



72 rue Riquet – Bat A

31000 Toulouse

Tél : 05 61 62 50 68

# Etude de la valeur des débits biologiques sur la Boutonne Secteur Moulin de Châtre

Territoire du SAGE Boutonne

**ESTIMATION DES DEBITS  
BIOLOGIQUES**

**LOT 1**

**Tranche  
optionnelle 1.3**

**VERSION**

**Janvier 2023**





**TABLE DES MATIERES**

<b>1</b>	<b>POSITIONNEMENT DES STATIONS « DEBITS BIOLOGIQUES »</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>METHODOLOGIE</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>CHOIX DES DEBITS : FREQUENCE ET SAISONNALITE</b>	<b>12</b>
3.1	Méthode	12
3.2	Résultats	12
3.3	Choix des 4 saisons hydrologiques	15
<b>4</b>	<b>ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA BOUTONNE A COURPIGNY</b>	<b>19</b>
4.1	Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique	19
4.1.1	Description de la station	19
4.1.2	Modélisation hydraulique de la station	22
4.1.3	Exploitation des résultats	25
4.2	Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)	26
4.2.1	Surface mouillée	26
4.2.2	Granulométrie de la station	27
4.2.3	Profondeur	28
4.2.4	Vitesse d'écoulement	30
4.3	Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison des hautes-eaux)	33
4.4	Connectivité longitudinale (toutes saisons)	37
4.5	Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles	38
4.5.1	Courbes d'évolutions avec le débit	38
4.5.2	Saisonnalité	42
4.5.1	Synthèse	51
4.6	Conclusion concernant les débits biologiques de la station de Courpigny (matrice)	53
<b>5</b>	<b>ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA BOUTONNE A PETIT GENOUILLE</b>	<b>56</b>
5.1	Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique	56
5.1.1	Description de la station	56
5.1.2	Modélisation hydraulique de la station	59
5.1.3	Exploitation des résultats	62
5.2	Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)	63
5.2.1	Surface mouillée	63
5.2.2	Granulométrie de la station	63
5.2.3	Profondeur	65
5.2.4	Vitesse d'écoulement	66
5.3	Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison de hautes-eaux)	68
5.4	Connectivité longitudinale (toutes saisons)	71
5.5	Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles	73
5.5.1	Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement	73
5.5.2	Saisonnalités	76
5.5.1	Synthèse	84
5.6	Conclusion concernant les débits biologiques de la station de Petit Genouillé	85
<b>6</b>	<b>ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA BOUTONNE A MOULIN DE CHATRE</b>	<b>88</b>
6.1	Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique	88
6.1.1	Description de la station	88
6.1.2	Modélisation hydraulique de la station	91
6.1.3	Exploitation des résultats	95
6.2	Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)	95
6.2.1	Surface mouillée	95
6.2.2	Granulométrie de la station	96
6.2.3	Profondeur	98
6.2.4	Vitesse d'écoulement	99

6.3	Capacité d’auto-entretien des faciès du cours d’eau (saison de hautes-eaux) .....	101
6.4	Connectivité longitudinale (toutes saisons) .....	105
6.5	Valeurs d’habitats et surfaces pondérées utiles .....	106
6.5.1	Courbes d’évolutions avec le débit jusqu’au débordement .....	106
6.5.2	Saisonnalités .....	109
6.5.3	Synthèse.....	116
6.6	Conclusion concernant les débits biologiques de la station de Moulin de Châtre .....	118
6.7	Synthèse sur les débits biologiques étiage et hors étiage et piézométrie associée .....	121
6.7.1	Débits biologiques des stations .....	121
6.7.2	Piézométrie associée (à venir) .....	122
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>124</b>
<b>8</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>125</b>
8.1	Annexe 1 : Tableau des différentes espèces-cibles validées en COPIL par bassin. ....	125
8.2	Annexe 2 : Habitat des invertébrés .....	126

Figure 1 : Stations du bassin de la Boutonne secteur « Moulin de Châtre » .....	8
Figure 2 : Profil en long de la Boutonne et position des stations de débit biologique. ....	9
Figure 3 : Débits moyens mensuels mesurés et reconstitués de la Boutonne .....	13
Figure 4: Courbe des débits journaliers classés de la Boutonne à Saint-Séverin sur Boutonne et au Vert .....	14
Figure 5: Débits caractéristiques mensualisés .....	15
Figure 6 : Débits mensuels statistiques et débits classés de la Boutonne – Secteur Moulin de Châtre .....	16
Figure 7 : Position des transects de mesure de la station de Courpigny .....	20
Figure 8 : Maillage de calcul et topographie de la station de Courpigny.....	23
Figure 9 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre) .....	24
Figure 10 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré .....	25
Figure 11 : Evolution de la surface mouillée à Courpigny .....	26
Figure 12 : Carte des substrats de la station de Courpigny.....	27
Figure 13: Evolution des profondeurs sur la station de Courpigny à différents débits.....	28
Figure 14: Evolution des vitesses d'écoulement sur la station de Courpigny à différents débits .....	31
Figure 15: Evolution des milieux courants sur la station de Courpigny .....	32
Figure 16 : Evolution de surface lotique (orange) et lentique (vert).....	33
Figure 17 : Mise en mouvement des particules sur la station de Courpigny .....	36
Figure 18: Connectivité de la station de Courpigny pour un seuil de 5 cm de hauteur d'eau .....	37
Figure 19: Connectivité de la station sur la Boutonne pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau .....	38
Figure 20: Valeurs d'habitat des différents stades de la truite fario, du Brochet et du chabot de la station de Courpigny .....	39
Figure 21 : Valeurs d'habitat des différents stades de la vandoise et du vairon de la station de Courpigny .....	40
Figure 22: Surfaces pondérées utiles des différents stades de la truite fario, du Brochet et du chabot de la station de Courpigny .....	41
Figure 23 : Surfaces pondérées utiles des différents stades de la vandoise et du vairon de la station de Courpigny .....	42
Figure 24 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique .....	45
Figure 25 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du brochet, calendrier biologique et hydrologique .....	46
Figure 26 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique .....	47
Figure 27: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique .	49
Figure 28: Evolution des surfaces pondérées utiles de la vandoise suivant le cycle annuel et calendrier biologique.....	51
Figure 29 : Matrice période de basses-eaux .....	53
Figure 30 : Matrice des périodes de transition .....	54
Figure 31 : Matrice de la période de hautes-eaux. ....	55
Figure 32 : Position des transects de mesure de la station de Petit Genouillé.....	57
Figure 33 : Maillage de calcul et topographie de la station de Petit Genouillé - Boutonne .....	60
Figure 34 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre) ...	61
Figure 35 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré .....	62
Figure 36: Evolution de la surface mouillée sur la station de Petit Genouillé .....	63
Figure 37: Carte des substrats sur la station de Petit Genouillé .....	64
Figure 38: Evolution des profondeurs sur la station de Petit Genouillé .....	65
Figure 39: Evolution des vitesses d'écoulements sur la station de Petit Genouillé .....	66
Figure 40: Carte des habitats courants sur la station de Petit Genouillé.....	67
Figure 41 : Mise en mouvement des particules sur la station de Petit Genouillé.....	70
Figure 42: Connectivité de la station de Petit Genouillé avec un seuil à 5 cm de hauteur d'eau .....	71
Figure 43: Connectivité de la station de Petit Genouillé pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau .....	72
Figure 44: Valeur d'habitat sur la station de Petit Genouillé pour la truite fario, le brochet et le chabot .....	73
Figure 45 : Valeur d'habitat sur la station de Petit Genouillé pour la vandoise et le vairon.....	74
Figure 46: Surfaces pondérées utiles sur la station de Petit Genouillé pour la truite, le brochet et le chabot. ...	75
Figure 47 : Surfaces pondérées utiles sur la station de Petit Genouillé pour la vandoise et le vairon .....	75
Figure 48 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique .....	78

Figure 49 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du brochet, calendrier biologique et hydrologique .....	79
Figure 51: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique .	81
Figure 52: Evolution des surfaces pondérées utiles de la vandoise suivant le cycle annuel et calendrier biologique.....	83
Figure 53 : Matrice période de basses-eaux .....	85
Figure 54 : Matrice des périodes de transition .....	86
Figure 55 : Matrice de la période de hautes-eaux. ....	87
Figure 32 : Position des transects de mesure de la station de Moulin de Châtre.....	89
Figure 33 : Maillage de calcul et topographie de la station de Moulin de Châtre - Boutonne .....	92
Figure 34 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre) ...	94
Figure 35 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré .....	94
Figure 36: Evolution de la surface mouillée sur la station de Moulin de Châtre .....	96
Figure 37: Carte des substrats sur la station de Moulin de Châtre .....	97
Figure 38: Evolution des profondeurs sur la station de Moulin de Châtre .....	98
Figure 39: Evolution des vitesses d'écoulements sur la station de Moulin de Châtre.....	99
Figure 40: Carte des habitats courants sur la station de Moulin de Châtre.....	100
Figure 41 : Mise en mouvement des particules sur la station de Moulin de Châtre .....	104
Figure 42: Connectivité de la station de Moulin de Châtre avec un seuil à 5 cm de hauteur d'eau.....	105
Figure 43: Connectivité de la station de Moulin de Châtre pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau .....	105
Figure 44: Valeur d'habitat sur la station de Moulin de Châtre pour la truite fario, le brochet et le chabot .....	106
Figure 45 : Valeur d'habitat sur la station de Moulin de Châtre pour la vandoise et le vairon .....	107
Figure 46: Surfaces pondérées utiles sur la station de Moulin de Châtre pour la truite, le brochet et le chabot. ....	108
Figure 47 : Surfaces pondérées utiles sur la station de Moulin de Châtre pour la vandoise et le vairon .....	108
Figure 48 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique .....	111
Figure 49 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du brochet, calendrier biologique et hydrologique .....	112
Figure 26 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique .....	113
Figure 51: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique	114
Figure 52: Evolution des surfaces pondérées utiles de la vandoise suivant le cycle annuel et calendrier biologique.....	116
Figure 53 : Matrice période de basses-eaux .....	119
Figure 54 : Matrice des périodes de transition .....	120
Figure 55 : Matrice de la période de hautes-eaux. ....	121



## 1 POSITIONNEMENT DES STATIONS « DEBITS BIOLOGIQUES »

Le choix des stations a été arrêté en Copil. La Boutonne est étudiée au niveau de trois stations de débit biologique du bassin :

- La station dite « de Courpigny » en amont ;
- La station dite « de Petit Genouillé » en position médiane ;
- La station dite « de Moulin de Châtre » en aval.

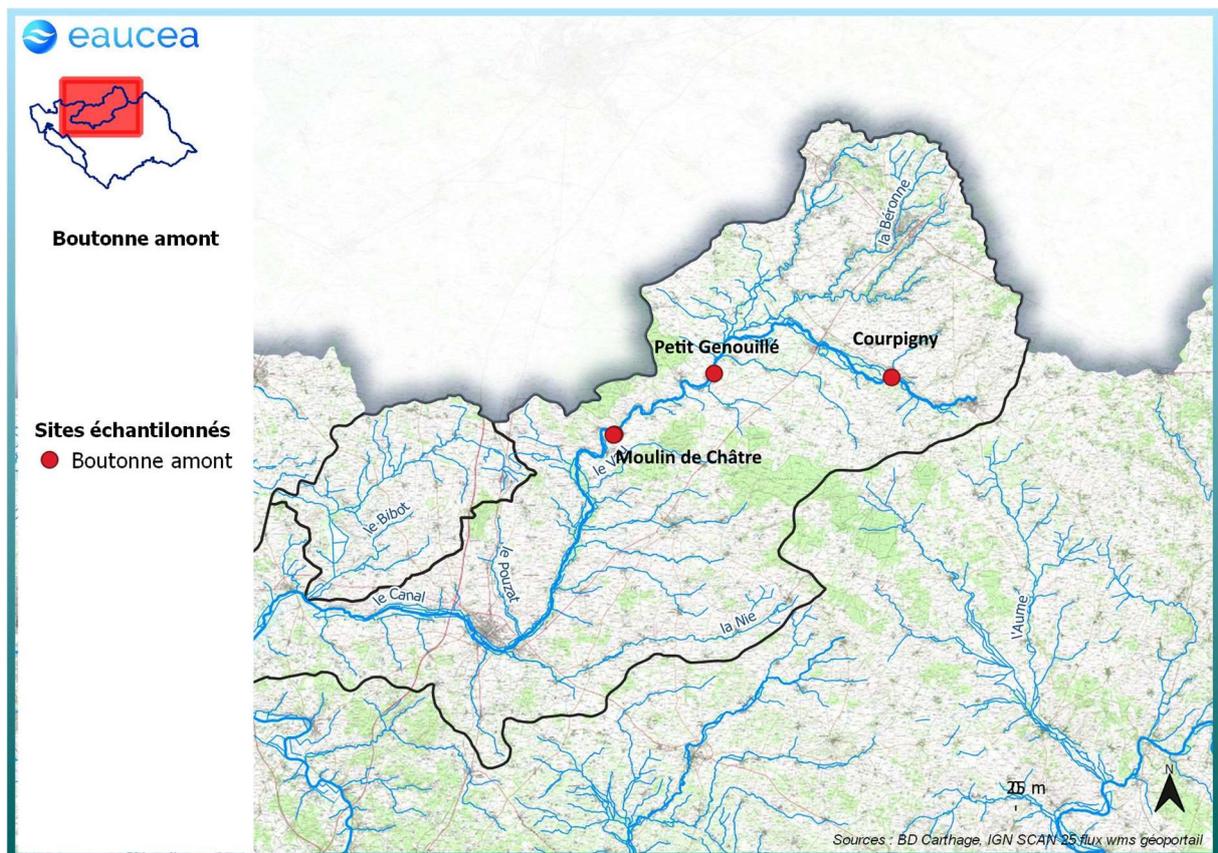


Figure 1 : Stations du bassin de la Boutonne secteur « Moulin de Châtre »

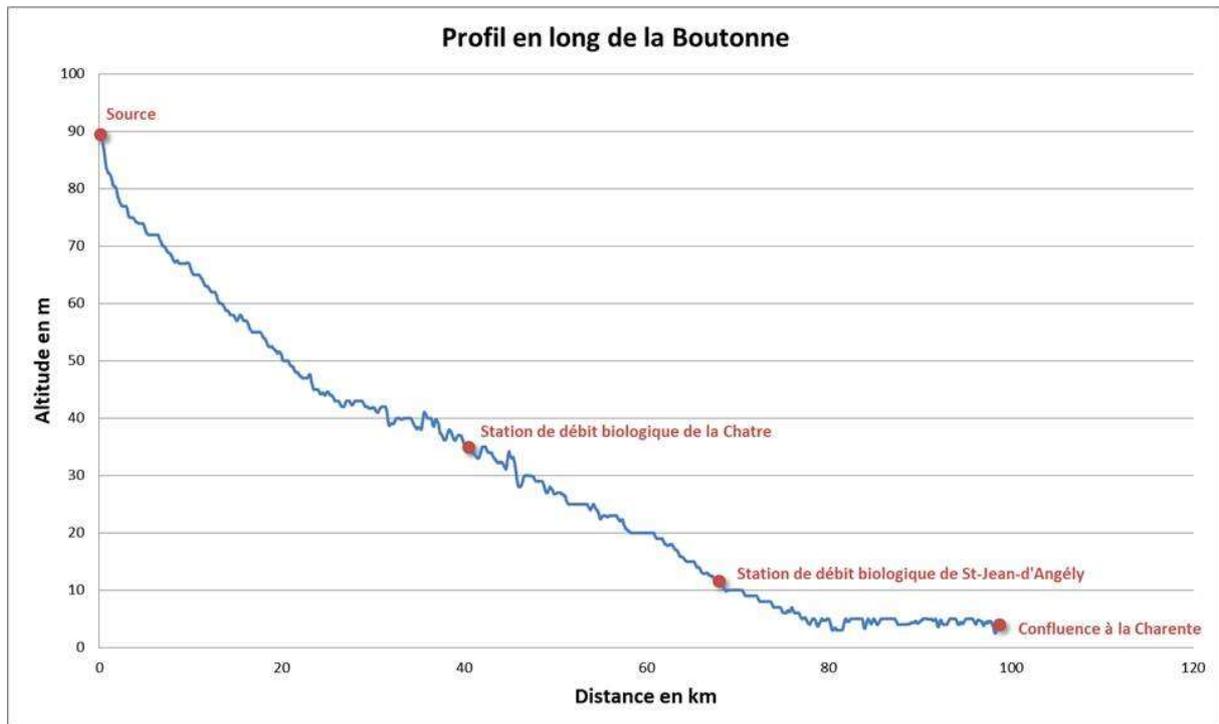


Figure 2 : Profil en long de la Boutonne et position des stations de débit biologique.

## 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'étiage 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 Boutonne dans le secteur du Moulin de Châtre sont calculés sur la base des observations réalisées à St-Séverin sur boutonne et au Vert (station R6080010 – La Boutonne à Saint-Séverin sur Boutonne et au Vert (Pont du Vert)).

### 3.2 Résultats

	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
La Boutonne à Saint-Séverin sur Boutonne et au Vert (Pont du Vert)	11,9	12,6	8,97	7,04	4,95	3,2	1,44	0,914	1,98	4,77	8,58	5,57
502 km2	23,7	25,1	17,9	14,0	9,9	6,4	2,9	1,8	3,9	9,5	17,1	11,1
Reconstitués	1,802	1,908	1,358	1,066	0,749	0,484	0,218	0,138	0,300	0,722	1,299	0,843
Courpigny (station DB)	23,7	25,1	17,9	14,0	9,9	6,4	2,9	1,8	3,9	9,5	17,1	11,1
76 km2	10,430	11,044	7,862	6,171	4,339	2,805	1,262	0,801	1,735	4,181	7,520	4,882
Petit Genouillé (station DB)	23,7	25,1	17,9	14,0	9,9	6,4	2,9	1,8	3,9	9,5	17,1	11,1
440 km2	12,327	13,052	9,292	7,292	5,127	3,315	1,492	0,947	2,051	4,941	8,888	5,770
Moulin de Châtre (station DB)	23,7	71,7	51,1	40,1	28,2	18,2	8,2	5,1	11,3	27,1	48,8	31,7
520 km2												

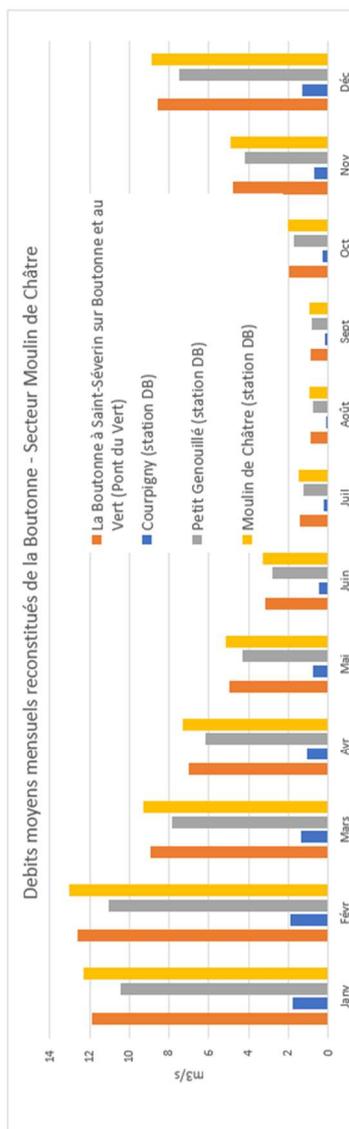


Figure 3 : Débits moyens mensuels mesurés et reconstitués de la Boutonne

La reconstitution des débits classés a été effectuée sur la base des enregistrements réalisés à Saint-Séverin sur Boutonne et au Vert. 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.

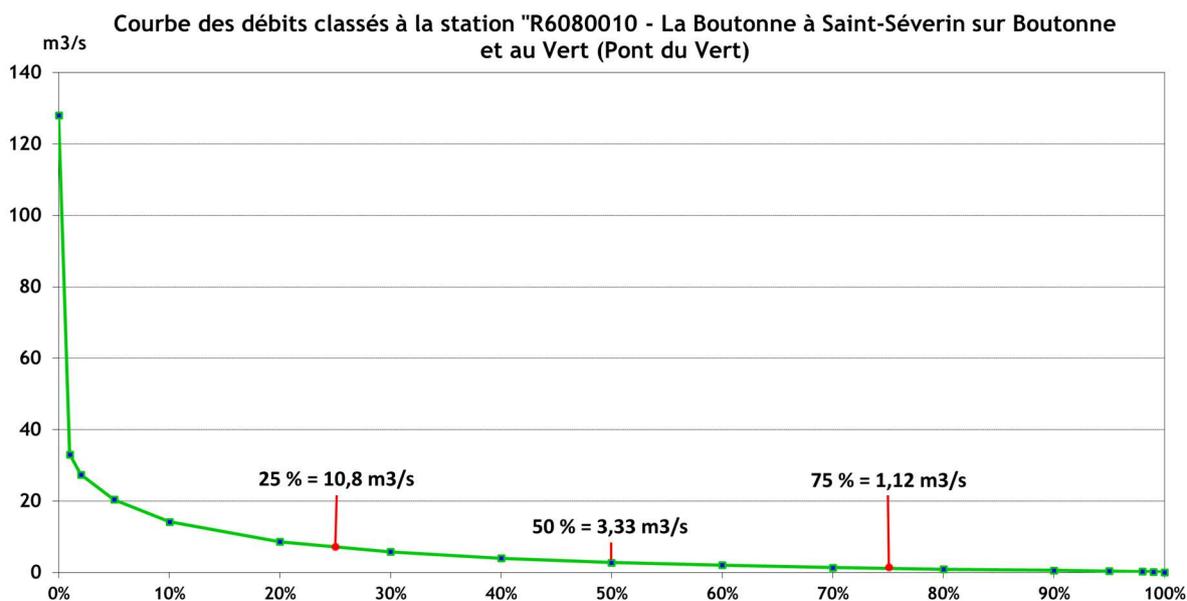


Figure 4: Courbe des débits journaliers classés de la Boutonne à Saint-Séverin sur Boutonne et au Vert

Pour les stations de débits biologiques, ils sont calculés au prorata du bassin versant bien qu'en étiage sévère avec des valeurs de quelques litres par seconde, les apports de la nappe ne peuvent être décrit simplement et il faut garder à l'esprit le caractère très incertains de cette estimation.

	Courpigny (en m <sup>3</sup> /s)	Petit Genouillé (en m <sup>3</sup> /s)	Moulin de Châtre (en m <sup>3</sup> /s)
Occurrence 25%	0,170	0,982	1,160
Occurrence 50%	0,500	2,892	3,418
Occurrence 75%	1,635	9,466	11,187

Le cycle annuel est représenté par une approche par quantile des débits mensuels estimés avec les mêmes règles de prorata depuis la station de Saint-Séverin sur Boutonne et au Vert.

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.

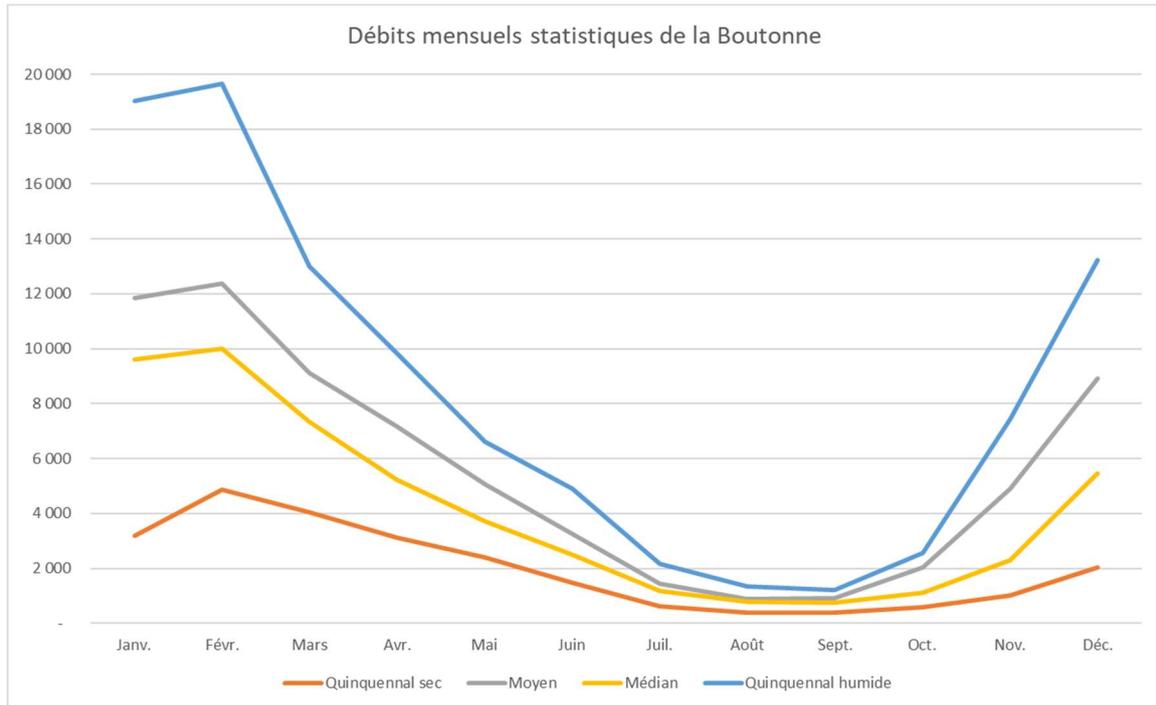


Figure 5: Débits caractéristiques mensualisés

Les valeurs adaptées à chaque station seront calculées au prorata.

### 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 rhéophiles) 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.

Au regard de l’hydrologie à la station de Saint Séverin sur Boutonne, 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 1120 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 des débits croissants uniquement en novembre. La saison d’eaux moyennes et de hautes eaux (débit dépassé 50% du temps) s’observe de décembre à mai compris. Enfin, la saison de transition avec des débits diminuant encadre juin et juillet.

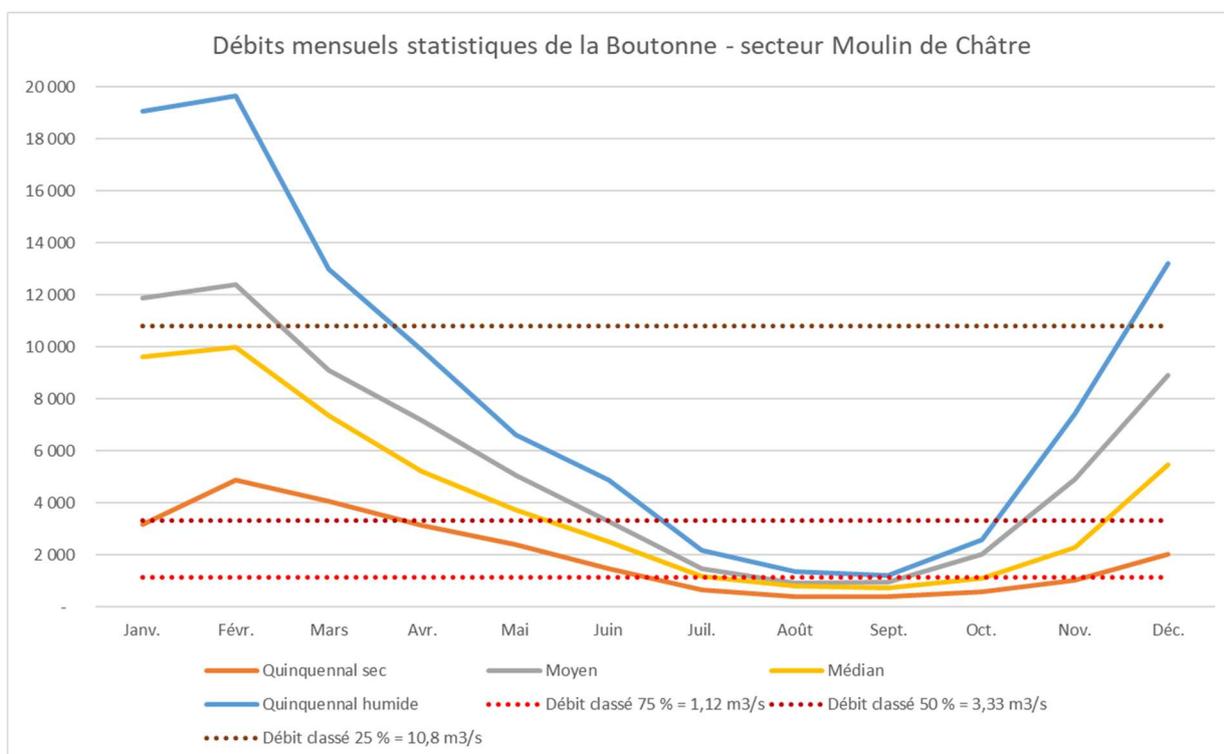


Figure 6 : Débits mensuels statistiques et débits classés de la Boutonne – Secteur Moulin de Châtre

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

Espèce	Hiver				Printemps				Été			Automne	
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb	Octobre	Novembr	Décembr	
Brochet (Esox lucius)		Migration	Ponte/ Maturation	Emergence alevin	Développement	Migration							
Chabot (Cottus gobio)			Reproduction		Emergence	Maturation							
Truite fario (Salmo trutta fario)	Incubation		Eclosion	Maturation								Reproduction	
Vairon (Phoxinus phoxinus)					Reproduction								
Vandoise (Leuciscus leuciscus)					Reproduction	Emergence / Développement							

La saison de basses-eaux ne correspond à aucune étape sensible du cycle des espèces concernées.

La période de transition automnale recouvre une partie de la période de reproduction de la truite.

La période de hautes-eaux correspond à :

- La majorité des étapes du cycle du brochet ;
- 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 et de la vandoise.

La période de transition printanière correspond à :

- la fin de la migration du brochet ;
- la maturation du chabot ;
- la fin de la période de reproduction du vairon
- la fin de la reproduction et la période d'émergence/maturation de la vandoise.

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
	Hautes-eaux					Période de transition		Basses-eaux		Période de transition		Hautes-eaux

## 4 ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA BOUTONNE A COURPIGNY

### 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 Courpigny est située sur la Boutonne amont juste en aval de Fontenille-Saint-Martin-d'Entraigues

Elle s'étend sur environ 45 m de long dans un secteur assez méandré

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



Figure 7 : Position des transects de mesure de la station de Courpigny

### Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées los d'une venue sur site le 29/10/2021.

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 ;
- 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 le profileur de courant à effet doppler.

Le débit le jour des mesures a été mesuré au transect 6, aboutissant à une valeur moyenne de 310 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 légèrement courant, la pente hydraulique est d'ailleurs assez marquée (0.4 %).

On constate des alternances entre les linéaires de plats lents à courants avec des zones de petits radiers/seuils. Ces effets de seuils correspondent à ces blocs ou des touffes d'herbiers faisant obstacle et retenant parfois des embâcles générant de petits contrôles hydrauliques.

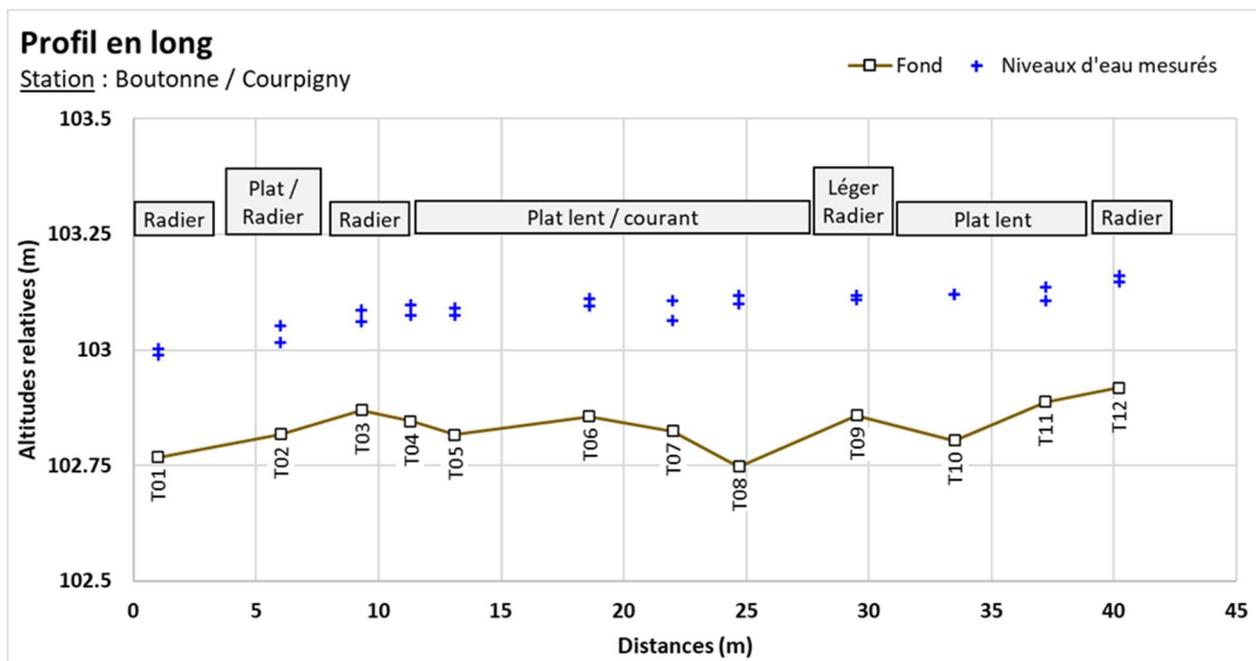
- **Type de berges**

Berges végétalisées en pente douce.

- **Profil en long**

Les berges sont globalement verticales et végétalisées. La rive droite montre un enherbement descendant quasiment jusqu'au niveau d'eau, tandis que la rive gauche dispose d'une ripisylve plus épaisse avec des arbres dans la berge et des racines affleurantes. Quelques zones de plages sont observées en rive gauche, favorisant probablement un étalement de l'écoulement lorsque le niveau augmente.

La difficulté sur la station tient réellement de la variabilité de niveaux d'eau pouvant être observés au droit d'un même transect en raison de la présence de ces radiers/seuils partiels ayant des effets locaux sur la ligne d'eau. Ainsi on représente en suivant l'intervalle des niveaux d'eau relevés en chaque transect.



#### 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.

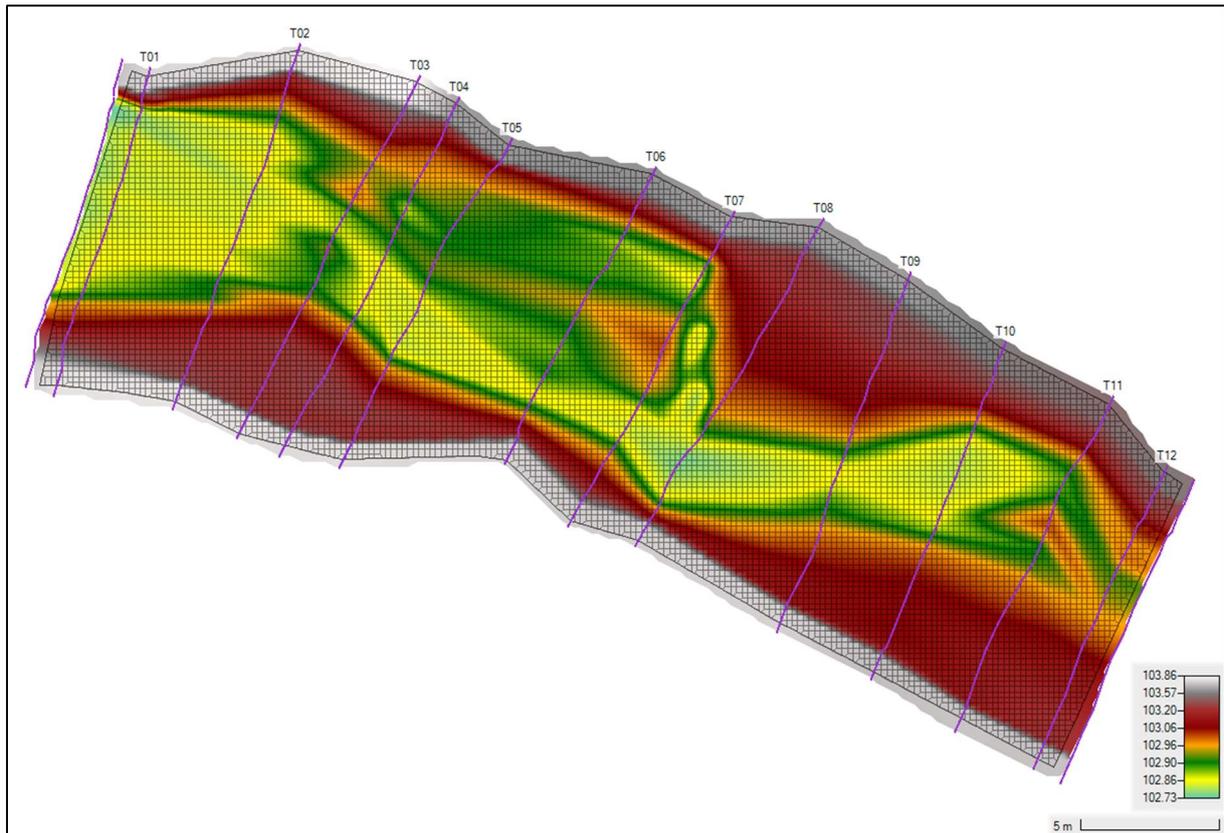


Figure 8 : Maillage de calcul et topographie de la station de Courpigny

#### 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 310 l/s.

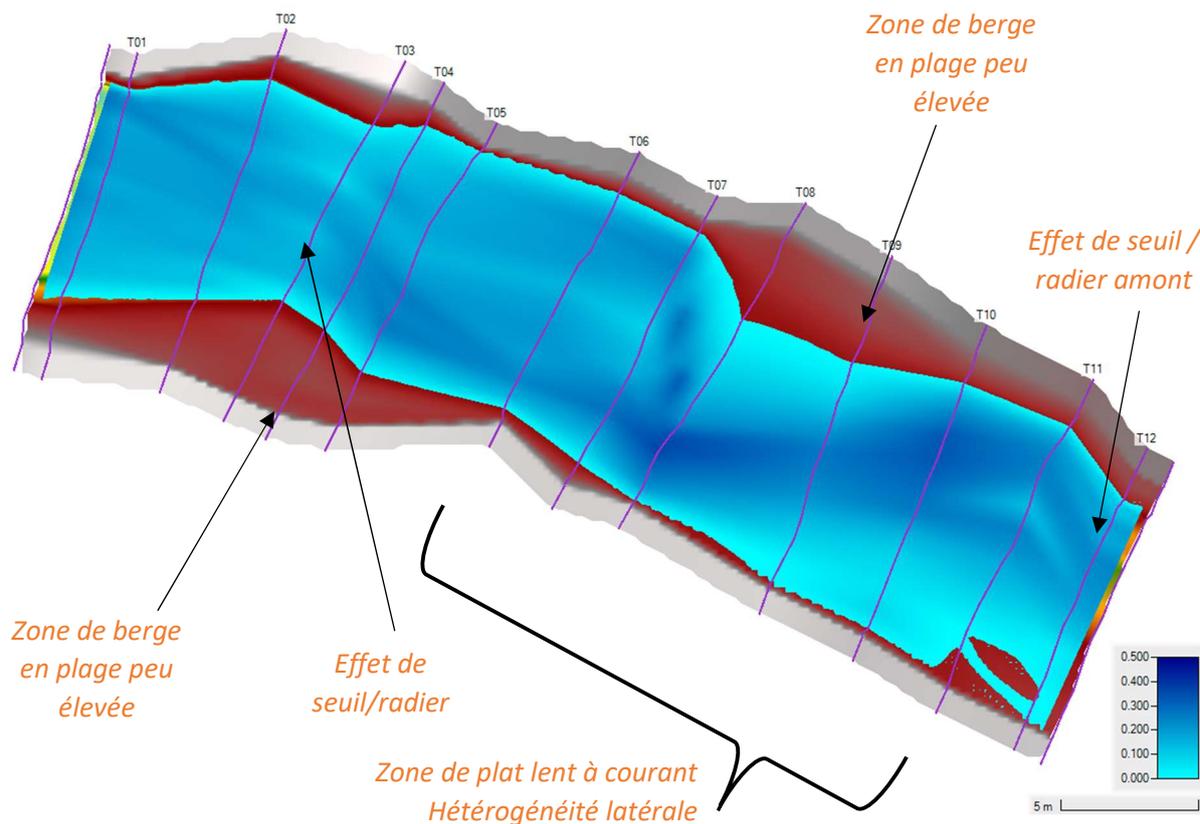


Figure 9 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre)

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. Comme évoqué précédemment, la particularité de la station tient notamment aux effets de seuil partiels induisant une variabilité dans les niveaux d'eau mesurés au sein d'un même transect de mesure. Ces effets de seuil issus d'éléments non permanents (embâcles) sont difficilement représentables dans une modélisation hydraulique. Par conséquent on s'est attaché pour le calage à aboutir à une ligne d'eau la plus cohérente possible avec l'intervalle de niveau d'eau observé, tout en garantissant des paramètres hydrauliques les plus réalistes possibles (frottements, condition aval ...).

