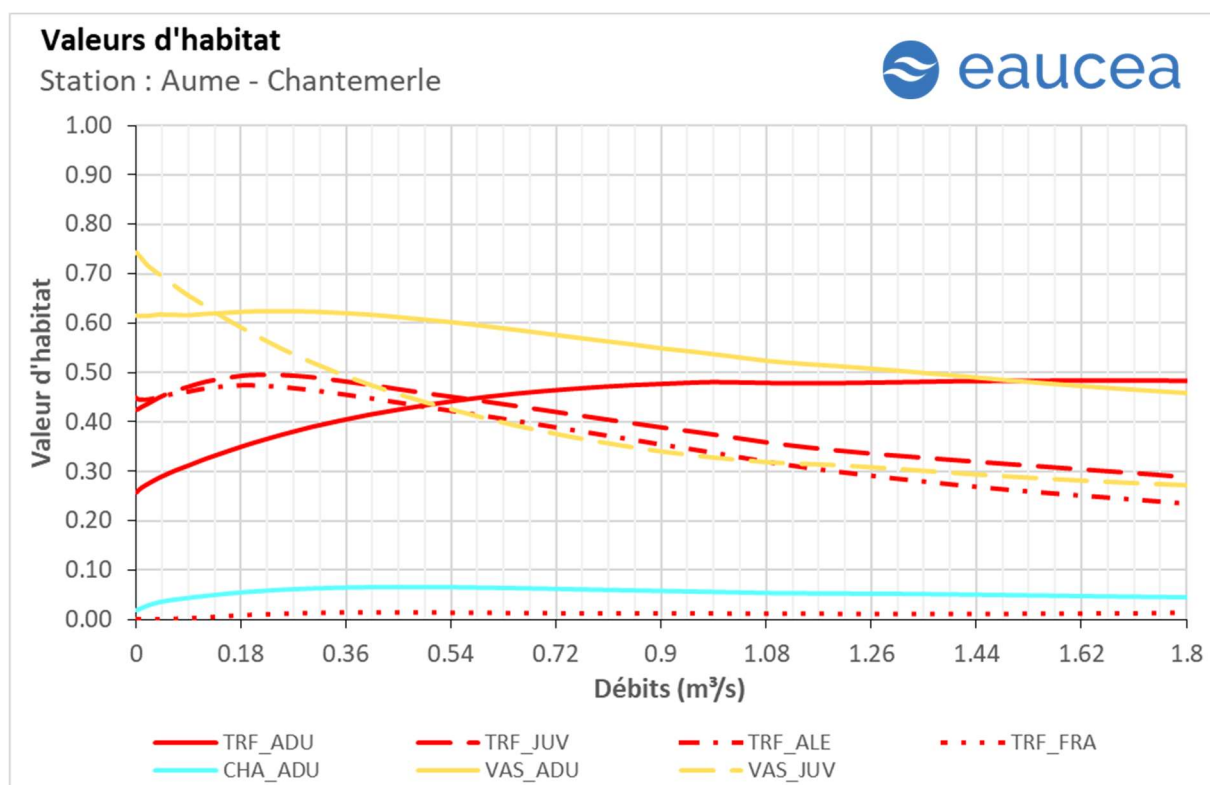


Figure 50: Valeurs d'habitat des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot de la station de Chantemerle

La station semble très favorable au vairon adulte, sa valeur d'habitat est d'environ 0.6 aux bas débits et chute avec le débit jusqu'à atteindre une valeur plancher d'un peu plus de 0.45. Pour le juvénile, la valeur est de 0.75 à bas débit et chute aux environs de 0.3.

La station est peu favorable pour le chabot dont la valeur d'habitat n'excède pas 0.05.

A propos de la truite adulte, la valeur d'habitat est minimale à bas débit avec 0.25 et augmente à mesure que les débits s'élèvent avant d'atteindre un plafond à 0.5. Le juvénile et l'alevin présentent des dynamiques semblables avec un maximum de valeur d'habitat aux environs de 180 l/s avec 0.5 pour les deux stades avant d'entamer une chute à mesure que les débits augmentent et que la valeur se stabilise à 0.3 pour le juvénile et 0.25 pour l'alevin. L'habitat de frayère est quasi nul à tous les débits.

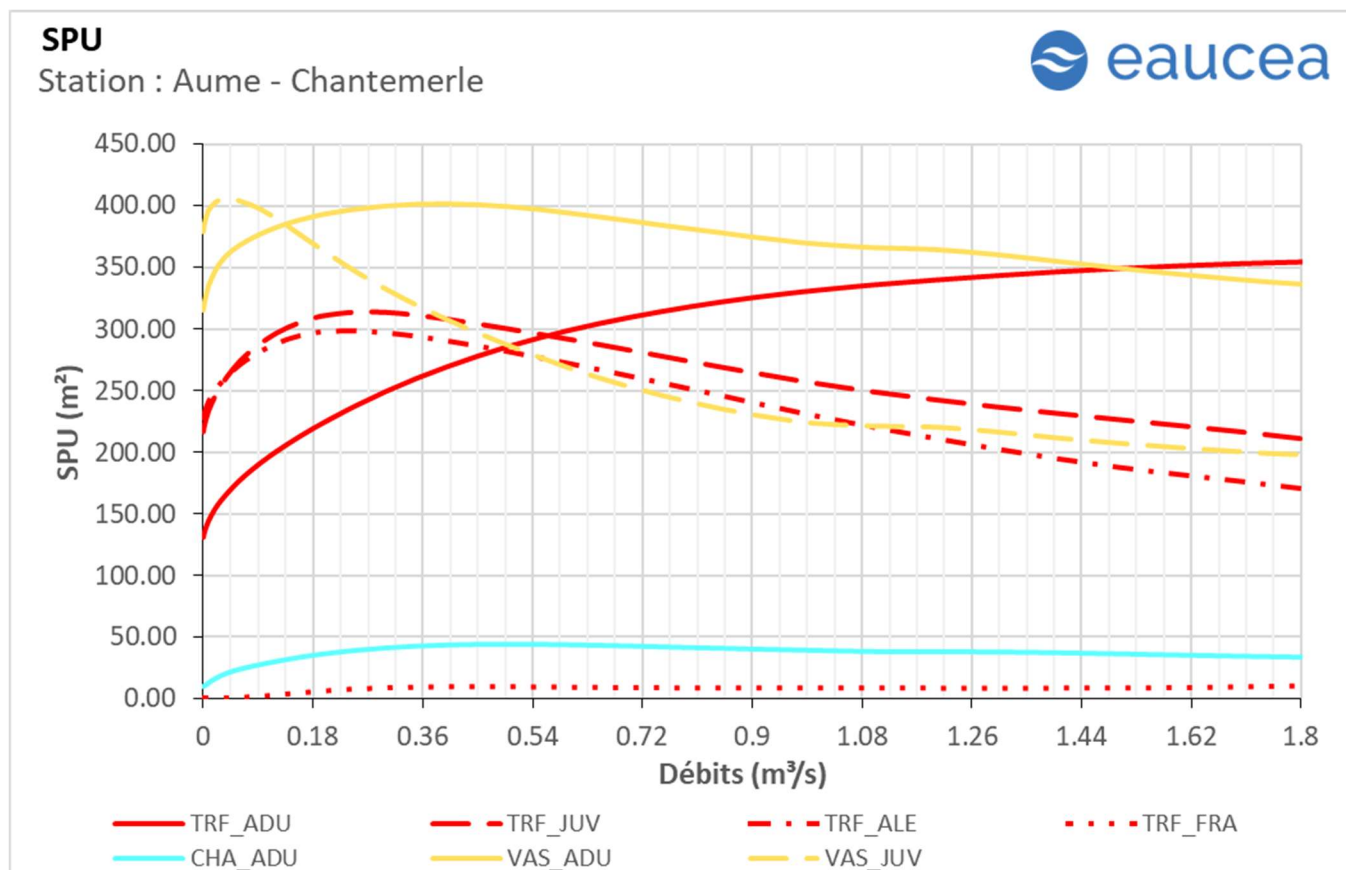


Figure 51: Surfaces pondérées utiles des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot de la station de Chantemerle

Les surfaces pondérées utiles suivent globalement les mêmes évolutions en fonction du débit mais avec le bénéfice de l'augmentation de la surface mouillée. La station est très favorable aux vairons adultes et à aux truites adultes. L'optimum est aux environs de 250 L/s.

5.5.2 Saisonnalité

Les débits mensuels (m³/s) sont les suivants :

Aume à Chantemerle	Décenal sec	Quinquennal sec	Moyen	Médian	Quinquennal humide	Décenal humide
Janv.	0.822	1.357	3.327	2.615	5.240	8.788
Févr.	0.908	1.077	3.223	2.123	4.300	9.440
Mars	0.732	0.962	2.302	1.738	3.445	6.169
Avr.	0.440	0.540	1.279	0.838	1.734	3.390
Mai	0.237	0.356	0.935	0.585	1.331	2.604
Juin	0.107	0.148	0.485	0.335	0.765	1.288
Juil.	0.060	0.075	0.204	0.128	0.312	0.540
Août	0.044	0.051	0.124	0.079	0.148	0.295
Sept.	0.042	0.048	0.131	0.075	0.159	0.308
Oct.	0.044	0.050	0.304	0.091	0.376	0.809
Nov.	0.063	0.099	1.489	0.376	1.803	6.956
Déc.	0.172	0.429	2.588	1.496	4.231	8.679

La période des hautes-eaux favorise des échanges faunistiques entre les différents bassins. Les poissons de plus grande taille peuvent explorer ces milieux pour s'y alimenter ou s'y reproduire. La première des conditions est donc celle de la connectivité qui doit être garantie pour permettre ces échanges.

Le débit de 50 l/s est donc la première valeur constitutive d'un débit biologique toutes eaux.

L'évolution de l'habitat peut être approchée par un graphe annuel pour des quantiles sec, médian et humide des débits mensuels.

Pour la truite adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 171m² et correspondant à un débit de 48 l/s. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 192 m² environ (soit un débit de 99 l/s) en novembre d'une année sèche à 354 m² (pour 1803 l/s) en novembre d'une année humide. La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 210 m² environ (soit un débit de 148 l/s) en juin d'une année sèche à 183 m² en juillet de la même année (pour 75 l/s). En année humide, l'évolution est de 315 m² en juin (pour un débit de 765 l/s) à 252 m² en juillet (pour 312 l/s).

Pour la truite juvénile, l'habitabilité de la station est à environ 267 m² et correspondant à un débit de 48 l/s. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de la truite juvénile passer de 290 m² environ (soit un débit de 99 l/s) en novembre d'une année sèche à 211 m² (pour 1803 l/s) en novembre d'une année humide. La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU de la truite juvénile passer de 304 m² environ (soit un débit de 148 l/s) en juin d'une année

sèche à 281 m² en juillet de la même année (pour 75 l/s). En année humide, l'évolution est de 277 m² en juin (pour un débit de 765 l/s) à 313 m² en juillet (pour 312 l/s).

Pour l'alevin de truite en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 265 m² et correspondant à un débit de 48 l/s. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de l'alevin de truite passer de 283 m² environ (soit un débit de 99 l/s) en novembre d'une année sèche à 171 m² (pour 1803 l/s) en novembre d'une année humide. La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU de l'alevin de truite passer de 293 m² environ (soit un débit de 148 l/s) en juin d'une année sèche à 276 m² en juillet de la même année (pour 75 l/s). En année humide, l'évolution est de 255 m² en juin (pour un débit de 765 l/s) à 296 m² en juillet (pour 312 l/s).

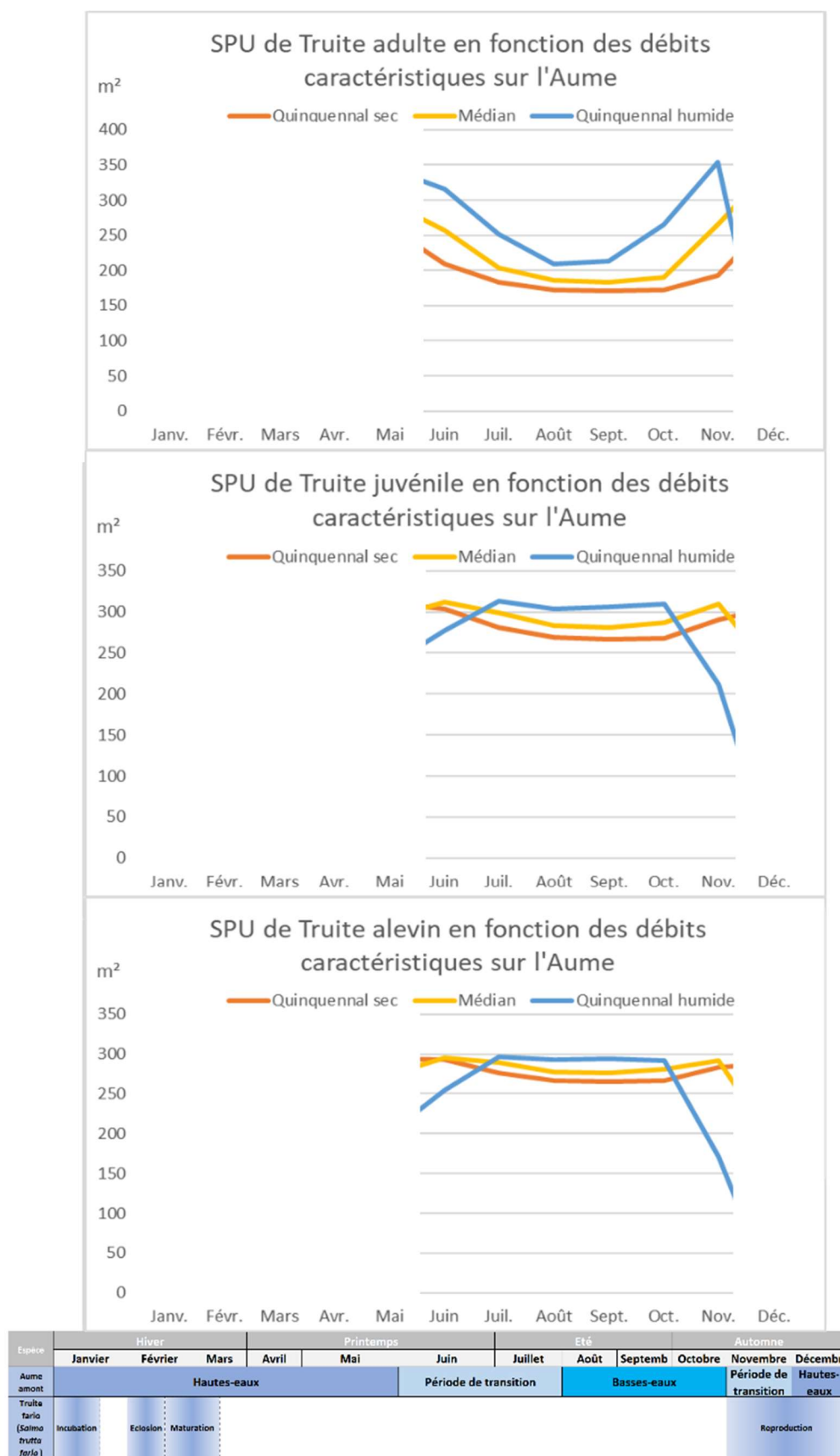


Figure 52 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique

Pour le chabot adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 22 m² et correspondant à un débit de 48 l/s.

La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU du chabot passer de 28 m² environ (soit un débit de 99 l/s) en novembre d'une année sèche à 33 m² (pour 1803 l/s) en novembre d'une année humide.

La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU du chabot passer de 32 m² environ (soit un débit de 148 l/s) en juin d'une année sèche à 25 m² en juillet de la même année (pour 75 l/s). En année humide, l'évolution est de 41 m² en juin (pour un débit de 765 l/s) à 41 m² en juillet (pour 312 l/s).

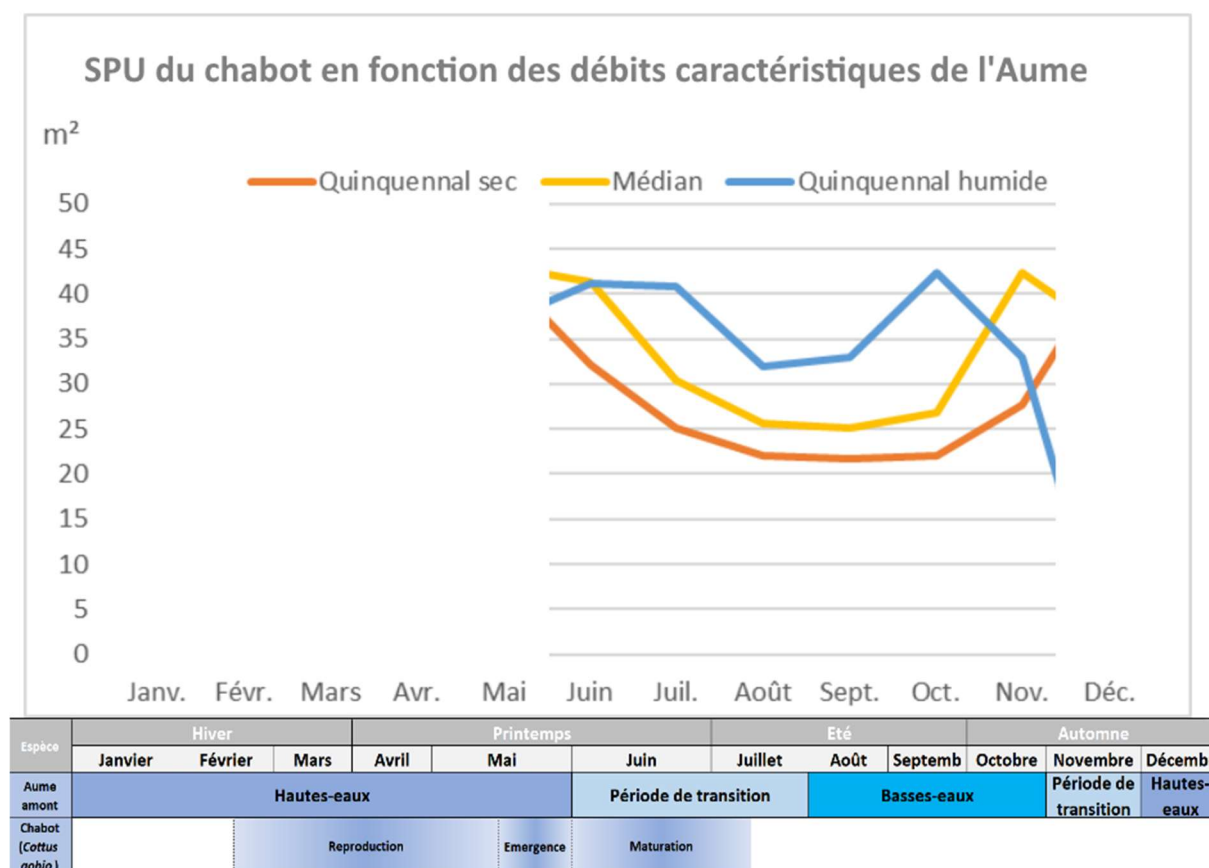


Figure 53 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique

Pour le vairon adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 363 m² et correspondant à un débit de 48 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 406 m² de surface pondérée utile.

La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU du vairon adulte passer de 378 m² environ (soit un débit de 99 l/s) en novembre d'une année sèche à 336 m² (pour 1803 l/s) en novembre d'une année humide. Pour le juvénile, il faut compter 396 m² en année sèche et 198 m² en année humide.

La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU du vairon adulte passer de 387 m² environ (soit un débit de 148 l/s) en juin d'une année sèche à 371 m² en juillet de la même année (pour 75 l/s). En année humide, l'évolution est de 383 m² en juin (pour un débit de 765 l/s) à 400 m² en juillet (pour 312 l/s). Pour le juvénile, il s'agit de 380 m² en juin d'une

année sèche et de 401 m² en juillet de la même année. En année humide, l'évolution est de 245 m² en juin et de 330 m² en juillet.

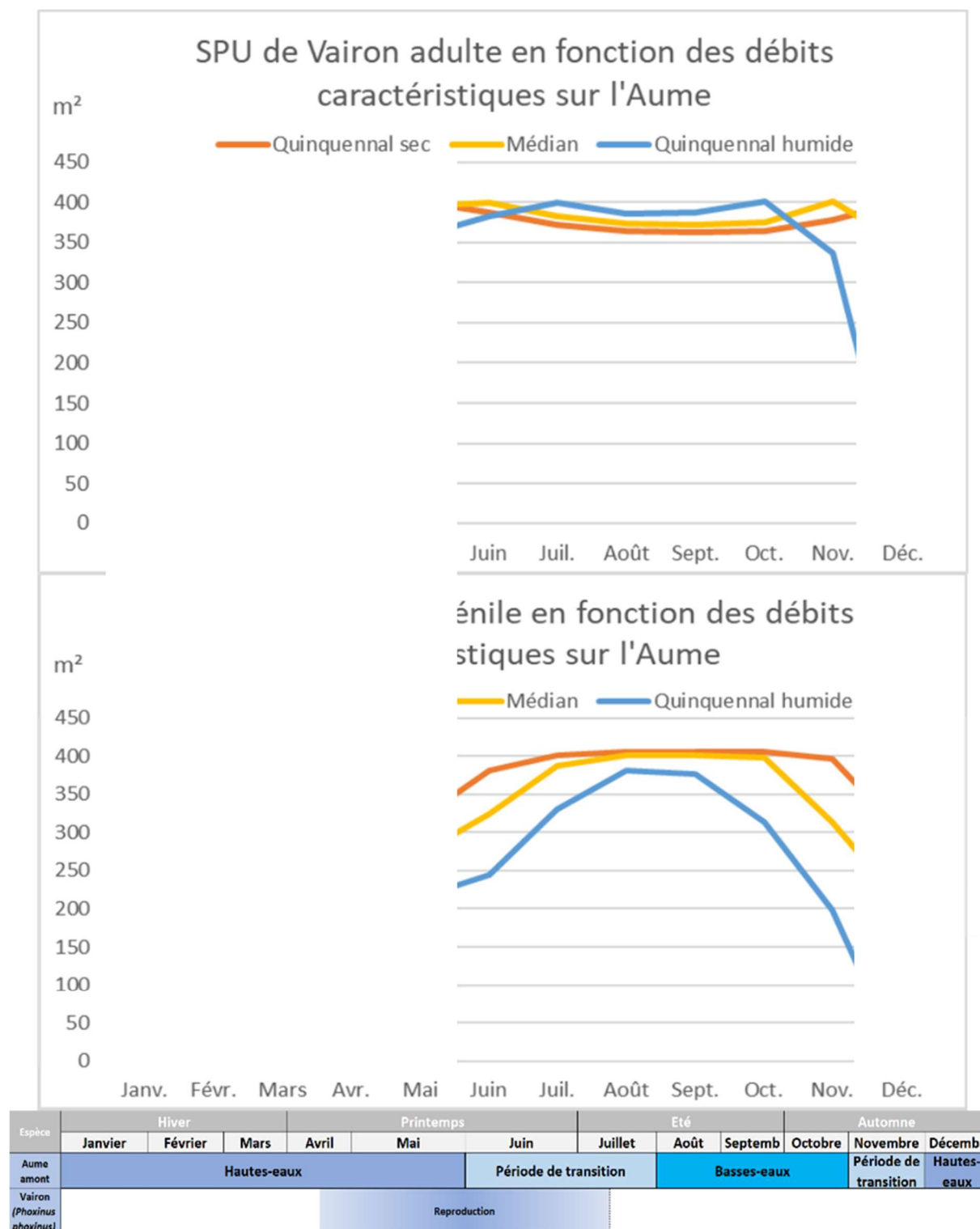


Figure 54: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique

5.5.3 Synthèse

Les valeurs proposées pour l'analyse de la sensibilité des conditions d'habitats aux débits sont donc les suivantes :

- pour la période estivale, la valeur de déconnection longitudinale pour les grandes espèces est inférieure au débit naturel d'étiage (QMNA5). Celle-ci soit 97 l/s sera retenue comme valeur de référence, bornée par le débit le plus bas (10 l/s) et le débit classé 75 % (123 l/s) ;
- pour la période de transition, une valeur intermédiaire entre les débits classés 75 % et 50 % comme valeur de référence, bornée par ces mêmes débits (123 l/s et 539 l/s) ;
- pour la période de hautes-eaux, la valeur de référence est l'optimum de débit biologique (250 l/s) comparée à une gamme de débit allant jusqu'au débit de débordement.

5.6 Conclusion concernant les débits biologiques de la station de Chantemerle (matrice)

Analyse piscicole				Chantemerle				Qref									
Niveau	Critère	Code	Espec	Stade	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.097	0.1	0.11	0.12
Principal	Habitat	TRF_A DU	Truite farlo	Adulte	-24%	-20%	-16%	-13%	-10%	-8%	-6%	-3%	-1%	192	1%	2%	4%
Principal	Habitat	TRF_J UV	Truite farlo	Juvénil e	-13%	-15%	-12%	-10%	-7%	-5%	-4%	-2%	-1%	290	0%	1%	3%
Principal	Habitat	CHA_A DU	Chabot	Adulte	-54%	-43%	-33%	-26%	-20%	-15%	-10%	-6%	-3%	27	1%	4%	8%
Principal	Habitat	VAS_A DU	Vairon	Adulte	-11%	-8%	-6%	-5%	-3%	-3%	-2%	-1%	0%	377	0%	1%	1%
Principal	Habitat	VAS_J UV	Vairon	Juvénil e	0%	1%	2%	2%	2%	2%	1%	1%	0%	397	0%	-1%	-2%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			-97%	-87%	-75%	-65%	-57%	-47%	-36%	-24%	-11%	6	5%	24%	43%
Principal	Surface mouillée				-11%	-8%	-6%	-5%	-4%	-3%	-2%	-1%	0%	611	0%	1%	1%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			non	non	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
		Petits poissons			non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux																	
Habitat	SPU																
Habitat	Habitats rapides																
Habitat	Surface mouillée																
Habitat	Connectivité	Longitudinale															
Résultat																	

Figure 55 : Matrice période de basses-eaux

La variation des SPU autour du QMNA5 est faible. Elle est plus sensible à la baisse qu'à la hausse. Si nous considérons les chabots, une variation à +/- 20% de la SPU de référence est observée entre la valeur de 50 l/s comme borne basse (correspondant aussi au débit de maintien de la connectivité pour les grosses espèces) et 120 L/s en borne haute en période de basses-eaux (correspondant à la borne haute de la période de basses eaux).

Analyse piscicole			Chantemerle										Qref														
Niveau	Critère	Code	Especie	Stade	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.24	0.25	0.26	0.28	0.3	0.32	0.34	0.36	0.38	0.4	0.42	0.44	0.46	0.48	0.5	0.52	0.54
Principal	Habitat	TRF_A DU	Truite fario	Adulte	-16%	-13%	-10%	-8%	-5%	-3%	-1%	238	1%	3%	5%	7%	8%	10%	12%	13%	15%	16%	18%	19%	20%	21%	23%
Principal	Habitat	TRF_J UV	Truite fario	Juvenil e	-6%	-4%	-3%	-2%	-1%	-1%	0%	314	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%	-4%	-5%	-5%
Principal	Habitat	CHA_A DU	Chabot	Adulte	-23%	-18%	-14%	-10%	-7%	-4%	-1%	38	1%	3%	5%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	12%	12%	13%	13%	13%	13%
Principal	Habitat	VAS_A DU	Vairon	Adulte	-4%	-3%	-2%	-2%	-1%	-1%	0%	397	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%
Principal	Habitat	VAS_J UV	Vairon	Juvenil e	12%	10%	8%	7%	5%	3%	1%	347	-1%	-2%	-4%	-6%	-7%	-9%	-10%	-11%	-13%	-14%	-15%	-16%	-17%	-18%	-19%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			-71%	-63%	-54%	-43%	-32%	-19%	-6%	28	7%	21%	35%	50%	64%	78%	92%	106%	117%	127%	136%	143%	150%	155%	161%
Principal	Surface mouillée				-3%	-2%	-2%	-1%	-1%	-1%	0%	635	0%	0%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	3%	3%	3%	3%	4%	4%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
		Petits poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux																											
Habitat	SPU																										
Habitat	Habitats rapides																										
Habitat	Surface mouillée																										
Habitat	Connectivité																										
Résultat	Longitudinale																										

En période de transition, tous les indicateurs, sauf les habitats rhéophiles, sont stables et remplissent les conditions de vie des espèces. Un seuil garantissant environ 10% d'habitat rhéophile peut être recherché pour les périodes de transition, soit environ 460 l/s. L'optimum d'habitat piscicole est lui de l'ordre de 250 l/s. Un écart de -20 % de SPU est admissible compte tenu de la situation limitante observée en étiage ce qui conduit à une borne basse de 140 l/s. C'est le chabot adulte qui apparait comme l'espèce directrice sur la station.

