

*Phase 2 : Définition des débits écologiques
8 avril 2025*

**ÉTUDE POUR LA DÉTERMINATION DES DÉBITS
BIOLOGIQUES ET RECUIEL DE DONNÉES POUR
L'ÉVALUATION DES CONDITIONS DE PRÉLÈVEMENTS
SELON LES PÉRIODES HYDROLOGIQUES.
(VOLET M DE L'ÉTUDE H.M.U.C.)**



DOCUMENT 2 : Définition des débits écologiques

MAITRE D'OUVRAGE :
SYNDICAT DU BASSIN DE L'oudon



INFORMATIONS LIÉES À LA PUBLICATION DE CE DOCUMENT

DOCUMENT 2 : Définition des débits écologiques

Commanditaire : Syndicat du bassin de l'Oudon

L'élaboration de ce document a été produite par la SCOP ARL Hydro Concept. Les personnes ayant contribué à la rédaction, relecture et validation du document ainsi que l'historique de ce dernier :

Date	Version	Rédaction	Relecture	Validation
8/4/2025	V3	B.YOU	T.GUERIN	B.YOU



TABLE DES MATIERES

1.	AVANT-PROPOS	8
2.	ZONE D'ETUDE.....	8
3.	SITES D'ETUDE	9
3.1	<i>Sélection des sites.....</i>	9
3.2	<i>Sites 2024.....</i>	10
3.3	<i>Sites 2015</i>	13
4.	HYDROLOGIE RECONSTITUEE.....	15
4.1	<i>Rappel sur les besoins du milieu.....</i>	15
4.1.1	Besoins saisonniers.....	15
4.2	<i>Besoins en période d'étiage</i>	17
4.3	<i>Choix des débits étudiés</i>	18
4.3.1	Période de basses et moyennes eaux.....	18
4.3.2	Période de hautes eaux	19
4.3.3	Synthèse des débits proposés	21
4.4	<i>Débits reconstitués.....</i>	21
5.	CHOIX DES ESPECES CIBLES	23
5.1	<i>UH de 2015.....</i>	23
5.2	<i>Contexte piscicole sur les autres UH.....</i>	23
5.3	<i>Données écologiques des espèces retenues</i>	24
6.	METHODES EMPLOYES.....	26
6.1	<i>Méthodes envisagées.....</i>	26
6.2	<i>ESTIMHAB.....</i>	27
6.2.1	Phase de terrain	27
6.2.2	Franchissabilité des radiers	27
6.3	<i>HABBY.....</i>	28
6.4	<i>Annexes hydrauliques.....</i>	30
6.5	<i>Décolmatage des radiers.....</i>	31
6.6	<i>Méthode d'analyse.....</i>	33
6.6.1	Modélisation de l'habitat	33
6.7	<i>Évaluation des débits biologiques hors période de basses eaux</i>	36
6.7.1	Protocole d'analyse	36
6.7.2	Choix des débits de connectivité	40
6.8	<i>Conclusion</i>	41
7.	DEFINITION DES DEBITS ECOLOGIQUES AU NIVEAU DES 6 U.H	43
7.1	<i>Conditions de prospection</i>	43
7.2	<i>Données d'entrée d'Estimhab</i>	43
7.3	<i>Critère de définition des seuils de plage de débit biologiques.....</i>	45
7.4	<i>UH3 Usure</i>	47
7.4.1	Période de basses eaux	47
7.4.2	Connectivité.....	51
7.5	<i>UH4 Hière</i>	53
7.5.1	Période de basses eaux	53
7.5.2	Connectivité.....	57
7.6	<i>UH6 Oudon moyen</i>	58
7.6.1	Période de basses eaux	59
7.6.2	Connectivité.....	63
7.7	<i>UH8 Misengrain</i>	65
7.7.1	Période de basses eaux	67
7.7.2	Connectivité.....	69
7.8	<i>UH11 Argos</i>	71
7.8.1	Période de basses eaux	72
7.8.2	Connectivité.....	75
7.9	<i>UH9 Oudon aval</i>	77
7.9.1	Thiberge.....	77
7.9.2	Sazée.....	82
7.9.3	Oudon à St-Henis	86
8.	DEFINITION DES DEBITS ECOLOGIQUES EN PERIODE DE HAUTES EAUX	87



8.1	<i>Méthodologie</i>	87
8.2	<i>Critère de définition des seuils de la plage de hautes eaux</i>	87
8.3	<i>Conditions de prospection</i>	89
8.4	<i>Evaluation du décolmatage</i>	89
8.5	<i>UH1 - Oudon amont – site amont</i>	90
8.5.1	Période de hautes eaux	90
8.5.2	Synthèse débits biologiques proposés	92
8.6	<i>UH2 - Oudon amont – site aval</i>	94
8.6.1	Période de hautes eaux	94
8.6.2	Synthèse débits biologiques proposés	97
8.7	<i>UH3 – Usure</i>	99
8.7.1	Période de hautes eaux	99
8.7.2	Synthèse débits biologiques proposés	102
8.8	<i>UH4 - Hière</i>	104
8.8.1	Période de hautes eaux	104
8.8.2	Synthèse débits biologiques proposés	107
8.9	<i>UH6 Oudon Moyen</i>	109
8.9.1	Période de hautes eaux	109
8.9.2	Synthèse débits biologiques proposés	112
8.10	<i>UH11 - Argos</i>	114
8.10.1	Période de hautes eaux	114
8.10.2	Représentation à Qj2	115
8.10.3	Synthèse débits biologiques proposés	117
8.11	<i>UH7 – Araize</i>	118
8.11.1	Période de hautes eaux	118
8.11.2	Synthèse débits biologiques proposés	121
8.12	<i>UH5 – Chéran</i>	122
8.12.1	Période de hautes eaux	122
8.12.2	Synthèse débits biologiques proposés	123
8.13	<i>UH8-Misengrain</i>	125
8.13.1	Période de hautes eaux	125
8.13.2	Synthèse débits biologiques proposés	126
8.14	<i>UH10 – Verzée</i>	128
8.14.1	Période de hautes eaux	128
8.14.2	Synthèse débits biologiques proposés	131
8.15	<i>UH9 Oudon aval</i>	132
8.15.1	Thiberge.....	132
8.15.2	Sazée.....	135
8.15.3	Oudon à St-Henri.....	138
9.	DEBITS ENVIRONNEMENTAUX PROPOSES.....	141
●	ANNEXE	146
10.	PHOTOS DES SITES D'ETUDE.....	146
11.	CARTOGRAPHIE DES SUBSTRATS ET VEGETATION SUR LES SITES ETUDES AVEC HABBY.....	163
12.	REPARTITION POTENTIELLE DU CHABOT ET DU BROCHET A DIFFERENTES PERIODES	169

TABLE DES FIGURES

Figure 1:	Cartographie de la zone d'étude (source Syndicat du bassin de l'Oudon)	9
Figure 2:	Représentation des habitats potentiels du chabot en période de moyennes eaux	16
Figure 3:	Schémas sur le niveau d'eau en période de basses eaux (Webinaire du 28/2/2023).....	18
Figure 4:	Période de frai et substrat de reproduction de différentes espèces de poissons (ICE)	25
Figure 5:	Visualisation du nuage de points d'un levé LIDAR (Hydro Concept, 2023)	29
Figure 6:	Exemple cartographique des habitats.....	30
Figure 7:	Ortho Photos réalisées par drone (Hydro Concept 2023).....	31
Figure 8:	Différenciation de la couche d'armure de la couche de surface (Guide technique pour la mesure et la modélisation du transport solide, OFB, INRAE)	32
Figure 9:	Exemple de graphique permettant d'évaluer les seuils avec la méthode Estimhab (Hydro Concept) ..	33



Figure 10 : Exemple de recherche de plage du SAR sur le Misengrain	34
Figure 11: Exemple de profil en travers	36
Figure 12: Schémas de quelques paramètres relevés dans le cadre de l'analyse de la connectivité du lit mineur	37
Figure 13: Exemple d'habitat recherché	37
Figure 14: Exemple de grille d'analyse pour la connectivité d'une annexe linéaire	39
Figure 15: Schéma type de la connectivité d'une annexe linéaire (Hydro Concept, 2023)	39
Figure 16: UH et méthode utilisée	42
Figure 17: Localisation des sites sur l'Usure (Hydro Concept – septembre 2024)	47
Figure 18: Évolution de la SPU sur l'Usure	48
Figure 19: Représentation des hauteurs d'eau supérieures à 5 cm à 50 l/s sur l'Usure (Hydro Concept)	50
Figure 20: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Usure à 400 l/s (Hydro Concept)	51
Figure 21: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Usure à 720 l/s (Hydro Concept)	52
Figure 22: Localisation des sites sur l'Hière (Hydro Concept – septembre 2024)	53
Figure 23: Évolution de la SPU sur l'Hière	54
Figure 24: Représentation des hauteurs d'eau supérieures à 5 cm à 23 l/s sur l'Hière (Hydro Concept)	56
Figure 25: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Hière à 284 l/s (Hydro Concept)	57
Figure 26: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Hière à 567l/s (Hydro Concept)	57
Figure 27: Localisation des sites sur l'Oudon Moyen (Hydro Concept – septembre 2024)	59
Figure 28: Évolution de la SPU sur l'Oudon Moyen	60
Figure 29: Représentation des hauteurs d'eau supérieure à 5 cm à 103 l/s sur l'Oudon Moyen (Hydro Concept)	62
Figure 30: Représentation des hauteurs d'eau supérieure à 8 cm à 103 l/s sur l'Oudon Moyen (Hydro Concept)	63
Figure 31: Représentation des valeurs d'habitat pour le brochet sur l'Oudon à 900 l/s (Hydro Concept)	64
Figure 32: Représentation des valeurs d'habitat pour le brochet sur l'Oudon à 2500 l/s (Hydro Concept)	64
Figure 33: Localisation des sites sur le Misengrain	66
Figure 34: Évolution de la SPU sur le Misengrain	67
Figure 35: Localisation des sites sur l'Argos (Hydro Concept – septembre 2024)	72
Figure 36: Évolution de la SPU sur l'Argos	73
Figure 37: Représentation des hauteurs d'eau supérieure à 5 cm à 36 l/s sur l'Argos (Hydro Concept)	75
Figure 38: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Argos à 144 l/s (Hydro Concept)	76
Figure 39: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Argos à 584 l/s (Hydro Concept)	76
Figure 40: Valeurs d'habitat pour le goujon à 144 l/s (Hydro Concept)	76
Figure 41: Localisation des sites sur le Thiberge	78
Figure 42: Évolution de la SPU sur le Thiberge	78
Figure 43: Localisation des sites sur la Sazée	82
Figure 44: Évolution de la SPU sur la Sazée	82
Figure 45: hydrologie observée lors des expertises en hautes eaux	89
Figure 46: Localisation des sites sur l'Oudon à Cossé le Vivien	91
Figure 47: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur l'Oudon Amont - site amont	93
Figure 48: Courbe des débits classés de l'Oudon Amont - Site amont	94
Figure 49: Localisation des sites sur l'Oudon à Craon	95
Figure 50: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur l'Oudon Amont - site aval	98
Figure 51: Courbe des débits classés de l'Oudon amont - site aval	99
Figure 52: Étude de la connectivité sur l'Usure	100
Figure 53: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Usure à 1740 l/s	101
Figure 54: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Usure à 4470 l/s	102
Figure 55: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Usure à Qj2 (10280 l/s)	102
Figure 56: Synthèse des plages de débits biologiques proposés sur l'Usure	103
Figure 57: Courbe des débits classés de l'Usure	104
Figure 58: Etude de la connectivité sur l'Hière	105
Figure 59: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Hière à 1134 l/s	106
Figure 60: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Hière à 2300 l/s	106
Figure 61: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Hière à Qj2 (9170 l/s)	107
Figure 62: Synthèse des débits biologiques proposés sur l'Hière	108
Figure 63: Courbe des débits classés de l'Hière	109



Figure 64:Etude de la connectivité sur l'Oudon Moyen.....	110
Figure 65: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Oudon Moyen à 5 m3/s.....	111
Figure 66: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Oudon Moyen à 10.21 m3/s.....	111
Figure 67: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Oudon Moyen à Qj2	112
Figure 68: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur l'Oudon Moyen	113
Figure 69: Courbe des débits classés de l'Oudon Moyen.....	114
Figure 70:Etude de la connectivité sur l'Argos.....	115
Figure 71: Valeurs d'habitat pour l'anguille à Qj2 sur l'Argos (Hydro Concept).....	116
Figure 72: Valeurs d'habitat pour le brochet à Qj2 sur l'Argos (Hydro Concept).....	116
Figure 73: Hauteur d'eau sur l'Argos à Qj2 (Hydro Concept)	116
Figure 74: Synthèse des débits biologiques proposés sur l'Argos.....	117
Figure 75: Courbe des débits classés de l'Argos.....	118
Figure 76: Localisation des sites sur l'Araize	119
Figure 77: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur l'Araize.....	121
Figure 78: Courbe des débits classés de l'Araize.....	122
Figure 79: Localisation des sites sur le Chéran.....	123
Figure 80: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur le Chéran	124
Figure 81: Courbe débits classés du Chéran	125
Figure 82: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur le Misengrain.....	127
Figure 83: Courbe débits classés du Misengrain.....	128
Figure 84: Localisation des sites sur la Verzée	129
Figure 85: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur la Verzée.....	131
Figure 86: Courbe débits classés de la Verzée	132
Figure 87: Synthèse des débits biologiques proposés sur le Thiberge	134
Figure 88: Courbe de débits classés du Thiberge.....	135
Figure 89: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur la Sazée	137
Figure 90: Courbe de débits classés de la Sazée	138
Figure 91: Localisation des sites sur l'Oudon à St-Henis	139
Figure 92: Débit d'entrée et de sortie à la frayère de St-Henis.....	140
Figure 93: UH et localisation des sites de débits biologiques	142
Figure 94: Synthèse des débits environnementaux proposés à l'exutoire de chaque UH	143
Figure 95: Débits environnementaux proposés sur l'Oudon Aval – UH9.....	144
Figure 96: Courbe des débits classés à l'exutoire de l'UH9	145

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Liste des stations des 6 UH de 2024	10
Tableau 2: Liste des stations des 6 UH de 2015	13
Tableau 3: Synthèse des débits caractéristiques proposés.....	21
Tableau 4: Débits caractéristiques transposés aux stations de mesure de débits biologiques (ANTEA)	22
Tableau 5: Choix espèces piscicoles	23
Tableau 6: Grille d'analyse de la contrainte de cisaillement	32
Tableau 7 : Exemple d'évolution de la SPU en % vis-à-vis de la SPU au débit de référence (QMNA5).....	35
Tableau 8: Paramètres limitants pour le franchissement des radiers par les espèces retenues	35
Tableau 9: Exemple de grille d'analyse pour les habitats du lit	38
Tableau 10: Hauteur d'eau et vitesse limitante (source : Guide « Information sur la continuité écologique », ONEMA, 2014)	38
Tableau 11: Exemple de grille d'analyse pour la connectivité d'une annexe surfacique (Hydro Concept)	40
Tableau 12: Exemple de tableau d'analyse pour la connectivité (Hydro Concept)	41
Tableau 13: Choix des sites et méthode retenue.....	41
Tableau 14: hydrologie observée lors des expertises de terrain de basses et moyennes eaux	43
Tableau 15: Domaine de validité physique d'Estimhab du Misengrain	44
Tableau 16: Domaine de validité physique d'Estimhab de la Sazée	44
Tableau 17: Domaine de validité physique d'Estimhab de la Thiberge	44
Tableau 18: Critères pour définir les plages de basses et moyennes eaux.....	46
Tableau 19: Plage du SAR sur l'Usure.....	48



Tableau 20: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé	49
Tableau 21: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques	50
Tableau 22: Plage du SAR sur l'Hière	54
Tableau 23: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé	55
Tableau 24: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques	56
Tableau 25: Plage du SAR sur l'Oudon Moyen	60
Tableau 26: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé	61
Tableau 27: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques	63
Tableau 28: Plage du SAR sur le Misengrain	67
Tableau 29: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé	68
Tableau 30: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques	69
Tableau 31: Analyse de la connectivité des habitats au sein du lit mineur – Station du Misengrain	69
Tableau 32: Analyse de la connectivité du lit mineur avec ses annexes – Station du Misengrain	71
Tableau 33: Plage du SAR sur l'Argos	73
Tableau 34: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé	74
Tableau 35: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques	75
Tableau 36: Plage du SAR sur le Thiberge	79
Tableau 37: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé	79
Tableau 38: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques	80
Tableau 39: Analyse de la connectivité des habitats au sein du lit mineur – Station du Thiberge	81
Tableau 40: Plage du SAR sur la Sazée	83
Tableau 41: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé	83
Tableau 42: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques	85
Tableau 43: Analyse de la connectivité des habitats au sein du lit mineur – Station de la Sazée	85
Tableau 44: Critère de définition pour la plage de hautes eaux	88
Tableau 45: Débit de décolmatage des cours d'eau	90
Tableau 46: Analyse de la connectivité des annexes sur l'Oudon amont	91
Tableau 47: Analyse de la connectivité en hautes eaux	92
Tableau 48: Analyse de la connectivité des annexes sur l'Oudon amont	96
Tableau 49: Analyse de la connectivité en hautes eaux	96
Tableau 50: Analyse de la connectivité en hautes eaux	100
Tableau 51: Analyse de la connectivité en hautes eaux	115
Tableau 52: Analyse de la connectivité des annexes sur l'Araize	120
Tableau 53: Analyse de la connectivité en hautes eaux	120
Tableau 54: Analyse de la connectivité en hautes eaux sur le Chéran	123
Tableau 55: Analyse de la connectivité en hautes eaux	125
Tableau 56: Analyse de la connectivité des annexes sur la Verzée	130
Tableau 57: Analyse de la connectivité en hautes eaux	130
Tableau 58: Analyse de la connectivité en hautes eaux	132
Tableau 59: Analyse de la connectivité en hautes eaux	135
Tableau 60: Synthèse des plages de débits biologiques proposées	141

1. AVANT-PROPOS

La gestion de la ressource en eau s'appuie sur un certain nombre de valeurs dont la principale est le débit d'objectif d'étiage (DOE). Le DOE se définit comme le débit moyen mensuel permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10, dont l'atteinte du bon état écologique des milieux aquatiques.

Il sert de référence pour l'exercice de la police des eaux et des milieux aquatiques pour accorder les autorisations de prélèvements et de rejets. La définition des valeurs de DOE s'appuie notamment sur la notion de "débit biologique".

Le résultat attendu de l'étude « HMUC format 2022 » est la définition de propositions de scénarios définis au pas de temps mensuel pour chacune des 11 unités hydrologiques (qualifiées de UHs) du bassin versant de l'Oudon. 5 unités hydrologiques disposent déjà de débits biologiques en période de basses eaux par l'application de la méthode micro-habitats Estimhab. Ces débits ont été établis dans le cadre de l'étude EVP 2015 (SAFEGE) et validés dans le cadre de l'étude H.M.U.C. (C.A.C.G.).

L'objet de la mission porte sur la réalisation des prestations complémentaires nécessaires à l'aboutissement du volet Milieu (M) de l'étude « HMUC format 2022 » (confiée à la C.A.C.G.) en conformité avec les prescriptions du Guide Méthodologique de l'AELB.

Le groupement Hydro Concept et Antea Group ont été mandatés par le syndicat de l'Oudon pour réaliser cette mission qui recouvre :

- Objectif 1 : En période de basses et moyennes eaux : déterminer les débits biologiques pour 6 UHs
- Objectif 2 : En période de hautes eaux : recueillir les données pour l'évaluation des conditions de prélèvement pour l'ensemble des 11 UHs

Le rapport suivant présente :

- Un rappel des sites et méthodes employés
- La synthèse des débits écologiques proposés.

2. ZONE D'ETUDE

La carte suivante localise les unités de gestion (UHs) concernées par des évaluations de débits biologiques :

- UH3 Usure
- UH4 Hière
- UH6 Oudon moyen
- UH8 Misengrain
- UH9 Oudon aval
- UH11 Argos



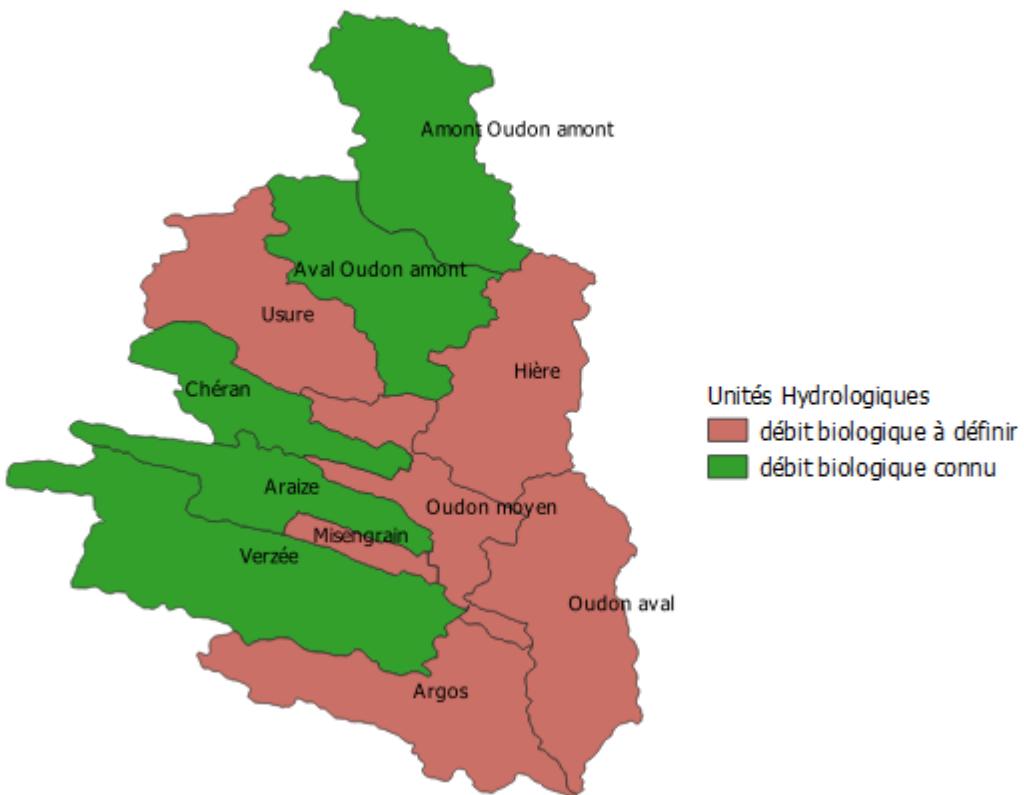


Figure 1: Cartographie de la zone d'étude (source Syndicat du bassin de l'Oudon)

3. SITES D'ETUDE

3.1 Sélection des sites

À la suite de la réunion du Groupe de Travail restreint du 24 juin 2024, une préidentification des zones de prospection a été définie, pour chaque unité de gestion concernée.

L'objectif de cette phase de présélection sur les 6 UHs non étudiées était d'orienter l'expertise de terrain vers des secteurs répondant aux critères suivants :

- Représentatif du cours d'eau concerné
- Idéalement situé sur l'aval / partie médiane du BV pour être intégrateur de ce qui se passe en amont (prélèvements notamment)
- Non influencé par des ouvrages et disposant d'une certaine hétérogénéité de faciès pour traduire correctement le marnage "naturel" du cours d'eau

Sur cette base, le choix du linéaire sur lequel seront déterminées les valeurs de débits biologiques a été défini sur la base :

- Des données disponibles du syndicat du bassin de l'Oudon (diagnostic de l'hydromorphologie des cours d'eau selon la méthode REH ou « Tête de bassin versant », et obstacles à l'écoulement) ;
- De la connaissance des techniciens de rivières ;
- De la localisation des prélèvements, et de tout autres données existantes susceptibles d'intéresser cet élément de mission ;
- De l'expertise D'Hydro Concept, notamment à la suite d'une reconnaissance de terrain.

Les caractéristiques des sites retenus conditionnent le choix de la méthode d'estimation des débits biologiques, qui doit être adaptée au domaine d'applicabilité du protocole.

La phase de reconnaissance terrain a été réalisée entre le 29 et 31 juillet, en période de basses eaux, en compagnie de techniciens du syndicat.

Sur les 5 UH déjà étudiées par SAFEGE et CACG, on a vérifié si ces critères étaient respectés

Une visite de terrain permet de valider ou non la pertinence des sites envisagés. Lors de cette visite on s'est attaché à :

- ↙ Vérifier que la zone d'étude est représentative du tronçon choisi ;
- ↙ Vérifier que la zone d'étude envisagée présente des caractéristiques hydromorphologiques favorables à la réalisation de DMB (alternance radiers, mouilles, berges peu anthropisées ...).

On a cherché à positionner au moins une station le plus en aval possible, près du point nodal ou de la zone d'étude, et si possible près d'une station de suivi hydrologique. La validation des sites est un préalable à la réalisation des mesures de terrain.

La phase de prélocalisation des linéaires au sein de chaque unité de gestion concernée a fait l'objet d'échanges avec l'OFB, les fédérations de pêches, les techniciens du bassin de l'Oudon, et les services de l'état.

La sélection des sites retenus pour la définition des débits biologiques a fait l'objet d'une consultation du Comité Technique de cette étude le 28 août 2024.

La méthode de sélection des sites a été présentée dans le document : *DOCUMENT 1 : Proposition des sites de mesures – Hydro Concept 2024*

3.2 Sites 2024

Les tableaux suivants permettent d'observer la localisation des sites sur les UH où sont évalués les débits écologiques en période de basses et moyennes eaux. Les ronds correspondent à la limite aval des sites, le linéaire rouge permet de voir la zone d'étude.

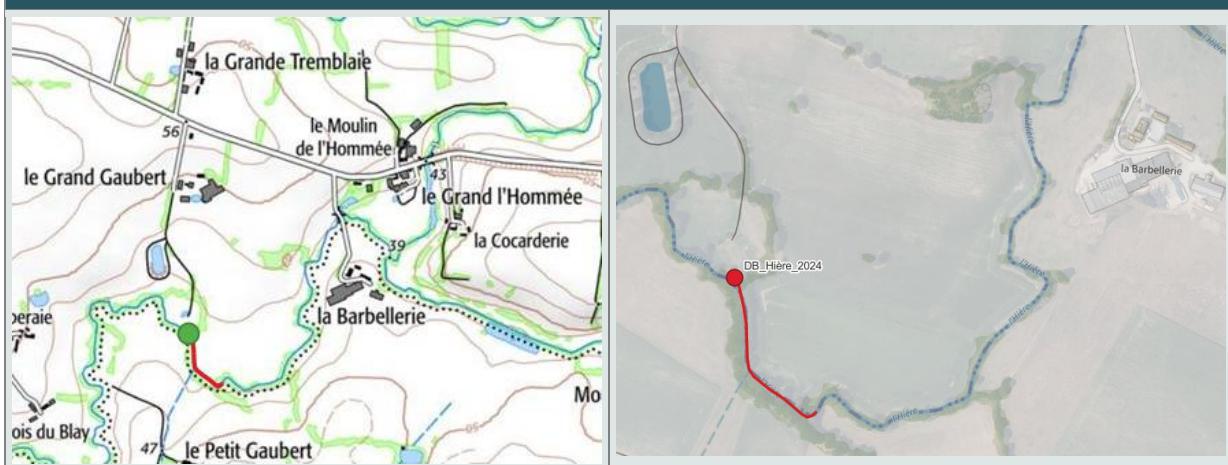
Tableau 1: Liste des stations des 6 UH de 2024

UH	Nom station
UH3 Usure	Usure au Bas Theil à Niafles
UH4 Hière	Hière au Grand Gaubert à Pommerieux
UH6 Oudon moyen	Oudon Moyen à Treize Vouge à Chérancé
UH8 Misengrain	Misengrain aval Corbinière à Nyoiseau
UH11 Argos	Argos à Vezeuvres à Chazé sur Argos
UH9 Oudon aval	Oudon aval à St-Henis à Andigné
UH9 Oudon aval	Thiberge : Aval D770 au Grand Carqueron au Lion d'Angers
UH9 Oudon aval	Sazée à la Haute Chenaie à Louvaines

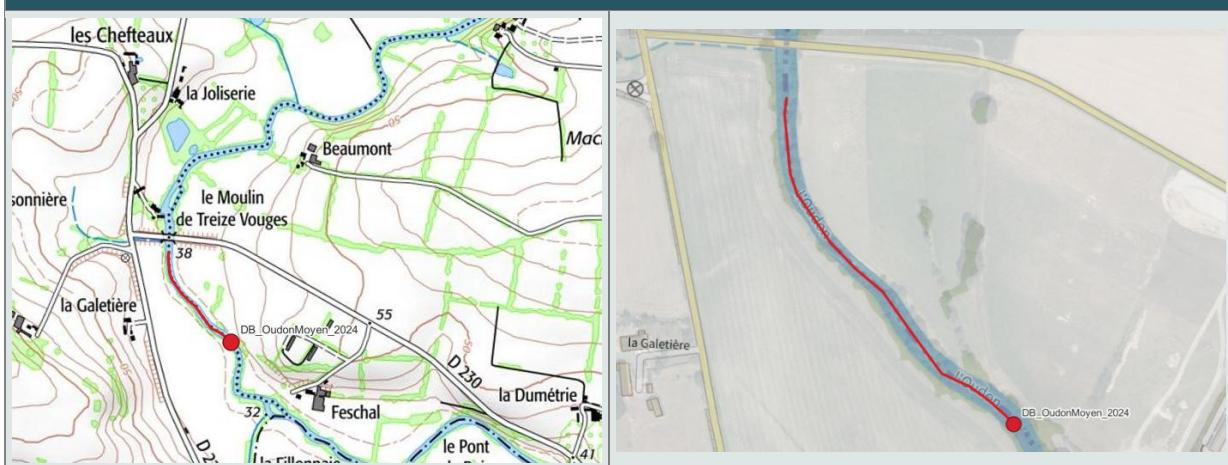
UH3 – Usure au Bas Theil



UH4 - Hière au Grand Gaubert



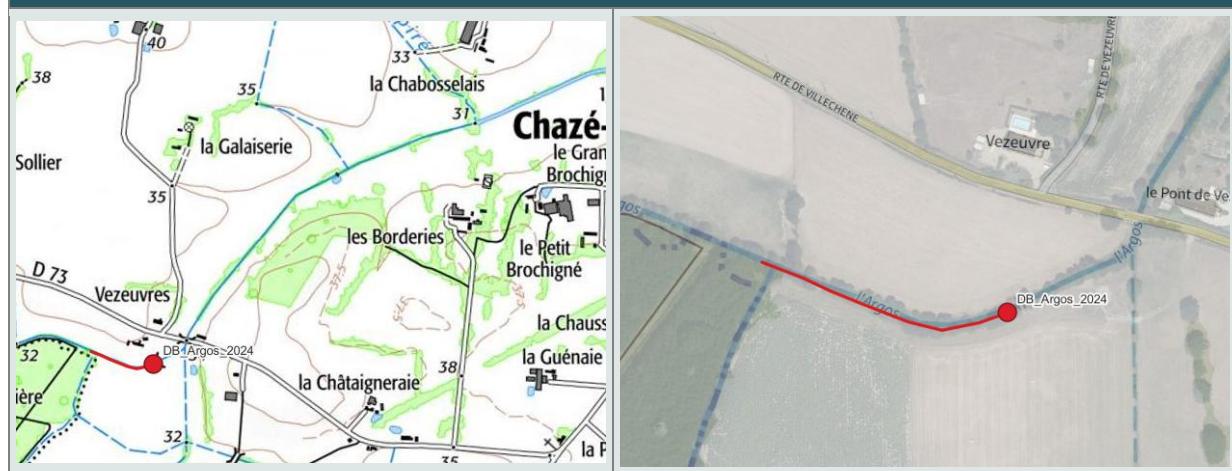
UH6 - Oudon Moyen à Treize Vouge



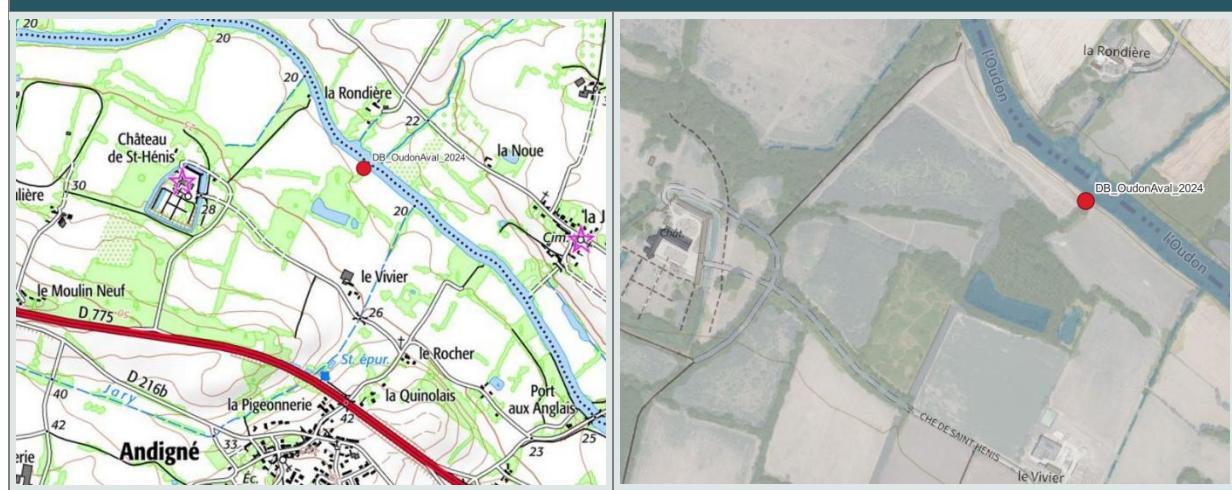
UH8 - Misengrain aval Corbinière



UH11 - Argos à Vezeuvres



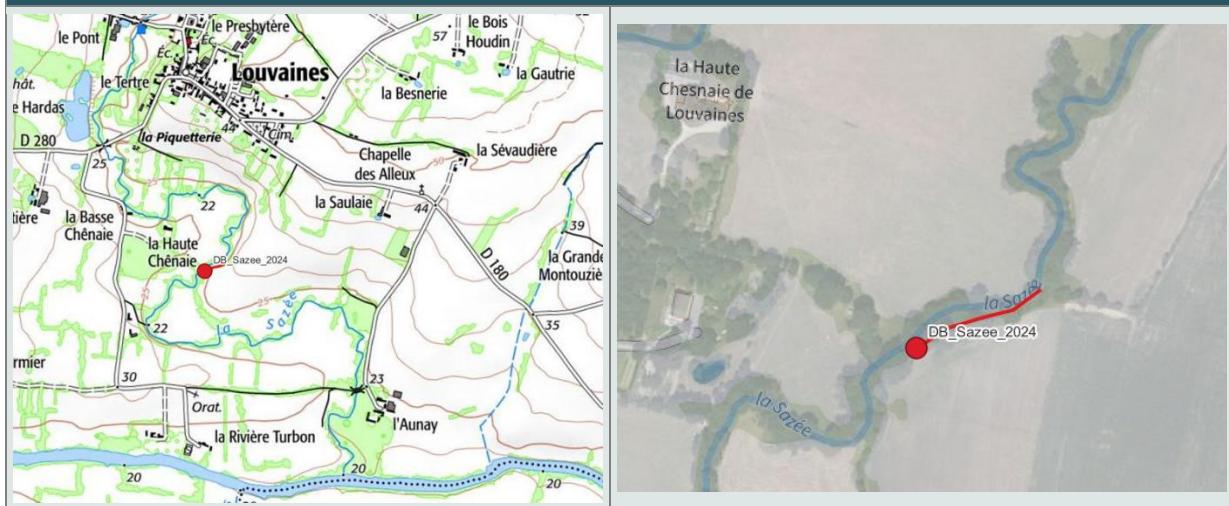
UH9 - Oudon aval à St-Henis



UH9 - Thiberge : Aval D770 au Grand Carqueron



UH9 - Sazée à la Haute Chenaie



3.3 Sites 2015

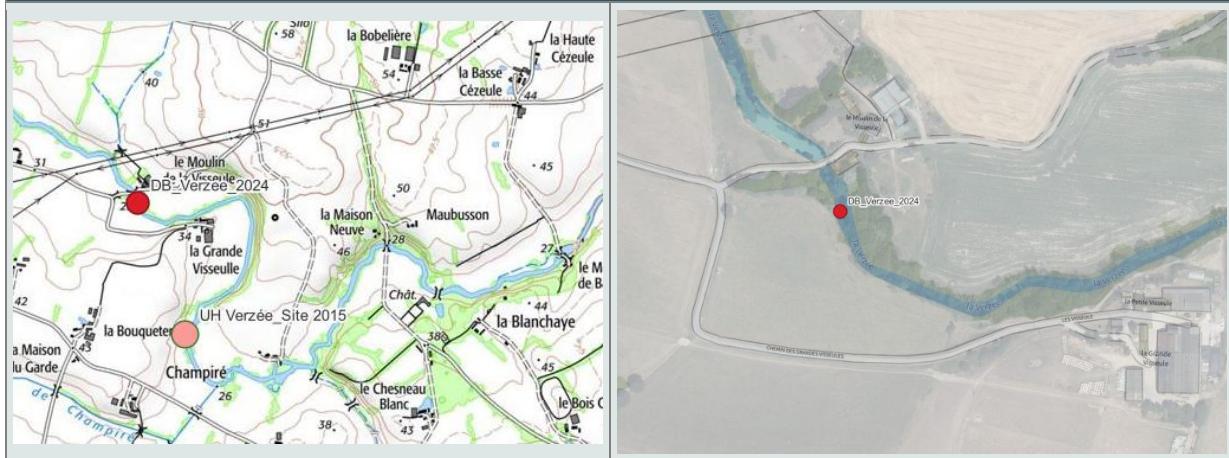
Les tableaux suivants permettent d'observer la localisation des sites sur les UH où ont été évalués les débits écologiques en période de basses et moyennes eaux en 2015, ainsi que le point de suivi en 2024 pour l'évaluation des hautes eaux.

Tableau 2: Liste des stations des 6 UH de 2015

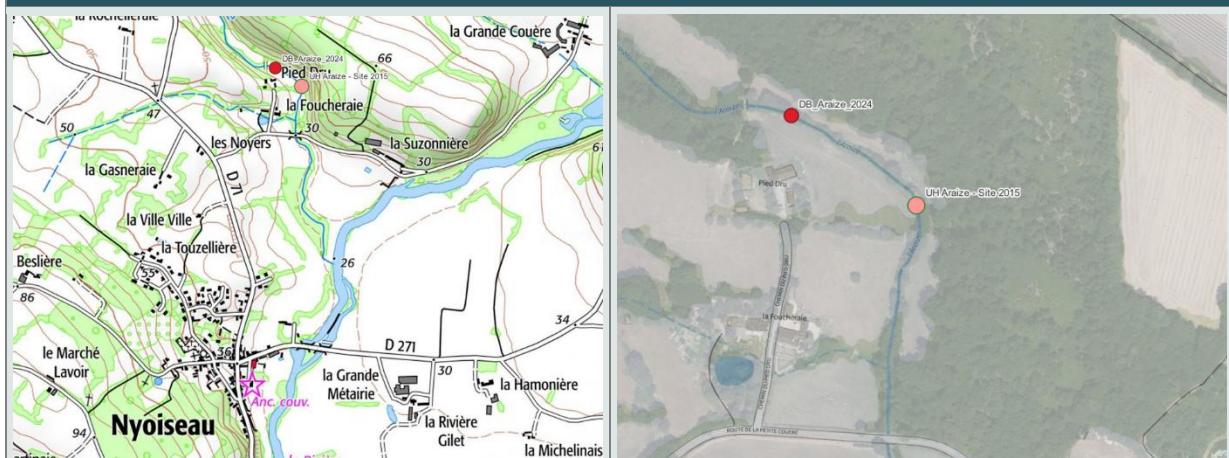
UH	Nom station
UH10	Verzée à la Grande Visseule à Ste-Gemmes d'Andigné
UH7	Araize aux Noyers à Nyoiseau
UH5	Chéran à Chalonge
UH2	Oudon amont – site aval à Blochet - Craon

Le rond rouge correspond au site d'étude de 2024, le rond rose correspond au site Estimhab de 2015.

UH10 - Verzée à la Grande Visseule



UH7 - Araize aux Noyers à Nyoiseau



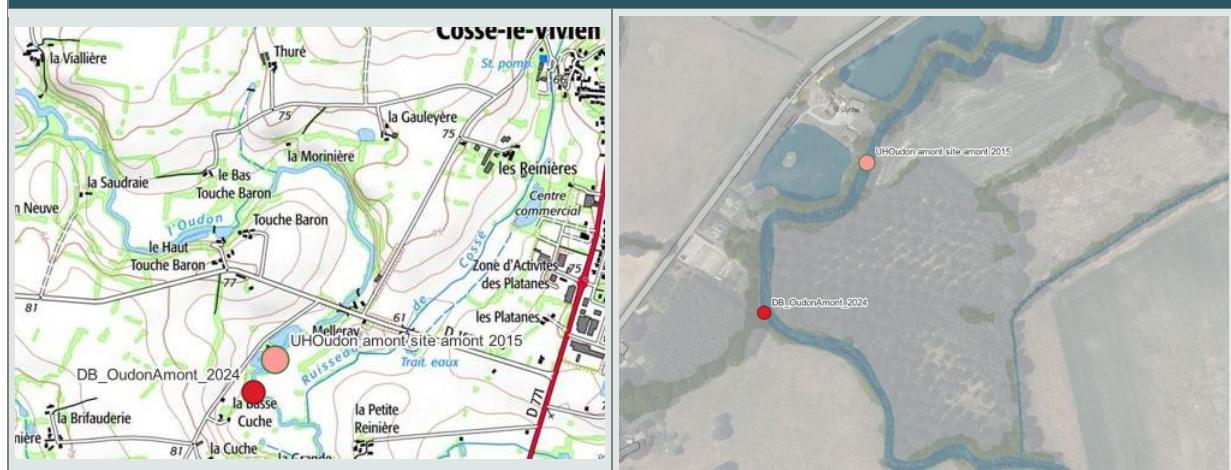
UH5 – Chéran à Chalonge



UH2 - Oudon amont – Blochet - Craon



UH1 - Oudon amont – site Cossé le Vivien



4. HYDROLOGIE RECONSTITUEE

4.1 Rappel sur les besoins du milieu

4.1.1 Besoins saisonniers

L'évolution saisonnière des débits dans les cours d'eau façonne les habitats aquatiques et humides, module la connexion des différents compartiments de l'hydrosystème (lit mineur, sous-berges, annexes hydrauliques, etc.), impacte la qualité de l'eau et conditionne le maintien des cortèges faunistiques ou floristiques inféodés à ce type de milieux.

Les besoins en eau des milieux naturels s'expriment tout au long de l'année. Ces besoins sont souvent appréhendés au travers des exigences des poissons comme en témoigne les données écologiques des espèces retenues (5.3), qui illustre la dépendance de l'accomplissement de leur cycle biologique aux débits saisonniers.

En hiver les forts débits doivent permettre la mise en eau des têtes de bassins versants qui constituent un habitat essentiel pour le frai des salmonidés. Ces débits importants assurent également un rôle de renouvellement des habitats fluviaux, au décolmatage du substrat alluvionnaire et participent à la connexion des annexes hydrauliques (bras morts, prairies inondables, etc.), zones éventuellement favorables à la reproduction du brochet.

En début de période printanière, les débits encore soutenus doivent garantir le maintien en eau des annexes de l'hydrosystème, essentielles à la reproduction du brochet. Les mois d'avril et mai correspondent à la période de reproduction des principales espèces cyprinicoles et à la croissance des juvéniles de salmonidés nés plus tôt.

Les enjeux de débits **en saison estivale** s'orientent plus vers la sauvegarde des habitats aquatiques et la possibilité pour les populations de poissons d'accéder à des zones refuges dans lesquelles le renouvellement suffisant des eaux doit permettre d'assurer une qualité (température, oxygène, concentration en polluants notamment) compatible avec le maintien de la vie piscicole.

Les mois d'automne correspondent à la reprise des écoulements permettant d'irriguer à nouveau l'ensemble du réseau hydrographique, notamment en tête de bassin versant, et de constituer des débits d'attrait suffisants pour guider les salmonidés et brochet vers leurs zones de reproduction.

Ci-dessous est figuré la représentation de la répartition potentielle du chabot en période moyennes eaux, à l'aide du logiciel Habby, sur un secteur de l'Usure. Les zones les plus favorables apparaissent en rouge, les moins favorables en bleues.

En annexe est figuré la répartition potentielle, pour le brochet et le chabot, en périodes de basses, moyennes et hautes eaux.

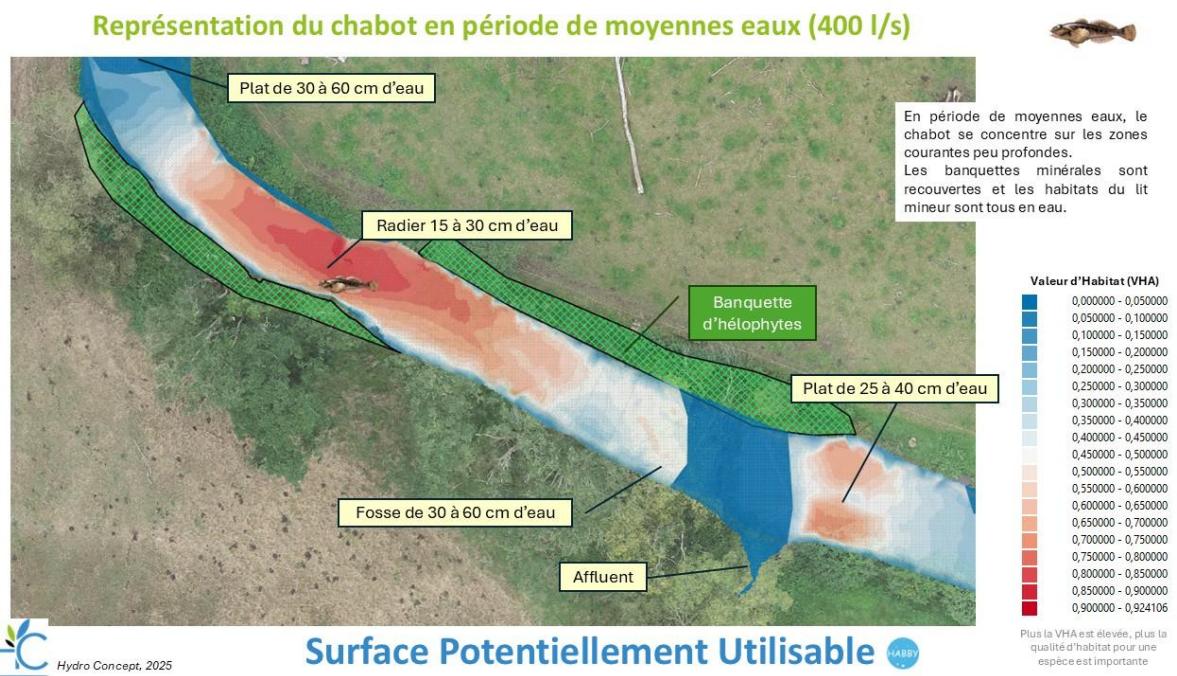


Figure 2: Représentation des habitats potentiels du chabot en période de moyennes eaux

4.2 Besoins en période d'étiage

Comme le rappel l'étude suivante : *Étude de l'influence des étiages sur la biologie des cours d'eau en Pays de la Loire, webinaire du 28 février 2023.*

La réduction des débits en période d'étiage peut entraîner des conséquences multiples :

- Sur les conditions d'écoulement, en diminuant la section mouillée (largeur et hauteur en eau), les vitesses d'écoulement et en modifiant les faciès d'écoulement ainsi que les relations nappe / cours d'eau.
- Sur la modification des structures d'habitats, par l'uniformisation des habitats du lit mineur, par l'exondation et l'assèchement des habitats aquatiques provoquant directement la mort de toutes les espèces peu mobiles et incapables de survivre au manque d'eau, par l'altération voire suppression des connexions entre plusieurs parties d'un cours d'eau ou restriction de l'accès aux milieux annexes (fragmentation des milieux naturels limitant voire empêchant la mobilité des espèces).
- Sur la qualité physico-chimique, par réduction du facteur de dilution et concentration des polluants, augmentation de la température de l'eau et désoxygénéation pouvant conduire à modifier les équilibres biologiques voire à dépasser les seuils létaux pour certaines espèces.
- Sur la vie aquatique :
 - Modification de la chaîne trophique avec des effets sur les peuplements qui impulsent des réponses variables, la biomasse et la diversité diminuent fortement sous l'effet des bas débits et l'augmentation de la préation ;
 - Évolution de la végétation (développement de certaines espèces, algues filamenteuses et cyanobactéries généralement, au détriment d'autres) ;
 - Déplacement voire mortalité des invertébrés les plus sensibles et prolifération des espèces les plus résistantes ;
 - Effets sur les peuplements de poissons du fait du changement des conditions d'habitats (croissance des alevins, richesse et densité de poissons, mortalités dans le pire des cas, etc.).
- Face aux étiages, les êtres vivants déploient différentes stratégies de survie, puis de recolonisation une fois revenues des conditions plus favorables :
 - Dérive active des invertébrés et déplacement des poissons pour gagner des zones refuges ;
 - Enfouissement dans la zone hyporhéique (ensemble des sédiments saturés en eau, situés au-dessous et à côtés d'un cours d'eau) ;
 - Modification de leur régime alimentaire ;
 - Convergence des cycles biologiques et hydrologiques : accélération des transformations larvaires pour échapper aux assecs, ponte dans les sédiments avant l'arrivée de l'étiage, leur réhydratation à la reprise des écoulements concourant alors à la recolonisation.

Les capacités de résilience sont fortement tributaires d'un bon fonctionnement hydromorphologique et d'une bonne qualité physico-chimique des eaux :

- Les concentrations de polluants, le réchauffement des eaux et la réduction de la teneur en oxygène dissous génèrent un stress sur l'écosystème et peuvent devenir létaux à partir de certains seuils.
- Les communautés hyporhéiques dépendent de la présence d'un substrat compatible avec leur maintien ;
- Les altérations de l'hydromorphologie des cours d'eau peuvent conduire à limiter les vitesses d'écoulement et les capacités de dérive associées, créer des discontinuités longitudinales et



latérales contrignant les déplacements, supprimer les zones refuges indispensables à la survie de certaines espèces ;

Ci-dessous est figuré le profil de deux sections de cours d'eau, dégradé et en bon état, avec la visualisation de la hauteur d'eau à plusieurs périodes différentes.

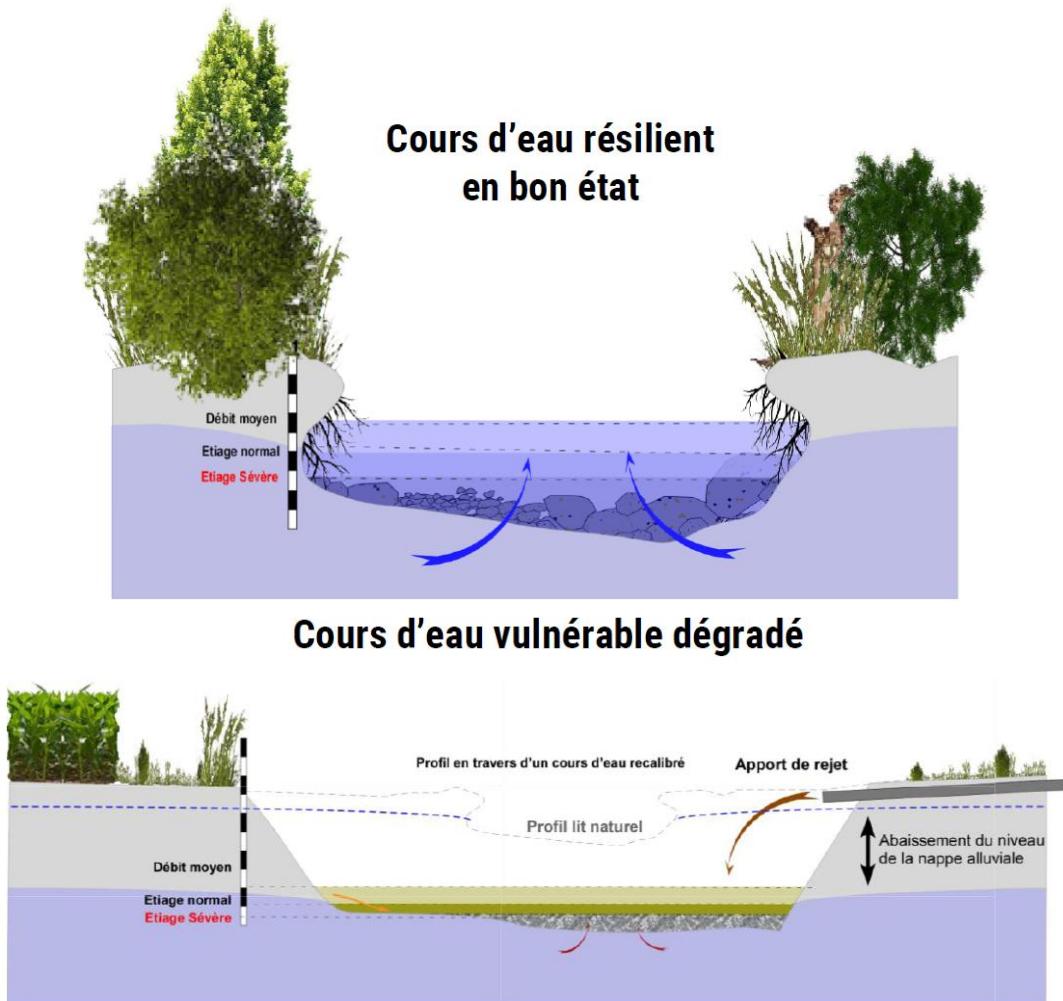


Figure 3: Schémas sur le niveau d'eau en période de basses eaux (Webinaire du 28/2/2023)

La variabilité saisonnière des débits sur le bassin versant de l'Oudon est liée aux conditions de pluviométrie, elle est toutefois fortement influencée par les usages anthropiques, en particulier en période de basses eaux.

4.3 Choix des débits étudiés

4.3.1 Période de basses et moyennes eaux

Cette période éventuelle est proposée du 1er avril au 31 octobre. Sur cette période il a été proposé d'utiliser HABBY (modèle 2D) ou Estimhab, ainsi que la connexion avec les habitats au sein du lit mineur (sous-berge, banquettes ...).

Rappel sur cette période :

« En période de basses eaux, l'évaluation des débits biologiques renseigne sur l'état de stress des milieux aquatiques en conditions d'étiage naturel ou d'étiage influencé par les prélèvements. »

« Les débits de moyennes eaux revêtent une importance particulière. L'automne correspond généralement à la reprise d'écoulements significatifs après la période de basses eaux et coïncide avec la reproduction des salmonidés. Le printemps est la période la plus sensible de migration, de reproduction et de développement, toutes espèces et écophases aquatiques confondues ; la saison printanière conditionne la résilience des milieux aquatiques durant la période de basses eaux. »

« Pour les débits de moyennes eaux, les méthodes hydrologique ou hydraulique peuvent être complétées par des expertises de terrain en se focalisant sur des débits seuils de connexion avec les habitats rivulaires (exemples : débit seuil de déconnexion du lit mouillé avec les berges, débits de mise hors d'eau des annexes secondaires...). »

(1) Analyse Hydrologie – Milieux –Usage –Climat (HMUC), guide et recommandations méthodologiques, AELB, OFB, juin 2022.

Débits statistiques proposés

Les classes de débits statistiques proposées pour les débits influencées et désinfluencées sont :

- Les débits moyens : débits moyens mensuels (QmM),
- Le module ou Q (moyen) : débit moyen interannuel ;
- Le QmN5 : débit moyen mensuel minimum de retour 5 ans ;
- Les débits extrêmes : débit de référence QMNA5 (ou QM-N5), QMNA2 (ou QM-N2), minimum annuel des débits moyens mensuels de retour 5 ou 2 ans ;
- Les quantiles de débit journalier : Q95 % (ex. : débit journalier dépassé dans 95% des cas): utilisation de la courbe des débits classés en représentation logarithmique
- VCN3 (5) ou Q3J-N (5) : Minimum des débits moyens sur 3 jours glissants, de période de retour 5 ans ;
- VCN10 (5) ou Q10J-N (5) : Minimum des débits moyens sur 10 jours glissants, de période de retour 5 ans ;

4.3.2 Période de hautes eaux

Cette période éventuelle est proposée du 1er novembre au 31 mars. Sur cette période il a été proposé d'utiliser la méthode hydraulique, évaluation de la connectivité du cours d'eau avec ses annexes éventuelles (affluents, fossés, lit majeur ...), avec réalisation de transects au niveau des secteurs où la méthode hydraulique n'a pas été utilisée.