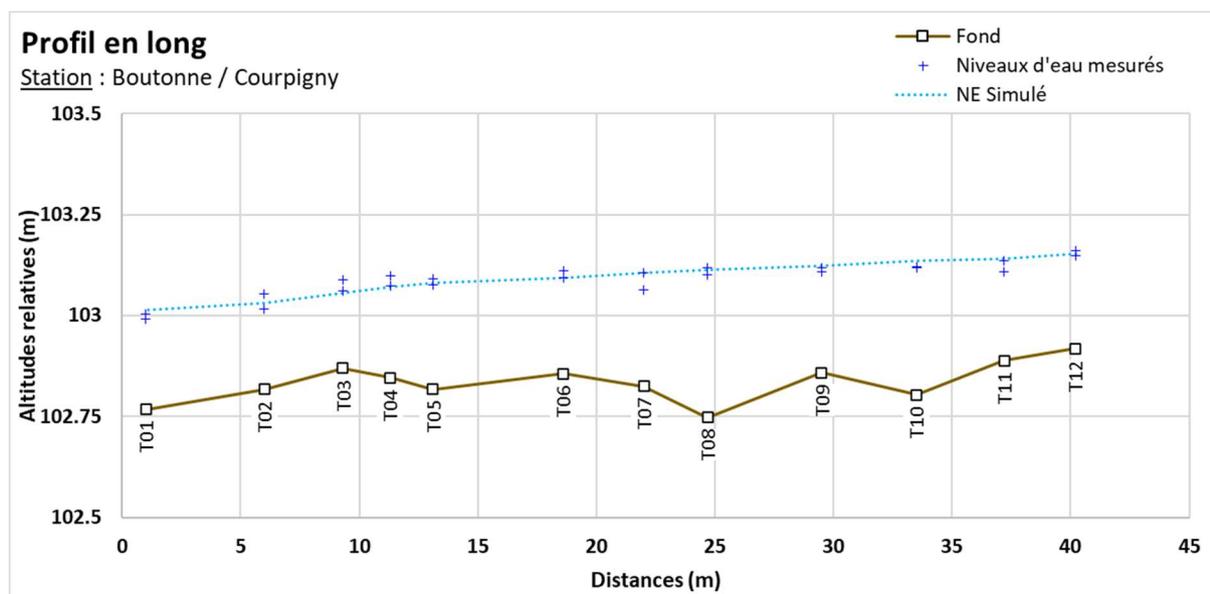


Figure 10 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré

Le calage de la ligne d'eau apparaît globalement satisfaisant, permettant d'approcher les niveaux observés en chaque transect, la pente hydraulique moyenne observée et la position des effets de radiers observés

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 2500 l/s à 10 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 et moyen modélisé par Irstea, QMNA5 naturel retenu dans la tranche ferme, 25 % du module, module et débit de débordement soit 5 cartographies. Ces valeurs servent uniquement à l'illustration. Notons que le QMNA5 extrapolé de la valeur calculée en tranche ferme pour moulin de Châtre serait plutôt de 77 L/s et le Module extrapolé de 843 L/s à minima. Les estimations Irstea semblent donc plutôt faibles.

Débit représenté	Equivalent sur la station (en l/s)
QMNA5 Nat minimum Irstea	1
QMNA5 Nat moyen Irstea	24
50% du module	280
Module	560

<b>Débit de débordement</b>	2500
-----------------------------	------

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 largeur mouillée est comprise entre 4m pour une dizaine de litre par seconde à 10 m quand le lit mineur est plein. La surface mouillée évolue de manière croissante avec le débit et importante jusqu'au environ de 400 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 2500 L/s le cours d'eau déborde sur cette section. Le calcul est arrêté.

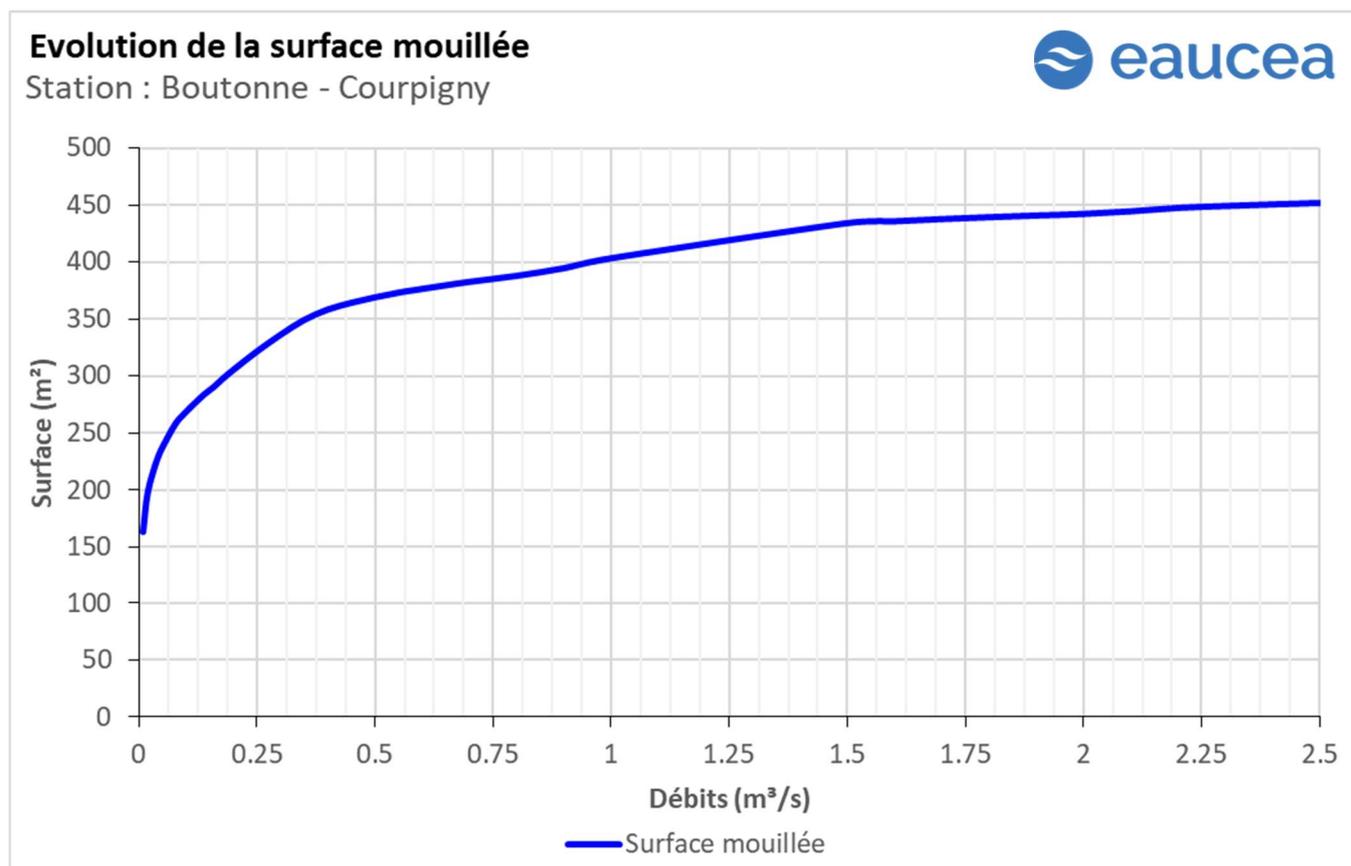


Figure 11 : Evolution de la surface mouillée à Courpigny

4.2.2 Granulométrie de la station

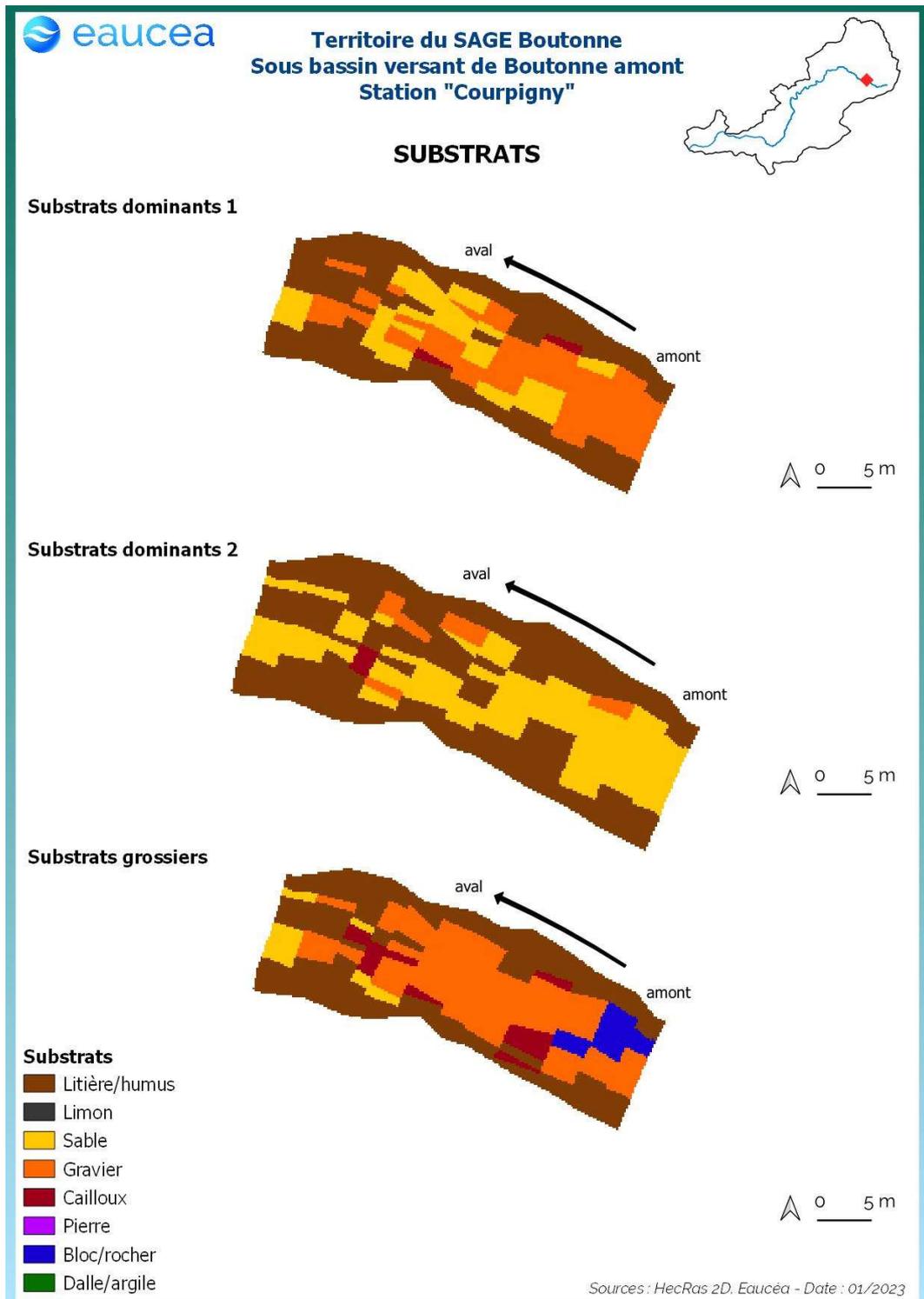


Figure 12 : Carte des substrats de la station de Courpigny

La station présente des substrats dominés par la litière en berges mais avec un chenal central comportant sables et graviers.

4.2.3 Profondeur

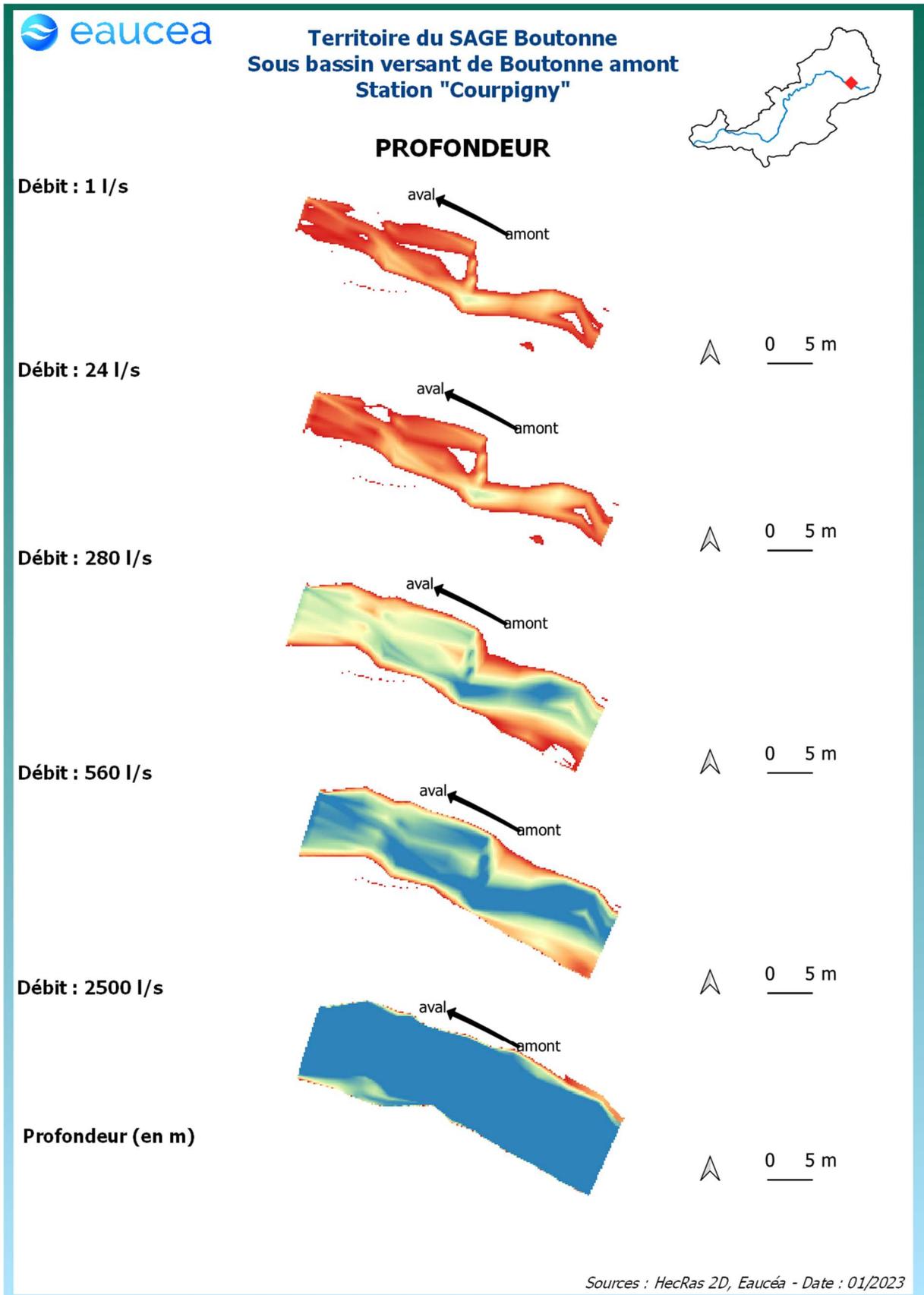
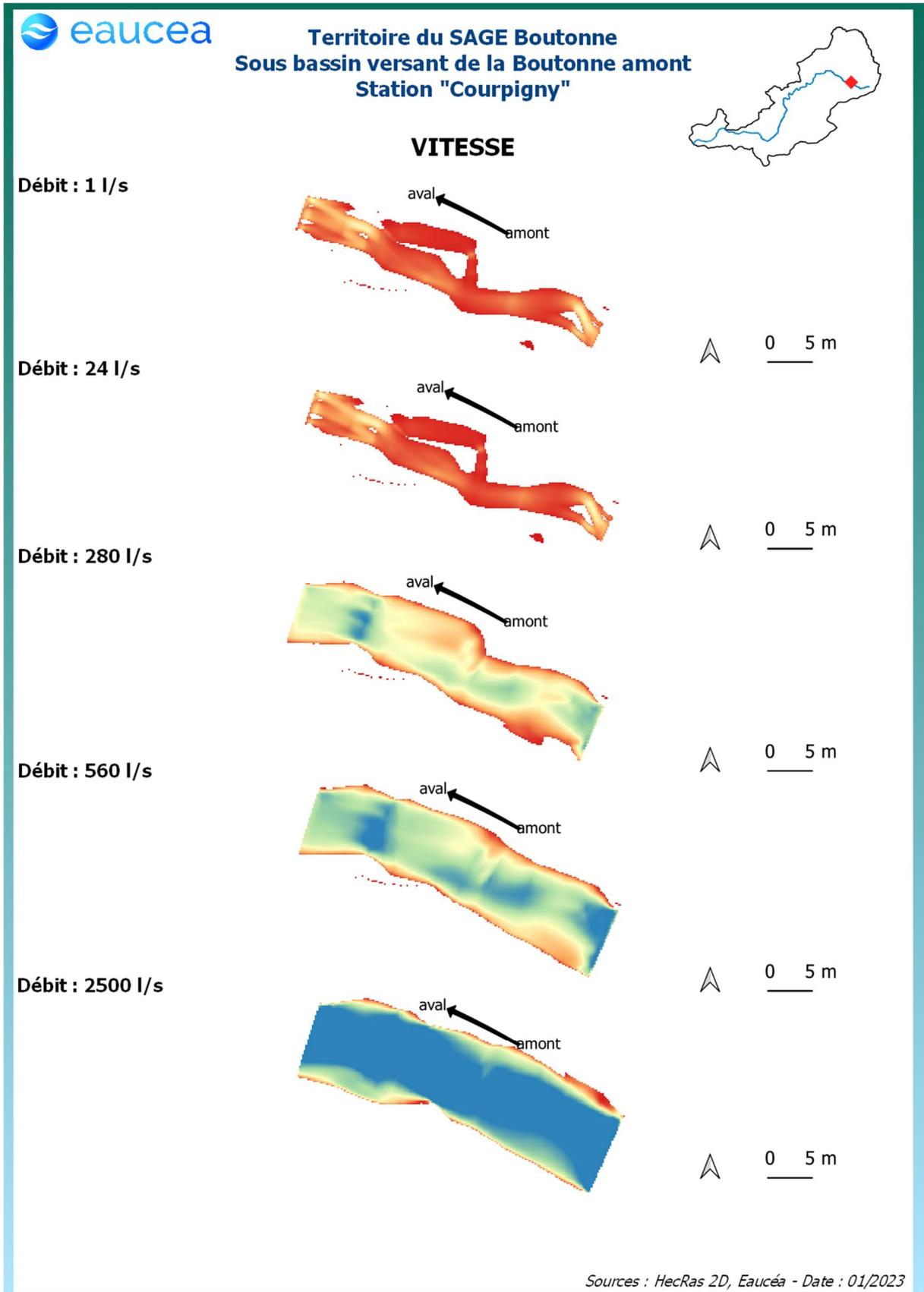


Figure 13: Evolution des profondeurs sur la station de Courpigny à différents débits

La station présente deux trous d'eau d'une quinzaine de centimètres de profondeur à bas débit en amont et en regard du banc en berge droite. Des bancs émergés fait de sable et de graviers persistent en rive droite amont et gauche aval à 250 l/s, ils sont ensuite immergés à mesure que le débit se rapproche du débit de débordement du tronçon.

4.2.4 Vitesse d'écoulement



*Figure 14: Evolution des vitesses d'écoulement sur la station de Courpigny à différents débits*

Cette station sur la Boutonne ne présente que des vitesses d'écoulement faibles à bas débit et l'évolution des débits entraîne une augmentation importante de ces vitesses dans les radiers. Le radier en aval dépasse les 40 cm/s dès 280 l/s, à 560 l/s les deux radiers sont clairement visibles (en bleu). Y compris au débit de débordement de 2500 l/s, certaines zones n'ont pas encore atteint la vitesse de 40 cm/s : il s'agit du banc en rive gauche aval et du pied de berge de droite.

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.

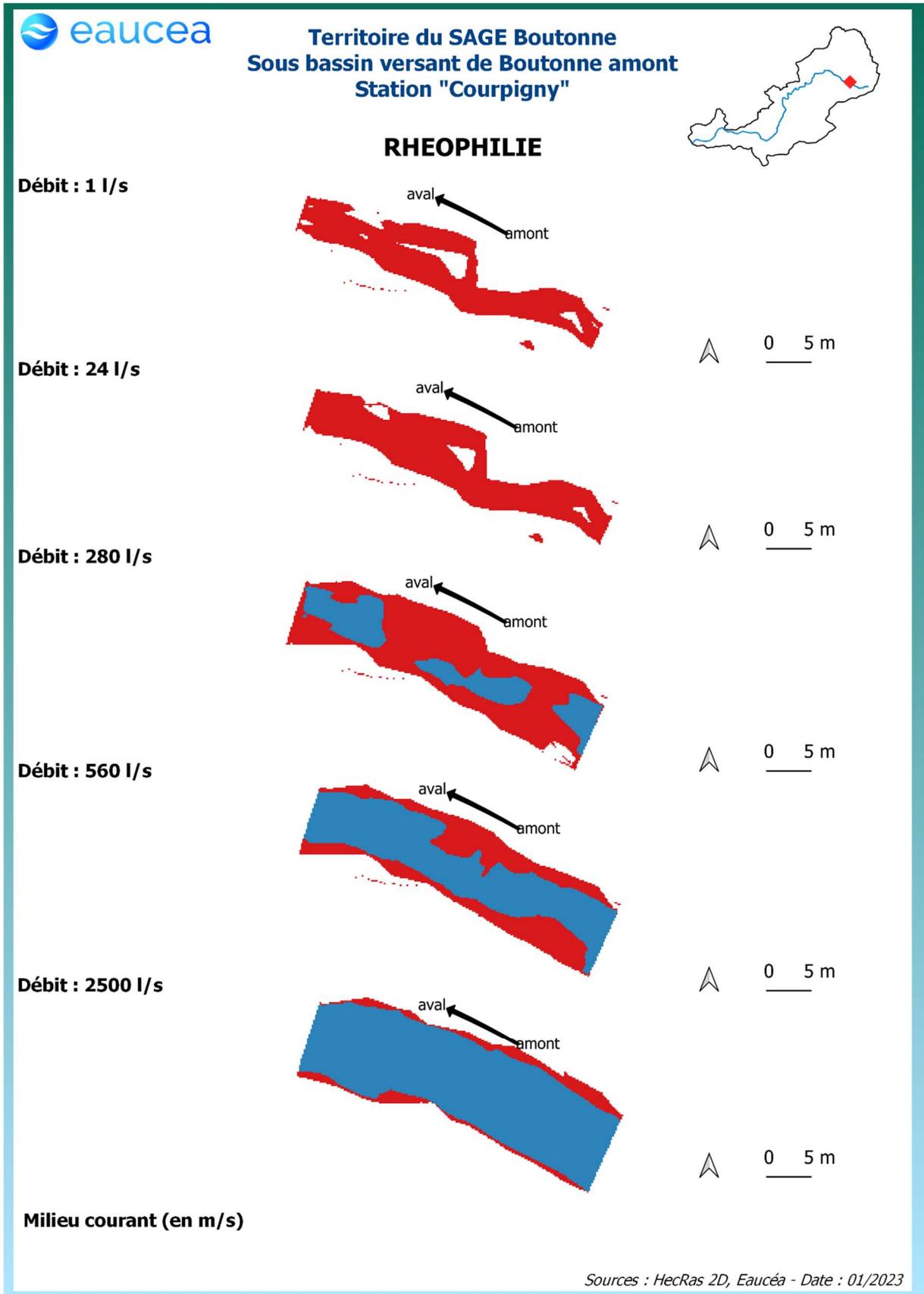


Figure 15: Evolution des milieux courants sur la station de Courpigny

On peut noter ici que la quantité d’habitats rhéophiles est nulle en dessous de 280 l/s. L’accélération des vitesses d’écoulements au niveau des deux radiers et dans la zone de rétrécissement entre le banc en berge droite et la berge gauche crée une diversité. A des débits moyens et à débit plus important, la totalité de la station devient lotique et n’offre plus que quelques habitats lenticques en berges qui se maintiennent y compris en cas de débordement.

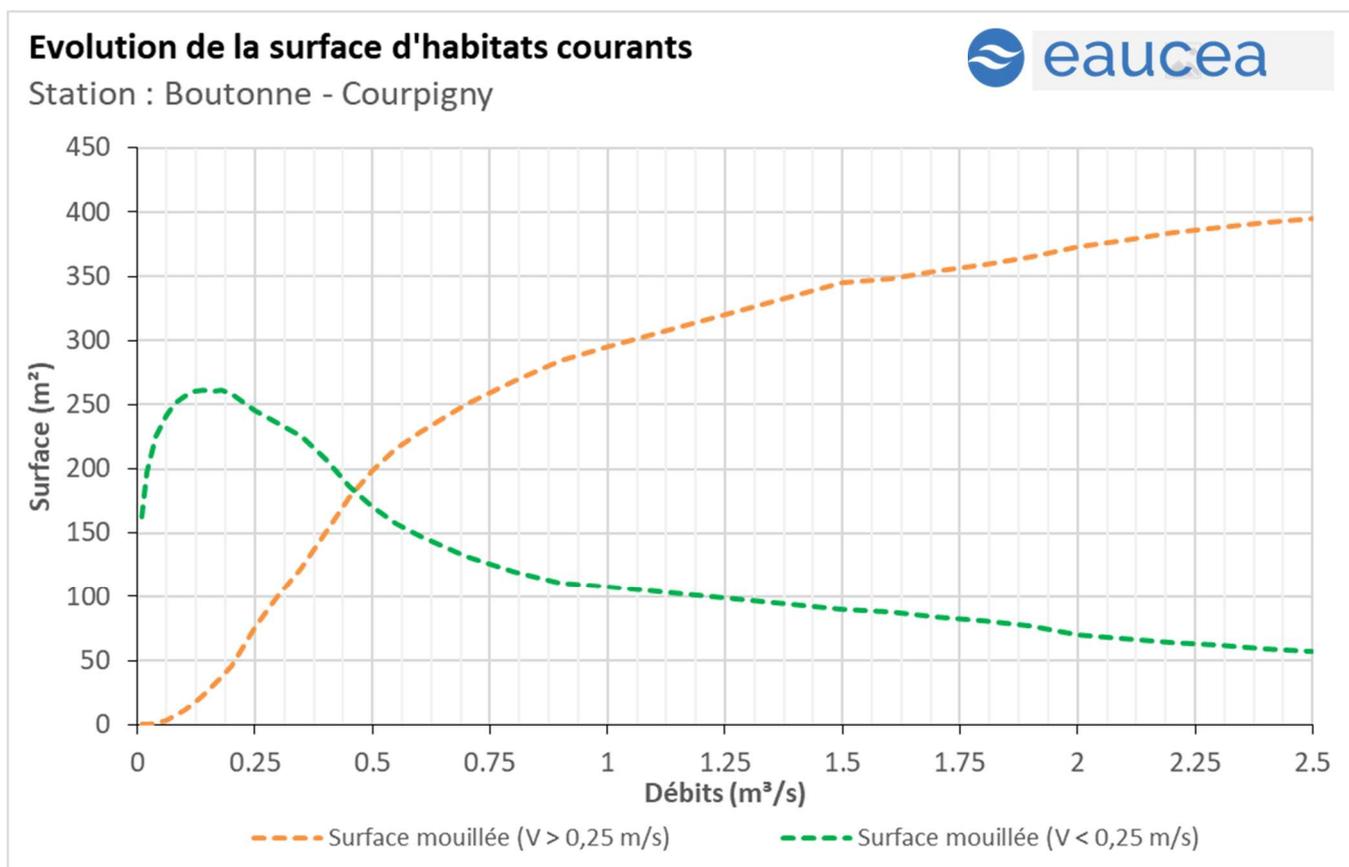


Figure 16 : Evolution de surface lotique (orange) et lenticque (vert)

Les courbes ci-dessus traduisent une inversion de situation autour de 500 l/s. Cette situation est proche du débit classé 50 % soit 474 l/s. La station est donc majoritairement lenticque en basses-eaux et majoritairement lotique en hautes-eaux tout en conservant une surface d’environ 20 % d’habitat lenticque. Sur la base de ce critère, nous considérerons que un seuil garantissant environ 20% d’habitat rhéophile peut être retenu pour les périodes de transition et de hautes eaux, soit environ 270L/s.

#### 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  $\tau^*$ <sup>1</sup> 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.

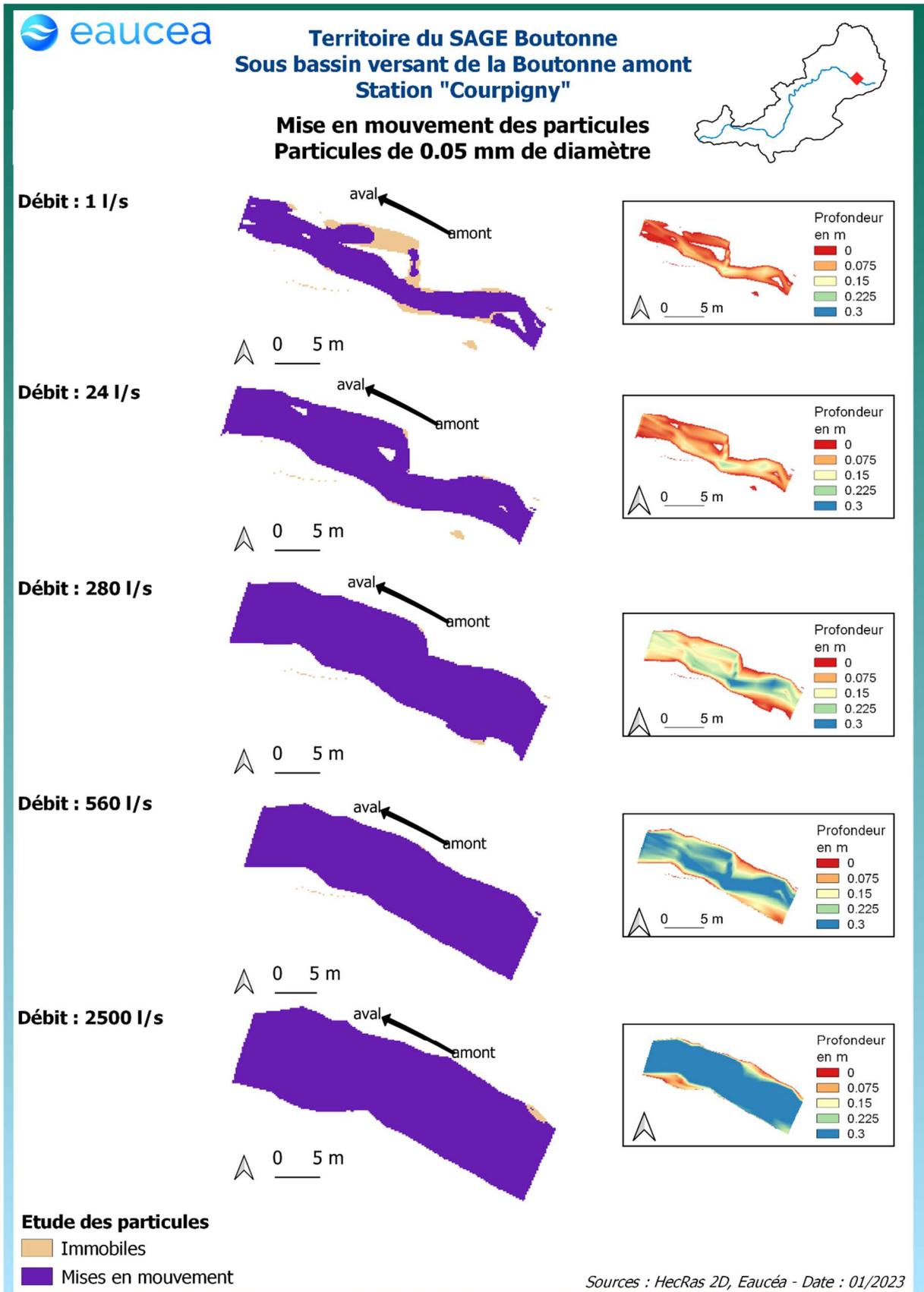
Le principe est donc de vérifier si pour des débits importants mais fréquents, les conditions hydrauliques permettent de maintenir les faciès d'écoulement. Une comparaison réalisée avec la topographie observée permet de conclure au maintien ou non d'une dynamique d'entretien des zones les plus profondes, 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 Courpigny, la mise en mouvement des particules fines (limon et sable) se fait dès que le débit dépasse le QMNA 5. 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.

---

<sup>1</sup> Paramètre de Shields (cf annexe)



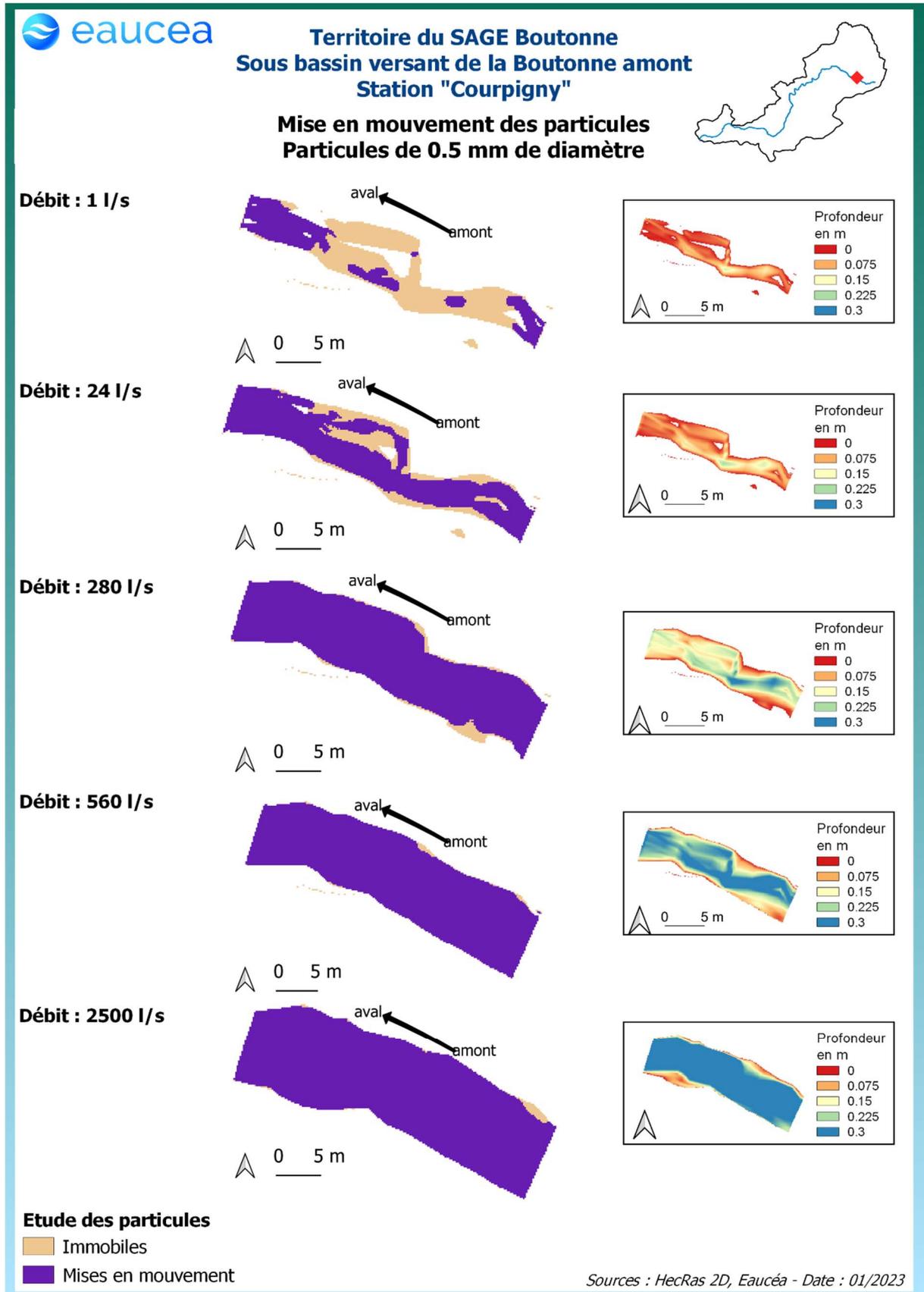


Figure 17 : Mise en mouvement des particules sur la station de Courpigny

#### 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 Boutonne est encore effective pour les petites espèces à un débit de 20 l/s. Elle ne l'est plus pour 10 l/s.

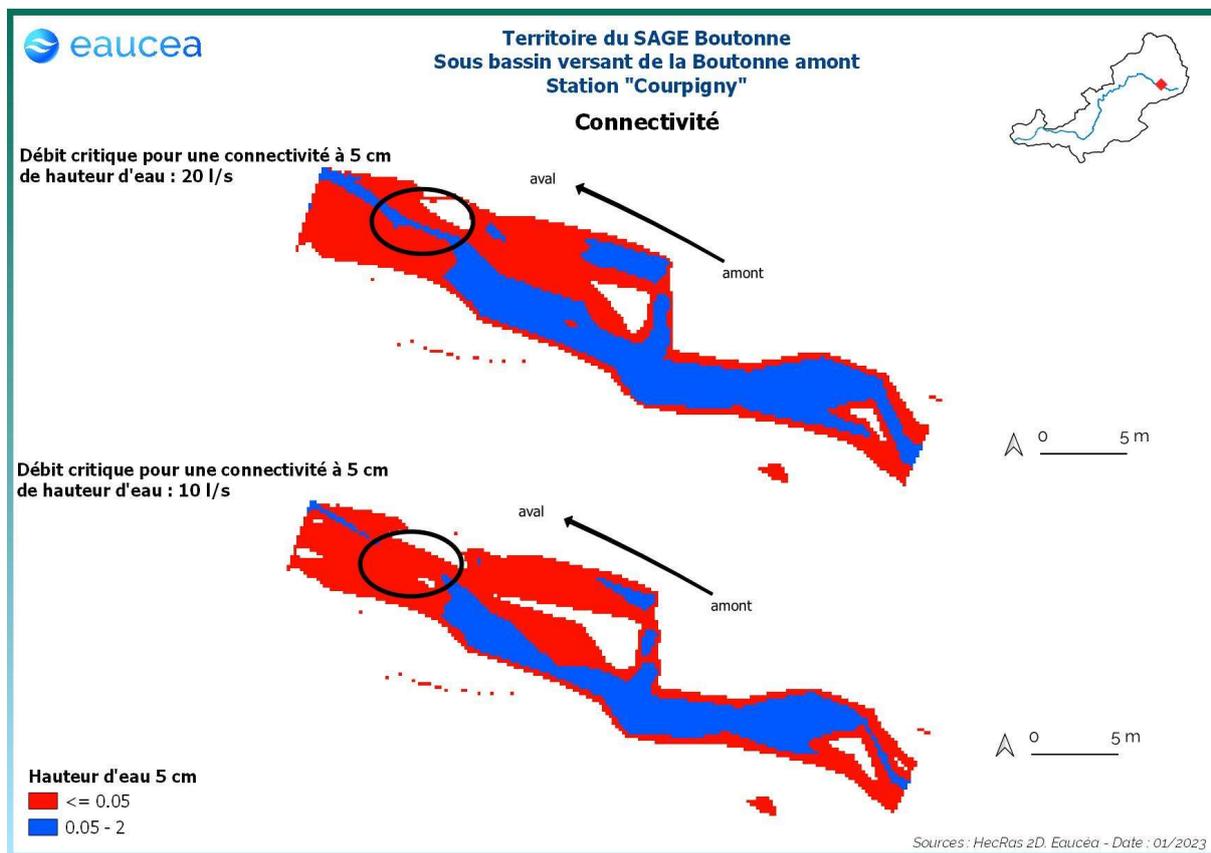


Figure 18: Connectivité de la station de Courpigny pour un seuil de 5 cm de hauteur d'eau

La connectivité de la station est encore effective pour les grandes espèces à un débit de 100 l/s. Elle ne l'est plus à 80 l/s.

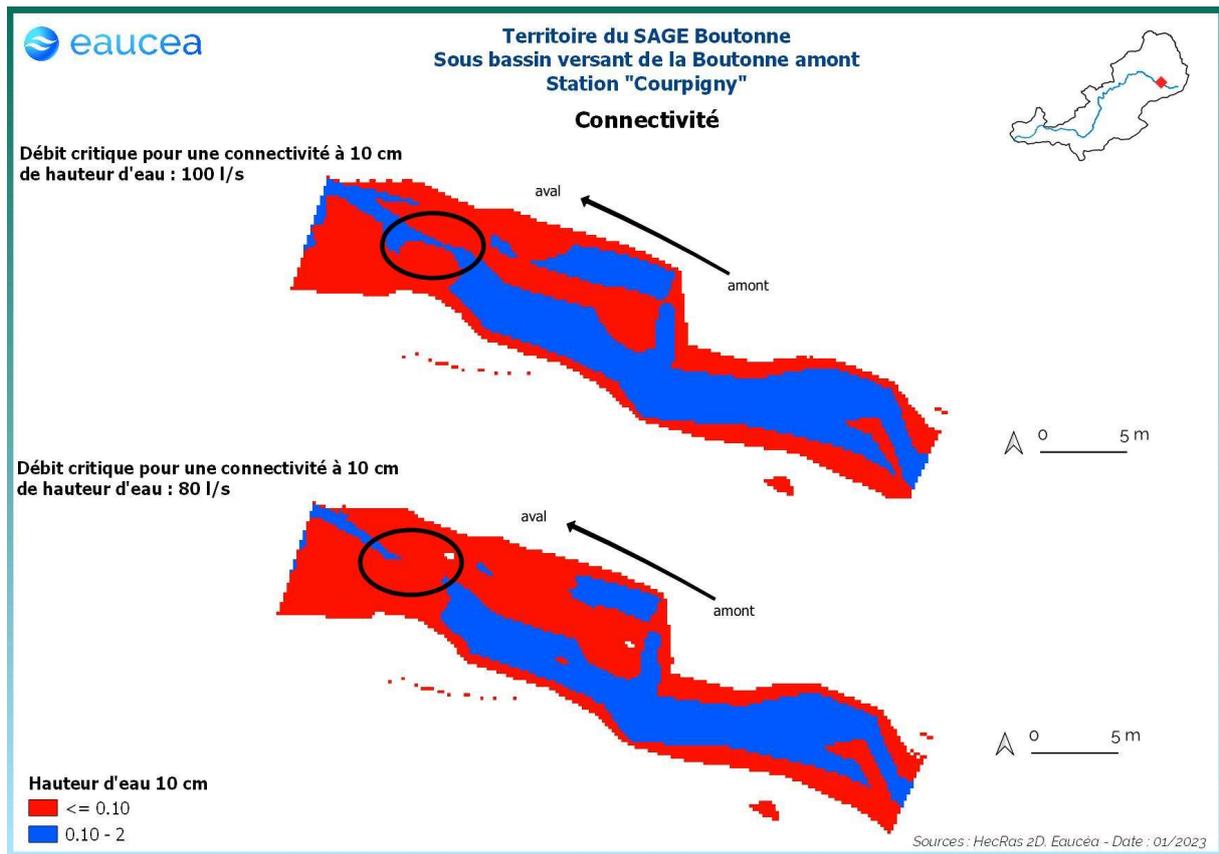


Figure 19: Connectivité de la station sur la Boutonne pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau

## 4.5 Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles

### 4.5.1 Courbes d'évolutions avec le débit

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.

