

Note technique

Étude « Hydrologie – Milieux – Usages – Climat » adaptée aux bassins du Sornin et du Jarnossin

Méthodologie d'estimation de débits écologiques hors période de basses eaux

Etude financée par :



FICHE DE SYNTHÈSE

Étude « Hydrologie – Milieux – Usages – Climat » adaptée aux bassins du Sornin et du Jarnossin

Méthodologie d'estimation de débits écologiques hors période de basses eaux

VOS CONTACTS EODD

Rédaction

Thomas THIZY
William EPALLE
Prune BESSON

Supervision

Thomas THIZY
t.thizy@eodd.fr
06 43 97 07 79

Libération

Thierry DROIN



Agence de Saint-Etienne

contact@eodd.fr | Tél : 04.72.76.06.90

AFFAIRES EODD N° P09318.

Date	Indice	Modifications
16/10/2025	1	Edition initiale

SOMMAIRE

1. Préambule	3
1.1 Contexte	3
1.2 Objectifs	3
2. Principaux enjeux pour la faune piscicole en moyennes et hautes eaux	4
3. Proposition d'indicateurs et de protocoles de mesures	4
3.1 Accès aux zones de reproduction	4
3.1.1 Déclenchement de la migration de reproduction	4
3.1.2 Continuité piscicole à la montaison.....	5
3.2 Qualité des supports de ponte au moment de la fraie	8
3.3 Conditions hydrauliques sur les frayères	9
3.4 Densité des abris hydrauliques	11
3.5 Renouvellement / maintien des habitats au sein du lit	12
3.6 Synthèse des indicateurs	13
4. Stations de mesure proposées sur les bassins versants Sornin-Jarnossin	14
5. Résultats et fiches stations	16
6. Valorisation des données	17

1. Préambule

1.1 Contexte

Les études Hydrologie, Milieux, Usages et Climat (HMUC) s'intéressent particulièrement à la période d'étiage, qui concentre généralement les enjeux, mais doivent également mener une analyse en période de moyennes et hautes eaux afin de caractériser les besoins des milieux.

Pour les basses eaux, la méthodologie communément admise et utilisée dans les contextes étudiés par EODD (Massif central et ses marges) est la méthode dite des microhabitats, qui fait appel à des protocoles bien cadrés, développés par des entreprises ou organismes publics de recherche (INRAE, EDF...). Cette méthode se restreint à la période de basses eaux car elle fait appel à des courbes de préférendum des espèces piscicoles pour les paramètres hydrauliques du cours d'eau (hauteur d'eau, vitesse, granulométrie des sédiments), qui ont été établies à partir d'observations visuelles in situ, non possibles pour des débits trop élevés (eau trouble et agitée, mise en danger des opérateurs...).

Des organismes de recherche ou universitaires et des bureaux d'études ont entamé très récemment une réflexion sur la période hors étiage, **mais il n'existe à l'heure actuelle aucune méthode standardisée. Les démarches proposées s'orientent sur des critères hydrologiques, hydrauliques ou fonctions de la biologie des espèces piscicoles pour les périodes de moyennes / hautes eaux.** La publication récente (mi-février 2024) de « l'étude de l'impact des prélèvements d'eau en cours d'eau hors étiage » par le partenariat HEPIA/ Inrae/ OFB, donne quelques pistes de réflexion.

1.2 Objectifs

La présente note technique vise à **proposer des indicateurs hydrologiques, hydrauliques ou biologiques liés au débit et pertinents pour analyser l'impact des prélèvements hors période de basses eaux, ainsi que les méthodes / protocoles de mesure permettant de les quantifier.**

L'objectif est que ces indicateurs puissent être utilisés ensuite dans les études HMUC à l'échelle de bassins versants. Comme pour la période de basses eaux, **le principe de l'analyse et de l'interprétation de ces indicateurs consiste à comparer des scénarios hydrologiques entre eux** (situation naturelle actuelle, situation influencée actuelle, situation influencée avec une réduction des prélèvements, situation naturelle avec prise en compte des effets du changement climatique...). Il s'agit ainsi de convertir une variation de débits en une variation d'un paramètre hydrologique, hydraulique ou biologique (par exemple une diminution de 10% du débit moyen de tel mois conduit à une diminution de X% de tel paramètre ce même mois).

La présente note n'expose pas la méthodologie de l'interprétation des indicateurs pour définir des volumes potentiellement mobilisables (taux d'impact critiques ou acceptables, « seuils d'accroissement du risque »...), qui est à évaluer par une concertation entre les experts de chaque territoire, notamment en fonction du contexte environnemental, économique et social. Lors d'un comité technique en 2025 sur le bassin versant de la Dore, autre bassin réalisant une étude HMUC intégrant une réflexion hors période de basses eaux, **les services de l'État n'ont pas souhaité aller jusque-là, car le recul est encore très insuffisant** sur les méthodes d'analyse des impacts des prélèvements hors période de basses eaux, qui sont encore en phase de développement.

La présente note technique, dans sa version actuelle, se restreint à l'étude des cours d'eau à dominante salmonicole, car certains des indicateurs proposés ciblent spécifiquement la truite fario. D'autres sont plus généralistes et applicables à d'autres espèces voire à l'ensemble de l'ichtyofaune (continuité piscicole à la montaison, densité des abris hydrauliques, renouvellement / maintien des habitats au sein du lit).

2. Principaux enjeux pour la faune piscicole en moyennes et hautes eaux

Dans un premier temps, il est nécessaire de **déterminer les espèces, stades de développement et habitats qui sont particulièrement structurants en moyennes / hautes eaux.**

Les territoires sur lesquels nous sommes missionnés dans l'immédiat sont des bassins versant situés dans le Massif central et ses marges. Il s'agit de contextes salmonicoles et intermédiaires. Le contexte salmonicole comprend la truite fario et ses espèces d'accompagnement (chabot, vairon, loche franche, goujon, lamproie de Planer). Le contexte intermédiaire comprend principalement l'ombre commun, les cyprinidés rhéophiles (barbeau, vandoise, spirin, chevesne, hotu), mais également des migrateurs amphihalins (saumon principalement, anguille et lamproie marine) ; la truite fario et ses espèces d'accompagnement peuvent y être encore présentes, mais sont moins représentatives de ce contexte. Le contexte cyprinicole, comprenant les espèces d'eau calmes et chaudes, est très peu présent sur les bassins versants étudiés actuellement.

En période de moyennes et hautes eaux (approximativement de novembre à avril/mai), **la faible température de l'eau ralentit le métabolisme des espèces** citées plus haut, qui se nourrissent assez peu par rapport à la période de basses eaux. L'essentiel de leur activité consiste à se reproduire (novembre à janvier pour la truite et le saumon ; mars à mai voire plus pour les autres espèces) et à se protéger des prédateurs et des crues. Les habitats utilisés sont donc différents de ceux fréquentés en période de basses eaux, ce qui conforte d'autant plus le fait de ne pas utiliser les modèles microhabitats classiques.

Les enjeux principaux pour la faune piscicole en période de moyennes et hautes eaux sont donc :

- **L'accès aux zones de reproduction** (continuité piscicole, déclenchement de migration) ;
- **La qualité des supports de ponte au moment de la fraie** (absence de colmatage en particulier) ;
- **Les conditions hydrauliques (hauteur/ vitesse) sur les frayères** au moment de la fraie, au cours de l'incubation des œufs et des premières semaines suivant l'éclosion ;
- **La densité des abris hydrauliques connectés à la lame d'eau** (zones de repos / protection contre les prédateurs et le courant).
- **Le renouvellement / maintien des habitats au sein du lit** (crues morphogènes qui remodelent et renouvellent les faciès d'écoulements, les substrats, les caches en berges, contrôlent le développement de la végétation rivulaire...).

La méthodologie proposée consiste à identifier des paramètres et des protocoles permettant d'évaluer la satisfaction de ces besoins en fonction du débit.

3. Proposition d'indicateurs et de protocoles de mesures

Les paramètres qu'il est possible de mesurer et les protocoles facilement réalisables associés sont décrits ci-dessous par enjeu.

Pour chaque bassin versant, la localisation des stations d'étude pour chaque protocole doit faire l'objet d'une concertation entre les différents experts du territoire, afin de cibler des secteurs à la fois adaptés à chaque enjeu et stratégiques d'un point de vue de la gestion quantitative (fermeture de masse d'eau, proximité d'une station hydrométrique, fort impact potentiel des prélèvements / rejets...).

3.1 Accès aux zones de reproduction

3.1.1 Déclenchement de la migration de reproduction

La migration de reproduction (déplacement des adultes vers les zones de frayères) est un phénomène observé chez de nombreuses espèces piscicoles, au moins pour une partie des individus composant la

population. Tous les facteurs déclenchant cette migration ne sont pas connus pour toutes les espèces. Il semblerait néanmoins que les variations de débits constituent l'un des principaux facteurs chez certaines espèces (en complément de la température de l'eau, de la photopériode, de facteurs physiologiques internes...).

La survenue de hauts débits en automne (octobre / novembre à décembre) semble notamment être un facteur déclenchant la migration de reproduction des géniteurs de truite fario.

L'étude de « l'impact des prélèvements d'eau en cours d'eau hors étiage » publiée en février 2024 par le partenariat HEPIA/ Inrae/ OFB, qui a réalisé une revue bibliographique considérable des publications scientifiques sur le sujet, retient comme débit déclencheur de la migration de reproduction de nombreuses espèces la valeur du quantile de débit **Q10%, valeur de débit journalier dépassée 10% de la période considérée**. Ce débit cible peut être décliné en 4 indicateurs :

- **Valeur de Q10%** ;
- **Nombre de jours où Q10% est dépassé** ;
- Éventuellement (si les données hydrologiques le permettent) **nombre d'événements où Q10% est dépassé** (un événement correspondant à une succession continue de jours où Q10% est dépassé) ;
- Éventuellement (si les données hydrologiques le permettent) **durée maximale des événements** (plus grand nombre de jours successifs où Q10% est dépassé).

Ce paramètre est **purement hydrologique** et ne nécessite **pas de mise en œuvre de protocole de terrain** particulière. Il **nécessite néanmoins une approche au pas de temps journalier**.

3.1.2 Continuité piscicole à la montaison

Le succès de la migration de montaison, une fois déclenchée, dépend de la franchissabilité des tronçons de cours d'eau par les poissons adultes. Cette continuité peut être interrompue soit au droit d'ouvrages anthropiques (seuils, buses...), soit au droit des faciès d'écoulement naturels les moins profonds et/ou les plus pentus (radiers, rapide, cascade ou chutes).

La problématique de la franchissabilité des ouvrages anthropiques relève davantage de la politique d'aménagement de la morphologie des cours d'eau que de la gestion quantitative de l'eau (sauf éventuellement pour les ouvrages équipés d'un dispositif de franchissement piscicole, dont la plage de fonctionnement a pu être calibrée avec une hydrologie donnée).

En revanche, il est plus légitime de cibler la gestion quantitative de l'eau pour la **franchissabilité des faciès d'écoulement naturels**. Cette franchissabilité en fonction du débit peut être évaluée en s'appuyant sur quelques éléments du guide méthodologique des Informations sur la Continuité Ecologique (ICE) *Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons*, publié par l'ONEMA (OFB maintenant) en 2014.

Les faciès d'écoulement de types radiers et rapides peuvent être assimilés à des seuils à parement aval incliné ou à des seuils en enrochement (pour les cours d'eau les plus pentus et les faciès de types rapides notamment) et peuvent ainsi faire l'objet d'une application simplifiée du guide méthodologique ICE. Les paramètres déterminant la franchissabilité dans ce cas sont la vitesse de l'eau, qui ne doit pas être trop élevée, et le tirant d'eau (hauteur d'eau) qui doit au contraire être suffisamment important pour permettre aux poissons de franchir l'obstacle en nageant. L'analyse des vitesses est trop complexe à mettre en œuvre sur des faciès naturels et c'est rarement elle qui sera limitante, du fait d'une pente souvent faible de ces faciès par rapport à des parements d'ouvrages anthropiques. Le tirant d'eau est en revanche une variable assez simple à mesurer et très pertinente pour des faciès naturels.

Un protocole visant à produire une courbe du tirant d'eau au niveau des faciès les plus contraignants pour le franchissement, en fonction du débit, peut être mis en œuvre.

Sur le tronçon de cours d'eau étudié (par exemple une station Estimhab analysée pour les basses eaux), la première étape consiste à **repérer le (ou les deux) faciès d'écoulement naturel le plus contraignant**. Il s'agit ensuite de **localiser la (ou les) veine d'eau la plus profonde**, et de **réaliser un profil en long (mesure de la hauteur d'eau à l'aide d'une mire graduée) selon cette veine d'eau** en partant de l'aval de préférence (dans le sens de la remontée du poisson). La hauteur d'eau la plus faible sur ce profil en long donne le tirant d'eau limitant pour le franchissement par le poisson.

Cette mesure est réalisée à 3 ou 4 débits différents et permet ainsi de tracer la courbe recherchée.

Le guide ICE donne les tirants d'eau minimums nécessaires à la remontée de chaque espèce piscicole. Sur les cours d'eau salmonicoles, il convient de considérer plutôt les valeurs relatives aux seuils en enrochements (pages 109 et 112 du guide) que celles relatives aux seuils à parement incliné (page 99). Le tirant d'eau minimum retenu pour le franchissement par les truites de rivière dans le contexte du Massif central (de taille 15 à 30 cm) est ainsi d'au moins 10 cm. **Le positionnement de ces valeurs sur la courbe produite permet de définir des débits seuils (Q_{fr}) à partir desquels les faciès d'écoulements naturels sont franchissables pour les espèces piscicoles cibles** (à définir pour chaque station en fonction des peuplements en place).

Une fois la ressource calculée, ce débit seuil peut être décliné en plusieurs indicateurs :

- **Nombre de jours où Q_{fr} est dépassé sur la période de migration** ;
- Eventuellement (si les données hydrologiques le permettent) **nombre d'événements où Q_{fr} est dépassé** (un événement correspondant à une succession continue de jours où Q_{fr} est dépassé) ;
- Eventuellement, **durée maximale des événements** (plus grand nombre de jours successifs où Q_{fr} est dépassé).

L'analyse selon ces indicateurs **nécessite une approche au pas de temps journalier**.



Radier photographié à deux débits différents et principe de mesure des hauteurs d'eau de la veine la plus profonde.

Source : EODD.

3.2 Qualité des supports de ponte au moment de la fraie

Dans les cours d'eau salmonicoles, le succès de la reproduction des espèces cibles souvent choisies (truite fario, ombre commun, saumon atlantique) est dépendant de la qualité des frayères au moment de la ponte. **Le substrat de ponte doit en particulier ne pas être trop colmaté par des particules minérales fines** (argile, limon, sable fin) ou par de la matière organique (périphyton, vase, petits débris végétaux...). La survenue d'un débit suffisant pour permettre ce décolmatage avant la reproduction de ces espèces est importante.

L'étude HEPIA / INRAE (en annexe 3) suggère de considérer comme **débit de décolmatage le débit Q_{crit} qui permet la mise en mouvement des sédiments de diamètre 2 cm**, ce qui est cohérent avec la granulométrie de substrat recherchée par la truite fario (2 à 5 cm classiquement, mais 2 mm à 2 cm dans les petits cours d'eau, d'après G. MAISSE et J.L. BAGLINIERE) et l'ombre commun (granulométrie similaire) pour leur reproduction (plutôt 2 à 15 cm pour le saumon atlantique).

Elle propose d'utiliser la formule de Shields, qui relie la hauteur d'eau H_{crit} , la pente du tronçon S et le diamètre des particules à mettre en mouvement D , en utilisant un critère adimensionnel τ^* de 0,06 : $H_{crit} = 1.65 \times 0.06 \times D/S$. Après plusieurs tests avec des jeux de données de terrain permettant de relier hauteur d'eau et débit (courbe $H=f(Q)$ produite par Estimhab ou par l'analyse menée au paragraphe frayères 3.3), les résultats obtenus sont peu cohérents (Q_{crit} correspondant à des débits d'étiage). En effet, cette formule est utilisable lorsque ce sont la pente et les frottements dus aux sédiments qui contrôlent la hauteur d'eau. En moyennes eaux, sur un cours d'eau aux faciès d'écoulement variés, ceci n'est valable que sur les faciès de type radier (la hauteur d'eau dans les mouilles est par exemple principalement contrôlée par les lois hydrauliques sur le radier immédiatement en aval). Cela devient en revanche plus applicable à l'ensemble d'un tronçon en crue.

Nous proposons ainsi une approche plus pragmatique, **basée sur la vitesse du courant sur les frayères potentielles**, mesurée dans le cadre du protocole décrit au paragraphe 3.3. En effet, le guide « Hydraulique des cours d'eau – La théorie et sa mise en pratique » publié en 2001 par le Groupe Hydraulique Fluviale du Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales donne une relation entre la vitesse moyenne critique d'entraînement des sédiments en fonction du diamètre des sédiments, pour différentes profondeurs. Les particules de 2 cm de diamètres sont mises en mouvement pour des vitesses moyennes V_{crit} de l'ordre de 1 m/s sous 1 m d'eau, et 0,9 m/s pour 0,5 m d'eau (cf. ANNEXE 1 :), ce qui est cohérent, en ordre de grandeur, avec la courbe de Hjulström classiquement utilisée (cf. ANNEXE 1 :).

Une valeur de V_{crit} de l'ordre de 0,8 à 0,9 m/s peut ainsi être retenue (à ajuster en fonction de la hauteur d'eau). La courbe reliant la vitesse moyenne et le débit produite dans l'analyse des conditions hydrauliques sur les frayères (cf. 3.3) peut alors être utilisée pour estimer le débit critique de décolmatage Q_{crit} correspondant à V_{crit} .

Là encore, ce débit seuil peut être décliné en plusieurs indicateurs :

- **Nombre de jours où Q_{crit} est dépassé sur la période de migration ;**
- Eventuellement **nombre d'événements où Q_{crit} est dépassé** (un événement correspondant à une succession continue de jours où Q_{crit} est dépassé) ;
- Eventuellement **durée maximale des événements** (plus grand nombre de jours successifs où Q_{fr} est dépassé).

L'analyse selon ces indicateurs nécessite une approche au pas de temps journalier.

3.3 Conditions hydrauliques sur les frayères

Pour les salmonidés, la réussite de la reproduction dépend des conditions d'écoulement (hauteur / vitesse) sur les frayères, à la fois au moment de la ponte puis dans les semaines qui suivent.

Au moment de la ponte (outre le fait qu'il y ait eu un décolmatage par un débit suffisant auparavant), il est en effet nécessaire que les frayères ne soient pas exondées, et qu'elles présentent une hauteur d'eau suffisante pour que les géniteurs puissent déposer les œufs.

Dans les semaines qui suivent, les phases d'incubation des œufs et de vie intra-gravellaire des larves nécessitent le maintien d'une bonne circulation de l'eau interstitielle dans la frayère, qui apporte l'oxygène aux œufs / larves et permet l'évacuation des métabolites. La vitesse d'écoulement de l'eau au droit de la frayère est donc particulièrement importante, tant pour mettre en mouvement / renouveler l'eau interstitielle que pour éviter le dépôt de particules fines (limons / argiles / matière organique) qui viendraient colmater la frayère.

Une méthodologie de type microhabitats localisée au droit des frayères peut être mise en place. Elle consiste à établir au droit des frayères potentielles la relation entre le débit, la largeur mouillée, la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement, puis à coupler ces données avec les courbes de préférence des salmonidés pour ces conditions d'habitat au stade frai.

