



SCIMABIO *Interface*
science-management interface for biodiversity conservation

SCIMABIO Interface
Les Cyclades B
5, rue des Quatre Vents
74200 Thonon-les-Bains

Tél. 06 63 71 34 93

info@scimabio-interface.fr
www.scimabio-interface.fr

**Evaluation du franchissement piscicole de deux seuils
équipés de rampes à macro-rugosités sur le Drac,
St-Bonnet en Champsaur (05)**



Juin 2024



*Etude financée par la Région SUD et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse dans le cadre du
Contrat de Rivière du Drac amont 2021-2026*

Sommaire

1	Contexte et objectif de l'étude	3
2	Localisation et principales caractéristiques des sites d'étude	3
3	Contexte hydro-climatique de l'étude	5
4	Matériel et méthode	5
4.1	Technologie RFID.....	5
4.2	Radio-téléométrie	6
4.3	Matériel déployé.....	6
4.3.1	RFID.....	6
4.3.2	Téléométrie radio.....	8
4.3.3	Synthèse des dispositifs déployés.....	11
4.4	Marquages.....	11
4.4.1	RFID.....	11
4.4.2	Radio-téléométrie	12
4.4.3	Relâche des individus	14
4.5	Point méthodologique sur l'évaluation de la franchissabilité des ouvrages et la détermination des voies de passage.....	14
4.5.1	Evaluation des franchissements.....	14
4.5.2	Détermination des voies de passage.....	16
4.5.3	Evaluation des taux de franchissabilité des ouvrages.....	16
4.5.4	Evaluation des temps de passage.....	17
5	Résultats.....	18
5.1	Contrôle de la qualité des données récoltées.....	18
5.1.1	RFID.....	18
5.1.2	Radio-téléométrie	19
5.2	Mobilité des poissons marqués.....	20
5.2.1	Effectifs détectés	20
5.2.2	Espèces détectées	21
5.2.3	Temporalité des détections.....	21
5.3	Evaluation de la franchissabilité des seuils.....	23
5.3.1	Franchissements et voies de passage.....	23
5.3.2	Franchissabilité des rampes à macro-rugosités	25
5.3.3	Sélectivité des seuils.....	26
6	Conclusion.....	29

Table des illustrations

Figure 1 Localisation des sites (source : https://francegeo.fr)	3
Figure 2 Configuration des sites	4
Figure 3 Chronique des hauteurs d'eau enregistrées sur la période septembre 2022 – décembre 2023 au niveau du pont des Chabottes à proximité de Saint Bonnet en Champsaur (source https://cleda.fr).....	5
Figure 4 Différentes tailles de transpondeurs passif (à gauche), principe de fonctionnement d'un dispositif RFID (à droite).....	6
Figure 5: Différents types de marques radio (à gauche), principe d'un dispositif de radiopistage (à droite).....	6
Figure 6: Illustration des dispositifs RFID mis en place au niveau des rampes à macro-rugosités de Saint-Bonnet en Champsaur (échelle non respectée).....	7
Figure 7: Alimentation solaire.....	8
Figure 8: Illustration des dispositifs de radio-téléométrie mis en place en amont des seuils de Saint Bonnet en Champsaur	8
Figure 9: vue aérienne du seuil aval, illustration de la zone de détection du dispositif de radio-téléométrie R1	9
Figure 10 vue aérienne du seuil amont, illustration de la zone de détection du dispositif de radio-téléométrie R2	10
Figure 11 Prospection mobile.....	11
Figure 12 dispositifs déployés sur les seuils de Saint-Bonnet en Champsaur.....	11
Figure 13 : Mesure et marquage RFID.....	12
Figure 14: Effectifs et classes de tailles marquées d'émetteurs radio	13
Figure 15: Implantation chirurgicale d'un émetteur radio.....	13
Figure 16 : Localisation du point de lâcher des individus marqués (vert) en aval du seuil situé au niveau du pont de Saint-Bonnet en Champsaur.....	14
Figure 17 Illustration des zones de détections-franchissements seuil aval-	15
Figure 18 Illustration des zones de détections-franchissements seuil amont-.....	15
Figure 19 Détections quotidiennes des marques test sur le lecteur aval	18
Figure 20 Détections quotidiennes des marques test sur le lecteur amont	19
Figure 21 Taux de redétection par espèce	21
Figure 22 Chronique des détections RFID enregistrées sur le site aval ; Nb : Un même individu peut être comptabilisé plusieurs fois	22
Figure 23 Chronique des détections RFID enregistrées sur le site amont ; Nb : Un même individu peut être comptabilisé plusieurs fois	22
Figure 24 Chronique des détections radio enregistrées sur les sites amont et aval.....	23
Figure 25: Statistiques des voies de passage empruntées, seuil aval (n=378)	24
Figure 26 Statistiques des voies de passage empruntées, seuil amont (n=134).....	24
Figure 27: Distributions des classes de tailles détectées en amont de l'ouvrage aval (gauche), amont (droite) et des classes de tailles marquées	26
Figure 28: Distributions des classes de tailles détectées au niveau des différentes voies de passage sur le site aval (gauche) et le site amont (droite)	27

1 Contexte et objectif de l'étude

Cette étude, réalisée à l'initiative de la fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique des Hautes-Alpes et du syndicat de rivière Drac amont (CLEDA), a été financée par la Région Sud et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse dans le cadre du contrat de rivière du Drac Amont 2021–2026. Elle s'inscrit dans le prolongement des travaux de rétablissement de la continuité écologique réalisés en 2013 à hauteur des communes de Saint Bonnet en Champsaur et de la Fare en Champsaur, ayant pour objectif de réduire les pentes des seuils en enrochements liaisonnés existants (seuils des baraques et de la déchèterie) et d'aménager deux rampes de franchissement dites à macro-rugosités pour assurer la circulation piscicole notamment vers l'amont.

Le présent projet débuté en 2022 a pour objectifs :

1/ d'évaluer la franchissabilité piscicole des rampes à macro-rugosités

2/ d'évaluer si des poissons franchissent les seuils en enrochements directement sans utiliser la rampe à macro-rugosités. (Bien que les seuils n'aient pas été conçu spécifiquement pour permettre le franchissement piscicole, ils présentent une pente et une rugosité qui peuvent faciliter leur franchissement par les poissons)

Les résultats de cette étude permettront d'évaluer la franchissabilité des aménagements réalisés et apporteront également des éléments de réflexion sur la problématique de l'intégration du franchissement piscicole dans les travaux de réfection ou création de seuils en enrochements.

2 Localisation et principales caractéristiques des sites d'étude

Le suivi a été réalisé au niveau du seuil du pont des baraques (site aval) et du seuil de la déchèterie (site amont) respectivement localisés sur les communes voisines de Saint-Bonnet en Champsaur et de la Fare en Champsaur dans le département des Hautes-Alpes (05) (Figure 1 ; Tableau 1).



Figure 1 Localisation des sites (source : <https://francegeo.fr>)

Les deux sites, distants d'environ 450 m, présentent des aménagements comparables caractérisés par la présence (Figure 2 ; Tableau 1) :

- D'une rampe à macro-rugosités située en rive droite sur le seuil du pont des baraques (site aval), en rive gauche sur le seuil de la déchèterie (site amont)
- D'un seuil en enrochements
- D'une passe à kayaks

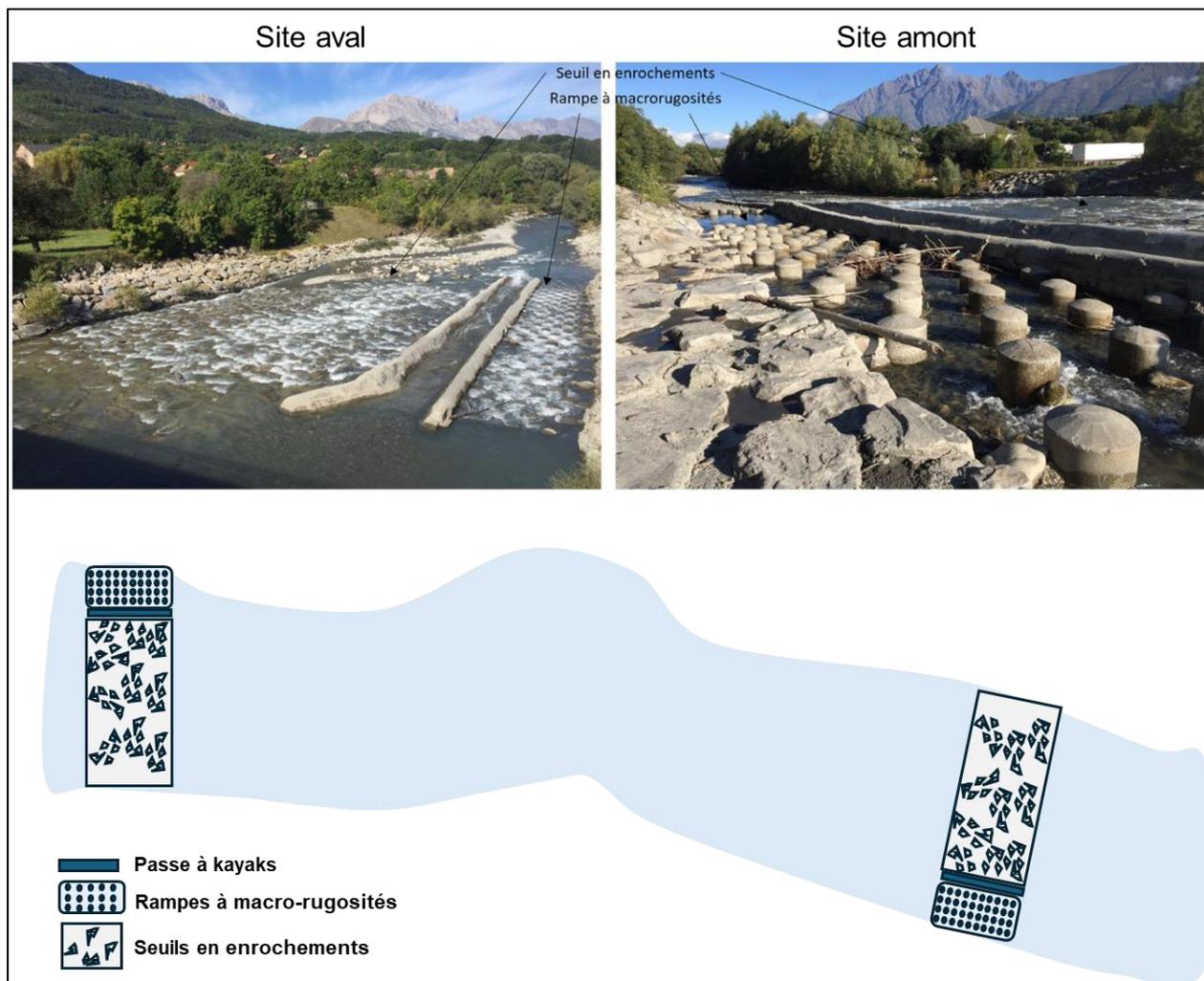


Figure 2 Configuration des sites

Tableau 1 Caractéristiques des sites étudiés

Site	Coordonnées	L x l seuil	L x l rampe
Site aval	44.676355 , 6.07343	~ 60 m x 25 m	~ 50 m x 5 m
Site amont	44.672507 , 6.076954	~ 90 m x 30 m	~ 80 m x 5 m

3 Contexte hydro-climatique de l'étude

La chronique des hauteurs d'eau enregistrées au niveau de la station de mesure du pont des Chabottes situé en amont des communes de Saint Bonnet en Champsaur et de la Fare en Champsaur témoigne d'une variabilité importante du régime hydrologique du Drac sur la période septembre 2022-décembre 2023 (Figure 3).