Rappel sur cette période :

« Au cours d'une année hydrologique, les hautes eaux constituent la période privilégiée pour les processus hydro-sédimentaires et géomorphologiques du cours d'eau. Ces processus sont initiés dès

lors que le débit dépasse un seuil donné (remise en suspension, charriage), ou à l'inverse retombe en deçà d'un seuil donné (dépôt). »

« Relativement au fonctionnement écologique de l'écosystème, la notion de débit capable de modifier la forme du lit de la rivière (qualifié de débit « morphogène ») est particulièrement importante... »

Pour des cours d'eau naturels, ce débit est associé au débit de plein bord, également considéré comme le débit dominant..., et qui définit la taille du lit de la rivière. »

(2) F.Cattanéo, C.Judes, F.Branger, E.Sauquet, S.Pouchoulin, et al.. Étude de l'impact des prélevements d'eau en cours d'eau hors étiage. OFB, Office Français de la Biodiversité ; Hepia; INRAE. 2024. hal-04455950

Débits statistiques proposés

Les classes de débits statistiques proposées pour les débits influencées et désinfluencées sont :

- Les débits d'attrait pour les migrations (moyennes et hautes eaux) : étude de la connectivité avec les annexes (affluent, fossé, banquettes, frayères éventuelles ...)
- Les débits moyens : débits moyens mensuels (QmM);

Les débits de plein bord et débits morphogènes : « *telle la crue biennale (Q 2 ans), assurant la mobilisation du substrat et la dynamique des formes du lit. Ces débits peuvent également commencer à mettre en eau des annexes pouvant présenter des fonctions spécifiques pour certaines espèces (ex.: brochet) »* (2)

Il a été décidé de ne pas étudier des débits au-delà de Q 2ans, même s'ils apportent une information sur la connectivité du cours d'eau avec ses annexes, car :

- La faible fréquence de ceux-ci ne permet pas de se baser sur eux pour évaluer les volumes prélevables ;
 - Si le débit de plein bord est largement supérieur à Q 2 ans pour certains sites, notamment >5 ans, il est souvent le reflet d'altérations anthropiques (2). (Notamment une modification de la morphologie du cours d'eau) ;
 - Les débits > Q 5 ans sont structurants pour la plaine d'inondation, et sont caractérisés comme des crues majeures peu fréquentes (2) ;
 - Les modèles d'habitat (Estimhab ou Habby) ne sont pas adaptés aux périodes de hautes eaux.
-
- Les courbes de débits classés (Q10, débits journaliers dépassés 10% du temps) : « *Des pulses de débits relativement courts peuvent servir à décolmater le substrat ou initier des migrations de poissons, mais des débits élevés sur plusieurs jours consécutifs peuvent assurer une bonne qualité des habitats de reproduction. »* (2)
 - La notion de décolmatage est souvent une valeur indicative qui repose sur le besoin de régénération / nettoyage des habitats aquatiques. Elle s'apparente ainsi plus à une valeur de petites crues et non pas à l'hydrologie moyenne du cours d'eau hors période de basses eaux.

NB : Malgré les fortes crues de juin 2024, il n'a pas été observé de décolmatage complet des substrats sur l'Oudon, notamment en raison des apports importants du BV en limons. Il est donc proposé d'étudier ces données à titre indicatif, pour voir le décolmatage éventuel en période de hautes eaux.



4.3.3 Synthèse des débits proposés

Tableau 3: Synthèse des débits caractéristiques proposés

Basses et moyennes eaux	Hautes eaux
Fréquence et occurrence de ces débits	
Débits journaliers	
QmM (*), module	QmM,
QmMN5 (*), QMNA5 (*), QMNA2	Q 2 ans
Q95%	Q5%, Q10%
VCN3(5), VCN10(5)	Nb j consécutifs >Q10 et Q5

(*) : Pour rappel, dans l'actualisation du volet milieu de février 2024, les débits étudiés pour la définition de plages de débits pour la période de basses eaux étaient : QmMN5, QmM, QMNA5 désinfluencés, le 1/10 module désinfluencé.

4.4 Débits reconstitués

Le tableau suivant présente une synthèse de l'hydrologie désinfluencée reconstituée des stations étudiées sur la période 2014-2021. Cette synthèse a été établie par ANTEA et est décrite dans le document suivant : *Détermination des débits caractéristiques sur le bassin de l'Oudon – ANTEA - Rapport n°A134381/version A – Janvier 2025*

L'hydrologie naturelle ou désinfluencée correspond à l'hydrologie reconstituée en éliminant les influences anthropiques à partir des débits mesurés et des contraintes connues sur le bassin versant. Plusieurs méthodes permettent de "naturaliser" une chronique de débits mesurés. Dans l'étude HMUC 2024, le choix s'est porté sur un modèle pluie-débit GR6J.

Tableau 4: Débits caractéristiques transposés aux stations de mesure de débits biologiques (ANTEA)

Cours d'eau	Oudon				Usure	Hière	Chéran	Araize	Misengrain	Verzée	Argos	Sazée	Thiberge
Station de mesure des débits biologiques	Oudon amont - Site amont	Oudon amont - Site aval	Oudon à Treizes Vouges	Oudon à Saint-Henis	Usure	Hière	Chéran	Araize	Misengrain	Verzée	Argos	Sazée	Thiberge
Surface (km ²)	151	284	479	1402	127	107	79.5	90.7	18.5	208	66	70.6	8.8
QMNA5 (m ³ /s)	0.041	0.068	0.107	0.271	0.038	0.030	0.017	0.027	0.004	0.043	0.009	0.015	0.002
QMNA2 (m ³ /s)	0.066	0.106	0.164	0.336	0.046	0.034	0.021	0.031	0.009	0.069	0.017	0.021	0.003
QmM Janvier	2.172	3.675	5.879	16.991	1.738	1.408	1.114	1.248	0.233	2.819	0.759	0.949	0.096
QmM Février	2.282	3.851	6.152	17.574	1.749	1.429	1.065	1.237	0.230	2.807	0.763	0.942	0.095
QmM Mars	1.698	2.816	4.454	12.529	1.227	0.977	0.658	0.838	0.155	1.845	0.504	0.622	0.066
QmM Avril	0.908	1.467	2.286	6.597	0.626	0.500	0.312	0.419	0.079	0.931	0.251	0.313	0.035
QmM Mai	0.663	1.062	1.647	5.117	0.442	0.367	0.265	0.296	0.059	0.661	0.182	0.233	0.029
QmM Juin	0.641	1.000	1.527	4.258	0.406	0.297	0.173	0.261	0.050	0.536	0.151	0.184	0.023
QmM Juillet	0.245	0.365	0.541	1.544	0.143	0.114	0.062	0.092	0.018	0.200	0.053	0.071	0.009
QmM Août	0.170	0.250	0.367	0.971	0.106	0.064	0.037	0.066	0.011	0.122	0.032	0.044	0.006
QmM Septembre	0.112	0.165	0.243	0.564	0.064	0.049	0.036	0.042	0.008	0.095	0.018	0.029	0.004
QmM Octobre	0.284	0.430	0.645	2.026	0.217	0.142	0.131	0.152	0.029	0.271	0.076	0.101	0.015
QmM Novembre	0.699	1.124	1.748	5.494	0.593	0.446	0.462	0.448	0.081	0.973	0.229	0.325	0.035
QmM Décembre	1.737	2.894	4.590	12.528	1.406	1.083	0.993	1.029	0.177	2.272	0.555	0.750	0.077
QmMN5 Janvier	0.825	1.278	1.941	7.222	0.675	0.529	0.459	0.497	0.112	1.131	0.330	0.388	0.061
QmMN5 Février	0.921	1.387	2.069	6.309	0.689	0.575	0.448	0.501	0.093	1.070	0.263	0.375	0.029
QmMN5 Mars	0.835	1.234	1.819	4.458	0.506	0.396	0.216	0.328	0.054	0.619	0.157	0.226	0.009
QmMN5 Avril	0.395	0.581	0.854	2.497	0.252	0.205	0.106	0.165	0.028	0.325	0.086	0.119	0.008
QmMN5 Mai	0.313	0.459	0.673	1.613	0.181	0.133	0.067	0.112	0.016	0.241	0.048	0.074	0.006
QmMN5 Juin	0.176	0.269	0.405	1.108	0.104	0.080	0.045	0.068	0.013	0.162	0.033	0.057	0.007
QmMN5 Juillet	0.085	0.125	0.183	0.595	0.054	0.046	0.030	0.036	0.007	0.100	0.017	0.028	0.003
QmMN5 Août	0.058	0.084	0.123	0.420	0.034	0.034	0.025	0.023	0.005	0.070	0.010	0.021	0.002
QmMN5 Septembre	0.042	0.069	0.108	0.323	0.036	0.034	0.023	0.025	0.004	0.058	0.009	0.014	0.002
QmMN5 Octobre	0.061	0.101	0.159	0.381	0.050	0.030	0.025	0.036	0.005	0.073	0.010	0.021	0.002
QmMN5 Novembre	0.162	0.269	0.425	1.394	0.139	0.099	0.100	0.103	0.016	0.230	0.038	0.075	0.007
QmMN5 Décembre	0.506	0.772	1.162	4.588	0.413	0.315	0.292	0.307	0.071	0.682	0.169	0.240	0.036
Module (m ³ /s)	0.968	1.593	2.509	7.084	0.721	0.567	0.437	0.507	0.093	1.119	0.298	0.374	0.040
Q95% (m ³ /s)	0.045	0.072	0.111	0.290	0.036	0.031	0.017	0.025	0.006	0.048	0.010	0.021	0.003
Q10% (m ³ /s)	2.493	4.063	6.364	18.211	1.880	1.466	1.073	1.303	0.233	2.897	0.760	0.965	0.093
Q5% (m ³ /s)	3.934	6.541	10.363	29.443	3.003	2.307	1.848	2.110	0.364	4.679	1.198	1.542	0.145
Q2% (m ³ /s)	5.926	10.408	16.980	48.024	4.795	3.782	3.569	3.445	0.596	7.672	2.020	2.526	0.252
Nombre jours	55	55	54	54	28	55	29	30	34	38	38	30	34
Nombre jours	28	28	27	27	14	28	10	15	13	14	13	15	13
Nombre jours	7	7	7	6	5	7	4	5	4	5	4	5	4
VCN3(5) (m ⁻¹)	0.037	0.064	0.103	0.204	0.025	0.023	0.015	0.018	0.004	0.047	0.009	0.014	0.002
VCN10(5) (m ⁻¹)	0.038	0.064	0.103	0.225	0.025	0.020	0.015	0.018	0.004	0.047	0.009	0.014	0.002

5. CHOIX DES ESPECES CIBLES

Pour rappel, le choix des espèces cibles a été présenté dans le document : *DOCUMENT 1 : Proposition des sites de mesures – Hydro Concept 2024*

5.1 UH de 2015

Les espèces cibles choisies lors de l'actualisation des données lors de la phase 1 de la 1^{ère} partie de l'étude HMUC sont : le vairon adulte, la loche franche adulte et le goujon.

Code espèce	Nom vernaculaire	Modèle EstimHab
LOF	Loche franche	 LOF adulte, guilde radier
VAI	Vairon	 VAI adulte, guilde berge
GOU	Goujon	 GOU, guilde berge

5.2 Contexte piscicole sur les autres UH

Au vu des inventaires piscicoles et données historiques, on propose de suivre les espèces suivantes sur les différentes UH :

Code espèce	Nom vernaculaire	Modèle EstimHab et Habby (Hydraulique)	Connectivité avec les annexes	UH
LOF	Loche franche	 LOF adulte, guilde radier	Oui	Toutes
VAI	Vairon	 VAI adulte, guilde berge	Oui	Toutes
GOU	Goujon	 GOU, guilde berge	Oui	Toutes
CHA	Chabot	 CHA adulte, guilde radier	Oui	Toutes
BRO	Brochet	 BRO (Habby)	Oui	Toutes
ANG	Anguille	 Guilde mouille, ANG (Habby)	Oui	Toutes

Tableau 5: Choix espèces piscicoles

Pour les sites évalués avec la méthode hydraulique et HABBY, il n'est pas possible d'évaluer des guildes d'espèces, mais uniquement des espèces. Sur ces sites, on pourra étudier également le brochet et l'anguille, mais vis-à-vis de la connexion aux éventuelles annexes.

5.3 Données écologiques des espèces retenues

La Loche Franche Espèce peu exigeante rhéophile, invertivore Phyto-lithophile, reproduction d'avril à juin sur les graviers, mousses, hydrophytes. Heau min : 5 cm 	Le Vairon Espèce exigeante rhéophile, omnivore Lithophile, reproduction d'avril à juillet sur des sables et graviers propres et bien oxygénés. Heau min : 5 cm 	Le Goujon Espèce exigeante, plutôt rhéophile, invertivore Phyto-lithophile, les œufs sont libérés en pleine eau et adhèrent aux différents substrats rencontrés, reproduction d'avril à juillet. heau min : 5 cm 
Le Chabot Espèce exigeante rhéophile, omnivore Lithophile, reproduction de mars à avril sous des pierres. Heau min: 5 cm 	L'Anguille Espèce migratrice thalassotoque, carnassier Reproduction en mer Heau min: 2 cm 	Le Brochet Espèce limnophile, carnassier Phytophilie, reproduction de février à avril, avec dépôt des œufs sur des hélophytes ou plantes herbacées en secteurs lenticules. Heau min : 20 cm 

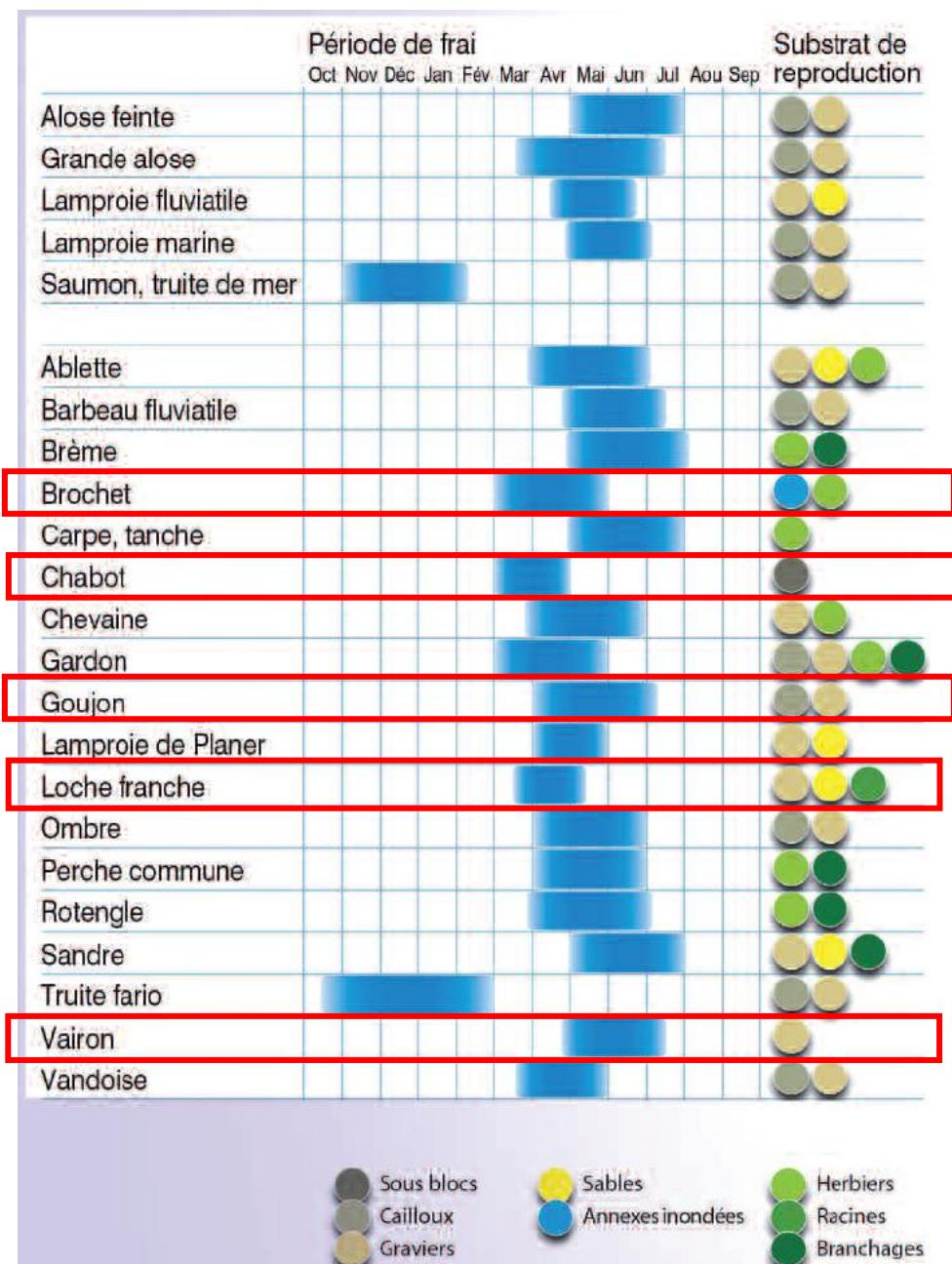


Figure 4: Période de frai et substrat de reproduction de différentes espèces de poissons (ICE)

6. METHODES EMPLOYEES

L'évaluation des impacts des scénarios de gestion hydrologique sur les habitats aquatiques et notamment sur les habitats piscicoles repose sur la mise en œuvre de méthodes d'aide à la détermination de débit minimum biologique.

Dans le domaine des habitats piscicoles, la méthode s'appuyant sur celle des micro-habitats est actuellement l'une des plus employées.

6.1 Méthodes envisagées

Trois types de méthodes d'aide à la détermination de débit minimum biologique (DMB) existent :

- ✓ Méthodes hydrologiques basées sur l'identification de débits caractéristiques à partir desquels il est considéré que les conditions environnementales se dégradent significativement (DMB = % du module, % des étiages mensuels, courbe de débits classés...),
- ✓ Méthodes hydrauliques basées sur l'identification de débits caractéristiques à partir desquels les surfaces en eau et les grandeurs hydrauliques (hauteur, vitesse d'écoulement) diminuent très significativement,
- ✓ **Méthodes d'habitat basées sur l'identification de débits caractéristiques à partir desquels le potentiel d'habitat des espèces se dégrade très significativement.**

Les habitats aquatiques sont constitués par plusieurs compartiments (morphologique, hydraulique, végétal, physicochimiques). Ces différents compartiments varient dans l'espace et dans le temps en fonction des conditions hydroclimatiques. La variation des débits et les processus morpho-dynamiques (mobilité latérale du cours d'eau, transport de sédiments, de bois morts) et biologiques (développement de la végétation) assurent un renouvellement des habitats.

Les préférences d'habitat des espèces permettent d'évaluer le potentiel d'accueil d'une partie de rivière pour les espèces considérées.

Le terme préférence recoupe plusieurs aspects du comportement et des besoins de la faune piscicole :

- ✓ La recherche de conditions hydrauliques et de substrat précis pour satisfaire un besoin particulier (reproduction, nutrition),
- ✓ La recherche de conditions hydrauliques assurant un minimum de dépense énergétique et un refuge pour le repos ou pour se cacher des prédateurs.

Dans la méthode des micro-habitats, les préférences des espèces pour une grandeur physique donnée sont le plus souvent traduites sous la forme de courbes normées (courbes de préférence : échelle de 0 à 1). La valeur fournie par ces courbes de préférence représente une densité normalisée de poissons utilisant un habitat donné, pondérée par la disponibilité dans le milieu d'accueil du paramètre physique décrit.

Dans la méthode des micro-habitats, l'habitat potentiel est quantifié sous forme de Surface Pondérée Utile, qu'il est plus aisé de dénommer « surface d'habitat favorable ».

En France, il existe plusieurs modèles d'habitats :

- ✓ EVHA (EVAluation de l'Habitat), développée par IRSTEA. Cette méthode n'est plus utilisée en raison d'une absence de mise à jour du logiciel. Depuis un nouveau logiciel nommé HABBY développé par



l'INRAE remplace cette méthode. **Cette méthode à l'avantage de coupler des données hydrauliques et d'habitat.**

↙ ESTIMHAB (ESTIMATION de l'HABitat) développée par l'INRAE.

Dans le cadre de cette étude, il est envisagé de recourir préférentiellement à la méthode hydraulique, à l'aide d'Hec-Rass et du logiciel HABBY. Mais pour certains sites, où les conditions de terrain ne sont pas favorables, nous préconisons d'utiliser la méthode ESTIMHAB, de plus cette méthode a été utilisée en 2015 sur les anciens sites.

6.2 ESTIMHAB

6.2.1 Phase de terrain

Estimhab : Estimation de l'impact sur l'habitat aquatique de la gestion hydraulique des cours d'eau

Estimhab permet de simuler la qualité de l'habitat ou la valeur d'habitat VHA (variant entre 0 et 1) ou la surface potentiellement utilisable SPU (valeur d'habitat x surface mouillée), en fonction du débit, pour différentes espèces/stades (simulations - populations), mais aussi pour des guildes d'espèces (simulations - guildes) caractéristiques des principaux faciès d'écoulement (radier, chenal, mouille et berge).

Cette méthode s'appuie sur des relevés précis de terrain sans toutefois nécessiter le recours à un modèle hydraulique s'appuyant sur des relevés topographiques rattachés en NGF.

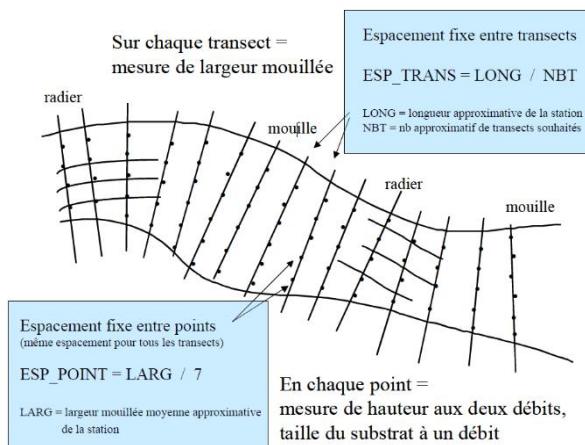
Estimhab est utilisable sur des cours d'eau de climats tempérés à morphologie naturelle ou peu modifiée, de pente < 5%. On évitera en pratique de l'utiliser sur des tronçons dont plus de 40% de la surface est hydrauliquement influencée par des seuils, enrochements, épis ou autres aménagements.

Il est nécessaire de connaître le débit médian interannuel de la station en situation naturelle ou reconstituée sur une chronique de temps la plus longue possible (12 ans au minimum).

Sur le terrain sont relevés sur des transects :

- Largeur du lit mouillé
- Hauteur d'eau
- Taille moyenne des substrats
- Mesure du débit

Ce protocole doit être mis en œuvre lors de deux campagnes de terrain, dans des conditions d'écoulement très différentes (Q2 > Q1).



Le traitement statistique de ces données permet d'en ressortir les surfaces d'habitats favorables à l'espèce (SPU) en fonction du débit. Il permet également d'établir des courbes de VHA (Valeur d'habitat).

6.2.2 Franchissabilité des radiers

Pour compenser l'absence de modélisation hydraulique, nous évaluerons lors du protocole Estimhab la franchissabilité des radiers à l'aide des mesures de hauteurs d'eau sur les têtes de radiers ou de plats

courants, pour voir si ceux-ci sont franchissables à bas débit. Ces mesures seront réalisées lors des deux campagnes Estimhab.

Outre ces mesures ponctuelles, nous réaliserons entre un et deux transects sur la zone d'étude, afin d'évaluer la franchissabilité de ces zones en fonction du débit. Pour cela nous réaliserons les mesures à l'aide d'un laser rotatif, qui nous permettra d'évaluer précisément la forme du transect et de pouvoir simuler la hauteur d'eau sur les radiers à l'aide de la formule de Manning-Strickler.

L'analyse de cette franchissabilité est mise en relation avec les capacités des poissons issues des grilles du guide Information sur la continuité écologique (ONEMA, 2014), ainsi que des hauteurs d'eau et vitesses estimées à l'aide d'Estimhab (Guide « Information sur la continuité écologique », ONEMA, 2014).



Ces mesures pourront également nous servir à mesurer le décolmatage des substrats.

6.3 HABBY

Ce logiciel est libre d'utilisation et a été développé par l'OFB, l'INRAE et EDF. HABBY repose sur une seule campagne de mesures sur le terrain, en période de basses eaux de préférence.

À partir des mesures topographiques, **un modèle hydraulique (Hec-Rass ou Telemac) est réalisé et calé pour calculer les variations de valeurs de vitesses et de hauteur d'eau à différents débits**. La modélisation hydraulique physique utilisée concerne des écoulements bidimensionnels et fluviaux. Les valeurs obtenues sont ensuite intégrées à HABBY pour être croisées avec les données de substrat et les préférences des poissons. Le logiciel permet ensuite d'extraire des visuels représentant les différentes surfaces du site étudié et leur potentiel d'habitabilité, établi en fonction de tous les paramètres précédents.



Cette méthode est utilisable en cours d'eau sur des zones prospectables à pied (< à 2 m de profondeur), sur des secteurs présentant une alternance de faciès, et de largeur.

La phase de terrain d'Habby est plus complexe et plus longue, à 2 ou 3 personnes durant une journée. Elle nécessite également un matériel de terrain plus évolué avec une station de mesure totale pour la topographie. Contrairement à Estimhab, il n'est pas nécessaire d'intervenir à 2 dates différentes, on choisit une campagne en basses eaux, afin d'avoir de bonnes conditions d'observation des substrats, même ceux hors d'eau. Cependant une seconde campagne peut permettre de fiabiliser les résultats.

On réalise les mesures sur une station présentant au moins deux séquences radiers/plats ou mouilles, et qui représentent au moins 10 à 14 fois la largeur plein bord. Sur cette station on s'attacher à positionner une quinzaine de transects qui permettent de bien caractériser la morphologie de la station, avec son profil en long et ses profils en travers. Toutes les singularités morphologiques sont prises en compte. Ces données permettent de réaliser une cartographie précise des hauteurs d'eau et des vitesses et ceci à différents débits.

En parallèle une cartographie des substrats est réalisée (substrats dominants et plus grossiers), on s'attache à décrire également les substrats hors d'eau qui peuvent potentiellement être mis en eau pour un débit plus élevé.

La majeure partie des levés ont été réalisés à pied avec notre matériel de géomètre. Nous utiliserons une station totale LEICA TS06 couplée à un GPS GNSS GS08. Ces équipements de géomètre permettent de garantir le niveau précision attendu dans le présent cahier des charges.

Nous disposons également des logiciels adaptés (notamment SPATIX et COVADIS) afin de créer un MNT suite à l'acquisition de points.

En complément, l'utilisation éventuelle du drone et de la technologie Lidar nous a permis de décrire précisément la topographie du lit et des annexes éventuelles (bancs, chenaux secondaires), sans multiplier les campagnes de terrain. Ce type de matériel n'a été utilisé que lorsque le couvert végétal n'était pas trop dense.

Pour information, nous réalisons avant chaque vol les demandes spécifiques lorsque cela est nécessaire auprès des organismes de contrôle aérien afin de voler en toute légalité et en toute sécurité.

Ci-dessous est figuré un relevé LIDAR, avec le nuage de points de mesure, où l'on distingue précisément différentes structures (bâtis, ripisylve, blocs, banquette, ligne d'eau ...)

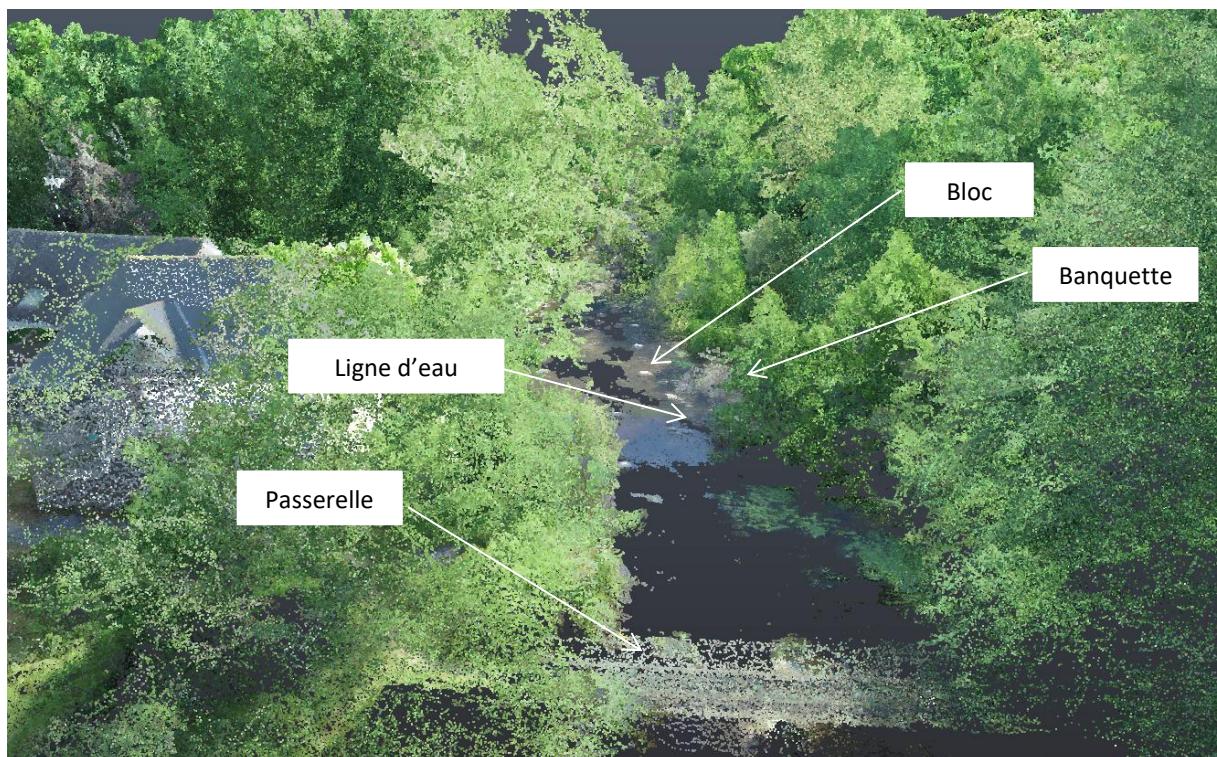


Figure 5: Visualisation du nuage de points d'un levé LIDAR (Hydro Concept, 2023)

Dans le cadre de notre étude sur l'Oudon, nous avons utilisé notre drone pour créer notre MNT et réaliser des ortho photos.

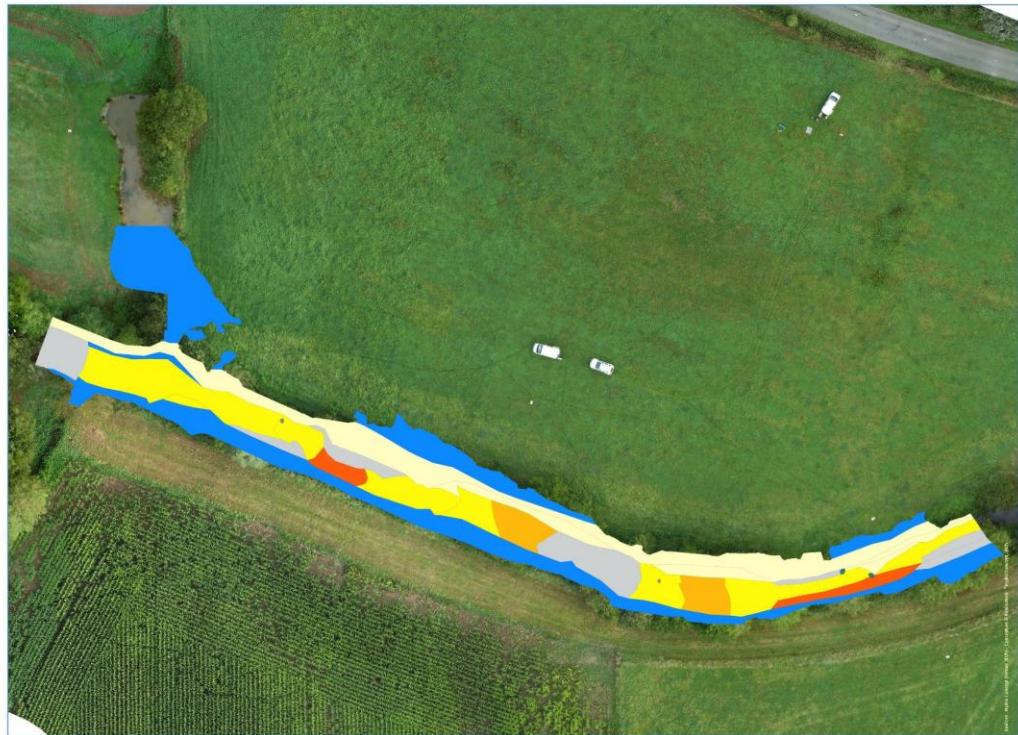


Figure 6: Exemple cartographique des habitats

L'ensemble des données récoltées pourra nous permettre également d'évaluer la franchissabilité des radiers et le décolmatage des substrats, comme présenté précédemment.

6.4 Annexes hydrauliques

Sur les sites, où des annexes sont présentes, il a été possible d'évaluer la connectivité des annexes avec le lit principal, en période de hautes eaux.

Chaque annexe hydraulique a fait l'objet des relevés et caractérisations suivants :

- Type annexe hydraulique : Affluent / Fossé / Bras mort / Prairie inondable / Autre (préciser)
- Description annexe : Commentaire libre
- Surface annexe (m^2)
- Linéaire annexe (m)
- Cote fond cours d'eau (cm)
- Cote entrée annexe (cm)
- Cote ligne d'eau cours d'eau (cm)
- Cote ligne d'eau aval annexe (cm)
- Connexion annexe : Hors d'eau | Partiellement en eau | Totalement en eau

La connectivité des annexes surfaciques a été évaluée à l'aide des relevés de hauteur au niveau de l'entrée de l'annexe. La surface en eau des annexes est éventuellement analysée à l'aide d'un drone.



Figure 7: Ortho Photos réalisées par drone (Hydro Concept 2023)

L'objectif étant notamment d'évaluer les zones favorables au brochet pour sa reproduction, avec une hauteur d'eau de 30 à 100 cm, sur une zone d'hélophytes ou de graminées, avec une faible vitesse d'écoulement.

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes servis de la modélisation hydraulique pour évaluer la mise en eau des ces annexes, ou la méthode hydraulique a été réalisée. Sur les sites, où Estimhab a été réalisé, nous avons estimé ces variations de surface en eau.

6.5 Décolmatage des radiers

Il est établi que le colmatage des cours d'eau a un impact notable sur la faune piscicole et plus globalement sur les peuplements biologiques des cours d'eau.

Pour les stations concernées par les missions Estimhab et Habby réalisées par Hydro Concept, il a été évalué le débit à partir duquel le décolmatage des radiers à l'aide de variables hydrauliques (pente, débit, rayon hydraulique, diamètre médian du substrat : D50) est réalisé. Ce débit de décolmatage pourra être utilisé comme valeur guide pour définir une plage de débits biologiques en hautes eaux. Sur les sites de 2014, ce décolmatage n'a pu être évalué que sur les sites où des transects sur des radiers ont été réalisés. Ci-dessous est figuré la liste des sites, où est évalué le décolmatage :

UH	Nom Site	Evaluation de la notion de décolmatage
UH1	Oudon amont - Site amont	Oui
UH2	Oudon amont - Site aval	Non – transect non adapté
UH6	Oudon à Treizes Vouges	Oui
UH9	Oudon à Saint-Henis	Non – secteur sous influence
UH3	Usure	Oui
UH4	Hière	Oui
UH5	Chéran	Non – transect non adapté
UH7	Araize	Non – transect non adapté
UH8	Misengrain	Oui
UH10	Verzée	Non – transect non adapté

UH11	Argos	Oui
UH9	Sazée	Oui
UH9	Thiberge	Oui

Pour cela nous avons calculé la contrainte de cisaillement additionnelle (Θ) indiquée dans la publication suivante : *Le colmatage minéral du lit des cours d'eau : revue bibliographique des mécanismes et des conséquences sur les habitats et les peuplements de macroinvertébrés*, S. GAYRAUD, E. HÉROUIN, M. PHILIPPE (2001).

$$\Theta = RS / [d_{50} (G_s - 1)]$$

Où R est le rayon hydraulique de la section de mesure (m), S la pente de la ligne d'énergie (m/m), d50 (m) est le diamètre médian des matériaux du lit, Gs est la densité des matériaux (kg/m³).

Le D50 est issu des données de terrain ou des données existantes dans la base de données nationale « CARHYCE ». Les valeurs de la contrainte de cisaillement peuvent être analysées de la manière suivante :

Tableau 6: Grille d'analyse de la contrainte de cisaillement

< 0,056	Phase de colmatage des interstices (absence de débit solide)
0,056 à 0,072	Nettoyage de la couche d'armure
0,072 à 0,078	Départ des particules fines
> 0,078	Destruction de l'armure (transport par dune en suspension)

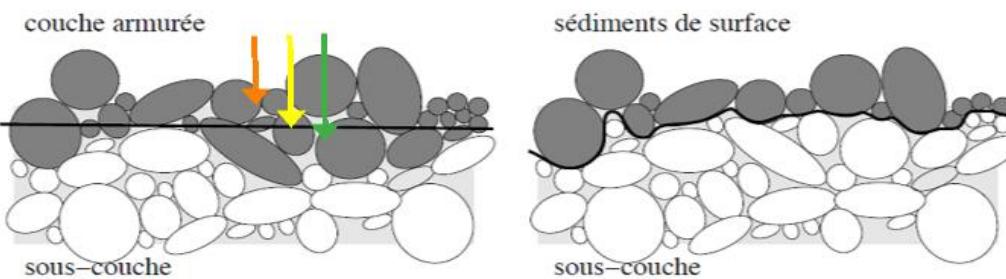


Figure 8: Différenciation de la couche d'armure de la couche de surface (Guide technique pour la mesure et la modélisation du transport solide, OFB, INRAE)

Dans le cadre de cette étude, il a ainsi été préféré une approche reposant sur deux diamètres de substrat :

- La limite de 20 mm (graviers), substrat favorable aux espèces lithophiles, comme le chabot, la truite, le goujon ou le vairon. La valeur de débit obtenue pour la destruction de cette plage de granulats, pourra nous aider à définir la valeur basse de la plage de débits biologiques en hautes eaux ;
- La limite de 50 mm (cailloux), ce substrat est également favorable aux espèces lithophiles, comme le chabot. La valeur de débit obtenue pour le nettoyage de la couche d'armure, pourra nous aider à définir la valeur haute de la plage de débits biologiques en hautes eaux.

Cette approche conduit à proposer des débits s'apparentant plus à des débits de petites crues journalières traduisant le besoin de régénération / nettoyage des habitats aquatiques. Les valeurs obtenues peuvent ainsi être assez éloignées de l'hydrologie moyenne hors période de basses eaux et sont données à titre indicatif.

6.6 Méthode d'analyse

6.6.1 Modélisation de l'habitat

La modélisation avec **Estimhab** ou **HABBY** fournit comme résultats l'évolution des habitats, notamment de la surface pondérée utile (SPU) d'habitats en fonction des variations du débit pour chaque station étudiée et chaque guilde ou espèce considérée. Elles sont par ailleurs mises en perspective par rapport à des valeurs de débit caractéristiques d'étiages tels que le QMNA5, le VCN10 ou le VCN3.

- Pour Estimhab, la gamme de modélisation est établie entre Q1/10 et 5* Q2 environ. Estimhab n'étant pas adapté pour la période de hautes eaux.
- Pour Habby, la modélisation a été réalisée entre VCN3 ou le QMNA5 et Qj2.

6.6.1.1 Plage de sensibilité ou plage du SAR

Graphiquement on cherche à évaluer un seuil de débit ou une plage de débits, en deçà desquels la SPU diminue drastiquement comme indiqué dans le graphique ci-dessous.

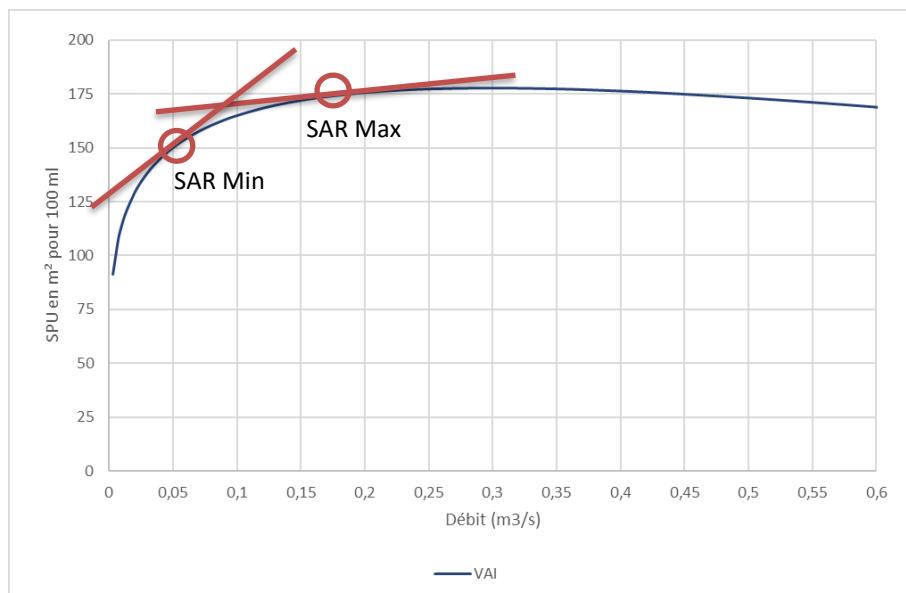


Figure 9: Exemple de graphique permettant d'évaluer les seuils avec la méthode Estimhab (Hydro Concept)

Ces valeurs seuils ou plages (SAR min et SAR max) correspondent à une valeur ou plage de seuil d'accroissement de risque (SAR) (plage en bleu ciel) en dessous de laquelle les conditions d'habitats potentiels se dégradent rapidement.

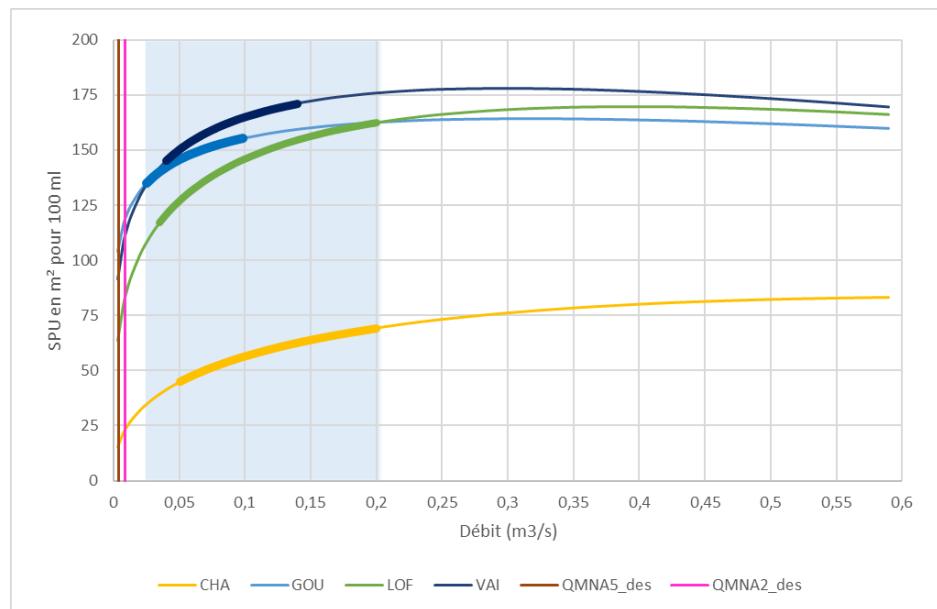


Figure 10 : Exemple de recherche de plage du SAR sur le Misengrain

Les valeurs de seuils du chabot pourront nous servir pour établir les débits hors période estivale, car les valeurs associées à cette espèce est souvent élevée et éloignée des bas débits. Pour rappel, cette espèce, comme la truite, a une période de reproduction spécifique, pour le chabot de mars à avril.

Guilde / espèce	Valeur basse (l/s)	Valeur haute (l/s)
GOU	25	100
LOF	35	200
VAI	40	150
CHA	50	210

La plage proposée (zone en bleue) pour le Misengrain se situe entre une valeur basse de 25 l/s (SAR min) et 210 l/s (SAR Max).

6.6.1.2 SPU/débits caractéristiques

On cherchera à visualiser les variations de SPU autour des débits caractéristiques (VCN, QMNA, SAR, QMensuel), notamment le QMNA5 désinfluencé qui sert de valeur de référence.

Tableau 7 : Exemple d'évolution de la SPU en % vis-à-vis de la SPU au débit de référence (QMNA5)

Débit	m3/s	CHA	GOU	LOF	VAI	rive	radier
	0,001	-83,8	-57,4	-73,6	-65,9	-55,8	-67,1
	0,01	-54,5	-30,8	-43,6	-37,0	-29,5	-38,1
	0,02	-38,0	-20,0	-29,3	-24,4	-19,0	-25,2
	0,03	-25,7	-13,0	-19,4	-15,9	-12,3	-16,6
	0,035	-20,5	-10,1	-15,4	-12,5	-9,6	-13,0
	0,045	-11,2	-5,4	-8,3	-6,7	-5,1	-7,0
VCN3(5)des	0,0508	-6,4	-3,0	-4,7	-3,8	-2,8	-3,9
VCN10(5)_des	0,0524	-5,1	-2,4	-3,7	-3,0	-2,3	-3,1
QMNA5_des	0,0591	43,4	404,8	165,5	396,8	413,4	90,8
	0,07	7,6	3,5	5,5	4,3	3,2	4,6
VCN3(2)des	0,0788	13,3	6,0	9,4	7,5	5,6	7,9
VCN10(2)_des_SAR Min	0,082	15,2	6,8	10,8	8,5	6,3	9,0
	0,09	20,0	8,8	14,0	11,1	8,2	11,7
SPU à QMNA2_des (m ²)	0,0985	24,7	10,8	17,2	13,6	10,0	14,3
	0,12	35,6	15,1	24,5	19,1	14,0	20,3
	0,14	44,7	18,6	30,4	23,6	17,2	25,1
	0,16	53,1	21,7	35,7	27,6	19,9	29,4
	0,17	57,0	23,1	38,1	29,4	21,2	31,3
Septembre	0,192	65,1	25,9	43,1	33,1	23,7	35,4
Seuil Bas Débit Bio	0,2	67,9	26,9	44,8	34,3	24,6	36,7
Août	0,223	75,5	29,5	49,4	37,6	26,8	40,4
	0,25	83,8	32,2	54,3	41,2	29,2	44,3
Juillet	0,2976	97,0	36,4	61,9	46,6	32,7	50,4
	0,35	109,9	40,3	69,1	51,6	36,0	56,2
	0,4	121,0	43,5	75,0	55,7	38,6	61,0
Seuil Haut Débit Bio	0,44	129,1	45,7	79,3	58,6	40,4	64,4
	0,5	140,2	48,8	85,0	62,5	42,8	69,0
	0,55	148,6	51,0	89,3	65,3	44,5	72,4
SAR_MAX	0,59	154,9	52,6	92,3	67,3	45,7	74,9
Juin	0,65	163,7	54,8	96,6	70,1	47,3	78,4

Zone en bleue : gain de SPU supérieur à 10%, zone en verte gain de SPU inférieur à 10%, en jaune perte de SPU inférieure à 10%, orange perte de supérieure à 10%.

6.6.1.3 Débit de survie

Les débits de survie assurent le maintien de fonctions vitales minimales pour une espèce et un stade de développement donné, sans garantir les besoins nécessaires à l'accomplissement de l'ensemble du cycle biologique de cette espèce (reproduction, croissance, migration...).

Les débits de survie sont le plus souvent des débits journaliers ou de courte durée ayant vocation à contribuer à définir des seuils de crise dans les arrêtés-cadre sécheresse.

Pour définir ce débit, on s'aidera de la chronique des débits classés (ANTEA), de la limite de franchissabilité des radiers et des SPU. Le tableau suivant présente les paramètres limitants pour le franchissement des radiers par les espèces retenues. Ces valeurs sont issues du guide Information sur la continuité écologique (ICE) - Évaluer le franchissement des obstacles par des poissons : principes et méthodes, ONEMA, 2014.

Tableau 8: Paramètres limitants pour le franchissement des radiers par les espèces retenues

Données ICE	TRF_ADU	TRF_JUV	BAF	CHA	GOU	LOF	VAI	BRO	ANG
Hauteur limitante (cm)	10	5	10	5	5	5	5	15	2
Vitesse sprint minimale (m/s)	3	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1	3,5	<1,5

NB : Pour définir la franchissabilité des radiers, là où la méthode hydraulique n'a pas été réalisée, on étudiera les hauteurs d'eau observées sur les radiers lors de la campagne à bas débit. On réalisera une estimation des hauteurs d'eau à l'aide des transects réalisés et de la formule de Manning/Strickler. En complément, on pourra s'aider des courbes et tableurs hauteur/débit d'Estimhab, en sachant que ces informations ne sont pas le résultat d'une modélisation hydraulique, mais d'une approche statistique.

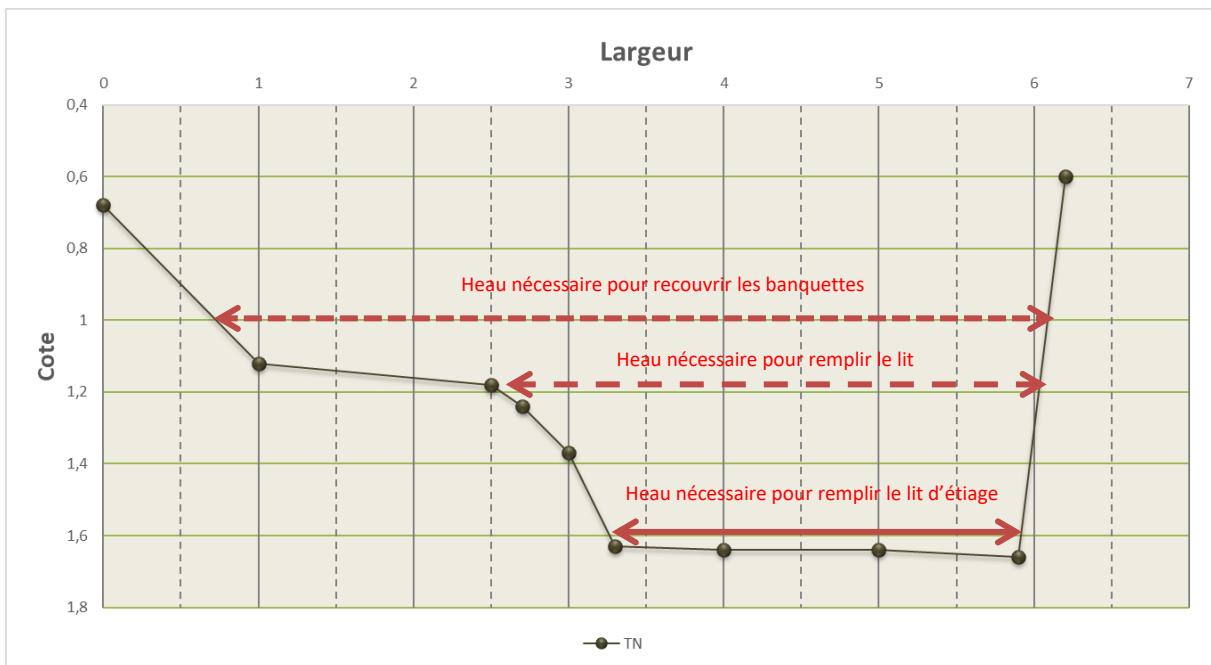


Figure 11: Exemple de profil en travers

Pour cela on se place au niveau d'un radier (faciès le plus sensible en termes de hauteur d'eau critique et de surface en eau d'immersion des substrats), avec pour objectif :

- Assurer au maximum la submersion de tous les substrats du radier, dans le cas de cours d'eau à l'écoulement permanent ;
- Assurer la permanence d'un filet d'eau ou d'une de veine d'eau assurant :
 - Un franchissement piscicole et la connexion entre les mouilles de refuges
 - A minima un débit permettant le renouvellement minimum du volume d'eau des mouilles refuges contre l'assèchement total et pour une condition physicochimique non létale

6.7 Évaluation des débits biologiques hors période de basses eaux

6.7.1 Protocole d'analyse

La méthode porte sur l'établissement de valeurs ou plages de débits biologiques complémentaires à celles définies pour la période de très basses eaux. Elle concerne plus spécifiquement la période printanière (avril à mai) et automnale (octobre), étant entendu que les débits biologiques concernant la période d'étiage (juin à septembre) sont définis à l'aide d'ESTIMHAB ou HABBY.

La mission a consisté à évaluer la connectivité au niveau du lit mineur et des annexes hydrauliques, de différentes manières en fonction des sites étudiés :

- **Sur les sites de 2015**, il a été demandé d'évaluer les débits en période de basses eaux à l'aide de la méthode hydrologique, qui est basée sur l'identification de débits caractéristiques à partir desquels il est considéré que les conditions environnementales se dégradent significativement (DMB = % du module, % des étiages mensuels, courbe de débits classés...). En complément nous avons proposé de réaliser des transects au niveau des banquettes ou annexes, pour voir si celles-ci peuvent être mises en eau en hautes eaux.

- Sur les UH où la méthode hydraulique a été mise en œuvre avec HABBY, nous utilisons HABBY et la modélisation hydraulique pour évaluer la connectivité du cours d'eau avec ses annexes.
- Sur les UH où Estimhab a été mis en œuvre, nous avons évalué :
 - La connectivité des habitats au sein du lit mineur (sous berges, bois, blocs, etc.)
 - La connectivité du lit mineur avec ses annexes hydrauliques (affluents, fossés, lit majeur, etc.)

6.7.1.1 Connectivité au sein du lit mineur

Protocole

La mission a consisté à évaluer la connectivité du lit mineur sur l'intégralité de la station Estimhab, lors de chacune des deux campagnes en basses et moyennes eaux. Une troisième campagne en période de hautes eaux a permis de compléter ces observations. Sur ces séquences ont été évaluées :

- La hauteur d'eau en berges et au niveau des sous-berges ;
- La hauteur d'eau au niveau de la tête des radiers ou des plats courants ;
- L'évaluation du linéaire de sous berges ;
- L'évaluation du linéaire de système racinaire ;
- L'évaluation du nombre de gros bois (> 5 cm) et blocs.

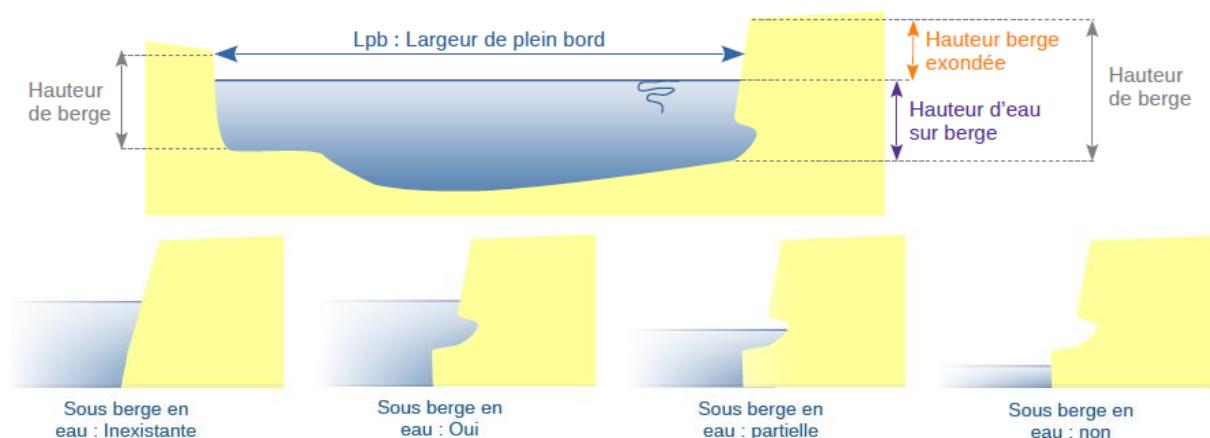


Figure 12: Schémas de quelques paramètres relevés dans le cadre de l'analyse de la connectivité du lit mineur



Figure 13: Exemple d'habitat recherché

Traitement

Sur ces tronçons, il est évalué le nombre d'habitats (blocs, sous berge, bois, système racinaire ...) présents, et leur évolution en fonction du débit. À partir des données récoltées, on obtient :

- La hauteur moyenne de sous-berge hors d'eau, ou non utilisée, lorsque la sous-berge est partiellement en eau (B1)
- Un taux d'occupation moyen de ces sous-berges en eau (B2) ;
- Une longueur de sous-berge occupée (B3) et le pourcentage de sous-berge en eau (B4) ;

- Une longueur et le pourcentage de système racinaire en eau ;
- Le nombre de grosses pierres et bois sur la station.

De ces données on estime :

- Un pourcentage total d'occupation de ces sous-berges (B2*B4) ;
- Le pourcentage de système racinaire en eau ;
- le nombre de grosses pierres et bois pour 100 m²

Bon	51 à 100%
Moyen	21 à 50%
Faible	6 à 20 %
Nul	0 à 5 %

Les données sont évaluées à l'aide de la grille de qualité suivante :

Tableau 9: Exemple de grille d'analyse pour les habitats du lit

Sazée	B1	B2	B3	B4	Habitat 1	Habitat 2			Habitat 3	% d'habitats (H1 à H3)				
	Hauteur sous berge non utilisée (cm)	Taux d'occupation moyen d'une sous-berge en eau (%)	Longueur sous-berge en eau	Linéaire sous-berge en eau (B3/Ltot) %	Taux d'occupation des berges/sous berge en eau (%)	Long. système racinaire	% système racinaire en eau	% m ² (bloc, gros bois ...) hors d'eau (*)	surface en m ² (Bloc, gros bois ...) hors d'eau pour 100 m ²					
C1	0,004	0,1014	2,91	22	32,4	21	12,5	3,9	17,7	11	5,7	27,5	5,3	6,6
C2	0,377	0,3668	4,19	0,9	98,8	43	25,6	25,2	36	21	1,6	7,7	9,4	18,7
Evolution entre C1 et C2		-21,0	205%		105%	541%		103%	-72%	19,8	78%		183,9%	

On cherche à quantifier la perte ou le gain d'habitats moyen selon les différents items étudiés : sous berge, longueur de système racinaire, nombre de gros bois, petits bois et blocs.

En évaluant la hauteur de sous berge non utilisée, donc une perte d'habitat potentielle, et à l'aide d'Estimhab ou des calculs hydrauliques au droit des transects, on peut estimer une élévation de hauteur d'eau suffisante, pour que les sous-berges soient potentiellement totalement en eau.

6.7.1.1.1 Franchissabilité des radiers

La franchissabilité des radiers est également analysée à l'aide de la hauteur d'eau observée au niveau des radiers ou plats courant lors des campagnes Estimhab ou sur les 5 UH de 2015.