Il est envisagé d'appliquer le protocole LAMMI, développé par EDF R&D et le CEMAGREF (INRAE), de manière localisée sur les frayères potentielles. Le protocole de terrain envisagé consiste donc à :

- repérer sur la station choisie des **zones de frayères potentielles à salmonidés** (2 dans l'idéal, en privilégiant les plus sensibles a priori à une baisse de débit) ;
- positionner **deux transects transversaux** (perpendiculaire à l'écoulement) au droit de chacune ;
- sur chaque transect, estimer la largeur mouillée qu'a le cours d'eau au module L_m (correspondant souvent à la largeur en pied de berge / limite de végétation annuelle) ;
- répartir régulièrement 10 à 15 verticales sur le transect, espacées chacune de $L_m/15$, la première verticale étant à positionner à la moitié de $L_m/15$ d'un bord (et donc la dernière à la moitié de $L_m/15$ de l'autre bord) ;
- noter le **pourcentage de recouvrement de chaque classe de sédiment** autour de chaque verticale (maille carrée de côté $L_m/15$) ;
- sur chaque verticale, **mesurer la hauteur d'eau H et la vitesse moyenne du courant V** conformément au protocole de mesure du débit des rivières par exploration du champ des vitesses (1 point à $0,4H$ (depuis le fond) si $H < 0,2$ m ; 2 point à $0,2H$ et $0,8H$ si $0,2 < H < 0,4$ m ; 3 point à $0,2H$, $0,4H$ et $0,8H$ si $H > 0,4$ m) ;
- **mesurer la largeur mouillée** ;
- **mesurer le débit** du cours d'eau à un endroit approprié (si les transects retenus sur les frayères n'ont pas les propriétés requises).

Les mesures de largeur mouillée, hauteur et vitesses sont à réaliser lors de **3 (ou 4) campagnes à des débits contrastés** (mais autour des moyennes eaux), **exactement aux mêmes points** (nécessité d'un marquage très précis des transects et de l'abscisse 0 sur chacun).



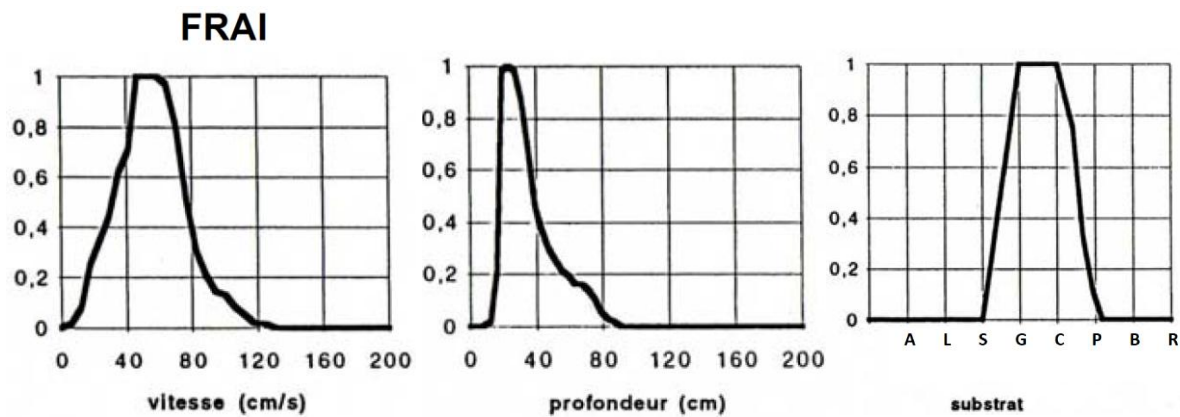
Principe de répartition des verticales sur un transect transversal au droit d'une zone de frayère potentielle.



Exemples de substrats utilisés par la truite fario pour sa reproduction.

Source : EODD.

Les données de terrain sont ensuite rentrées dans les interfaces du logiciel LAMMI, qui modélise les relations $H=f(Q)$ et $V=f(Q)$ pour chaque verticale. Pour chacune de ces « tranches de largeur de cours d'eau » est ensuite calculée une **valeur d'habitat favorable au frai à partir des courbes de préférence de l'espèce cible** pour la hauteur d'eau, la vitesse et le substrat au stade frai (action de reproduction des adultes ; courbes non existantes pour l'incubation des œufs et la vie intra-gravellaire). Le logiciel somme ensuite ces valeurs pour donner une valeur d'habitat moyenne ou une surface pondérée utile (SPU) pour le frai.



Courbes de préférence de la truite fario au stade frai pour les paramètres vitesse, hauteur d'eau et substrat.

Source : Guide méthodologique du logiciel LAMMI, EDF 2011.

Une analyse comparative de scénario est alors possible selon le critère SPU_{frai} , comme pour une analyse en période de basses eaux.

3.4 Densité des abris hydrauliques

En période hivernale, exception faite de la reproduction de certaines espèces de poissons, l'activité biologique au sein du cours d'eau est ralentie du fait de la faible température. Les poissons cherchent alors surtout à se protéger des prédateurs et des forts courants de cette période. Ils recherchent donc les zones à la fois calmes et couvertes. Le pied des berges répond souvent bien à ce double objectif, d'une part du fait des divers abris qu'ils comportent (sous-berges, systèmes racinaires des arbres, débris ligneux, blocs...) et d'autre part parce que la vitesse du courant y est en général plus faible qu'au centre du chenal. Ce dernier peut également comporter quelques abris, en particulier dans les cours d'eau de moyenne et grande taille (blocs ou débris ligneux immergés dans des faciès profonds en particulier), mais ils sont généralement accessibles quel que soit le débit (sauf en crue, où la turbulence peut y être maximale) et présentent donc peu d'intérêt dans l'analyse de l'impact des débits.

Pour évaluer la connexion des habitats en berges en fonction du débit, il conviendrait dans l'idéal de produire une courbe reliant la quantité (longueur ou surface) d'abris en berge connectés à la lame d'eau en fonction du débit. Il serait possible de réaliser des protocoles de mesure à différents débits des quantités d'habitats connectés, mais leur mise en œuvre et leur reproductibilité semble compliquée.

Une approche moins précise, mais plus simple, peut être envisagée : il s'agit de repérer le débit à partir duquel les deux pieds de berges sont connectés à la lame d'eau.

Pour ce faire, **il est dans un premier temps nécessaire de mettre en œuvre un protocole permettant de connaître la relation entre la largeur mouillée et le débit** au droit de la station choisie (Estimhab par exemple) ou de choisir une station sur laquelle une telle méthode a déjà été appliquée. Le protocole à mettre ensuite en œuvre consiste à **mesurer 15 largeurs entre les habitats de chaque berge** (selon une ligne horizontale) régulièrement réparties sur la station, ou, à défaut, 15 largeurs de pied de berge (rupture de pente entre les berges pentues et le fond du cours d'eau plus horizontal), puis à **placer la moyenne de cette valeur sur le graphique $L=f(Q)$** (produit par Estimhab notamment).

On obtient ainsi une **valeur de débit seuil Q_{cpb} à partir duquel les habitats des deux pieds de berges sont connectés à la lame d'eau.**



*Illustration de la notion de largeur en pieds de berges.
Source : EODD.*

Ce débit seuil peut être décliné en plusieurs indicateurs :

- Nombre de jours où Q_{cpb} est ou n'est pas atteint sur la période hors basses eaux ;
- Eventuellement nombre d'événements où Q_{cpb} est ou n'est pas atteint (un événement correspondant à une succession continue de jours où Q_{cpb} n'est pas atteint) ;
- Eventuellement durée maximale des événements (plus grand nombre de jours successifs où Q_{cpb} n'est pas atteint).

L'analyse selon ces indicateurs nécessite une approche au pas de temps journalier.

3.5 Renouveau / maintien des habitats au sein du lit

Pour évaluer l'impact des prélèvements sur le renouvellement et le maintien des habitats (diversité des faciès d'écoulements, creusement de sous-berges, renouvellement du substrat, mise à nu de surfaces végétalisées...), il est envisagé d'appliquer telle quelle la méthode HEPIA/INRAE, qui considère que c'est le débit journalier de crue annuelle QJXA1 qui permet ces phénomènes.

Ce débit seuil peut être décliné en plusieurs indicateurs :

- Nombre de jours où QJXA1 est dépassé sur l'année ;
- Eventuellement nombre d'événements où QJXA1 est dépassé sur l'année ;
- Eventuellement durée maximale des événements.

L'analyse selon ces indicateurs nécessite une approche au pas de temps journalier.

3.6 Synthèse des indicateurs

Le tableau suivant synthétise les indicateurs et protocoles envisagés (secteurs salmonicoles).

Enjeu pour la faune aquatique en moyennes / hautes eaux	Indicateur pertinent	Méthodologie / protocole de mesure envisageables
Déclenchement de la migration de reproduction	Q10% (valeur, nombre de jours, nombre d'évènements, durée max des évènements)	Analyse uniquement hydrologique ; pas d'investigation de terrain.
Continuité piscicole à la montaison	Q _{fr} , débit permettant le franchissement des radiers naturels (nombre de jours, nombre d'évènements, durée max des évènements)	Mesure de hauteur d'eau sur veine principale de franchissement piscicole des faciès les plus contraignants, à 3 ou 4 débits. Comparaison avec tirants d'eau minimums du guide ICE.
Qualité des supports de ponte / décolmatage des frayères	Q _{crit} , débit critique de décolmatage (nombre de jours, nombre d'évènements, durée max des évènements)	Etablissement de la relation V=f(Q) sur 1 ou 2 frayères potentielles par mise en œuvre du protocole LAMMI (3 à 4 campagnes de mesures de H, V et L). Calcul de Q _{crit} correspondant à V _{crit} , vitesse de mise en mouvement des sédiments >2 cm.
Conditions hydrauliques sur les frayères	SPU _{frai} , surface pondérée utile au frai.	Mise en œuvre du protocole LAMMI (3 à 4 campagnes de mesures de H, V et L) sur 1 ou 2 frayères potentielles ; utilisation des courbes du stade « frai » pour la truite fario.
Densité des abris hydrauliques / connectivité des berges	Q _{cpb} , débit de connexion des deux pieds de berge à la lame d'eau (nombre de jours, nombre d'évènements, durée max des évènements)	Mesure de 15 largeurs de pied de berge. Utilisation de la courbe L=f(Q) produite par Estimhab pour relier L _{cpb} à Q _{cpb} .
Renouvellement / maintien des habitats au sein du lit	QXA1, débit journalier de crue annuelle (valeur, nombre de jours, nombre d'évènements, durée max des évènements)	Analyse uniquement hydrologique ; pas d'investigation de terrain.

Remarque : Il est possible que la totalité des mesures proposées ne soient pas réalisées sur chacun des sites / cours d'eau choisis, du fait de l'absence de certains enjeux sur certains cours d'eau (absence de frayère potentielle par exemple).

4. Stations de mesure proposées sur les bassins versants Sornin-Jarnossin

Dans le cadre de l'étude HMUC Sornin-Jarnossin, 10 stations « hors basses eaux » ont été implantées. En accord avec le maître d'ouvrage, le choix a été fait de positionner au même endroit les stations Estimhab (période de basses eaux) et celles de l'analyse hors basses eaux, en trouvant des sites qui soient compatibles avec les deux approches.

La compatibilité de ces stations avec l'approche « hors basses eaux » a été définie de manière à avoir des sites qui soient à la fois :

- Représentatifs du contexte salmonicole avec notamment la présence de la Truite fario ;
- En aval des principales pressions quantitatives (prélèvements notamment) mais assez proches pour en atténuer la « dilution » des impacts par les affluents, et facilement accessibles ;
- Compatibles avec l'application du protocole LAMMI ;
- Réparties de manière à mailler suffisamment le territoire d'étude.

Des reconnaissances de terrain ont ensuite été réalisées en juillet 2024 par les ingénieurs d'EODD, accompagné du maître d'ouvrage, afin de vérifier la compatibilité des tronçons des cours d'eau ciblés avec la mise en place du protocole LAMMI et de définir précisément l'implantation des habitats spécifiques à étudier (frayères et radier en particulier, point GPS et marquage sur chaque rive), afin de répondre au mieux au protocole proposé.

L'ensemble des stations a été validé par échange de mails avec les partenaires techniques et lors d'un comité technique le 29 avril 2024. Les 10 stations retenues dans le cadre de l'étude sont présentées sur la carte et les fiches ci-dessous.

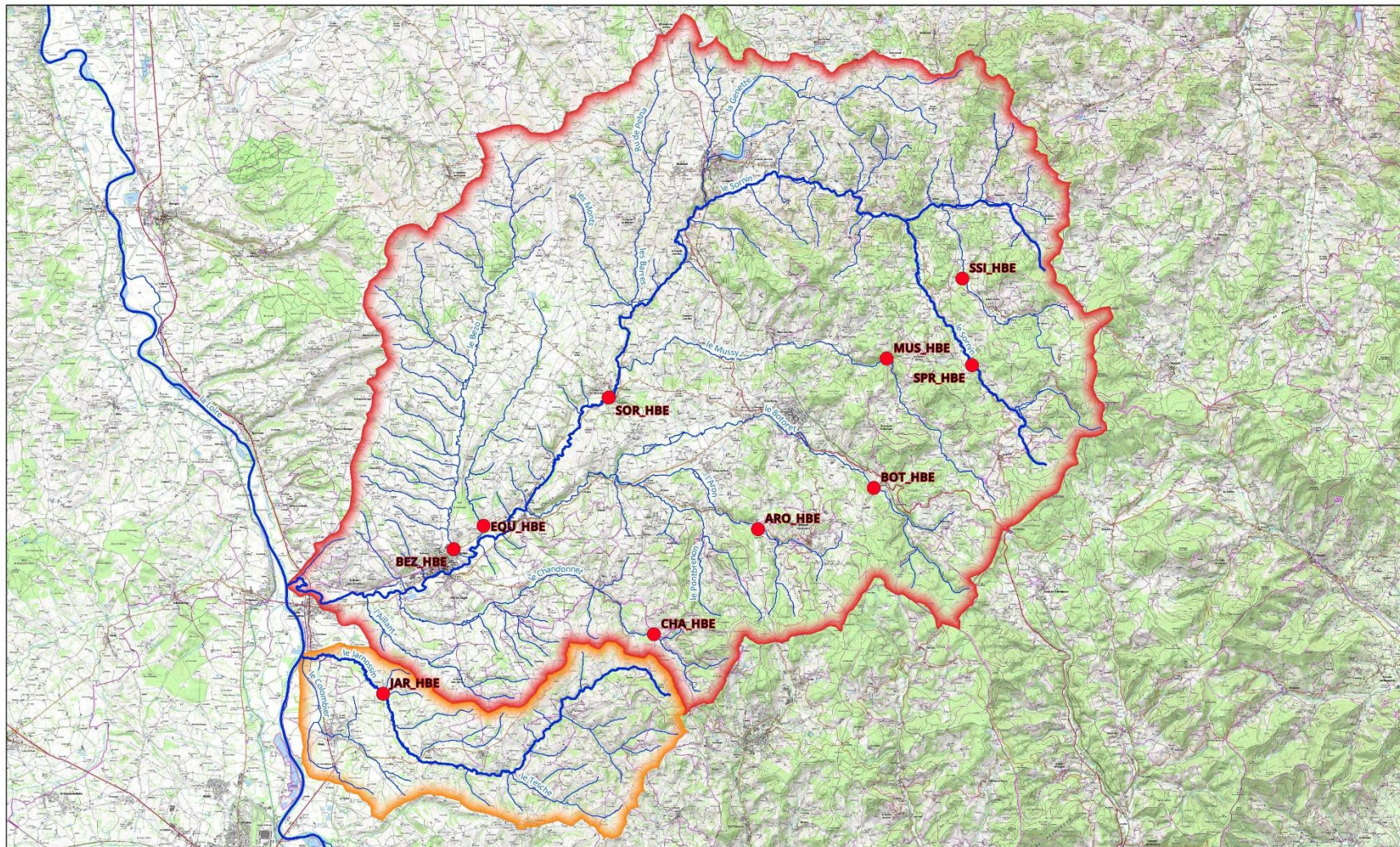
L'ensemble des mesures a été réalisé sur les 10 stations sélectionnées pour le protocole entre le 24 juillet 2024 et le 17 juillet 2025.

Une campagne complémentaire de mesure de débits à été réalisée sur l'ensemble des stations (hormis sur SOR_HBE) le 17 juillet 2025.

Nom de la station	Nom du cours d'eau	Date campagne 1	Date campagne 2	Date campagne 3	Date campagne 4
ARO_HBE	Aron	30/09/2024	15/10/2024	03/12/2024	24/06/2025
BEZ_HBE	Bézo	18/09/2024	07/10/2024	16/10/2024	02/12/2024
BOT_HBE	Botoret	17/09/2024	15/10/2024	03/04/2025	24/06/2025
CHA_HBE	Chandonnet	30/09/2024	16/10/2024	02/12/2024	24/06/2025
EQU_HBE	Équetteries	18/09/2024	07/10/2024	16/10/2024	02/12/2024
JAR_EST	Jarnossin	24/07/2024	07/10/2024	16/10/2024	02/12/2024
MUS_HBE	Mussy	17/09/2024	15/10/2024	03/12/2024	24/06/2025
SOR_HBE	Sornin	30/09/2024	03/04/2025	24/06/2025	17/07/2025
SPR_HBE	Sornin de Propières	16/09/2024	24/09/2024	14/10/2024	03/12/2024
SSI_HBE	Sornin de St-Igny-de-Vers	16/09/2024	24/09/2024	14/10/2024	03/12/2024



STATIONS PROTOCOLE HORS BASSES EAUX



0 5 10 km

Réalisation : EODD Août 2025
Sources : EODD Ingénieurs Conseils



5. Résultats et fiches stations

Les caractéristiques de chaque station et les résultats des mesures sont présentés dans les fiches ci-après pour chacune des 10 stations.

Dans le tableau de synthèse des impacts (page 3 de chaque fiche), les taux d'impact présentés (en %) représentent la différence entre les deux scénarios étudiés (naturel et influencé actuel). Les indicateurs « nombre d'événements » et « durée maximale des événements » évoqués dans la descriptions méthodologique (parties précédentes de la présente note) n'ont pas été présentés, leur analyse ayant conduit à des résultats peu pertinents. L'indicateur principalement retenu est le nombre de jours par mois où le débit est supérieur à la valeur seuil considérée.

Certaines valeurs de débits seuils (décolmatage ou connectivité des berges notamment) peuvent parfois paraître peu cohérentes au vu des contextes des cours d'eau et des débits caractéristiques de chacun. **Il convient de rappeler que cette analyse, appliquée aux bassins Sornin-Jarnossin, est très novatrice et constitue l'une des toutes premières applications concrètes de la méthodologie à un territoire. La méthodologie est encore en phase de développement et nécessitera à l'avenir des ajustements pour améliorer la pertinence des résultats, en particulier sur la mesure des largeurs entre pieds de berges et l'évaluation de la vitesse critique de décolmatage.**

Par ailleurs, les données ont été nettoyées au cours de leur exploitation. Certaines campagnes ont notamment parfois été exclues sur certaines stations, car elles conduisaient à des plantages de Lammi. Quelques-uns sont dus au fait que des campagnes ont été réalisées à des débits trop proches, rendant les imprécisions de mesures significatives. La plupart des plantages sont néanmoins dus aux hypothèses fondamentales de Lammi (et d'Estimhab), qui considèrent que la hauteur d'eau et la vitesse moyennes sur une section de cours d'eau sont nécessairement croissantes avec le débit, ce qui est faux dans de nombreuses configurations parfaitement naturelles, en particulier en bas débits.

Enfin, pour donner une bonne lecture des résultats, les graphiques sont représentés avec les débits caractéristiques (module, 2 modules, 1/10 de module, Q50%, Q25%...) calculés dans le cadre du volet « Hydrologie » de l'étude HMUC.

Le tableau ci-dessous, récapitule pour chaque station les valeurs de débits seuils déterminées par l'analyse HBE pour différentes phases du cycle de vie de la Truite fario.

Nom de la station	Module (l/s)	Débit de connexion des berges (l/s)	Débit de franchissabilité des radiers / rapides (l/s)	Débit de décolmatage des frayères (l/s)	Débit de SPU max pour le frai (l/s)
ARO_HBE	159	420	69	940	340
BEZ_HBE	774	-	62	1850	950
BOT_HBE	257	1340	27	920	340
CHA_HBE	58	80	52	310	440
EQU_HBE	228	330	62	880	360
JAR_EST	385	1200	17	1670	690
MUS_HBE	300	720	24	1200	750
SOR_HBE	3395	11010	107	3110	2260
SPR_HBE	281	240	107	780	570
SSI_HBE	215	350	85	2270	380

6. Valorisation des données

Le protocole Hors Basses Eaux s'appuie sur une pluralité de critères qui peuvent conduire à des résultats différents selon les choix qui peuvent être faits, comme en témoignent les résultats des stations du bassin versant. Ceci peut rendre difficile la définition de débits cibles, car plusieurs questions se posent :

- Quel(s) critère(s) privilégier ?
- Faut-il retenir le niveau d'impact le plus élevé pour proposer des débits cibles ?
- Faut-il hiérarchiser les critères de façon différente suivant les mois pour tenir compte de façon plus fine des exigences des espèces piscicoles ?