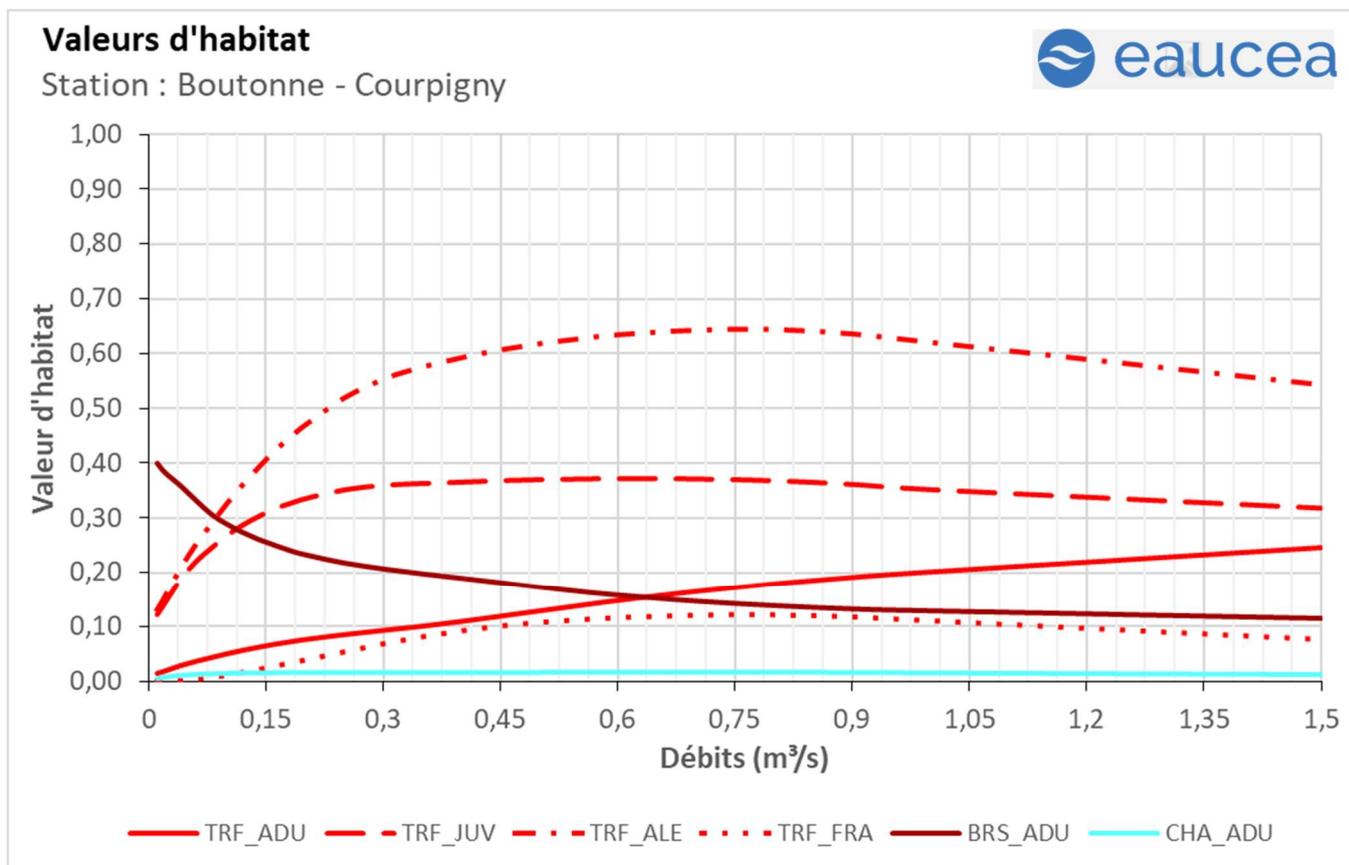


Figure 20: Valeurs d'habitat des différents stades de la truite fario, du Brochet et du chabot de la station de Courpigny

La station ne semble que très modérément favorable au brochet, sa valeur d'habitat est d'environ 0.4 aux bas débits et chute avec le débit jusqu'à atteindre une valeur plancher d'un peu plus de 0.1.

La station est encore moins favorable pour le chabot dont la valeur d'habitat n'excède pas 0.1. L'absence d'abri hydraulique (blocs rocheux, embâcles...) sur la station peut expliquer cette faible valeur.

A propos de la truite, aussi bien les stades adulte, juvénile et alevin présentent des valeurs d'habitat modérées mais viables. La valeur d'habitat des frayères est très basse et suggère un potentiel assez bas sur cette station d'étude ce qui ne préjuge pas du potentiel de la Boutonne amont.

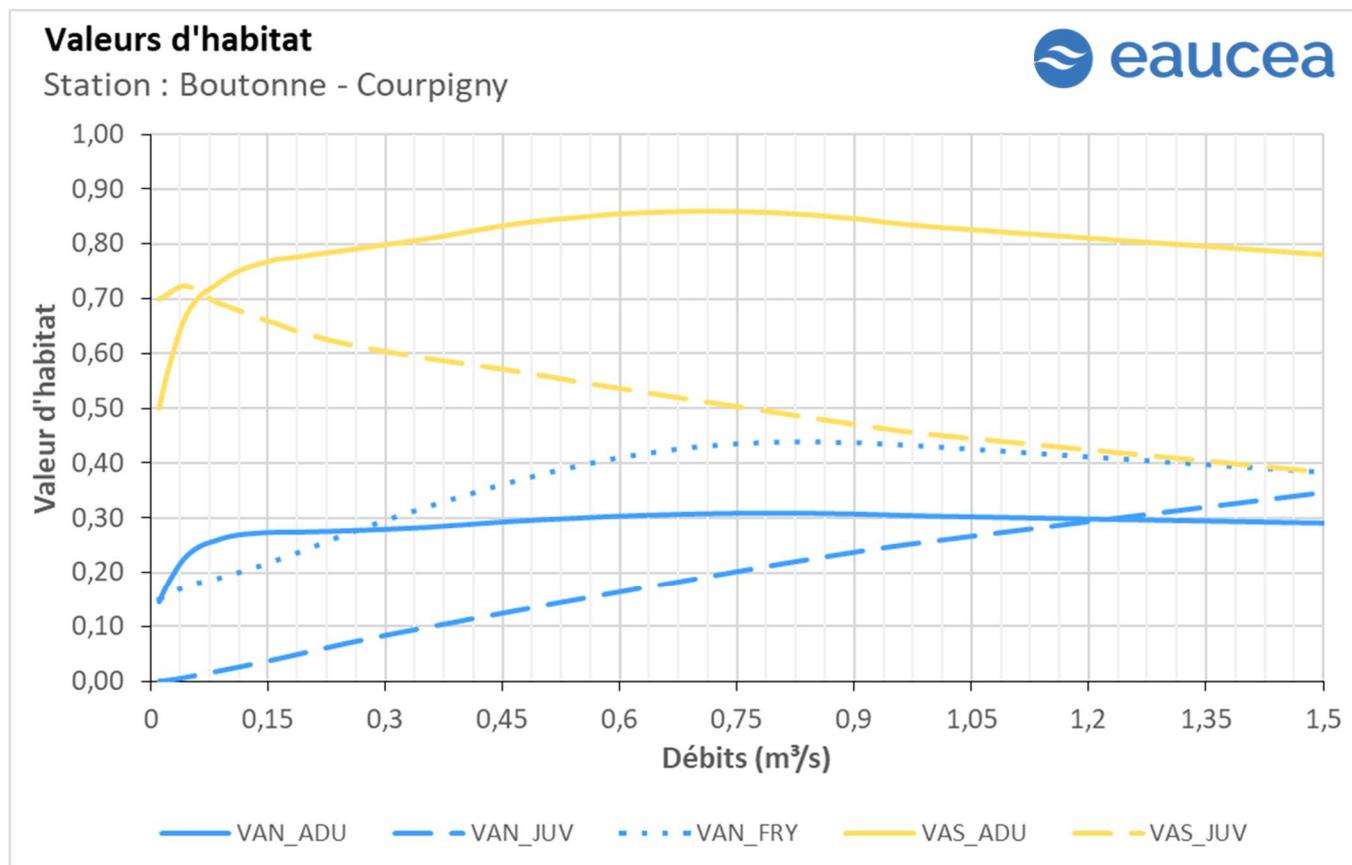


Figure 21 : Valeurs d'habitat des différents stades de la vandoise et du vairon de la station de Courpigny

Les valeurs d'habitats sont supérieures à 0.5 voire atteignent presque 0.9 pour le vairon adulte (VAS\_ADU) jusqu' 1.5 m<sup>3</sup>/s ce qui traduit un biotope très favorable à cette espèce. Pour le vairon juvénile (VAS\_JUV), la valeur d'habitat est comprise entre 0.7 et 0.4 mais baisse à mesure que le débit augmente.

Pour la vandoise, la valeur d'habitat n'excède jamais 0.5 pour tous les stades. La valeur d'habitat pour les adultes (VAN\_ADU) augmente avec les débits avant de stagner tandis que celle des juvéniles (VAN\_JUV) et des alevins (VAN\_FRY) augmente avec les débits, jusqu'à 0.45 pour 750 l/s avant de décroître légèrement pour l'alevin et jusqu'au débit de débordement pour le juvénile de l'espèce.

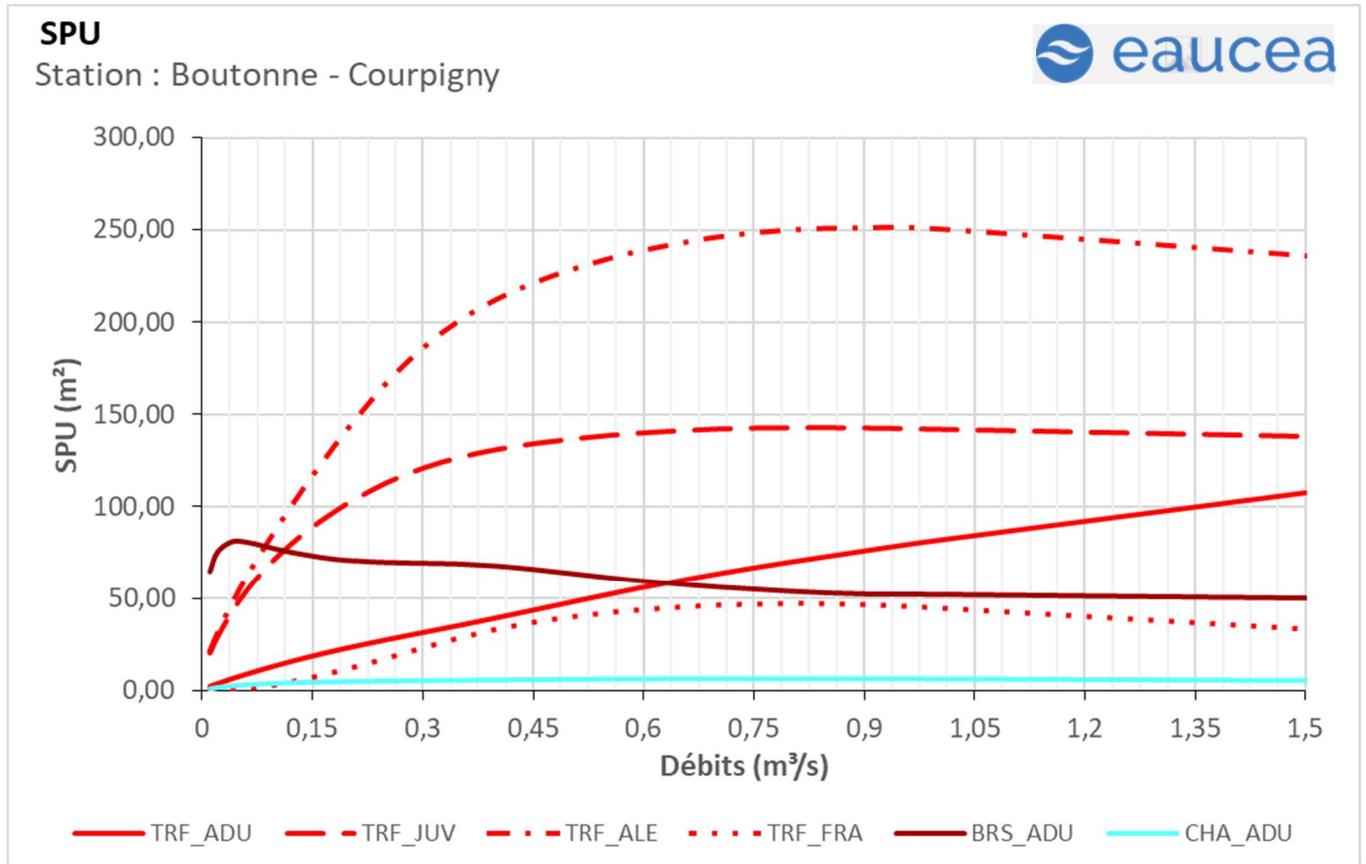


Figure 22: Surfaces pondérées utiles des différents stades de la truite fario, du Brochet et du chabot de la station de Courpigny

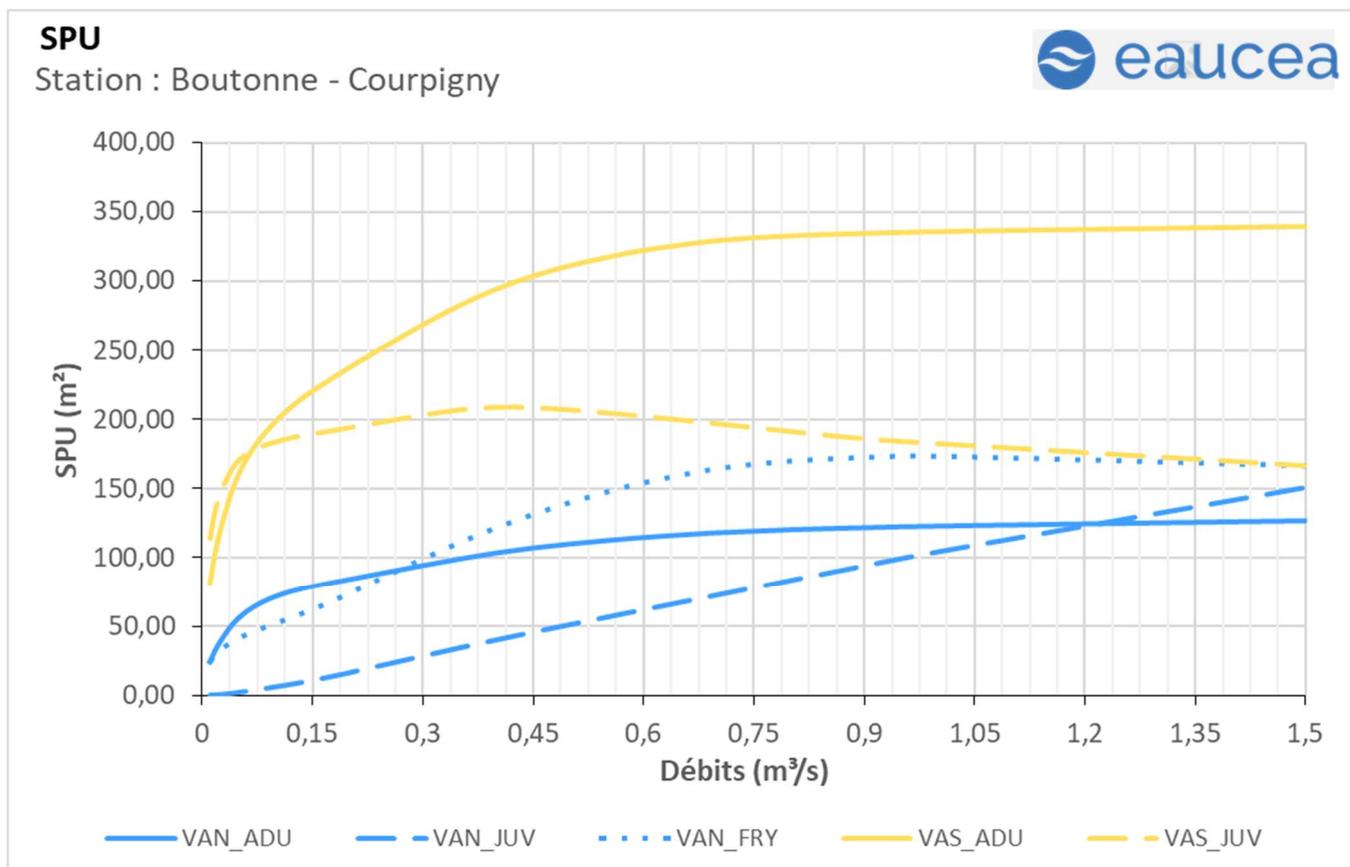


Figure 23 : Surfaces pondérées utiles des différents stades de la vandoise et du vairon de la station de Courpigny

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.

#### 4.5.2 Saisonnalité

Les débits mensuels (m<sup>3</sup>/s) sont les suivants

Boutonne à Courpigny	Décenal sec	Quinquennal sec	Moyen	Médian	Quinquennal humide	Décenal humide
Janv.	0,309	0,482	1,795	1,453	2,883	3,649
Févr.	0,480	0,142	1,876	1,514	2,976	3,767
Mars	0,449	0,613	1,379	1,113	1,968	2,771
Avr.	0,390	0,475	1,087	0,790	1,492	2,182
Mai	0,303	0,363	0,765	0,562	0,999	1,480
Juin	0,151	0,221	0,494	0,379	0,741	0,957
Juil.	0,070	0,096	0,220	0,177	0,330	0,420
Août	0,041	0,058	0,136	0,119	0,204	0,266
Sept.	0,038	0,059	0,141	0,111	0,182	0,254
Oct.	0,066	0,088	0,309	0,168	0,388	0,697
Nov.	0,105	0,154	0,743	0,346	1,125	1,968
Déc.	0,216	0,306	1,350	0,828	2,001	3,385

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, notamment en tête de bassin versant. 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 100 l/s est donc la première valeur constitutive d’un débit biologique si possible toutes eaux et au moins durant les périodes de migration de reproduction (accès aux frayères).

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, l’habitabilité de la station est à son minimum en période de basses-eaux soit environ 9 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 58 l/s.

Lors de la période de transition d’automne, la surface pondérée utile (SPU) de la truite adulte est très variable suivant si l’on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d’une année sèche, la SPU est de 19 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 150 l/s. Lors d’une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU est alors de 88 m<sup>2</sup> (correspondant à un débit de 1125 l/s).

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes jusqu’à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 25 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 221 l/s) en juin d’une année sèche à 13 m<sup>2</sup> en juillet (pour 96 l/s). Dans le cas d’une année humide, la diminution de débit et de SPU passe de 66 m<sup>2</sup> à 34 m<sup>2</sup> pour des débits de 741 l/s à 330 l/s. La baisse de SPU et de débit observé lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux.

Pour l’alevin de truite, la période de transition printanière est la plus sensible avec des enjeux de croissance. Durant cette phase, l’habitabilité de la station est proche de l’optimum, puis décroît avec l’entrée en étiage. Cette évolution voit la SPU de l’alevin de truite passer de 153 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 221 l/s) en juin d’une année sèche à 85 m<sup>2</sup> en juillet (pour 96 l/s). Dans le cas d’une année humide, il s’agit d’une baisse de débit et de SPU qui passent de 247 m<sup>2</sup> à 195 m<sup>2</sup> pour des débits de 741 l/s à 330 l/s.

Pour la truite juvénile, la période basses-eaux représente des enjeux de croissance et de mobilité sur le bassin. Durant cette phase, l’habitabilité de la station est à son minimum soit environ 53 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 58 l/s.

Lors de la période de transition d’automne, la surface pondérée utile (SPU) de la truite juvénile est variable suivant si l’on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d’une année sèche, la SPU est de 90 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 154 l/s, lors d’une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU est de 141 m<sup>2</sup> (correspondant à un débit de 1125 l/s).

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes jusqu’à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la truite juvénile passer de 107 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 221 l/s) en juin d’une année sèche à 70 m<sup>2</sup> en juillet (pour 96 l/s). Dans le cas d’une année humide, il s’agit d’une baisse de débit et de SPU qui passent de 142 m<sup>2</sup> à 124 m<sup>2</sup> pour des débits de 741 l/s à 330 l/s.



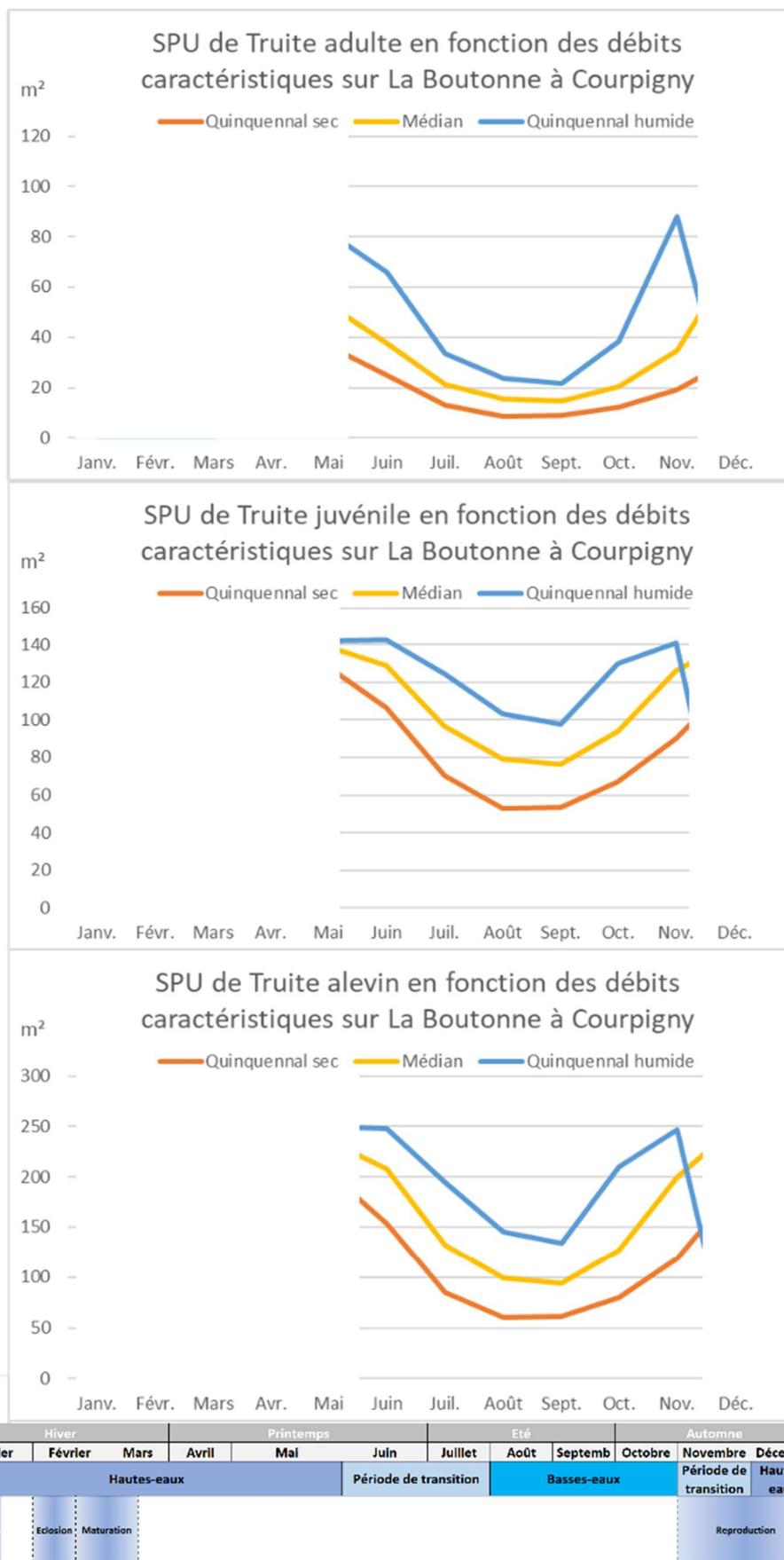


Figure 24 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique

Pour le brochet adulte, la période basses-eaux ne représente pas d'enjeux particuliers si ce n'est sa survie sur le bassin. Durant cette phase, l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 81 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 58 l/s.

Lors de la période de transition d'automne, la surface pondérée utile (SPU) du brochet adulte est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Le cas du brochet est cependant particulier car la plupart du temps, les débits des années sèches majorent l'habitabilité de la station tandis que les débits des années humides sont moins favorables. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU est de 73 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 154 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU est alors de 52 m<sup>2</sup> (correspondant à un débit de 1125 l/s).

La période de transition de printemps présente des SPU augmentant jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du brochet adulte passer de 71 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 221 l/s) en juin d'une année sèche à 78 m<sup>2</sup> en juillet (pour 96 l/s). Dans le cas d'une année humide, la diminution de débit entraîne une augmentation de SPU passant de 55 m<sup>2</sup> à 69 m<sup>2</sup> pour des débits de 741 l/s à 330 l/s. L'augmentation de SPU et de débit observé lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux.

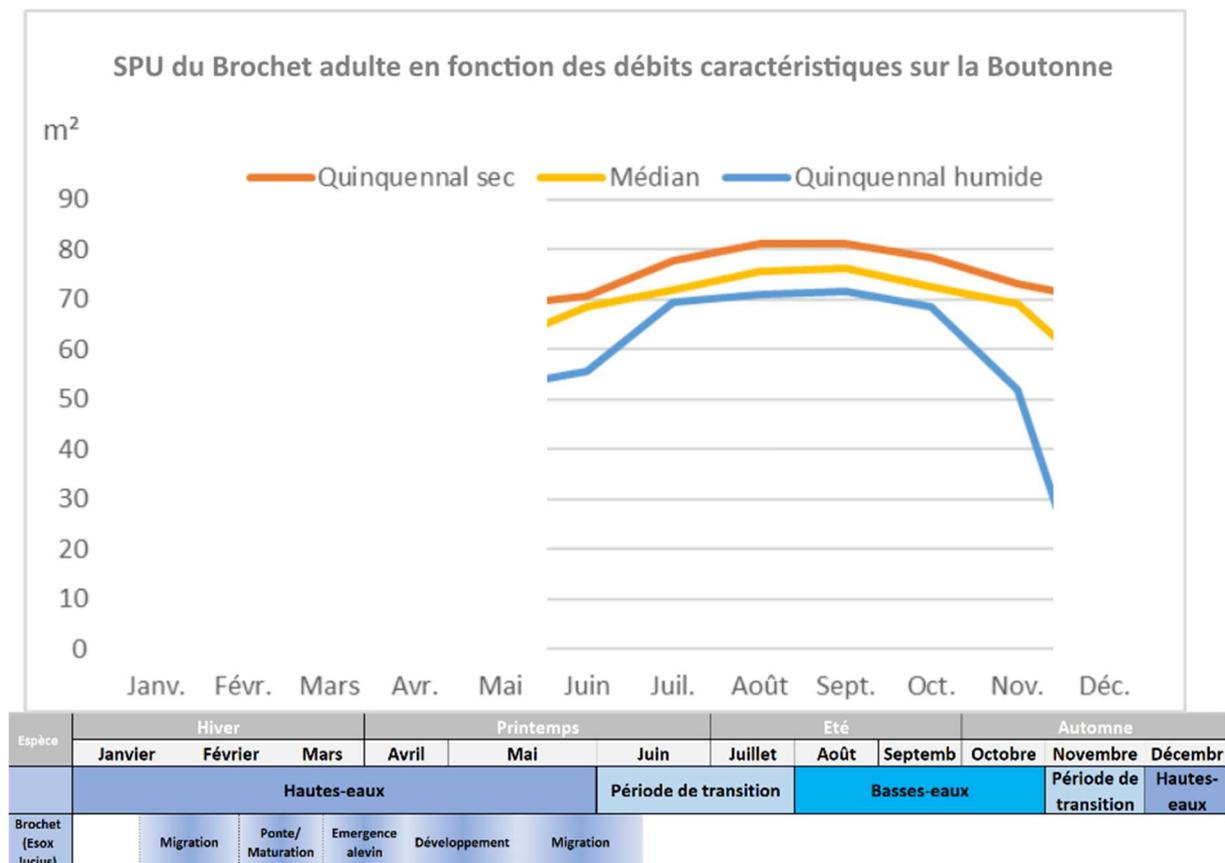


Figure 25 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du brochet, calendrier biologique et hydrologique

Pour le chabot adulte, la période basses-eaux représente des enjeux de mobilité sur le bassin. Durant cette phase, l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 3 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 58 l/s.

Lors de la période de transition d'automne, la surface pondérée utile (SPU) du chabot adulte est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU est de 4.5 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 154 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU est alors de 6 m<sup>2</sup> (correspondant à un débit de 1125 l/s).

La période de transition de printemps présente des SPU évoluant jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du chabot adulte passer de 5 m<sup>2</sup> environ pour un débit de 221 l/s en juin d'une année sèche à 4 m<sup>2</sup> en juillet de cette même année pour 96 l/s. Dans le cas d'une année humide, la diminution de débit entraîne une baisse de SPU passant de 6 m<sup>2</sup> à 5 m<sup>2</sup> pour des débits de 741 l/s à 330 l/s.

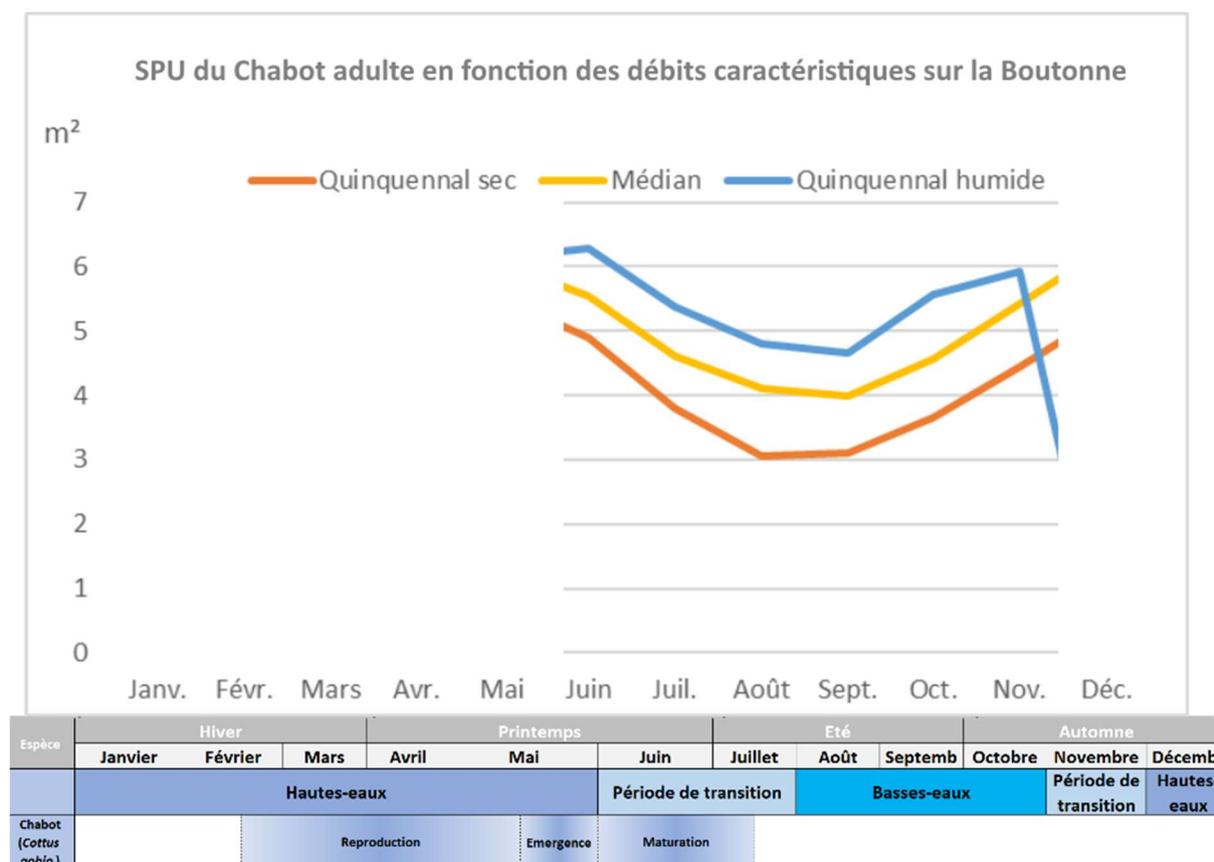


Figure 26 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique

Pour le vairon adulte, la période basses-eaux représente des enjeux de mobilité sur le bassin et c'est durant cette phase que l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 169 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 58 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 173 m<sup>2</sup> de surface pondérée utile.

Lors de la période de transition automne hiver aux débits augmentant, la surface pondérée utile (SPU) du vairon adulte est peu variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU est de 222 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 154 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU est alors de 336 m<sup>2</sup> (correspondant à un débit de 1125 l/s). La SPU au stade juvénile est de 189 m<sup>2</sup> en novembre lors d'une année sèche contre une SPU aux environs de 178 m<sup>2</sup> en année humide.

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes ou montantes suivant l'année considérée pour l'adulte jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du viron adulte passer de 244 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 221 l/s) en juin d'une année sèche à 196 m<sup>2</sup> en juillet (pour 96 l/s). Dans le cas d'une année humide, la tendance est identique avec des SPU passant de plus de 330 m<sup>2</sup> à 276 m<sup>2</sup> pour des débits de 741 l/s à 330 l/s. La baisse de SPU et de débit observé lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux. Pour le juvénile, la SPU évolue de 196 m<sup>2</sup> à 183 m<sup>2</sup> pour une année sèche et de 194 m<sup>2</sup> à 205 m<sup>2</sup> pour une année humide où la tendance s'inverse.

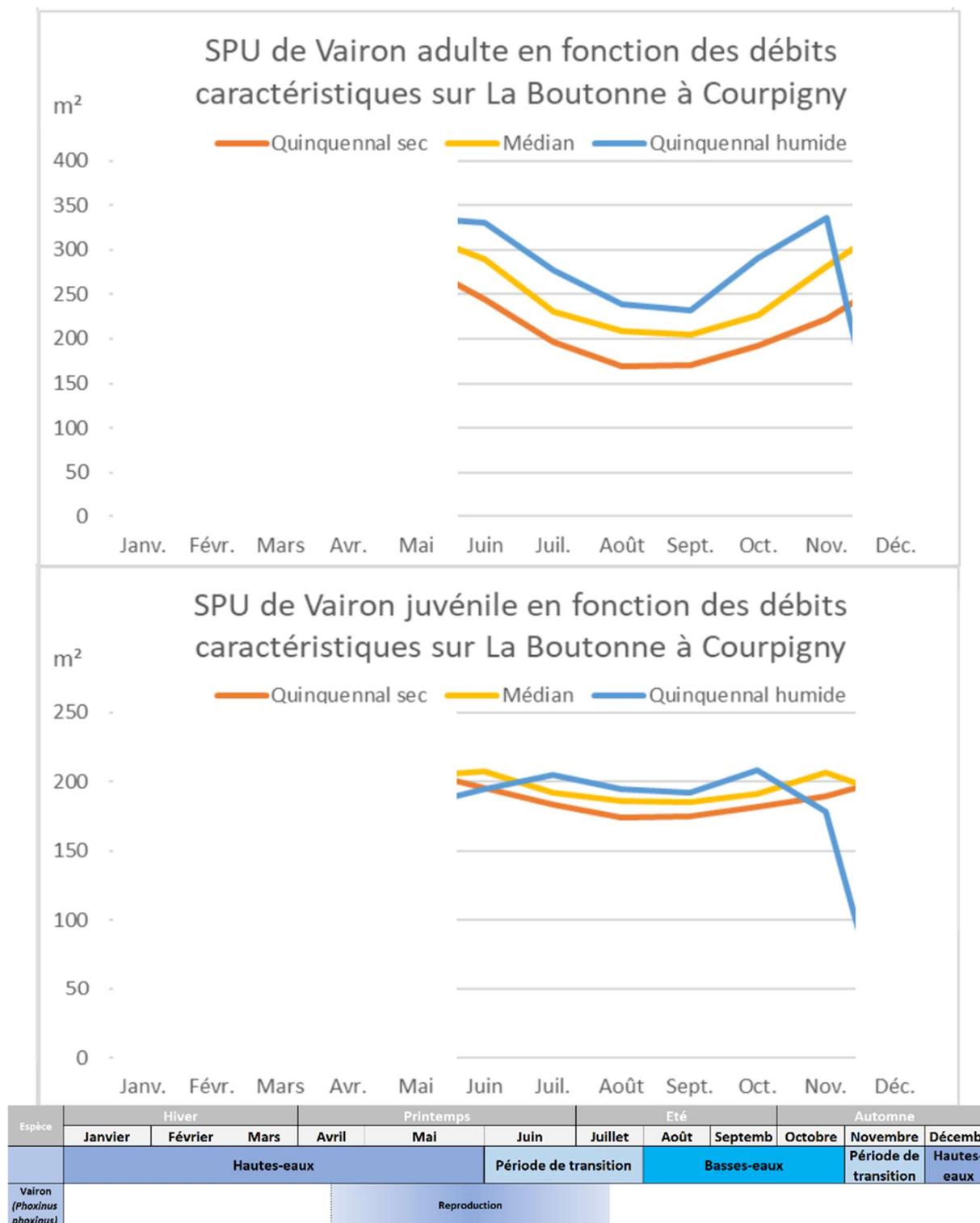


Figure 27: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique

Pour la vandoise adulte, la période basses-eaux représente la période durant laquelle a lieu sa reproduction et c'est durant cette phase que l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 60 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 58 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 3 m<sup>2</sup> de surface pondérée utile.

Lors de la période de transition automne hiver aux débits augmentant, la surface pondérée utile (SPU) de la vandoise adulte est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU est de 79 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 154 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU est de 124 m<sup>2</sup> (correspondant à un débit de 1125 l/s). La SPU au stade juvénile est de 11 m<sup>2</sup> en novembre lors d'une année sèche contre une SPU aux environs de 116 m<sup>2</sup> en année humide.

La période de transition à débits descendant hiver printemps présente des SPU descendantes pour l'adulte jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la vandoise adulte passer de 86 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 221 l/s) en juin d'une année sèche à 71 m<sup>2</sup> en juillet (pour 96 l/s). Dans le cas d'une année humide, la tendance est la même avec des SPU passant de plus de 119 m<sup>2</sup> à 97 m<sup>2</sup> pour des débits de 741 l/s à 330 l/s. La baisse de SPU et de débit observé lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux. Pour le juvénile, la SPU évolue de 19 m<sup>2</sup> à 10 m<sup>2</sup> pour une année sèche et de 77 m<sup>2</sup> à 32 m<sup>2</sup> pour une année humide.

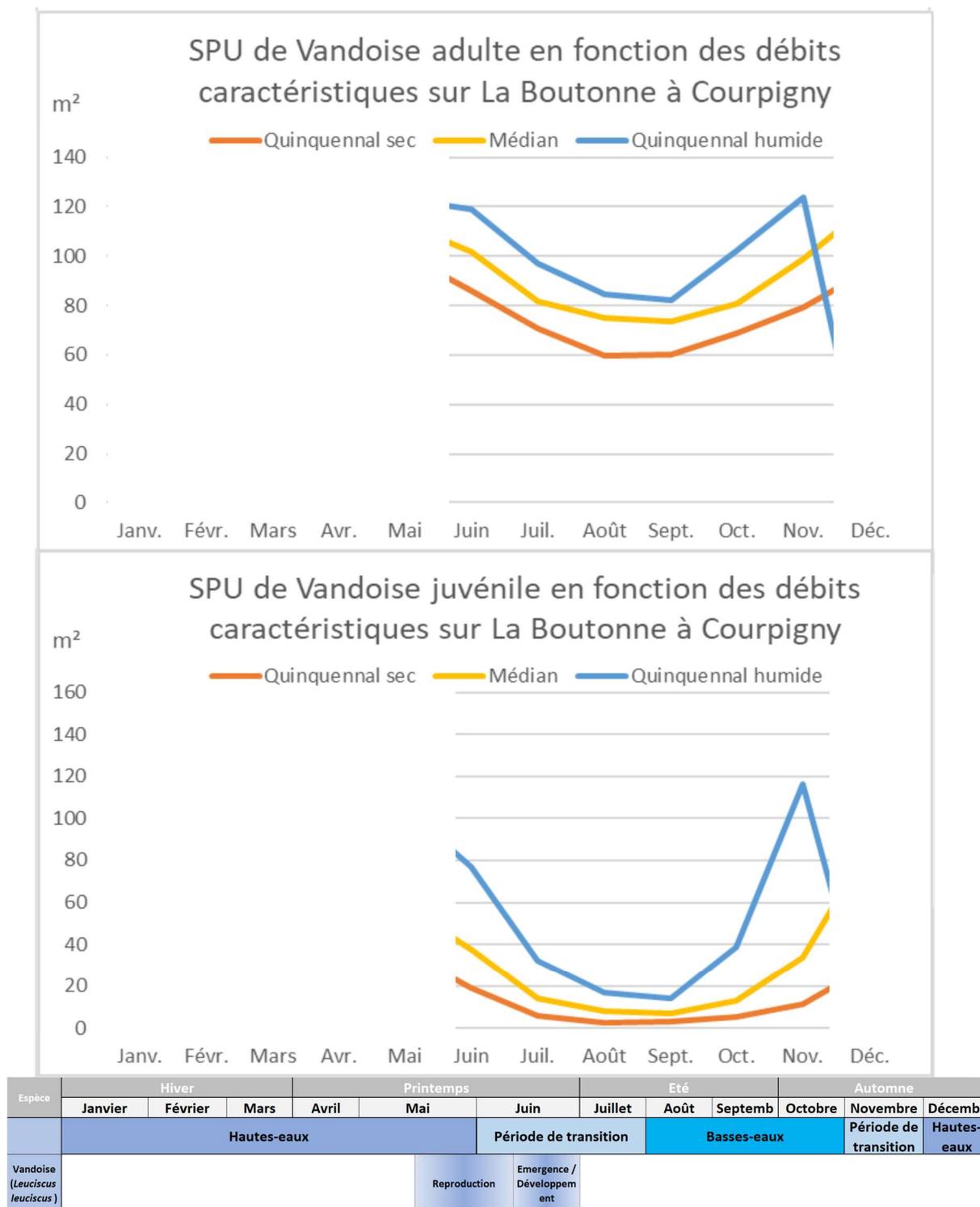


Figure 28: Evolution des surfaces pondérées utiles de la vandoise suivant le cycle annuel et calendrier biologique

#### 4.5.1 Synthèse

Les valeurs de référence 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 100 l/s, bornée par le débit le plus bas (10 l/s) et le débit classé 75 % (170 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 (180 l/s et 500 l/s) ;

-pour la période de hautes-eaux, la valeur de référence est l'optimum de débit biologique (700 l/s) comparée à une gamme de débit allant jusqu'au débit de débordement.