L'analyse de cette franchissabilité est mise en relation avec les capacités des poissons issues des grilles du guide Information sur la continuité écologique (ONEMA, 2014), ainsi que des hauteurs d'eau et vitesses estimées.

Tableau 10: Hauteur d'eau et vitesse limite (source : Guide « Information sur la continuité écologique », ONEMA, 2014)

Données ICE	TRF_ADU	TRF_JUV	BAF	CHA	GOU	LOF	VAI	BRO	ANG
Hauteur limitante (cm)	10	5	10	5	5	5	5	15	2
Vitesse sprint minimale (m/s)	3	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1	3,5	< 1,5

6.7.1.2 Connectivité du cours d'eau avec ses annexes hydrauliques

6.7.1.2.1 Protocole

La méthode a consisté à identifier les annexes potentielles sur la zone d'étude : fossé, affluents, bras morts, banquettes... Et de réaliser des relevés des hauteurs d'eau, du dénivelé au niveau des annexes, et de leur accessibilité vis-à-vis du cours d'eau, et ceci à différents débits.

Deux types d'annexes ont été observées : des annexes linéaires (fossés, ruisseaux ...) et des annexes surfaciques (bras mort, banquettes).



6.7.1.2.2 Traitement

Annexe linéaire

La connectivité des annexes linéaires a été évaluée à l'aide des relevés de hauteur au niveau des annexes, de la pente estimée au niveau de l'entrée de l'annexe (entre le pied de berge et le haut de berge). Pour cela, on utilise les capacités de franchissement indiquées pour les classes de l'ICE (Information sur la Continuité Écologique).

Pour chaque débit et espèce étudiée, on évalue la capacité de franchissement à l'aide de la grille suivante.

Station : Araize		Annexe n° : 1	
	Campagne	C2	C3
	Date relevé :	23/10/24	14/1/25
	Débit mesuré (l/s)	1265,0	1675,0
Descriptif annexes hydrauliques		Petit affluent , 0,6m de large	
	Commentaires	Très faible potentiel	
	A: Cote relative fond cours d'eau (m)	1,5	1,5
	B: Cote relative entrée annexe (m)	1,7	1,7
	C: Cote relative ligne d'eau cours d'eau (m)	1,99	2,2
	Cn-C(n-1)		0,21
	D: Cote ligne d'eau aval de l'annexe (m) ou E	2,02	2,25
	E: hauteur d'eau entrée annexe (D-B) en m	0,29	0,5
	F: distance entre annexe et cours d'eau (m)	5,6	5,6
	G: Pente (%)	1%	1%
	H: Dénivelé (cm) (D-C)	0,03	0,05
	Connexion annexe (Hors d'eau Partiellement en eau Totalement en eau)	Partiellement en eau	Totalement
Espèces et tirant d'eau minimal (ICE)			
BAF	10	NC	NC
TRF	5	NC	NC
CHA	5		
LOF	5		
GOU	5		
VAI	5		
BRO	15	NC	NC
ANG	2		

NC Non concerné
Non assurée
Fortement réduite
Modérément réduite
Assurée

Figure 14: Exemple de grille d'analyse pour la connectivité d'une annexe linéaire

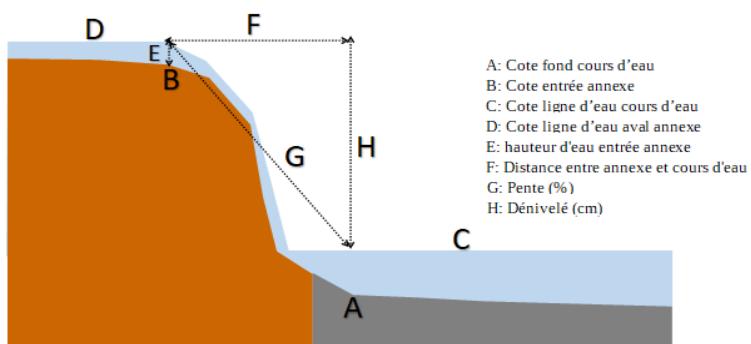


Figure 15: Schéma type de la connectivité d'une annexe linéaire (Hydro Concept, 2023)

Annexes surfaciques

La connectivité des annexes surfaciques a été évaluée à l'aide des relevés de hauteur au niveau de l'entrée de l'annexe. La surface en eau des annexes a été évaluée à l'aide d'un drone ou estimée. L'objectif étant d'évaluer les zones favorables au brochet pour sa reproduction, avec une hauteur d'eau de 30 à 100 cm, sur une zone d'hélophytes ou de graminées, avec une faible vitesse d'écoulement.

Tableau 11: Exemple de grille d'analyse pour la connectivité d'une annexe surfacique (Hydro Concept)

Station : Oudon Amont - Craon		Annexe n° : 1	
	Campagne	C2	C3
	Date relevé :	24/10/24	15/1/25
Descriptif annexes hydrauliques	Débit mesuré (l/s)	3110,0	4640,0
	Type annexe hydraulique	Frayère	
	Commentaires	Potentiel intéressant pour le brochet	
	Surface (m ²) drone ou estimée	210,0	280,0
	Evolution de la surface de l'annexe (%)	33%	
	A: Cote relative fond cours d'eau (m)	1	1
	B: Cote relative entrée annexe (m)	1,42	1,42
	C: Cote relative ligne d'eau cours d'eau (m)	2,06	2,26
	Cn-C(n-1)	0,20	
	D: Cote ligne d'eau aval de l'annexe (m) ou E	2,06	2,26
	E: hauteur d'eau entrée annexe (D-B) en m	0,64	0,84
	F: distance entre annexe et cours d'eau (m)	0,1	0,1
	G: Pente (%)	0%	0%
Connexion annexe (Hors d'eau Partiellement en eau Totalement en eau)	H: Dénivelé (cm) (D-C)	0,00	0,00
	Connexion annexe (Hors d'eau Partiellement en eau Totalement en eau)	Totalement	Totalement
Espèces et tirant d'eau minimal (ICE)	BAF	10	NC
	TRF	5	NC
	CHA	5	
	LOF	5	
	GOU	5	
	VAI	5	
	BRO	15	
	ANG	2	

6.7.2 Choix des débits de connectivité

Pour les autres gammes de débits étudiés, la connectivité est évaluée de manière graduelle à dire d'expert, en s'aidant des variations de niveau d'eau moyen à l'aide des courbes Estimhab, de la modélisation hydraulique ou des transects.

Pour l'analyse finale de la connectivité, on distingue la connectivité pour l'anguille, pour le brochet et pour les autres espèces, et ceci pour chaque débit étudié et chaque annexe.

Si plusieurs annexes sont existantes, on retient la moyenne des connectivités observées. En retenant la moyenne de connectivité à chaque annexe (évaluée comme suit : Rouge = 1 | Orange = 2 | Jaune = 3 | Vert = 4) et permettant d'aboutir au classement final moyen (Rouge < 1,5 < Orange < 2,5 < Jaune < 3,5 < Vert)

À partir de ces tableaux, on évalue une plage de débit pour la connectivité, avec un seuil haut et un seuil bas. Les seuils seront définis de la manière suivante :



- Valeur basse du seuil (valeur haute de débit qui n'assure pas ou réduit très fortement la connectivité, classes orange ou rouge) ;
- Valeur haute du seuil (valeur basse de débit qui assure ou réduit modérément la connectivité, classes verte et jaune).

Tableau 12: Exemple de tableau d'analyse pour la connectivité (Hydro Concept)

Misengrain	Débit (l/s)	Connectivité + hydraulique ou transect		Hydraulique (Habby) ou Habitat (Estimhab) + Connectivité										Connectivité + hydraulique ou transect	
		janv.	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	module	
		Désinfluencé	0,233	0,230	0,155	0,079	0,059	0,050	0,018	0,011	0,008	0,029	0,081	0,177	0,093
Connectivité	QMNS_Des	0,112	0,093	0,054	0,028	0,016	0,013	0,007	0,005	0,004	0,005	0,016	0,071		
	Autres espèces														
	Anguilles														
	Brochet														
	Lit-Min														
Des radiers															

6.8 Conclusion

Le tableau suivant présente les méthodes envisagées sur les différents sites.

Tableau 13: Choix des sites et méthode retenue

UH	Nom station	Méthode choisie
UH3 Usure	Usure au Bas Theil à Niafles	Hydraulique (Habby) + connectivité
UH4 Hière	Hière au Grand Gaubert à Pommerieux	Hydraulique (Habby) + connectivité
UH6 Oudon moyen	Oudon Moyen à Treize Vouge à Chérancé	Hydraulique (Habby) + connectivité
UH8 Misengrain	Misengrain aval Corbinière à Nyoiseau	Hydraulique (Habby) + connectivité
UH11 Argos	Argos à Vezeuvres à Chazé sur Argos	Habitat (Estimhab) + connectivité + transects
UH9 Oudon aval	Oudon aval à St-Henis à Andigné	Étude de la connectivité au niveau de la frayère de Saint-Henis
UH9 Oudon aval	Thiberge : Aval D770 au Grand Carqueron au Lion d'Angers	Habitat (Estimhab) + connectivité + transects
UH9 Oudon aval	Sazée à la Haute Chenaie à Louvaines	Habitat (Estimhab) + connectivité + transects

UH	Nom station	Méthode choisie
UH10	Verzée à la Grande Visseule à Ste-Gemmes d'Andigné	Hydrologie + connectivité avec annexe éventuelle + transect (*)



UH7	Araize aux Noyers à Nyoiseau	
UH5	Chéran à Chalonge	
UH2	Oudon amont – site aval à Blochet - Craon	
UH1	Oudon amont – site amont à Cossé le Vivien	

(*) Méthode de 2014 confirmée dans l'étude HMUC de 2024.

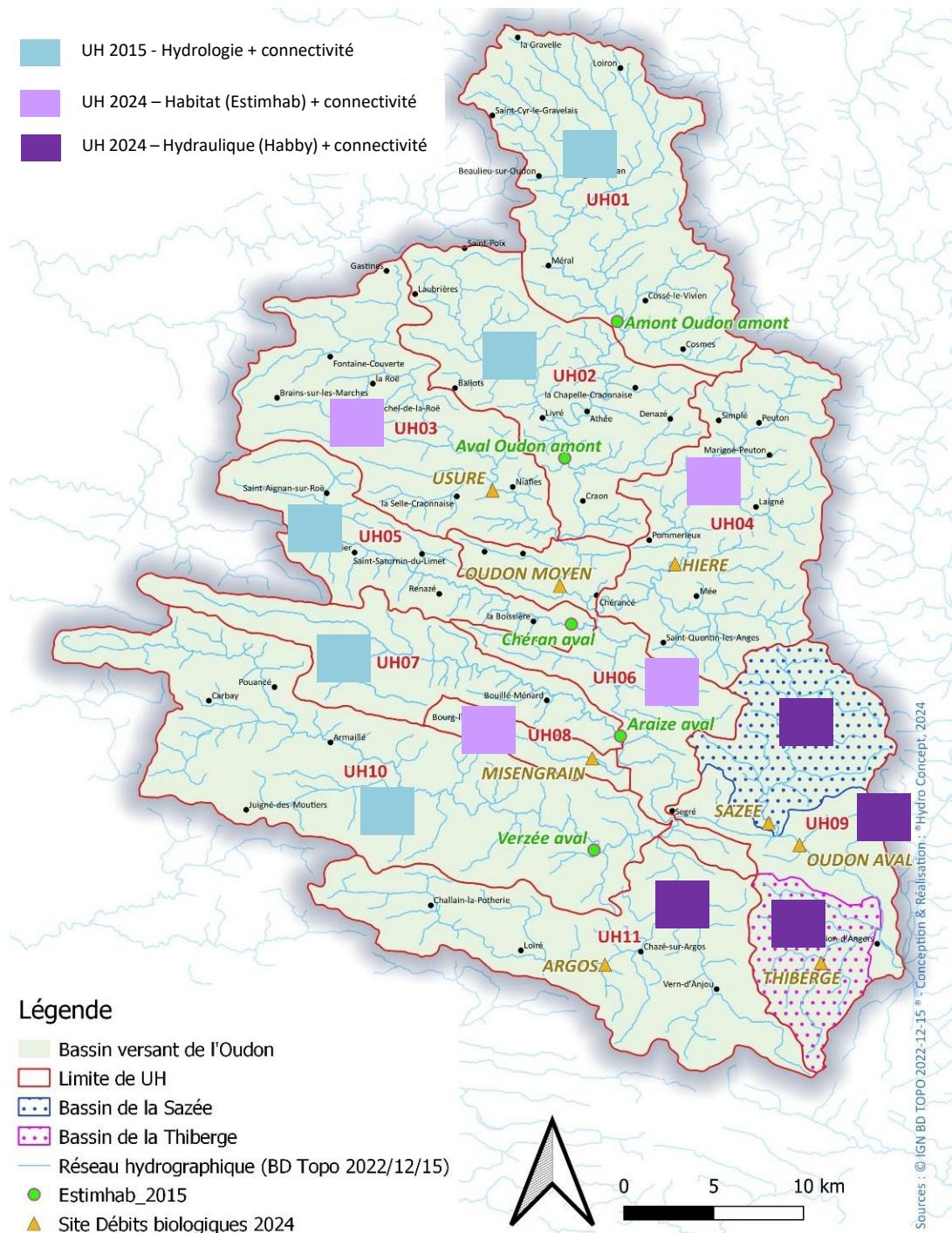


Figure 16: UH et méthode utilisée

7. DEFINITION DES DEBITS ECOLOGIQUES AU NIVEAU DES 6 U.H

7.1 Conditions de prospection

Les tableaux suivants permettent d'observer les conditions de débits rencontrées lors des campagnes de terrain, en basses eaux, moyennes et hautes eaux. L'objectif était d'être proche des basses eaux (Q70%) et du Q50.

Tableau 14: hydrologie observée lors des expertises de terrain de basses et moyennes eaux

BV	Q50 (L/s)	Q70% (L/s)	Basses eaux			Moyennes eaux		
			C1 le 19/9/24	23 au 25/9 et 3/10	Ratio débit C1/DC70	C2 les 23 et 24/10	ratio C2/C1	Ratio débit C2/Q50
UH3 Usure	226	103		191,41	1,9			0,85
UH4 Hière	199	90		69,54	0,8			0,35
UH6 Oudon moyen	893	414		1075,16	2,6			1,20
UH8 Misengrain	29	13	9,11		0,70	128,46	14,1	4,43
UH11 Argos	87	38		97,14	2,6			1,12
UH9 Oudon aval - St Henis	2527	1211						0,00
UH9 Oudon aval - Thiberge	14	7	4,21		0,60	55,07	13,1	3,93
UH9 Oudon aval - Sazée	125	59	3,84		0,07	377	98,2	3,02
			Moyenne 1,5			13,6 1,7		

L'année 2025 a été une année hydrologique pluvieuse, notamment durant la période estivale, où les assecs et étiages sévères ont été rares.

Les missions de terrain ont toutefois été réalisées dans de bonnes conditions en basses eaux, avec un débit proche du Q70%. La seconde mission Estimhab a été réalisée à une valeur légèrement supérieure au Q50, avec un ratio C2/Q50 proche de 1.5.

Les 4 sites où a été réalisée la méthode hydraulique, ont été prospectés avec un débit se situant entre le Q50% et Q70%.

7.2 Données d'entrée d'Estimhab

Ci-dessous sont indiquées les données d'entrée d'Estimhab obtenues sur les 3 sites de mesure de 2024. Ces données permettent de valider le domaine d'application de la méthode ESTIMHAB en référence à une espèce ou guilde donnée.

L'estimation de la géométrie hydraulique des tronçons repose sur des mesures de hauteur et de largeur à deux débits sur 15 transects par station. Un certain nombre de critères est énoncé pour respecter la validité de la méthode. Ces critères doivent être vérifiés avant de passer à la phase de modélisation.

Les deux débits doivent être assez contrastés (Q1 : basses eaux et Q2 : moyennes eaux), tels que $Q2 > 2 \times Q1$, ce qui est le cas pour les mesures réalisées.

Nom Station	Longueur (m)	Date mesure	Débit (l.s ⁻¹)	Largeur moyenne (m)	Hauteur moyenne (m)	Taille moyenne substrat (m)
UH8 Misengrain	46.2	19/9/24	Q1 = 9.1	1.83	0.102	0.012
		23/10/24	Q2 = 128.5	2.52	0.195	
UH9 Oudon aval - Sazée	84	19/9/24	Q1 = 3.84	2.91	0.101	0.029
		24/10/24	Q2 = 377	4.19	0.367	
UH9 Oudon aval - Thiberge	39.9	19/9/24	Q2 = 4	1.47	0.088	0.027
		23/10/24	Q2 = 55	2.52	0.195	

Le calage du modèle nécessite d'estimer le débit médian en conditions naturelles (Q50 désinfluencé). Ces résultats permettent d'effectuer un contrôle-qualité a posteriori et de vérifier que les conditions de validité d'Estimhab sont respectées.

Les données d'entrée qui sont conformes au domaine de validité figurent sur fond bleu.

Tableau 15: Domaine de validité physique d'Estimhab du Misengrain

Domaines de validité physique d'Estimhab					Données d'entrée Misengrain
Données d'entrée		Par espèces		Par Guilde	
Caractéristique du cours d'eau	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	
Débit médian Q50 (m ³ /s)	0.2	13.10	1.00	152.00	0.029
Largeur à Q50 (m)	5.15	39.05	7.00	139.00	2.52
Hauteur à Q50 (m)	0.18	1.45	0.25	2.25	0.195
Substrat (m)	0.02	0.64	0.01	0.33	0.012

Pour le Misengrain, la simulation par guilde n'est pas réalisable car les données d'entrée sont trop éloignées. La simulation par espèce ne remplit pas tous les critères à Q50, mais se rapproche de ceux-ci. **Seule la simulation par espèce sera réalisée.**

Tableau 16: Domaine de validité physique d'Estimhab de la Sazée

Domaines de validité physique d'Estimhab					Données d'entrée de la Sazée
Données d'entrée		Par espèces		Par Guilde	
Caractéristique du cours d'eau	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	
Débit médian Q50 (m ³ /s)	0.2	13.10	1.00	152.00	0.125
Largeur à Q50 (m)	5.15	39.05	7.00	139.00	4.19
Hauteur à Q50 (m)	0.18	1.45	0.25	2.25	0.367
Substrat (m)	0.02	0.64	0.01	0.33	0.029

Pour la Sazée, la simulation par guilde n'est pas réalisable car les données d'entrée sont trop éloignées. La simulation par espèce ne remplit pas tous les critères à Q50, mais se rapproche de ceux-ci. **Seule la simulation par espèce sera réalisée.**

Tableau 17: Domaine de validité physique d'Estimhab de la Thiberge



Domaines de validité physique d'Estimhab					Données d'entrée de la Thiberge	
Données d'entrée	Par espèces		Par Guilde			
Caractéristique du cours d'eau	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum		
Débit médian Q50 (m ³ /s)	0.2	13.10	1.00	152.00	0.014	
Largeur à Q50 (m)	5.15	39.05	7.00	139.00	2.52	
Hauteur à Q50 (m)	0.18	1.45	0.25	2.25	0.195	
Substrat (m)	0.02	0.64	0.01	0.33	0.027	

Pour la Thiberge, la simulation par guilde n'est pas réalisable car les données d'entrée sont trop éloignées. La simulation par espèce ne remplit pas tous les critères à Q50, mais se rapproche de ceux-ci. **Seule la simulation par espèce sera réalisée.**

7.3 Critère de définition des seuils de plage de débit biologiques

Pour la période de basses et moyennes eaux, différents seuils ont été définis, à savoir un seuil bas et un seuil haut pour chaque plage étudiée.

Chaque seuil a été défini en fonction des méthodes décrites précédemment, avec les critères suivants :

Tableau 18: Critères pour définir les plages de basses et moyennes eaux

Plage étudiée	Seuil	Critères étudiés	Objectif ou effet recherché
Débit de survie	Aucun	Franchissabilité des radiers pour les petites espèces.	<p>Observation si une hauteur minimale est présente sur une partie du radier pour que les petites espèces puissent accéder à certaines zones de refuge plus profonde. Ce seuil va également permettre un renouvellement à minima de l'eau, pour que le milieu conserve des conditions physico-chimiques acceptables pour les différentes espèces.</p> <p><i>NB : Ce seuil ne prend pas en compte les éventuelles dégradations de la qualité de l'eau des ruisseaux étudiés</i></p>
Basses eaux	Bas	<p>Seuil d'Accroissement du Risque (SAR) minimal de chaque espèce étudiée.</p> <p>Prise en compte à minima du SAR de l'espèce à enjeux, dans le cadre de cette étude, il s'agit du chabot</p>	<p>Ce seuil va permettre aux espèces étudiées (CHA, LOF, VAI et GOU) de subsister dans des conditions acceptables durant cette période de basses eaux.</p>
	Haut	SAR maximal de chaque espèce étudiée. Prise en compte à minima du SAR maximal de l'espèce à enjeux (CHA) et observation si une légère baisse du débit a un faible impact sur la SPU du chabot, vis-à-vis de la SPU au SAR Max du chabot.	<p>Ce seuil va permettre à ces espèces (CHA, LOF, VAI et GOU) de subsister dans de bonnes conditions durant cette période de basses eaux, et accéder à une grande partie des habitats disponibles durant cette période.</p>
Moyennes eaux	Bas	<p>Intégralité ou une grande partie des habitats du lit mineur mis en eau ;</p> <p>Début de la mise en eau des banquettes minérales</p>	<p>Ce seuil va permettre à ces espèces (CHA, LOF, VAI et GOU) d'accéder à une grande partie des habitats disponibles durant cette période, notamment pour le chabot qui a une période de reproduction qui s'étale entre mars et avril. L'ensemble des zones favorables à la reproduction du chabot sont disponibles pour ce seuil.</p>
	Haut	Franchissabilité des radiers acquise pour toutes les espèces, y compris pour le brochet. Recouvrement des banquettes minérales du lit mineur, avec au moins 20 cm d'eau, et début éventuel de la connexion avec les annexes hydrauliques	<p>Ce seuil va permettre à toutes les espèces de circuler librement, de quitter certaines zones de refuges, et d'atteindre certaines zones favorables à leur reproduction.</p> <p><i>NB : Ce seuil ne prend pas en compte les éventuels obstacles à la migration.</i></p>

7.4 UH3 Usure

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : linéaire HABBY et connectivité du lit mineur, en vert : annexes hydrauliques, en jaune végétation aquatique et banquettes éventuelles.

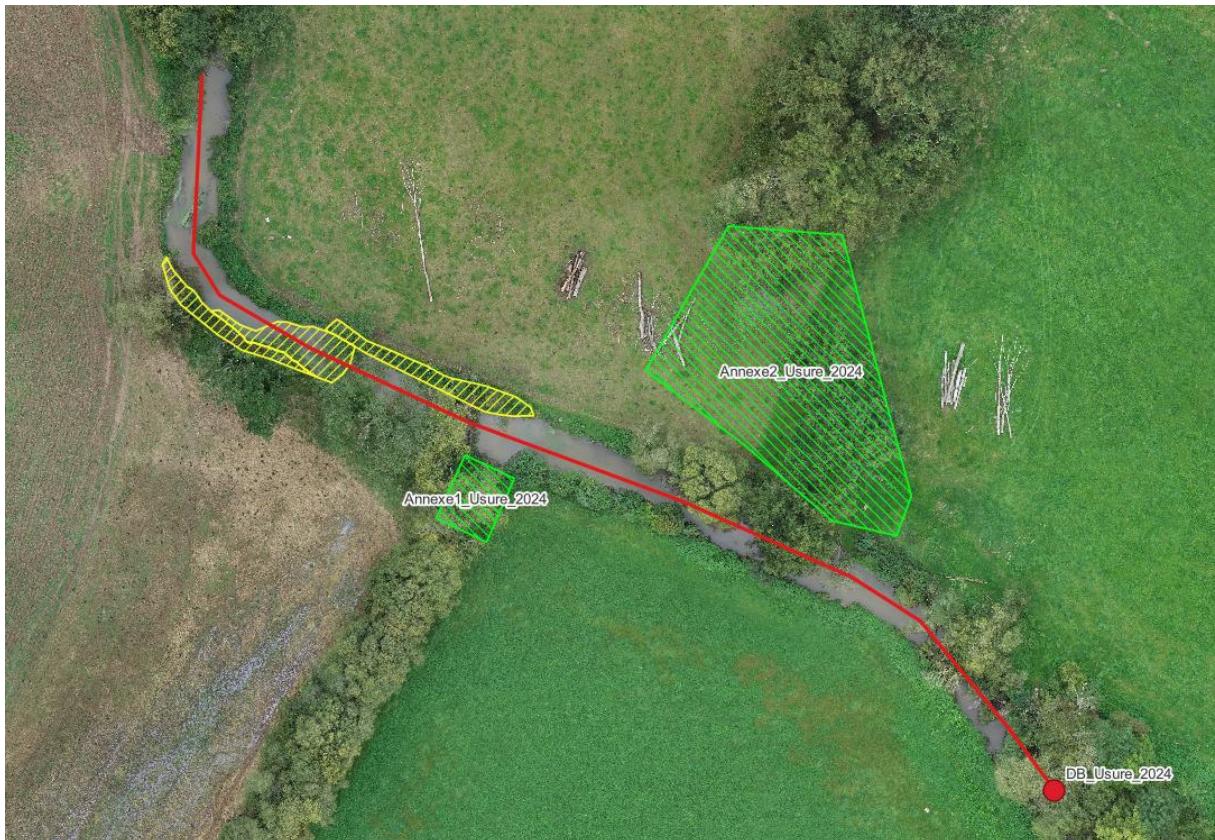


Figure 17: Localisation des sites sur l'Usure (Hydro Concept – septembre 2024)

7.4.1 Période de basses eaux

7.4.1.1 Plage du Seuil d'Accroissement du Risque (SAR)

Nous étudions ces données que dans la plage de débits moyens mensuels du cours d'eau, car la méthode d'habitat n'est pas faite pour les hautes eaux. La plage du SAR est mise en surbrillance en bleue.

L'anguille et le brochet sont figurés à titre indicatif, mais ne seront pas utilisés pour définir les débits en périodes de basses eaux, mais utilisés pour étudier la connectivité et les périodes de moyennes et hautes eaux.

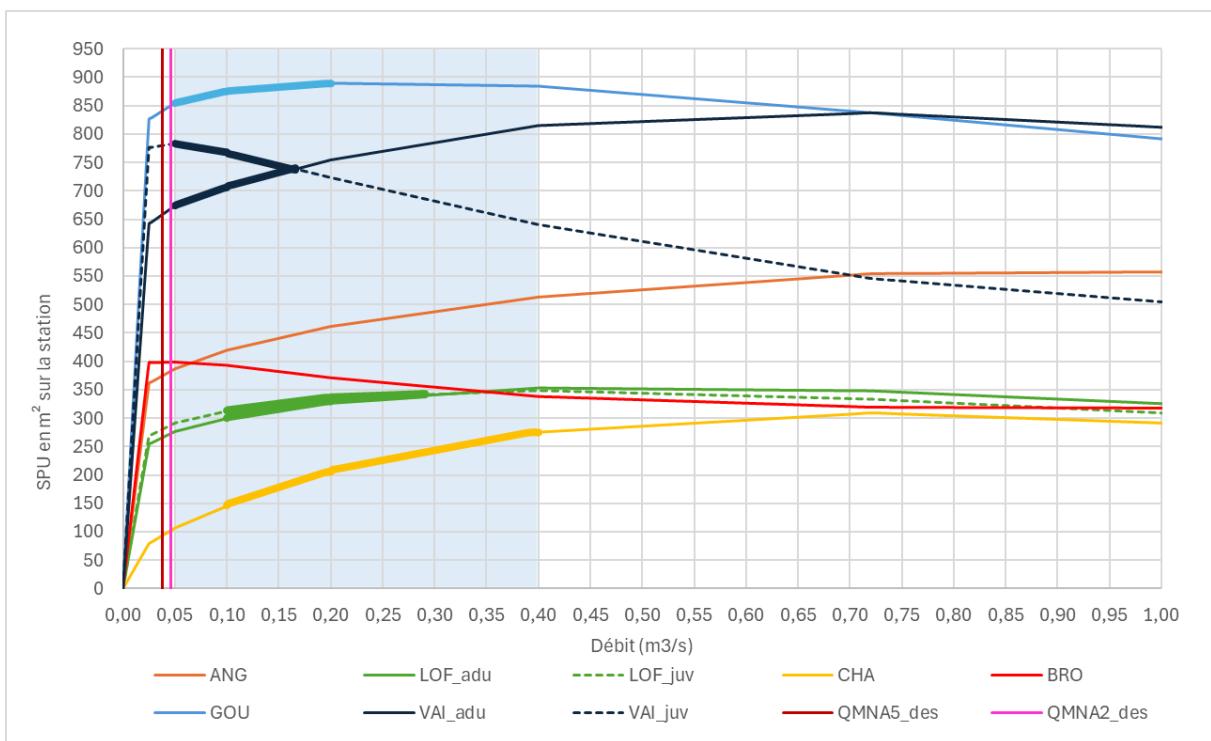


Figure 18: Évolution de la SPU sur l'Usure

Tableau 19: Plage du SAR sur l'Usure

Guilde / espèce	Valeur basse (l/s)	Valeur haute (l/s)
GOU	50	200
LOF	100	300 (les deux stades)
VAI	50	170 (intersection des deux stades)
CHA	100	400

La plage proposée (zone en bleue) pour l'Usure se situe entre une valeur basse de 50 l/s (SAR min) et 400 l/s (SAR Max) pour le chabot. Pour rappel sur ce site le QMNA2 désinfluencé est de 38 l/s et le QMNA5 désinfluencé est de 46 l/s.

Dans ce cas, la plage de débit entre 50 et 400 l/s correspond à des conditions acceptables d'habitats pour les différentes espèces courantes.

La plage du SAR étudiée s'inscrit dans une gamme allant de 50 l/s à 400 l/s.

Ainsi, ces valeurs de SAR pourraient constituer une première gamme de valeurs cibles pour la détermination du débit biologique en période de basses eaux pour cette station. Ces valeurs sont ensuite examinées en les résitant dans le contexte hydrologique local, et notamment les caractéristiques d'étiage.

7.4.1.2 Proposition d'une plage de débits biologiques

Les valeurs de SAR minimum pour les espèces considérées montrent que ces valeurs sont relativement éloignées (50 l/s). Il est proposé de retenir une valeur intermédiaire de 75 l/s, seuil qui ne fait perdre que 10% de surface vis-à-vis de la valeur de SPU à 100 l/s pour le chabot.

La valeur haute pour le chabot est de 400 l/s. Autour de 300 l/s la progression de la SPU pour cette espèce apparaît marquer le pas, comme pour la loche franche. Pour ces espèces, on est à plus de 80%

de la valeur de SPU maximale. Il est donc proposé de retenir cette valeur de 300 l/s comme valeur haute pour la plage de débits biologique en très basses eaux.

Sur la station de l'Usure, la plage de débits biologiques proposée pour les très basses eaux se situe entre une valeur basse de 75 l/s et une valeur haute de 300 l/s.

7.4.1.3 Évolution du ratio SPU / SPU de référence

Comme indiqué précédemment, la plage basse (75 l/s) est supérieure au QMNA5 (0.038) et QMNA 2 (0.046) désinfluencé.

Pour rappel entre le QMNA5 et le QMNA2, il y a 12 l/s de différence. On s'intéressera donc sur ce site à analyser la plage de débits biologiques pour la valeur de QMNA5 désinfluencé, en se concentrant prioritairement sur le chabot, espèce à enjeu, présente sur le bassin.

Tableau 20: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé

Débit	m3/s	ANG	LOF_adu	LOF_juv	CHA	BRO	GOU	VAL_adu	VAL_juv
VCN	0,025	-3,8	-4,7	-4,5	-16,3	-0,2	-1,9	-2,7	-0,6
	0,027	-3,3	-4,0	-3,9	-13,9	-0,1	-1,6	-2,3	-0,5
	0,029	-2,7	-3,4	-3,2	-11,6	-0,1	-1,4	-1,9	-0,4
	0,031	-2,2	-2,7	-2,6	-9,3	-0,1	-1,1	-1,6	-0,3
Débit de survie	0,035	-1,1	-1,3	-1,3	-4,6	0,0	-0,5	-0,8	-0,2
	0,037	-0,5	-0,7	-0,6	-2,3	0,0	-0,3	-0,4	-0,1
QMNA5	0,039	375,3	266,8	281,8	94,7	398,1	842,0	659,6	780,6
	0,041	0,5	0,7	0,6	2,3	0,0	0,3	0,4	0,1
	0,045	1,6	2,0	1,9	7,0	0,1	0,8	1,2	0,2
QMNA2	0,047	2,2	2,7	2,6	9,3	0,1	1,1	1,6	0,3
	0,049	2,7	3,4	3,2	11,6	0,1	1,4	1,9	0,4
SAR MIN	0,05	3,0	3,7	3,6	12,8	0,1	1,5	2,1	0,4
	0,059	4,6	5,2	4,9	20,1	-0,1	2,0	3,0	0,1
	0,063	5,3	5,9	5,5	23,3	-0,2	2,2	3,4	-0,1
Septembre	0,065	5,6	6,3	5,8	25,0	-0,3	2,3	3,6	-0,2
	0,069	6,3	7,0	6,4	28,2	-0,4	2,5	4,0	-0,3
Seuil Bas Débit Bio	0,075	7,3	8,0	7,3	33,1	-0,6	2,8	4,6	-0,5
	0,1	11,7	12,3	11,0	53,4	-1,3	4,0	7,0	-1,5
	0,106	12,4	12,9	11,5	57,2	-1,6	4,1	7,5	-1,9
Juillet	0,141	16,3	16,8	14,4	79,3	-3,6	4,7	10,0	-3,9
	0,2	22,9	23,3	19,2	116,6	-6,8	5,7	14,4	-7,3
Octobre	0,221	24,3	24,2	19,7	124,3	-7,7	5,6	15,3	-8,4
	0,251	26,4	25,6	20,4	135,5	-8,9	5,5	16,7	-10,0
Seuil Haut Débit Bio	0,301	29,8	27,9	21,6	154,0	-11,0	5,3	19,0	-12,6
	0,351	33,2	30,2	22,7	172,6	-13,1	5,2	21,3	-15,3
SAR MAX	0,4	36,6	32,4	23,9	190,7	-15,1	5,0	23,5	-17,9
Mai	0,441	38,0	32,2	23,2	195,3	-15,7	4,3	24,0	-19,4

Comparativement à la valeur de référence de SPU pour le QMNA5 désinfluencé, le tableau ci-dessous permet d'observer :

- À 75 l/s, que les SPU des espèces analysées sont supérieures à celles observées au QMNA5 désinfluencé, avec 33% pour le chabot et entre 3 et 8% pour les autres espèces ;
- À 300 l/s, le gain de SPU est évidemment encore bien supérieur, avec des gains à minima de 150% pour le chabot et entre 5 et 30% pour les autres espèces.

- Les juvéniles de vairons voient rapidement leur SPU baisser, car avec l'augmentation du débit, les vitesses du cours d'eau augmentent, ce qui n'est pas favorable à ce stade. Les individus vont se cantonner aux zones lentes, près des bordures.

7.4.1.4 Débit de survie

Si on considère les données de hauteur d'eau estimée par le modèle hydraulique sur les radiers lors de la réalisation des relevés hydrauliques, on peut estimer qu'à 35 l/s, la hauteur minimale serait toujours supérieure à 5 cm sur les radiers, légèrement supérieure à la limite de la franchissabilité pour les différentes espèces.

La figure ci-dessous permet de voir les zones en eau avec une hauteur d'eau supérieure à 5 cm, pour un débit de 50 l/s. Les profondeurs les plus faibles sont en bleues et les plus importantes en rouge.



Figure 19: Représentation des hauteurs d'eau supérieures à 5 cm à 50 l/s sur l'Usure (Hydro Concept)

Le tableau suivant permet de visualiser le nombre de jours dans l'année où le débit de 35 l/s ne devrait pas être atteint. Celui-ci est mis en comparaison avec d'autres débits caractéristiques.

Tableau 21: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques

	QMNA2_des	QMNA5_des	VCN10_des	VCN3_des	Débit de survie	Seuil bas de débit biologique	Seuil haut de débit biologique
Débit (l/s)	46	38	25	25	35	75	300
% de jours de dépassement	90	94	96	96	95	75	46
Nb Jours non dépassés	36	22	14	14	18	91	197

Sur la station de l'Usure le débit de survie est évalué à 35 l/s.

7.4.2 Connectivité

7.4.2.1 *Lit mineur*

On considère qu'à 350 l/s (proche du SAR Max du Chabot), l'intégralité du lit mineur est en eau, ce qui permet aux habitats d'être tous mis en eau, avec une hauteur plus ou moins importante. Les zones de bordure sont toutefois recouvertes d'une faible hauteur d'eau.

Ci-dessous est figurée la valeur d'habitat pour le chabot à différents débits. Les valeurs d'habitat les plus favorables sont en rouge, celles en bleu sont les moins favorables.



Figure 20: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Usure à 400 l/s (Hydro Concept)



Figure 21: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Usure à 720 l/s (Hydro Concept)

Entre 350 l/s et 720 l/s, la SPU du chabot évolue peu, elle est proche de sa valeur maximale.

7.4.2.2 Franchissabilité des radiers

Les hauteurs d'eau observées sur les radiers ou plats courants lors des expertises de terrain, ou estimées par les transects, sont figurées ci-dessous.

Débit (l/s)	Hauteur estimée par calcul (cm)	CHA/GOU/LOF/VAI	BRO	ANG	Synthèse
35	5		Red		Yellow
200	10		Orange		Yellow
450	15		Yellow		Yellow
650	20				Green

À bas débit la franchissabilité n'est pas assurée pour le brochet, seules l'anguille et les petites espèces peuvent circuler au-dessus de 35 l/s.

À 650 l/s, on estime que le brochet arrivera à franchir les zones de radiers et atteindre d'autres zones du cours d'eau.

7.4.2.3 Annexe hydraulique

Les résultats de l'analyse de la connectivité du lit mineur avec ses annexes hydrauliques sont également présentés dans le paragraphe suivant 8.7.1

À partir de 350 l/s, on considère que la connectivité au sein du lit mineur est assurée, mais qu'en dessous de 650 l/s, la franchissabilité des radiers n'est pas acquise pour toutes les espèces.

La connectivité des annexes hydrauliques débute à 720 l/s, mais commence à être bonne à partir de Q10%.

Sur la station de l'Usure, la plage de débits printaniers et automnaux se situe entre une valeur basse de 350 l/s et une valeur haute de 650 l/s, qui servira de période de transition entre les périodes de basses eaux et celles de hautes eaux

7.5 UH4 Hière

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : linéaire HABBY et connectivité du lit mineur, en vert : annexes hydrauliques, en jaune végétation aquatique et banquettes éventuelles.

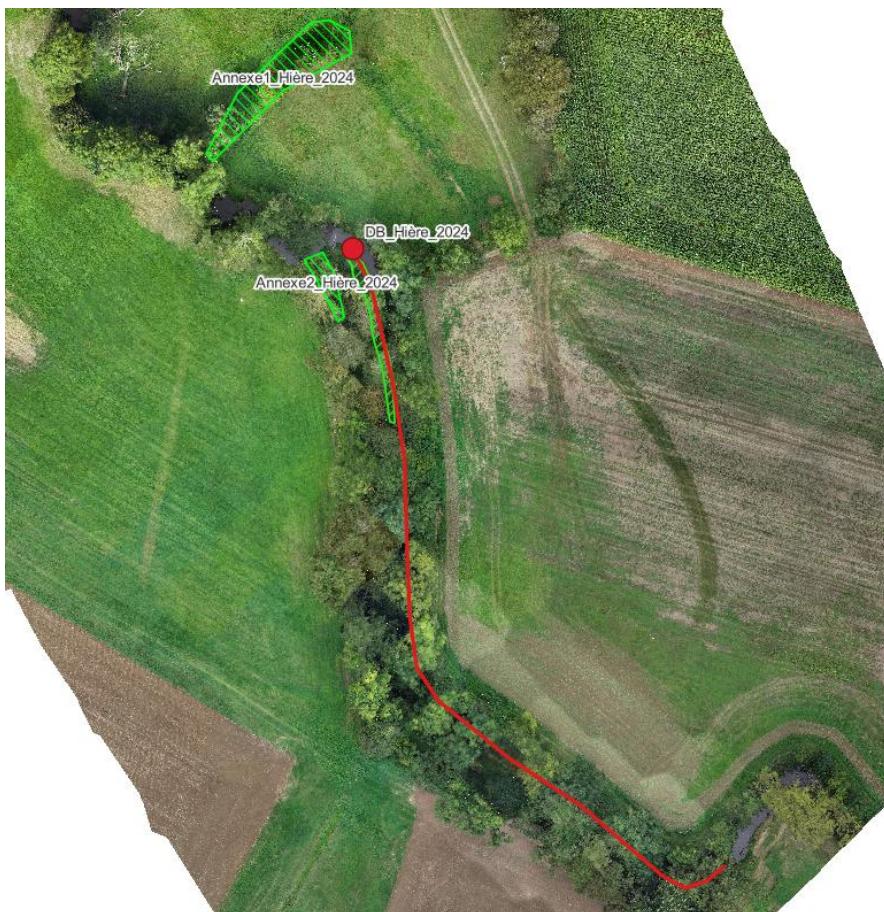


Figure 22: Localisation des sites sur l'Hière (Hydro Concept – septembre 2024)

7.5.1 Période de basses eaux

7.5.1.1 Plage du Seuil d'Accroissement du Risque (SAR)

Nous étudions ces données que dans la plage de débits moyens mensuels du cours d'eau, car la méthode d'habitat n'est pas faite pour les hautes eaux.

L'anguille et le brochet sont figurés à titre indicatif, mais ne seront pas utilisés pour définir les débits en périodes de basses eaux, mais utilisés pour étudier la connectivité et les périodes de moyennes et hautes eaux.

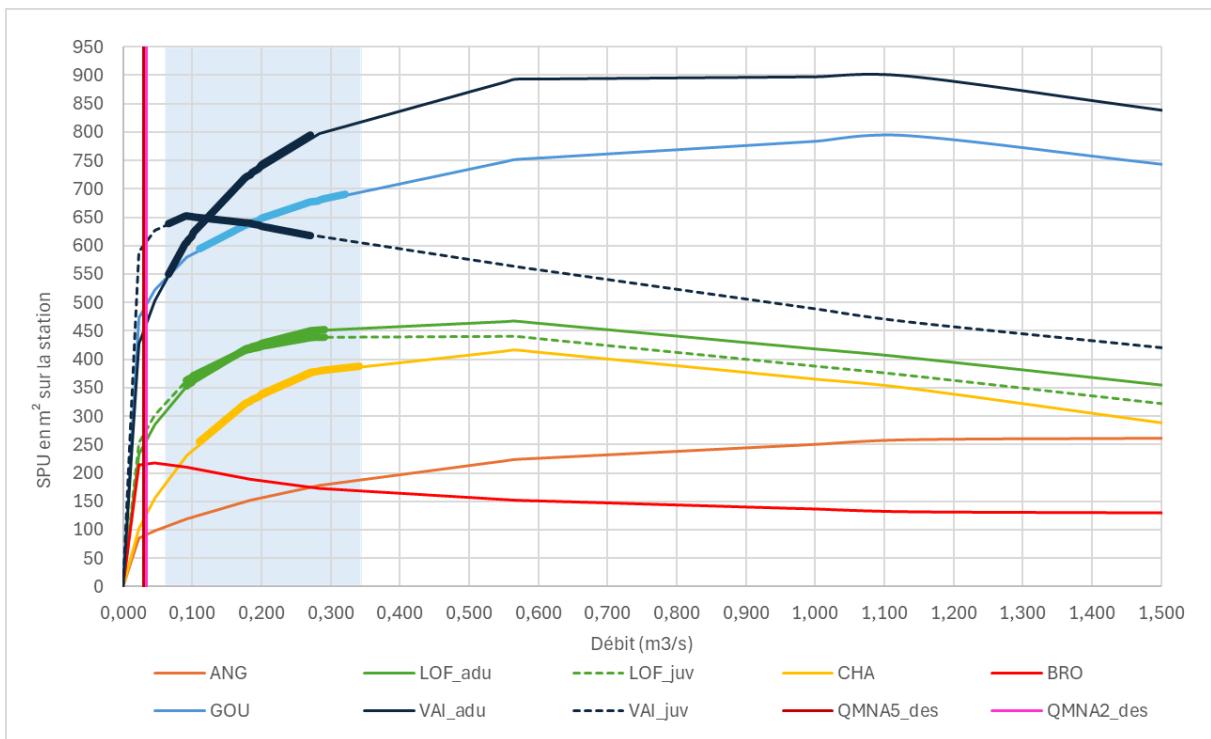


Figure 23: Évolution de la SPU sur l'Hière

Tableau 22: Plage du SAR sur l'Hière

Guilde / espèce	Valeur basse (l/s)	Valeur haute (l/s)
GOU	110	330
LOF	90	300 (les deux stades)
VAI	65 (moyenne des deux stades)	280 (stade adulte)
CHA	110	350

La plage proposée du SAR (zone en bleue) pour l'Hière se situe entre une valeur basse de 65 l/s (SAR min) et 350 l/s (SAR Max) pour le chabot. Pour rappel sur ce site le QMNA2 désinfluencé est de 34 l/s et le QMNA5 désinfluencé est de 30 l/s.

Dans ce cas, la plage de débit entre 65 et 350 l/s correspond à des conditions acceptables d'habitats pour les différentes espèces courantes.

La plage du SAR étudiée s'inscrit dans une gamme allant de 65 l/s à 350 l/s.

Ainsi, ces valeurs de SAR pourraient constituer une première gamme de valeurs cibles pour la détermination du débit biologique en période de basses eaux pour cette station. Ces valeurs sont ensuite examinées en les résitant dans le contexte hydrologique local, et notamment les caractéristiques d'étiage.

7.5.1.2 Proposition d'une plage de débits biologiques

Les valeurs de SAR minimum pour les espèces considérées montrent que ces valeurs sont relativement éloignées (45 l/s d'écart). Il est proposé de retenir une valeur intermédiaire de 90 l/s, seuil qui fait perdre moins de 10% de surface vis-à-vis de la valeur de SPU à 110 l/s pour le chabot.

La valeur haute pour le chabot est de 350 l/s. Autour de 250 l/s la progression de la SPU pour cette espèce apparaît marquer le pas, comme pour la loche franche et le goujon. Pour ces espèces, on est à

plus de 85% de la valeur de SPU maximale. Il est donc proposé de retenir cette valeur de 250 l/s comme valeur haute pour la plage de débits biologique en très basses eaux.

Sur la station de l'Usure, la plage de débits biologiques proposée pour les très basses eaux se situe entre une valeur basse de 90 l/s et une valeur haute de 250 l/s.

7.5.1.3 Évolution du ratio SPU / SPU de référence

Comme indiqué précédemment, la plage basse (75 l/s) est supérieure au QMNA5 et QMNA 2 désinfluencé.

Pour rappel entre le QMNA5 et le QMNA2, il y a 12 l/s de différence. On s'intéressera donc sur ce site à analyser la plage de débits biologiques pour la valeur de QMNA5 désinfluencé, en se concentrant prioritairement sur le chabot, espèce à enjeu, présente sur le bassin.

Tableau 23: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé

Débit	m3/s	ANG	LOF_adu	LOF_juv	CHA	BRO	GOU	VAI_adu	VAI_juv
VCN3	0,023	-5,0	-7,3	-6,4	-15,4	-0,6	-3,5	-5,9	-2,2
	0,025	-3,8	-5,5	-4,8	-11,5	-0,4	-2,6	-4,4	-1,6
	0,029	-1,3	-1,8	-1,6	-3,8	-0,1	-0,9	-1,5	-0,5
QMNA5	0,031	89,9	251,2	270,3	121,0	215,5	490,2	453,6	602,5
	0,033	1,3	1,8	1,6	3,8	0,1	0,9	1,5	0,5
QMNA2	0,035	2,5	3,6	3,2	7,7	0,3	1,8	2,9	1,1
	0,037	3,8	5,5	4,8	11,5	0,4	2,6	4,4	1,6
	0,045	8,8	12,7	11,1	26,9	1,0	6,1	10,2	3,8
Septembre	0,049	10,9	15,4	13,4	32,9	0,9	7,3	12,4	4,3
	0,057	14,9	20,0	17,3	43,6	0,3	9,4	16,4	5,1
	0,061	17,0	22,4	19,2	49,0	0,0	10,4	18,3	5,4
Août, SAR Min	0,065	19,0	24,7	21,2	54,4	-0,3	11,4	20,3	5,8
	0,073	23,0	29,4	25,1	65,2	-0,9	13,5	24,2	6,5
	0,081	27,1	34,0	29,0	75,9	-1,5	15,5	28,1	7,2
Seuil Bas de débit Bio	0,091	32,1	39,9	33,9	89,4	-2,3	18,0	33,0	8,1
	0,101	36,2	43,0	36,3	98,3	-3,3	19,5	36,0	8,0
Juillet	0,116	42,1	47,4	39,6	111,0	-4,9	21,4	40,3	7,7
	0,131	48,1	51,7	42,9	123,6	-6,5	23,3	44,5	7,4
Octobre	0,141	52,1	54,6	45,1	132,1	-7,6	24,6	47,4	7,1
	0,161	60,0	60,4	49,5	148,9	-9,8	27,2	53,0	6,7
	0,181	67,9	66,2	53,9	165,8	-11,9	29,8	58,7	6,2
Seuil Haut de débit Bio	0,201	74,0	69,2	55,9	175,9	-13,5	31,6	62,3	5,5
	0,251	88,6	75,5	59,9	198,3	-17,2	35,8	70,5	3,6
Juin	0,301	101,2	80,0	62,5	214,9	-20,3	39,4	77,1	1,8
SAR Max	0,351	110,2	81,2	62,6	220,5	-22,0	42,0	80,8	0,2
Mai	0,371	113,7	81,6	62,7	222,7	-22,7	43,1	82,3	-0,4

Comparativement à la valeur de référence de SPU pour le QMNA5 désinfluencé, le tableau ci-dessous permet d'observer :

- À 90 l/s, que les SPU des espèces analysées sont supérieures à celles observées au QMNA5 désinfluencé, avec 89% pour le chabot et entre 18 et 30% pour les autres espèces ;
- À 250 l/s, le gain de SPU est évidemment encore bien supérieur, avec des gains à minima de 198% pour le chabot et entre 35 et 75% pour les autres espèces.

7.5.1.4 Débit de survie

Si on considère les données de hauteur d'eau estimée par le modèle hydraulique sur les radiers lors de la réalisation des relevés hydrauliques, on peut estimer qu'à 40 l/s, la hauteur minimale serait toujours supérieure à 5 cm sur les radiers, légèrement supérieure à la limite de la franchissabilité pour les différentes espèces.

La figure ci-dessous permet de voir les zones en eau avec une hauteur d'eau supérieure à 5 cm, pour un débit de 23 l/s. Les profondeurs les plus faibles sont en bleues et les plus importantes en rouge. On observe bien que certaines zones sont hors d'eau à ce débit et ne permettent pas aux petites espèces de circuler librement.



Figure 24: Représentation des hauteurs d'eau supérieures à 5 cm à 23 l/s sur l'Hière (Hydro Concept)

Le tableau suivant permet de visualiser le nombre de jours dans l'année où le débit de 40 l/s ne devrait pas être atteint. Celui-ci est mis en comparaison avec d'autres débits caractéristiques.

Tableau 24: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques

	QMNA2_des	QMNA5_des	VCN10_des	VCN3_des	Débit de survie	Seuil bas de débit biologique	Seuil haut de débit biologique
Débit (l/s)	0.034	0.03	0.02	0.023	40	90	250
% de jours de dépassement	93	95	96	95.5	90	70	47
Nb Jours non dépassés	25	18	14	16	36	109	193

Sur la station de l'Hière le débit de survie est évalué à 40 l/s.

7.5.2 Connectivité

7.5.2.1 Lit mineur

On considère qu'à 300 l/s (proche du SAR Max du Chabot : 350 l/s), l'intégralité du lit mineur est en eau, ce qui permet aux habitats d'être tous mis en eau, avec une hauteur plus ou moins importante. Les zones de bordure sont toutefois recouvertes d'une faible hauteur d'eau.

Ci-dessous est figurée la valeur d'habitat pour le chabot à différents débits. Les valeurs d'habitat les plus favorables sont en rouge, celles en bleu sont les moins favorables.



Figure 25: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Hière à 284 l/s (Hydro Concept)



Figure 26: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Hière à 567 l/s (Hydro Concept)

Entre 300 l/s et 550 l/s, la SPU du chabot évolue peu, elle est proche de sa valeur maximale.

7.5.2.2 Franchissabilité des radiers

Les hauteurs d'eau observées sur les radiers ou plats courants lors des expertises de terrain, ou estimées par les transects, sont figurées ci-dessous.

Débit (l/s)	Hauteur estimée par calcul (cm)	CHA/GOU/LOF/VAI	BRO	ANG	Synthèse
40	5		Red		Orange
90	10		Orange		Yellow
180	15		Yellow		Yellow
400	20				

À bas débit la franchissabilité n'est pas assurée pour le brochet, seules l'anguille et les petites espèces peuvent circuler au-dessus de 40 l/s.

À 400 l/s, on estime que le brochet arrivera à franchir les zones de radiers et atteindre d'autres zones du cours d'eau.

7.5.2.3 Annexe hydraulique

Les résultats de l'analyse de la connectivité du lit mineur avec ses annexes hydrauliques sont également présentés dans le paragraphe suivant 8.8.1

À partir de 200 l/s, on considère que la connectivité au sein du lit mineur est assurée, qu'en dessous de 400 l/s, la franchissabilité des radiers n'est pas acquise pour toutes les espèces.

À 550 l/s l'Hière présente son potentiel maximal pour les principales espèces d'eaux courantes.

La connectivité des annexes hydrauliques débute à 1100 l/s, mais commence à être bonne à partir de Q10%.

Sur la station de l'Hière, la plage de débits printaniers et automnaux se situe entre une valeur basse de 200 l/s et une valeur haute de 550 l/s, qui servira de période de transition entre les périodes de basses eaux et celles de hautes eaux

7.6 UH6 Oudon moyen

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : linéaire HABBY et connectivité du lit mineur, en vert : annexes hydrauliques, en jaune végétation aquatique et banquettes éventuelles.



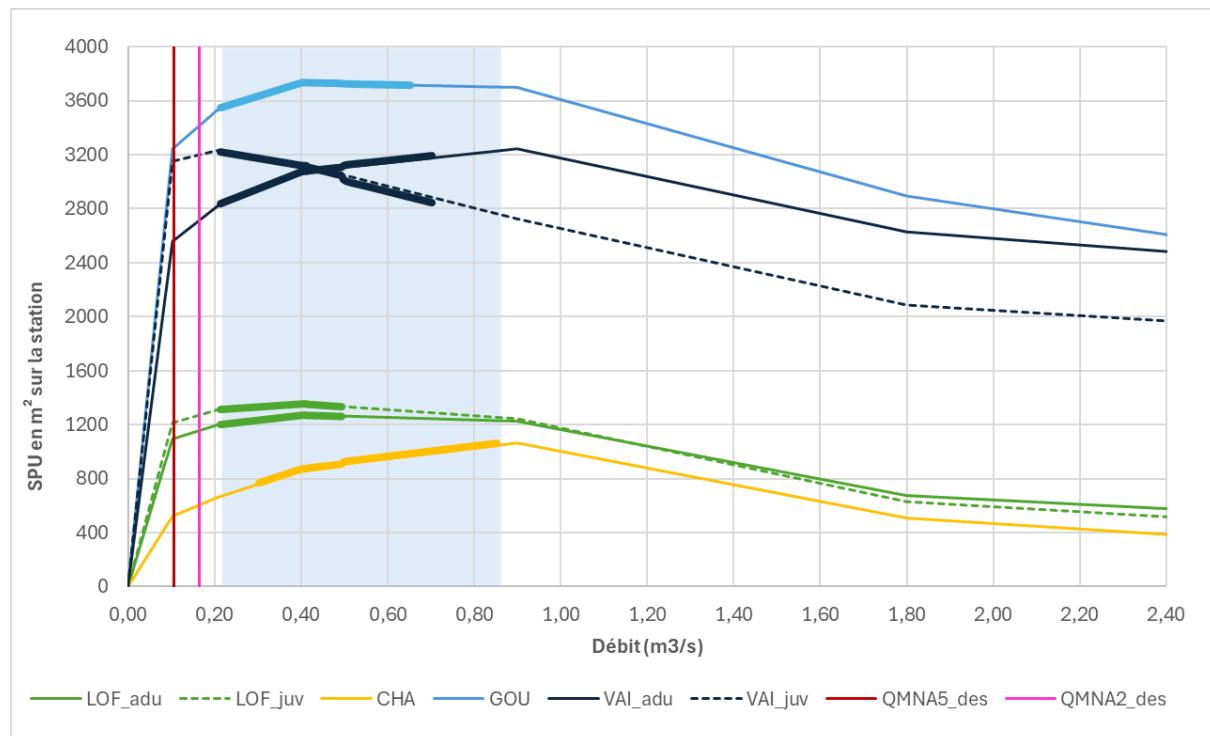
Figure 27: Localisation des sites sur l'Oudon Moyen (Hydro Concept – septembre 2024)

7.6.1 Période de basses eaux

7.6.1.1 Plage du Seuil d'Accroissement du Risque (SAR)

Nous étudions ces données que dans la plage de débits moyens mensuels du cours d'eau, car la méthode d'habitat n'est pas faite pour les hautes eaux.

L'anguille et le brochet sont figurés, mais ne seront pas utilisés pour définir les débits en périodes de basses eaux, mais utilisés pour étudier la connectivité et les périodes de moyennes et hautes eaux.



