



72 rue Riquet – Bat A
31000 Toulouse
Tél : 05 61 62 50 68
E-mail : eauceca@eauceca.fr
www.eauceca.fr

Etude de la valeur des débits biologiques sur la Trézence

Territoire du SAGE Boutonne

**ESTIMATION DES DEBITS
BIOLOGIQUES**

LOT 1

Tranche
optionnelle 1.3



VERSION
Janvier 2023

TABLE DES MATIERES

1	POSITIONNEMENT DES STATIONS « DEBITS BIOLOGIQUES »	5
2	METHODOLOGIE	7
3	CHOIX DES DEBITS : FREQUENCE ET SAISONNALITE	8
3.1	Méthode	8
3.2	Résultats	8
3.3	Choix des 4 saisons hydrologiques	11
4	ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA TRÉZENCE A MIGRE	13
4.1	Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique	13
4.1.1	Description de la station	13
4.1.2	Modélisation hydraulique de la station	15
4.1.3	Exploitation des résultats	18
4.2	Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)	18
4.2.1	Surface mouillée	18
4.2.2	Granulométrie de la station	20
4.2.3	Profondeur	21
4.2.4	Vitesse d'écoulement	22
4.3	Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison des hautes-eaux)	25
4.4	Connectivité longitudinale (toutes saisons)	28
4.5	Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles	29
4.5.1	Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement	29
4.5.2	Saisonnalité	30
4.6	Conclusion concernant les débits biologiques de la station de Migré (matrice)	36
5	ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA TRÉZENCE A TOURNAY	40
5.1	Paramètres physiques de la station et modélisation hydraulique	40
5.1.1	Description de la station	40
5.1.2	Modélisation hydraulique de la station	42
5.1.3	Exploitation des résultats	46
5.2	Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)	47
5.2.1	Surface mouillée	47
5.2.2	Granulométrie de la station	48
5.2.4	Profondeur	49
5.2.5	Vitesse d'écoulement	50
5.3	Capacité d'auto-entretien des faciès du cours d'eau (saison de hautes-eaux)	52
5.4	Connectivité longitudinale (toutes saisons)	56
5.5	Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles	57
5.5.1	Courbes d'évolutions avec le débit jusqu'au débordement	57
5.5.2	Saisonnalité	58
5.6	Conclusion concernant les débits biologiques de la station de Tournay	65
5.7	Synthèse débit biologique à Tournay	68
5.8	Synthèse sur les débits biologiques étiage et hors étiage de la Trézence et piézométrie associée	69
5.8.1	Débits biologiques des stations	69
5.8.2	Piézométrie associée (à venir)	69
6	BIBLIOGRAPHIE	70
7	ANNEXES	71
7.1	Annexe 1 : Tableau des différentes espèces-cibles validées en COFIL par bassin	71
7.2	Annexe 2 : Habitat des invertébrés	72

Figure 1 : Stations du bassin de la Trézence.....	5
Figure 2 : Profil en long de la Trézence et position de la station hydrométrique de Tournay (correspondant à la station débit biologique aval).....	6
Figure 3 : Débits moyens mensuels mesurés et reconstitués de la Trézence	8
Figure 4: Courbe des débits journaliers classés de la Trézence à Tournay.....	9
Figure 5: Débits caractéristiques mensualisés.....	10
Figure 6 : Débits mensuels statistiques et débits classés de la Trézence à Tournay	11
Figure 7 : Position des transects de mesure de la station de Migré.....	13
Figure 8 : vue de la station vers l'amont.....	14
Figure 9 Profil en long expérimental	15
Figure 10 : Maillage de calcul et topographie de la station de Migré – Trézence.....	16
Figure 11 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre).....	16
Figure 12 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré.....	17
Figure 13 : Evolution de la surface mouillée à Migré jusqu'au débordement.....	19
Figure 14 : Evolution de la surface mouillée à Migré : zoom sur les bas débits	19
Figure 15 : Carte des substrats de la station de Migré	20
Figure 16: Evolution des profondeurs sur la station de Migré à différents débits	21
Figure 17: Evolution des vitesses d'écoulement sur la station de Migré à différents débits	22
Figure 18: Evolution des milieux courants sur la station de Migré.....	23
Figure 19 : Evolution de surface lotique (orange) et lentique (vert)	24
Figure 20 : Mise en mouvement des particules sur la station de Migré	27
Figure 21: Connectivité de la station de Migré pour un seuil de 5 cm de hauteur d'eau	28
Figure 22: Connectivité de la station sur le Trézence pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau.....	28
Figure 23: Valeurs d'habitat de la station de Migré	29
Figure 24: Surfaces pondérées utiles sur la station de Migré.....	30
Figure 25 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du goujon adulte, calendrier biologique et hydrologique	31
Figure 26: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique.....	33
Figure 27: Evolution des surfaces pondérées utiles de la vandoise suivant le cycle annuel et calendrier biologique..	35
Figure 28 : Matrice période de basses-eaux.....	36
Figure 29 : Matrice des périodes de transition.....	37
Figure 30 : Matrice de la période de hautes-eaux.....	38
Figure 31 : Position des transects de mesure de la station de Tournay	40
Figure 32 : Maillage de calcul et topographie de la station de Tournay - Trézence	43
Figure 33 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre).....	44
Figure 34 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré.....	45
Figure 35: Evolution de la surface mouillée sur la station de Tournay.....	47
Figure 36 : Evolution de la surface mouillée à Tournay : zoom sur les bas débits	47
Figure 37: Carte des substrats sur la station de Tournay	48
Figure 38: Evolution des profondeurs sur la station de Tournay	49
Figure 39: Evolution des vitesses d'écoulements sur la station de Tournay	50
Figure 40: Carte des habitats courants sur la station de Tournay.....	51
Figure 41 : Mise en mouvement des particules sur la station de Tournay.....	55
Figure 42: Connectivité de la station de Tournay avec un seuil à 5 cm de hauteur d'eau	56
Figure 43: Connectivité de la station de Tournay pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau.....	56
Figure 44: Valeur d'habitat sur la station de Tournay	57
Figure 45: Surfaces pondérées utiles sur la station de Tournay.....	58
Figure 46 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du goujon adulte, calendrier biologique et hydrologique	59
Figure 47: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique.....	61
Figure 48: Evolution des surfaces pondérées utiles de la vandoise suivant le cycle annuel et calendrier biologique..	63
Figure 49 : Matrice période de basses-eaux.....	65
Figure 50 : Matrice des périodes de transition.....	66
Figure 51 : Matrice de la période de hautes-eaux.....	67

1 POSITIONNEMENT DES STATIONS « DEBITS BIOLOGIQUES »

Le choix des stations a été arrêté en Copil. La Trézence est étudiée au niveau de deux stations de débit biologique du bassin situées en amont des fortes restitutions hydrogéologiques dans un secteur vulnérable aux assècs :

- La station dite « de Migré » en amont ;
- La station dite « de Tournay » en aval.

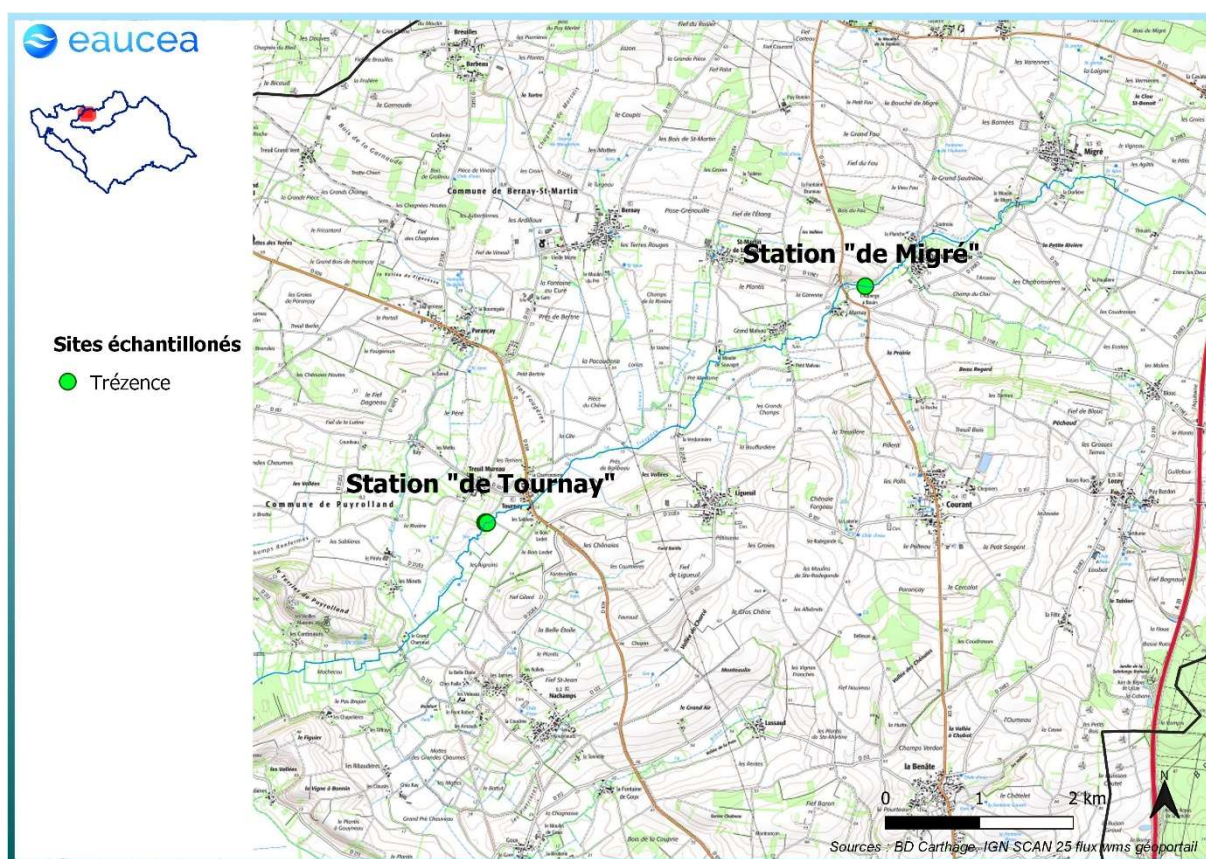


Figure 1 : Stations du bassin de la Trézence

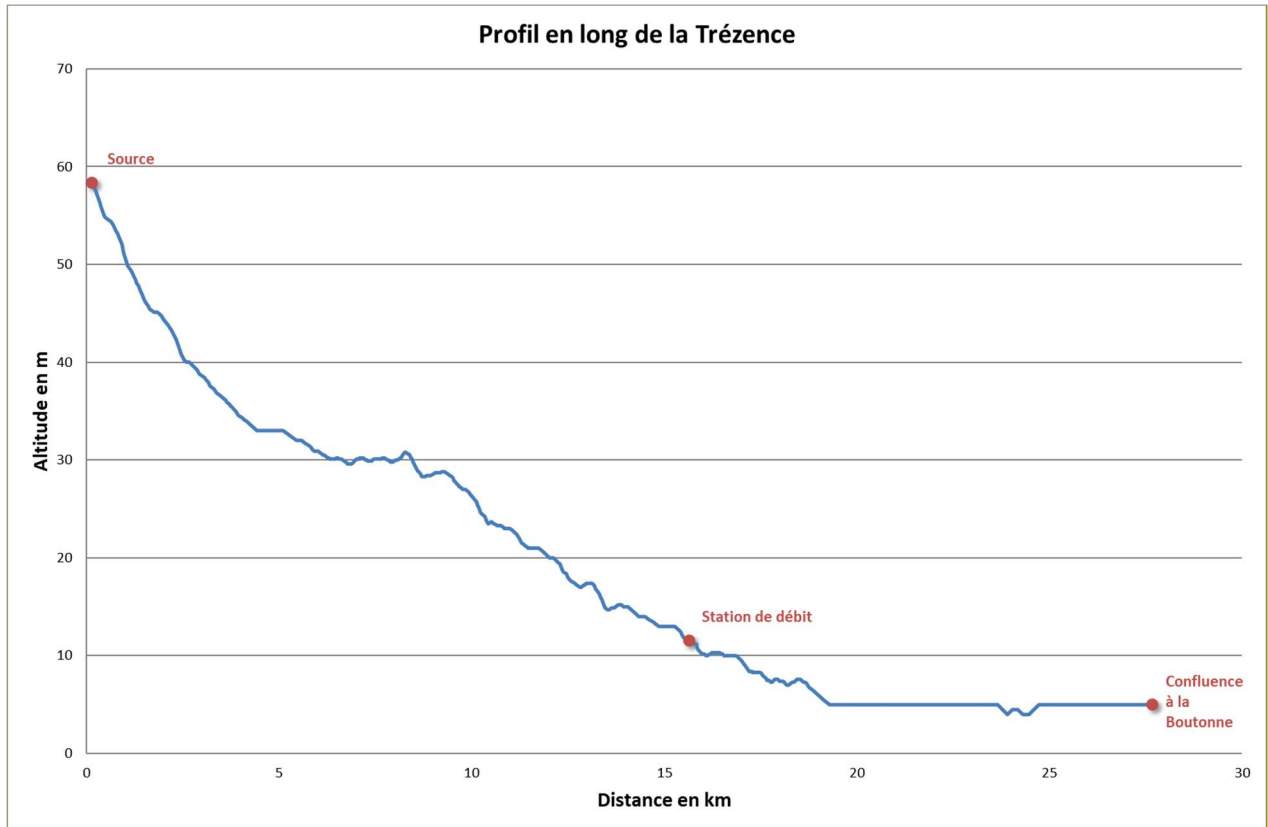


Figure 2 : Profil en long de la Trézence et position de la station hydrométrique de Tournay (correspondant à la station débit biologique aval).

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, 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 Trézence sont calculés sur la base des observations réalisées à Tournay.

3.2 Résultats

		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
La Trézence à Puyrolland (Tournay)	Débits (m ³ /s)	1,73	1,62	0,844	0,737	0,37	0,202	0,058	0,025	0,065	0,258	0,879	1,37	0,68
73 km ²	l/s/km ²	23,7	22,2	11,6	10,1	5,1	2,8	0,8	0,3	0,9	3,5	12,0	18,8	9,3
La Trézence à Migré	Reconstitués	0,616	0,577	0,301	0,262	0,132	0,072	0,021	0,009	0,023	0,092	0,313	0,488	0,240
26 km ²	l/s/km ²	23,7	22,2	11,6	10,1	5,1	2,8	0,8	0,3	0,9	3,5	12,0	18,8	9,2

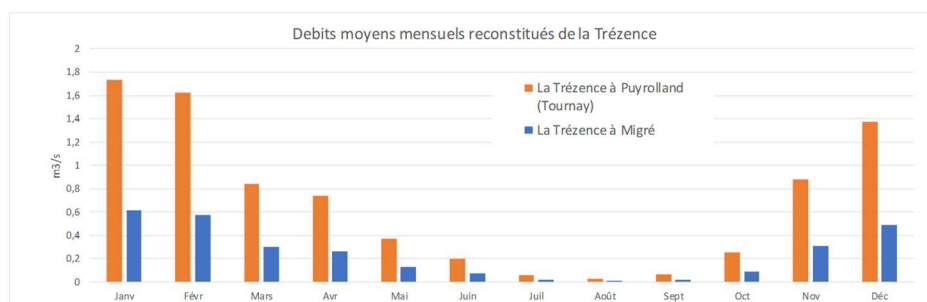


Figure 3 : Débits moyens mensuels mesurés et reconstitués de la Trézence

La reconstitution des débits classés a été effectuée sur la base des enregistrements réalisés à Tournay. Les débits classés offrent une analyse fréquentielle des débits que l'on s'attend à observer sur la station. Pour caractériser 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.

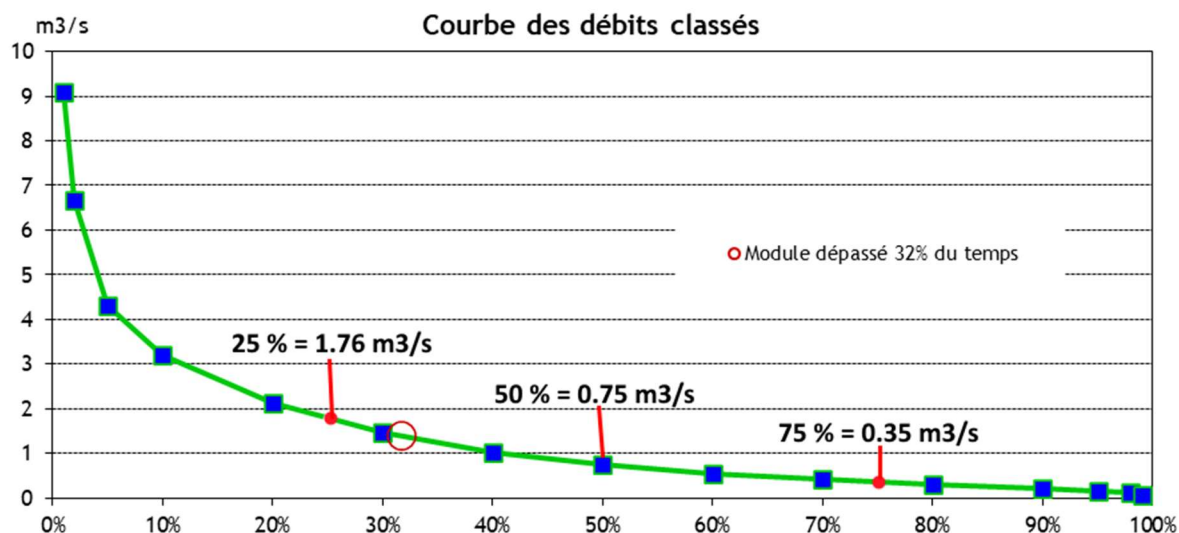


Figure 4: Courbe des débits journaliers classés de la Trézence à Tournay

Pour Migré, 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 décrits simplement et il faut garder à l'esprit le caractère très incertains de cette estimation.

	Tournay m ³ /s	Migré m ³ /s
Occurrence 25%	1.760	0.636
Occurrence 50%	0.750	0.271
Occurrence 75%	0.353	0.128

Le cycle annuel est représenté par une approche par quantile des débits mensuels estimés avec les mêmes règles de prorata depuis la station de Tournay. Les valeurs sont les suivantes :

Trézence à Tournay	Décenal sec	Quinquennal sec	Moyen	Médian	Quinquennal humide	Décenal humide
Janv.	0,426	0,545	1,207	0,966	1,760	2,228
Févr.	0,230	0,268	0,553	0,434	0,730	0,986
Mars	0,139	0,176	0,388	0,294	0,596	0,736
Avr.	0,022	0,067	0,257	0,185	0,297	0,472
Mai	0,003	0,006	0,111	0,056	0,188	0,295
Juin	0,005	0,007	0,099	0,030	0,113	0,173
Juil.	0,006	0,010	0,112	0,039	0,085	0,189
Août	0,006	0,015	0,395	0,054	0,362	0,886
Sept.	0,013	0,028	0,946	0,187	1,718	2,650
Oct.	0,039	0,041	0,944	0,351	1,696	2,946
Nov.	0,072	0,154	1,280	0,859	2,162	3,161
Déc.	0,581	0,910	2,112	1,780	3,112	3,902

Trézence à Migré	Décenal sec	Quinquennal sec	Moyen	Médian	Quinquennal humide	Décenal humide
Janv.	0,154	0,197	0,436	0,349	0,636	0,805
Févr.	0,083	0,097	0,200	0,157	0,264	0,356
Mars	0,050	0,064	0,140	0,106	0,215	0,266
Avr.	0,008	0,024	0,093	0,067	0,107	0,171
Mai	0,001	0,002	0,040	0,020	0,068	0,107
Juin	0,002	0,003	0,036	0,011	0,041	0,063
Juil.	0,002	0,004	0,041	0,014	0,031	0,068
Août	0,002	0,005	0,143	0,020	0,131	0,320
Sept.	0,005	0,010	0,342	0,067	0,621	0,958
Oct.	0,014	0,015	0,341	0,127	0,613	1,064
Nov.	0,026	0,056	0,462	0,310	0,781	1,142
Déc.	0,210	0,329	0,763	0,643	1,124	1,410

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.

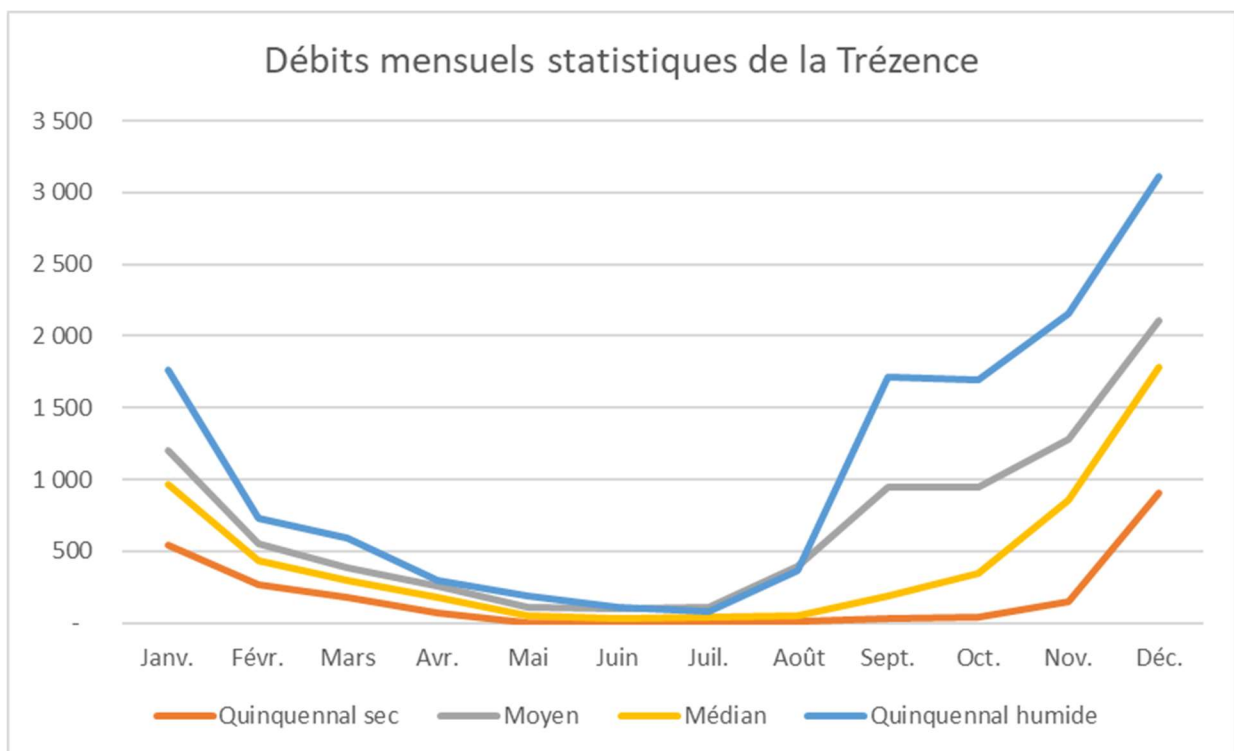


Figure 5: Débits caractéristiques mensualisés

3.3 Choix des 4 saisons hydrologiques

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

Ces quatre périodes correspondront à :

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

A la station de Tournay, 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 350 l/s. En hydrologie médiane, cette période s'étend d'avril à octobre compris. Les saisons de transition (entre 75% et 50%) sont très réduites avec des débits croissants d'octobre à novembre compris. La saison d'eaux moyennes et de hautes eaux (débit dépassé 50% du temps) s'observe de novembre à janvier compris. Enfin, la saison de transition avec des débits diminuant encadre février.