Les données indiquent une hauteur moyenne de 1.10 m avec un minima de 0.85 m enregistré début septembre 2023 et un maxima de 2.14 m enregistré début décembre 2023.

Les données indiquent de forts évènements au cours des mois d'octobre-novembre 2022, caractérisés par des hauteurs d'eau supérieures à 1.30 m ainsi qu'au cours des mois de mai à juillet 2023.

Les données enregistrées sur la fin de l'année 2023 témoignent d'évènements hydrologiques de magnitude exceptionnelle (crue décennale) avec des hauteurs d'eau enregistrées oscillant entre 1.40 m et plus de 2.10 m au niveau du pont des Chabottes.

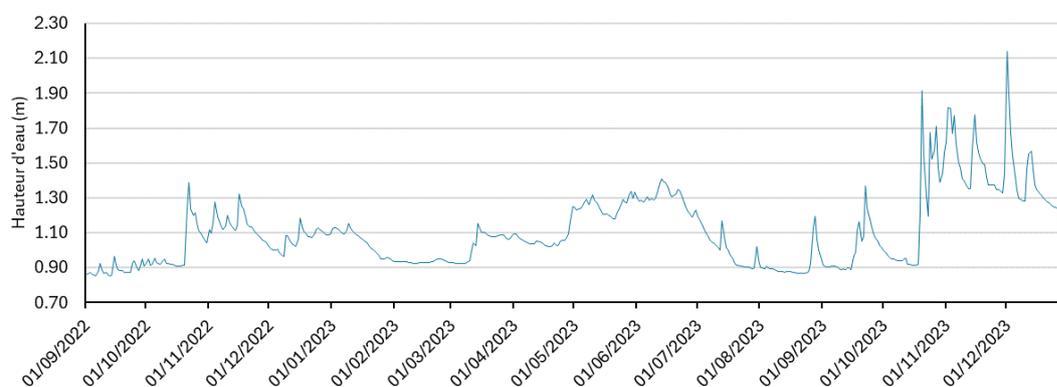


Figure 3 Chronique des hauteurs d'eau enregistrées sur la période septembre 2022 – décembre 2023 au niveau du pont des Chabottes à proximité de Saint Bonnet en Champsaur (source <https://clea.fr>)

4 Matériel et méthode

Afin de répondre avec précision aux objectifs de suivi sur les seuils de Saint Bonnet en Champsaur et de la Fare en Champsaur, un protocole reposant sur l'utilisation de **deux technologies télémétriques** couplant **RFID et radio-téléométrie** a été mis en place. Ce choix se justifie notamment par les caractéristiques physiques (largeur mouillée) et les contraintes d'installation au droit des différents voies de passages possibles étudiées (rampes à macro-rugosité et seuils en enrochements).

4.1 Technologie RFID

L'évaluation de la franchissabilité des **rampes à macro-rugosités** repose sur l'utilisation de la **technologie RFID** (Radio Frequency Identification), particulièrement adaptée aux faciès peu profonds (< 1.5 m) et d'une largeur maximum de 15 à 20 m. Les poissons sont marqués à l'aide de transpondeurs passifs (Pit-tags) caractérisés par un **code numérique unique** (Figure 4), offrant l'avantage d'être dépourvus de batterie interne (durée de vie illimitée). L'identification des transpondeurs se fait lors du passage d'un individu marqué dans le champ électromagnétique émis par les antennes réceptrices, généralement disposées à plat sur le fond du cours d'eau ou de

l'ouvrage. La **portée de détection** varie de **0.5 m à 1.5 m** selon la taille et la géométrie des antennes déployées.

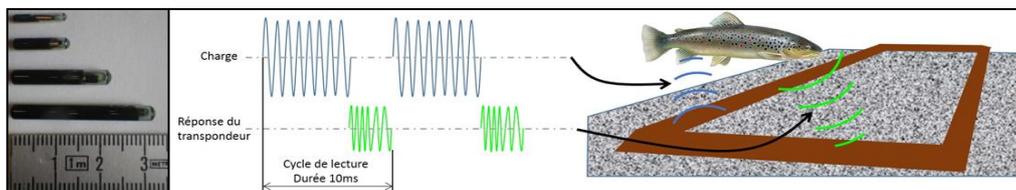


Figure 4 Différentes tailles de transpondeurs passif (à gauche), principe de fonctionnement d'un dispositif RFID (à droite)

4.2 Radio-télémetrie

L'évaluation de la franchissabilité des **seuils en enrochements** de Saint-Bonnet en Champsaur repose sur l'utilisation de la **radio-télémetrie** (ou radiopistage). Les largeurs mouillées au droit de ces ouvrages (environ 30 m) ne permettant pas de recourir à la technologie RFID. Les poissons sont marqués à l'aide de marques radio dont la durée de vie varie de quelques jours à plusieurs années selon le modèle. Chaque émetteur est caractérisé par une fréquence propre permettant l'identification des individus marqués se trouvant à portée de détection d'antennes de réception aérienne, généralement placées en berge (Figure 5).

Contrairement à la technologie RFID la **portée de détection** varie ici de **quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres** selon le type d'émetteur et les caractéristiques du milieu étudié (profondeur, couverture végétale...).

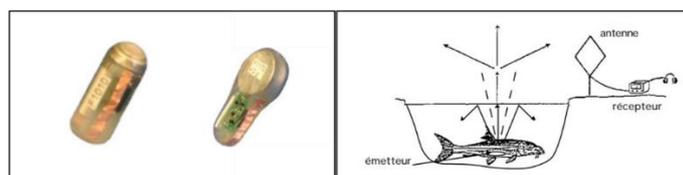


Figure 5: Différents types de marques radio (à gauche), principe d'un dispositif de radiopistage (à droite)

4.3 Matériel déployé

4.3.1 RFID

Deux **dispositifs RFID double antennes** (marque Stream-Innov) ont été déployés au niveau des **rampes à macro-rugosités** des seuils de Saint-Bonnet en Champsaur durant la période estivale 2022. Au niveau de chaque ouvrage, la configuration retenue repose sur la mise en place de **deux antennes disposées à plats sur le fond de l'ouvrage, permettant une détection sur toute la colonne d'eau (dans des conditions hydrauliques non exceptionnelles)** (Figure 6 ; Tableau 2) :

- Une **antenne aval** placée à environ 5 m de la sortie hydraulique de chaque rampe, destinée à détecter les individus manifestant un comportement de montaison avéré dans l'ouvrage ;
- Une **antenne amont**, déployée au niveau de l'entrée hydraulique de chaque rampe, destinée à détecter les individus marqués franchissant l'ouvrage en totalité.

Tableau 2: Caractéristiques des antennes RFID

Site	Antenne	Lxl	Portée de détection
Rampe aval	Antenne aval (A1)	5 m x 0.70 m	75 cm
	Antenne amont (A2)	5 m x 0.70 m	80 cm
Rampe amont	Antenne aval (A3)	5 m x 0.75 m	77 cm
	Antenne amont (A4)	5 m x 0.70 m	83 cm

La redondance des antennes au niveau de chaque rampe offre l'avantage de bénéficier d'un dispositif permettant de déterminer :

- Le **sens de déplacements** des individus au sein de l'ouvrage,
- Le **temps de franchissement** de l'ouvrage

Des **marques « mouchard »** ont été fixées au niveau de chaque antenne afin de contrôler le bon fonctionnement des dispositifs déployés.

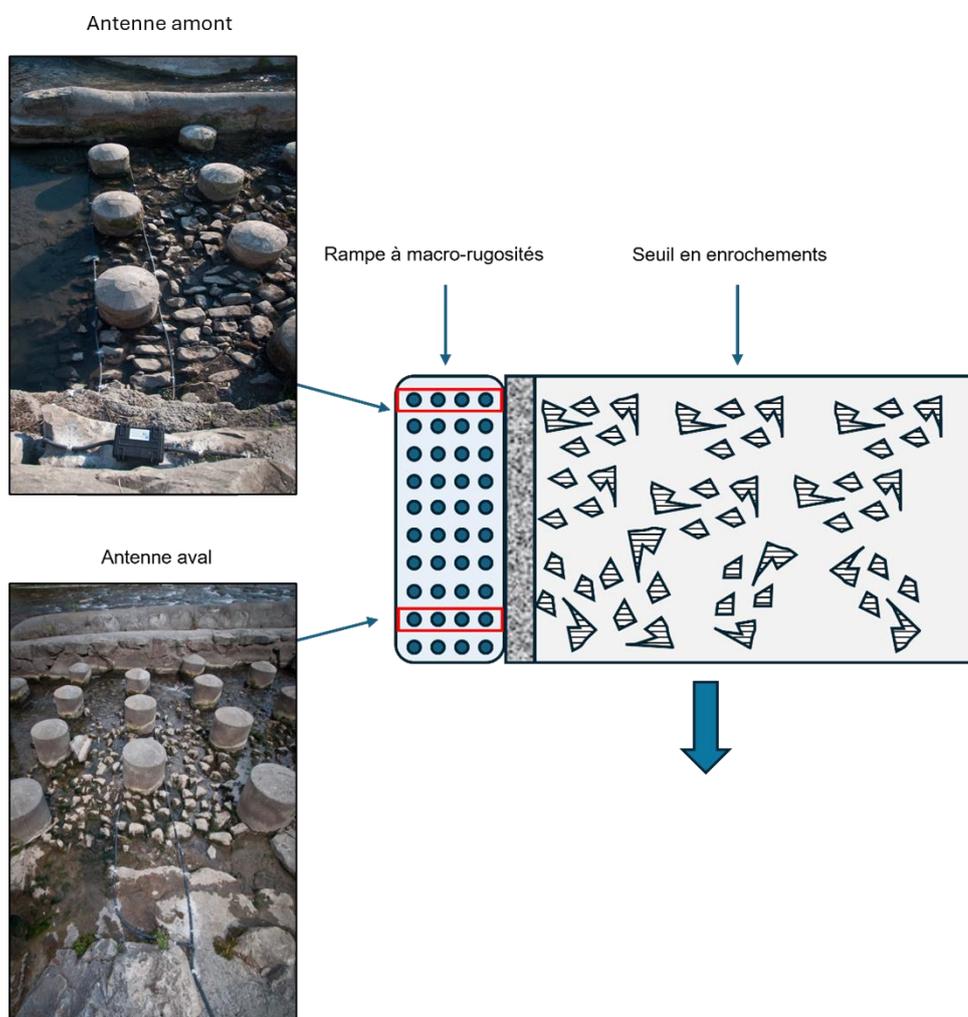


Figure 6: Illustration des dispositifs RFID mis en place au niveau des rampes à macro-rugosités de Saint-Bonnet en Champsaur (échelle non respectée).