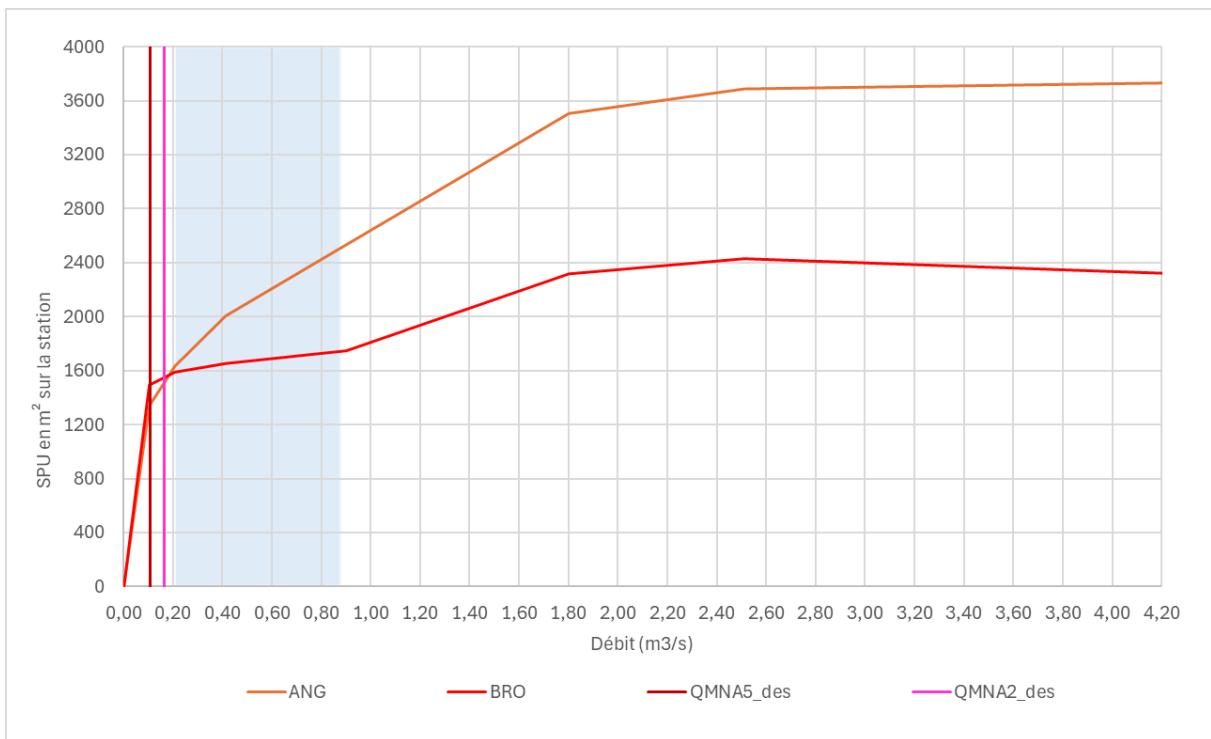


Figure 28: Évolution de la SPU sur l’Oudon Moyen

Tableau 25: Plage du SAR sur l’Oudon Moyen

Guilde / espèce	Valeur basse (l/s)	Valeur haute (l/s)
GOU	210	660
LOF	210 (moyenne des 2 stades)	500 (les deux stades)
VAI	210	750 (stade adulte)
CHA	300	860

La plage proposée du SAR (zone en bleue) pour l’Oudon se situe entre une valeur basse de 210 l/s (SAR min) pour les espèces courantes et 860 l/s (SAR Max) pour le chabot, espèce à enjeux. Pour rappel sur ce site le QMNA2 désinfluencé est de 164 l/s et le QMNA5 désinfluencé est de 107 l/s.

Dans ce cas, la plage de débit entre 210 et 860 l/s correspond à des conditions acceptables d’habitats pour les différentes espèces courantes.

La plage du SAR étudiée s’inscrit dans une gamme allant de 210 l/s à 860 l/s.

Ainsi, ces valeurs de SAR pourraient constituer une première gamme de valeurs cibles pour la détermination du débit biologique en période de basses eaux pour cette station. Ces valeurs sont ensuite examinées en les resituant dans le contexte hydrologique local, et notamment les caractéristiques d’étiage.

7.6.1.2 Proposition d’une plage de débits biologiques

Les valeurs de SAR minimum pour les espèces considérées montrent que ces valeurs sont relativement éloignées (90 l/s d’écart). Il est proposé de retenir la valeur haute de 300 l/s pour le chabot.

La valeur haute pour le chabot est de 860 l/s. Autour de 750 l/s la progression de la SPU pour cette espèce apparaît marquer le pas, comme pour les autres espèces. Pour ces espèces, on se situe entre 94 et 99% de la SPU maximale.

Il est donc proposé de retenir cette valeur de 750 l/s comme valeur haute pour la plage de débits biologique en très basses eaux.

Sur la station de l'Oudon Moyen, la plage de débits biologiques proposée pour les très basses eaux se situe entre une valeur basse de 300 l/s et une valeur haute de 750 l/s.

7.6.1.3 Évolution du ratio SPU / SPU de référence

Comme indiqué précédemment, la plage basse (300 l/s) est supérieure au QMNA5 et QMNA 2 désinfluencé.

Pour rappel entre le QMNA5 et le QMNA2, il y a 57 l/s de différence. On s'intéressera donc sur ce site à analyser la plage de débits biologiques pour la valeur de QMNA5 désinfluencé, en se concentrant prioritairement sur le chabot, espèce à enjeu, présente sur le bassin.

Tableau 26: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé

Débit	m3/s	ANG	LOF_adu	LOF_juv	CHA	BRO	GOU	VAI_adu	VAI_juv
VCN	0,103	-1,0	-0,5	-0,4	-1,3	-0,3	-0,4	-0,5	-0,1
QMNA5	0,108	1355,3	1100,2	1219,3	526,7	1499,2	3257,4	2571,6	3156,6
	0,118	2,1	0,9	0,8	2,5	0,6	0,9	1,0	0,2
	0,128	4,2	1,8	1,5	5,1	1,2	1,7	2,0	0,5
	0,138	6,3	2,7	2,3	7,6	1,8	2,6	2,9	0,7
	0,148	8,4	3,6	3,0	10,2	2,5	3,4	3,9	1,0
	0,158	10,5	4,5	3,8	12,7	3,1	4,3	4,9	1,2
QMNA2	0,163	11,5	5,0	4,2	14,0	3,4	4,7	5,4	1,3
	0,173	13,6	5,9	4,9	16,6	4,0	5,6	6,4	1,6
	0,183	15,7	6,8	5,7	19,1	4,6	6,4	7,3	1,8
	0,203	19,9	8,6	7,2	24,2	5,9	8,1	9,3	2,3
SAR Min	0,213	21,5	9,1	7,6	26,4	6,2	8,6	9,9	2,3
Septembre	0,243	25,5	10,1	8,1	32,3	6,8	9,5	11,4	1,8
	0,273	29,5	11,1	8,6	38,2	7,4	10,4	12,9	1,3
Seuil Bas de Débit Bio	0,303	33,5	12,1	9,2	44,2	8,1	11,3	14,3	0,7
	0,353	40,2	13,8	10,1	54,1	9,1	12,8	16,8	-0,1
Août	0,363	41,5	14,1	10,2	56,1	9,3	13,1	17,3	-0,3
	0,403	46,9	15,4	11,0	64,0	10,1	14,3	19,2	-1,0
	0,453	51,4	15,4	10,4	68,8	10,9	14,5	20,2	-2,2
	0,503	55,3	14,9	9,4	72,4	11,5	14,4	20,9	-3,5
	0,603	63,3	14,1	7,6	79,8	12,8	14,2	22,2	-6,0
	0,703	71,3	13,2	5,8	87,1	14,1	14,0	23,6	-8,6
Seuil Haut de Débit Bio	0,753	75,3	12,7	4,8	90,7	14,7	13,9	24,2	-9,9
	0,803	79,3	12,3	3,9	94,4	15,4	13,8	24,9	-11,2
	0,853	83,3	11,9	3,0	98,1	16,0	13,7	25,6	-12,4
	0,9	87,0	11,5	2,1	101,5	16,6	13,6	26,2	-13,6
	0,903	87,3	11,3	2,0	101,2	16,8	13,5	26,1	-13,7
	1,003	95,2	5,7	-3,6	89,5	21,0	10,7	23,4	-16,0

Comparativement à la valeur de référence de SPU pour le QMNA5 désinfluencé, le tableau ci-dessous permet d'observer :

- À 300 l/s, que les SPU des espèces analysées sont supérieures à celles observées au QMNA5 désinfluencé, avec 44% pour le chabot et entre 18 et 15% pour les autres espèces ;
- À 750 l/s, le gain de SPU est évidemment encore bien supérieur, avec des gains à minima de 90% pour le chabot et entre 12 et 25% pour les autres espèces.

- Les juvéniles de vairons et de loches voient leur SPU baisser, avec l'augmentation du débit, les vitesses du cours d'eau augmentent, ce qui n'est pas favorable à ce stade. Toutefois, les individus vont se cantonner aux zones lentes, près des bordures.

7.6.1.4 Débit de survie

Si on considère les données de hauteur d'eau estimée par le modèle hydraulique sur les radiers lors de la réalisation des relevés hydrauliques, on estime qu'à 103 l/s, la hauteur minimale serait toujours supérieure à 5 cm sur les radiers, toutefois pour ce même débit on observe une grande zone à moins de 8 cm et un filet d'eau sur un long radier, ce qui laisse à penser que de nombreuses zones sont à la limite de la franchissabilité à 103 l/s.

On préconise donc un débit légèrement supérieur de 160 l/s pour assurer la franchissabilité des radiers pour les petites espèces en période de crise.

Les figures ci-dessous permettent de voir les zones en eau avec une hauteur d'eau supérieure à 5 cm et 8 cm, pour un débit de 103 l/s. Les profondeurs les plus faibles sont en bleues et les plus importantes en rouge. On observe bien que certaines zones sont hors d'eau à ces débits et ne permettent pas aux petites espèces de circuler librement.

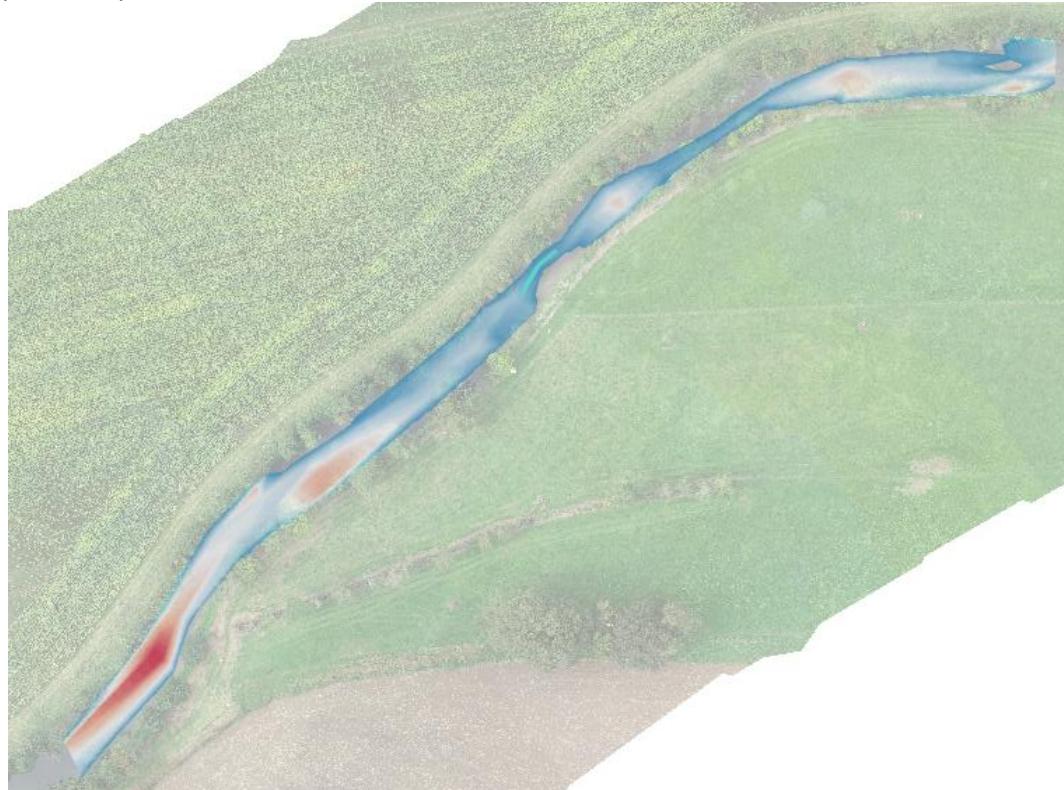


Figure 29: Représentation des hauteurs d'eau supérieure à 5 cm à 103 l/s sur l'Oudon Moyen (Hydro Concept)



Figure 30: Représentation des hauteurs d'eau supérieure à 8 cm à 103 l/s sur l'Odon Moyen (Hydro Concept)

Le tableau suivant permet de visualiser le nombre de jours dans l'année où le débit de 160 l/s ne devrait pas être atteint. Celui-ci est mis en comparaison avec d'autres débits caractéristiques.

Tableau 27: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques

	QMNA2_des	QMNA5_des	VCN10_des	VCN3_des	Débit de survie	Seuil bas de débit biologique	Seuil haut de débit biologique
Débit (l/s)	164	107	103	103	160	300	750
% de jours de dépassement	90	96	95	95	90	75	54
Nb Jours non dépassés	36	16	18	18	36	91	168

Sur la station de l'Odon Moyen le débit de survie est évalué à 160 l/s.

7.6.2 Connectivité

7.6.2.1 Lit mineur

On considère qu'à 1050 l/s, une grande partie du lit mineur est en eau, toutefois à 2500 l/s, les banquettes minérales sont toutes recouvertes, ce qui permet aux habitats d'être tous mis en eau, avec une hauteur plus ou moins importante. Les zones de bordure sont toutefois recouvertes d'une faible hauteur d'eau.

Ci-dessous est figurée la valeur d'habitat pour le brochet à différents débits. Les valeurs d'habitat les plus favorables sont en rouge, celles en bleu sont les moins favorables.

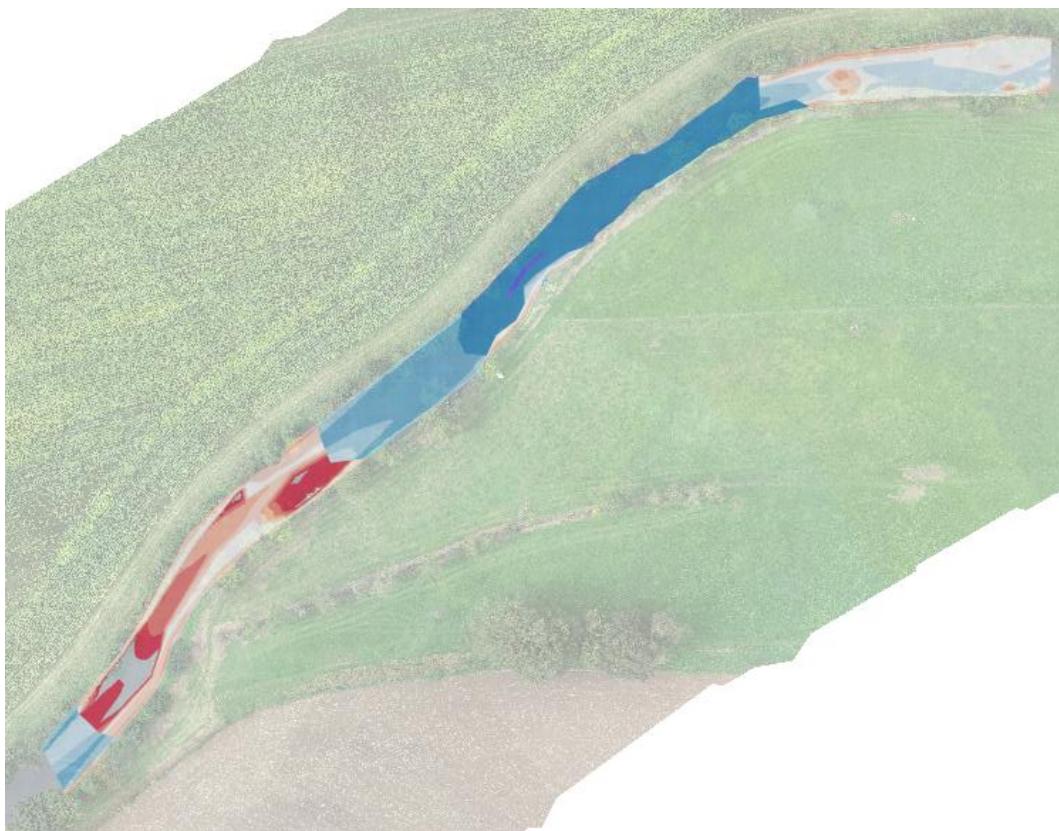


Figure 31: Représentation des valeurs d'habitat pour le brochet sur l'Oudon à 900 l/s (Hydro Concept)

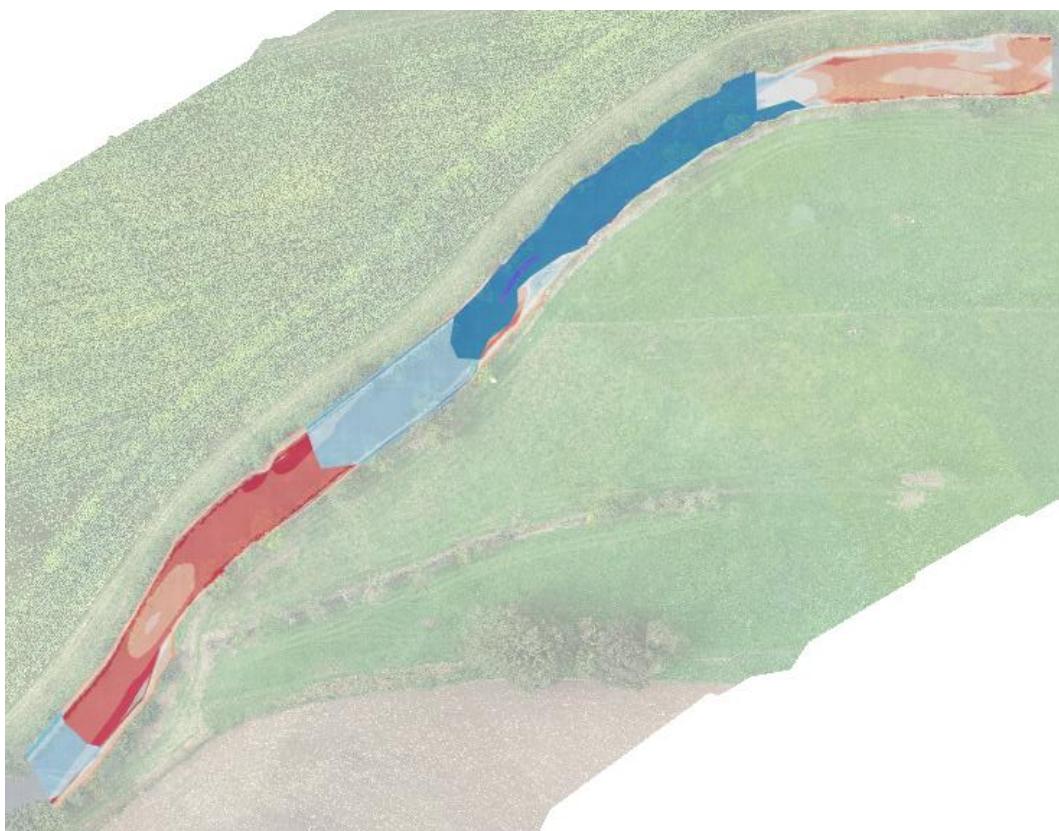


Figure 32: Représentation des valeurs d'habitat pour le brochet sur l'Oudon à 2500 l/s (Hydro Concept)

Entre ces deux débits, on observe une augmentation des zones favorables au brochet, notamment sur les zones profondes vers l'aval, et sur les bordures où des banquettes d'hélophytes sont présentes.

7.6.2.2 *Franchissabilité des radiers*

Les hauteurs d'eau observées sur les radiers ou plats courants lors des expertises de terrain, ou estimés par les transects, sont figurées ci-dessous.

Débit (l/s)	Hauteur estimée par calcul (cm)	CHA/GOU/LOF/VAI	BRO	ANG	Synthèse
103	5	Yellow	Red	Green	Orange
160	8	Green	Red	Green	Yellow
200	10	Green	Red	Green	Yellow
400	16	Green	Yellow	Green	Yellow
500	20	Green	Green	Green	Green

À bas débit la franchissabilité n'est pas assurée pour le brochet, seules l'anguille et les petites espèces peuvent circuler au-dessus de 160 l/s.

À 500 l/s, on estime que le brochet arrivera à franchir les zones de radiers et atteindre d'autres zones du cours d'eau.

7.6.2.3 *Annexe hydraulique*

Les résultats de l'analyse de la connectivité du lit mineur avec ses annexes hydrauliques sont également présentés dans le paragraphe suivant 8.9.1

À partir de 1050 l/s, on considère que la connectivité au sein du lit mineur est assurée, qu'en dessous de 500 l/s, la franchissabilité des radiers n'est pas acquise pour toutes les espèces.

À 2500 l/s l'Oudon Moyen présente un bon potentiel, toutes les banquettes minérales sont recouvertes, et les zones de banquettes hélophytes commencent à être en eau.

La connectivité des annexes hydrauliques débute réellement à partir de 4000 l/s, mais commence à être bonne à partir de Q10%.

Sur la station de l'Oudon Moyen, la plage de débits printaniers et automnaux se situe entre une valeur basse de 1050 l/s et une valeur haute de 2500 l/s, qui servira de période de transition entre les périodes de basses eaux et celles de hautes eaux

7.7 UH8 Misengrain

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : linéaire ESTIMHAB et connectivité du lit mineur, en vert : annexes hydrauliques.



Figure 33: Localisation des sites sur le Misengrain

7.7.1 Période de basses eaux

7.7.1.1 Plage du Seuil d'Accroissement du Risque (SAR)

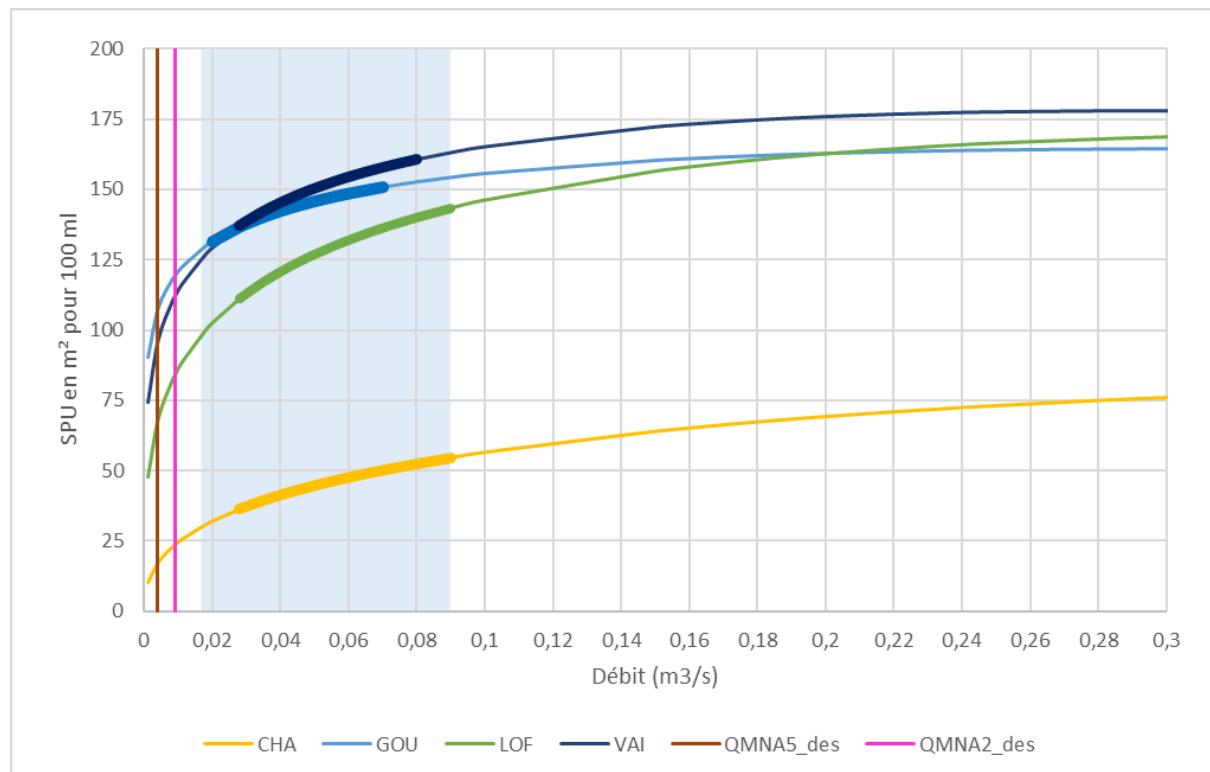


Figure 34: Évolution de la SPU sur le Misengrain

Tableau 28: Plage du SAR sur le Misengrain

Guilde / espèce	Valeur basse (l/s)	Valeur haute (l/s)
GOU	20	70
LOF	25	90
VAI	25	80
CHA	25	90

La plage proposée du SAR (zone en bleue) pour le Misengrain se situe entre une valeur basse de 20 l/s (SAR min) et 90 l/s (SAR Max). Pour rappel sur ce site le QMNA2 désinfluencé est de 9 l/s et le QMNA5 désinfluencé est de 4 l/s.

Dans ce cas, la plage de débit entre 20 et 90 l/s correspond à des conditions acceptables d'habitats pour les différentes espèces courantes.

La plage du SAR étudiée s'inscrit dans une gamme allant de 20 l/s à 90 l/s.

Ainsi, ces valeurs de SAR pourraient constituer une première gamme de valeurs cibles pour la détermination du débit biologique en période de basses eaux pour cette station. Ces valeurs sont ensuite examinées en les résitant dans le contexte hydrologique local, et notamment les caractéristiques d'étiage.

7.7.1.2 Proposition d'une plage de débits biologiques

Les valeurs de SAR minimum pour les espèces considérées montrent que ces valeurs sont relativement proches. Il est proposé de retenir une valeur intermédiaire pour définir le seuil bas de débit biologique correspondant au SAR min du chabot, espèce à enjeux, soit 25 l/s.

La valeur haute pour le chabot est de 90 l/s. Autour de 70 l/s la progression de la SPU pour cette espèce apparaît marquer le pas, comme pour le vairon et le goujon, mais un peu moins pour la loche. Pour ces 3 espèces, on est à plus de 80% de la valeur de SPU maximale. Il est donc proposé de retenir cette valeur de 70 l/s comme valeur haute pour la plage de débits biologique en très basses eaux.

Sur la station du Misengrain, la plage de débits biologiques proposée pour les très basses eaux se situe entre une valeur basse de 25 l/s et une valeur haute de 70 l/s.

7.7.1.3 Évolution du ratio SPU / SPU de référence

Comme indiqué précédemment, la plage basse de SAR (25 l/s) est très supérieure au QMNA5 et QMNA 2 désinfluencé.

Pour rappel entre le QMNA5 et le QMNA2, il n'y a que 5 l/s de différence. On s'intéressera donc sur ce site à analyser la plage de débits biologiques pour la valeur de QMNA5 désinfluencé, en se concentrant prioritairement sur le chabot, espèce à enjeu, présente à l'aval du bassin.

Tableau 29: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé

Débit	m3/s	CHA	GOU	LOF	VAI
	0,001	-41,8	-16,3	-30,1	-23,0
QMNA5_des, VCN	0,004	17,2	107,9	68,5	96,5
Septembre	0,008	30,8	9,1	19,3	13,7
QMNA2_des	0,009	36,9	10,7	22,9	16,2
Août	0,011	47,8	13,5	29,3	20,5
Juillet	0,018	78,3	20,5	46,1	31,5
SAR_MIN	0,02	85,5	22,0	49,9	34,0
Seuil Bas Débit Bio	0,025	101,6	25,2	58,1	39,2
Octobre	0,029	113,0	27,4	63,8	42,7
	0,035	128,2	30,1	71,1	47,2
	0,0402	140,0	32,1	76,6	50,5
	0,045	149,9	33,7	81,1	53,2
	0,047	153,8	34,3	82,9	54,2
Juin	0,05	159,4	35,2	85,4	55,7
Mai	0,059	174,9	37,5	92,1	59,5
Avril, Seuil Haut de Débit Bio	0,07	191,5	39,8	99,1	63,4
	0,08	204,9	41,5	104,5	66,4
Novembre	0,081	206,2	41,7	105,0	66,7
SAR_MAX	0,09	217,0	43,0	109,2	68,9
	0,1	228,0	44,3	113,4	71,1
	0,15	271,2	48,6	128,4	78,4
Mars	0,155	274,7	48,9	129,5	78,9
	0,16	278,1	49,2	130,5	79,4

Comparativement à la valeur de référence de SPU pour le QMNA5 désinfluencé, le tableau ci-dessous permet d'observer :

- À 25 l/s, que les SPU des espèces analysées sont notablement supérieures à celles observées au QMNA5 désinfluencé, avec au minimum 25% pour le goujon et 101% pour le chabot ;



- À 70 l/s, le gain de SPU est évidemment encore bien supérieur, avec des gains à minima de 40% pour le goujon et près de 190% pour le chabot.

7.7.1.4 Débit de survie

À partir du tableau ci-dessus, on observe une baisse de la SPU de 10% pour les espèces ciblées dès que le débit baisse en dessous de 4 l/s.

Si on considère les données de hauteur d'eau estimée par le calcul sur les radiers lors de la réalisation des transects, on peut estimer qu'à 10 l/s, la hauteur minimale serait toujours supérieure à 5 cm, légèrement supérieure à la limite de la franchissabilité pour les différentes espèces.

Les relevés de hauteur d'eau observés lors de la campagne Estimhab à bas débit à 9 l/s, 10 cm en moyenne sur la station, et 4.4 cm en moyenne sur les radiers, confirment cela.

Le tableau suivant permet de visualiser le nombre de jours dans l'année où le débit de 10 l/s ne devrait pas être atteint. Celui-ci est mis en comparaison avec d'autres débits caractéristiques.

Tableau 30: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques

	QMNA2_des	QMNA5_des	VCN10_des	VCN3_des	Débit de survie	Seuil bas de débit biologique	Seuil haut de débit biologique
Débit (l/s)	9	4	4	4	10	25	70
% de jours de dépassement	75	96	96	96	73	55	35
Nb Jours non dépassés	91	14	14	14	98	164	237

Sur la station du Misengrain le débit de survie est évalué à 10 l/s.

7.7.2 Connectivité

7.7.2.1 Lit mineur

Tableau 31: Analyse de la connectivité des habitats au sein du lit mineur – Station du Misengrain

Misengrain			B1	B2	B3	B4	Habitat 1		Habitat 2			Habitat 3		% d'habitats (H1 à H3)
Débit (m3/s)	Hauteur eau moy. (m)	Largeur moy. (m)	Hauteur sous berge non utilisée (cm)	Taux d'occupation moyen d'une sous-berge en eau (%)	Longueur sous-berge en eau	Linéaire sous-berge en eau (B3/Ltot) %	Taux d'occupation des berges/sous berge en eau (%)		Long. système racinaire en eau	% m ² (bloc, gros bois ...) hors d'eau (*)	surface en m ² (Bloc, gros bois ...) hors d'eau pour 100 m ²	% estimée (blocs, gros bois ...) en eau		
C1 0,01	0,102	1,83	16	50,6	21,2	22,9	13,5							22,0
C2 0,13	0,195	2,52	6,9	83,6	30,7	33,2	30,4							30,1
Evolution entre C1 et C2			-9,2	65%	45%	124%			11%	-82%	2,6	108%		36,9%

Entre les deux campagnes, on observe une augmentation significative du gain d'habitats (36.9%). Le gain est notamment plus marqué pour les sous-berges en eau et les habitats du lit qui augmentent de plus de 100% entre les deux campagnes.

Le croisement des observations de terrain, des estimations de débit à l'aide des transects et des résultats produits par ESTIMHAB suggère qu'un taux de berge en eau proche de 100 % correspond à un débit du cours d'eau proche des 200 l/s.

7.7.2.2 Franchissabilité des radiers

Les hauteurs d'eau observées sur les radiers ou plats courants lors des expertises de terrain, ou estimés par les transects, sont figurées ci-dessous.

Débit (l/s)	Hauteur moyenne sur les radiers		Espèces étudiées			
	Estimhab ou observée (cm)	Estimée par calcul (cm)	CHA/GOU/LOF/VAI	BRO	ANG	Synthèse
C1	9	4.5	3			
	25		7			
	40		9			
C2	128	15	18			
C3	668	>35	32			

À bas débit la franchissabilité n'est pas assurée pour les petites espèces, seule l'anguille peut franchir facilement les radiers. À 25 l/s (SAR Min du chabot), on considère que la franchissabilité commence à être juste bonne.

À 40 l/s, la connectivité au sein du lit est 50% supérieure à celle observée à 9 l/s.

En moyennes eaux, le brochet et les espèces de grande taille auront des difficultés à se déplacer, mais son potentiel d'accueil sur le ruisseau est quasi nul sur ce secteur, à 150 l/s, il devrait pouvoir circuler. Comme sur ce secteur le potentiel pour le brochet est nul, nous ne prendrons pas en compte sa franchissabilité.

7.7.2.3 Annexe hydraulique

Les résultats de l'analyse de la connectivité du lit mineur avec ses annexes hydrauliques sont présentés dans le tableau suivant :



Tableau 32: Analyse de la connectivité du lit mineur avec ses annexes – Station du Misengrain

Station : Misengrain		Annexe n° : 1		
Descriptif annexes hydrauliques	Campagne	C1	C2	C3
	Date relevé :	19/9/24	23/10/24	14/1/25
	Débit mesuré (l/s)	9,1	128,5	668,3
	Type annexe hydraulique	Bras secondaire		
	Commentaires	faible potentiel, quelques iris		
	Surface (m ²) drone ou estimée	2,0	11,0	60,0
	Evolution de la surface de l'annexe (%)		450%	2900%
	A: Cote relative fond cours d'eau (m)	2,1	2,1	2,1
	B: Cote relative entrée annexe (m)	1,8	1,8	1,8
	C: Cote relative ligne d'eau cours d'eau (m)	2,04	2,4	2,7
	Cn-C(n-1)		0,36	0,30
	D: Cote ligne d'eau aval de l'annexe (m) ou E	2,04	2,4	2,7
	E: hauteur d'eau entrée annexe (D-B) en m	0,24	0,6	0,9
	F: distance entre annexe et cours d'eau (m)	0,5	0,5	0,5
	G: Pente (%)	0%	0%	0%
	H: Dénivelé (cm) (D-C)	0,00	0,00	0,00
	Connexion annexe (Hors d'eau Partiellement en eau Totalement en eau)	Totalement	Totalement	Totalement
Spécies et tirant d'eau minimal (ICE)	BAF	10	NC	NC
	TRF	5	NC	NC
	CHA	5		
	LOF	5		
	GOU	5		
	VAI	5		
	BRO	15		
	ANG	2		

Cette annexe a un très faible potentiel en raison de sa faible surface, hormis en hautes eaux où l'alimentation de celle-ci est également réalisée par l'amont.

À partir de 130 l/s, on considère que la connectivité au sein du lit mineur est assurée (voir partie 7.7.2.2), mais qu'en dessous de 200 l/s la connectivité au sein du lit n'est pas maximale. La connectivité des annexes hydrauliques est bonne au-delà de 130 l/s, même si le potentiel d'accueil est quasi nul sur ce secteur.

Sur la station du Misengrain, la plage de débits printaniers et automnaux se situe entre une valeur basse de 40 l/s et une valeur haute de 130 l/s.

7.8 UH11 Argos

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : linéaire HABBY et connectivité du lit mineur, en vert : annexes hydrauliques, en jaune végétation aquatique et banquettes éventuelles.



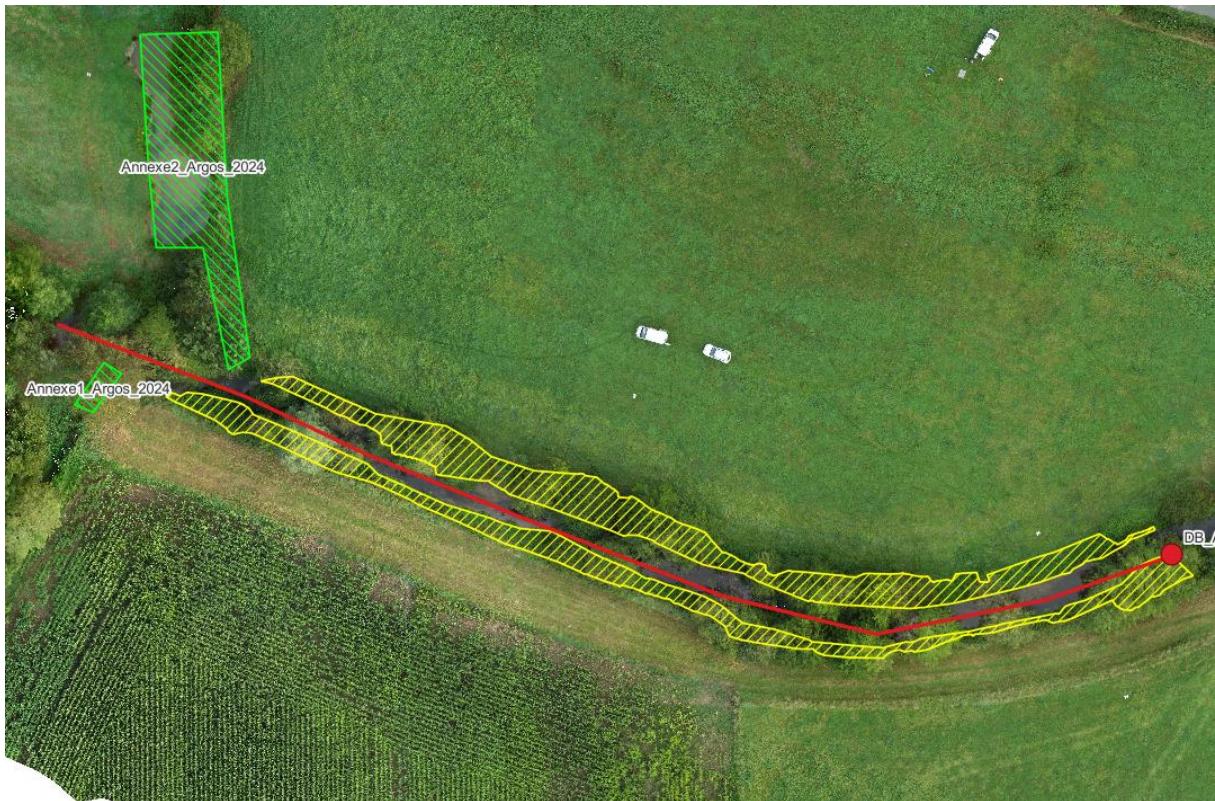


Figure 35: Localisation des sites sur l'Argos (Hydro Concept – septembre 2024)

7.8.1 Période de basses eaux

7.8.1.1 Plage du Seuil d'Accroissement du Risque (SAR)

Nous étudions ces données que dans la plage de débits moyens mensuels du cours d'eau, car la méthode d'habitat n'est pas faite pour les hautes eaux.

L'anguille et le brochet sont figurés à titre indicatif, mais ne seront pas utilisés pour définir les débits en périodes de basses eaux, mais utilisés pour étudier la connectivité et les périodes de moyennes et hautes eaux.

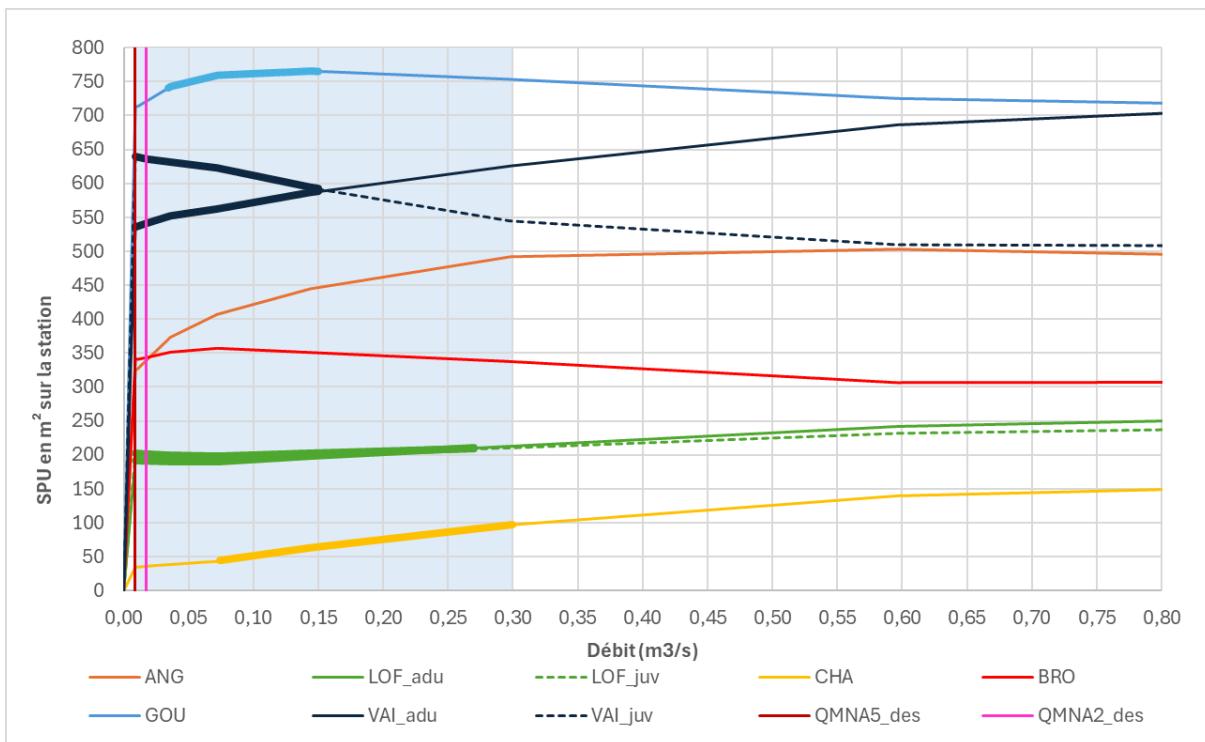


Figure 36: Évolution de la SPU sur l'Argos

Tableau 33: Plage du SAR sur l'Argos

Guilde / espèce	Valeur basse (l/s)	Valeur haute (l/s)
GOU	33	150
LOF	9	270 les deux stades
VAI	9	150 (intersection des deux stades)
CHA	73	300

La plage proposée (zone en bleue) pour l'Argos se situe entre une valeur basse de 9 l/s (SAR min) et 300 l/s (SAR Max) pour le chabot. Pour rappel sur ce site le QMNA2 désinfluencé est de 17 l/s et le QMNA5 désinfluencé est de 9 l/s.

Dans ce cas, la plage de débit entre 9 et 300 l/s correspond à des conditions acceptables d'habitats pour les différentes espèces courantes.

La plage du SAR étudiée s'inscrit dans une gamme allant de 9 l/s à 300 l/s.

Ainsi, ces valeurs de SAR pourraient constituer une première gamme de valeurs cibles pour la détermination du débit biologique en période de basses eaux pour cette station. Ces valeurs sont ensuite examinées en les résitant dans le contexte hydrologique local, et notamment les caractéristiques d'étiage.

7.8.1.2 Proposition d'une plage de débits biologiques

Les valeurs de SAR minimum pour les espèces considérées montrent que ces valeurs sont relativement proches. Il est proposé de retenir une valeur intermédiaire pour définir le seuil bas de débit biologique, soit 50 l/s, ce seuil bas est proche de la valeur basse du chabot, espèce à enjeux.

La valeur haute pour le chabot est de 300 l/s. Autour de 150 l/s la progression de la SPU pour cette espèce apparaît marquer le pas, comme pour les autres espèces. Pour ces 3 espèces, on est à plus de

80% de la valeur de SPU maximale. Pour le chabot, on constate juste une baisse de 10% de SPU entre les valeurs à 150 et 300 l/s. Il est donc proposé de retenir cette valeur de 150 l/s comme valeur haute pour la plage de débits biologique en très basses eaux.

Sur la station de l'Argos, la plage de débits biologiques proposée pour les très basses eaux se situe entre une valeur basse de 50 l/s et une valeur haute de 150 l/s.

7.8.1.3 Évolution du ratio SPU / SPU de référence

Comme indiqué précédemment, la plage basse (33 l/s) est supérieure au QMNA5 et QMNA 2 désinfluencé.

Pour rappel entre le QMNA5 et le QMNA2, il y a 11 l/s de différence. On s'intéressera donc sur ce site à analyser la plage de débits biologiques pour la valeur de QMNA5 désinfluencé, en se concentrant prioritairement sur le chabot, espèce à enjeu, présente sur le bassin.

Tableau 34: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé

Débit	m3/s	ANG	LOF_adu	LOF_juv	CHA	BRO	GOU	VAI_adu	VAI_juv
QMNA5, VCN, SAR_Min	0,009	323,8	191,1	202,3	34,6	340,6	711,8	536,2	640,2
	0,011	1,2	0,0	-0,1	1,1	0,2	0,3	0,2	-0,1
QMNA2	0,017	4,7	-0,2	-0,5	4,6	0,9	1,3	0,9	-0,5
Septembre	0,018	5,3	-0,2	-0,5	5,2	1,0	1,4	1,1	-0,6
	0,026	9,8	-0,4	-0,9	8,2	2,0	2,7	1,9	-0,9
	0,03	12,1	-0,5	-1,1	9,8	2,5	3,4	2,4	-1,1
Août	0,032	13,2	-0,6	-1,2	10,6	2,8	3,7	2,6	-1,1
Seuil Bas Débit Bio	0,05	19,5	-0,7	-1,7	17,3	3,9	5,3	3,7	-1,8
Juillet	0,052	20,1	-0,7	-1,8	18,0	4,0	5,4	3,9	-1,9
	0,06	22,4	-0,7	-1,9	21,0	4,4	5,9	4,3	-2,2
	0,07	25,3	-0,8	-2,1	24,6	4,9	6,6	4,8	-2,6
Octobre	0,076	26,5	-0,6	-2,0	28,5	4,9	6,8	5,1	-2,9
	0,08	27,2	-0,3	-1,9	31,6	4,8	6,8	5,4	-3,2
	0,11	32,0	1,5	-1,0	55,0	4,0	7,2	7,3	-5,1
	0,12	33,6	2,1	-0,7	62,8	3,7	7,3	7,9	-5,7
	0,13	35,3	2,7	-0,4	70,6	3,5	7,4	8,5	-6,3
	0,14	36,9	3,3	-0,1	78,4	3,2	7,6	9,1	-6,9
Juin, Seuil Haut Débit Bio	0,15	38,1	3,8	0,2	85,3	3,0	7,5	9,7	-7,5
	0,16	39,0	4,4	0,5	91,7	2,7	7,4	10,2	-8,0
	0,17	40,0	4,9	0,8	98,1	2,5	7,3	10,6	-8,5
Mai	0,18	40,9	5,4	1,0	104,4	2,2	7,2	11,1	-9,0
	0,2	42,8	6,4	1,6	117,2	1,7	7,0	12,1	-10,0
Novembre	0,23	45,7	7,9	2,3	136,4	0,9	6,6	13,5	-11,4
	0,24	46,6	8,4	2,6	142,7	0,7	6,5	14,0	-11,9
Avril	0,25	47,5	8,9	2,9	149,1	0,4	6,4	14,5	-12,4
SAR_Max	0,3	52,1	11,5	4,2	180,6	-0,8	5,9	16,8	-14,9

Comparativement à la valeur de référence de SPU pour le QMNA5 désinfluencé, le tableau ci-dessous permet d'observer :

- Les juvéniles de vairons voient rapidement leur SPU baisser, car avec l'augmentation du débit, les vitesses du cours d'eau augmentent, ce qui n'est pas favorable à ce stade. Les individus vont se cantonner aux zones lentes, près des bordures.
- À 50 l/s, que les SPU des espèces analysées sont supérieures à celles observées au QMNA5 désinfluencé, avec 18% pour le chabot et stables pour les autres espèces ;

- À 150 l/s, le gain de SPU est évidemment encore bien supérieur, avec des gains à minima de 85% pour le chabot et entre 3 et 10% pour les autres espèces.

7.8.1.4 Débit de survie

Si on considère les données de hauteur d'eau estimée par le modèle hydraulique sur les radiers lors de la réalisation des relevés hydrauliques, on peut estimer qu'à 17 l/s, la hauteur minimale serait toujours supérieure à 5 cm sur les radiers, légèrement supérieure à la limite de la franchissabilité pour les différentes espèces.

La figure ci-dessous permet de voir les zones en eau avec une hauteur d'eau supérieure à 5 cm, pour un débit de 36 l/s. Les profondeurs les plus faibles sont en bleues et les plus importantes en rouge.



Figure 37: Représentation des hauteurs d'eau supérieure à 5 cm à 36 l/s sur l'Argos (Hydro Concept)

On observe bien sur la zone d'étude à 36 l/s, aucune zone avec moins de 5 cm qui empêche la circulation des poissons entre l'amont et l'aval du site étudié.

Le tableau suivant permet de visualiser le nombre de jours dans l'année où le débit de 11 l/s ne devrait pas être atteint. Celui-ci est mis en comparaison avec d'autres débits caractéristiques.

Tableau 35: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques

	QMNA2_des	QMNA5_des	VCN10_des	VCN3_des	Débit de survie	Seuil bas de débit biologique	Seuil haut de débit biologique
Débit (l/s)	17	9	9	9	17	50	150
% de jours de dépassement	85	96	96	96	94	68	44
Nb Jours non dépassés	54	14	14	14	22	116	204

Sur la station de l'Argos le débit de survie est évalué à 17 l/s.

7.8.2 Connectivité

7.8.2.1 Lit mineur

On considère qu'à 230 l/s, l'intégralité du lit mineur est en eau, ce qui permet aux habitats d'être tous mis en eau, avec une hauteur plus ou moins importante.

Ci-dessous est figurée la valeur d'habitat pour le chabot à différents débits. Les valeurs d'habitat les plus favorables sont en rouge, celles en bleu sont les moins favorables.



Figure 38: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Argos à 144 l/s (Hydro Concept)



Figure 39: Représentation des valeurs d'habitat pour le chabot sur l'Argos à 584 l/s (Hydro Concept)

A titre de comparaison nous mettons l'habitat du goujon, espèce ayant les conditions les plus favorables sur ce site, où l'on observe une grande partie des habitats en rouge (très favorable), hormis dans une fosse et sur le radier à l'amont du site d'étude.



Figure 40: Valeurs d'habitat pour le goujon à 144 l/s (Hydro Concept)

7.8.2.2 Franchissabilité des radiers

Les hauteurs d'eau observées sur les radiers ou plats courants lors des expertises de terrain, ou estimés par les transects, sont figurées ci-dessous.

Débit (l/s)	Hauteur estimée par calcul (cm)	CHA/GOU/LOF/VAI	BRO	ANG	Synthèse
17	5		Red		
36	6		Red		
300	15		Yellow		
450	20				

À bas débit la franchissabilité n'est pas assurée que pour l'anguille et les petites espèces, qui peuvent circuler au-dessus de 17 l/s.

À 450 l/s, on estime que le brochet et les gros poissons arriveront à franchir les zones de radiers et atteindre d'autres zones de l'Argos.

7.8.2.3 Annexe hydraulique

Les résultats de l'analyse de la connectivité du lit mineur avec ses annexes hydrauliques sont également présentés dans le paragraphe suivant 8.10.1.

À partir de 230 l/s, on considère que la connectivité au sein du lit mineur est assurée, mais qu'en dessous de 450 l/s, la franchissabilité des radiers n'est pas acquise pour toutes les espèces.

La connectivité des annexes hydrauliques débute à 530 l/s, mais commence à être bonne à partir de 650 l/s.

Sur la station de l'Argos, la plage de débits printaniers et automnaux se situe entre une valeur basse de 230 l/s et une valeur haute de 450 l/s, qui servira de période de transition entre les périodes de basses eaux et celles de hautes eaux

7.9 UH9 Oudon aval

7.9.1 Thiberge

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : linéaire ESTIMHAB et connectivité du lit mineur, en vert : annexes hydrauliques.



Figure 41: Localisation des sites sur le Thiberge

Sur ce site, aucune annexe hydraulique n'a été observée.

7.9.1.1 Période de basses eaux

7.9.1.1.1 Plage du Seuil d'Accroissement du Risque (SAR)

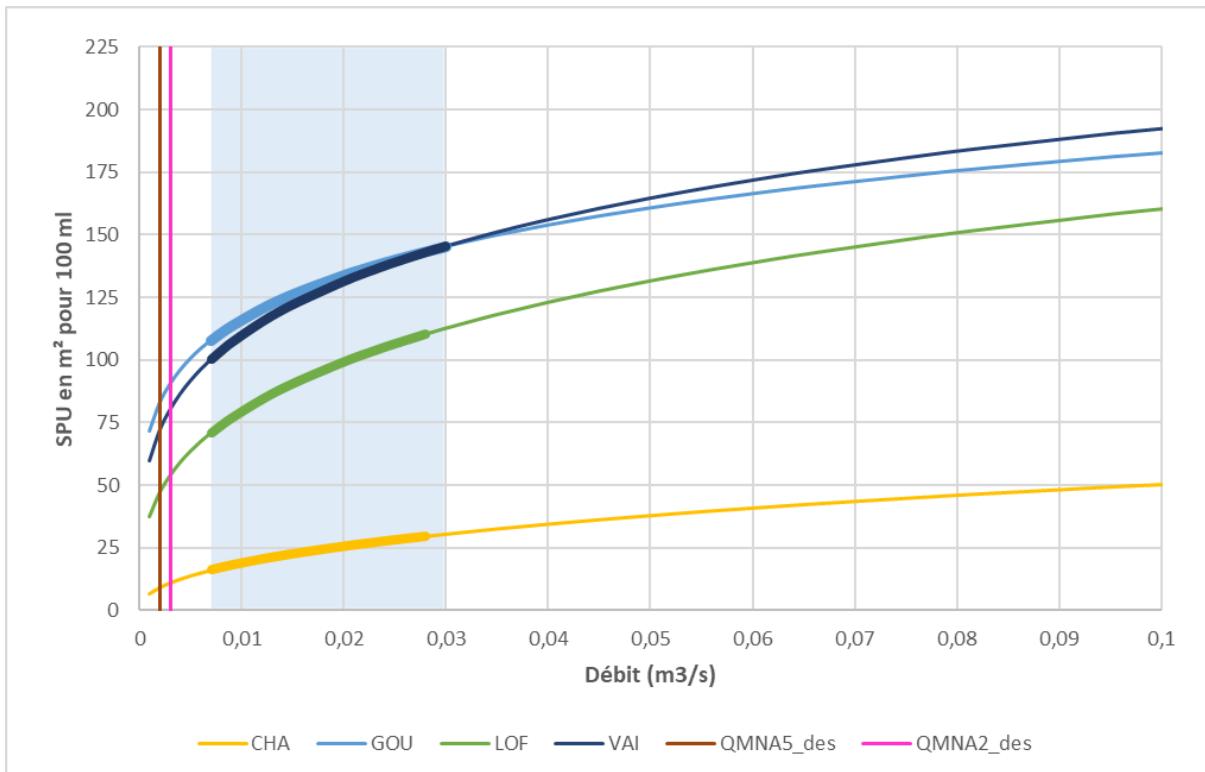


Figure 42: Évolution de la SPU sur le Thiberge

Tableau 36: Plage du SAR sur le Thiberge

Guilde / espèce	Valeur basse (l/s)	Valeur haute (l/s)
GOU	7	30
LOF	7	28
VAI	7	30
CHA	7	28

La plage proposée (zone en bleue) pour le Thiberge se situe entre une valeur basse de 7 l/s (SAR min) et 30 l/s (SAR Max). Pour rappel sur ce site le QMNA2 désinfluencé est de 3 l/s et le QMNA5 désinfluencé est de 2 l/s.

Dans ce cas, la plage de débit entre 7 et 30 l/s correspond à des conditions acceptables d'habitats pour les différentes espèces courantes.

La plage du SAR étudiée s'inscrit dans une gamme allant de 7 l/s à 30 l/s.

Ainsi, ces valeurs de SAR pourraient constituer une première gamme de valeurs cibles pour la détermination du débit biologique en période de basses eaux pour cette station. Ces valeurs sont ensuite examinées en les résitant dans le contexte hydrologique local, et notamment les caractéristiques d'étiage.

7.9.1.1.2 Proposition d'une plage de débits biologiques

Les valeurs de SAR minimum pour les espèces considérées sont identiques, il est donc proposé de retenir la valeur la plus haute à savoir 7 l/s.

Autour de 25 l/s la progression de la SPU pour les espèces courantes apparaît marquer le pas. Il est donc proposé de retenir cette valeur de 25 l/s comme valeur haute pour la plage de débits biologique en très basses eaux.

Sur la station du Thiberge, la plage de débits biologiques proposée pour les très basses eaux se situe entre une valeur basse de 7 l/s et une valeur haute de 25 l/s.

7.9.1.1.3 Évolution du ratio SPU / SPU de référence

Pour rappel entre le QMNA5 et le QMNA2, il n'y a que 1 l/s de différence. On s'intéressera donc sur ce site à analyser la plage de débits biologiques pour la valeur de QMNA5 désinfluencé, en se concentrant prioritairement sur le chabot, espèce à enjeu, présente à l'aval du bassin.