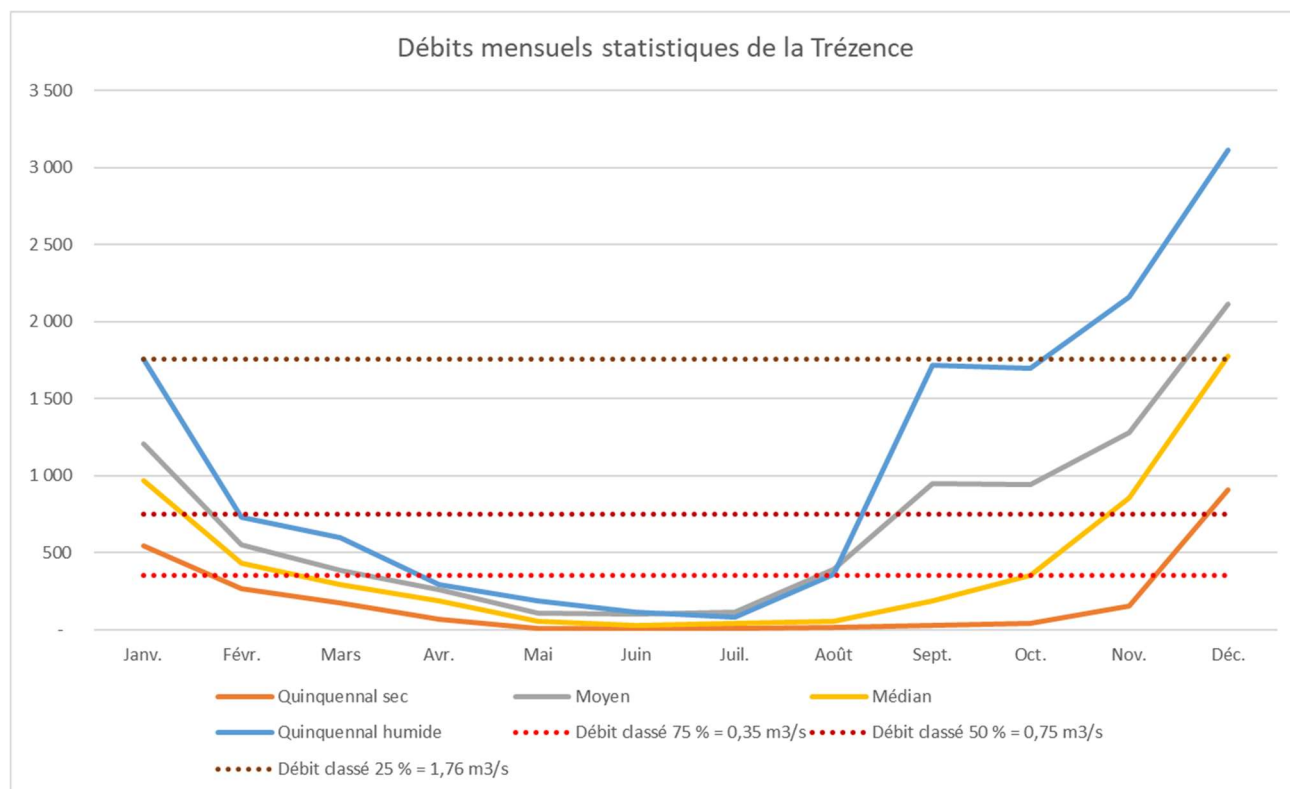


Figure 6 : Débits mensuels statistiques et débits classés de la Trézence à Tournay

Les espèces cibles du secteur étant le goujon (*Gobio gobio*), 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	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Goujon (<i>Gobio gobio</i>)				Reproduction								
Vairon (<i>Phoxinus phoxinus</i>)				Reproduction								
Vandoise (<i>Leuciscus leuciscus</i>)				Reproduction		Emergence / Développement						

La saison de basses-eaux correspond ainsi à la période de reproduction du goujon qui elle-même contient les périodes de reproduction de la vandoise et du vairon.

Le calendrier des différentes périodes d'analyse est donc :

Hauts-eaux	Hiver			Printemps			Été			Automne		
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	Période de transition		Basses-eaux						Période de transition		Hauts-eaux	

4 ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA TRÉZENCE A MIGRE

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 Migré sur la Trézence est située environ 40 m en aval d'une diffluence, la Trézence se séparant en 2 bras qui se raccordent 500 m plus en aval au niveau du hameau de Marnay. Le pont de la D120 traverse la Trézence environ 230 m à l'aval de la station.

Elle s'étend sur environ 23 m de long dans un secteur assez rectiligne.

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



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

Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées le 14/09/2021.

- Profils altimétriques et lignes d'eau associées des transects repérés ci-avant. Acquis avec un tachéomètre de type station totale ;
- Débit transitant dans la station, mesuré avec un courantomètre à effet doppler. Le débit le jour des mesures a été mesuré à 23 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**

L'amont de la station débute par un linéaire de faciès type plat lent. Il aboutit à une zone de radier léger puis à un plat lent présentant des profondeurs d'eau plus marquées. La station se termine par un nouveau radier léger.

La station présente une pente générale très faible.

Globalement, des veines principales d'écoulement apparaissent sur les côtés gauche et droit du lit mineur. Le centre du lit étant généralement légèrement plus haut.

- **Type de berges**

Les deux berges d'une hauteur d'environ 2 mètres sont quasi verticales et végétalisées. Le bas de ces berges présentait une certaine érosion lors de la visite sur site et de petits bancs de sables en voie de végétalisation étaient présents, majoritairement en berge droite.



Figure 8 : vue de la station vers l'amont

- **Profil en long**

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

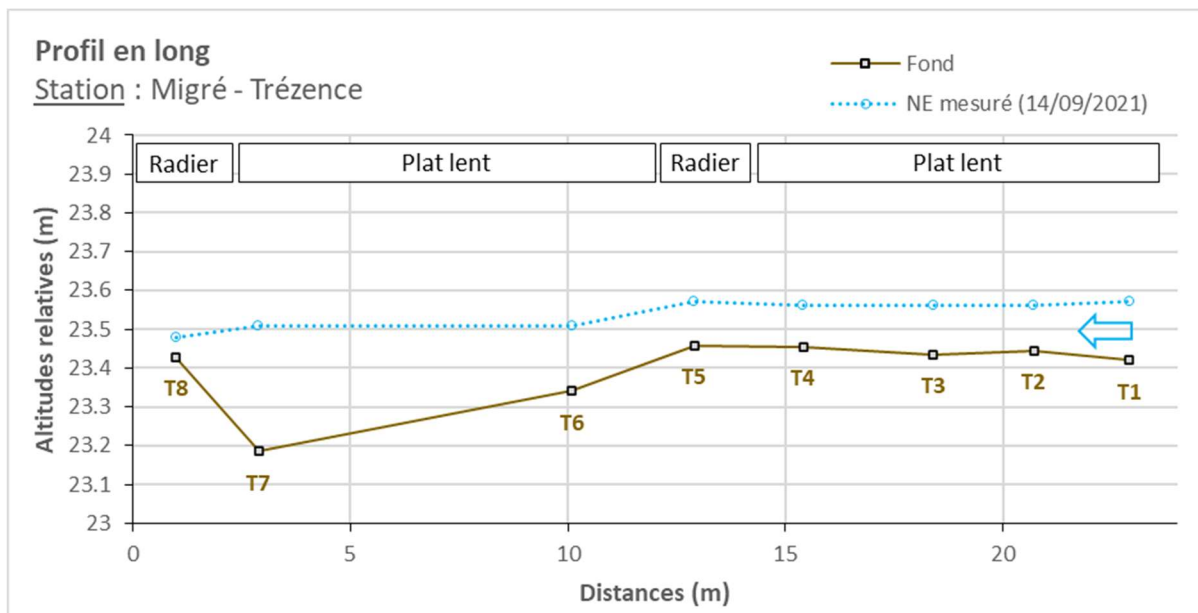


Figure 9 Profil en long expérimental

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.

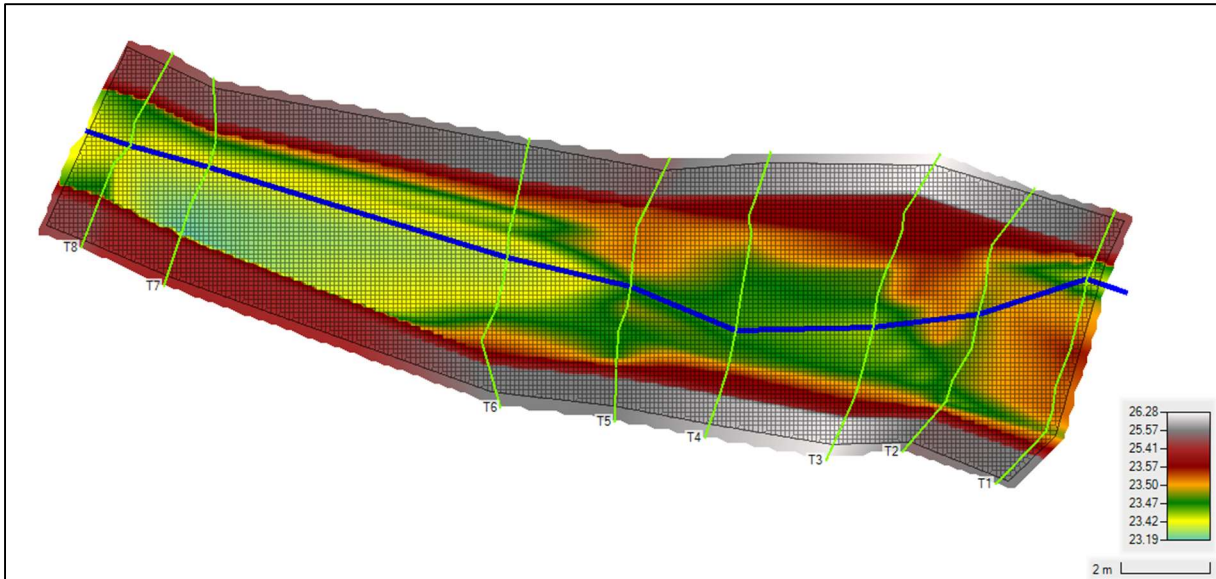


Figure 10 : Maillage de calcul et topographie de la station de Migré – Trézence

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 23 l/s.

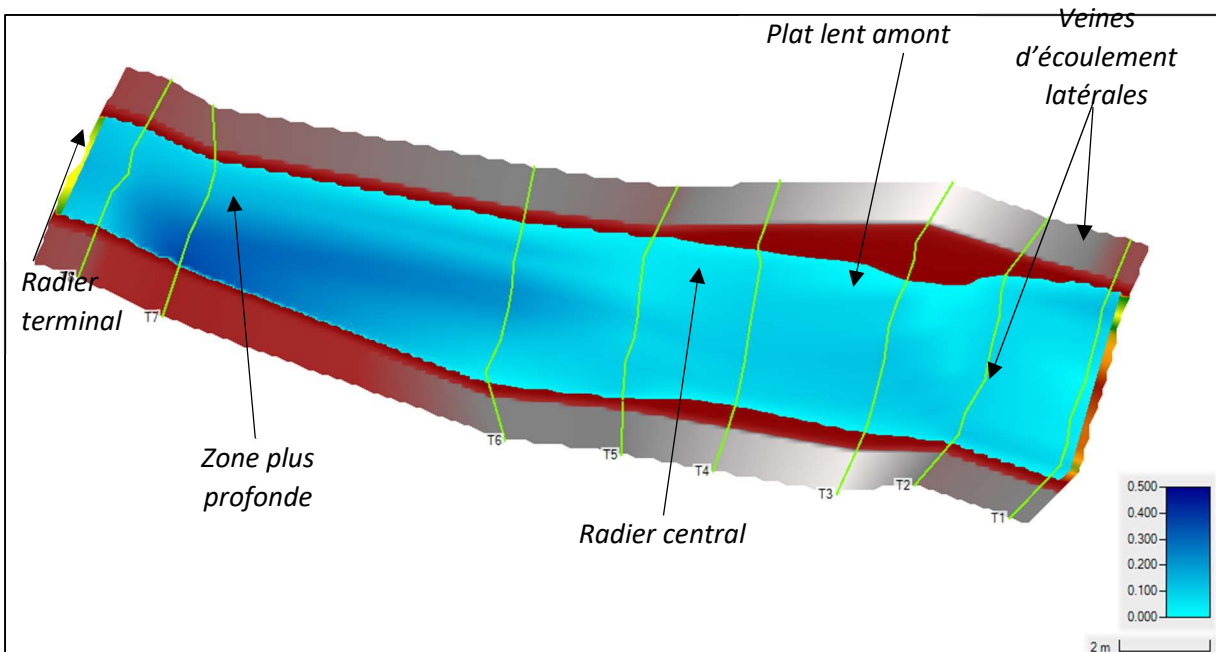


Figure 11 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre)

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. Une analyse de sensibilité des résultats hydrauliques mais surtout biologique vis-à-vis de ce calage est prévue par ailleurs et sera intégrée à la note méthodologique.

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

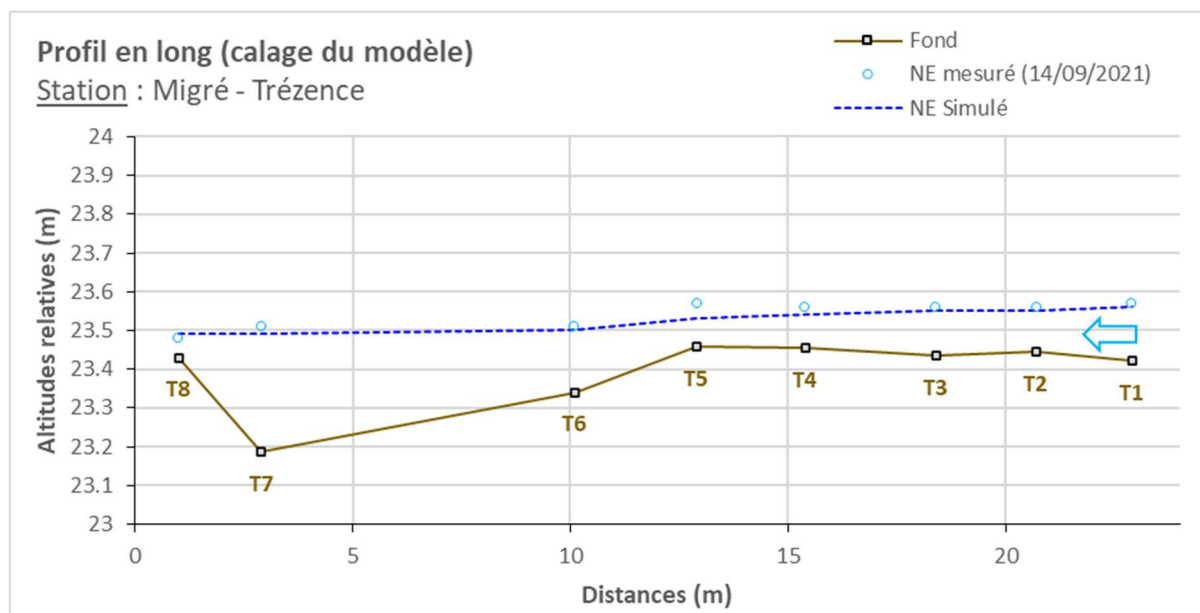


Figure 12 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré

Le calage du niveau d'eau apparaît satisfaisant.

- Les plats lents amont et aval sont correctement représentés
- Les radiers sont bien représentés. On constate un léger écart au droit du radier central qui demeure dans les ordres de grandeur de la précision 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 avec un pas de débit très resserré allant de 1 l/s à 500 l/s. Cette gamme permet ainsi de modéliser des débits d'étiage à plus que le module de la Trézence à cette station. Un deuxième jeu de simulation sur une gamme plus étendue et un pas de débit plus a aussi été réalisé grand jusqu'au débit de débordement ce qui permet de couvrir l'ensemble des hypothèses de débit.

4.1.3 Exploitation des résultats

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

Débit représenté	Equivalent sur la station (en l/s)
QMNA5 minimum	5
QMNA5 moyen	30
25% du module	135
Module	450
Débit de débordement	5000

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. Les variations des différents indicateurs sont ensuite analysées sous formes de matrices de gains/pertes autour d'une valeur de débit servant de référence pour la matrice. Cette valeur de débit de référence pour chaque saison correspond soit à un optimum d'habitat pour les espèces considérées et pour les différents indicateurs, soit à un compromis autour de tous ces indicateurs (dépendant des enjeux et des saisons), soit à débit caractéristiques de la saison (débit moyen, QMNA5, débit classé).

4.2 Variables physiques débit-dépendantes (toutes saisons)

4.2.1 Surface mouillée

La surface mouillée évolue de manière croissante avec le débit et importante jusqu'au environ de 70 l/s. Son évolution est ensuite très modérée voire nulle jusqu'à 5 000 l/s du fait du remplissage du lit et de la forme verticale des berges. Au-delà de 5000 L/s le cours d'eau déborde sur cette section. Le calcul est arrêté.

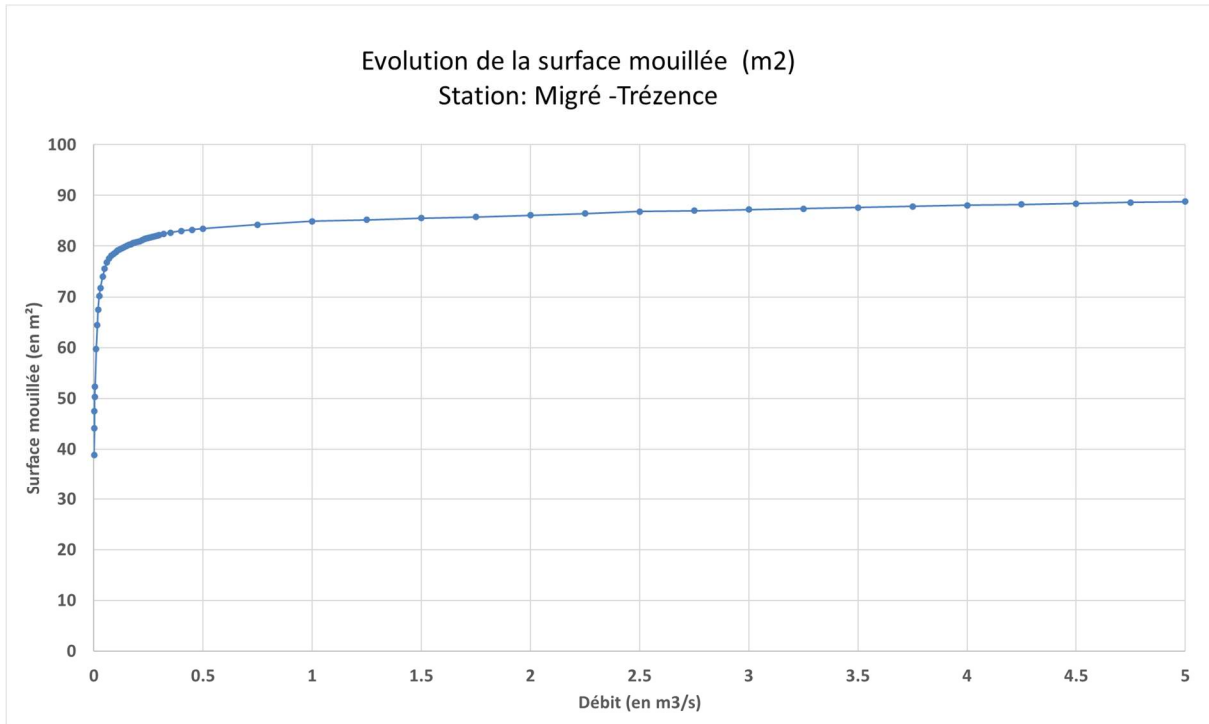


Figure 13 : Evolution de la surface mouillée à Migré jusqu'au débordement

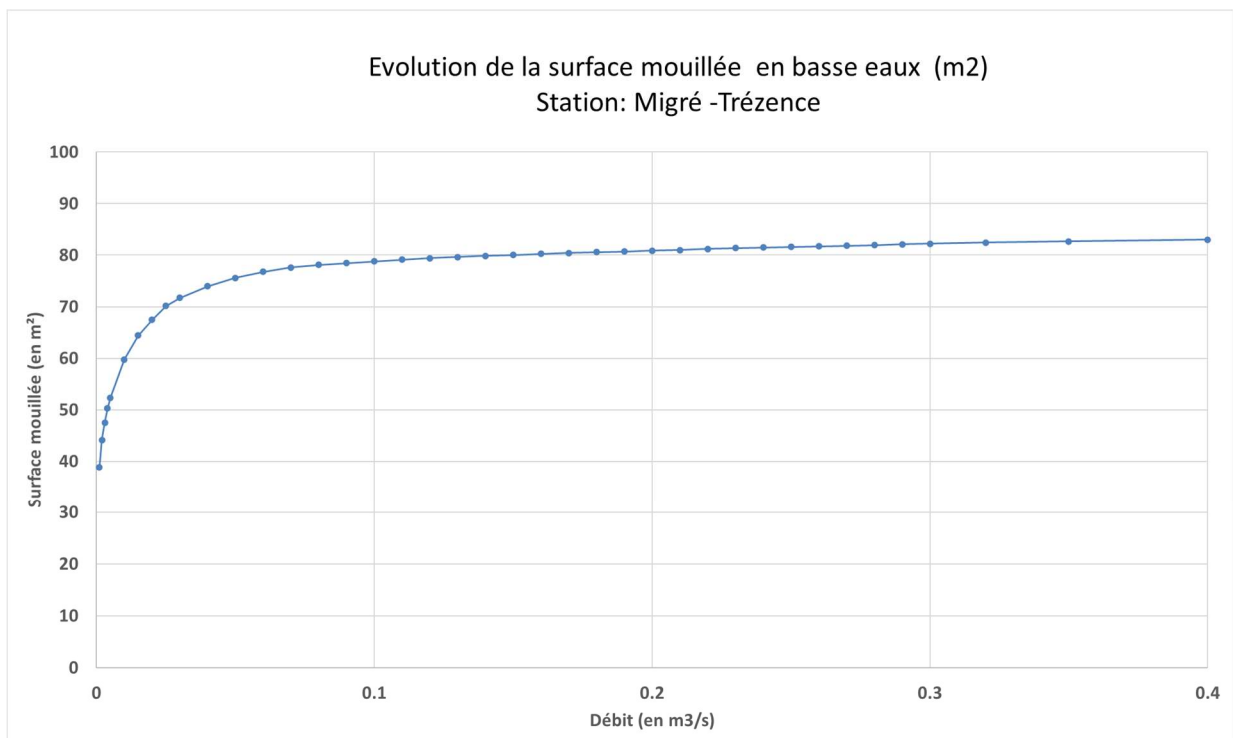


Figure 14 : Evolution de la surface mouillée à Migré : zoom sur les bas débits

4.2.2 Granulométrie de la station

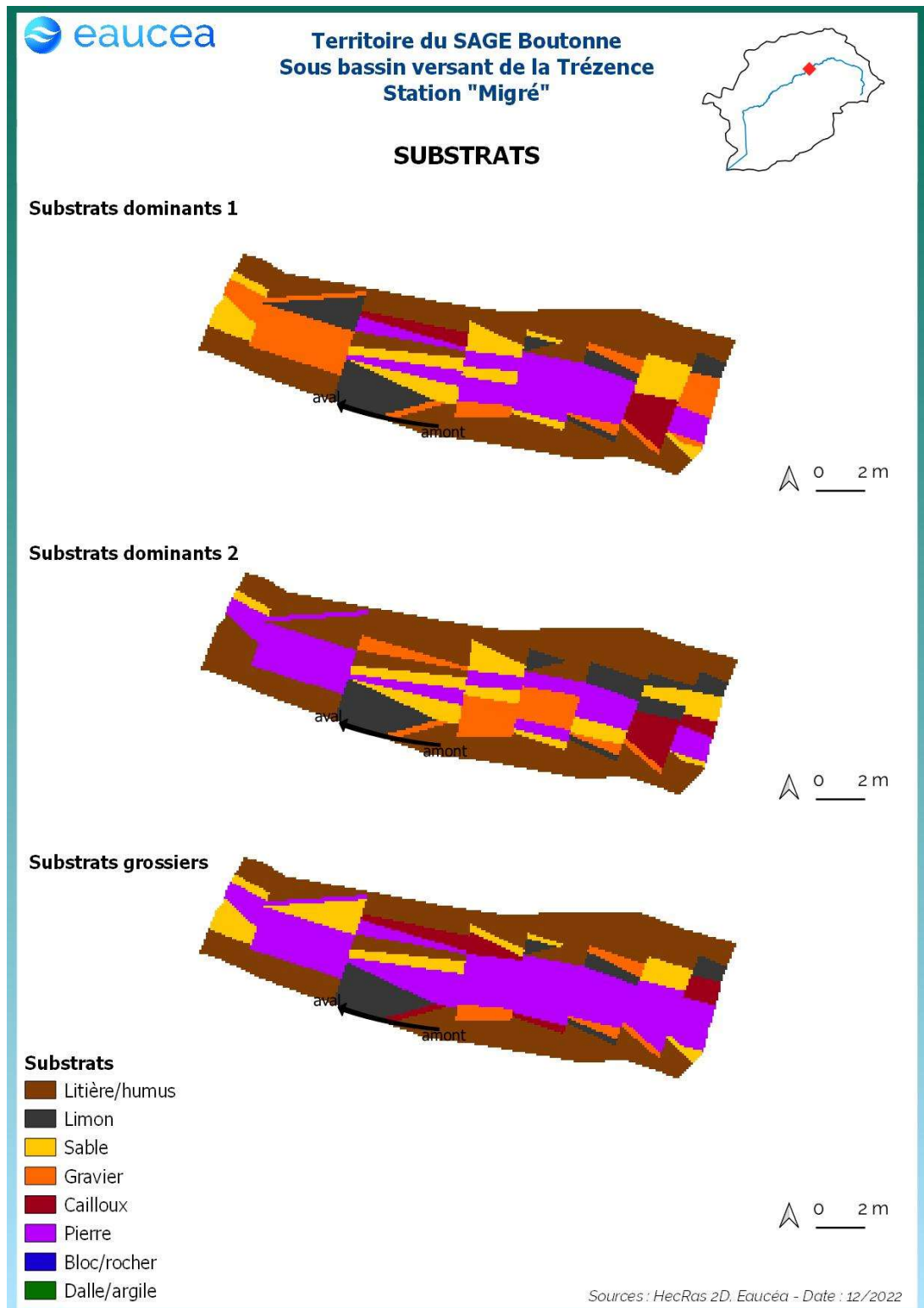


Figure 15 : Carte des substrats de la station de Migré

La station présente des substrats dominés par la litière et le limon aux abords des berges et par les pierres fines et grossières en milieu de lit.