L'isolement des sites et l'absence de source électrique à proximité ont conduit à opter pour des alimentations solaires autonomes permettant une alimentation en continu des dispositifs RFID (Figure 7). Afin de pallier les éventuelles périodes de faible ensoleillement, un jeu de batteries

tampon d'une autonomie de 7 à 10 jours a été déployé en guise d'alimentation électrique de sécurité.



Figure 7: Alimentation solaire

4.3.2 Télémétrie radio

- **Dispositifs fixes**

En complément des dispositifs RFID déployés au niveau des rampes à macro-rugosités, un **dispositif de radio-télémétrie fixe** a été installé **en amont de chacun des seuils** étudiés à l'été 2022 (stations R1 et R2). Ces dispositifs, alimentés par un système d'alimentation solaire autonome ont été disposés et paramétrés de manière à détecter les individus marqués à l'aide d'émetteurs radio ayant franchi les seuils (Figure 8 ; Figure 9). À la suite de difficultés techniques rencontrées durant la première année de suivi (2022) au niveau des deux dispositifs radio déployés, une **marque mouchard** a été installée en septembre 2023 sur chacun des sites afin d'identifier les éventuelles périodes de dysfonctionnement.

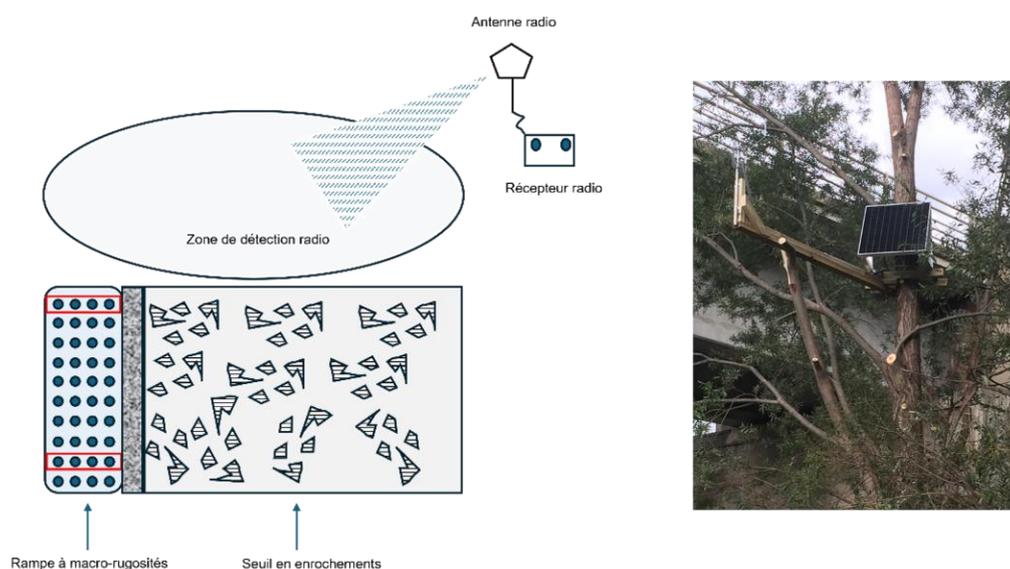


Figure 8: Illustration des dispositifs de radio-télémétrie mis en place en amont des seuils de Saint Bonnet en Champsaur

L'antenne radio au niveau du site aval a été déployée juste en amont du pont des baraques, permettant une détection des individus marqués en tête d'ouvrage (Figure 9).

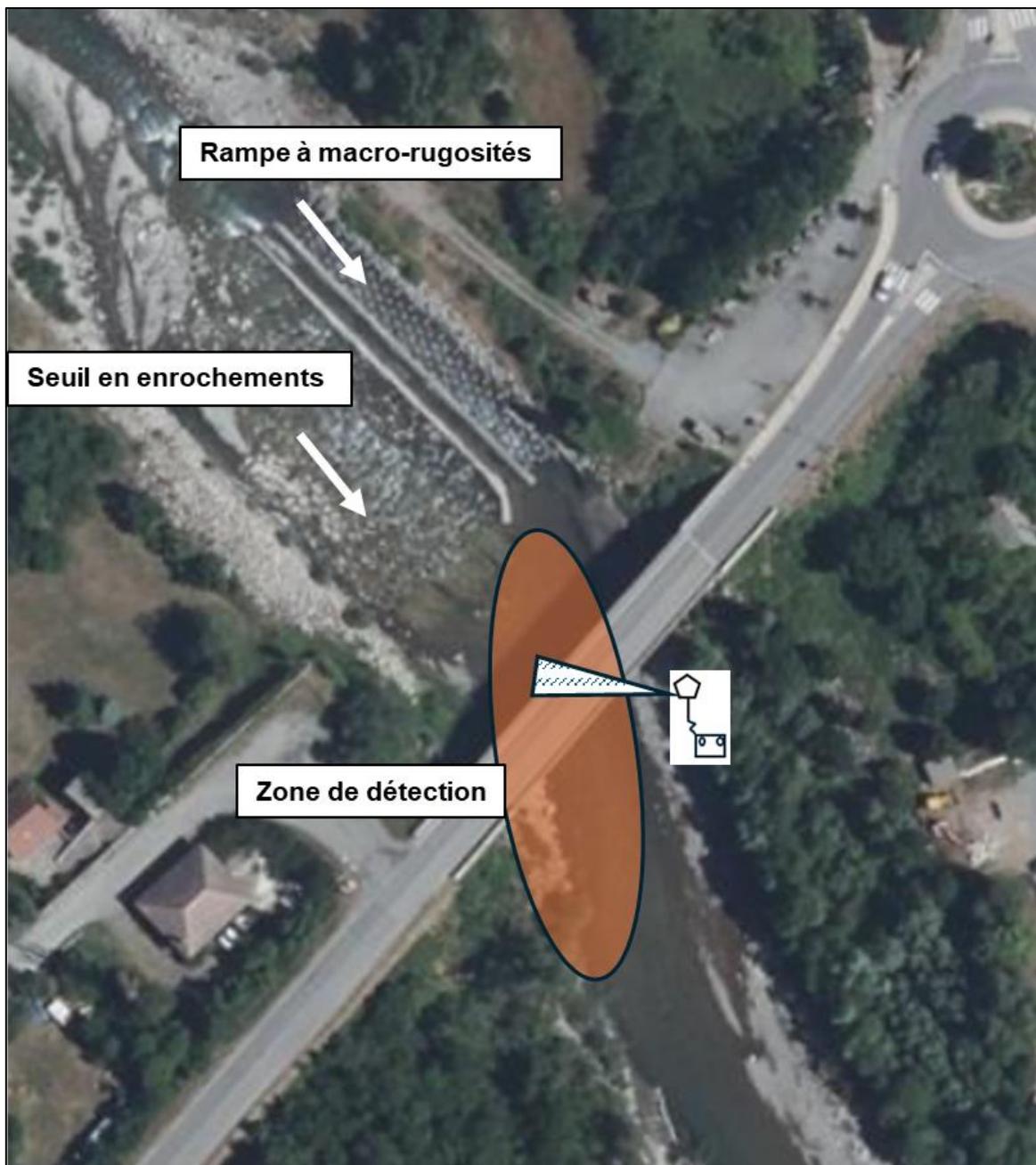


Figure 9: vue aérienne du seuil aval, illustration de la zone de détection du dispositif de radio-télémetrie R1

Au niveau du seuil de la déchèterie (amont), la présence d'une ligne haute tension directement à l'amont de l'ouvrage a contraint le déport du dispositif 150 m en amont du seuil en raison de parasites impactant la réception du signal radio. La limite aval de la zone de détection est en conséquence légèrement décalée (~ 50 m) en amont de la tête d'ouvrage.

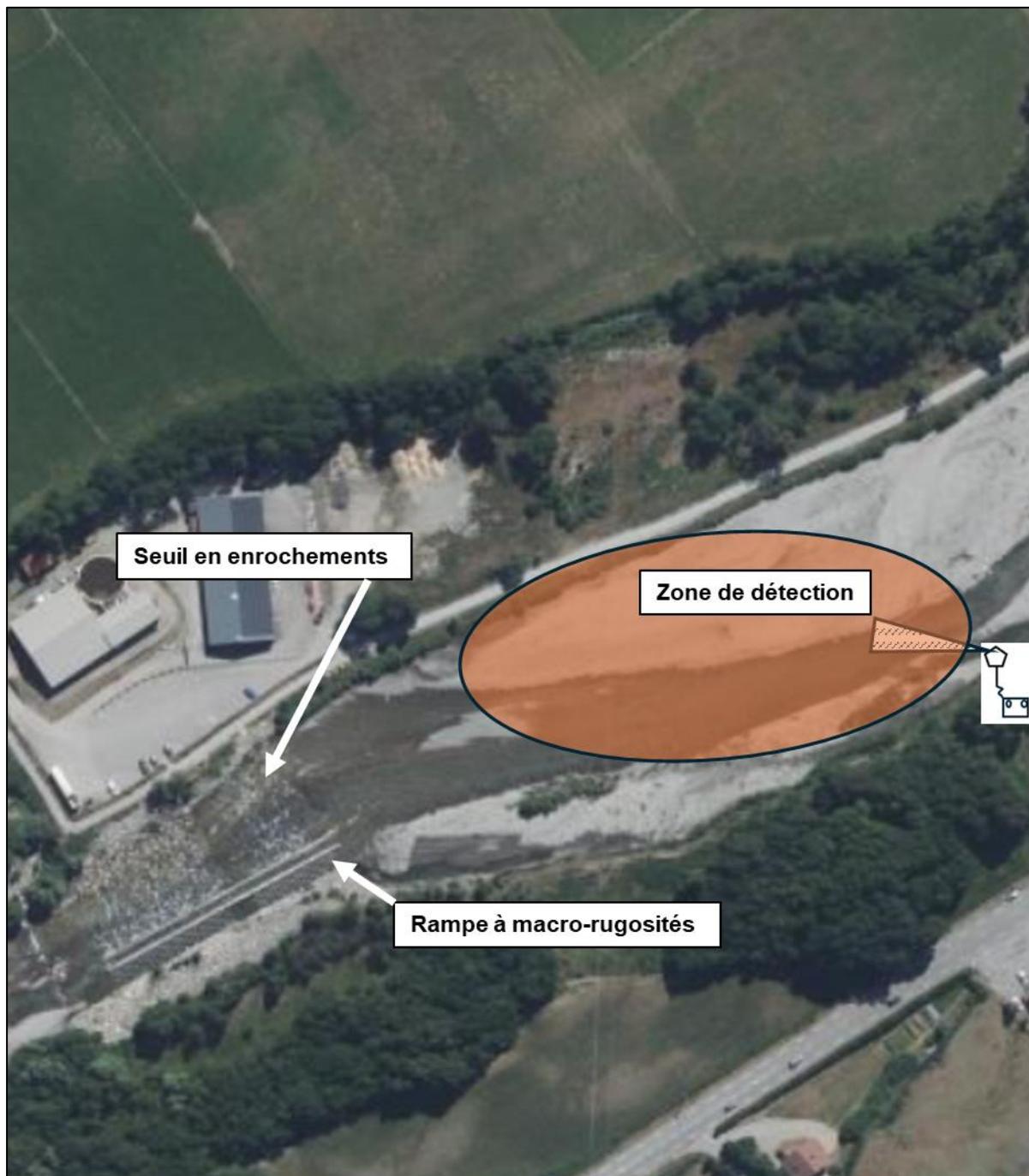


Figure 10 vue aérienne du seuil amont, illustration de la zone de détection du dispositif de radio-télémetrie R2

- **Suivis mobiles**

À la suite de dysfonctionnements observés au niveau des dispositifs de radio-télémetrie fixes en fin d'année 2022 (paragraphe 5.1.2), une campagne de **prospection mobile** a été réalisée les 27 et 28 mars 2023 afin de relocaliser les individus qui auraient potentiellement franchi les seuils en enrochement durant la période de dysfonctionnement des récepteurs R1 et R2. La prospection a été conduite vers l'amont, par deux opérateurs sur un linéaire de 3 km environ à partir du pont des baraques.