Tableau 37: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé

Débit	m3/s	CHA	GOU	LOF	VAI
	0,001	-26,8	-13,7	-20,5	-16,9
QMNA5, VCN 3 et 10	0,002	9,2	82,7	47,0	71,9
QMNA2	0,003	20,0	9,0	14,3	11,4
Septembre	0,004	36,5	15,8	25,6	20,2
	0,005	50,8	21,3	35,2	27,5
Août	0,006	63,6	26,1	43,4	33,8
SAR_Min, Seuil Bas Débit Bio	0,007	75,2	30,2	50,8	39,3
	0,008	85,9	33,9	57,5	44,3
	0,009	95,9	37,2	63,7	48,8
	0,012	122,5	45,7	79,6	60,4



Octobre	0,015	145,4	52,5	92,9	69,9
	0,02	178,4	61,8	111,3	82,8
Juin	0,023	195,8	66,4	120,8	89,3
Seuil Haut Débit Bio	0,025	206,7	69,2	126,7	93,4
Mai	0,029	227,0	74,4	137,4	100,6
SAR Max	0,03	231,8	75,5	139,9	102,3
Avril, Novembre	0,035	254,5	81,0	151,6	110,1
	0,04	275,3	85,8	162,0	117,1
	0,05	312,3	94,0	180,2	129,0
	0,061	347,9	101,5	197,1	139,9
Mars	0,066	362,7	104,6	204,0	144,3
Décembre	0,077	392,7	110,5	217,7	152,9

Comparativement à la valeur de référence de SPU pour le QMNA5 désinfluencé, le tableau ci-dessous permet d'observer :

- À 7 l/s, que les SPU des espèces analysées (GOU, LOF, VAI, CHA) sont notablement supérieures à celles observées au QMNA5 désinfluencé, entre 30% pour le goujon et 75% pour le chabot ;
- À 25 l/s, le gain de SPU est évidemment encore bien supérieur. Cette valeur de débit est toutefois très éloignée des débits estivaux, avec des gains entre 69% pour le goujon et 207% pour le chabot.

7.9.1.1.4 Débit de survie

Si on considère les données de hauteur d'eau estimée par le calcul sur les radiers lors de la réalisation des transects, on peut estimer qu'à 4 l/s, la hauteur minimale serait proche des 5 cm, légèrement supérieure à la limite de la franchissabilité pour les différentes espèces.

Les relevés de hauteur d'eau observés lors de la campagne Estimhab à bas débit à 4 l/s, 9 cm en moyenne sur la station, et 4.5 cm en moyenne sur les radiers, confirment cela.

Le tableau suivant permet de visualiser le nombre de jours dans l'année où le débit de 4 l/s ne devrait pas être atteint. Celui-ci est mis en comparaison avec d'autres débits caractéristiques.

Tableau 38: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques

	QMNA2_des	QMNA5_des	VCN10_des	VCN3_des	Débit de survie	Seuil bas de débit biologique	Seuil haut de débit biologique
Débit (l/s)	3	2	2	2	4	7	25
% de jours de dépassement	95	96	96	96	88	71	41
Nb Jours de non-dépassement	18	14	14	14	44	105	215

Sur la station du Thiberge, le débit de survie est évalué à 4 l/s.

7.9.1.2 Connectivité

7.9.1.2.1 Lit mineur

Tableau 39: Analyse de la connectivité des habitats au sein du lit mineur – Station du Thiberge

ge	B1	B2	B3	B4	Habitat 1		Habitat 2			Habitat 3		% d'habitats (H1 à H3)		
	Hauteur sous berge non utilisée (cm)	Taux d'occupation moyen d'une sous-berge en eau (%)	Longueur sous-berge en eau	Linéaire sous-berge en eau (B3/Ltot)	Taux d'occupation des berges/sous berge en eau	Long. système racinaire en eau	% système racinaire en eau	% m ² (bloc, gros bois ...) hors d'eau (*)	surface en m ² (Bloc, gros bois ...) hors d'eau pour 100 m ²	% estimée (blocs, gros bois ...) en eau				
C1	0,004	0,0878	1,47	35	30,8	17,9	23,0	7,1	17,35	22	7,0	6,9	5,0	11,5
C2	0,055	0,1954	2,52	28,5	58,5	18,4	23,7	13,8	22,55	29	2,4	2,4	9,6	17,5
Evolution entre C1 et C2		-6,6	90%	3%	94%		30%	-66%	4,6	92%			52,3%	

Entre les deux campagnes, on observe une augmentation significative du gain d'habitats (52%). Le gain est notamment plus marqué pour les sous-berges en eau et les habitats du lit qui augmentent de près de 100% entre les deux campagnes, même si le pourcentage reste faible.

Le croisement des observations de terrain, des estimations de débit à l'aide des transects et des résultats produits par ESTIMHAB suggère qu'un taux de berge en eau proche de 100 % correspondrait à un débit du cours d'eau proche des 300 l/s, soit bien au-delà des débits mensuels hivernaux. Cette différence s'explique par le fait que l'on se retrouve sur un secteur fortement recalibré, où la ripisylve est perchée. **Cette valeur de 300 l/s ne sera donc pas utilisée.**

7.9.1.2.2 Franchissabilité des radiers

Les hauteurs d'eau observées sur les radiers ou plats courants lors des expertises de terrain, ou estimés par les transects, sont figurées ci-dessous.

Débit (l/s)	Hauteur moyenne sur les radiers		Espèces étudiées			
	Estimhab ou observée (cm)	Estimée par calcul (cm)	CHA/GOU/LOF/VAI	BRO	ANG	Synthèse
C1	4	4.5	5.5			
	7		7.5			
	30		10			
C2	55	9,5	12.5			
C3	168	>15	20			

La franchissabilité pour le brochet n'est assurée, qu'en période de hautes eaux. Comme sur ce secteur le potentiel pour le brochet est nul, nous ne prendrons pas en compte sa franchissabilité.

Seule l'anguille peut franchir facilement les radiers en très basses eaux. À 7 l/s, on considère que la franchissabilité est assurée pour les petites espèces, mais que le gain d'habitat est faible. À 15 l/s, ce gain est estimé à 25% vis-à-vis d'un débit à 4 l/s.

À 30 l/s, la connectivité et la franchissabilité sont bonnes pour l'anguille et les petites espèces, et on est au niveau du SAR_Max du chabot. On considère à ce débit un gain minimum de 50% d'habitat en berge vis-à-vis d'un débit de 4 l/s, avec une augmentation des habitats en berge.

7.9.1.2.3 Annexe hydraulique

Aucune annexe hydraulique n'est présente sur ce site.



Sur la station du Thiberge, la plage de débits printaniers et automnaux se situe entre une valeur basse de 15 l/s et une valeur haute de 30 l/s.

7.9.2 Sazée

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : linéaire ESTIMHAB et connectivité du lit mineur, en vert : annexes hydrauliques.



Figure 43: Localisation des sites sur la Sazée

7.9.2.1 Période de basses eaux

7.9.2.1.1 Plage du Seuil d'Accroissement du Risque (SAR)

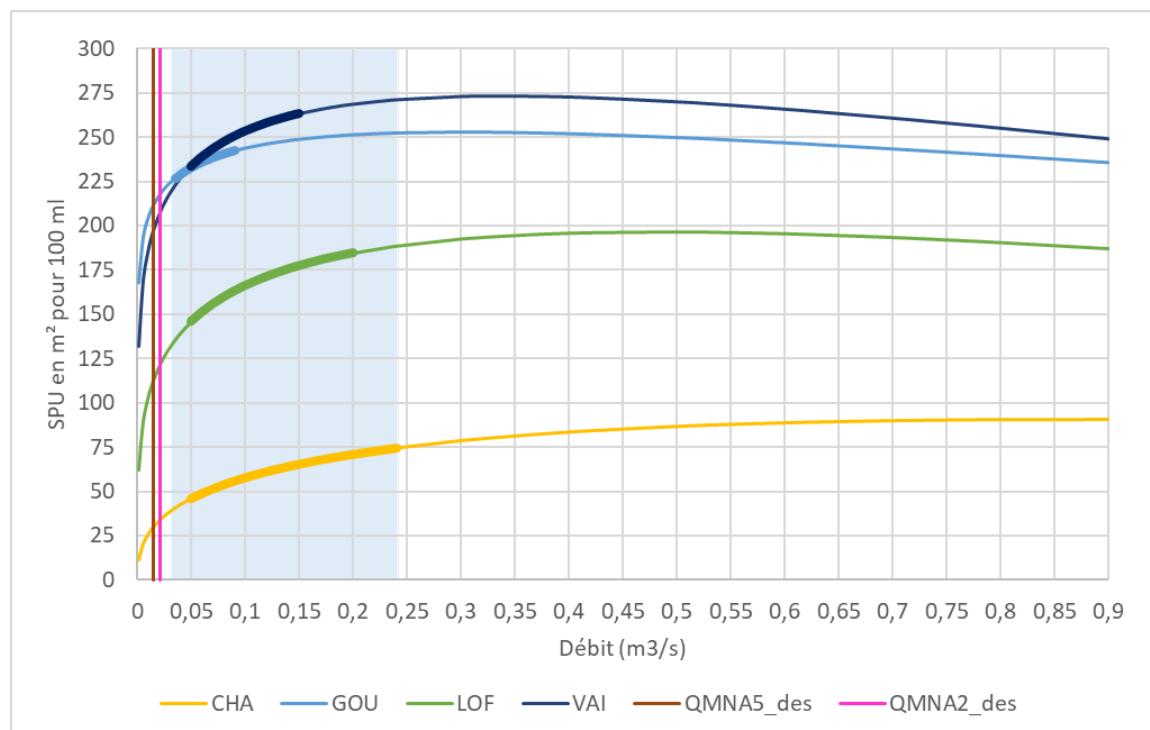


Figure 44: Évolution de la SPU sur la Sazée

Tableau 40: Plage du SAR sur la Sazée

Guilde / espèce	Valeur basse (l/s)	Valeur haute (l/s)
GOU	35	100
LOF	45	200
VAI	50	150
CHA	45	240

La plage proposée (zone en bleue) pour la Sazée se situe entre une valeur basse de 35 l/s (SAR min) et 240 l/s (SAR Max). Pour rappel sur ce site le QMNA2 désinfluencé est de 21 l/s et le QMNA5 désinfluencé est de 15 l/s.

Dans ce cas, la plage de débit entre 35 et 240 l/s correspond à des conditions acceptables d'habitats pour les différentes espèces courantes, en prenant comme valeur minimale, celle du chabot

La plage du SAR étudiée s'inscrit dans une gamme allant de 35 l/s à 240 l/s.

Ainsi, ces valeurs de SAR pourraient constituer une première gamme de valeurs cibles pour la détermination du débit biologique en période de basses eaux pour cette station. Ces valeurs sont ensuite examinées en les résitant dans le contexte hydrologique local, et notamment les caractéristiques d'étiage.

7.9.2.1.2 Proposition d'une plage de débits biologiques

Les valeurs de SAR minimum pour les espèces considérées montrent que ces valeurs sont relativement proches. Il est proposé de retenir une valeur intermédiaire pour définir le seuil bas de débit biologique correspondant au SAR min du chabot, espèce à enjeux, soit 45 l/s.

La valeur haute pour le chabot est de 240 l/s. Autour de 175 l/s la progression de la SPU pour cette espèce apparaît marquer le pas, comme pour les autres espèces. Il est donc proposé de retenir cette valeur de 175 l/s comme valeur haute pour la plage de débits biologique en très basses eaux.

Sur la station de la Sazée, la plage de débits biologiques proposée pour les très basses eaux se situe entre une valeur basse de 45 l/s et une valeur haute de 175 l/s.

7.9.2.1.3 Évolution du ratio SPU / SPU de référence

Comme indiqué précédemment, la plage basse de SAR (50 l/s) est supérieure au QMNA5 et QMNA 2 désinfluencé.

Pour rappel entre le QMNA5 et le QMNA2, il n'y a que 6 l/s de différence. On s'intéressera donc sur ce site à analyser la plage de débits biologiques pour la valeur de QMNA5 désinfluencé, en se concentrant prioritairement sur le chabot, espèce à enjeu, présente à l'aval du bassin.

Tableau 41: Évolution en pourcentage de la SPU/SPUQMNA5 désinfluencé

Débit	m3/s	CHA	GOU	LOF	VAI
	0,001	-80,4	-31,2	-62,8	-47,9
	0,005	-64,8	-20,8	-46,6	-33,6
	0,01	-54,9	-16,0	-37,7	-26,4
VCN 3 et 10	0,014	-49,1	-13,6	-32,9	-22,7
QMNA5	0,015	30,3	211,9	113,2	198,1
QMNA2	0,021	12,7	2,8	7,5	4,9



	0,025	19,8	4,3	11,6	7,5
Septembre	0,029	26,2	5,5	15,2	9,8
SAR_MIN	0,035	34,7	7,0	19,7	12,6
	0,04	41,1	8,1	23,1	14,6
Août	0,044	45,7	8,9	25,5	16,0
	0,05	52,2	9,9	28,7	18,0
	0,07	70,3	12,5	37,4	22,9
Juillet	0,0706	70,8	12,5	37,6	23,0
	0,09	84,8	14,3	43,9	26,5
Octobre	0,101	91,7	15,0	46,8	28,0
	0,12	102,2	16,1	51,2	30,2
	0,14	111,8	16,9	54,9	32,0
	0,15	116,2	17,3	56,6	32,8
	0,17	124,1	17,9	59,4	34,1
Juin	0,184	129,2	18,2	61,2	34,8
	0,2	134,5	18,5	62,9	35,5
Mai	0,233	144,1	18,9	65,9	36,6
SAR_MAX	0,24	146,0	19,0	66,4	36,8
Avril	0,313	162,1	19,2	70,5	37,7
Novembre	0,325	164,2	19,2	71,0	37,8
	0,4	175,6	18,8	72,9	37,5
	0,5	186,1	17,7	73,5	36,2
	0,55	189,8	17,1	73,2	35,2
	0,59	192,2	16,5	72,7	34,3
Mars	0,622	193,8	16,0	72,3	33,5

Comparativement à la valeur de référence de SPU pour le QMNA5 désinfluencé, le tableau ci-dessous permet d'observer :

- À 45 l/s, que les SPU des espèces analysées sont notablement supérieures à celles observées au QMNA5 désinfluencé, avec au minimum 9% pour le goujon et 45% pour le chabot ;
- À 175 l/s, le gain de SPU est évidemment encore bien supérieur, avec des gains à minima de 18% pour le goujon et près de 125% pour le chabot.

7.9.2.1.4 Débit de survie

À partir du tableau ci-dessus, on observe une baisse de la SPU de 10% pour les espèces ciblées dès que le débit baisse en dessous de 14 l/s.

Si on considère les données de hauteur d'eau estimée par le calcul sur les radiers lors de la réalisation des transects, on peut estimer qu'à 16 l/s, la hauteur minimale serait toujours supérieure à 5 cm, légèrement supérieure à la limite de la franchissabilité pour les différentes espèces.

Les relevés de hauteur d'eau observés lors de la campagne Estimhab à bas débit à 4 l/s, 10 cm en moyenne sur la station, et 3.2 cm en moyenne sur les radiers, confirment cela.

Le tableau suivant permet de visualiser le nombre de jours dans l'année où le débit de 16 l/s ne devrait pas être atteint. Celui-ci est mis en comparaison avec d'autres débits caractéristiques.

Tableau 42: Analyse du débit de survie proposé vis-à-vis de débits caractéristiques

	QMNA2_des	QMNA5_des	VCN10_des	VCN3_des	Débit de survie	Seuil bas de débit biologique	Seuil haut de débit biologique
Débit (l/s)	21	15	14	14	16	45	175
% de jours de dépassement	95	96	96	96	96	74	46
Nb Jours de non-dépassement	18	14	14	14	15	94	197

Sur la station de la Sazée le débit de survie est évalué à 16 l/s.

7.9.2.2 Connectivité

7.9.2.2.1 Lit mineur

Tableau 43: Analyse de la connectivité des habitats au sein du lit mineur – Station de la Sazée

Sazée	B1	B2	B3	B4	Habitat 1			Habitat 3	% d'habitats (H1 à H3)
	Hauteur sous berge non utilisée (cm)	Taux d'occupation moyen d'une sous-berge en eau (%)	Longueur sous-berge en eau	Linéaire sous-berge en eau (B3/Ltot) %	Taux d'occupation des berges/sous berge en eau (%)	Long. système racinaire	% système racinaire en eau	% m ² (bloc, gros bois ...) hors d'eau (*)	
C1	0,004	0,1014	2,91	22	32,4	21	12,5	3,9	6,6
C2	0,377	0,3668	4,19	0,9	98,8	43	25,6	25,2	18,7
Evolution entre C1 et C2		-21,0	205%	105%	541%		103%	-72%	183,9%
								19,8	78%

Entre les deux campagnes, on observe une augmentation significative du gain d'habitats (184%). Le gain est notamment plus marqué pour les sous-berges en eau et les systèmes racinaires qui augmentent respectivement de plus de plus de 500% pour les sous-berges et plus de 100% pour les racinaires entre les deux campagnes.

Le croisement des observations de terrain, des estimations de débit à l'aide des transects et des résultats produits par ESTIMHAB suggère qu'un taux de berge en eau proche de 100 % correspond au débit observé à C2.

7.9.2.2.2 Franchissabilité des radiers

Les hauteurs d'eau observées sur les radiers ou plats courants lors des expertises de terrain, ou estimés par les transects, sont figurées ci-dessous.

	Débit (l/s)	Hauteur moyenne sur les radiers		Espèces étudiées			
		Estimhab ou observée (cm)	Estimée par calcul (cm)	CHA/GOU/LOF/VAI	BRO	ANG	Synthèse
C1	4	3.2	3.2				
	16		5				
	45		12				
	160		16				
C2	377	25	25				
C3	1165	40	36				

À bas débit la franchissabilité n'est pas assurée pour les petites espèces, seule l'anguille peut franchir facilement les radiers. À 45 l/s (SAR Min du chabot), on considère que la franchissabilité est assurée pour les petites espèces, mais pas pour le brochet et les espèces de grande taille. Celui-ci semble pouvoir franchir les radiers à partir de 160 l/s.

À 370 l/s, on a considéré que l'ensemble des habitats du lit sont occupés.

7.9.2.2.3 Annexe hydraulique

Aucune annexe hydraulique n'est présente sur ce site.

Sur la station de la Sazée, la plage de débits printaniers et automnaux se situe entre une valeur basse de 160 l/s et une valeur haute de 370 l/s.

7.9.3 Oudon à St-Henis

Ce site est situé en aval de Segré, en aval de la confluence avec la Sazée. Ce secteur de l'Oudon est totalement sous influence d'un seuil et de l'écluse de Himbaudière en aval, comme sur l'ensemble de cette UH pour l'Oudon.

La modélisation hydraulique et l'évaluation des habitats ne peuvent donc être réalisées en périodes de basses et moyennes eaux, car une augmentation du débit à ces périodes aura peu d'influence sur la hauteur d'eau de l'Oudon qui est de plus de 2m sur ce secteur.

Il a donc été décidé d'observer le comportement de la frayère de St-Henis en rive droite de l'Oudon, mais uniquement en période de hautes eaux. Ces données pourront aider à l'évaluation des débits en périodes de hautes eaux.

En conclusion, sur l'UH de l'Oudon aval, les propositions de plage de débits seront basées sur la somme des débits proposée en amont, à savoir UH Oudon Moyen, UH Argos, UH Verzée, ainsi que les débits proposés pour la Sazée et la Thiberge, affluents de l'Oudon sur l'UH de l'Oudon aval.

8. DEFINITION DES DEBITS ECOLOGIQUES EN PERIODE DE HAUTES EAUX

8.1 Méthodologie

Nous étudierons la connectivité du cours d'eau avec ses annexes potentielles, avec mise en comparaison avec l'hydrologie du cours d'eau. Comme précédemment, nous étudierons en période de hautes eaux la connectivité du cours d'eau avec ses annexes potentielles (6.7.1.2), ainsi que les hauteurs observées à l'aide des transects réalisés au niveau de radiers et/ou de banquettes (6.6.1.3). A titre indicatif, nous indiquerons l'évaluation du décolmatage des radiers où cela a été calculé (6.5).

Sur cette période de hautes eaux, on s'attachera à voir le comportement du ruisseau vis-à-vis des débits caractéristiques sur cette période à savoir :

- QmM
- Qj2
- Q5% et Q10%
- Nb jours consécutifs supérieurs à Q5% et Q10%
- Courbe des débits classés

8.2 Critère de définition des seuils de la plage de hautes eaux

Pour la période de hautes eaux, différents seuils ont été définis, à savoir un seuil bas et un seuil haut pour chaque plage étudiée.

Chaque seuil a été défini en fonction des méthodes décrites précédemment, avec les critères suivants :

Tableau 44: Critère de définition pour la plage de hautes eaux

Plage étudiée	Seuil	Critères étudiés	Objectif ou effet recherché
Hautes eaux	Bas	Début de la connexion avec les annexes hydrauliques, et début de recouvrement des banquettes d'hélophytes	<p>Ce seuil va permettre aux petites espèces d'accéder éventuellement à certaines annexes (affluents) et coloniser l'ensemble du réseau hydrographique.</p> <p>Les banquettes d'hélophytes commencent être en eau, et peuvent permettre aux alevins de brochets de subsister quelques temps avant de rejoindre le cours principal.</p>
	Haut	<p>Accès éventuel pour le brochet au niveau des annexes potentiellement utilisables pour sa reproduction en hiver</p> <p>Banquettes d'hélophytes recouvertes de 20 à 40 cm d'eau à minima</p>	<p>Ce seuil va permettre au brochet d'accéder à certaines annexes ayant des hélophytes, qui pourront éventuellement servir de support de ponte pour celui-ci.</p> <p>Ce seuil va également permettre de mettre en eau des zones de bordures pouvant servir de zones de ponte pour des amphibiens.</p>
		Décolmatage des radiers	<p>Cette approche conduit à proposer des débits s'apparentant plus à des débits de petites crues journalières traduisant le besoin de régénération / nettoyage des habitats aquatiques. Les valeurs obtenues peuvent ainsi être assez éloignées de l'hydrologie moyenne hors période de basses eaux et sont données à titre indicatif.</p>

8.3 Conditions de prospection

Les tableaux suivants permettent d'observer les conditions de débits lors de la phase de hautes eaux. L'objectif étant d'être à un débit proche du plein bord, entre Q10% et Qj2. La prospection a été réalisée le 14 et 15 janvier, après une crue la semaine précédente où Qj5 a été observée. En moyenne, on se situait entre Q10% et Q5%, à un niveau d'eau inférieur au plein bord, où l'on a observé la mise en eau des annexes et les traces de la crue de la semaine précédente.

BV	Q10%	Q5%	Hautes eaux		
			14 et 15/1/25 *	Ratio débit C3/Q10%	Ratio débit C3/Q5%
UH3 Usure	1880	3003	3100	1,65	1,03
UH4 Hière	1466	2307	2100	1,43	0,91
UH6 Oudon moyen	6364	10363	10115	1,59	0,98
UH8 Misengrain	233	364	668	2,87	1,84
UH11 Argos	760	1198	890	1,17	0,74
UH9 Oudon aval - St Henis	18211	29443	35317	1,94	1,20
UH9 Oudon aval - Thiberge	93	145	168	1,81	1,16
UH9 Oudon aval - Sazée	965	1542	1166	1,21	0,76
UH10 - Verzée	2897	4679	5300	1,83	1,13
UH7 - Araize	1303	2110	1675	1,29	0,79
UH5 - Chéran	1073	1848	1468	1,37	0,79
UH2 - Oudon amont site aval	3449	5522	4640	1,35	0,84
UH1 - Oudon amont - site amont	2493	3934	3428	1,38	0,87
* Débit estimé station hydrologique, hormis pour site Estimhab					
Moyenne 1,6 1,0					

Figure 45: hydrologie observée lors des expertises en hautes eaux

L'analyse de la connectivité des annexes surfaciques n'a également pu être conduite sur l'intégralité des stations faute d'annexes effectivement présentes. L'absence de telles annexes peut en partie être reliée à des dysfonctionnements d'ordre hydromorphologique, certaines opérations historiques de recalibrage et de rectification de cours d'eau ayant pu contribuer à fortement altérer les connexions entre lit mineur et lit majeur.

En annexe sont présentées différentes photos des sites étudiés à différents débits.

8.4 Evaluation du décolmatage

Le tableau suivant permet d'observer les valeurs de décolmatage évaluées sur différents sites. Il apparaît que les valeurs nécessaires pour le décolmatage des plages de cailloux est très élevé, et qu'il ne peut servir de valeur de gestion. Les valeurs de décolmatage des plages de graviers sont proches de Q10%, avec un ratio moyen de 0.77, et pourront être utilisées pour la période de hautes eaux.

Pour rappel : « Des pulses de débits relativement courts peuvent servir à décolmater le substrat ou initier des migrations de poissons, mais des débits élevés sur plusieurs jours consécutifs peuvent assurer une bonne qualité des habitats de reproduction. »

La notion de décolmatage est souvent une valeur indicative qui repose sur le besoin de régénération / nettoyage des habitats aquatiques. Elle s'apparente ainsi plus à une valeur de petites crues et non pas à l'hydrologie moyenne du cours d'eau hors période de basses eaux.

Tableau 45: Débit de décolmatage des cours d'eau

UH	Nom Site	Evaluation de la notion de décolmatage	Q10% (m3/s)	Débit de nettoyage de la couche d'armure (m3/s)		Ratio débit décolmatage graviers/Q10%
				Plage de cailloux (50 mm)	Plage de graviers (20 mm)	
UH1	Oudon amont - Site amont	Oui	2,493	14,5	2,5	1,00
UH2	Oudon amont - Site aval	Non – transect non adapté	3,449			
UH6	Oudon à Treizes Vouges	Oui	6,364	>15	4	0,63
UH9	Oudon à Saint-Henis	Non – secteur sous influence	18,211			
UH3	Usure	Oui	1,88	> 10	1,5	0,80
UH4	Hière	Oui	1,466	5,7	0,8	0,55
UH5	Chéran	Non – transect non adapté	1,073			
UH7	Araize	Non – transect non adapté	1,303			
UH8	Misengrain	Oui	0,233	1,7	0,17	0,73
UH10	Verzée	Non – transect non adapté	2,897			
UH11	Argos	Oui	0,76	3	0,6	0,79
UH9	Sazée	Oui	0,965	4,8	0,84	0,87
UH9	Thiberge	Oui	0,093	0,44	0,075	0,81
				Moyenne	0,77	

8.5 UH1 - Oudon amont – site amont

8.5.1 Période de hautes eaux

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : site connectivité des annexes éventuelles et transects, en vert : annexes hydrauliques.



Figure 46: Localisation des sites sur l'Oudon à Cossé le Vivien

Sur ce site, un petit affluent est présent en rive gauche.

Tableau 46: Analyse de la connectivité des annexes sur l'Oudon amont

Station : Oudon Amont		Annexe n° : 1	
	Campagne	C2	C3
	Date relevé :	24/10/25	15/1/25
Descriptif annexes hydrauliques	Débit mesuré (l/s)	1792,0	3428,0
	Type annexe hydraulique	Ruisseau de Cossé	
	Commentaires	2 m de large	
	A: Cote relative fond cours d'eau (m)	1,5	1,5
	B: Cote relative entrée annexe (m)	1,7	1,7
	C: Cote relative ligne d'eau cours d'eau (m)	2,5	2,7
	Cn-C(n-1)	0,20	
	D: Cote ligne d'eau aval de l'annexe (m) ou E	2,5	2,7
	E: hauteur d'eau entrée annexe (D-B) en m	0,8	1
	F: distance entre annexe et cours d'eau (m)	0	0
	G: Pente (%)	0%	0%
	H: Dénivelé (cm) (D-C)	0,00	0,00
Connexion annexe (Hors d'eau Partiellement en eau Totalement en eau)		Totalement	Totalement
Spécies et tirant d'eau minimal (ICE)	BAF	10	NC
	TRF	5	NC
	CHA	5	
	LOF	5	
	GOU	5	
	VAI	5	
	BRO	15	NC
	ANG	2	

L'entrée de l'annexe est accessible à tous les débits, même en période de basses eaux, et pour toutes les espèces.

Tableau 47: Analyse de la connectivité en hautes eaux

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe	Lit Mineur
Campagne du 24/10/2024	1792				
Q10%	2493	55			
Campagne hautes eaux	3428				
Q5%	3934	28			
Q2%	5926	7			
Qj2	11220				

L'étude de la connectivité, montre que les sommets des banquettes et des annexes ne sont totalement accessibles qu'en période de très hautes eaux, à Q5%, débit trop élevé pour servir de seuil.

Pour définir le seuil, nous nous aiderons du site en aval, en amont de Craon, où un affluent, une frayère et des banquettes sont présents.

On propose donc sur l'Oudon Amont – site amont en période hautes eaux, comme sur le site en aval à savoir, un seuil bas de 1500 l/s proche de Q20%, et un seuil haut de 2400 l/s, proche de Q11%.

8.5.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

Oudon amont - Site amont		Connectivité + hydraulique ou transect		Hydraulique (Habby) ou Habitat (Estimhab) + Connectivité										Connectivité + hydraulique ou transect	
		janv.	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	module	
Débit (l/s)	QmM_Des	2,172	2,282	1,698	0,908	0,663	0,641	0,245	0,170	0,112	0,284	0,699	1,737	0,968	
	QMNS_Des	0,825	0,921	0,835	0,395	0,313	0,176	0,085	0,058	0,042	0,061	0,162	0,506		
Connectivité	Autres espèces														
	Anguilles														
	Brochet														
	Lit-Min														
Débit biologique Seuil haut		2,400	2,400	2,400	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	2,400	2,400		
Débit biologique Seuil bas		1,500	1,500	1,500	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,080	1,500	1,500		



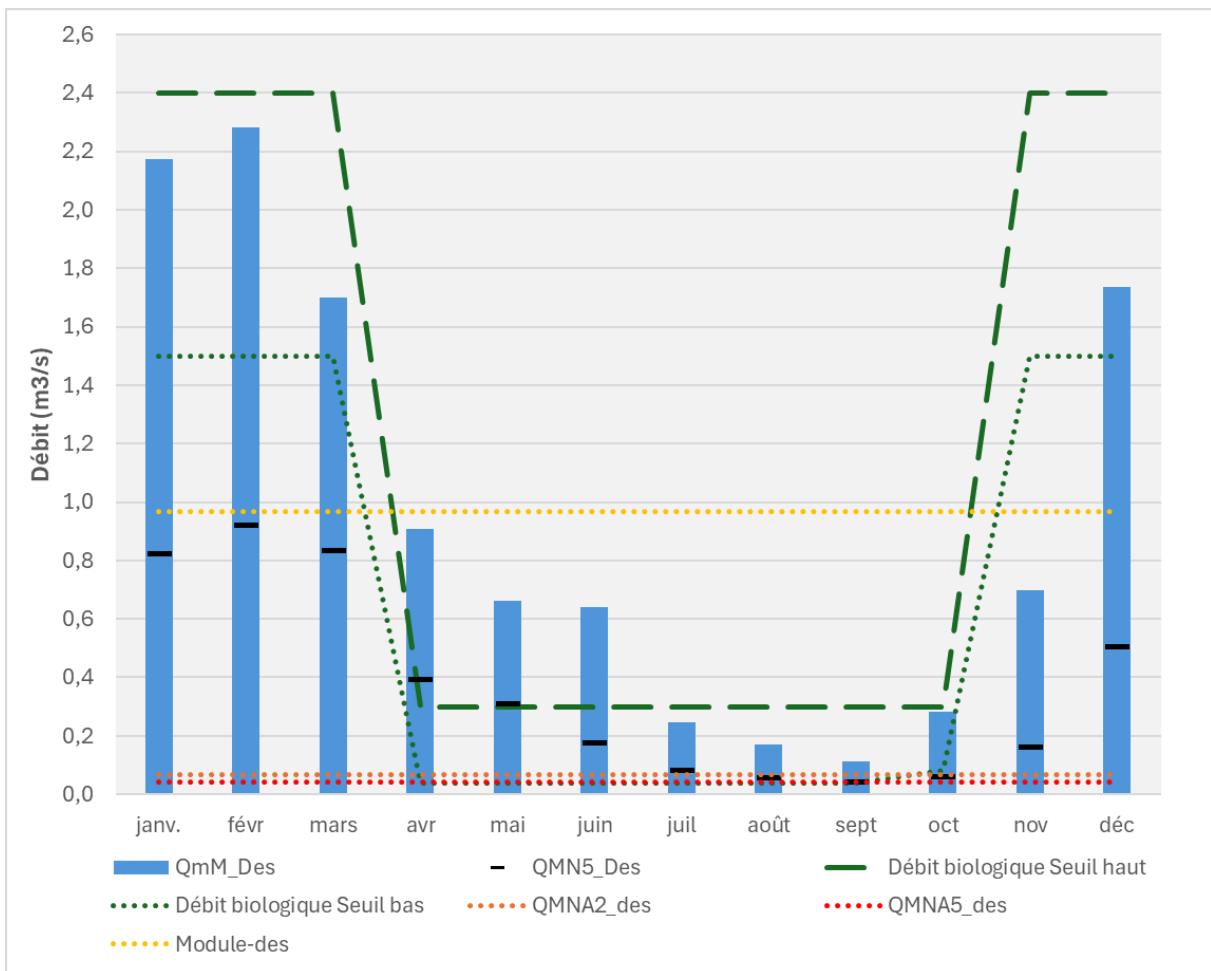


Figure 47: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur l'Oudon Amont - site amont

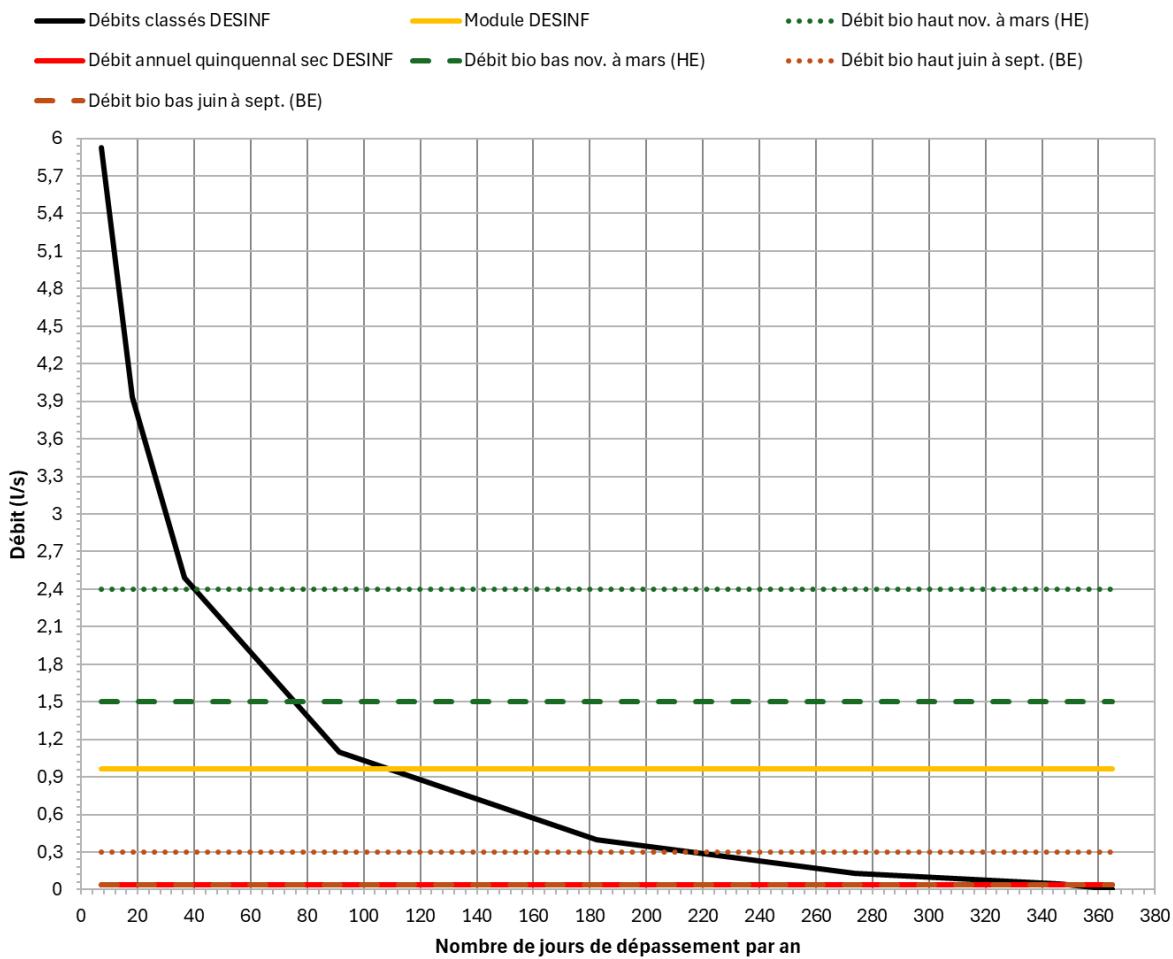


Figure 48: Courbe des débits classés de l'Oudon Amont - Site amont

8.6 UH2 - Oudon amont – site aval

8.6.1 Période de hautes eaux

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : site connectivité des annexes éventuelles et transects, en vert : annexes hydrauliques.



Figure 49: Localisation des sites sur l'Oudon à Craon

Sur ce site, un petit affluent est présent en rive droite (Annexe 2), et une frayère à brochet en rive gauche (Annexe 1).

Tableau 48: Analyse de la connectivité des annexes sur l'Oudon amont

Station : Oudon Amont - Craon		Annexe n° : 1		Annexe n° : 2	
	Campagne	C2	C3	C2	C3
	Date relevé :	24/10/24	15/1/25	24/10/24	15/1/25
Descriptif annexes hydrauliques	Débit mesuré (l/s)	3110,0	4640,0	3110,0	4640,0
	Type annexe hydraulique	Frayère		Petit affluent	
	Commentaires	Potentiel intéressant pour le brochet		Très faible potentiel, largeur de 1,3m	
	Surface (m²) drone ou estimée	210,0	280,0		
	Evolution de la surface de l'annexe (%)	33%			
	A: Cote relative fond cours d'eau (m)	1	1	1	1
	B: Cote relative entrée annexe (m)	1,42	1,42	1,54	1,54
	C: Cote relative ligne d'eau cours d'eau (m)	2,06	2,26	2,14	2,34
	Cn-C(n-1)	0,20		0,20	
	D: Cote ligne d'eau aval de l'annexe (m) ou E	2,06	2,26	2,14	2,34
	E: hauteur d'eau entrée annexe (D-B) en m	0,64	0,84	0,6	0,8
	F: distance entre annexe et cours d'eau (m)	0,1	0,1	2,7	2,7
	G: Pente (%)	0%		0%	
	H: Dénivelé (cm) (D-C)	0,00		0,00	
Espèces et tirant d'eau minimal (ICE)	Connexion annexe (Hors d'eau Partiellement en eau Totalement en eau)	Totalement	Totalement	Totalement	Totalement
	BAF	10	NC	NC	NC
	TRF	5	NC	NC	NC
	CHA	5			
	LOF	5			
	GOU	5			
	VAI	5			
	BRO	15		NC	NC
	ANG	2			

L'entrée de l'annexe1 est accessible à tous les débits en hautes eaux, toutefois des branchages et arbres en travers bloquent en partie l'accès.

L'annexe 2 est accessible en hautes eaux, mais la faible hauteur d'eau dans l'annexe, ne permet pas au brochet de remonter celle-ci, cette espèce n'est donc pas prise en compte pour cette annexe.

Tableau 49: Analyse de la connectivité en hautes eaux

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe	Lit Mineur
Débit accès frayère	2050				
Frayère avec 20 cm	3050				
Campagne du 24/10/2024	3110				
Q10%	3449	55			
Frayère avec 40 cm	4200				
Campagne hautes eaux	4640				
Q5%	5522	28			
Q2%	8656	7			
Qj2	16460				



Lors de la campagne de hautes eaux en janvier, nous avons également observé quelques zones de débordement en bordure de l'Oudon, comme on peut le voir sur les photos en annexe.

Les hauteurs d'eau estimées à l'aide des transects nous permettent de dire que l'accès à la frayère débute pour un débit de 1.4 m3/s, à 1.8 m3/s, nous avons 10 cm d'eau sur la frayère, ce qui permettra aux alevins de sortir de celle-ci en avril/mai.

À 2.3 m3/s nous estimons avoir 20 cm d'eau sur toute la frayère, hauteur minimale d'accès pour les brochets, à 3.8 m3/s, nous estimons à 40 cm la hauteur d'eau à minima dans la frayère.

L'étude de la connectivité, montre que le sommet des banquettes et des annexes ne sont totalement accessible qu'en période de très hautes eaux, à Q5%, débit trop élevé pour servir de seuil.

On propose donc sur l'Oudon Amont – site aval en période hautes eaux, un seuil bas de 2300 l/s proche de Q21%, et un seuil haut de 3800 l/s, proche de Q12%.

8.6.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

Oudon amont - Site aval		Connectivité + hydraulique ou transect		Hydraulique (Habby) ou Habitat (Estimhab) + Connectivité									Connectivité + hydraulique ou transect	
		janv.	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	module
Débit (l/s)	QmM_Des	3,675	3,851	2,816	1,467	1,062	1,000	0,365	0,250	0,165	0,430	1,124	2,894	1,593
	QMNS_Des	1,278	1,387	1,234	0,581	0,459	0,269	0,125	0,084	0,069	0,101	0,269	0,772	
Connectivité	Autres espèces													
	Anguilles													
	Brochet													
	Lit-Min													
Débit biologique Seuil haut		3,800	3,800	3,800	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	3,800	3,800	
Débit biologique Seuil bas		2,300	2,300	2,300	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	2,300	2,300	

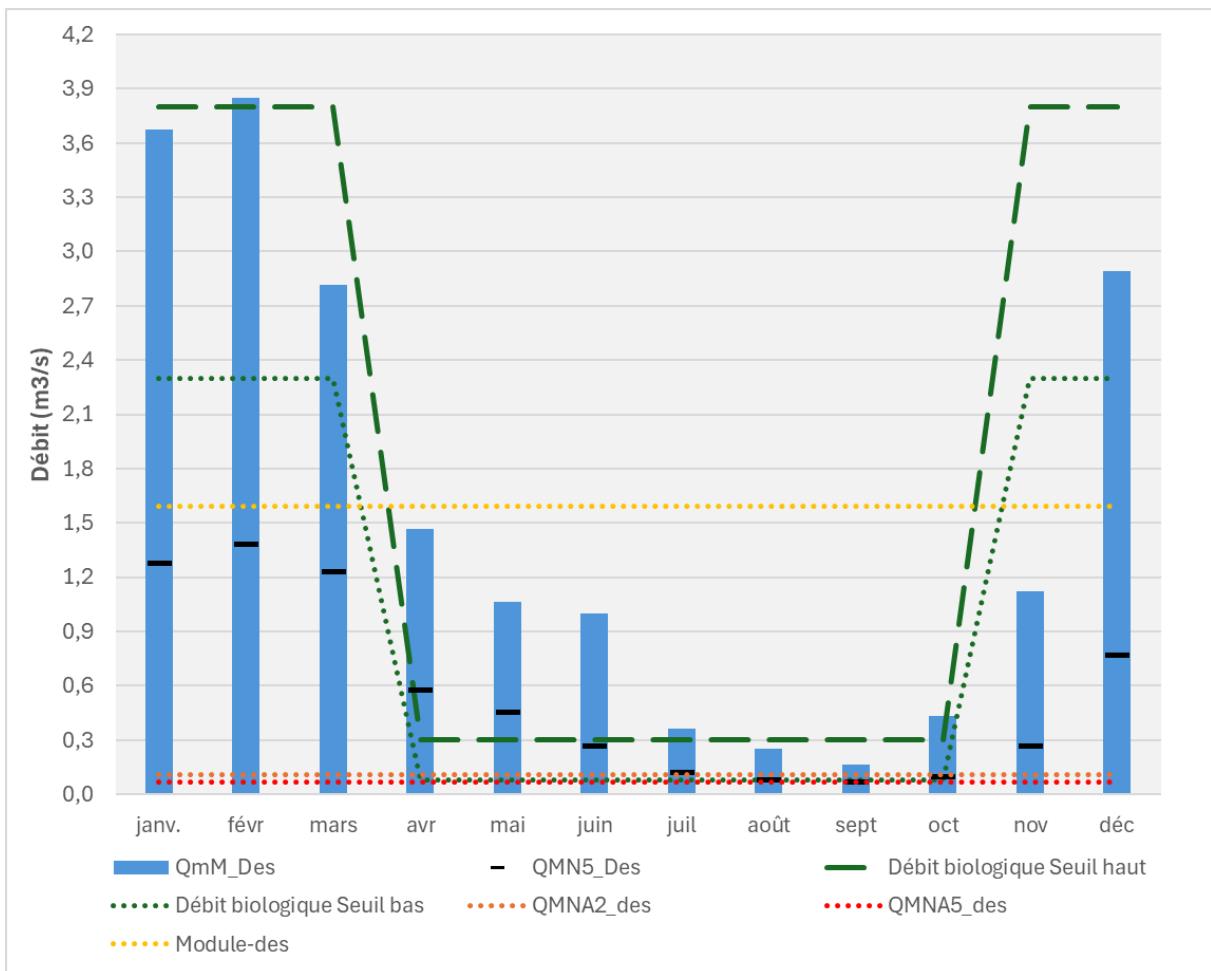


Figure 50: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur l'Oudon Amont - site aval

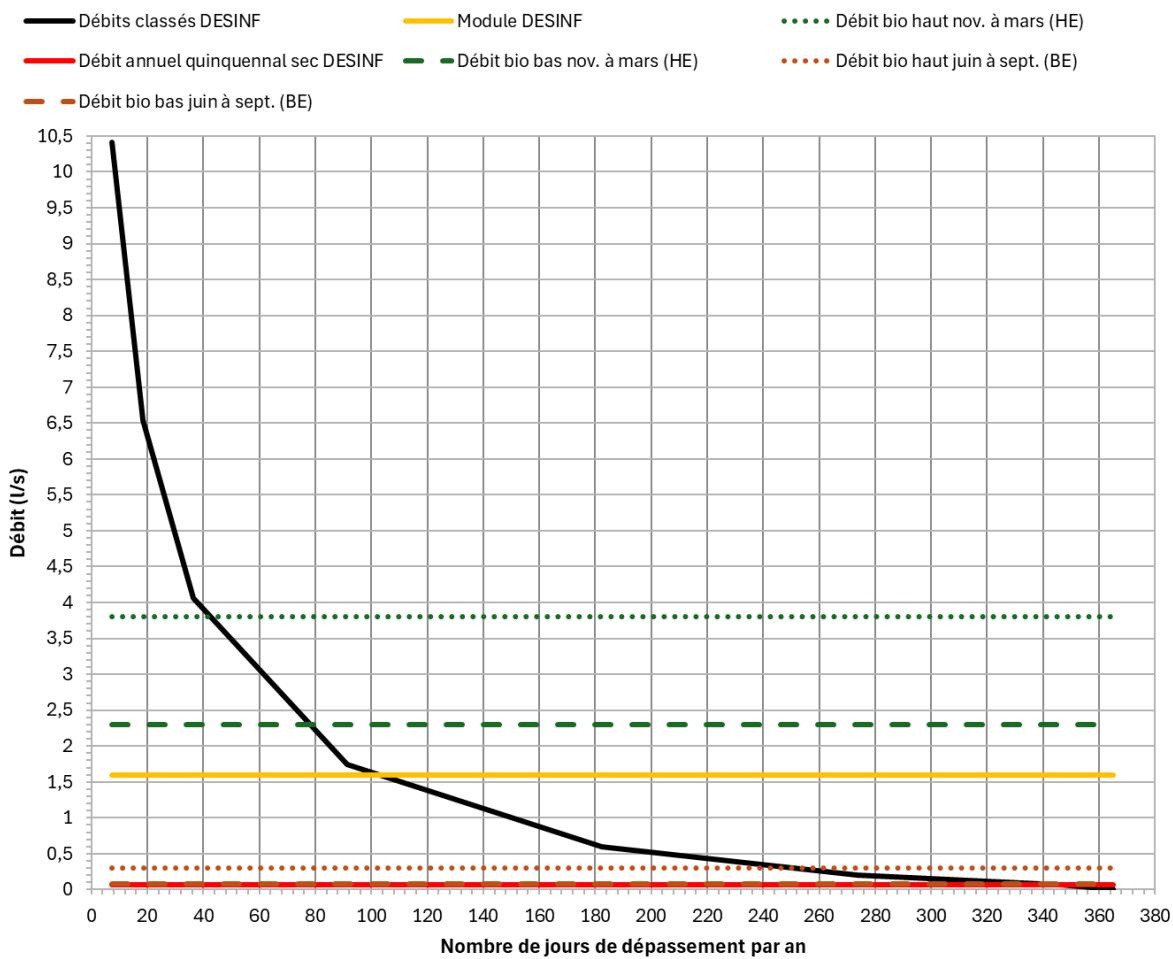


Figure 51: Courbe des débits classés de l'Oudon amont - site aval

8.7 UH3 – Usure

8.7.1 Période de hautes eaux

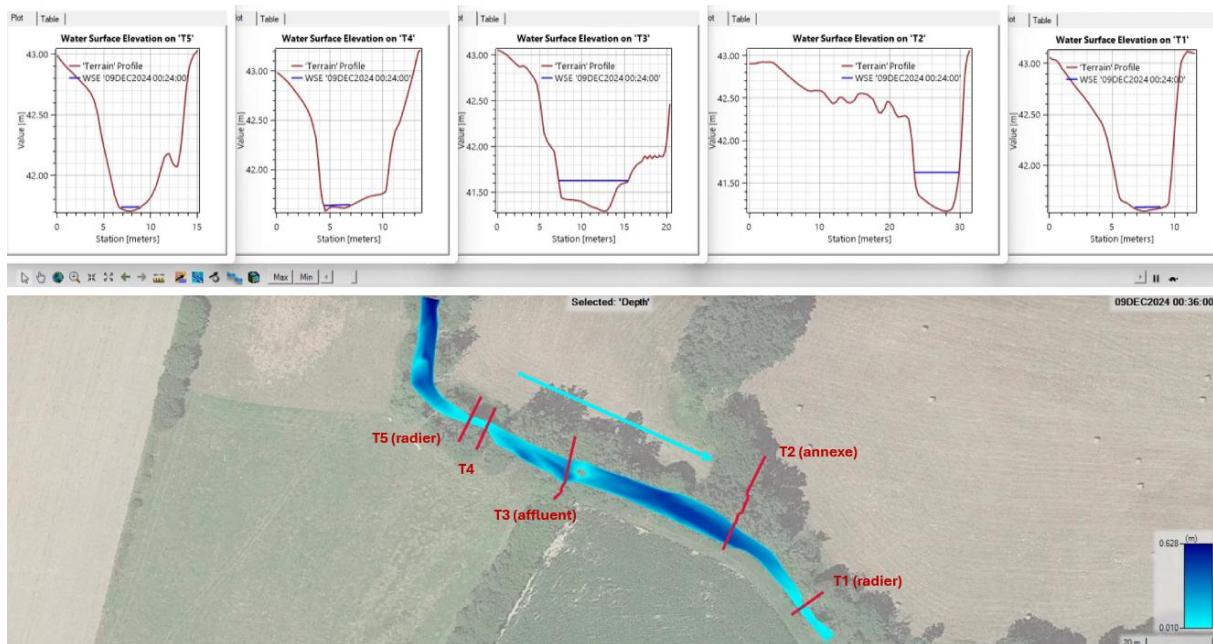


Figure 52: Étude de la connectivité sur l'Usure

Sur l'Usure, deux annexes ont été identifiées, à savoir l'affluent en rive droite, au niveau du transect 3, et la frayère potentielle en rive gauche, au niveau de l'annexe 2. Des banques sont également présentes, nous les avons étudiées au niveau des transects 4 et 5.

Ci-dessous est figuré pour quel débit ces annexes sont connectées avec l'Usure, et pour quel débit les banques sont mises en eau, et ceci principalement pour le brochet. Ces résultats ont été obtenus par le croisement des observations de terrains et des modélisations de hauteur d'eau à l'aide du modèle hydraulique

Tableau 50: Analyse de la connectivité en hautes eaux

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe 1	Annexe2
Débit accès affluent RD	720				
	1150				
	1400				
Q10%	1880	55			
Q5%	3003	28			
Campagne hautes eaux	3100				
	3400				
Q2%	4795	7			
Qj2	10280				

- À 720 l/s, l'affluent (annexe 1) commence à être connecté, à 1150 l/s la connexion se fait pour les principales espèces.
- À 1150 l/s, les banques commencent à se recouvrir, à 2600 l/s les banques sont bien recouvertes et accessibles pour le brochet.
- L'annexe 2 n'est pas accessible avant 3000 l/s comme on peut le voir lors de la campagne de hautes eaux, et vraiment accessible pour le brochet à 5000 l/s.

On propose donc sur l'Usure en période hautes eaux, un seuil bas de 1150 l/s proche de Q19%, et un seuil haut de 3000 l/s, proche de Q5%.

8.7.1.1 Représentation des hauteurs d'eau

Ci-dessous sont figurées différentes représentations de hauteurs d'eau, avec 20 cm d'eau à minima, afin de représenter les zones accessibles pour toutes les espèces, y compris le brochet. Les zones peu profondes sont en bleu, les zones profondes en rouge.