4.2.3 Profondeur

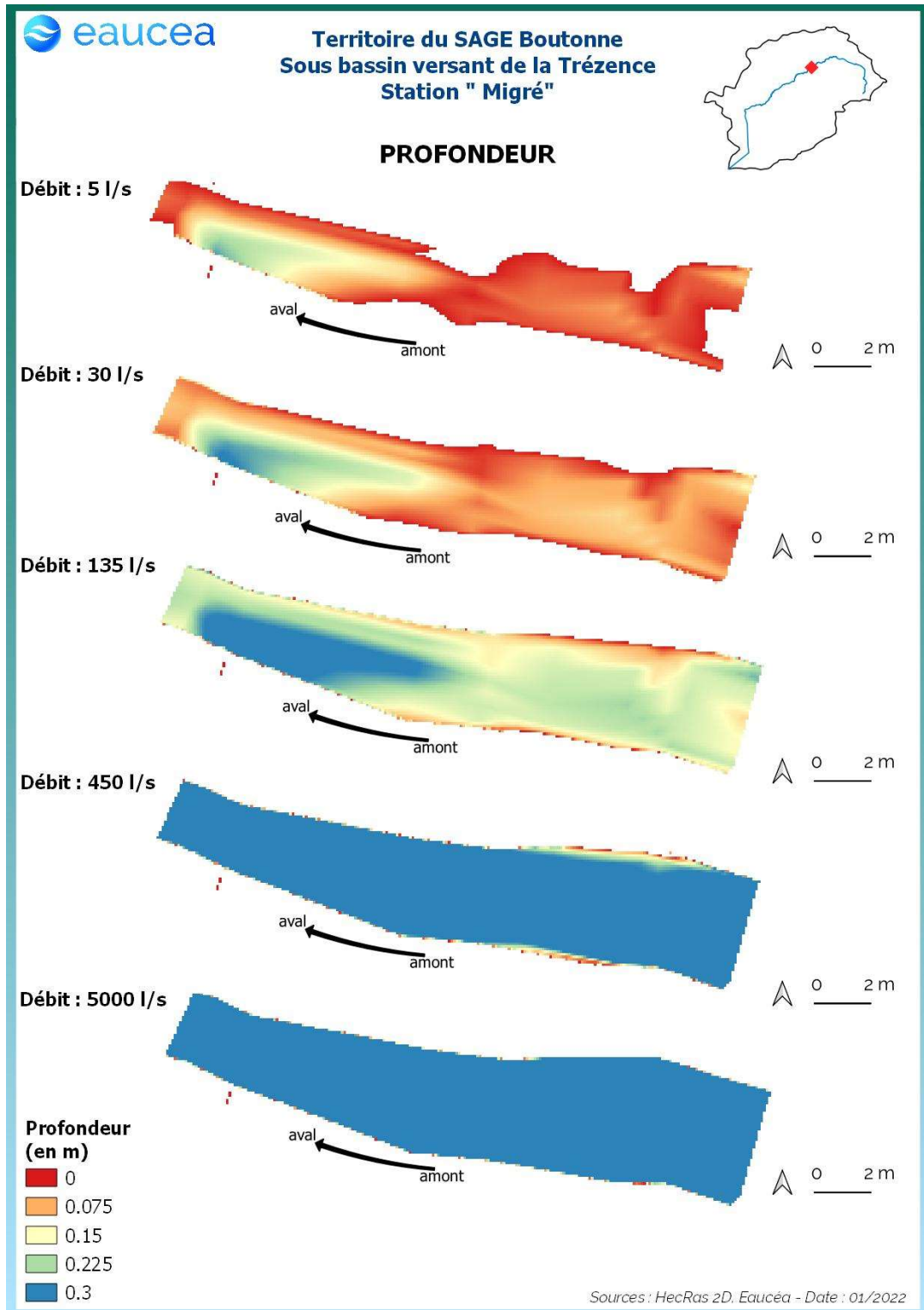


Figure 16: Evolution des profondeurs sur la station de Migré à différents débits

La station présente une fosse en aval d’une trentaine de centimètres de fond même à un débit faible de 30 l/s. Des bancs sableux émergés persistent en rive droite et gauche en amont de la station jusqu’au débit de 135 l/s.

4.2.4 Vitesse d'écoulement

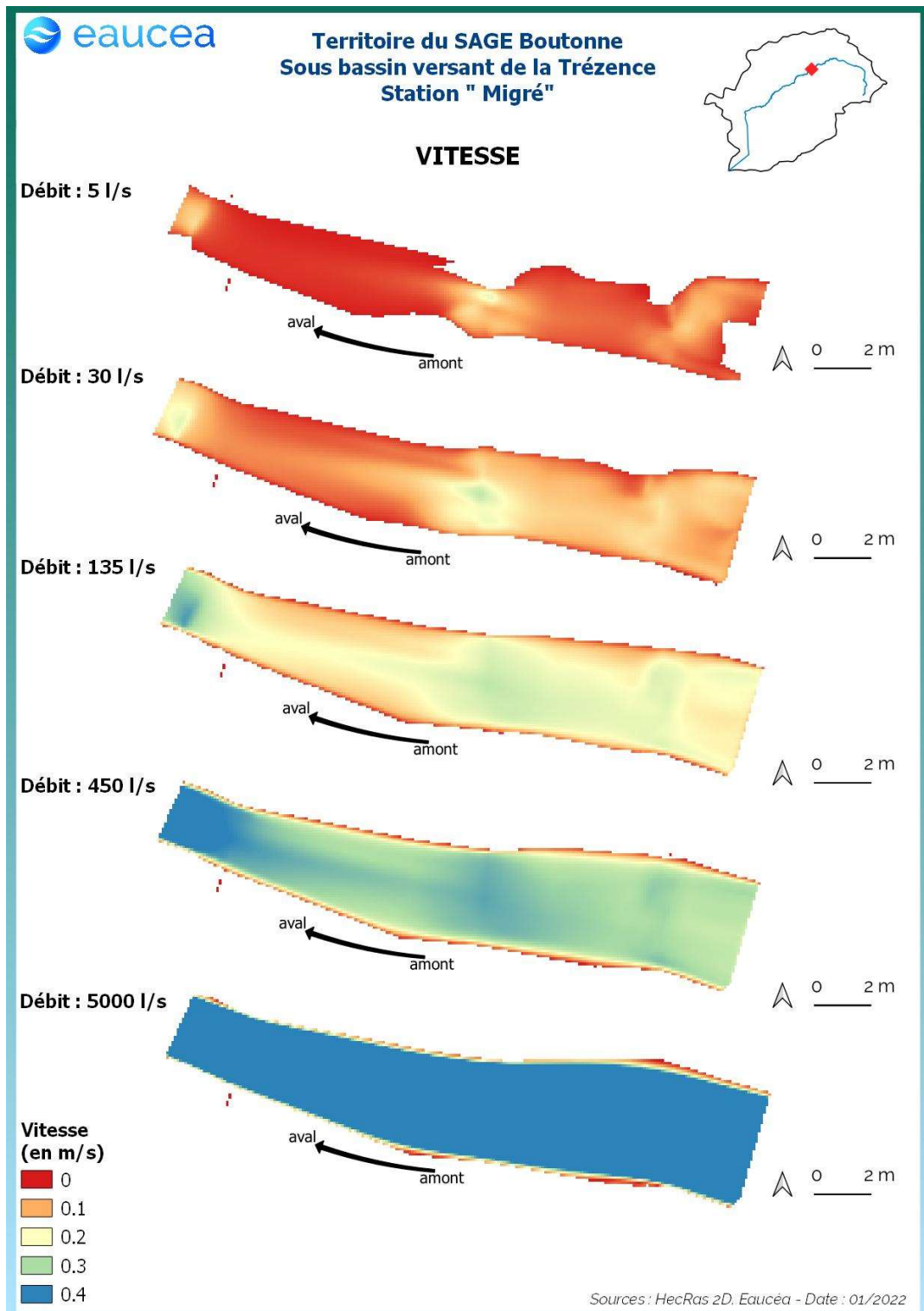


Figure 17: Evolution des vitesses d'écoulement sur la station de Migré à différents débits

Cette station sur la Trézence, cours d'eau avec peu de pente, ne présente que des vitesses d'écoulement faibles à bas débit et l'évolution des débits n'entraîne pas une augmentation importante de ces vitesses.

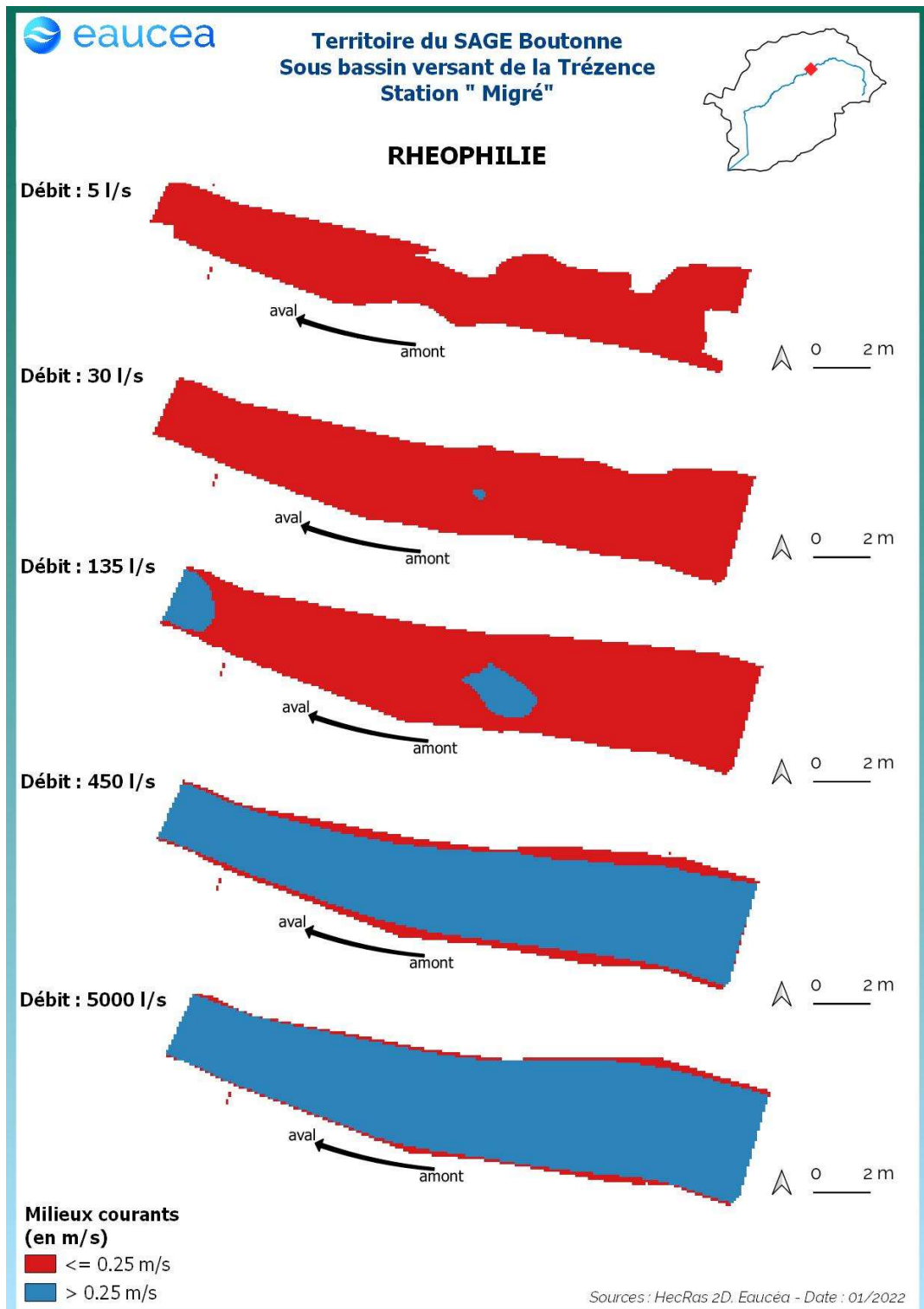


Figure 18: Evolution des milieux courants sur la station de Migré

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 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.

On peut noter ici que la quantité d'habitats rhéophiles sur la station est assez limitée la majorité du temps. En effet, la rhéophilie se distribue dans les zones de rétrécissement la station. A des débits moyens et a fortiori en étiage les habitats sur le Trézence restent majoritairement lenticques (vitesse d'écoulement inférieure à 25 cm/s).

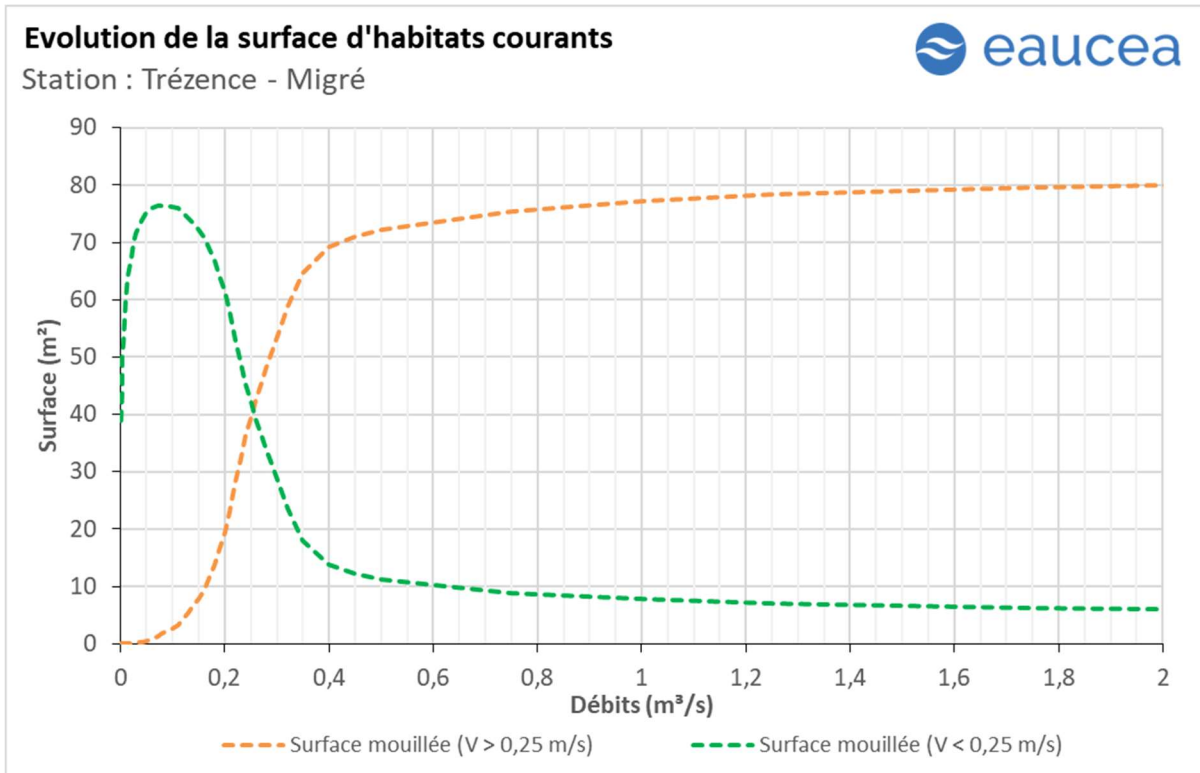


Figure 19 : Evolution de surface lotique (orange) et lenticque (vert)

Les courbes ci-dessus traduisent une inversion de situation autour de 250 l/s. Cette situation est proche du débit classé 50 % soit 271 l/s. La station est donc majoritairement lenticque en basses-eaux et majoritairement lotique en hautes-eaux. 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 200L/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 τ^* ¹ qui caractérise les conditions de début d'entraînement ou de charriage des particules. Nous avons retenu les sables qui sont les principales particules susceptibles de s'accumuler dans les fosses et de les combler. Pour les limons (tourbes et argiles), fréquemment transportés dans les rivières, le cycle de sédimentation érosion est complexe en raison d'un risque de cohésion par tassement et d'une évolution plus complexe en cas d'assec. Néanmoins, nous pouvons considérer que le maintien d'épisodes hydrauliques suffisants en intensité en durée pour évacuer des sables évitera un temps d'accumulation trop long aussi pour les limons.

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

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

A Migré, la mise en mouvement des particules fines se fait dès que le débit dépasse 30 l/s. Ce débit est atteint la majorité de l'année et correspond à un débit d'étiage moyen sur ce secteur. Lors de la saison des hautes eaux, des particules plus volumineuses peuvent être mise en mouvement. La station n'est donc pas vulnérable au colmatage.

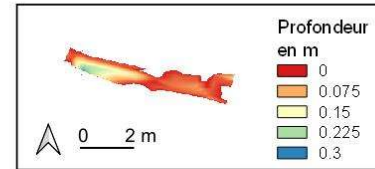
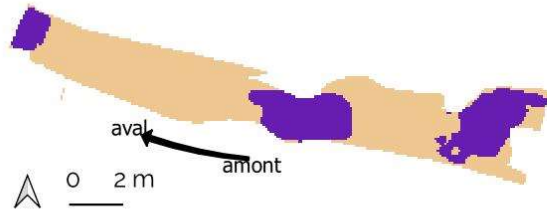
¹ Paramètre de Shields (cf annexe)

Territoire du SAGE Boutonne
Sous bassin versant de la Trézence
Station "Migré"

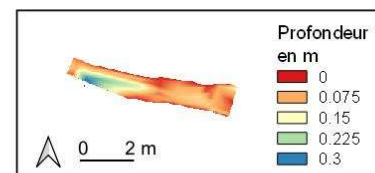
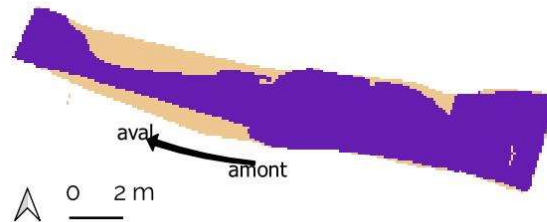


Mise en mouvement des particules
Particules de 0.5 mm de diamètre

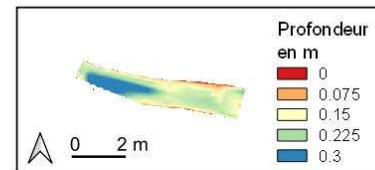
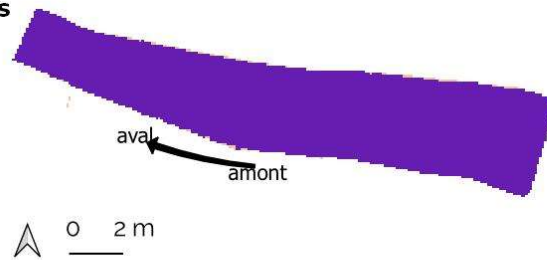
Débit : 5 l/s



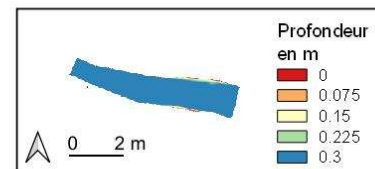
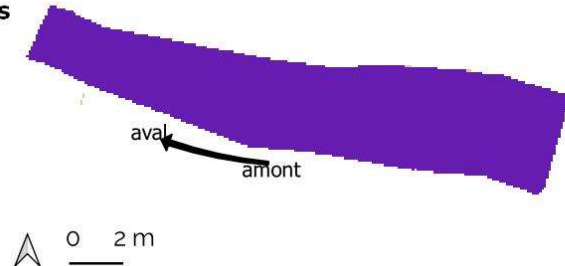
Débit : 30 l/s



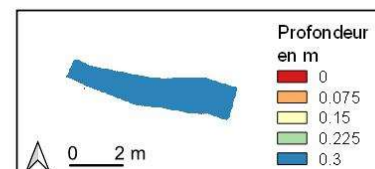
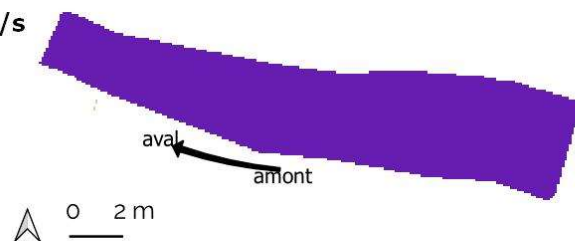
Débit : 135 l/s



Débit : 450 l/s



Débit : 5000 l/s



Etude des particules

- Immobiliés
- Mises en mouvement

Sources : HecRas 2D, Eauceá - Date : 01/2023

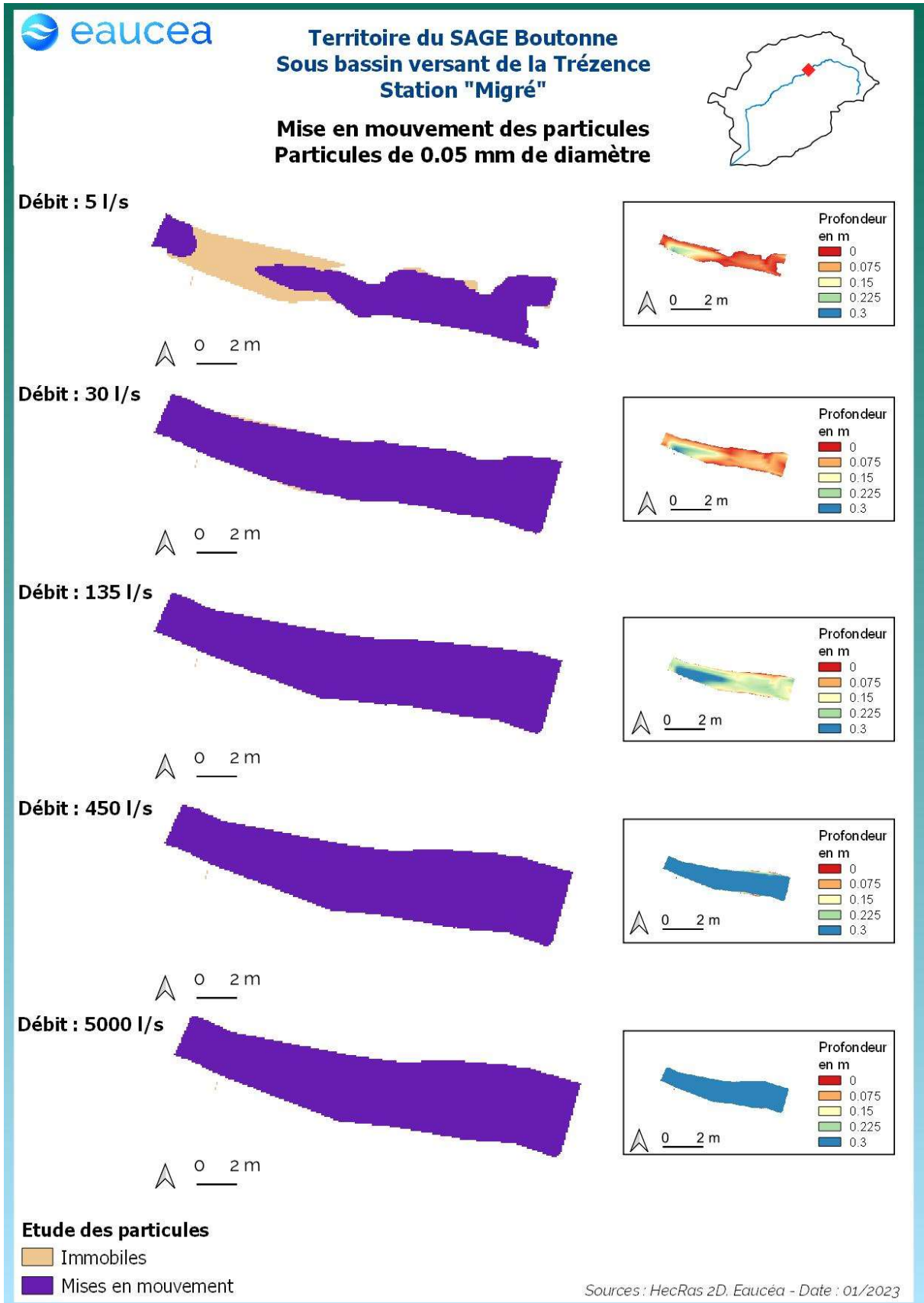


Figure 20 : Mise en mouvement des particules sur la station de Migré

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 la station sur la Trézence est encore effective pour les petites espèces à un débit de 20 l/s. Elle ne l'est plus pour 15 l/s.

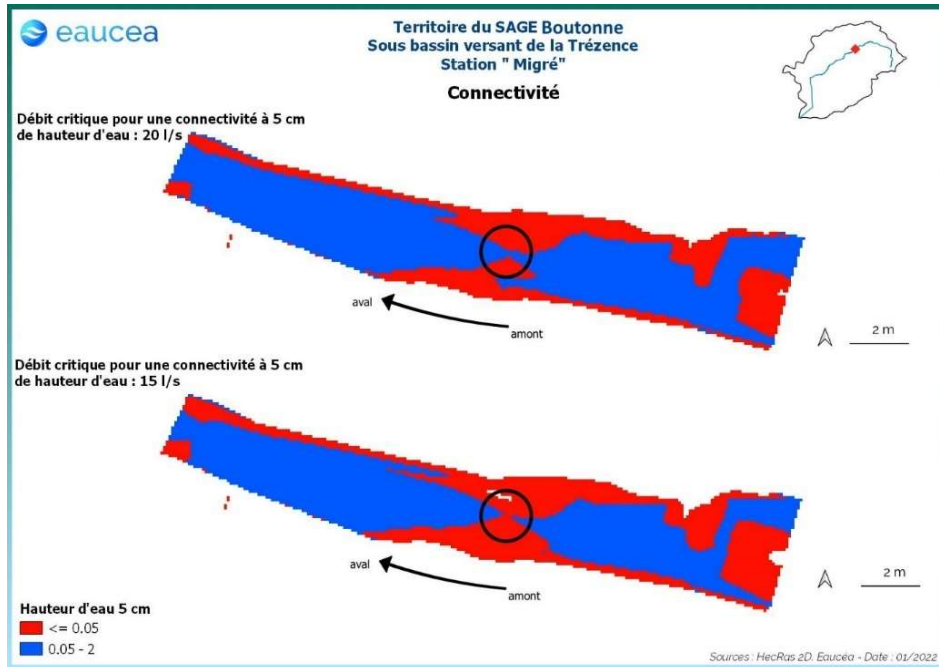


Figure 21: Connectivité de la station de Migré pour un seuil de 5 cm de hauteur d'eau

La connectivité de la station sur le Trézence est encore effective pour les grandes espèces à un débit de 60 l/s. Elle ne l'est plus à 50 l/s.