Figure 11 Prospection mobile

4.3.3 Synthèse des dispositifs déployés

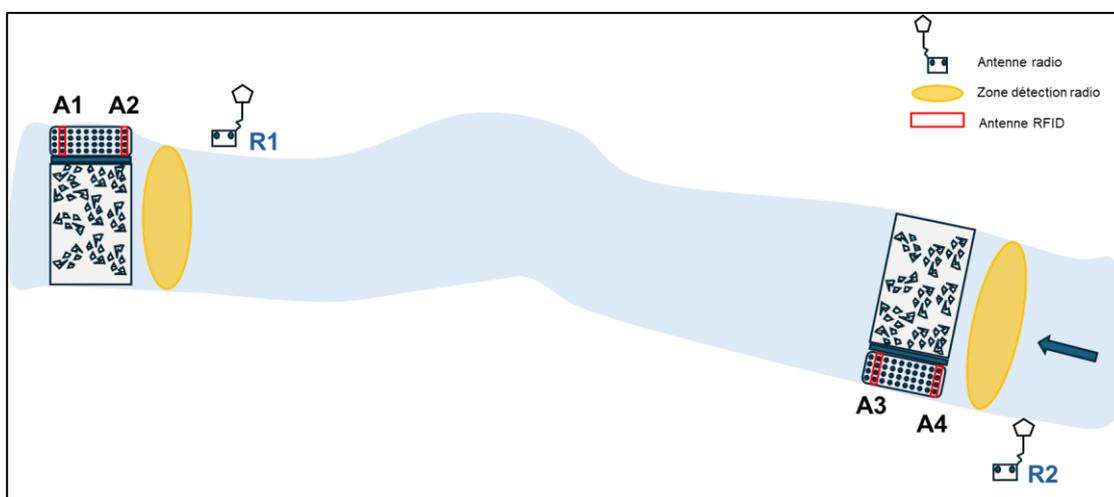


Figure 12 dispositifs déployés sur les seuils de Saint-Bonnet en Champsaur

4.4 Marquages

Le protocole mis en place respecte la réglementation en vigueur en termes de capture et de marquage d'animaux à des fins scientifiques. Les captures ont été réalisées par pêche électrique par l'équipe technique de la FDPPMA 05 conformément à l'arrêté de pêche scientifique obtenu. Le protocole de marquage a été validé par le comité d'éthique CECCAPP de Lyon, réalisé par des opérateurs habilités. Le projet a reçu l'agrément du ministère de la Recherche sous le numéro APAFIS #38344-2022062700363009v3.

4.4.1 RFID

Les marquages ont été réalisés en **deux campagnes** réalisées du **13 au 15 Septembre 2022** ainsi que du **5 au 7 septembre 2023**. Les captures ont été réalisées par pêche électrique par la fédération des Hautes-Alpes pour la pêche et la protection du milieu aquatique. L'effort de pêche a majoritairement été porté en amont des sites étudiés afin d'exploiter au maximum la tendance des individus à retourner vers leur habitat d'origine à la suite d'une translocation dans le but d'optimiser les probabilités de redétections au niveau des dispositifs de suivi déployés. Chaque

individu capturé a été anesthésié dans une solution de benzocaïne, mesuré (longueur totale au mm près) puis marqué à l’aide un transpondeur (Figure 13 : Mesure et marquage RFID).



Figure 13 : Mesure et marquage RFID

Au total **1025 individus** ont été **marqués par RFID** dont **1009 truites** d’une taille comprise entre 120 mm et 580 mm (taille moyenne 205 mm) ainsi qu’un effectif réduit de **16 chabots** d’une taille comprise entre 85 mm et 134 mm (taille moyenne 125 mm) (Tableau 3). Cette dernière espèce étant peu abondante au niveau des secteurs échantillonnés lors des campagnes de pêche. Les individus d’une taille inférieure à 140 mm ont été marqués à l’aide de tags 13 mm, ceux dont la taille excède 140 mm ont été marqués à l’aide de tags 23 mm.

Tableau 3: Effectifs annuels marqués et relâchés par espèce et classe de taille

	classes de tailles (mm)										Total marqués	Total relâchés
	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400	400-450	450-500	>500		
2022												
CHA	2	14									16	16
TRF		55	180	219	82	23	11	2	2	1	575	570
2023												
TRF		70	225	94	19	11	8	4	1	2	434	430
	2	139	405	313	101	34	19	6	3	3	1025	1016

Un total de **9 pertes** (soit 0,9%) a été reporté à la suite des opérations de marquage chez la **truite** portant l’effectif marqué relâché à **1000 individus** pour cette espèce. Aucune perte post-marquage n’a été observée chez le chabot.

4.4.2 Radio-télémetrie

L’implantation d’émetteurs radio a été réalisée parallèlement aux marquages RFID lors des campagnes 2022 et 2023. Au total, **60 truites** d’une taille comprise entre 255 mm et 580 mm (moyenne 344 mm) (Figure 14) ont fait l’objet de **doubles marquages** RFID / radio, à raison de 30 individus par campagne. **Aucune mortalité** post-marquage n’a été observée.

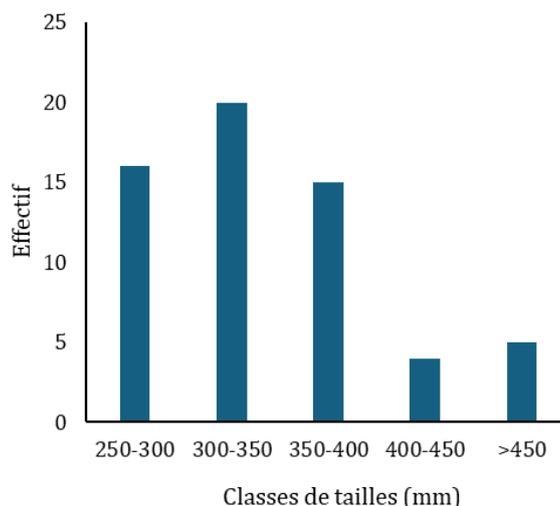


Figure 14: Effectifs et classes de tailles marquées d'émetteurs radio

Les marquages ont été réalisés par chirurgie à l'aide d'émetteurs radio de type ATS F1170 L d'un poids de 4 gr. La fréquence d'émission des marques a été programmée à 40 ppm, permettant d'obtenir une durée de vie théorique minimale de 258 jours (données constructeur). L'implantation des émetteurs (+ RFID) a été réalisée par voie chirurgicale. Les individus ont été anesthésiés dans une solution de benzocaïne, mesuré (longueur totale au mm près) puis placés sur un chevalet chirurgical pourvu d'un dispositif permettant la recirculation de solution anesthésiante durant l'intervention de marquage. Une incision de 1.5 à 2 cm a été pratiquée au niveau de la cavité intra-péritonéale pour implantation de l'émetteur avant sutures (Figure 15).



Figure 15: Implantation chirurgicale d'un émetteur radio

4.4.3 Relâche des individus

Considérant la faible distance séparant les deux ouvrages étudiés (environ 450 m) et l'effectif marqué, il a été décidé de relâcher l'ensemble des individus marqués (truites et chabot) **sur un seul et même linéaire situé entre 100 et 300 m en aval du seuil situé au niveau du pont de Saint-Bonnet en Champsaur** (Figure 16). Cette stratégie de relâche offre l'avantage de maximiser la probabilité de redétections des individus au niveau des différents dispositifs RFID déployés en amont.



Figure 16 : Localisation du point de lâcher des individus marqués (vert) en aval du seuil situé au niveau du pont de Saint-Bonnet en Champsaur.

4.5 Point méthodologique sur l'évaluation de la franchissabilité des ouvrages et la détermination des voies de passage

Cette section vise à présenter la méthode analytique retenue afin de répondre aux objectifs du suivi :

- Quantification des franchissements de seuils ;
- Détermination des voies de passage empruntées par les individus détectés ;
- Evaluation de la franchissabilité des voies de passage ;
- Evaluation des temps de passage.

4.5.1 Evaluation des franchissements

Les franchissements sont évalués sur la base des détections enregistrées au niveau des dispositifs **RFID et radio-télémetriques** placés en amont de chacun des seuils étudiés auxquels

s'ajoutent les détections enregistrées en amont des seuils étudiés lors des prospections mobiles réalisées les 27 et 28 mars 2023.

4.5.1.1 Seuil aval

Sont considérés comme ayant franchi le seuil aval, les individus détectés à minima une fois au niveau des antennes RFID **A2, A3 ou A4** ou sur l'un des dispositifs radio (**R1 ou R2 ou prospection mobile en amont du seuil du pont des baragues**) (Figure 17 ; Tableau 4)

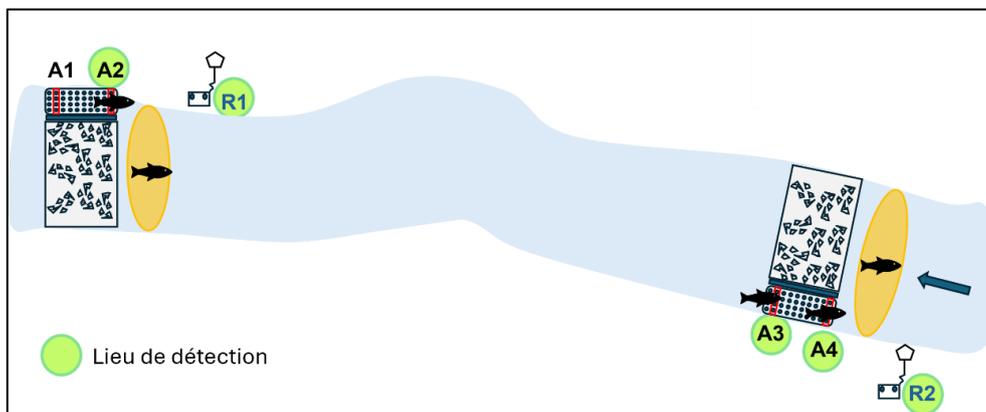


Figure 17 Illustration des zones de détections-franchissements seuil aval-

4.5.1.2 Seuil amont

Sont considérés comme ayant franchi le seuil amont, les individus détectés à minima une fois au niveau de l'antenne RFID **A4** ou du dispositif radio **R2** ou ayant été détecté par prospection **mobile** en amont du seuil de la déchetterie (Figure 18 ; Tableau 4).