Figure 53: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Usure à 1740 l/s

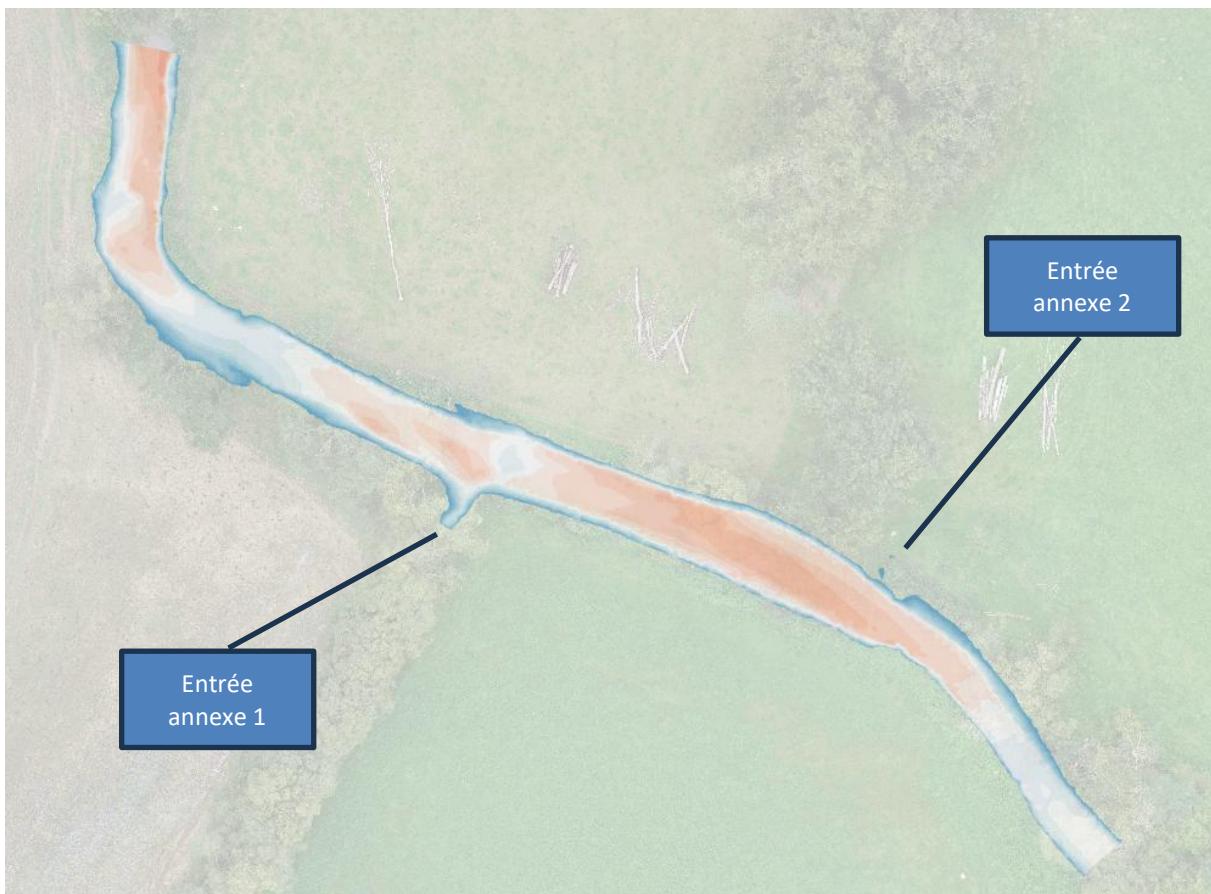


Figure 54: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Usure à 4470 l/s

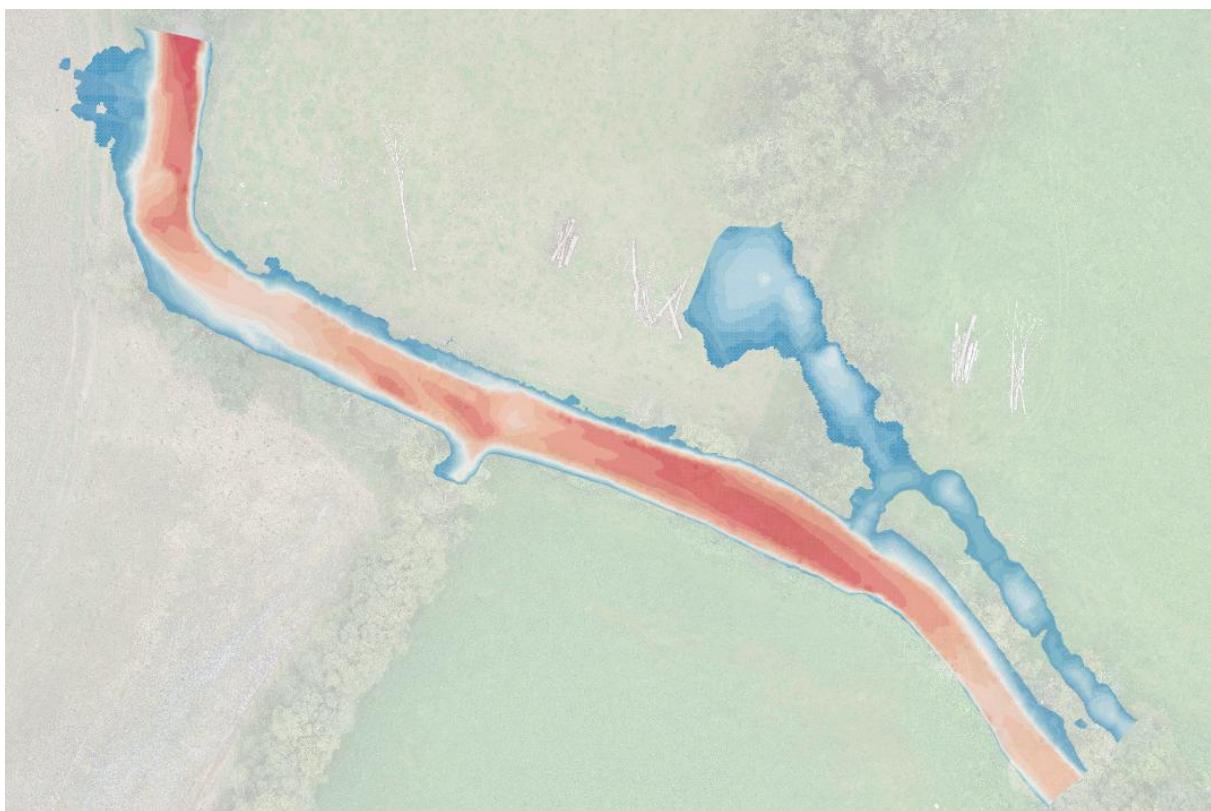


Figure 55: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Usure à Qj2 (10280 l/s)

8.7.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

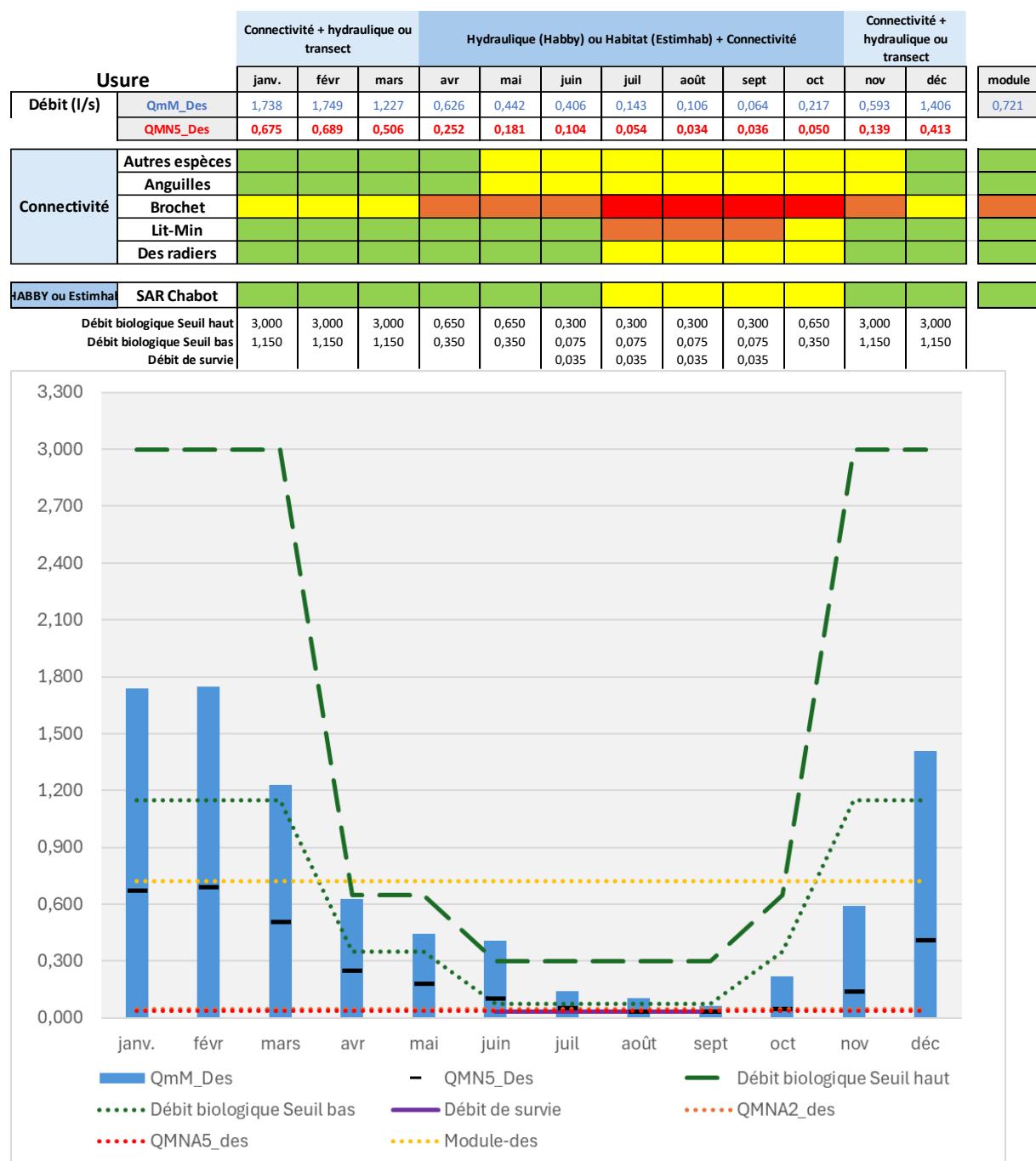


Figure 56: Synthèse des plages de débits biologiques proposés sur l'Usure

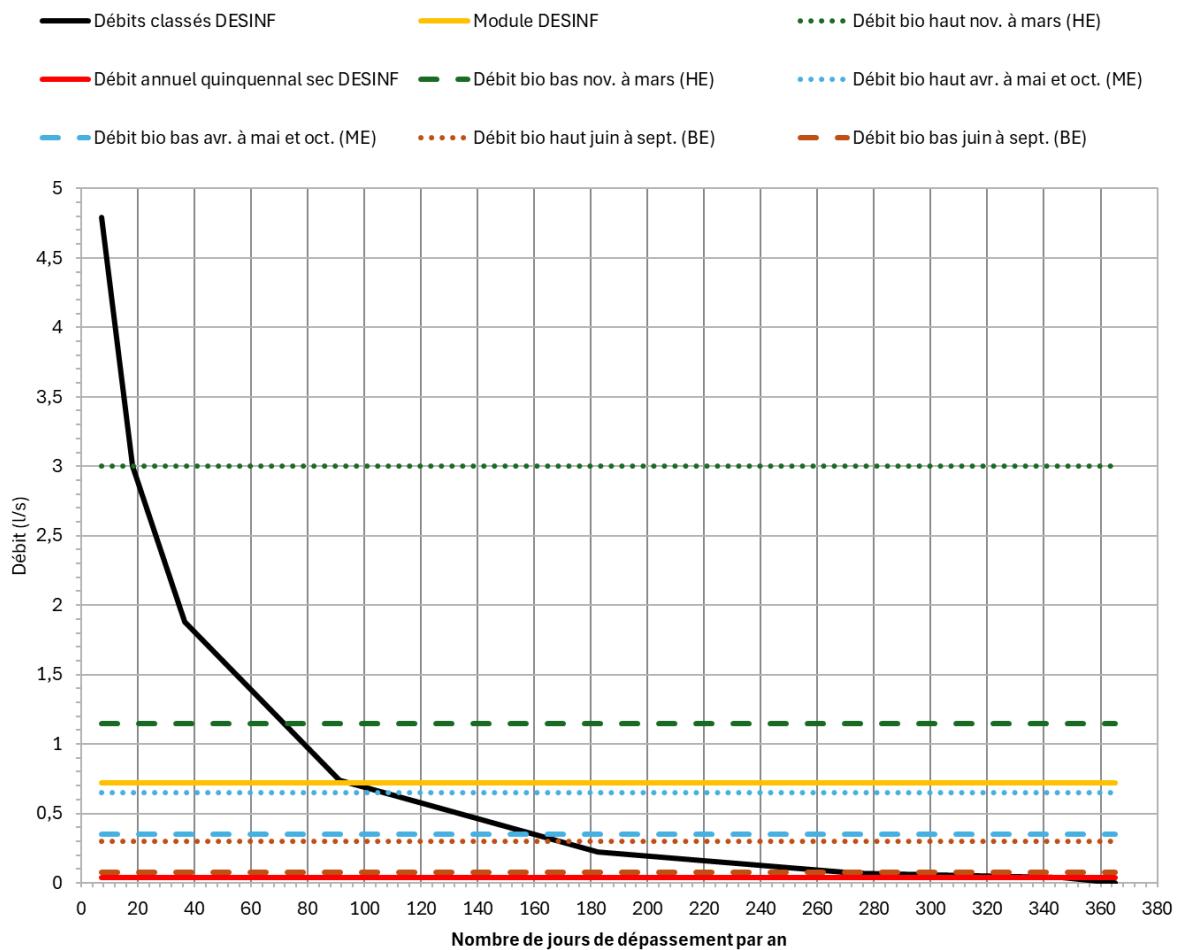


Figure 57: Courbe des débits classés de l'Usure

8.8 UH4 - Hière

8.8.1 Période de hautes eaux

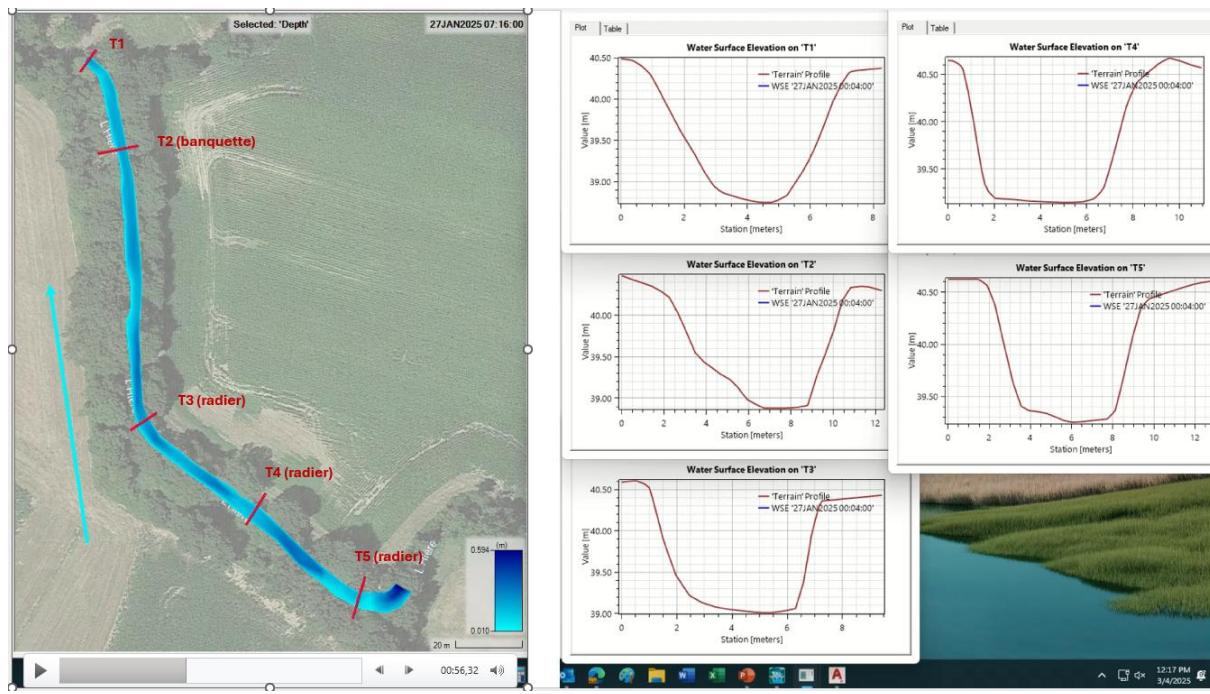


Figure 58:Etude de la connectivité sur l'Hière

Sur l'Hière, deux annexes ont été identifiées, à savoir deux frayères potentielles en aval de la station. Ces deux annexes n'ont pas été étudiées avec le modèle hydraulique, car une passerelle est située entre ces deux annexes et aurait faussé le modèle hydraulique. Pour pallier cela, nous avons considéré que la hauteur d'eau au droit de ces annexes était proche de celle de l'Hière, notamment en hautes eaux.

Des banquettes sont également présentes, nous les avons étudiées au niveau des transects 2 et 5.

Ci-dessous est figuré pour quel débit ces annexes sont connectées avec l'Hière, et pour quel débit les banquettes sont mises en eau, et ceci principalement pour le brochet.

Ces résultats ont été obtenus par le croisement des observations de terrains et des modélisations de hauteur d'eau à l'aide du modèle hydraulique

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe 1	Annex2
	800				
	1100				
Q10%	1466	55			
20 cm sur les banquettes	2200				
Q5%	2307	28			
Campagne hautes eaux	2600				
Q2%	3782	7			
Qj2	9170				

- A 800 l/s, les banquettes d'hélophytes commencent à être recouvertes ;
- À 1100 l/s, les banquettes commencent à être bien recouvertes en eau, au-delà de Q10% elles sont toutes recouvertes de plus de 20 cm d'eau ;
- L'annexe 2 est totalement recouverte à partir de 2200 l/s, alors que l'annexe 1 commence juste à être recouverte.

On propose donc sur l'Hière en période de hautes eaux, un seuil bas de 800 l/s proche de Q22%, et un seuil haut de 2200 l/s, proche de Q5%.

8.8.1.1 *Représentation des hauteurs d'eau*

Ci-dessous sont figurées différentes représentations de hauteurs d'eau, avec 20 cm d'eau à minima, afin de représenter les zones accessibles pour toutes les espèces, y compris le brochet. Les zones peu profondes sont en bleu, les zones profondes en rouge.



Figure 59: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Hière à 1134 l/s



Figure 60: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Hière à 2300 l/s

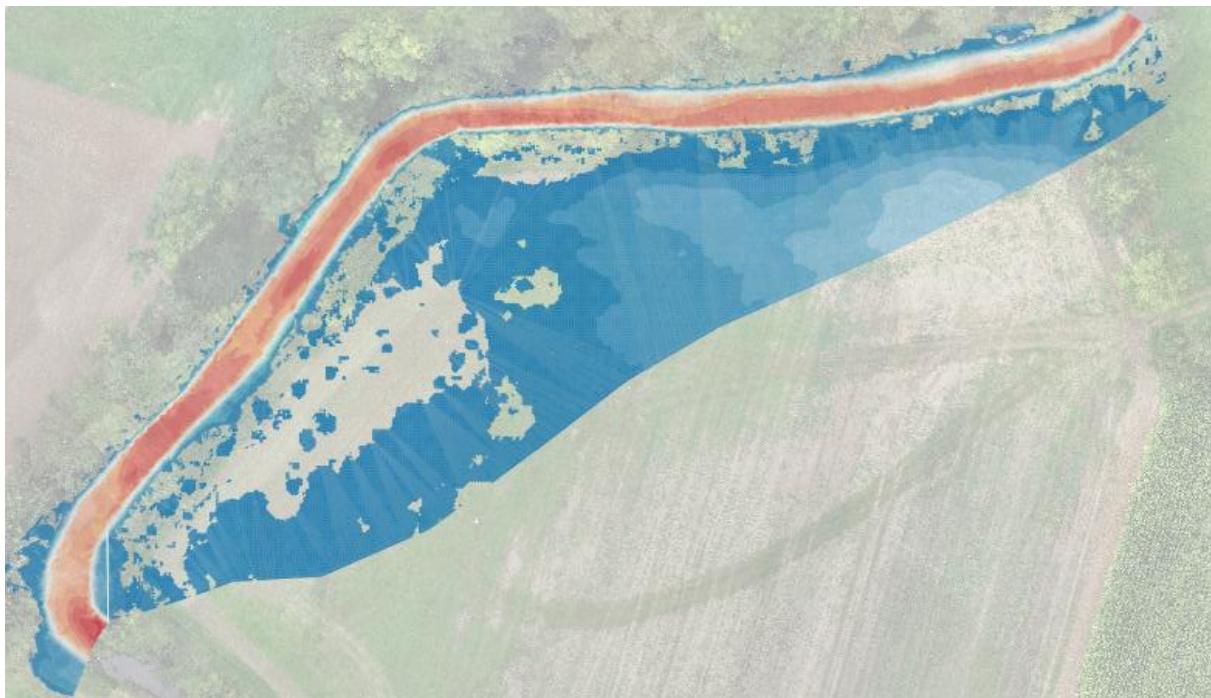


Figure 61: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Hière à Qj2 (9170 l/s)

8.8.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

Hière		Connectivité + hydraulique ou transect			Hydraulique (Habby) ou Habitat (Estimhab) + Connectivité									Connectivité + hydraulique ou transect	
		janv.	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	module	
Débit (l/s)	QmM_Des	1,408	1,429	0,977	0,500	0,367	0,297	0,114	0,064	0,049	0,142	0,446	1,083	0,567	
	QMNS_Des	0,529	0,575	0,396	0,205	0,133	0,080	0,046	0,034	0,034	0,030	0,099	0,315		
Connectivité	Autres espèces														
	Anguilles														
	Brochet														
	Lit-Min														
	Des radiers														
HABBY ou Estimha	SAR Chabot														
	Débit biologique Seuil haut	2,200	2,200	2,200	0,550	0,550	0,250	0,250	0,250	0,250	0,550	2,200	2,200		
	Débit biologique Seuil bas	0,800	0,800	0,800	0,200	0,200	0,090	0,090	0,090	0,090	0,200	0,800	0,800		
	Débit de survie														

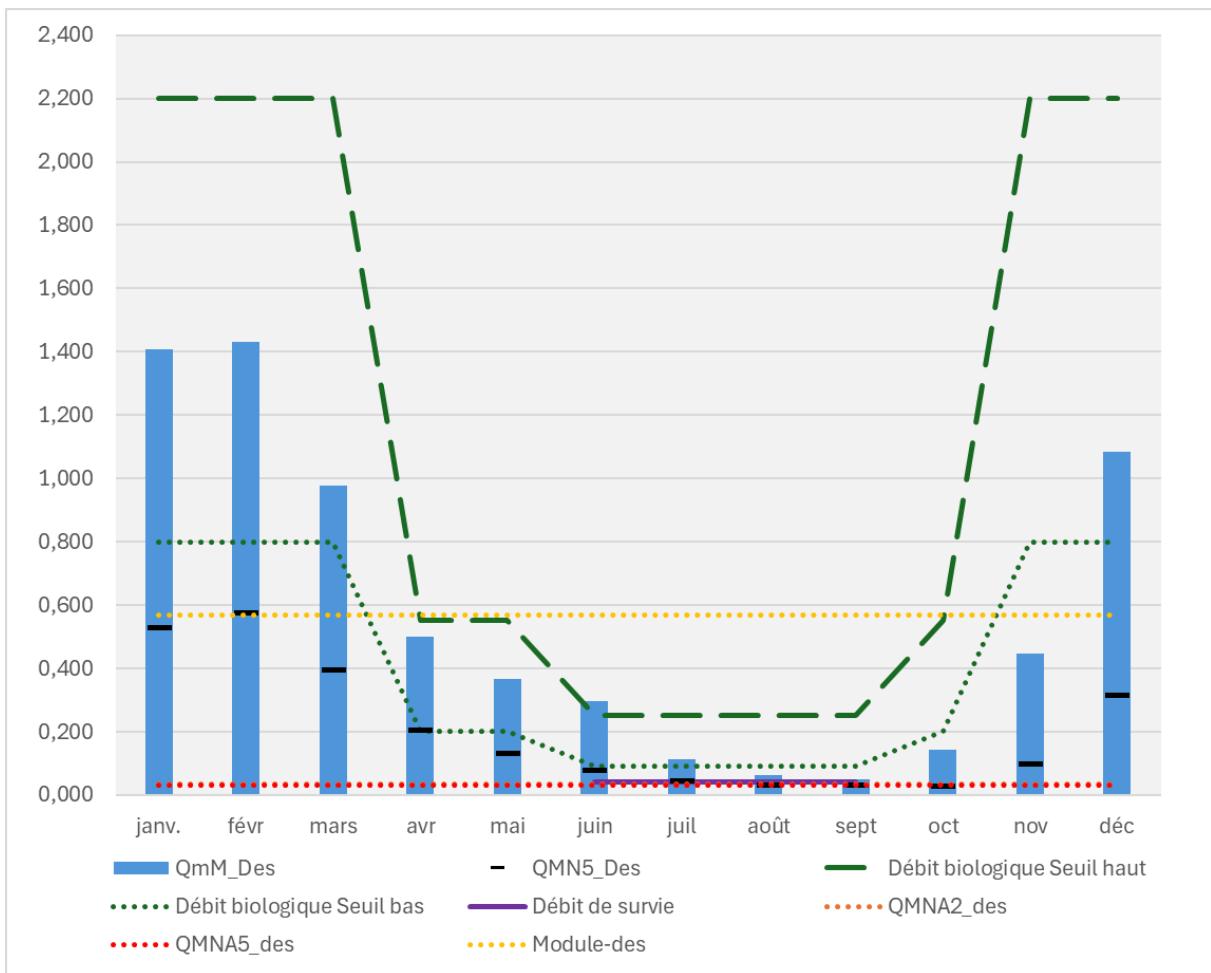


Figure 62: Synthèse des débits biologiques proposés sur l'Hière

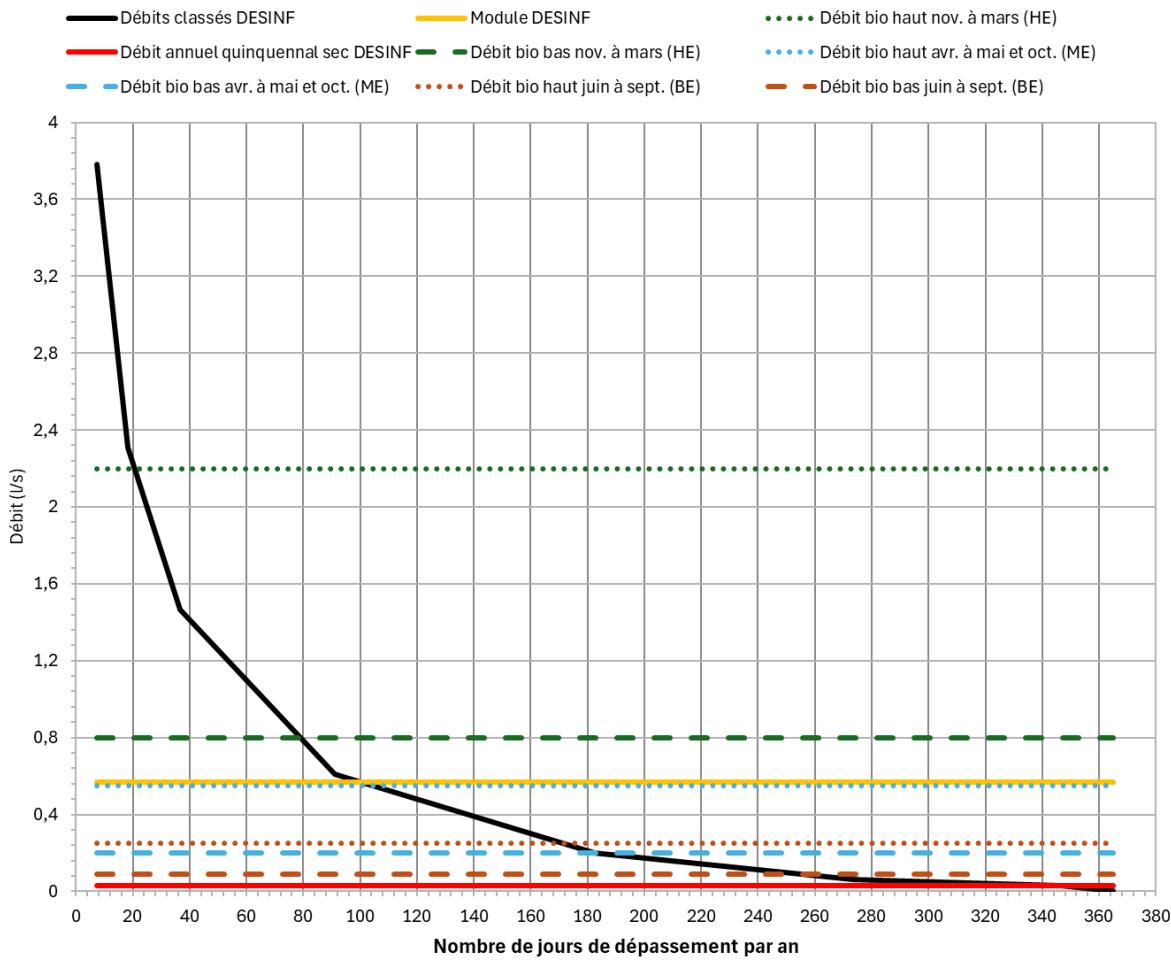


Figure 63: Courbe des débits classés de l'Hière

8.9 UH6 Oudon Moyen

8.9.1 Période de hautes eaux

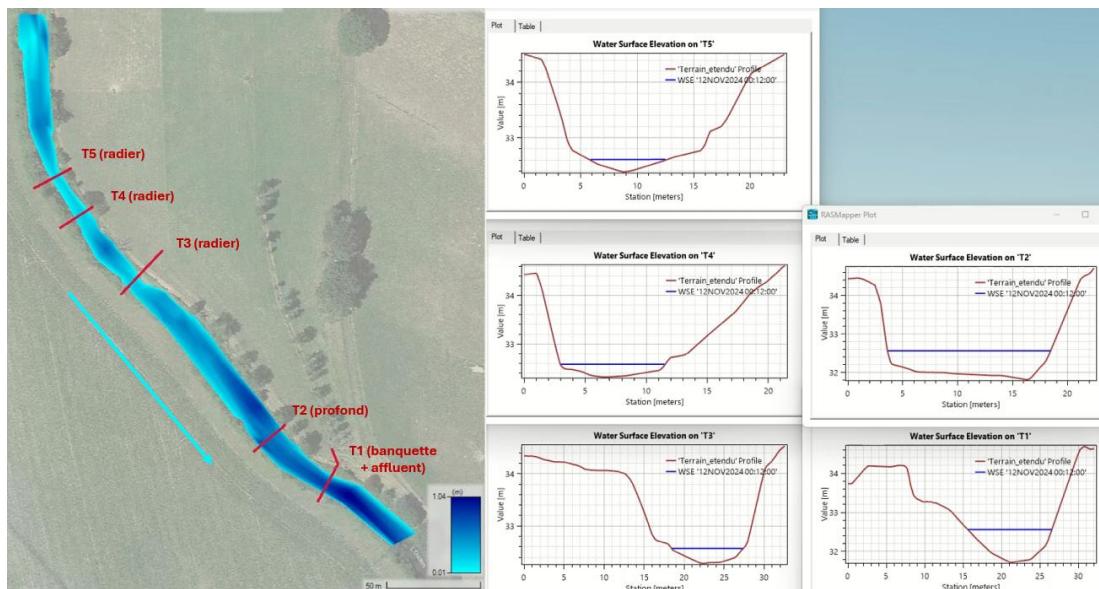


Figure 64:Etude de la connectivité sur l'Oudon Moyen

Sur l'Oudon Moyen, une annexe a été identifiée, à savoir une zone de banquettes avec la confluence d'un petit ruisseau temporaire. Des banquettes sont également présentes, nous les avons étudiées au niveau des radiers et du transect 1.

Ci-dessous sont figurés pour quel débit ces annexes sont connectées avec l'Oudon, et pour quel débit les banquettes sont mises en eau, et ceci principalement pour le brochet.

Ces résultats ont été obtenus par le croisement des observations de terrains et des modélisations de hauteur d'eau à l'aide du modèle hydraulique

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe 1
Début banquette	2000			
Début affluent	3000			
	4000			
Q10%	6364	54		
	8000			
Campagne hautes eaux	10115			
Q5%	10363	27		
Q2%	16980	7		
Qj2	31450			

- À 3000 l/s, les banquettes d'hélophytes commencent à être recouvertes en eau, au-delà de 8000 l/s elles sont recouvertes de plus de 20 cm d'eau ;
- L'annexe est légèrement connectée à partir de 4000 l/s, à 6000 l/s la connexion est établie.

On propose donc sur l'Oudon Moyen en période de hautes eaux, un seuil bas de 4000 l/s proche de Q14%, et un seuil haut de 8000 l/s, proche de Q8%.

8.9.1.1 Représentation des hauteurs d'eau

Ci-dessous sont figurées différentes représentations de hauteurs d'eau, avec 20 cm d'eau à minima, afin de représenter les zones accessibles pour toutes les espèces, y compris le brochet. Les zones peu profondes sont en bleu, les zones profondes en rouge.



Figure 65: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Oudon Moyen à 5 m³/s



Figure 66: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Oudon Moyen à 10.21 m³/s

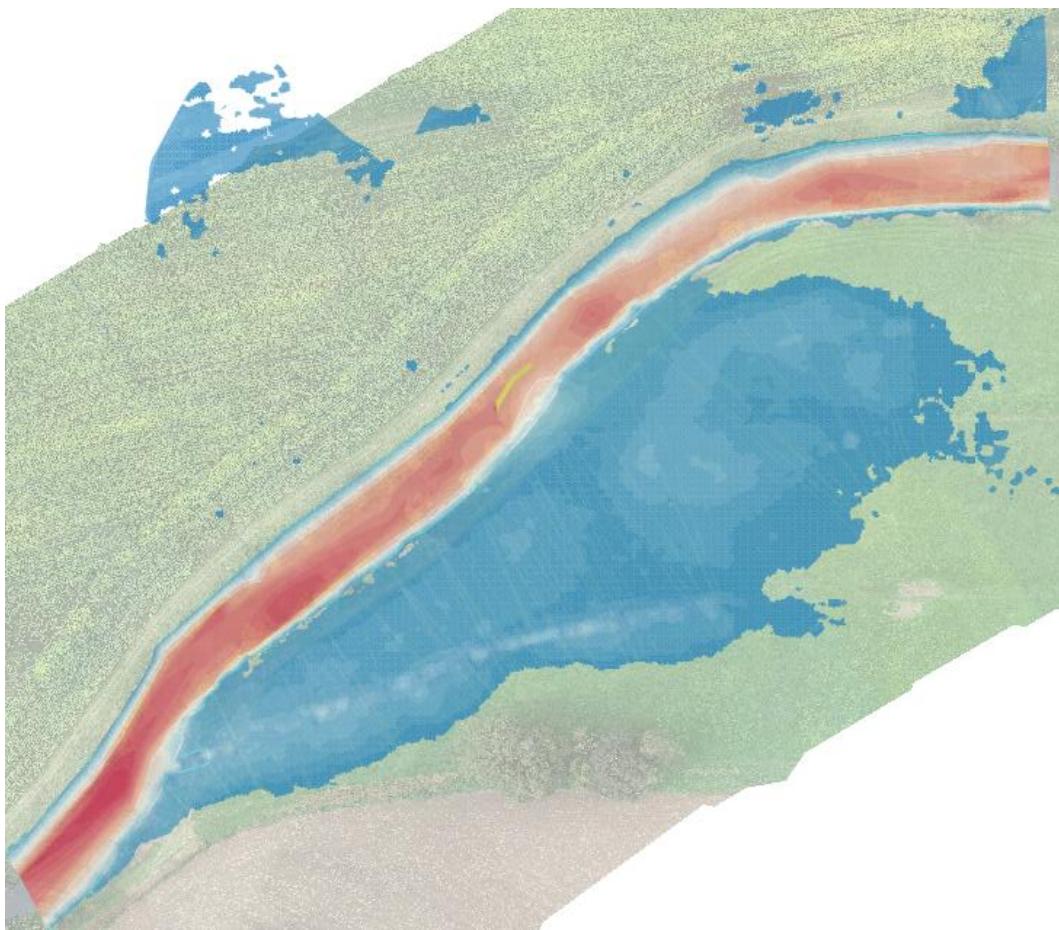


Figure 67: Modélisation des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm sur l'Odon Moyen à Qj2

8.9.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

		Connectivité + hydraulique ou transect			Hydraulique (Habby) ou Habitat (Estimhab) + Connectivité									Connectivité + hydraulique ou transect	
		janv.	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	module	
Oudon à Treizes Vouges	Débit (l/s)	QmlM_Des	5,879	6,152	4,454	2,286	1,647	1,527	0,541	0,367	0,243	0,645	1,748	4,590	
		QMNS_Des	1,941	2,069	1,819	0,854	0,673	0,405	0,183	0,123	0,108	0,159	0,425	1,162	
Connectivité	Autres espèces														
	Anguilles														
	Brochet														
	Lit-Min														
	Des radiers														
HABBY ou Estimhab	SAR Chabot														
	Débit biologique Seuil haut	8,000	8,000	8,000	2,500	2,500	0,750	0,750	0,750	0,750	2,500	8,000	8,000		
	Débit biologique Seuil bas	4,000	4,000	4,000	1,050	1,050	0,300	0,300	0,300	0,300	1,050	4,000	4,000		
	Débit de survie						0,160	0,160	0,160	0,160					

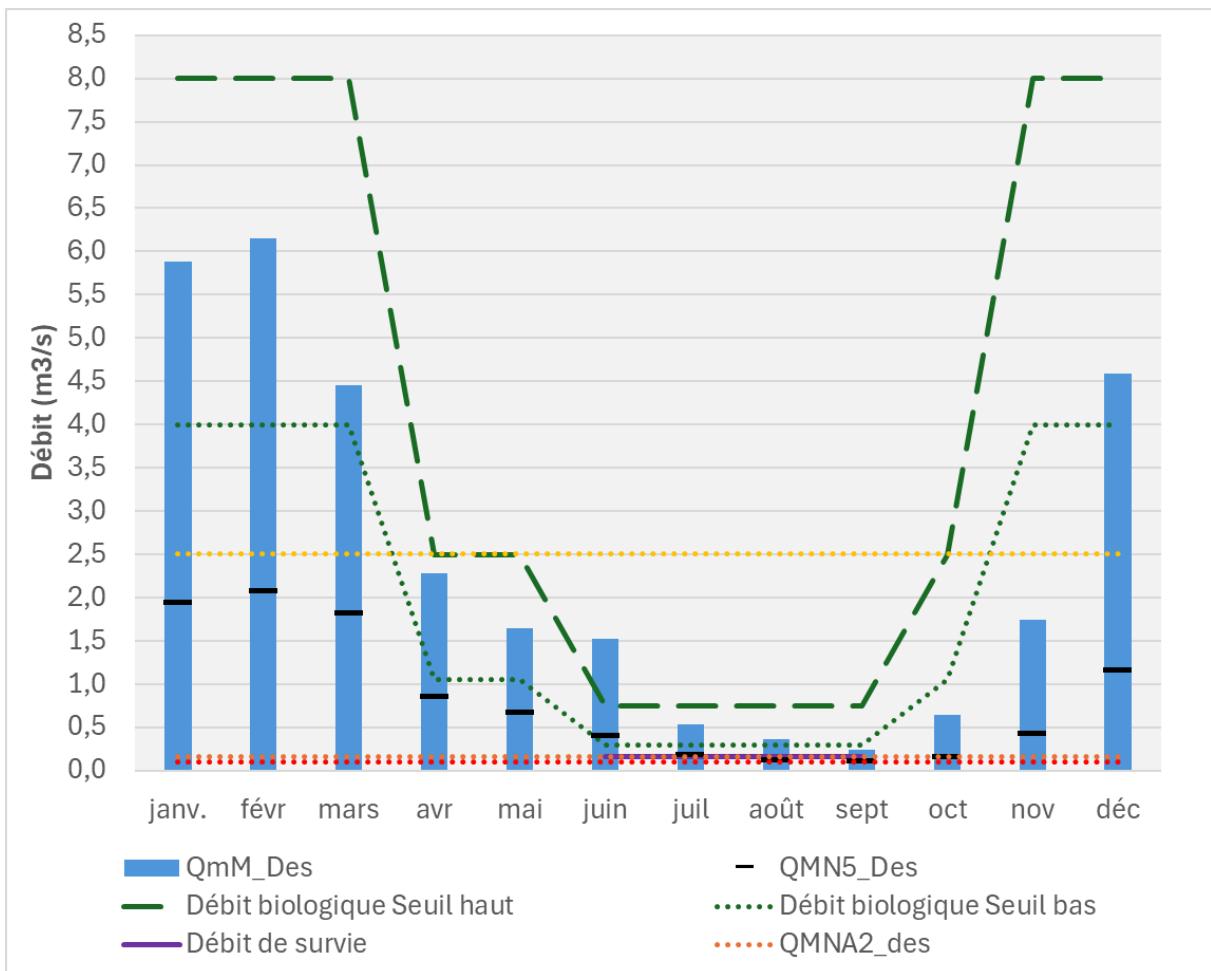


Figure 68: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur l'Oudon Moyen

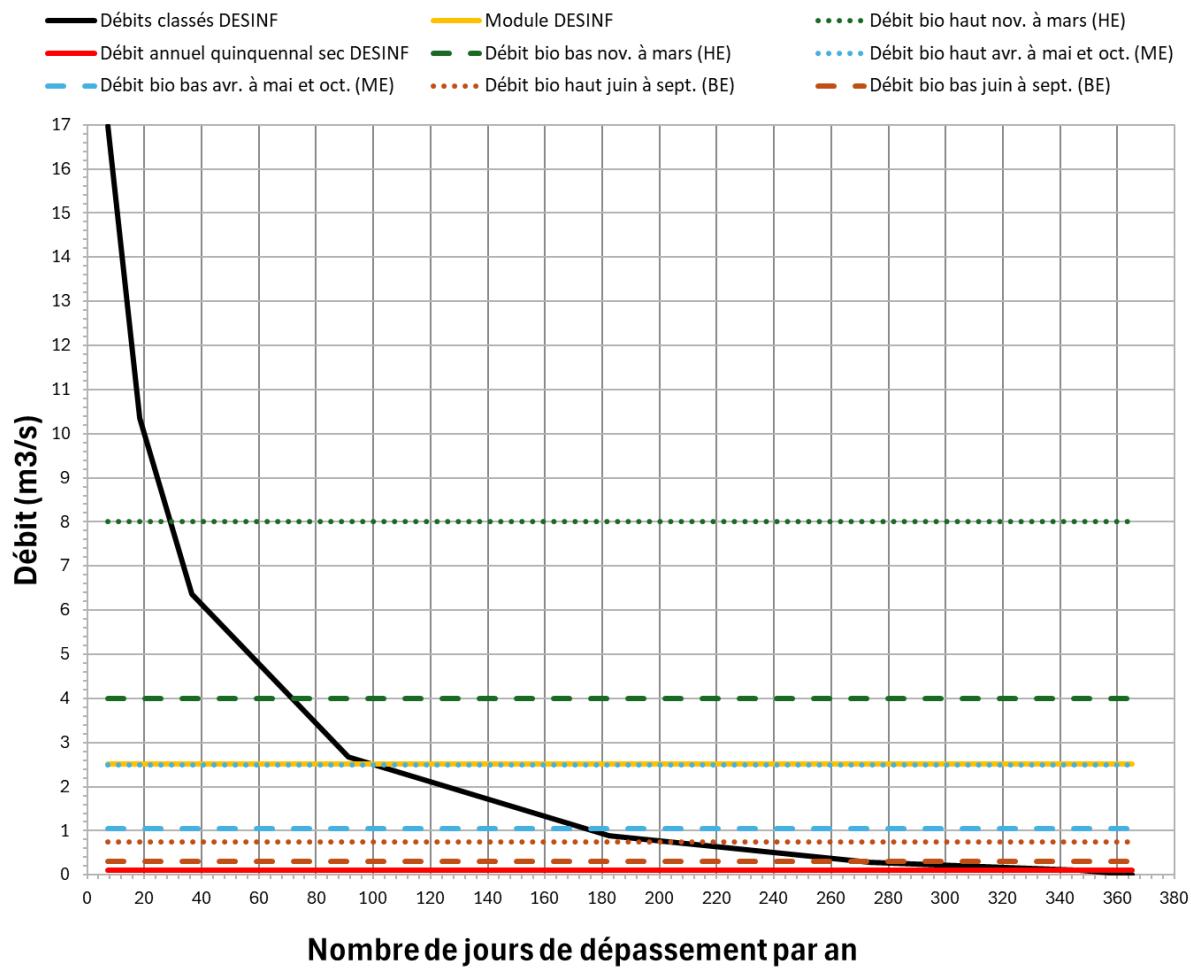


Figure 69: Courbe des débits classés de l'Oudon Moyen

8.10UH11 - Argos

8.10.1 Période de hautes eaux

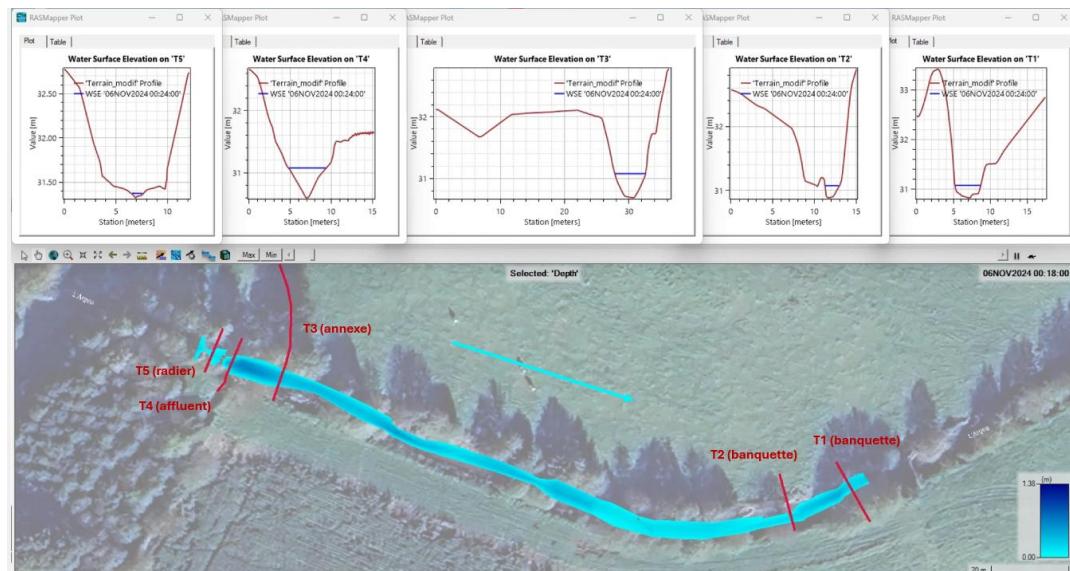


Figure 70: Etude de la connectivité sur l'Argos

Sur l'Argos, deux annexes ont été identifiées, à savoir l'affluent en rive droite, au niveau du transect 2, et la mare en rive gauche, au niveau de l'annexe 3. Des banquettes sont également présentes, nous les avons étudiées au niveau des transects 1 et 2.

Ci-dessous est figuré pour quel débit ces annexes sont connectées avec l'Argos, et pour quel débit les banquettes sont mises en eau, et ceci principalement pour le brochet.

Ces résultats ont été obtenus par le croisement des observations de terrains et des modélisations de hauteur d'eau à l'aide du modèle hydraulique

Tableau 51: Analyse de la connectivité en hautes eaux

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe 1	Annex2
Campagne du 24/9/24	97				
Reconnaissance du 1/8/2024	122				
	530				
Débit accès affluent RD	650				
Q10%	760	38			
Campagne hautes eaux	890				
Q5%	1198	13			
	1300				
Q2%	2020	4			
Qj2	5860				

Les hauteurs d'eau estimées à l'aide de la modélisation nous permettent de dire que la mare n'est connectée avec l'Argos que lors de crues supérieures à 2300 l/s, ce qui ne peut servir de débit de gestion sur l'Argos.

Le petit affluent est juste connecté à l'Argos à partir de 650 l/s, à 890 l/s la connexion est simple pour l'anguille et les petites espèces, mais non réalisable pour le brochet. À 1200 l/s, la connexion est réalisable pour le brochet.

Les banquettes d'hélophytes commencent à être en eau à 530 l/s, à 1200 l/s les banquettes sont recouvertes de 20 cm d'eau.

On propose donc sur l'Argos en période de hautes eaux, un seuil bas de 530 l/s proche de Q18%, et un seuil haut de 1200 l/s, proche de Q5%.

8.10.2 Représentation à Qj2

Ci-dessous est représentée la zone d'étude à Qj2 pour les hauteurs d'eau et la valeur d'habitat pour le brochet et l'anguille, ainsi qu'une photo de la zone d'étude lors de la crue de janvier 2025 à Qj5 (Cf annexe).



Figure 71: Valeurs d'habitat pour l'anguille à Qj2 sur l'Argos (Hydro Concept)



Figure 72: Valeurs d'habitat pour le brochet à Qj2 sur l'Argos (Hydro Concept)



Figure 73: Hauteur d'eau sur l'Argos à Qj2 (Hydro Concept)

8.10.3 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

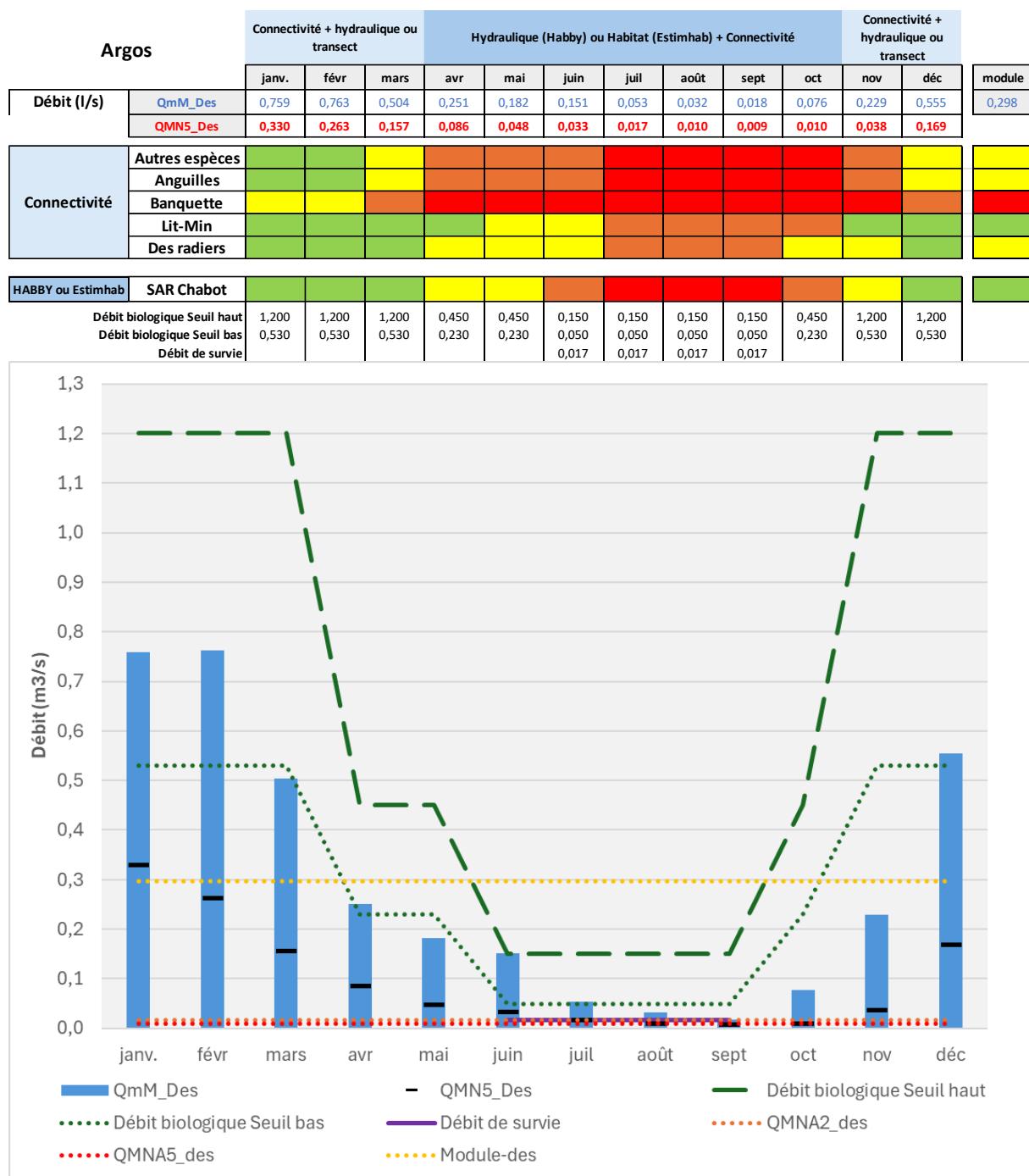


Figure 74: Synthèse des débits biologiques proposés sur l'Argos

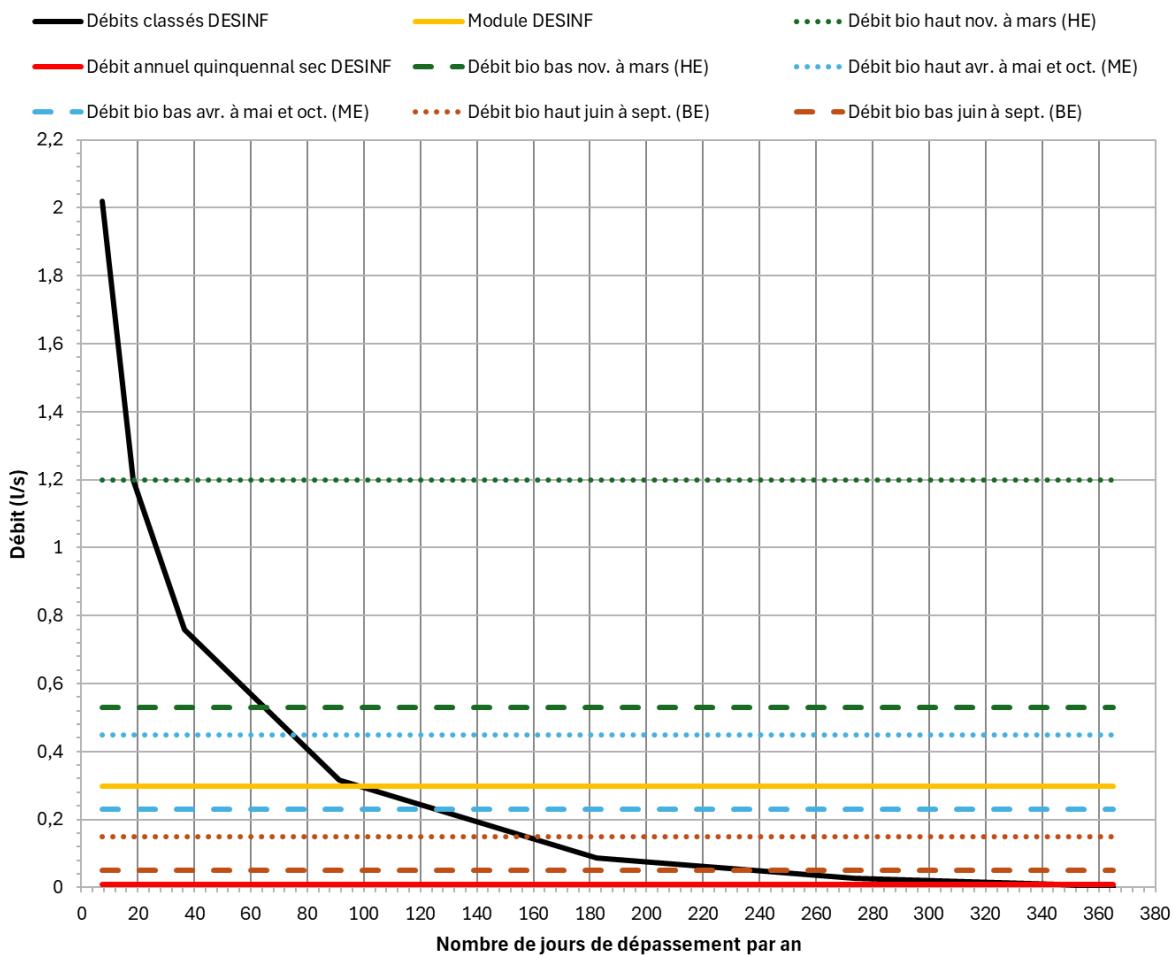


Figure 75: Courbe des débits classés de l'Argos

8.11UH7 – Araize

8.11.1 Période de hautes eaux

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : site connectivité des annexes éventuelles et transects, en vert : annexes hydrauliques.



Figure 76: Localisation des sites sur l'Araize

Sur ce site, un petit affluent est présent en rive droite.

Tableau 52: Analyse de la connectivité des annexes sur l'Araize

Station : Araize		Annexe n° : 1		
	Campagne	C2	C3	
	Date relevé :	23/10/24	14/1/25	
	Débit mesuré (l/s)	1265,0	1675,0	
	Type annexe hydraulique	Petit affluent , 0,6m de large		
Descriptif annexes hydrauliques	Commentaires	Très faible potentiel		
	A: Cote relative fond cours d'eau (m)	1,5	1,5	
	B: Cote relative entrée annexe (m)	1,7	1,7	
	C: Cote relative ligne d'eau cours d'eau (m)	1,99	2,2	
	Cn-C(n-1)		0,21	
	D: Cote ligne d'eau aval de l'annexe (m) ou E	2,02	2,25	
	E: hauteur d'eau entrée annexe (D-B) en m	0,29	0,5	
	F: distance entre annexe et cours d'eau (m)	5,6	5,6	
	G: Pente (%)	1%	1%	
	H: Dénivelé (cm) (D-C)	0,03	0,05	
	Connexion annexe (Hors d'eau Partiellement en eau Totalement en eau)	Partiellement en eau	Totalement	
Espaces et tirant d'eau minimal (ICE)	BAF	10	NC	
	TRF	5	NC	
	CHA	5		
	LOF	5		
	GOU	5		
	VAI	5		
	BRO	15	NC	
	ANG	2		

L'entrée de l'annexe est accessible, mais la faible hauteur d'eau dans le ruisseau ne permet pas aux petites espèces d'accéder à celui-ci, hormis en période de hautes eaux. L'anguille est l'espèce la moins impactée. Aucun potentiel pour le brochet n'est présent sur cette annexe.

Tableau 53: Analyse de la connectivité en hautes eaux

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe	Lit Mineur
Campagne du 23/10/2024	1265				
Q10%	1303	30			
Campagne hautes eaux	1675				
Q5%	2110	15			
Q2%	3445	5			
Qj2	8220				

L'étude de la connectivité, montre que le sommet des banquettes et annexes ne sont totalement accessible qu'en période de très hautes eaux, à Q5%, débit trop élevé pour servir de seuil.

Lors de la campagne de janvier, le débit estimé de 1675 l/s semble apporter les conditions suffisantes pour le recouvrement d'une grande partie des annexes potentielles.

Un débit de 700 l/s permet aux banquettes d'être partiellement en eau, ce débit servira de seuil bas pour cette période.

On propose donc sur l'Araize en période hautes eaux, un seuil bas de 700 l/s proche du Q20%, et un seuil haut de 1600 l/s, proche de Q8%.