#### 4.6 Conclusion concernant les débits biologiques de la station de Courpigny (matrice)

Analyse piscicole					Qref								
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_ADU	Adulte	-83%	-73%	-52%	-34%	-17%	14	16%	31%	45%
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_JUY	Juvenile	-72%	-60%	-41%	-25%	-12%	72	10%	19%	28%
Principal	Habitat	Brochet	BRS_ADU	Adulte	-16%	-2%	5%	5%	3%	77	-2%	-4%	-6%
Principal	Habitat	Chabot	CHA_ADU	Adulte	-76%	-59%	-35%	-19%	-8%	4	7%	12%	16%
Principal	Habitat	Vandoise	YAN_ADU	Adulte	-67%	-51%	-29%	-15%	-6%	72	5%	9%	12%
Principal	Habitat	Vandoise	YAN_JUY	Juvenile	-97%	-92%	-76%	-52%	-27%	6	28%	58%	91%
Principal	Habitat	Vandoise	YAN_FRY	Alevin	-53%	-41%	-26%	-15%	-7%	52	8%	15%	24%
Principal	Habitat	Vairon	YAS_ADU	Adulte	-59%	-44%	-25%	-14%	-6%	199	5%	9%	13%
Principal	Habitat	Vairon	YAS_JUY	Juvenile	-38%	-24%	-11%	-5%	-2%	184	1%	3%	4%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			-100%	-100%	-100%	-99%	-97%	12	-94%	-91%	-89%
Principal	Surface mouillée				-39%	-26%	-15%	-9%	-3%	268	3%	6%	8%
Complémentaire	Circulation au	Gros			non	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui
		Petits			non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
<b>Synthèse indicateurs principaux</b>													
Habitat	SPU												
Habitat	Habitats rapides												
Habitat	Surface mouillée												
Habitat	Connectivité	Longitudinale											
Résultat													

Figure 29 : Matrice période de basses-eaux

La valeur de 100 l/s a été retenue comme conditionnant la circulation des plus gros individus. Cependant, en étiage sévère cette condition semble difficile à respecter en tête de bassin versant. Les plus gros individus soit sont descendus en aval dans des milieux plus propices soit restent cantonnés dans des fosses propices. En revanche la continuité des individus les plus petits (truitelles et vairons) doit absolument être préservée. Le débit minimum pour la continuité est donc de 20L/s en étiage.

Le critère d'habitat piscicole montre que le débit de 100L/s se situe dans un domaine de forte sensibilité des résultats pour la plupart des stades et des espèces sauf pour le brochet. Le facteur conditionnant la meilleure exploitation possible du milieu est donc l'hydrologie. Il est donc proposé de ne pas descendre en dessous des valeurs mensuelles quinquennales sèches naturelles évaluées à environ 80L/s (cf. tranche ferme) et si possible de tendre vers le débit médian observé sur cette période sensible estivale soit environ 120 L/s sur ces mêmes mois d'Aout à septembre.

Analyse piscicole					Qref							
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0.18	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_ADU	Adulte	-39%	-34%	-22%	-11%	0%	11%	23%	35%
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_JUV	Juvenile	-23%	-19%	-11%	-5%	0%	3%	6%	8%
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_ALE	Alevin	-34%	-29%	-17%	-7%	0%	6%	10%	14%
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_FRA	Frai	-65%	-58%	-39%	-19%	0%	16%	30%	40%
Principal	Habitat	Brochet	BRS_ADU	Adulte	4%	3%	1%	1%	0%	-2%	-4%	-7%
Principal	Habitat	Chabot	CHA_ADU	Adulte	-15%	-12%	-7%	-3%	0%	3%	6%	8%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_ADU	Adulte	-17%	-15%	-10%	-5%	0%	4%	8%	11%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_JUV	Juvenile	-59%	-52%	-35%	-17%	0%	17%	33%	49%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_FRY	Alevin	-38%	-33%	-22%	-11%	0%	10%	18%	26%
Principal	Habitat	Vairon	VAS_ADU	Adulte	-18%	-16%	-10%	-5%	0%	4%	8%	10%
Principal	Habitat	Vairon	VAS_JUV	Juvenile	-7%	-6%	-4%	-2%	0%	1%	1%	0%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			37.28	46.26	76.22	100.87	123.25	150.43	177.45	198.94
Principal	Surface mouillée				298.16	305.08	321.36	336.12	349.16	358.40	364.36	369.16
Complémentaire	Circulation au niveau des	Gros poissons			oui							
		Petits poissons			oui							
<b>Synthèse indicateurs: principaux</b>												
Habitat	SPU											
Habitat	Habitats rapides											
Habitat	Surface mouillée											
Habitat	Connectivité	Longitudinale										
Résultat												

Figure 30 : Matrice des périodes de transition

En période de transition, tous les indicateurs sont stables et remplissent les conditions de vie des espèces. Cette période est importante pour la fraie des truites. En deçà de 300L/s, la perte d'habitat dépasse le plus souvent 10%

Nous proposons donc de retenir une plage de minimum 300 l/s à 500 l/s, centrée sur la valeur de 350 l/s.

Analyse piscicole					Qref						
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0.55	0.7	0.9	1	1.5	2	2.5
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			-14%	251	13%	18%	38%	49%	58%
Principal	Surface mouillée				-2%	383	3%	5%	13%	16%	18%
Complémentaire	Circulation au	Gros			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
		Petits			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux											
Habitat	SPU										
Habitat	Habitats rapides										
Habitat	Surface mouillée										
Habitat	Connectivité	Longitudinale									
Résultat											

Figure 31 : Matrice de la période de hautes-eaux.

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

Rappelons que pour chasser les limons, la valeur plancher de 25 l/s a été proposée. L'entretien hydromorphologique du lit et des faciès nécessite des débits beaucoup plus importants.

Nous proposons donc de retenir une plage entre 700 l/s optimum de l'habitat, à 2500 l/s débit de débordement potentiellement favorable à la mise en eau de frayère à brochet.

## 5 ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA BOUTONNE A PETIT GENOUILLE

### 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 Petit Genouillé est située sur la Boutonne en amont de Saint-Jean-d'Angély, au niveau de la commune de Breuil-sur-Chizé.

Elle s'étend sur environ 125 m de long dans un secteur assez rectiligne. On note la présence d'une passerelle en partie médiane de la station.

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



Figure 32 : Position des transects de mesure de la station de Petit Genouillé

#### Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées lors d'une venue sur site le 29/10/2021 avec 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 ;
- 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 le profileur de courant à effet doppler.

Le débit le jour des mesures a été mesuré au transect 6, aboutissant à une valeur moyenne de 680 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.

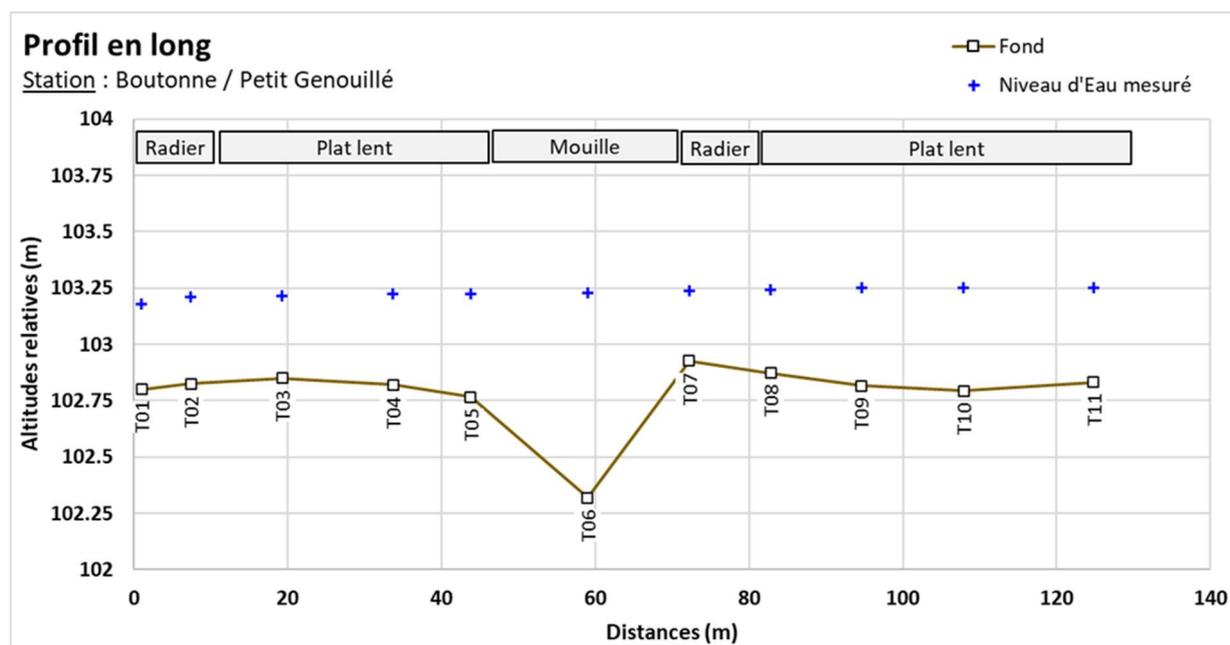
L'amont de la station entre T11 et T07 correspond à un plat lent présentant localement quelques caractéristiques de petite mouille. En T07 on observe un effet de radier, qui correspond au radier de la passerelle piétonne. S'ensuit une fosse assez marquée en T06, le lit s'élargissant légèrement également. Le fond remonde ensuite, le faciès d'écoulement reprend un profil de plat lent de T05 à T03. L'aval de la station présente enfin un faciès légèrement plus accéléré avec un petit effet de seuil au niveau de T02, marqué par un rétrécissement en largeur du cours d'eau. En T01 on constate une petite annexe latérale en rive droite sous la forme d'une poche excentrée de l'axe principal d'écoulement.

La station montre des profils en travers relativement uniformes en chaque transect.

- **Type de berges**

Les berges sont globalement verticales et végétalisées. Elles peuvent s'élever de 1 à 1,5 m au-dessus du niveau d'eau en étiage. Localement, elles apparaissent moins pentues, notamment en rive droite à partir du T03 où l'on observe une première élévation de berge conduisant à une petite terrasse pouvant rapidement se mettre en eau, puis la berge assez verticale ensuite.

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.

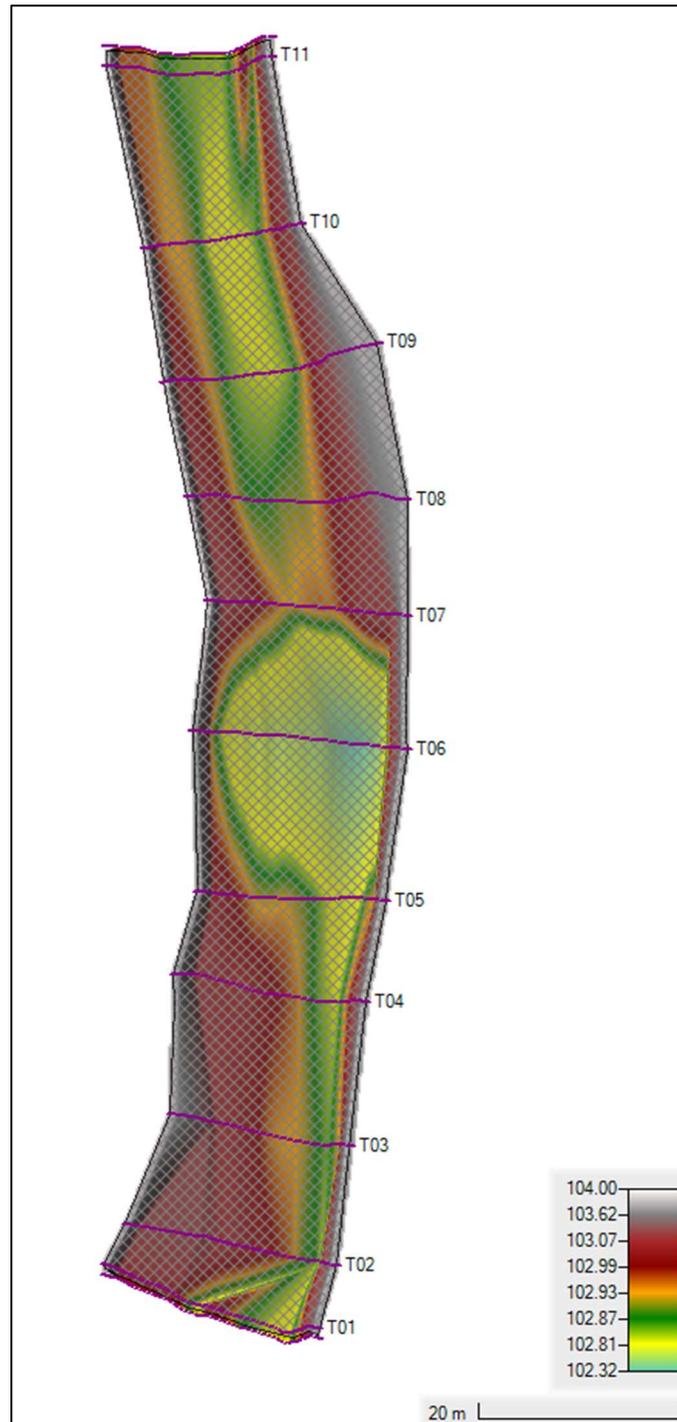


Figure 33 : Maillage de calcul et topographie de la station de Petit Genouillé - Boutonne

#### Calage du modèle

Le calage du modèle se base sur les relevés de niveaux des eaux moyennes faits lors de la venue sur site. Pour rappel, le débit associé est évalué à 680 l/s.

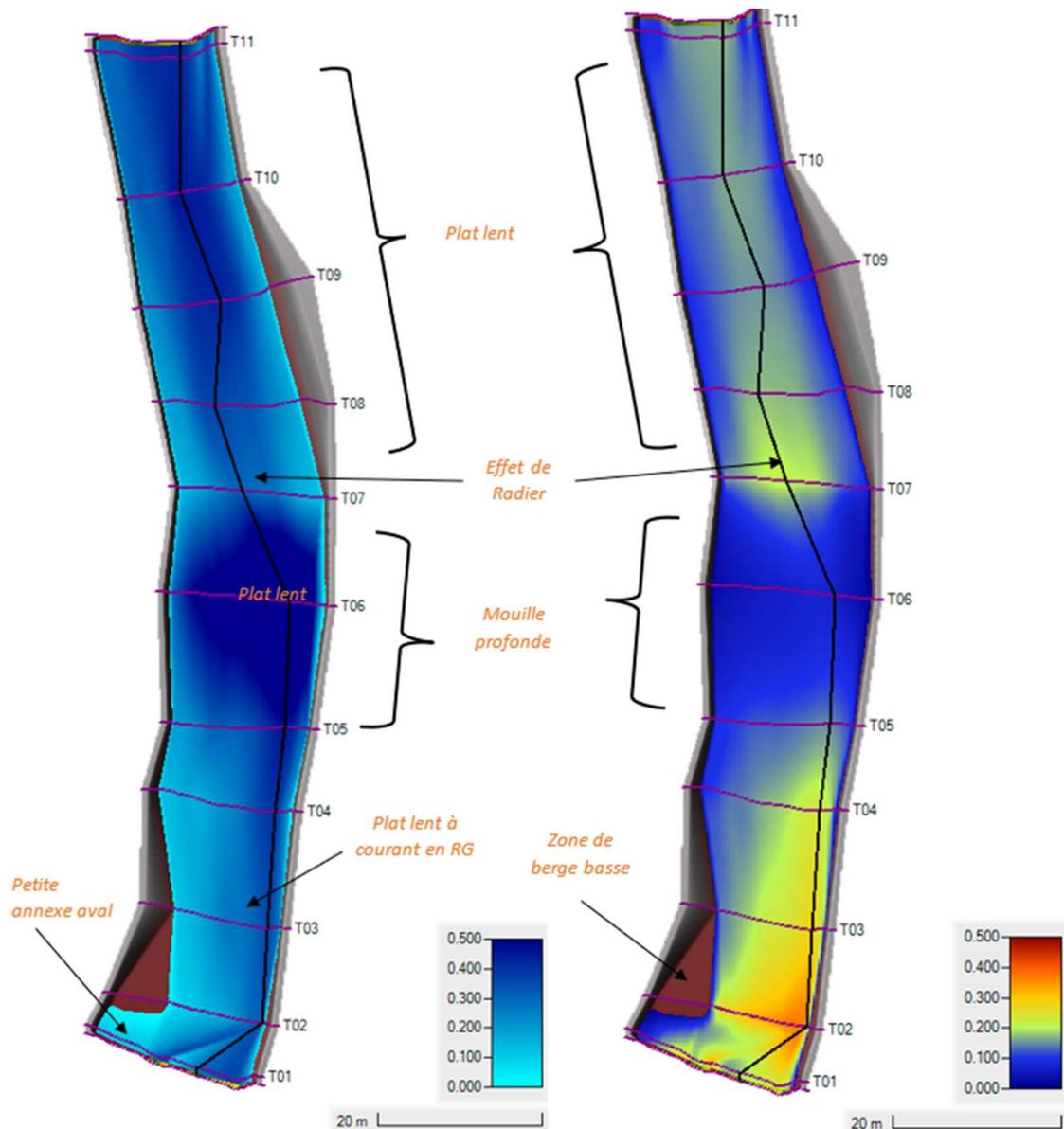


Figure 34 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre)

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.

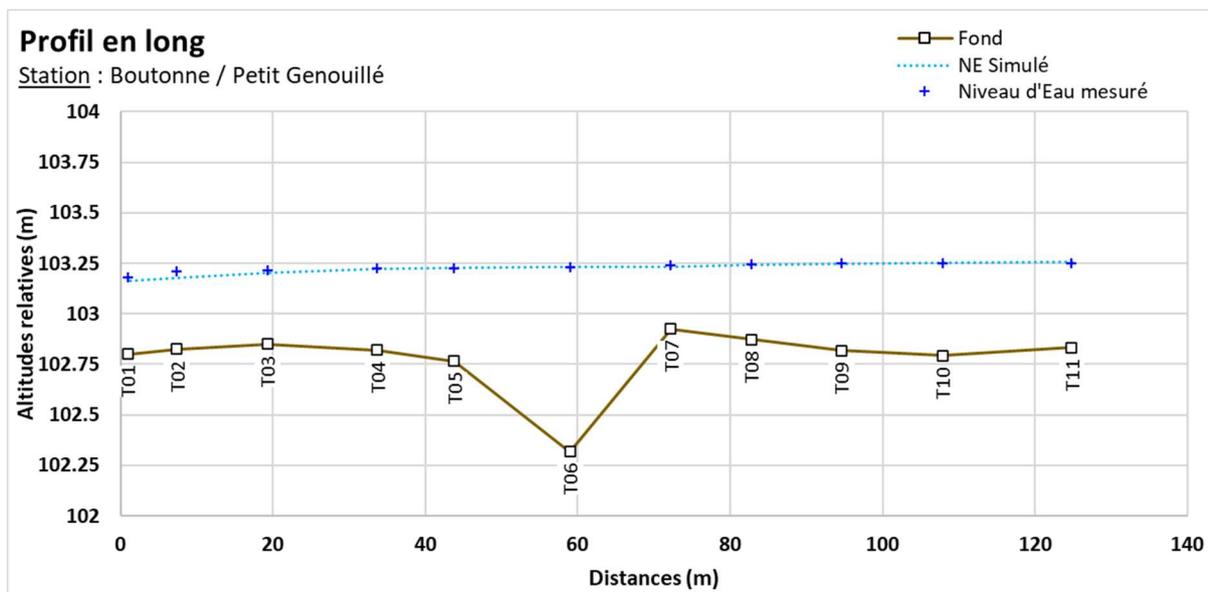


Figure 35 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré

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 5.5 m³/s. Cette gamme permet ainsi de modéliser des débits d'étiage au débit de débordement. Au-delà, le calcul est arrêté.

#### 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 issues des simulations IRSTEA : 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 445 L/s et le module plutôt de 4 770 L/s.

Débit représenté	Equivalent sur la station (en l/s)
QMNA5 minimum	19
QMNA5 moyen	193
50% du module	1888
Module max	3777

<b>Débit de débordement</b>	5500
-----------------------------	------

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

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. Le lit se remplit progressivement jusqu'à son débordement à 5 500 l/s environ. Au-delà de cette valeur, le calcul est arrêté.

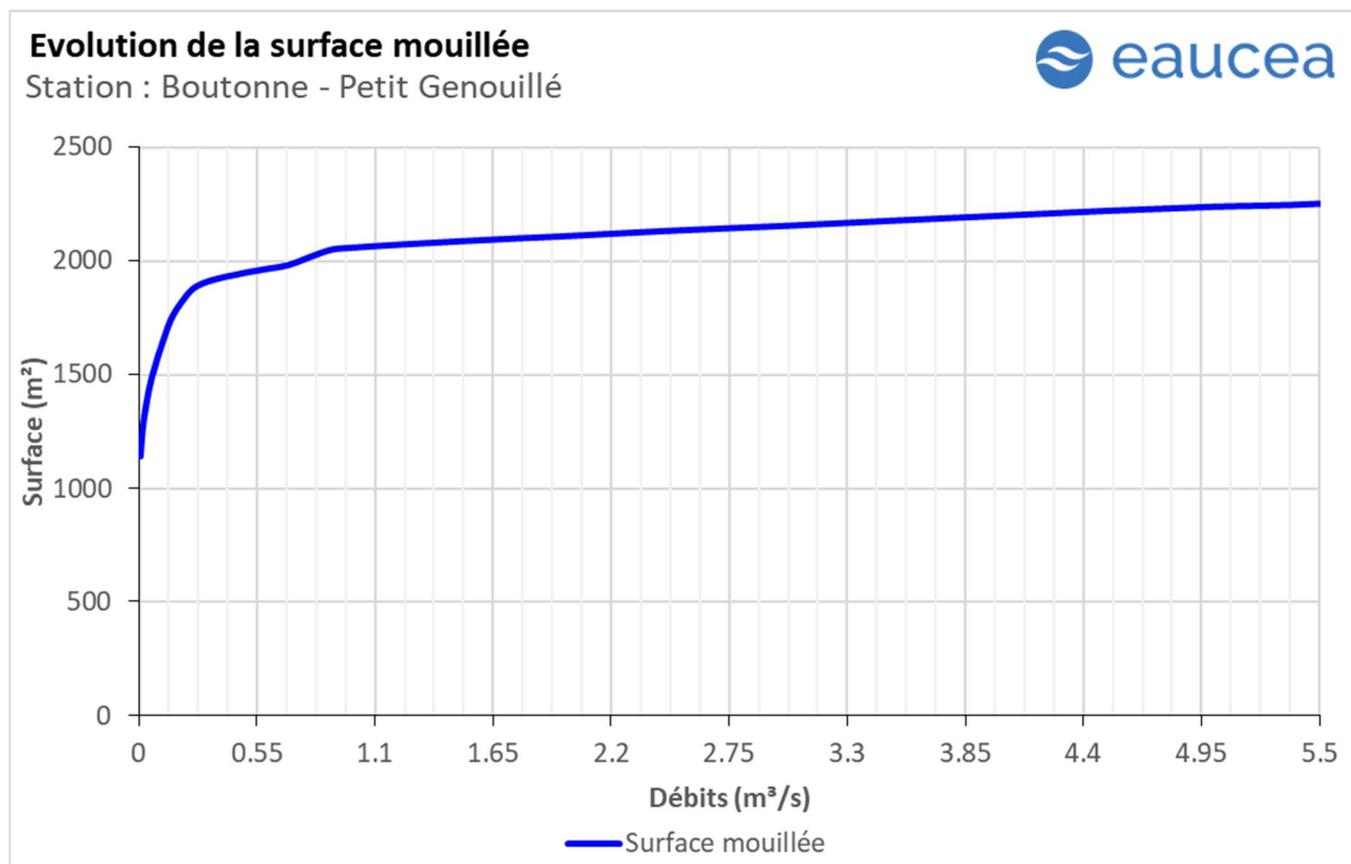


Figure 36: Evolution de la surface mouillée sur la station de Petit Genouillé

### 5.2.2 Granulométrie de la station

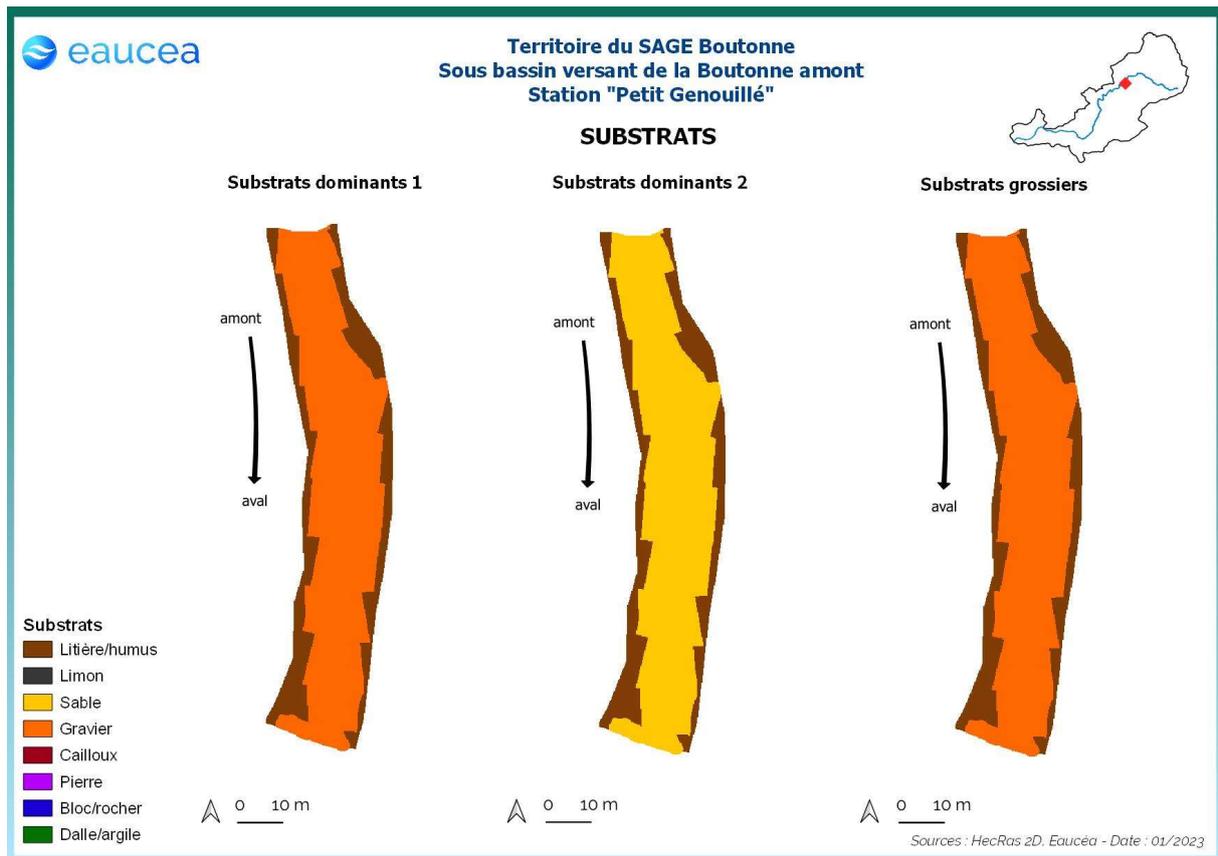


Figure 37: Carte des substrats sur la station de Petit Genouillé

La station présente des substrats dominés par la litière aux abords des berges et par le sable et le gravier en milieu de lit. Le lit comporte également quelques patches de végétations aquatiques mais ils ne peuvent être représentés dans le modèle.

5.2.3 Profondeur

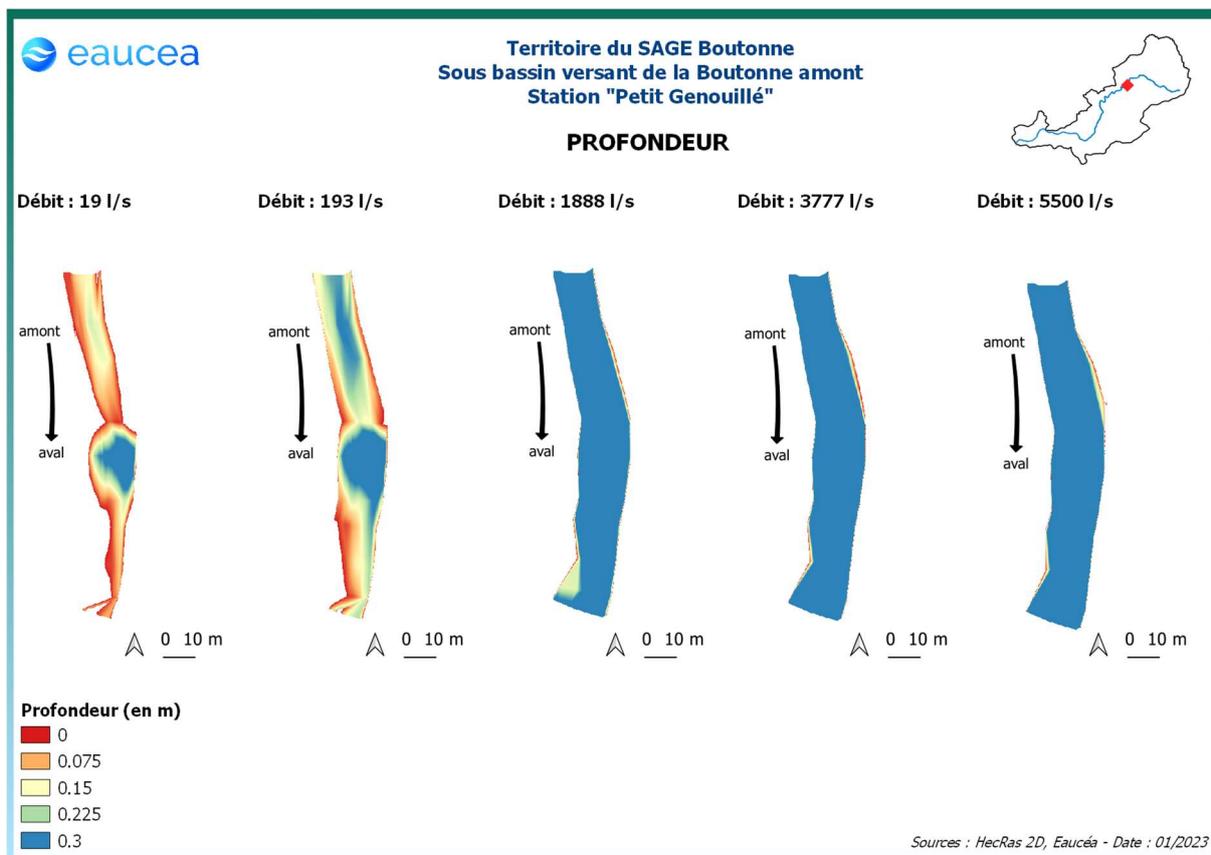


Figure 38: Evolution des profondeurs sur la station de Petit Genouillé

La Boutonne présente des hauteurs d'eau modérées. Le secteur le plus profond se trouve en position centrale de la station avec une zone de fond assez circulaire. A mesure que le débit augmente, la station se remplit assez rapidement et les profondeurs se lissent assez rapidement après 200 l/s environ.

5.2.4 Vitesse d'écoulement

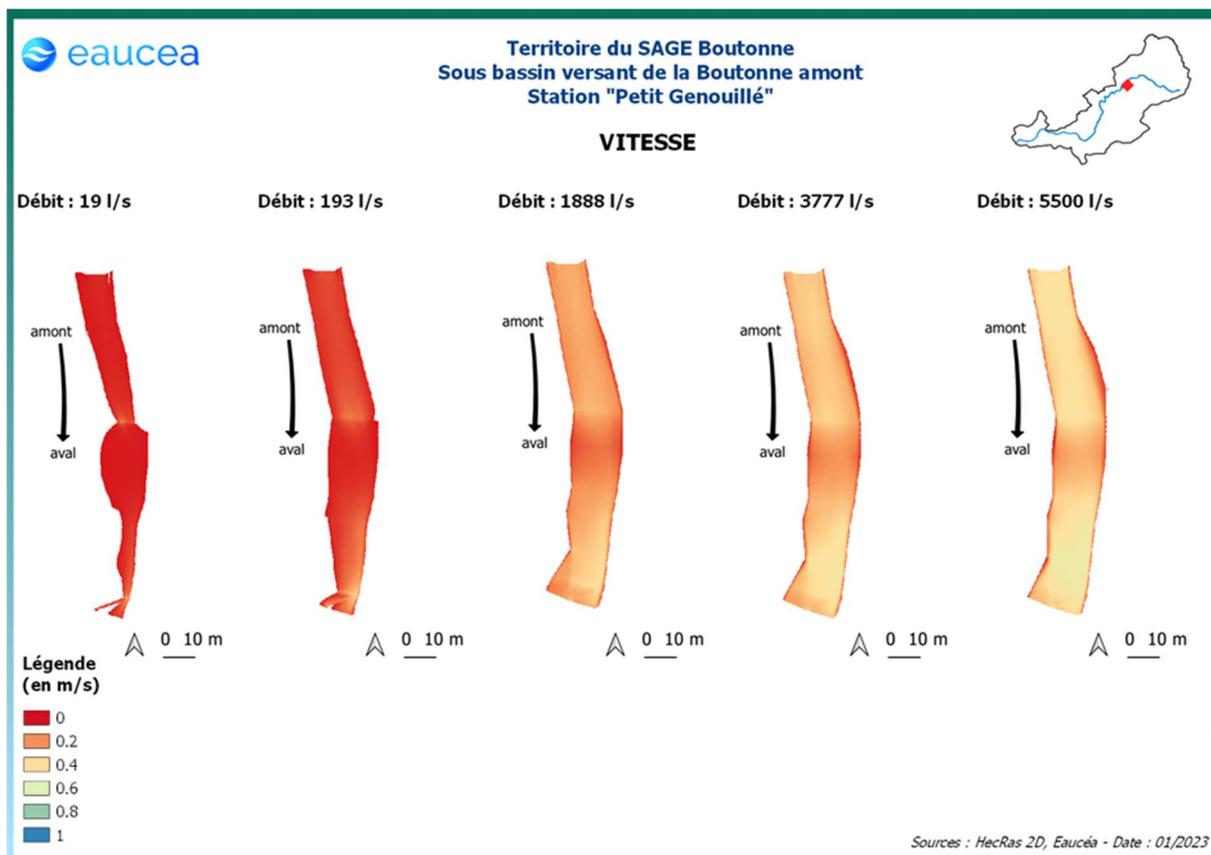


Figure 39: Evolution des vitesses d'écoulements sur la station de Petit Genouillé

La station de Petit Genouillé, 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 qui ne dépasse pas 40 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 dans une moindre mesure le vairon. La valeur repère de 25 cm/s est justifiée dans le rapport méthodologique.

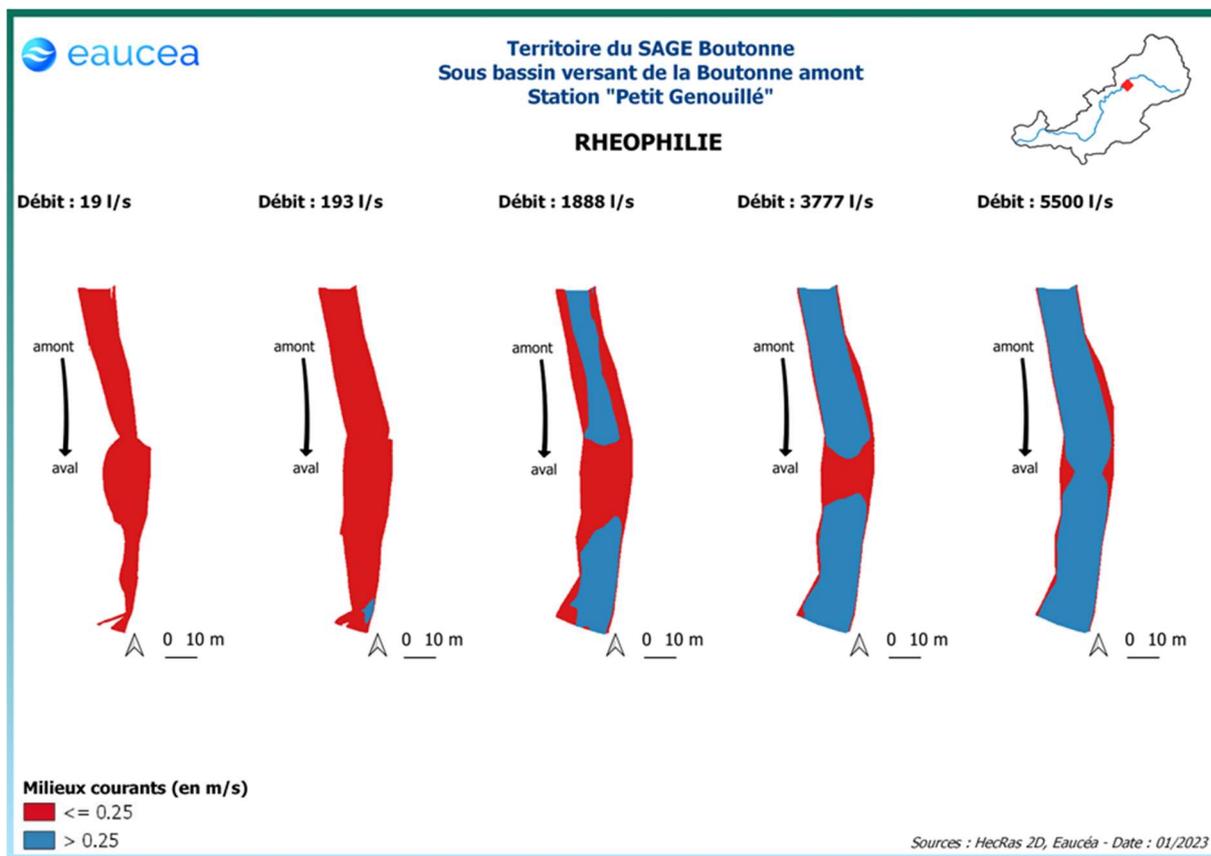
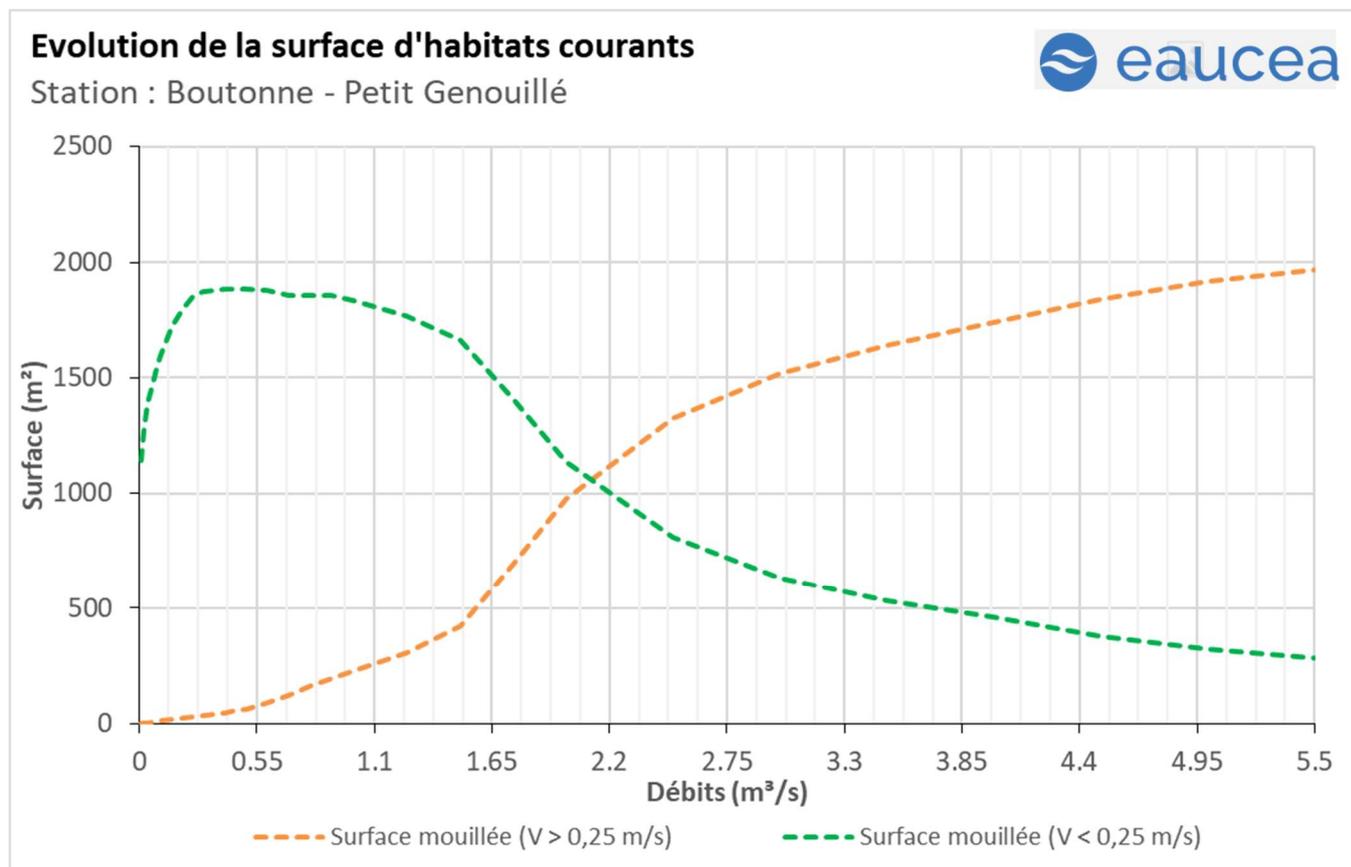


Figure 40: Carte des habitats courants sur la station de Petit Genouillé

On peut noter ici que la quantité d’habitats rhéophiles sur la station est assez limitée sauf dans la zone aval de la station et dans un chenal de vitesse de l’amont de la station. A fort débit, la station offre des habitats lotiques nombreux. Ces habitats couvrent quasiment la totalité de la station que lorsque le débit est proche du débit de débordement.