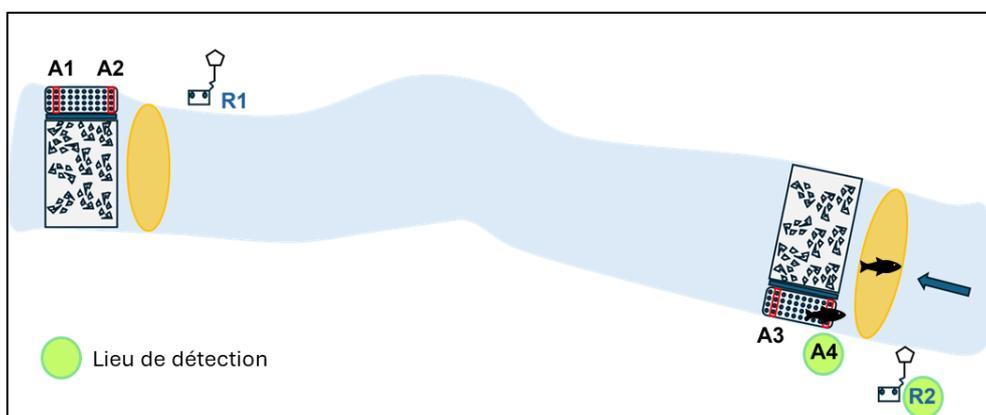


Figure 18 Illustration des zones de détections-franchissements seuil amont-

Tableau 4 Critères de validation des franchissements de seuils

Site	Lieu de détection				R1	R2	mobile amont seuil aval	mobile amont seuil amont
	A1	A2	A3	A4				
Seuil aval	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Seuil amont			✓	✓	✓			✓

4.5.2 Détermination des voies de passage

La détermination des voies de passage repose sur l’analyse croisée des données issues des enregistrements radio-téléométriques (fixes et mobiles) et des données récoltées au niveau des rampes à macro-rugosités par RFID.

4.5.2.1 Rampes à macro-rugosités

Pour chacun des deux sites étudiés, sont considérés comme ayant emprunté la rampe à macro-rugosités les individus ayant été **successivement détectés par l’antenne aval puis par l’antenne amont** (Tableau 5).

L’analyse est donc réalisée sur les périodes où les deux antennes RFID étaient en fonctionnement sur chacun des sites, soit :

- Du 13 septembre 2022 au 02 décembre 2023 pour le site aval (cf. 5.1)
- Du 13 septembre 2022 au 20 octobre 2023 pour le site amont (cf. 5.1)

En raison de l’existence d’autres voies de passages possibles (seuils en enrochements), les détections enregistrées isolément au niveau des antennes amont au niveau de chaque ouvrage (Antenne 2 et Antenne 4) ne sont pas comptabilisées comme des franchissements via les rampes. Il n’est en effet pas possible de discriminer les éventuelles faux négatifs (absences de détection au niveau des antennes aval) des détections issues de mouvements exploratoires en amont des rampes à la suite de passages via les seuils en enrochements.

4.5.2.2 Seuils en enrochements

L’analyse repose sur le croisement des données RFID et radio – téléométriques. Pour chacun des sites étudiés, sont considérés comme ayant empruntés les seuils en enrochements, les individus détectés en amont des seuils mais n’ayant pas été détectés au préalable par le jeu d’antennes RFID déployé dans les rampes à macro-rugosités (Tableau 5).

Tableau 5: Critères de détermination des voies de passage empruntées

Voie de passage	RFID				Radio		
	A1	A2	A3	A4	R1	R2	mobile
Rampe à macro-rugosités	✓	✓					
Seuil en enrochements		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rampe à macro-rugosités			✓	✓			
Seuil en enrochements			✓		✓		✓

ligatoire sur l’ensemble des antennes cochées

r l’une ou plusieurs des antennes cochées

4.5.3 Evaluation des taux de franchissabilité des ouvrages

La franchissabilité peut être évaluée sous la forme d’un taux au regard du nombre d’individus détectés en amont d’un ouvrage ramené au nombre d’individus détectés à son entrée.

4.5.3.1 Rampe à macro-rugosités

Considérant l’existence de différentes voies de passage (rampe à macro-rugosités et seuils en enrochements), l’évaluation repose ici sur la comparaison du nombre de franchissements avérés

(paragraphe 4.5.1.1) au nombre d'individus détectés en entrée de rampe (antenne 1 pour la rampe aval, antenne 3 pour la rampe amont).

$$\text{Franchissabilité} = \frac{\text{nb individus ayant franchi la rampe}}{\text{nb individus détectés sur l'antenne "aval rampe"}}$$

4.5.3.2 Seuils en enrochements

Considérant l'absence de dispositif de détection en entrée de seuils, l'évaluation des taux de franchissabilité des **seuils en enrochements**, telle que définie ci-dessus, n'est **pas envisageable** sur la base des données récoltées dans le cadre de cette étude. Le croisement des données issues des enregistrements RFID et radio permet toutefois d'évaluer l'utilisation de ces voies de passage à la montaison par les espèces piscicoles suivies.

4.5.4 Evaluation des temps de passage

4.5.4.1 Rampes à macro-rugosités

Pour les individus ayant emprunté les rampes, l'analyse vise à calculer la durée séparant l'heure de la dernière détection RFID enregistrée sur l'antenne aval (le poisson se met en mouvement dans l'ouvrage) à l'heure de la première détection RFID enregistrée sur l'antenne amont.

4.5.4.2 Seuils en enrochements

Considérant l'absence de dispositif de détection en entrée de seuils, l'évaluation du temps de franchissements des **seuils en enrochements** n'est pas envisageable sur la base des données récoltées.

5 Résultats

5.1 Contrôle de la qualité des données récoltées

5.1.1 RFID

Le contrôle de la qualité des données consiste en l'identification d'éventuelles périodes d'interruption des dispositifs RFID sur la base des données de détection issues des marques-mouchard déployées au niveau de chacune des antennes. En fonctionnement optimal, ces marques-test sont détectées **48 fois par jour**. Les journées au-cours desquelles **moins de 40 détections** sont enregistrées sont considérées comme des journées présentant des **aléas de fonctionnement**.

5.1.1.1 Rampe à macro-rugosités aval

Les antennes aval ont été **activées le 13 septembre 2022** et **ont définitivement cessé de fonctionner le 02 décembre 2023** à la suite d'évènements hydrologiques exceptionnels (crue décennale > 150 m³) ayant entraîné la détérioration du matériel mis en place.

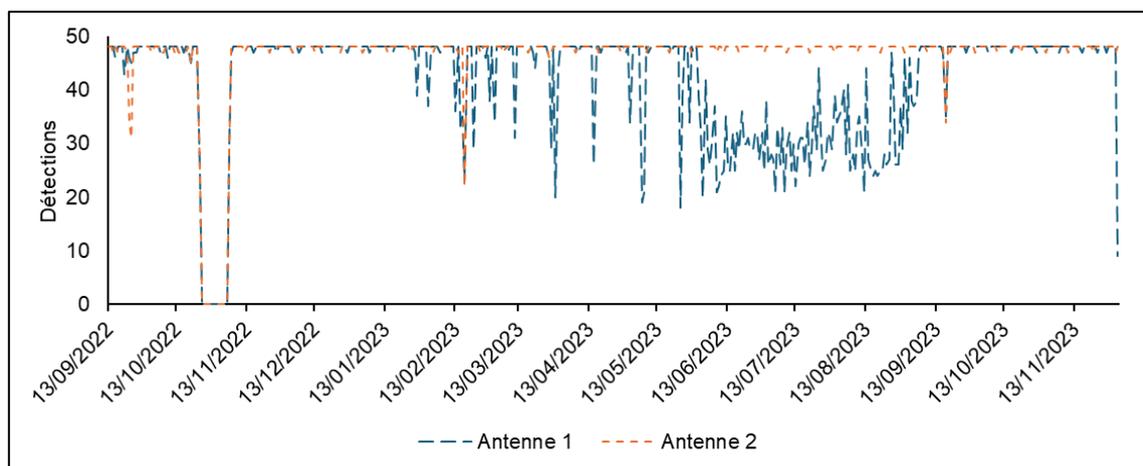


Figure 19 Détections quotidiennes des marques test sur le lecteur aval

Sur la période analysée (446 jours), les données issues des marques test indiquent une **interruption totale du dispositif** durant une période de **14 jours** entre le 23 octobre 2022 et le 05 novembre 2022, portant la durée de fonctionnement du système à 432 jours. L'intervention de maintenance réalisée sur la journée du 6 octobre a permis d'identifier l'origine du dysfonctionnement (calibration disjoncteur) et de remettre le dispositif en fonctionnement (Figure 19).

Les données de détections témoignent d'un fonctionnement optimal de **l'antenne amont (A2)** sur la quasi-totalité du suivi avec un **taux de fonctionnement** estimé à **99 %**. Les données obtenues sur **l'antenne aval (A1)** indiquent en revanche des aléas de fonctionnement observés de janvier à septembre 2023, en lien avec une déformation de l'antenne à la suite d'évènements hydrologiques. Sur cette période la marque test a été détecté à une fréquence moyenne de 31 détections par jour seulement. À la suite de la maintenance réalisée le 04 septembre 2023, l'antenne A1 a retrouvé un fonctionnement optimal jusqu'à la détérioration définitive du dispositif début décembre 2023 (Tableau 6).

Tableau 6 Statistiques des détections des marques test enregistrées sur le lecteur aval

Statistiques	Antenne 1	Antenne 2
Nb jours fonctionnement	432	432
Nb jours n quot > 40 (prop %)	323 (75%)	428 (99%)

5.1.1.2 Rampe à macro-rugosités amont

Les antennes amont (A3 et A4) ont été **activées le 13 septembre 2022** et ont **définitivement cessé de fonctionner le 20 octobre 2023** à la suite d'évènements hydrologiques.

Sur la période analysée (403 jours), les données issues des marques test indiquent à l'encre une **interruption totale du dispositif** durant une période de **14 jours** entre le 23 octobre 2022 et le 05 novembre 2022, portant la durée de fonctionnement du système à 391 jours. L'intervention de maintenance réalisée sur la journée du 6 octobre a permis d'identifier l'origine du dysfonctionnement (calibration disjoncteur) et de remettre le dispositif en fonctionnement (Figure 20 ; Figure 19).