Nous proposons donc de retenir une plage de débit entre 140 l/s à 540 l/s, centrée sur la valeur de 250 l/s.

Figure 56 : Matrice des périodes de transition

Analyse piscicole				Chantemerle		Qref																	
Niveau	Critère	Code	Especie	Stade	0.25	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
Principal	Habitat	TRF_F RA	Truite fario	Frai	8	22%	19%	17%	14%	13%	12%	11%	11%	11%	11%	10%	10%	9%	9%	11%	15%	23%	34%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			28	164%	176%	186%	196%	206%	215%	220%	226%	235%	243%	255%	271%	284%	298%	331%	360%	389%	421%
Principal	Surface mouillée				635	4%	4%	5%	5%	6%	6%	7%	7%	8%	8%	10%	12%	12%	13%	14%	14%	15%	15%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
		Petits poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux																							
Habitat	Habitats rapides																						
Habitat	Surface mouillée																						
Habitat	Connectivité Longitudinale																						
Résultat	Résultat																						

En période de hautes-eaux, tous les indicateurs sont stables et remplissent les conditions de vie et de mobilité des espèces. Le débordement est observé à 1800 l/s.

Nous proposons donc de retenir une plage de minimum 250 l/s (optimum des SPU) à 1800 l/s.

Figure 57 : Matrice de la période de hautes-eaux.

6 ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE L'AUME AUX GOYAUDS

6.1 Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique

Cette modélisation a pour objectif de décrire les paramètres physiques des écoulements, c'est-à-dire les hauteurs d'eau et les vitesses s'établissant au sein de la station DMB pour différentes conditions de débits.

6.1.1 Description de la station

Localisation et position des transects de mesure

La station est située environ 4 km en amont de la confluence avec la Charente (en rive droite) au village d'Aigre. Elle s'étend sur environ 60 m de long dans un secteur assez rectiligne, bien que présentant une légère courbure à droite au droit du linéaire choisi.

13 transects de mesure ont été positionnés sur le linéaire de la station, ils permettent de rendre compte du fonctionnement hydraulique de la Couture à ce niveau (radiers, chutes, plats, ...). Ils sont représentés ci-dessous.



Figure 58 : Position des transects de mesure de la station DMB

Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées lors d'une venue sur site le 27/07/2021 qui a permis la prise des mesures suivantes le long de la station :

- Profils altimétriques et lignes d'eau associées des transects repérés ci-avant. Acquis avec un tachéomètre de type station totale
- Débit transitant dans la station, mesuré avec un courantomètre à effet doppler.

Le débit le jour des mesures a été mesuré en 3 transects distincts, aboutissant à une valeur moyenne de 270 l/s.

Profil en long, faciès d'écoulement et connectivité aux berges

Les faciès d'écoulement et la connectivité des berges le long de la station ont été également relevés pour les conditions d'écoulement le jour des mesures.

- **Faciès d'écoulement**

Le linéaire parcouru présente un profil globalement lent. La pente générale est faible.

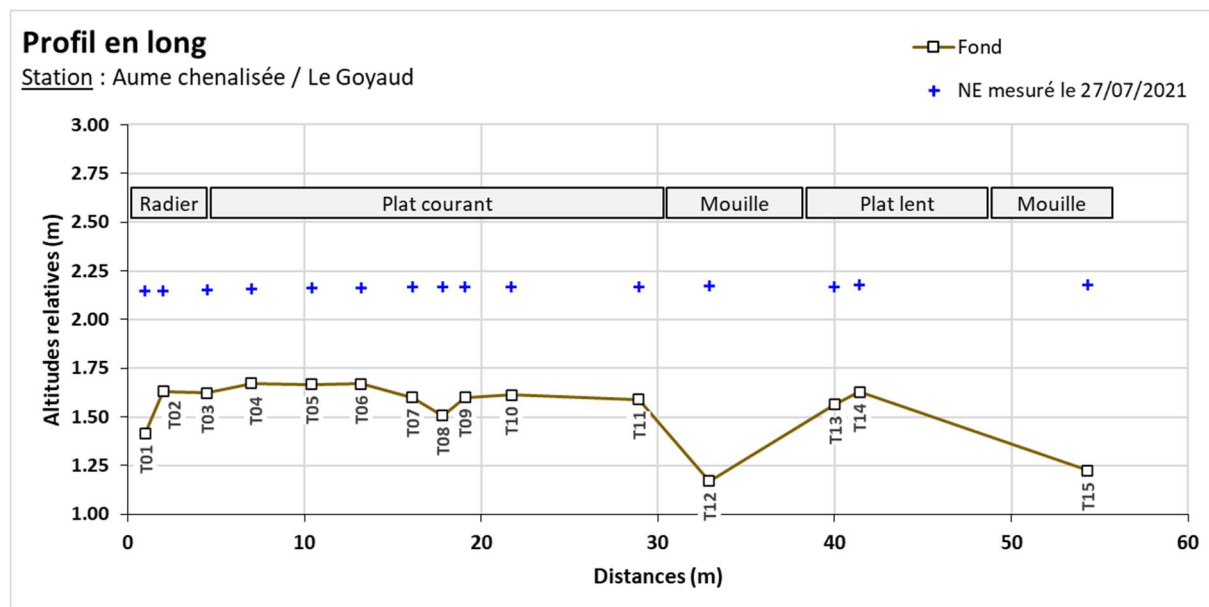
L'amont de la station correspond à une sortie de mouille (plus profonde en rive droite), se rehaussant progressivement jusqu'au T14 formant un léger radier. Le faciès retrouve ensuite un profil de plan courant à lent jusqu'à T12 qui correspond à une petite mouille (plutôt en rive droite). Le fond remonte jusqu'à T11 puis garde ensuite un niveau minimal globalement constant jusqu'à T02, les faciès s'établissant entre les deux étant de type plat courant. Finalement en aval de la station, le profil s'accélère légèrement et le fond redescend brusquement (T01).

Les zones les plus profondes se situent le plus souvent du côté droit. Plusieurs embâcles étaient présents le jour des mesures, pouvant avoir une légère incidence sur l'hydraulique du site. Plusieurs mottes d'herbiers étaient également présentes, soit formant des saillies ponctuelles en rive gauche, soit formant de petits îlots au centre du lit.

- **Typologie des berges**

Les berges sont globalement assez verticales et végétalisées. Elles peuvent s'élever entre 1 m et 2 m au-dessus du niveau d'eau. Parfois des renforcements sont observés sur un intervalle de 1 ou 2 transects. Localement, elles apparaissent aussi moins pentues (zones de descente au cours d'eau).

Sur la base des profils en travers relevés, le profil en long du fond et de la ligne d'eau relevée est représenté sur la figure suivante en positionnant les faciès d'écoulement relevés :



6.1.2 Modélisation hydraulique de la station

Principes du modèle

Une modélisation hydraulique 2D a été mise en œuvre, à l'aide du logiciel HEC-RAS 2D, permettant de calculer les paramètres physiques descriptifs de la station : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement à différentes conditions de débits. La modélisation 2D permet d'obtenir une répartition dans les 2 dimensions d'espace horizontales de ces paramètres. L'analyse hydraulique qui en découle est plus fine qu'avec un modèle unidimensionnel.

Les données bathymétriques et topographiques acquises sur le terrain ont été exploitées afin d'élaborer une représentation topographique continue de la station (MNT). Sur cette base, un maillage de calcul a été élaboré, composé de mailles carrées de 20 cm x 20 cm au maximum et raffiné au droit de zones clés. On représente en suivant le maillage de calcul superposé au MNT construit pour la station.

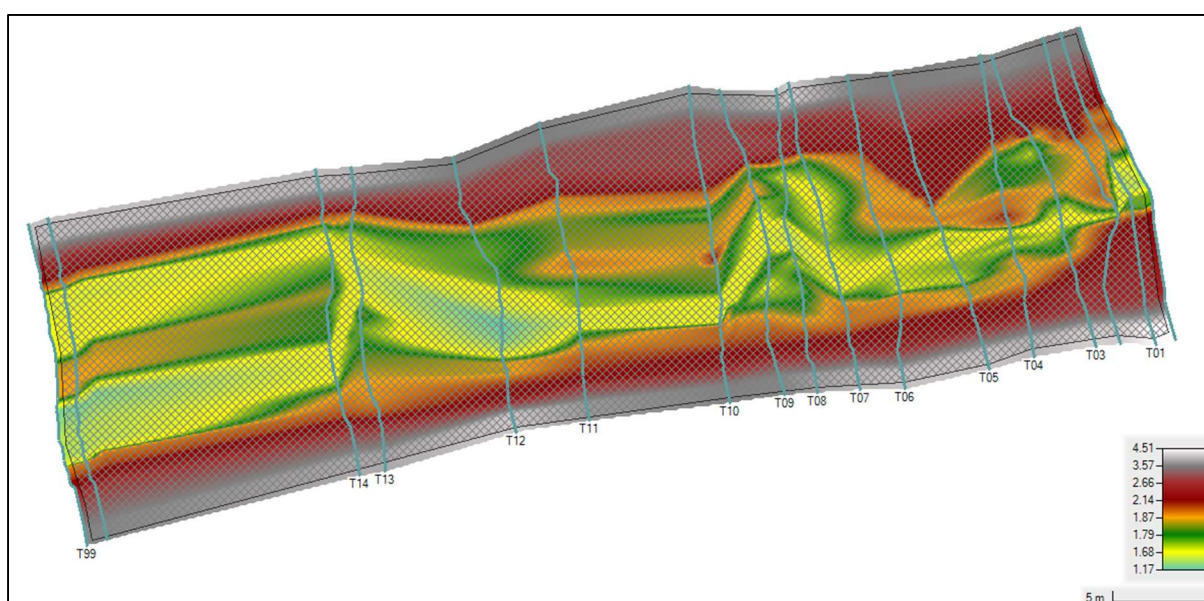


Figure 59 : Maillage de calcul et topographie de la station modélisée

Calage du modèle

Le calage du modèle se base sur les relevés de niveaux de hautes d'eau faits lors de la venue sur site. Pour rappel, le débit associé est évalué à 270 l/s.

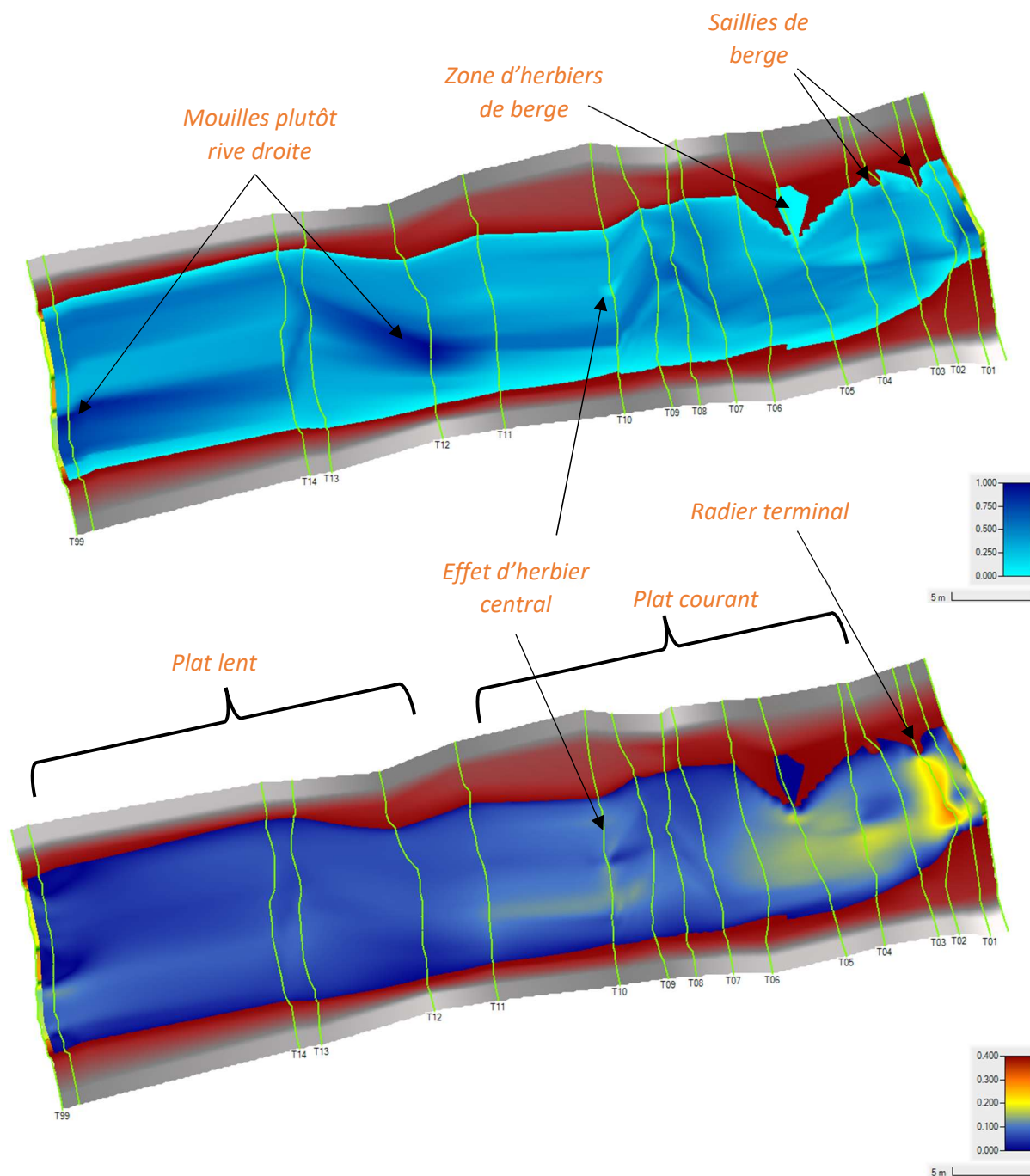


Figure 60 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre)

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.

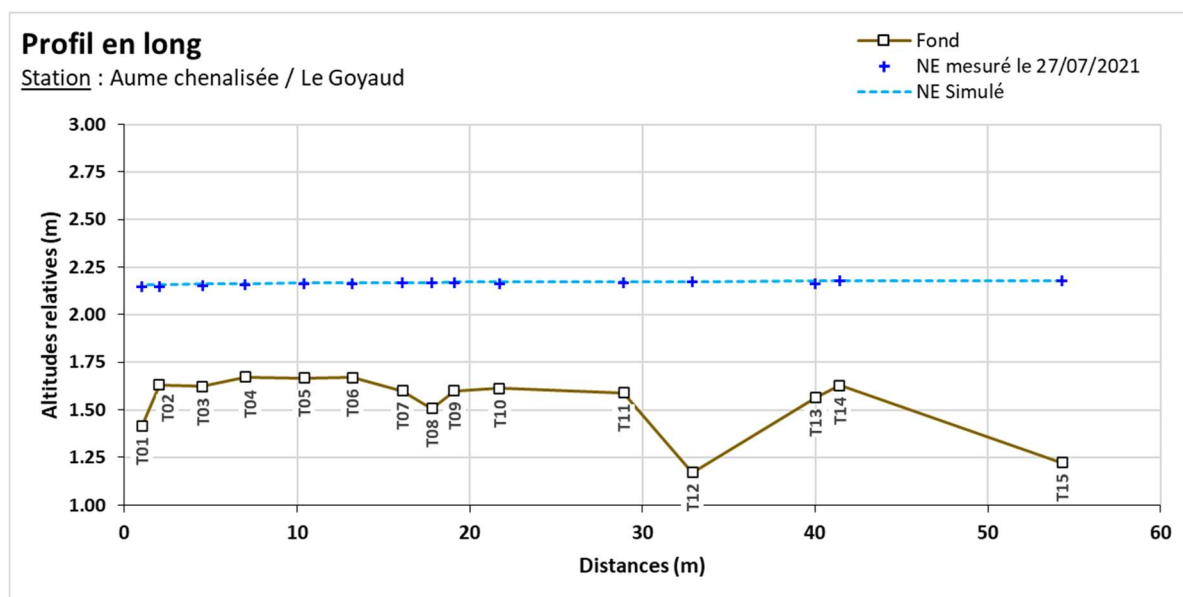


Figure 61 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré

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 apparaît également cohérente, de même que l'emprise globale observée le jour des mesures sur site.

Simulations réalisées

Une fois le modèle calé, il peut être exploité pour différentes conditions de débits incidents en amont de la station et lignes d'eau aval.

Des simulations ont été mises en œuvre pour plusieurs débits en régime permanent, sur une gamme allant de 10 l/s à 4000 l/s. Cette gamme permet ainsi de modéliser des débits d'étiage à plus que le module de l'Aume à cette station.

6.1.3 Exploitation des résultats

Les résultats en termes de hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement sont obtenus de manière spatialisée sur l'emprise de la station modélisée pour chacun des débits simulés. Les résultats sont présentés sous forme de courbe, de tableaux et de cartes. Pour les cartes, conformément aux recommandations du comité scientifique, les valeurs de débit représentées sont le QMNA5 minimum, QMNA5 moyen, 50 % du module, module et débit de débordement soit 5 cartographies. Notons que le QMNA5 extrapolé de la valeur naturelle calculée en tranche ferme serait plutôt de 176 L/s et le module plutôt de 3500 L/s.

Débit représenté	Equivalent sur la station (en l/s)
QMNA5 minimum	39
QMNA5 moyen	254
50% du module	1955
Module max	3910
Débit de débordement	4000

Ils sont croisés avec les données de substrat relevées, et les courbes de préférence associées à chaque espèce et stades cibles sur la station DMB.

6.2 Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)

6.2.1 Surface mouillée

Le modèle hydraulique permet de calculer l'évolution de la surface mouillée. La surface mouillée évolue de manière importante jusqu'aux environs de 400 l/s. Le lit se remplit ensuite progressivement jusqu'à son débordement à 4000 l/s.

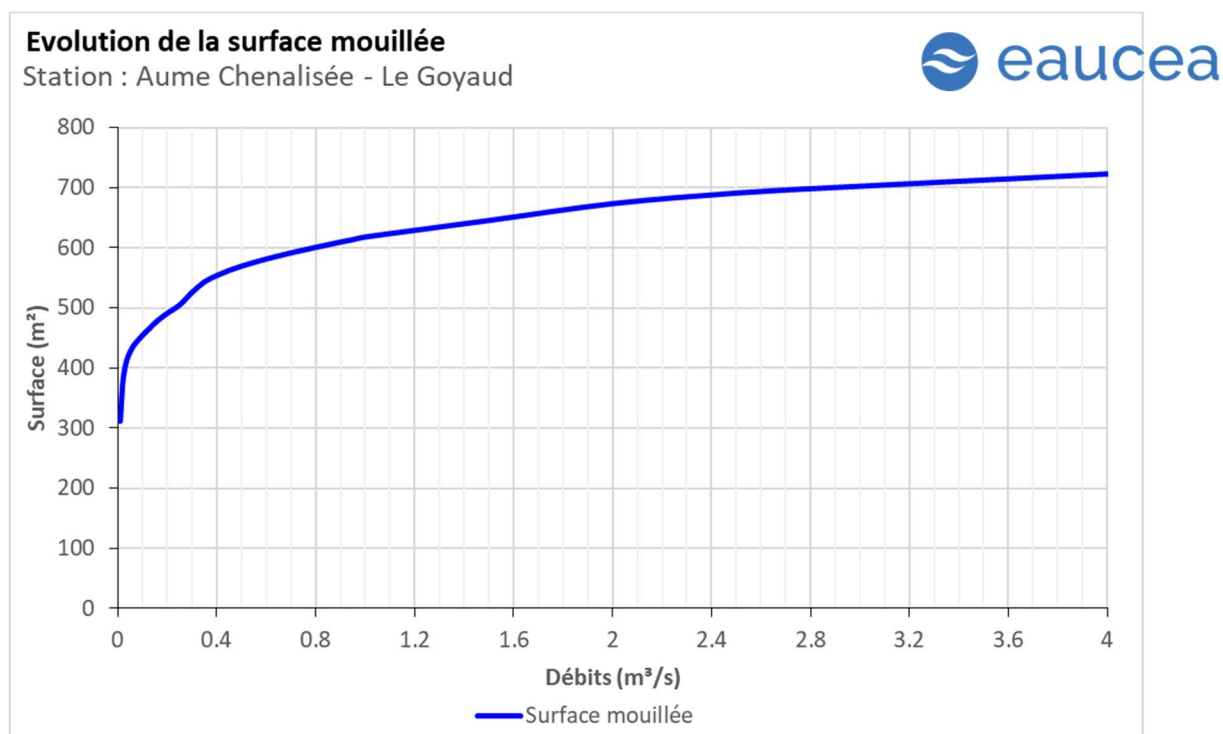


Figure 62: Evolution de la surface mouillée sur la station des Goyauds

6.2.2 Granulométrie de la station

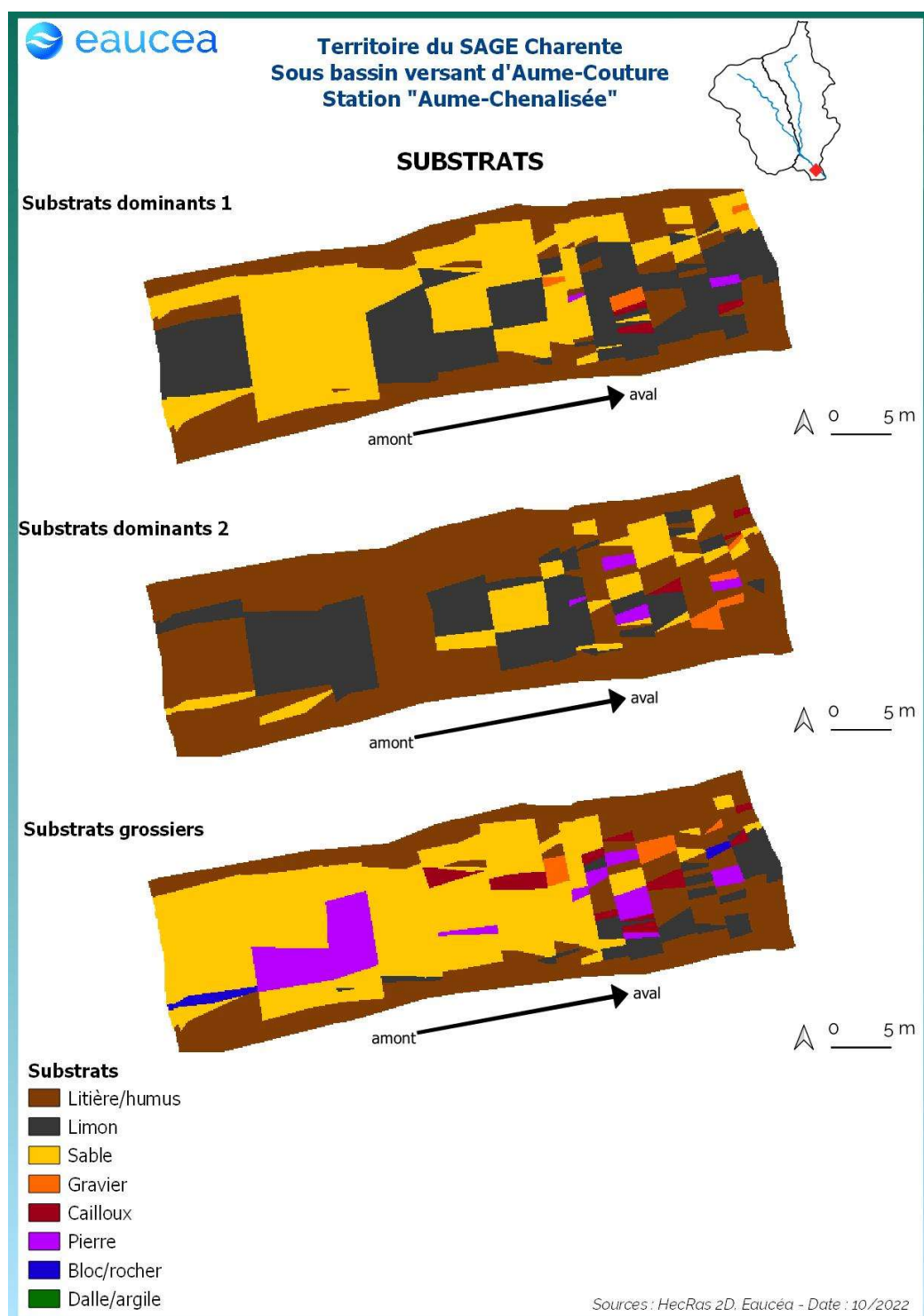


Figure 63: Carte des substrats sur la station des Goyauds

La station présente des substrats dominés par la litière près des berges tandis que le chenal central est dominé par le limon, le sable et par les pierres dans une moindre mesure.

6.2.3 Profondeur

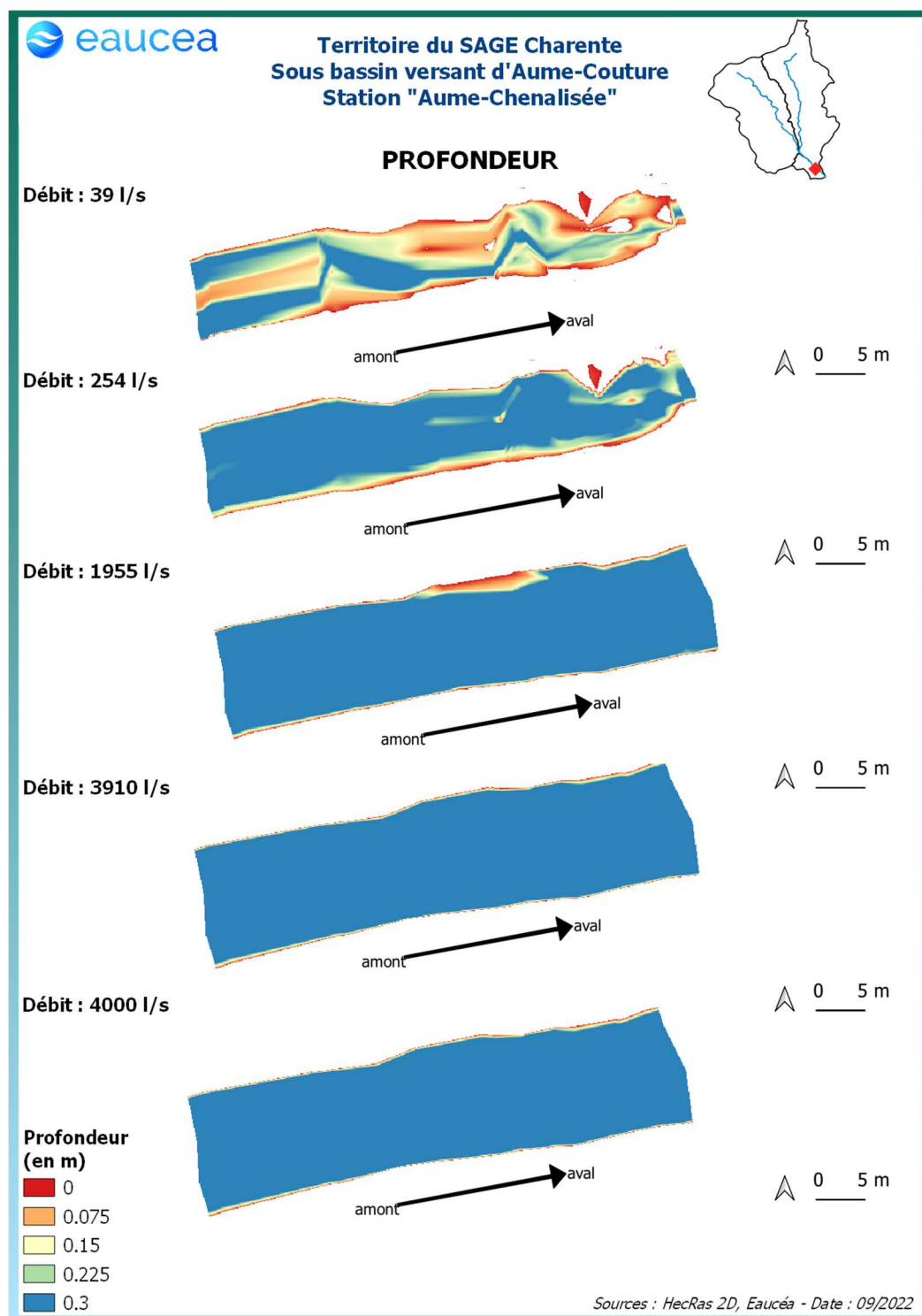


Figure 64: Evolution des profondeurs sur la station des Goyauds

L'Aume présente des hauteurs d'eau importante sauf au débit d'étiage minimal. A 39 l/s, un chenal central d'une trentaine de centimètre est déjà présent. La quasi-totalité de la station présente 30 cm de fond au débit d'étiage moyen. A des débits plus importants, la station est complètement en eau et la profondeur s'uniformise.