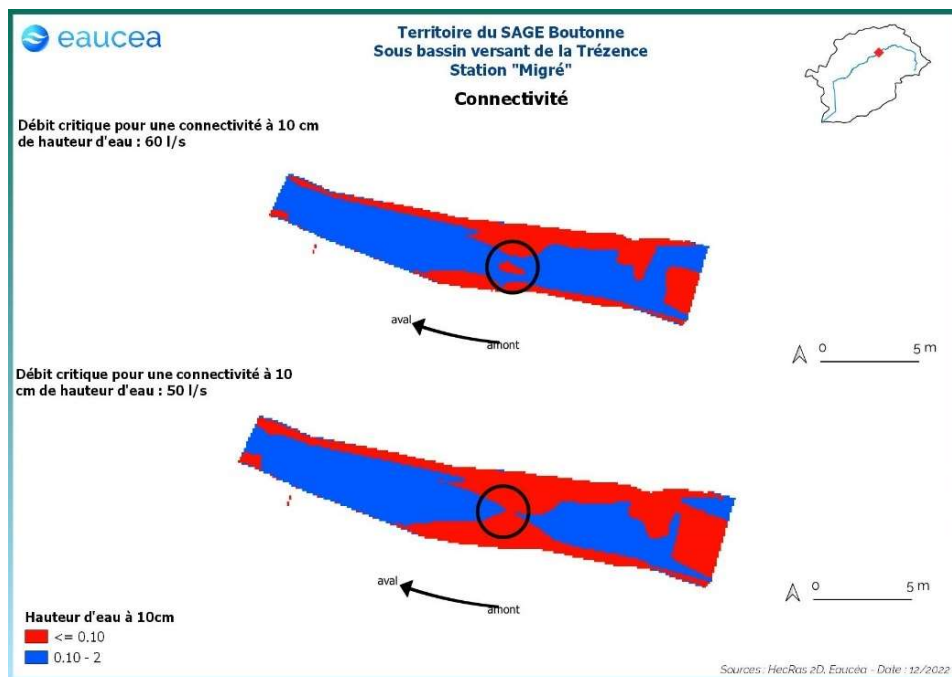


Figure 22: Connectivité de la station sur le Trézence pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau (rupture confirmée par l'observation à 28L/s)

4.5 Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles

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

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

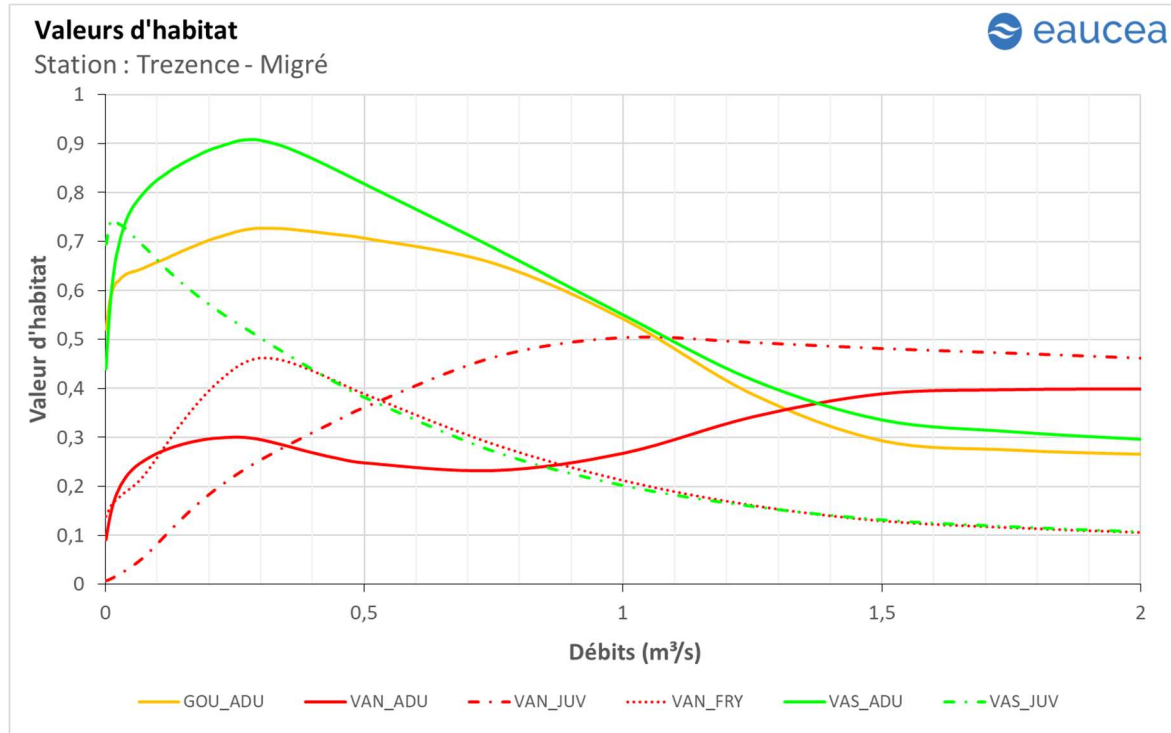


Figure 23: Valeurs d'habitat de la station de Migré

Dans le cas du goujon, sa valeur d'habitat évolue entre 0,75 et 0,3 jusqu'à 1,5 m³/s avant de stagner entre 0,2 et 0,3 aux débits plus importants.

Les valeurs d'habitats sont supérieures à 0,5 voire atteignent 0,9 pour le vairon adulte (VAS_ADU) jusqu'à 1 m³/s ce qui traduit un biotope très favorable à cette espèce. Pour le vairon juvénile (VAS_JUV), la valeur d'habitat est comprise entre 0,8 et 0,2 pour les débits inférieurs à 1 m³/s 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) et juvéniles (VAN_JUV) augmente avec les débits tandis que celle des alevins (VAN_FRY) baisse avec les débits après avoir atteint un maximum d'environ 0,45 aux alentours de 300 l/s ce qui correspond à un débit de hautes eaux.

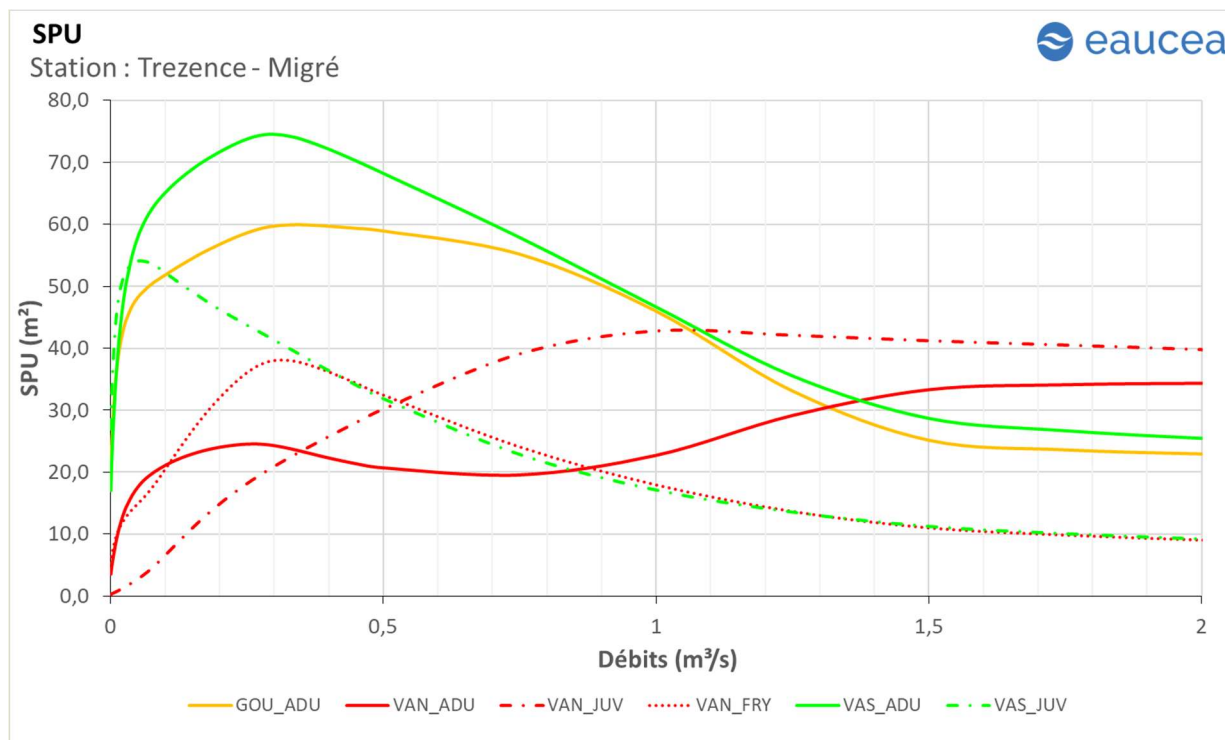


Figure 24: Surfaces pondérées utiles sur la station de Migré

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. Nous retiendrons la valeur de 400L/s comme la valeur de débit conduisant au maximum d'habitat pour l'ensemble des espèces, considéré comme un optimum pour la station. Elle sera retenue pour évaluer les débits biologiques de hautes eaux.

4.5.2 Saisonnalité

La période de reprise des écoulements favorise des échanges faunistiques entre les différents sous 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 et durée le plus longtemps possible pour permettre cette colonisation plus ou moins temporaire et l'échappement des poissons vers des milieux aval plus hospitaliers.

Le débit de 60 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 en lien avec l'hydrologie pour des quantiles sec, médian et humide des débits mensuels.

Pour le goujon 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 30 m² et correspondant à un débit de 5 l/s.

Lors de la période de transition d'automne, la variabilité des surfaces pondérées utiles (SPU) du goujon adulte est forte suivant si l'on est en année sèche ou humide. En année sèche, la SPU est de l'ordre de de 35 m² à 40 m² pour débits de 5 l/s à 15 l/s, lors d'une année humide la SPU est près du double voire du triple entre 60 m² (correspondant à un débit de 131 l/s) et 90 m² (correspondant à un débit de 621 l/s) situation qui correspond à la période des hautes eaux médiane.

La période de transition de fin d'hiver présente des SPU décroissantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du goujon passer de 65 m² environ (soit un débit de 200 l/s) en janvier d'une année sèche à 50 m² en mars (pour 65 l/s). Dans le cas d'une année humide, la diminution de débit et de SPU présente la même forme mais avec des SPU passant de 85 m² à 70 m² pour des débits de 630 l/s à 215 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.

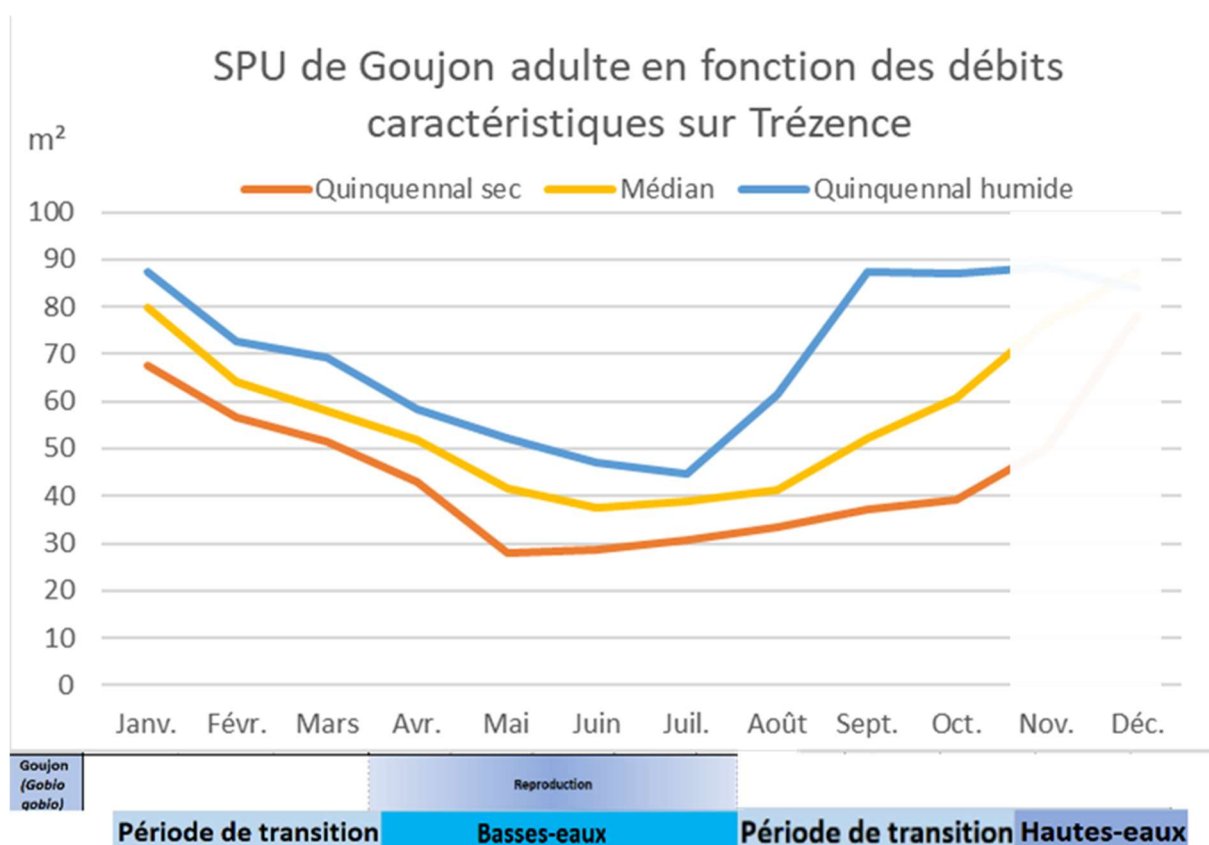


Figure 25 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du goujon adulte, calendrier biologique et hydrologique

Pour le vairon 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

20 m² et correspondant à un débit de 5 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 30 m² de surface pondérée utile.

Lors de la période de transition automne, la surface pondérée utile (SPU) du viron adulte est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU n'augmente que peu passant de 30 m² environ en août à 35 m² en octobre pour des débits passant de 5 l/s à 15 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU passe alors de 60 m² (correspondant à un débit de 131 l/s) en août à presque 95 m² (correspondant à un débit de 621 l/s) dès septembre. L'augmentation de SPU n'est pas aussi importante au stade juvénile avec une SPU passant de 40 m² environ en août à 45 m² en octobre lors d'une année sèche contre une stabilisation de la SPU aux environs de 55 m² en année humide.

La période de transition à débits descendant hiver printemps présente des SPU descendantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU du viron adulte passer de 75 m² environ (soit un débit de 200 l/s) en janvier d'une année sèche à 50 m² en mars (pour 65 l/s). Dans le cas d'une année humide, la diminution de débit et de SPU présente la même forme mais avec des SPU passant de plus de 90 m² à 75 m² pour des débits de 630 l/s à 215 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 est stable autour de 55 m² durant toute la période que ce soit en année sèche ou humide.

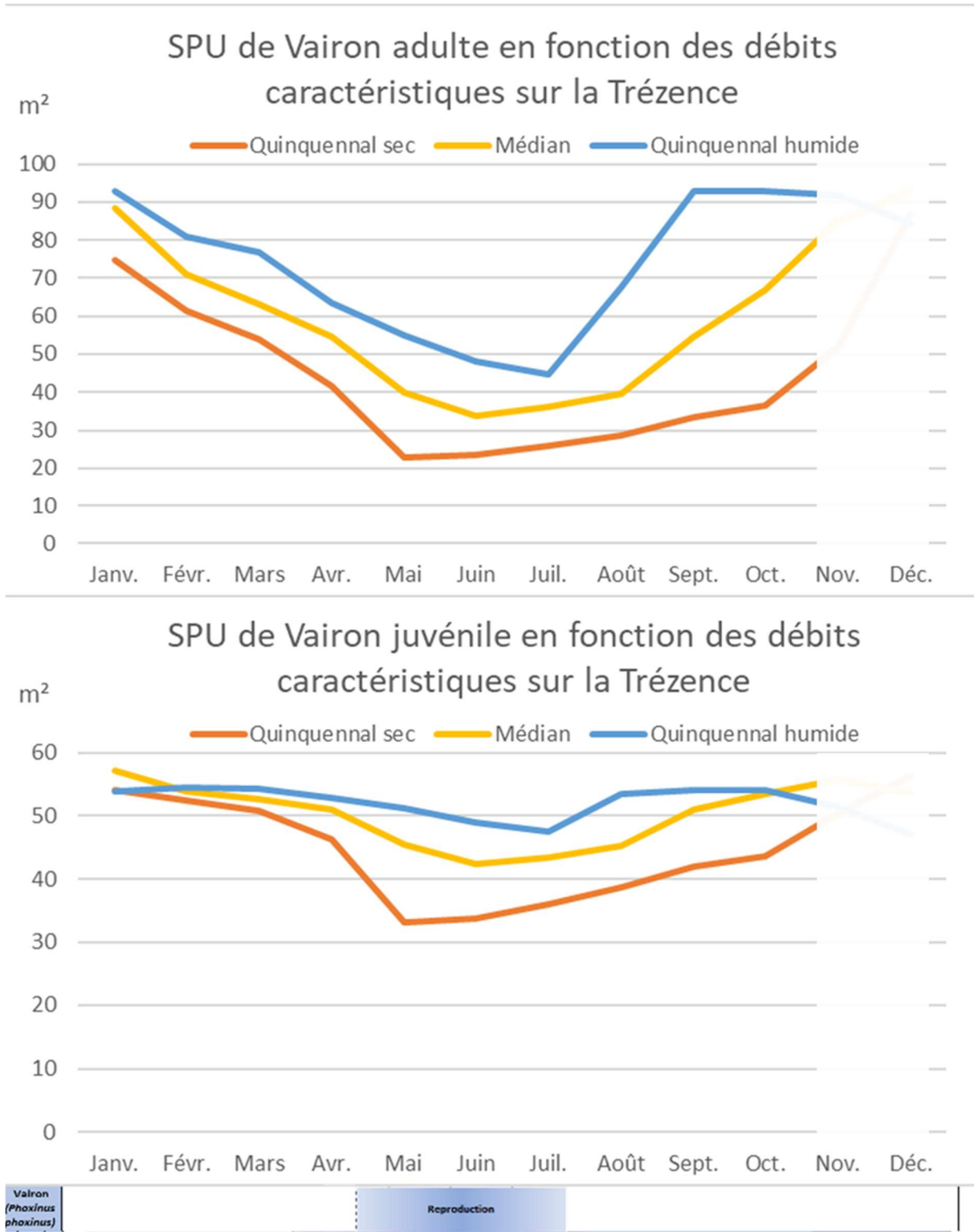


Figure 26: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique

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 7 m² et correspondant à un débit de 5 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 2 m² de surface pondérée utile.

Lors de la période de transition d'automne, 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 n'augmente que peu passant de 8 m² environ en août à 12 m² en octobre pour débits passant de 5 l/s à 15 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU passe alors de 23 m² (correspondant à un débit de 131 l/s) en août à presque 40 m² (correspondant à un débit de 621 l/s) dès septembre. Il n'y a pas d'augmentation de SPU pour le stade juvénile avec une SPU stable autour 2 m² environ en août à 3 m² en octobre lors d'une année sèche contre une stabilisation de la SPU aux environs de 45 m² en année humide.

La période de transition de fin hiver présente des SPU descendantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la vandoise adulte passer de 27 m² environ (soit un débit de 200 l/s) en janvier d'une année sèche à 20 m² en mars (pour 65 l/s). Dans le cas d'une année humide, la diminution de débit et de SPU présente la même forme mais avec des SPU passant de plus de 40 m² à 27 m² pour des débits de 630 l/s à 215 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 est autour de 20 m² en janvier d'une année sèche à moins de 10 m² en mars. Sur une année humide, les surfaces passent 45 m² à 20 m².

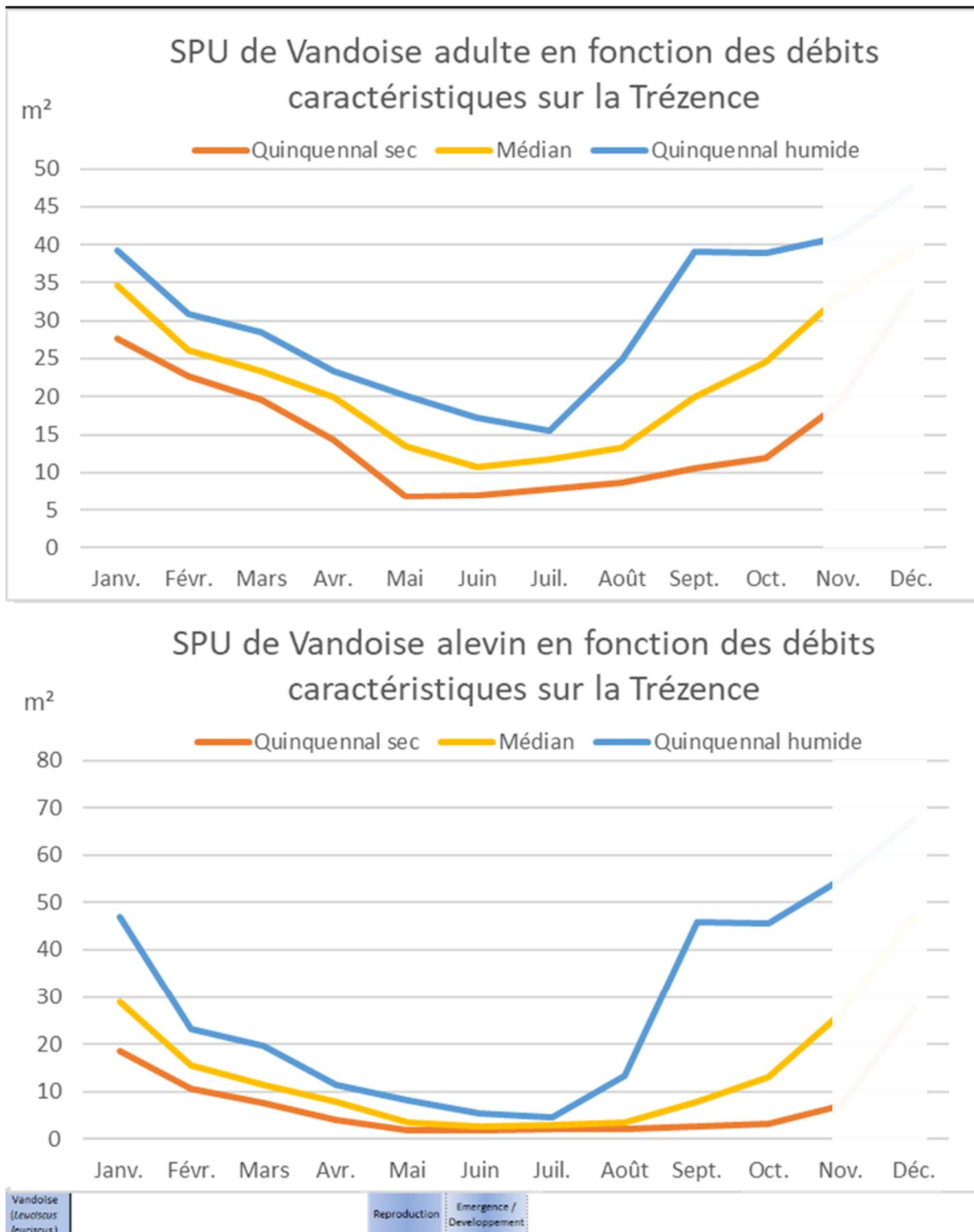


Figure 27: Evolution des surfaces pondérées utiles de la vandoise suivant le cycle annuel et calendrier biologique

4.5.3 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 comme valeur de référence soit 60 l/s, bornée par le débit le plus bas (1 l/s) et le débit classé 75 % (130 l/s) ;
- pour la période de transition, la valeur médiane entre les débits classés 50 % et 25 % (210 l/s) comme valeur de référence, bornée par ces mêmes débits (140 l/s et 270 l/s) ;
- pour la période de hautes-eaux, la valeur de référence est l’optimum de débit biologique bornée par le débit 75 % (270 l/s) et le débit de débordement.