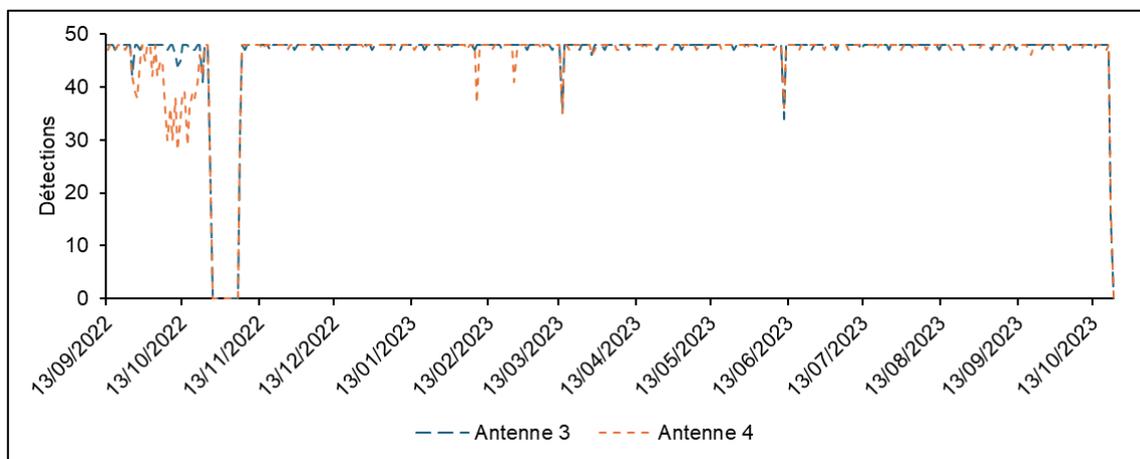


Figure 20 Détections quotidiennes des marques test sur le lecteur amont

Les données de détections témoignent d'un fonctionnement optimal de l'antenne amont (A4) sur plus de 99% de la période analysée. Les données obtenues sur l'antenne aval (A3) indiquent un léger dysfonctionnement courant octobre 2022, portant le taux de fonctionnement optimal de cette antenne à 95 % (Tableau 7).

Tableau 7 Statistiques des détections des marques test enregistrées sur le lecteur amont

Statistiques	Antenne 3	Antenne 4
Nb jours fonctionnement	391	391
Nb jours n quot > 40 (prop %)	387 (99%)	371 (95%)

5.1.2 Radio-télémetrie

Le contrôle de la qualité des données radio se fait à **deux niveaux**.

Niveau 1 : consiste en l'identification d'éventuelles périodes d'interruption des dispositifs de radio-télémetrie sur la base des données de détection issues de marques-mouchards déployées au niveau de chacune des antennes à la suite des marquages de septembre 2023.

Niveau 2 : consiste à identifier les individus marqués à l'aide d'émetteurs radio détectés en amont d'un dispositif de radio-télémetrie (en RFID ou en radio) mais n'ayant pas été détectés par le dispositif radio placé en aval. Cette évaluation n'est **possible que pour la station R1**. Ce second niveau de contrôle vise à renseigner sur l'efficacité de détection du système. Ce dernier pouvant varier en fonction de différents paramètres environnementaux (niveau d'eau, perturbations environnementales, niveau de batterie de l'émetteur...)

5.1.2.1 Station radio R1

Niveau 1 : En raison d'un dysfonctionnement du lecteur-enregistreur survenu le 15 septembre 2022, une interruption du système a été constatée lors du téléchargement des données effectué sur site en fin d'année 2022. Une maintenance a été réalisée en date du 24 février 2023, permettant la remise en route du système. Le lecteur R1 peut être considéré comme **hors service** sur la période **15 septembre 2022-24 février 2023**. Une marque mouchard a été mise en place lors de la seconde campagne de marquage en date du 04 septembre 2023. L'analyse des données de détection indique que cette marque a été **détectée en continue** sur la période **04 septembre 2023 - 02 décembre 2023**, témoignant d'un taux de fonctionnement de **100 % sur la durée du suivi au niveau du seuil aval à la suite de la seconde campagne de marquage**.

Niveau 2 : Les données de détections (RFID + radio) enregistrées sur les dispositifs placés en amont de la station radio R1 indiquent qu'un effectif de cinq individus marqués à l'aide d'émetteurs radio a été détecté au niveau du seuil amont, dont quatre ont été détectés au niveau de la station R1, indiquant une **efficacité relative de l'ordre de 80% en lien avec l'interruption du lecteur R1 sur la fin d'année 2022**.

5.1.2.2 Station radio R2

Niveau 1 : En raison d'un dysfonctionnement du lecteur-enregistreur survenu le 15 septembre 2022, une interruption du système a été constatée lors du téléchargement des données effectué sur site en fin d'année 2022. Une maintenance a été réalisée en date du 24 février 2023, permettant la remise en route du système. Le lecteur R1 peut être considéré comme **hors service** sur la période **15 septembre 2022-24 février 2023**. Une marque mouchard a été mise en place lors de la seconde campagne de marquage en date du 04 septembre 2023. L'analyse des données de détection indique que cette marque a été **détectée en continue** sur la période **04 septembre 2023 - 20 octobre 2023**, témoignant d'un taux de fonctionnement de **100 % sur la durée du suivi au niveau du seuil amont à la suite de la seconde campagne de marquage**.

5.2 Mobilité des poissons marqués

5.2.1 Effectifs détectés

Cette analyse rend compte du nombre d'individus détectés par au moins une antenne (RFID ou radio) sur la durée globale du suivi.

Les dispositifs **RFID** ont permis de détecter **422 individus** sur la période analysée parmi lesquels **374** ont été détectés sur le **site aval** et **158** sur le **site amont**. Les dispositifs de **radio-télémetrie** ont quant à eux permis de détecter un total de **16 individus** (dont 12 détectés en RFID) sur les 60 individus marqués (27%). Une majorité (n=15) a été détectée sur le dispositif aval (R1).

Au total, **426 individus** distincts ont été détectés, soit un taux de détection globale de l'ordre de **43%** (Tableau 8).

Tableau 8 Effectifs détectés par RFID et radio-télémetrie

Lieu	Individus détectés	Proportion de l'effectif marqué
amont	158	16%
o amont	4	7%
aval	374	37%
o aval	15	23%
Radio mobile	1	3%
Total distinct	426	43%

5.2.2 Espèces détectées

Les individus détectés correspondent **très majoritairement** à des individus appartenant à l'espèce *Salmo trutta* (n = 419), puisque **seulement 7 chabots** ont été détectés (Tableau 9).

Tableau 9 : Origine des individus détectés par espèce

Origine	Effectif détecté	Proportion de l'effectif détecté
2022		
TRF	287	67%
CHA	7	2%
2023		
TRF	132	31%
Total distinct	426	100%

Les données témoignent cependant de **taux de redétection comparables** pour les deux espèces marquées, de l'ordre de **40% environ** (Figure 21).

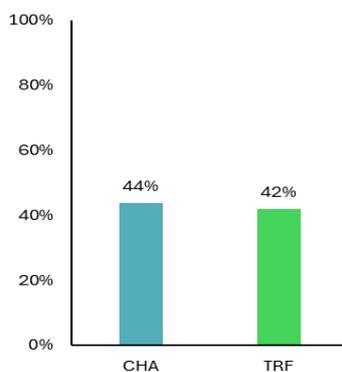


Figure 21 Taux de redétection par espèce

5.2.3 Temporalité des détections

5.2.3.1 RFID

Les chroniques de détection enregistrées au niveau des antennes RFID déployées au niveau des rampes à macro-rugosités indiquent que la **majorité des détections** ont été observées au cours des mois de **septembre 2022 et septembre 2023**, à la suite des opérations de marquages.

- Site Aval

Les résultats indiquent un maximum de 51 individus détectés quotidiennement sur l’antenne aval (Antenne 1) durant les trois journées consécutives à la campagne de marquage de 2022 (14 au 16 septembre 2022), soit près de 20 % des individus détectés sur cette antenne sur la durée totale du suivi. La même tendance est observable au niveau de l’antenne amont (Antenne 2) avec un effectif quotidien détecté supérieur à 40 individus sur ces mêmes journées

Les résultats témoignent d’une nette raréfaction des détections sur la période mi-décembre 2022 - septembre 2023 se traduisant par quelques détections ponctuelles. La même dynamique est observable à la suite de la campagne de marquage de 2023 (Figure 22 ; Tableau 10).

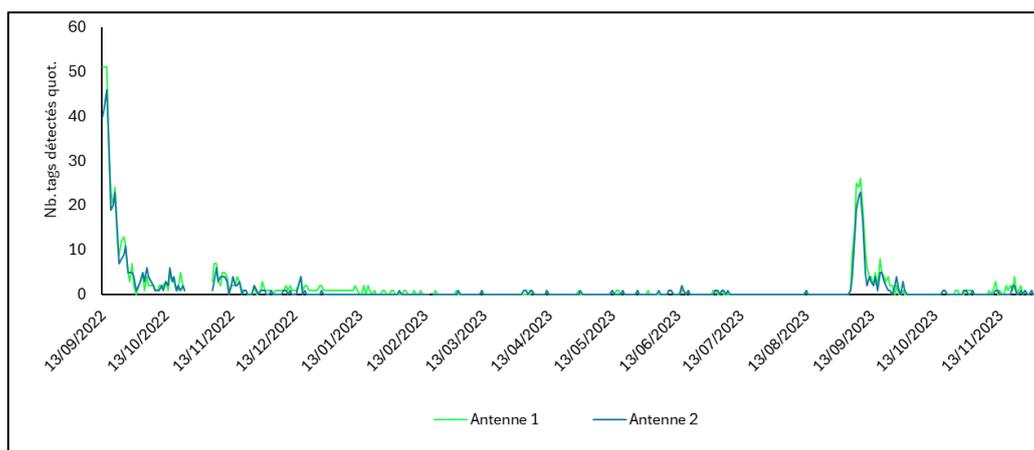


Figure 22 Chronique des détections RFID enregistrées sur le site aval ; Nb : Un même individu peut être comptabilisé plusieurs fois

- Site Amont

Les résultats enregistrés au niveau de la rampe à macro-rugosités amont montrent là encore des pics de détections observés durant les journées consécutives aux relâchés des poissons avec un maximum de 19 individus détectés sur l’antenne aval (Antenne 3) sur la journée du 15 septembre 2022(Figure 23 ; Tableau 10).

Les données indiquent là encore une raréfaction des détections sur la période décembre 2022- septembre 2023.

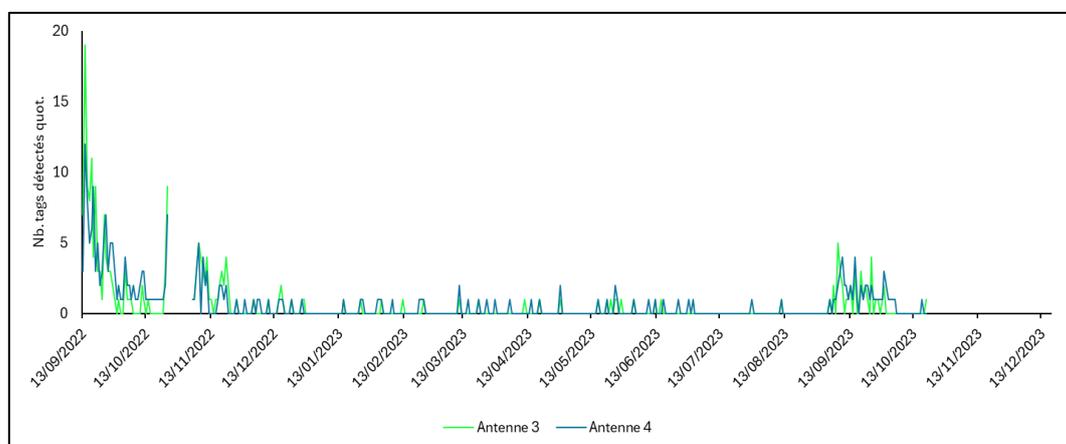


Figure 23 Chronique des détections RFID enregistrées sur le site amont ; Nb : Un même individu peut être comptabilisé plusieurs fois

Tableau 10 Statistiques quotidiennes des détections RFID

Statistiques	Antenne 1	Antenne 2	Antenne 3	Antenne 4
Min	0	1	0	0
Max	51	46	19	12
Nb. Jrs >0	181	130	91	127
Moyenne	9	9	1	1

5.2.3.2 Radio-télémetrie

En raison d'un dysfonctionnement survenu au niveau des dispositifs de radio-télémetrie courant septembre 2022, cette analyse n'a pu être réalisée de manière précise que sur la période de fonctionnement, soit février 2022-fin d'année 2023.