6.2.4 Vitesse d'écoulement

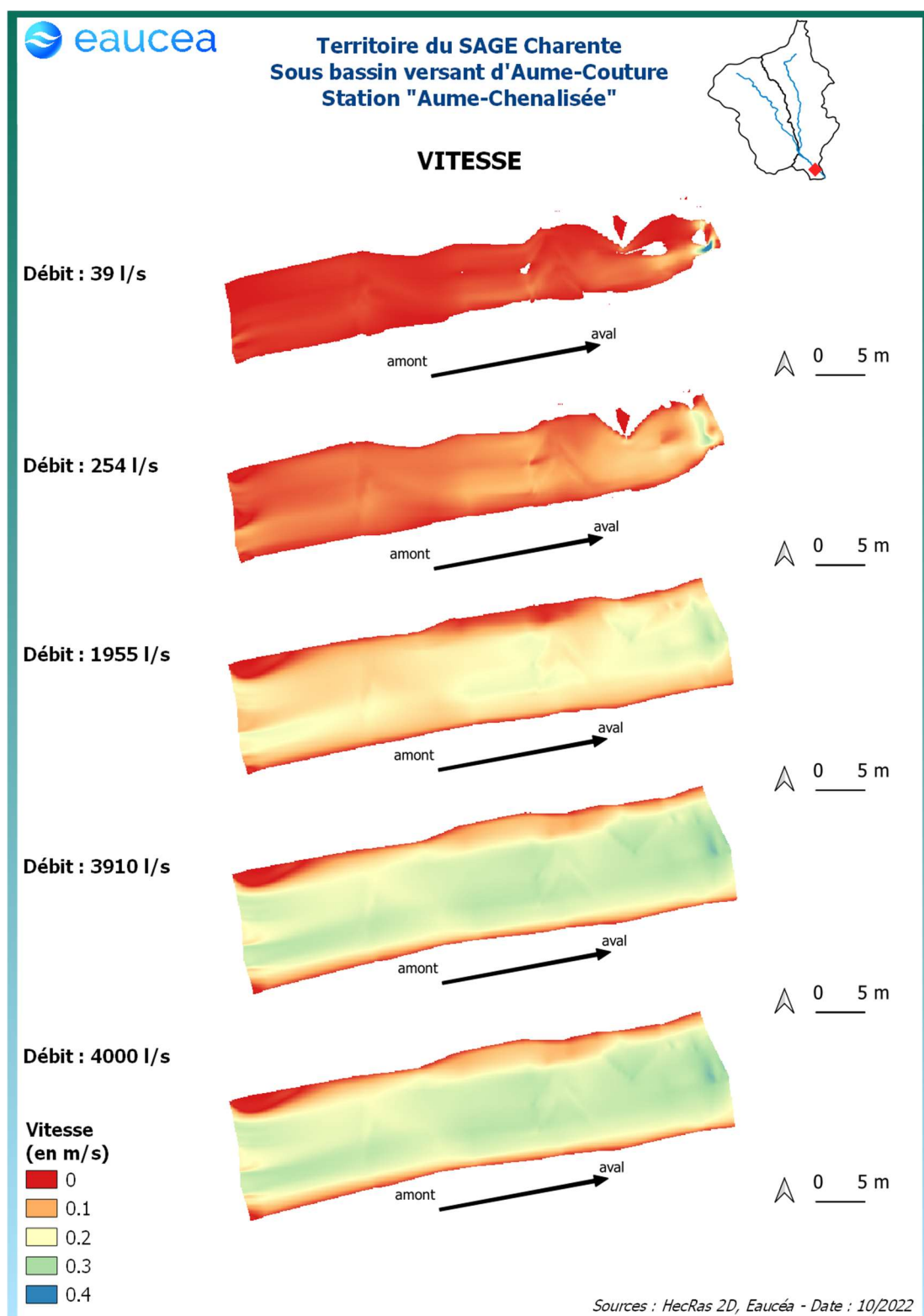


Figure 65: Evolution des vitesses d'écoulements sur la station des Goyauds

La station des Goyauds, dans un secteur avec peu de pente, ne présente que des vitesses d'écoulement faibles à bas débit et l'évolution des débits n'entraîne qu'une augmentation modérée de ces vitesses. Au débit de débordement, où les vitesses sont maximales, les écoulements ne dépassent pas 30 cm/s.

La modélisation des vitesses nous permet aussi d'identifier les habitats courants favorables aux espèces rhéophiles comme la vandoise et dans une moindre mesure le vairon. La valeur repère de 25 cm/s est justifiée dans le rapport méthodologique.

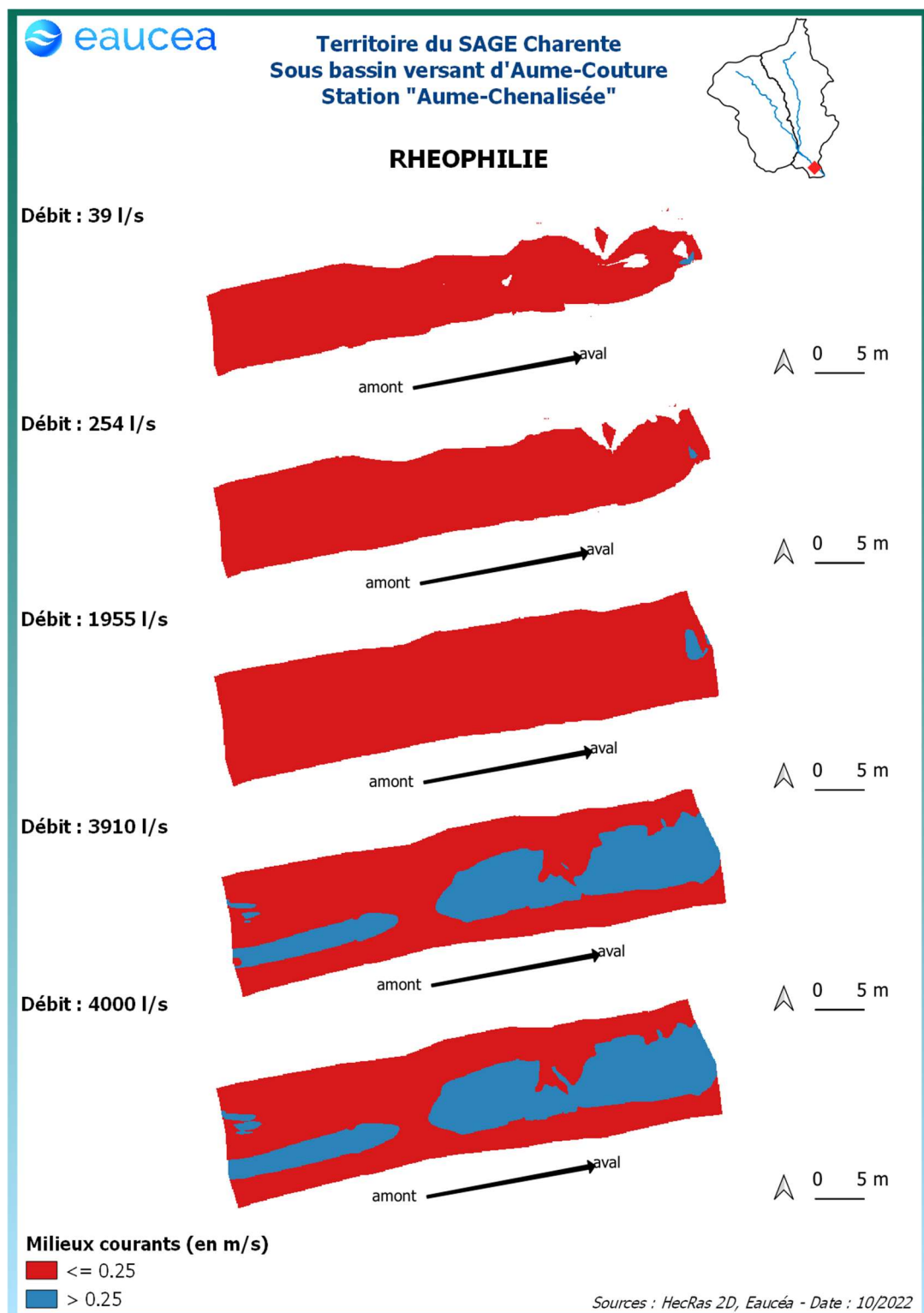
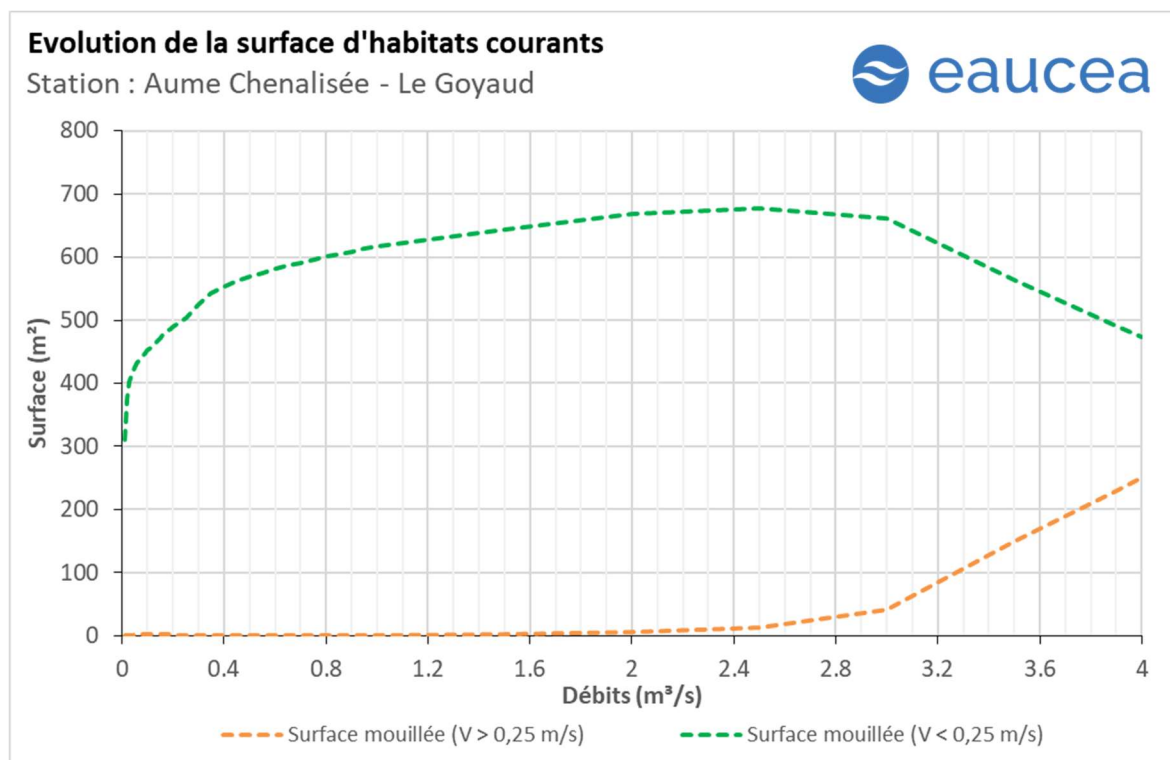


Figure 66: Carte des habitats courants sur la station des Goyauds

On peut noter ici que la quantité d'habitats rhéophiles sur la station est nulle à bas débit. Dès que l'Aume dépasse son module, les habitats lotiques sont plus nombreux surtout dans la moitié aval de la station.



Les courbes ci-dessus traduisent que les faciès lotiques n'apparaissent qu'une fois passé un débit de 2000 l/s puis évoluent lentement dans un premier temps jusqu'à 3000 l/s avant de s'élever de manière plus rapide jusqu'au débordement. Nous considérerons qu'un seuil garantissant environ 10% d'habitat rhéophile peut être retenu pour les périodes de transition soit environ 3130 l/s et 20 % pour les périodes de hautes eaux, soit environ 3470 L/s.

6.3 Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison de hautes-eaux)

La modélisation hydraulique 2 D permet de calculer en tous points de la station, la valeur du paramètre τ^* ³ qui caractérise les conditions de début d'entraînement ou de charriage des particules. Nous avons retenu les sables qui sont les principales particules susceptibles de s'accumuler dans les fosses et de les combler. 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 d'épisodes hydrauliques suffisants en intensité en durée pour évacuer des sables évitera un temps d'accumulation trop long aussi pour les limons.

Le principe est donc de vérifier si pour des débits importants mais fréquents, les conditions hydrauliques permettent de maintenir les faciès d'écoulement. Une comparaison réalisée avec la topographie observée permet de conclure au maintien ou non d'une dynamique d'entretien des zones les plus profondes, qui jouent un rôle majeur en étiage.

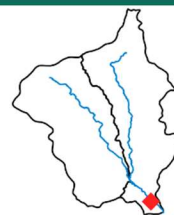
³ Paramètre de Shields (cf annexe)

La modélisation hydraulique 2 D, montre que les particules les plus fines sont régulièrement transportées mais fait aussi apparaître que des débits sensiblement plus élevés sont nécessaires pour éviter le comblement par l'amont de la principale zone profonde de la station en cas de charriage de sables plus grossiers.

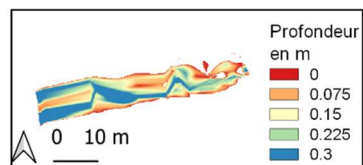
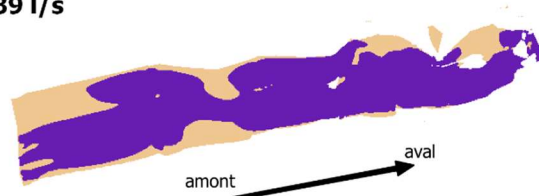
Aux Goyauds, la mise en mouvement des particules fines se fait dès que le débit dépasse 254 l/s dans les zones amont du bras principal ainsi que dans le bras secondaire. Ce débit est atteint la majorité de l'année et correspond à un débit d'étiage. Lors de la saison des hautes eaux, des particules plus volumineuses peuvent être mise en mouvement. La station n'est donc pas vulnérable au colmatage.

Territoire du SAGE Charente
Sous bassin versant d'Aume-Couture
Station " Aume-Chenalisée"

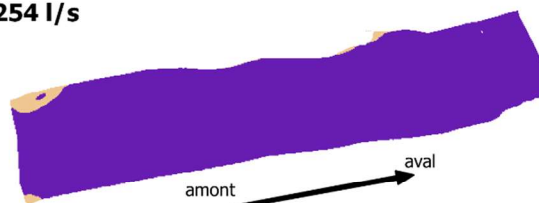
Mise en mouvement des particules
Particules de 0.05 mm de diamètre



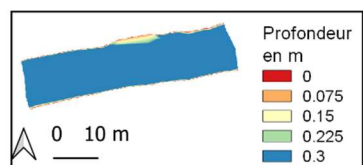
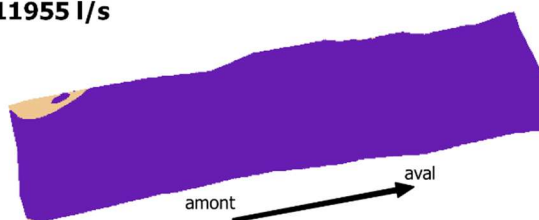
Débit : 39 l/s



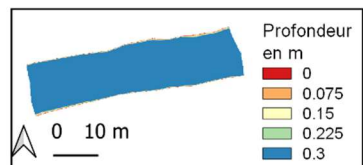
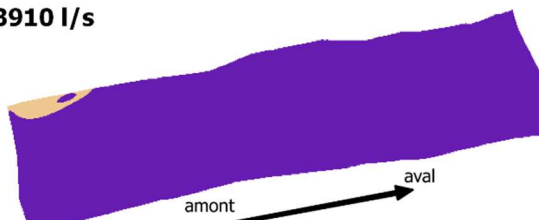
Débit : 254 l/s



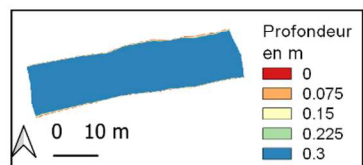
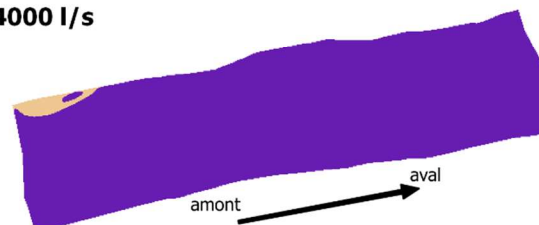
Débit : 11955 l/s



Débit : 3910 l/s



Débit : 4000 l/s



Etude des particules

-  Immobiles
-  Mises en mouvement

Sources : HecRas 2D, Eauce - Date : 12/2022

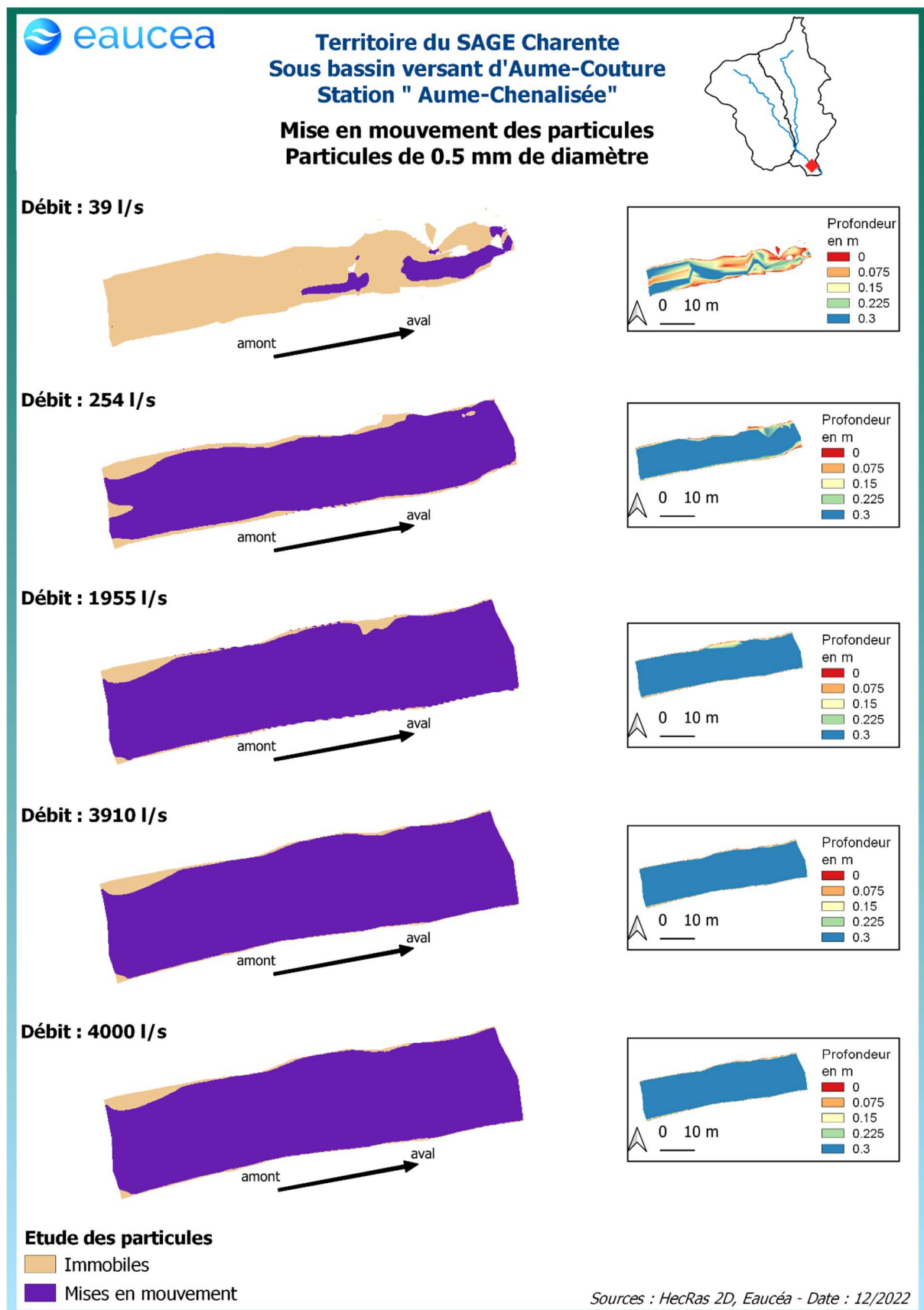


Figure 67 : Mise en mouvement des particules sur la station des Goyauds

6.4 Connectivité longitudinale (toutes saisons)

Il s'agit ici de vérifier à quelle condition de débit, la circulation des poissons est possible au sein de la station. La connectivité de la station est encore bonne pour les petites espèces à un débit de 20 l/s, elle ne l'est plus à 10 l/s.

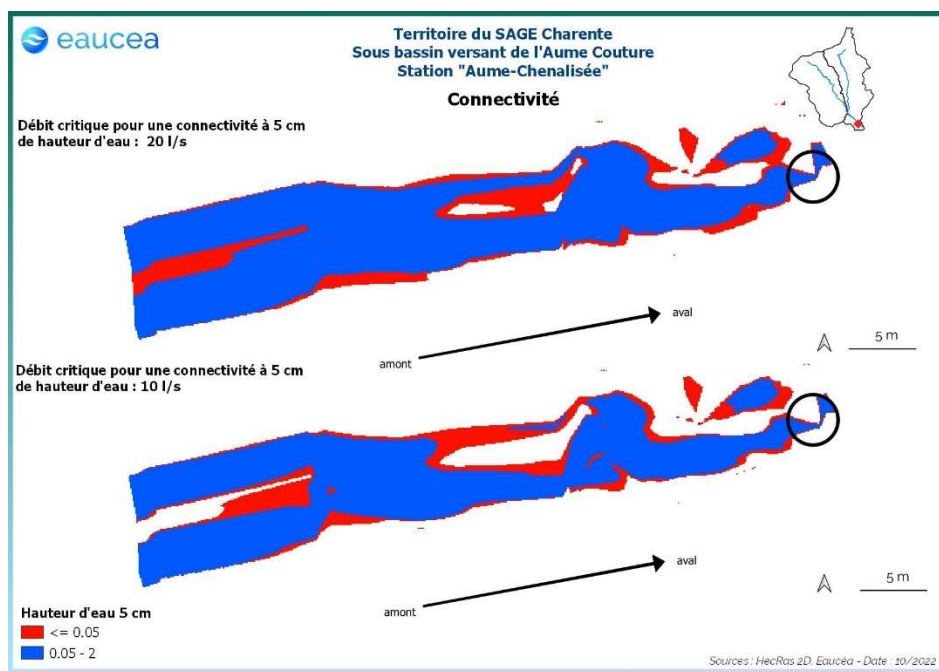


Figure 68: Connectivité de la station des Goyauds avec un seuil à 5 cm de hauteur d'eau

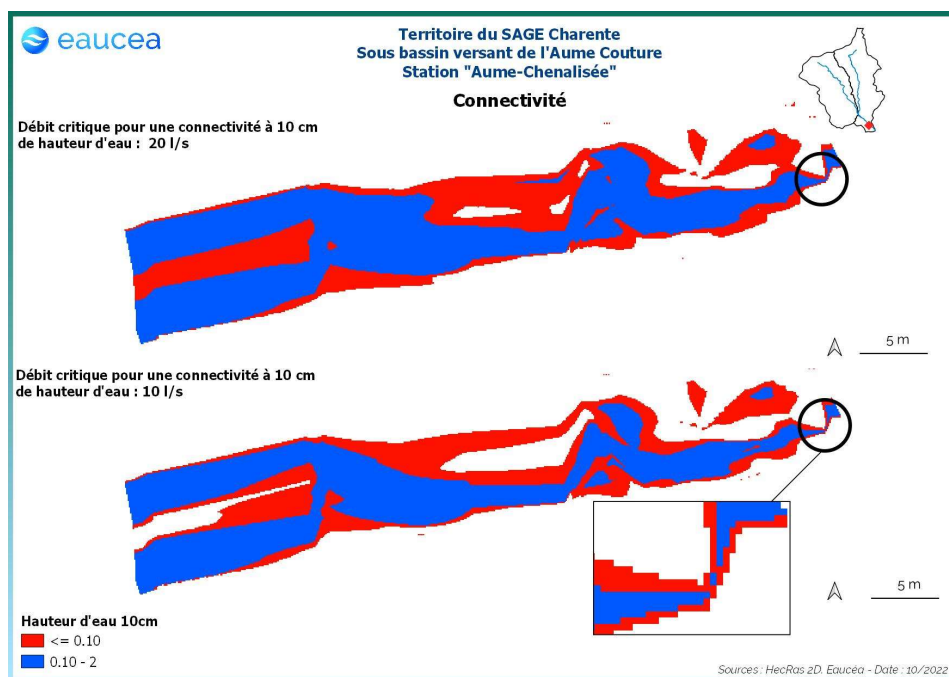


Figure 69: Connectivité de la station des Goyauds pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau

La connectivité de la station sur l'Aume chenalisée est encore assurée pour les grandes espèces à un débit de 20 l/s. Elle ne l'est plus à 10 l/s.

6.5 Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles

6.5.1 Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement

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.

