

Mesures biologiques en phase d'écluse de l'usine de Chaudanne (04) 2021



*Étude réalisée avec le concours financier de l'Agence
de l'Eau Rhône Méditerranée Corse*

Juin 2021

www.athos-environnement.fr

ATHOS Environnement
112 Avenue du Brézet
63 100 Clermont Ferrand
tel (33) 04 73 15 09 38
fax (33) 04 73 90 14 87

MAITRE D'OUVRAGE : EDF-CIH

INTERLOCUTEUR PRINCIPAL : Jean-René MALAVOI

TITRE : Mesures biologiques en phase d'éclusee de l'usine de Chaudanne (04)

MOTS-CLES : Éclusee, Verdon, échouage, piégeage, truites

DATE D'EDITION : Juin 2021

STATUT : Version finale

NOMBRE D'EXEMPLAIRES EDITES : 1

NOMBRE DE PAGES : 56

Parmi le personnel d'ATHOS environnement, ont participé à cette étude :

		Terrain	Rédaction	Relecture	Validation
Directeur général	Antoine THOUVENOT				x
Chef de Projet	Marie-Eve MAUDUIT			x	
Chef de Projet	Alban DUMONT	x		x	x
Chargé de recherche	Benoit GIRE	x			
Chargé d'étude	Pierre BASSO	x	x		
Technicien	Gilles DERAIL	x			
Technicien	Antoine JAMON	x			
Stagiaire	Emma BLANC	x			

ATHOS Environnement
S.A.S. au capital de 151 700 euros



112, Avenue du Brézet - 63100 Clermont Ferrand

☎ 04 73 15 09 38 – Fax 04 73 90 14 87

✉ contact@athos-environnement.fr

www.athos-environnement.fr

SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
1 CONTEXTE GENERAL ET OBJET DE L'ETUDE	7
2 LOCALISATION DES STATIONS D'ETUDE	8
3 CARACTERISTIQUES D'UNE ECLUSEE « TYPE » 0-40 M3/S	8
4 METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE POUR LE SUIVI BIOLOGIQUE	9
4.1 OBJECTIFS	9
4.2 PREPARATION DES RECONNAISSANCES DE TERRAIN	9
4.3 MATERIEL UTILISE ET SECURITE	10
4.4 PLANNING DE L'OPERATION	11
4.5 EFFORT D'ECHANTILLONNAGE	12
4.6 PRISES DE VUES	12
4.7 DEFINITION DES STRUCTURES PIEGEANTES.....	13
4.8 OBSERVATIONS REALISEES SUR LES STATIONS PRINCIPALES (SITE 1 ET 3).....	13
4.9 OBSERVATIONS REALISEES SUR LES STATIONS SECONDAIRES (SITE 2 ET 4)	14
5 PRESENTATION DES SITES D'ETUDE	15
5.1 SITE 1.....	15
5.1.1 <i>Caractéristiques morphologiques du site</i>	15
5.2 SITE 2.....	17
5.2.1 <i>Caractéristiques morphologiques du site</i>	17
5.3 SITE 3.....	19
5.3.1 <i>Caractéristiques morphologiques du site</i>	19
5.4 SITE 4.....	21
5.4.1 <i>Caractéristiques morphologiques du site</i>	21
6 RESULTATS DES OBSERVATIONS BIOLOGIQUES CONCERNANT LES POISSONS	23
6.1 SITE 1.....	23
6.1.1 <i>Résultats des suivis</i>	23
6.2 SITE 2.....	27
6.2.1 <i>Résultats des suivis</i>	27
6.3 SITE 3.....	34
6.3.1 <i>Résultats des suivis</i>	34
6.4 SITE 4.....	38
6.4.1 <i>Résultats des suivis</i>	38
6.5 COMPARAISON INTER-SITES	42
6.5.1 <i>Nombre de poissons</i>	42
6.5.2 <i>Pourcentage échouage/piégeage</i>	43
6.5.3 <i>Nombre de poissons en fonction de la surface</i>	44
6.5.4 <i>Répartition des poissons selon les structures</i>	48
7 RESULTATS DES OBSERVATIONS BIOLOGIQUES CONCERNANT LES MACRO-INVERTEBRES	52
8 CONCLUSION	55

Table des Figures

Figure 1 : Barrage-Usine de Chaudanne sur le Verdon et linéaire concerné par les éclusées (Source : Cahiers des charges EDF).....	7
Figure 2 : Localisation des stations étudiées (Source : FDP 83, ATHOS Environnement)	8
Figure 3 : Opérateurs avec leurs EPI durant la prospection d'une station (Source : ATHOS Environnement)	10
Figure 4 : Schéma représentant le suivi des éclusées (Source : EDF, ATHOS Environnement).....	11
Figure 5 : Exemple de vasque observée sur la station 2 (Source : ATHOS Environnement).....	13
Figure 6 : Superficies et pourcentage par type d'unités sur le site 1 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement).....	15
Figure 7 : Localisation des unités piégeantes et des placettes d'inventaires sur le site 1 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)	16
Figure 8 : Superficies et pourcentage par type d'unités sur le site 2 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement).....	17
Figure 9 : Localisation des unités piégeantes et des placettes d'inventaires sur le site 2 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)	18
Figure 10 : Superficies et pourcentage par type d'unités sur le site 3 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement).....	19
Figure 11 : Localisation des unités piégeantes et des placettes d'inventaires sur le site 3 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)	20
Figure 12 : Superficies et pourcentage par type d'unités sur le site 4 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement).....	21
Figure 13 : Localisation des unités piégeantes et des placettes d'inventaires sur le site 4 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)	22
Figure 14 : Vasque n°10 localisée sur le site 1 (Source : ATHOS Environnement)	24
Figure 15 : Poissons observés lors des deux suivis sur le site 1 (Source : ATHOS Environnement).....	25
Figure 16 : Localisation des poissons observés sur le site 1 (Source : ATHOS Environnement)	26
Figure 17 : Poissons observés lors des deux suivis sur le site 2 (Source : ATHOS Environnement).....	29
Figure 18 : Présence d'alevins dans la vasque 28 rajoutée lors du suivi biologique (Source : ATHOS Environnement).....	30
Figure 19 : Localisation des poissons observés sur le site 2 (Source : ATHOS Environnement)	31
Figure 20 : Détail du secteur amont du site 2 (Source : ATHOS Environnement).....	32
Figure 21 : Évolution du niveau d'eau de la vasque n°4 (Source : ATHOS Environnement)	33
Figure 22 : Photographie de la vasque n°4 située sur le site 3 (Source : ATHOS Environnement)	35
Figure 23 : Photographie des placettes S3P3 et S3P9 du site 3 (Source : ATHOS Environnement).....	35
Figure 24 : Poissons observés lors des deux suivis sur le site 3 (Source : ATHOS Environnement).....	36
Figure 25 : Localisation des poissons observés sur le site 3 (Source : ATHOS Environnement)	37
Figure 26 : Photographies de la vasque n°2 et de la vasque n°26 localisées sur le site 4 (Source : ATHOS Environnement).....	39
Figure 27 : Poissons observés lors des deux suivis sur le site 4 (Source : ATHOS Environnement).....	40
Figure 28 : Localisation des poissons observés sur le site 4 (Source : ATHOS Environnement)	41
Figure 29 : Nombre total de poissons recensés par espèce sur les 4 sites lors des 2 éclusées (Source : ATHOS Environnement)	42

Figure 30 : Pourcentage de poissons piégés/échoués lors de l'écluse courte (Source : ATHOS Environnement).....	43
Figure 31 : Pourcentage de poissons piégés/échoués lors de l'écluse longue (Source : ATHOS Environnement).....	43
Figure 32 : Densité de poissons/hectare pour chaque site pour les deux suivis (Source : ATHOS Environnement).....	44
Figure 33 : Densité de poissons/hectare sur les zones piégeantes pour chaque site pour les deux suivis (Source : ATHOS Environnement)	45
Figure 34 : Densité de poissons/hectare sur les zones de retrait pour chaque site pour les deux suivis (Source : ATHOS Environnement)	46
Figure 35 : Pourcentage de poissons par espèce retrouvée échouée/piégée dans les différentes structures lors de l'écluse courte (Source : ATHOS Environnement).....	48
Figure 36 : Pourcentage de poissons par espèce retrouvée échouée/piégée dans les différentes structures lors de l'écluse longue (Source : ATHOS Environnement)	49
Figure 37 : Proportion des piégeages/échouages selon le type de structure (Source : ATHOS Environnement).....	50
Figure 38 : Estimation du nombre de macro-invertébrés par site lors des 2 éclusées (Source : ATHOS Environnement).....	52
Figure 39 : Photographies de quelques invertébrés retrouvés lors du suivi biologique (Source : ATHOS Environnement).....	54

Table des Tableaux

Tableau 1 : Organisation des équipes lors du suivi biologique (Source : ATHOS Environnement).....	9
Tableau 2 : Exemple de feuille de route détaillant le parcours de l'équipe 1 lors de l'éclusee du 03/05/2021 (Source : ATHOS Environnement)	10
Tableau 3 : Programme du suivi des éclusées (Source : EDF)	11
Tableau 4 : Classement des particules selon Malavoi et Souchon 1989.....	12
Tableau 5 : Descriptif des unités morphologiques sur le site 1 (Source : Véodis 3D).....	15
Tableau 6 : Descriptif des unités morphologiques sur le site 2 (Source : Véodis 3D).....	17
Tableau 7 : Descriptif des unités morphologiques sur le site 3 (Source : Véodis 3D).....	19
Tableau 8 : Descriptif des unités morphologiques sur le site 4 (Source : Véodis 3D).....	21
Tableau 9 : Détails des observations réalisées sur les zones de piégeages et les placettes présentes sur le site 1 (Source : ATHOS Environnement)	23
Tableau 10 : Détails des poissons observés sur le site 1 (Source : ATHOS Environnement).....	24
Tableau 11 : Détails des observations réalisées sur les zones de piégeages et les placettes présentes sur le site 2 (Source : ATHOS Environnement).....	27
Tableau 12 : Détails des poissons observés sur le site 2 (Source : ATHOS Environnement).....	28
Tableau 13 : Détails des observations réalisées sur les zones de piégeages et les placettes présentes sur le site 3 (Source : ATHOS Environnement)	34
Tableau 14 : Détails des poissons observés sur le site 3 (Source : ATHOS Environnement).....	35
Tableau 15 : Détails des observations réalisées sur les zones de piégeages et les placettes présentes sur le site 4 (Source : ATHOS Environnement).....	38
Tableau 16 : Détails des poissons observés sur le site 4 (Source : ATHOS Environnement).....	39
Tableau 17 : Nombre total de poissons recensés par espèce sur les 4 sites lors des 2 éclusées (Source : ATHOS Environnement)	42
Tableau 18 : Caractéristiques des zones de retrait où des poissons ont été retrouvés échoués (Source : ATHOS Environnement)	47

1 CONTEXTE GENERAL ET OBJET DE L'ETUDE

Dans le cadre d'une convention de partenariat EDF/DREAL/Agence de l'Eau RMC/OFB, EDF souhaite étudier les impacts écologiques potentiels des éclusées réalisées sur le Verdon, en aval du barrage-usine de Chaudanne.

Cette centrale hydroélectrique est située sur la commune de Castellane, dans le département des Alpes de Haute Provence (04). Le linéaire concerné par les éclusées s'étend du canal de restitution de l'usine (400m en amont du pont de Castellane) jusqu'à la queue de la retenue de Saint Croix, environ 36 km en aval.

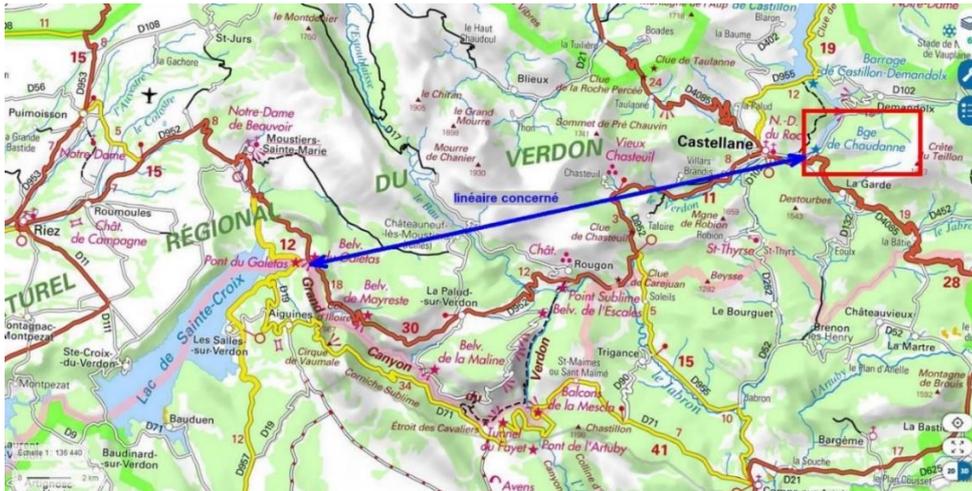


Figure 1 : Barrage-Usine de Chaudanne sur le Verdon et linéaire concerné par les éclusées (Source : Cahiers des charges EDF)

D'après l'étude réalisée par ECOGEA pour le compte de l'Agence de l'Eau RMC en 2019, 2 types de risques morpho-écologiques liés aux éclusées sont présents sur ce tronçon du Verdon :

- L'instabilité hydrodynamique (IH) : liée aux mises en vitesse fréquentes et rapides de différentes zones du lit mineur.
- Le piégeage/échouage (PE) des poissons (alevins et juvéniles de truite fario principalement) : ce risque est lié aux processus de submersion/exondation de zones du lit mineur situées dans l'emprise des variations liées aux éclusées. Il y a dans un premier temps piégeage des poissons au sein d'une entité fluviale qui se met en eau au moment de l'écluse, puis potentiellement échouage si l'eau disparaît lorsque le débit redescend (reflux, infiltration, évaporation). L'échouage est souvent létal (mortalité directe ou prédation).

La caractérisation des unités morphologiques et la mesure de l'instabilité hydrodynamique ont été réalisées par Véodis 3D au cours d'une écluse effectuée début mars. Les résultats sont détaillés dans un rapport joint et ont servi de support pour la réalisation des mesures biologiques, supervisées par ATHOS Environnement lors de 2 éclusées, en mai. L'objectif de ces mesures était de quantifier les individus piégés/échoués dans les structures piégeantes, préalablement identifiées. Le présent rapport décrit les moyens humains et la méthodologie mis en œuvre ainsi que les résultats des suivis biologiques réalisés lors des éclusées de mai 2021.

2 LOCALISATION DES STATIONS D'ETUDE

Les investigations de terrain ont été limitées à la première partie du linéaire concerné, entre la restitution de l'usine de Chaudanne et la confluence avec le Jabron (soit 14 km- masse d'eau FRDR259). La masse d'eau aval (FRDR256) est en effet plus compliquée d'accès (gorges) et n'est plus la zone électorale de la truite fario, qui est l'espèce patrimoniale d'intérêt majeur dans cette partie du Verdon.

Sur ce linéaire, deux stations d'études « principales » ont été suivies selon un protocole dit « complet » et deux stations « complémentaires » avec un protocole « allégé ».

L'intensité du piégeage/échouage (PE) des alevins et juvéniles de truite fario semble augmenter lorsque les frayères sont à proximité des zones potentielles de PE. C'est pourquoi les deux stations principales ont été positionnées dans des secteurs de la rivière où des frayères actives et potentielles ont été récemment observées (observations FDP 83, décembre 2020). Les deux stations secondaires ont été positionnées dans des secteurs où il n'y a pas eu d'observations récentes de frayères afin d'évaluer le rôle et l'impact de ce paramètre.

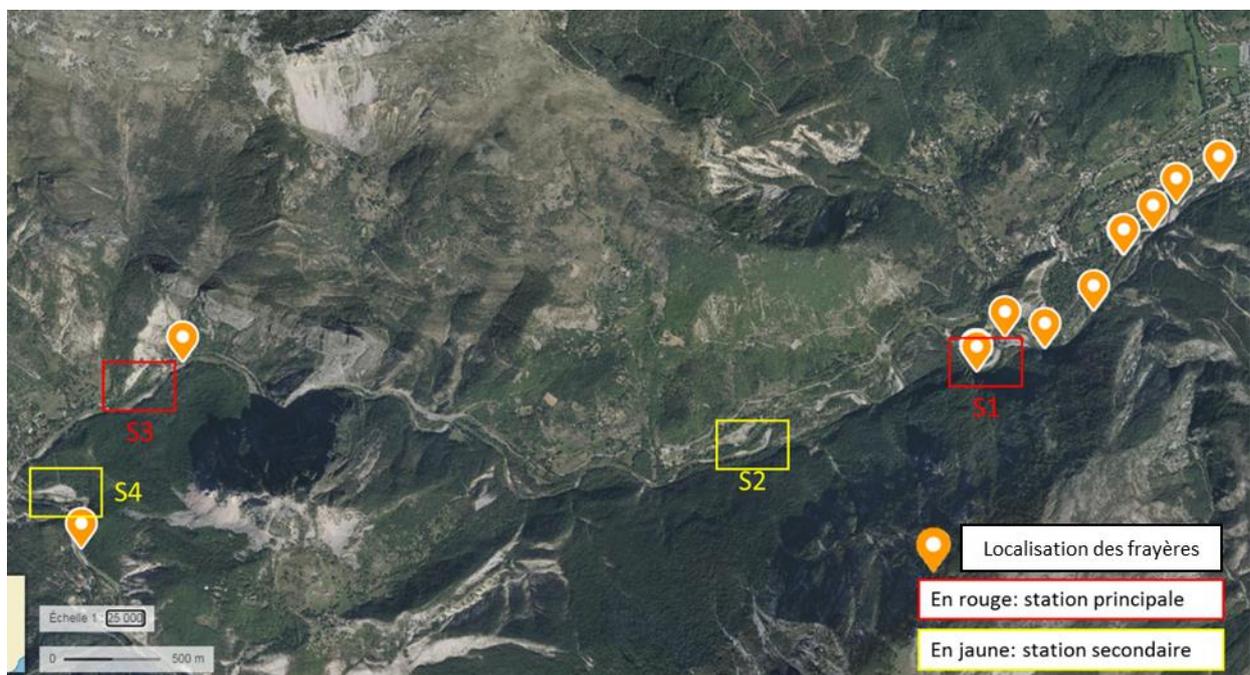


Figure 2 : Localisation des stations étudiées (Source : FDP 83, ATHOS Environnement)

3 CARACTERISTIQUES D'UNE ECLUSEE « TYPE » 0-40 M³/S

Dans le cadre de cette étude, l'éclusee maximale dont l'amplitude est de 40 m³/s a été analysée. Le débit turbiné à l'usine passe de 0 à 40 m³/s en 3h15 (minimum autorisé), puis, après un plateau plus ou moins long, le débit turbiné revient à 0 en 1h35 (minimum autorisé). À noter que le débit de base sur le Verdon à l'aval immédiat de Chaudanne est de 3 m³/s (débit réservé en hiver) ce qui fait donc passer le débit en rivière à Castellane (aval du canal de fuite), lors d'une éclusee à puissance maximale, de 3 à 43 m³/s.

4 METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE POUR LE SUIVI BIOLOGIQUE

L'étude s'est déroulée en deux phases, une première phase de description physique des stations et une seconde phase d'observation des impacts biologiques des manœuvres d'éclusées.

La première phase de ce suivi a été assurée par le bureau d'étude Véodis 3D qui a réalisé les mesures physiques lors d'une éclusée ayant eu lieu en mars. Cette première phase a eu pour but de cartographier et localiser les zones sensibles aux phénomènes de piégeage/échouage. Les fichiers produits ont ensuite été fournis à ATHOS Environnement afin de planifier le suivi biologique. Seul le suivi biologique sera détaillé dans les chapitres suivants.

4.1 OBJECTIFS

L'objectif de cette seconde phase est de quantifier les nombres d'individus piégés/échoués dans les structures piégeantes identifiées lors de la première phase. Ces résultats seront par la suite rapportés aux surfaces et linéaires prospectés. Les mesures biologiques ont concerné en priorité le piégeage/échouage des poissons et des invertébrés. Les observations ont été faites visuellement par les opérateurs lors de la baisse d'éclusées sur l'ensemble des zones identifiées comme potentiellement piégeantes à l'issue des mesures physiques.

4.2 PREPARATION DES RECONNAISSANCES DE TERRAIN

À l'issue de la première phase, les cartographies localisant les zones potentielles de piégeages/échouages ont été analysées afin de préparer le parcours des observateurs. Ainsi chaque équipe a eu un parcours prédéfini avec un certain nombre de structures à étudier (Tableau 2). Au total, 4 équipes de 3 ou 4 observateurs ont été déployées pour l'étude. Chaque équipe devait prospecter deux sites (un site principal et un secondaire). Les mêmes équipes (Tableau 1) ont été en charge des observations lors des deux éclusées (certains membres de l'équipe ont pu toutefois changer entre la 1^{ère} éclusée et la 2^{nde}).