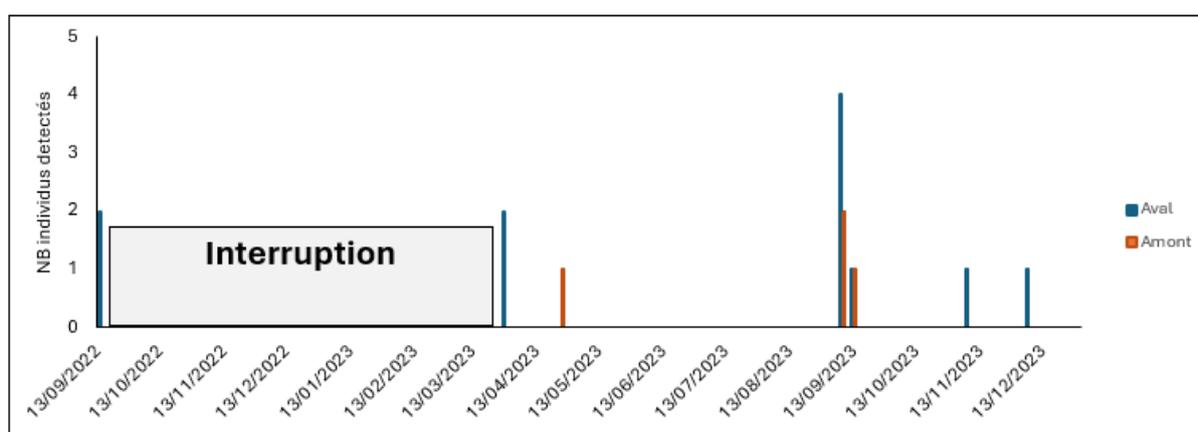


Figure 24 Chronique des détections radio enregistrées sur les sites amont et aval

En dépit de quelques détections diffusent observées au printemps 2023 ainsi qu'en fin d'année 2023, les données télémétriques indiquent que la majorité des détections ont là encore été enregistrées dans les journées suivant les campagnes de marquages.

5.3 Evaluation de la franchissabilité des seuils

5.3.1 Franchissements et voies de passage

5.3.1.1 Seuil aval

Pour rappel, les individus ayant franchi le seuil aval correspondent aux **individus détectés** au niveau des antennes **RFID A2, A3 ou A4** ou encore au niveau des dispositifs de radio-télémetrie **R1, R2** ou ayant été détectés en amont de l'ouvrage lors des prospections mobiles des 27 et 28 mars 2023 (Tableau 4).

Les données issues indiquent qu'un effectif total de **378 individus** a été détecté en amont du seuil aval de Saint-Bonnet-en-Champsaur, correspondant à un taux de franchissement de 38 % par rapport à l'effectif marqué-relâché. **Ces individus correspondent intégralement à des individus appartenant à l'espèce *Salmo trutta*. Aucun chabot n'a franchi le seuil aval.**

Les données RFID enregistrées au niveau des antennes A1 et A2 indiquent que parmi ces individus, **270 ont emprunté la rampe à macro-rugosités**, soit **71 %** de l'effectif détecté en amont du seuil (n = 378). Les données de détection suggèrent que le reste des individus (n =108),

soit **29 %** de l'effectif détecté en amont du seuil, aurait emprunté le **seuil en enrochements** comme voie de passage (Figure 25, Tableau 11).

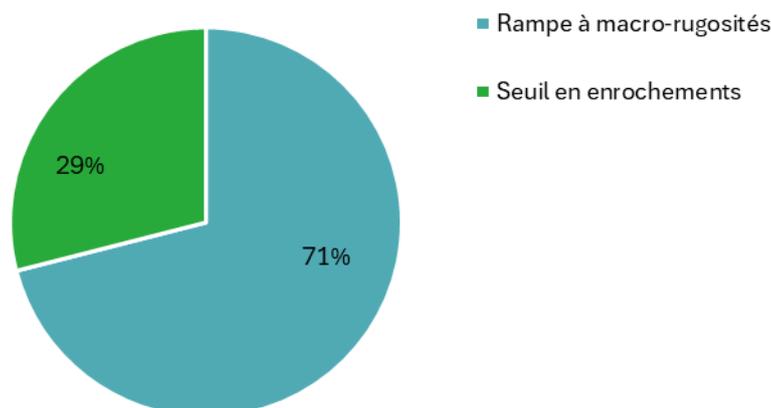


Figure 25: Statistiques des voies de passage empruntées, seuil aval (n=378)

5.3.1.2 Seuil amont

Les individus ayant franchi le seuil amont correspondent aux **individus détectés** au niveau de l'antenne RFID **A4** ou au niveau du dispositif de radio-télémetrie **R2** ou ayant été détectés en amont de l'ouvrage lors de la prospection mobile de mars 2023 (Tableau 4).

Les données indiquent que **135 individus** ont été détectés en amont du second seuil, soit environ 13.5% de l'effectif marqué-relâché. Ces individus correspondent intégralement à des individus appartenant à l'espèce **Salmo trutta**. L'estimation du taux de franchissement basé sur l'effectif global détecté en amont du seuil aval (n = 378) suggère un taux de franchissement de l'ordre de 35 % environ.

Les données RFID enregistrées au niveau des antennes A3 et A4 indiquent qu'une **part très majoritaire** de ces individus a été détectée au niveau de la **rampe à macro-rugosités** avec un total de **115 individus** détectés par RFID, soit **85%** des franchissements observés au niveau de cet ouvrage (Figure 26, Tableau 11).

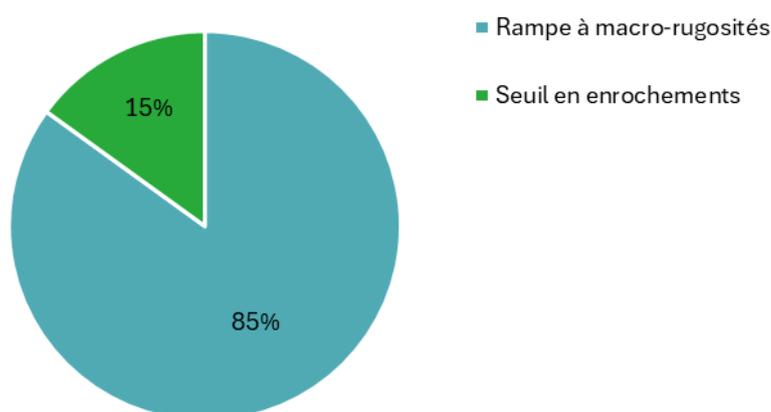


Figure 26 Statistiques des voies de passage empruntées, seuil amont (n=134)

En raison de l'absence de dispositifs RFID en amont du seuil amont, il est important de souligner que l'évaluation de la **proportion des passages par le seuil en enrochements** sur ce site constitue ici une **estimation « à minima » des passages par cet ouvrage. Il n'est en effet**

pas possible de déterminer si des individus marqués en RFID (seulement) ont emprunté le seuil en enrochement. A noter que les prospections mobiles radio ont permis de redétecter un individu n’ayant pas été détecté par le système fixe R2.

Tableau 11: Synthèse franchissements et voies de passages

Site	Rampe à macro-rugosités	Seuil en enrochements	Total
Site aval	270 (71%)	108 (29%)	378
Site amont	115 (85%)	20 (15%)	135

5.3.2 Franchissabilité des rampes à macro-rugosités

5.3.2.1 Site aval

Au total **322 individus ont été détectés** au niveau de l’antenne A1 dont 315 truites et 7 chabots.

Les données enregistrées en sortie de rampe indiquent qu’**aucun chabot** n’a franchi l’ouvrage en dépit de détections enregistrées en entrée d’ouvrage. Les données enregistrées pour l’espèce **Salmo trutta** indiquent en revanche que 270 des 315 individus détectés en entrée d’ouvrage ont été ultérieurement détectés en sortie de rampe au niveau de l’antenne A2, correspondant à une **franchissabilité** évaluée à **86%** sur la durée du suivi (Tableau 12).

5.3.2.2 Site amont

Au total 142 individus appartenant à l’espèce **Salmo trutta**, ont été détectés au niveau de l’antenne A3 dont 115 ultérieurement détectés en sortie de rampe au niveau de l’antenne A4, correspondant à une **franchissabilité** évaluée à **81%** sur la durée du suivi (Tableau 12).

Tableau 12 Franchissabilité des rampes à macro-rugosités

Site		Antenne aval	Antenne amont	Franchissabilité
Rampe aval	TRF	315	270	86%
	CHA	7	-	
	Rampe amont	TRF	142	115

5.3.2.3 Temps de franchissement des rampes à macro-rugosités

Le temps de franchissement a été calculé pour les individus détectés sur les antennes RFID déployées au niveau des rampes à macro-rugosités.

Sur la rampe **aval**, où 270 individus ont emprunté la rampe, les résultats de détection indiquent un **temps médian de 64 minutes** pour franchir l’ouvrage avec un minima de 15 minutes et un maxima de 29 heures. Les résultats obtenus sur la rampe **amont**, franchie par 115 individus, indiquent quant à eux un **temps médian de franchissement évalué à 89 minutes**, avec un minima de 7 minutes et un maxima de 16 heures environ (Tableau 13).

Tableau 13 Temps de passages enregistrés au niveau des rampes à macro-rugosités

Site	Temps min	Temps max	Temps moyen	Temps median
Rampe aval	15 min	~ 29 h	2 h 36 min	64 min
Rampe amont	7 min	~16 h	3 h 34 min	89 min

5.3.3 Sélectivité des seuils

L'analyse de la sélectivité des ouvrages est étudiée à trois niveaux :

- **Sélectivité des ouvrages** : afin de vérifier si les individus ayant franchi les seuils appartiennent à des classes de tailles particulières.
- **Sélectivité des différentes voies de passage** : afin de vérifier s'il existe une corrélation entre la taille des individus détectés et les voies de passages empruntées par ces derniers.
- **Sélectivité des rampes à macro-rugosités** : afin de vérifier si les rampes sont franchies de manière comparable par les différentes classes de tailles détectées en entrée d'ouvrage.

5.3.3.1 Sélectivité des ouvrages

Au total 378 truites ont été détectées en amont de l'ouvrage aval dont 134 ont été détectées ultérieurement en amont du seuil amont.