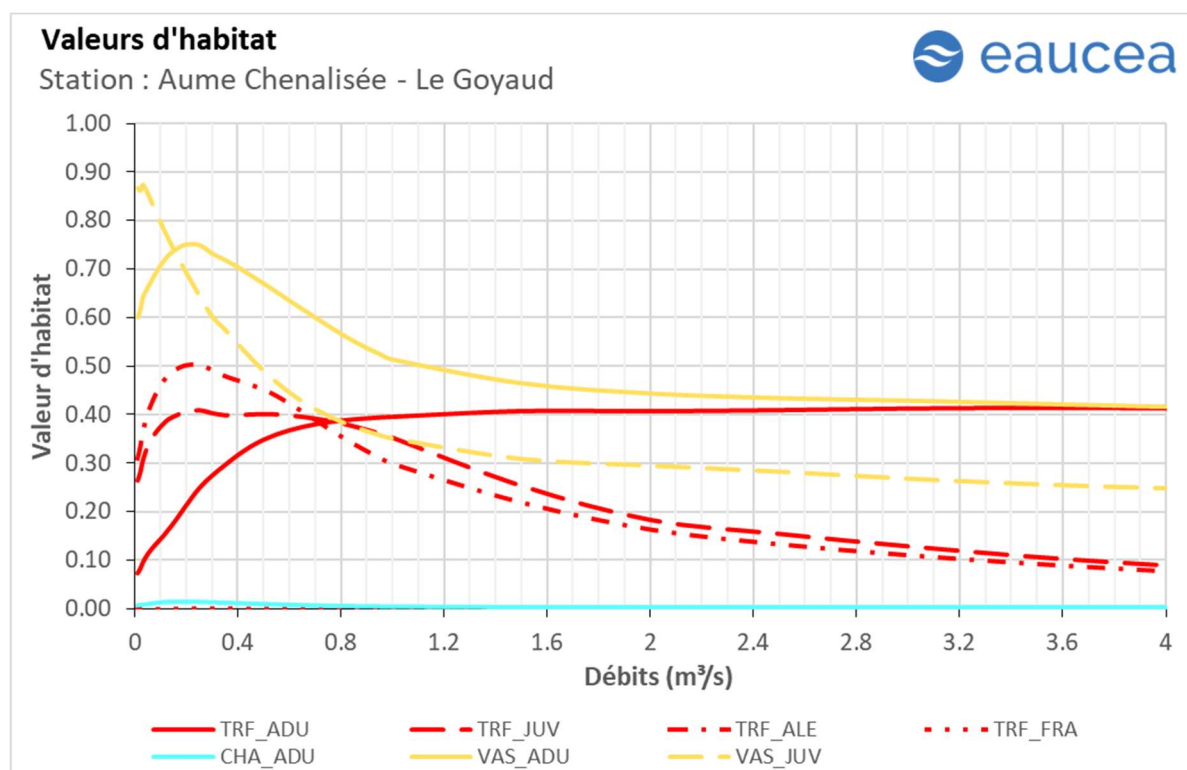


Figure 70: Valeur d'habitat sur la station des Goyauds pour la truite fario, le vairon et le chabot

La station semble très favorable au vairon adulte, sa valeur d'habitat est d'environ 0.75 aux bas débits et chute avec le débit jusqu'à atteindre une valeur plancher d'un peu plus de 0.4. Pour le juvénile, la valeur est de 0.85 à bas débit et chute aux environs de 0.25.

La station est peu favorable pour le chabot dont la valeur d'habitat n'excède pas 0.01.

A propos de la truite adulte, la valeur d'habitat est minimale à bas débit avec 0.07 et augmente à mesure que les débits s'élèvent avant d'atteindre un plafond à 0.4. Le juvénile et l'alevin présentent des dynamiques semblables avec un maximum de valeur d'habitat aux environs de 200 l/s avec 0.4 pour le juvénile et 0.5 pour l'alevin avant d'entamer une chute à mesure que les débits augmentent et que la valeur se stabilise à 0.1 pour ces deux stades. L'habitat de frayère est quasi nul à tous les débits.

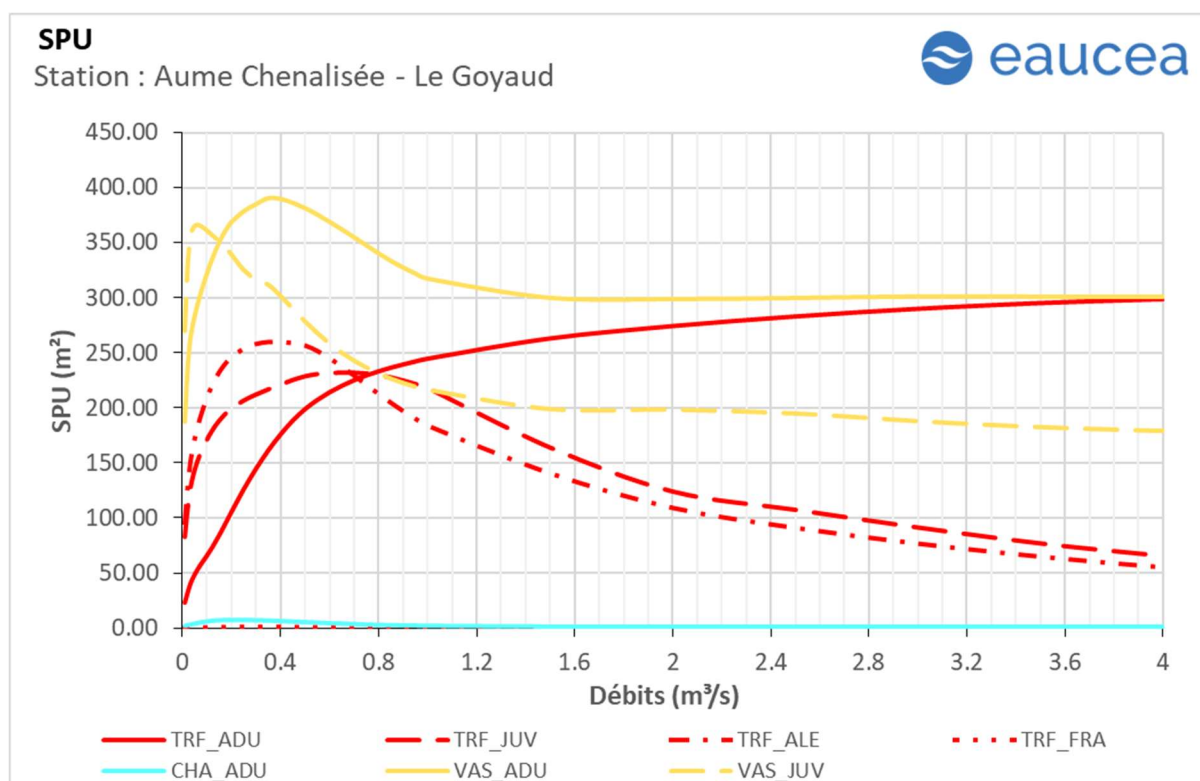


Figure 71: Surfaces pondérées utiles des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot de la station des Goyauds

Les surfaces pondérées utiles suivent globalement les mêmes évolutions en fonction du débit mais avec le bénéfice de l'augmentation de la surface mouillée. La station est très favorable aux vairons adultes et à aux truites adultes. L'optimum est aux environs de 300 L/s.

6.5.2 Saisonnalités

Les débits mensuels (m³/s) sont les suivants :

Aume aux Goyauds	Décenal sec	Quinquennal sec	Moyen	Médian	Quinquennal humide	Décenal humide
Janv.	1.648	3.254	4.442	1.860	8.771	12.974
Févr.	1.960	2.786	9.651	6.607	17.129	21.610
Mars	1.946	2.504	5.662	4.439	7.760	11.957
Avr.	1.165	1.388	2.902	2.096	3.911	5.217
Mai	0.679	0.951	2.406	1.654	3.326	4.554
Juin	0.335	0.635	1.592	1.270	2.342	2.880
Juil.	0.180	0.281	0.684	0.531	0.997	1.273
Août	0.095	0.145	0.416	0.289	0.594	0.827
Sept.	0.099	0.125	0.368	0.178	0.540	0.857
Oct.	0.100	0.129	0.689	0.250	0.959	1.221
Nov.	0.116	0.156	3.425	0.895	5.470	12.097
Déc.	0.295	0.545	5.866	1.960	10.393	17.699

La période des hautes-eaux favorise des échanges faunistiques entre les différents bassins. Les poissons de plus grande taille peuvent explorer ces milieux pour s'y alimenter ou s'y reproduire. La première des conditions est donc celle de la connectivité qui doit être garanti pour permettre cette colonisation plus ou moins temporaire.

Le débit de 20 l/s est donc la première valeur constitutive d'un débit biologique toutes eaux.

L'évolution de l'habitat peut être approchée par un graphe annuel pour des quantiles sec, médian et humide des débits mensuels.

Pour la truite adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 74 m² et correspondant à un débit de 125 l/s. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 87 m² environ (soit un débit de 156 l/s) en novembre d'une année sèche à une valeur trop grande pour être calculée car le débit est au-delà du débit de débordement (soit 5470 l/s) en novembre d'une année humide. La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 218 m² environ (soit un débit de 635 l/s) en juin d'une année sèche à 137 m² en juillet de la même année (pour 281 l/s). En année humide, l'évolution est de 280 m² en juin (pour un débit de 2342 l/s) à 244 m² en juillet (pour 997 l/s).

Pour la truite juvénile, l'habitabilité de la station est à environ 180 m² et correspondant à un débit de 125 l/s. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de la truite juvénile passer de 190 m² environ (soit un débit de 156 l/s) en novembre d'une année sèche à une valeur trop grande pour être calculée car le débit est au-delà du débit de débordement (soit 5470 l/s) en novembre d'une année humide. La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU de la truite juvénile passer de 232 m² environ (soit un débit de 635 l/s) en juin d'une année sèche à 210

m² en juillet de la même année (pour 281 l/s). En année humide, l'évolution est de 112 m² en juin (pour un débit de 2342 l/s) à 218 m² en juillet (pour 997 l/s).

Pour l'alevin de truite en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 222 m² et correspondant à un débit de 125 l/s. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de l'alevin de truite passer de 234 m² environ (soit un débit de 156 l/s) en novembre d'une année sèche à une valeur trop grande pour être calculée car le débit est au-delà du débit de débordement (soit 5470 l/s) en novembre d'une année humide. La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU de l'alevin de truite passer de 240 m² environ (soit un débit de 635 l/s) en juin d'une année sèche à 256 m² en juillet de la même année (pour 281 l/s). En année humide, l'évolution est de 97 m² en juin (pour un débit de 2342 l/s) à 184 m² en juillet (pour 997 l/s).

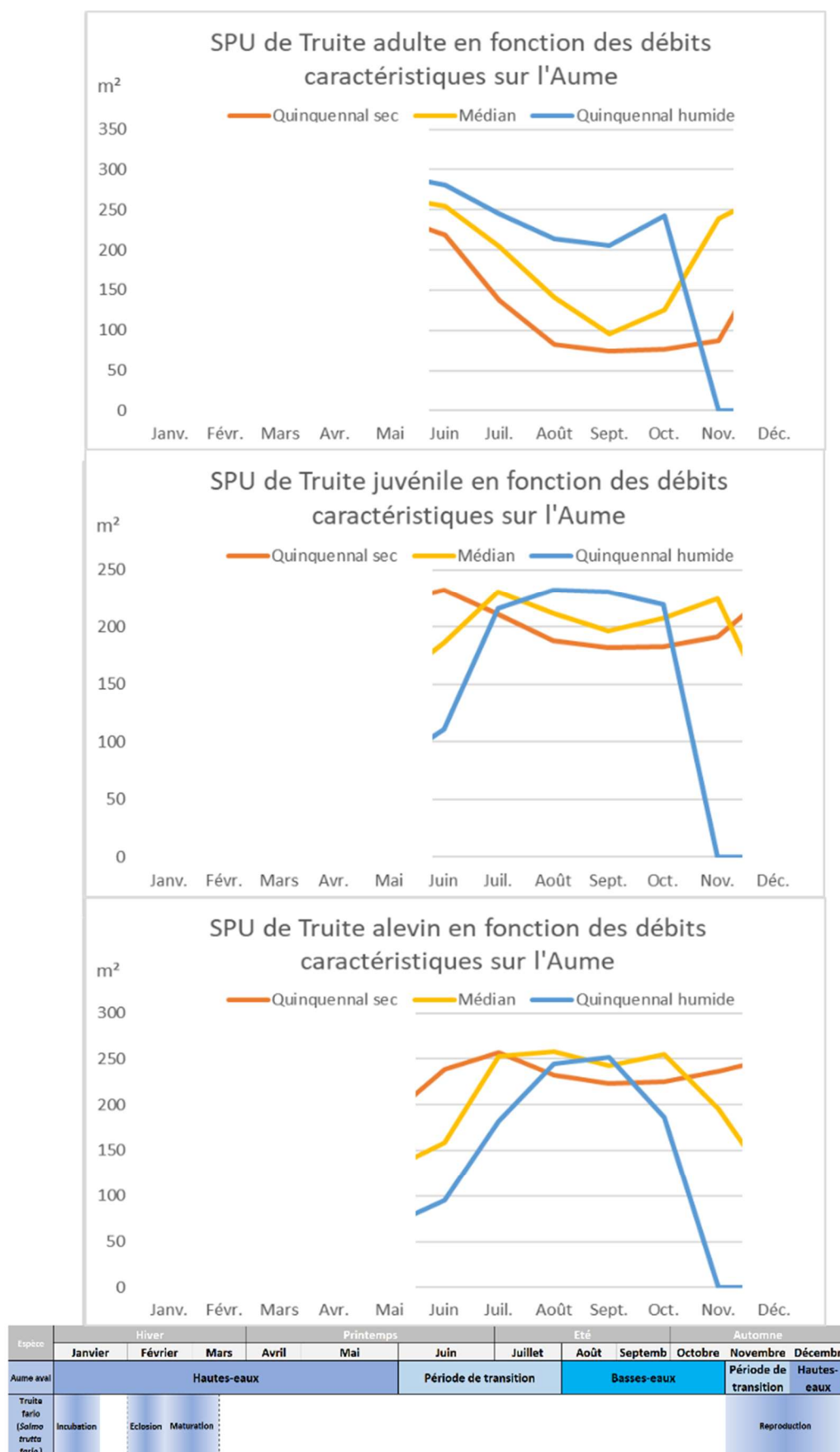


Figure 72 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique

Pour le chabot adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 6 m² et correspondant à un débit de 125 l/s.

La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU du chabot passer de 7 m² environ (soit un débit de 156 l/s) en novembre d'une année sèche à une valeur trop grande pour être calculée car le débit est au-delà du débit de débordement (soit 5470 l/s) en novembre d'une année humide.

La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU du chabot passer de 4 m² environ (soit un débit de 635 l/s) en juin d'une année sèche à 7 m² en juillet de la même année (pour 281 l/s). En année humide, l'évolution est de 1 m² en juin (pour un débit de 2342 l/s) à 2 m² en juillet (pour 997 l/s).

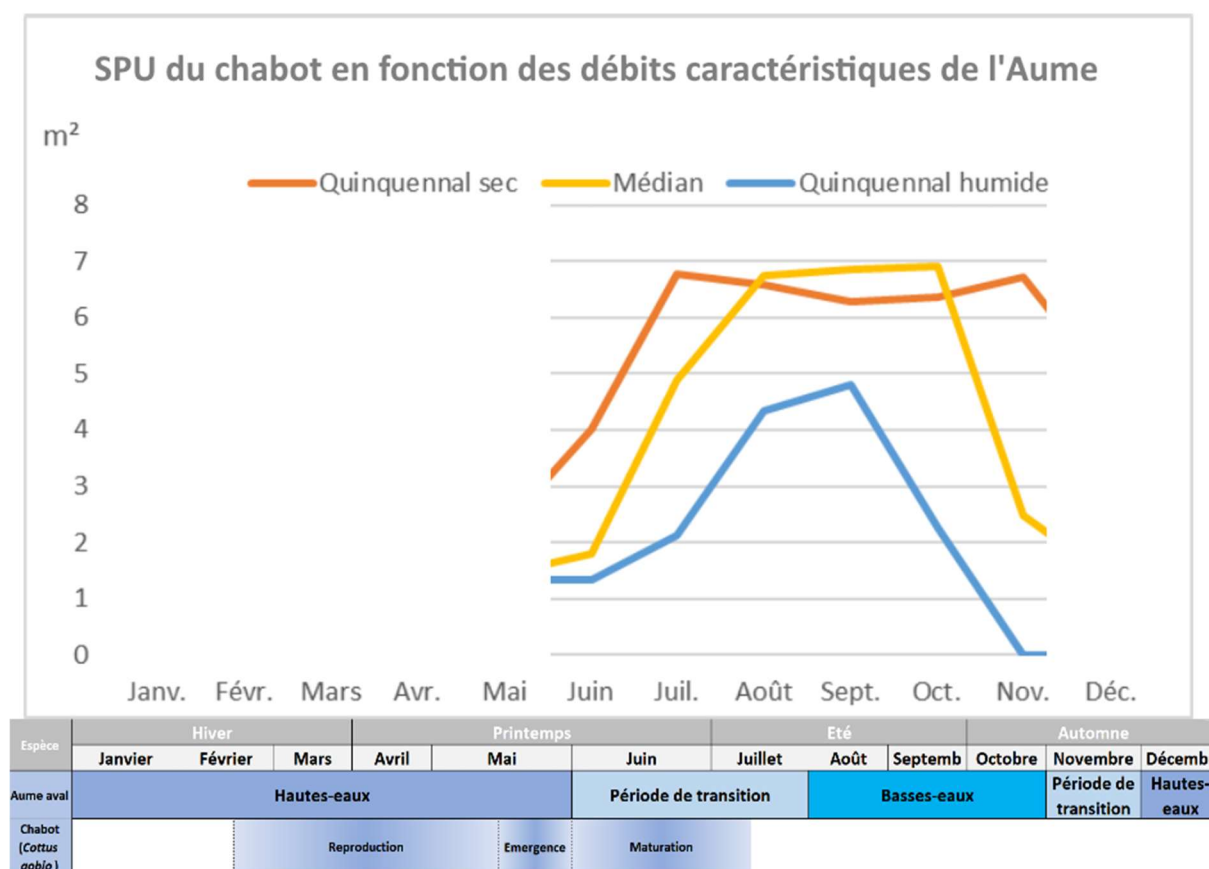


Figure 73 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique ethydrologique

Pour le viron adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 337 m² et correspondant à un débit de 125 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 356 m² de surface pondérée utile. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU du viron adulte passer de 353 m² environ (soit un débit de 156 l/s) en novembre d'une année sèche à une valeur trop grande pour être calculée car le débit est au-delà du débit de débordement (soit 5470 l/s) en novembre d'une année humide. Pour le juvénile, il faut compter 350 m² en année sèche. La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU du viron adulte passer de 364 m² environ (soit un débit de 635 l/s) en juin d'une année sèche à 383 m² en juillet de la même année (pour 281 l/s). En année humide, l'évolution est de 300 m² en juin (pour un débit de 2342 l/s) à 318 m² en juillet (pour 997 l/s). Pour le juvénile, il s'agit de 252 m² en juin d'une année sèche et de 320 m² en juillet de la même année. En année humide, l'évolution est de 196 m² en juin et de 216 m² en juillet.

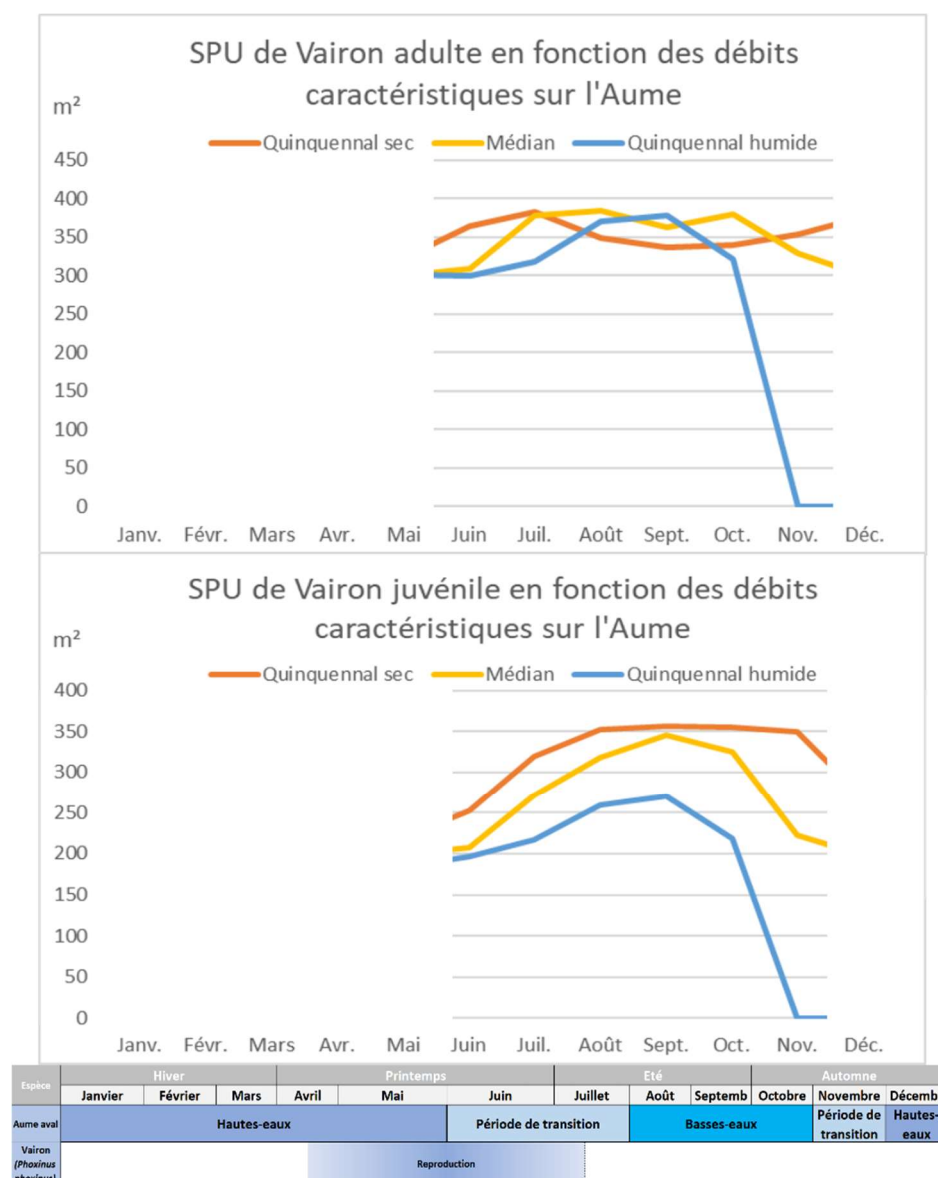


Figure 74: Evolution des surfaces pondérées utiles du viron suivant le cycle annuel et calendrier biologique

6.5.1 Synthèse

Cette station comme celle des Marais est inscrite sur le vieux bief. Nous ferons l'hypothèse que ce tronçon est susceptible d'être alimenté par 100 % du débit produit par le bassin versant. Les indicateurs hydrologiques sont donc conservés sans hypothèse de répartition avec le nouveau bief. Cette hypothèse est la même que pour la station des Marais. En conséquence, le partage de l'eau optimal entre ces deux biefs pourra être expertisé en rapprochant les résultats des deux stations.

Les valeurs proposées pour l'analyse de la sensibilité des conditions d'habitats aux débits sont donc les suivantes :

- pour la période estivale, la valeur de déconnection longitudinale pour les grandes espèces comme valeur de référence soit 20 l/s et est inférieure au débit d'étiage (QMNA5) de 176 l/s), la valeur de référence retenue est donc cette valeur de 176 l/s bornée par le débit le plus bas (10 l/s) et le débit classé 75 % (416 l/s) ;
- pour la période de transition, une valeur intermédiaire entre les débits classés 50 % et 25 % comme valeur de référence, bornée par ces mêmes débits (416 l/s et 1401 l/s) ;
- pour la période de hautes-eaux, la valeur de référence est l'optimum de débit biologique (300 l/s) comparée à une gamme de débit allant jusqu'au débit de débordement.

6.6 Conclusion concernant les débits biologiques de la station des Goyauds

Analyse piscicole			Le Goyaud																Qref										
Niveau	Critère	Code	Especie	Stade	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.176	0.18	0.2	0.22	0.24	0.26	0.28	0.3	0.32	0.34	0.36	0.38	0.4	0.42
Principal	Habitat	TRF_A	Truite fario	Adulte	-76%	-67%	-60%	-54%	-49%	-45%	-38%	-31%	-24%	-16%	-7%	95	2%	11%	19%	28%	36%	44%	52%	59%	66%	73%	79%	85%	90%
Principal	Habitat	TRF_J	Truite fario	Juvenille	-58%	-46%	-37%	-31%	-26%	-23%	-17%	-12%	-8%	-5%	-2%	195	0%	2%	4%	5%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
Principal	Habitat	CHA_A	Chabot	Adulte	-71%	-62%	-55%	-49%	-44%	-38%	-28%	-16%	-9%	-5%	-2%	7	0%	1%	1%	1%	0%	-1%	-2%	-4%	-6%	-8%	-10%	-12%	-15%
Principal	Habitat	VAS_A	Vaion	Adulte	-48%	-36%	-29%	-24%	-22%	-19%	-15%	-11%	-7%	-4%	-2%	361	0%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	7%	8%	8%	8%	8%	8%
Principal	Habitat	VAS_J	Vaion	Juvenille	-22%	-6%	2%	5%	6%	6%	5%	5%	3%	2%	1%	345	0%	-2%	-3%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-9%	-10%	-11%	-13%	-14%
Principal	Vitesse		Milieu rapide > 25 cm/s		-78%	-59%	-47%	-34%	-6%	18%	55%	72%	69%	52%	25%	2	-6%	-27%	-39%	-51%	-57%	-58%	-59%	-60%	-61%	-63%	-65%	-66%	
Principal	Surface mouillée				-36%	-22%	-17%	-14%	-12%	-10%	-8%	-6%	-4%	-3%	-1%	484	0%	1%	3%	4%	5%	7%	9%	10%	12%	13%	14%	14%	15%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
	Petits poissons	Petits poissons			non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux																													
Habitat	SPU																												
Habitat	Habitats rapides																												
Habitat	Surface mouillée																												
Habitat	Connectivité																												
Résultat	Résultat																												

La variation des SPU autour du QMNA5 est assez forte. Elle est plus sensible à la baisse qu'à la hausse. Si nous considérons la truite adulte, une variation à +/- 20% de la SPU de référence est observée entre la valeur de 140 l/s comme borne basse et 220 L/s en borne haute en période de basses-eaux.

Figure 75 : Matrice période de basses-eaux

Analyse piscicole			Le Goyaud																Qref									
Niveau	Critère	Code	Especie	Stade	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4			
Principal	Habitat	TRF_A DU	Truite fario	Adulte	-25%	-19%	-15%	-11%	-8%	-6%	-3%	-2%	233	1%	3%	4%	5%	6%	7%	7%	8%	9%	10%	10%	11%			
Principal	Habitat	TRF_J UV	Truite fario	Juvenille	-4%	-2%	-1%	0%	1%	1%	1%	1%	230	-1%	-2%	-4%	-5%	-8%	-10%	-12%	-15%	-17%	-19%	-22%	-24%			
Principal	Habitat	CHA_A DU	Chabot	Adulte	108%	94%	79%	64%	50%	35%	22%	10%	3	-8%	-15%	-21%	-26%	-28%	-30%	-33%	-35%	-37%	-39%	-41%	-44%			
Principal	Habitat	VAS_A DU	Vairon	Adulte	15%	14%	12%	10%	8%	6%	4%	2%	340	-2%	-4%	-5%	-7%	-7%	-8%	-8%	-9%	-9%	-10%	-10%	-11%			
Principal	Habitat	VAS_J UV	Vairon	Juvenille	30%	25%	20%	16%	12%	8%	5%	2%	231	-2%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-9%	-10%	-11%	-12%	-12%			
Principal	Vitesse	Milieu rapide > 25 cm/s			15%	6%	0%	-4%	-9%	-11%	-9%	-7%	1	7%	15%	31%	41%	61%	82%	103%	124%	145%	165%	186%	207%			
Principal	Surface mouillée				-8%	-6%	-5%	-4%	-3%	-2%	-2%	-1%	601	1%	1%	2%	3%	3%	4%	4%	5%	5%	6%	6%	7%			
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui			
		Petits poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui			
Synthèse indicateurs principaux																												
Habitat	SPU																											
Habitat	Habitats rapides																											
Habitat	Surface mouillée																											
Habitat	Connectivité																											

En période de transition, tous les indicateurs sont stables et remplissent les conditions de vie des espèces avec cependant une forte sensibilité de l'habitat pour l'adulte de truite et le chabot. Au sens strict, la variation à +/- 20 % autour de la valeur de référence établie un débit plancher à 750 l/s mais, et si l'on se réfère au chabot, il s'agit d'un gain d'habitat lorsque le débit baisse. Par contre, si l'on prend la truite adulte comme référence, la perte de 20 % d'habitat se situe en dessous de 450 l/s, le débit plancher retenue est donc de 450 l/s. Le seuil des 10 % d'habitats lotiques sur la station est atteint au-delà de 1300 l/s.