Ces interrogations indiquent que le protocole ne peut être mobilisé comme un outil de prescription unique. En revanche, il constitue un appui méthodologique pour comparer les scénarios de gestion, actuels et futurs, et qui apporte des éléments utiles à la discussion lors de l'élaboration de propositions de gestion.

ANNEXES

ANNEXE 1 : VITESSE D'ENTRAÎNEMENT DES MATERIAUX

Guide « Hydraulique des cours d'eau – La théorie et sa mise en pratique » publié en 2001 par le Groupe Hydraulique Fluviale du Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales, page 33.

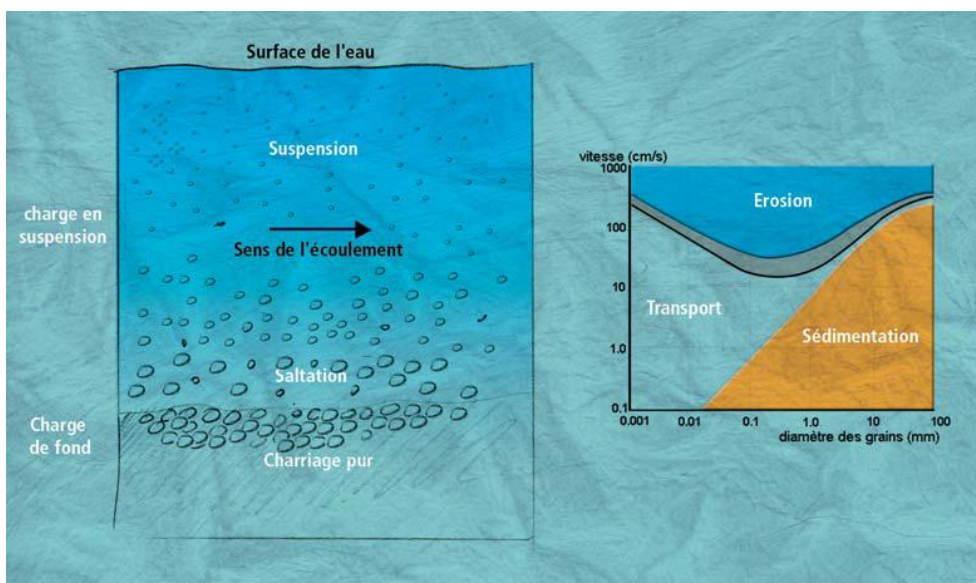
A titre indicatif, on peut fournir quelques ordres de grandeur des vitesses moyennes susceptibles d'entraîner du matériau selon sa nature :

Nature du matériau	Granulométrie représentative (mm)	Vitesse moyenne critique V_0 (m/s) de début d'entraînement sous 1 mètre d'eau
sédiments fins	0.06 - 0.20	0.20 - 0.30
sable	0.20 - 0.60	0.30 - 0.55
sable grossier	0.60 - 2.00	0.55 - 0.65
graviers fins	2 - 6	0.65 - 0.80
graviers moyens	6 - 20	0.80 - 1.00
gros graviers	20 - 30	1.00 - 1.40
petits galets	30 - 50	1.40 - 1.80
galets moyens	50 - 75	1.80 - 2.40
moellons	75 - 100	2.40 - 2.70
	100 - 150	2.70 - 3.50
	150 - 200	3.50 - 3.90

Ces valeurs issues des travaux de Quidotchnik Stroitlevsk sont valables sous une hauteur d'eau de 1 mètre. On appliquera les modificateurs suivants pour des hauteurs entre 0.50 et 3 mètres :

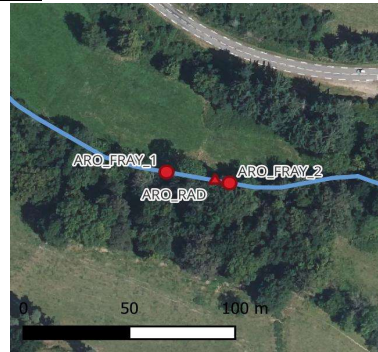
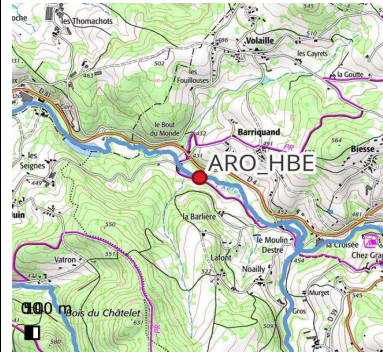
Hauteur (m)	Vitesse moyenne critique (m/s)
0.50	0.90 V_0
2.00	1.10 V_0
3.00	1.20 V_0

Courbe de Hjulstrom selon « Eléments d'hydromorphologie fluviale », J.R Malavoi et J.P. Bravard, ONEMA 2010.



ARO_HBE - L'Aron à Belmont-de-la-Loire

Localisation

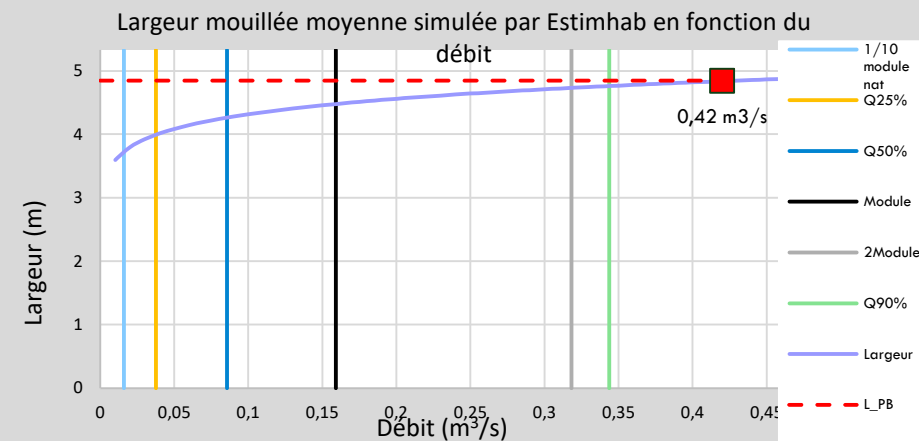


- Présence (au moins occasionnel) de Truite fario
- Prélèvements/rejets significatifs en amont
- Station hydrométrique proche
- Sur ou à proximité immédiate d'une station Estimhab
- Enjeu écologique fort

Connectivité des berges

Largeur moyenne entre pieds de berge mesurée (15 mesures) : $L_{cpb} = 4,8$ m

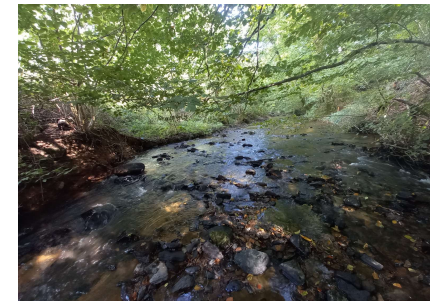
Sur la station Estimhab, le débit à partir duquel les habitats des deux pieds de berges sont connectés est $Q_{crit} = 420$ L/s



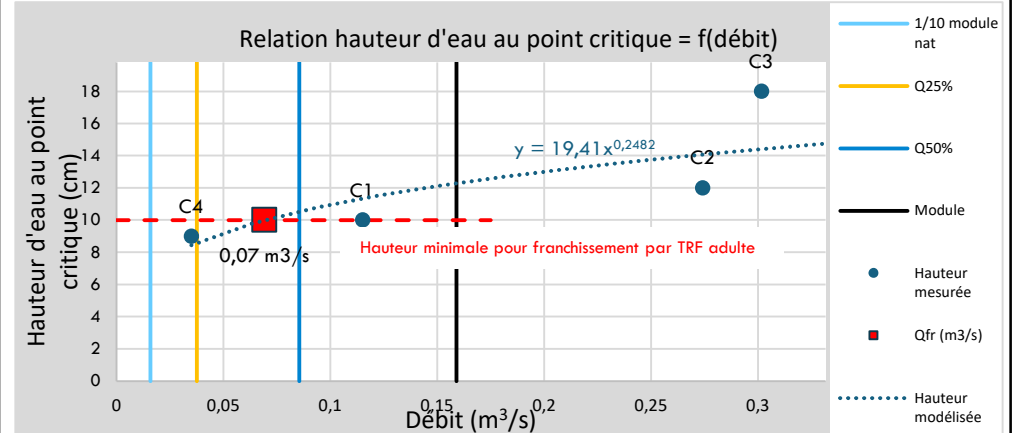
Campagnes de mesures

	C1	C2	C3	C4
Date	30/09/2024	15/10/2024	03/12/2024	24/06/2025
Débit	115 l/s	274 l/s	302 l/s	35 l/s

Continuité piscicole à la montaison



Le débit à partir duquel le radier est franchissable à la montaison pour la Truite fario adulte est $Q_{fr} = 69$ L/s



ARO_HBE - Aron

Frayères à truites

Frayère 1



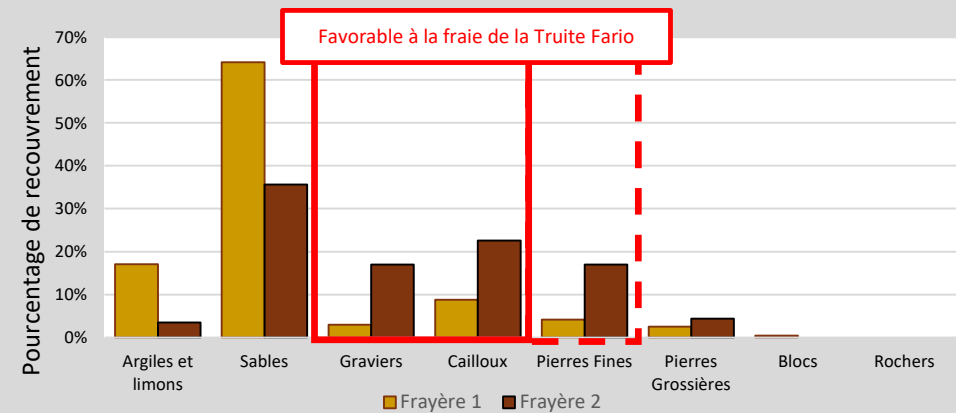
longueur : 4,6 m

Frayère 2



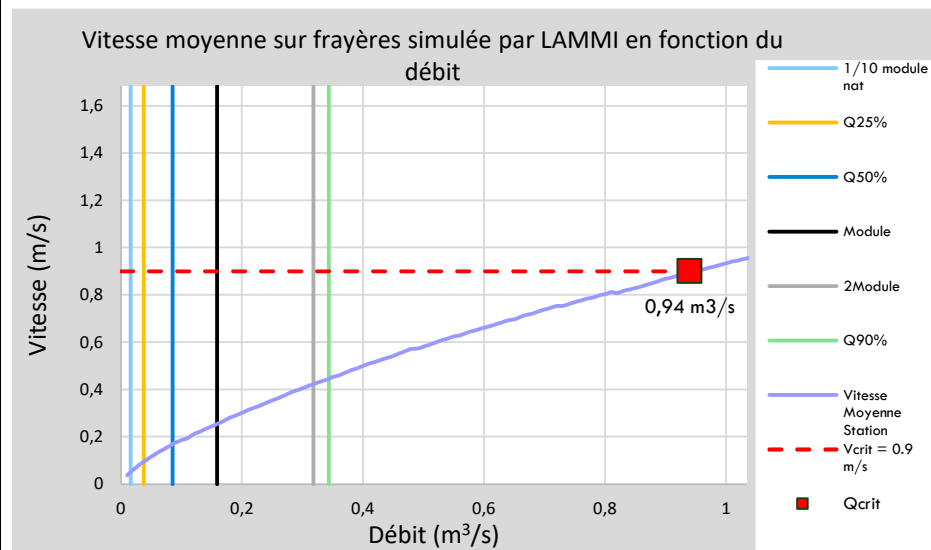
longueur : 12,8 m

Granulométrie des sédiments



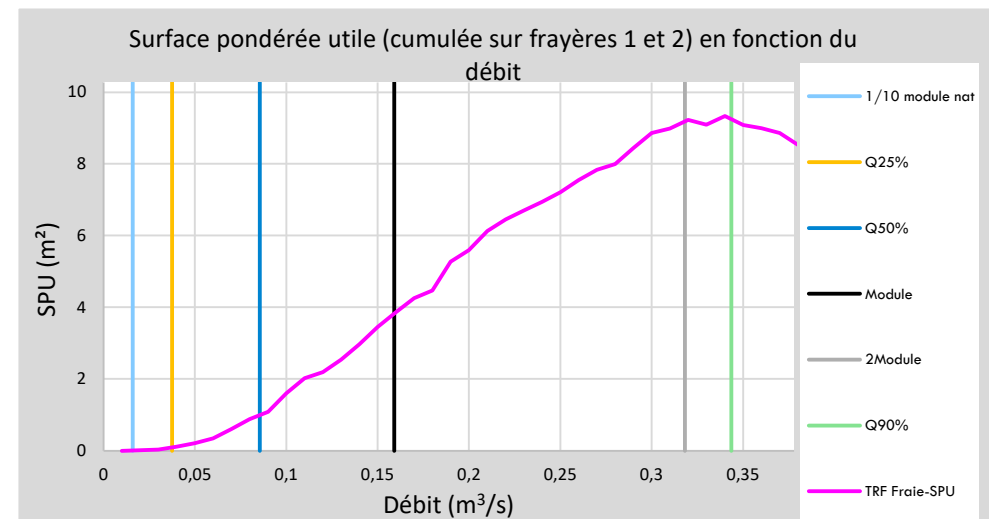
Décolmatage des frayères

Le débit de décolmatage des frayères à truites (mise en mouvement des sédiments de 2 cm) est de 940 L/s



Conditions hydrauliques sur les frayères

La surface favorable au frai est maximale à 340 L/s



Utilisation : comparaison de SPU pour différents scénarios hydrologiques (débits mensuels moyens)

ARO_HBE - Aron

		janv		févr		mars		avr		mai		juin		juil		août		sept		oct		nov		déc	
		Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf
Débit (l/s)		217	215	186	185	139	137	134	131	146	143	121	118	81	77	56	53	87	86	204	202	298	297	243	242
																				TRF	TRF	TRF	TRF	TRF	TRF
Déclenchement de la migration de reproduction	344 l/s																			4,40 j	4,37 j	6,50 j	6,47 j	5,13 j	5,13 j
																				-1%	-1%	0%	0%	0%	0%
Continuité piscicole à la montaison	69 l/s																			18,1 j	17,8 j	23,2 j	23,1 j	28,0 j	27,7 j
																				-2%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%
Décolmatage des frayères	940 l/s																			1,43 j	1,43 j	1,63 j	1,60 j	0,57 j	0,53 j
																				0%	-2%	-6%	-6%	-6%	-6%
Conditions hydrauliques sur les frayères (SPU/100m)	-	6,50 m ²	6,42 m ²	4,60 m ²	4,57 m ²	2,85 m ²	2,79 m ²	2,67 m ²	2,58 m ²													8,80 m ²	8,74 m ²	7,01 m ²	6,99 m ²
		-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%															-1%	-1%	0%	0%
Connectivité des berges	420 l/s	Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces	
		3,37 j	3,33 j	1,97 j	1,97 j	1,33 j	1,33 j	1,60 j	1,57 j	2,00 j	2,00 j	1,67 j	1,67 j	0,70 j	0,70 j	0,40 j	0,40 j	0,97 j	0,97 j	3,63 j	3,63 j	5,13 j	5,10 j	3,50 j	3,47 j
Impact maximal		-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-2%	-2%	-6%	-6%
	Crue naturelle de période de retour 1 an Q1	1901 l/s	Nat										Inf												
												1,00 j													

Impact	très faible +10 % à -5 %	faible -5 % à -10 %	modéré -10 % à -20 %	fort -20 % à -40 %	très fort -40 % à -100 %
--------	-----------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------------

Nat = situation désinfluencée
Inf = situation influencée

BEZ_HBE - Le Bezo à Charlieu

Localisation

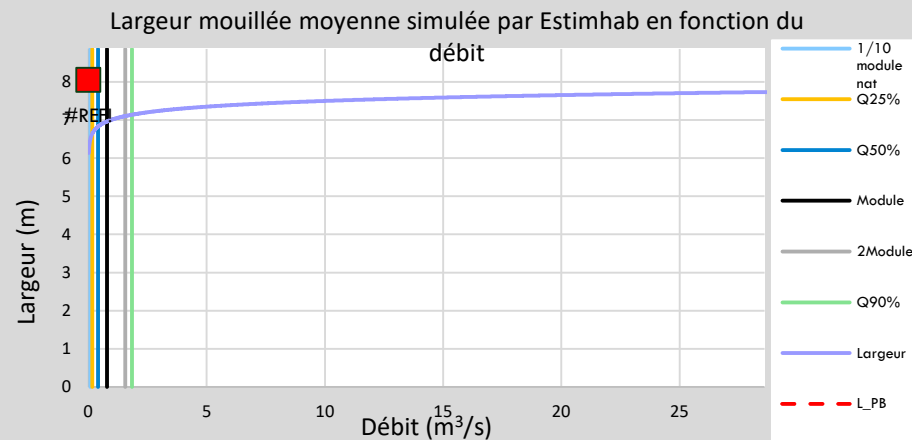


- Présence (au moins occasionnel) de Truite fario
- Prélèvements/rejets significatifs en amont
- Station hydrométrique proche
- Sur ou à proximité immédiate d'une station Estimhab
- Enjeu écologique fort

Connectivité des berges

Largeur moyenne entre pieds de berge mesurée (15 mesures) : $L_{cpb} = 8,1$ m

Largeur pied de berges non atteintes d'après la courbe Estimhab $I=f(Q)$; résultat non cohérent, dû à la morphologie particulière du lit (trapézoïdale) qui rend l'imprécision de la mesure très significative par rapport à la variation de largeur en fonction du débit



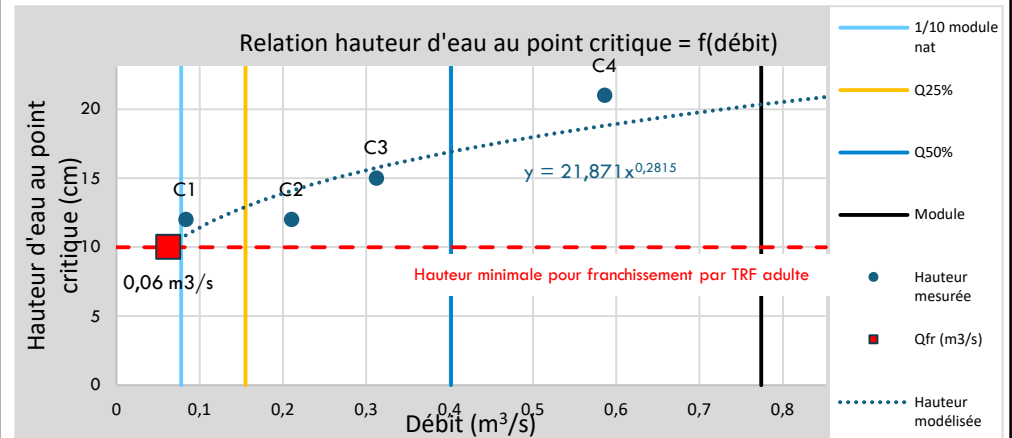
Campagnes de mesures

	C1	C2	C3	C4
Date	18/09/2024	07/10/2024	16/10/2024	02/12/2024
Débit	83 l/s	210 l/s	312 l/s	586 l/s