Les courbes ci-dessus traduisent la présence d'une grande majorité d'habitat lentique sur la station à bas débits. La station est donc lentique en basses-eaux puis devient plus lotique à mesure que les débits augmentent créant de la diversité dans les écoulements.

Sur la base de ce critère, nous considérerons qu'un seuil garantissant environ 20% d'habitat rhéophile peut être retenu pour les périodes de transition et de hautes eaux, soit environ 1500L/s.

### 5.3 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  $\tau^*^2$  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.

<sup>2</sup> 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.

A Petit Genouillé, la mise en mouvement des particules fines se fait dès que le débit dépasse 19 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.

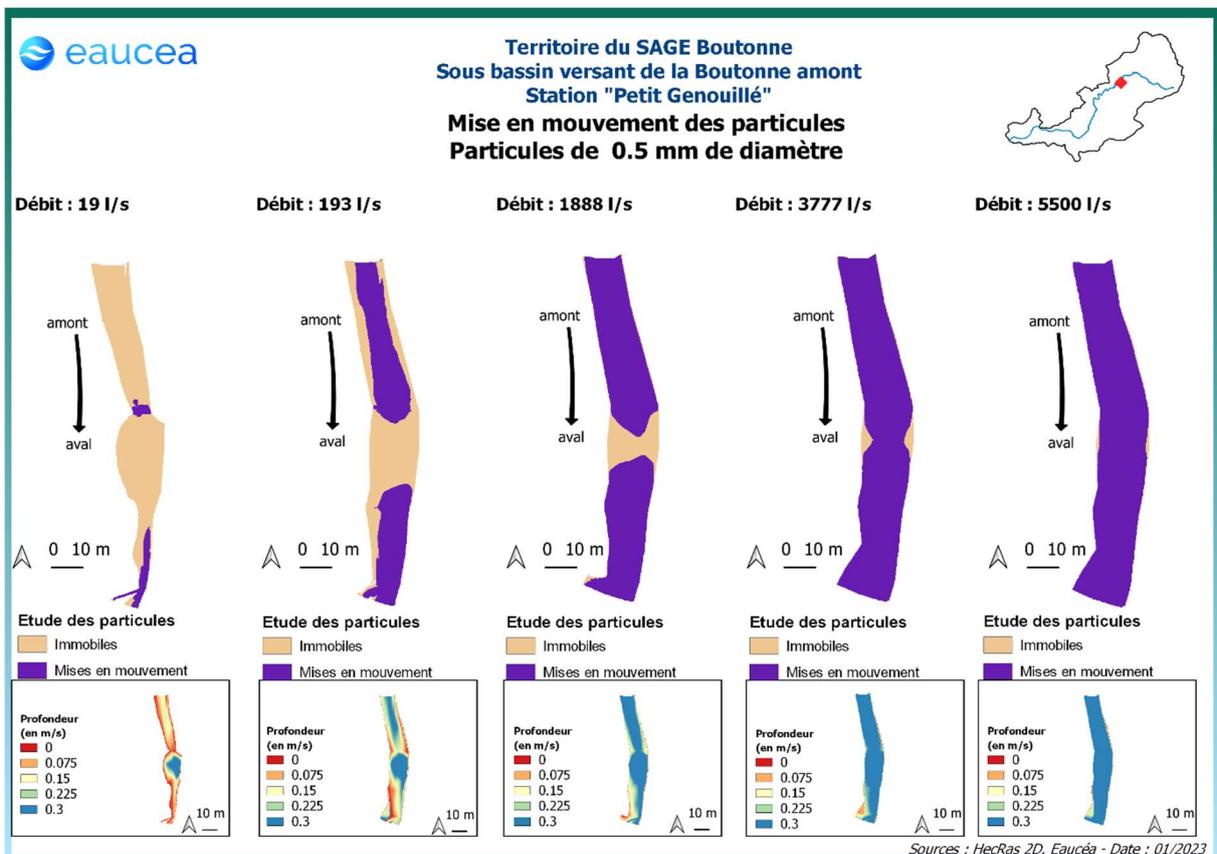
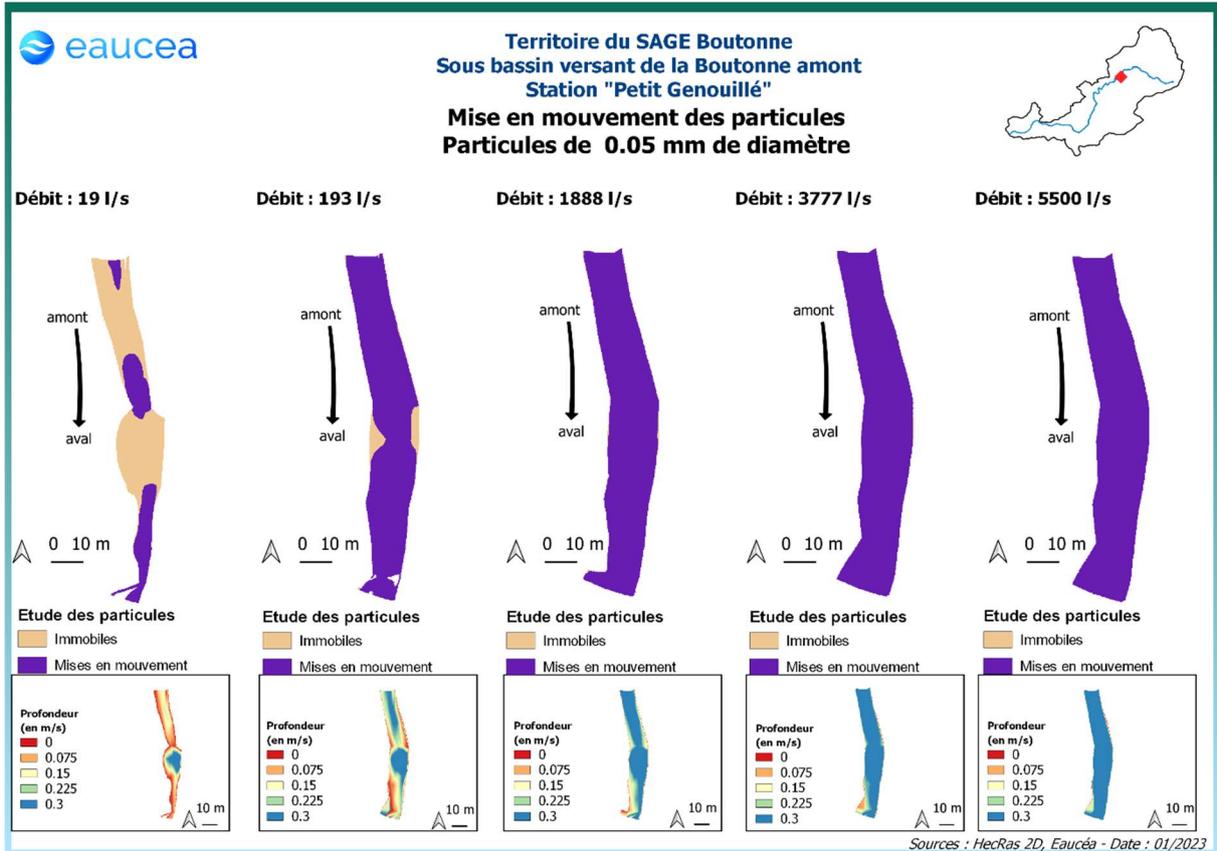


Figure 41 : Mise en mouvement des particules sur la station de Petit Genouillé

#### 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 la station est encore bonne pour les petites espèces à un débit de 40 l/s. Elle ne l'est plus pour 20 l/s.

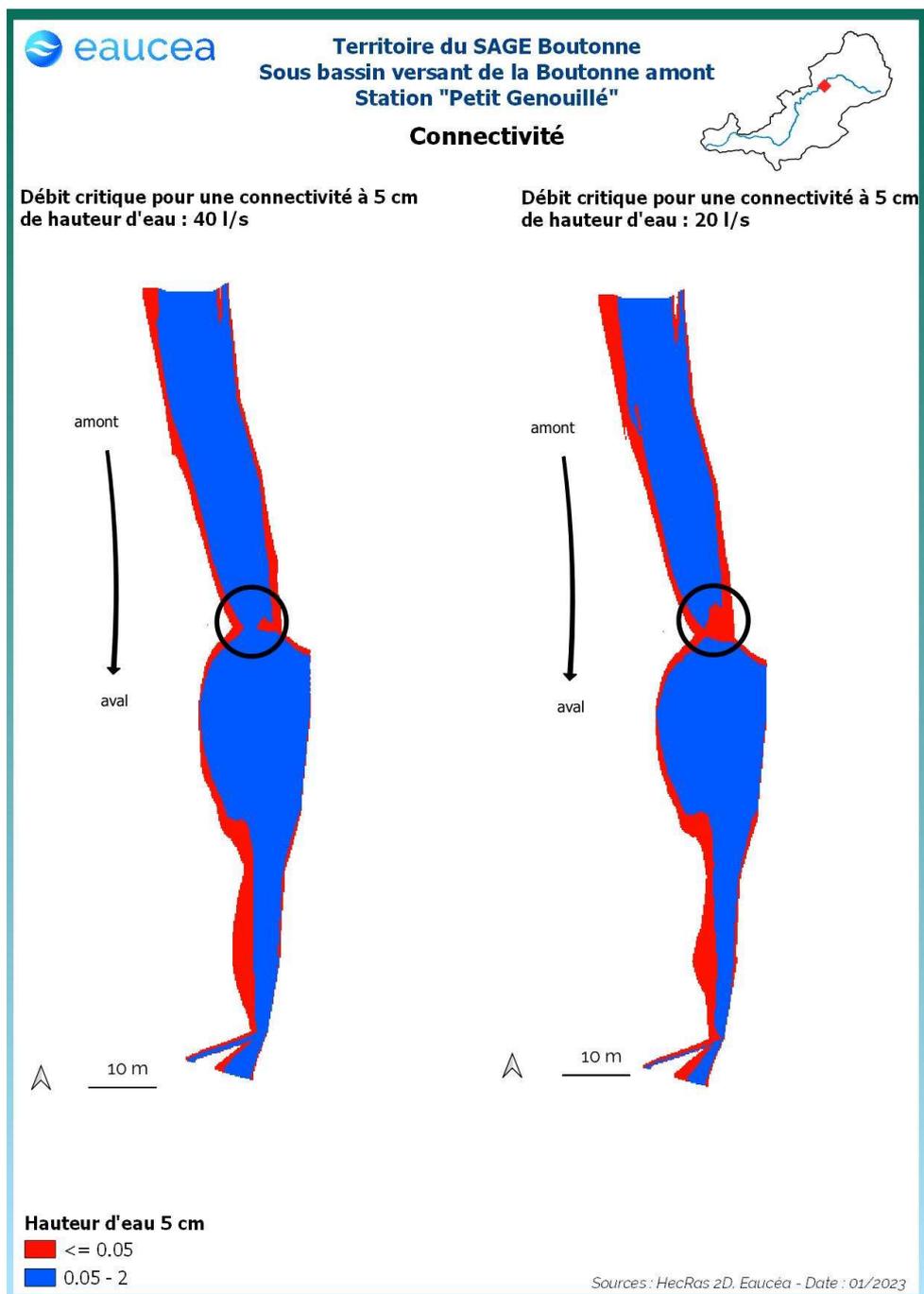


Figure 42: Connectivité de la station de Petit Genouillé avec un seuil à 5 cm de hauteur d'eau

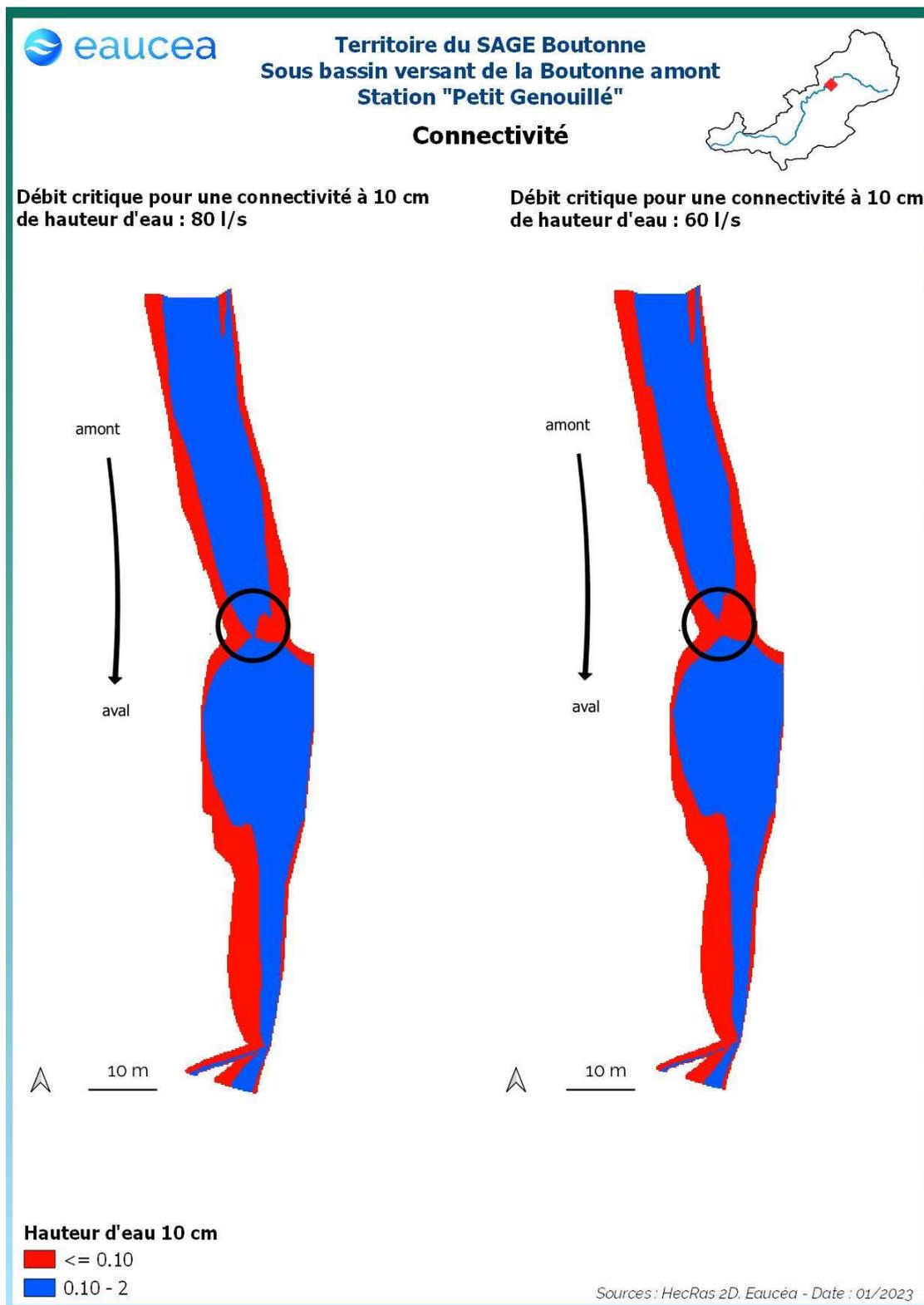


Figure 43: Connectivité de la station de Petit Genouillé pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau

La connectivité de la station sur la Boutonne est à peine assurée pour les grandes espèces à un débit de 80 l/s. Elle ne l'est plus à 60 l/s. **Nous retiendrons la valeur de 80L/s comme un minimum pour la connectivité.**

## 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.

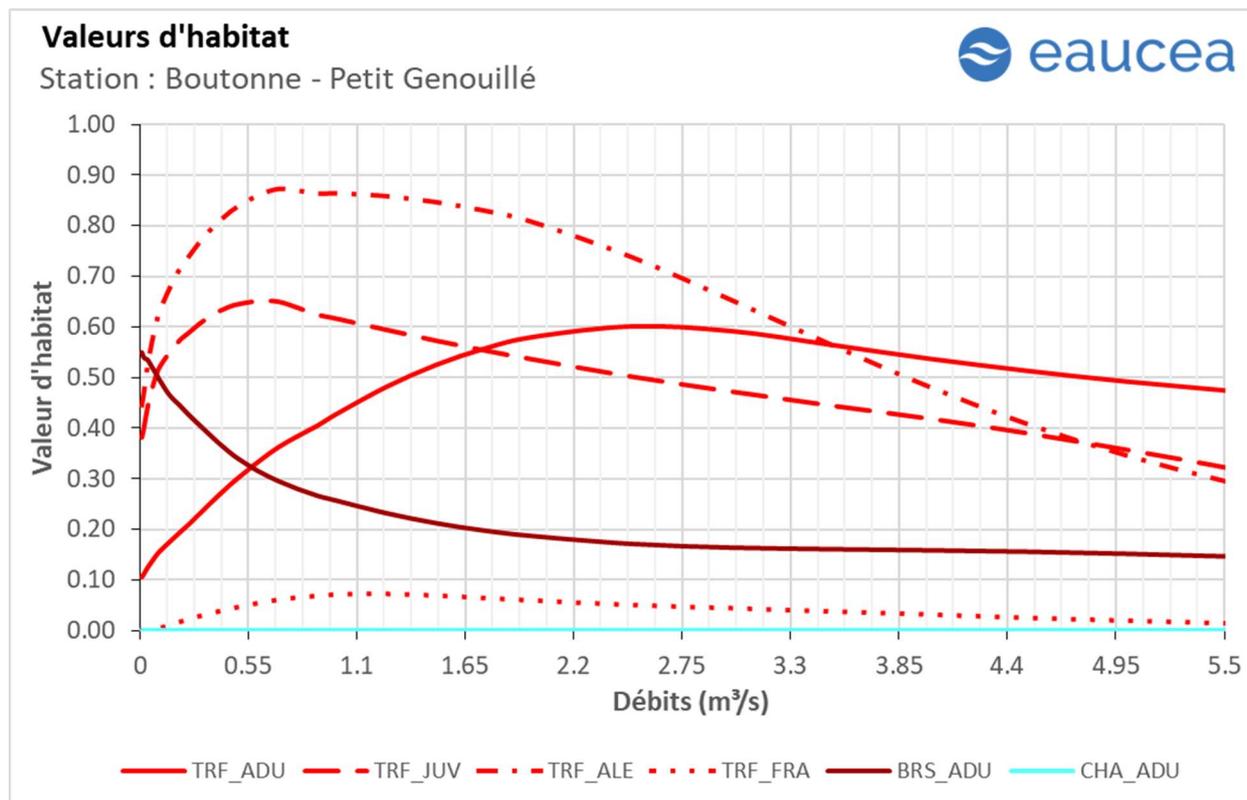


Figure 44: Valeur d'habitat sur la station de Petit Genouillé pour la truite fario, le brochet et le chabot

Les valeurs d'habitats pour la truite adulte augmentent avec le débit avec un maximum de presque 0.60 au débit de débordement, ce qui traduit un biotope très favorable à cette espèce lorsque la station se met en eau. Pour les autres stades, la valeur suit la même tendance que pour l'adulte et des maxima de 0.65 et 0.85 pour le juvénile et l'alevin respectivement, avec cependant une chute de la valeur d'habitat à des débits importants avec une influence de l'augmentation de la vitesse et des capacités natatoires limitées pour les juvéniles et les alevins. Les frayères présentent une valeur d'habitat très modérée avec un maximum à 0.07 environ à un débit de 1200 l/s.

Pour le brochet, la valeur d'habitat est maximale à bas débit sans excéder 0.55. Elle chute ensuite rapidement à mesure que le débit augmente et atteint 0.2 environ au débit de débordement.

Pour le chabot, la valeur d'habitat est nulle à tous les débits, la station n'est pas hospitalière pour l'espèce.

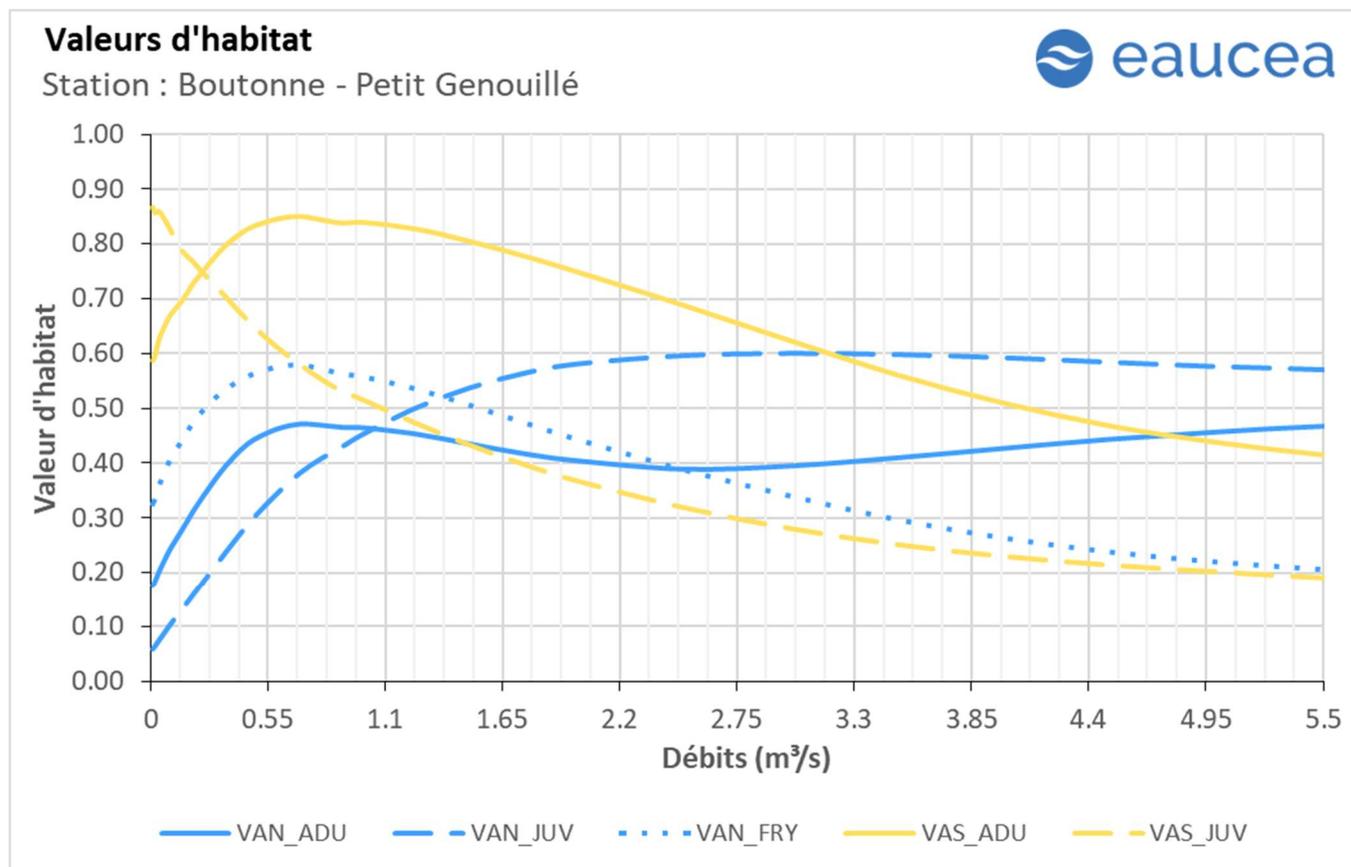


Figure 45 : Valeur d'habitat sur la station de Petit Genouillé pour la vandoise et le vairon

Concernant la vandoise, la valeur d'habitat de l'adulte augmente d'abord avec le débit pour atteindre un maximum aux environs de 700 l/s puis se stabilise à presque 0.4 aux débits plus importants. Pour le juvénile, la valeur d'habitat augmente avec le débit jusqu'à à 0.6. Pour l'alevin, la valeur augmente à bas débit avant un maximum à presque 0.6 avant de chuter à 0.4.

Le vairon adulte a une valeur d'habitat maximale de 0.85 à bas débit qui baisse ensuite, se stabilisant à 0.75. Le juvénile voit sa valeur d'habitat chuté à mesure que le débit augmente jusqu'aux environs de 0.45.

Les surfaces pondérées utiles suivent globalement la même évolution que la valeur d'habitat mais avec le bénéfice de l'augmentation de la surface mouillée. La station est très favorable aux vairons adultes et à la truite et inhospitalière pour le chabot.

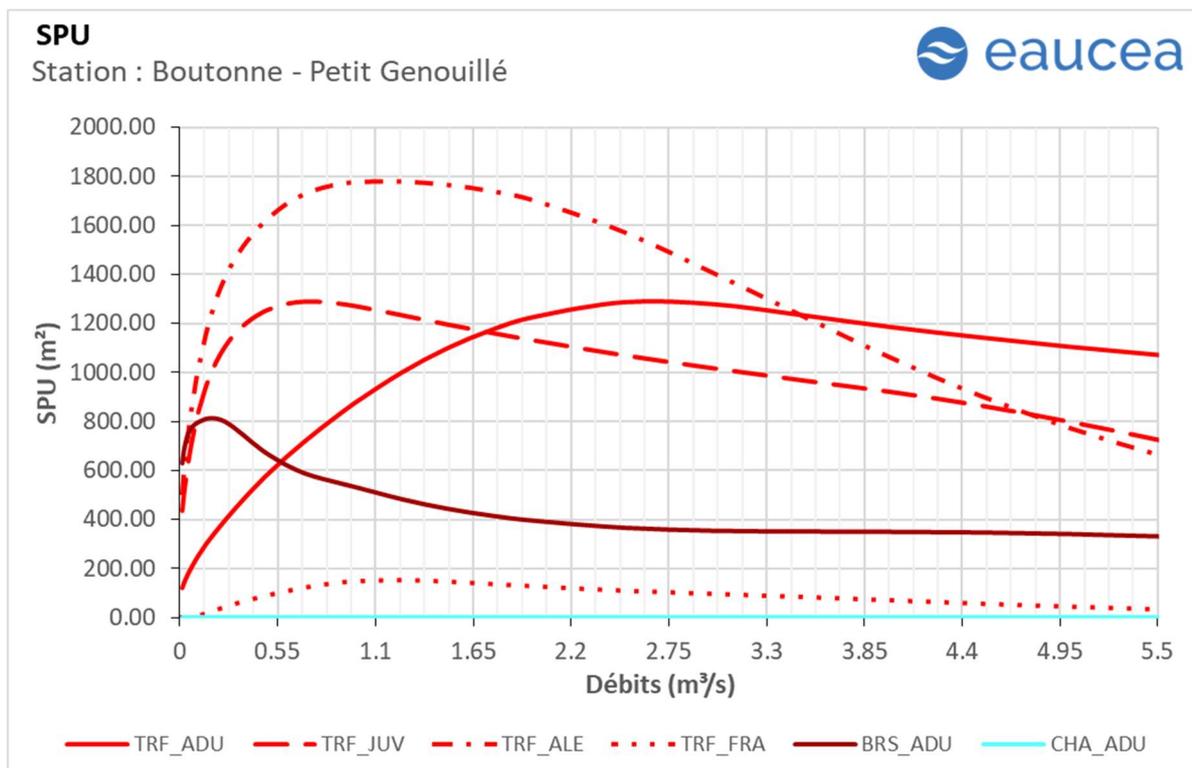


Figure 46: Surfaces pondérées utiles sur la station de Petit Genouillé pour la truite, le brochet et le chabot.

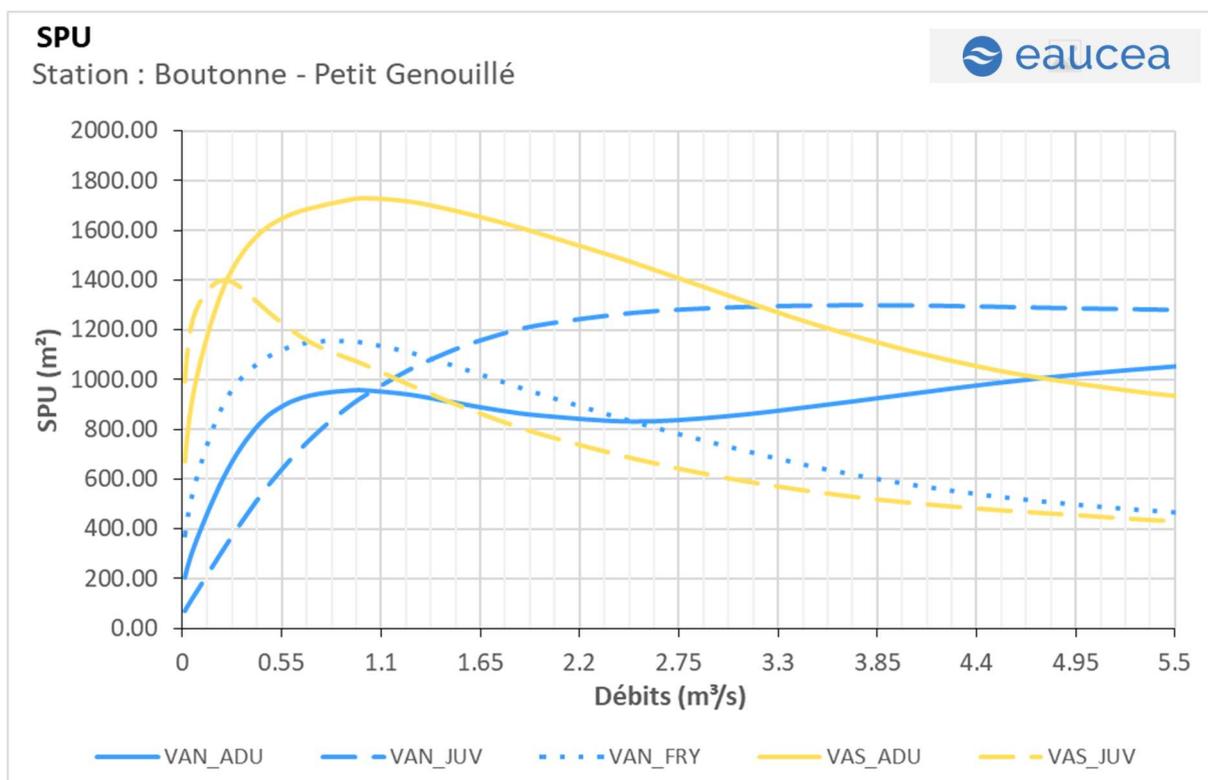


Figure 47 : Surfaces pondérées utiles sur la station de Petit Genouillé pour la vandoise et le vairon

### 5.5.2 Saisonnalités

Les débits mensuels (m<sup>3</sup>/s) sont les suivants

Boutonne au Petit Genouillé	Décenal sec	Quinquennal sec	Moyen	Médian	Quinquennal humide	Décenal humide
Janv.	1,788	2,793	10,393	8,414	16,688	21,124
Févr.	2,780	0,824	10,858	8,765	17,232	21,807
Mars	2,602	3,546	7,982	6,442	11,394	16,040
Avr.	2,260	2,750	6,294	4,575	8,639	12,630
Mai	1,753	2,104	4,428	3,252	5,785	8,566
Juin	0,876	1,280	2,861	2,196	4,288	5,540
Juil.	0,405	0,557	1,271	1,025	1,911	2,430
Août	0,238	0,335	0,788	0,692	1,183	1,543
Sept.	0,222	0,344	0,817	0,644	1,052	1,473
Oct.	0,383	0,510	1,788	0,973	2,244	4,036
Nov.	0,606	0,892	4,304	2,003	6,516	11,394
Déc.	1,253	1,771	7,817	4,794	11,587	19,598

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 80 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, l’habitabilité de la station est à son minimum pendant la période basses-eaux soit environ 467 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 335 l/s. Lors de la période de transition d’automne, la surface pondérée utile (SPU) de la truite adulte est variable suivant si l’on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d’une année sèche, la SPU est de 828 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 892 l/s, lors d’une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU ne peut être calculée car le tronçon déborde en novembre avec un débit quinquennal humide de 6.515 m<sup>3</sup>/s. On peut cependant estimer que cette SPU doit être maximale en année quinquennale humide car la SPU de la truite adulte augmente avec les débits.

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes jusqu’à la période des basses-eaux en année quinquennale sèche. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 1012 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1280 l/s) en juin d’une année sèche à 629 m<sup>2</sup> en juillet (pour 557 l/s). Dans le cas d’une année humide, la SPU est de 1207 m<sup>2</sup> pour un débit de 1911 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet. Pour le mois de juin, le débit quinquennal humide dépasse le débit de débordement avec 4288 l/s. La baisse de SPU et de débit observé lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux.

Pour les truites alevins, la période de transition de printemps (après l'émergence) présente des SPU descendantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la truite alevin passer de 1777 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1280 l/s) en juin d'une année sèche à 1666 m<sup>2</sup> en juillet (pour 557 l/s). Dans le cas d'une année humide, la SPU est 1714 m<sup>2</sup> pour un débit de 1.911 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet.

Pour la truite juvénile, l'habitabilité de la station en période basses-eaux est comme pour les adultes à son minimum soit environ 1179 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 335 l/s. Lors de La période de transition d'automne, la surface pondérée utile (SPU) de la truite juvénile est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU est de 1282 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 892 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux car le débit dépasse le débit de débordement en novembre avec un débit quinquennal humide de 6.515 m<sup>3</sup>/s, la SPU ne peut donc pas être calculée.

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la truite juvénile passer de 1230 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1280 l/s) en juin d'une année sèche à 1271 m<sup>2</sup> en juillet (pour 557 l/s). Dans le cas d'une année humide, la SPU 1142 m<sup>2</sup> pour un débit de 1911 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet, le débit de débordement étant dépassé en juin d'une année humide.

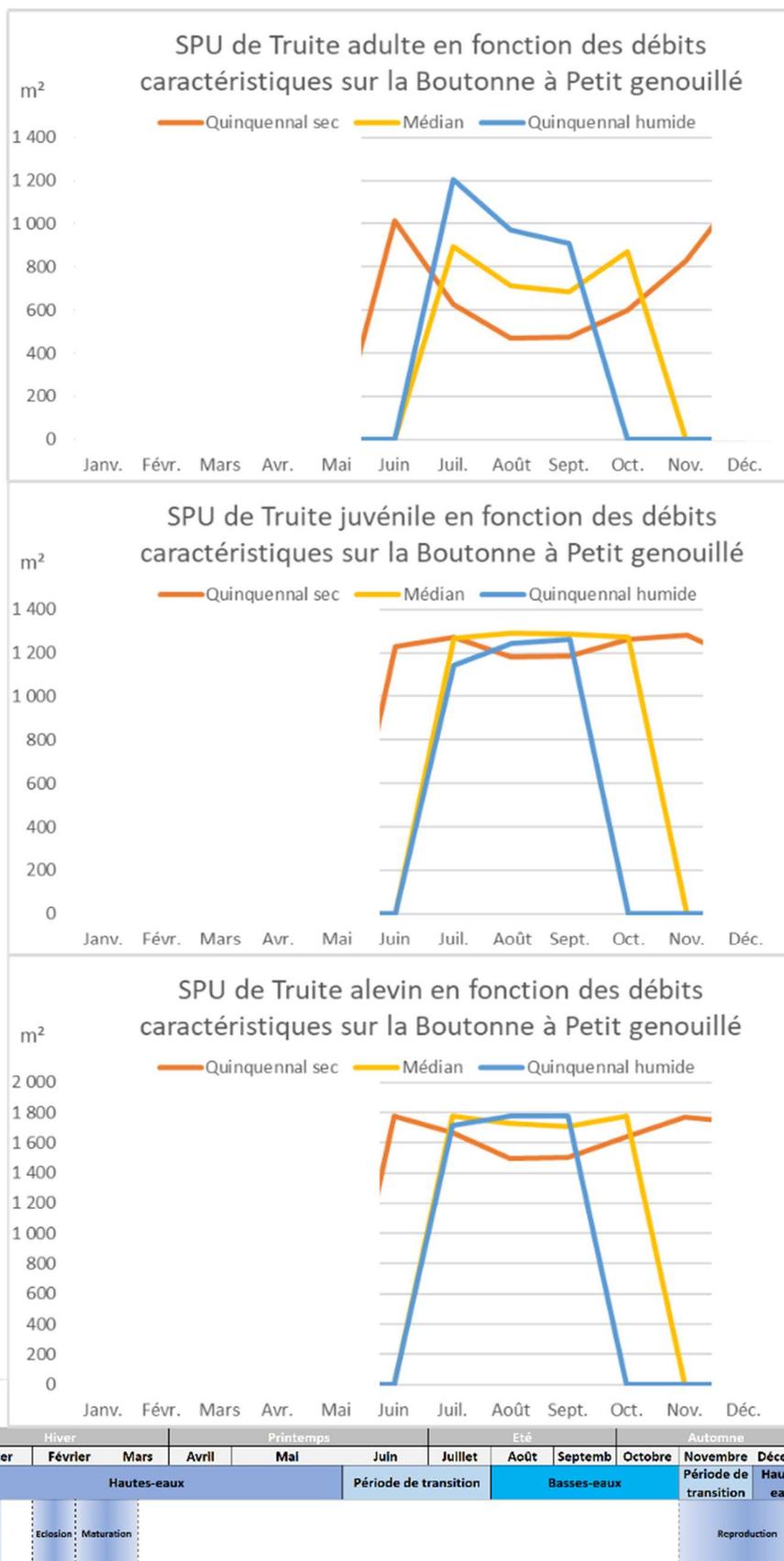


Figure 48 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique

Pour le brochet adulte, durant la période basses-eaux l’habitabilité de la station est à son minimum soit environ 71 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 892 l/s.

Lors de la période de transition d’automne, la surface pondérée utile (SPU) du brochet est variable suivant si l’on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d’une année sèche, la SPU est de 62 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 892 l/s, lors d’une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU n’est alors pas calculable car le tronçon déborde en novembre avec un débit quinquennal humide de 6.515 m<sup>3</sup>/s.

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes jusqu’à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du brochet passer de 56 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1280 l/s) en juin d’une année sèche à 69 m<sup>2</sup> en juillet (pour 557 l/s). Dans le cas d’une année humide, la SPU est de 52 m<sup>2</sup> pour un débit de 1911 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet. La baisse de SPU et de débit observé lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux.

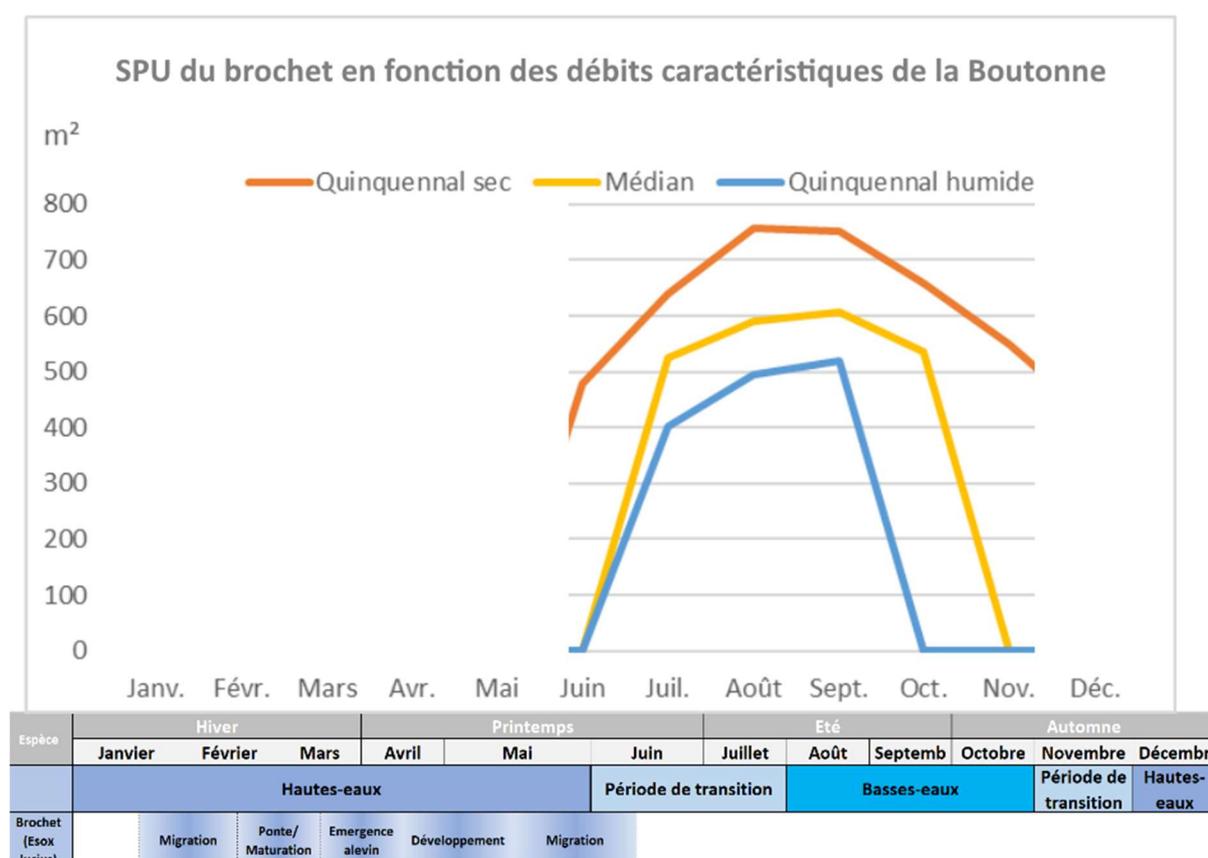


Figure 49 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du brochet, calendrier biologique et hydrologique

Pour le chabot adulte, aucune évolution de la SPU n’est observable, celle-ci restant nulle tout au long des saisons hydrologique.

Pour le viron adulte, la période basses-eaux représente des enjeux de mobilité sur le bassin et c'est durant cette phase que l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 1512 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 335 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 1360 m<sup>2</sup> de surface pondérée utile.

Lors de la période de transition d'automne, la surface pondérée utile (SPU) du viron adulte et juvénile est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU pour l'adulte est de 1717 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 892 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU n'est alors pas calculable, la station débordant. Pour le juvénile, la SPU est de 1090 m<sup>2</sup> en novembre en année sèche.

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du viron adulte passer de 1710 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1280 l/s) en juin d'une année sèche à 1648 m<sup>2</sup> en juillet (pour 557 l/s). Dans le cas d'une année humide, la SPU est de 1599 m<sup>2</sup> pour un débit de 1.911 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet. Pour le juvénile, la variation est de 970 m<sup>2</sup> à 1222 m<sup>2</sup> en année sèche contre 798 m<sup>2</sup> en juillet d'une année humide. La baisse de SPU et de débit observée lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux.