Tableau 1 : Organisation des équipes lors du suivi biologique (Source : ATHOS Environnement)

Lundi 3 mai	Membre de l'équipe	Site prospecté
Équipe 1	Alban Dumont (ATHOS) Emma Blanc (ATHOS) Julie Mosseri (EDF)	Site 1 et 4
Équipe 2	Antoine Jamon (ATHOS) Benoit Gire (ATHOS) Agnès Barillier (EDF) Flora Insulaire (EDF)	Site 1 et 4
Équipe 3	Gilles Derail (ATHOS) Julien Preynat (fédé 83) Véronique Gouraud (EDF)	Site 2 et 3
Équipe 4	Pierre Basso (ATHOS) Vincent Marin (fédé 83) Thibault (fédé 83)	Site 2 et 3

Jeudi 6 mai	Membre de l'équipe	Site prospecté
Équipe 1	Alban Dumont (ATHOS) Emma Blanc (ATHOS) Jean-René Malavoi (EDF) Leah Beche (EDF)	Site 1 et 4
Équipe 2	Antoine Jamon (ATHOS) Benoit Gire (ATHOS) Flora Insulaire (EDF) Hélène Jethrit (AERMC)	Site 1 et 4
Équipe 3	Gilles Derail (ATHOS) Julien Preynat (fédé 83) Véronique Gouraud (EDF) Benoit Terrier (AERMC)	Site 2 et 3
Équipe 4	Pierre Basso (ATHOS) Vincent Marin (fédé 83) Stagiaire (fédé 83) Isabelle Jacquelet (EDF)	Site 2 et 3

Tableau 2 : Exemple de feuille de route détaillant le parcours de l'équipe 1 lors de l'éclusee du 03/05/2021 (Source : ATHOS Environnement)

Type	Equipe 1		03/05/2021
	Localisation	Tps min	Heure
	Accès parking-station	15	12h
Flaque	7	30	12h30
Placette	S1-P1	10	12h40
Placette	S1-P2	10	12h50
Placette	S1-P3	10	13h
Placette	S1-P4	10	13h10
Placette	S1-P5	10	13h20
Placette	S1-P6	10	13h30
Vasque	15	9	13h40
Placette	S1-B12	10	Attendre 13h30
Placette	S1-B9	10	14h
Placette	S1-B8	10	14h10
Placette	S1-B5	10	14h20
Placette	S1-B4	10	14h30
Placette	S1-B3	10	14h40
Placette	S1-B2	10	14h50
Placette	S1-B1	10	15h
	Retour voiture	15	15h10

4.3 MATERIEL UTILISE ET SECURITE

Toutes les équipes disposaient du même équipement incluant :

- Deux épuisettes pour capturer les individus potentiellement piégés
- Un seau pour stocker les poissons récupérés et les remettre à l'eau
- Un ichtyomètre permettant la mesure des poissons
- Un décamètre et des bâtonnets permettant la délimitation des placettes
- Les cartes du site ainsi que les feuilles de routes et les feuilles de terrain
- Un GPS ou un téléphone possédant l'application QField afin de pouvoir localiser les structures piégeantes

De plus, chaque opérateur disposait d'EPI lui permettant de garantir sa sécurité personnelle (Figure 3), à savoir : un casque et un gilet de sauvetage à minima. Les mesures sanitaires en vigueur dans la lutte contre la Covid 19 ont également été respectées (port du masque, gel hydroalcoolique...).



Figure 3 : Opérateurs avec leurs EPI durant la prospection d'une station (Source : ATHOS Environnement)

4.4 PLANNING DE L'OPERATION

La Figure 4 et le Tableau 3 présentent le planning détaillé de l'opération.

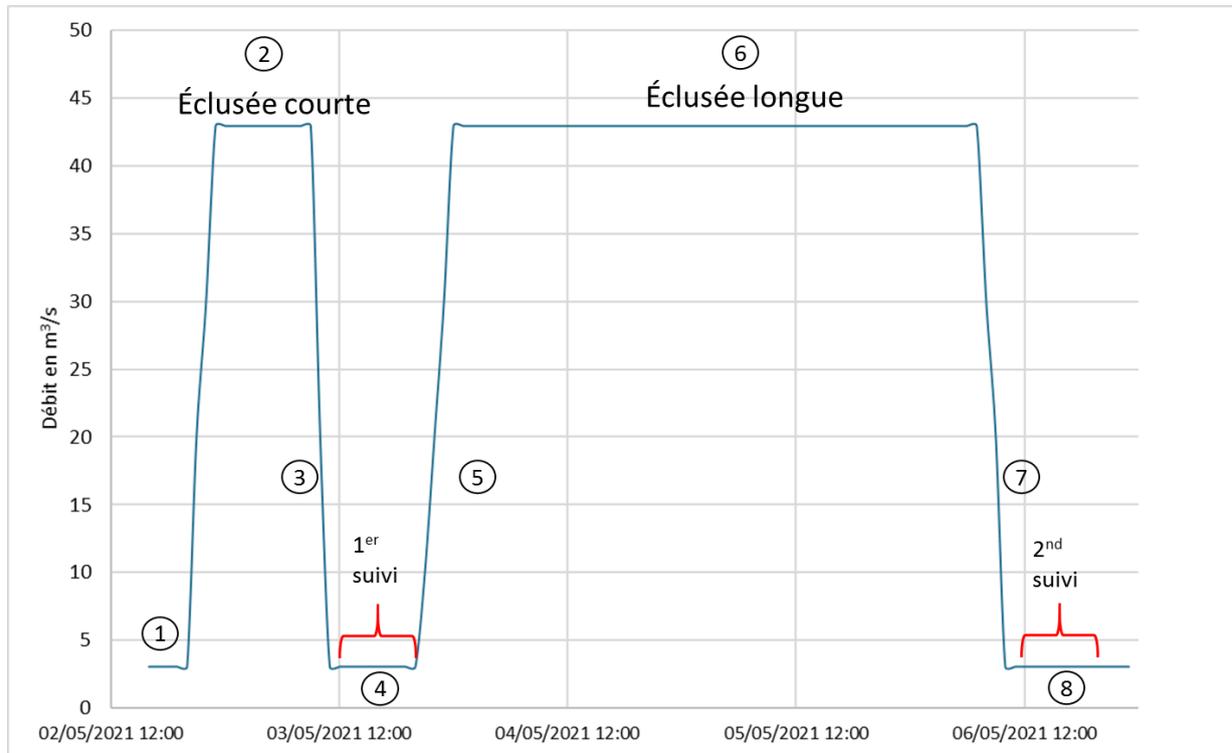


Figure 4 : Schéma représentant le suivi des éclusées (Source : EDF, ATHOS Environnement)

Tableau 3 : Programme du suivi des éclusées (Source : EDF)

1	Démarrage programme de turbiné le dimanche soir à 20h de Q_r à Q_{max} $40m^3/s$, tel que Q_{max} atteint à 23h15 à l'usine (+3h15) et à 3h30 à l'Estellier-dernière station aval (+7h30 après)
2	Plateau « court » à Q_{max} de minimum 6h.
3	Baisse des turbinés le lundi matin à partir de 9h30 de Q_{max} $40m^3/s$ à Q_r , tel que Q_r atteint à 10h45 à l'usine et 15h30 à l'Estellier (+6h après).
4	Rester à Q_r pendant 5hp/r à la dernière station aval, soit jusqu'à 20h30 (pour terminer les mesures bio)
5	Démarrage programme de turbiné le lundi soir à 20h30 de Q_r à Q_{max} $40m^3/s$, tel que Q_{max} atteint à 23h45 à l'usine et à 4h00 à l'Estellier-dernière station aval (+7h30 après).
6	Plateau « long » à Q_{max} de 48h
7	Baisse des turbinés le jeudi matin à partir de 7h00 le matin de Q_{max} $40m^3/s$ à Q_r , tel que Q_r atteint à 8h15 à l'usine (+1h15) et 13h00 à l'Estellier (+6h après)
8	Rester à Q_r pendant 5h p/r à la dernière station aval, soit jusqu'à 18h (pour terminer les mesures bio)

4.5 EFFORT D'ÉCHANTILLONNAGE

Les temps d'observations ont été notés pour chaque structure et placette étudiée. Les heures de début et fin de prospection entre 2 placettes en berge de banc ont été notées et les placettes géoréférencées. **Les temps et parcours d'observation ont été sensiblement identiques entre les deux campagnes d'observation lors des éclusées courtes et longues.**

4.6 PRISES DE VUES

Chaque structure piégeante ou placette d'analyse a fait l'objet d'une prise de vue et d'une codification permettant d'identifier la structure.

Sur les structures piégeantes, les substrats avaient déjà été caractérisés *in situ* par le bureau d'étude Véodis 3D lors de la première phase de suivi selon le protocole EVHA (Evaluation de l'Habitat physique des rivières ; CEMAGREF 1995) et selon la grille granulométrique de Wentworth 1922 modifiée par Malavoi et Souchon 1989 (Tableau 4). Les placettes d'analyses ont également été caractérisées en post-traitement selon ce protocole avec l'aide des photographies prises lors des phases terrains.

Concernant le protocole EVHA, les deux premiers caractères indiquent la classe granulométrique la plus grossière (ex : PG) à condition que ce type occupe au moins 10% de la surface observée. Les deux autres indiquent la classe dominante en surface occupée (ex : PG/PF), le substrat dominant pouvant aussi être le plus grossier (ex : PG/PG). Les deux derniers caractères sont utilisés si deux classes dominantes apparaissent (cas le plus fréquent) (ex : PG/PF/CG, PG/PG/PF etc..). Par convention le dominant 1 est toujours le plus grossier.

Tableau 4 : Classement des particules selon Malavoi et Souchon 1989

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre en mm perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Rochers	> 1024	R
Blocs	256-1024	B
Pierres Grossières	128-256	PG
Pierres Fines	64-158	PF
Cailloux grossiers	32-64	CG
Cailloux fins	16-32	CF
Graviers Grossiers	8-16	GG
Graviers fins	2-8	GF
Sables Grossiers	0,5-2	SG
Sables Fins	0,0625-0,5	SF
Limons	0,0039-0,0625	L
Argiles	< 0,0039	A
Terre végétale	/	TV

4.7 DEFINITION DES STRUCTURES PIEGEANTES

Les méthodes de prospection ont été adaptées en fonction des structures piégeantes identifiées. Ces zones ont été définies comme suit :

- **Zone de retrait** : Submergée au cours de la phase d'écluée et émergée au débit réservé. Zone potentiellement piégeante surtout en cas de granulométrie grossière.
- **Flaque** : légère dépression de faible profondeur au niveau de zone de morphologie générale plate.
- **Vasque** : dépression surcreusée, souvent proche d'un obstacle (embâcle, ...).
- **Basses** : grandes unités assez profondes dans leur partie la plus aval et généralement liées à l'isolement de l'aval d'un banc.
- **Chenal secondaire** : zones identifiées comme très piégeantes.



Figure 5 : Exemple de vasque observée sur la station 2 (Source : ATHOS Environnement)

4.8 OBSERVATIONS REALISEES SUR LES STATIONS PRINCIPALES (SITE 1 ET 3)

Les méthodes de prospection ont été adaptées en fonction des structures piégeantes identifiées. Ainsi les observations réalisées sur ces deux stations sont les suivantes :

- Banc :
 - o La totalité des berges du banc (zone le long du chenal d'écoulement au débit de base) a été prospectée à vitesse régulière en notant la présence d'organismes piégés visuellement détectables à l'avancée. **Tous les 30 m, une prospection approfondie** a été réalisée dans une **placette de 4 m²** (carré ou rectangle, selon le profil de berge, la délimitation de la placette a été faite à l'aide d'un décimètre), en retournant les cailloux **pendant 1 minute**. Lorsque des organismes (poissons uniquement) ont été découverts, le comptage s'est poursuivi de manière systématique sur l'ensemble de la placette. La **durée maximale** de prospection de la placette a été fixé à **10 min**. Sur le terrain, la très grande majorité des placettes ont pu être prospectées en moins d'une minute. Dans les rares cas où un poisson a été retrouvé, le temps de prospection total n'a jamais dépassé 5 minutes. En l'absence d'observation au bout d'une minute, une autre placette a été échantillonnée. Entre 5 et 14 placettes ont été fixées, étudiées en fonction de la longueur du linéaire de berge des stations.

○ La surface plane du banc (zone de retrait), surfaces de bancs envoyées au débit maximum mais ne présentant pas de micro-structures piégeantes, a été investiguée en plaçant **10 placettes de 4 m²** de manière aléatoire. Les organismes échoués ont été dénombrés (en retournant les cailloux de manière aléatoire au sein de la placette) **pendant 1 minute**. Lorsque des organismes ont été découverts, le comptage s'est poursuivi de manière systématique sur l'ensemble de la placette et pendant une durée **maximale de 10 minutes**. En l'absence d'observation au bout d'une minute, une autre placette était échantillonnée. Idem que pour les berges de banc, une minute était suffisante pour prospecter la majeure partie des placettes.

○ Les structures piégeantes du banc (flaques, vasques, ... pré-identifiées via les mesures physiques) ont été prospectées, un temps indicatif calculé en fonction de chaque zone était donné à titre indicatif. Le temps réel passé sur chaque placette a été noté :

▪ les poissons piégés ont été dénombrés, récupérés à l'épuisette et remis à l'eau dans le chenal principal; les quantités d'invertébrés (si visibles) ont été estimées.

▪ les organismes échoués ont été dénombrés (en retournant les cailloux de la zone des points bas de la structure) sur l'ensemble de la structure piégeante (dont le contour et la surface avaient été préalablement délimités lors des mesures physiques).

- Chenal secondaire :

○ La totalité du chenal a été prospectée de manière systématique à l'avancement et les organismes échoués/piégés ont été dénombrés au niveau de toutes les zones de points bas (micro-dépressions en eau ou pas, comme pour les structures du banc).

Les poissons ont été dénombrés, avec indication de leur espèce et classe de taille ; le dénombrement a été exhaustif pour les quantités <20 et semi-quantitatif au-delà (20-50 ; 50-100 ; 100-500 ; >500...).
Les invertébrés échoués ont été dénombrés approximativement par classe d'abondances et taxons.

4.9 OBSERVATIONS REALISEES SUR LES STATIONS SECONDAIRES (SITE 2 ET 4)

Les prospections des structures piégeantes et des placettes situées en berge de banc ont été réalisées de la même manière que les stations principales. Les surfaces planes du banc n'ont cependant fait l'objet d'aucun suivi sur ces stations.

5 PRESENTATION DES SITES D'ETUDE

5.1 SITE 1

5.1.1 Caractéristiques morphologiques du site

La Figure 7 présente en détail la localisation des zones de piégeages et des placettes d'inventaire tandis que le Tableau 5 et la Figure 6 détaillent la surface des structures piégeantes identifiées lors de la première phase par Véodis 3D.

Tableau 5 : Descriptif des unités morphologiques sur le site 1 (Source : Véodis 3D)

Identifiant	Surface (m ²)	Unités morphologiques
1	1633,9	ZONE_RETRAIT
2	8,9	FLAQUE RESIDUELLE
3	23,1	FLAQUE MAX
4	28,8	VASQUE
5	4,4	FLAQUE RESIDUELLE
6	20,7	FLAQUE MAX
7	13,5	FLAQUE RESIDUELLE
8	4,8	FLAQUE MAX
9	13,6	FLAQUE
10	446,2	ZONE_RETRAIT
11	2,6	VASQUE
12	56,2	VASQUE RESIDUELLE

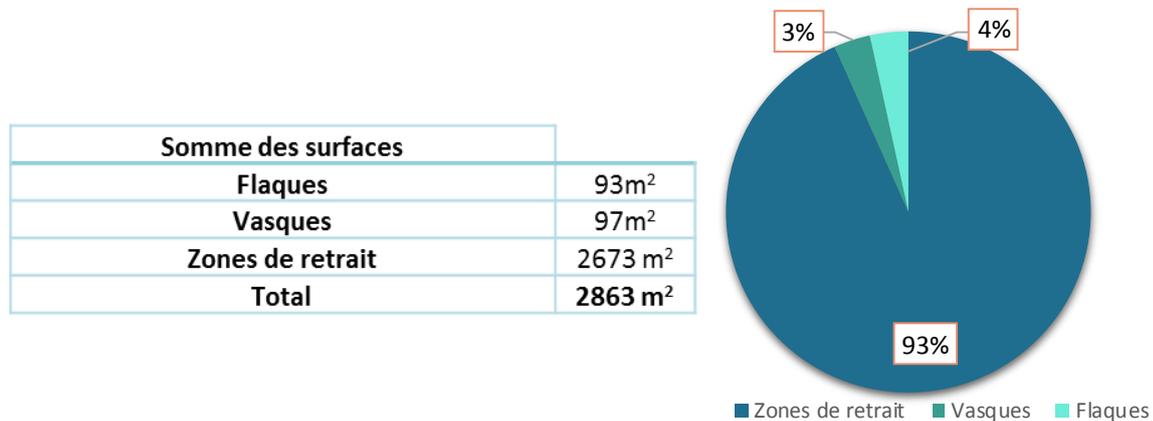


Figure 6 : Superficies et pourcentage par type d'unités sur le site 1 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)

Les zones de retrait occupent 93% de cette station contre seulement 4% pour les vasques et 3% pour les flaques.

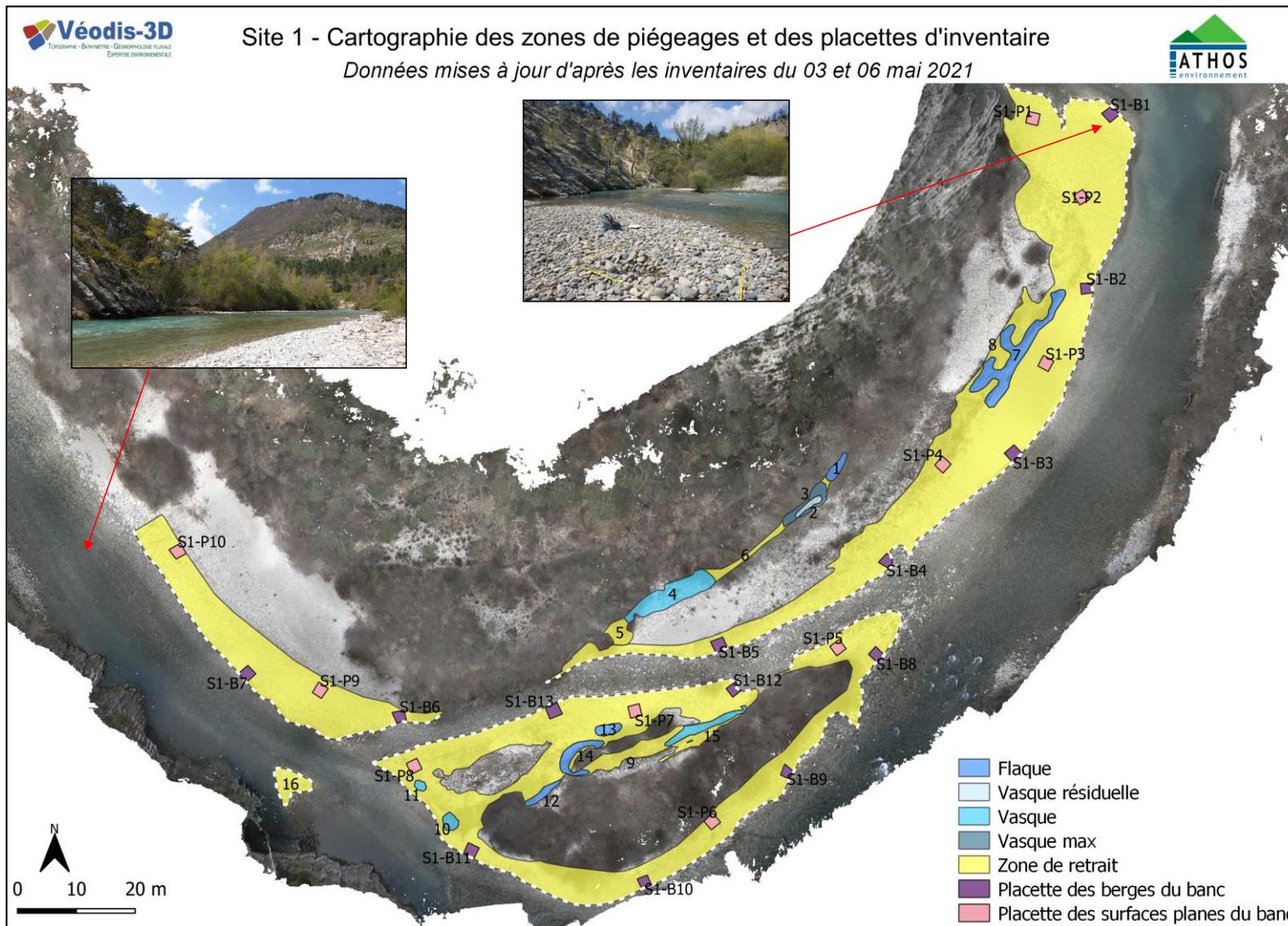


Figure 7 : Localisation des unités piégeantes et des placettes d'inventaires sur le site 1 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)

5.2 SITE 2

5.2.1 Caractéristiques morphologiques du site

La Figure 9 présente en détail la localisation des zones de piégeages et des placettes d'inventaire tandis que le Tableau 6 et la Figure 8 détaillent la surface des structures piégeantes identifiées lors de la première phase par Véodis 3D. Les cases en rouge correspondent à des structures piégeantes observées lors des suivis biologiques qui n'ont pas été référencées lors de la première phase.