8.11.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

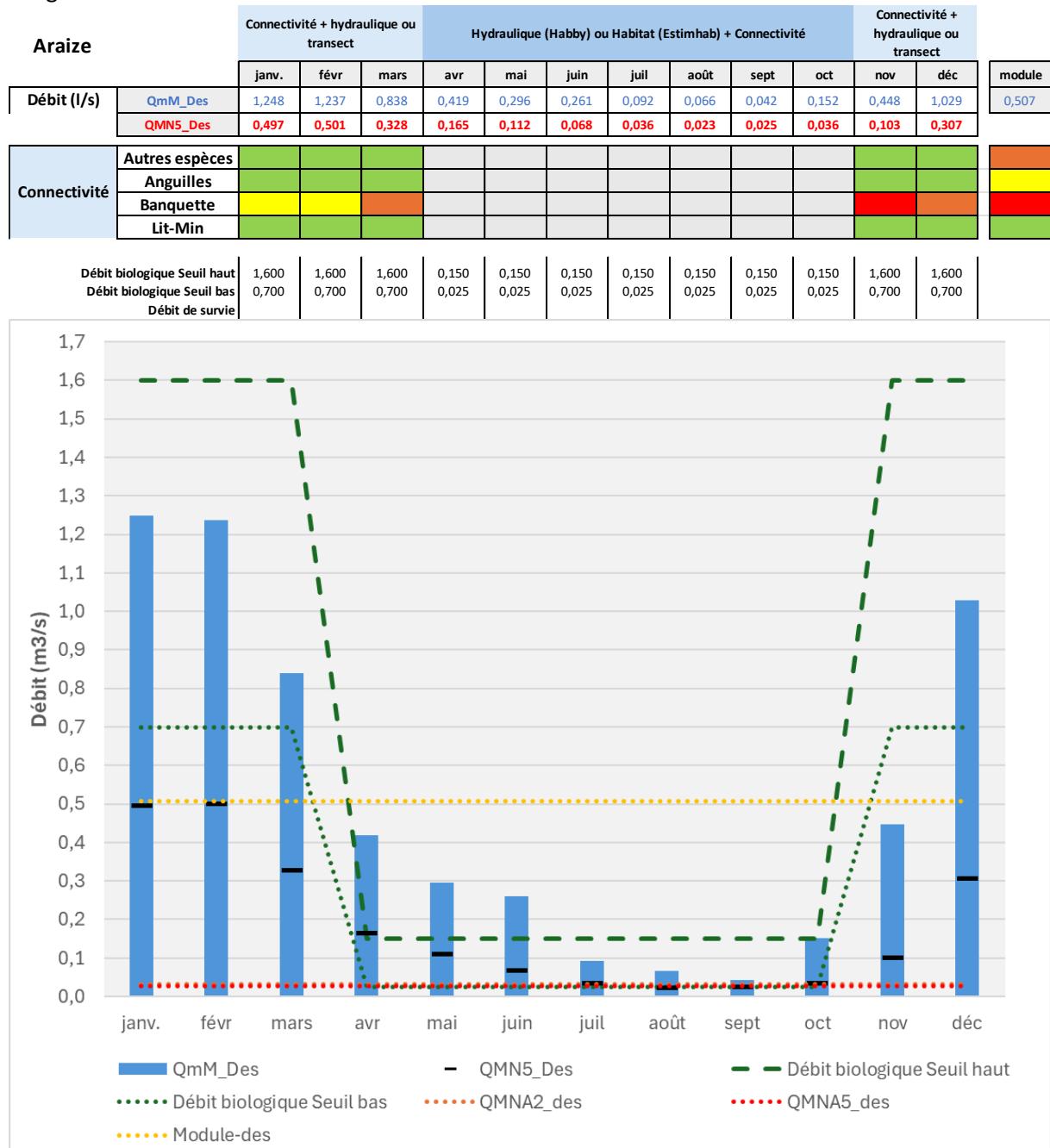


Figure 77: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur l'Araize

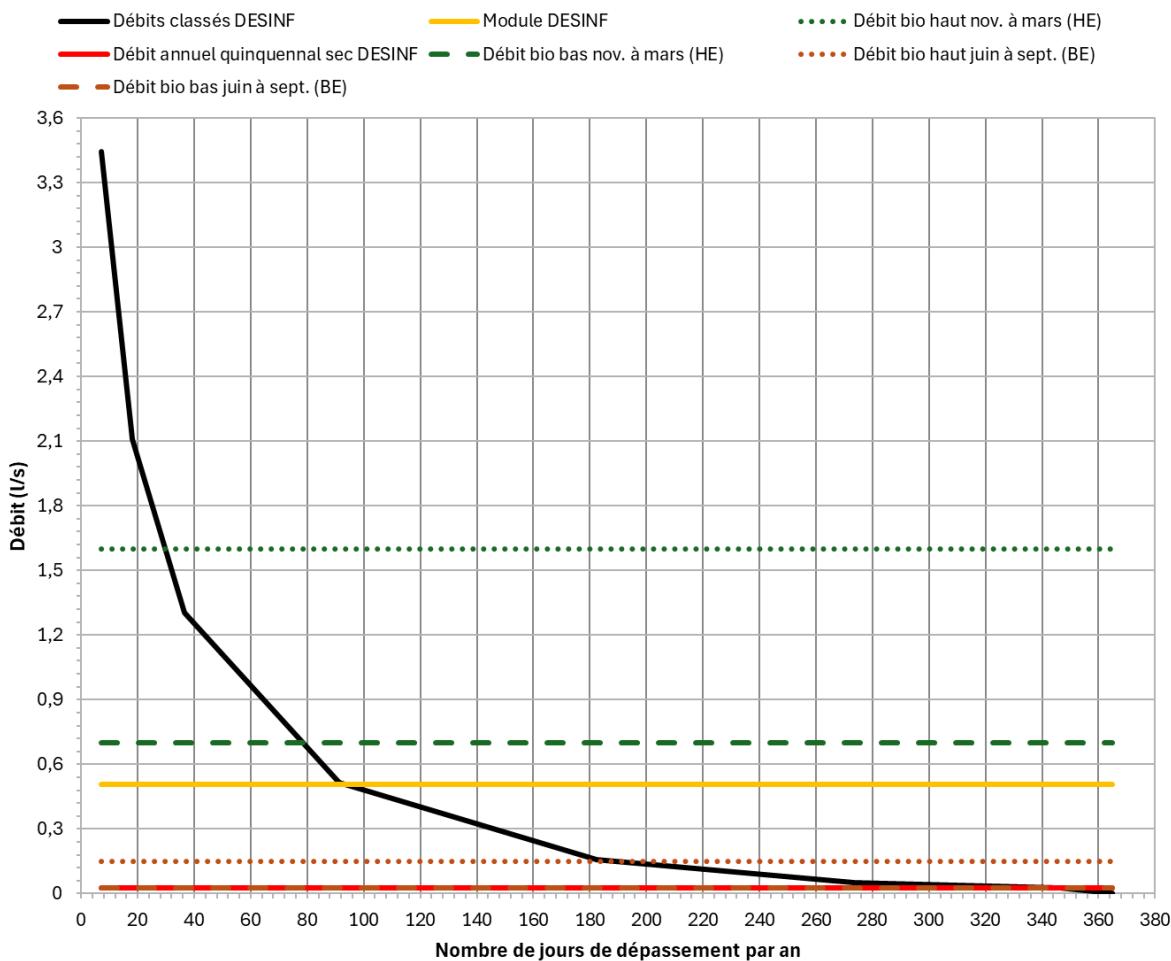


Figure 78: Courbe des débits classés de l'Araize

8.12UH5 – Chéran

8.12.1 Période de hautes eaux

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : site connectivité des annexes éventuelles et transects, en vert : annexes hydrauliques.



Figure 79: Localisation des sites sur le Chéran

Sur ce site, aucune annexe n'est présente, il n'a été réalisé qu'un transect sur des banquettes sur ce site.

Tableau 54: Analyse de la connectivité en hautes eaux sur le Chéran

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe	Lit Mineur
Début banquette	750			NC	
Q10%	1073	29		NC	
Campagne hautes eaux	1468			NC	
Campagne du 24/10/2024	1618			NC	
Q5%	1848	10		NC	
Q2%	3569	4		NC	
Qj2	7540			NC	

L'étude de la connectivité, montre que le sommet des banquettes est recouvert de 20 cm à un débit de 1100 l/s et que les banquettes commencent à se recouvrir à partir de 800 l/s.

On propose donc sur le Chéran en période hautes eaux, un seuil bas de 750 l/s proche de Q18%, et un seuil haut de 1100 l/s, proche de Q10%.

8.12.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

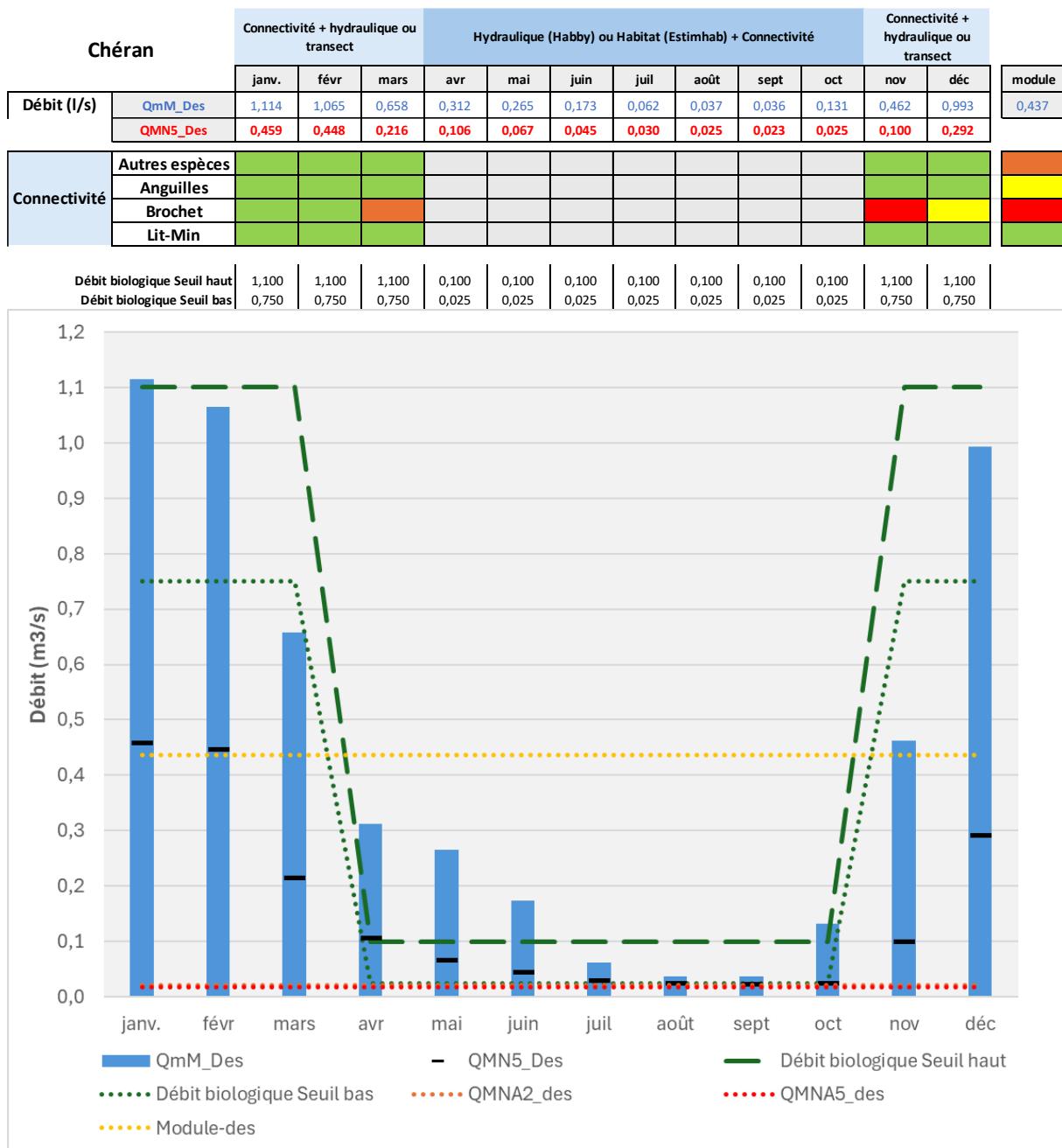


Figure 80: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur le Chéran

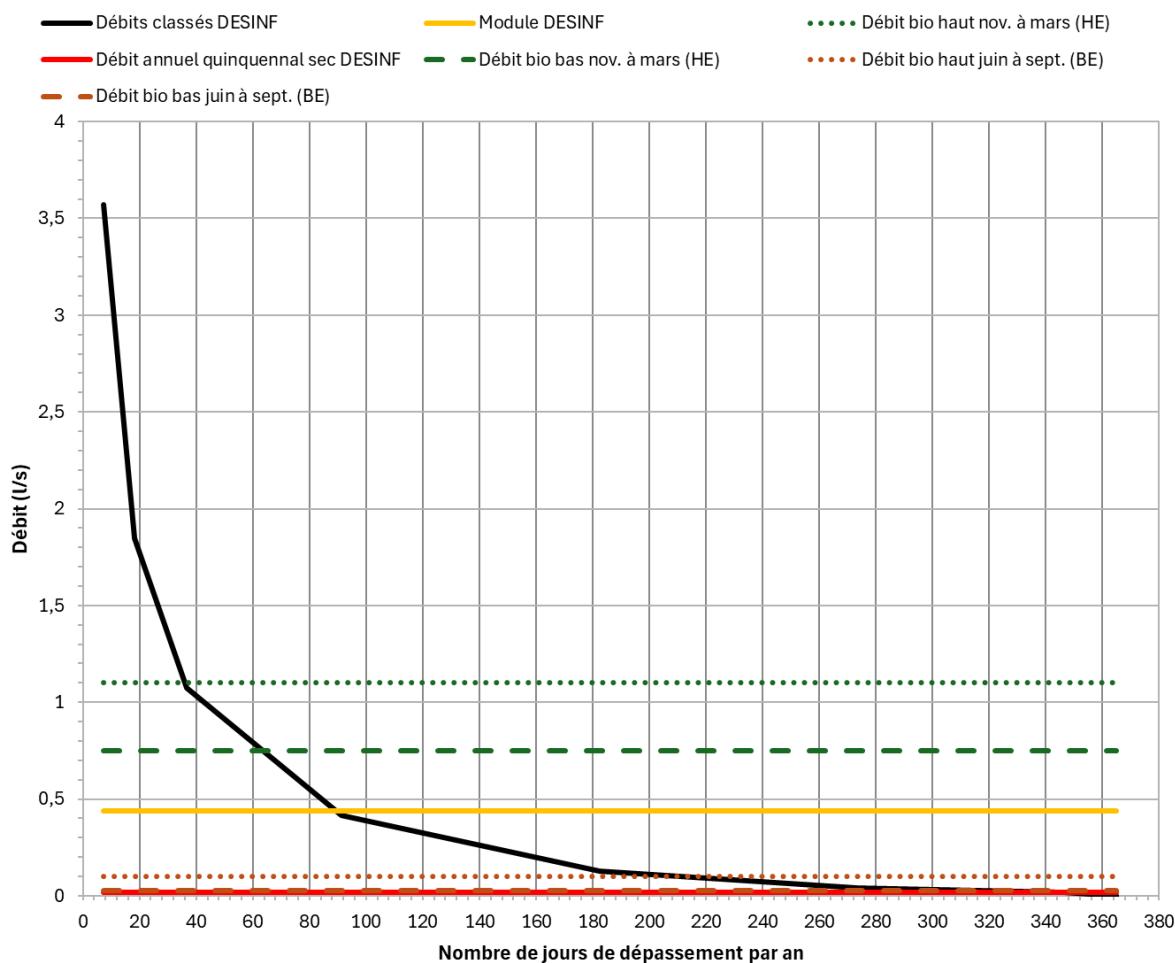


Figure 81: Courbe débits classés du Chéran

8.13UH8-Misengrain

8.13.1 Période de hautes eaux

Tableau 55: Analyse de la connectivité en hautes eaux

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe	BRO	Lit Mineur
	150		NC			
Connectivité lit mineur	200		NC			
Q10%	233	34	NC			
Q5%	364	13	NC			
Q2%	596	4	NC			
Campagne hautes eaux	668		NC			
Qj2	2870		NC			

À 150 l/s, on a estimé que le brochet pouvait circuler. A 200 l/s, on a estimé que la connectivité au sein du lit mineur était complète (7.7.2.1), et que l'annexe était accessible, mais que son potentiel était

quasi nul. À 668 l/s, la surface de l'annexe était beaucoup plus importante, comme le montrent les photos ci-dessous, mais pour des débits de fréquence proche de 1%.



Annexe à 128 l/s



Annexe à 668 l/s

À 300 l/s, donc proche de Q5%, on observe une hausse de plus de 10 cm de la ligne d'eau, vis-à-vis de 128 l/s, ce qui augmente sensiblement la taille de l'annexe, sans être préjudiciable à celle-ci, vis-à-vis de la situation observée à 668 l/s.

On propose donc sur le Misengrain en période de hautes eaux, un seuil bas de 150 l/s proche du Q21%, et un seuil haut de 300 l/s proche de Q8%.

8.13.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

Misengrain		Connectivité + hydraulique ou transect		Hydraulique (Habby) ou Habitat (Estimhab) + Connectivité										Connectivité + hydraulique ou transect	
		janv.	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	module	
Débit (l/s)		QmM_Des	0,233	0,230	0,155	0,079	0,059	0,050	0,018	0,011	0,008	0,029	0,081	0,177	0,093
		QMNS_Des	0,112	0,093	0,054	0,028	0,016	0,013	0,007	0,005	0,004	0,005	0,016	0,071	
Connectivité		Autres espèces													
		Anguilles													
		Brochet	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
		Lit-Min													
		Des radiers													
HABBY ou Estimhab	SAR Chabot														
Débit biologique Seuil haut		0,300	0,300	0,300	0,130	0,130	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,130	0,300	0,300	
Débit biologique Seuil bas		0,150	0,150	0,150	0,040	0,040	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,040	0,150	0,150	
Débit de survie							0,010	0,010	0,010	0,010	0,010				

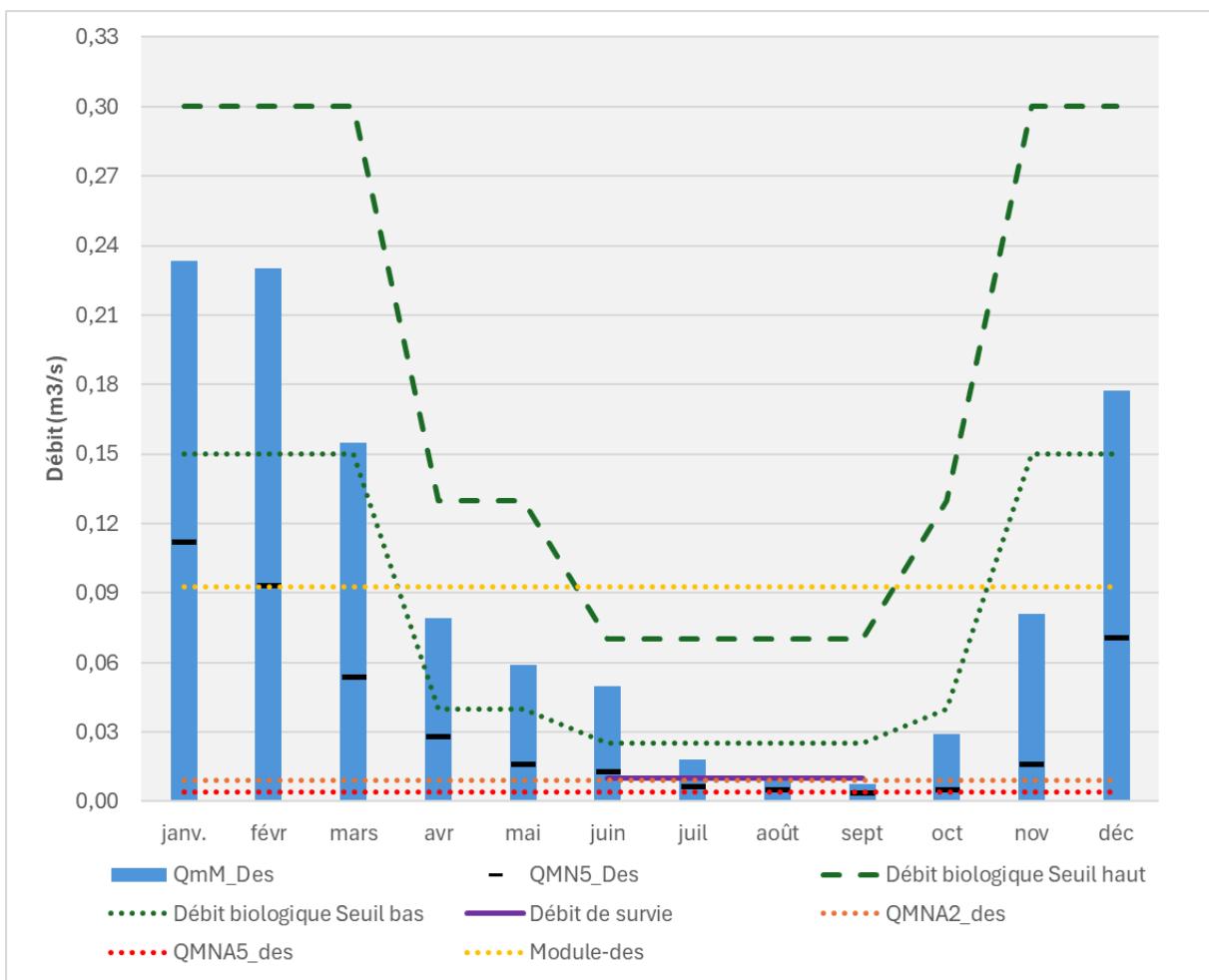


Figure 82: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur le Misengrain

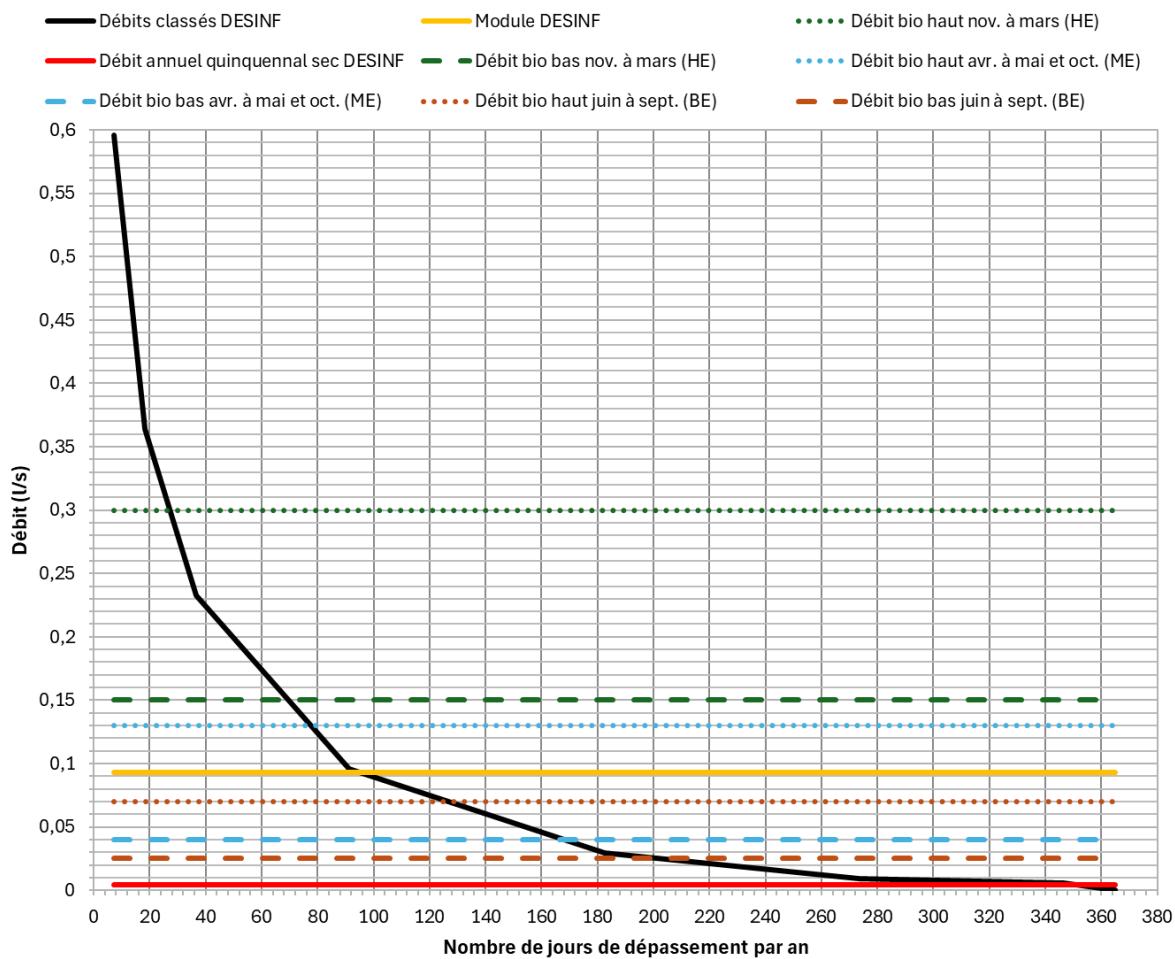


Figure 83: Courbe débits classés du Misengrain

8.14UH10 – Verzée

8.14.1 Période de hautes eaux

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en rouge : site connectivité des annexes éventuelles et transects, en vert : annexes hydrauliques.

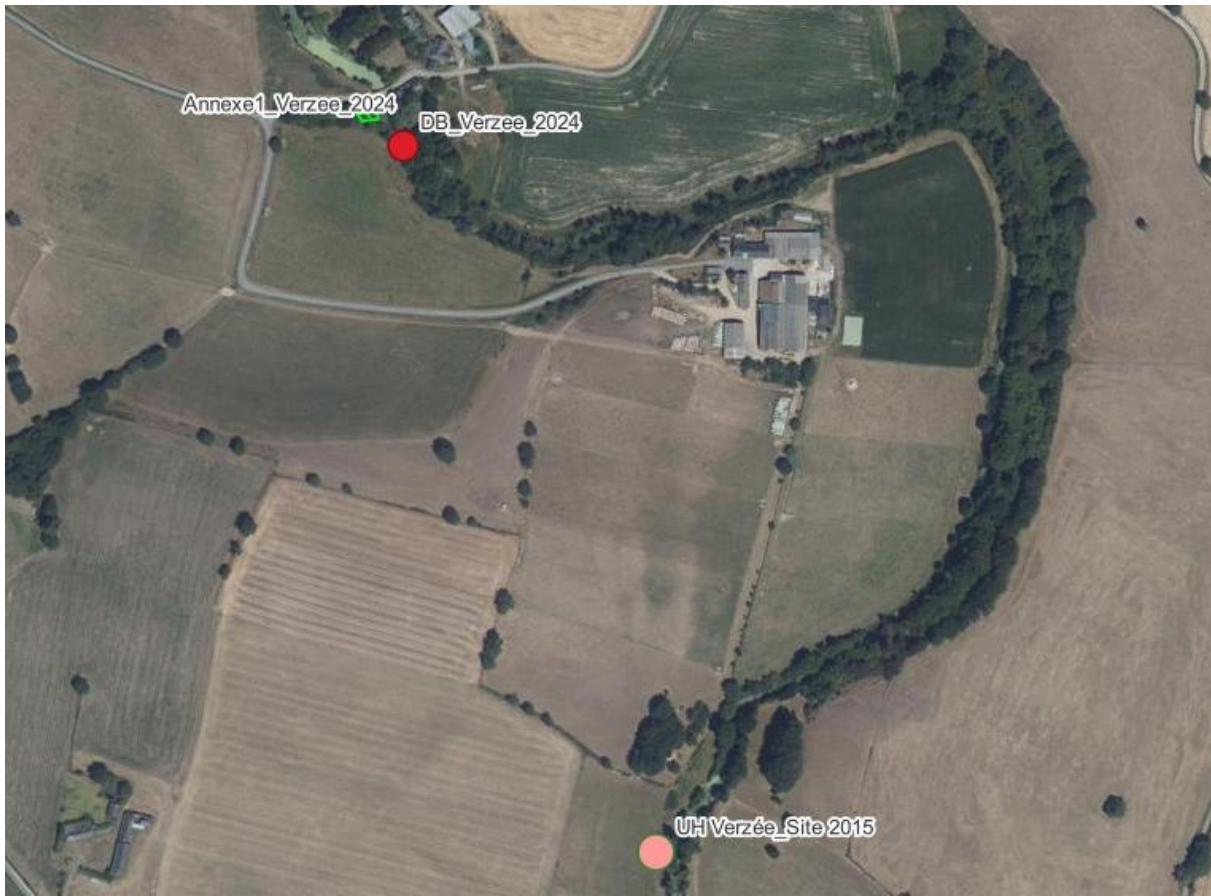


Figure 84: Localisation des sites sur la Verzée

Sur ce site, un petit affluent est présent en rive droite (Annexe 1), et une banquette en aval.

Tableau 56: Analyse de la connectivité des annexes sur la Verzée

Station : Verzée		Annexe n° : 1	
Descriptif annexes hydrauliques	Campagne	C2	C3
	Date relevé :	24/10/24	14/1/25
	Débit mesuré (l/s)	3300,0	5300,0
	Type annexe hydraulique	Petit affluent , 2 m de large	
	Commentaires	Très faible potentiel	
	A: Cote relative fond cours d'eau (m)	1,2	1,2
	B: Cote relative entrée annexe (m)	1,36	1,36
	C: Cote relative ligne d'eau cours d'eau (m)	2,2	2,36
	Cn-C(n-1)		0,16
	D: Cote ligne d'eau aval de l'annexe (m) ou E	2,2	2,36
	E: hauteur d'eau entrée annexe (D-B) en m	0,84	1
	F: distance entre annexe et cours d'eau (m)	5	5
	G: Pente (%)	0%	0%
	H: Dénivelé (cm) (D-C)	0,00	0,00
Connexion annexe (Hors d'eau Partiellement en eau Totalement en eau)		Totalement	Totalement
Espèces et tirant d'eau minimal (ICE)			
BAF	10	NC	NC
TRF	5	NC	NC
CHA	5		
LOF	5		
GOU	5		
VAI	5		
BRO	15		
ANG	2		

L'entrée de l'annexe1 est accessible à tous les débits en hautes eaux, toutefois cette annexe a un très faible potentiel.

Tableau 57: Analyse de la connectivité en hautes eaux

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe	Lit Mineur
Débit accès annexe	1500				
Début recouvrement banquette	2400				
Q10%	2897	38			
Campagne du 24/10/2024	3300				
Q5%	4679	14			
Q2%	7672	5			
Campagne hautes eaux	5300				
Qj2	14250				

Les hauteurs d'eau estimées à l'aide des transects nous permettent de dire que l'accès à l'annexe débute à 1500 l/s, et que les banquettes commencent à être recouvertes à 2200 l/s, à 3300 l/s comme nous l'avons observé, les banquettes sont recouvertes de plus de 20 cm d'eau.



On propose donc sur l'Oudon Amont – site aval en période hautes eaux, un seuil bas de 1500 l/s proche de Q22%, et un seuil haut de 3000 l/s, proche de Q10%.

8.14.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

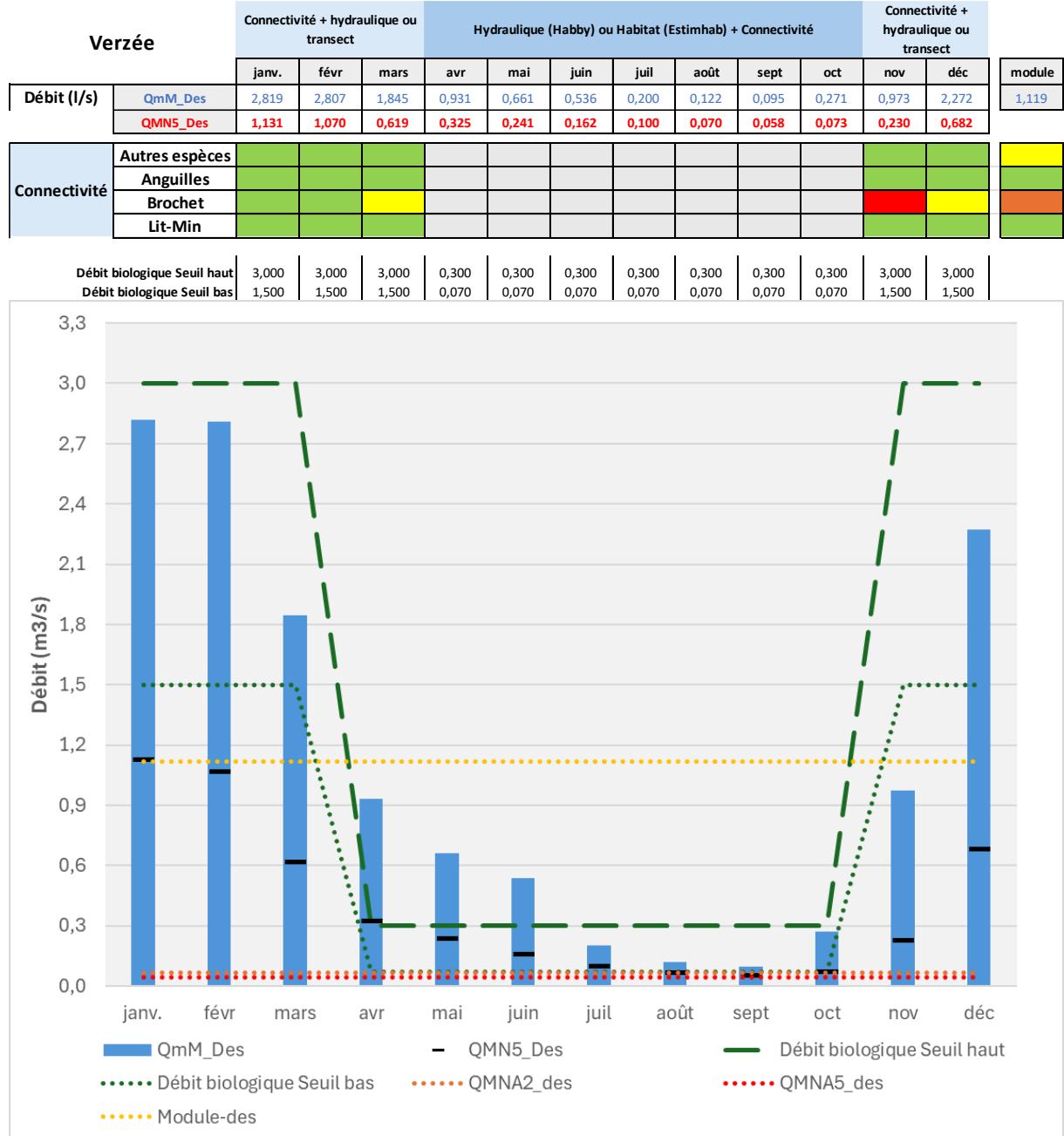


Figure 85: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur la Verzée

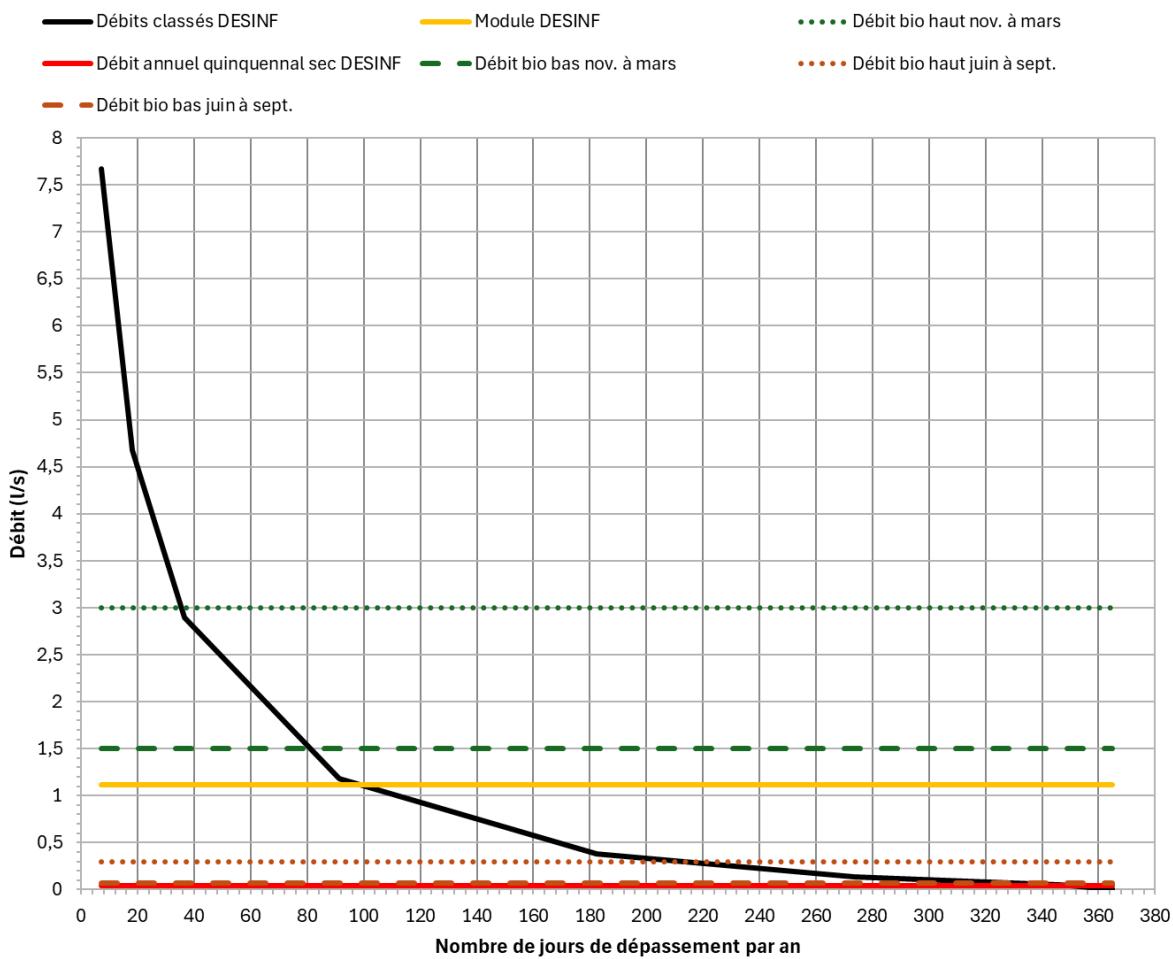


Figure 86: Courbe débits classés de la Verzée

8.15UH9 Oudon aval

8.15.1 Thiberge

8.15.1.1 Période de hautes eaux

Tableau 58: Analyse de la connectivité en hautes eaux

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe	BRO	Lit Mineur
C2	55			NC		
Q10%	93	34		NC		
Q5%	145	13		NC		
C3	168			NC		
Banquette recouverte	210			NC		
Q2%	252	4		NC		
Qj2	1750			NC		

À 55 l/s, une grande partie du lit est en eau, et les petites espèces peuvent circuler. À 168 l/s, on a estimé que la connectivité au sein du lit mineur était complète (7.9.1.2.2), et que toutes les espèces

pouvaient circuler, comme à 145 l/s. À 210 l/s, les banquettes sont recouvertes, mais leur potentiel d'accueil sur ce site est très faible, on ne retiendra donc pas cette valeur.



Banquette à 55 l/s



Banquette à 168 l/s

On propose donc sur le Misengrain en période hautes eaux, un seuil bas de 55 l/s se situant aux alentours de Q20%, et un seuil haut de 145 l/s proche de Q10%.

Cette valeur haute s'apparente ainsi plus à une valeur de petites crues journalières.

8.15.1.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

Thiberge		Connectivité + hydraulique ou transect		Hydraulique (Habby) ou Habitat (Estimhab) + Connectivité										Connectivité + hydraulique ou transect	
		janv.	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	module	
Débit (l/s)	QmM_Des	0,096	0,095	0,066	0,035	0,029	0,023	0,009	0,006	0,004	0,015	0,035	0,077	0,040	
	QMNS_Des	0,061	0,029	0,009	0,008	0,006	0,007	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,007	0,036	
Connectivité	Autres espèces														
	Anguilles														
	Brochet	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
	Lit-Min														
	Des radiers														
HABBY ou Estimhab	SAR Chabot														
Débit biologique Seuil haut	0,145	0,145	0,145	0,030	0,030	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,030	0,145	0,145		
Débit biologique Seuil bas	0,055	0,055	0,055	0,015	0,015	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,015	0,055	0,055		
Débit de survie						0,004	0,004	0,004	0,004	0,004					

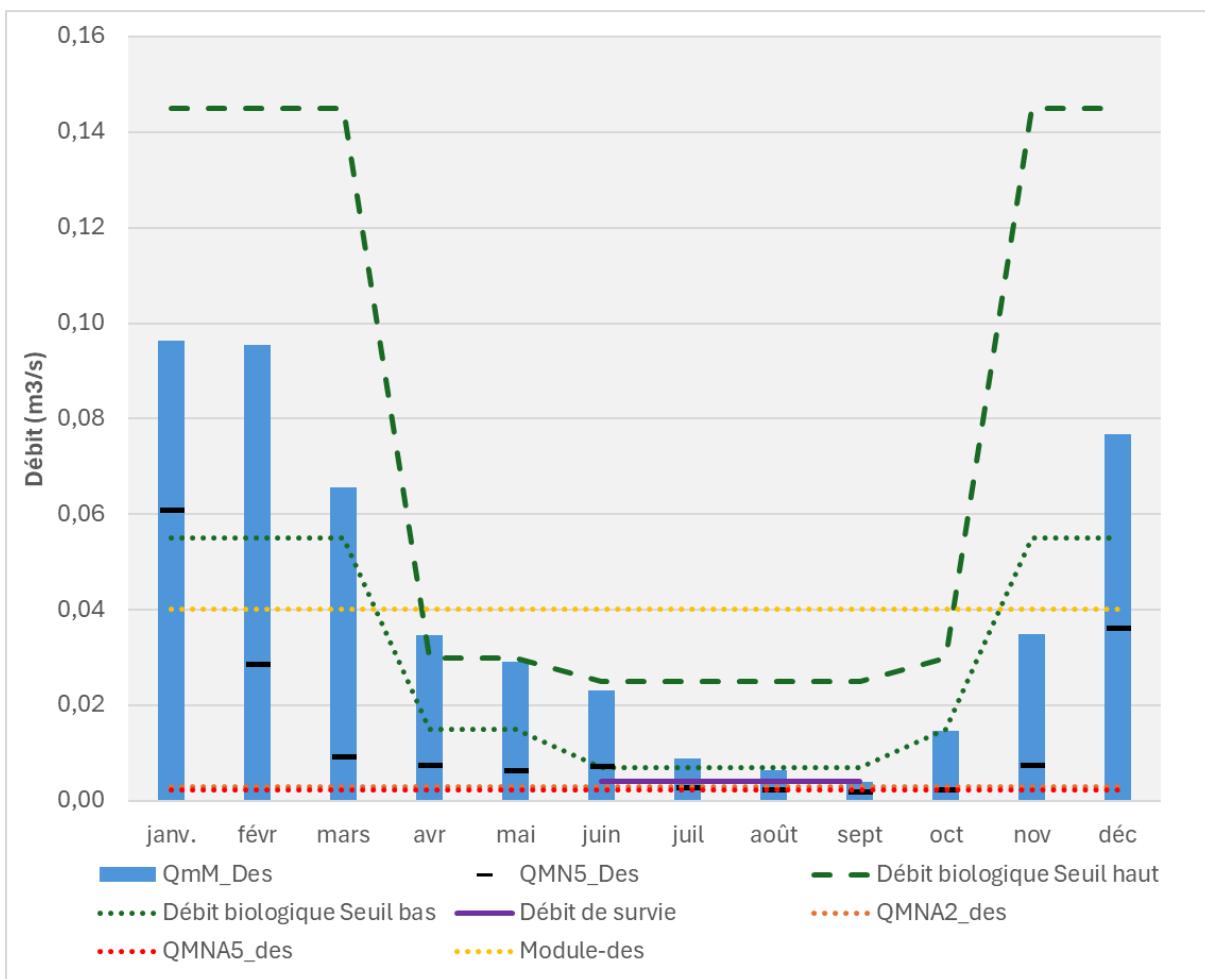


Figure 87: Synthèse des débits biologiques proposés sur le Thiberge

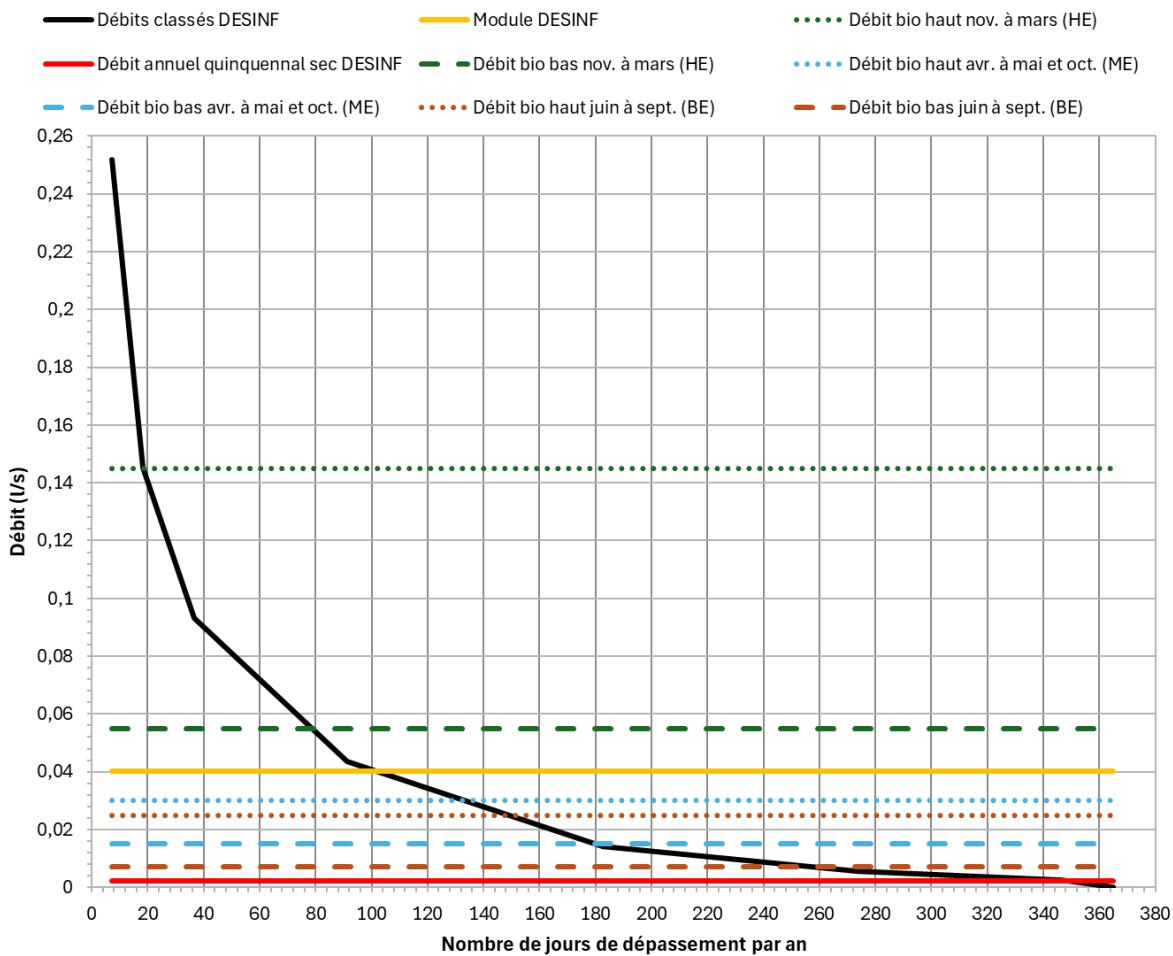


Figure 88: Courbe de débits classés du Thiberge

8.15.2 Sazée

8.15.2.1 Période de hautes eaux

Tableau 59: Analyse de la connectivité en hautes eaux

	Débit (l/s)	Nb j consécutifs	Banquette	Annexe	BRO	Lit Mineur
C2	377			NC		
Banquette juste en eau	400			NC		
Banquette recouverte	950			NC		
Q10%	965	30		NC		
C3	1169			NC		
Q5%	1542	15		NC		
Q2%	2526	5		NC		
Qj2	6970			NC		

À 370 l/s, l'ensemble des habitats du lit sont occupés. À l'aide des transects, on estime qu'à 400 l/s les banquettes commencent à être recouvertes, et à 950 l/s, elles sont recouvertes avec une hauteur moyenne de 20 cm minimum.



Banquette à 377 l/s



Banquette à 1169 l/s

On propose donc sur la Sazée en période hautes eaux, un seuil bas de 400 l/s se situant aux alentours de Q25%, et un seuil haut de 950 l/s équivalent à Q10%.

Cette valeur haute s'apparente ainsi plus à une valeur de petites crues journalières.

8.15.2.2 Synthèse débits biologiques proposés

La synthèse des résultats des analyses, avec les propositions de débits biologiques est présentée dans la figure ci-dessous :

Sazée		Connectivité + hydraulique ou transect		Hydraulique (Habby) ou Habitat (Estimhab) + Connectivité										Connectivité + hydraulique ou transect	
		janv.	févr.	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	module	
Débit (l/s)	QmM_Des	0,949	0,942	0,622	0,313	0,233	0,184	0,071	0,044	0,029	0,101	0,325	0,750	0,374	
	QMNS_Des	0,388	0,375	0,226	0,119	0,074	0,057	0,028	0,021	0,014	0,021	0,075	0,240		
Connectivité	Autres espèces														
	Anguilles														
	Banquette														
	Lit-Min														
	Des radiers														
HABBY ou Estimhab	SAR Chabot														
Débit biologique Seuil haut		0,950	0,950	0,950	0,370	0,370	0,175	0,175	0,175	0,175	0,370	0,950	0,950		
Débit biologique Seuil bas		0,400	0,400	0,400	0,160	0,160	0,045	0,045	0,045	0,045	0,160	0,400	0,400		
Débit de survie															

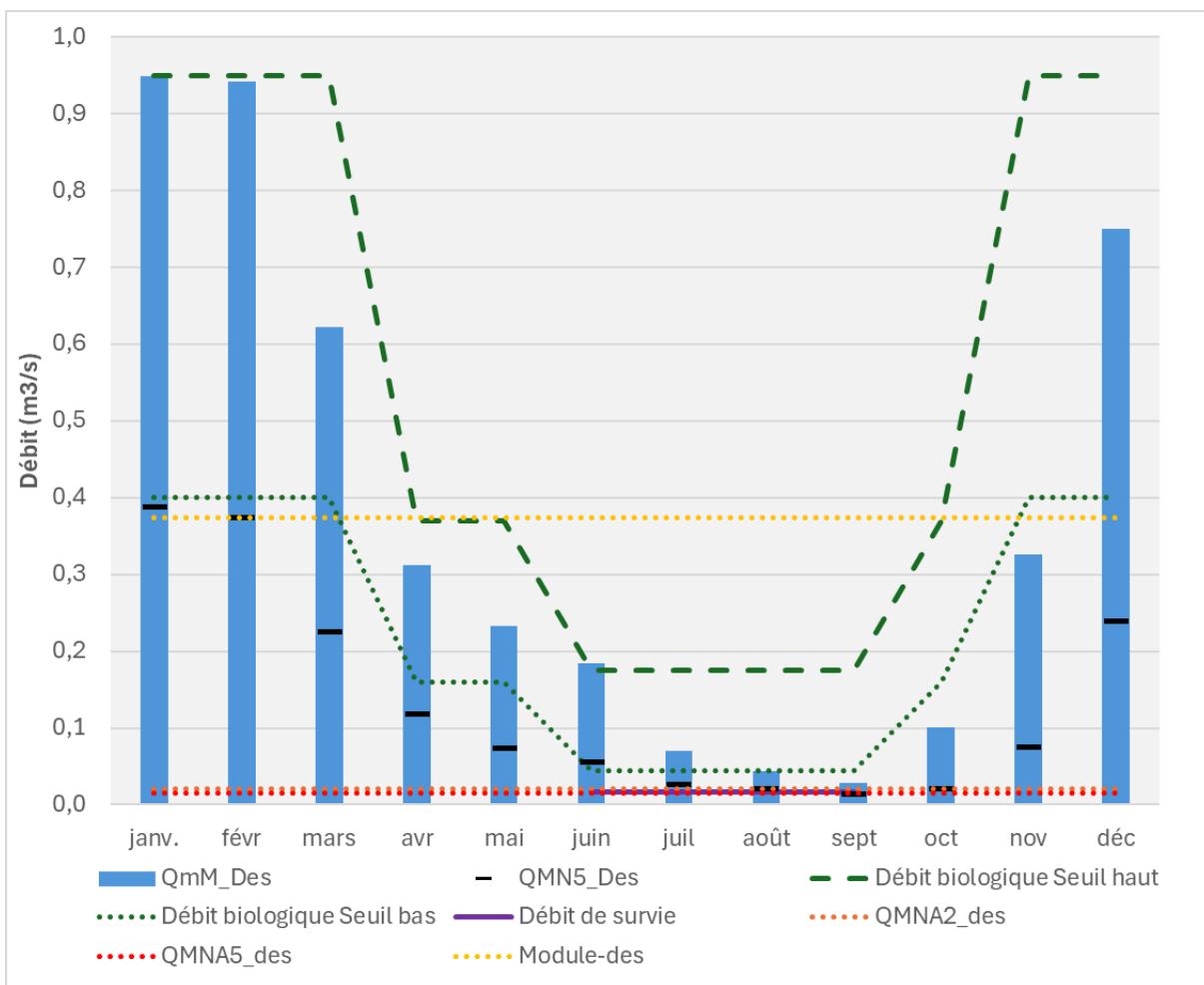


Figure 89: Synthèse des plages de débits biologiques proposées sur la Sazée

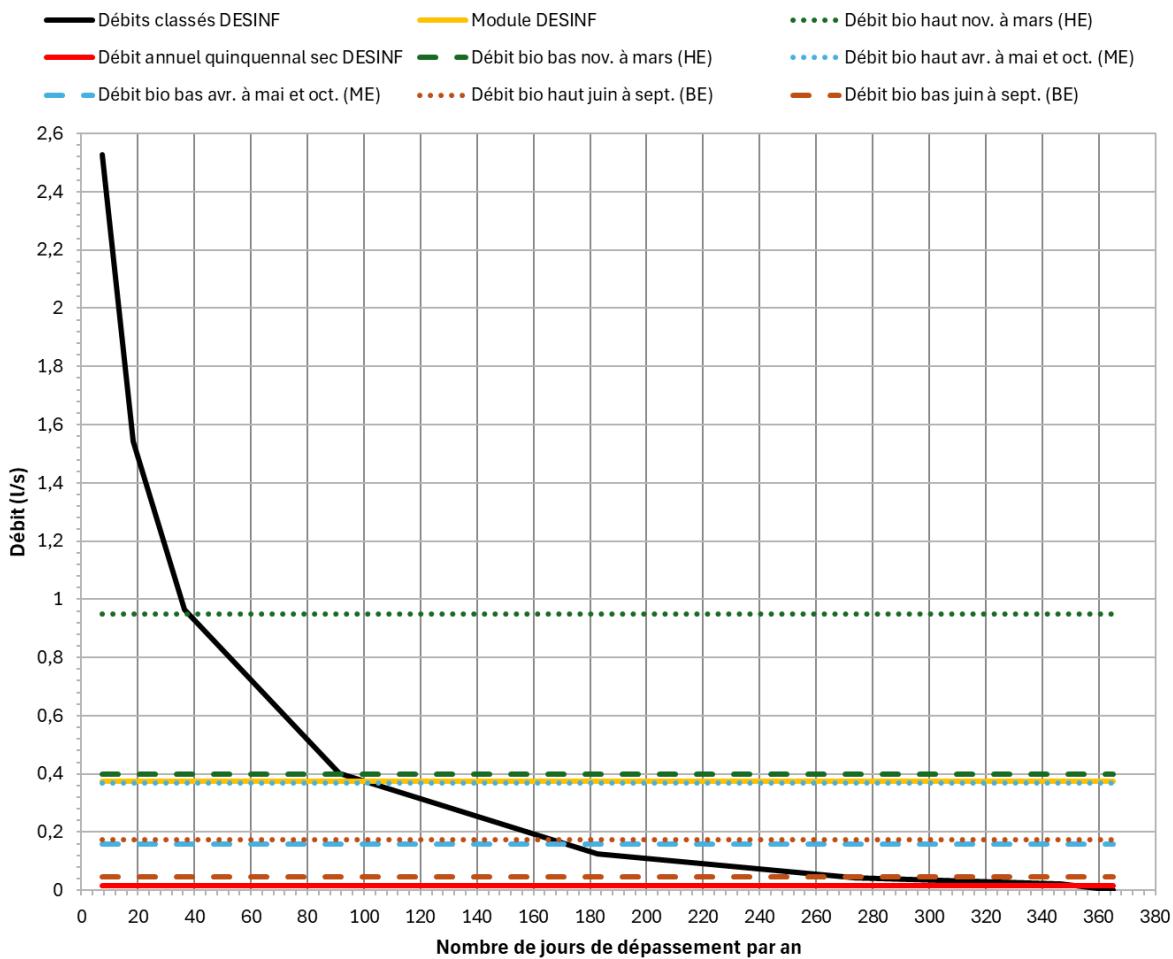


Figure 90: Courbe de débits classés de la Sazée

8.15.3 Oudon à St-Henis

8.15.3.1 Période de hautes eaux

La figure ci-dessous permet de localiser les sites concernés : en vert : annexes hydrauliques.



Figure 91: Localisation des sites sur l'Oudon à St-Henis

Sur ce site, l'annexe observée est une frayère aménagée par le CD 49. Elle est caractérisée par un accès direct à l'Oudon, 3 m en mont de la confluence se trouve un pont facilement franchissable, qui donne accès à un petit fossé, d'un 1 à 2 m de large, bordés d'arbres (Cf. annexe).

Ce fossé permet d'accéder à une frayère aménagée de 50 m de long par 10 m de large, celui-ci est toutefois encombré par des branchages.

Cette frayère est recouverte d'hélophytes, mais également de nombreux arbustes et branchages qui bloquent l'accès éventuel à celle-ci, comme on peut le voir au niveau des photos en annexe.

On considère qu'il faut 20 cm à minima pour que le brochet puisse accéder à la frayère, 40 cm semble une valeur optimale à atteindre.

Le graphique et le tableau ci-dessous représentent les débits nécessaires pour accéder à la frayère, en sachant que le brochet cherche à accéder à la frayère en janvier/février, pour que les juvéniles puissent en sortir en avril/mai. Ces débits ont été obtenus au niveau de la station hydrologique de Port aux Anglais, qui n'est plus fonctionnelle actuellement. Nous nous sommes basés sur la chronique des débits pour reconstituer une courbe hauteur débit.

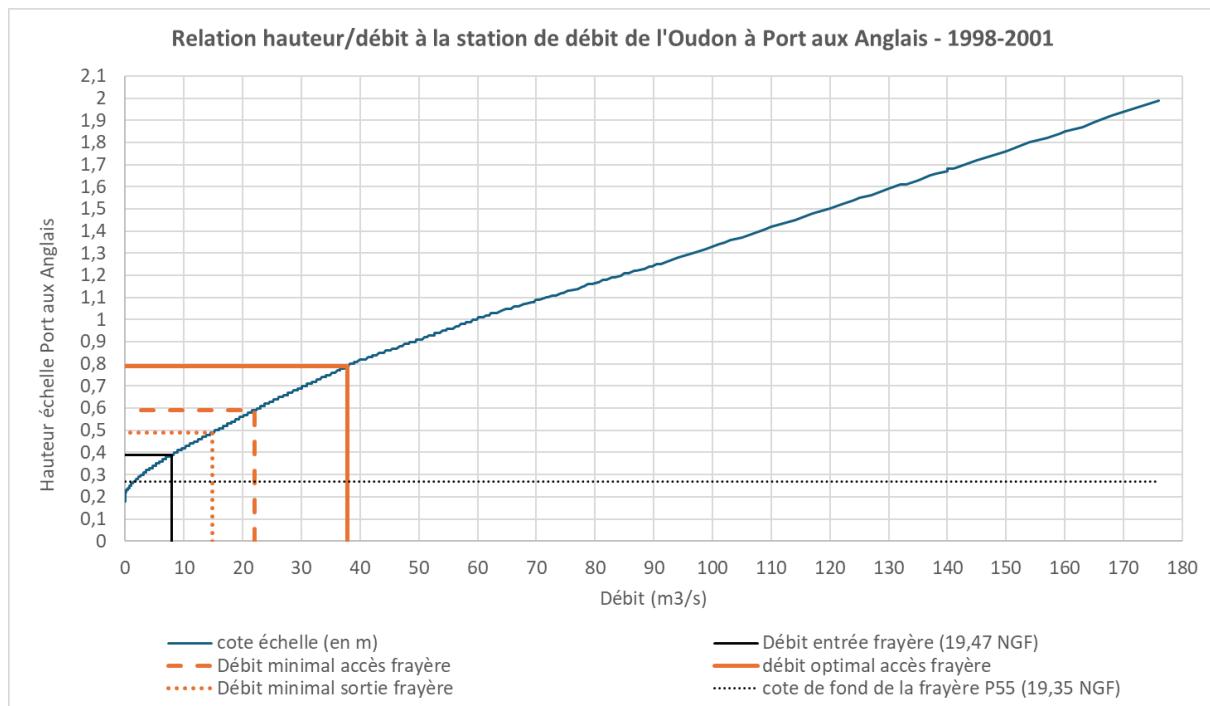


Figure 92: Débit d'entrée et de sortie à la frayère de St-Henri

	Débit estimé (m ³ /s)	Cote NGF	Cote estimée Port aux Anglais	Annexe	BRO
Cote entrée frayère	7.9	19.47	0.39		
Cote minimale accès frayère pour le brochet	22	19.67	0.59		
Cote optimale accès frayère	37.8	19.87	0.79		
Cote minimale sortie frayère (juvenile)	14.8	19.57	0.49		
Observation du 14/01/2025	33.8	19.82	0.74		

En dessous de 22 m³/s, le brochet semble ne pas pouvoir accéder à la frayère. Durant la période de janvier à fin mars, le débit de l'Oudon devrait se situer entre 22 et 37.8 m³/s, et entre avril et mai le débit devrait être à minima de 14.8 m³/s pour que les juvéniles puissent quitter la frayère.