Nous proposons donc de retenir un débit plancher entre 450 l/s et 950 l/s.

Figure 76 : Matrice des périodes de transition

Analyse piscicole				Le Goyaud										Qref	
Niveau	Critère	Code	Espec	Stade	0.3	1.45	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8		
Principal	Habitat	TRF_F RA	Truite farlo	Frai	1	-73%	-76%	-77%	-78%	-79%	-81%	-82%	-83%		
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			1	147%	163%	210%	258%	306%	354%	401%	449%		
Principal	Surface mouillée				526	22%	23%	23%	24%	24%	25%	25%	26%		
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		
		Petits poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		
Synthèse indicateurs principaux															
Habitat	Habitats rapides														
Habitat	Surface mouillée														
Habitat	Connectivité	Longitudinale													
Résultat															

En période de hautes-eaux, la plupart indicateurs sont stables et remplissent les conditions de vie et de mobilité des espèces.

Nous proposons donc de retenir un débit biologique entre 1450 l/s et 1800 l/s afin de garantir un minimum de 10 % d'habitats lotiques pour satisfaire aux exigences des espèces rhéophiles comme la truite dont la majorité des étapes de la reproduction se produisent en hautes-eaux.

Figure 77 : Matrice de la période de hautes-eaux.

7 ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE L'AUME AUX MARAIS

7.1 Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique

Cette modélisation a pour objectif de décrire les paramètres physiques des écoulements, c'est-à-dire les hauteurs d'eau et les vitesses s'établissant au sein de la station DMB pour différentes conditions de débits.

7.1.1 Description de la station

Localisation et position des transects de mesure

La station de Marais est située sur la vieille Aume, un bras de l'Aume. Elle est positionnée 2 km en amont de la confluence avec la Charente (en rive droite) entre Aigre et Ambérac (confluence de l'Aume à la Charente). Elle s'étend sur environ 60 m de long et est positionnée au droit d'un virage de la Vieille Aume.

13 transects de mesure ont été positionnés sur le linéaire de la station, ils permettent de rendre compte du fonctionnement hydraulique de la Vieille Aume à ce niveau (radiers, chutes, plats, ...). Ils sont représentés ci-dessous.

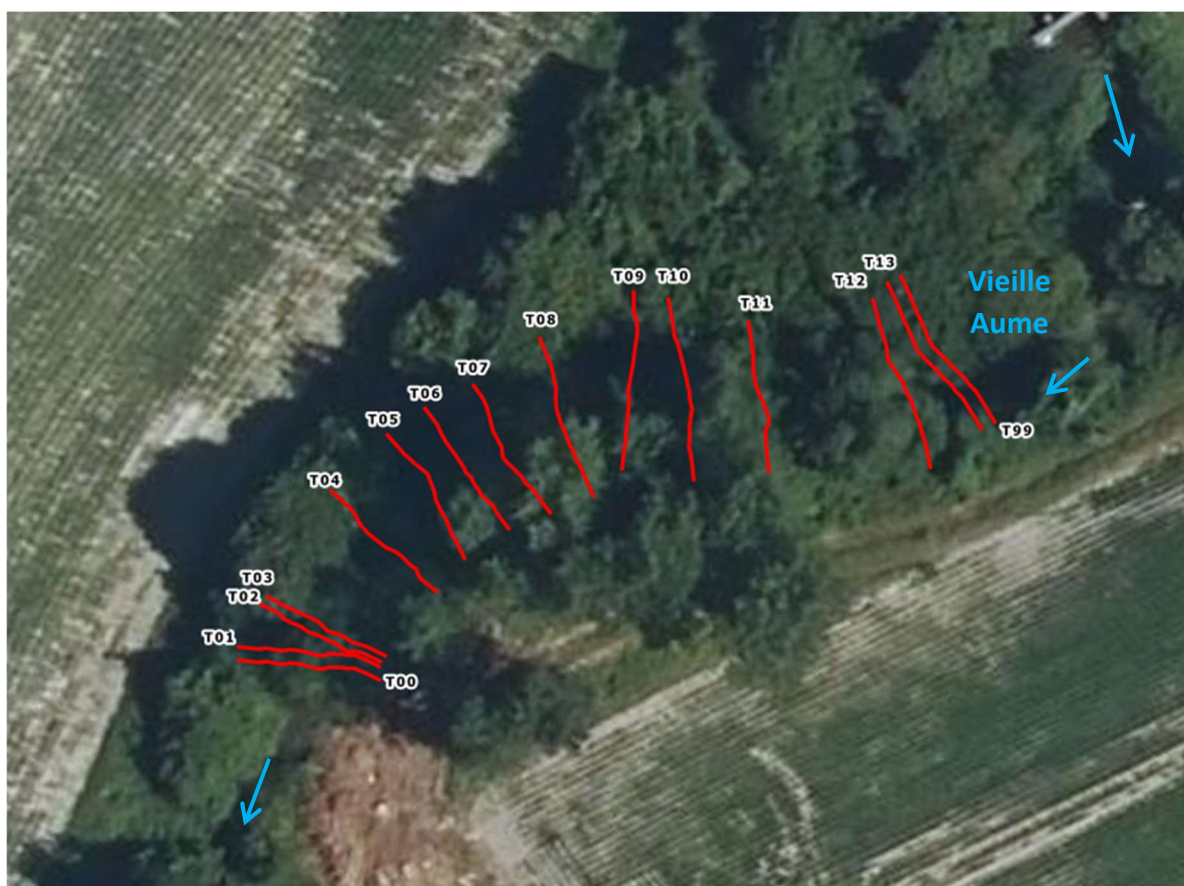


Figure 78 : Position des transects de mesure de la station DMB

Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées lors d'une venue sur site le 28/07/2021 qui a permis la prise des mesures suivantes le long de la station :

- Profils altimétriques et lignes d'eau associées des transects repérés ci-avant. Acquis avec un tachéomètre de type station totale
- Débit transitant dans la station, mesuré avec un courantomètre à effet doppler.

Le débit le jour des mesures a été mesuré en 3 transects distincts, aboutissant à une valeur retenue de 143 l/s.

Profil en long, faciès d'écoulement et connectivité aux berges

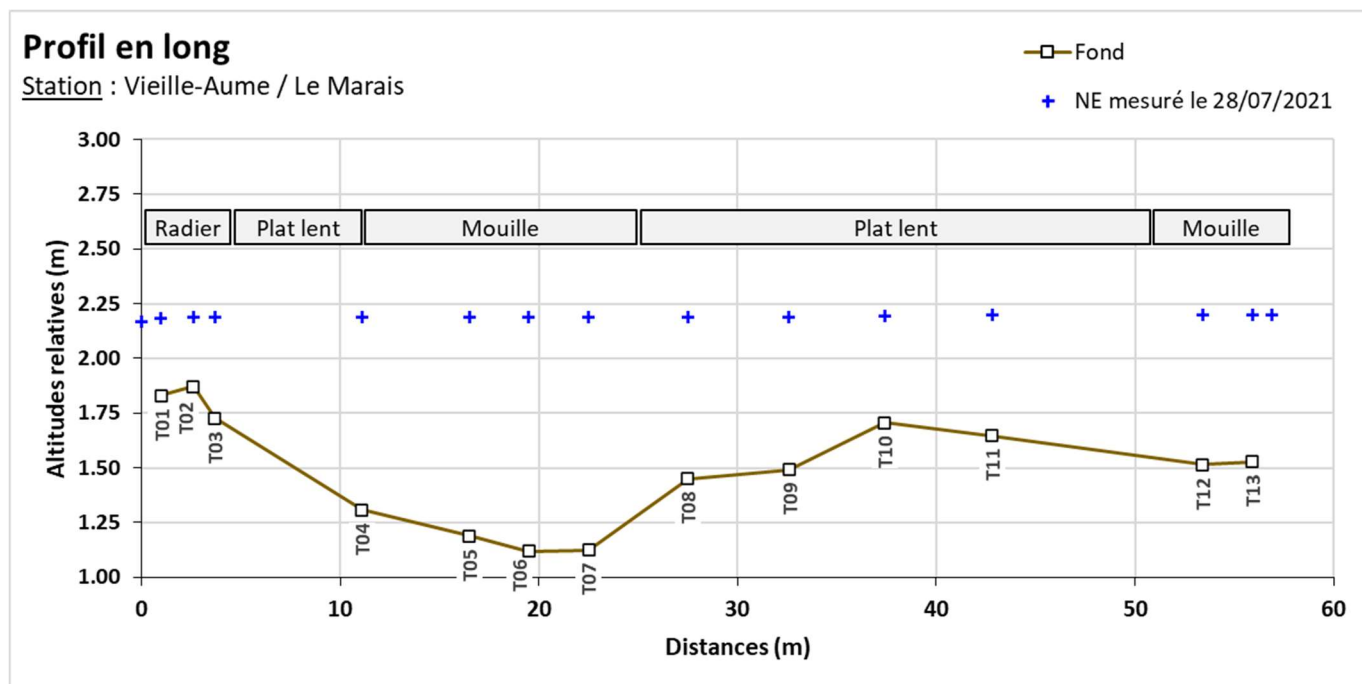
Les faciès d'écoulement et la connectivité des berges le long de la station ont été également relevés pour les conditions d'écoulement le jour des mesures.

- **Faciès d'écoulement**
- Le linéaire parcouru présente un profil lent. La pente générale est faible.
- L'amont de la station correspond à une sortie de mouille se rehaussant progressivement jusqu'au T11-T10 formant une zone légèrement plus rapide mais toujours au faciès de plat lent. Ce faciès se prolonge jusqu'au T08 où il se convertit progressivement en mouille, les profondeurs augmentant jusqu'au T06. Le fond remonde ensuite progressivement jusqu'à T04-T03 formant le début du radier qui couvre T02 et T01.
- Les profils transversaux sont globalement uniformes sur la largeur du cours d'eau, sauf là où le fond est moins profond, des veines principales peuvent se dessiner (T10 et T03-T01). Plusieurs embâcles étaient présents le jour des mesures (arbres effondrés, branches en limites de berges), ayant une incidence sur l'hydraulique du site.

Type de berges

Les berges sont globalement verticales et végétalisées (lierre, ronces), surmontées d'arbres ou bosquets d'arbres. Elles peuvent s'élever entre 1 m et 1.8 m au-dessus du niveau d'eau selon la berge.

Sur la base des profils en travers relevés, le profil en long du fond et de la ligne d'eau relevée est représenté sur la figure suivante en positionnant les faciès d'écoulement relevés :



7.1.2 Modélisation hydraulique de la station

7.2 Principes du modèle

Une modélisation hydraulique 2D a été mise en œuvre, à l'aide du logiciel HEC-RAS 2D, permettant de calculer les paramètres physiques descriptifs de la station : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement à différentes conditions de débits. La modélisation 2D permet d'obtenir une répartition dans les 2 dimensions d'espace horizontales de ces paramètres. L'analyse hydraulique qui en découle est plus fine qu'avec un modèle unidimensionnel.

Les données bathymétriques et topographiques acquises sur le terrain ont été exploitées afin d'élaborer une représentation topographique continue de la station (MNT). Sur cette base, un maillage de calcul a été élaboré, composé de mailles carrées de 10 cm x 10 cm au maximum et raffiné au droit de zones clés. On représente en suivant le maillage de calcul superposé au MNT construit pour la station.

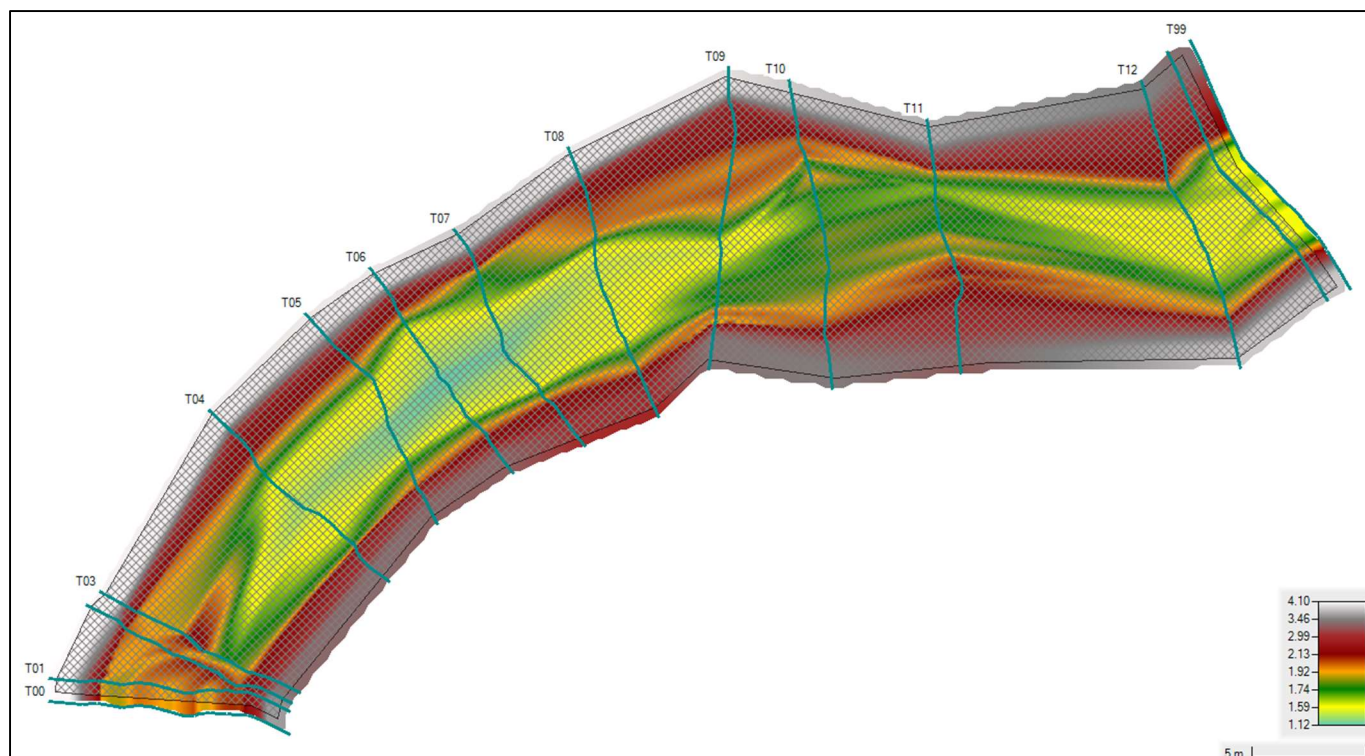
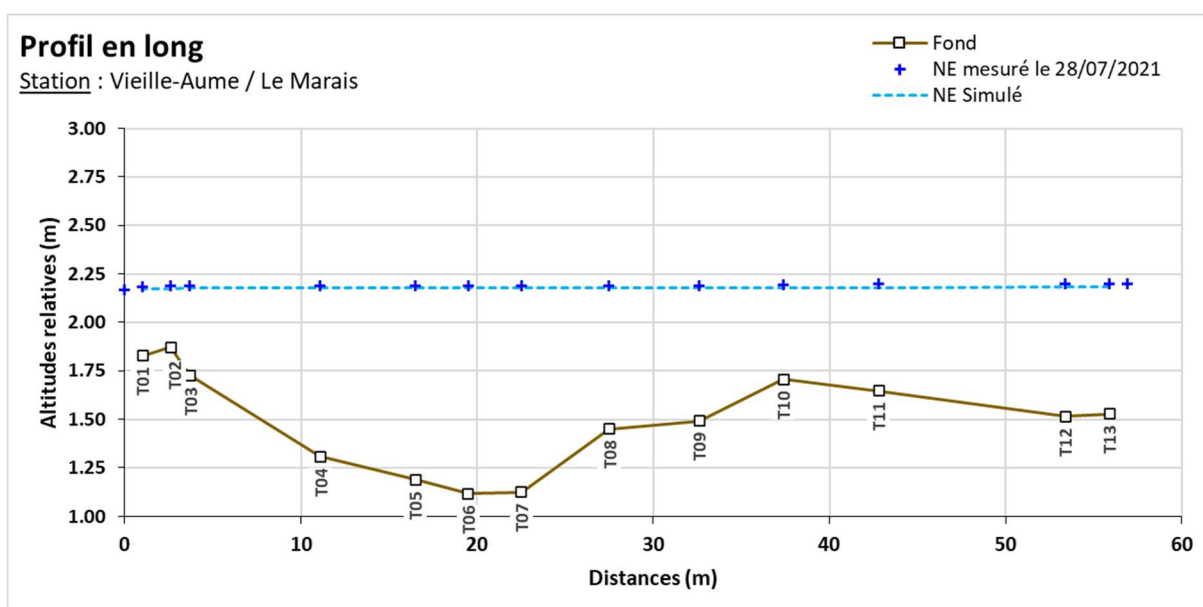


Figure 79 : Maillage de calcul et topographie de la station modélisée

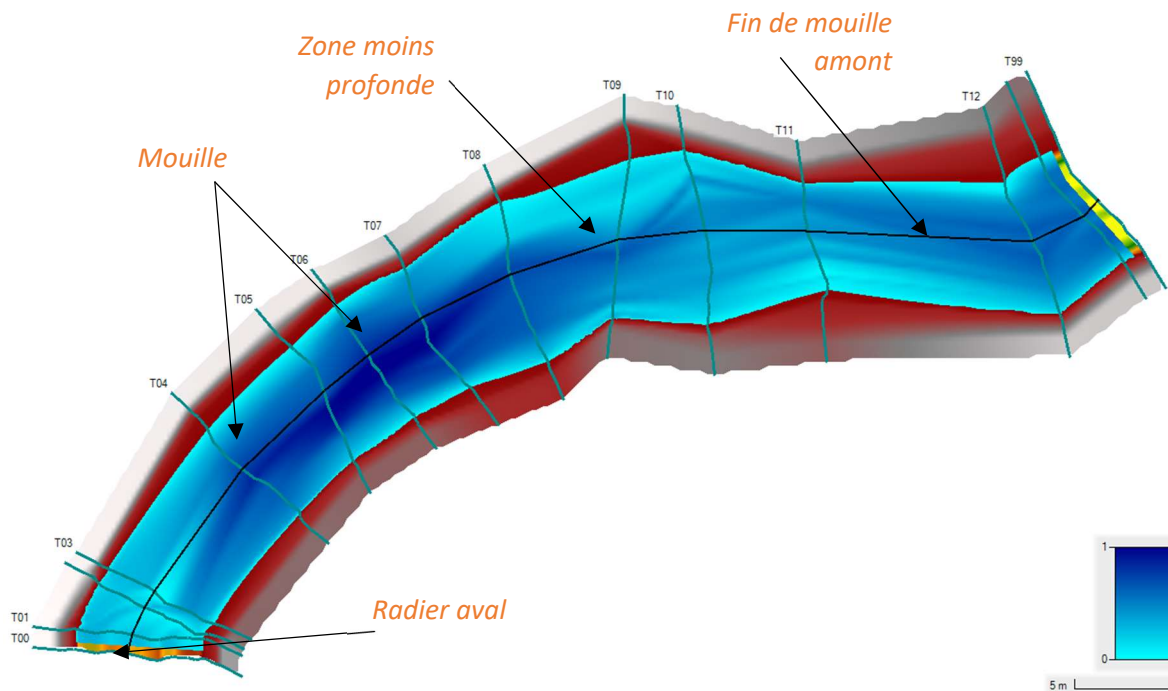
7.2.1 Calage du modèle

Le calage du modèle se base sur les relevés de niveaux de hautes d'eau faits lors de la venue sur site. Pour rappel, le débit associé est évalué à 143 l/s.



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.



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 apparaît également cohérente, de même que l'emprise globale observée le jour des mesures sur site. Enfin, les vitesses modélisées au droit des transects jaugés apparaissent cohérentes avec les valeurs de vitesses moyennes relevées en ces points

7.2.2 Simulations réalisées

Une fois le modèle calé, il peut être exploité pour différentes conditions de débits incidents en amont de la station et lignes d'eau aval.

Des simulations ont été mises en œuvre pour plusieurs débits en régime permanent, sur une gamme allant de 1 l/s à 2500 l/s. Cette gamme permet ainsi de modéliser des débits d'étiage à plus que le module de la Vieille-Aume à cette station. La station déborde à 1700 l/s.

7.2.3 Exploitation des résultats

Les résultats en termes de hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement sont obtenus de manière spatialisée sur l'emprise de la station modélisée pour chacun des débits simulés. Les résultats sont présentés sous forme de courbe, de tableaux et de cartes. Pour les cartes, conformément aux recommandations du comité scientifique, les valeurs de débit représentées sont le QMNA5 minimum, QMNA5 moyen, 50 % du module, module et débit de débordement soit 5 cartographies. Notons que le QMNA5 extrapolé de la valeur naturelle calculée en tranche ferme serait plutôt de 176 L/s et le module plutôt de 3500 L/s.

Débit représenté	Equivalent sur la station (en l/s)
QMNA5 minimum	39
QMNA5 moyen	254
50 % du module	1955
Module	3910
Débit de débordement	1700

Le module étant plus important que le débit de débordement, seulement 4 cartes seront disponibles, les calculs étant arrêtés au débordement.

Ils sont croisés avec les données de substrat relevées, et les courbes de préférence associées à chaque espèces et stades cibles sur la station DMB.

7.3 Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)

7.3.1 Surface mouillée

Le modèle hydraulique permet de calculer l'évolution de la surface mouillée.

La surface mouillée évolue de manière importante jusqu'aux environs de 250 l/s. Son évolution est ensuite assez modérée et le lit se remplit jusqu'au débordement de la station à 1700 l/s. Au-delà de 1700 L/s le cours d'eau déborde sur cette section. Le calcul est arrêté.

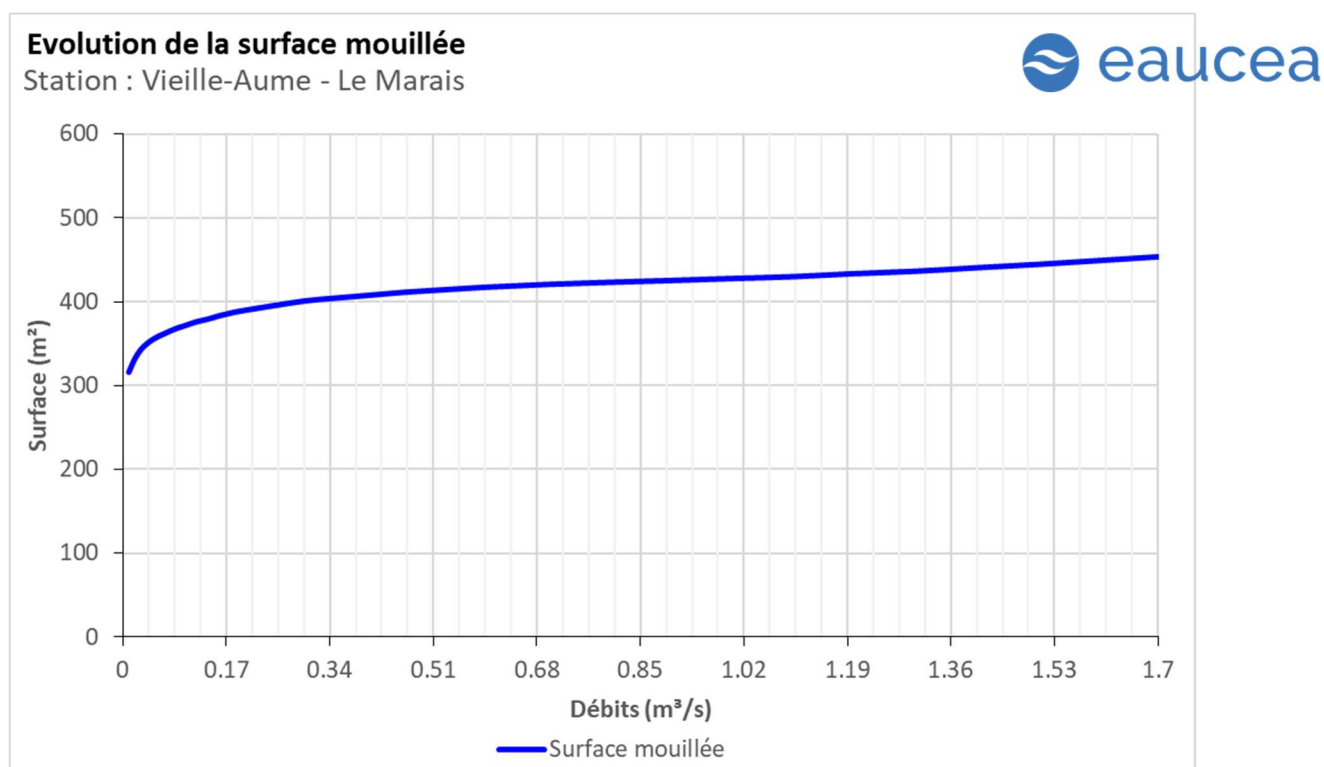


Figure 80: Evolution de la surface mouillée sur la station des Marais

7.3.2 Granulométrie de la station

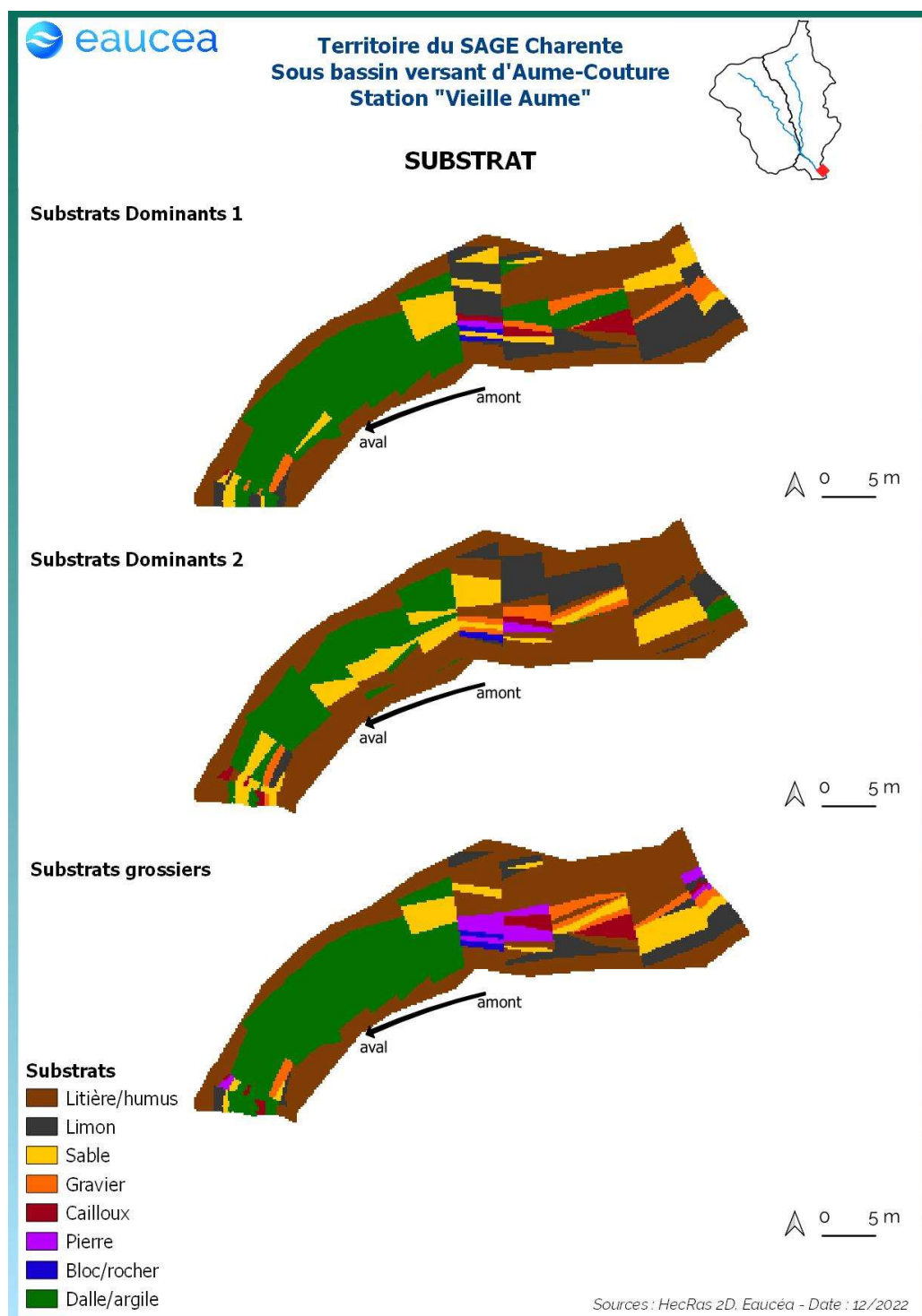


Figure 81: Carte des substrats sur la station des Marais

La station présente des substrats dominés par la litière en berge. En amont de la station un secteur présente une majorité de sables et pierres voire graviers. En aval, une zone comporte dalles argileuses et sables.