Tableau 6 : Descriptif des unités morphologiques sur le site 2 (Source : Véodis 3D)

Identifiant	Surface (m ²)	Unités morphologiques	Identifiant	Surface (m ²)	Unités morphologiques
1	1633,9	ZONE_RETRAIT	15	12,4	FLAQUE
2	8,9	FLAQUE RESIDUELLE	16	7,4	VASQUE RESIDUELLE
3	23,1	FLAQUE MAX	17	16,8	VASQUE MAX
4	28,8	VASQUE	18	32,1	FLAQUE
5	4,4	FLAQUE RESIDUELLE	19	140,6	ZONE_RETRAIT
6	20,7	FLAQUE MAX	20	2,4	VASQUE
7	13,5	FLAQUE RESIDUELLE	21	4,9	VASQUE
8	4,8	FLAQUE MAX	22	2,0	VASQUE
9	13,6	FLAQUE	23	2,9	VASQUE
10	446,2	ZONE_RETRAIT	24	6,9	VASQUE
11	2,6	VASQUE	25	20,7	VASQUE
12	56,2	VASQUE RESIDUELLE	26	23,8	VASQUE
13	41,1	VASQUE MAX	27	175,4	BASSE
14	3,6	FLAQUE	28	15,6	VASQUE
			29	1,2	VASQUE
			30	1	FLAQUE

Somme des surfaces	
Flaques	137m ²
Vasques	233m ²
Basses	175m ²
Zones de retrait	2203 m ²
Total	2749 m²

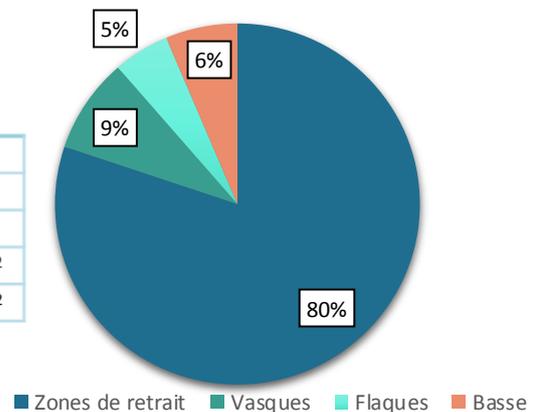


Figure 8 : Superficies et pourcentage par type d'unités sur le site 2 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)

La superficie totale de la station est de 2749 m². 80% de la station est considérée comme une zone de retrait, le reste se partage entre les vasques (9%), les basses (6%) et les flaques (5%).

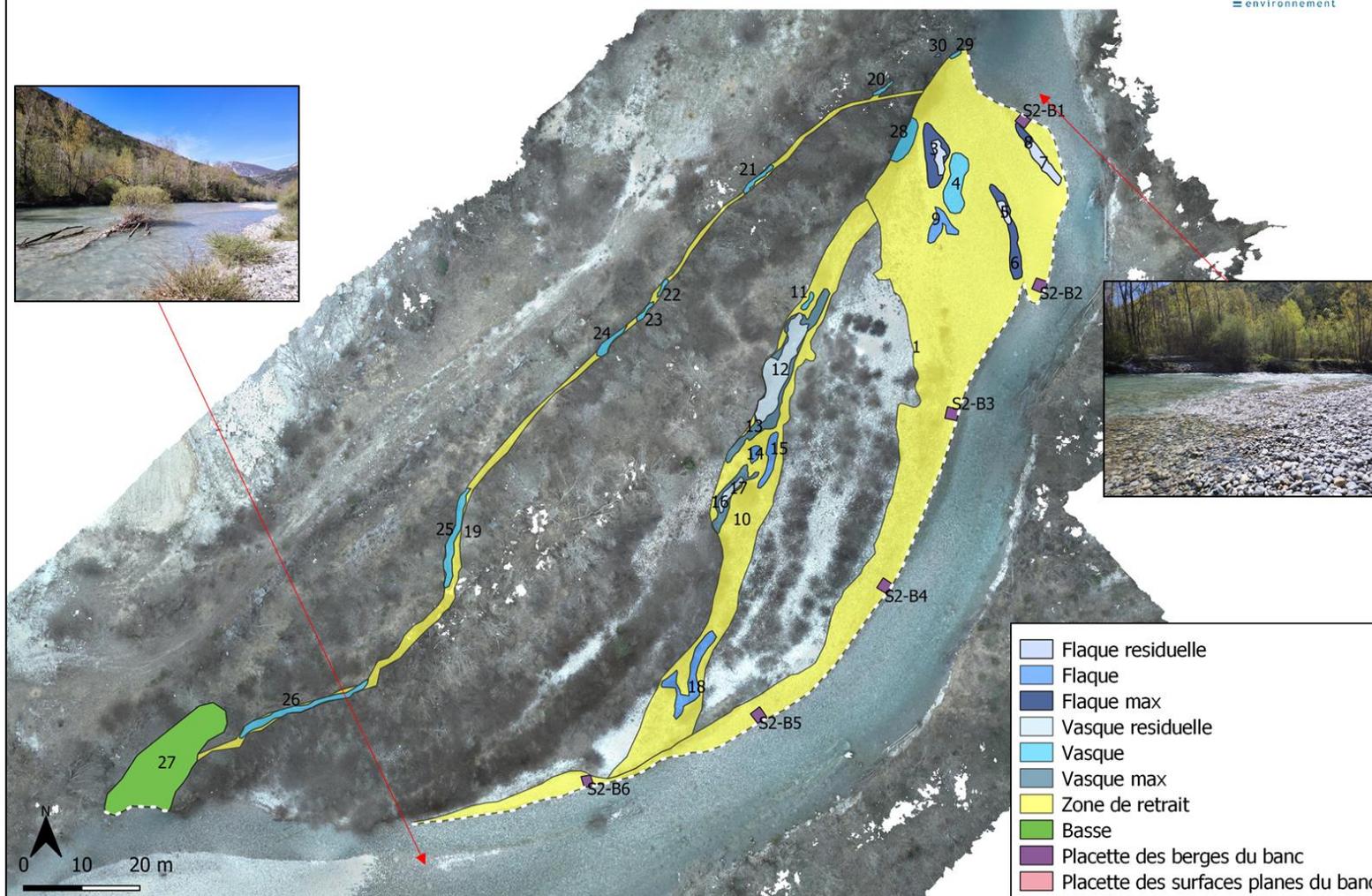


Figure 9 : Localisation des unités piégeantes et des placettes d'inventaires sur le site 2 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)

5.3 SITE 3

5.3.1 Caractéristiques morphologiques du site

La Figure 11 présente en détail la localisation des zones de piégeages et des placettes d'inventaire tandis que le Tableau 7 et la Figure 10 détaillent la surface des structures piégeantes identifiées lors de la première phase par Véodis 3D.

Tableau 7 : Descriptif des unités morphologiques sur le site 3 (Source : Véodis 3D)

Identifiant	Surface (m ²)	Unités morphologiques
1	1277,7	ZONE_RETRAIT
2	16,5	FLAQUE
3	32,2	VASQUE MAX
4	9,1	VASQUE RESIDUELLE
5	187,7	ZONE_RETRAIT
6	175,3	BASSE MAX
7	21,8	BASSE
8	0,9	FLAQUE
9	17,1	FLAQUE RESIDUELLE
10	7,2	FLAQUE MAX
11	20,1	FLAQUE
12	10,9	VASQUE
13	278,0	ZONE_RETRAIT

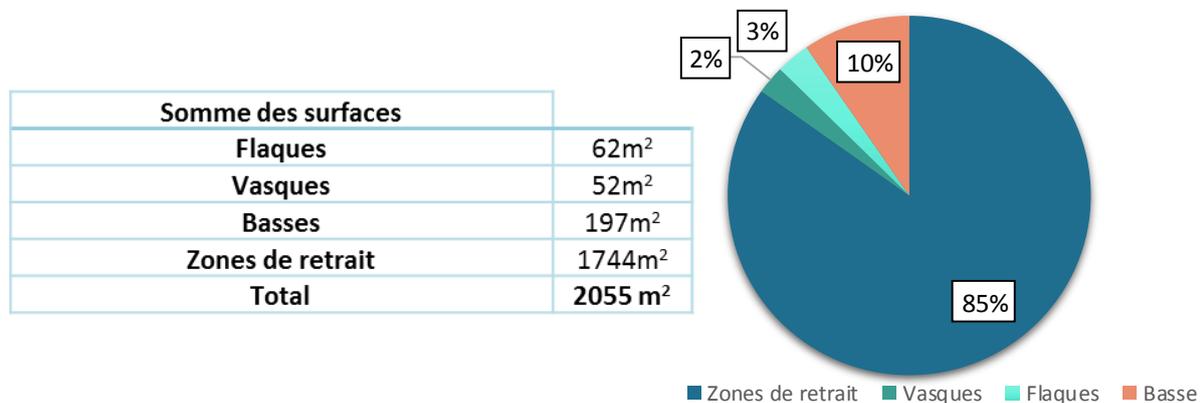


Figure 10 : Superficies et pourcentage par type d'unités sur le site 3 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)

La superficie totale de la station est de 2055 m². Les zones de retrait couvrent 85% de la station contre 10% pour les basses. Les flaques et les vasques occupent respectivement 3 et 2% du site.

Site 3 - Cartographie des zones de piégeages et des placettes d'inventaire

Données mises à jour d'après les inventaires du 03 et 06 mai 2021

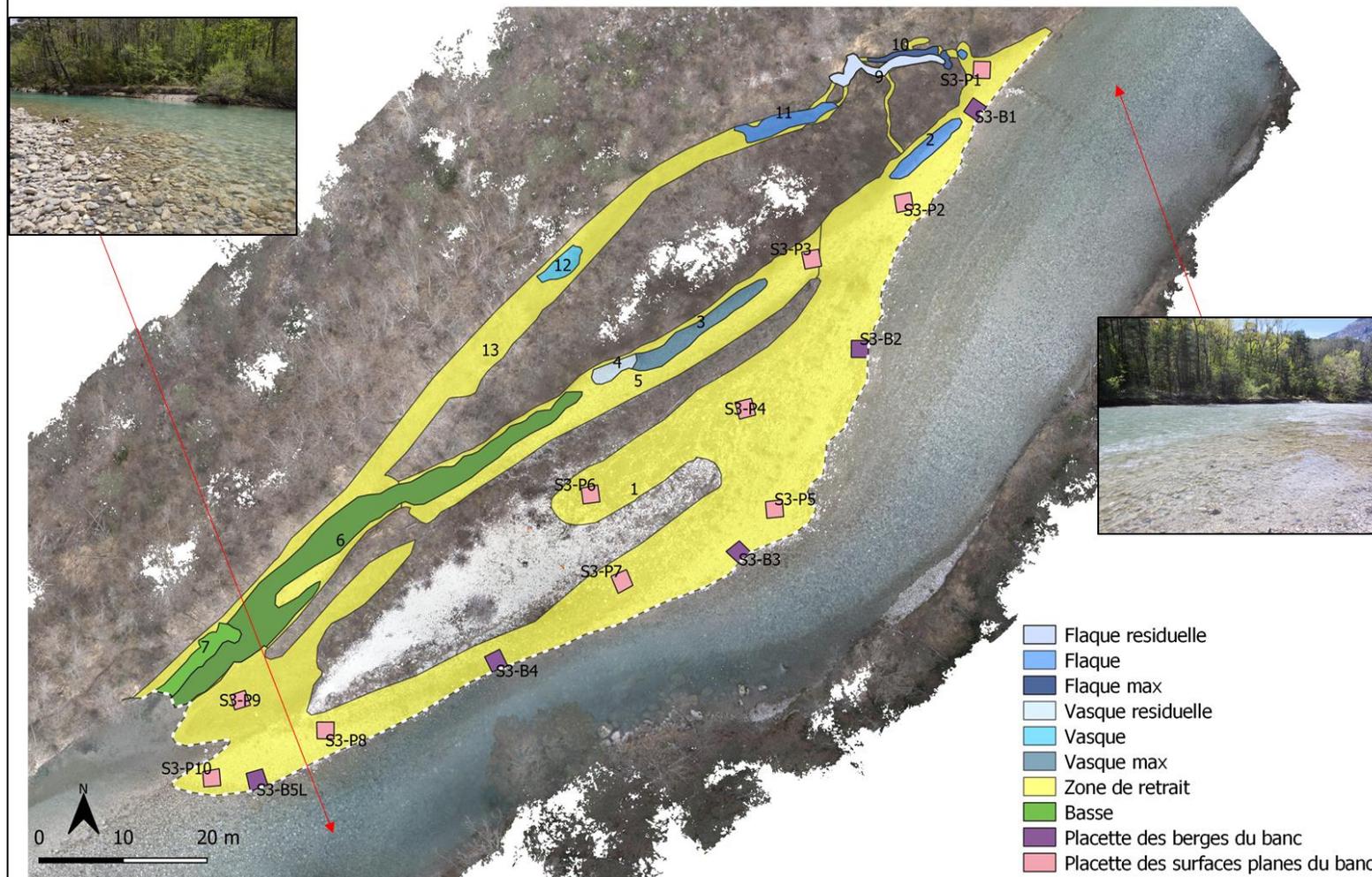


Figure 11 : Localisation des unités piégeantes et des placettes d'inventaires sur le site 3 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)

5.4 SITE 4

5.4.1 Caractéristiques morphologiques du site

La Figure 13 présente en détail la localisation des zones de piégeages et des placettes d'inventaire tandis que le Tableau 8 et la Figure 12 détaillent la surface des structures piégeantes identifiées lors de la première phase par Véodis 3D. Les cases en rouge correspondent à des structures piégeantes observées lors des suivis biologiques qui n'ont pas été référencées lors de la première phase.

Tableau 8 : Descriptif des unités morphologiques sur le site 4 (Source : Véodis 3D)

Identifiant	Surface (m ²)	Unités morphologiques	Identifiant	Surface (m ²)	Unités morphologiques
1	2330,8	ZONE_RETRAIT	13	12,1	VASQUE RESIDUELLE
2	249,4	VASQUE	14	32,1	VASQUE MAX
3	9,8	FLAQUE	15	7,8	VASQUE RESIDUELLE
4	3,1	VASQUE RESIDUELLE	16	29,0	VASQUE MAX
5	7,4	VASQUE MAX	17	27,4	FLAQUE
6	4,3	VASQUE RESIDUELLE	18	7,5	VASQUE RESIDUELLE
7	8,5	VASQUE MAX	19	20,3	VASQUE MAX
8	2,7	FLAQUE	20	9,0	VASQUE RESIDUELLE
9	3,0	FLAQUE	21	19,8	VASQUE MAX
10	3,4	FLAQUE	22	7,4	FLAQUE
11	3,4	VASQUE	23	14,2	BASSE
12	11,5	VASQUE	24	27,3	BASSE MAX
			25	1094,26	ZONE_RETRAIT
			26	43,6	VASQUE
			27	0,4	FLAQUE
			28	2,2	VASQUE

Somme des surfaces	
Flaques	54m ²
Vasques	471m ²
Basses	41m ²
Zones de retrait	3384m ²
Total	3948 m²

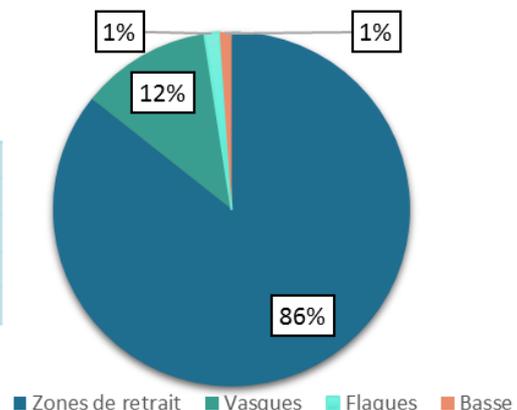


Figure 12 : Superficies et pourcentage par type d'unités sur le site 4 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)

Cette station présente la superficie la plus importante avec 3948 m². La superficie des zones de retrait couvre jusqu'à 86% de la station. Les vasques représentent tout de même 12% de la station contre seulement 1% pour les flaques et les basses.

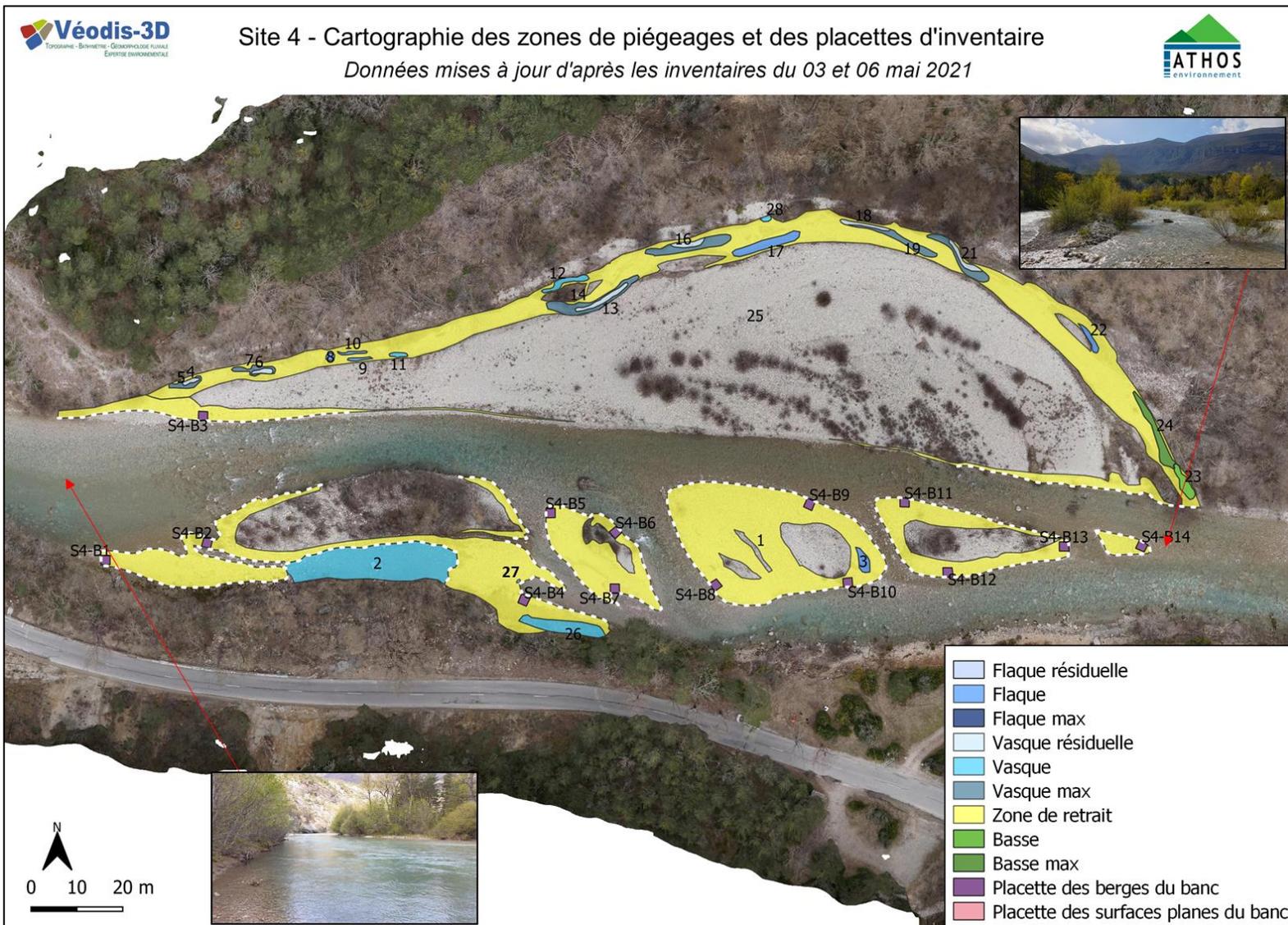


Figure 13 : Localisation des unités piégeantes et des placettes d'inventaires sur le site 4 (Source : Véodis 3D, ATHOS Environnement)

6 RESULTATS DES OBSERVATIONS BIOLOGIQUES CONCERNANT LES POISSONS

Les paragraphes suivants présentent en détails les observations liées à l'échouage/piégeage des poissons lors des éclusées. Les abréviations employées dans le tableau sont les suivantes : TRF = Truite Fario, CHA = Chabot et BLA : Blageon.

6.1 SITE 1

6.1.1 Résultats des suivis

Le Tableau 9 présente la granulométrie EVHA de chaque structure, les temps d'observations passés sur chaque structure piègeante ou placette ainsi que la présence ou non d'organismes.