Le tableau ci-dessous permet de voir les débits désinfluencés estimés et les débits proposés

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
QM désinfluencé	16,991	17,574	12,529	6,597	5,117
QMm désinfluencé	7,222	6,309	4,458	2,497	1,613
Débit minimal nécessaire	22	22	22	14.8	14.8
Mise en eau annexe					
Accès ou sortie brochet					

En conclusion, les conditions de débits désinfluencés ne semblent pas permettre à la frayère d'être en communication permanente avec l'Oudon. Ce n'est que lors des épisodes de crues, ou supérieurs à Q10% (18.2 m³/s) que le brochet semble pouvoir circuler librement dans l'annexe.

9. DEBITS ENVIRONNEMENTAUX PROPOSES

Ci-dessous est figuré l'ensemble des plages de débits biologiques proposées au droit des sites de mesures.

Tableau 60: Synthèse des plages de débits biologiques proposées

		Hydraulique (Habby) ou Habitat (Estimhab) + Connectivité			Connectivité + hydraulique ou transect		Connectivité (nov à mars)		Actualisation débits biologiques de 2015 - 2022	
		Juin à septembre			Avril, mai et octobre		Novembre à mars		Débit biologiques (l/s)	
UH	Nom Site	Débit de survie (l/s)	Seuil bas	Seuil haut	Seuil bas	Seuil haut	Seuil bas	Seuil haut	Seuil bas	Seuil haut
UH1	Oudon amont - Site amont						1,500	2,400	0,040	0,300
UH2	Oudon amont - Site aval						2,300	3,800	0,080	0,300
UH6	Oudon à Treizes Vouges	0,160	0,300	0,750	1,050	2,500	4,000	8,000		
UH9	Oudon à Saint-Henis *	0,197	0,472	1,400	1,455	3,350	6,485	13,295		
UH3	Usure	0,035	0,075	0,300	0,350	0,650	1,150	3,000		
UH4	Hière	0,040	0,090	0,250	0,200	0,550	0,800	2,200		
UH5	Chéran						0,750	1,100	0,025	0,100
UH7	Araize						0,700	1,600	0,025	0,150
UH8	Misengrain	0,010	0,025	0,070	0,040	0,130	0,150	0,300		
UH10	Verzée						1,500	3,000	0,070	0,300
UH11	Argos	0,017	0,050	0,150	0,230	0,450	0,530	1,200		
UH9	Sazée	0,016	0,045	0,175	0,160	0,370	0,400	0,950		
UH9	Thiberge	0,004	0,007	0,025	0,015	0,030	0,055	0,145		

(*) Pour ces seuils, la Verzée n'a pas été intégrée dans le calcul en absence de donnée

Pour définir les valeurs de Débit Objectif d'Étiage (DOE) et de volumes prélevables associés à chaque unité hydraulique il est nécessaire de transposer les débits biologiques obtenus à chaque station en débits environnementaux à l'exutoire de chaque unité de gestion.

Chaque unité hydrologique s'est vue attribuée une station de débit biologique permettant d'en déduire les débits environnementaux à l'exutoire de l'unité de gestion concernée en recourant à une transposition des valeurs de la station à l'exutoire de l'UH par un ratio simple de bassin versant intercepté.

Afin de limiter le poids de cette transposition sur les débits environnementaux, il est proposé de ne pas faire cette transposition de bassin versant sur les sites, où une partie du bassin n'a pas été étudiée. Deux UH sont concernées, il s'agit de :

- L'Oudon Aval où 20% du bassin de l'UH9 n'a pas été analysée. Sur ce site, nous préconisons de sommer les plages de débits biologiques proposées sur l'Oudon Moyen (UH6), la Verzée



(UH10), l'Argos (UH11), le Thiberge et la Sazée (UH9). À la suite de cela seulement 2% du bassin versant drainée au droit de l'exutoire de l'UH ne sont toujours pas analysé. La somme des plages proposées fera donc l'objet d'une augmentation de 2%, pour que l'ensemble du bassin soit pris en compte.

- L'Oudon Moyen où 83% du bassin de l'UH6 n'a pas été étudiée. Sur ce site, nous préconisons de sommer les plages de débits biologiques proposées sur l'Oudon Moyen (UH6), ainsi que les UH rejoignant l'Oudon en aval du site de Treize Vouges, à savoir l'Hière (UH4), le Chéran (UH5), l'Araize (UH7) et le Misengrain (UH8). À la suite de cela seulement 8% du bassin versant drainée au droit de l'exutoire de l'UH ne sont toujours pas analysé. La somme des plages proposées fera donc l'objet d'une augmentation de 8%, pour que l'ensemble du bassin soit pris en compte.



Figure 93: UH et localisation des sites de débits biologiques

Le tableau suivant présente, l'ensemble des débits environnementaux proposés à l'exutoire des unités hydrologiques :

Débits environnementaux transposés

					Hydraulique (Habby) ou Habitat (Estimhab) + Connectivité			Connectivité + hydraulique ou transect		Connectivité (nov à mars)		Actualisation débits biologiques de 2015 - 2022	
					Juin à septembre			Avril, mai et octobre		Novembre à mars		Débit biologiques (l/s)	
UH	Nom Site	Surface BV du site de débit biologique (km²)	Surface de BV à l'exutoire de l'UH (km²)	Ratio BV UH/ ratio BV site	Débit de survie (l/s)	Seuil bas	Seuil haut	Seuil bas	Seuil haut	Seuil bas	Seuil haut	Seuil bas	Seuil haut
UH1	Oudon amont - Site amont	151	177	1,17						1,758	2,813	0,040	0,300
UH2	Oudon amont - Site aval	284	319	1,12						2,583	4,268	0,080	0,300
UH6	Oudon Moyen (@)	479	916	1,91	0,248	0,550	1,559	1,496	3,704	7,387	15,472		
UH9	Oudon Aval (*)	1402	1491	1,06	0,335	0,846	2,600	2,360	5,472	11,358	24,139		
UH3	Usure	127	144	1,13	0,040	0,085	0,340	0,397	0,737	1,304	3,402		
UH4	Hière	107	154	1,44	0,058	0,130	0,360	0,288	0,792	1,151	3,166		
UH5	Chéran	79,5	84	1,06						0,792	1,162	0,025	0,100
UH7	Araize	90,7	93	1,03						0,718	1,641	0,025	0,150
UH8	Misengrain	18,5	22	1,19	0,012	0,030	0,083	0,048	0,155	0,178	0,357		
UH10	Verzée	208	238	1,14						1,716	3,433	0,070	0,300
UH11	Argos	66	164	2,48	0,042	0,124	0,373	0,572	1,118	1,317	2,982		
UH9	Sazée	70,6	71	1,01	0,016	0,045	0,176	0,161	0,372	0,402	0,955		
UH9	Thiberge	8,8	50	5,68	0,023	0,040	0,142	0,085	0,170	0,313	0,824		

(*) Pour ces valeurs, la Verzée n'a pas été intégrée dans le calcul en absence de donnée

(@) Pour ces valeurs, le Chéran et l'Araize n'ont pas été intégrés dans le calcul en absence de donnée

Figure 94: Synthèse des débits environnementaux proposés à l'exutoire de chaque UH

Pour deux UH, où il manque les données de 2015 en moyennes eaux et pour le débit de survie, nous avons fait le calcul sans ces données.

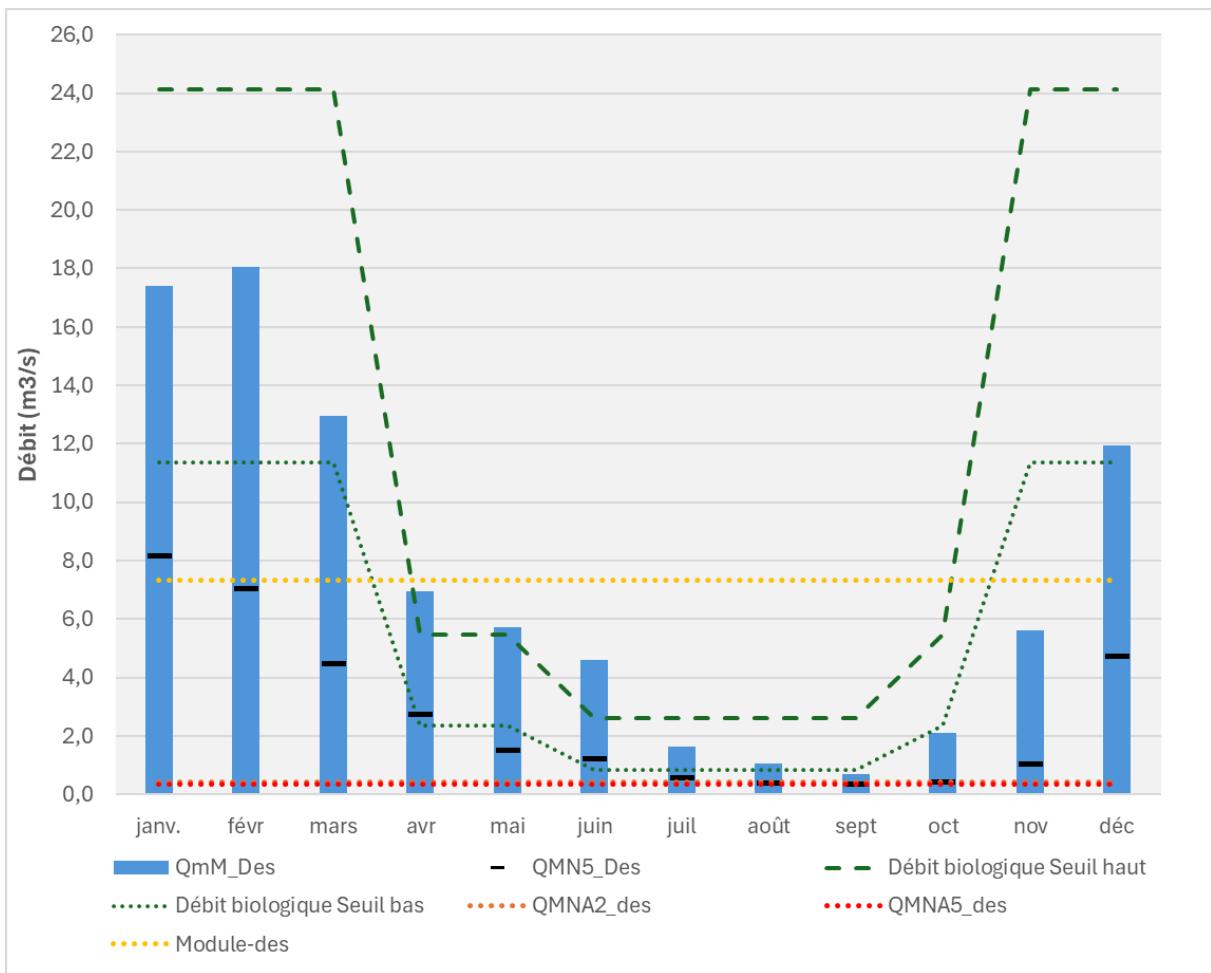


Figure 95: Débits environnementaux proposés sur l'Odon Aval – UH9

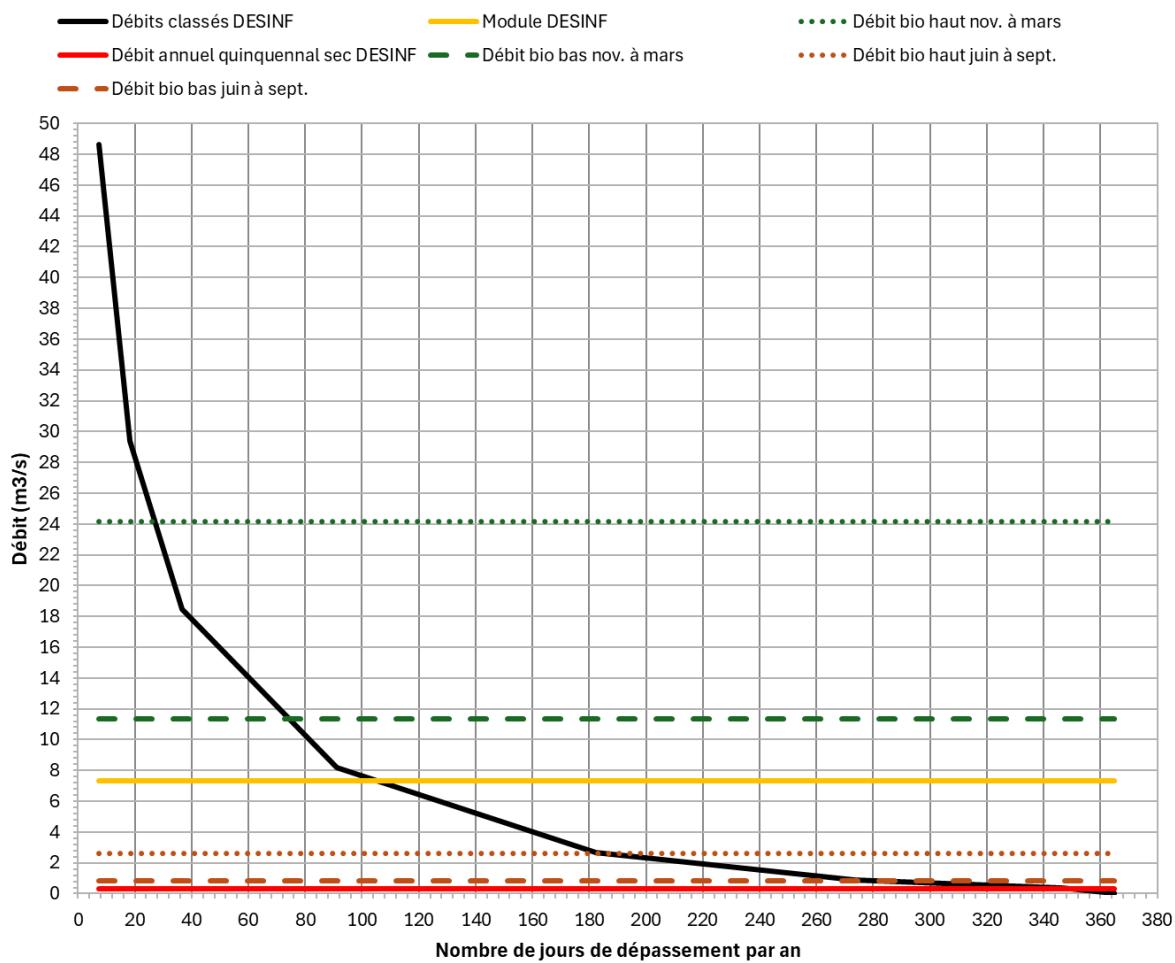


Figure 96: Courbe des débits classés à l'exutoire de l'UH9

10. PHOTOS DES SITES D'ETUDE

UH3 - Usure



Radier T5 _ juillet 2024



Radier T5 – janvier 2025



Annexe 2 – juillet 2024



Annexe 2 – janvier 2025



Banquette T2 juillet 2024



Banquette T4 – janvier 2025



Connexion affluent – juillet 2024



Connexion affluent – janvier 2025



Connexion annexe 2 – juillet 2024



Connexion annexe 2 – janvier 2025

UH4 - Hière



Radier T5 _ septembre 2024



Radier T5 – janvier 2025



Transect 2 – septembre 2024



Transect 2 – janvier 2025



Transect 3 - septembre 2024



Transect 3 – Janvier 2025



Annexe 1 - septembre 2024



Annexe 1 – janvier 2025



Connexion annexe 2 – janvier 2025



Annexe 2 – janvier 2025

UH6 – Oudon moyen



Transect 5 - juillet 2024



Transect 4 – Janvier 2025



Transect 3 _ septembre 2024



Transect 3 – janvier 2025



Transect 3 - septembre 2024



Transect 3 – Janvier 2025



Banquette T3 - septembre 2024



Banquette T3 – janvier 2025



Annexe 1 – septembre 2024



Annexe 1 – janvier 2025

UH11 - Argos



Radier T5 _ septembre 2024



Radier T5 – janvier 2025



Banquette T1 septembre 2024



Banquette T1 – janvier 2025



Banquette T2 septembre 2024



Banquette T2 – janvier 2025



Mare septembre 2024



Connexion mare – janvier 2025



Connexion affluent – 1/8/2024



Connexion affluent – janvier 2025



En amont de la mare lors de la crue du 13 janvier 2025

UH7 - Araize



Annexe 1 – octobre 2024



Annexe 1 – janvier 2025

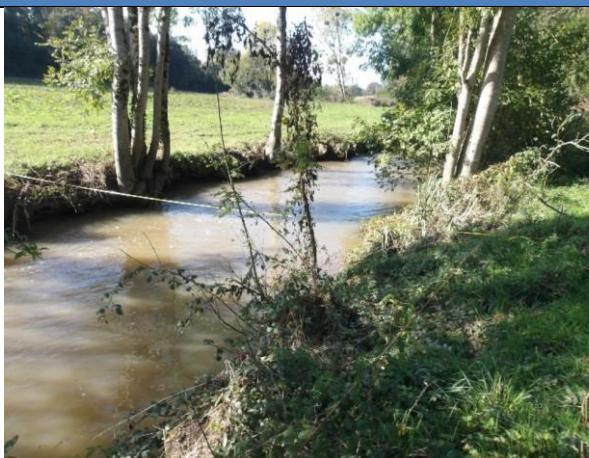


Araize – octobre 2024

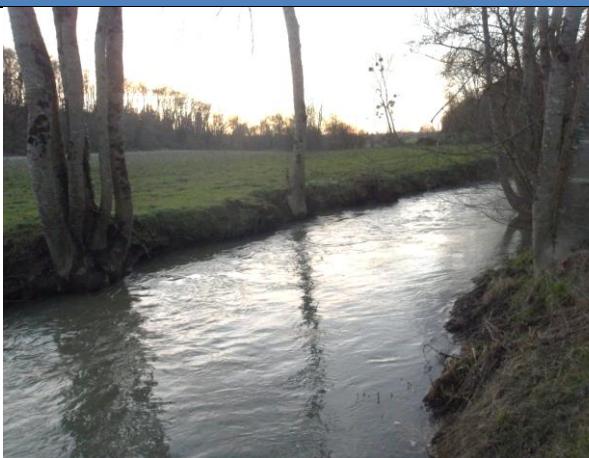


Araize – janvier 2025

UH5 - Chéran



Banquette – octobre 2024



Banquette – janvier 2025

UH10 Verzée



Annexe 1 en juillet 2024



Banquette en juillet 2024



Annexe 1 en octobre 2024



Banquette en octobre 2024



Annexe 1 en janvier 2025



Banquette en janvier 2025

UH8 - Misengrain



Sous berge et racinaire en C1



Secteur aval en C2



Zone de radier C1



Zone de radier en C2



Annexe 1 – C1



Annexe 1 en C3

UH9 - Sazée



Zone aval en C1



Zone aval en C2



Zone de radier C1



Radier Banquette en C1



Radier Banquette en C2



Radier Banquette en C3

UH9 - Thiberge



Radier en C1



Radier en C2



Zone amont C1



Zone amont C2



Radier Banquette en C2



Radier Banquette en C3

UH9 – Oudon à St-Henis



Pont amont Oudon – septembre 2024



Pont amont Oudon – janvier 2025



Frayère septembre 2024



Frayère janvier 2025



Frayère janvier 2025



Frayère janvier 2025

UH9 – Oudon Amont – site amont



Banquette – octobre 2024



Banquette – janvier 2025

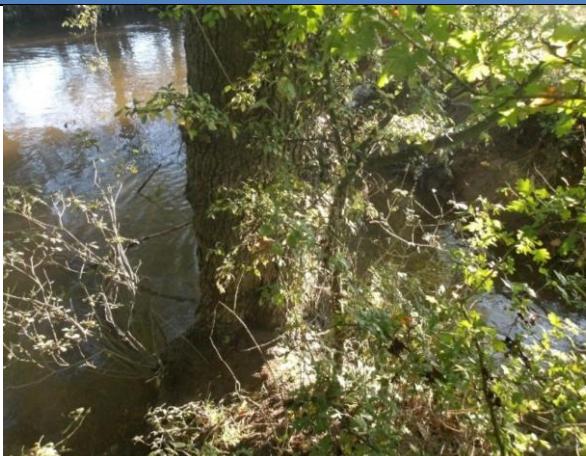


Tête de radier – octobre 2024

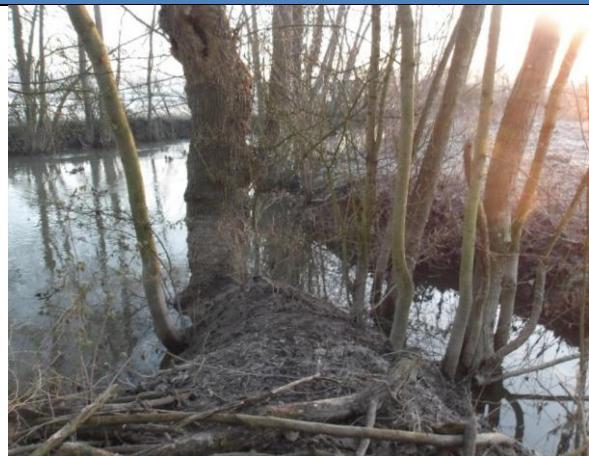


Tête de radier – janvier 2025

UH9 – Oudon Amont – site aval



Annexe 2 – octobre 2024



Annexe 2 – janvier 2025



Oudon – octobre 2024



Débordement – janvier 2025



Annexe 1 – Juillet 2024



Annexe 1 _ octobre 2024

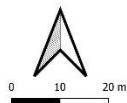


Annexe 1 – janvier 2025



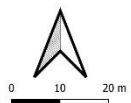
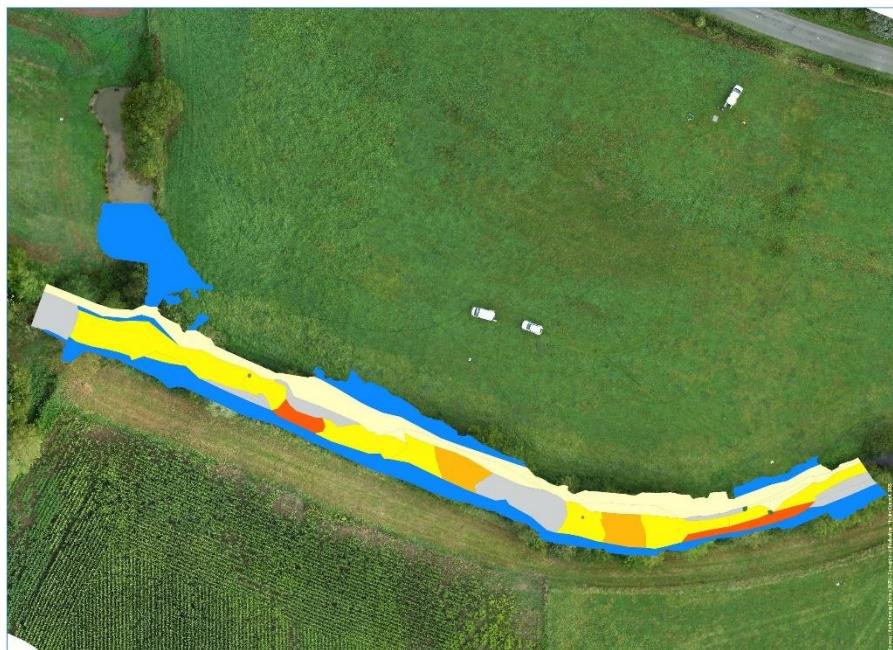
Oudon et annexe – janvier 2025

11. CARTOGRAPHIE DES SUBSTRATS ET VEGETATION SUR LES SITES ETUDES AVEC HABBY



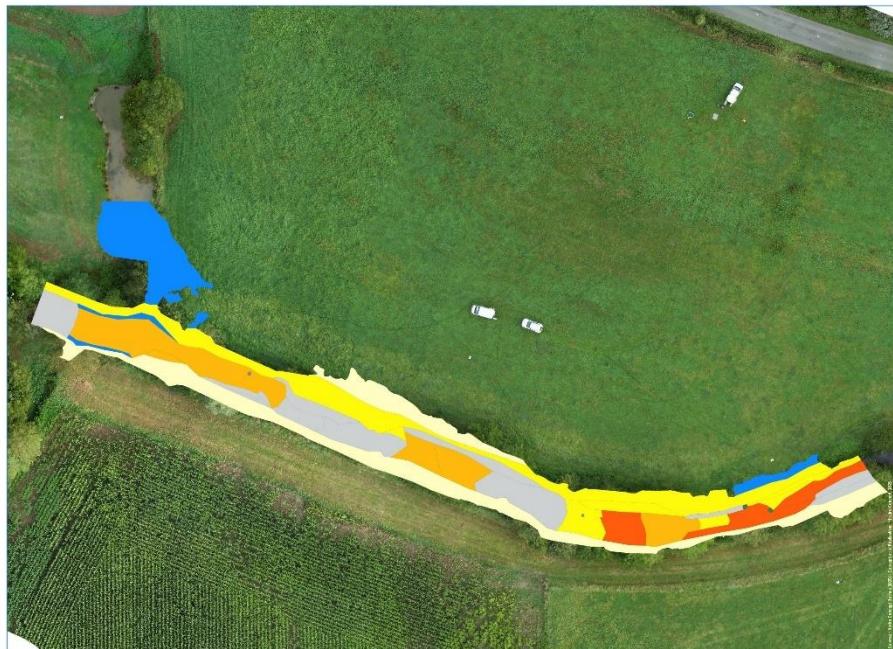
Légende
Substrats
Argiles
Limos
Sables
Graviers
Cailloux
Pierres
Blocs
Rochers

Argos - Cartographie des substrats dominants



Légende
Substrats
Argiles
Limos
Sables
Graviers
Cailloux
Pierres
Blocs
Rochers

Argos - Cartographie des substrats grossiers



Argos - Cartographie de la végétation



Légende
 Limite de la station étudiée
 Banquette ou hélophyte



Hière - Cartographie de la végétation



Légende
 Limite de la station étudiée
 Banquette ou Hélophytes



Hière - Cartographie des substrats dominants

Légende

Substrats
Argiles
Limons
Sables
Graviers
Cailloux
Pierres
Blocs
Rochers



Hière - Cartographie des substrats grossiers

Légende

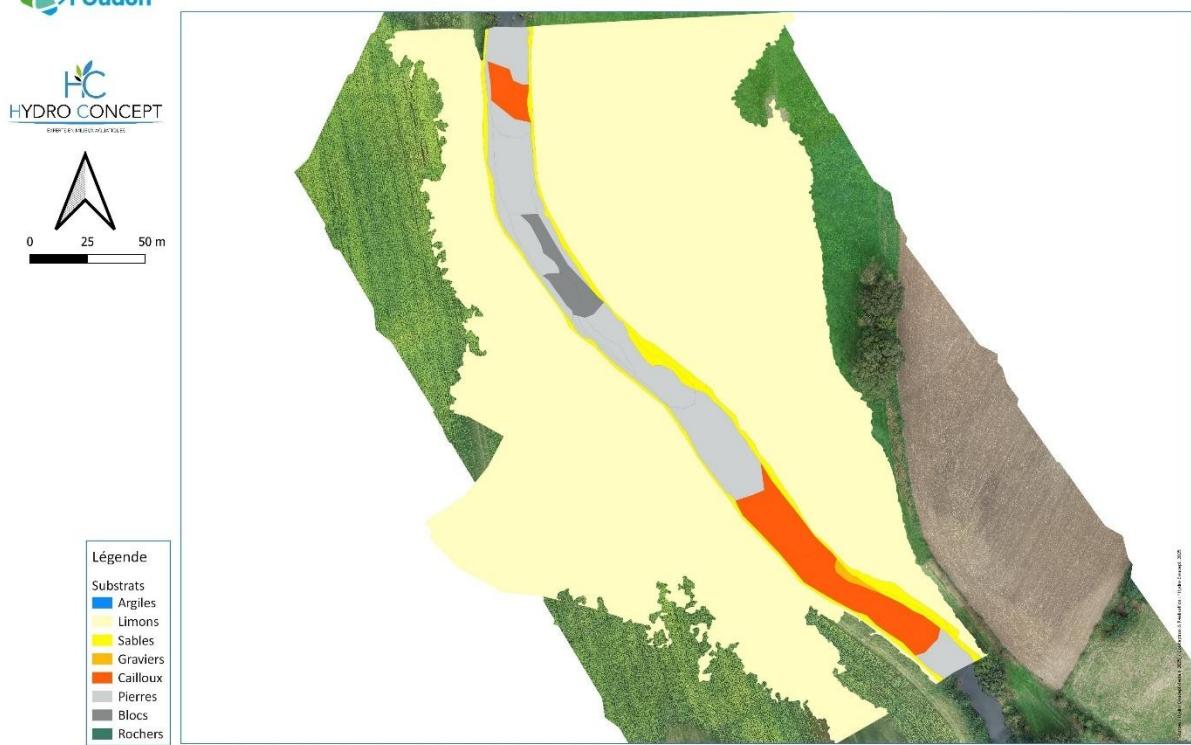
Substrats
Argiles
Limons
Sables
Graviers
Cailloux
Pierres
Blocs
Rochers



Oudon - Cartographie des substrats dominants



Oudon - Cartographie des substrats grossiers



Oudon - Cartographie de la végétation



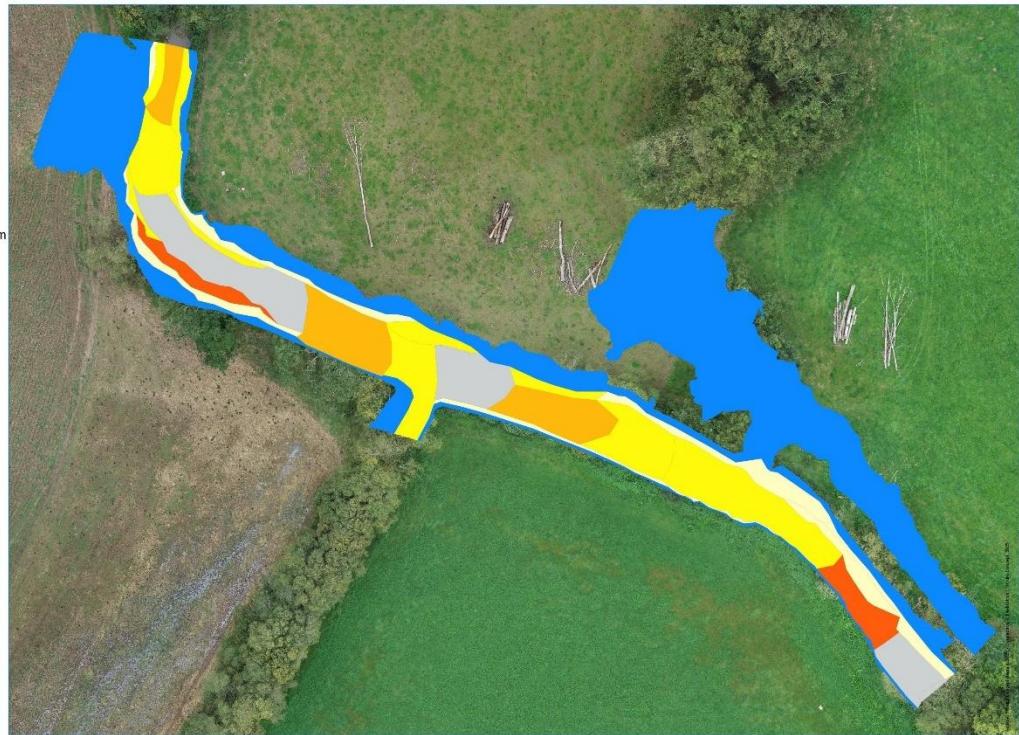
Usure - Cartographie de la végétation



Usure - Cartographie des substrats dominants

Légende

Substrats
Argiles
Limons
Sables
Graviers
Cailloux
Pierres
Blocs
Rochers



Usure - Cartographie des substrats grossiers

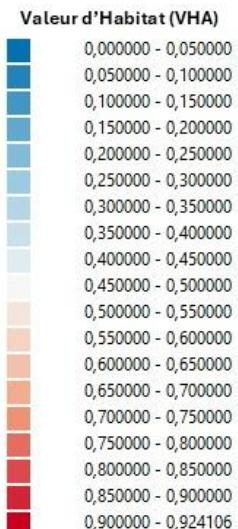
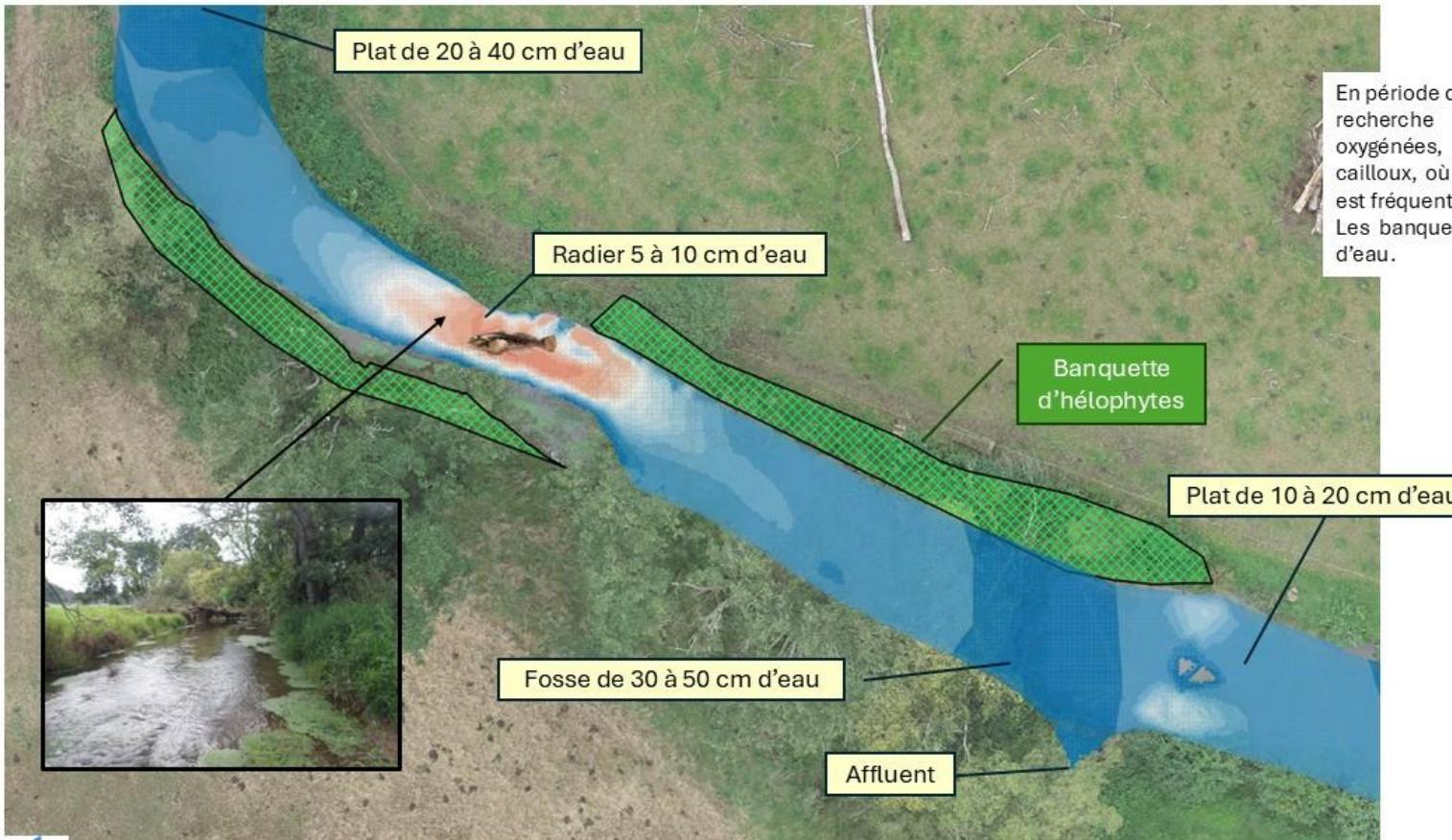
Légende

Substrats
Argiles
Limons
Sables
Graviers
Cailloux
Pierres
Blocs
Rochers



12. REPARTITION POTENTIELLE DU CHABOT ET DU BROCHET A DIFFERENTES PERIODES

Représentation du chabot en période de basses eaux (50 l/s)



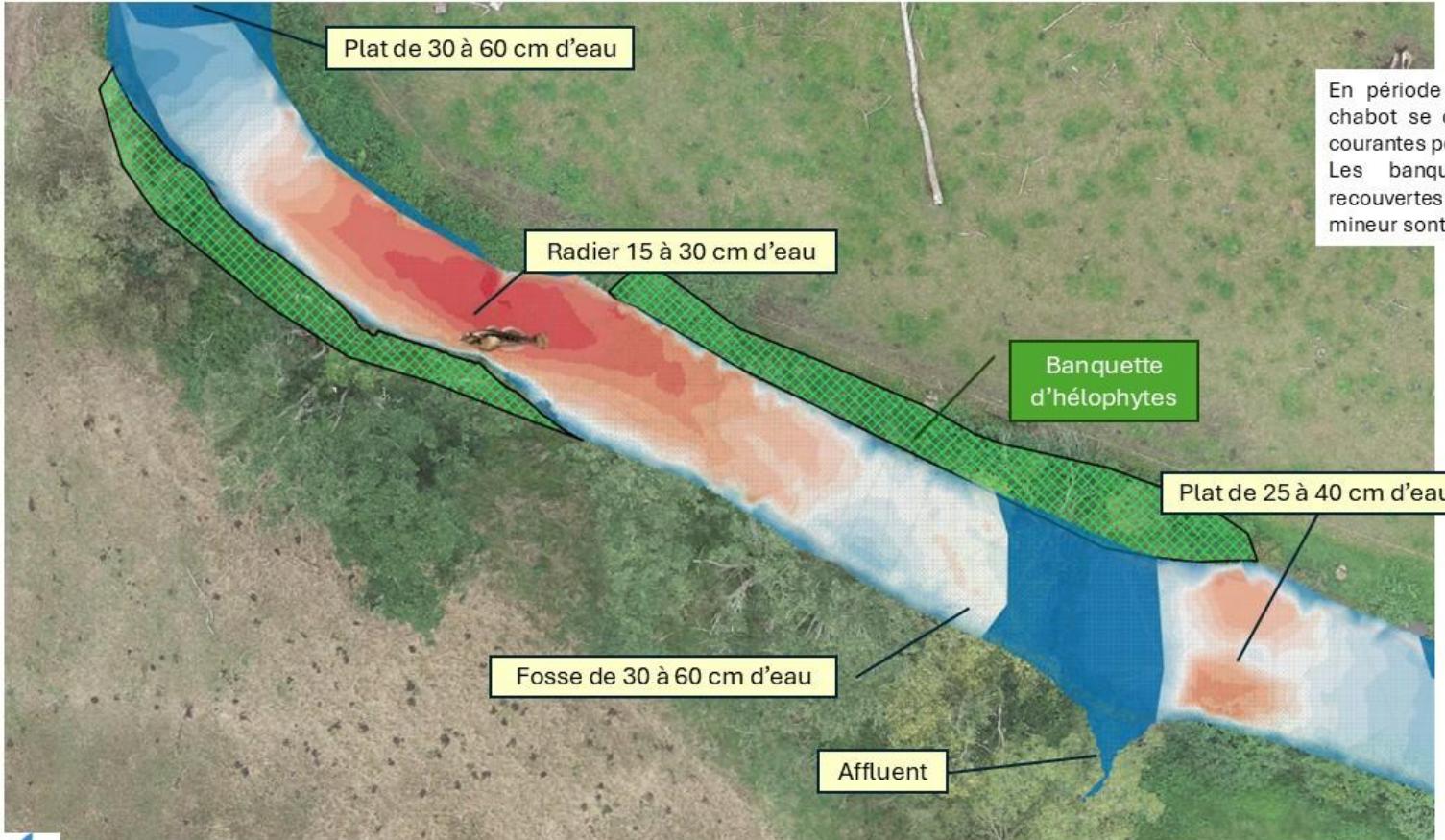
Plus la VHA est élevée, plus la qualité d'habitat pour une espèce est importante



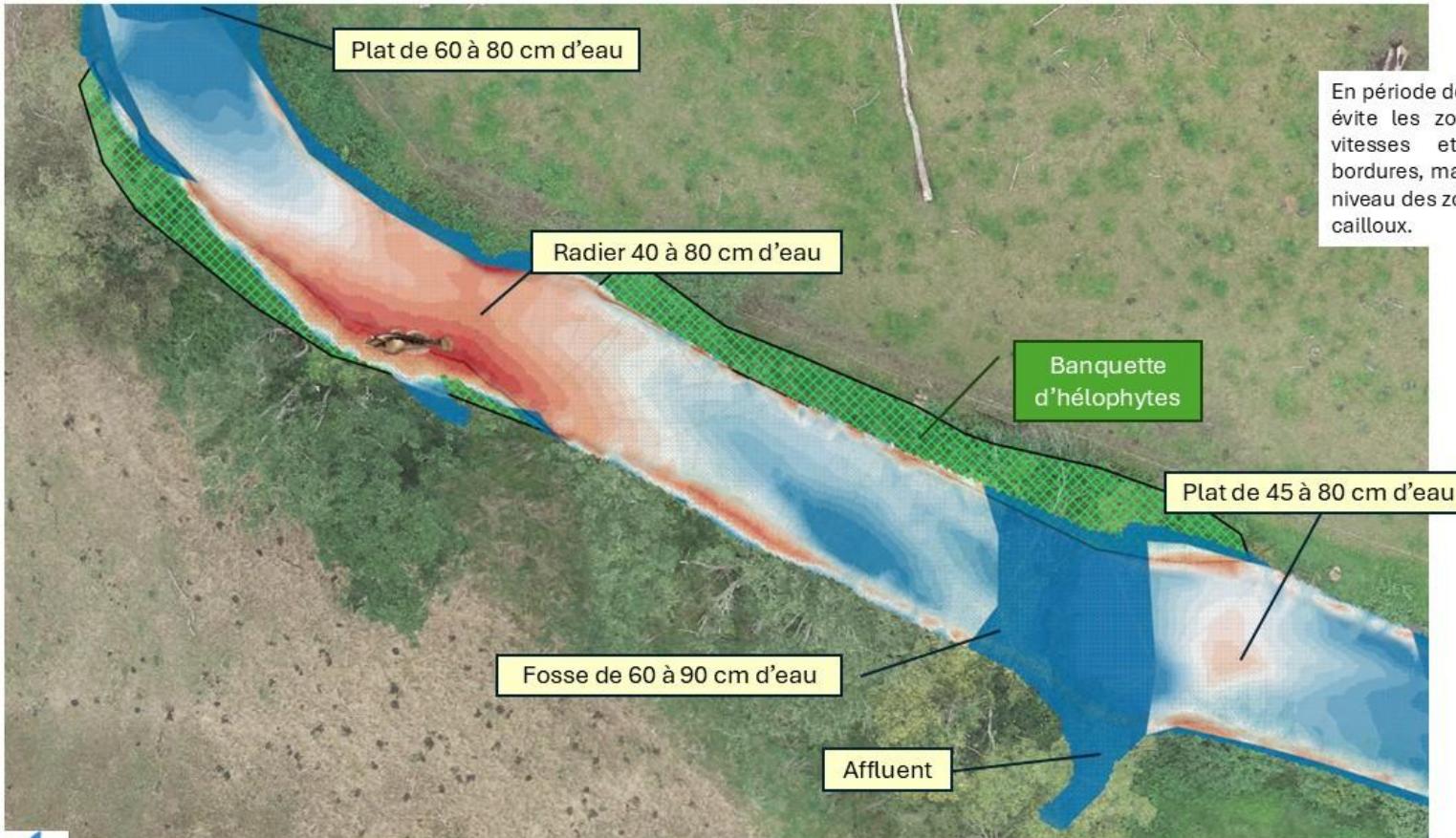
Hydro Concept, 2025

Surface Potentiellement Utilisable

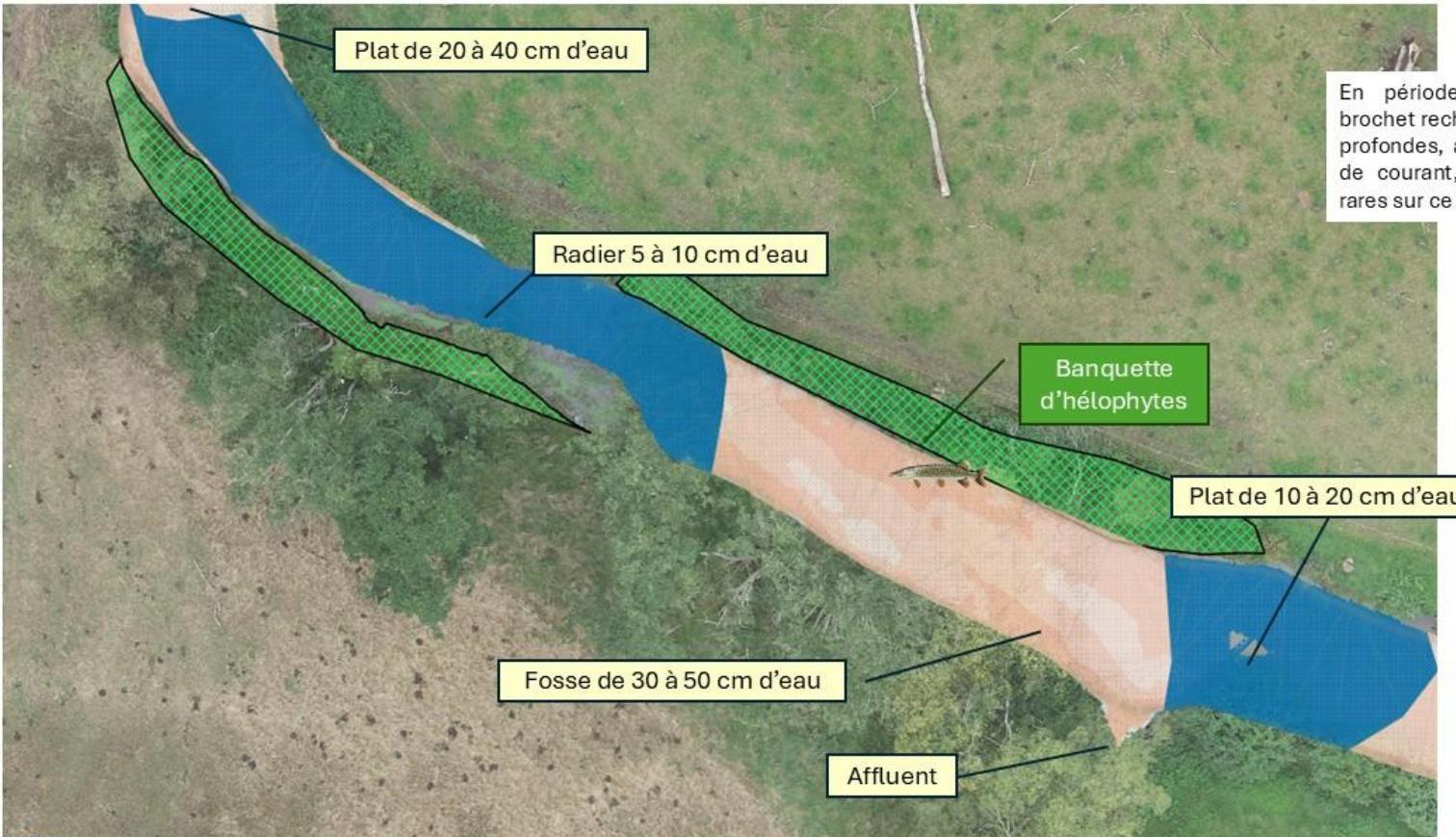
Représentation du chabot en période de moyennes eaux (400 l/s)



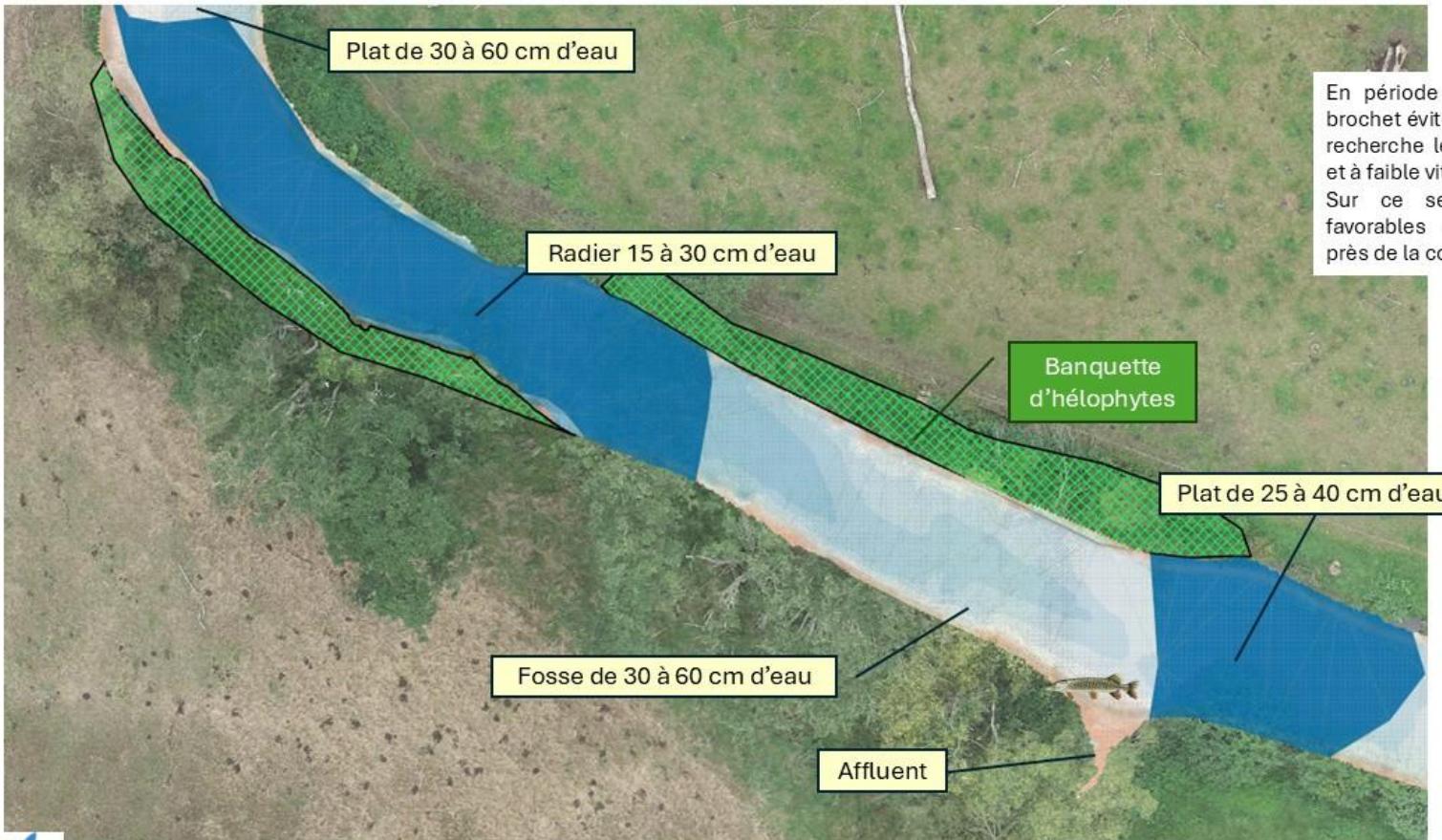
Représentation du chabot en période de hautes eaux (1700 l/s)



Représentation du brochet en période de basses eaux (50 l/s)



Représentation du brochet en période de moyennes eaux (400 l/s)

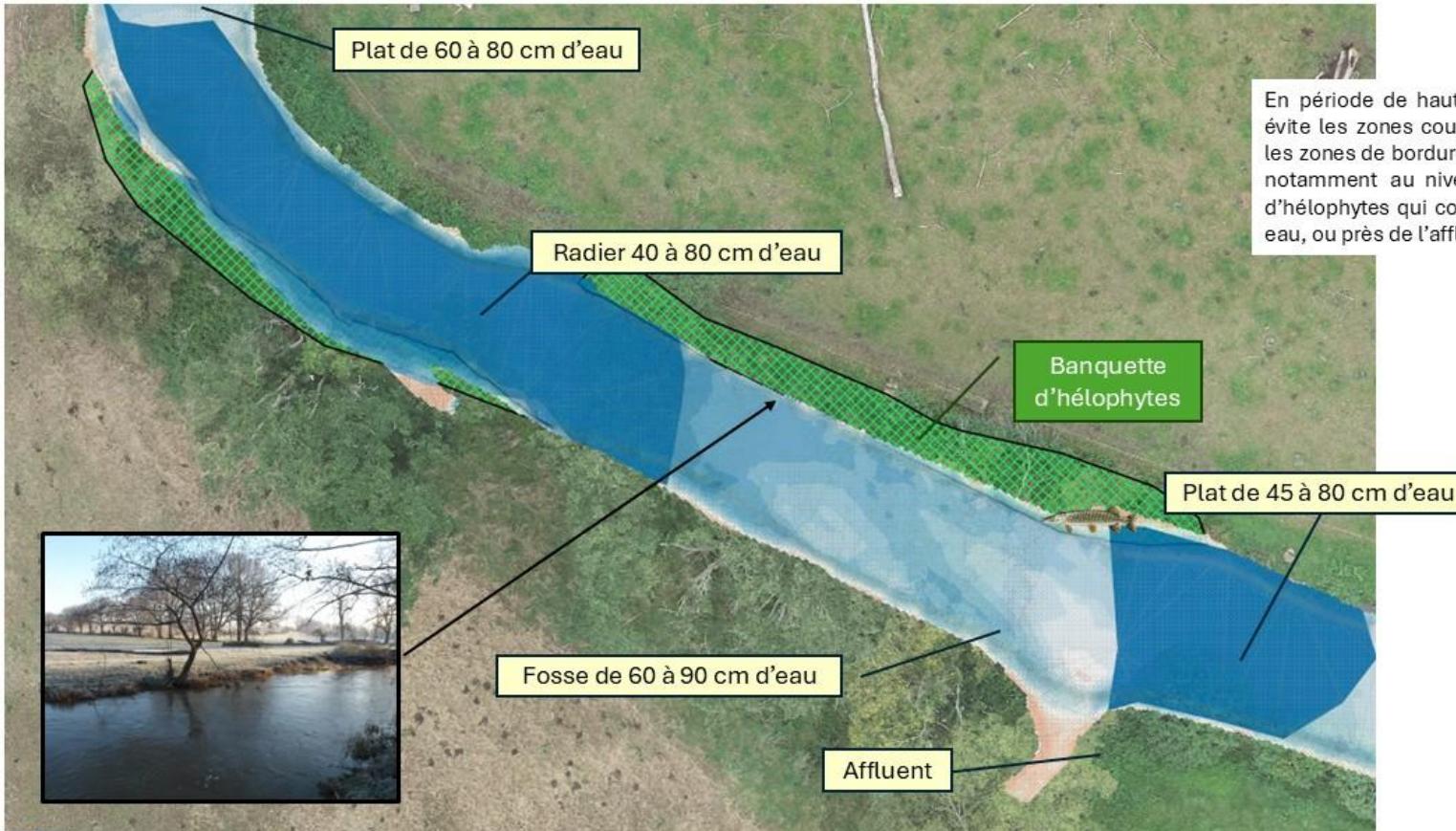


En période de moyennes eaux, le brochet évite les zones courantes, et recherche les zones plus profondes et à faible vitesses.
Sur ce secteur, peu de zones favorables sont présentes, hormis près de la confluence avec l'affluent

Valeur d'Habitat (VHA)
0,000000 - 0,050000
0,050000 - 0,100000
0,100000 - 0,150000
0,150000 - 0,200000
0,200000 - 0,250000
0,250000 - 0,300000
0,300000 - 0,350000
0,350000 - 0,400000
0,400000 - 0,450000
0,450000 - 0,500000
0,500000 - 0,550000
0,550000 - 0,600000
0,600000 - 0,650000
0,650000 - 0,700000
0,700000 - 0,750000
0,750000 - 0,800000
0,800000 - 0,850000
0,850000 - 0,900000
0,900000 - 0,924100

Plus la VHA est élevée, plus la qualité d'habitat pour une espèce est importante

Représentation du brochet en période de hautes eaux (1700 l/s)



Surface Potentiellement Utilisable