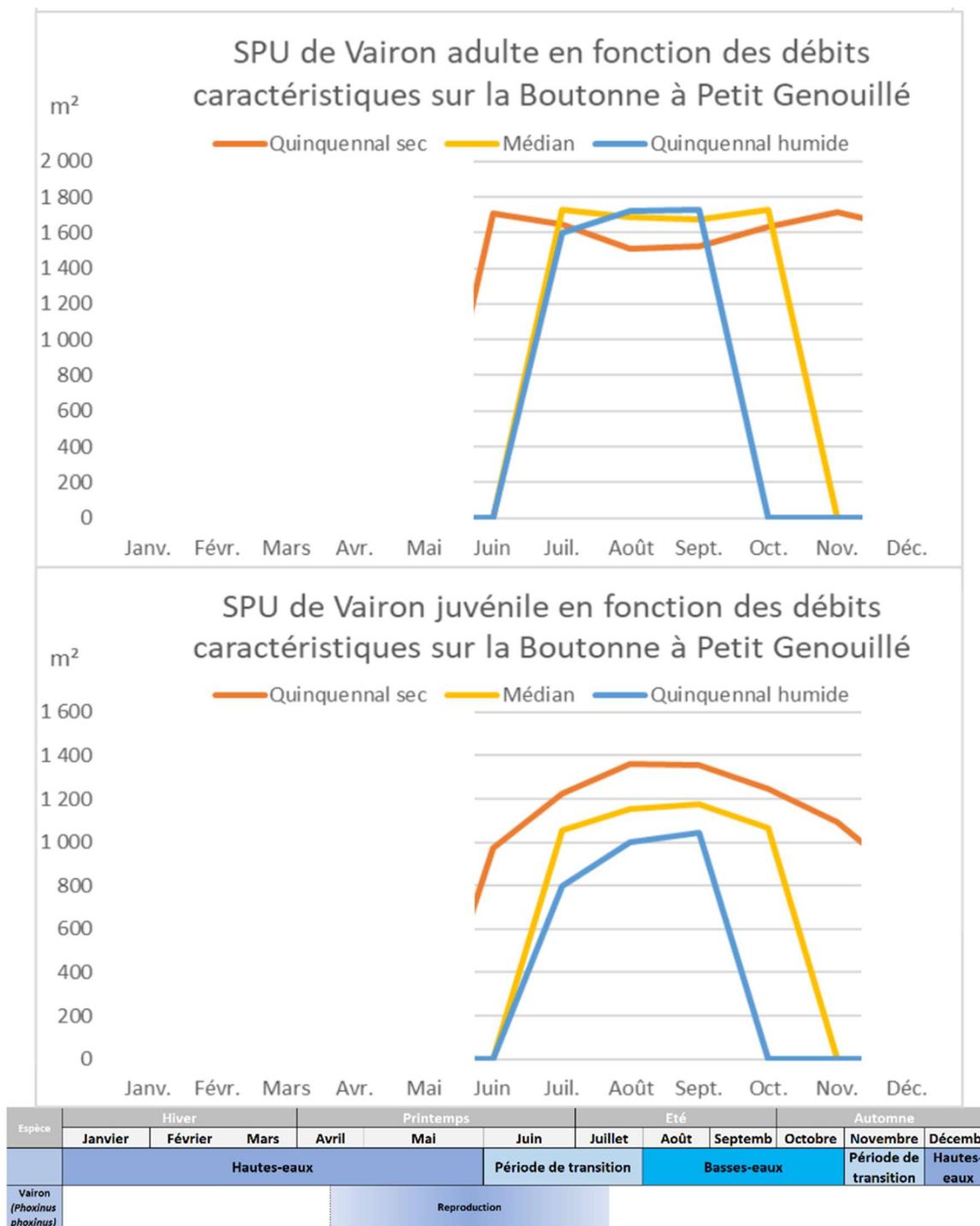


Figure 50: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique

Pour la vandoise adulte en période de basses-eaux, l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 740 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 335 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 438 m<sup>2</sup> de surface pondérée utile et les alevins disposent de 1015 m<sup>2</sup>.

Lors de la période de transition d'automne, la surface pondérée utile (SPU) de la vandoise adulte, juvénile et alevin est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU pour l'adulte est de 1156 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 892 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la station déborde au mois de novembre. Pour le juvénile, la SPU est de 877 m<sup>2</sup> en novembre en année sèche. Pour les alevins, il s'agit de 1156 m<sup>2</sup> de SPU en novembre d'une année humide.

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la vandoise adulte passer de 936 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1280 l/s) en juin d'une année sèche à 893 m<sup>2</sup> en juillet (pour 557 l/s). Dans le cas d'une année humide, la SPU est de 862 m<sup>2</sup> pour un débit de 1911 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet. Pour le juvénile, la variation est de 1050 m<sup>2</sup> à 647 m<sup>2</sup> en année sèche contre 1209 m<sup>2</sup> en juillet d'une année humide. Pour les alevins, ce sont 1105 m<sup>2</sup> et 1121 m<sup>2</sup> en année sèche et 959 m<sup>2</sup> en année humide.

La baisse de SPU et de débit observée lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux.

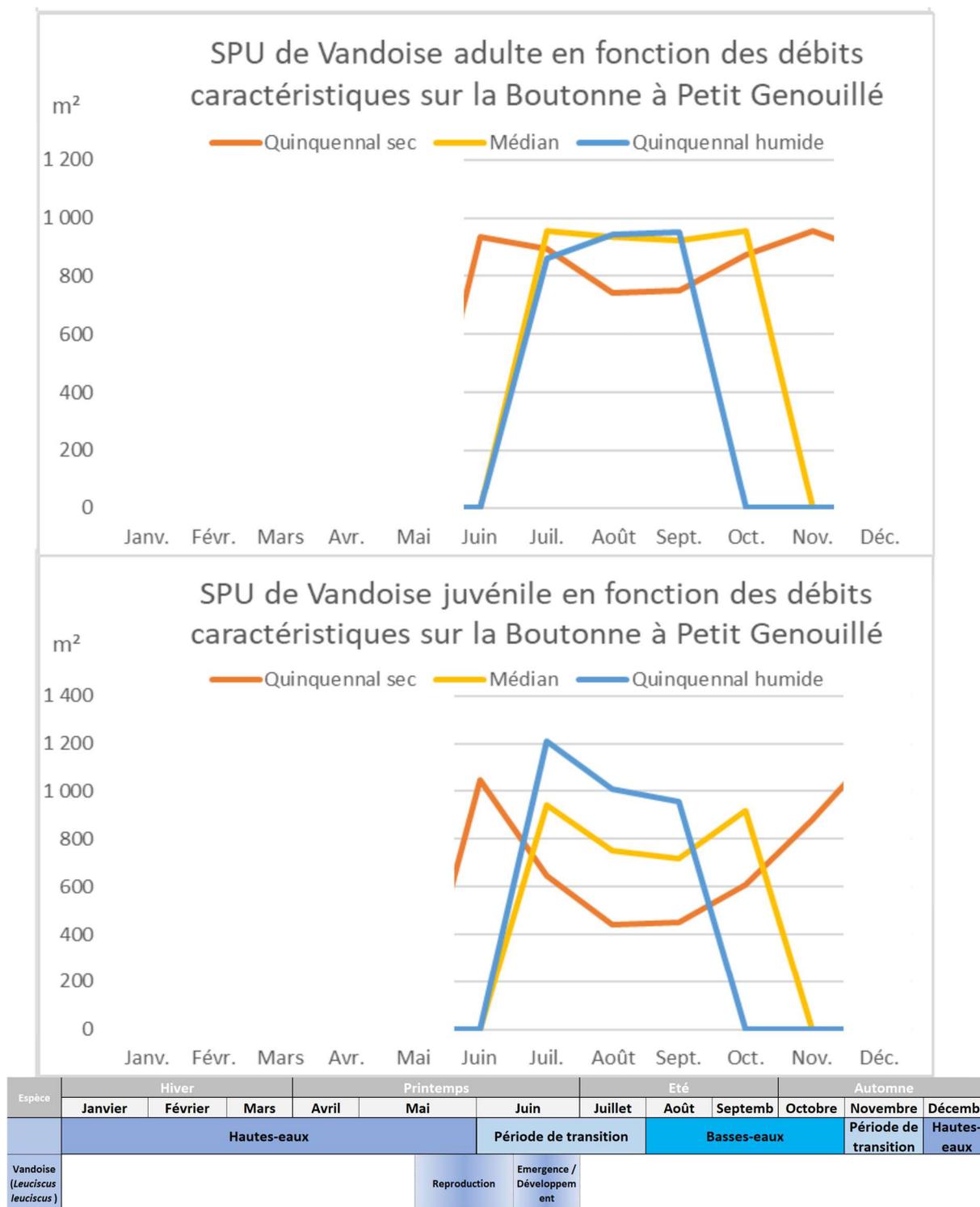


Figure 51: Evolution des surfaces pondérées utiles de la vandoise suivant le cycle annuel et calendrier biologique

### 5.5.1 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 déconnexion longitudinale pour les grandes espèces est très inférieures au débit nature d'étiage (QMNA5). Celle-ci soit 445 L/s sera retenue comme valeur de référence, bornée par le débit le plus bas (10 l/s) et le débit classé 75 % (982 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 (982 l/s et 2.892 l/s) ;

-pour la période de hautes-eaux, la valeur de référence est l'optimum de débit biologique (800 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 Petit Genouillé

Analyse piscicole											Qref													
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
Principal	Habitat	Traite farlo	TRE_ADU	Adulte	-78%	-74%	-68%	-63%	-59%	-54%	-45%	-36%	-29%	-21%	-14%	-7%	555	6%	18%	29%	40%	50%	59%	
Principal	Habitat	Traite farlo	TRE_JUV	Juvénile	-65%	-59%	-50%	-43%	-37%	-32%	-23%	-16%	-11%	-7%	-4%	-2%	1242	1%	3%	4%	4%	3%	2%	
Principal	Habitat	Brochet	BRS_ADU	Adulte	-9%	-1%	8%	12%	14%	16%	18%	18%	16%	13%	9%	4%	688	-4%	-10%	-14%	-18%	-20%	-23%	
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_ADU	Adulte	-76%	-72%	-66%	-61%	-57%	-52%	-42%	-32%	-24%	-16%	-10%	-5%	841	3%	8%	11%	13%	13%	14%	
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_JUV	Juvénile	-88%	-85%	-81%	-77%	-73%	-68%	-58%	-48%	-37%	-28%	-18%	-9%	554	8%	23%	37%	49%	59%	68%	
Principal	Habitat	Vairon	VAS_ADU	Adulte	-58%	-53%	-46%	-40%	-36%	-32%	-24%	-17%	-12%	-8%	-5%	-2%	1602	2%	4%	5%	6%	7%	8%	
Principal	Habitat	Vairon	VAS_JUV	Juvénile	-23%	-16%	-7%	-2%	0%	3%	7%	9%	9%	7%	5%	3%	1285	-2%	-7%	-10%	-13%	-15%	-17%	
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			-100%	-100%	-96%	-91%	-86%	-81%	-71%	-61%	-51%	-41%	-29%	-15%	55	17%	62%	125%	189%	253%	309%	
Principal	Surface mouillée				-41%	-35%	-28%	-24%	-20%	-17%	-10%	-6%	-3%	-2%	-1%	0%	1940	1%	1%	2%	4%	6%	6%	
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			non	non	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui								
		Petits poissons			non	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui										
Synthèse indicateurs principaux																								
Habitat	SPU																							
Habitat	Habitats rapides																							
Habitat	Surface mouillée																							
Habitat	Connectivité Longitudinale																							
Résultat																								

Figure 52 : Matrice période de basses-eaux

La variation des SPU autour du QMNA5 est forte. Elle est plus sensible à la baisse qu'à la hausse. Si nous considérons les vandoise juvéniles et les truites adultes, une variation à +/- 20% de la SPU de référence est observée entre la valeur de 350 l/s comme borne basse et 500 l/s en borne haute en période de basses-eaux. Les habitats benthiques rhéophiles sont très sensibles dans ce domaine de débit conduisent à recommander un seuil de 400L/s comme borne basse. Si l'on retient ce critère, la plage proposée s'étale donc entre 400L/s et 500L/s.

Analyse piscicole					Qref						
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_ADU	Adulte	-29%	-19%	-9%	1097	7%	12%	17%
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_JUV	Juvenile	8%	6%	3%	1197	-3%	-6%	-11%
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_ALE	Alevin	-1%	1%	1%	1766	-1%	-4%	-11%
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_FRA	Frai	-8%	2%	4%	146	-7%	-13%	-25%
Principal	Habitat	Brochet	BRS_ADU	Adulte	27%	19%	9%	445	-6%	-11%	-17%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_ADU	Adulte	4%	5%	4%	908	-3%	-6%	-8%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_JUV	Juvenile	-27%	-17%	-7%	1121	5%	9%	13%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_FRJ	Alevin	9%	9%	5%	1057	-6%	-11%	-21%
Principal	Habitat	Vairon	VAS_ADU	Adulte	1%	3%	2%	1679	-3%	-6%	-13%
Principal	Habitat	Vairon	VAS_JUV	Juvenile	24%	17%	8%	904	-7%	-14%	-24%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			-62%	-47%	-28%	424	63%	130%	213%
Principal	Surface mouillée				-3%	-1%	-1%	2087	1%	1%	2%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui						
		Petits poissons			oui						
Synthèse indicateurs principaux											
Habitat	SPU										
Habitat	Habitats rapides										
Habitat	Surface mouillée										
Habitat	Connectivité	Longitudinale									
		Berges									
Résultat											

Figure 53 : Matrice des périodes de transition

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 le juvénile de vandoise, l'adulte de truite et le brochet.

Nous proposons donc de retenir un débit plancher entre 800 l/s (optimum piscicole) et 1000 l/s.

Analyse piscicole					Qref						
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0.8	3	3.5	4	4.5	5	5.5
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_FRA	Frai	133.56	-28%	-38%	-48%	-58%	-67%	-75%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			160.0	1520.1	1641.1	1740.0	1839.8	1918.1	1966.4
Principal	Surface mouillée				2018.4	2154.0	2176.5	2198.4	2219.9	2237.9	2251.5
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui						
		Petits poissons			oui						
Synthèse indicateurs principaux											
Habitat	Habitats rapides										
Habitat	Surface mouillée										
Habitat	Connectivité	Longitudinale									
Résultat											

Figure 54 : Matrice de la période de hautes-eaux.

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 800 l/s a minima et de 5500 l/s pour la reproduction du brochet.

## 6 ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA BOUTONNE A MOULIN DE CHATRE

### 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 de Moulin de Châtre explorée est située sur la Boutonne. Elle est positionnée environ 1,2 km en amont de Saint-Séverin-sur-Boutonne.

Elle s'étend sur environ 110 m de long et intègre l'affluence d'un bras secondaire de la Boutonne.

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



Figure 55 : Position des transects de mesure de la station de Moulin de Châtre

#### Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées lors d'une venue sur site le 21/07/2022.

La venue sur site a permis la prise des mesures suivantes le long de la station :

- Profils topographiques et lignes d'eau associées des transects repérés ci-avant. Acquis avec un tachéomètre de type station totale.
- Profils en travers du cours d'eau et profils de vitesses, acquis à l'aide d'un profileur de courant à effet Doppler.
- Débit transitant dans la station, mesuré avec un courantomètre électromagnétique et un profileur de courant à effet Doppler.

Le débit le jour des mesures a été mesuré au transect T6 en aval de la confluence du bras et au transect T16 dans le bras. Les valeurs relevées étaient respectivement de 485 l/s dans la Boutonne complète et de 125 l/s dans le bras, permettant de déduire un débit de 360 l/s dans la boutonne en amont de la confluence du bras.

#### 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 majoritairement lent et calme. Il se caractérise par la présence d'herbiers immergés denses sur une grande proportion de la station. Ils se répartissent essentiellement sur les 2/3 gauche du lit mineur. La présence de ces herbiers influence très fortement le fonctionnement hydraulique sur la station, participant au ralentissement général des écoulements et le maintien d'une ligne d'eau relativement constante voire localement « inversée ». On note également la confluence d'un bras secondaire de la boutonne en rive gauche en amont de la station.

En amont du bras « principal », le faciès est de type plat lent, il se prolonge sur les premier profils amont (T14-T13) avant un passage en radier léger au droit du T12.

Le bras secondaire converge entre le T21 et le T17 marquant un approfondissement du fond à ce niveau. Le bras présente un faciès légèrement courant mais le niveau d'eau semble toutefois largement contrôlé par celui à la confluence, la zone étant particulièrement dense en herbiers.

En aval de la confluence, le faciès passe progressivement de plat lent à plat courant léger jusqu'à T08 environ. On note une répartition des vitesses plutôt du côté droit où les herbiers sont moins denses.

L'écoulement passe ensuite assez franchement à un type radier entre T07 et T05, au niveau d'une sorte de « passage à gué » où le fond remonte brusquement d'une trentaine de centimètres.

Plus vers l'aval, la dynamique d'écoulement redevient calme puis très calme au fur et à mesure de l'approfondissement du fond. La mouille terminale se prolonge ensuite sur plusieurs dizaines de mètres au-delà de l'aval de la station.

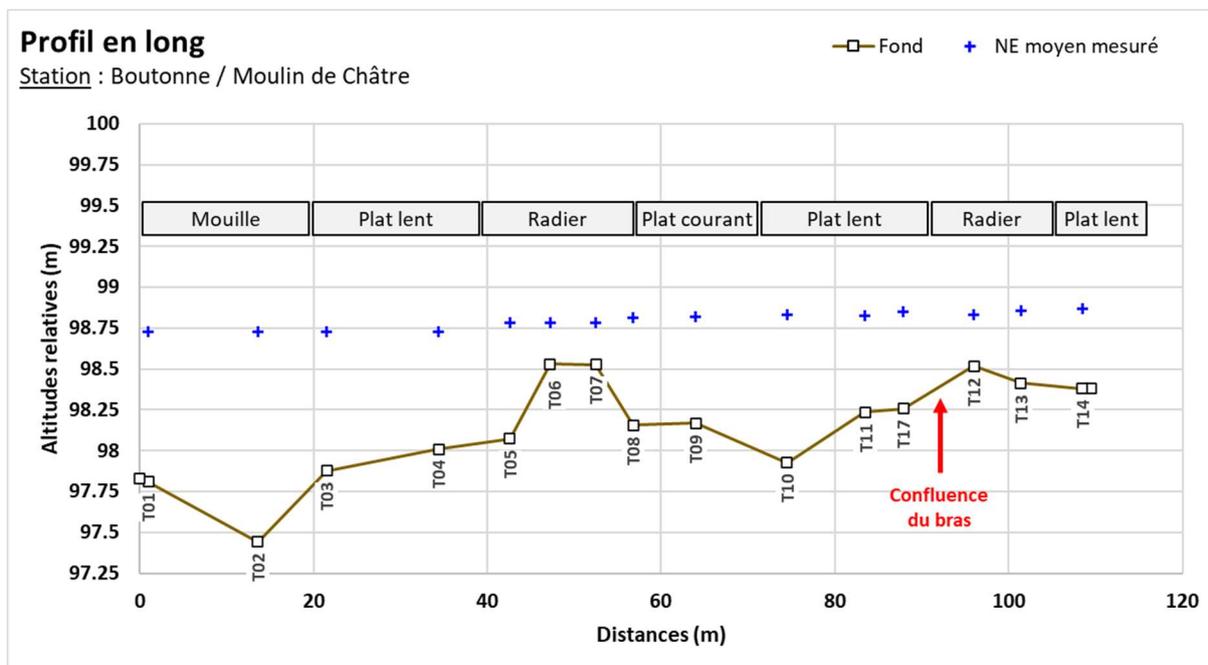
- **Type de berges**

Les berges de part et d'autre du cours d'eau sont uniformes le long de la station en termes d'élévation et particulièrement basses surtout en rive gauche. Les prairies encadrantes sont donc très facilement inondables.

La rive gauche se caractérise par des berges abruptes couvertes par végétation dense descendant parfois jusqu'au pied de berge en formant des touffes denses. L'amont rive gauche de la station est plutôt boisé.

La rive droite présente un cordon de ripisylve mince mais continu tout le long de la station, les berges sont également abruptes. On observe localement des sous berges du fait de l'affleurement de racines voire de troncs des arbres présents en haut de berge. Sur l'amont, une plage assez longue est observée, la berge y est alors moins pentue et colonisée par des espèces végétales herbacées.

Ponctuellement de petits atterrissements formant de petites plages sont observés en pieds de berges. Soit constitués de limons, donc très meubles, soit couverts d'éléments granulométriques plus grossiers (cailloux, graviers) qui stabilisent les zones.



### 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.

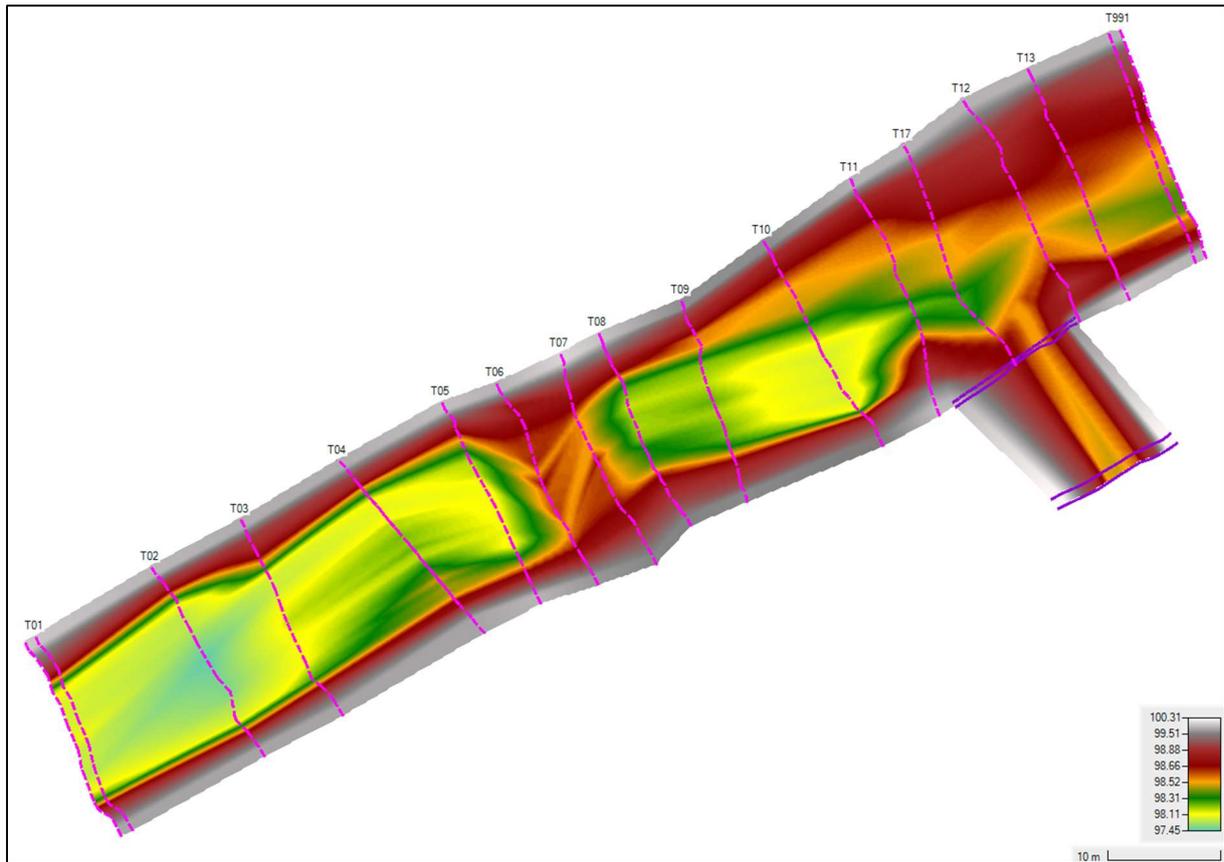


Figure 56 : Maillage de calcul et topographie de la station de Moulin de Châtre - Boutonne

#### 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, les débits associés étaient évalués à 360 l/s dans le bras principal et 125 l/s dans le bras affluent.

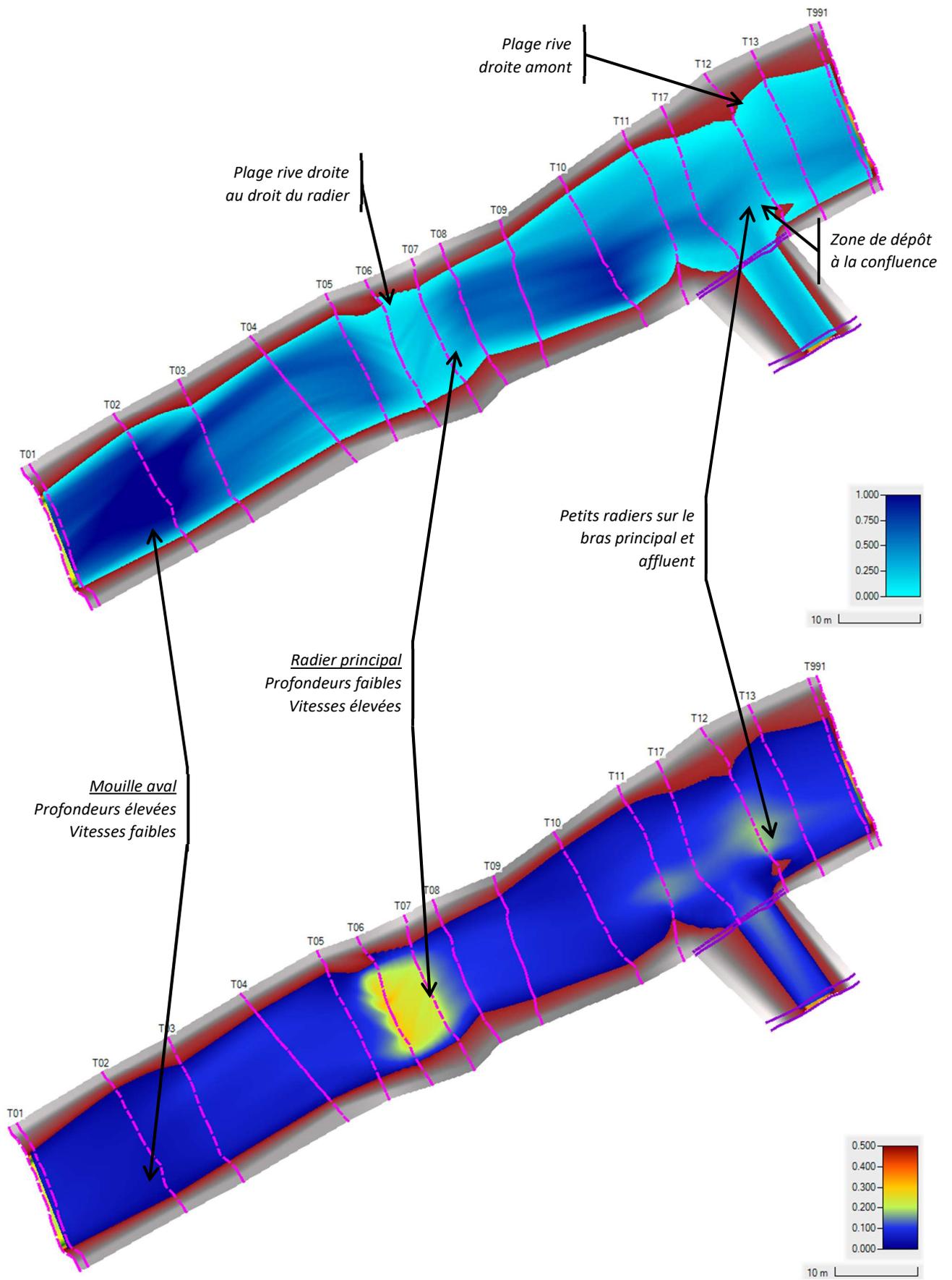


Figure 57 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre)

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.

La présence d'herbiers denses en fond induit un forçage particulier des valeurs de coefficients de Strickler, ceux-ci demeurant toutefois cohérents avec les valeurs de la littérature.

On présente en suivant les résultats de calage sur le profil en long de la station.

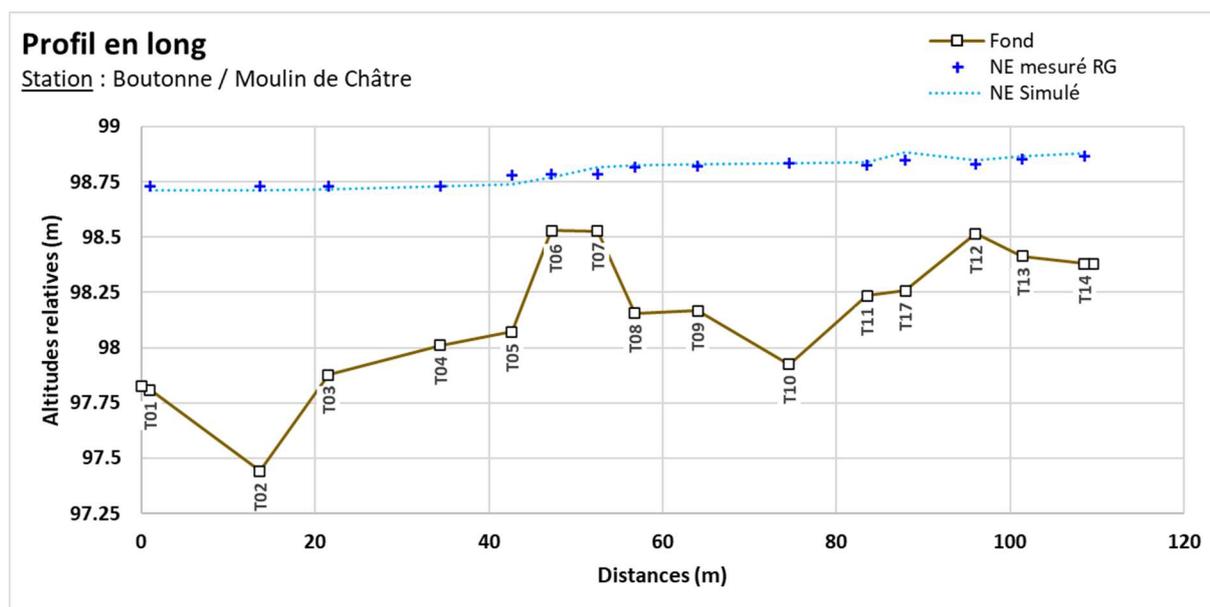


Figure 58 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré

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 mouillée 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 4500 l/s pour le débit total et en appliquant une répartition ¼ - ¾ pour les deux bras.

Cette gamme permet ainsi de modéliser des débits d'étiage jusqu'au débordement de la boutonne à ce niveau.

### 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 526 L/s et le module plutôt de 5 620 L/s.

Débit représenté	Equivalent sur la station (en l/s)
<b>QMNA5 minimum</b>	24
<b>QMNA5 moyen</b>	228
<b>50% du module</b>	2156
<b>Module</b>	4312
<b>Débit de débordement</b>	2

NB : Sur cette station, le débit de débordement est inférieur de moitié du module. Cette station présente donc un fort potentiel 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.

## 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 200 l/s. Son évolution est ensuite assez modérée. Le lit se remplit progressivement jusqu'à son débordement à 2000 l/s. Au-delà de 2000 l/s le cours d'eau déborde sur cette section.

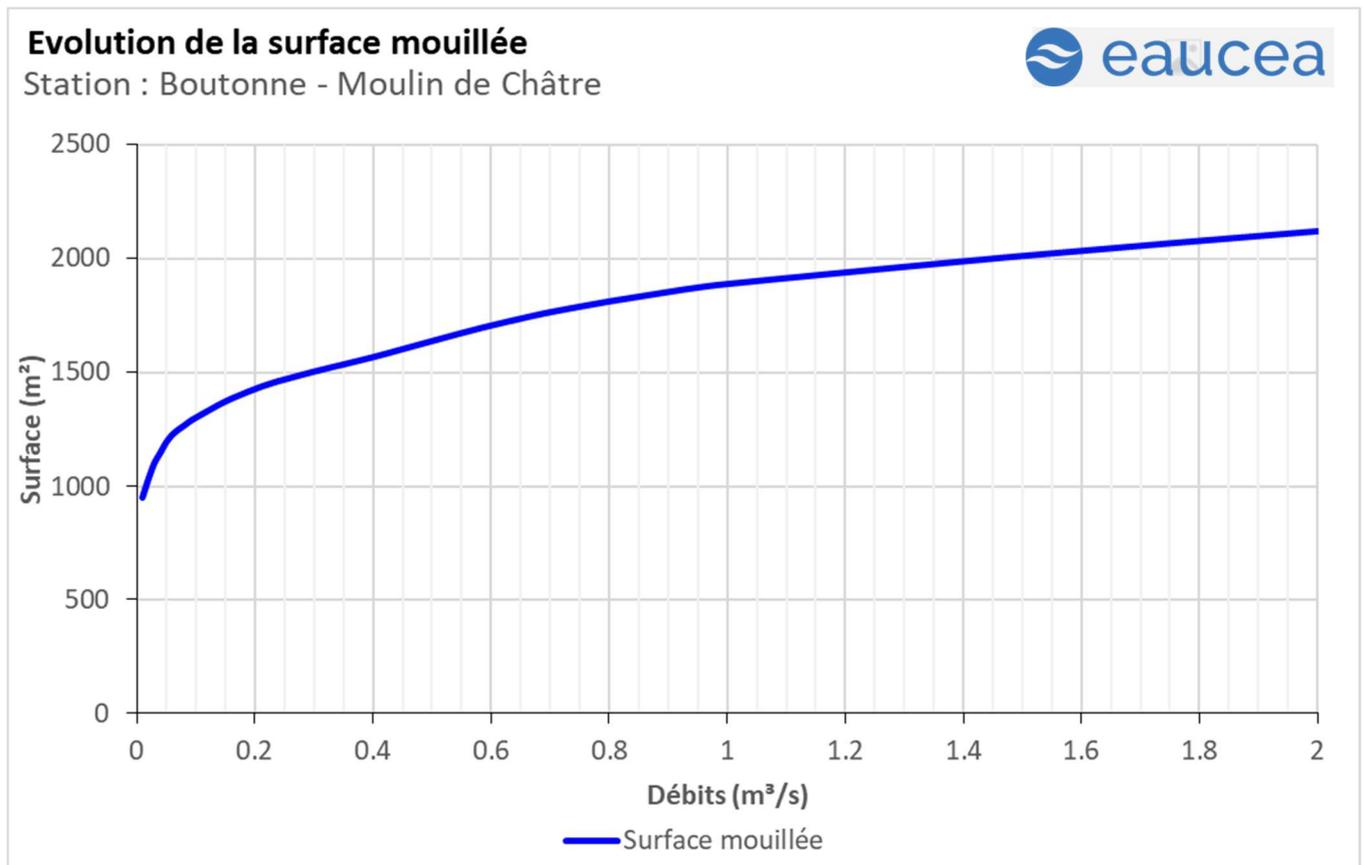


Figure 59: Evolution de la surface mouillée sur la station de Moulin de Châtre

#### 6.2.2 Granulométrie de la station

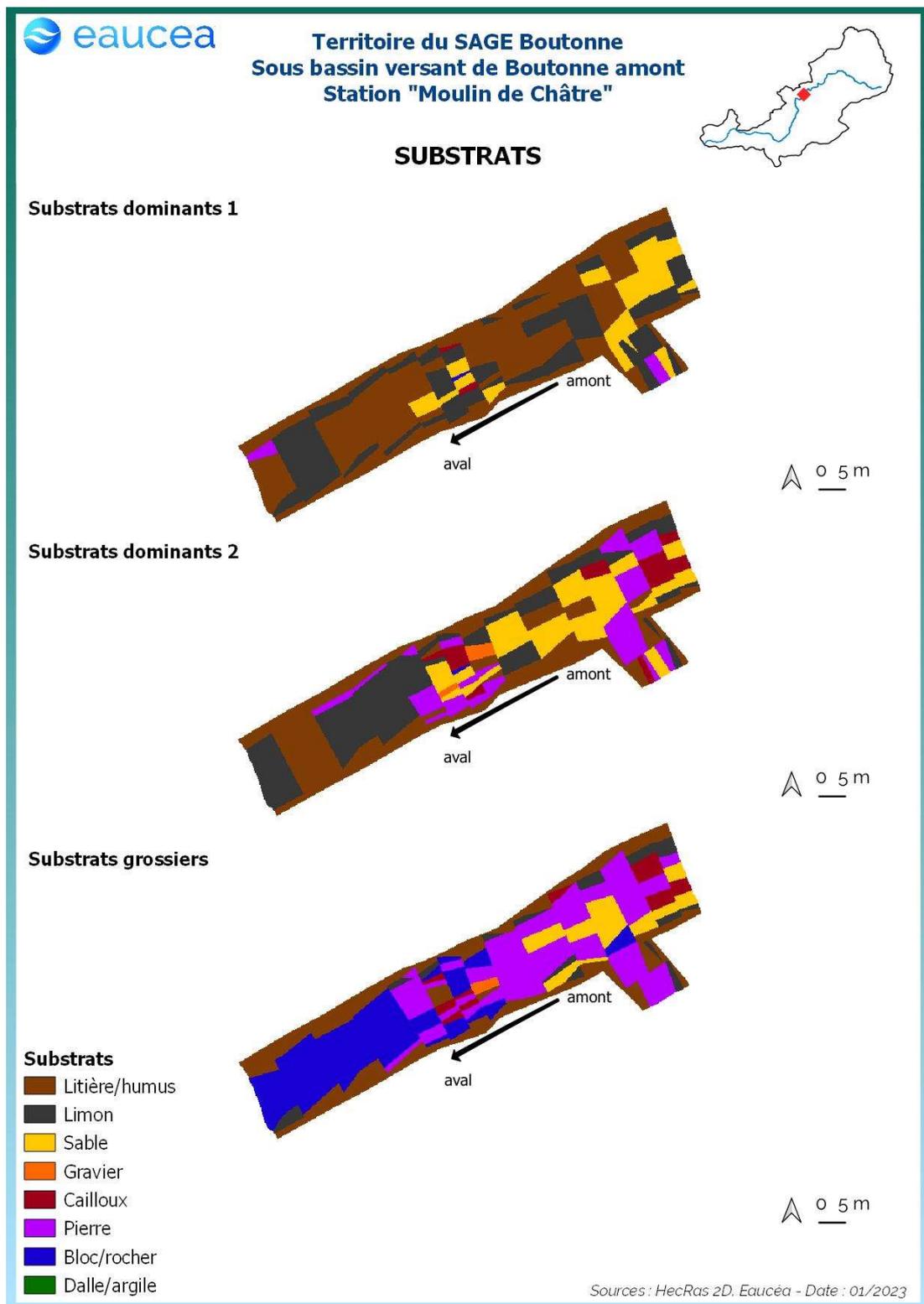


Figure 60: Carte des substrats sur la station de Moulin de Châtre

La station présente des substrats dominés par la litière aux abords des berges et par le sable en milieu de lit en amont de la station et par le limon en en aval.

6.2.3 Profondeur

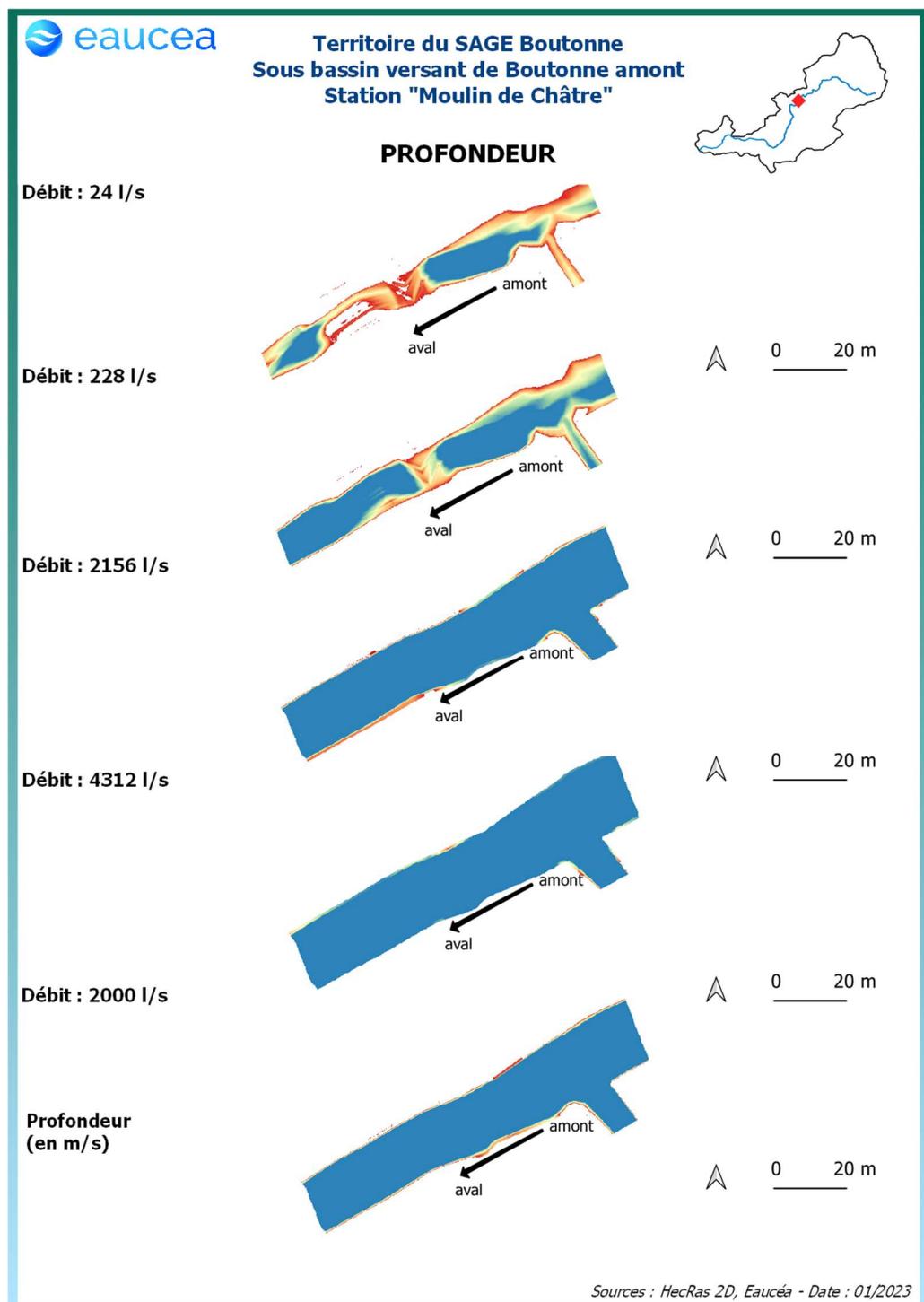


Figure 61: Evolution des profondeurs sur la station de Moulin de Châtre

La Boutonne présente des hauteurs d'eau assez importantes. Le secteur le plus profond se trouve au premier tiers de la station avec une zone de fond assez étendue. A mesure que le débit augmente, la station se remplit assez rapidement et les profondeurs se lissent.