7.3.3 Profondeur

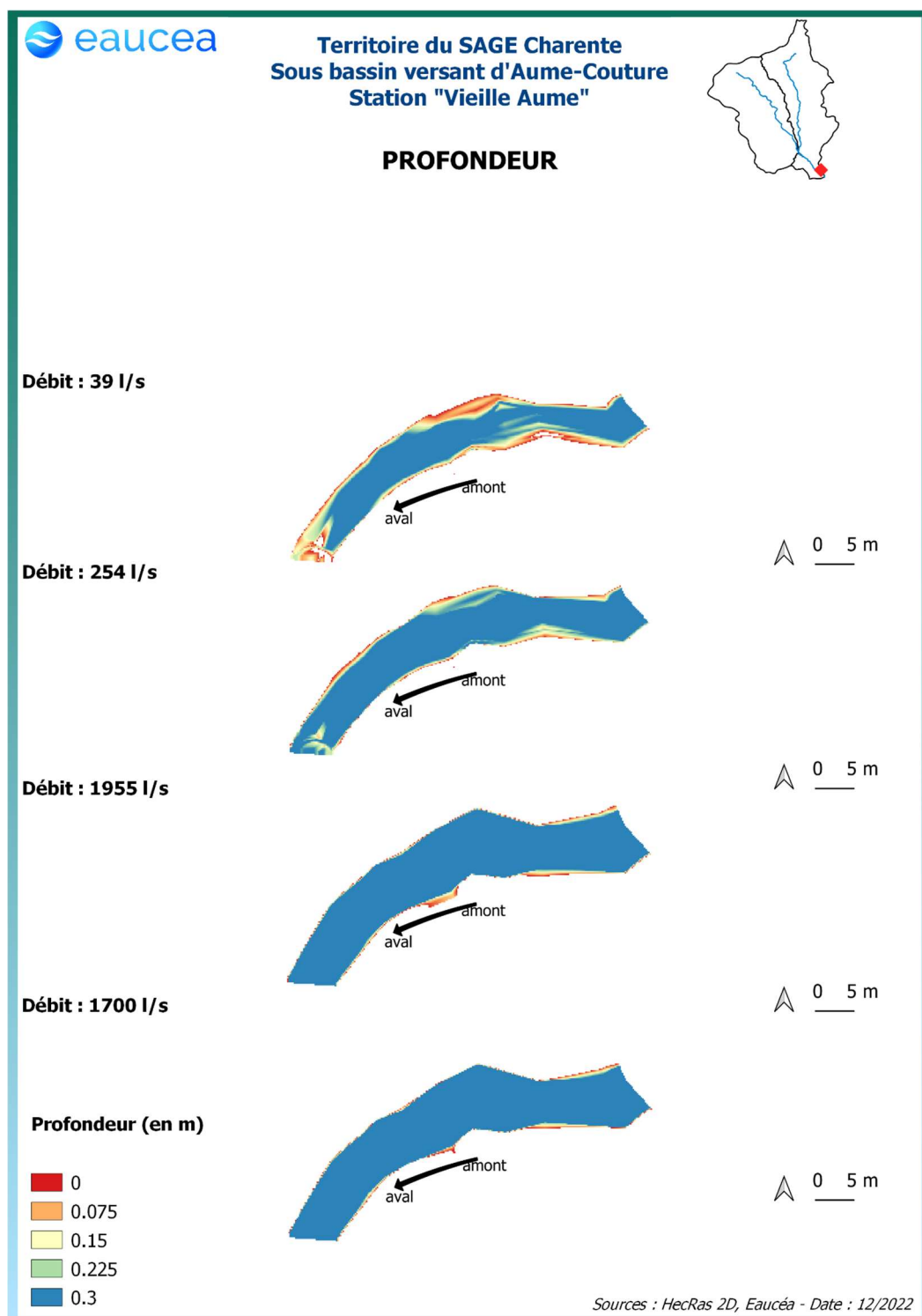


Figure 82: Evolution des profondeurs sur la station des Marais

L'Aume présente des hauteurs d'eau assez importantes seul le radier en aval est en dessous des 30 centimètres de fond en débit d'étiage. La station présente une suite de faciès de type plat courant.

7.3.4 Vitesse d'écoulement

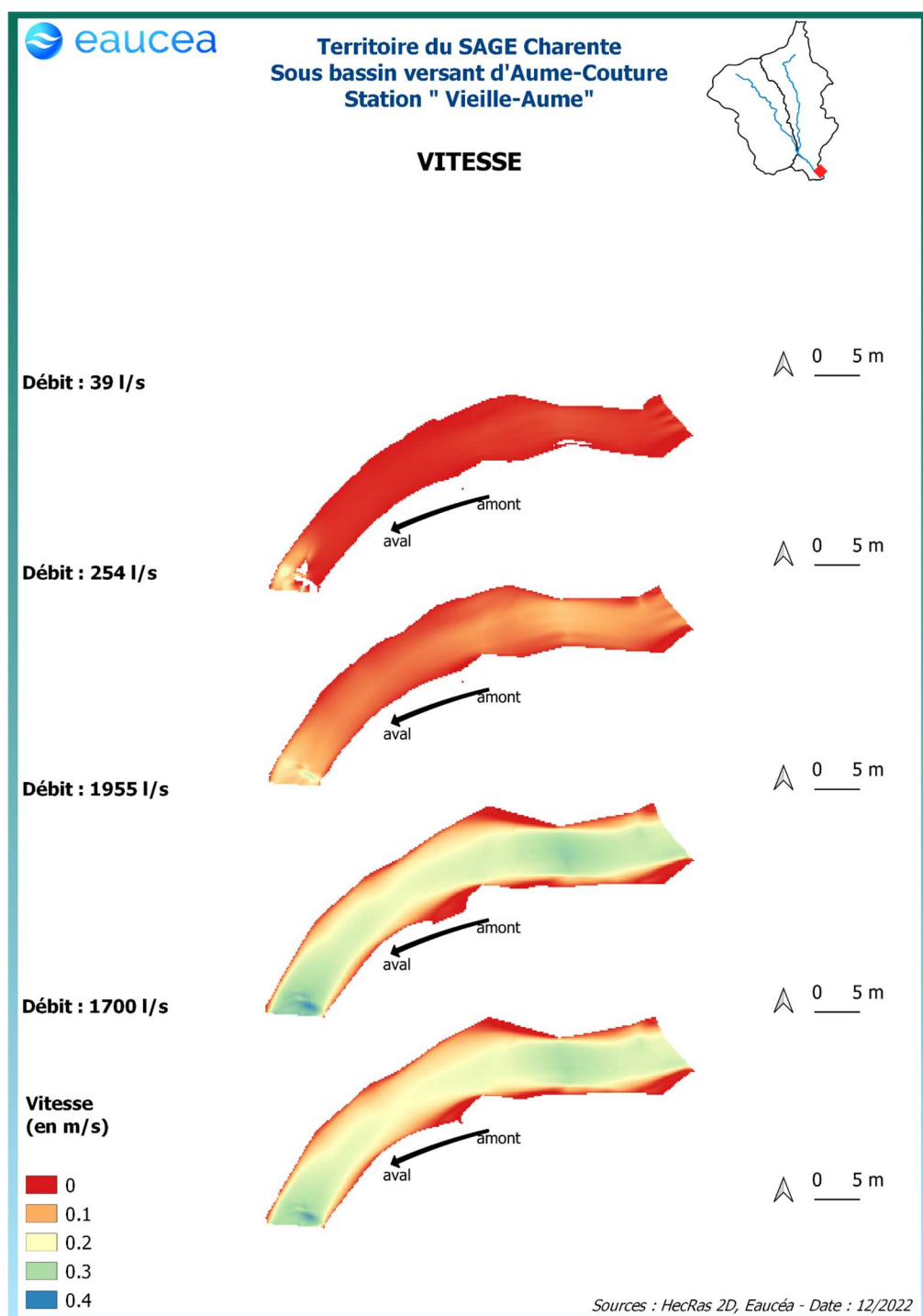


Figure 83: Evolution des vitesses d'écoulements sur la station des Marais

La station des Marais, dans un secteur avec peu de pente, ne présente que des vitesses d'écoulement faibles à bas débit et l'évolution des débits entraîne une accélération significative que dans le radier aval et dans la zone de constriction amont.

La modélisation des vitesses nous permet aussi d'identifier les habitats courants favorables aux espèces rhéophiles comme la vandoise et dans une moindre mesure le vairon. La valeur repère de 25 cm/s est justifiée dans le rapport méthodologique.

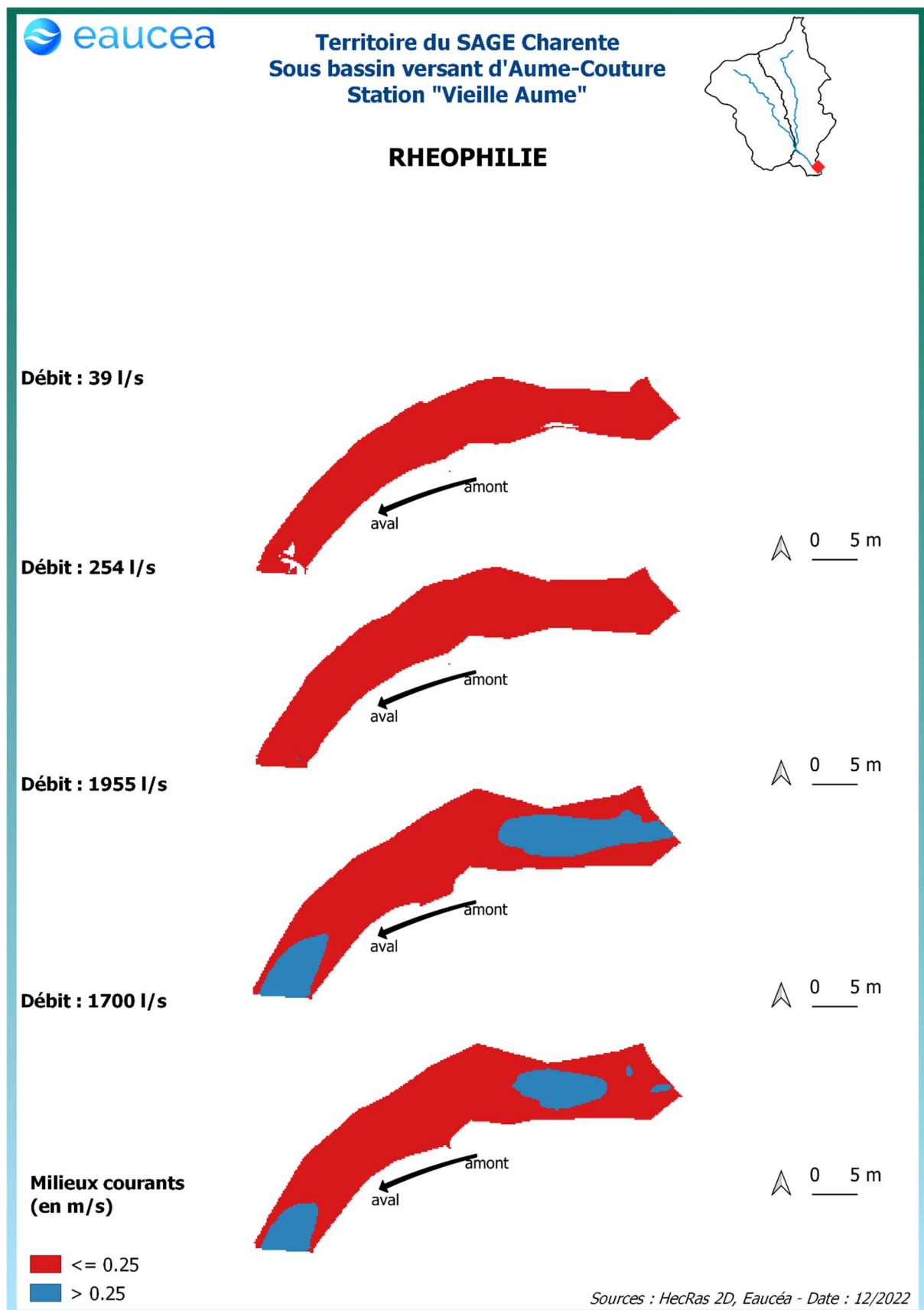
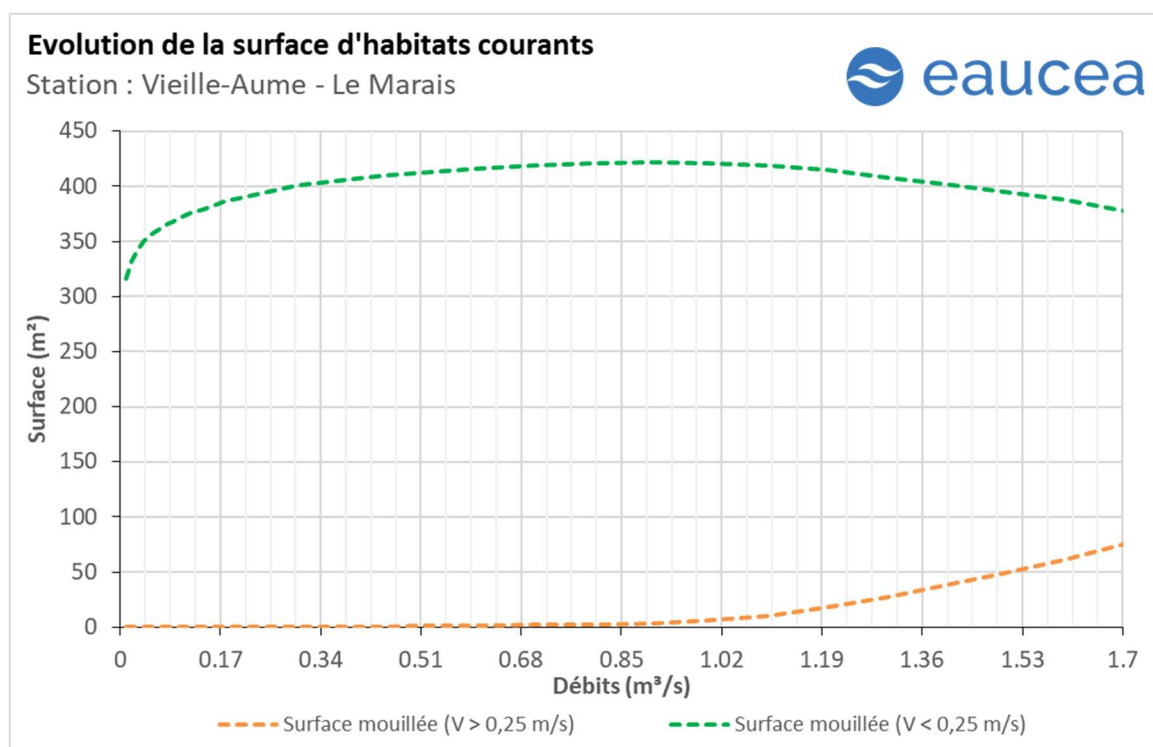


Figure 84: Carte des habitats courants sur la station des Marais

On peut noter ici que la quantité d'habitats rhéophiles sur la station est assez limitée sauf sur les radiers et les constrictions à fort débit. En étiage, la quantité d'habitat lotique est nulle.



Les courbes ci-dessus traduisent la présence d'une majorité d'habitats lenticques sur la station à bas débit, les habitats lotiques évoluant très rapidement mais restant largement minoritaires.

Sur la base de ce critère, nous considérerons qu'un seuil garantissant environ 10% d'habitat rhéophile peut être retenu pour les périodes de transition soit environ 1500 l/s et 20 % pour les périodes de hautes eaux, ratio jamais atteint avant le débordement.

7.4 Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison de hautes-eaux)

La modélisation hydraulique 2 D permet de calculer en tous points de la station, la valeur du paramètre τ^* ⁴ qui caractérise les conditions de début d'entraînement ou de charriage des particules. Nous avons retenu les sables qui sont les principales particules susceptibles de s'accumuler dans les fosses et de les combler. 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 d'épisodes hydrauliques suffisants en intensité en durée pour évacuer des sables évitera un temps d'accumulation trop long aussi pour les limons.

Le principe est donc de vérifier si pour des débits importants mais fréquents, les conditions hydrauliques permettent de maintenir les faciès d'écoulement. Une comparaison réalisée avec la topographie observée permet de conclure au maintien ou non d'une dynamique d'entretien des zones les plus profondes, qui jouent un rôle majeur en étiage.

La modélisation hydraulique 2 D, montre que les particules les plus fines sont régulièrement transportées mais fait aussi apparaître que des débits sensiblement plus élevés sont nécessaires pour

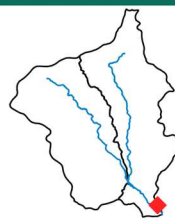
⁴ Paramètre de Shields (cf annexe)

éviter le comblement par l'amont de la principale zone profonde de la station en cas de charriage de sables plus grossiers.

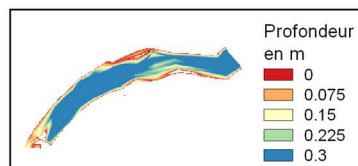
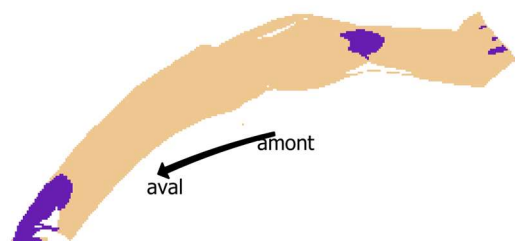
Aux Marais, la mise en mouvement des particules fines se fait dès que le débit dépasse 254 l/s dans les zones de rétrécissement. Ce débit est atteint la majorité de l'année et correspond à un débit d'étiage. Lors de la saison des hautes eaux, des particules plus volumineuses peuvent être mise en mouvement. La station n'est donc pas vulnérable au colmatage.

Territoire du SAGE Charente
Sous bassin versant d'Aume-Couture
Station " Vieille-Aume"

Mise en mouvement des particules
Particules de 0.05 mm de diamètre

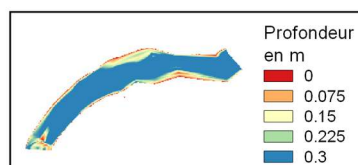
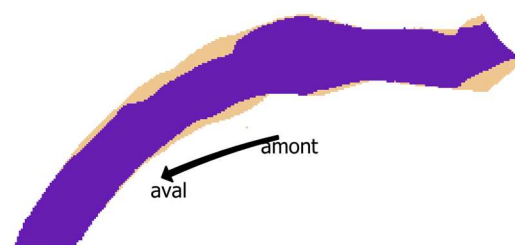


Débit : 39 l/s



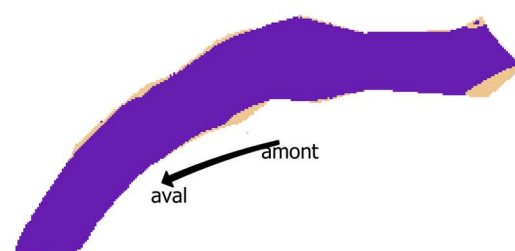
0 5 m

Débit : 254 l/s



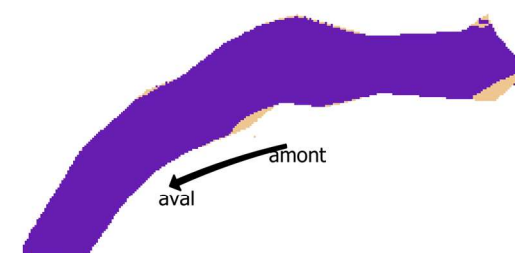
0 5 m

Débit : 1955 l/s



0 5 m

Débit : 1700 l/s



0 5 m

Etude des particules

-  Immobiles
-  Mises en mouvement

Sources : HecRas 2D, Eauce - Date : 12/2022

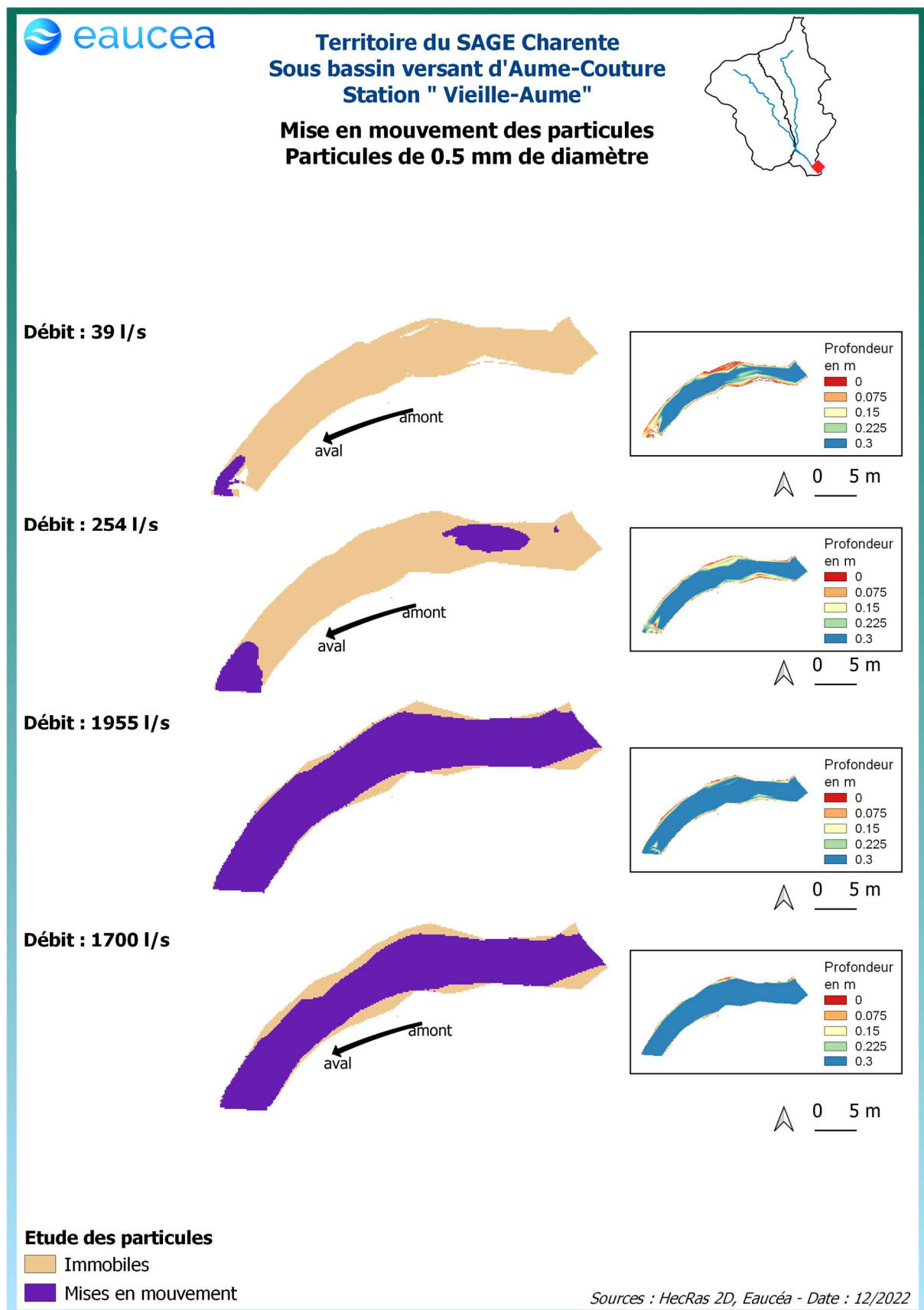


Figure 85 : Mise en mouvement des particules sur la station des Marais

7.5 Connectivité longitudinale (toutes saisons)

Il s'agit ici de vérifier à quelle condition de débit, la circulation des poissons est possible au sein de la station. La connectivité de la station est encore bonne pour les petites espèces à un débit de 20 l/s, elle ne l'est plus à 10 l/s.

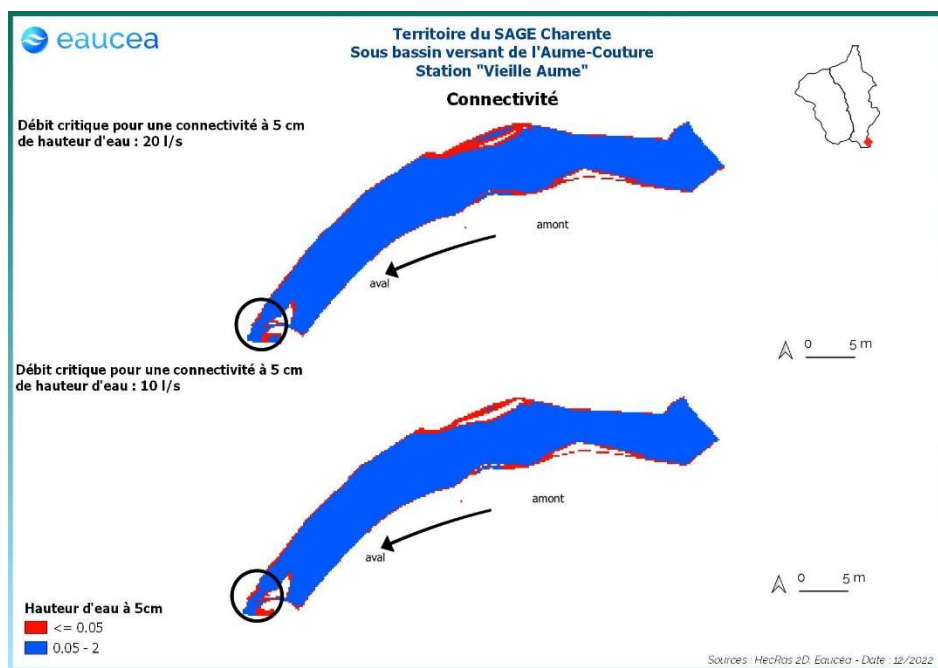


Figure 86: Connectivité de la station des Marais avec un seuil à 5 cm de hauteur d'eau

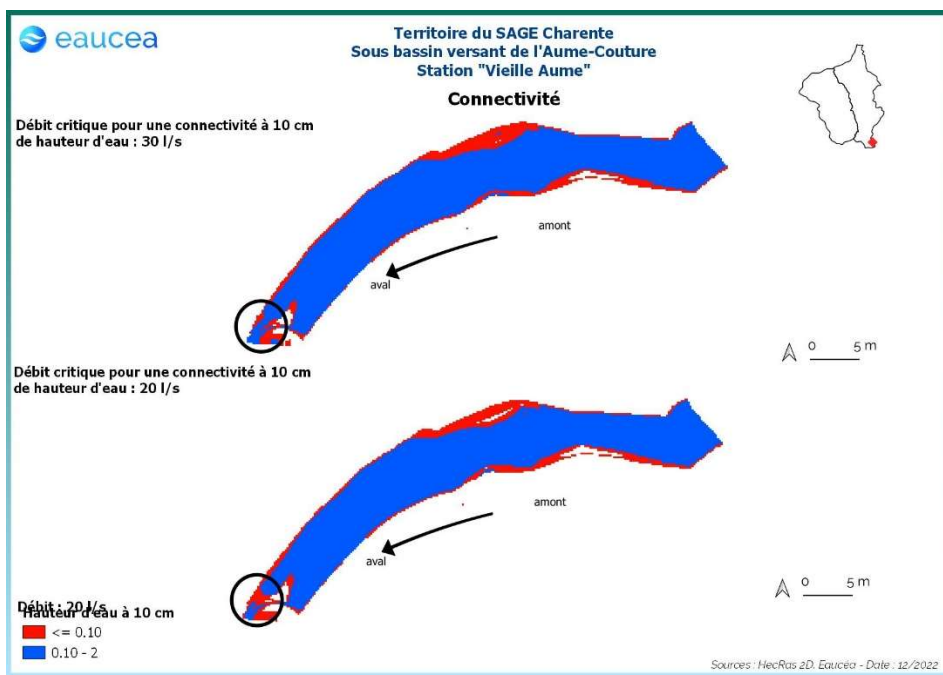


Figure 87: Connectivité de la station des Marais pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau

La connectivité de la station sur l'Aume est encore assurée pour les grandes espèces à un débit de 30 l/s. Elle ne l'est plus à 20 l/s.