Tableau 9 : Détails des observations réalisées sur les zones de piégeages et les placettes présentes sur le site 1 (Source : ATHOS Environnement)

Id	Surface (m ²)	Macroformes	Microformes	EVHA	Éclusée courte			Remarques	Éclusée longue			Remarques
					Temps d'observation	Poissons	Macro-invertébrés		Temps d'observation	Poissons	Macro-invertébrés	
1	7.1	CS	FLAQUE	PG-PF-CG	00:02:00 (EX)	/	/		00:02:00 (EX)	/	/	
2	5.0	CS	VASQUE RESIDUELLE	PF-PF-CG	00:04:15 (EX)	/	/		00:04:15 (EX)	/	/	
3	13.9	CS	VASQUE MAX	PF-PF-CG								
4	47.8	CS	VASQUE	CG-CF-GG	00:07:40 (EX)	/	/		00:07:40 (EX)	/	/	
5	14.0	CS	ZONE RETRAIT	S-S-L	Avancement	/	/		Avancement	OUI	OUI	Échoué
6	16.8	CS	ZONE RETRAIT	PS-CG-L	Avancement	/	/		Avancement	/	/	
7	60.7	Banc	FLAQUE	PG-PF-L	00:30:00	OUI	OUI	Échoué	00:30:00	OUI	OUI	Échoué
8	1649.6	Banc	ZONE RETRAIT	PF-CG-CF	Avancement	/	/		Avancement	/	/	
9	969.8	Banc	ZONE RETRAIT	PF-CG-CF	Avancement	/	/		Avancement	/	/	
10	6.0	Banc	VASQUE	S-S-S	00:03:10 (EX)	OUI	OUI	Piégé	00:10:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé
11	2.7	Banc	VASQUE	PF-CG-CF	00:03:55 (EX)	/	/		00:03:54 (EX)	/	/	
12	7.3	Banc	FLAQUE	PG-PF-CG	00:02:30 (EX)	/	/		00:05:00 (EX)	OUI	OUI	Échoué
13	6.9	Banc	FLAQUE	PF-CG-CG	00:03:30 (EX)	OUI	OUI	Piégé	00:03:30 (EX)	OUI	OUI	Piégé
14	15.3	Banc	FLAQUE	PF-CG-CF	00:02:30 (EX)	/	OUI		00:02:30 (EX)	/	OUI	
15	17.0	Banc	VASQUE	PG-PF-CF	00:10:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé	00:09:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé
16	23.0	Banc	ZONE RETRAIT	PF-CG-CF	Avancement	/	/		Avancement	/	/	
S1P1	4.0	Banc	Placette zone de retrait	PG/PF/CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S1P2	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S1P3	4.0	Banc		CG/CF/GG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S1P4	4.0	Banc		PG/CG/GG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S1P5	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S1P6	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S1P7	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	/	
S1P8	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S1P9	4.0	Banc		PF/CG/CF	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S1P10	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S1B1	4.0	Banc	Placette bord de berge	PF/PF/CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S1B2	4.0	Banc		PF/CG/GG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S1B3	4.0	Banc		PF/CG/CF	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S1B4	4.0	Banc		PG/PF/S	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S1B5	4.0	Banc		PG/PF/S	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S1B6	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S1B7	4.0	Banc		PF/CG/CF	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S1B8	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S1B9	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S1B10	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S1B11	4.0	Banc		PF/CG/CF	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S1B12	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S1B13	4.0	Banc		PG/PF/CG	00:01:00	/	OUI		00:05:00 (EX)	OUI	OUI	Échoué

*Données collectées par Véodis 3D

Remarque : (EX) = prospection exhaustive de la zone

Le Tableau 10 présente en détail les caractéristiques et le nombres de poissons observés sur le site 1. Lorsque qu'il y a plusieurs individus, la taille indiquée correspond à la taille moyenne, par exemple : 20-30 signifie que la taille moyenne des poissons est comprise entre 20 et 30 mm, si une seule taille est donnée pour plusieurs poissons, cela correspond à la taille moyenne, enfin si deux tailles sont données entre virgule (25,43), cela correspond à la taille exacte des deux poissons.

Tableau 10 : Détails des poissons observés sur le site 1 (Source : ATHOS Environnement)

Id	Unités morphologiques	Éclusee courte			Piégé/Échoué (P/E)	Éclusee longue			Piégé/Échoué (P/E)	
		Espèces	Taille (mm)	Nombre		Espèces	Taille (mm)	Nombre		
5	ZONE_RETRAIT	/	/	/	/	CHA	65	1	E	
7	FLAQUE	TRF	35	1	E	TRF	25.43	2	E	
10	VASQUE	TRF	20-30	20	P	TRF	25	30	P	
12	FLAQUE	TRF	/	/	/	TRF	25	3	E	
13	FLAQUE	TRF	25-30	1	P	TRF	25	2	P	
15	VASQUE	TRF	25	1	P	TRF	25	6	P	
							125	1	P	
S1B13	Placette bord de berge	/	/	/	/	TRF	25	2	E	
				Total	23				Total	47

Lors de la première éclusee, le nombre total de poissons comptabilisés est de 23. Par ailleurs, les seuls poissons retrouvés sur cette station sont des alevins de truitelles dont la taille n'excède pas 35 mm. Une vingtaine de poissons ont été observés dans la vasque n°10 située juste au bord de la berge (Figure 14), cette dernière concentre à elle seule 87% des poissons observés sur ce site.



Figure 14 : Vasque n°10 localisée sur le site 1 (Source : ATHOS Environnement)

Plusieurs distinctions peuvent être observées après la seconde éclusee par rapport à la première. Tout d'abord, un chabot a été retrouvé échoué lors de la prospection à l'avancement sur la zone de retrait. De plus, contrairement à la première éclusee où seules des truitelles avaient été retrouvées, une truite de 12 cm a été observée piégée dans la vasque n°15. Finalement, le nombre de poissons retrouvés entre les deux suivis a également doublé en passant de 23 à 47.

Au total, 83% des poissons (30 truitelles) ont encore été retrouvés sur la vasque n°10 (Figure 15). Deux truitelles ont également été retrouvées échouées lors de la prospection d'une placette en bord de berge. De manière générale, les poissons ont été observés sur les mêmes flaques et vasques entre les deux suivis. La Figure 16 détaille la localisation des poissons observés sur le site 1.

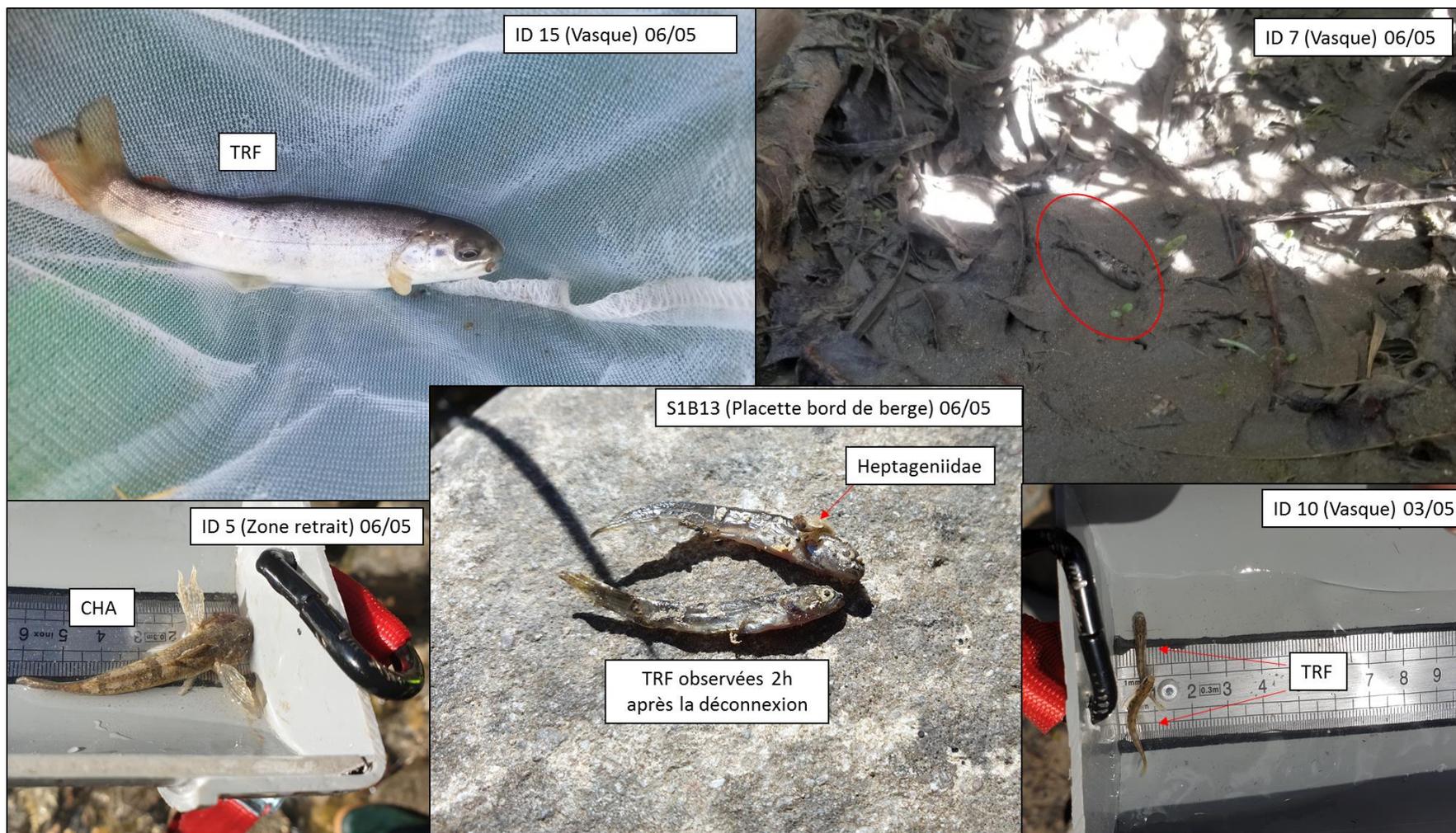


Figure 15 : Poissons observés lors des deux suivis sur le site 1 (Source : ATHOS Environnement)

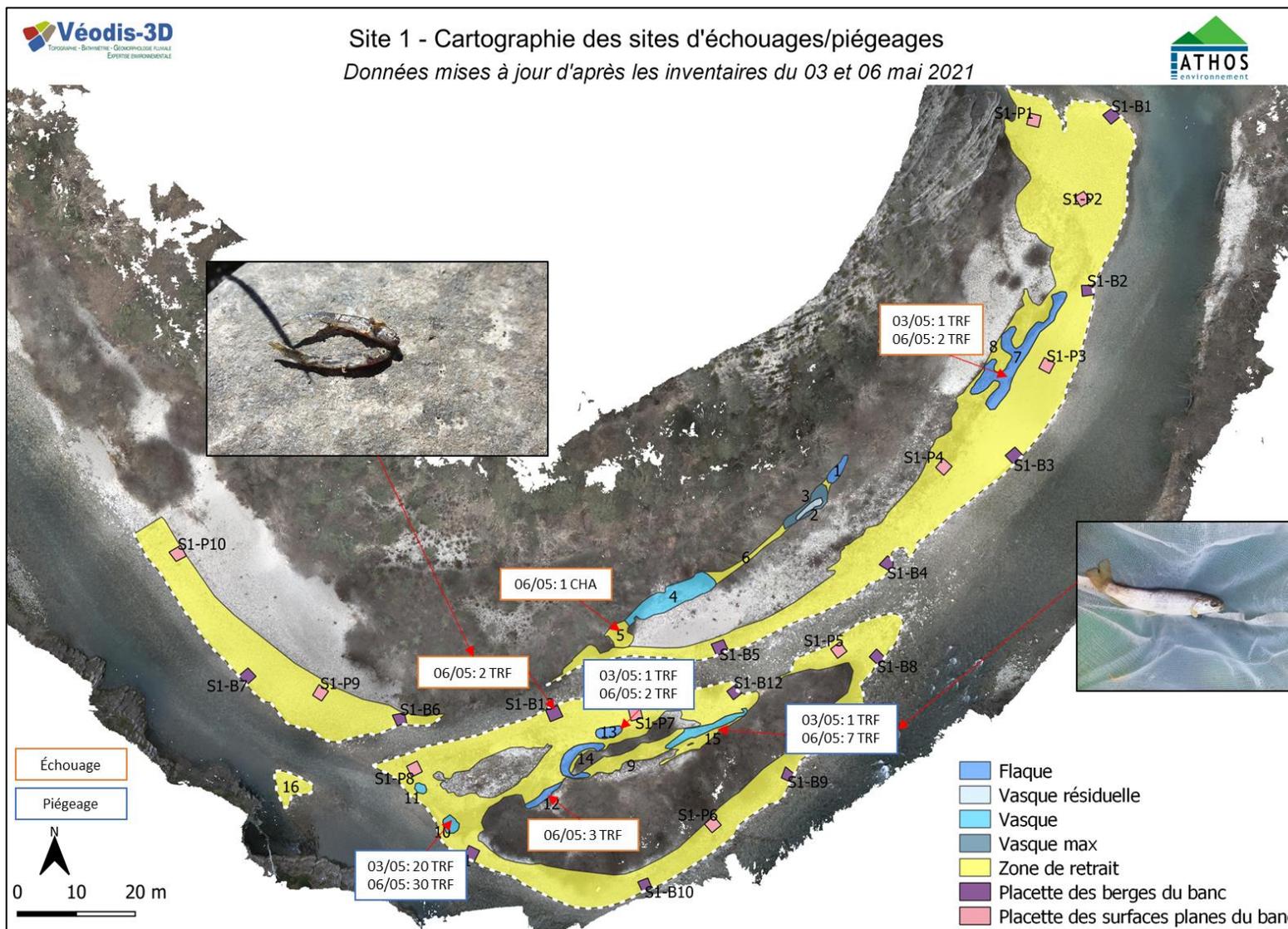


Figure 16 : Localisation des poissons observés sur le site 1 (Source : ATHOS Environnement)

6.2 SITE 2

6.2.1 Résultats des suivis

Le Tableau 11 présente les temps d'observations passés sur chaque structure piégeante ou placette ainsi que la présence ou non d'organismes.

Tableau 11 : Détails des observations réalisées sur les zones de piégeages et les placettes présentes sur le site 2 (Source : ATHOS Environnement)

Id	Surface (m ²)	Macroformes	Microformes	EVHA	Éclusee courte			Remarques	Éclusee longue			Remarques
					Temps d'observations	Poissons	Macro-invertébrés		Temps d'observations	Poissons	Macro-invertébrés	
1	1633,9	Banc	ZONE_RETRAIT	PG-PF-CG	Avancement	OUI	OUI	Échoué	Avancement	OUI	OUI	Échoué
2	8,9	Banc	FLAQUE RESIDUELLE	PG-PF-CG	00:05:00 (EX)	/	OUI		00:04:00 (EX)	/	OUI	
3	23,1	Banc	FLAQUE MAX	PG-PF-CG								
4	28,8	Banc	VASQUE	PG-PF-CG	00:08:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé	00:14:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé
5	4,4	Banc	FLAQUE RESIDUELLE	PG-PF-CG	00:07:00 (EX)	/	OUI		00:04:00 (EX)	/	OUI	
6	20,7	Banc	FLAQUE MAX	PG-PF-CG								
7	13,5	Banc	FLAQUE RESIDUELLE	PG-PF-CG	00:00:00	/	/	Encore connecté	00:00:00	/	/	Encore connecté
8	4,8	Banc	FLAQUE MAX	PG-PF-CG								
9	13,6	Banc	FLAQUE	PG-PF-CG	00:03:00 (EX)	/	OUI		00:03:00 (EX)	/	OUI	
10	446,2	CS	ZONE_RETRAIT	PG-PF-CG	Avancement	/	OUI		Avancement	/	OUI	
11	2,6	CS	VASQUE	TV-TV-L	00:07:00 (EX)	/	OUI		00:09:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé
12	56,2	CS	VASQUE RESIDUELLE	TV-TV-L								
13	41,1	CS	VASQUE MAX	TV-TV-L								
14	3,6	CS	FLAQUE	PG-PF-CG	00:01:00 (EX)	/	/		00:01:00 (EX)	/	/	
15	12,4	CS	FLAQUE	PG-PF-CG	00:02:00 (EX)	/	OUI		00:02:00 (EX)	/	OUI	
16	7,4	CS	VASQUE RESIDUELLE	TV-TV-L	00:03:00 (EX)	/	/		00:03:00 (EX)	/	/	
17	16,8	CS	VASQUE MAX	PG-TV-L								
18	32,1	CS	FLAQUE	PG-PF-PF	00:04:00 (EX)	/	/	Piégé	00:03:00 (EX)	/	/	
19	140,6	CS	ZONE_RETRAIT	TV-TV-L	Avancement	OUI	/					
20	2,4	CS	VASQUE	TV-TV-L	00:03:00 (EX)	/	/		00:01:00 (EX)	/	OUI	
21	4,9	CS	VASQUE	TV-TV-L	00:05:00 (EX)	/	/		00:06:00 (EX)	/	/	
22	2,0	CS	VASQUE	TV-TV-L	00:01:00 (EX)	/	/		00:02:00 (EX)	/	/	
23	2,9	CS	VASQUE	TV-TV-L	00:01:00 (EX)	/	/		00:01:00 (EX)	/	/	
24	6,9	CS	VASQUE	TV-TV-L	00:03:00 (EX)	/	/		00:04:00 (EX)	OUI	/	Piégé
25	20,7	CS	VASQUE	TV-TV-L	00:03:00 (EX)	/	/		00:03:00 (EX)	/	/	
26	23,8	CS	VASQUE	TV-TV-L	00:04:00 (EX)	/	/		00:05:00 (EX)	/	/	
27	175,4	CS	BASSE	TV-TV-TV	00:16:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé	00:13:00 (EX)	/	/	
28	16,6	Banc	VASQUE	PF-CG-TV	00:14:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé	00:08:00	OUI	OUI	Piégé
29	1,2	Banc	VASQUE	CG-CG-CF	00:03:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé	00:03:00	/	OUI	
30	1	Banc	FLAQUE	/	/	/	/	/	00:05:00	OUI	OUI	Piégé
S2B1	4,0	Banc	Placette bord de berge	PG-PF-CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S2B2	4,0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	/	
S2B3	4,0	Banc		PG-PF-TV	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S2B4	4,0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S2B5	4,0	Banc		PF-PF-CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S2B6	4,0	Banc		PF-PF-CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	

*Données collectées par Véodis 3D

*Structures rajoutées sur la carte et identifiées lors des deux suivis

*Structures uniquement observées lors d'une sortie

Remarque : (EX) = prospection exhaustive de la zone

Le Tableau 12 présente en détail les caractéristiques et le nombres de poissons observés sur le site 2.

Tableau 12 : Détails des poissons observés sur le site 2 (Source : ATHOS Environnement)

Id	Unités morphologiques	Éclusee courte			Piégé/Échoué (P/E)	Éclusee longue			Piégé/Échoué (P/E)	
		Espèces	Taille (mm)	Nombre		Espèces	Taille (mm)	Nombre		
1	ZONE_RETRAIT	TRF	30	6	E	CHA	94	1	E	
4	VASQUE	TRF	30	100	P	TRF	30	100	P	
							83,110	2	P	
						CHA	110	1	P	
						BLA	100, 90	2	P	
11,12,13	VASQUE	/	/	/	/	TRF	30	1	P	
19	ZONE_RETRAIT	TRF	20	1	E	/	/	/	/	
24	VASQUE	/	/	/	/	TRF	30	2	P	
27	BASSE	TRF	25	1	P					
28	VASQUE	TRF	30	50	P	TRF	30	50	P	
29	VASQUE	TRF	30	1	P	/	/	/	/	
30	FLAQUE	/	/	/	/	TRF	30	3	P	
				Total	159				Total	162

Lors de l'éclusee courte, 159 alevins de truitelles ont été retrouvés sur ce site. Deux vasques concentrent à elles seules plus de 94% des poissons observés sur cette station. Ainsi, une centaine de poissons ont été recensés sur la vasque n°4 et une cinquantaine sur la vasque n°28 (Figure 18). Cette vasque n'apparaissant pas dans le relevé initialement fourni a été rajoutée à la suite des observations biologiques réalisées en mai.

Lors du second suivi biologique, le nombre de poissons recensé est similaire à celui du premier suivi puisque 162 poissons ont ainsi pu être dénombrés. Le nombre de poissons retrouvés dans les vasques n°4 et 28 est en effet similaire au premier suivi avec environ 150 poissons observés au total. Cependant, des différences sont quand même observables. En effet, des espèces autres que la truite ont pu être capturées sur cette station. C'est notamment le cas de deux blageons d'environ 10 cm (Figure 17) qui ont été retrouvés piégés dans la grande vasque n°4. Un chabot de 11 cm a aussi été retrouvé dans cette vasque et un autre chabot de 9 cm a quant à lui été retrouvé échoué en bord de berge.

Deux truites d'une taille un peu plus importante (83 et 110 mm) étaient également piégées dans la vasque n°4.

À noter que le nombre total de poissons sur cette station reste estimé du fait de la difficulté à comptabiliser tous les alevins piégés dans les vasques présentant une superficie importante.