Continuité piscicole à la montaison



Le débit à partir duquel le radier est franchissable à la montaison pour la Truite fario adulte est $Q_{fr} = 62$ L/s



BEZ_HBE - Bezo

Frayères à truites

Frayère 1



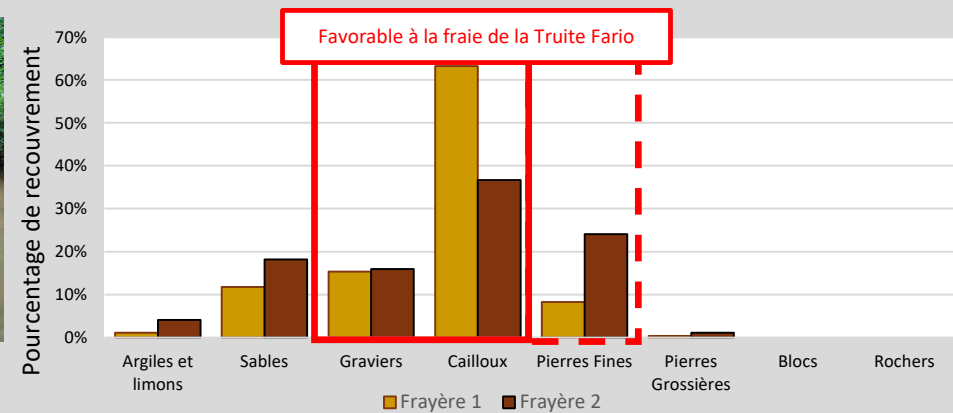
longueur : 4.8 m

Frayère 2



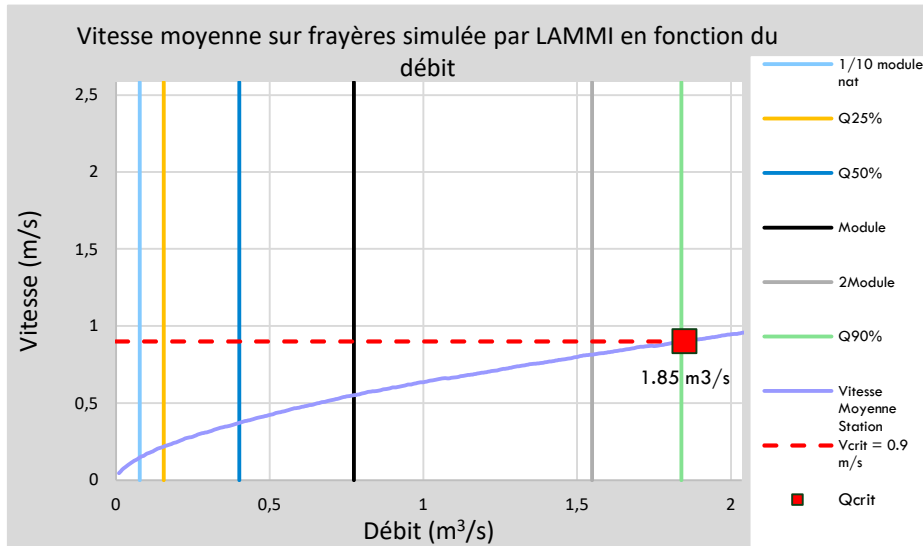
longueur : 2.8 m

Granulométrie des sédiments



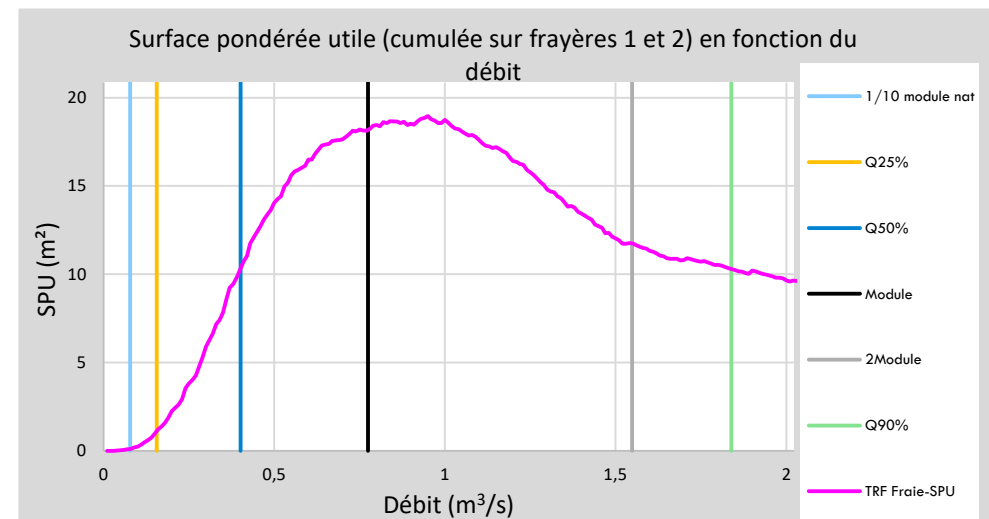
Décolmatage des frayères

Le débit de décolmatage des frayères à truites (mise en mouvement des sédiments de 2 cm) est de 1850 L/s



Conditions hydrauliques sur les frayères

La surface favorable au frai est maximale à 950 L/s



Utilisation : comparaison de SPU pour différents scénarios hydrologiques (débits mensuels moyens)

BEZ_HBE - Bezo

		janv		févr		mars		avr		mai		juin		juil		août		sept		oct		nov		déc		
		Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	
Débit (l/s)		1400	1399	1145	1144	881	878	636	630	590	582	390	379	257	246	186	176	285	278	746	740	1363	1360	1425	1424	
																				TRF	TRF	TRF				
Déclenchement de la migration de reproduction	1839 l/s																			2,70 j	2,70 j	6,10 j	6,10 j	7,07 j	7,07 j	
																				0%	0%	0%				
Continuité piscicole à la montaison	62 l/s																			27,7 j	27,2 j	29,6 j	29,5 j	31,0 j	31,0 j	
																				-2%	0%	0%				
Décolmatage des frayères	1850 l/s																			2,70 j	2,70 j	6,10 j	6,10 j	7,07 j	7,07 j	
																				0%	0%	0%				
Conditions hydrauliques sur les frayères (SPU/100m)	-	13,4 m ²	13,3 m ²	17,1 m ²	17,1 m ²	18,6 m ²	18,5 m ²	17,2 m ²	17,1 m ²														13,7 m ²	13,9 m ²	13,1 m ²	13,1 m ²
		-1%	0%	-1%	-1%																		0%	0%		
		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		
Connectivité des berges		Non exploitable																								
Impact maximal		-1%	0%	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-2%	0%	0%				
Crue naturelle de période de retour 1 an QJ1	8929 l/s											Nat	Inf													
												1,00 j	1,00 j													

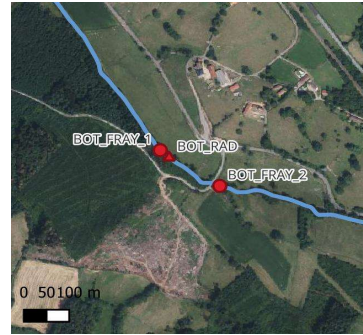
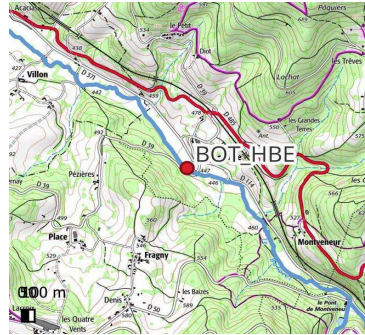
Impact	très faible	faible	modéré	fort	très fort
	+10 % à -5 %	-5 % à -10 %	-10 % à -20 %	-20 % à -40 %	-40 % à -100 %

Nat = situation désinfluencée

Inf = situation influencée

BOT_HBE - Le Botoret à Saint-Germain-la-Montagne

Localisation

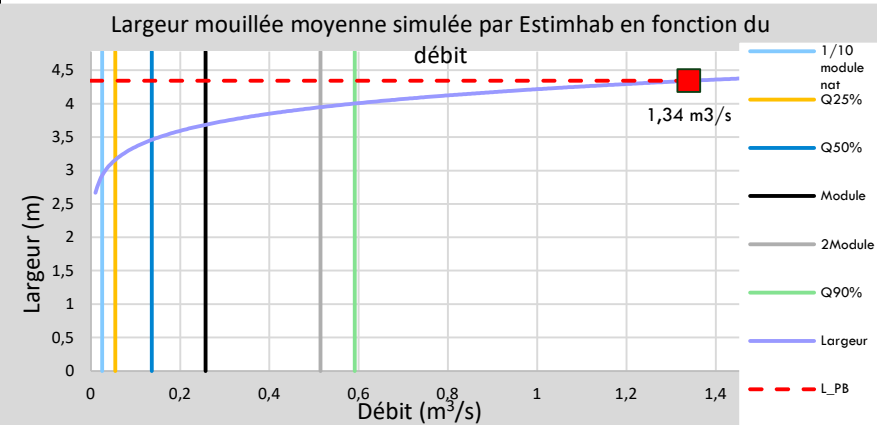


- Présence (au moins occasionnel) de Truite fario
- Prélèvements/rejets significatifs en amont
- Station hydrométrique proche
- Sur ou à proximité immédiate d'une station Estimhab
- Enjeu écologique fort

Connectivité des berges

Largeur moyenne entre pieds de berge mesurée (15 mesures) : Lcpb = 4,3 m

Sur la station Estimhab, le débit à partir duquel les habitats des deux pieds de berges sont connectés est $Q_{crit} = 1340 \text{ L/s}$



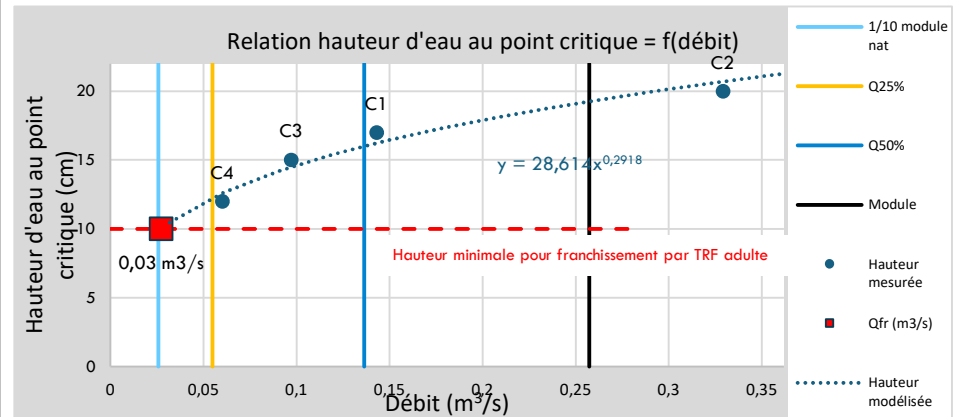
Campagnes de mesures

	C1	C2	C3	C4
Date	17/09/2024	15/10/2024	03/04/2025	24/06/2025
Débit	143 l/s	329 l/s	97 l/s	60 l/s

Continuité piscicole à la montaison



Le débit à partir duquel le radier est franchissable à la montaison pour la Truite fario adulte est $Q_{fr} = 27 \text{ L/s}$



BOT_HBE - Botoret

Frayères à truites

Frayère 1



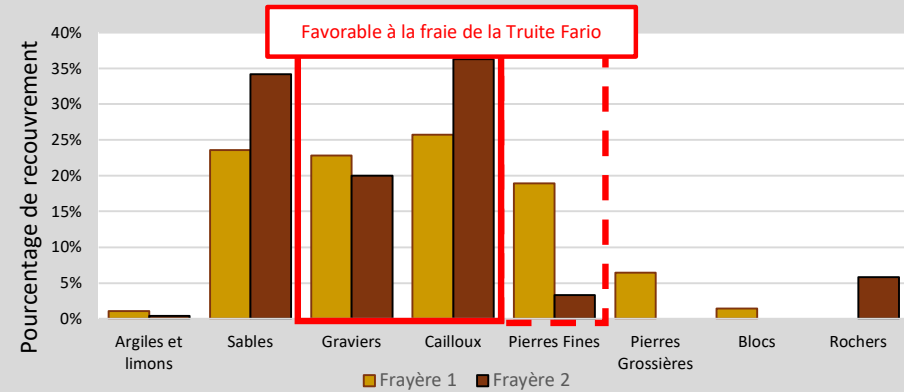
longueur : 2.8 m

Frayère 2



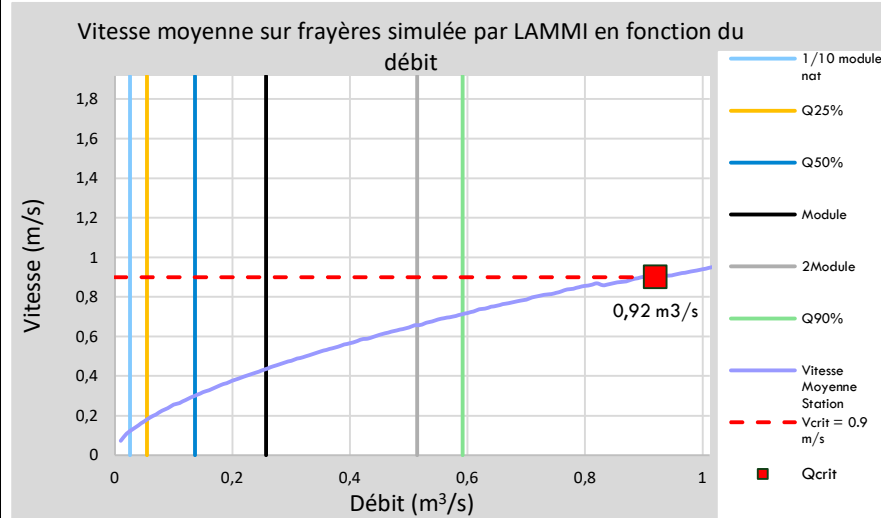
longueur : 3.6 m

Granulométrie des sédiments



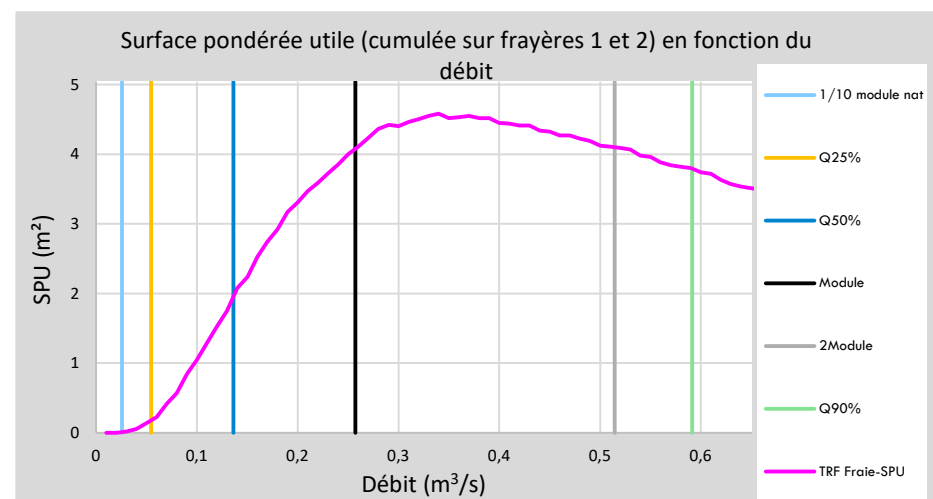
Décolmatage des frayères

Le débit de décolmatage des frayères à truites (mise en mouvement des sédiments de 2 cm) est de 920 L/s



Conditions hydrauliques sur les frayères

La surface favorable au frai est maximale à 340 L/s



Utilisation : comparaison de SPU pour différents scénarios hydrologiques (débits mensuels moyens)

BOT_HBE - Botoret

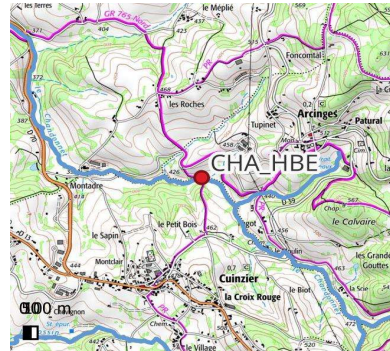
		janv		févr		mars		avr		mai		juin		juil		août		sept		oct		nov		déc			
		Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf		
Débit (l/s)		415	410	348	343	264	258	220	213	206	199	156	149	105	98	70	64	111	106	286	282	468	462	444	439		
																				TRF	TRF	TRF					
Déclenchement de la migration de reproduction	591 l/s																				3,60 j	3,57 j	6,30 j	6,27 j	6,43 j	6,30 j	
																						-1%	-1%	-2%			
Continuité piscicole à la montaison	27 l/s																				26,1 j	25,6 j	29,4 j	29,2 j	31,0 j	31,0 j	
																						-2%	-1%	0%			
Décolmatage des frayères	920 l/s																				2,13 j	2,13 j	3,43 j	3,37 j	2,47 j	2,47 j	
																						0%	-2%	0%			
Conditions hydrauliques sur les frayères (SPU/100m)	-	4,43 m ²	4,38 m ²	4,60 m ²	4,59 m ²	4,15 m ²	4,12 m ²	3,63 m ²	3,52 m ²														4,23 m ²	4,26 m ²	4,32 m ²	4,41 m ²	
																								0%	0%	0%	
Connectivité des berges	1340 l/s	Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces			
		1,10 j	1,10 j	0,67 j	0,67 j	0,33 j	0,30 j	0,50 j	0,50 j	0,43 j	0,43 j	0,13 j	0,13 j	0,03 j	0,03 j	0,07 j	0,07 j	0,20 j	0,20 j	1,17 j	1,13 j	2,00 j	1,93 j	1,10 j	1,03 j		
Impact maximal																											
Crue naturelle de période de retour 1 an QJ1	2980 l/s													Nat Inf													
														1,00 j 1,00 j													

Impact	très faible +10 % à -5 %	faible -5 % à -10 %	modéré -10 % à -20 %	fort -20 % à -40 %	très fort -40 % à -100 %
--------	-----------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------------

Nat = situation désinfluencée
Inf = situation influencée

CHA_HBE - Le Chandonnet à Arcinges

Localisation

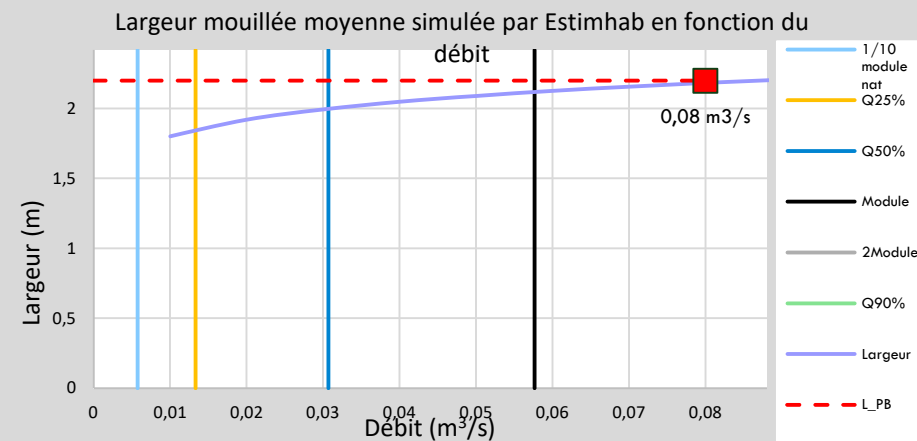


- Présence (au moins occasionnel) de Truite fario
- Prélèvements/rejets significatifs en amont
- Station hydrométrique proche
- Sur ou à proximité immédiate d'une station Estimhab
- Enjeu écologique fort

Connectivité des berges

Largeur moyenne entre pieds de berge mesurée (15 mesures) : Lcpb = 2,2 m

Sur la station Estimhab, le débit à partir duquel les habitats des deux pieds de berges sont connectés est
 $Q_{crit} = 80 \text{ L/s}$