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

Code	Stade	Qref																			
		0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13
GOU_ADU	Adulte	-59%	-53%	-48%	-44%	-41%	-29%	-21%	-16%	-12%	-9%	-5%	-2%	49,14	2%	3%	4%	5%	7%	8%	8%
YAN_ADU	Adulte	-81%	-77%	-74%	-70%	-67%	-54%	-43%	-35%	-27%	-22%	-12%	-5,46%	18,56	4%	8%	11%	13%	16%	18%	20%
YAN_JUV	Juvenile	-91%	-89%	-88%	-87%	-86%	-79%	-73%	-66%	-58%	-51%	-35%	-18,56%	3,37	20%	43%	68%	94%	121%	148%	174%
YAN_FRV	Alevin	-66%	-61%	-57%	-54%	-51%	-40%	-32%	-27%	-22%	-18%	-11%	-5,62%	15,80	6%	14%	21%	29%	37%	46%	54%
VAS_ADU	Adulte	-72%	-67%	-62%	-58%	-55%	-42%	-32%	-25%	-18%	-8%	-3,52%	59,98	3%	5%	7%	8%	10%	11%	13%	13%
VAS_JUV	Juvenile	-50%	-43%	-38%	-34%	-30%	-18%	-11%	-7%	-4%	-3%	-1%	0,05%	54,04	0%	-1%	-2%	-3%	-5%	-6%	-7%
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		-49%	-42%	-38%	-35%	-32%	-22%	-18%	-12%	-9%	-7%	-4%	-2%	76,78	1%	2%	2%	3%	3%	3%	4%
		non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
		non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui

Figure 28 : Matrice période de basses-eaux

La valeur de référence basses eaux a été fixée au seuil de connectivité des poissons de grande taille soit 60L/s. Ce seuil correspond aussi à une très forte sensibilité de la SPU à une baisse du débit. Le potentiel d’habitat se dégrade rapidement en deçà.

Nous proposons donc de retenir la valeur de 60 l/s comme débit biologique en période de basses-eaux, compromis admissible eu égard au peuplement potentiel du cours d’eau.

Analyse piscicole										Qref								
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27
Principal	Habitat	Goujon	GOU_ADU	Adulte	-6%	-5%	-4%	-3%	-2%	-1%	-1%	57,19	1%	1%	2%	3%	3%	4%
Principal	Habitat	Yandoise	YAN_ADU	Adulte	-6%	-5%	-4%	-3%	-2%	-1%	-1%	24,16	1%	1%	1%	2%	2%	2%
Principal	Habitat	Yandoise	YAN_JUV	Juvenile	-35%	-30%	-24%	-19%	-14%	-9%	-5%	15,55	4%	9%	13%	17%	20%	24%
Principal	Habitat	Yandoise	YAN_FRY	Alevin	-22%	-19%	-15%	-12%	-9%	-6%	-3%	32,9	3%	5%	7%	10%	11%	13%
Principal	Habitat	Yairon	VAS_ADU	Adulte	-5%	-5%	-4%	-3%	-2%	-1%	-1%	72,12	1%	1%	2%	2%	3%	3%
Principal	Habitat	Yairon	VAS_JUV	Juvenile	9%	7%	6%	5%	4%	2%	1%	45,73	-1%	-2%	-3%	-4%	-5%	-6%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Principal	Surface mouillée				-1%	-1%	-1%	-1%	-1%	0%	0%	81	0%	0%	1%	1%	1%	1%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
		Petits poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux																		
Habitat	SPU																	
Habitat	Habitats rapides																	
Habitat	Surface mouillée																	
Habitat	Connectivité																	
Résultat																		

Figure 29 : Matrice des périodes de transition

En période de transition, la valeur de référence est médiane entre les débits classés 50% (140l/s) et 75% (270 l/) soit 210 L/s. Tous les indicateurs sont stables et remplissent les conditions de vie des espèces.

Nous proposons donc de retenir une plage de minimum 140 l/s à 270 l/s encadrant le débit classé 50%.

Analyse piscicole		Qref															
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0,28	0,29	0,3	0,32	0,35	0,4	0,45	0,5	0,75	1	1,25	1,5	
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			0%	0%	0%	0%	0%	0,54921	2%	2%	6%	11%	19%	41%	
Principal	Surface mouillée				-1%	-1%	-1%	-1%	0%	pour trop gr.	0%	1%	2%	2%	3%	3%	
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	
		Petits poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux																	
Habitat	Habitats rapides																
Habitat	Surface mouillée																
Habitat	Connectivité	Longitudinale															
Résultat																	

Figure 30 : 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 l'entretien du lit la valeur plancher de 30 l/s a été proposée. La plage proposée encadre la gamme de débit autour de 400 l/s présentant un optimum d'habitat pour les espèces.

Nous proposons donc de retenir une plage de minimum 300 l/s à 500 l/s

Synthèse

Les principales plages de valeurs proposées sont les suivantes

	Hiver			Printemps			Eté			Automne		
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Trézence Migré	Hauts-eaux	Période de transition		Basses-eaux						Période de transition		Hauts-eaux
DMB+	500L/s	270L/s		60L/s						270L/s		500L/s
DMB-	300L/s	140L/s								140L/s		300L/s

5 ETUDE DES DEBITS BIOLOGIQUES DE LA TRÉZENCE A TOURNAY

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 Tournay sur la Trézence est située en aval du hameau de Tournay. La Trézence dans le secteur forme plusieurs coudes marqués alternant avec de longs linéaires rectilignes. La station se situe au niveau d'un de ces coudes. Elle s'étend sur environ 24 m de long.

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

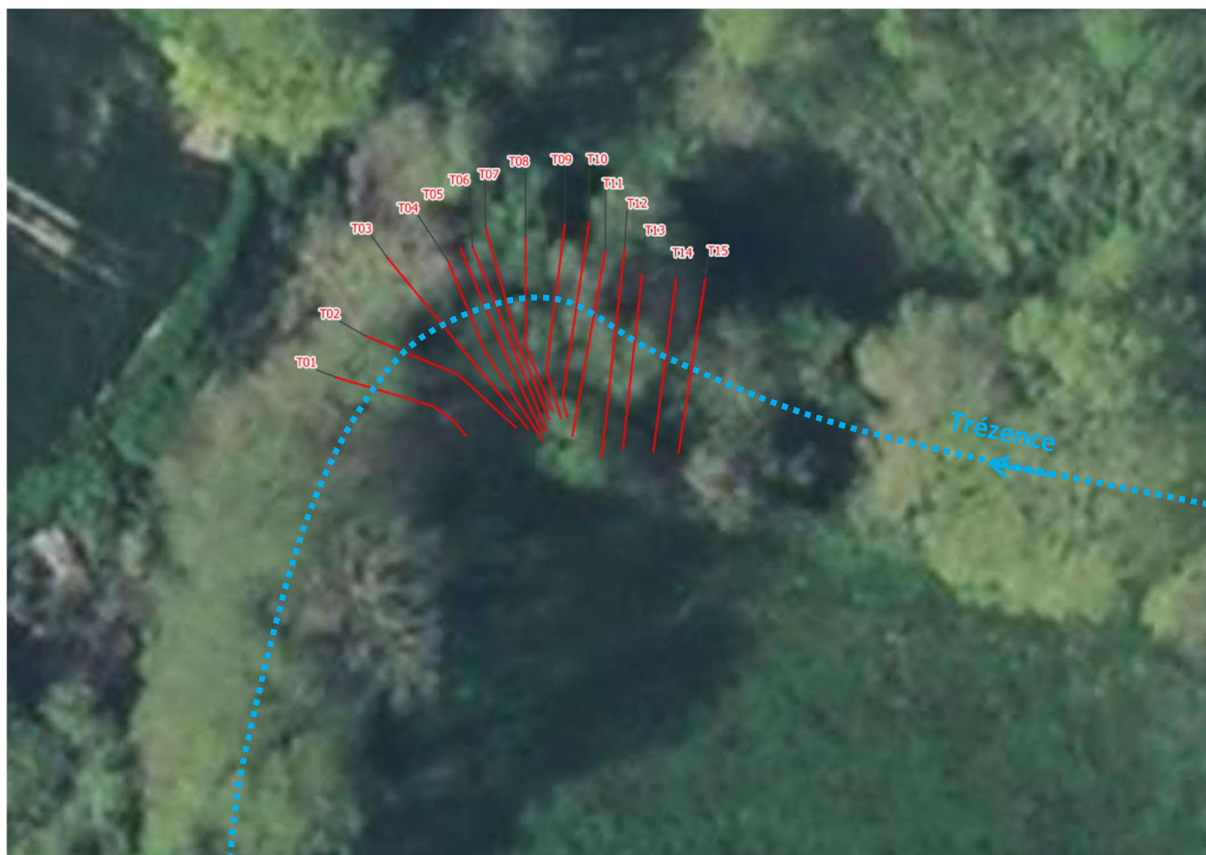


Figure 31 : Position des transects de mesure de la station de Tournay

Conditions de mesure

Les mesures ont été réalisées lors d'une venue sur site le 09/09/2021.

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

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

Le débit le jour des mesures a été évalué par plusieurs jaugeages aboutissant à un débit moyen de 67 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**

L'amont de la station débute par un linéaire de faciès type plat courant caractérisée par 2 légères dépressions de part et d'autre du lit mouillé laissant apparaître 2 veines d'écoulement alors que le centre est légèrement plus haut mais quand même en eau.

S'ensuit une zone de radier plus pentue. A ce niveau, l'écoulement est plus étroit. On note la présence d'une annexe rétrograde en rive gauche (mise en eau par l'aval uniquement le jour des mesures).

Ce radier aboutit dans une zone où la profondeur augmente rapidement, formant un plat lent voire un chenal lotique rectiligne sur plusieurs dizaines de mètres vers l'aval.

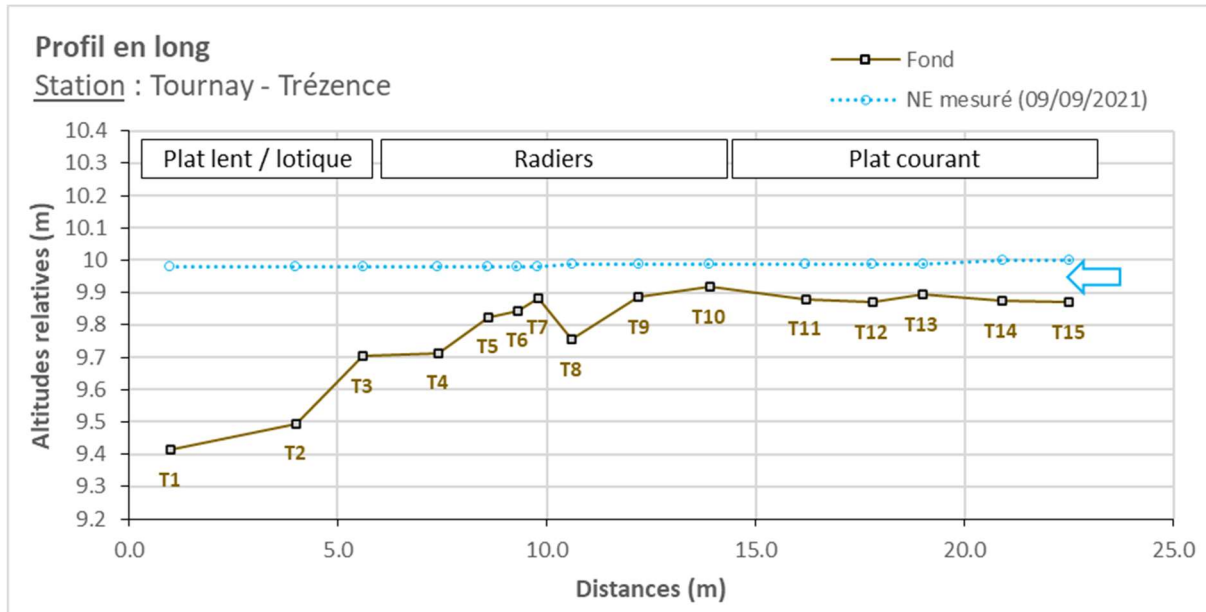
La station présente une pente générale assez marquée (2%)

- **Type de berges**

La berge droite présente un profil globalement abrupt. La berge gauche présente en amont de l'annexe rétrograde un atterrissement peu pentu avant de remonter abruptement, elle n'est pas connective à cet endroit. Plus en aval, la berge gauche est globalement abrupte.

Les berges sont végétalisées, en particulier l'atterrissement amont gauche.

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 15 cm x 15 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.

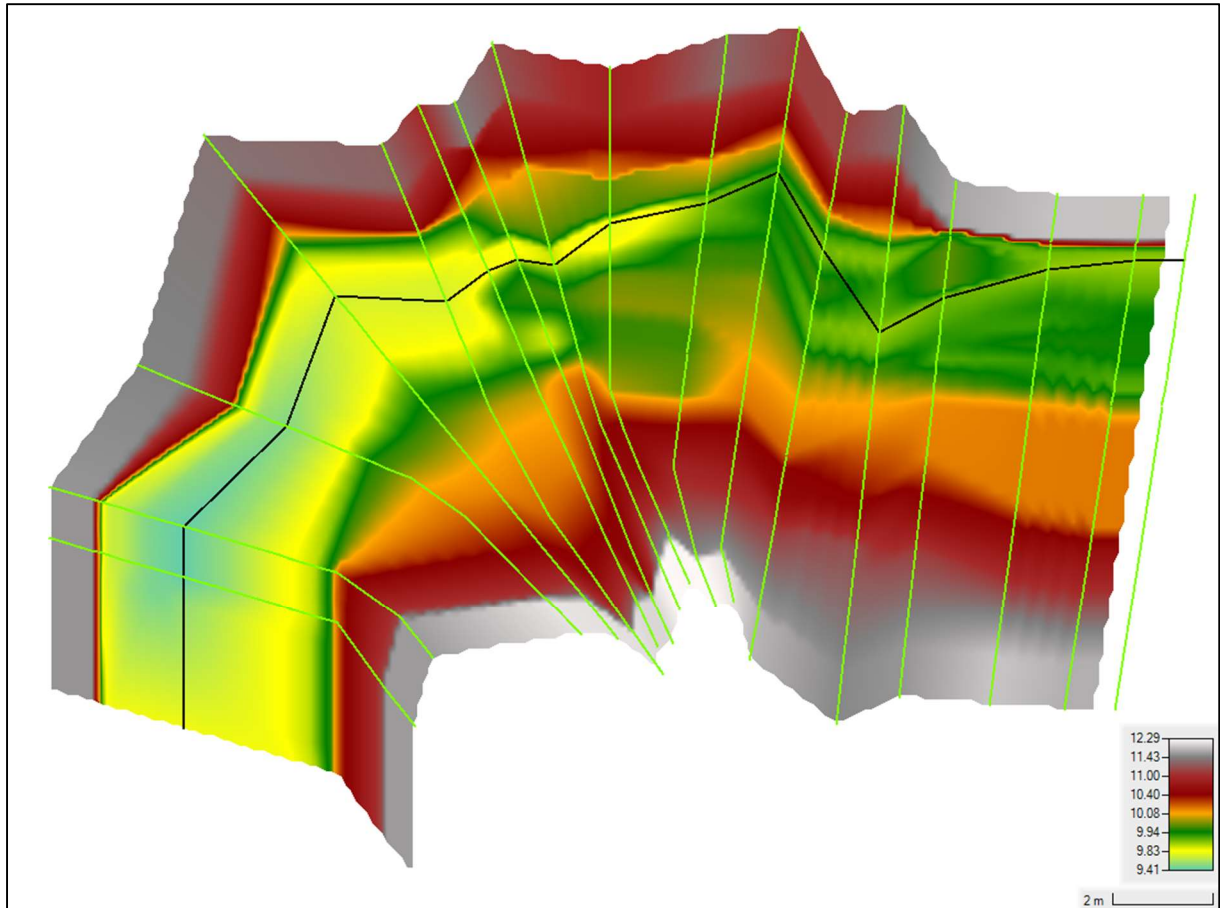


Figure 32 : Maillage de calcul et topographie de la station de Tournay - Trézence

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 67 l/s.

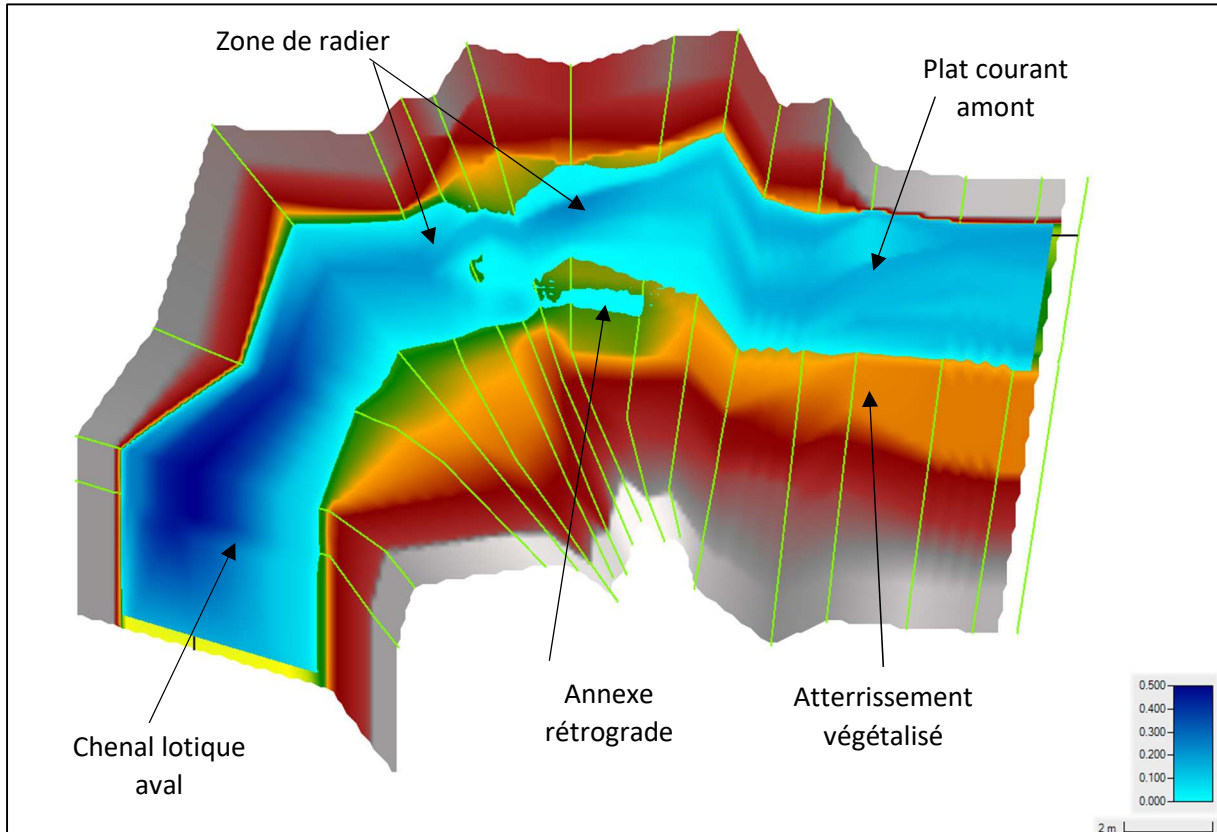


Figure 33 : Faciès d'écoulements du modèle (fidèles aux observations de terrain) et profondeur (en mètre)

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.

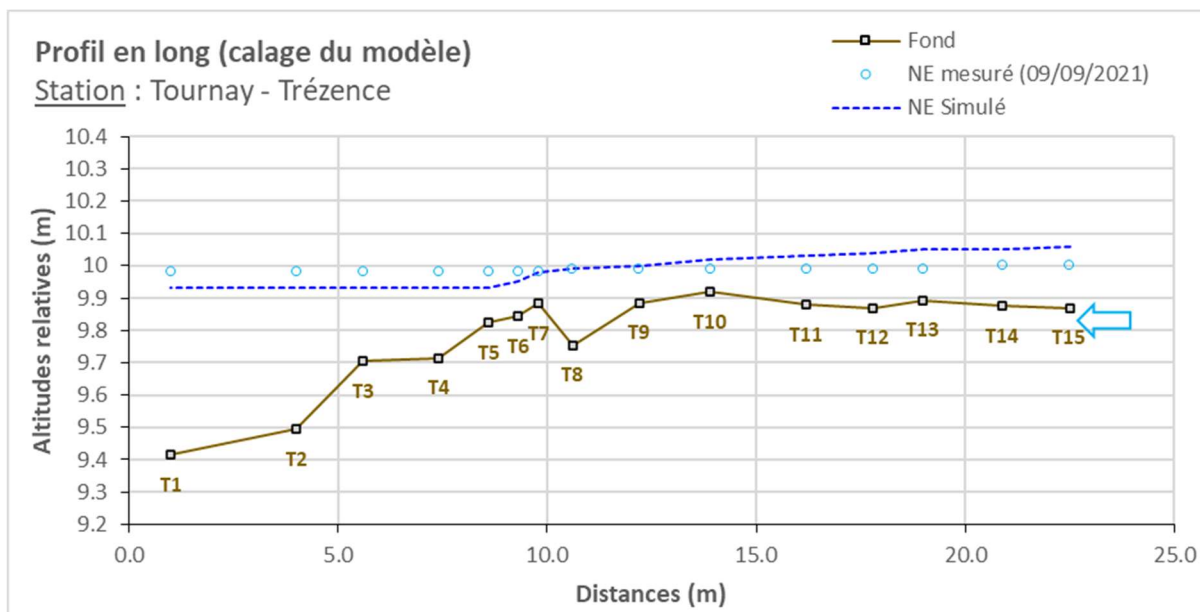


Figure 34 : Profil en long de la station et comparaison des niveaux d'eaux simulé et mesuré

Le calage restitue le fonctionnement hydraulique au regard des conditions le jour des mesures :

- Le plat courant amont est correctement représenté ;
- La zone de radier et l'annexe hydraulique centrale également ;
- Le chenal lotique aval aussi.

On constate toutefois une difficulté de calage des lignes d'eau, le modèle ayant tendance à augmenter la pente hydraulique générale du site. Le radier central impose une rehausse de plusieurs centimètres de la ligne d'eau par rapport à ce qui avait été mesuré in situ. De même, en aval, le contrôle hydraulique du chenal lotique semble être plus éloigné et le modèle ne parvient pas à le reproduire totalement, ce qui explique les lignes d'eau plus faibles modélisées.

L'atteinte d'un calage parfait du modèle demanderait le forçage des paramètres physiques et conditions aux limites (pente aval et frottements) au-delà de valeurs cohérentes avec la réalité, et non valables pour des débits plus élevés.

Dans l'optique d'une utilisation du modèle pour un éventail de débits conséquent, il a été privilégié pour le calage la bonne représentation des largeurs mouillées, des spécificités hydrauliques (radiers, annexe) du site. De ce point de vue, la modélisation apparaît satisfaisante.

Simulations réalisées

Une fois le modèle aboutit, 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 6 m³/s. Cette gamme permet ainsi de modéliser des débits de l'étiage sévère jusqu'au débordement de la Trézence à cette station.

5.1.3 Exploitation des résultats

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

Débit représenté	Equivalent sur la station (en l/s)
QMNA5 minimum	20
QMNA5 moyen	50
25% du module	240
Module	800
Débit de débordement	2000

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.

Les variations des différents indicateurs sont ensuite analysées sous formes de matrices de gains/pertes autour d'une valeur de débit servant de référence pour la matrice. Cette valeur de débit de référence pour chaque saison correspond soit à un optimum d'habitat pour les espèces considérées et pour les différents indicateurs, soit à un compromis autour de tout ces indicateurs (dépendant des enjeux et des saisons), soit à débit caractéristiques de la saison (débit moyen, QMNA5, débit classé).

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 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. Le calcul est arrêté.