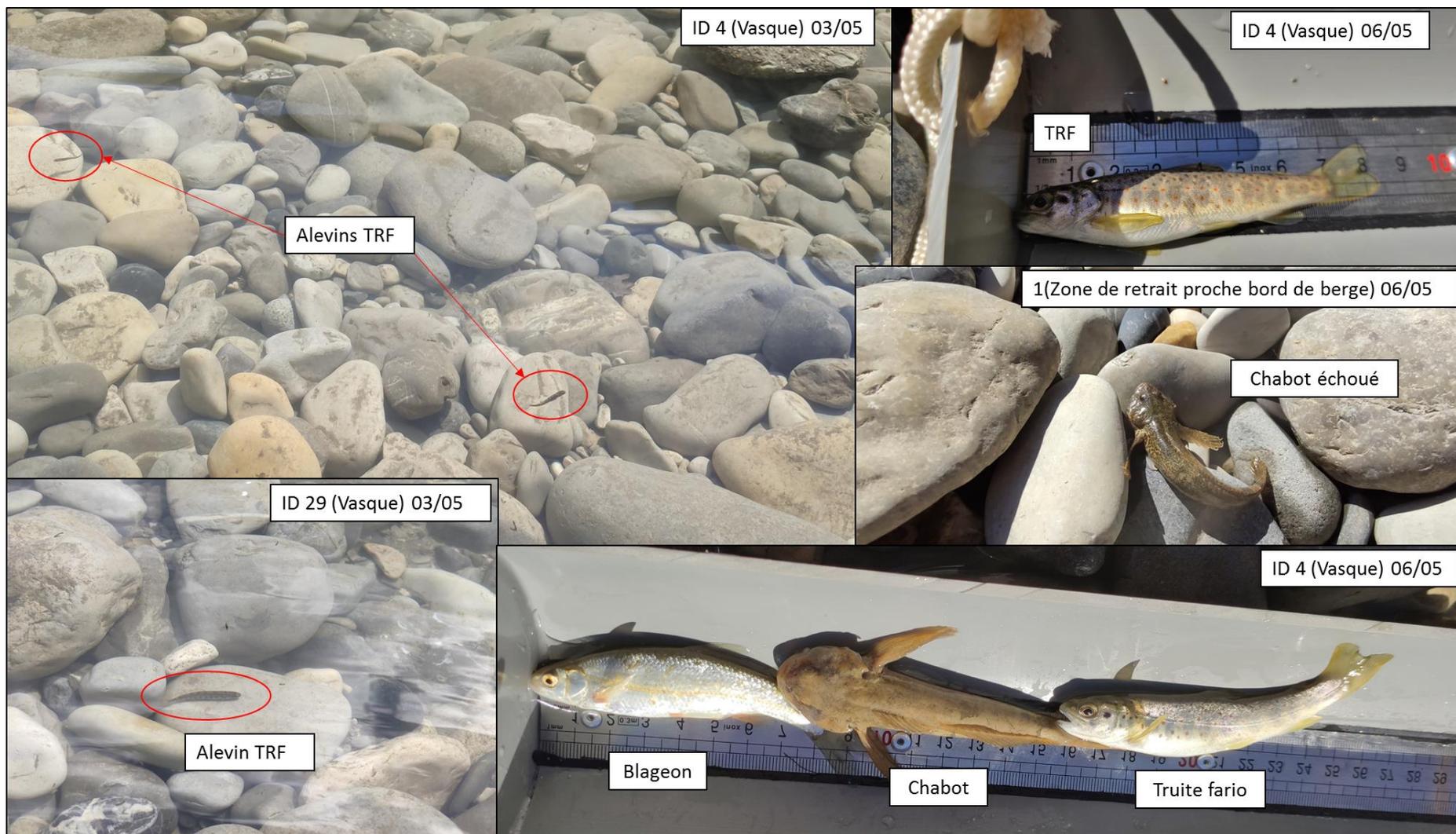


Figure 17 : Poissons observés lors des deux suivis sur le site 2 (Source : ATHOS Environnement)

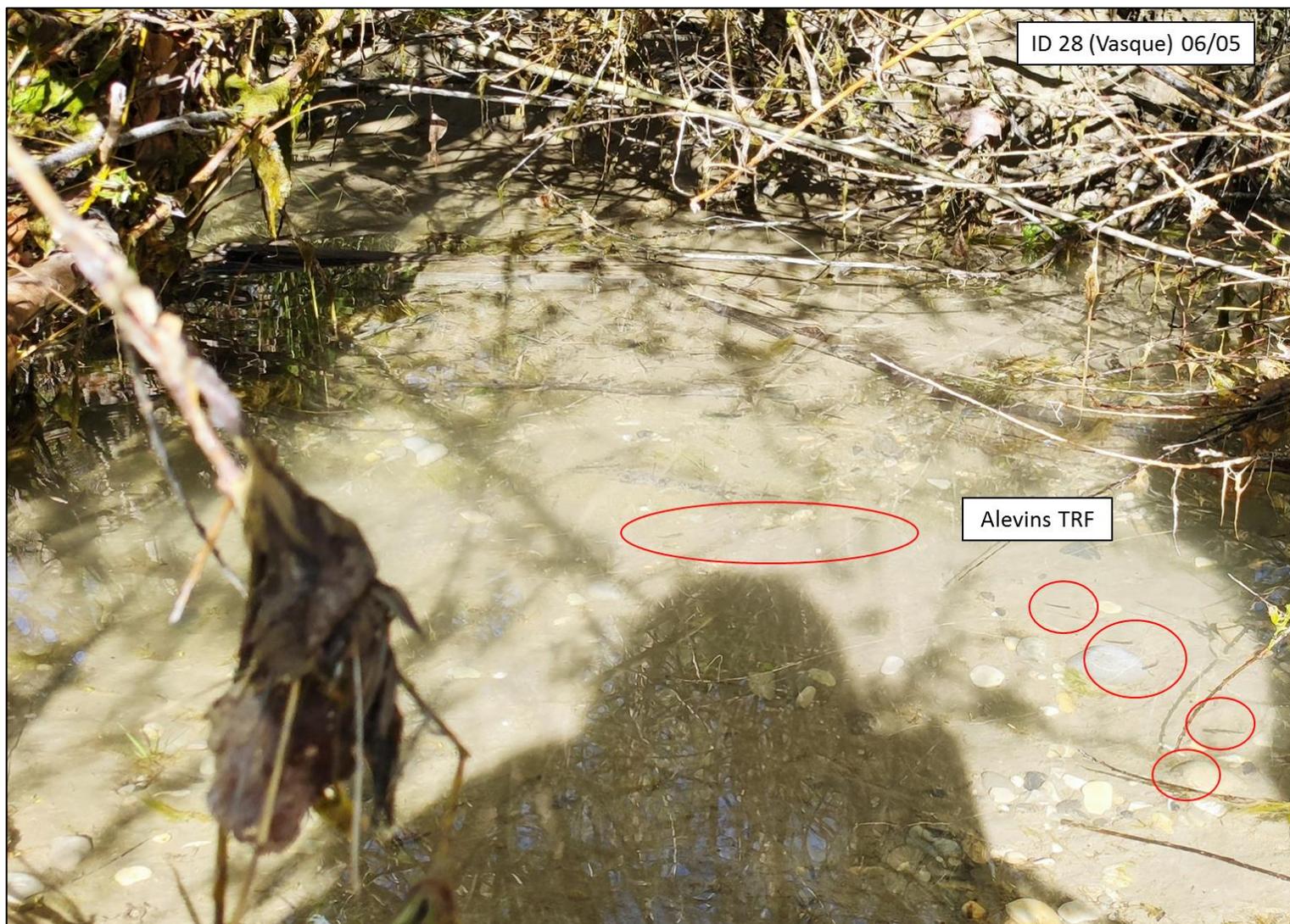


Figure 18 : Présence d'alevins dans la vasque 28 rajoutée lors du suivi biologique (Source : ATHOS Environnement)

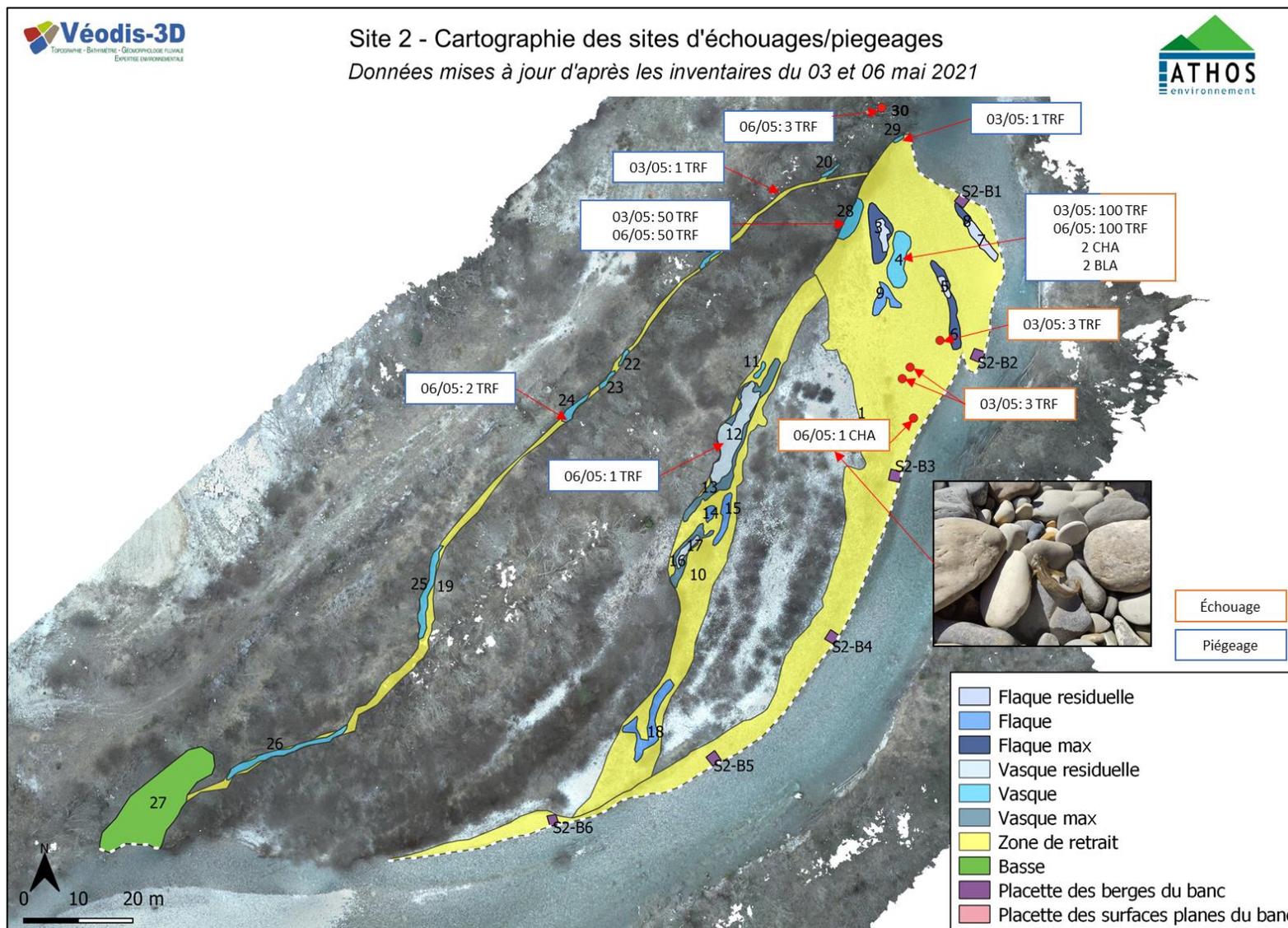


Figure 19 : Localisation des poissons observés sur le site 2 (Source : ATHOS Environnement)

La Figure 19 présente la localisation des poissons retrouvés. Sur cette figure, une zone présente un nombre important de piégeage/échouage. En effet, la vasque n°4 est particulièrement piégeante et plusieurs poissons échoués ont été retrouvés dans ce secteur. Cette zone localisée en amont de la station présente une morphologie particulière. Ce secteur se situe en aval immédiat d'un méandre, ainsi quand le niveau de l'eau augmente de manière conséquente suite aux éclusées, toute la zone localisée en rouge sur la Figure 20 se retrouve submergée. Or cette zone présente une sorte de dépression faisant office de « chenal éphémère » au sein même de la zone immergée.

Lors de la montée des eaux, les poissons colonisent ce secteur et y trouvent refuge, notamment les alevins de truite fario. Lorsque le niveau de l'eau commence à redescendre, ce secteur reste pendant un certain temps encore connecté à l'amont et à l'aval mais se déconnecte très rapidement par la suite. Les poissons sont donc pris au piège et s'échouent au gré des vasques et flaques plus ou moins profondes présentes dans la zone. Une centaine de poissons étaient lors des deux suivis piégés dans la vasque n°4 qui est le point le plus profond et où l'eau réside le plus longtemps.

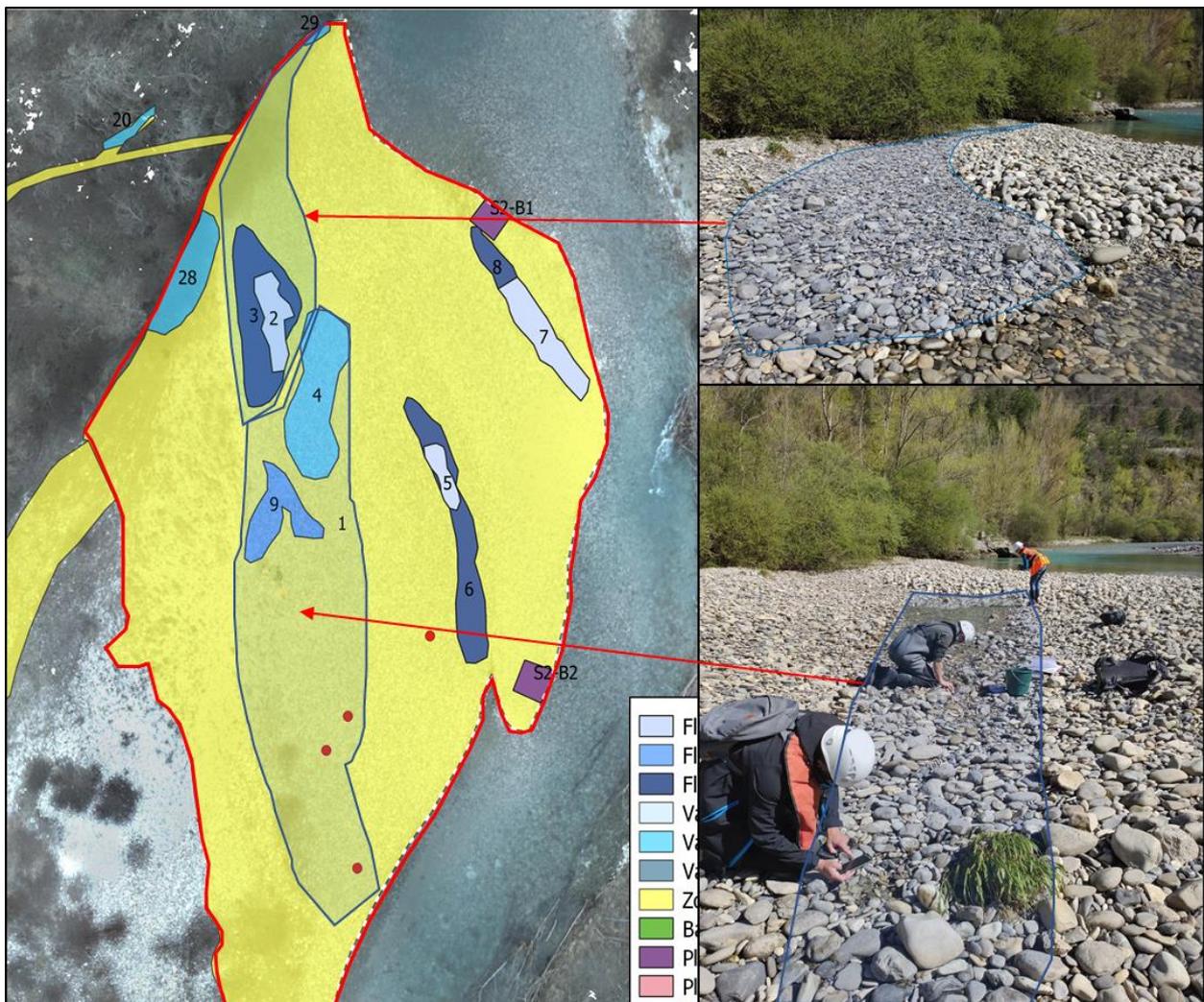


Figure 20 : Détail du secteur amont du site 2 (Source : ATHOS Environnement)

Toutefois, même au sein de cette vasque, la baisse du niveau de l'eau est très rapide. Sur la Figure 21, seulement 30 minutes séparent les deux photos et la surface en eau restante est déjà fortement réduite. Le nombre de poissons et de macro-invertébrés trouvés sur cette zone est vraisemblablement sous-estimé car il est difficile d'estimer le nombre précis d'organismes échoués sur ce secteur, notamment dans la zone de retrait, avec le protocole mis en œuvre.



Figure 21 : Évolution du niveau d'eau de la vasque n°4 (Source : ATHOS Environnement)

6.3 SITE 3

6.3.1 Résultats des suivis

Le Tableau 13 présente les temps d'observations passés sur chaque structure piégeante ou placette ainsi que la présence ou non d'organismes.

Tableau 13 : Détails des observations réalisées sur les zones de piégeages et les placettes présentes sur le site 3 (Source : ATHOS Environnement)

Id	Surface (m ²)	Macroformes	Microformes	EVHA	Éclusee courte			Remarques	Éclusee longue			Remarques
					Temps d'observations	Poissons	Macro-invertébrés		Temps d'observations	Poissons	Macro-invertébrés	
1	1277.7	Banc	ZONE_RETRAIT	PF-CG-CF	Avancement	/	/		Avancement	/	/	
2	16.5	Banc	FLAQUE	PF-CG-CF	00:05:00 (EX)	/	/		00:02:00 (EX)	/	/	
3	32.2	CS	VASQUE MAX	PG-PF-CG	00:04:00 (EX)	/	OUI		00:04:00 (EX)	/	OUI	
4	9.1	CS	VASQUE RESIDUELLE	PG-PF-CG	00:04:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé	00:09:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé
5	187.7	CS	ZONE_RETRAIT	PG-PF-CG	Avancement	/	/		Avancement	/	/	
6	175.3	CS	BASSE MAX	PG-PF-CG	00:17:00 (EX)	/	OUI		00:11:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé
7	21.8	CS	BASSE	PF-CG-CF								
8	0.9	Banc	FLAQUE	TV-TV-L	00:01:00 (EX)	/	/		00:01:00 (EX)	/	/	
9	17.1	CS	FLAQUE RESIDUELLE	TV-TV-L	00:01:00 (EX)	/	/		00:01:00 (EX)	/	/	
10	7.2	CS	FLAQUE MAX	TV-TV-L	00:04:00 (EX)	/	/		00:01:00 (EX)	/	/	
11	20.1	CS	FLAQUE	L-L-L	00:04:00 (EX)	OUI	/	Piégé	00:05:00 (EX)	OUI	/	Piégé
12	10.9	CS	VASQUE	TV-TV-L	00:07:00 (EX)	/	/		00:07:00 (EX)	OUI	/	Piégé
13	278.0	CS	ZONE_RETRAIT	TV-TV-L	Avancement	/	/		Avancement	/	/	
S3B1	4.0	Banc	Placette bord de berge	CG-CF-S	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S3B2	4.0	Banc		PG-PF-CF	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S3B3	4.0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S3B4	4.0	Banc		PF-PF-TV	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	/	
S3B5	4.0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S3P1	4.0	Banc	Placette zone de retrait	TV-TV-TV	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S3P2	4.0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S3P3	4.0	Banc		PF-CG-CF	00:03:00 (EX)	OUI	/	Échoué	00:03:30 (EX)	OUI	/	Échoué
S3P4	4.0	Banc		PG-PF-TV	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S3P5	4.0	Banc		PG-PF-TV	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S3P6	4.0	Banc		PG-PF-TV	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S3P7	4.0	Banc		PG-PF-TV	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S3P8	4.0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S3P9	4.0	Banc		TV-TV-L	00:01:00	/	/		00:04:00 (EX)	OUI	/	Échoué
S3P10	4.0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	

*Données collectées par Véodis 3D

Remarque : (EX) = prospection exhaustive de la zone

Le Tableau 14 présente en détail les caractéristiques et le nombres de poissons observés sur le site 3.

Tableau 14 : Détails des poissons observés sur le site 3 (Source : ATHOS Environnement)

Id	Unités morphologiques	Éclusee courte			Piégé/Échoué (P/E)	Éclusee longue			Piégé/Échoué (P/E)	
		Espèces	Taille (mm)	Nombre		Espèces	Taille (mm)	Nombre		
4	VASQUE RESIDUELLE	TRF	30	10	P	TRF	30	9	P	
6	BASSE MAX	/	/	/	/	TRF	30	2	P	
11	FLAQUE	TRF	25	1	P	TRF	30	5	P	
12	VASQUE	/	/	/	/	TRF	30	1	P	
S3P3	Placette zone de retrait	TRF	30	3	E	TRF	30	1	E	
S3P9		/	/	/	/	TRF	30	1	E	
				Total	14				Total	19

Au total, 14 poissons ont été retrouvés lors du premier suivi contre 19 pour le second, l'écart est donc minime entre les deux suivis. Le peuplement est par ailleurs relativement identique puisque seuls des alevins de truite fario avec une taille d'environ 30 mm ont été observés sur ce site. Lors de l'éclusee courte, près de 71% des truitelles (10 poissons) ont été retrouvées au niveau de la vasque résiduelle n°4 (Figure 22). C'est également sur cette structure que le plus grand nombre d'alevins a été observé lors du second suivi (9 poissons).