7.6 Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles

7.6.1 Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement

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.

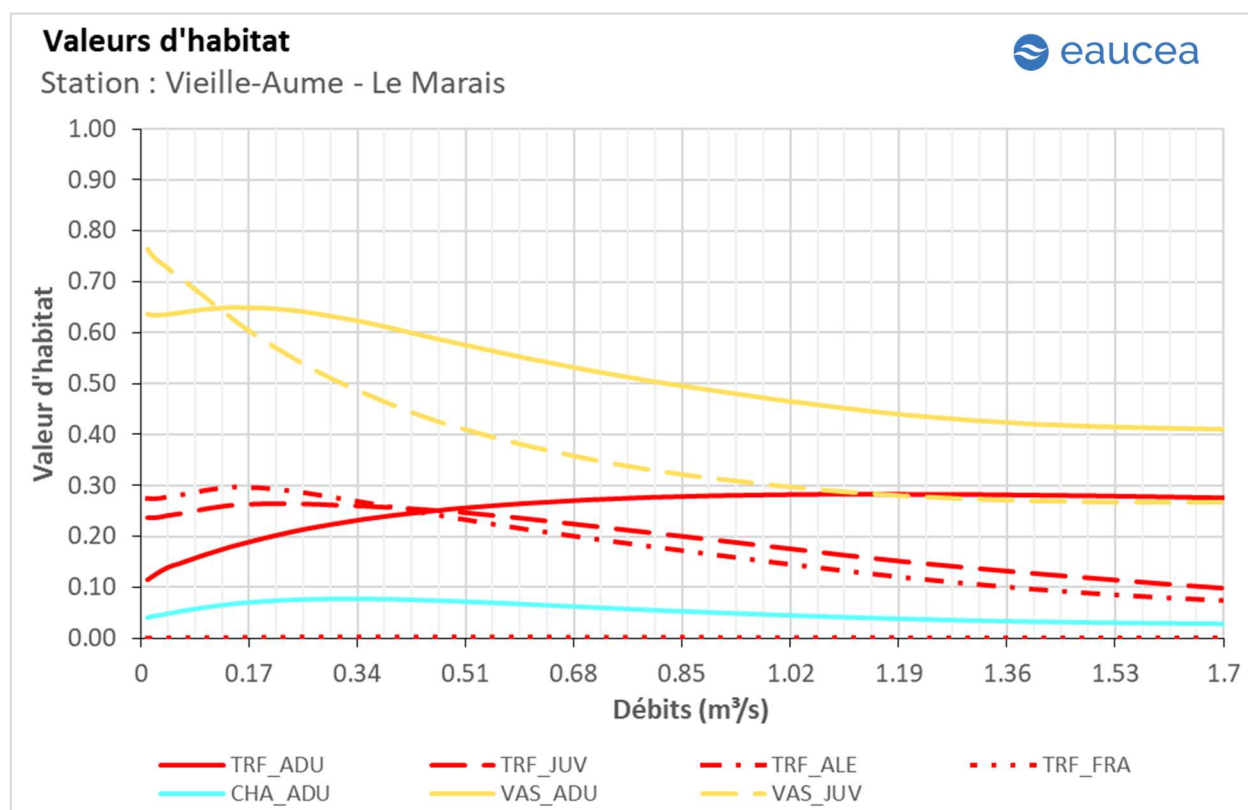


Figure 88: Valeur d'habitat sur la station des Marais pour la truite fario, le vairon et le chabot

La station semble très favorable au vairon adulte, sa valeur d'habitat est d'environ 0.65 aux bas débits et chute avec le débit jusqu'à atteindre une valeur plancher d'un peu plus de 0.4. Pour le juvénile, la valeur est de 0.75 à bas débit et chute aux environs de 0.25.

La station est peu favorable pour le chabot dont la valeur d'habitat n'excède pas 0.08.

A propos de la truite adulte, la valeur d'habitat est minimale à bas débit avec 0.1 et augmente à mesure que les débits s'élèvent avant d'atteindre un plafond à 0.3. Le juvénile et l'alevin présentent des dynamiques semblables avec un maximum de valeur d'habitat aux environs de 200 l/s avec 0.25 pour le juvénile et 0.3 pour l'alevin avant d'entamer une chute à mesure que les débits augmentent et que la valeur se stabilise à 0.1 pour ces deux stades. L'habitat de frayère est quasi nul à tous les débits.

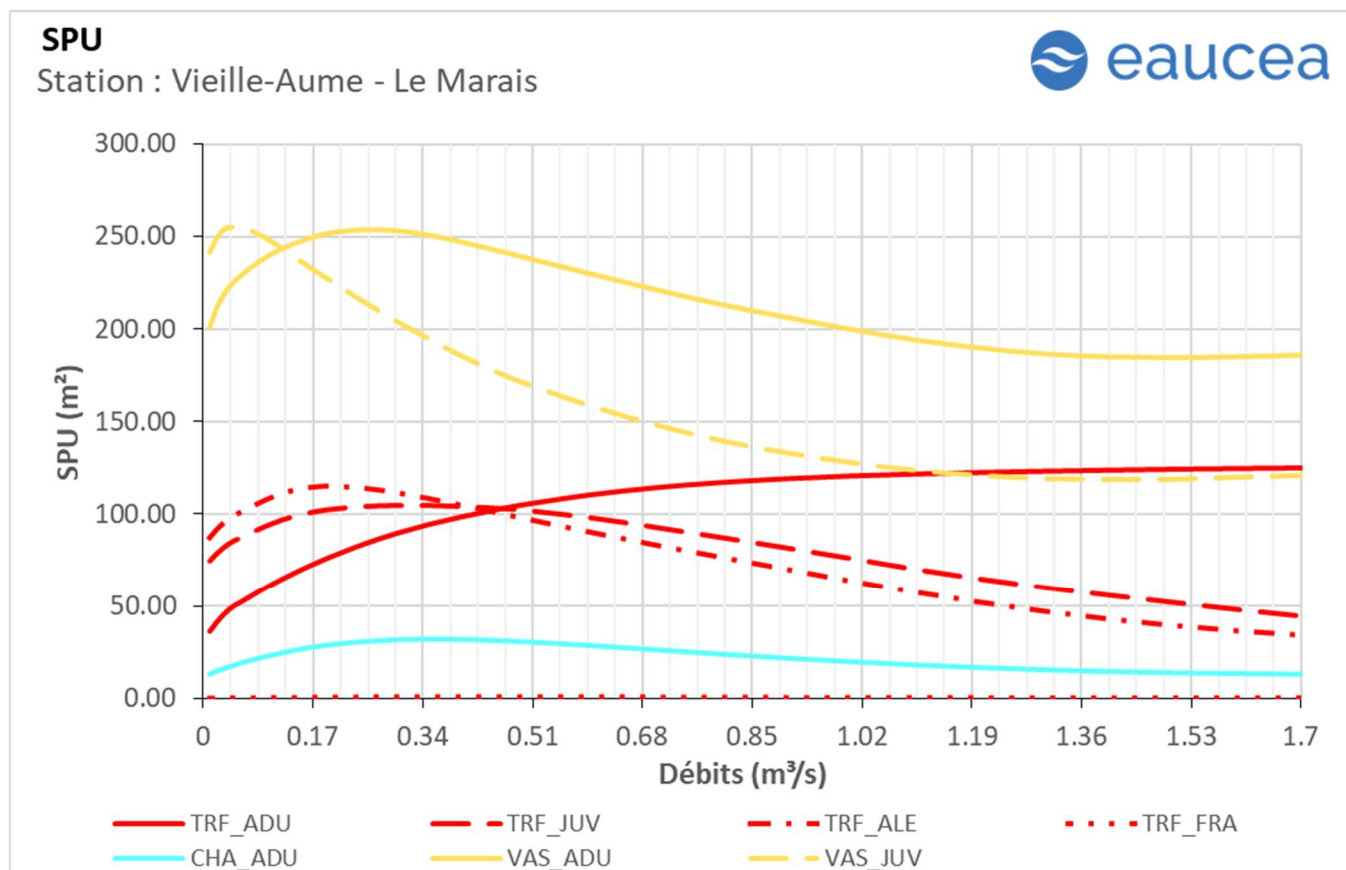


Figure 89: Surfaces pondérées utiles des différents stades de la truite fario, du vairon et du chabot de la station des Marais

Les surfaces pondérées utiles suivent globalement les mêmes évolutions en fonction du débit mais avec le bénéfice de l'augmentation de la surface mouillée. La station est très favorable aux vairons adultes et à aux truites adultes. L'optimum est aux environs de 350 L/s.

7.6.2 Saisonnalités

Les débits mensuels (m³/s) sont les suivants :

Aume aux Marais	Décenal sec	Quinquennal sec	Moyen	Médian	Quinquennal humide	Décenal humide
Janv.	1.684	3.327	4.541	1.902	8.966	13.263
Févr.	2.003	2.848	9.865	6.754	17.509	22.090
Mars	1.990	2.559	5.788	4.537	7.933	12.222
Avr.	1.191	1.419	2.967	2.142	3.998	5.333
Mai	0.694	0.972	2.460	1.691	3.400	4.655
Juin	0.343	0.649	1.627	1.298	2.394	2.944
Juil.	0.184	0.287	0.699	0.543	1.019	1.301
Août	0.097	0.149	0.425	0.296	0.607	0.845
Sept.	0.101	0.127	0.377	0.182	0.552	0.876
Oct.	0.103	0.132	0.704	0.255	0.980	1.248
Nov.	0.119	0.160	3.501	0.915	5.591	12.366
Déc.	0.301	0.557	5.996	2.003	10.624	18.093

La période des hautes-eaux favorise des échanges faunistiques entre les différents bassins. Les poissons de plus grande taille peuvent explorer ces milieux pour s'y alimenter ou s'y reproduire. La première des conditions est donc celle de la connectivité qui doit être garantie pour permettre cette colonisation plus ou moins temporaire.

Le débit de 30 l/s est donc la première valeur constitutive d'un débit biologique toutes eaux.

L'évolution de l'habitat peut être approchée par un graphe annuel pour des quantiles sec, médian et humide des débits mensuels.

Pour la truite adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 75 m² et correspondant à un débit de 127 l/s. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 88 m² environ (soit un débit de 160 l/s) en novembre d'une année sèche à une valeur trop grande pour être calculée car le débit est au-delà du débit de débordement (soit 5591 l/s) en novembre d'une année humide.

La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 220 m² environ (soit un débit de 649 l/s) en juin d'une année sèche à 140 m² en juillet de la même année (pour 287 l/s). En année humide, l'évolution est de 281 m² en juin (pour un débit de 2394 l/s) à 245 m² en juillet (pour 1019 l/s).

Pour la truite juvénile, l'habitabilité de la station est à environ 181 m² et correspondant à un débit de 127 l/s.

La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de la truite juvénile passer de 191 m² environ (soit un débit de 160 l/s) en novembre d'une année sèche à une valeur trop grande pour être calculée car le débit est au-delà du débit de débordement (soit 5591 l/s) en novembre d'une année humide.

La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU de la truite juvénile passer de 232 m² environ (soit un débit de 649 l/s) en juin d'une année sèche à 211 m² en juillet de la même année (pour 287 l/s). En année humide, l'évolution est de 111 m² en juin (pour un débit de 2394 l/s) à 216 m² en juillet (pour 1019 l/s).

Pour l'alevin de truite en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 223 m² et correspondant à un débit de 125 l/s.

La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU de l'alevin de truite passer de 236 m² environ (soit un débit de 160 l/s) en novembre d'une année sèche à une valeur trop grande pour être calculée car le débit est au-delà du débit de débordement (soit 5591 l/s) en novembre d'une année humide.

La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU de l'alevin de truite passer de 238 m² environ (soit un débit de 649 l/s) en juin d'une année sèche à 257 m² en juillet de la même année (pour 287 l/s). En année humide, l'évolution est de 95 m² en juin (pour un débit de 2394 l/s) à 182 m² en juillet (pour 1019 l/s).

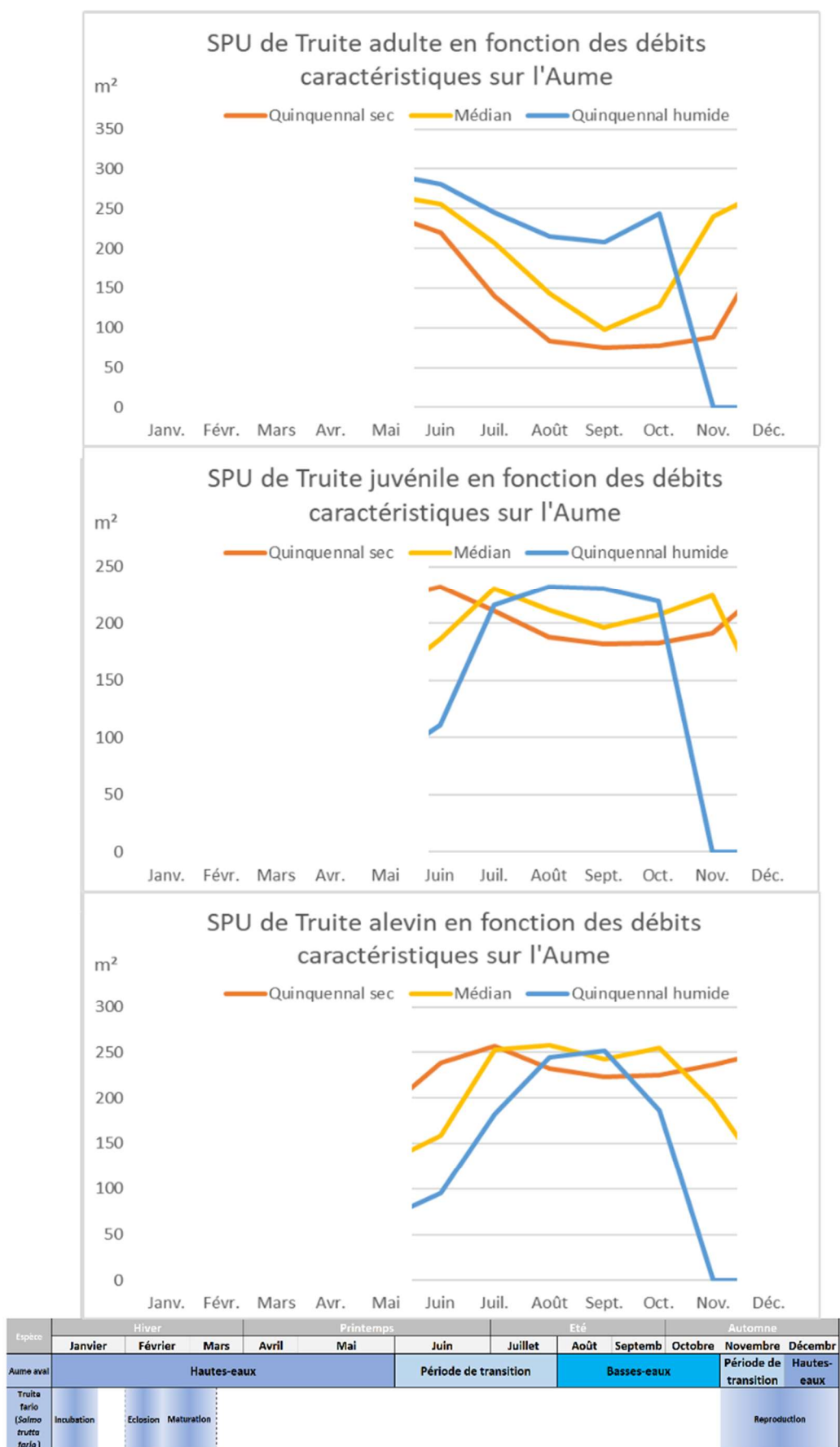


Figure 90 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique

Pour le chabot adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 6 m² et correspondant à un débit de 127 l/s.

La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU du chabot passer de 7 m² environ (soit un débit de 160 l/s) en novembre d'une année sèche à une valeur trop grande pour être calculée car le débit est au-delà du débit de débordement (soit 5470 l/s) en novembre d'une année humide.

La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU du chabot passer de 4 m² environ (soit un débit de 649 l/s) en juin d'une année sèche à 7 m² en juillet de la même année (pour 287 l/s). En année humide, l'évolution est de 1 m² en juin (pour un débit de 2394 l/s) à 2 m² en juillet (pour 1019 l/s).

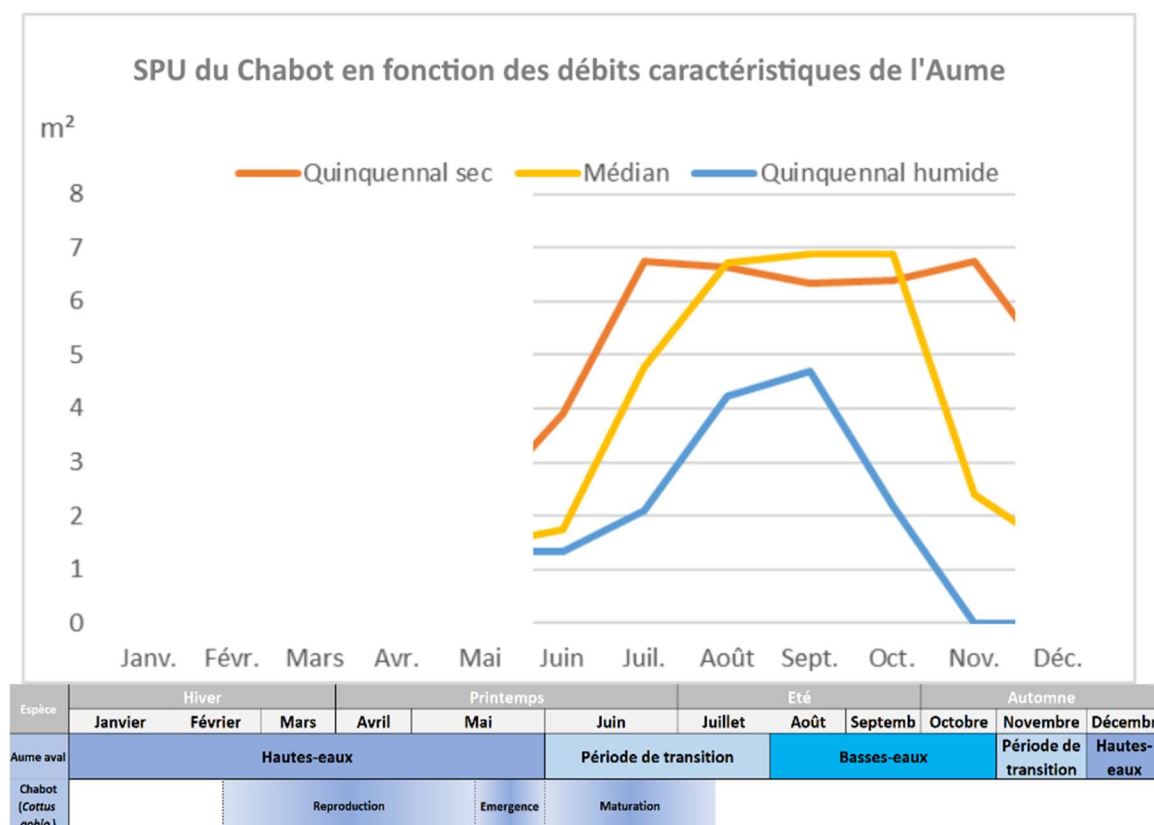


Figure 91 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique

Pour le viron adulte en période de basses eaux, l'habitabilité de la station est d'environ 338 m² et correspondant à un débit de 127 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 355 m² de surface pondérée utile. La période de transition automnale présente des SPU variables suivant si l'on est en année sèche ou humide. Cette évolution voit la SPU du viron adulte passer de 355 m² environ (soit un débit de 160 l/s) en novembre d'une année sèche à une valeur trop grande pour être calculée car le débit est au-delà du débit de débordement (soit 5591 l/s) en novembre d'une année humide. Pour le juvénile, il faut compter 349 m² en année sèche. La période de transition printanière présente des SPU tout aussi variables. Cette évolution voit la SPU du viron adulte passer de 362 m² environ (soit un débit de 649 l/s) en juin d'une année sèche à 383 m² en juillet de la même année (pour 287 l/s). En année humide, l'évolution est de 300 m² en juin (pour un débit de 2394 l/s) à 317 m² en juillet (pour 1019 l/s). Pour le juvénile, il s'agit de 250 m² en juin d'une année sèche et de 318 m² en juillet de la même année. En année humide, l'évolution est de 196 m² en juin et de 216 m² en juillet.

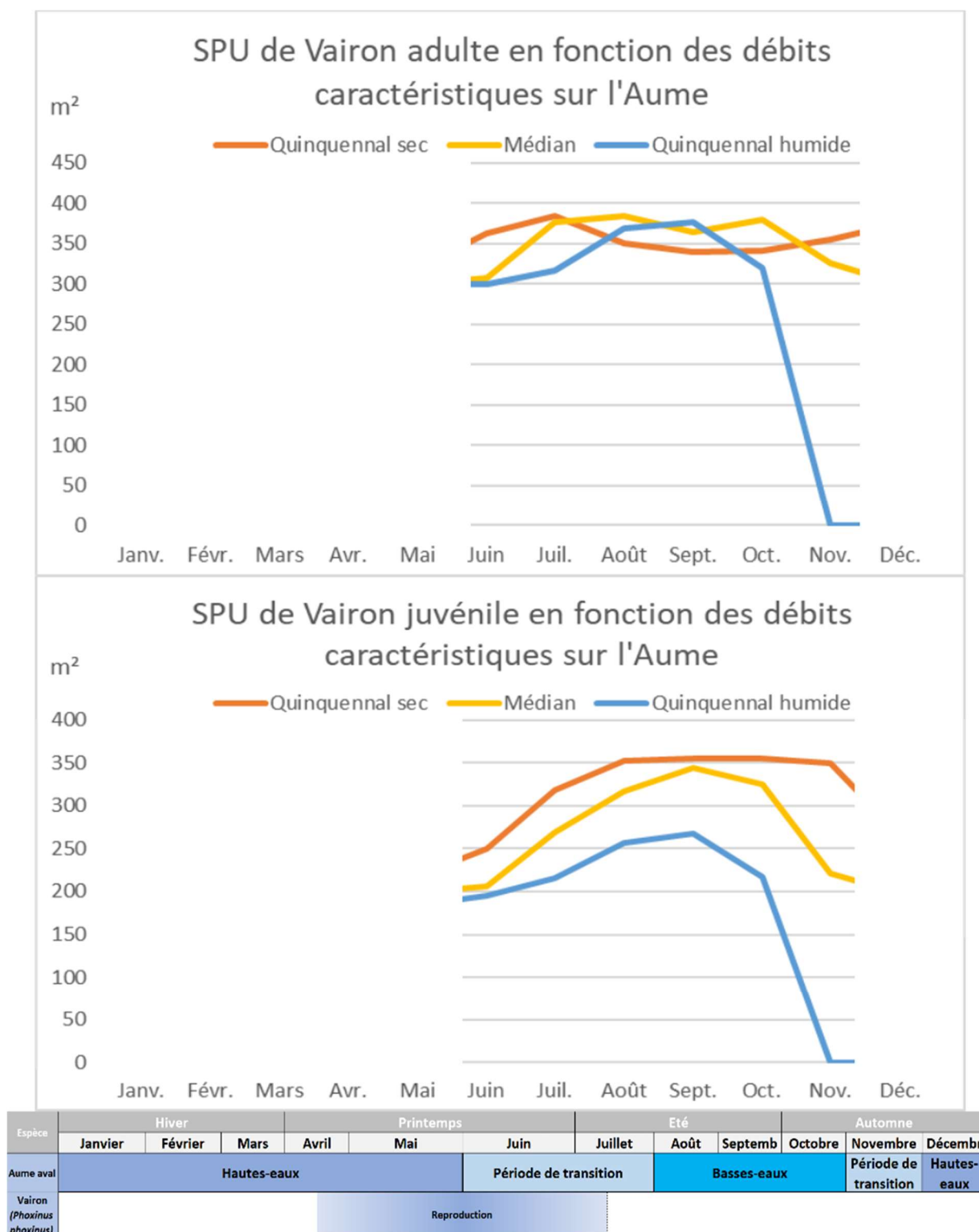


Figure 92: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique

7.6.3 Synthèse

Cette station comme celle des Goyauds est inscrite sur le nouveau bief. Nous ferons l'hypothèse que ce tronçon est susceptible d'être alimenté par 100 % du débit produit par le bassin versant. Les indicateurs hydrologiques sont donc conservés sans hypothèse de répartition avec l'ancien bief. Cette hypothèse est la même que pour la station des Goyauds. En conséquence, le partage de l'eau optimal entre ces deux biefs pourra être expertisé en rapprochant les résultats des deux stations.

Les valeurs proposées pour l'analyse de la sensibilité des conditions d'habitats aux débits sont donc les suivantes :

- pour la période estivale, la valeur de déconnection longitudinale pour les grandes espèces (30 l/s) est inférieure au débit naturel d'étiage (QMNA5). Celle-ci soit 180 l/s sera retenue comme valeur de référence, bornée par le débit le plus bas (10 l/s) et le débit classé 75 % (426 l/s);
- pour la période de transition, une valeur intermédiaire entre les débits classés 75 % et 50 % comme valeur de référence, bornée par ces mêmes débits (426 l/s et 1432 l/s) ;
- pour la période de hautes-eaux, la valeur de référence retenue sera le débit classé 50 % soit 1432 L/s puisque l'optimum de l'habitat piscicole est observé pour une valeur plus basse. Le plafond est le débit de débordement soit 1700 l/s.