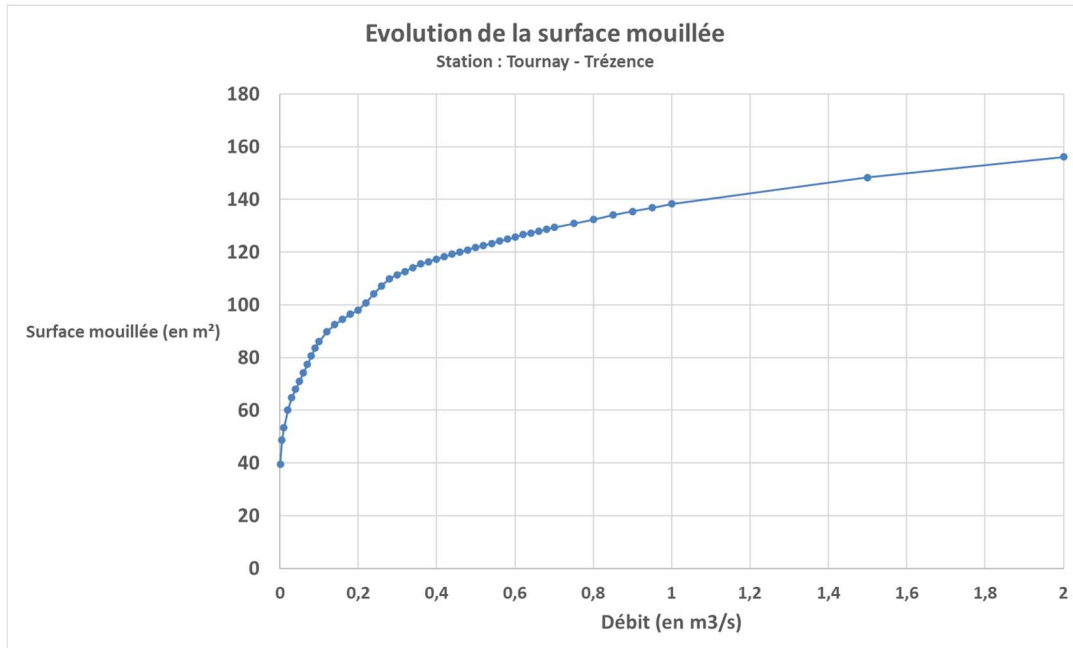


Figure 35: Evolution de la surface mouillée sur la station de Tournay

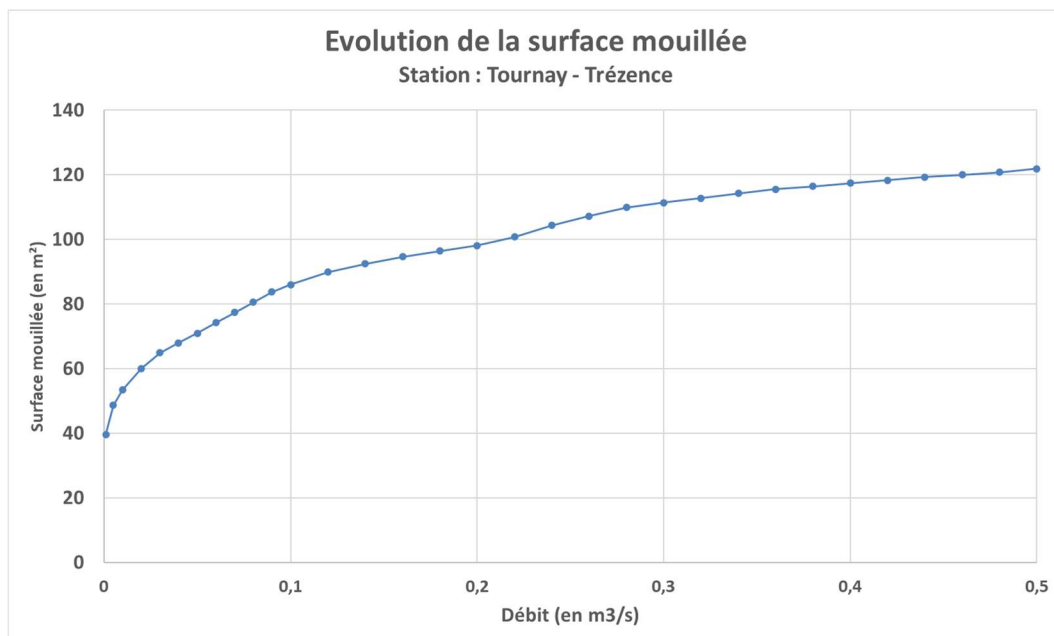


Figure 36 : Evolution de la surface mouillée à Tournay : zoom sur les bas débits

5.2.2 Granulométrie de la station

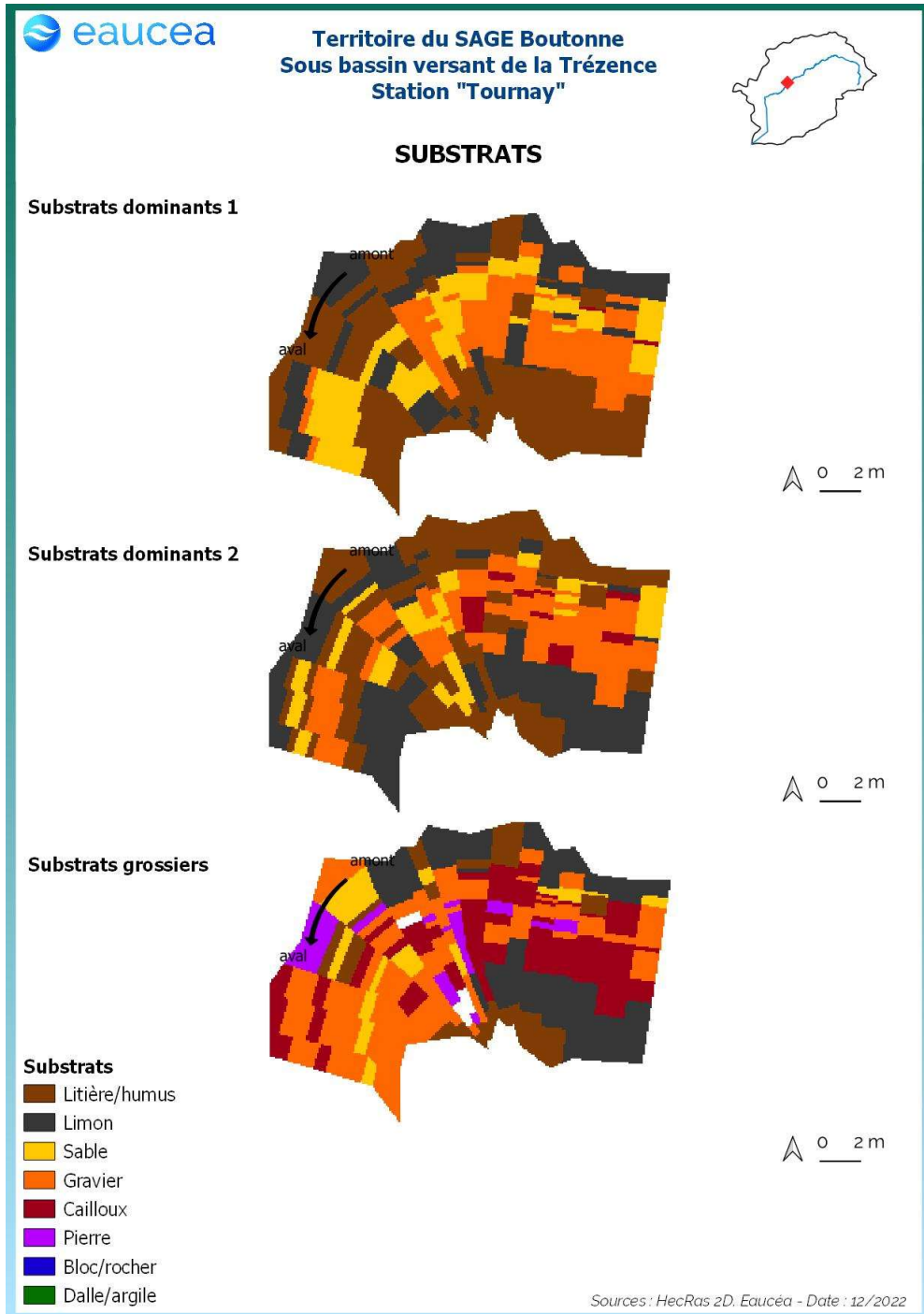


Figure 37: Carte des substrats sur la station de Tournay

La station présente des substrats dominés par la litière et le limon aux abords des berges et par le sable, le gravier et les cailloux en milieu de lit.

5.2.4 Profondeur

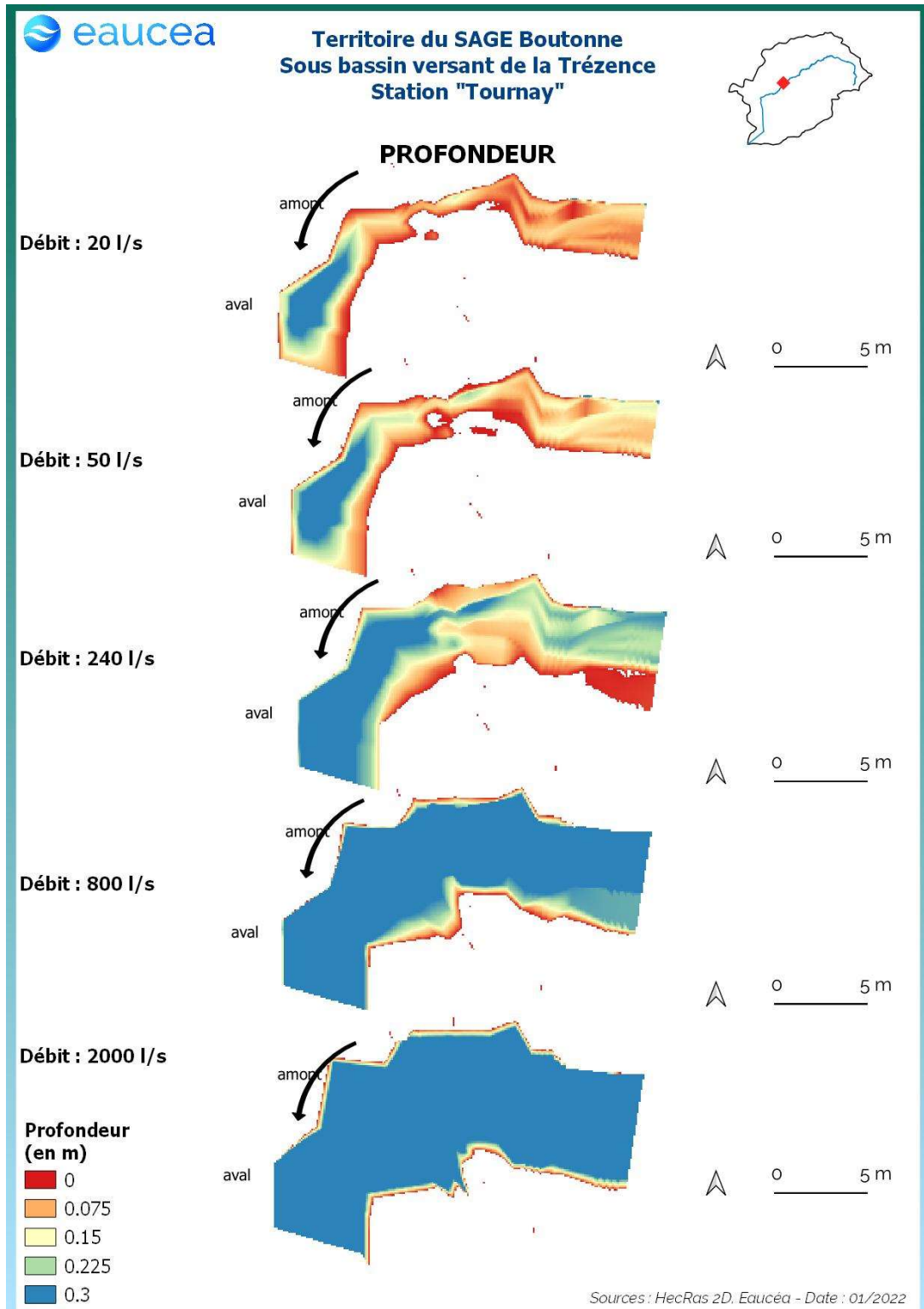


Figure 38: Evolution des profondeurs sur la station de Tournay

La Trézence ne présente pas de hauteurs d'eau très importantes. Le secteur le plus profond se trouve en aval de la station avec une fosse qui présente une quarantaine de centimètres de fond.

5.2.5 Vitesse d'écoulement

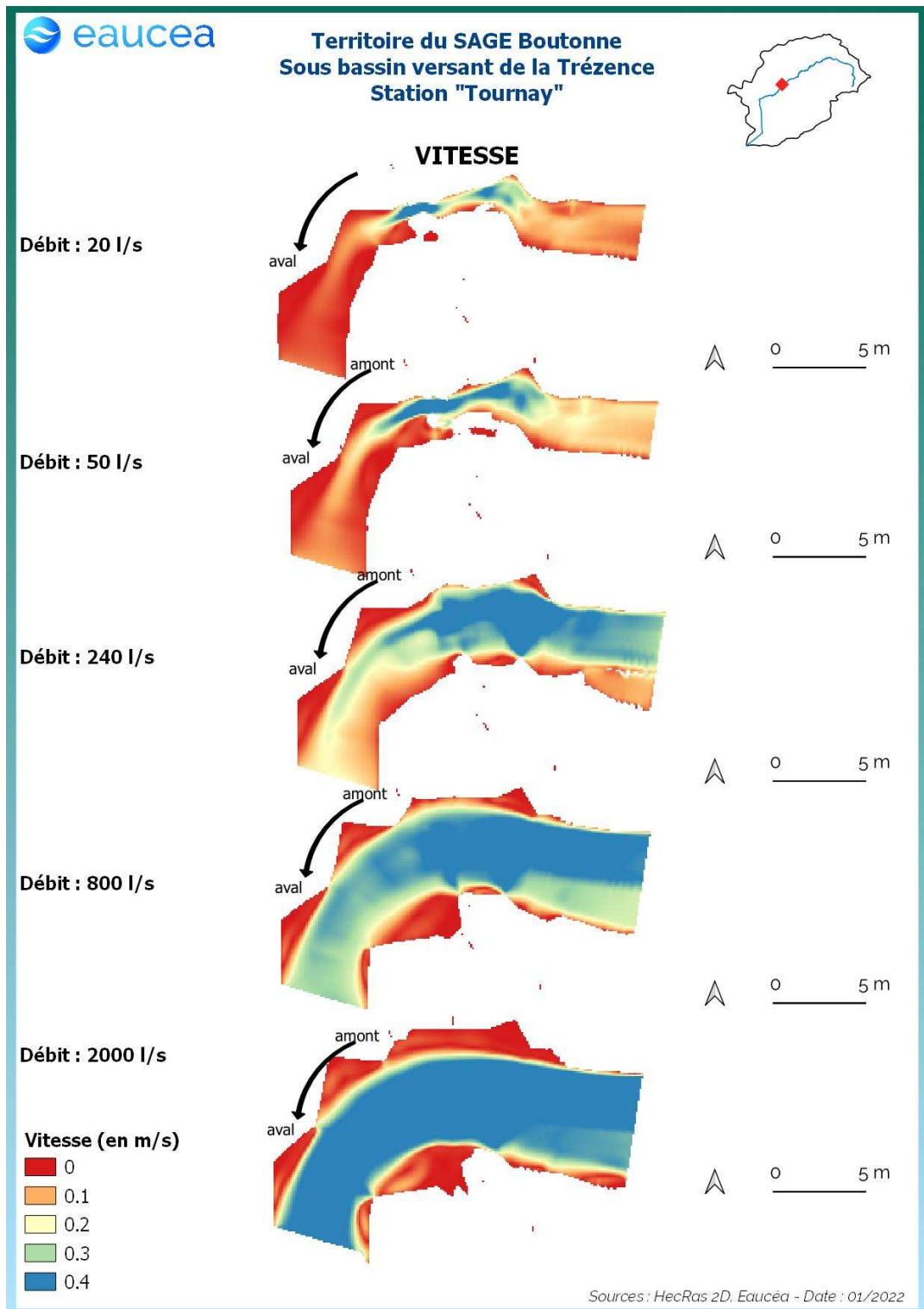


Figure 39: Evolution des vitesses d'écoulements sur la station de Tournay

La station de Tournay, dans un secteur avec peu de pente et de méandres, ne présente que des vitesses d'écoulement faibles à bas débit, à part dans la zone de rétrécissement en position médiane sur la station (zone bleue à bas débit) et l'évolution des débits n'entraîne qu'une augmentation modérée de ces vitesses.

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.

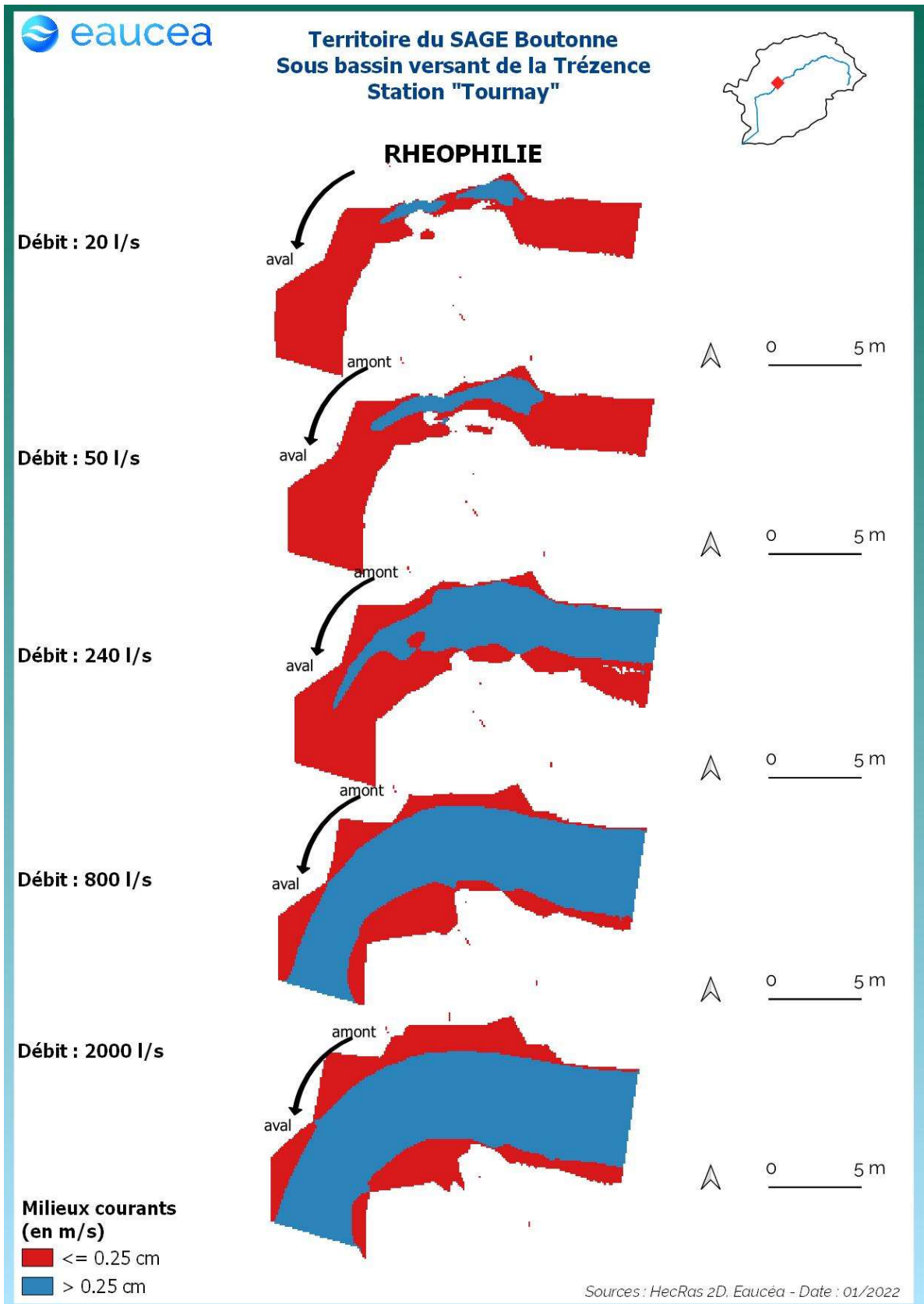
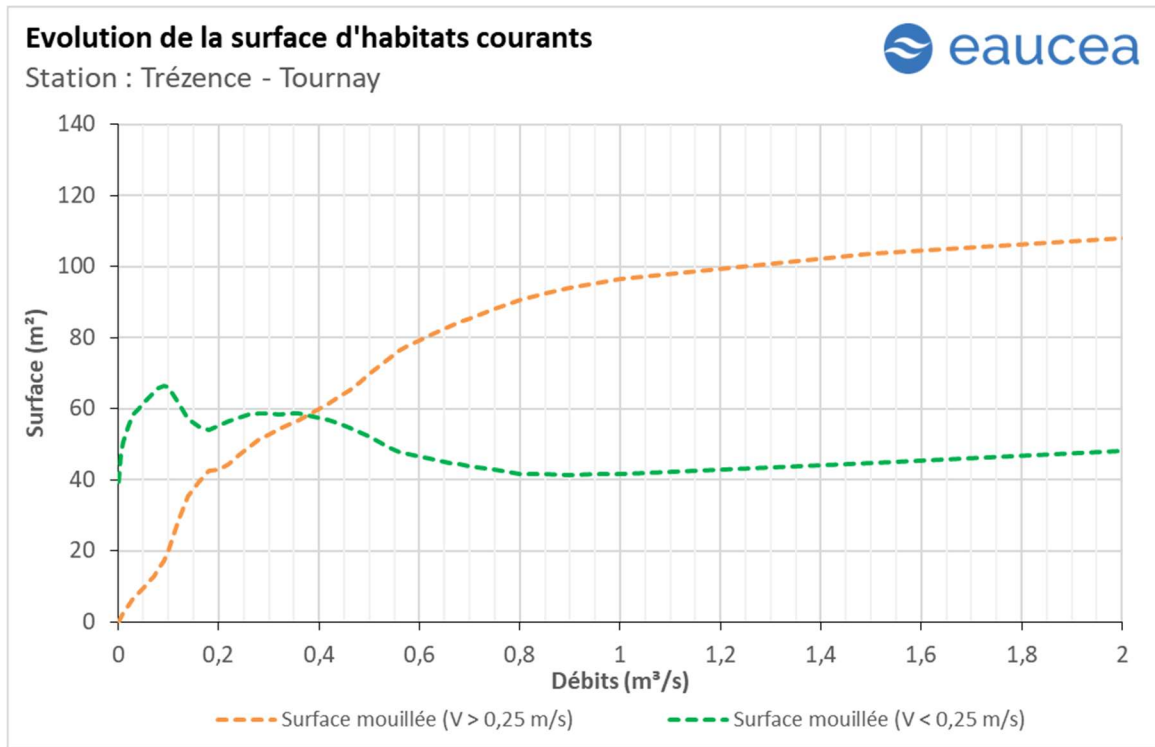


Figure 40: Carte des habitats courants sur la station de Tournay

On peut noter ici que la quantité d'habitats rhéophiles sur la station est assez limitée sauf dans la zone de rétrécissement où l'habitat est rhéophile même au bas débit. A mesure que les débits augmentent, les vitesses d'écoulements sur la station font de même et le chenal central de la partie amont est entièrement lotique dès 240 l/s. le reste de la station continue ensuite son accélération pour ne laisser que des habitats lentiques en berge.



Les courbes ci-dessus traduisent une inversion de situation autour de 400 l/s. Cette situation du débit classé de 75 % soit 353 l/s. La station est donc majoritairement lentique en basses-eaux puis devient majoritairement lotique le reste du temps tout en présentant une bonne diversité d'habitats liés à la vitesse y compris en hautes eaux. 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 150L/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 τ^* 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

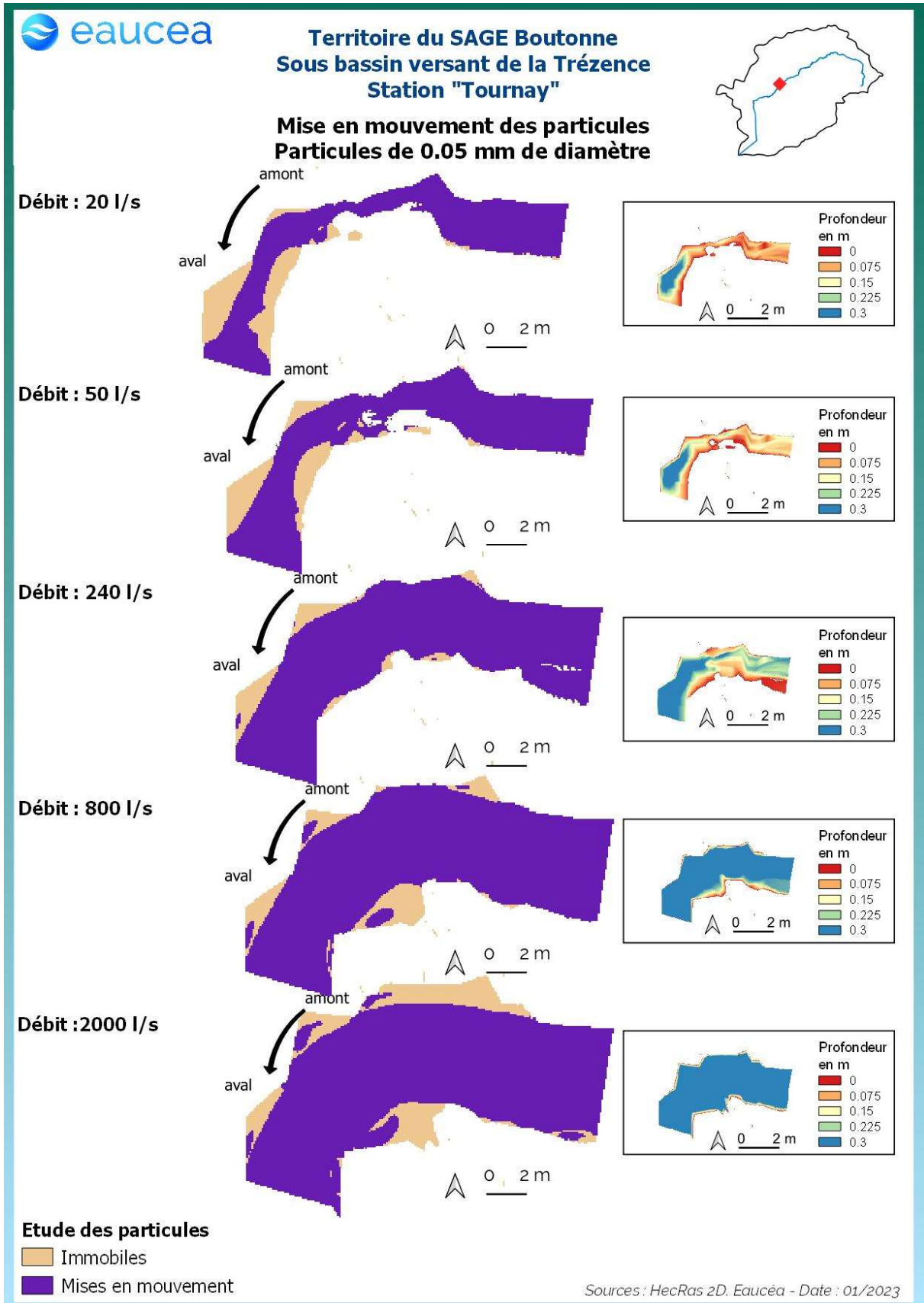
² Paramètre de Shields (cf. annexe)

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 Tournay, la mise en mouvement des particules fines se fait dès que le débit dépasse 30 l/s. Ce débit est atteint la majorité de l'année et correspond à un débit d'étiage moyen sur ce secteur. Lors de la saison des hautes eaux, des particules plus volumineuses peuvent être mise en mouvement. La station n'est donc pas vulnérable au colmatage.