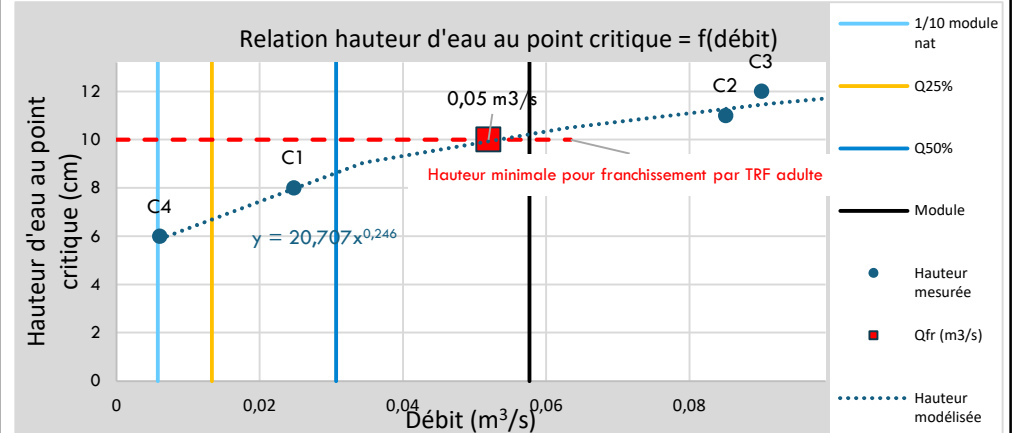
Campagnes de mesures

	C1	C2	C3	C4
Date	30/09/2024	16/10/2024	02/12/2024	24/06/2025
Débit	25 l/s	85 l/s	90 l/s	6 l/s

Continuité piscicole à la montaison



Le débit à partir duquel le radier est franchissable à la montaison pour la Truite fario adulte est $Q_{fr} = 52 \text{ L/s}$



CHA_HBE - Chandonnet

Frayères à truites

Frayère 1



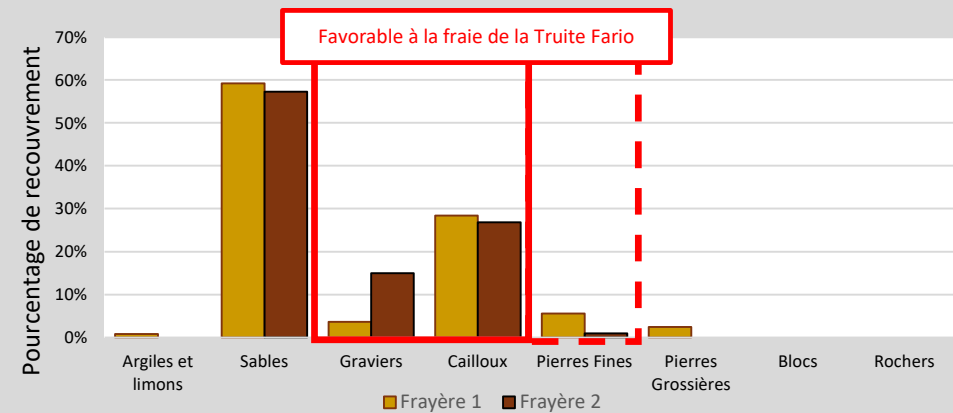
longueur : 4.4 m

Frayère 2



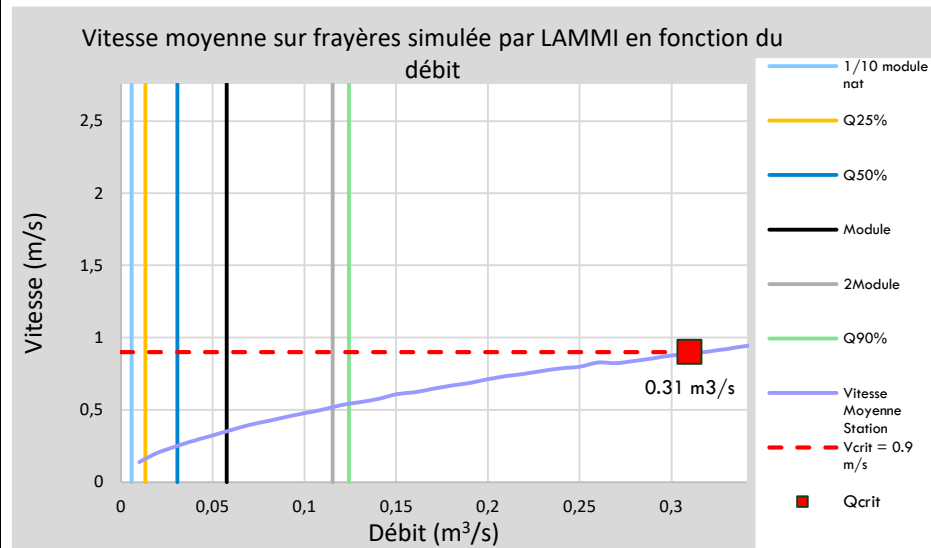
longueur : 1.7 m

Granulométrie des sédiments



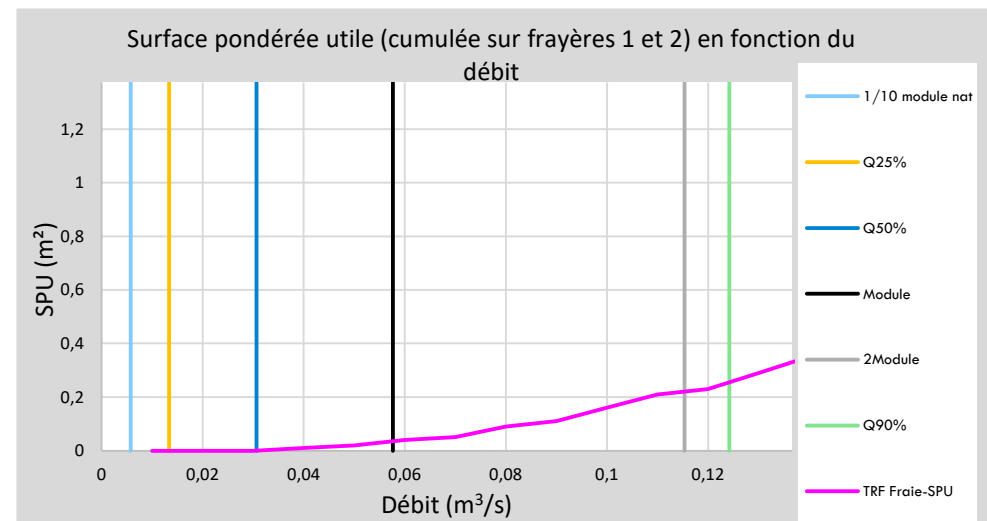
Décolmatage des frayères

Le débit de décolmatage des frayères à truites (mise en mouvement des sédiments de 2 cm) est de 310 L/s



Conditions hydrauliques sur les frayères

La surface favorable au frai est maximale à 440 L/s

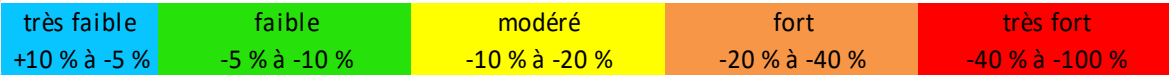


Utilisation : comparaison de SPU pour différents scénarios hydrologiques (débits mensuels moyens)

CHA_HBE - Chandonnet

		janv		févr		mars		avr		mai		juin		juil		août		sept		oct		nov		déc	
		Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf
Débit (l/s)	84	84	71	71	50	50	47	46	49	49	41	40	27	27	19	18	29	29	73	72	112	112	91	91	
																			TRF	TRF	TRF				
Déclenchement de la migration de reproduction	124 l/s																		4,6 j	4,6 j	7,0 j	7,0 j	5,3 j	5,3 j	
																			0%	0%	-1%				
Continuité piscicole à la montaison	52 l/s																		9,9 j	9,9 j	16,4 j	16,3 j	18,6 j	18,6 j	
																			0%	0%	0%				
Décolmatage des frayères	310 l/s																		1,7 j	1,7 j	2,1 j	2,1 j	0,8 j	0,8 j	
																			0%	-2%	0%				
Conditions hydrauliques sur les frayères (SPU/100m)	-	0,1 m ²	0,1 m ²	0,1 m ²	0,1 m ²	0,0 m ²	0,0 m ²	0,0 m ²	0,0 m ²													0,2 m ²	0,2 m ²	0,1 m ²	0,1 m ²
		-1%	0%	-1%	-2%																	0%	0%		
Connectivité des berges	80 l/s	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	Toutes espèces	
		10,2 j	10,1 j	8,5 j	8,4 j	4,7 j	4,6 j	4,1 j	4,1 j	4,4 j	4,4 j	3,4 j	3,3 j	2,2 j	2,2 j	1,0 j	1,0 j	2,1 j	2,1 j	6,6 j	6,6 j	11,8 j	11,8 j	11,2 j	11,2 j
Impact maximal		-1%	-1%	-1%	-2%	-1%	-1%	0%	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-2%	-1%			
	Débit de crue annuel	674 l/s	Nat										Inf												
												1,00 j													

Impact

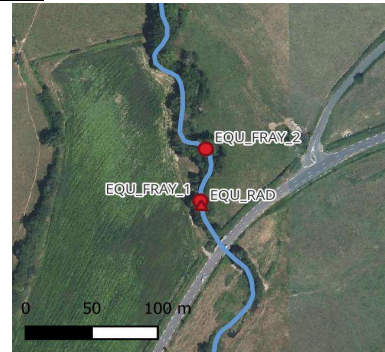
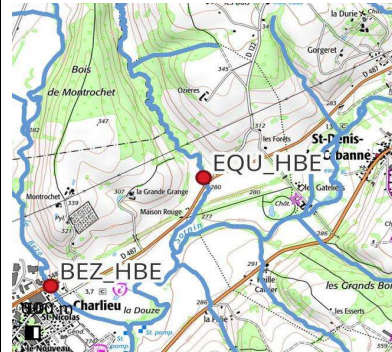


Nat = situation désinfluencée

Inf = situation influencée

EQU_HBE - Les Equetteries à Charlieu

Localisation

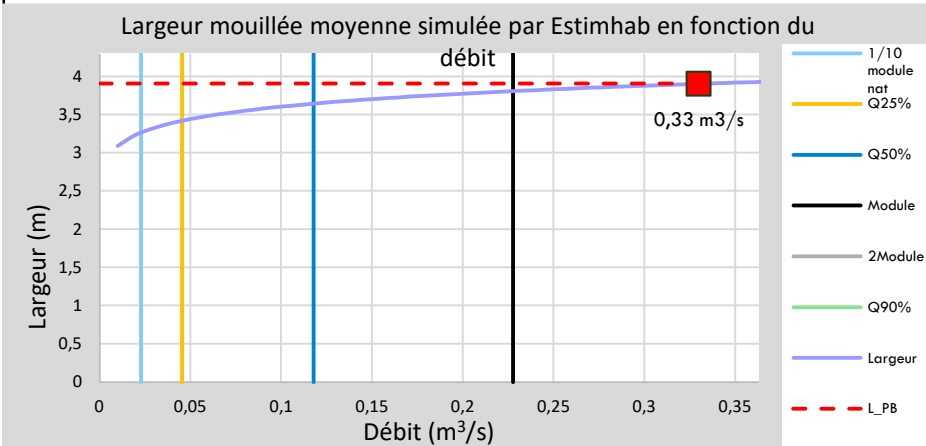


- Présence (au moins occasionnelle) de Truite fario. (Remarque : analyse menée sur cette station même si TRF est désormais absente)
- Prélèvements/rejets significatifs en amont
- Station hydrométrique proche
- Sur ou à proximité immédiate d'une station Estimhab
- Enjeu écologique fort

Connectivité des berges

Largeur moyenne entre pieds de berge mesurée (15 mesures) : $L_{cpb} = 3,9$ m

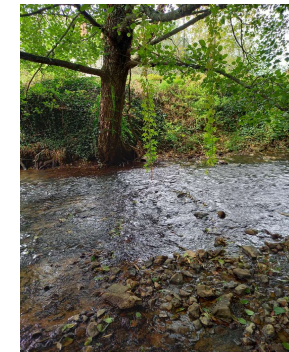
Sur la station Estimhab, le débit à partir duquel les habitats des deux pieds de berges sont connectés est $Q_{crit} = 330$ L/s



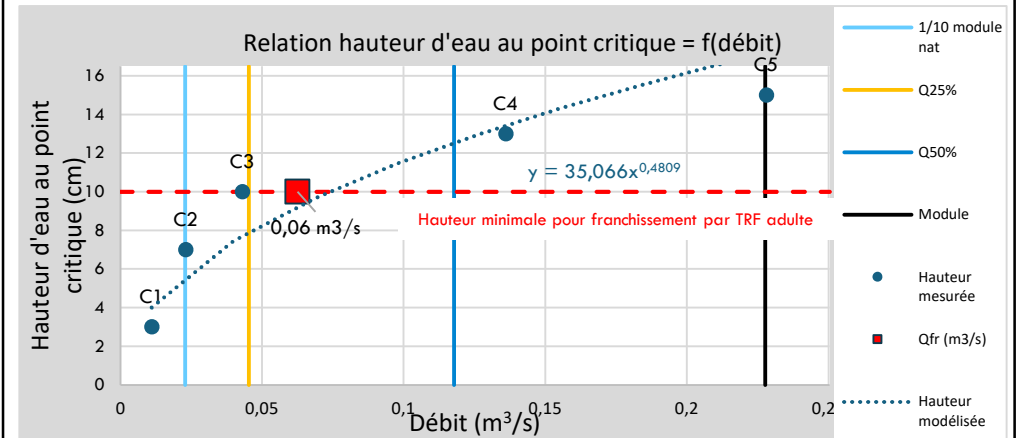
Campagnes de mesures

	C1	C2	C3	C4
Date	18/09/2024	07/10/2024	16/10/2024	02/12/2024
Débit	11 l/s	23 l/s	43 l/s	136 l/s

Continuité piscicole à la montaison



Le débit à partir duquel le radier est franchissable à la montaison pour la Truite fario adulte est $Q_{fr} = 62$ L/s



EQU_HBE - Equetteries

Frayères à truites

Frayère 1



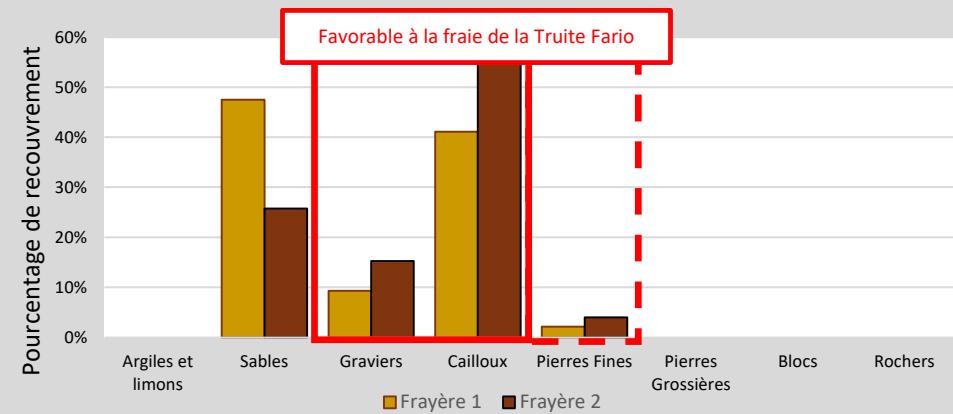
longueur : 2.2 m

Frayère 2



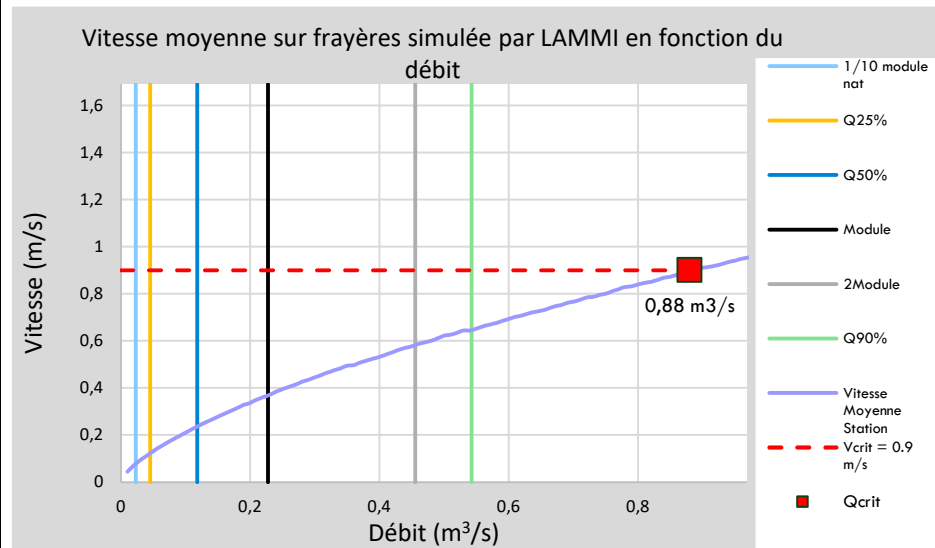
longueur : 1.8 m

Granulométrie des sédiments



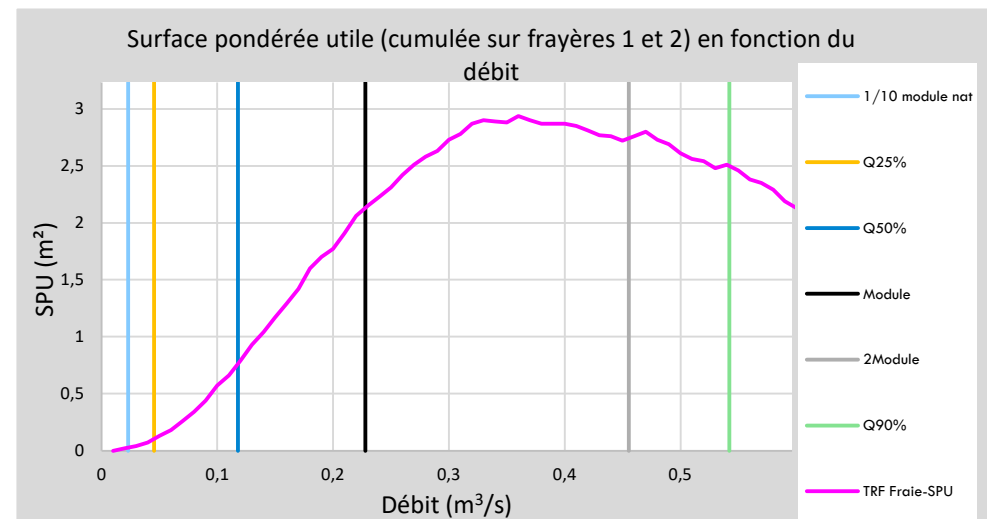
Décolmatage des frayères

Le débit de décolmatage des frayères à truites (mise en mouvement des sédiments de 2 cm) est de 880 L/s



Conditions hydrauliques sur les frayères

La surface favorable au frai est maximale à 360 L/s



Utilisation : comparaison de SPU pour différents scénarios hydrologiques (débits mensuels moyens)