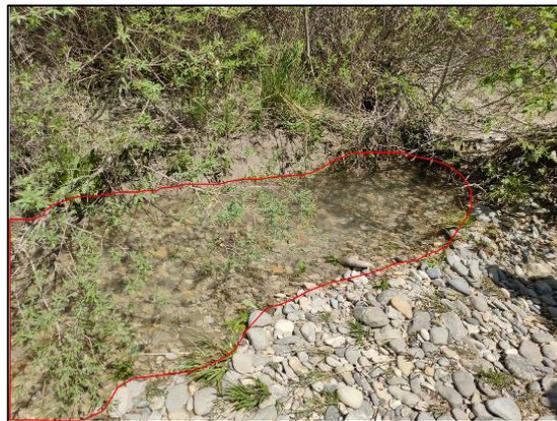


Figure 22 : Photographie de la vasque n°4 située sur le site 3 (Source : ATHOS Environnement)

Des alevins de truite fario ont aussi pu être recensés lors de la prospection de placettes localisées dans la zone de retrait. La placette S3P3 présente en son sein une légère dépression où 3 truitelles ont été retrouvées piégées lors du premier suivi. La placette S3P9 est pour sa part située sur un secteur particulièrement enherbé avec un fond composé de terre végétale et ne présente pas de dépressions particulières (Figure 23).



Figure 23 : Photographie des placettes S3P3 et S3P9 du site 3 (Source : ATHOS Environnement)

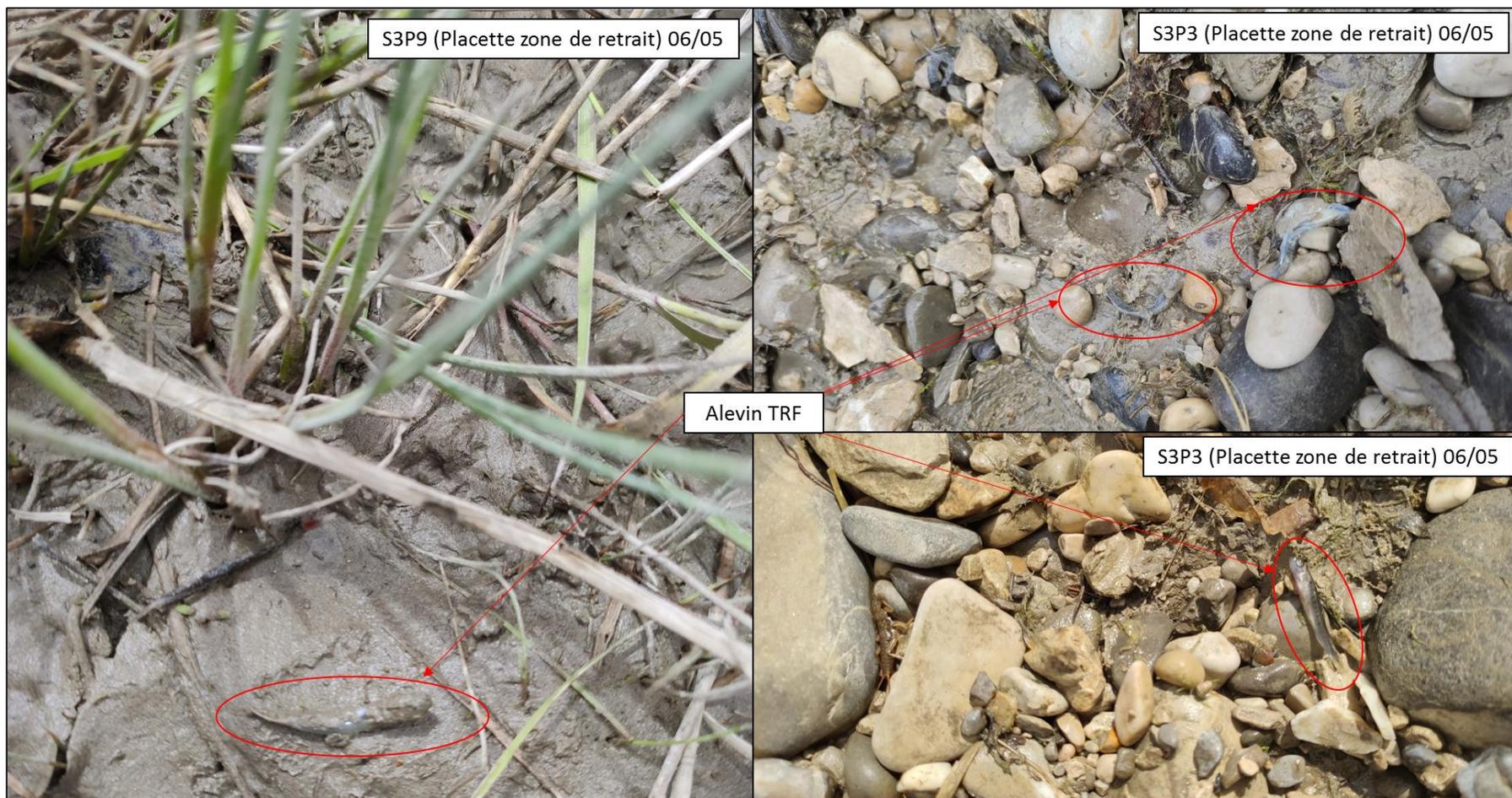


Figure 24 : Poissons observés lors des deux suivis sur le site 3 (Source : ATHOS Environnement)

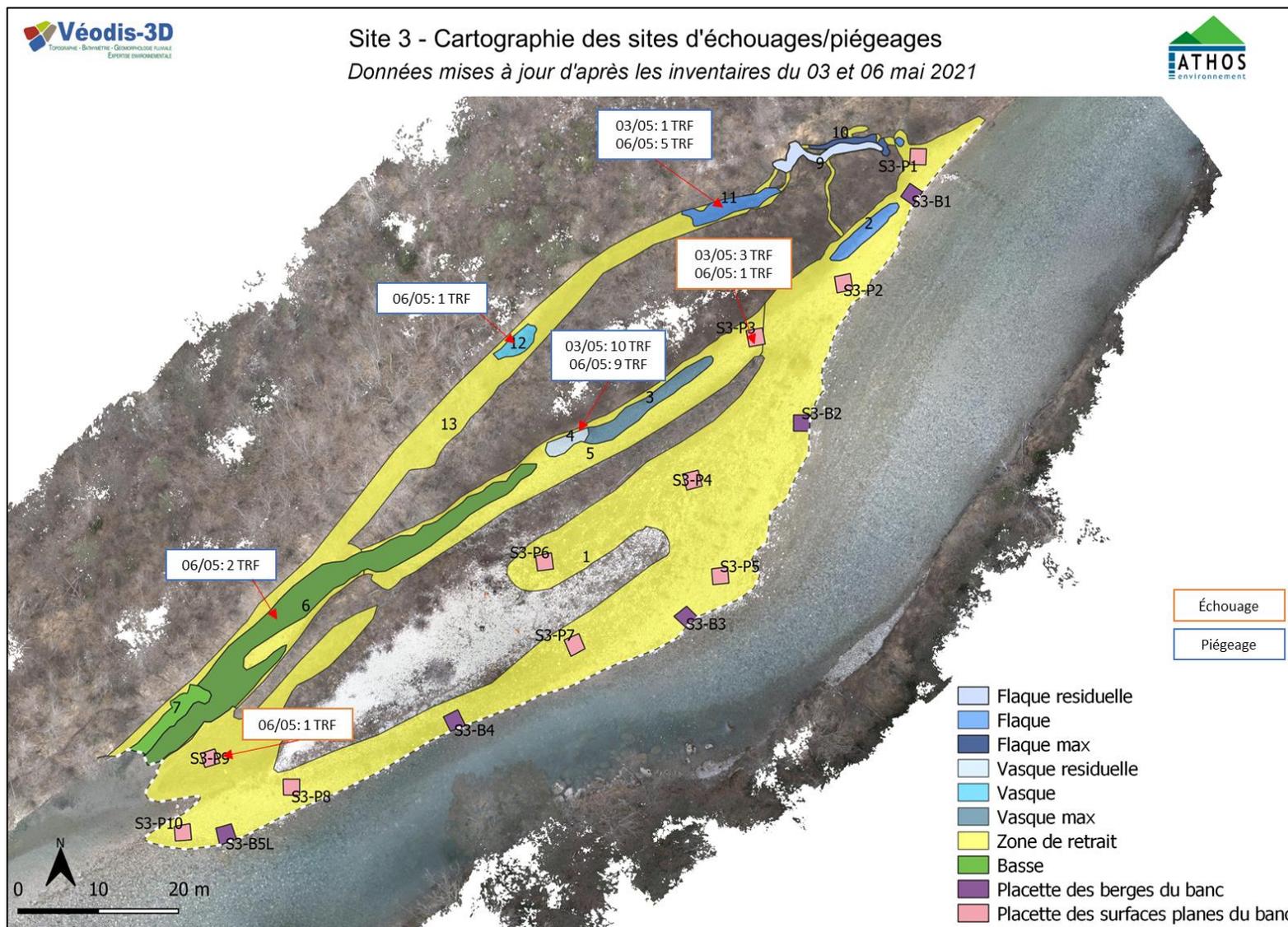


Figure 25 : Localisation des poissons observés sur le site 3 (Source : ATHOS Environnement)

6.4 SITE 4

6.4.1 Résultats des suivis

Le Tableau 15 présente les temps d'observations passés sur chaque structure piégeante ou placette ainsi que la présence ou non d'organismes.

Tableau 15 : Détails des observations réalisées sur les zones de piégeages et les placettes présentes sur le site 4 (Source : ATHOS Environnement)

Id	Surface (m²)	Macroformes	Microformes	EVHA	Éclusee courte			Remarques	Éclusee longue			Remarques
					Temps d'observations	Poissons	Macroinvertébrés		Temps d'observations	Poissons	Macroinvertébrés	
1	2330.8	Banc	ZONE_RETRAIT	PF-CG-CF	Avancement	/	/		Avancement	/	/	
2	249.4	Banc	VASQUE	PG-PF-CG	00:09:30 (EX)	OUI	/	Encore connecté	00:09:30 (EX)	OUI	/	Encore connecté
3	9.8	Banc	FLAQUE	CG-S-L	00:01:45 (EX)	/	/		00:02:00 (EX)	/	/	
4	3.1	CS	VASQUE RESIDUELLE	CG-CG-CF	00:05:00 (EX)	OUI	OUI	Échoué	00:03:00 (EX)	OUI	OUI	Échoué
5	7.4	CS	VASQUE MAX	CG-CG-CF								
6	4.3	CS	VASQUE RESIDUELLE	PF-CG-CF	00:03:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé	00:06:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé
7	8.5	CS	VASQUE MAX	PF-CG-CF								
8	2.7	CS	FLAQUE	PF-CG-S	00:02:00 (EX)	/	OUI		00:02:00 (EX)	/	OUI	
9	3.0	CS	FLAQUE	CG-CF-S	00:01:00 (EX)	/	OUI		00:01:00 (EX)	/	/	
10	3.4	CS	FLAQUE	CF-S-S	00:01:00 (EX)	/	OUI		00:01:00 (EX)	/	/	
11	3.4	CS	VASQUE	PG-PF-CG	00:04:00 (EX)	/	OUI		00:02:00 (EX)	/	OUI	
12	11.5	CS	VASQUE	TV-S-L	00:05:00 (EX)	/	/		00:04:00 (EX)	/	/	
13	12.1	CS	VASQUE RESIDUELLE	CG-CG-CF	00:01:00 (EX)	/	OUI		00:10:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé
14	32.1	CS	VASQUE MAX	PF-PF-CG								
15	7.8	CS	VASQUE RESIDUELLE	CG-CF-GG	00:14:00 (EX)	OUI	/	Piégé	00:11:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé
16	29.0	CS	VASQUE MAX	CG-CF-GG								
17	27.4	CS	FLAQUE	CG-CG-CF	00:15:00 (EX)	/	/		00:10:00 (EX)	/	OUI	
18	7.5	CS	VASQUE RESIDUELLE	CG-CG-CF	00:13:00 (EX)	OUI	OUI		00:11:00 (EX)	OUI	OUI	Piégé
19	20.3	CS	VASQUE MAX	CG-CG-CF								
20	9.0	CS	VASQUE RESIDUELLE	CG-CF-S	00:09:00 (EX)	/	OUI		00:05:00 (EX)	/	OUI	
21	19.8	CS	VASQUE MAX	CG-CF-S								
22	7.4	CS	FLAQUE	CG-CF-L	00:04:00 (EX)	/	/		00:04:00 (EX)	/	/	
23	14.2	CS	BASSE	CG-CF-S	00:22:00 (EX)	OUI	OUI		00:18:00 (EX)	/	OUI	
24	27.3	CS	BASSE MAX	CG-CF-S								
25	1096.4	CS	ZONE_RETRAIT	CG-CG-CF	Avancement	/	/		Avancement	/	/	
26	43.6	Banc	VASQUE	B-CG-CF	00:05:30 (EX)	OUI	OUI	Piégé	00:02:15 (EX)	OUI	/	Piégé
27	0.4	Banc	FLAQUE	PF-CG-CF	/	/	/		00:01:00 (EX)	OUI	/	Piégé
28	2.2	CS	VASQUE	PG-PF-CG	00:03:00 (EX)	/	OUI		00:03:00	/	OUI	
S4B1	4.0	Banc	Placette bord de berge	PF-CG-CF	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S4B2	4.0	Banc		PF-CG-TV	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S4B3	4.0	Banc		PG-PF-S	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S4B4	4.0	Banc		L-TV	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S4B5	4.0	Banc		PF-CG-CF	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S4B6	4.0	Banc		PF-CG-CF	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S4B7	4.0	Banc		CG-CG-CF	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S4B8	4.0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S4B9	4.0	Banc		PF-CG-CF	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S4B10	4.0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	/	
S4B11	4.0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	OUI	
S4B12	4.0	Banc		PG-PF-CG	00:01:00	/	/		00:01:00	/	OUI	
S4B13	4.0	Banc		PF-CG-CF	00:01:00	/	OUI		00:01:00	/	/	
S4B14	4.0	Banc		/	/	/	/	Encore connecté	/	/	/	Encore connecté

*Données collectées par Véodis 3D

*Structures rajoutées sur la carte et identifiées lors des deux suivis

*Structures uniquement observées lors d'une sortie

Remarque : Remarque : (EX) = prospection exhaustive de la zone

Le Tableau 16 présente en détail les caractéristiques et le nombres de poissons observés sur le site 4.

Tableau 16 : Détails des poissons observés sur le site 4 (Source : ATHOS Environnement)

Id	Unités morphologiques	Éclusee courte			Piégé/Échoué (P/E)	Éclusee longue			Piégé/Échoué (P/E)
		Espèces	Taille (mm)	Nombre		Espèces	Taille (mm)	Nombre	
2	VASQUE	TRF	200	2	Encore connecté	TRF	25 200	10 2	Encore connecté
4-5	VASQUE RESIDUELLE	TRF	30	3	E	TRF	30	1	E
6-7	VASQUE	TRF	35	1	P	TRF	30	2	P
13-14	VASQUE	/	/	/	/	TRF	21	1	P
15-16	VASQUE	TRF	30	4	P	TRF	25	10	P
18-19	VASQUE	TRF	30	1	P	TRF	25	1	P
23-24	BASSE	TRF	20	1	P	/	/	/	/
26	VASQUE	TRF	30	10	P	TRF	25	12	P
27	FLAQUE	/	/	/	/	TRF	25	1	P
Total				22	Total				40

Lors de l'éclusee courte, 22 truites ont été retrouvées. La grande majorité de la population observée (91%) est composée de truitelles présentant une taille comprise entre 20 et 35 mm. Deux truites fario d'une taille estimée à 20 cm ont été observées dans une grande vasque qui reste connectée en permanence par un filet d'eau par l'amont et l'aval (vasque 2).

Le second suivi réalisé après l'éclusee longue a permis de comptabiliser 40 poissons ce qui est environ deux fois plus important que le premier suivi. Tous les poissons observés sont des truites fario, là encore les truitelles dominent le peuplement (95%). Comme lors du premier suivi, 2 truites de tailles plus importantes (environ 20 cm) ont également été observées dans la vasque connectée n°2 (Figure 26).

La vasque n°26 (Figure 26) concentre également beaucoup de truitelles et ce lors des deux suivis. Cette structure n'apparaît pas lors des relevés morphologiques et a été rajoutée après les suivis biologiques.

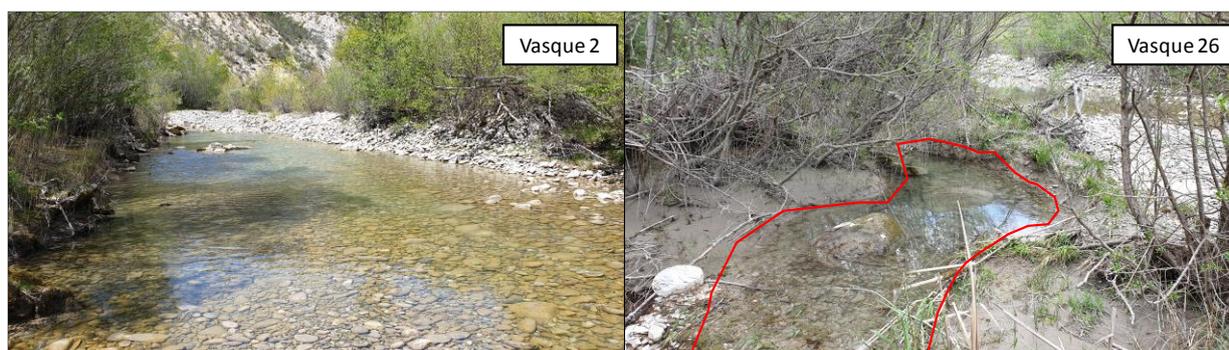


Figure 26 : Photographies de la vasque n°2 et de la vasque n°26 localisées sur le site 4 (Source : ATHOS Environnement)

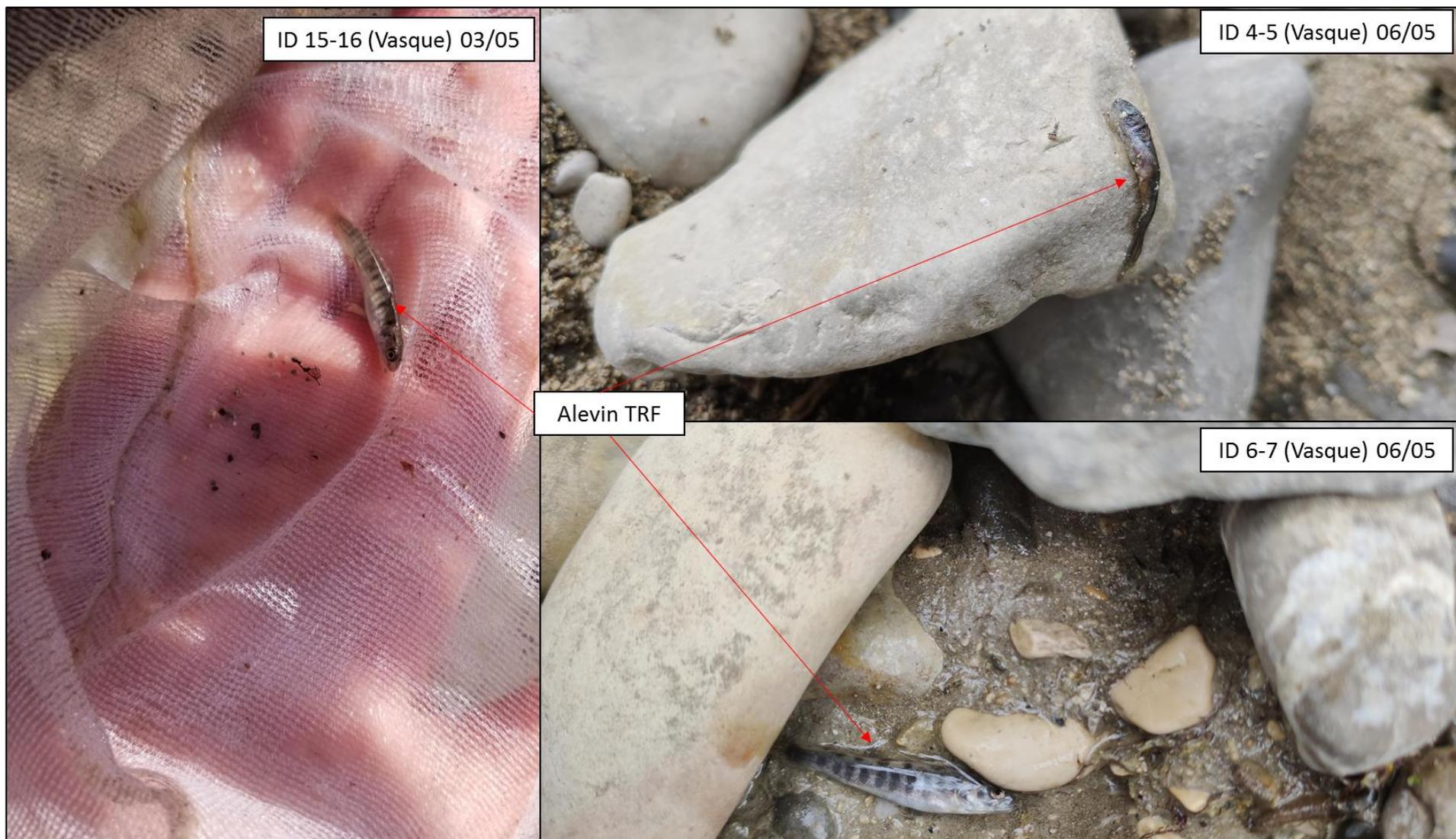


Figure 27 : Poissons observés lors des deux suivis sur le site 4 (Source : ATHOS Environnement)