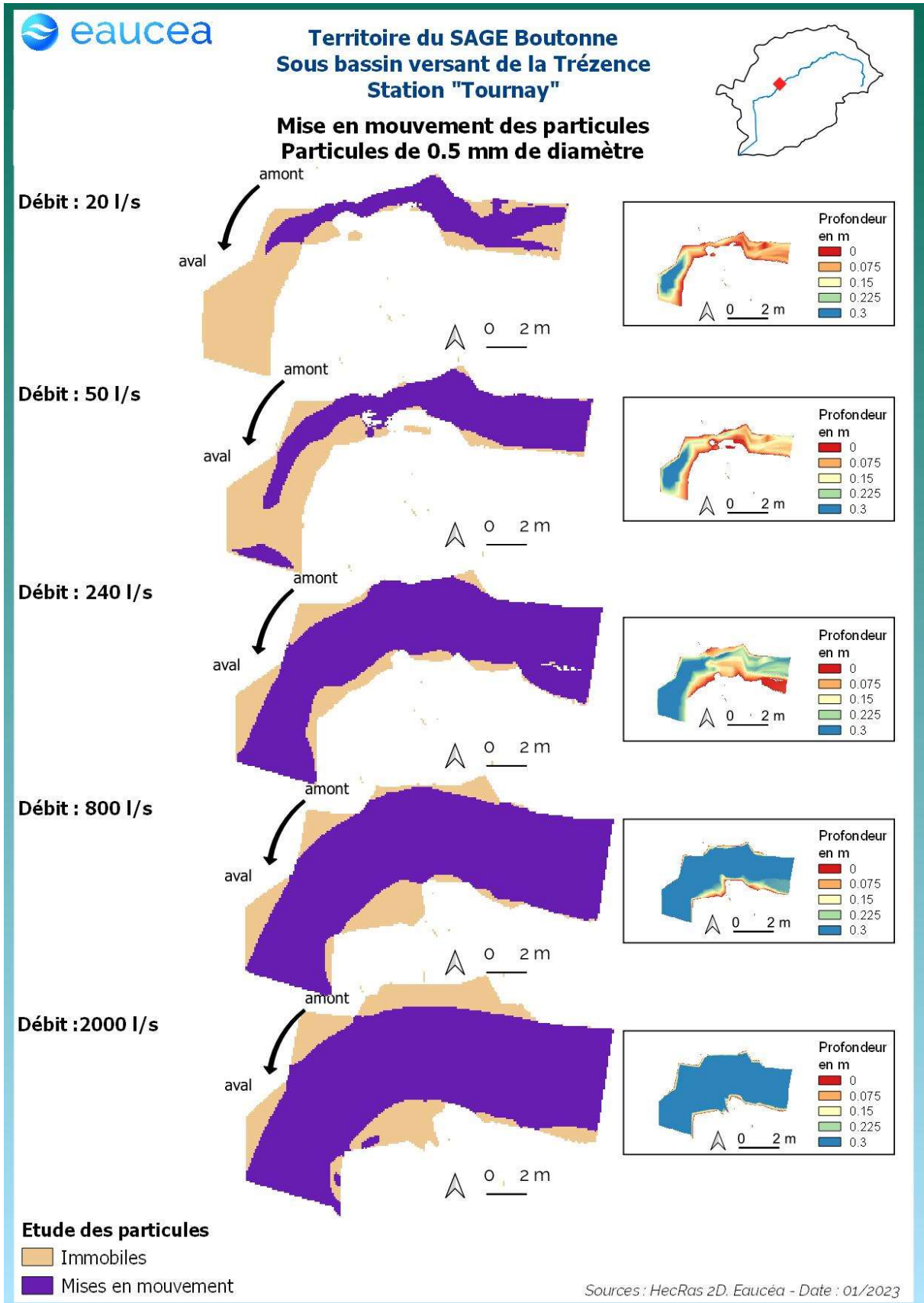


Figure 41 : Mise en mouvement des particules sur la station de Tournay

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 20 l/s. Elle ne l'est plus pour 10 l/s. La connectivité de la station sur la Trézence est encore assurée pour les grandes espèces à un débit de 50 l/s. Elle ne l'est plus à 40 l/s.

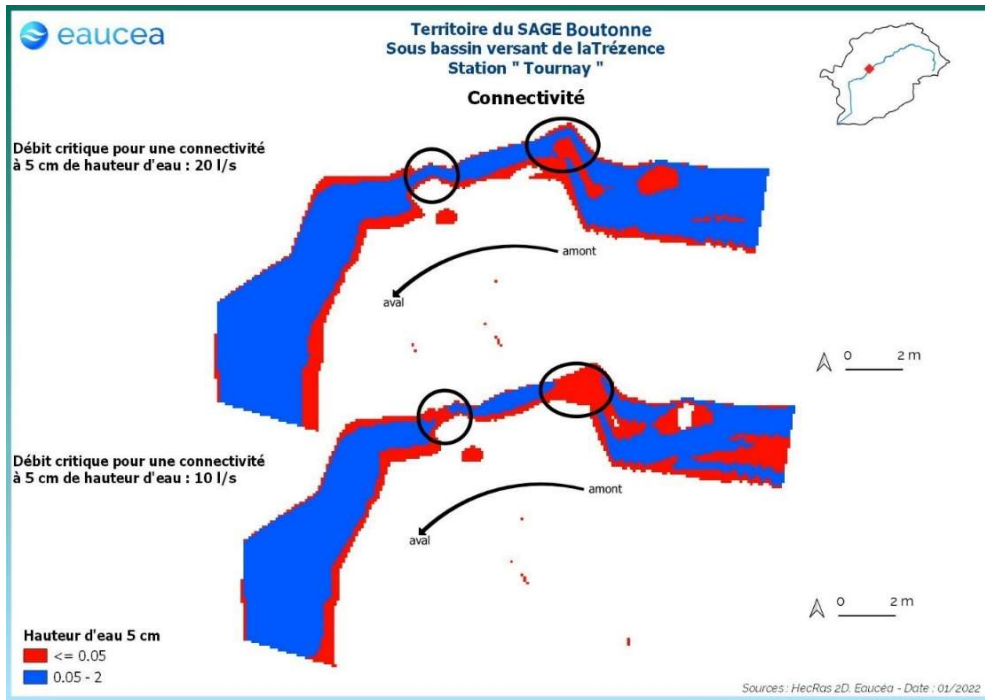


Figure 42: Connectivité de la station de Tournay avec un seuil à 5 cm de hauteur d'eau

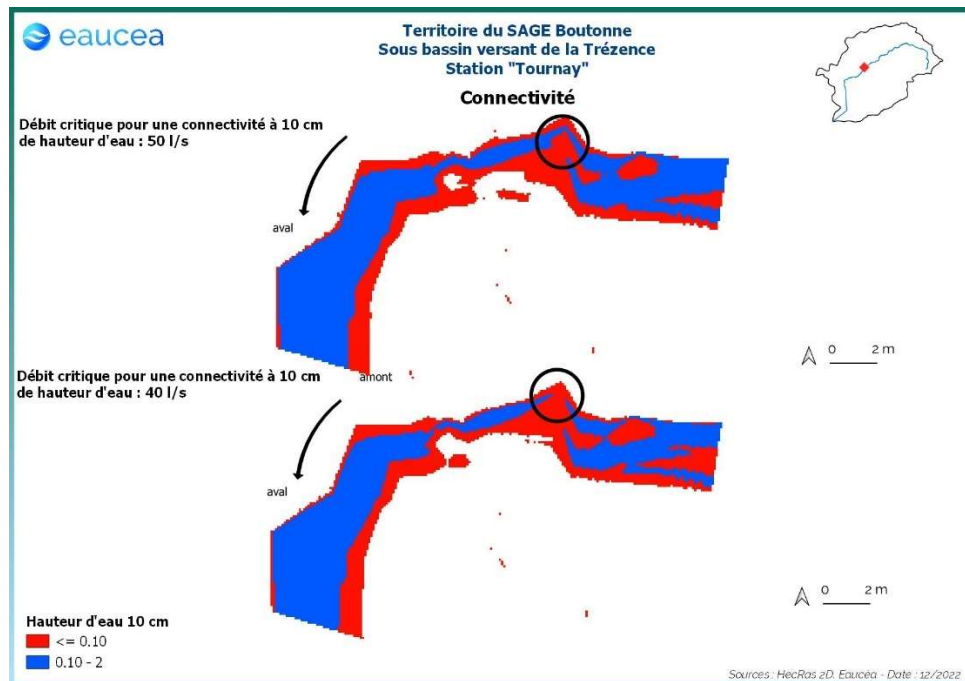


Figure 43: Connectivité de la station de Tournay pour un seuil de 10 cm de hauteur d'eau

5.5 Valeurs d'habitats et surfaces pondérées utiles

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

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

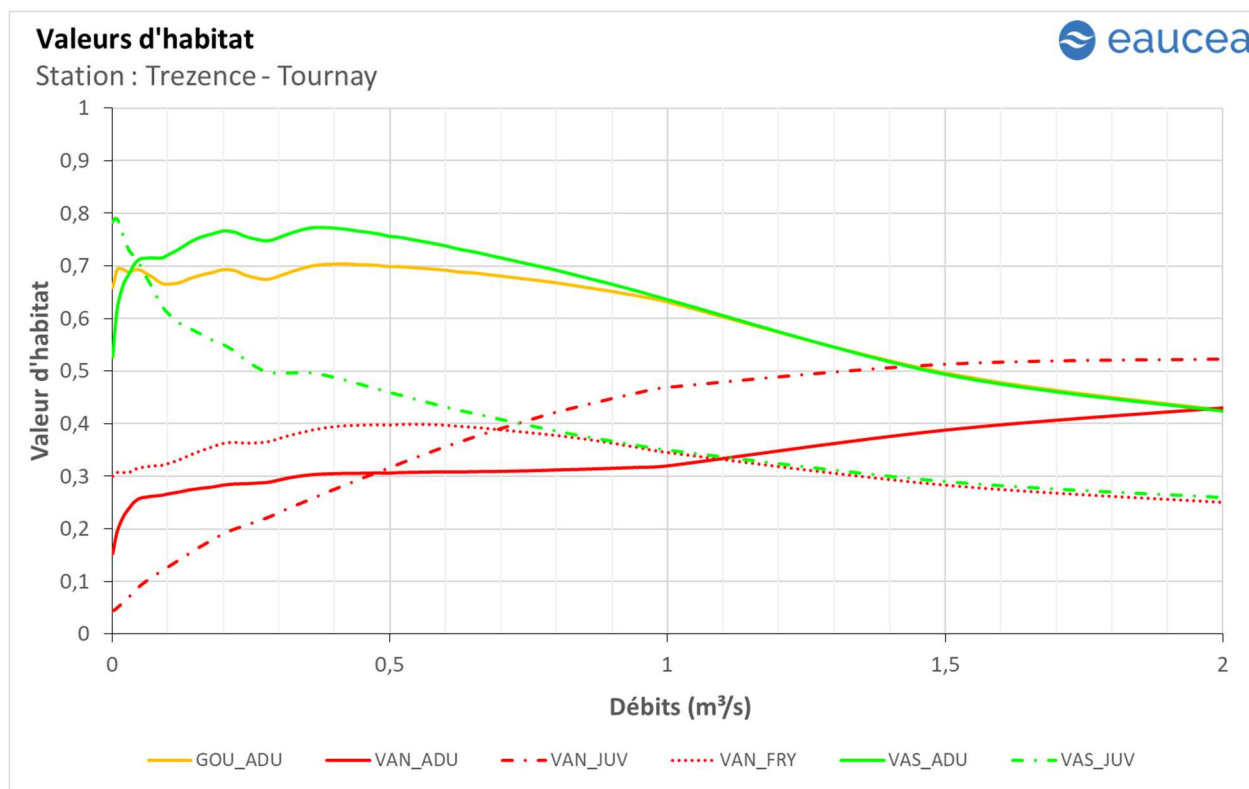


Figure 44: Valeur d'habitat sur la station de Tournay

Les valeurs d'habitats sont supérieures à 0.4 voire atteignent 0.8 pour le vairon adulte (VAS_ADU) ce qui traduit un biotope très favorable à cette espèce même en fort débit. Pour le vairon juvénile (VAS_JUV), la valeur d'habitat est comprise entre 0.8 et environ 0.4 pour les débits inférieurs à 500 l/s mais baisse à mesure que le débit augmente.

Pour la vandoise, la valeur d'habitat n'excède jamais 0.6 pour tous les stades. La valeur d'habitat pour les adultes (VAN_ADU) et juvéniles (VAN_JUV) augmentent avec les débits tandis que celle des alevins (VAN_FRY) baissent avec les débits après avoir atteint un maxima d'environ 0.4 aux alentours de 500 l/s ce qui correspond à un débit de hautes eaux.

Pour les goujons adultes, la valeur d'habitat est comprise entre 0.7 et 0.4 pour tous les débits mais baisse 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 vairons adultes.

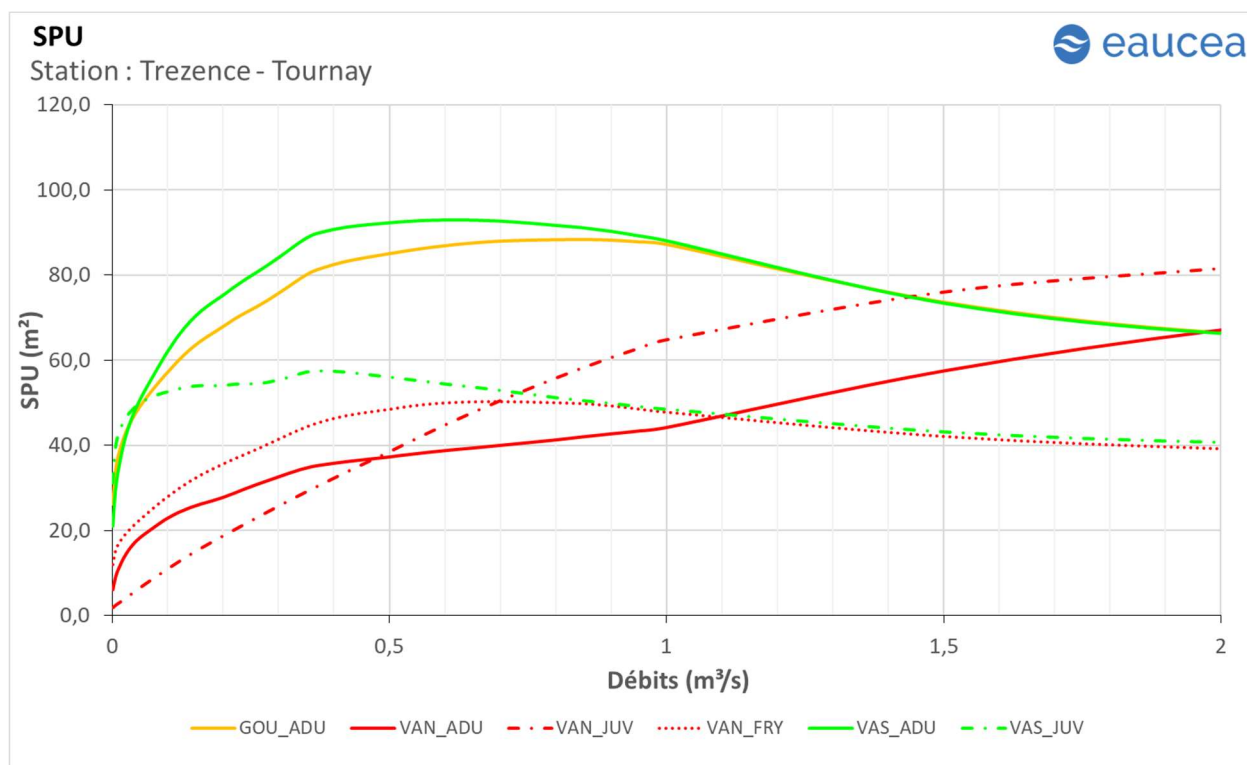


Figure 45: Surfaces pondérées utiles sur la station de Tournay

Nous retiendrons la valeur de 1000L/s comme la valeur de débit conduisant au maximum d'habitat pour l'ensemble des espèces et prenant en compte la satisfaction des besoins la vandoise juvénile. Elle sera retenue pour évaluer les débits biologiques de hautes eaux.

5.5.2 Saisonnalité

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 50 l/s est donc la première valeur constitutive d'un débit biologique hautes-eaux.

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

Pour le goujon 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 30 m² et correspondant à un débit de 6 l/s.

Lors de la période de transition aux débits augmentant, la surface pondérée utile (SPU) du goujon adulte est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année sèche, la SPU n'augmente que peu passant de 40 m² environ en août à 45 m² en octobre pour débits passant de

15 l/s à 40 l/s, lors d'une année humide les débits fluctuent après la période de basses-eaux et la SPU passe alors de 80 m² (correspondant à un débit de 362 l/s) en août à presque 70 m² (correspondant à un débit de 1700 l/s) en septembre pour se maintenir jusqu'en octobre.

La période de transition hiver présente des SPU descendantes jusqu'à la période des basses-eaux mis à part entre janvier et février en année humide. Cette évolution voit la SPU du goujon passer de 85 m² environ (soit un débit de 550 l/s) en janvier d'une année sèche à 65 m² en mars (pour 175 l/s). Dans le cas d'une année humide, la diminution de débit agit singulièrement sur les habitats avec des SPU passant de 70 m² pour se stabiliser 85 m² en février et mars pour des débits de 1700 l/s à 596 l/s. La baisse de SPU et de débit se commence ensuite lors de la période suivante de basses-eaux.

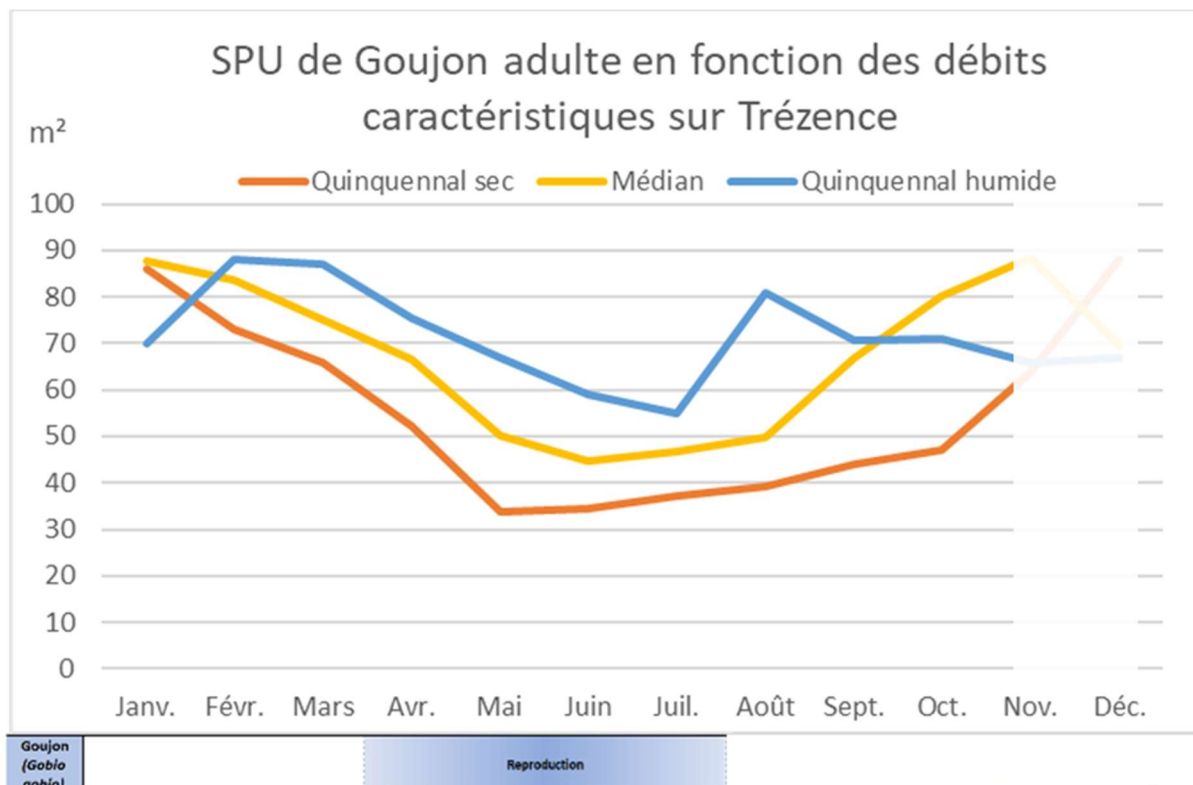


Figure 46 : Evolution temporelle des surfaces pondérées utile du goujon adulte, calendrier biologique et hydrologique

Pour le vairon 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 30 m² et correspondant à un débit de 6 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 40 m² de surface pondérée utile.

Lors de la période de transition aux débits augmentant, la surface pondérée utile (SPU) du vairon adulte est variable suivant si l'on est en année sèche ou humide. Tandis que lors d'une année humide, la SPU présente un pic de 90 m² environ en août avant de se stabiliser à 70 m² en septembre et octobre pour débits passant de 360 l/s à 1700 l/s, lors d'une année sèche les débits augmentent après la période de basses-eaux et la SPU passe alors de 35 m² (correspondant à un débit de 15 l/s) en août à presque 50 m² (correspondant à un débit de 40 l/s) dès septembre. L'augmentation de SPU n'est pas aussi importante au stade juvénile avec une SPU passant de 45 m² environ en août à 50 m² en octobre lors d'une année sèche contre un pic à 55 m² en août et une stabilisation de la SPU aux environs de 40 m² en année humide.

Durant la période de transition à débits descendant, la SPU du viron adulte passe de 90 m² environ (soit un débit de 550 l/s) en janvier d'une année sèche à 75 m² en mars (pour 175 l/s). Dans le cas d'une année humide, une augmentation de SPU est observable passant de 70 m² en janvier (pour 1700 l/s) à 90 m² en février et mars (pour 230 l/s et 140 l/s respectivement). Pour le juvénile, l'évolution de la SPU est semblable à celle de l'adulte en année humide passant de 40 m² à 55m². En année sèche, la période voit la SPU du viron juvénile passer de 90 m² en janvier à 75 m² en mars.

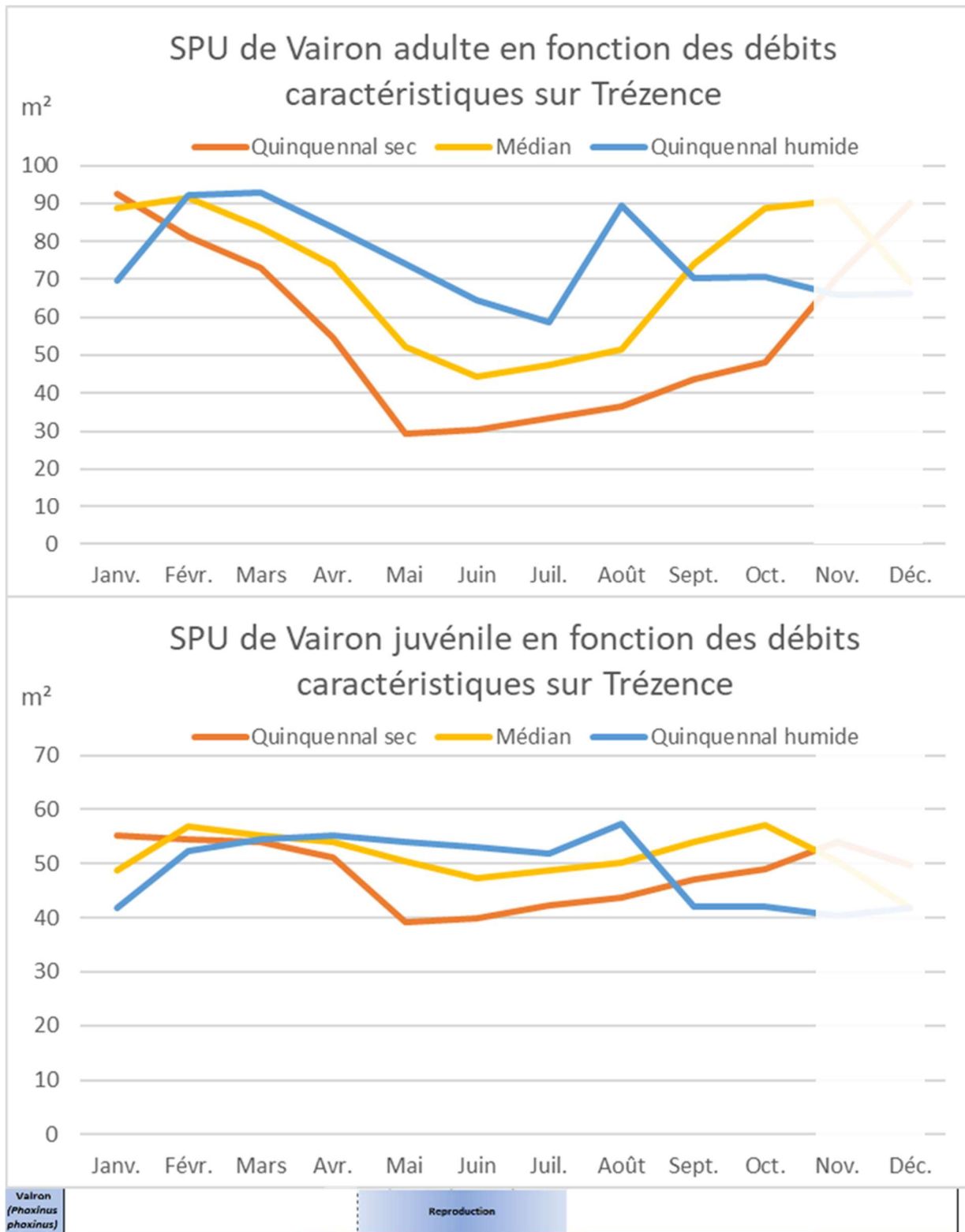


Figure 47: Evolution des surfaces pondérées utiles du vairon suivant le cycle annuel et calendrier biologique

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 10 m² et correspondant à un débit de 6 l/s. Les juvéniles de l'espèce bénéficient eux d'un minimum de 2 m² de surface pondérée utile.