EQU_HBE - Equetteries

		janv		févr		mars		avr		mai		juin		juil		août		sept		oct		nov		déc			
		Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf		
Débit (l/s)		414	414	338	337	259	258	187	185	173	170	114	110	75	71	54	50	83	80	218	216	401	400	420	420		
																				TRF		TRF		TRF			
Déclenchement de la migration de reproduction	542 l/s																				2,67 j	2,67 j	6,17 j	6,13 j	7,13 j	7,10 j	
																						0%		-1%		0%	
Continuité piscicole à la montaison	62 l/s																					20,7 j	20,5 j	26,0 j	25,9 j	30,9 j	30,9 j
																						-1%		0%		0%	
Décolmatage des frayères	880 l/s																					1,17 j	1,13 j	3,00 j	2,97 j	3,10 j	3,10 j
																						-3%		-1%		0%	
Conditions hydrauliques sur les frayères (SPU/100m)	-	2,84 m²	2,84 m²	2,92 m²	2,92 m²	2,38 m²	2,37 m²	1,73 m²	1,69 m²															2,87 m²	2,87 m²	2,81 m²	2,83 m²
		0%		0%		0%		-2%																0%		0%	
Connectivité des berges	330 l/s	Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces			
		12,4 j	12,4 j	9,87 j	9,87 j	6,70 j	6,63 j	4,17 j	4,07 j	3,53 j	3,43 j	2,03 j	1,90 j	0,97 j	0,93 j	0,60 j	0,60 j	1,27 j	1,27 j	5,53 j	5,53 j	10,6 j	10,6 j	13,6 j	13,6 j		
Impact maximal		0%		0%		-1%		-2%		-3%		-7%		-3%		0%		0%		-3%		-1%		0%			
		0%		0%		-1%		-2%		-3%		-7%		-3%		0%		0%		-3%		-1%		0%			
Crue naturelle de période de retour 1 an QJ1	2648 l/s											Nat Inf															
												1,00 j 1,00 j															

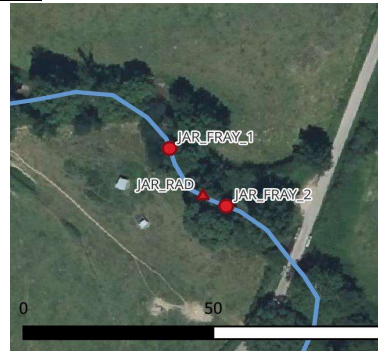
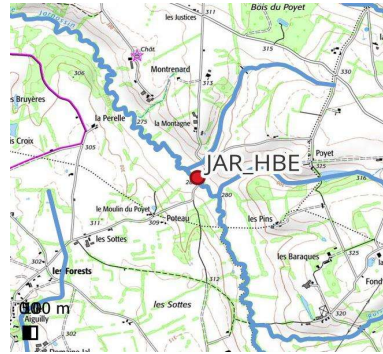
Impact	très faible +10 % à -5 %	faible -5 % à -10 %	modéré -10 % à -20 %	fort -20 % à -40 %	très fort -40 % à -100 %
--------	-----------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------------

Nat = situation désinfluencée

Inf = situation influencée

JAR_HBE - Le Jarnossin à Pouilly-sous-Charlieu

Localisation

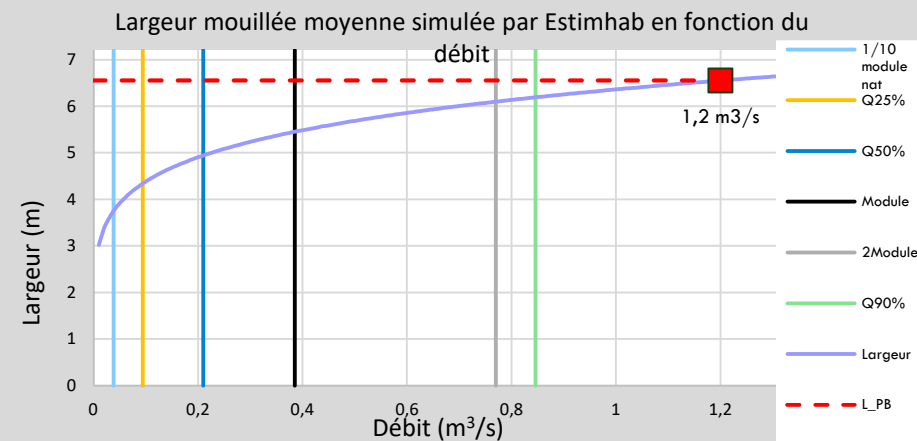


- Présence (au moins occasionnel) de Truite fario
- Prélèvements/rejets significatifs en amont
- Station hydrométrique proche
- Sur ou à proximité immédiate d'une station Estimhab
- Enjeu écologique fort

Connectivité des berges

Largeur moyenne entre pieds de berge mesurée (15 mesures) : $L_{cpb} = 6,6$ m

Sur la station Estimhab, le débit à partir duquel les habitats des deux pieds de berges sont connectés est $Q_{crit} = 1200$ L/s



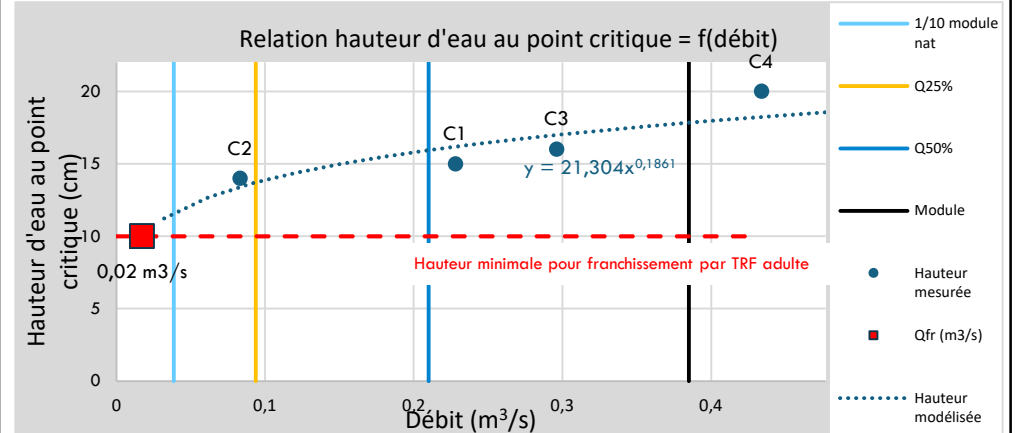
Campagnes de mesures

	C1	C2	C3	C4
Date	24/07/2024	07/10/2024	16/10/2024	02/12/2024
Débit	228 l/s	83 l/s	296 l/s	434 l/s

Continuité piscicole à la montaison



Le débit à partir duquel le radier est franchissable à la montaison pour la Truite fario adulte est $Q_{fr} = 17$ L/s



JAR_HBE - Jarnossin

Frayères à truites

Frayère 1



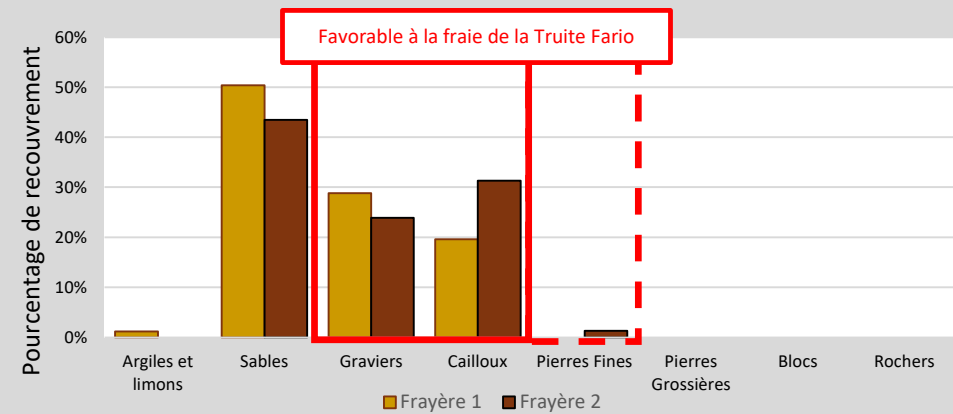
longueur : 2 m

Frayère 2



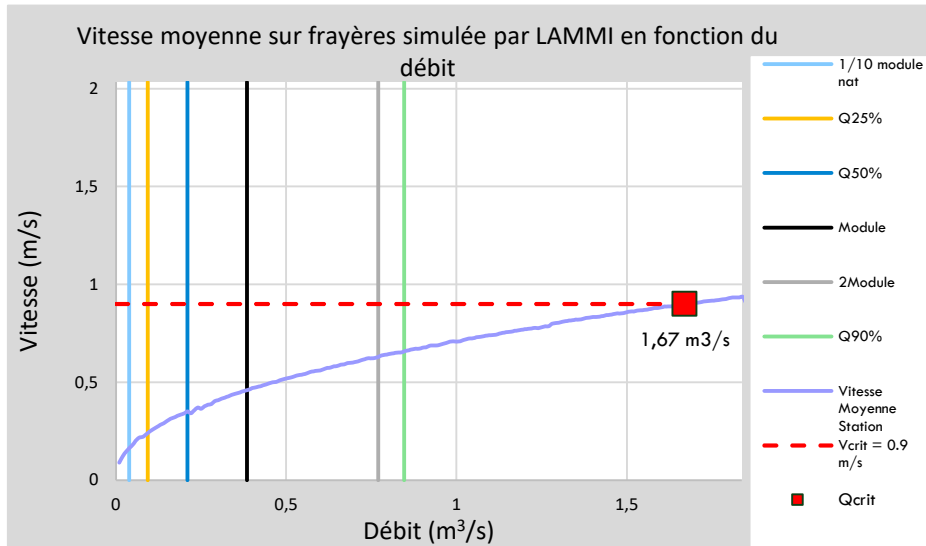
longueur : 10 m

Granulométrie des sédiments



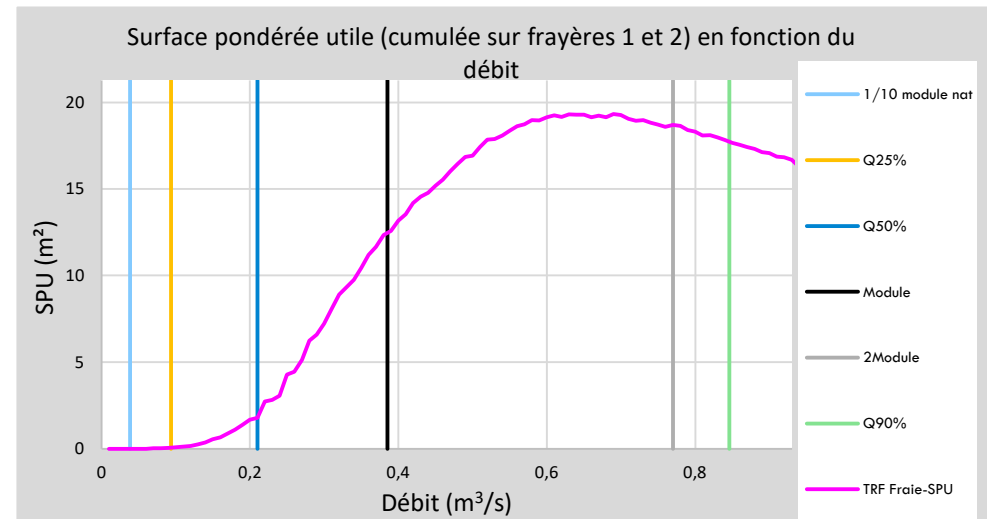
Décolmatage des frayères

Le débit de décolmatage des frayères à truites (mise en mouvement des sédiments de 2 cm) est de 1670 L/s



Conditions hydrauliques sur les frayères

La surface favorable au frai est maximale à 690 L/s



Utilisation : comparaison de SPU pour différents scénarios hydrologiques (débits mensuels moyens)

JAR_HBE - Jarnossin

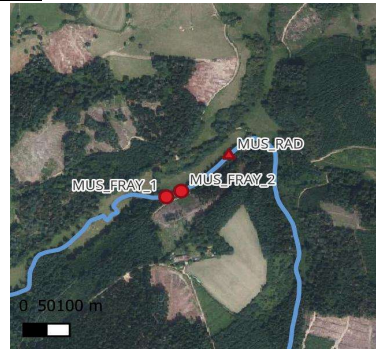
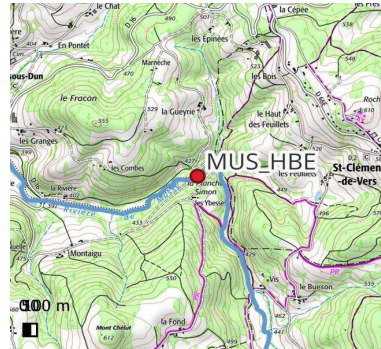
		janv		févr		mars		avr		mai		juin		juil		août		sept		oct		nov		déc		
		Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	
Débit (l/s)		583	586	487	489	343	344	312	310	330	326	267	257	179	167	124	115	189	186	461	460	734	735	617	619	
																				TRF	TRF	TRF				
Déclenchement de la migration de reproduction	846 l/s																			4,43 j	4,40 j	7,07 j	7,07 j	5,43 j	5,50 j	
																				-1%	0%	0%				
Continuité piscicole à la montaison	17 l/s																			30,1 j	30,1 j	30,0 j	30,0 j	31,0 j	31,0 j	
																				0%	0%	0%				
Décolmatage des frayères	1670 l/s																			2,03 j	2,03 j	3,00 j	3,00 j	1,33 j	1,33 j	
																				0%	0%	0%				
Conditions hydrauliques sur les frayères (SPU/100m)	-	19,1 m ²	19,1 m ²	16,7 m ²	16,8 m ²	9,89 m ²	9,93 m ²	8,24 m ²	8,08 m ²														19,0 m ²	19,0 m ²	19,3 m ²	19,3 m ²
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	-2%															0%	0%	0%	0%
Connectivité des berges	1200 l/s	Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		
		3,07 j	3,07 j	1,87 j	1,87 j	0,83 j	0,83 j	0,93 j	0,93 j	1,40 j	1,40 j	1,00 j	1,00 j	0,30 j	0,30 j	0,20 j	0,17 j	0,67 j	0,67 j	3,10 j	3,10 j	4,70 j	4,70 j	2,70 j	2,73 j	
Impact maximal		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	-2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-17%	0%	0%	0%	0%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	
Crue naturelle de période de retour 1 an QJ1	4249 l/s											Nat Inf														
												1,00 j 1,01 j														

Impact	très faible +10 % à -5 %	faible -5 % à -10 %	modéré -10 % à -20 %	fort -20 % à -40 %	très fort -40 % à -100 %
--------	-----------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------------

Nat = situation désinfluencée
Inf = situation influencée

MUS_HBE - Le Mussy à Chauffailles

Localisation

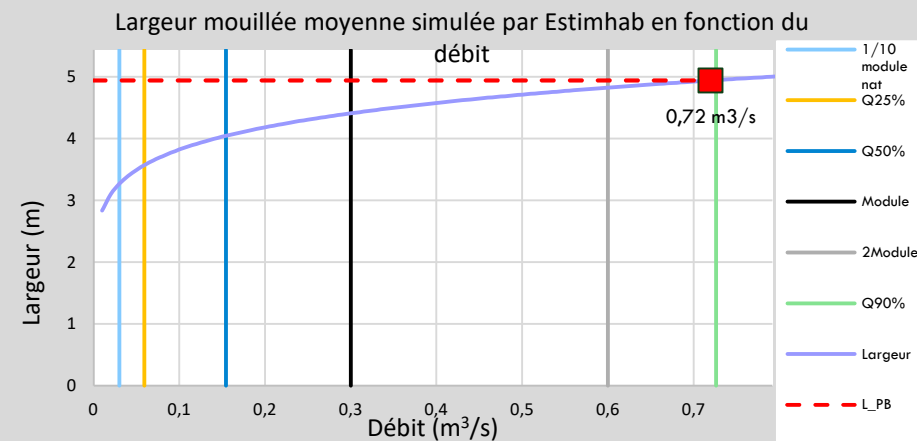


- Présence (au moins occasionnel) de Truite fario
- Prélèvements/rejets significatifs en amont
- Station hydrométrique proche
- Sur ou à proximité immédiate d'une station Estimhab
- Enjeu écologique fort

Connectivité des berges

Largeur moyenne entre pieds de berge mesurée (15 mesures) : $L_{cpb} = 4,9$ m

Sur la station Estimhab, le débit à partir duquel les habitats des deux pieds de berges sont connectés est $Q_{crit} = 720$ L/s



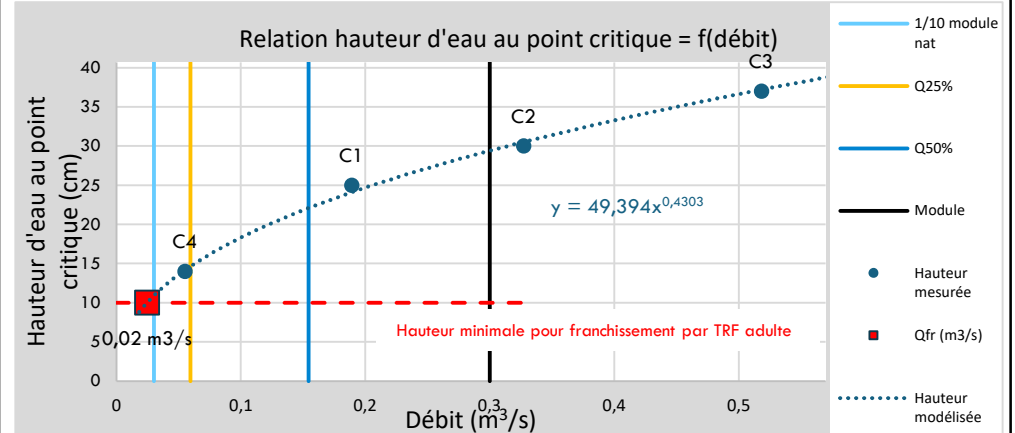
Campagnes de mesures

	C1	C2	C3	C4
Date	17/09/2024	15/10/2024	03/12/2024	24/06/2025
Débit	189 l/s	327 l/s	518 l/s	55 l/s

Continuité piscicole à la montaison



Le débit à partir duquel le radier est franchissable à la montaison pour la Truite fario adulte est $Q_{fr} = 24$ L/s



MUS_HBE - Mussy

Frayères à truites

Frayère 1



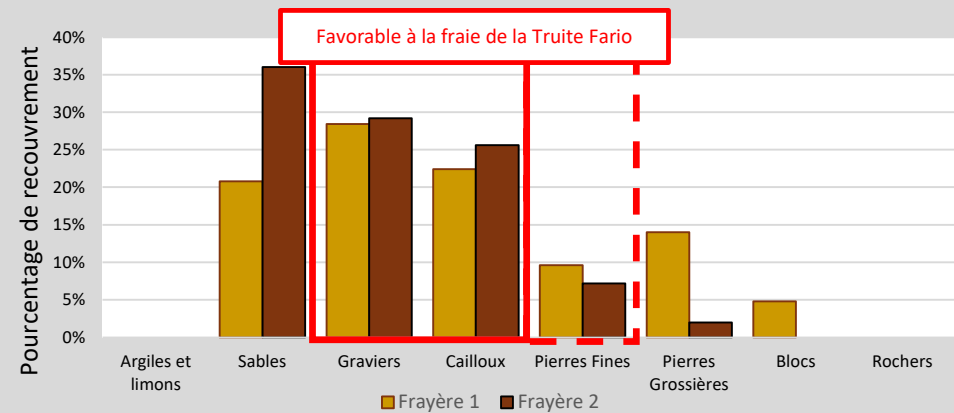
longueur : 6 m

Frayère 2



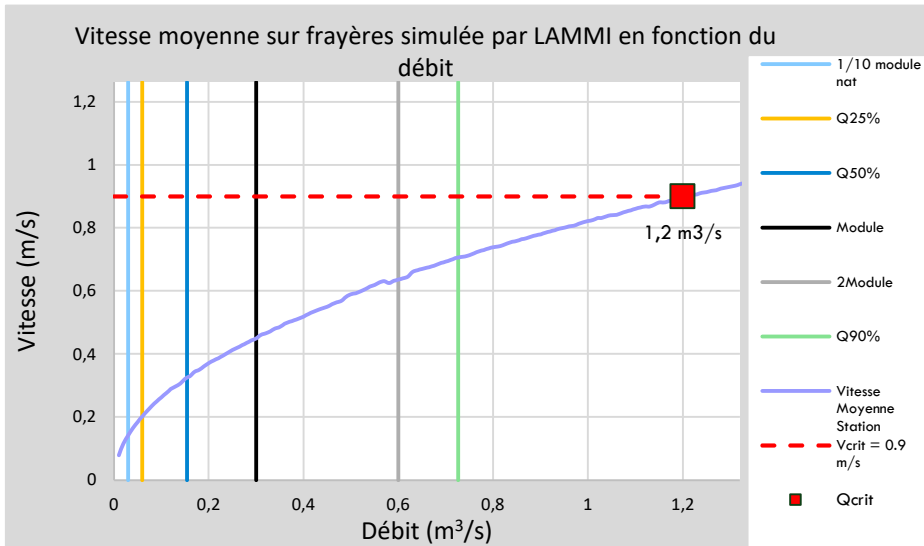
longueur : 2.8 m

Granulométrie des sédiments



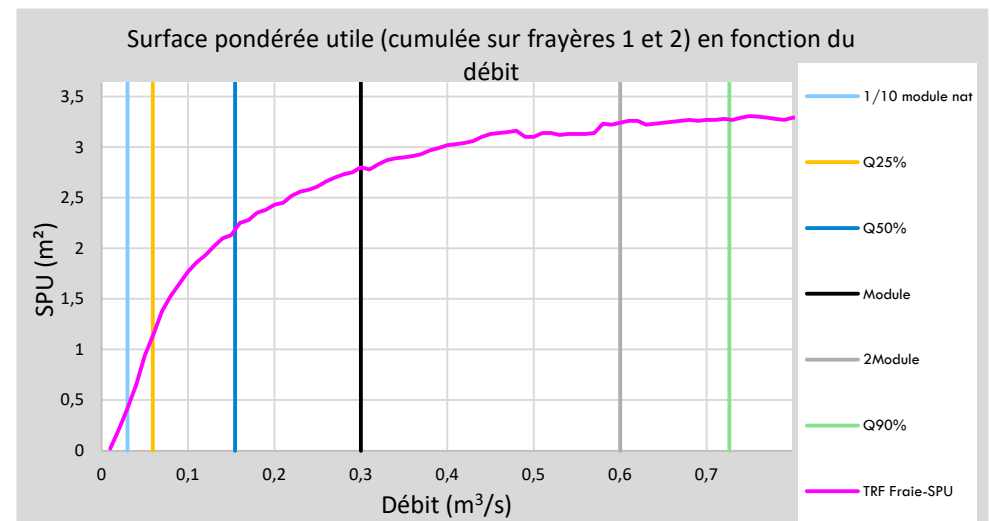
Décolmatage des frayères

Le débit de décolmatage des frayères à truites (mise en mouvement des sédiments de 2 cm) est de 1200 L/s