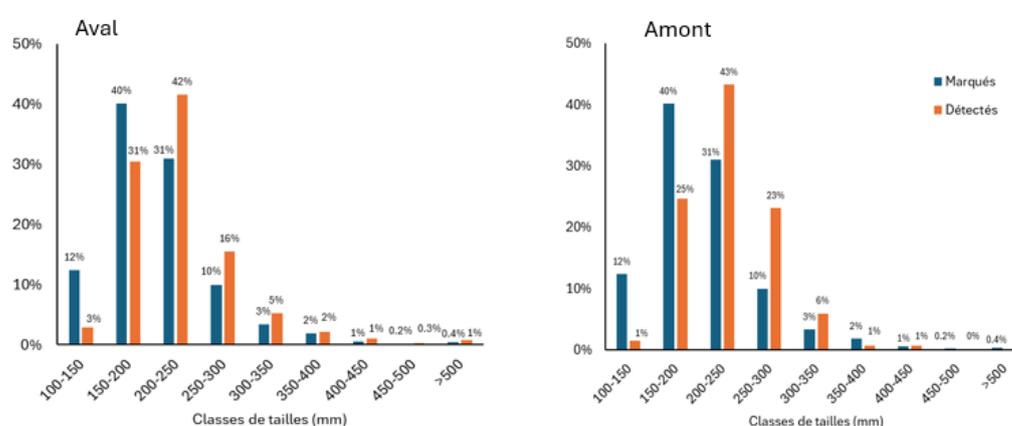


Figure 27: Distributions des classes de tailles détectées en amont de l'ouvrage aval (gauche), amont (droite) et des classes de tailles marquées

L'analyse visuelle des distributions des classes de tailles détectées en amont des ouvrages indique que l'ensemble des classes de tailles marquées sont représentées dans les effectifs détectés (Figure 27).

Les résultats indiquent cependant une tendance à la **sous-représentation** des individus d'une **taille inférieure à 200 mm** particulièrement marquée chez les individus de taille inférieure à 150 mm, ainsi qu'une légère **sur-représentation** des individus de **taille supérieure à 200 mm** parmi les individus détectés en amont des ouvrages. Cette tendance est confirmée par les tests statistiques réalisés (Wilcoxon-Mann-Whitney, p value < 0.05), indiquant une différence entre les distributions étudiées.

Ces résultats sont potentiellement imputables à une différence comportementale entre les individus de petite taille et les individus au stade adulte avec une tendance à la mobilité potentiellement plus importante chez ces derniers. Ils sont toutefois également susceptibles de refléter d'une **sélectivité relative** des ouvrages avec des passages favorisés pour les individus de taille supérieure à 200 mm.

5.3.3.2 Sélectivité des voies de passage

Cette analyse tend à vérifier si les voies de passages étudiées (rampes à macro-rugosités et seuils en enrochements) sont préférentiellement empruntées par certaines classes de tailles.

L'analyse vise ici à comparer la distribution des classes de tailles des individus ayant emprunté les rampes à macro-rugosités à celle des individus ayant emprunté les seuils en enrochements, sur chacun des sites (Figure 28).

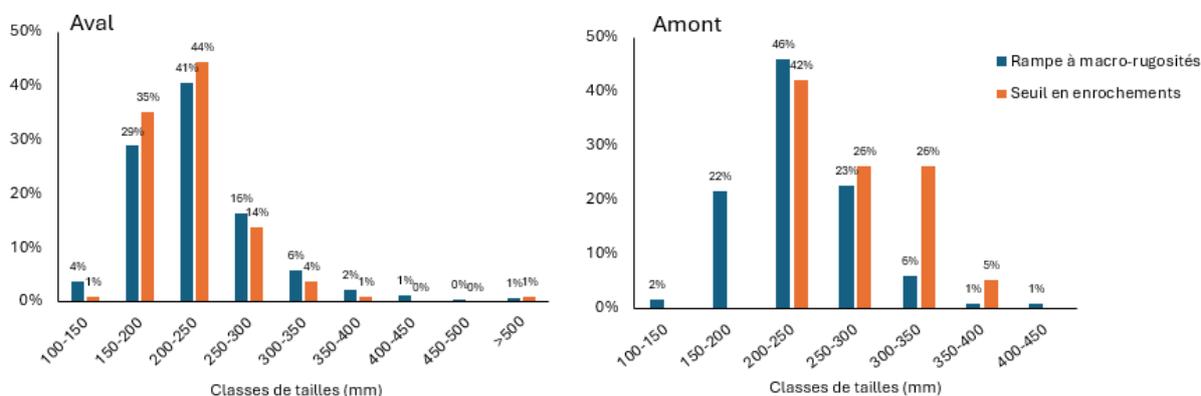


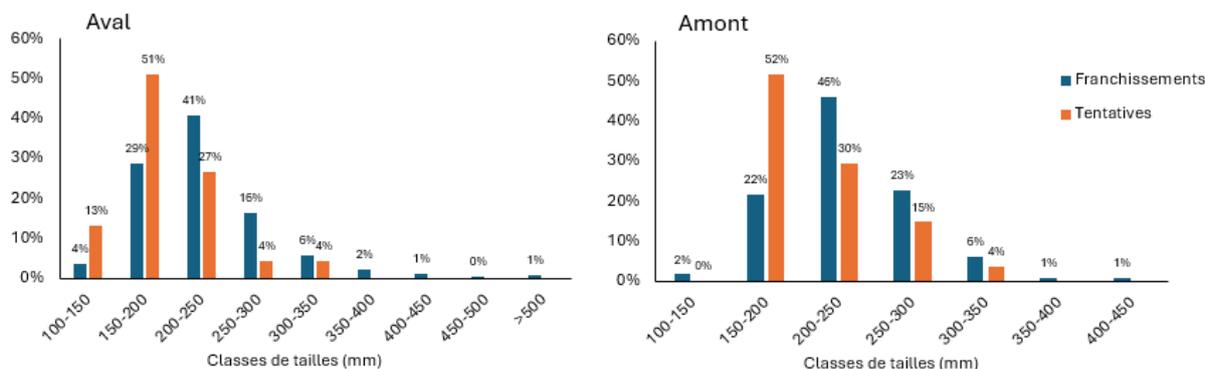
Figure 28: Distributions des classes de tailles détectées au niveau des différentes voies de passage sur le site aval (gauche) et le site amont (droite)

Les résultats obtenus sur le **site aval** ne témoignent d'**aucune sélectivité particulière des voies de passage** étudiées puisque les différentes classes de tailles sont représentées dans des proportions comparables au niveau de la rampe à macro-rugosités et du seuil en enrochements. Ces observations sont confirmées par les test statistiques réalisés (Wilcoxon-Mann-Whitney, p value > 0.05).

Les résultats obtenus sur le **site amont** témoignent d'une **différence** dans les distributions des classes de tailles détectées au niveau des deux voies de passage étudiées. Les données indiquent une légère **sur-représentation des classes de tailles supérieures à 250 mm** ainsi qu'une **sous-représentation significative des classes de tailles inférieure à 200 mm** parmi les individus ayant emprunté le seuil en enrochements. Ces résultats sont toutefois **difficilement interprétables** dans la mesure où il n'est pas possible de quantifier avec précision les passages par le seuil en enrochements puisqu'aucun dispositif RFID permettant une détection plus en amont n'a été déployé ici, contrairement au site aval.

5.3.3.1 Sélectivité des rampes à macro-rugosités

L'analyse tend ici à comparer la distribution des classes de tailles des individus ayant tenté de franchir les rampes à macro-rugosités à celle des individus ayant franchi ces dernières afin d'identifier une potentielle sélectivité de ces ouvrages.



Les résultats obtenus au niveau des deux sites indiquent une **représentation majoritaire des classes de tailles inférieures à 200 mm** parmi les individus ayant été **défectés en entrée d'ouvrage** avec 64 % de l'effectif total détecté. Les résultats de **franchissements** témoignent quant à eux d'une **représentation majoritaire des classes de tailles supérieures à 200 mm**. Ces observations sont confirmées par les tests statistiques réalisés (Wilcoxon-Mann-Whitney, p value < 0.05), indiquant une potentielle sélectivité des rampes à macro-rugosités sur les individus de taille inférieure à 200 mm.

6 Conclusion

Ce suivi a été réalisé de septembre 2022 à décembre 2023 au niveau des seuils aménagés situés sur les communes de Saint-Bonnet-en-Champsaur et de la Fare-en-Champsaur (05). Il vise à vérifier la **franchissabilité piscicole des rampes à macro-rugosités** aménagées en 2013 dans le cadre du contrat de rivière Drac amont et de manière plus générale à évaluer le caractère franchissable des seuils en tant que tels.

Deux techniques de télémétrie (RFID et radio-télémétrie) ont été utilisées afin de répondre aux objectifs du suivi. Au total 1000 truites et 16 chabots ont été marqués et relâchés à l’aval des ouvrages étudiés, parmi lesquels **419 truites** et **7 chabots** ont été **redétectés** par la suite.

Les résultats obtenus **confirment la franchissabilité des seuils** étudiés pour la truite fario avec respectivement 378 et 134 individus détectés à l’amont des seuils du pont des baraques et de la déchetterie, correspondant à des taux de franchissement respectifs de l’ordre de 38% et 35% pour cette espèce.

Aucun chabot n’a été détecté **en amont des seuils**. Au regard du faible nombre d’individus marqués pour cette dernière espèce (n = 16), ces résultats demeurent difficilement interprétables et ne permettent pas de statuer quant à la franchissabilité des ouvrages étudiés pour cette espèce.

Les résultats indiquent qu’une **part majoritaire des franchissements enregistrés** a été observé **au niveau des rampes à macro-rugosités** avec respectivement **71 % et 85 %** des passages observés sur les seuils du pont des baraques et de la déchetterie. Le croisement des données RFID et de radio-télémétrie indique qu’une part non négligeable des individus marqués auraient par ailleurs emprunté **les seuils en enrochements** comme voie de montaison avec respectivement 29 % (n = 108) et 15 % (n = 19) des franchissements enregistrés sur les deux sites. Le protocole de suivi mis en place ne permettant pas d’estimer de manière exhaustive les passages par les seuils en enrochements, ces chiffres constituent des estimations à la hausse du taux d’utilisation des rampes à macro-rugosités, données ici à titre indicatif, sur la base des données disponibles. Les données suggèrent une potentielle sélectivité des ouvrages sur les individus de taille inférieure à 200 mm, plus faiblement représentés dans les effectifs détectés en amont des ouvrages. Cette tendance demeure toutefois difficilement interprétable puisque plausiblement imputable à une différence comportementale entre les individus de petite taille et les individus au stade adulte avec une tendance à la mobilité potentiellement plus importante chez ces derniers.

Les résultats de cette étude **confirment la franchissabilité des seuils aménagés** du pont des baraques et de la déchetterie. Ils témoignent de **l’utilisation des rampes à macro-rugosité** par la truite fario comme voie de montaison. Ces résultats mettent également en lumière l’utilisation **des seuils en enrochements** comme voie de montaison pour cette espèce en dépit d’une conception non spécifiquement prévue à cet effet. Ces observations mettent en lumière la nécessité d’intégrer la question de l’intégration du franchissement piscicole dans les futurs travaux de réfection ou de création de seuils en enrochements afin de proposer des ouvrages permettant de répondre aux besoins d’aménagements tout en permettant la libre circulation des populations piscicoles.