6.2.4 Vitesse d'écoulement

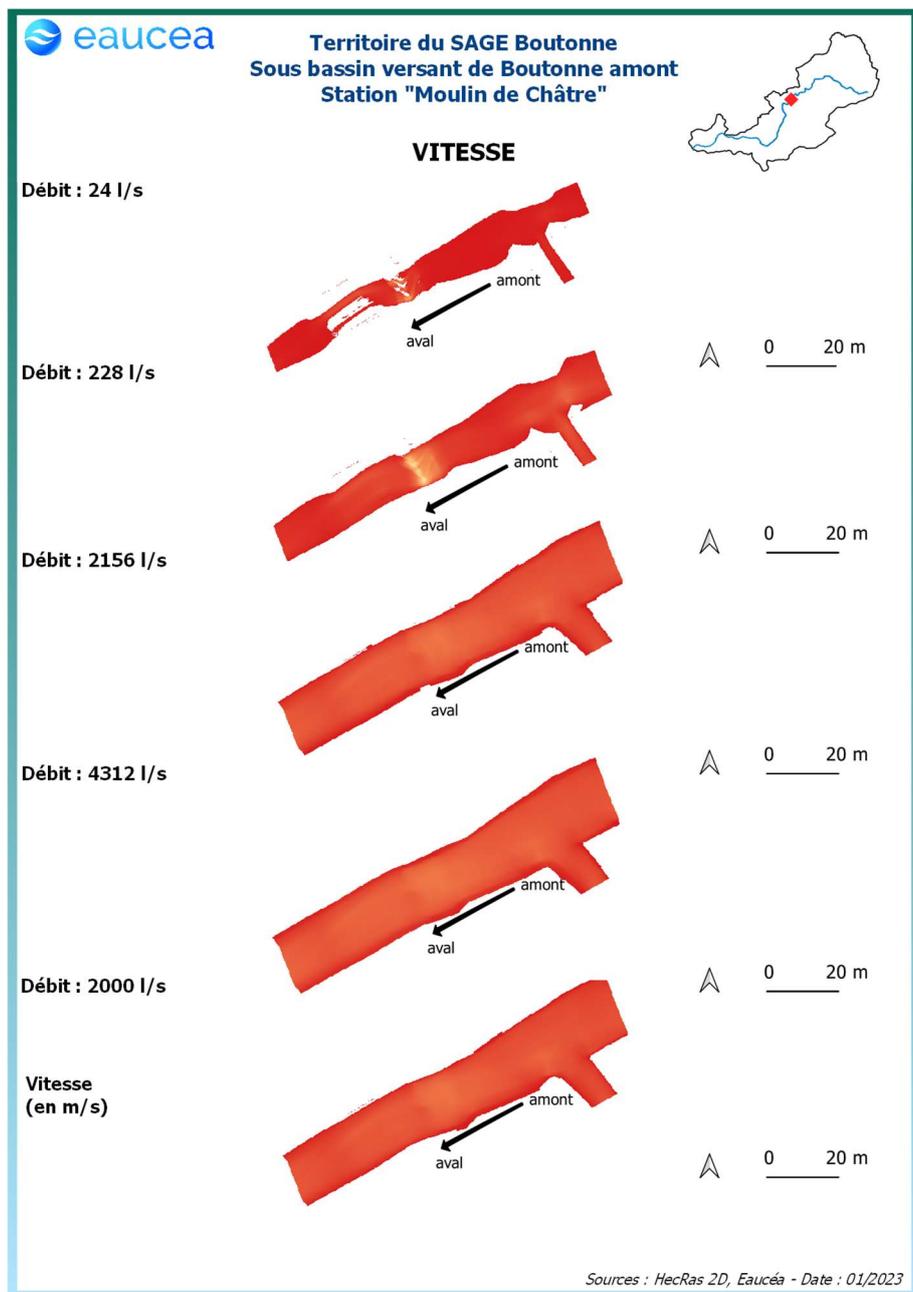


Figure 62: Evolution des vitesses d'écoulements sur la station de Moulin de Châtre

La station de Moulin de Châtre, 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 qui ne dépasse pas 20 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 dans une moindre mesure le vairon. La valeur repère de 25 cm/s est justifiée dans le rapport méthodologique.

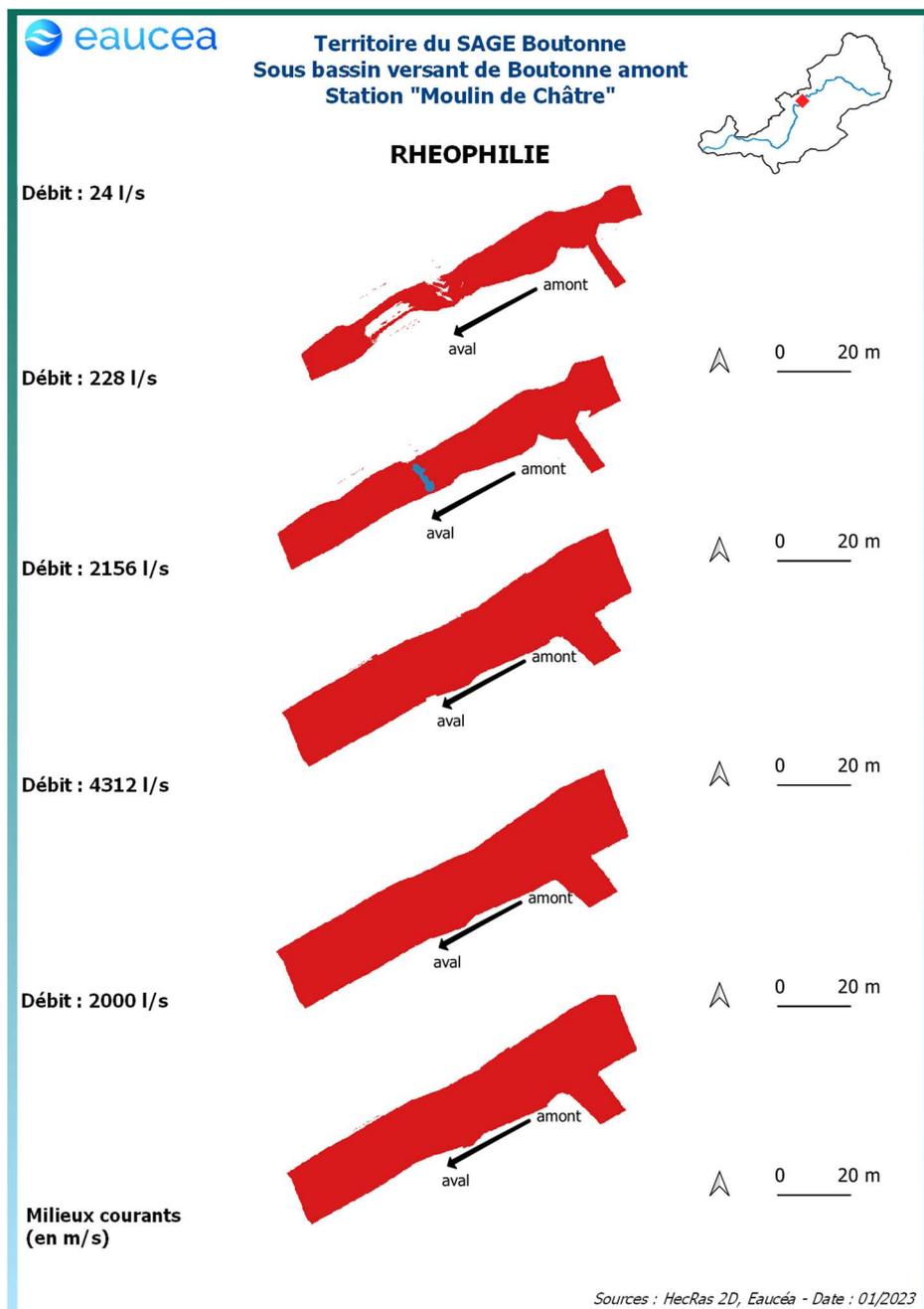
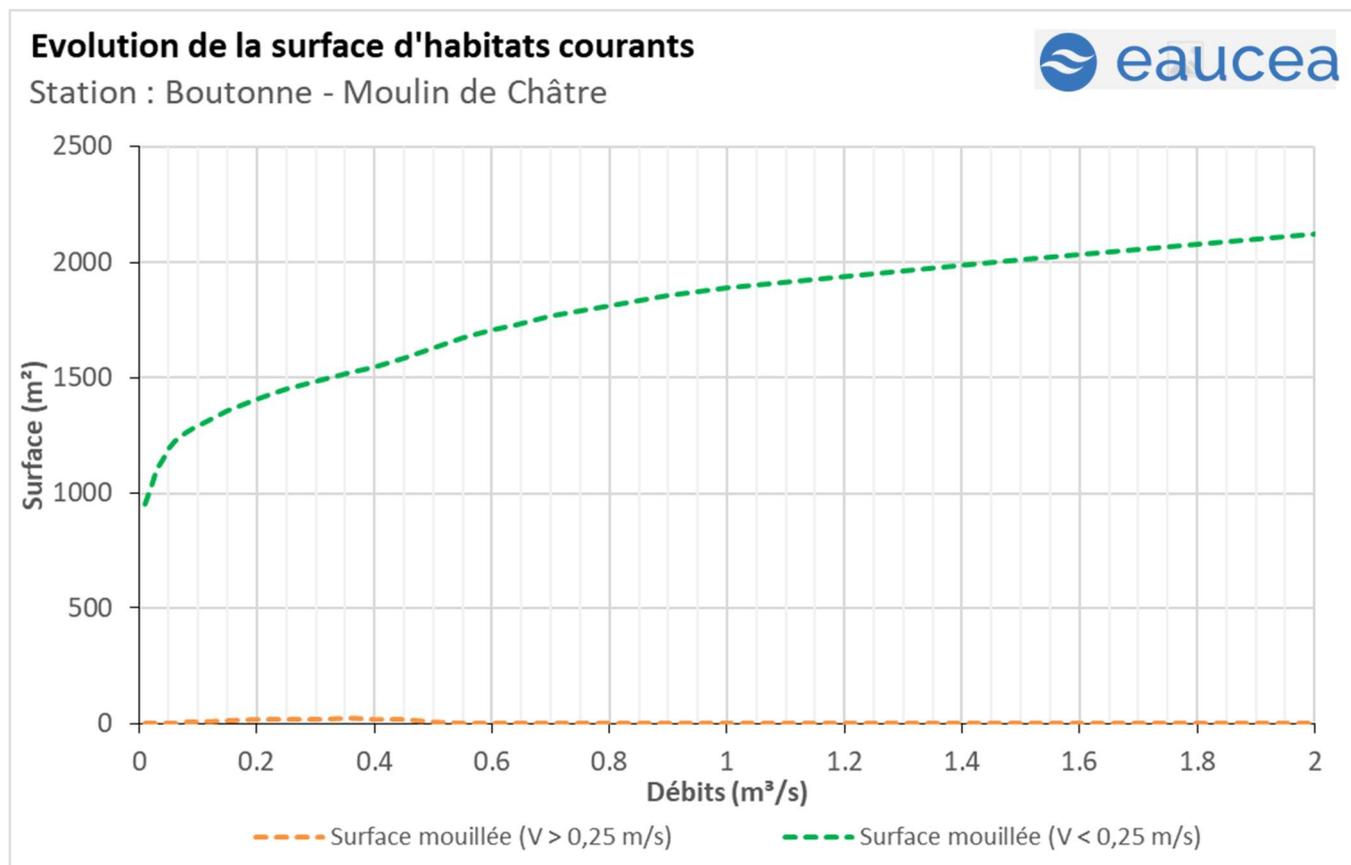


Figure 63: Carte des habitats courants sur la station de Moulin de Châtre

On peut noter ici que la quantité d’habitats rhéophiles sur la station est assez limitée sauf sur le radier au milieu de la station. Cet effet de radier disparaît à mesure que le débit et donc la hauteur d’eau augmente. Aux débits forts, la quantité d’habitat lotique est nulle.



Les courbes ci-dessus traduisent un habitat lentique sur la station à tous les débits.

Dans le cas de cette station, le critère des habitats rhéophiles est inopérant.

### 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  $\tau^*$ <sup>3</sup> 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.

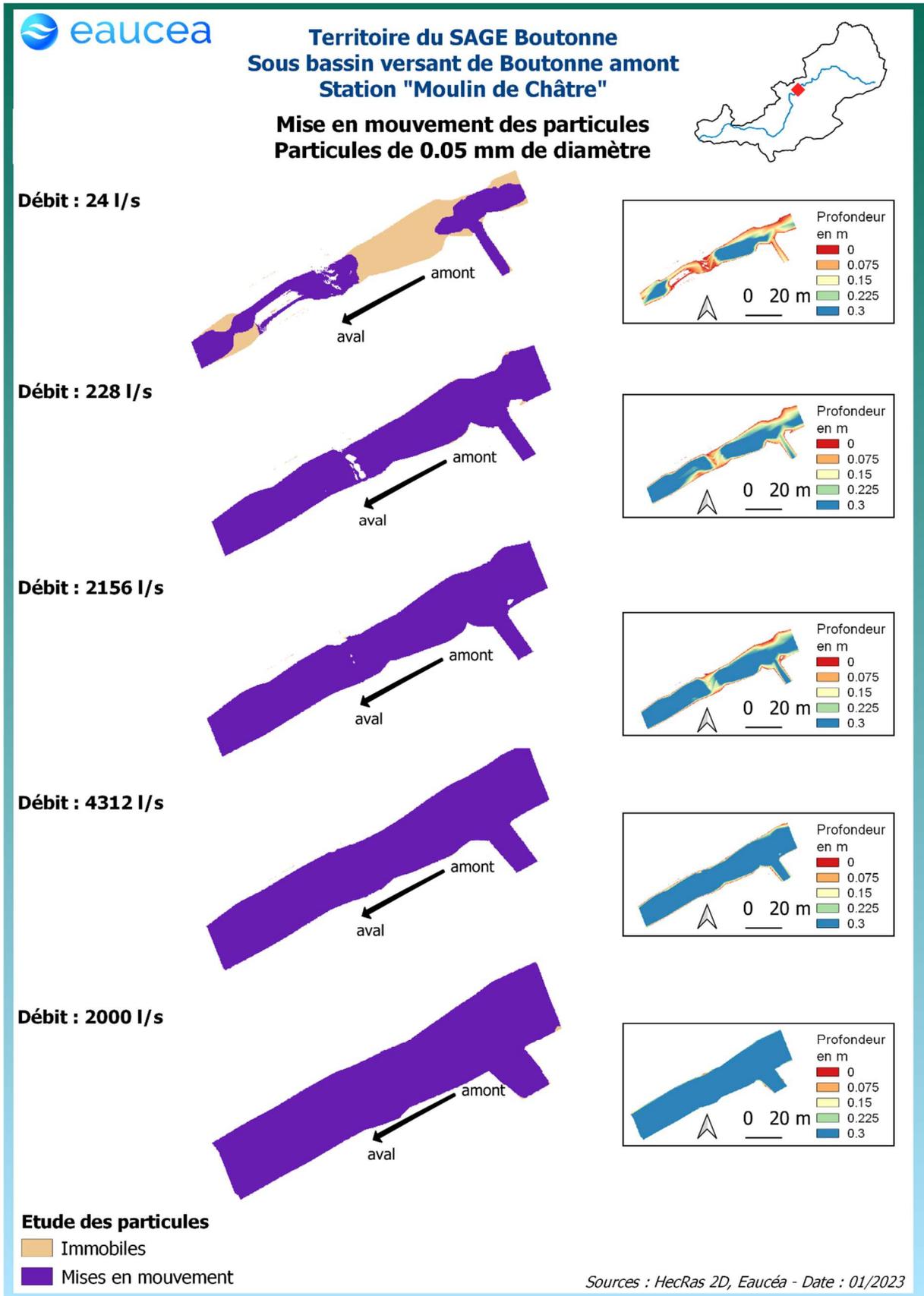
Le principe est donc de vérifier si pour des débits importants mais fréquents, les conditions hydrauliques permettent de maintenir les faciès d'écoulement. Une comparaison réalisée avec la topographie observée permet de conclure au maintien ou non d'une dynamique d'entretien des zones les plus profondes,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

<sup>3</sup> 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.

Au Moulin de Châtre, la mise en mouvement des particules fines se fait dès que le débit dépasse 24 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.



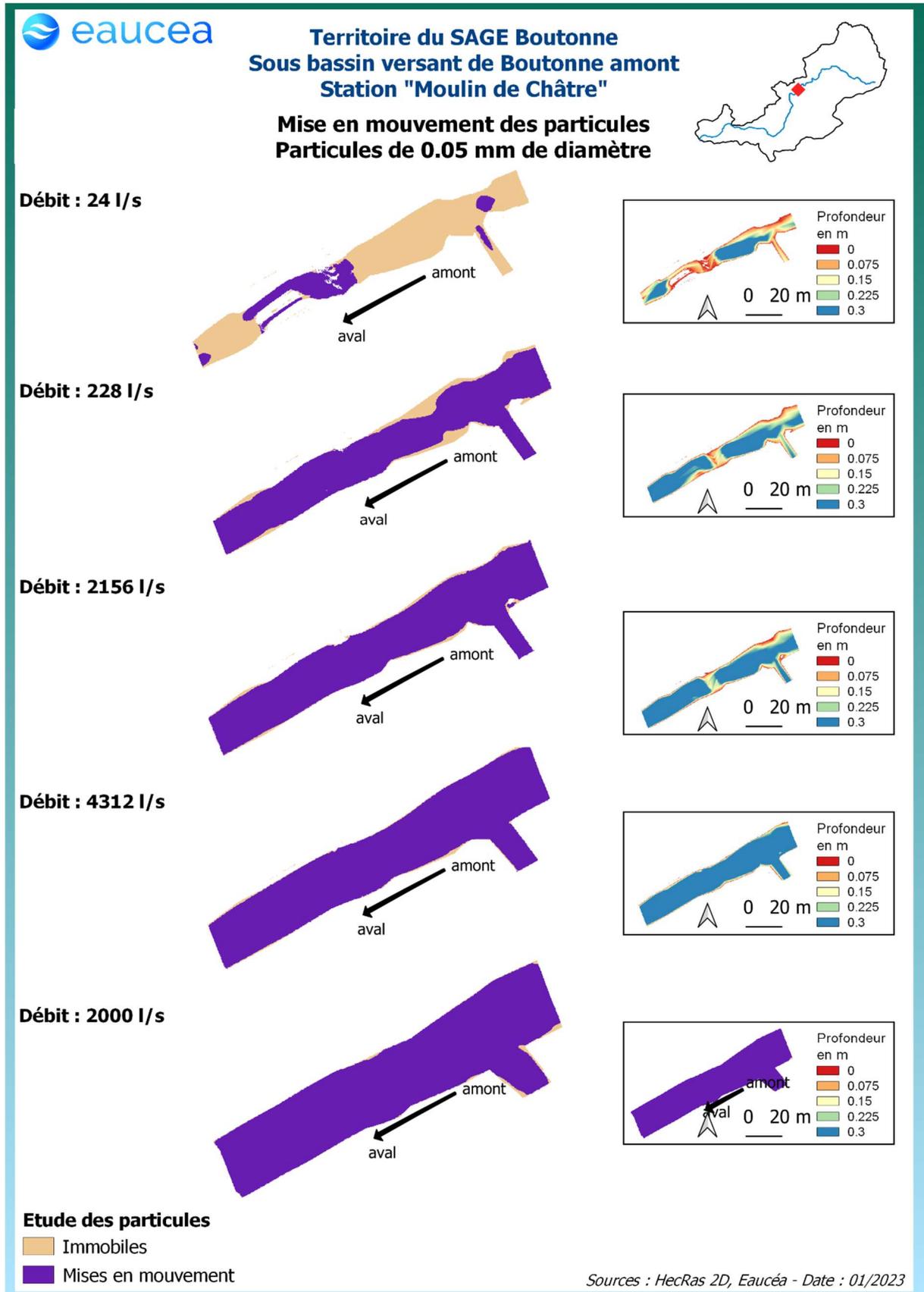


Figure 64 : Mise en mouvement des particules sur la station de Moulin de Châtre

## 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 70 l/s. Elle ne l'est plus pour 60 l/s.

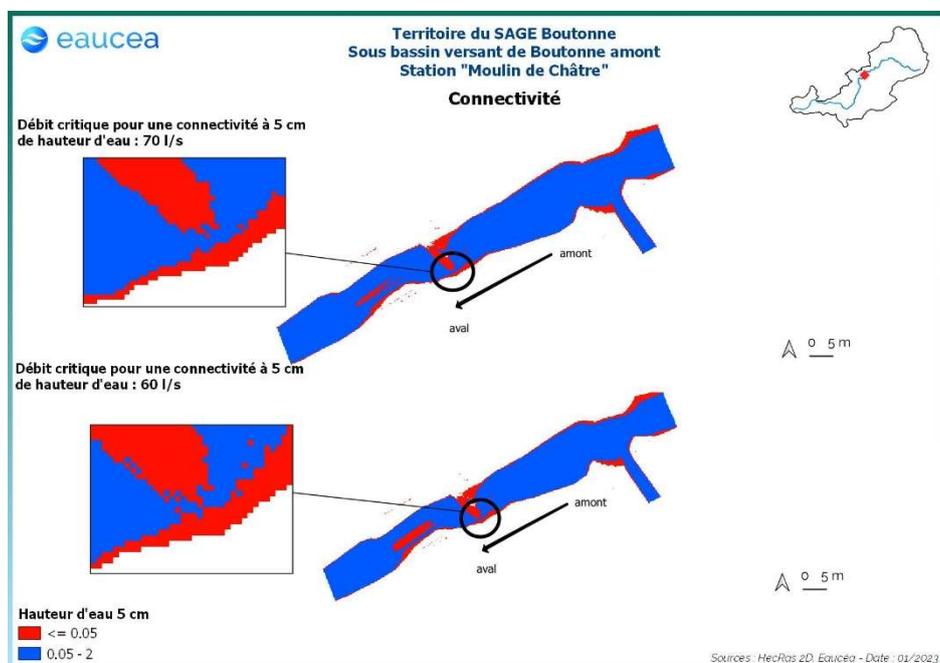


Figure 65: Connectivité de la station de Moulin de Châtre avec un seuil à 5 cm de hauteur d'eau

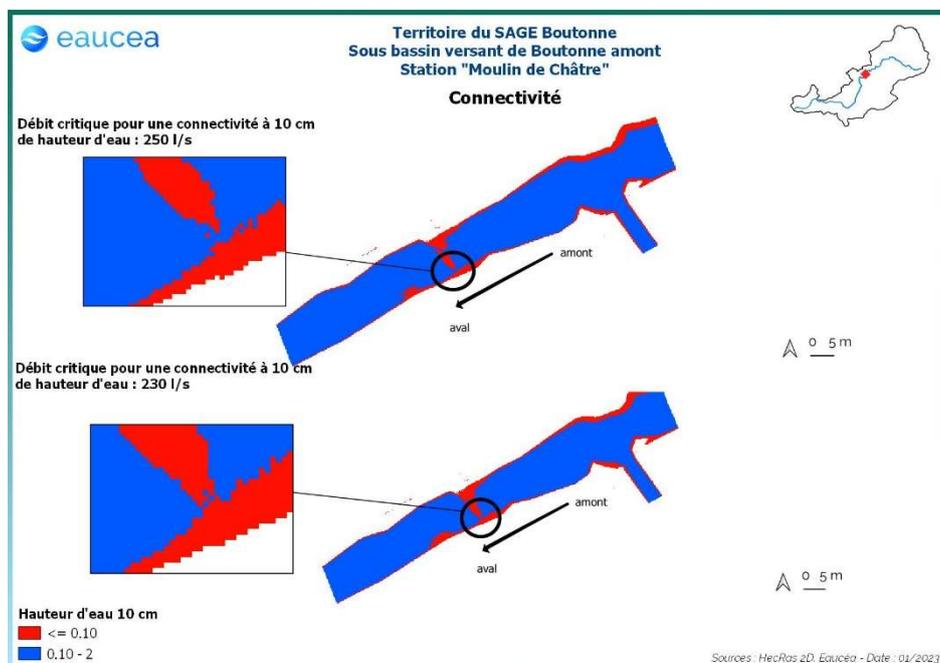


Figure 66: Connectivité de la station de Moulin de Châtre pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau

La connectivité de la station sur la Boutonne est encore assurée pour les grandes espèces à un débit de 250 l/s. Elle ne l'est plus à 230 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.

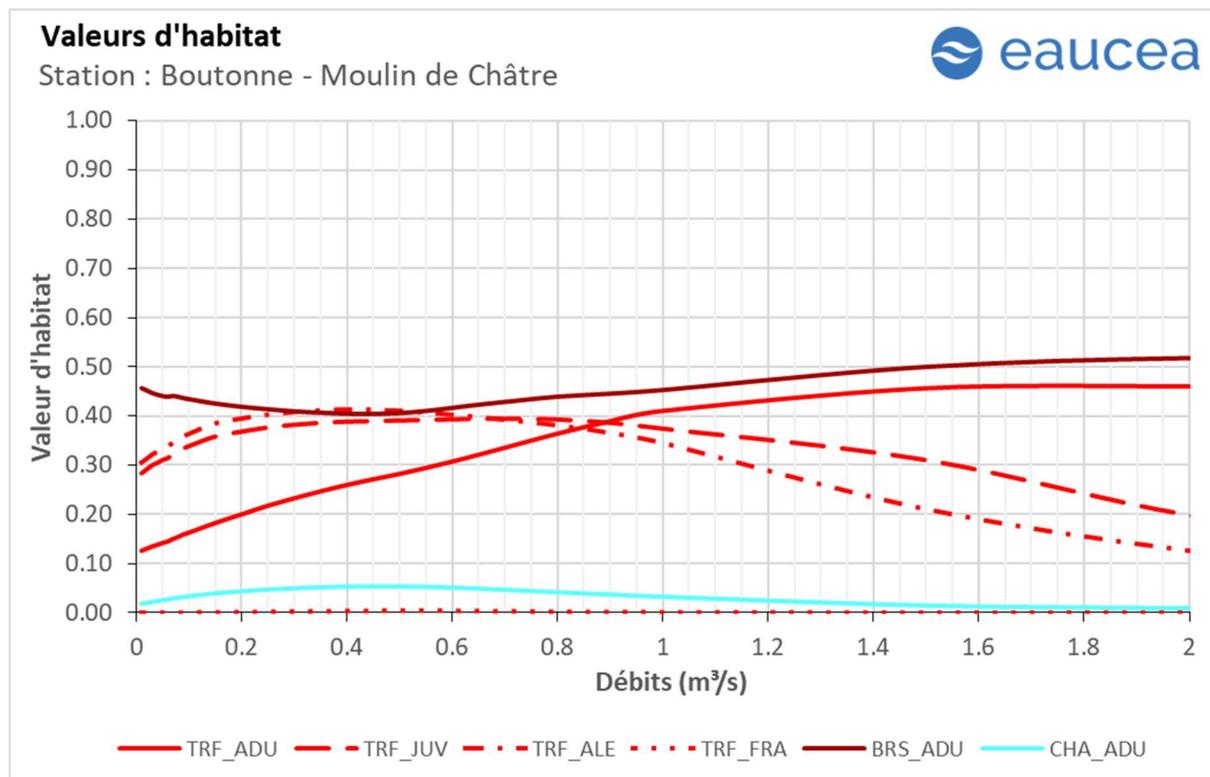


Figure 67: Valeur d'habitat sur la station de Moulin de Châtre pour la truite fario, le brochet et le chabot

Les valeurs d'habitats pour la truite sont moyennes à faibles. Pour la truite adulte elles augmentent avec le débit avant d'atteindre un plateau de 0.55 de 1.5 m<sup>3</sup>/s jusqu'au débit de débordement, ce qui traduit un biotope favorable à cette espèce lorsque la station se met en eau puis une saturation. Pour les autres stades, la valeur chute avec le débit et des maxima 0.4 pour le juvénile et l'alevin entre 200 l/s et 400 l/s. Les frayères présentent une valeur d'habitat très faible à nulle à tous les débits.

La station est très favorable au brochet y compris au débit de débordement. Ce constat favorise donc la reproduction du brochet sur ce tronçon et ses environs. Pour le brochet, la valeur d'habitat chute avec le débit avant de remonter et d'établir un plateau à 0.5 dès 1.5 m<sup>3</sup>/s.

Pour le chabot, la valeur d'habitat est extrêmement faible, au maximum 0.05 aux environs de 400 l/s.

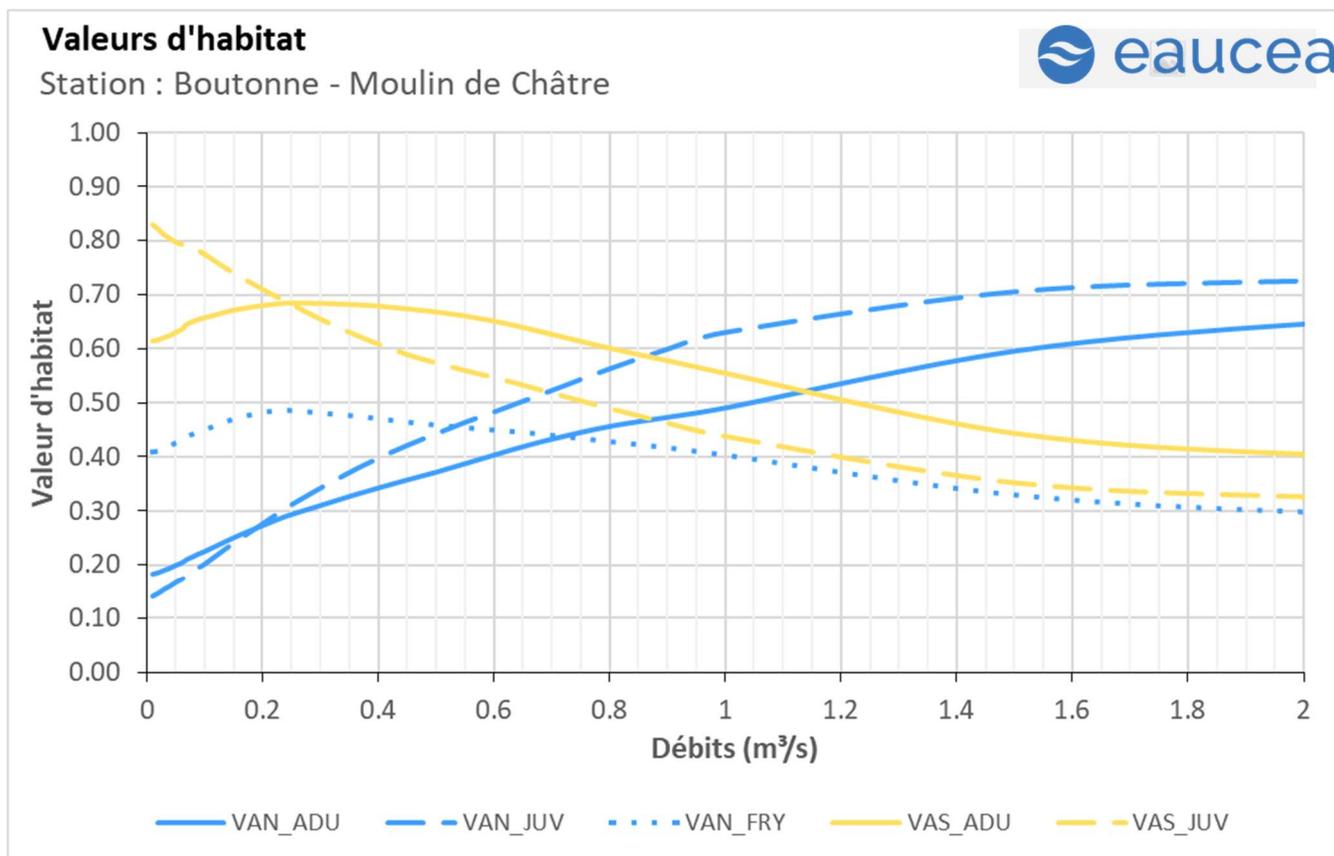


Figure 68 : Valeur d'habitat sur la station de Moulin de Châtre pour la vandoise et le vairon

Concernant la vandoise, la valeur d'habitat de l'adulte augmente avec le débit pour atteindre un maximum à 0.7 au débit de débordement. Pour le juvénile, la valeur d'habitat augmente avec le débit jusqu'à à 0.75. Pour l'alevin, la valeur augmente à bas débit avant un maximum à presque 0.5 avant de chuter et de se stabiliser à 0.3.

Le vairon adulte a une valeur d'habitat maximale de 0.7 à bas débit qui baisse ensuite, se stabilisant à 0.4. Le juvénile voit sa valeur d'habitat chutée jusqu'aux environs de 0.3 à mesure que le débit augmente.

Les surfaces pondérées utiles suivent globalement la même évolution que la valeur d’habitat mais avec le bénéfice de l’augmentation de la surface mouillée. La station est très favorable aux brochets puis aux vandoises adultes et aux truites adultes. L’optimum est aux environs de 1000 L/s.

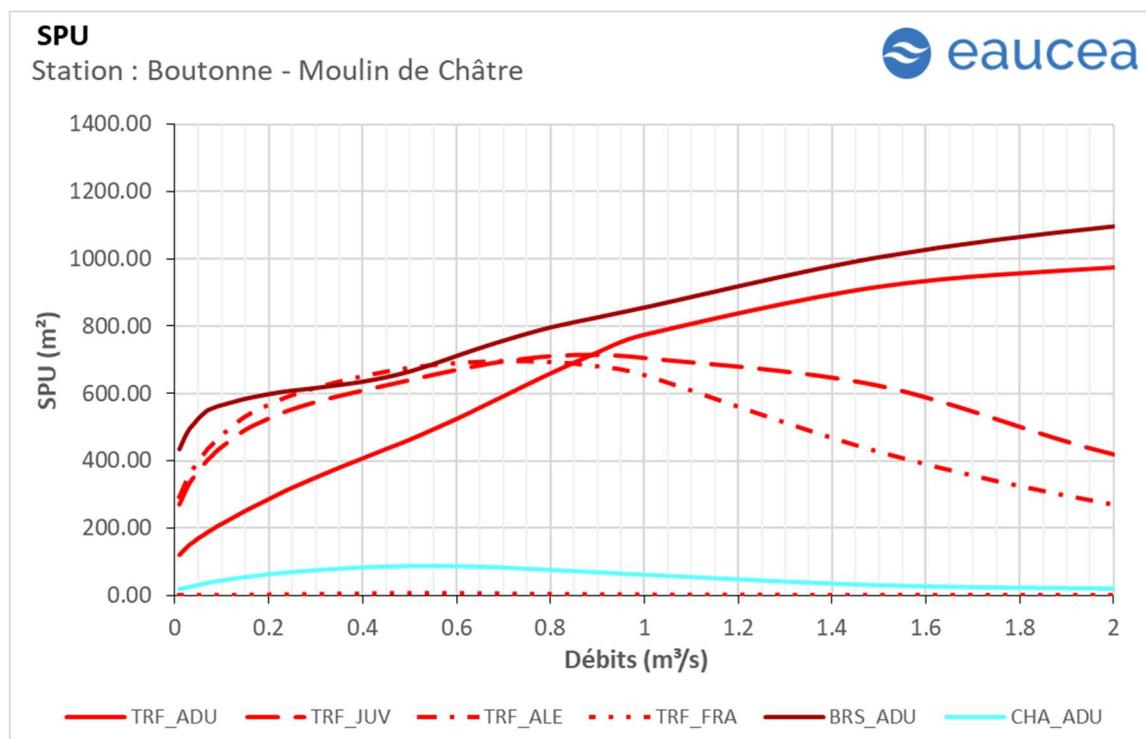


Figure 69: Surfaces pondérées utiles sur la station de Moulin de Châtre pour la truite, le brochet et le chabot.

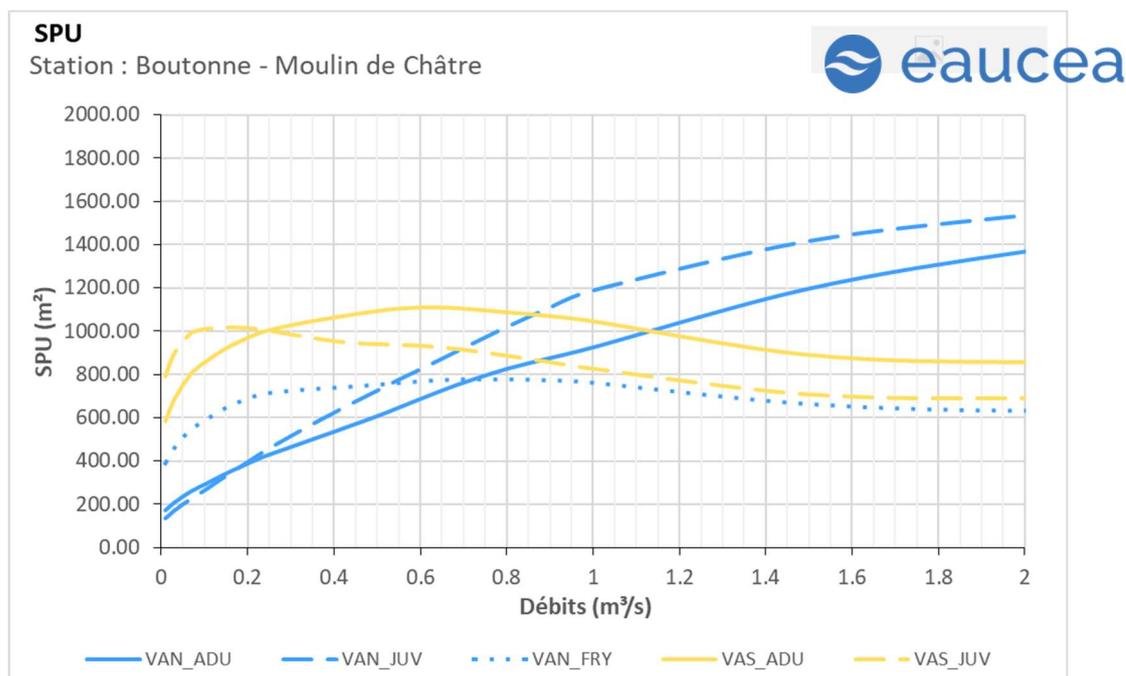


Figure 70 : Surfaces pondérées utiles sur la station de Moulin de Châtre pour la vandoise et le vairon

## 6.5.2 Saisonnalités

Les débits mensuels (m<sup>3</sup>/s) sont les suivants

Boutonne au Moulin de Châtre	Décenal sec	Quinquennal sec	Moyen	Médian	Quinquennal humide	Décenal humide
Janv.	2,113	3,300	12,283	9,944	19,723	24,964
Févr.	3,286	0,974	12,833	10,359	20,365	25,772
Mars	3,075	4,191	9,433	7,614	13,466	18,956
Avr.	2,671	3,251	7,438	5,407	10,209	14,927
Mai	2,072	2,486	5,233	3,843	6,837	10,123
Juin	1,036	1,512	3,382	2,595	5,067	6,548
Juil.	0,479	0,658	1,503	1,212	2,258	2,871
Août	0,282	0,396	0,931	0,817	1,398	1,823
Sept.	0,262	0,407	0,965	0,761	1,243	1,740
Oct.	0,453	0,603	2,113	1,150	2,652	4,770
Nov.	0,717	1,055	5,087	2,367	7,701	13,466
Déc.	1,481	2,092	9,238	5,666	13,694	23,162

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 250 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 l’habitabilité de la station est à son minimum en période de basses-eaux soit environ 404 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 396 l/s (en août quinquennal).

Lors de la période de transition d’automne, la surface pondérée utile (SPU) de la truite adulte est variable suivant si l’on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d’une année sèche, la SPU est de 789 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 1055 l/s, lors d’une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU ne peut être calculée car le tronçon déborde en novembre avec un débit quinquennal humide de 7.701 m<sup>3</sup>/s. On peut cependant estimer que cette SPU doit être maximale en année quinquennale humide car la SPU de la truite adulte se stabilise avec les débits.

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes jusqu’à la période des basses-eaux en année quinquennale sèche. Cette évolution voit la SPU de la truite adulte passer de 918 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1512 l/s) en juin d’une année sèche à 562 m<sup>2</sup> en juillet (pour 658 l/s). Dans le cas d’une année humide, la SPU est de 992 m<sup>2</sup> pour un débit de 2.258 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet. Pour le mois de juin, le débit quinquennal humide dépasse le débit de débordement avec 5067 l/s. La baisse de SPU et de débit observé lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux.

Pour la truite juvénile, l'habitabilité de la station est à son minimum en période basses-eaux soit environ 607 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 396 l/s.

Lors de la période de transition d'automne, la surface pondérée utile (SPU) de la truite juvénile est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU est de 696 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 1055 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux avec un débit quinquennal humide en novembre de 7.701 m<sup>3</sup>/s qui dépasse le débit de débordement 2000 L/s, la SPU ne peut donc pas être calculée.

La période de transition de printemps présente des SPU montantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la truite juvénile passer de 617 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1512 l/s) en juin d'une année sèche à 684 m<sup>2</sup> en juillet (pour 658 l/s). Dans le cas d'une année humide, la SPU 353 m<sup>2</sup> pour un débit de 2.258 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet, le débit de débordement étant dépassé en juin d'une année humide.

Pour la truite alevin, la période basses-eaux ne représente pas d'enjeu particulier à part en termes de mobilité sur le bassin et de développement. Durant cette phase, l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 648 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 396 l/s.

Lors de la période de transition d'automne, la surface pondérée utile (SPU) de la truite alevin est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU est de 629 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 1055 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU n'est pas calculable car le débit dépasse le débit de débordement avec 7.701 m<sup>3</sup>/s.