Conditions hydrauliques sur les frayères

La surface favorable au frai est maximale à 750 L/s



Utilisation : comparaison de SPU pour différents scénarios hydrologiques (débits mensuels moyens)

MUS_HBE - Mussy

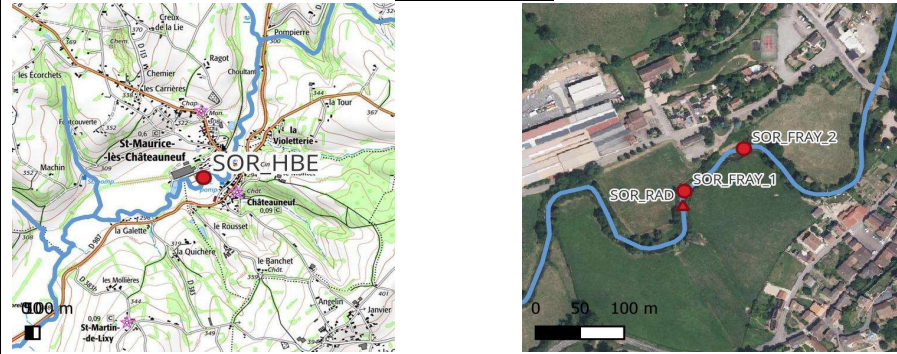
		janv		févr		mars		avr		mai		juin		juil		août		sept		oct		nov		déc	
		Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf
Débit (l/s)		520	519	435	434	336	335	253	251	223	221	158	155	107	104	73	71	115	113	305	304	532	531	551	550
																				TRF	TRF	TRF	TRF	TRF	TRF
Déclenchement de la migration de reproduction	726 l/s																			3,20 j	3,20 j	5,93 j	5,90 j	7,13 j	7,13 j
																				0%	-1%	0%	0%	0%	0%
Continuité piscicole à la montaison	24 l/s																			27,2 j	27,0 j	29,5 j	29,5 j	31,0 j	31,0 j
																				-1%	0%	0%	0%	0%	0%
Décolmatage des frayères	1200 l/s																			1,10 j	1,10 j	2,90 j	2,90 j	2,80 j	2,80 j
																				0%	0%	0%	0%	0%	0%
Conditions hydrauliques sur les frayères (SPU/100m)	-	3,14 m ²	3,18 m ²	3,07 m ²	3,07 m ²	2,89 m ²	2,89 m ²	2,62 m ²	2,61 m ²													3,12 m ²	3,12 m ²	3,13 m ²	3,14 m ²
																				0%	0%	0%	0%	0%	0%
Connectivité des berges	720 l/s	Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces	
		6,90 j	6,90 j	4,53 j	4,50 j	3,47 j	3,47 j	1,97 j	1,97 j	1,57 j	1,57 j	0,77 j	0,77 j	0,43 j	0,43 j	0,20 j	0,20 j	0,60 j	0,60 j	3,20 j	3,20 j	5,97 j	5,97 j	7,17 j	7,17 j
Impact maximal																				0%	-1%	0%	0%	0%	0%
																				0%	-1%	0%	0%	0%	0%
Débit de crue annuel	3449 l/s																								

Impact	très faible +10 % à -5 %	faible -5 % à -10 %	modéré -10 % à -20 %	fort -20 % à -40 %	très fort -40 % à -100 %
--------	-----------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------------

Nat = situation désinfluencée
Inf = situation influencée

SOR_HBE - Le Sornin à Saint-Maurice-lès-Châteauneuf

Localisation

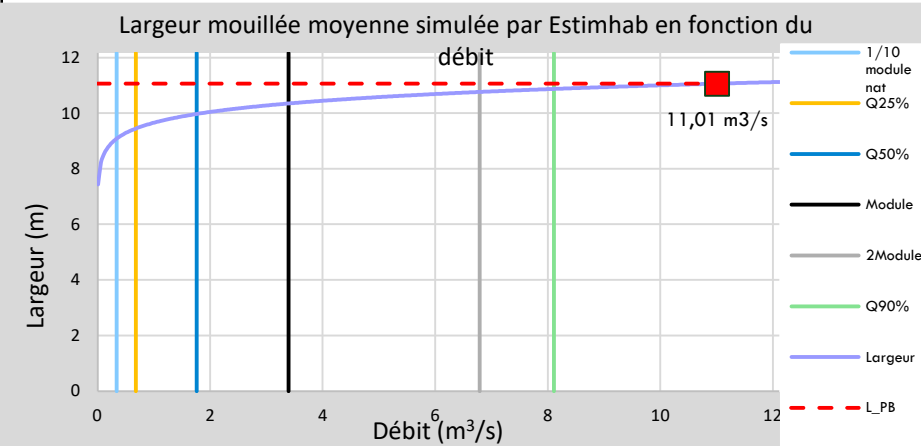


- Présence (au moins occasionnel) de Truite fario
- Prélèvements/rejets significatifs en amont
- Station hydrométrique proche
- Sur ou à proximité immédiate d'une station Estimhab
- Enjeu écologique fort

Connectivité des berges

Largeur moyenne entre pieds de berge mesurée (15 mesures) : Lcpb = 11,1 m

Sur la station Estimhab, le débit à partir duquel les habitats des deux pieds de berges sont connectés est
 $Q_{crit} = 11010 \text{ L/s}$



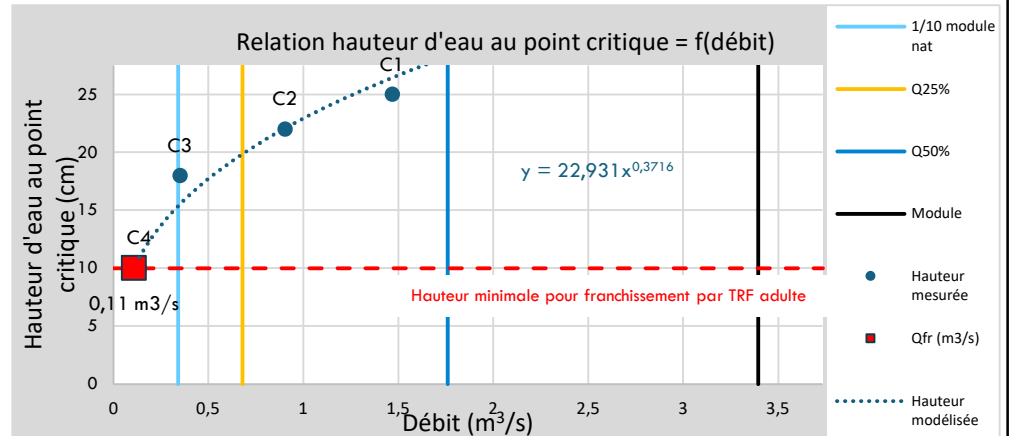
Campagnes de mesures

	C1	C2	C3	C4
Date	30/09/2024	03/04/2025	24/06/2025	17/07/2025
Débit	1467 l/s	903 l/s	350 l/s	136 l/s

Continuité piscicole à la montaison



Le débit à partir duquel le radier est franchissable à la montaison pour la Truite fario adulte est $Q_{fr} = 107 \text{ L/s}$



SOR_HBE - Sornin

Frayères à truites

Frayère 1



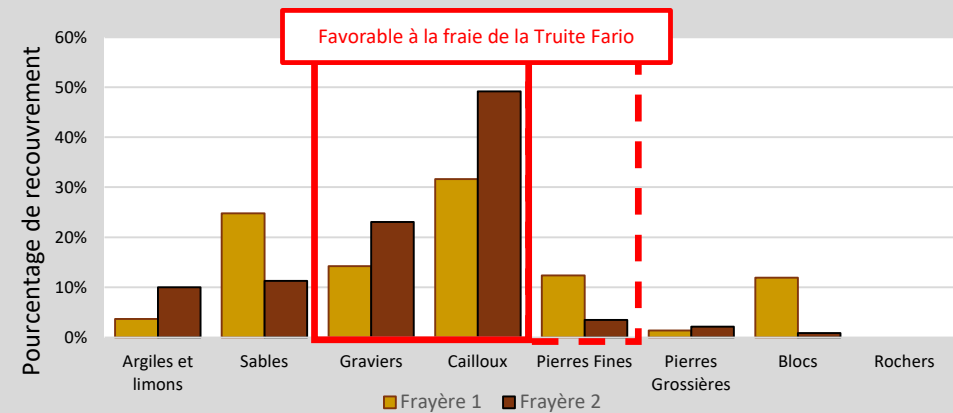
longueur : 4.4 m

Frayère 2



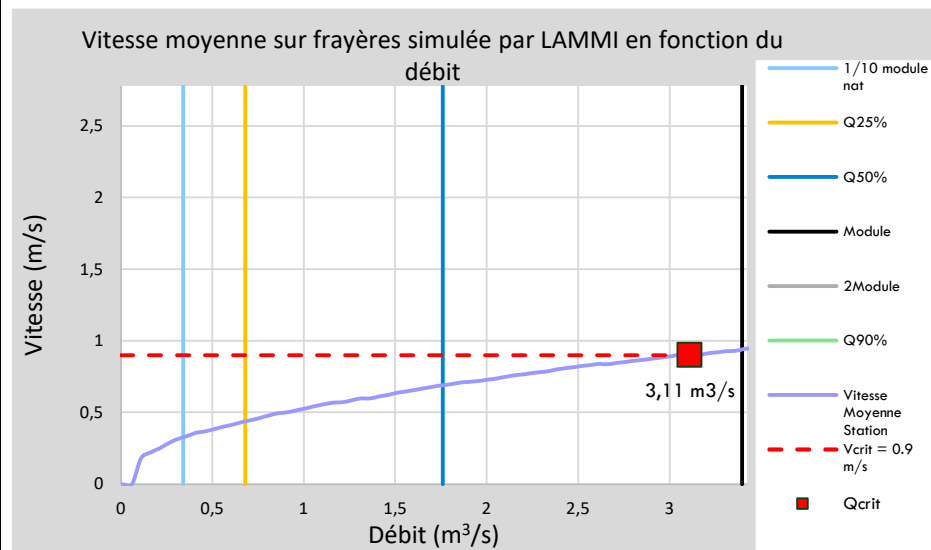
longueur : 5 m

Granulométrie des sédiments



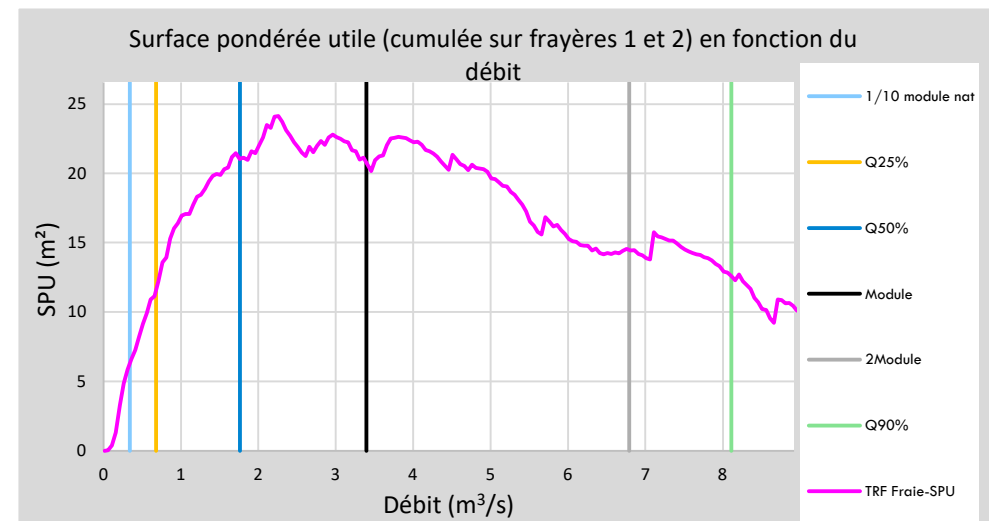
Décolmatage des frayères

Le débit de décolmatage des frayères à truites (mise en mouvement des sédiments de 2 cm) est de 3110 L/s



Conditions hydrauliques sur les frayères

La surface favorable au frai est maximale à 2260 L/s



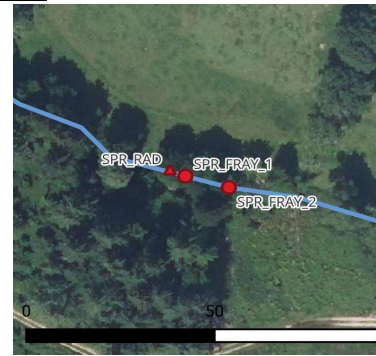
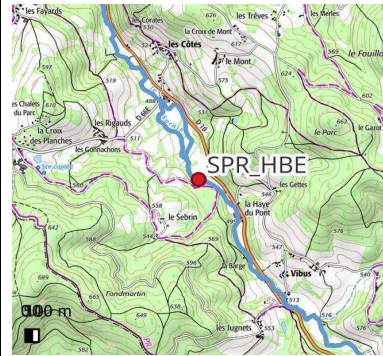
Utilisation : comparaison de SPU pour différents scénarios hydrologiques (débits mensuels moyens)

SOR_HBE - Sornin

		janv		févr		mars		avr		mai		juin		juil		août		sept		oct		nov		déc		
		Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	
	Débit (l/s)	5970	5974	4960	4960	3844	3837	2825	2801	2566	2527	1760	1705	1186	1127	834	785	1299	1269	3373	3356	5966	5963	6233	6239	
																				TRF		TRF		TRF		
Déclenchement de la migration de reproduction	8110 l/s																			2,90 j	2,90 j	6,00 j	5,97 j	7,13 j	7,17 j	
																				0%		-1%		0%		
																				TRF		TRF		TRF		
Continuité piscicole à la montaison	107 l/s																			30,0 j	30,0 j	30,0 j	30,0 j	31,0 j	31,0 j	
																				0%		0%		0%		
																				TRF		TRF		TRF		
Décolmatage des frayères	3110 l/s																			9,87 j	9,73 j	16,3 j	16,3 j	20,2 j	20,2 j	
																				-1%		0%		0%		
		TRF		TRF		TRF		TRF														TRF		TRF		
Conditions hydrauliques sur les frayères (SPU/100m)	-	15,6 m²	15,6 m²	20,3 m²	20,1 m²	22,7 m²	22,7 m²	22,4 m²	22,3 m²														15,6 m²	15,6 m²	14,8 m²	14,8 m²
		0%		-1%		0%		0%															0%		0%	
		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		
Connectivité des berges	11010 l/s	4,40 j	4,40 j	2,43 j	2,43 j	1,97 j	1,97 j	1,27 j	1,23 j	0,97 j	0,97 j	0,27 j	0,27 j	0,07 j	0,07 j	0,13 j	0,13 j	0,43 j	0,43 j	1,70 j	1,70 j	3,87 j	3,87 j	4,33 j	4,33 j	
		0%		0%		0%		-3%		0%		0%		0%		0%		0%		0%		0%		0%		
Impact maximal		0%		-1%		0%		-3%		0%		0%		0%		0%		0%		-1%		-1%		0%		
Crue naturelle de période de retour 1 an QJ1	38534 l/s																									
				</																						

SPR_HBE - Le Sornin à Saint-Igny-de-Vers

Localisation

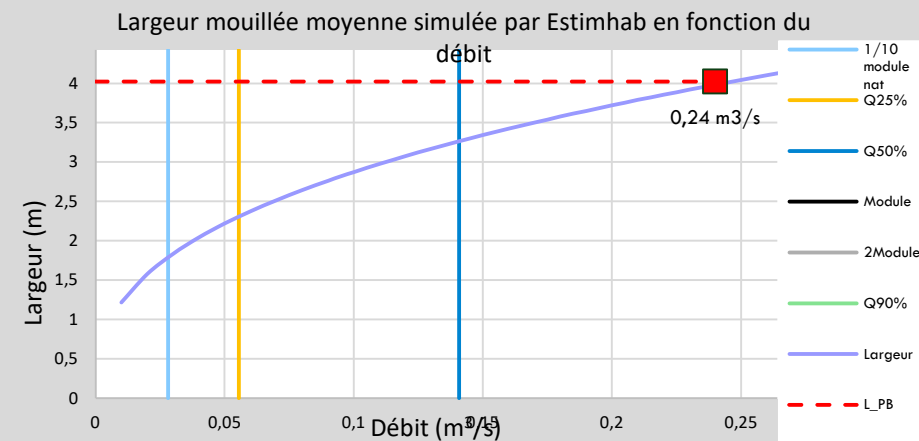


- Présence (au moins occasionnel) de Truite fario
- Prélèvements/rejets significatifs en amont
- Station hydrométrique proche
- Sur ou à proximité immédiate d'une station Estimhab
- Enjeu écologique fort

Connectivité des berges

Largeur moyenne entre pieds de berge mesurée (15 mesures) : $L_{cpb} = 4,0$ m

Sur la station Estimhab, le débit à partir duquel les habitats des deux pieds de berges sont connectés est $Q_{crit} = 240$ L/s



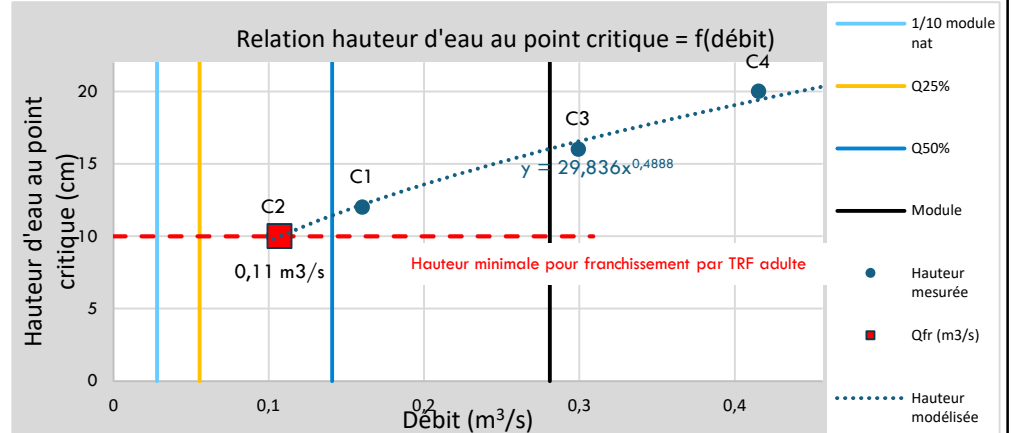
Campagnes de mesures

	C1	C2	C3	C4
Date	16/09/2024	24/09/2024	14/10/2024	03/12/2024
Débit	160 l/s	103 l/s	299 l/s	415 l/s