7.7 Conclusion concernant les débits biologiques de la station des Marais

Analyse piscicole			Le Marais																Qref											
Niveau	Critère	Code	Especie	Stade	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.24	0.26	0.28	0.3	0.32	0.34	0.36	0.38	0.4	0.42		
Principal	Habitat	TRF_A DU	Truite fario	Adulte	-52%	-45%	-40%	-35%	-32%	-23%	-24%	-18%	-13%	-9%	-4%	74	4%	8%	11%	15%	18%	21%	23%	26%	28%	31%	33%	35%		
Principal	Habitat	TRF_J UV	Truite fario	Juvenille	-27%	-23%	-20%	-17%	-15%	-14%	-11%	-8%	-5%	-3%	-1%	102	1%	2%	2%	2%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	2%		
Principal	Habitat	CHA_A DU	Chabot	Adulte	-54%	-48%	-44%	-40%	-36%	-32%	-25%	-19%	-13%	-8%	-4%	28	3%	5%	8%	10%	11%	12%	13%	13%	13%	13%	13%	12%		
Principal	Habitat	VAS_A DU	Vairon	Adulte	-20%	-16%	-13%	-11%	-10%	-9%	-6%	-4%	-3%	-2%	-1%	251	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	-1%	-1%	-2%		
Principal	Habitat	VAS_J UV	Vairon	Juvenille	5%	8%	10%	11%	11%	11%	10%	8%	6%	4%	2%	230	-2%	-4%	-6%	-8%	-9%	-11%	-13%	-15%	-16%	-18%	-19%	-21%		
Principal	Surface mouillée				-18%	-14%	-11%	-9%	-8%	-7%	-5%	-4%	-3%	-2%	-1%	387	1%	1%	2%	3%	3%	4%	4%	4%	5%	5%	5%	6%		
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			non	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		
		Petits poissons				oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		
Synthèse indicateurs principaux																														
Habitat	SPU																													
Habitat	Habitats rapides																													
Habitat	Surface mouillée																													
Habitat	Connectivité																													
Résultat	Résultat																													

Les surfaces habitats lotiques sont nulles. La variation des SPU autour du QMNA5 est faible. Elle est plus sensible à la baisse qu'à la hausse. Si nous considérons les chabots et les truites adultes, une variation à +/- 20% de la SPU de référence est observée entre la valeur de 100 l/s comme borne basse et 280 L/s en borne haute en période de basses-eaux.

Figure 93 : Matrice période de basses-eaux

Analyse piscicole			Le Marais															Qref									
Niveau	Critère	Code	Especie	Stade	0.44	0.46	0.48	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4	1.45
Principal	Habitat	TRF_A DU	Truite fario	Adulte	-15%	-14%	-13%	-12%	-9%	-7%	-6%	-4%	-3%	-2%	-1%	119	1%	1%	2%	2%	3%	3%	3%	3%	4%	4%	4%
Principal	Habitat	TRF_J UV	Truite fario	Juvenile	26%	28%	25%	24%	22%	20%	17%	13%	10%	7%	3%	82	-4%	-7%	-11%	-14%	-17%	-21%	-24%	-26%	-28%	-32%	-34%
Principal	Habitat	CHA_A DU	Chabot	Adulte	44%	43%	41%	40%	35%	31%	26%	20%	15%	10%	5%	22	-4%	-9%	-13%	-17%	-20%	-24%	-26%	-29%	-31%	-33%	-35%
Principal	Habitat	VAS_A DU	Vairon	Adulte	18%	17%	16%	16%	13%	11%	9%	7%	5%	3%	2%	206	-2%	-3%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-10%	-10%	-11%
Principal	Habitat	VAS_J UV	Vairon	Juvenile	34%	32%	30%	28%	23%	19%	15%	11%	8%	5%	2%	134	-2%	-4%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-11%	-11%	-11%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			-83%	-81%	-78%	-75%	-68%	-61%	-52%	-43%	-35%	-27%	-13%	3	44%	87%	156%	225%	353%	480%	627%	775%	943%	1111%	1284%
Principal	Surface mouillée				-4%	-3%	-3%	-3%	-2%	-2%	-1%	-1%	-1%	-1%	0%	425	0%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	3%	3%	4%	4%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons Petits poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux																											
Habitat	SPU																										
Habitat	Habitats rapides																										
Habitat	Surface mouillée																										
Habitat	Connectivité Longitudinale																										
Résultat																											

En période de transition, tous les indicateurs sont stables, à part les habitats lotiques qui sont très sensibles bien que faiblement représentés. Ils remplissent les conditions de vie des espèces avec cependant une forte sensibilité de l'habitat pour le chabot et la truite juvénile notamment lorsque le débit est à la hausse. Le seuil de 10 % d'habitats rhéophiles sur la station est dépassé pour 1450 l/s.

Nous proposons donc de retenir un débit plancher entre 700 l/s et 1150 l/s.

Figure 94 : Matrice des périodes de transition

Analyse piscicole			Le Marais		Qref					
Niveau	Critère	Code	Espec	Stade	0.35	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7
Principal	Habitat	TRF_F RA	Truite farlo	Frai	1	-90%	-92%	-94%	-95%	-97%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			0	13582%	15185%	16787%	18734%	20680%
Principal	Surface mouillée				401	10%	10%	11%	12%	12%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui
		Petits poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux										
Habitat	Habitats rapides									
Habitat	Surface mouillée									
Habitat	Connectivité	Longitudinale								
Résultat										

Figure 95 : Matrice de la période de hautes-eaux.

En période de hautes-eaux, la surface mouillée est stable tandis que la surface des habitats rhéophiles évolue encore jusqu'au débordement. Le seuil de 10 % d'habitats lotiques est atteint pour 1500 l/s. Nous considérons que sur cette station très stable, c'est le seul critère pouvant être retenu. Les indicateurs remplissent les conditions de vie et de mobilité des espèces.

Nous proposons donc de retenir un débit biologique entre 1500 l/s a minima et de 1700 l/s.

8 Synthèse sur les débits biologiques étiage et hors étiage et piézométrie associée

8.1.1 Débits biologiques des stations

Les valeurs de l'ensemble des affluents étudiés sont présentées et comparées. Pour faciliter l'analyse elles sont transformées en débit spécifique au prorata de leur bassin versant.

		Hiver			Printemps			Été			Automne		
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
en L/s	Couture	Hautes-eaux						Période de transition	Basses-eaux			Période de transition	Hautes-eaux
Gouffre des Loges	DMB+	1800						500	100			500	1800
	DMB-	400						320	60			320	400
en L/s	Aume	Hautes-eaux					Période de transition		Basses-eaux			Période de transition	Hautes-eaux
Chantemerle	DMB+	1800					500		120			500	1800
	DMB-	250					140		50			140	250
Les Goyauds	DMB+	1800					950		220			950	1800
	DMB-	1450					450		140			450	1450
Les Marais	DMB+	1700					1150		280			1150	1700
	DMB-	1500					700		100			700	1500
en L/s/km2		Hautes-eaux						Période de transition	Basses-eaux			Période de transition	Hautes-eaux
Gouffre des Loges	DMB+	9.9						2.7	0.5			2.7	9.9
	DMB-	2.2						1.8	0.3			1.8	2.2
en L/s/km2		Hautes-eaux					Période de transition		Basses-eaux			Période de transition	Hautes-eaux
Chantemerle	DMB+	12.0					3.3		0.8			3.3	12.0
	DMB-	1.7					0.9		0.3			0.9	1.7
Les Goyauds	DMB+	4.0					2.1		0.5			2.1	4.0
	DMB-	3.2					1.0		0.3			1.0	3.2
Les Marais	DMB+	3.7					2.5		0.6			2.5	3.7
	DMB-	3.3					1.5		0.2			1.5	3.3

Ce tableau montre que les critères de choix sont sensiblement les mêmes :

- En étiage c'est la variation de SPU autour du QMNA5 qui constitue le critère déterminant ;
- La connectivité longitudinale n'apparaît pas comme un facteur déterminant du choix d'un débit minimum biologique pour l'axe principal ;
- La reprise des écoulements à l'automne et jusqu'au printemps, constitue une opportunité pour les espèces piscicoles cibles notamment, d'explorer et d'exploiter ces milieux favorables et notamment tout le chevelu hydrographique connecté au cours d'eau principal. C'est la période d'accroissement de la biomasse, de la reproduction piscicole et de la diversité des habitats benthiques ;
- La capacité d'auto-entretien de la granulométrie n'est pas remise en cause. Ni l'Aume ni la Couture ne sont vulnérables au colmatage durable par les limons et les sables sur les tronçons expertisés.

8.1.2 Piézométrie associée (à venir)

9 BIBLIOGRAPHIE

Baudoin JM., Burgun V., Chanceau M., Larinier M., Ovidio M., Sremski W., Steinbach P., Voegtle B. (2014) – Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons, Principes et méthodes.

Bruslé, J., & Quignard, J. P. (2001). *Biologie des poissons d'eau douce européens*. Lavoisier.

Lamouroux N. (2002) - Estimhab : estimating instream habitat quality changes associated with river management. Shareware & User's guide. Cemagref, Lyon.

Lamouroux N., Capra H., Pouilly M., Souchon Y., (1999) – Fish habitat preferences in large streams of southern France. *Freshwater Biology* 42, 673-687. Cemagref, Lyon.

Plichard L. (2018) - Modélisation multi-échelles de la sélection de l'habitat hydraulique des poissons de rivière. Ecosystèmes. Université de Lyon. Français. NNT : 2018LYSE1284.

Valette L., Piffady J., Chandesris A. Souchon Y. (2012) – SYRAH-CE : Description des données et modélisation du risque d'altération de l'hydromorphologie des cours d'eau pour l'Etat des lieux DCE.

10 ANNEXES

10.1 Annexe 1 : Tableau des différentes espèces-cibles validées en COPIL par bassin.

Les affluents de la Seudre sont encadrés en rouge.

SAGE	Rivière	Espèces dominantes	Espèces accompagnatrices	Rhéophiles/lithophiles	Continuité latérale	Migrateurs	Espèces cibles proposées
Boutonne	Boutonne amont	VAI GOU LOF ABL	CHA GAR LPP EPT ANG TRF VAR CHE BRS	VAI CHA LPP TRF VAR	BRS	ANG	VAI CHA TRF VAR BRS
	Boutonne médiane	VAI BAF CHE GAR ABL	LOF ANG EPT LPP VAR BRS PER PES ROT BBB CHA TAN TRF	VAI BAF LPP VAR CHA TRF	BRS	ANG	VAI CHA TRF VAR BRS
	Trézence	VAI LOF GOU	EPT GAR CHE ANG VAR PES ROT	VAI VAR		ANG	VAI VAR GOU
	Brédoire	VAI LOF	TRF EPT GOU ANG CHE LPP GAR BRS ABL VAR GOU	VAI TRF LPP VAR	BRS	ANG	VAI VAR TRF BRS
	Nie	VAI EPT LOF	LPP ANG CHE BRS TRF GAR	VAI LPP TRF	BRS	ANG	VAI TRF BRS
Seudre	Seudre moyenne	GAM GAR PES GOU ANG CHE	TAN VAR PER LOF BBB BRS VAI ROT CAS BBG	VAR VAI	BRS	ANG	BRS VAR
	Seudre aval	ANG GAR GOU CHE	BRS CAS PES LOF CCO EPI VAR	VAR	BRS	ANG	BRS VAR
	Chatelard	BRS VAI VAR ?	?	VAI VAR ?	BRS	ANG ?	BRS VAI VAR
	Benigousse	VAI VAR ? BRS ?	?	VAI VAR ?	?	ANG ?	BRS VAI VAR
	Chantegrenouille	BRS VAI VAR ?	?	VAI VAR ?	BRS	ANG ?	BRS VAI VAR
Charente	Pelisson	VAI VAR ?	?	VAI VAR ?	?	ANG ?	VAI VAR
	Aume	VAI LOF TRF CHE	ANG CHA PER GRE PES BBB BRS ABL GOU HOT LPP TAN ROT BAF SIL	VAI TRF CHA HOT LPP BAF	BRS	ANG	VAI TRF CHA
	Seugne amont	GAR CHE BBB ABL VAI	PER PES GOU LOF ANG TAN ROT EPT ABH BRS GAM	VAI	BRS	ANG	VAI GOU BRS
	Seugne aval	ANG GAR GOU CHE VAI	TAN ROT EPT GAM BOU LPP ABL PES BRS PER VAR EPI CHA CAS TRF PCH	VAI LPP VAR CHA TRF PCH	BRS	ANG	VAI CHA VAR BRS
	Trèfle	VAI	GOU LOF ANG PES CHE ABL CHA EPT GAR LPP PER BRS TAN	VAI CHA LPP	BRS	ANG	VAI CHA BRS
	Antenne	VAI LOF ANG GOU	CHE EPT TRF GAR LPP BRS CHA TAN VAR ABL PES	VAI TRF LPP CHA	BRS	ANG	VAI TRF VAR CHA BRS

ABH : Able de Heckel
 ABL : Ablette
 ANG : Anguille européenne
 BAF : Barbeau fluviatile
 BBB : Brème
 BBG : Black bass
 BOU : Bouvière
 BRS : Brochets (commun et aquitain)
 CAS : Carassin
 CCO : Carpe commune
 CHA : Chabot

CHE : Chevaine
 EPI : Epinoche
 EPT : Epinochette
 GAM : Gambusie
 GAR : Gardon
 GOU : Goujon
 GRE : Grémille
 HOT : Hotu
 LOF : Loche franche
 LPP : Lamproie de Planer

PCH : Poisson-chat
 PER : Perche fluviatile
 PES : Perche soleil
 ROT : Rotengle
 SIL : Silure
 TAN : Tanche
 TRF : Truite fario
 VAR : Vandoise rostrée

10.2 Annexe 2 : Habitat des invertébrés

L'étude de la population d'invertébrés du bassin de la Charente permet de lister les espèces présentes. Un certain nombre d'entre elles disposent de courbes de préférences d'habitat. Il convient cependant de soulever différentes limites au rapprochement de débits biologiques « classiques » avec une approche concernant les invertébrés. Ces limites sont :

- les populations d'invertébrés sont très sensibles à d'autres variables environnementales que le débit, donc trop intégratives pour la question des débits biologiques ;

- les populations inventoriées le sont à la fin de l'été et ne comprennent donc que les espèces présente en fin de période de basses-eaux, aucune expertise ne peut être faite concernant les autres périodes hydrologiques ;

- ce sont des espèces peu mobiles en comparaisons avec les poissons, un diagnostic précis par station n'est donc pas envisageable ;

- les modèles ne représentent pas tous le même niveau phylogénétique ;

- les clades (famille, groupe, taxon, ...) disposant de courbes de préférence sont trop peu nombreux.

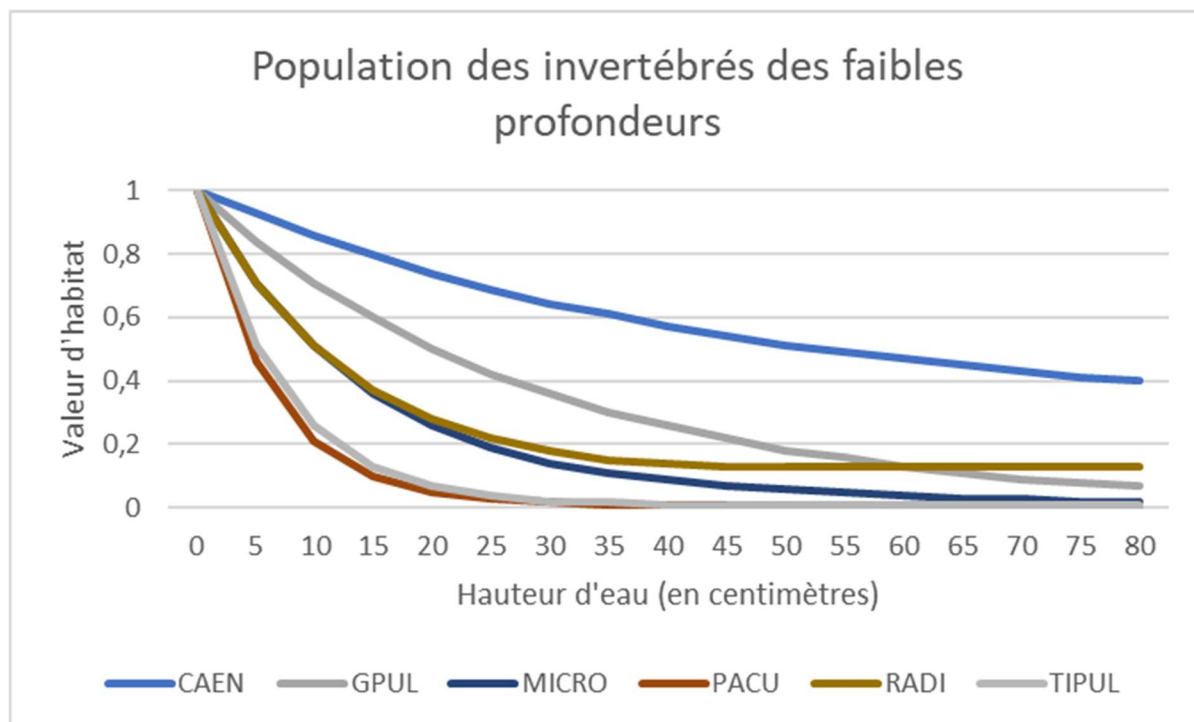
Nous pouvons cependant définir des grandes familles comportementales en lien avec les paramètres « hauteur » et « vitesse ».

Préférence de hauteur d'eau

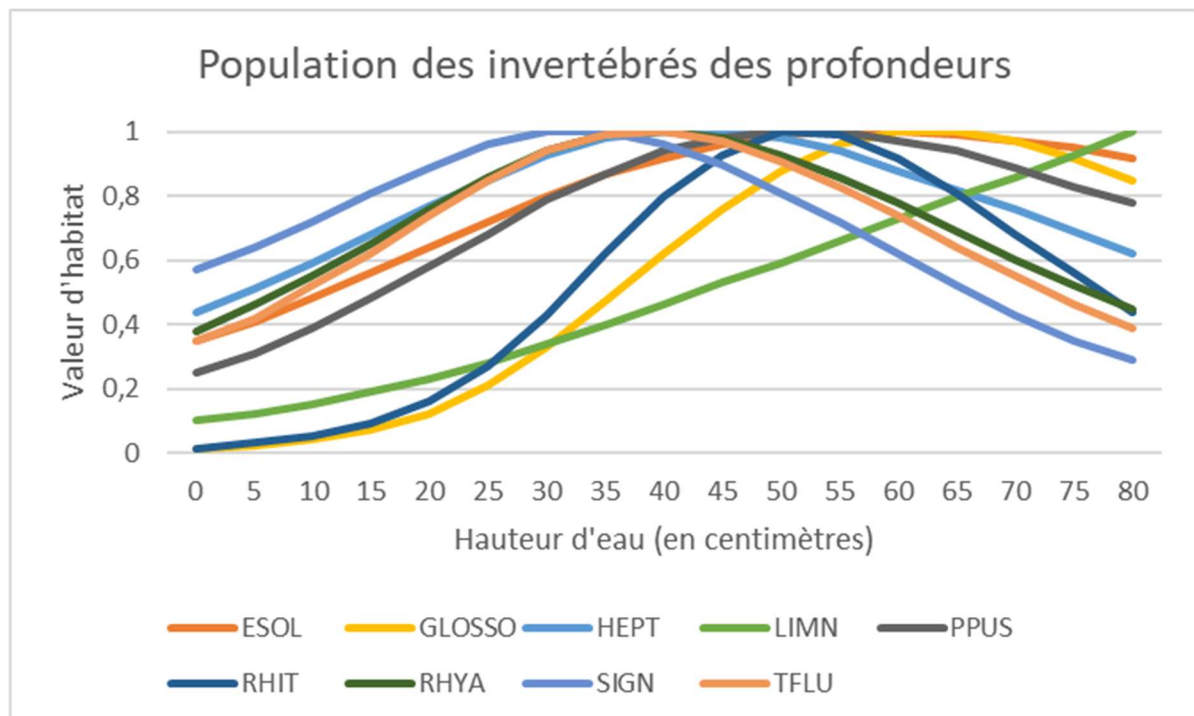
Seuls 15 clades disposent de courbes de préférence concernant les hauteurs d'eau, les voici listés ci-dessous.

Clade	Code
Caenis	CAEN
Esolus	ESOL
Gammarus	GPUL
Glossiphoniidae	GLOSSO
Heptagenia	HEPT
Limnius	LIMN
Micronecta	MICRO
Physella	PACU
Psychomyia	PPUS
Radix	RADI
Rhithrogena	RHIT
Rhyacophila lato-se	RHYA
Serratella	SIGN
Theodoxus	TFLU
Tipulidae	TIPUL

On peut néanmoins distingués deux sous-groupes suivant leur préférence. Un premier groupe comprend les espèces vivant dans les eaux peu profondes jusqu'à une quinzaine de centimètres de fond correspondant à des faciès de type radier ou courant peu profond.



Un second groupe correspond aux espèces dont l'optimum se situe entre 30 et 60 cm de hauteurs d'eau. Ce sont donc plutôt des espèces de fosses ou de chenaux qui restent toujours en eau. Ce sont d'ailleurs ces espèces qui dominent en diversité et en nombre d'individus sur le secteur.



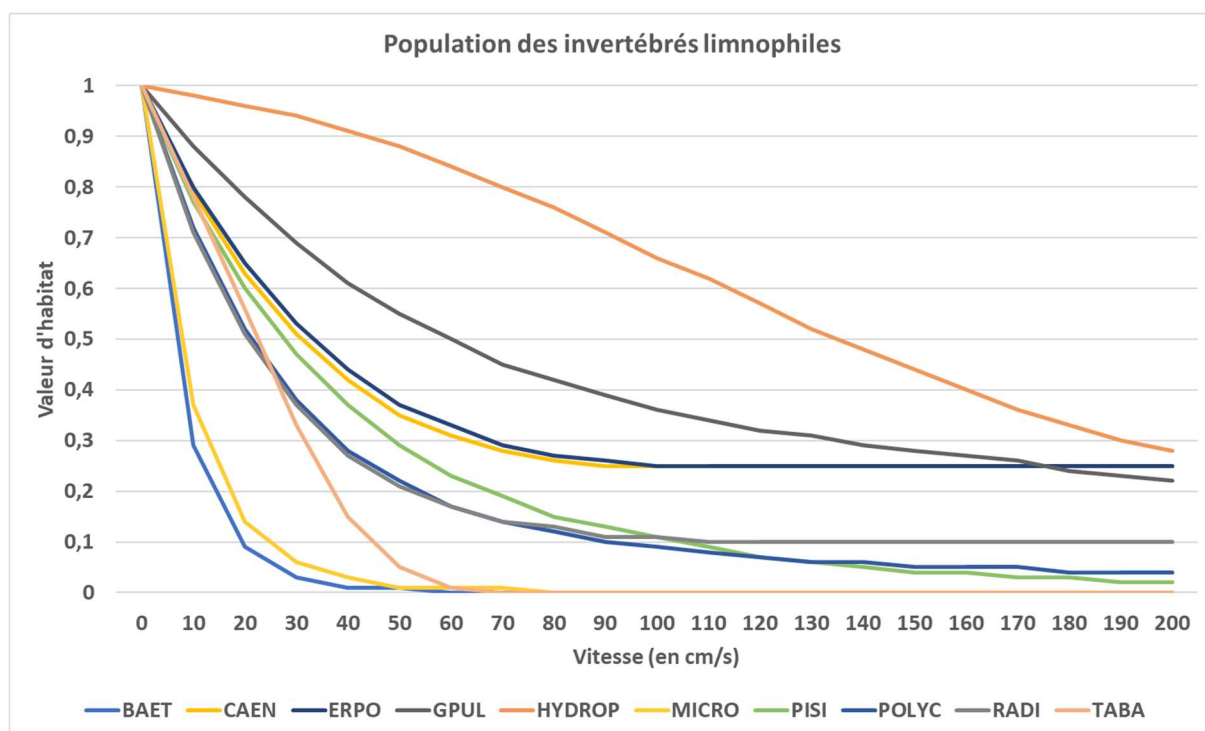
En résumé, la différenciation des habitats benthiques en lien avec la profondeur peut s'analyser en distinguant deux zones de part et d'autre de la valeur-seuil de 15 centimètres de profondeur.

Vitesses d'écoulement

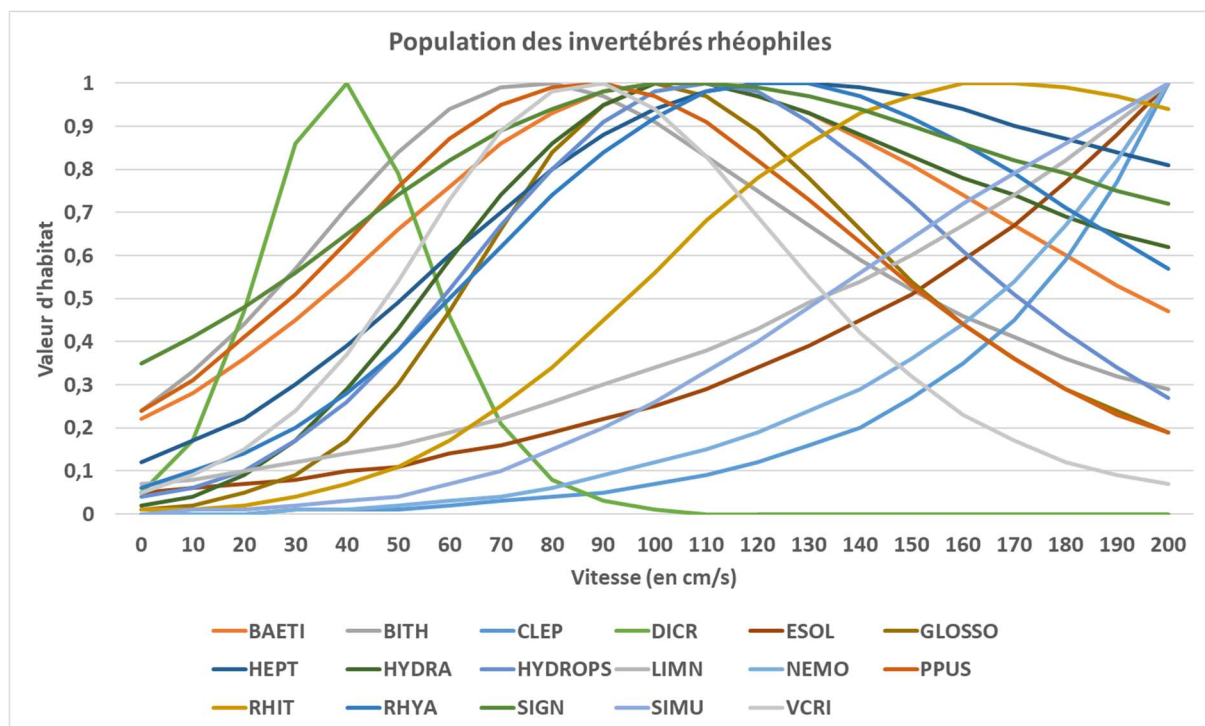
Seuls 27 clades disposent de courbes de préférence concernant les vitesses d'écoulement, les voici listés ci-dessous.

Clade	Code
Baetidae	BAET
Baetis	BAETI
Bithynia	BITH
Caenis	CAEN
Cheumatopsyche	CLEP
Dicranota	DICR
Erpobdellidae	ERPO
Esolus	ESOL
Gammarus	GPUL
Glossiphoniidae	GLOSSO
Heptagenia	HEPT
Hydraena	HYDRA
Hydropsyche	HYDROPS
Hydroptila	HYDROP
Limnius	LIMN
Micronecta	MICRO
Nemoura	NEMO
Pisidium	PISI
Polycentropus	POLYC
Psychomyia	PPUS
Radix	RADI
Rhithrogena	RHIT
Rhyacophila lato-sensu	RHYA
Serratella	SIGN
Simuliidae	SIMU
Tabanidae	TABA
Valvata	VCRI

Comme avec les hauteurs d'eau, on peut aussi distinguer deux sous-populations. La première correspond aux espèces ne tolérant pas les fortes vitesses. Leur optimum se situe en dessous d'une valeur comprise entre 0 cm/s et une trentaine de cm/s. C'est donc une population des milieux lenticques. Cette valeur conforte le seuil de 25 cm/s retenu pour l'analyse de la rhéophilie (cf. note méthodologique) elle-même issue du protocole d'inventaire de l'Indice Invertébrés Multi-Métriques (I2M2).



Une seconde sous-population, bien plus nombreuse, préférera les vitesses situées entre 70 et 130 cm/s à l'exception de *Dicranota* sp. (optimum à 40 cm/s) et *Rhitrogenas* sp. (optimum à 170 cm/s). Il s'agit d'espèces inféodées aux milieux lotiques et elles sont majoritaires sur le bassin.



En résumé, la différenciation des habitats benthiques en lien avec la vitesse peut s'analyser en distinguant deux zones de part et d'autre de la valeur-seuil de 25 cm/s. C'est le critère le plus discriminant en étiage.