Lors de la période de transition d'automne, 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 n'augmente que peu passant de 10 m² environ en août à 15 m² en octobre pour débits passant de 15 l/s à 40 l/s, lors d'une année humide les débits augmentent rapidement après la période de basses-eaux et la SPU passe alors de 30 m² (correspondant à un débit de 360 l/s) en août à presque 60 m² (correspondant à un débit de 1700 l/s) dès septembre. Il n'y a pas d'augmentation de SPU pour le stade juvénile avec une SPU stable autour 2 m² environ en août à 5 m² en octobre lors d'une année sèche contre une augmentation de la SPU passant de 25 m² à 80 m² en année humide.

La période de transition de fin d'hiver présente des SPU descendantes jusqu'à la période des basses-eaux. Cette évolution voit la SPU de la vandoise adulte passer de 40 m² environ (soit un débit de 550 l/s) en janvier d'une année sèche à 25 m² en mars (pour 175 l/s). Dans le cas d'une année humide, la diminution de débit et de SPU présente la même forme mais avec des SPU passant de plus de 60 m² à 40 m² pour des débits de 1700 l/s à 600 l/s. La baisse de SPU et de débit observé lors de cette période de transition se poursuit lors de la période d'étiage. Pour le juvénile, la SPU est autour de 40 m² en janvier d'une année sèche à environ 15 m² en mars. Sur une année humide, les surfaces passent de 80 m² à 45 m².

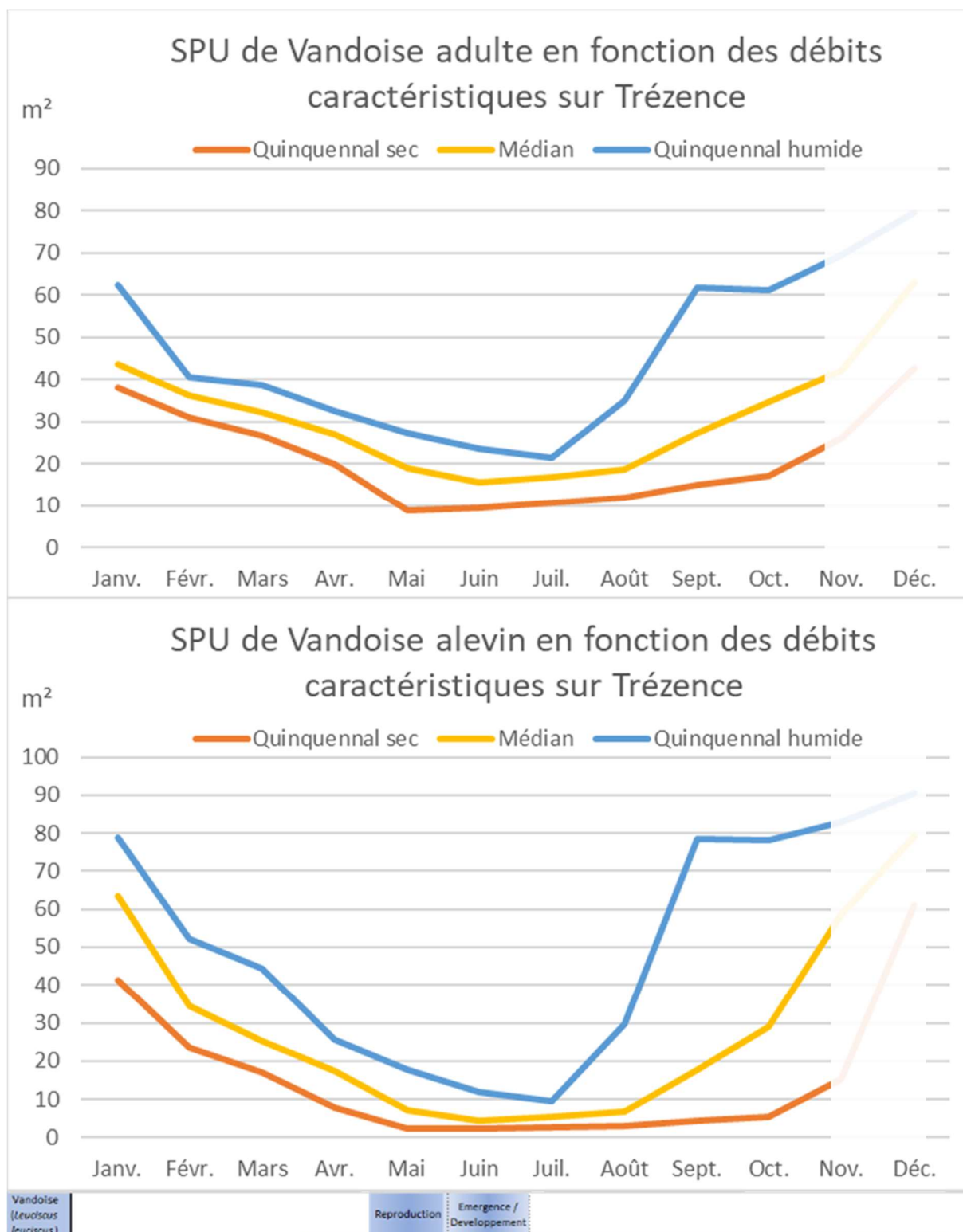


Figure 48: Evolution des surfaces pondérées utiles de la vandoise suivant le cycle annuel et calendrier biologique

5.5.3 Synthèse

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

- pour la période estivale, la valeur de déconnection longitudinale pour les grande espèces comme valeur de référence soit 50 l/s, bornée par le débit le plus bas (1 l/s) et le débit classé 75 % (340 l/s) ;
- pour la période de transition, la valeur médiane entre les débits classés 50 % et 25 % (500 l/s) comme valeur de référence, bornée par ces mêmes débits (380 l/s et 750 l/s) ;
- pour la période de hautes-eaux, la valeur de référence est l'optimum de débit biologique (1000 l/s) bornée par le débit 50 % (380 l/s) et le débit de débordement.

5.6 Conclusion concernant les débits biologiques de la station de Tournay

Analyse piscicole		Qref																									
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0,001	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,12	0,1	0,16	0,18	0,2	0,24	0,26	0,28	0,3	0,32	0,34
Principal	Habitat	Goujon	GOU_ADU	Adulte	-47%	-33%	-25%	-15%	-8%	-4%	49,11	4%	7%	10%	13%	16%	22%	16%	31%	35%	42%	45%	48%	51%	54%	58%	61%
Principal	Habitat	Yandoise	YAN_ADU	Adulte	-67%	-53%	-42%	-27%	-15%	-7%	18,31	5%	11%	16%	21%	25,04%	33%	25%	43%	47%	57%	63%	68%	73%	78%	83%	87%
Principal	Habitat	Yandoise	YAN_JUY	Juvenile	-73%	-68%	-58%	-45%	-30%	-15%	6,44	14%	28%	42%	55%	68,32%	95%	69%	144%	167%	211%	233%	255%	277%	298%	319%	340%
Principal	Habitat	Yandoise	YAN_FRY	Alevin	-47%	-35%	-27%	-18%	-11%	-5%	22,60	5%	10%	15%	20%	24,06%	32%	24%	47%	53%	64%	69%	74%	79%	84%	90%	95%
Principal	Habitat	Yairon	VAS_ADU	Adulte	-58%	-44%	-34%	-21%	-12%	-6%	50,63	5%	9%	14%	18%	22,40%	30%	22%	41%	45%	52%	56%	59%	62%	66%	70%	73%
Principal	Habitat	Yairon	VAS_JUY	Juvenile	-38%	-23%	-16%	-9%	-5%	-2%	49,88	1%	3%	4%	5%	5,27%	7%	5%	8%	8%	9%	9%	9%	10%	11%	12%	14%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			0%	0%	0%	1%	1%	2%	1,40	2%	3%	3%	3%	4%	4%	4%	6%	6%	6%	6%	5%	4%	3%	3%	3%
Principal	Surface mouillée				-44%	-31%	-25%	-15%	-8%	-4%	70,98	5%	9%	14%	18%	21%	27%	21%	33%	36%	42%	47%	51%	55%	57%	59%	61%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			non	non	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Synthèse indicateurs principaux		Petits			non	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Habitat	SFU																										
Habitat	Habitats rapides																										
Habitat	Surface mouillée																										
Habitat	Connectivité	Longitudinale																									
Résultat																											

Figure 49 : Matrice période de basses-eaux

La valeur de référence a été fixée au seuil de connectivité des poissons de grande taille soit 50L/s.

Nous proposons donc de retenir la valeur de 50 l/s comme débit biologique en période de basses-eaux, compromis admissible eu égard au peuplement potentiel du cours d'eau.

Figure 50 : Matrice des périodes de transition

Analyse piscicole										Qref												
Niveau	Critère	Espèce	Code	Stade	0,38	0,4	0,42	0,44	0,46	0,48	0,5	0,52	0,54	0,56	0,58	0,6	0,62	0,64	0,66	0,68	0,7	0,75
Principal	Habitat	Goujon	GOU_ADU	Adulte	-4%	-3%	-2%	-2%	-1%	-1%	85,06	1%	1%	1%	2%	2%	3%	3%	3%	3%	3%	4%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_ADU	Adulte	-5%	-4%	-2%	-2%	-2%	-1%	37,28	1%	2%	3%	3%	3,96%	5%	5%	6%	7%	7%	9%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_JUY	Juvenile	-18%	-16%	-13%	-10%	-6%	-3%	38,42	3%	7%	10%	13%	16,34%	19%	22%	25%	28%	31%	38%
Principal	Habitat	Vandoise	VAN_FRY	Alevin	-6%	-4%	-3%	-2%	-1%	-1%	48,50	1%	2%	2%	3%	3,12%	3%	4%	4%	4%	4%	4%
Principal	Habitat	Yairon	VAS_ADU	Adulte	-2%	-2%	-1%	-1%	0%	0%	92,19	0%	0%	1%	1%	0,71%	1%	1%	1%	1%	1%	0%
Principal	Habitat	Yairon	VAS_JUY	Juvenile	3%	2%	2%	2%	1%	1%	55,36	-1%	-1%	-2%	-2%	-2,93%	-3%	-4%	-4%	-5%	-6%	-7%
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s			2%	2%	2%	1%	1%	1%	1,31	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Principal	Surface mouillée				-4%	-4%	-3%	-2%	-2%	-1%	leur trop gra	1%	1%	2%	3%	3%	4%	4%	5%	6%	6%	7%
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
	Synthèse indicateurs principaux	Petits			oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Habitat	SPU																					
Habitat	Habitats rapides																					
Habitat	Surface mouillée																					
Habitat	Connectivité																					
Résultat	Longitudinale																					

En période de transition, la valeur de référence est prise égale au débit classé 50%. 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.

Nous proposons donc de retenir un débit plancher 440 l/s à 750 l/s correspondant au débit classé 50%.

Analyse piscicole		Tournay											Qref				
Niveau	Critère	Code	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4			
Principal	Vitesses	Milieu rapide > 25 cm/s	-45%	-38%	-28%	-18%	-12%	-6%	-3%	0%	1%	3%	4%	6%			
Principal	Surface mouillée		-19%	-15%	-12%	-9%	-6%	-4%	-2%	0%	1%	3%	4%	6%			
Complémentaire	Circulation au niveau des radiers	Gros poissons	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui			
		Petits poissons	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui		

Figure 51 : Matrice de la période de hautes-eaux.

La valeur de référence est fixée à 1 000 L/s, meilleur compromis pour le maximum d’habitat piscicole. En période de hautes-eaux, la plupart des indicateurs sont stables et remplissent les conditions de vie et de mobilité des espèces. En deçà de 600L/s la perte de surface est sensible (plus de 10%) par rapport à la référence de 1000 L/s pouvant entrainer une réduction du potentiel de productivité. La perte de milieu rapide n’est pas décisive compte tenu de l’équilibre global entre milieux lotiques et lentiques de cette station.

Nous proposons donc de retenir un débit biologique entre 600 l/s et 1000 L/s.

5.7 Synthèse débit biologique à Tournay

	Hiver			Printemps			Eté			Automne		
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Trézence Tournay	Hautes- eaux	Période de transition		Basses-eaux						Période de transition		Hautes- eaux
DMB+	1000 L/s	750 L/s		50L/s						750 L/s		1000 L/s
DMB-	600 L/s	440 L/s								440 L/s		600 L/s

6 Synthèse sur les débits biologiques étiage et hors étiage de la Trézence et piézométrie associée

6.1 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.

Station	Basses-eaux	Transition	Hautes-eaux
Migré	60 l/s	140 à 150 l/s	300 à 500 l/s
Tournay	50 l/s	440 à 750 l/s	600 à 1000 l/s

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 Trézence n'est donc pas vulnérable au colmatage sur les tronçons expertisés.

6.2 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.

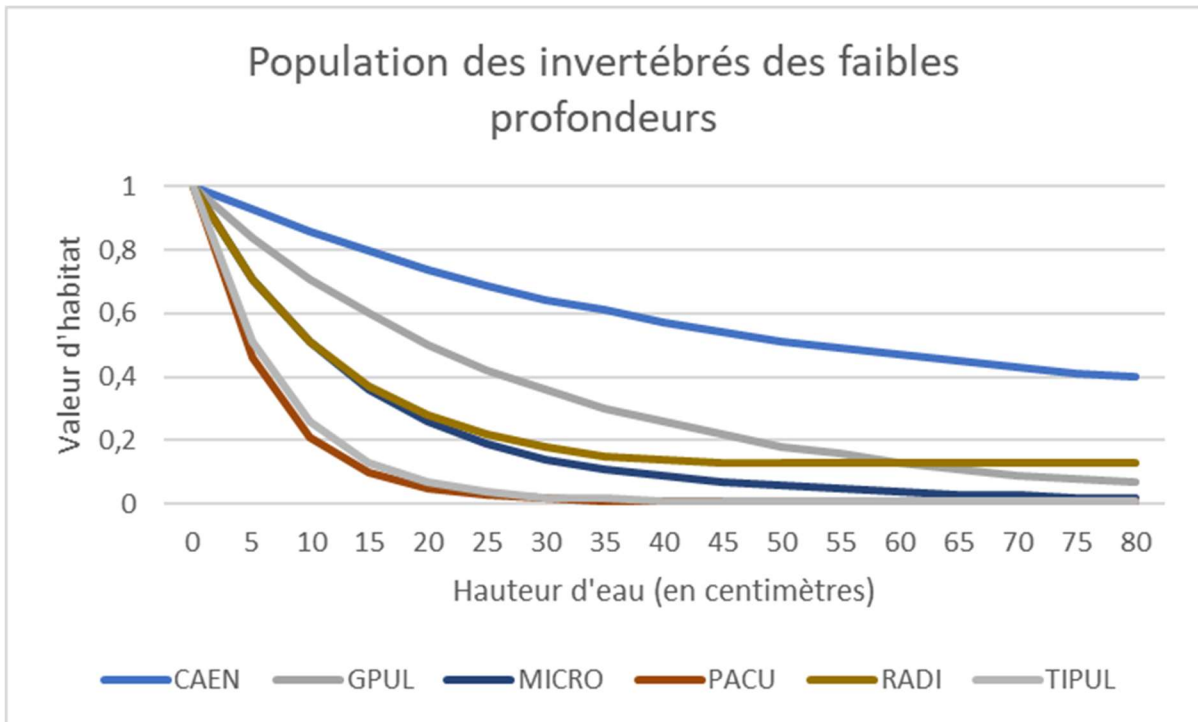
Nous pouvons cependant définir des grandes familles comportementales en lien avec les paramètres « hauteur » et « vitesse ».

Préférence de hauteur d'eau

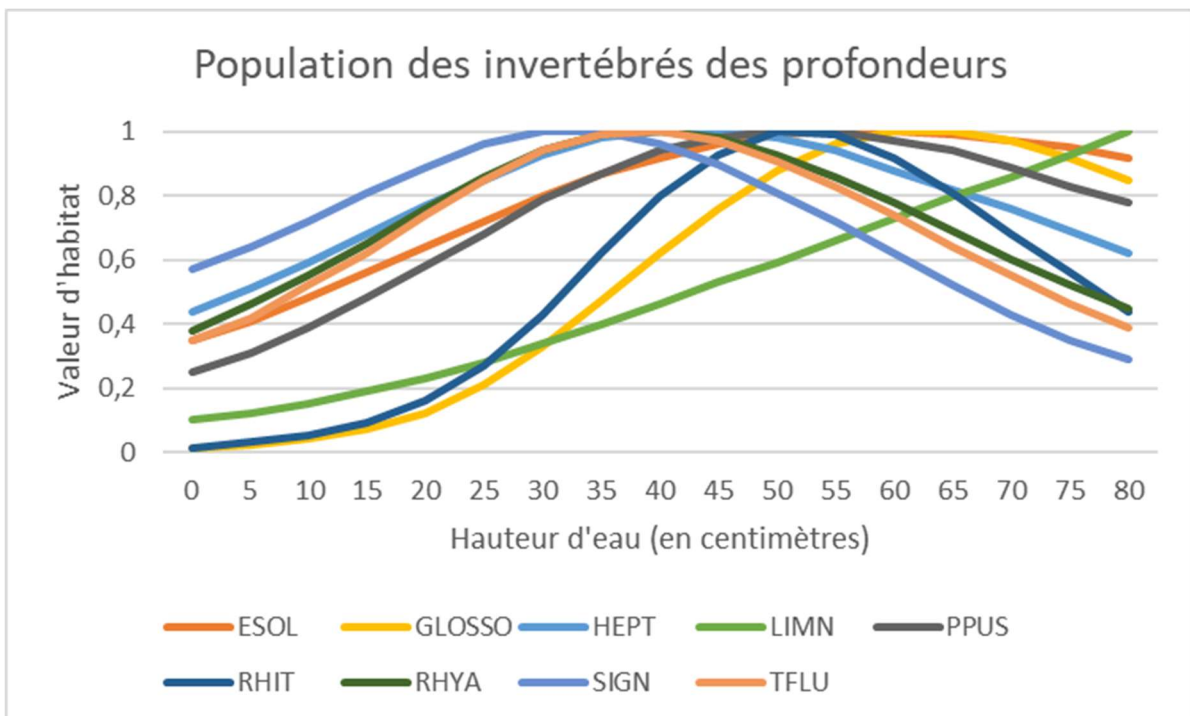
Seuls 15 clades disposent de courbes de préférence concernant les hauteurs d'eau, les voici listés ci-dessous.

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

On peut néanmoins 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.



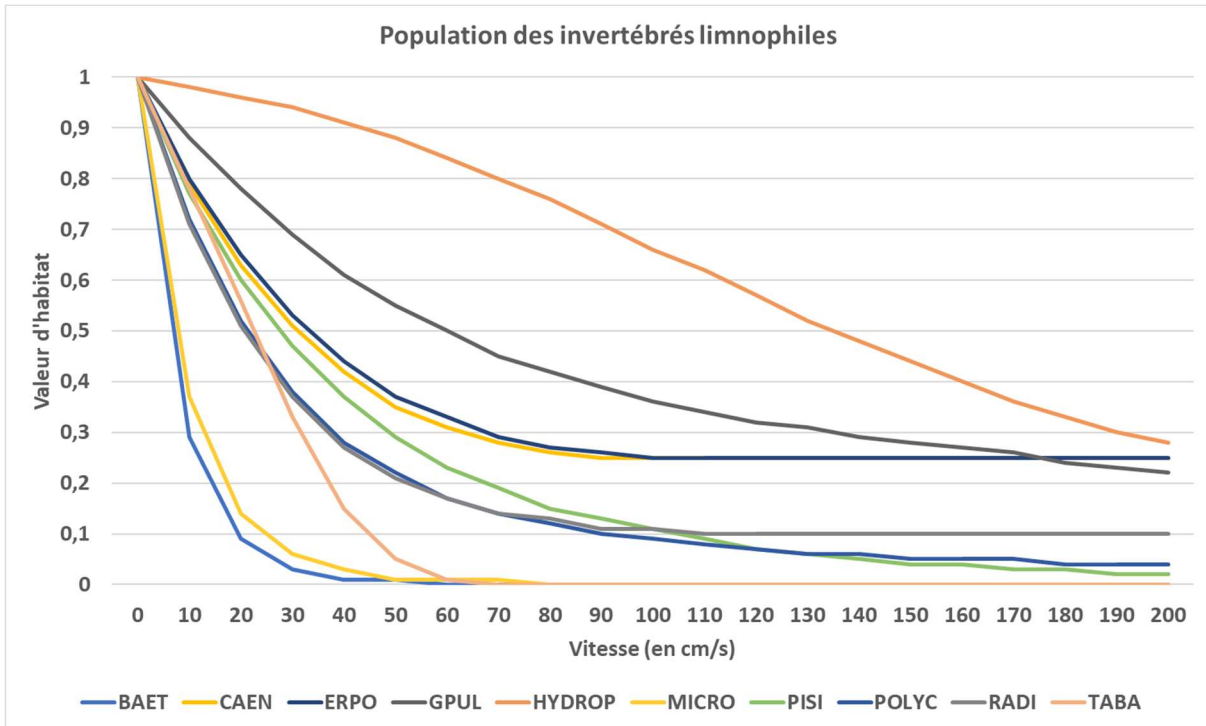
En résumé, la différenciation des habitats benthiques en lien avec la profondeur peut s'analyser en distinguant deux zones de part et d'autre de la valeur-seuil de 15 centimètres de profondeur.

Vitesses d'écoulement

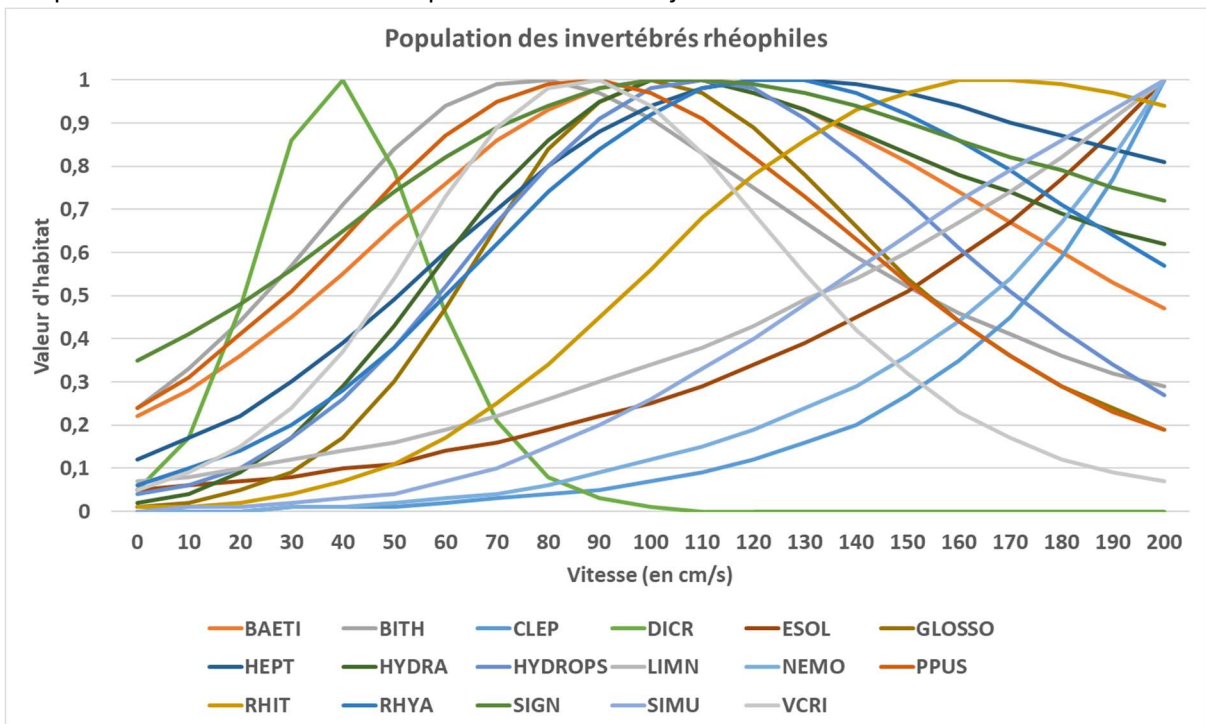
Seuls 27 clades disposent de courbes de préférence concernant les vitesses d'écoulement, les voici listés ci-dessous.

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 lenticques. Cette valeur conforte le seuil de 25 cm/s retenu pour l'analyse de la rhéophilie (cf. note méthodologique) elle-même issue du protocole d'inventaire de l'Indice Invertébrés Multi-Métriques (I2M2).



Une seconde sous-population, bien plus nombreuse, préférera les vitesses situées entre 70 et 130 cm/s à l'exception de *Dicranota* sp. (optimum à 40 cm/s) et *Rhitrogenas* sp. (optimum à 170 cm/s). Il s'agit d'espèces inféodés 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.