Continuité piscicole à la montaison



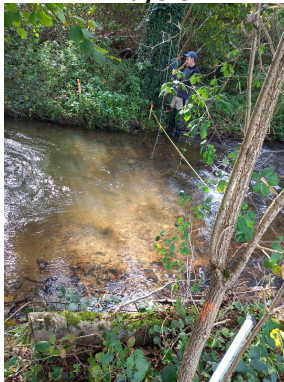
Le débit à partir duquel le radier est franchissable à la montaison pour la Truite fario adulte est $Q_{fr} = 107$ L/s



SPR_HBE - Sornin

Frayères à truites

Frayère 1



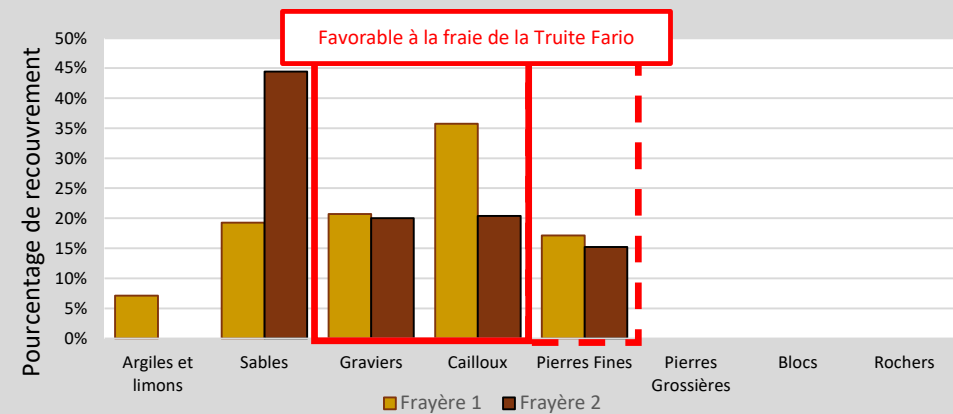
longueur : 3.4 m

Frayère 2



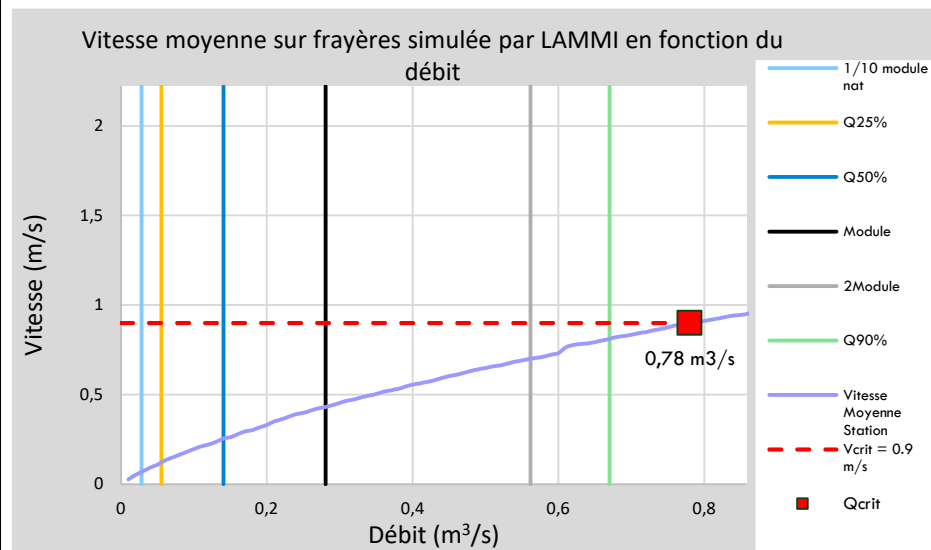
longueur : 2.2 m

Granulométrie des sédiments



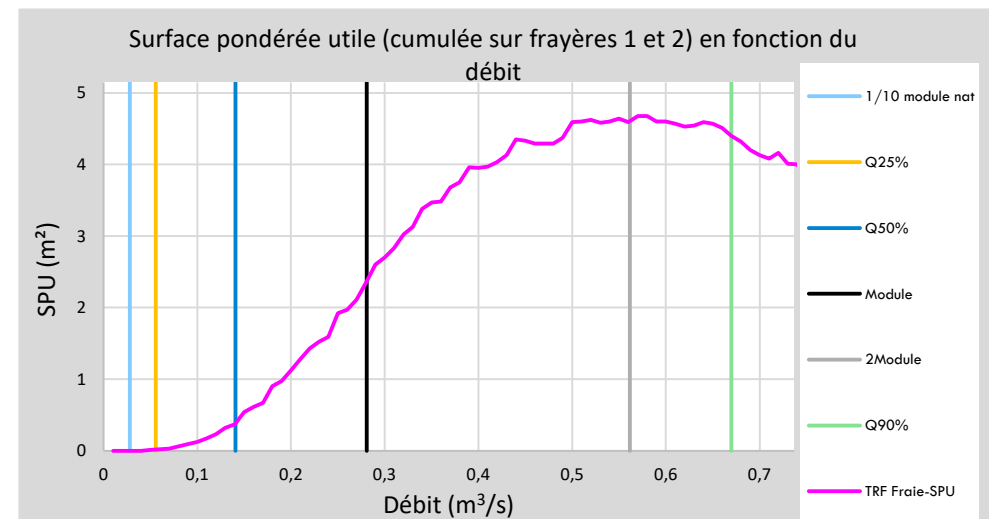
Décolmatage des frayères

Le débit de décolmatage des frayères à truites (mise en mouvement des sédiments de 2 cm) est de 780 L/s



Conditions hydrauliques sur les frayères

La surface favorable au frai est maximale à 570 L/s



Utilisation : comparaison de SPU pour différents scénarios hydrologiques (débits mensuels moyens)

SPR_HBE - Sornin

		janv		févr		mars		avr		mai		juin		juil		août		sept		oct		nov		déc		
		Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	
Débit (l/s)		469	469	394	393	305	304	242	241	205	204	160	157	114	112	72	70	117	116	297	296	497	496	504	504	
																				TRF	TRF	TRF				
Déclenchement de la migration de reproduction	670 l/s																			3,33 j	3,30 j	5,97 j	5,97 j	6,80 j	6,80 j	
																					-1%	0%	0%			
Continuité piscicole à la montaison	107 l/s																			18,5 j	18,4 j	24,3 j	24,3 j	28,8 j	28,8 j	
Décolmatage des frayères	780 l/s																			2,80 j	2,77 j	4,77 j	4,73 j	5,37 j	5,37 j	
Conditions hydrauliques sur les frayères (SPU/100m)	-	4,25 m ²	4,25 m ²	4,04 m ²	4,03 m ²	2,75 m ²	2,74 m ²	1,60 m ²	1,60 m ²														4,43 m ²	4,42 m ²	4,68 m ²	4,67 m ²
Connectivité des berges	240 l/s	17,9 j	17,8 j	14,2 j	14,2 j	12,4 j	12,4 j	9,03 j	9,00 j	7,20 j	7,07 j	5,33 j	5,27 j	3,53 j	3,50 j	1,47 j	1,47 j	2,73 j	2,70 j	10,5 j	10,5 j	16,3 j	16,3 j	20,0 j	20,0 j	
Impact maximal		-1%	0%	0%	0%	-1%	-2%	-1%	-1%	0%	-1%	-1%	0%	-1%	-1%	0%	-1%	-1%	0%	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%	
Crue naturelle de période de retour 1 an QJ1	3480 l/s											Nat	Inf													
												1,00 j	1,00 j													

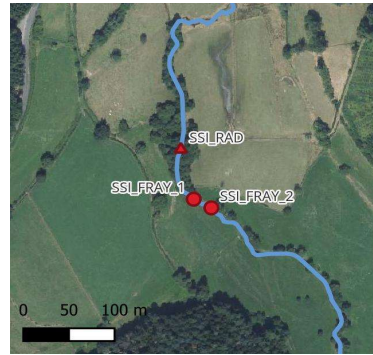
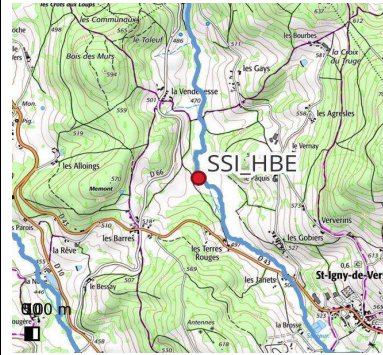
Impact	très faible +10 % à -5 %	faible -5 % à -10 %	modéré -10 % à -20 %	fort -20 % à -40 %	très fort -40 % à -100 %
--------	-----------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------------

Nat = situation désinfluencée

Inf = situation influencée

SSI_HBE - Le Sornin à Saint-Igny-de-Vers

Localisation

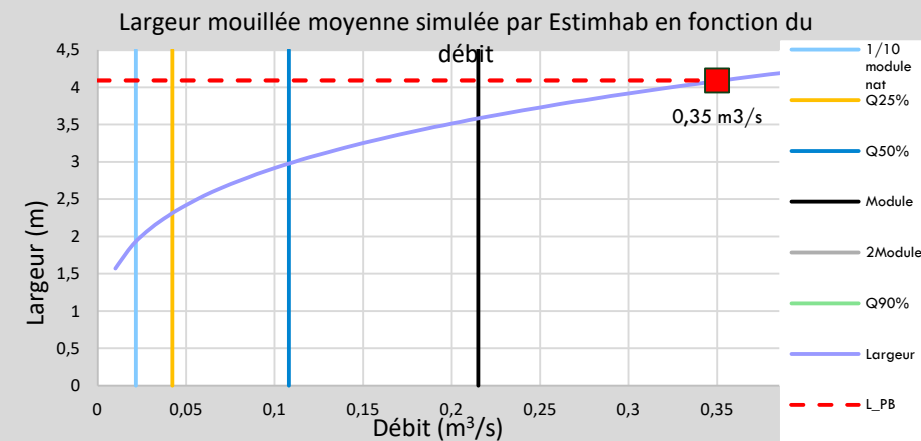


- Présence (au moins occasionnel) de Truite fario
- Prélèvements/rejets significatifs en amont
- Station hydrométrique proche
- Sur ou à proximité immédiate d'une station Estimhab
- Enjeu écologique fort

Connectivité des berges

Largeur moyenne entre pieds de berge mesurée (15 mesures) : $L_{cpb} = 4,1$ m

Sur la station Estimhab, le débit à partir duquel les habitats des deux pieds de berges sont connectés est $Q_{crit} = 350$ L/s



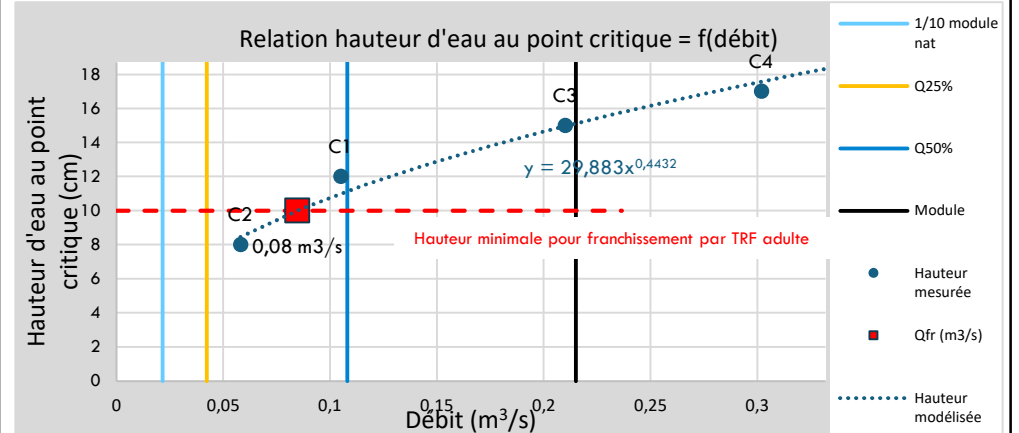
Campagnes de mesures

	C1	C2	C3	C4
Date	16/09/2024	24/09/2024	14/10/2024	03/12/2024
Débit	105 l/s	58 l/s	210 l/s	302 l/s

Continuité piscicole à la montaison



Le débit à partir duquel le radier est franchissable à la montaison pour la Truite fario adulte est $Q_{fr} = 85$ L/s



SSI_HBE - Le Sornin à Saint-Igny-de-Vers

Frayères à truites

Frayère 1



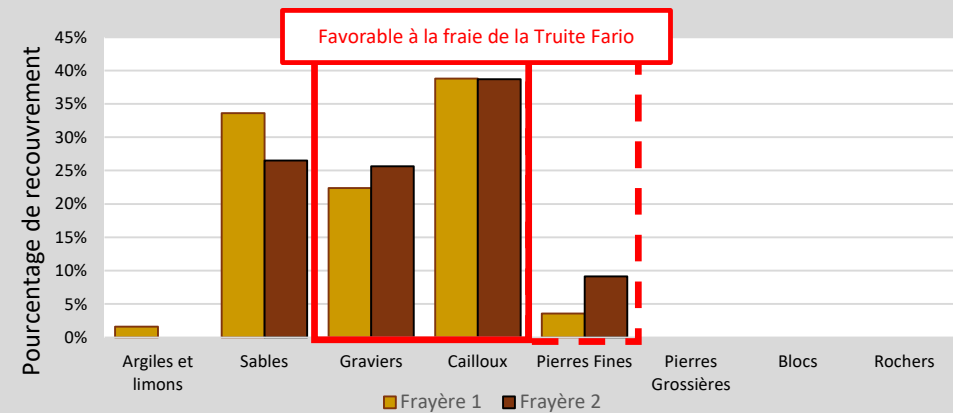
longueur : 13.2 m

Frayère 2



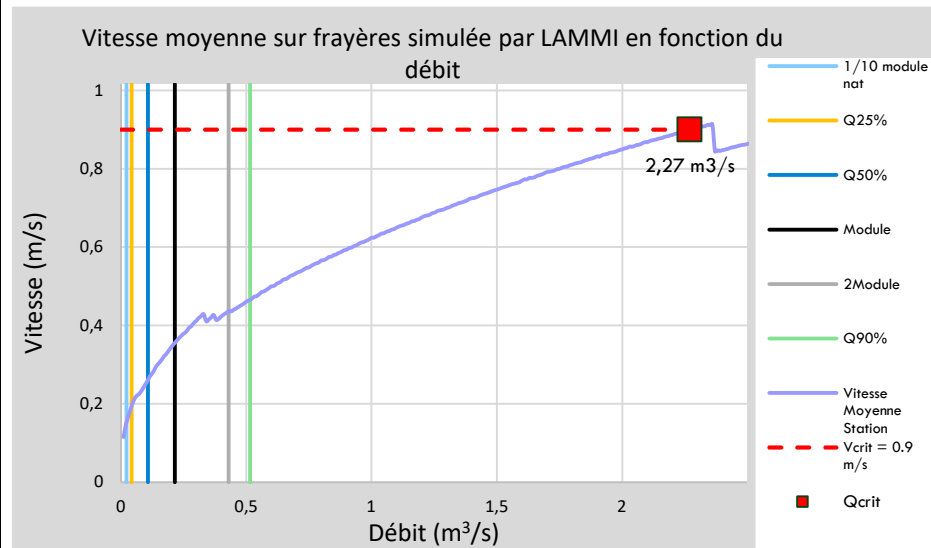
longueur : 1.6 m

Granulométrie des sédiments



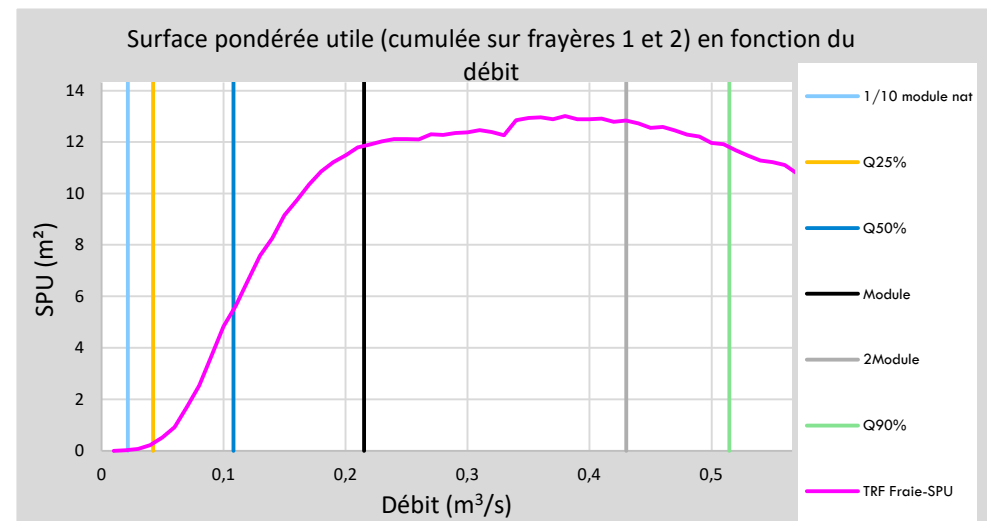
Décolmatage des frayères

Le débit de décolmatage des frayères à truites (mise en mouvement des sédiments de 2 cm) est de 2270 L/s



Conditions hydrauliques sur les frayères

La surface favorable au frai est maximale à 380 L/s



Utilisation : comparaison de SPU pour différents scénarios hydrologiques (débits mensuels moyens)

SSI_HBE - Sornin

		janv		févr		mars		avr		mai		juin		juil		août		sept		oct		nov		déc		
		Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	Nat	Inf	
Débit (l/s)	360	361	302	303	234	234	185	185	157	157	122	121	87	86	55	54	89	88	227	226	381	381	387	387		
																			TRF		TRF		TRF			
Déclenchement de la migration de reproduction	515 l/s																			3,30 j	3,30 j	6,00 j	6,00 j	6,80 j	6,80 j	
																			0%		0%		0%			
Continuité piscicole à la montaison	85 l/s																			18,0 j	18,0 j	24,2 j	24,1 j	28,6 j	28,7 j	
																			0%		0%		0%			
Décolmatage des frayères	2270 l/s																			0,23 j	0,23 j	0,43 j	0,43 j	0,20 j	0,20 j	
																			0%		0%		0%			
Conditions hydrauliques sur les frayères (SPU/100m)	-	13,0 m ²	13,0 m ²	12,4 m ²	12,4 m ²	12,1 m ²	12,1 m ²	11,1 m ²	11,1 m ²														13,0 m ²	13,0 m ²	13,1 m ²	13,1 m ²
			0%		0%		0%		0%														0%		0%	
Connectivité des berges	350 l/s	Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		Toutes espèces		
		9,93 j	9,93 j	8,00 j	8,00 j	6,43 j	6,43 j	4,13 j	4,13 j	2,70 j	2,70 j	2,20 j	2,20 j	1,57 j	1,57 j	0,43 j	0,43 j	1,23 j	1,23 j	5,37 j	5,37 j	9,17 j	9,17 j	11,4 j	11,4 j	
Impact maximal		0%		0%		0%		0%		0%		0%		0%		0%		0%		0%		0%		0%		
Débit de crue annuel	2649 l/s											Nat		Inf												
													1,00 j		1,01 j											

Impact	très faible +10 % à -5 %	faible -5 % à -10 %	modéré -10 % à -20 %	fort -20 % à -40 %	très fort -40 % à -100 %
--------	-----------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------------

Nat = situation désinfluencée
Inf = situation influencée