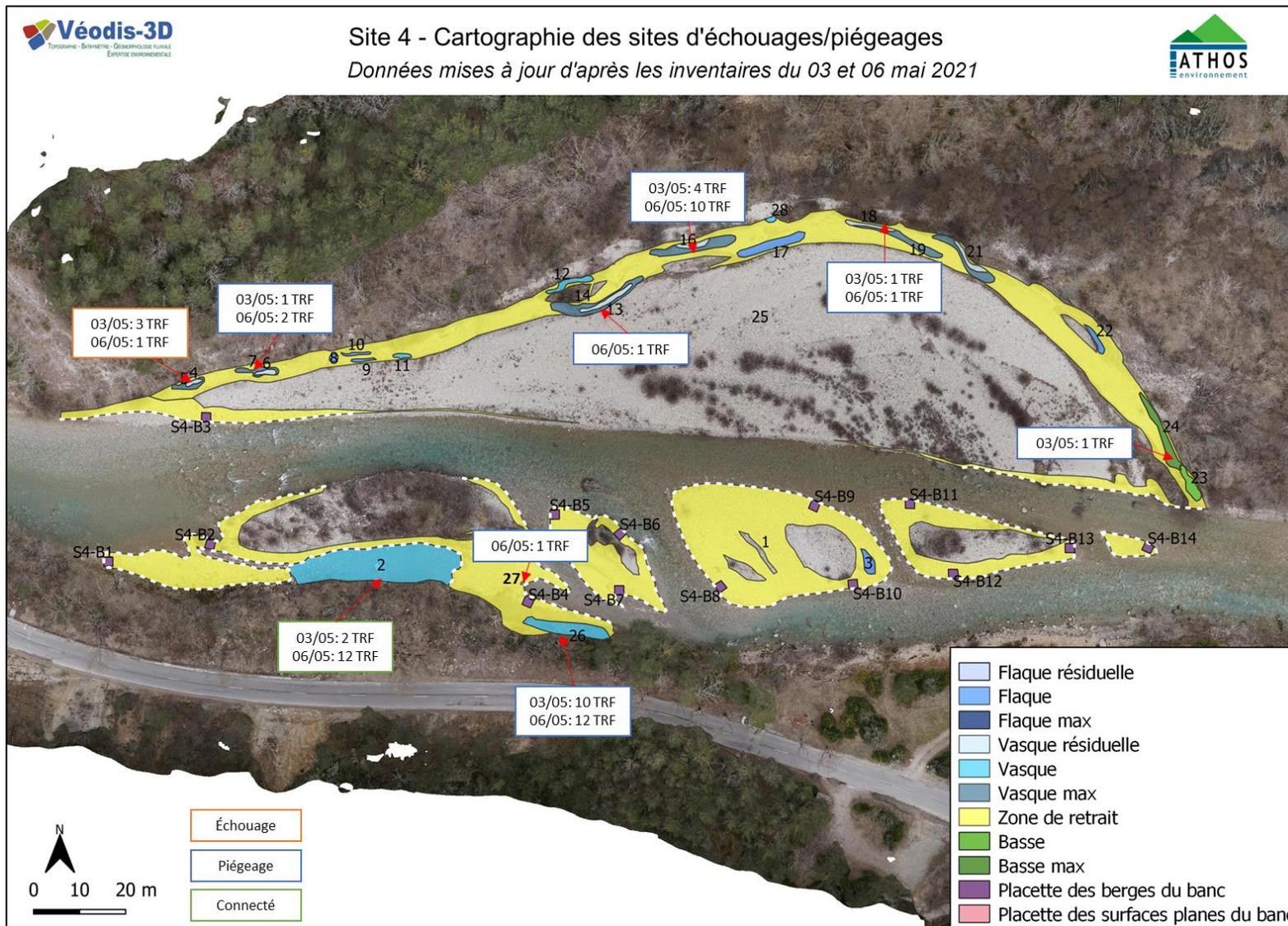


Figure 28 : Localisation des poissons observés sur le site 4 (Source : ATHOS Environnement)

6.5 COMPARAISON INTER-SITES

6.5.1 Nombre de poissons

La Figure 29 et le Tableau 17 présentent en détail le nombre de poissons observés sur chaque site lors des deux campagnes.

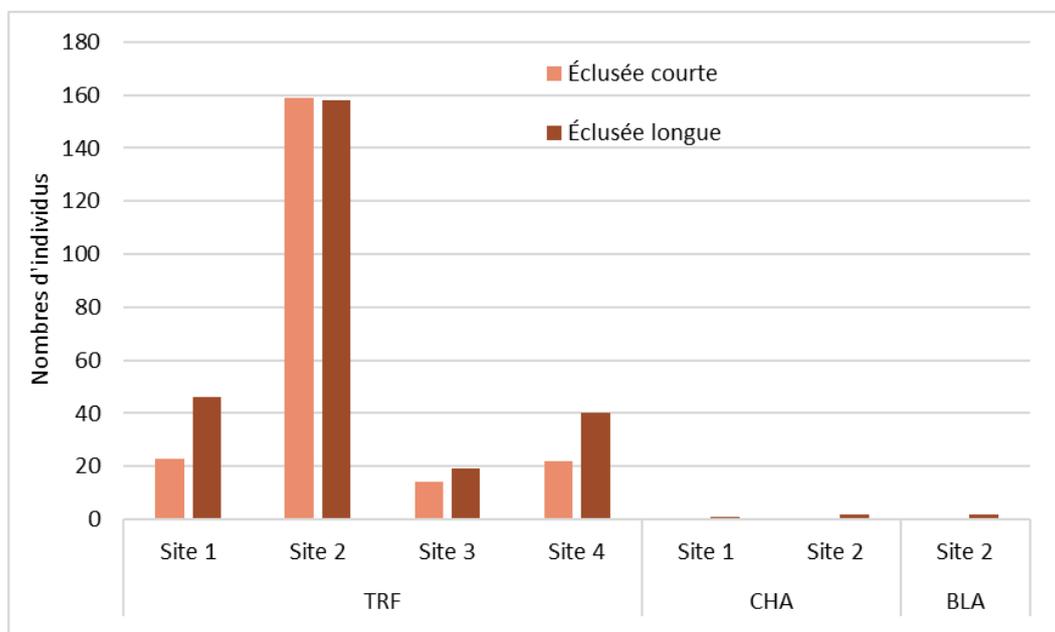


Figure 29 : Nombre total de poissons recensés par espèce sur les 4 sites lors des 2 éclusées (Source : ATHOS Environnement)

Tableau 17 : Nombre total de poissons recensés par espèce sur les 4 sites lors des 2 éclusées (Source : ATHOS Environnement)

Étiquettes de lignes	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Total général
TRF total	69	317	33	62	480
TRF Éclusee courte	23	159	14	22	217
TRF Éclusee longue	46	158	19	40	263
CHA total	1	2	/	/	3
CHA Éclusee longue	1	2	/	/	3
BLA total	/	2	/	/	2
BLA Éclusee longue	/	2	/	/	2
Total général	70	321	33	62	486

Le nombre de poissons comptabilisés au total des deux éclusées s'élève à 486 poissons. Lors de l'éclusée courte, 217 poissons ont été recensés contre 268 lors de l'éclusée longue.

Par ailleurs, le nombre de poissons capturés sur la station 2 est beaucoup plus important que sur les autres sites. Cela s'explique par la présence d'une zone particulièrement piégeante observée sur l'amont de cette station et détaillée dans le paragraphe 6.4.1. En effet, à elle seule cette station représente près de 66% des effectifs cumulés (321 poissons). C'est également la seule station où la présence de blageon a été constatée.

Vient ensuite le site 1 avec 70 poissons observés (14% de l'effectif total) dont 1 chabot lors de la seconde éclusée. Le nombre de truites piégées ou échouées a par ailleurs doublé entre le premier et le second suivi. Sur le site 4, le nombre de truites fario a lui aussi quasiment doublé entre les deux suivis, passant de 22 à 40 pour un total de 62 poissons (13% de l'effectif total). Enfin, le site 3 présente les effectifs observés les plus faibles des 4 stations avec seulement 33 poissons comptabilisés (7% de l'effectif total) lors des 2 suivis.

6.5.2 Pourcentage échouage/piégeage

La Figure 30 et la Figure 31 présentent le pourcentage de poissons piégés et échoués par site lors des deux éclusées.

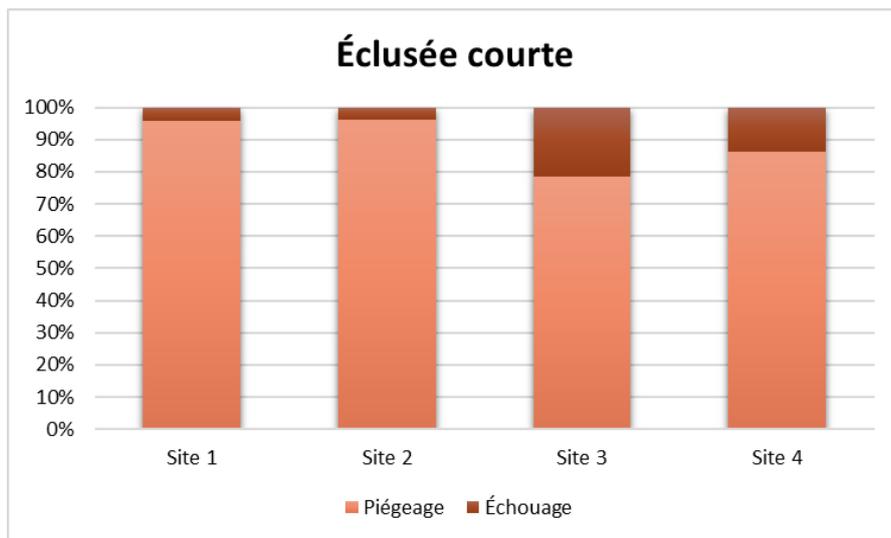


Figure 30 : Pourcentage de poissons piégés/échoués lors de l'éclusée courte (Source : ATHOS Environnement)

La proportion de poissons piégés est importante sur tous les sites avec des valeurs oscillant entre 79% pour le site 3 et 96% pour le site 2.

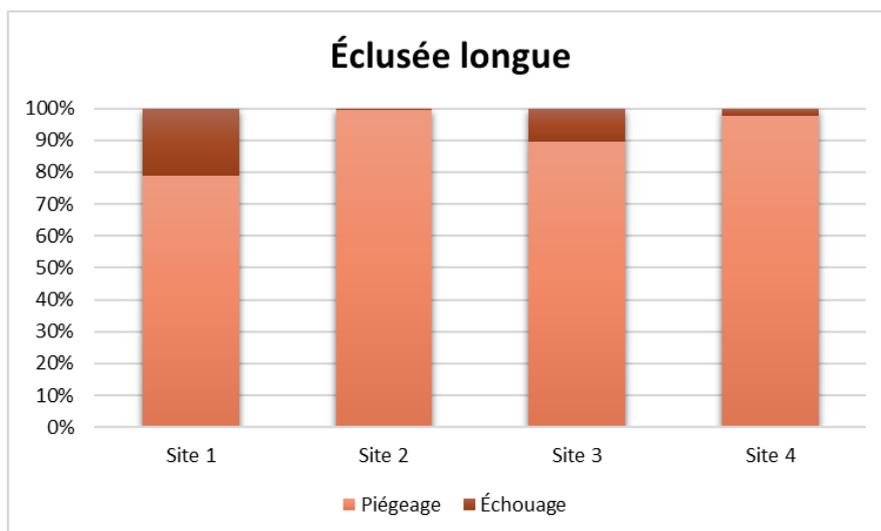


Figure 31 : Pourcentage de poissons piégés/échoués lors de l'éclusée longue (Source : ATHOS Environnement)

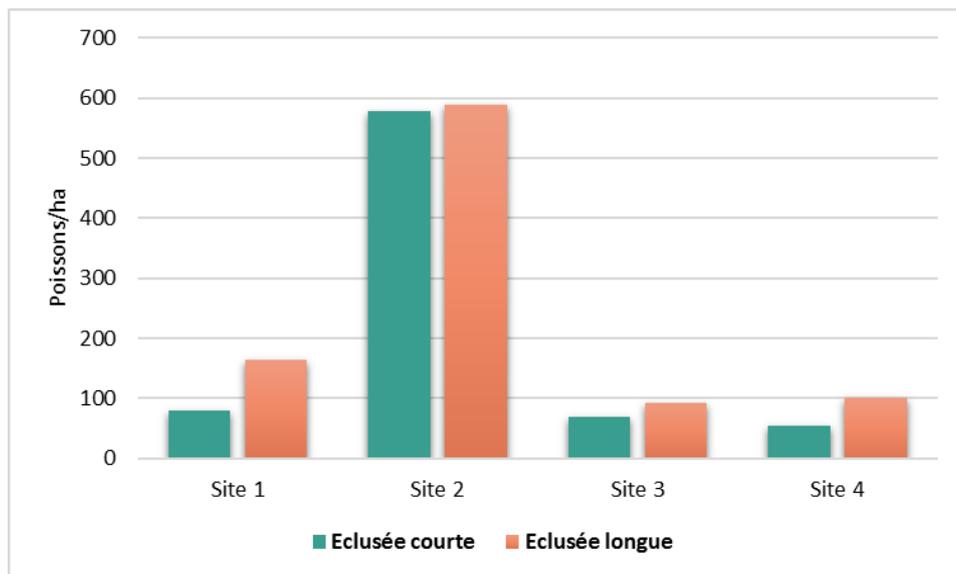
De la même façon que précédemment, lors de ce second suivi, les poissons ont été retrouvés en majorité piégés dans les vasques et autres structures. La proportion de piégeage varie entre 79% pour le site 1 et 99% sur le site 2. À savoir que cette notion dépend fortement de l'horaire de passage sur la station par les opérateurs, ainsi plus le délai entre l'écluse et la prospection est importante et plus la probabilité d'échouage augmente. Le temps d'assèchement varie également selon la configuration de chaque structure, ainsi un délai court entre deux éclusées peut permettre à certains individus de regagner le cours d'eau sans mortalité. À l'inverse, tout poisson piégé a de grande chance de mourir si l'écluse suivante est très espacée.

6.5.3 Nombre de poissons en fonction de la surface

Les figures ci-dessous ont comme objectif de pouvoir comparer le nombre de poissons retrouvés sur chaque site en intégrant leur superficie.

6.5.3.1 NOMBRE DE POISSONS RAPPORTES A LA SURFACE TOTALE

Dans la Figure 32, le nombre de poissons est ici rapporté à la superficie totale de chaque site. C'est-à-dire en incluant toutes les microstructures telles les vasques ou les flaques mais aussi les superficies des zones de retrait. Le nombre de poissons a été dans un premier temps calculé au m² puis ramené à une densité par hectare afin d'avoir des résultats plus parlants.



	Éclusee courte		Éclusee longue	
	Poissons/m2	Poissons/ha	Poissons/m2	Poissons/ha
Site 1	0,008	80,3	0,016	164,2
Site 2	0,058	578,3	0,059	589,2
Site 3	0,007	68,1	0,009	92,5
Site 4	0,005	53,2	0,010	101,3

Figure 32 : Densité de poissons/hectare pour chaque site pour les deux suivis (Source : ATHOS Environnement)

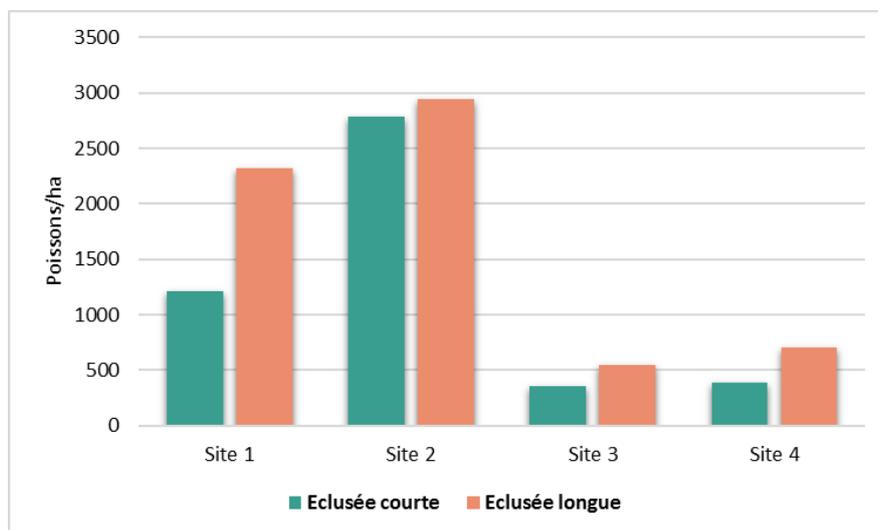
Ainsi, la densité de poissons piégés/échoués faisant suite à la première éclusée est plus importante sur le site 2 avec environ 578 poissons/ha contre seulement 80 pour le site 1, 68 pour le site 3 et enfin 53 pour le site 4.

Il y a peu de différences entre l'éclusée courte et longue sur le site 2 avec 578 poissons/ha contre 589 poissons/ha. Le site 1 a doublé sa densité avec 164 ind/ha pour l'éclusée longue contre 80 ind/ha pour l'éclusée courte. Idem pour le site 4 qui voit sa densité passer de 53 ind/ha à 101 ind/ha entre les deux éclusées. Par ailleurs, le site 4 présente lors de l'éclusée longue une densité de piégeage/échouage plus importante que le site 3 (respectivement 101 contre 93 ind/ha).

6.5.3.2 NOMBRE DE POISSONS RAPPORTES A LA SURFACE DES ZONES DE PIEGEAGE

Le nombre de poissons est cette fois-ci uniquement rapporté à la superficie de zones piégeantes sur chaque site. C'est-à-dire que seules les zones identifiées telles que les vasques, les flaques ou les basses sont prises en compte dans ce calcul. Les poissons retrouvés dans les zones de retrait ne sont donc pas intégrés.

La densité de poissons la plus importante est là encore observée sur le site 2, la densité maximum de poissons/ha est d'ailleurs de 2949 lors de l'éclusée longue (Figure 33). Cependant, le site 1, notamment lors de la seconde éclusée présente une densité qui se rapproche de celle constatée sur le site 2. Le nombre de poissons/ha est d'environ 2320. Cela provient du fait que le site 1 présente une superficie de zones piégeantes très restreinte par rapport au site 2 (190 m² pour le site 1 contre 545 m² pour le site 2).

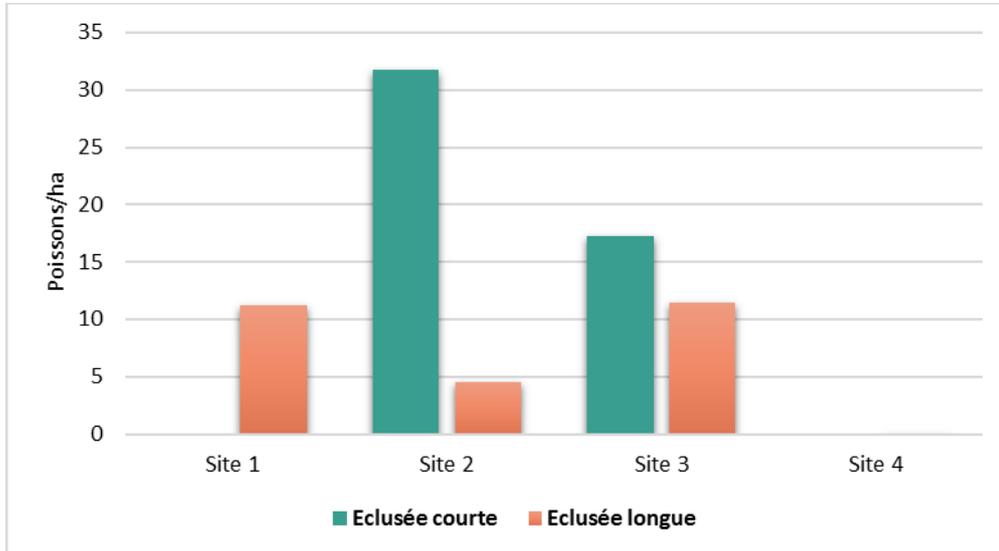


	Éclusée courte		Éclusée longue	
	Poissons/m2	Poissons/ha	Poissons/m2	Poissons/ha
Site 1	0,12	1213,0	0,23	2320,5
Site 2	0,28	2784,8	0,29	2949,7
Site 3	0,04	353,6	0,05	546,5
Site 4	0,04	389,8	0,07	708,8

Figure 33 : Densité de poissons/hectare sur les zones piégeantes pour chaque site pour les deux suivis (Source : ATHOS Environnement)

6.5.3.3 NOMBRE DE POISSONS RAPPORTES A LA SURFACE DES ZONES DE RETRAIT

Le nombre de poissons est cette fois-ci uniquement rapporté à la superficie des zones de retrait (zones de retrait et placettes localisées sur ces zones) sur chaque site. C'est-à-dire que seuls les poissons retrouvés dans ces zones sont comptabilisés.