La période de transition de printemps présente des SPU montantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la truite alevin passer de 421 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1512 l/s) en juin d'une année sèche à 692 m<sup>2</sup> en juillet (pour 658 l/s). Dans le cas d'une année humide, la SPU est 220 m<sup>2</sup> pour un débit de 2.258 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet.

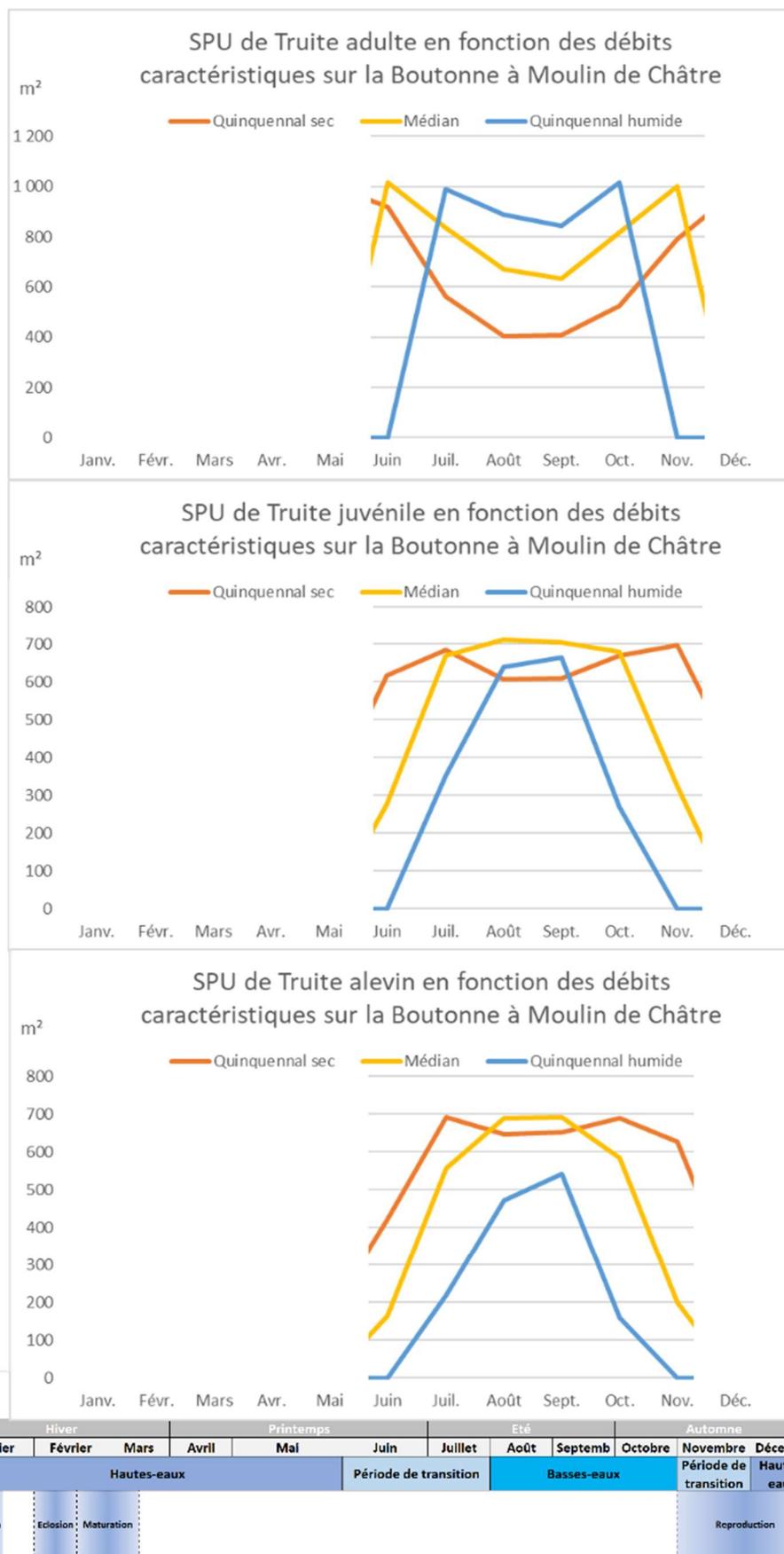


Figure 71 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile de la truite, calendrier biologique et hydrologique

Pour le brochet adulte, l’habitabilité de la station est à son minimum en basses eaux soit environ 634 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 396 l/s.

Lors de la période de transition d’automne, la surface pondérée utile (SPU) du brochet est variable suivant si l’on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d’une année sèche, la SPU est de 871 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 1055 l/s, lors d’une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU n’est alors pas calculable car le tronçon déborde en novembre avec un débit quinquennal humide de 7.701 m<sup>3</sup>/s.

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes jusqu’à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du brochet passer de 1006 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1512 l/s) en juin d’une année sèche à 738 m<sup>2</sup> en juillet (pour 658 l/s). Dans le cas d’une année humide, la SPU est de 1123 m<sup>2</sup> pour un débit de 2.258 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet. La baisse de SPU et de débit observé lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux.

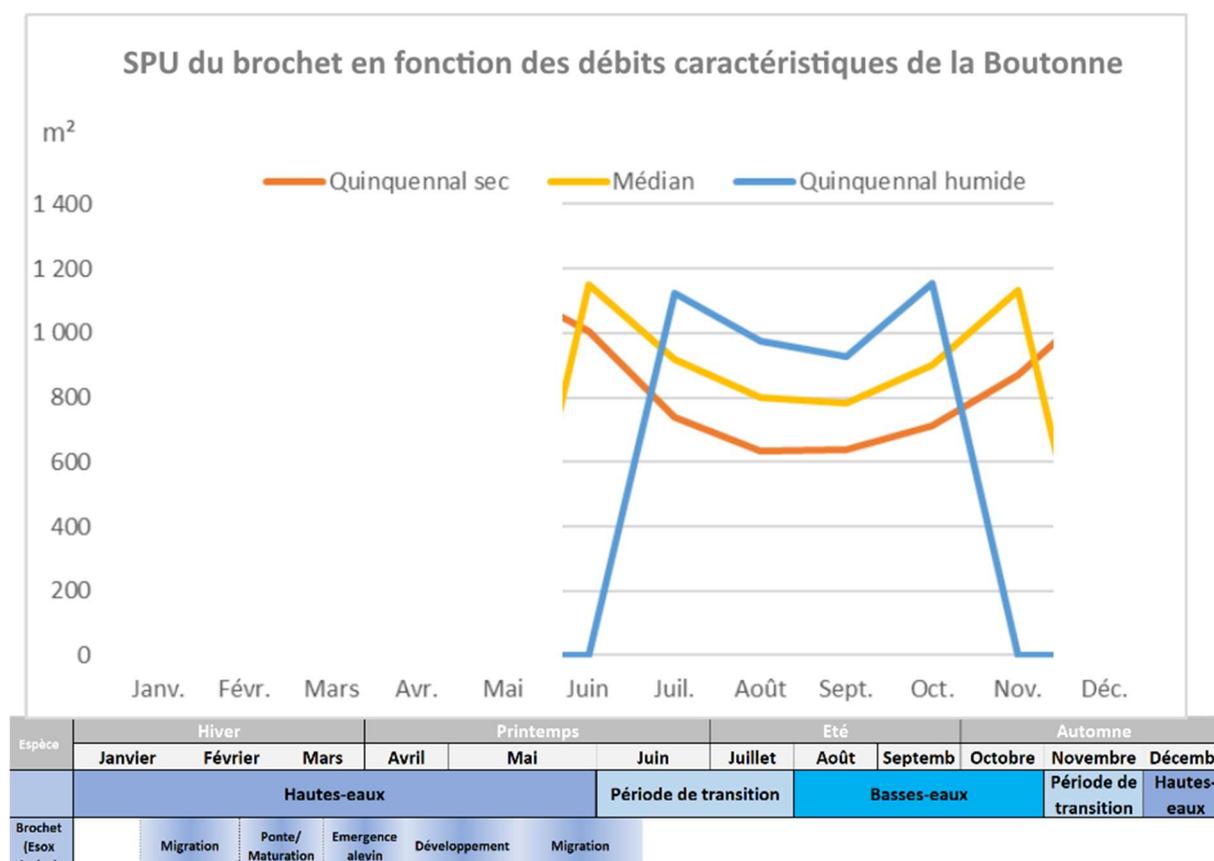


Figure 72 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du brochet, calendrier biologique et hydrologique

Pour le chabot adulte, la période basses-eaux représente des enjeux de mobilité et de vie sur le bassin. Durant cette phase, l’habitabilité de la station est à son quasi maximum soit environ 82 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 396 l/s.

Lors de La période de transition d’automne, la surface pondérée utile (SPU) du chabot adulte est variable suivant si l’on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d’une année sèche, la SPU est

de 57 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 1055 l/s, lors d’une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU ne peut être calculée.

La période de transition de printemps présente des SPU évoluant jusqu’à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du chabot adulte passer de 29 m<sup>2</sup> environ pour un débit de 1512 l/s en juin d’une année sèche à 84 m<sup>2</sup> en juillet de cette même année pour 658 l/s. Dans le cas d’une année humide, la SPU du chabot est de 18 m<sup>2</sup> en juillet pour un débit de 2.258 m<sup>3</sup>/s.

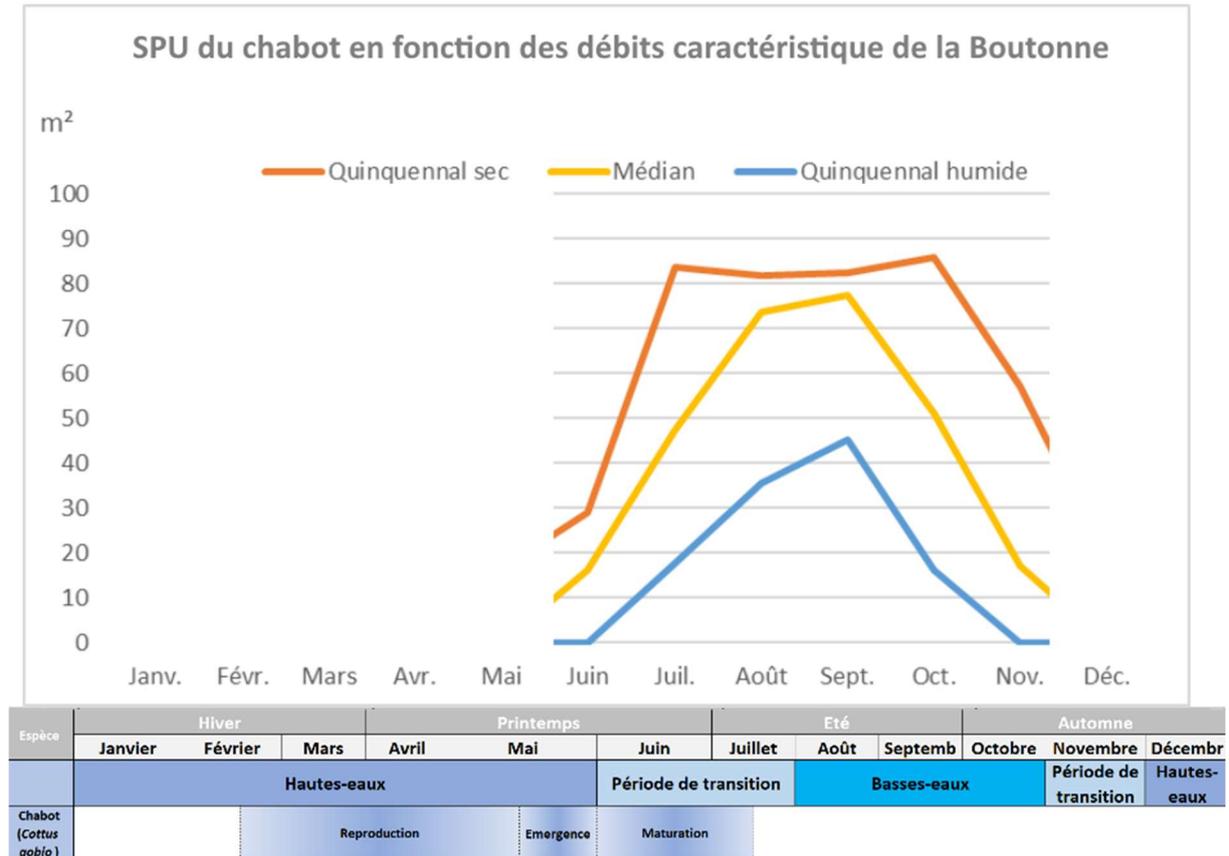


Figure 73 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du chabot, calendrier biologique et hydrologique

Pour le vairon adulte, l’habitabilité de la station est à son minimum en période basses-eaux soit environ 1063 m<sup>2</sup> pour le débit de 396 l/s. Les juvéniles de l’espèce bénéficient eux d’un minimum de 954 m<sup>2</sup> de surface pondérée utile.

Lors de la période de transition d’automne, la surface pondérée utile (SPU) du vairon adulte et juvénile est variable suivant si l’on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d’une année sèche, la SPU pour l’adulte est de 1031 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 1512 l/s, lors d’une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU n’est alors pas calculable, la station débordant. Pour le juvénile, la SPU est de 812 m<sup>2</sup> en novembre en année sèche.

La période de transition de printemps présente des SPU montantes jusqu’à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du vairon adulte passer de 891 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1512 l/s) en juin d’une année sèche à 1109 m<sup>2</sup> en juillet (pour 658 l/s). Dans le cas d’une année humide, la SPU est de 874 m<sup>2</sup> pour un débit de 2.258 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet. Pour le juvénile, la variation est de 706 m<sup>2</sup> à

922 m<sup>2</sup> en année sèche contre 703 m<sup>2</sup> en juillet d’une année humide. La tendance des SPU et de débit observé lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux.

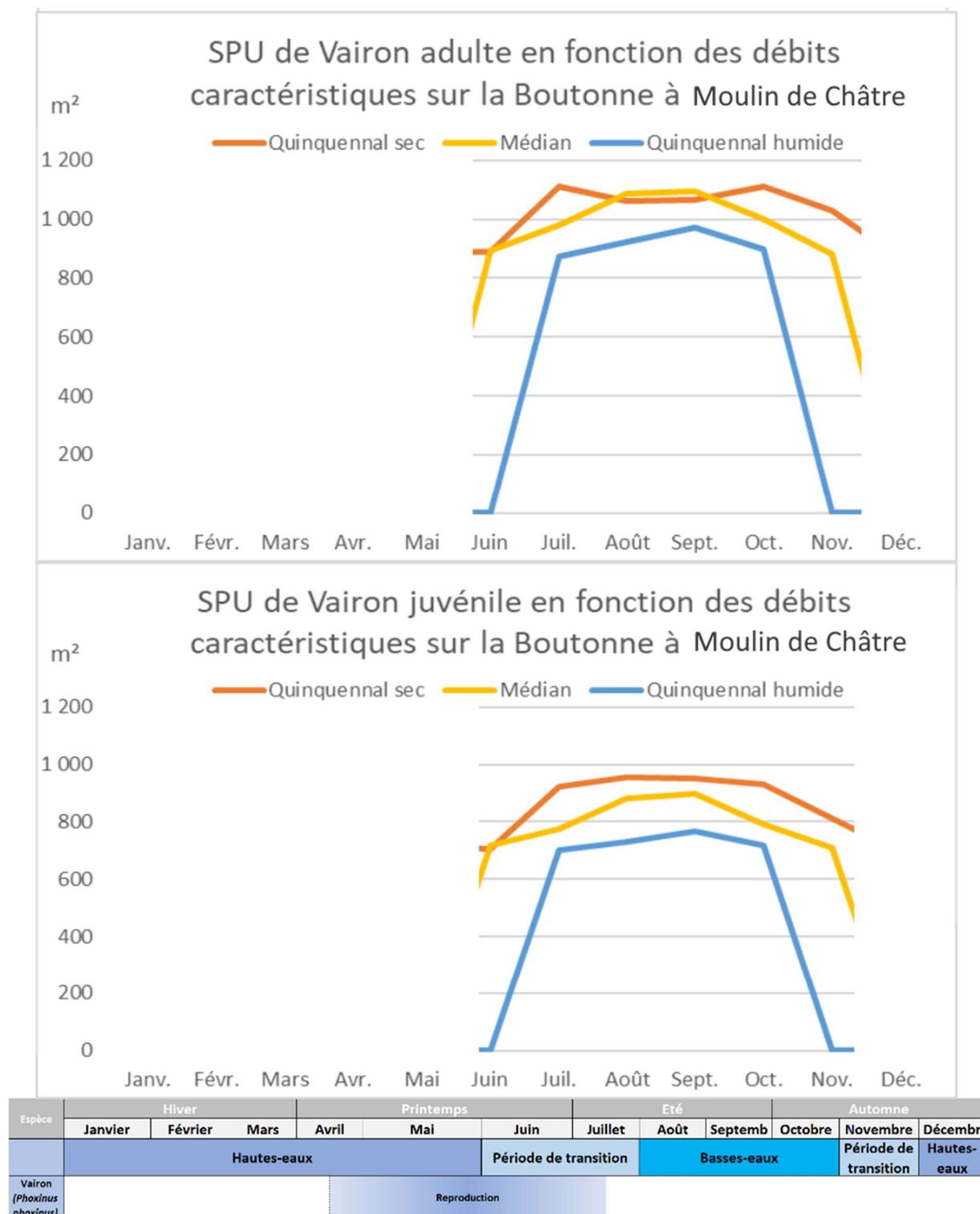


Figure 74: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique

Pour la vandoise adulte en période de basses-eaux, l'habitabilité de la station est à son minimum soit environ 533 m<sup>2</sup> et correspondant à un débit de 396 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 618 m<sup>2</sup> de surface pondérée utile et les alevins disposent de 738 m<sup>2</sup>.

Lors de la période de transition d'automne, la surface pondérée utile (SPU) de la vandoise adulte, juvénile et alevin est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU pour l'adulte est de 955 m<sup>2</sup> en novembre pour un débit de 1055 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la station déborde au mois de novembre. Pour le juvénile, la SPU est de 1214 m<sup>2</sup> en novembre en année sèche. Pour les alevins, il s'agit de 752 m<sup>2</sup> de SPU en novembre d'une année humide.

La période de transition de printemps présente des SPU descendantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la vandoise adulte passer de 1201 m<sup>2</sup> environ (soit un débit de 1512 l/s) en juin d'une année sèche à 732 m<sup>2</sup> en juillet (pour 658 l/s). Dans le cas d'une année humide, la SPU est de 1427 m<sup>2</sup> pour un débit de 2.258 m<sup>3</sup>/s au mois de juillet. Pour le juvénile, la variation est de 1421 m<sup>2</sup> à 880 m<sup>2</sup> en année sèche contre 1584 m<sup>2</sup> en juillet d'une année humide. Pour les alevins, ce sont 663 m<sup>2</sup> et 775 m<sup>2</sup> en année sèche et 645 m<sup>2</sup> en année humide.

La baisse de SPU et de débit observée lors de cette période de transition se poursuit lors de la période suivante de basses-eaux.

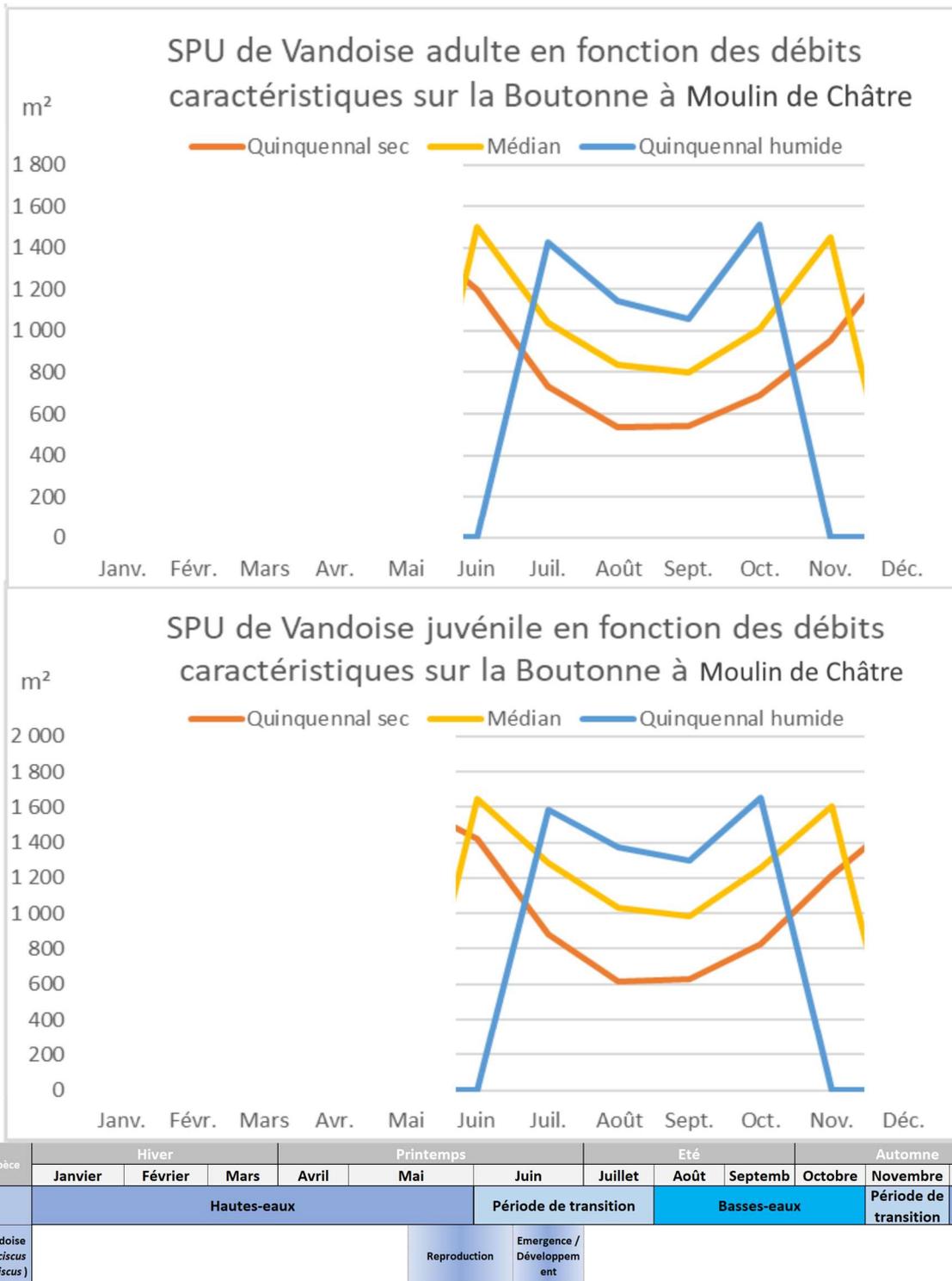


Figure 75: Evolution des surfaces pondérées utiles de la vandoise suivant le cycle annuel et calendrier biologique

### 6.5.3 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 très inférieure au débit nature d'été (QMNA5). Celle-ci soit 526 L/s sera retenue comme valeur de référence, bornée par le débit le plus bas (10 l/s) et le débit classé 75 % (982 l/s) ;
- pour la période de transition, une valeur intermédiaire entre les débits classés 50 % et 75 % comme valeur de référence, bornée par ces mêmes débits (1160 l/s et 3418 l/s), nous retiendrons la valeur de 2000 L/s comme débit de référence, limite du débordement ;
- pour la période de hautes-eaux, la valeur de référence est l'optimum de débit biologique (1000 l/s) comparée à une gamme de débit allant jusqu'au débit de débordement.

## 6.6 Conclusion concernant les débits biologiques de la station de Moulin de Châtre

Analyse piscicole		Qref																						
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.36	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.64	0.7	0.8	
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_ADU	Adulte	-76%	-70%	-66%	-62%	-58%	-57%	-49%	-42%	-35%	-29%	-22%	-17%	-12%	-6%	492	6%	12%	20%	34%	
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_JUV	Juvenile	-59%	-50%	-43%	-39%	-34%	-33%	-25%	-20%	-16%	-12%	-9%	-7%	-5%	-2%	655	2%	4%	6%	8%	
Principal	Habitat	Brochet	BRS_ADU	Adulte	-37%	-28%	-23%	-20%	-18%	-18%	-15%	-13%	-11%	-10%	-9%	-8%	-6%	-3%	687	4%	6%	10%	16%	
Principal	Habitat	Chabot	CHA_ADU	Adulte	-80%	-72%	-65%	-58%	-53%	-50%	-38%	-29%	-21%	-15%	-9%	-5%	-2%	0%	87	-1%	-3%	-6%	-14%	
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_ADU	Adulte	-73%	-68%	-65%	-59%	-56%	-55%	-47%	-40%	-34%	-28%	-22%	-17%	-12%	-6%	647	6%	11%	18%	28%	
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_JUV	Juvenile	-83%	-78%	-74%	-71%	-68%	-66%	-57%	-49%	-41%	-34%	-25%	-20%	-13%	-7%	776	6%	11%	19%	31%	
Principal	Habitat	Vairon	VAS_ADU	Adulte	-47%	-38%	-32%	-27%	-24%	-23%	-17%	-12%	-9%	-7%	-5%	-4%	-2%	-1%	1106	0%	0%	0%	-2%	
Principal	Habitat	Vairon	VAS_JUV	Juvenile	-16%	-4%	2%	6%	7%	8%	9%	8%	7%	5%	3%	2%	1%	0%	936	0%	-1%	-2%	-5%	
Principal	Surface mouillée				-43%	-34%	-29%	-25%	-23%	-22%	-18%	-15%	-12%	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	1673	2%	3%	5%	8%	
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons Petits poissons			non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui								
Synthèse indicateurs principaux																								
Habitat	SPU																							
Habitat	Surface mouillée																							
Habitat	Connectivité Longitudinale																							
Résultat																								

Figure 76 : 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 vandoise juvéniles et les truites adultes, une variation à +/- 20% de la SPU de

référence est observée entre la valeur de 400 l/s comme borne basse et 700 L/s en borne haute en période de basses-eaux.

Analyse piscicole					Qref					
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	1	1.5	2	2.50	3.00	3.3
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_ADU	Adulte	-21%	-6%	974	4%	7%	8%
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_JUV	Juvenile	69%	49%	418	-30%	-48%	-57%
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_ALE	Alevin	143%	58%	269	-36%	-53%	-61%
Principal	Habitat	Brochet	BRS_ADU	Adulte	-22%	-8%	1095	5%	7%	6%
Principal	Habitat	Chabot	CHA_ADU	Adulte	214%	51%	19	-15%	-18%	-19%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_ADU	Adulte	-32%	-12%	1367	9%	15%	18%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_JUV	Juvenile	-23%	-8%	1537	6%	12%	15%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_FRY	Alevin	20%	5%	633	4%	9%	11%
Principal	Habitat	Vairon	VAS_ADU	Adulte	22%	4%	859	3%	7%	7%
Principal	Habitat	Vairon	VAS_JUV	Juvenile	20%	2%	689	4%	5%	0%
Principal	Surface mouillée				-11%	-5%	2119	5%	8%	9%
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	SPU									
Habitat	Surface mouillée									
Habitat	Connectivité	Longitudinale								
Résultat										

Figure 77 : Matrice des périodes de transition

En période de transition, l'habitat piscicole est proche de son optimum à 1000 L/s. Le débordement à 2000 L/s est favorable pour la reproduction du brochet en février/mars, et doit être régulièrement garanti.

Nous proposons donc de retenir un débit plancher entre 1000 l/s (optimum piscicole) et 2000 l/s.

Analyse piscicole					Qref		
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	1	1.5	2
Principal	Habitat	Truite fario	TRF_FRA	Frai	1.74	-75%	-96%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			Habitat rhéophile nul		
Principal	Surface mouillée				1888	7%	12%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui	oui	oui
		Petits poissons			oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux							
Habitat	Habitats rapides						
Habitat	Surface mouillée						
Habitat	Connectivité	Longitudinale					
Résultat							

Figure 78 : Matrice de la période de hautes-eaux.

En période de hautes-eaux comme en période de transition, 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 1000 l/s a minima et de 2000 l/s pour la reproduction du brochet.

## 6.7 Synthèse sur les débits biologiques étiage et hors étiage et piézométrie associée

### 6.7.1 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			Eté			Automne		
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
en m3/s		Hautes-eaux			Période de transition			Basses-eaux			Période de transition		
	DMB+	2500			500			120			500		
	DMB-	700			300			80			300		
	DMB+	5500			1000			500			1000		
	DMB-	800			800			400			800		
	DMB+	+ 2000			2000			700			2000		
	DMB-	1000			1000			400			1000		
		Hautes-eaux			Période de transition			Basses-eaux			Période de transition		
en L/s/km2	DMB+	32.9			6.6			1.6			6.6		
	DMB-	9.2			3.9			1.1			3.9		
	DMB+	12.5			2.3			1.1			2.3		
	DMB-	1.8			1.8			0.9			1.8		
	DMB+	3.8			3.8			1.3			3.8		
	DMB-	1.9			1.9			0.8			1.9		

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

- La connectivité longitudinale apparait comme un facteur déterminant du choix d'un débit minimum biologique en étiage. Cela s'explique par le caractère très contraint de ces cours d'eau en période d'étiage car les débits sont a priori très faibles.
- 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.
- La capacité d'auto-entretien de la granulométrie n'est pas remise en cause. La Boutonne n'est donc pas vulnérable au colmatage sur les tronçons expertisés.
- La reproduction du brochet sur des stations parfois très favorables (Moulin de Châtre).

#### 6.7.2 Piézométrie associée (à venir)



## 7 BIBLIOGRAPHIE

Baudoin JM., Burgun V., Chanceau M., Larinier M., Ovidio M., Sremiski 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.

## 8 ANNEXES

### 8.1 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
	Pelisson	VAI VAR ?	?	VAI VAR ?	?	ANG ?	VAI VAR
Charente	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	CHE : Chevaine	PCH : Poisson-chat
ABL : Ablette	EPI : Epinoche	PER : Perche fluviatile
ANG : Anguille européenne	EPT : Epinochette	PES : Perche soleil
BAF : Barbeau fluviatile	GAM : Gambusie	ROT : Rotengle
BBB : Brème	GAR : Gardon	SIL : Silure
BBG : Black bass	GOU : Goujon	TAN : Tanche
BOU : Bouvière	GRE : Grémille	TRF : Truite fario
BRS : Brochets (commun et aquitain)	HOT : Hotu	VAR : Vandoise rostrée
CAS : Carassin	LOF : Loche franche	
CCO : Carpe commune	LPP : Lamproie de Planer	
CHA : Chabot		

## 8.2 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 inventoriés 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.

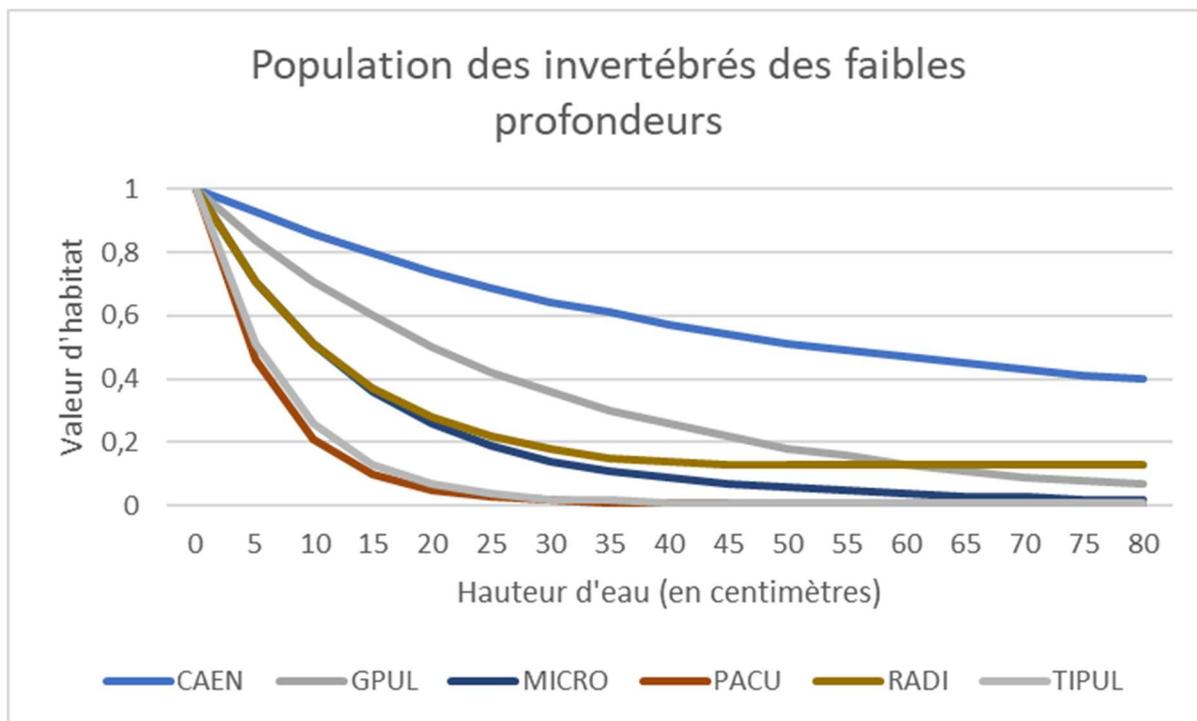
Nous pouvons cependant définir des grandes familles comportementales en lien avec les paramètres « hauteur » et « vitesse ».

### Préférence de hauteur d'eau

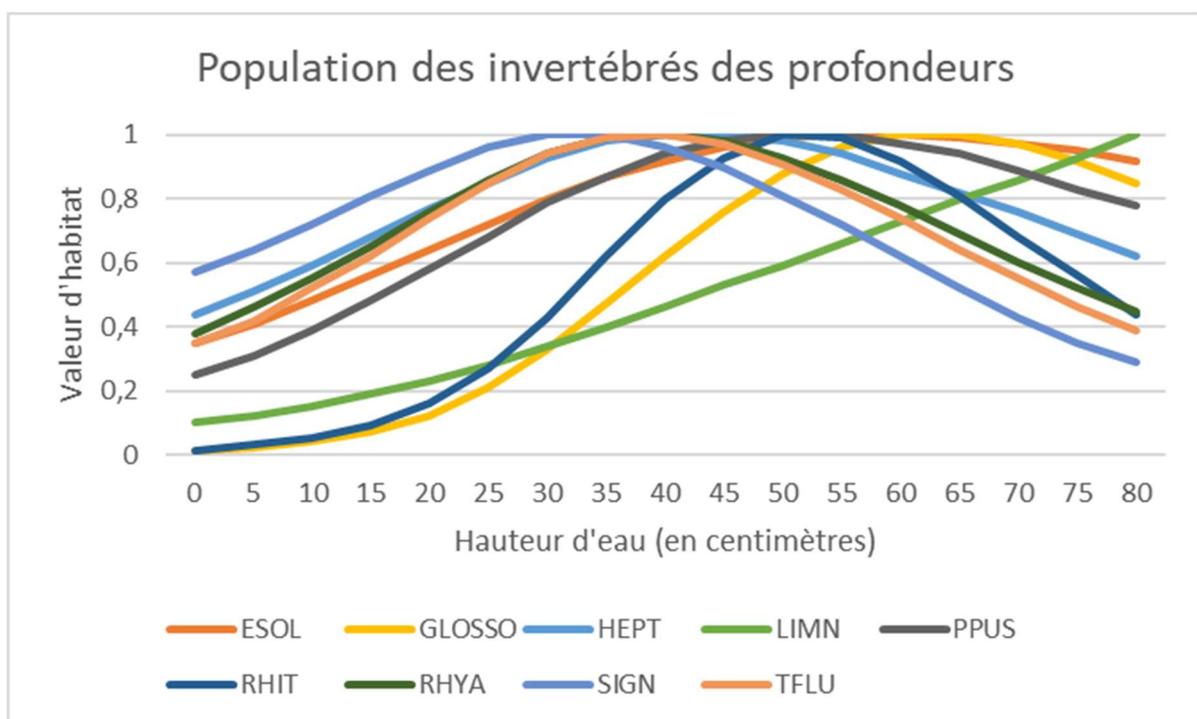
Seuls 15 clades disposent de courbes de préférence concernant les hauteurs d'eau, les voici listés ci-dessous.

<b>Clade</b>	<b>Code</b>
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 distinguer 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.

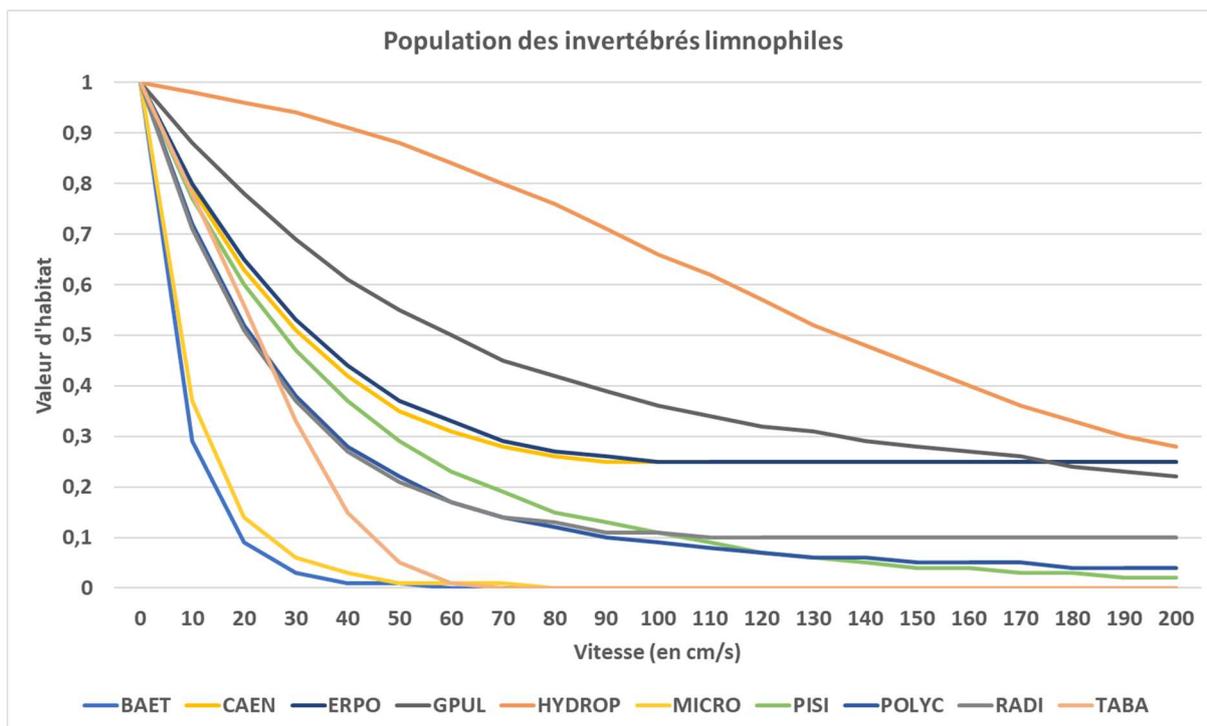
#### Vitesses d'écoulement

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

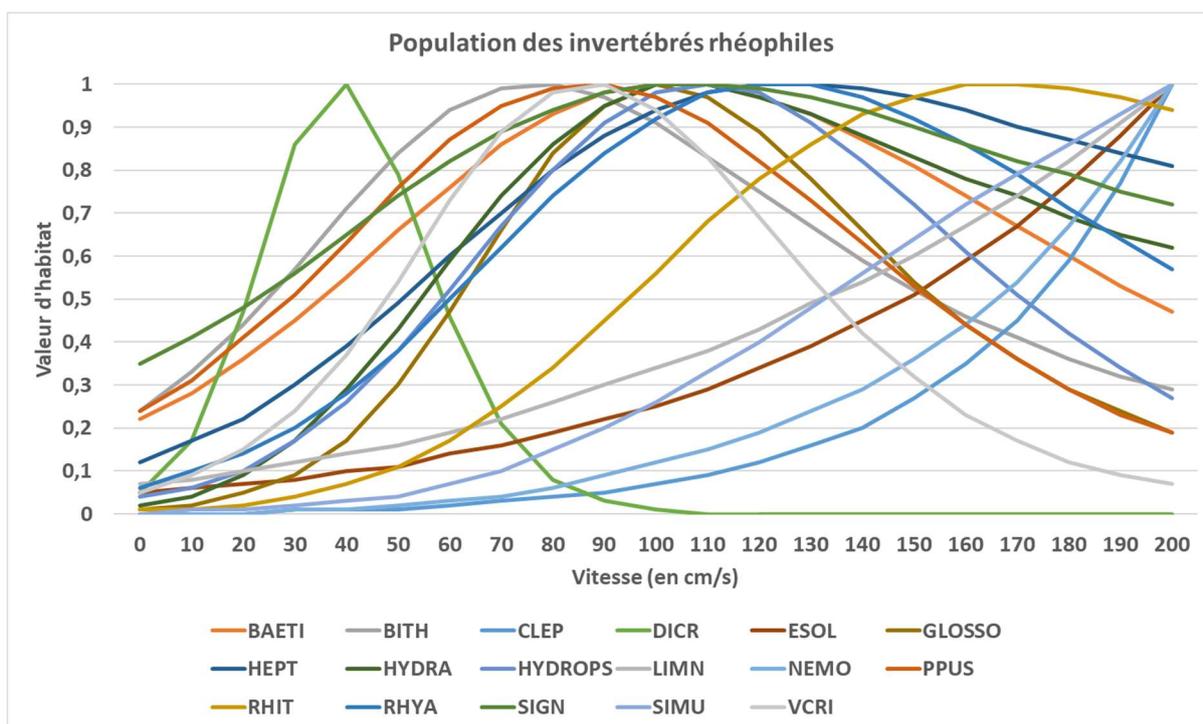
Clade	Code
Baetidae	BAET
Baetis	BAETI
Bithynia	BITH
Caenis	CAEN
Cheumatopsyche	CLEP
Dicranota	DICR
Erpobdellidae	ERPO
Esolus	ESOL
Gammarus	GPUL
Glossiphoniidae	GLOSSO
Heptagenia	HEPT
Hydraena	HYDRA
Hydropsyche	HYDROPS
Hydroptila	HYDROP
Limnius	LIMN
Micronecta	MICRO
Nemoura	NEMO
Pisidium	PISI
Polycentropus	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 lentiques. 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.**