	Éclusee courte		Éclusee longue	
	Poissons/m2	Poissons/ha	Poissons/m2	Poissons/ha
Site 1	0,0000	0,0	0,0011	11,2
Site 2	0,0032	31,8	0,0005	4,5
Site 3	0,0017	17,2	0,0011	11,5
Site 4	0,0000	0,0	0,0000	0,0

Figure 34 : Densité de poissons/hectare sur les zones de retrait pour chaque site pour les deux suivis (Source : ATHOS Environnement)

Contrairement aux zones piégeantes, les densités de poissons à l'hectare sur les zones de retrait restent très faibles et ne dépassent pas les 32 individus/ha (Figure 34, site 2 éclusée courte). Malgré des superficies très importantes, le nombre de poissons retrouvés dans ces secteurs est resté très faible. Il semblerait que le risque pour les poissons d'être piégés sur les zones de retrait soit plutôt faible.

Le Tableau 18 présente les caractéristiques générales ainsi que le nombre de poissons retrouvés sur les zones de retrait. Le nombre de structures concernées est très faible, il est difficile d'en faire ressortir une tendance. Néanmoins les substrats sur lesquelles ont été retrouvés les poissons sont variés et ne semblent pas impacter l'échouage des poissons sur ces zones. 10 poissons ont été retrouvés échoués lors de l'éclusée courte contre 6 pour l'éclusée longue.

Tableau 18 : Caractéristiques des zones de retrait où des poissons ont été retrouvés échoués (Source : ATHOS Environnement)

Site	ID	Microformes	EVHA	Éclusee courte		Éclusee longue	
1	5	ZR	S-S-L	/	/	1	CHA
1	S1B13	Placette bord de banc	PG/PF/CG	/	/	2	TRF
2	1	ZR	PG/PF/CG	6	TRF	1	CHA
2	19	ZR	TV/TV/L	1	TRF	/	
3	S3P3	Placette zone retrait	PG/CG/CF	3	TRF	1	TRF
3	S3P9	Placette zone retrait	TV/TV/L	/	/	1	TRF

La localisation des placettes est aléatoire et leur nombre dépend de la superficie totale de la zone de retrait pour chaque station. Ces placettes sont donc représentatives des probabilités d'échouage des poissons sur ce type de structure. Par extrapolation, il semblerait que les zones de retrait présentent peu de risques d'échouage pour les poissons.

Seule la zone de retrait ID1 localisée sur le site 2 semble déroger à cette règle car comme déjà évoqué, il est fortement probable que le nombre de poissons pris au piège dans cette zone, en particulier sur les zones de retrait située sur le secteur amont au niveau de la vasque ID4, soit sous-estimé, du fait de la difficulté à observer les individus échoués sous les cailloux. En effet, la superficie importante de cette zone et un temps d'observation restreint ne permet pas une prospection minutieuse de la zone (cf. paragraphe 6.2.1).

Cependant, la densité de poissons calculée sur les zones de retrait de cette station après la seconde éclusee (4,5 ind/ha) est moins importante que sur le site 3 (11,5 ind/ha) et le site 1 (11,2 ind/ha). Le site 3 est celui qui présente le plus de régularités entre les deux suivis. Sur le site 1, aucun poisson n'a été observé sur les zones de retrait ou les placettes lors du suivi ayant eu lieu après la 1^{ère} éclusee. Sur le site 4, aucun individu n'a été retrouvé dans ces zones lors des deux suivis.

6.5.4 Répartition des poissons selon les structures

Écluse courte :

La Figure 35 présente les pourcentages de poissons par espèce retrouvés échoués ou piégés dans les différentes structures après l'écluse courte.

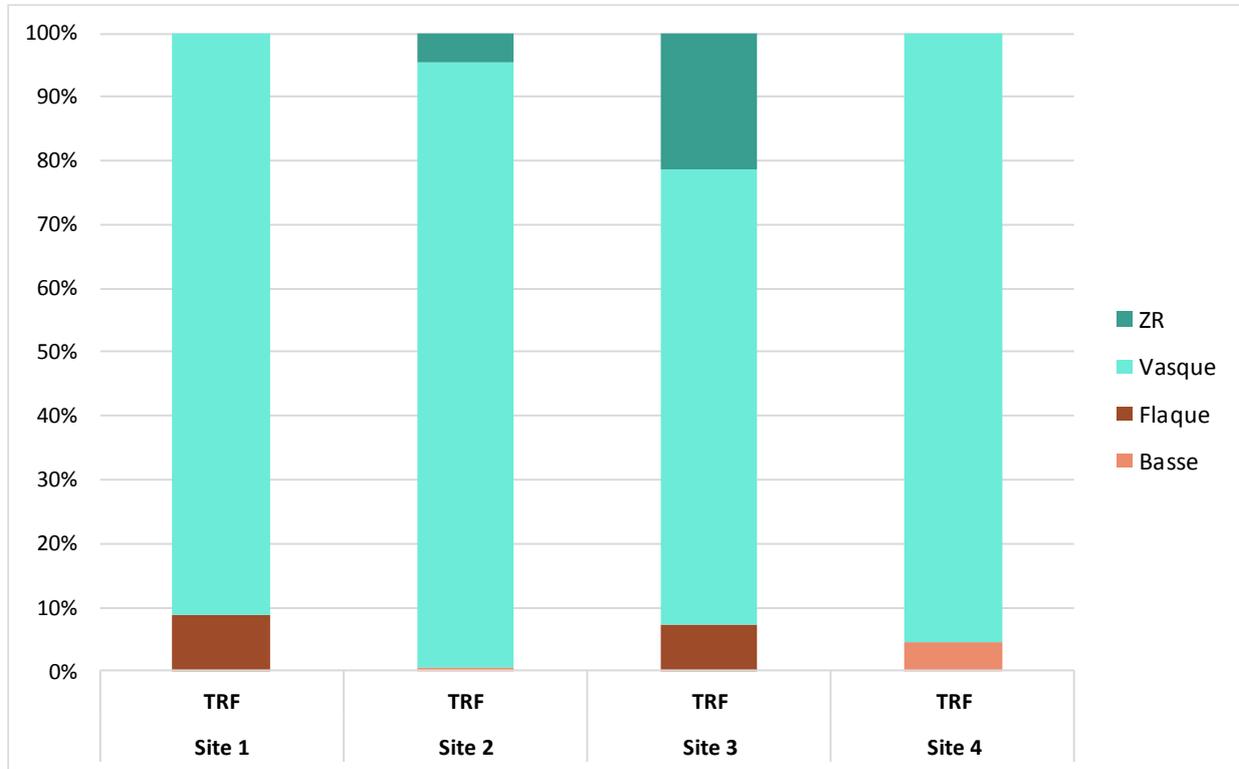


Figure 35 : Pourcentage de poissons par espèce retrouvée échouée/piégée dans les différentes structures lors de l'écluse courte (Source : ATHOS Environnement)

En grande majorité, ce sont dans les vasques que les poissons ont été le plus observés. Le pourcentage de poissons dans les vasques va de 71,4% sur la station 3 à 95,6% sur la station 2. Au total, sur l'ensemble de la première écluse, 93,5% des poissons comptabilisés l'ont été dans une vasque. 4,6% des poissons ont été retrouvés sur les zones de retrait contre 1,4% sur les flaques et seulement 0,5% sur les basses.

Écluse longue :

La Figure 36 présente les pourcentages de poissons par espèce retrouvée échouée ou piégée dans les différentes structures après l'écluse longue.

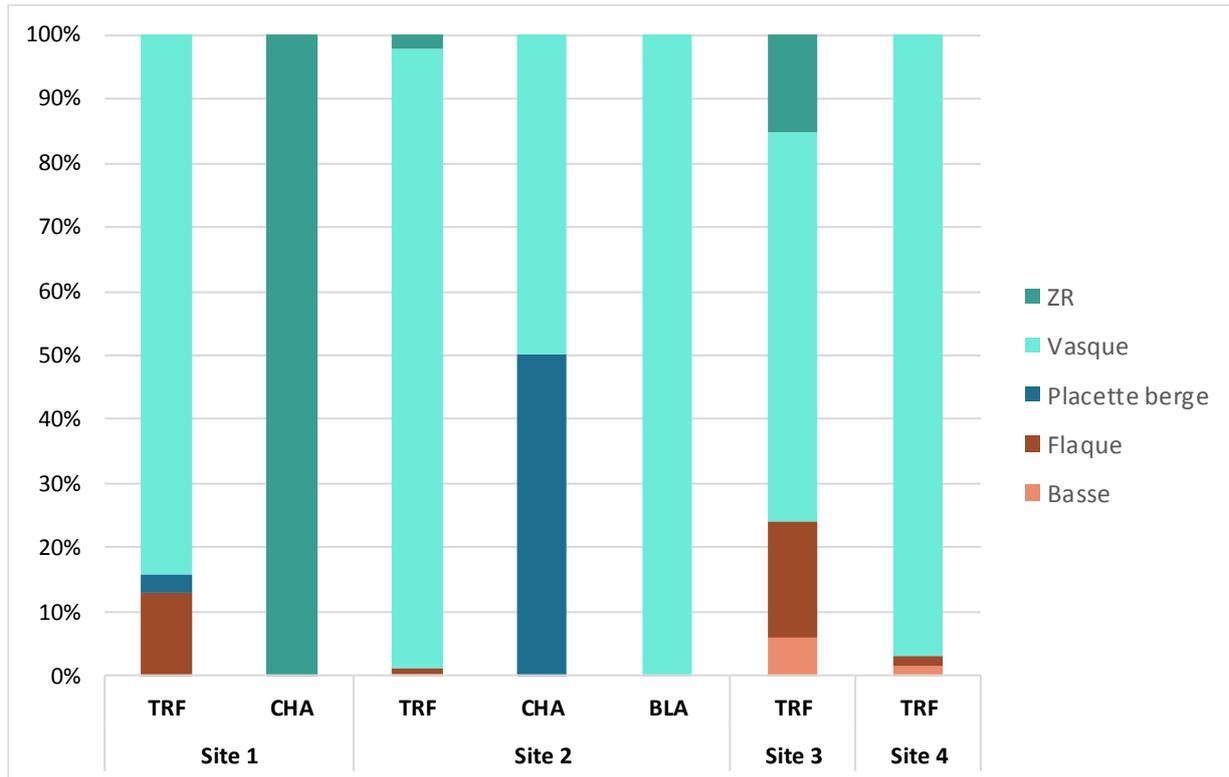


Figure 36 : Pourcentage de poissons par espèce retrouvée échouée/piégée dans les différentes structures lors de l'éclusee longue (Source : ATHOS Environnement)

Sans tenir compte des espèces, ce sont toujours les vasques qui concentrent le plus de poissons avec plus de 92% de l'effectif total retrouvé dans ce type de structure. Les flaques représentent 4% de l'effectif total de poissons observés contre 2,7% pour les zones de retrait et 0,8% pour les basses.

En ce qui concerne les truites fario, elles se retrouvent toujours en majorité dans les vasques, notamment pour le site 1 (84,1%), le site 2 (96,6%) et le site 4 (97,5%). Sur le site 3, les truites ont encore été retrouvées en majorité dans les vasques (52,6%) mais le nombre de truites observées dans les flaques (26%), les basses (10,5%) et les zones de retrait (10,5%) est plus important que sur les autres sites.

Pour les autres espèces, les effectifs retrouvés par sites sont trop peu importants pour pouvoir en tirer une réelle conclusion quant à l'affinité de certaines espèces pour un type de structure. Par exemple, un seul chabot a été retrouvé sur le site 1 dans une zone de retrait ce qui donne un pourcentage de 100%. Il sera toujours possible de noter que 2 des 3 chabots observés lors des suivis étaient présents en zone de retrait proche de la berge et ne semblent pas forcément avoir tendance à s'abriter dans les dépressions (vasques et flaques) comme le font les truitelles. Néanmoins, les effectifs observés sont trop peu nombreux pour pouvoir réellement étayer cette hypothèse.

Synthèse :

Les poissons ont en grande majorité été retrouvés dans les vasques, que ce soit après l'écluse courte (93,5% de l'effectif total) ou après l'écluse longue (92,1% de l'effectif total). La Figure 37 précise les rapport piégeage/échouage selon le type de structure. En ce qui concerne les vasques, au moment de l'inventaire, 94% des poissons trouvés étaient encore piégés. Pour les flaques, 67% des poissons étaient piégés contre 33% de poissons échoués. Les zones de retrait et les placettes situées en bord de berge étaient forcément hors d'eau au moment de l'observation, par conséquent les poissons ont tous été retrouvés échoués sur ce type de structure.

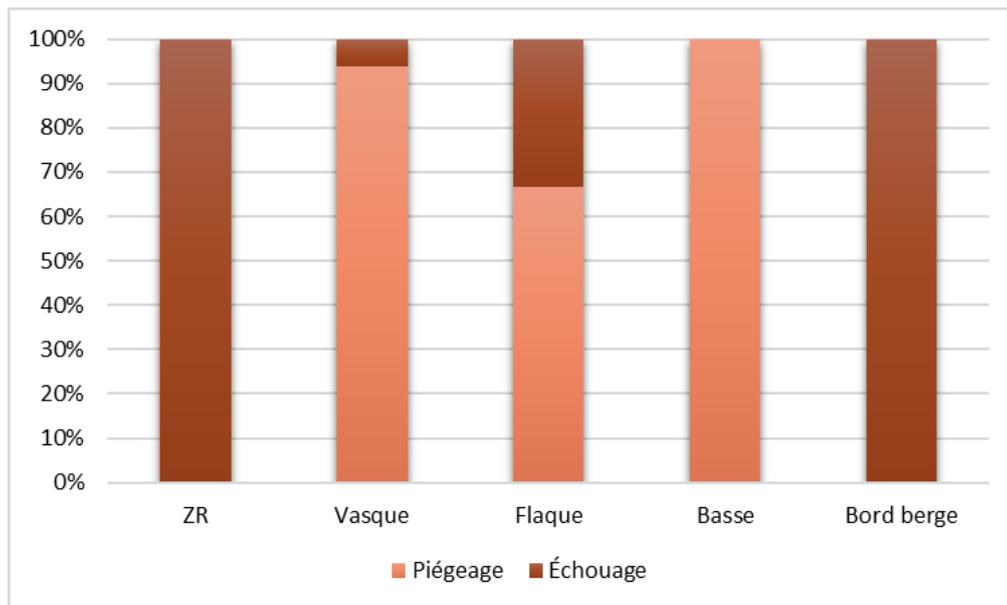


Figure 37 : Proportion des piégeages/échouages selon le type de structure (Source : ATHOS Environnement)

Divers facteurs sont cependant à prendre en compte lors de ces interprétations. Tout d'abord, les poissons sont plus facilement visibles dans une structure encore en eau, une vasque par exemple, lorsqu'ils se déplacent que dans une structure asséchée où les organismes peuvent être échoués sous les cailloux. Il est ainsi possible que le nombre de poissons présents dans les flaques (qui se retrouvent rapidement sans eau) soit sous-estimé par rapport aux vasques.

Cela est valable aussi pour les zones de retrait qui ont été en grande partie prospectées à l'avancement du fait de leur superficie importante, or dans une majorité des cas, les poissons présents sur ce type de structure sont échoués sous les cailloux et donc indétectables sans une prospection approfondie comme c'est le cas sur les placettes. Néanmoins, les placettes étudiées sur ces zones sont représentatives des zones de retrait et ont permis de voir que le nombre de poissons échoués sur ces zones est relativement restreint.

Le nombre de poissons observés sur les placettes, que ce soit celles en zone de retrait ou celles en bord de berges est relativement restreint. Il semblerait que les poissons restent très peu bloqués dans ces zones si celles-ci ne présentent pas de dépression particulière.

Enfin, à noter que très peu de poissons ont été observés dans les basses malgré une hauteur d'eau et des superficies souvent plus importantes que d'autres structures.

Au vu des résultats obtenus, le protocole mis en place concernant le suivi piscicole pour les éclusées du Verdon semble convenir en termes de rapport coût/efficacité. Il permet d'obtenir une vision assez précise du nombre de poissons potentiellement impactés par les éclusées en un temps restreint. De plus, la mise en place de placettes en fonction de la superficie de la station permet une comparaison inter-site.

7 RESULTATS DES OBSERVATIONS BIOLOGIQUES CONCERNANT LES MACRO-INVERTEBRES

L'objectif principal du suivi biologique était d'étudier son impact sur les populations piscicoles. Néanmoins, les macro-invertébrés ont également été étudiés et comptabilisés dans la mesure du possible.

Il est toutefois difficile d'estimer avec précision l'impact des éclusées sur les macro-invertébrés car le protocole mis en place lors de cette étude apparaît inadapté à leur suivi. En effet, leur nombre conséquent, leur taille réduite et leur faculté à se réfugier sous les pierres et dans les moindres anfractuosités rendent leur comptage difficile et imprécis. Les données fournies dans la Figure 38 sont donc à prendre avec précaution et reflètent une image imprécise de l'impact des éclusées sur ces organismes. Ces données restent par ailleurs une estimation moyenne des populations en prenant en compte une moyenne lorsque le nombre d'individus est caractérisé par une classe de grandeur (exemple : 75 pour un nombre d'individus estimé entre 50 et 100).

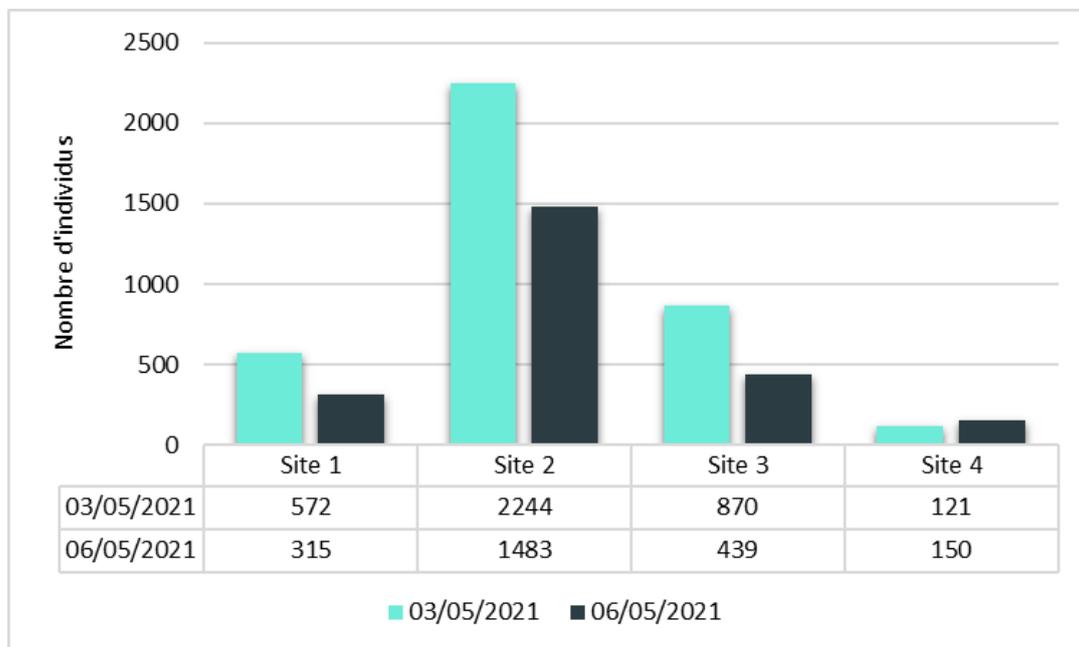


Figure 38 : Estimation du nombre de macro-invertébrés par site lors des 2 éclusées (Source : ATHOS Environnement)

Le site 2 présente le plus grand nombre d'invertébrés observés, la valeur maximale estimée est de 2244 individus le 03/05/2021. Le site 4 possède les valeurs les plus faibles avec des effectifs oscillants entre 120 et 150 individus piégés ou échoués.

Globalement, la composition du peuplement d'invertébrés observés est restée sensiblement la même entre chaque site avec les mêmes familles ou taxons identifiés. De nombreux éphéméroptères ont été observés, la plupart appartenant à la famille des Heptageniidae ou des Baetidae. Un nombre important de plécoptères a été également comptabilisé, notamment des Perlidae du genre Perla qui présente une taille particulièrement conséquente.

La plupart des autres ordres étaient aussi représentés, celui des trichoptères avec notamment des individus sans fourreau du genre Hydropsyche ou de la famille des Rhyacophilidae, des Diptères (Simuliidae) mais aussi des macro-crustacés avec un nombre important de gammares retrouvés piégés ou échoués dans les vasques ou flaques. La Figure 39 présente en image une partie des macro-invertébrés précédemment cités.

Pour quantifier de manière efficace l'impact des éclusées sur ces organismes, un protocole spécifiquement adapté semble être nécessaire, par exemple la mise en place de placettes d'une taille plus petite (1m² ?) et plus nombreuses où les opérateurs comptabiliseraient tous les invertébrés.

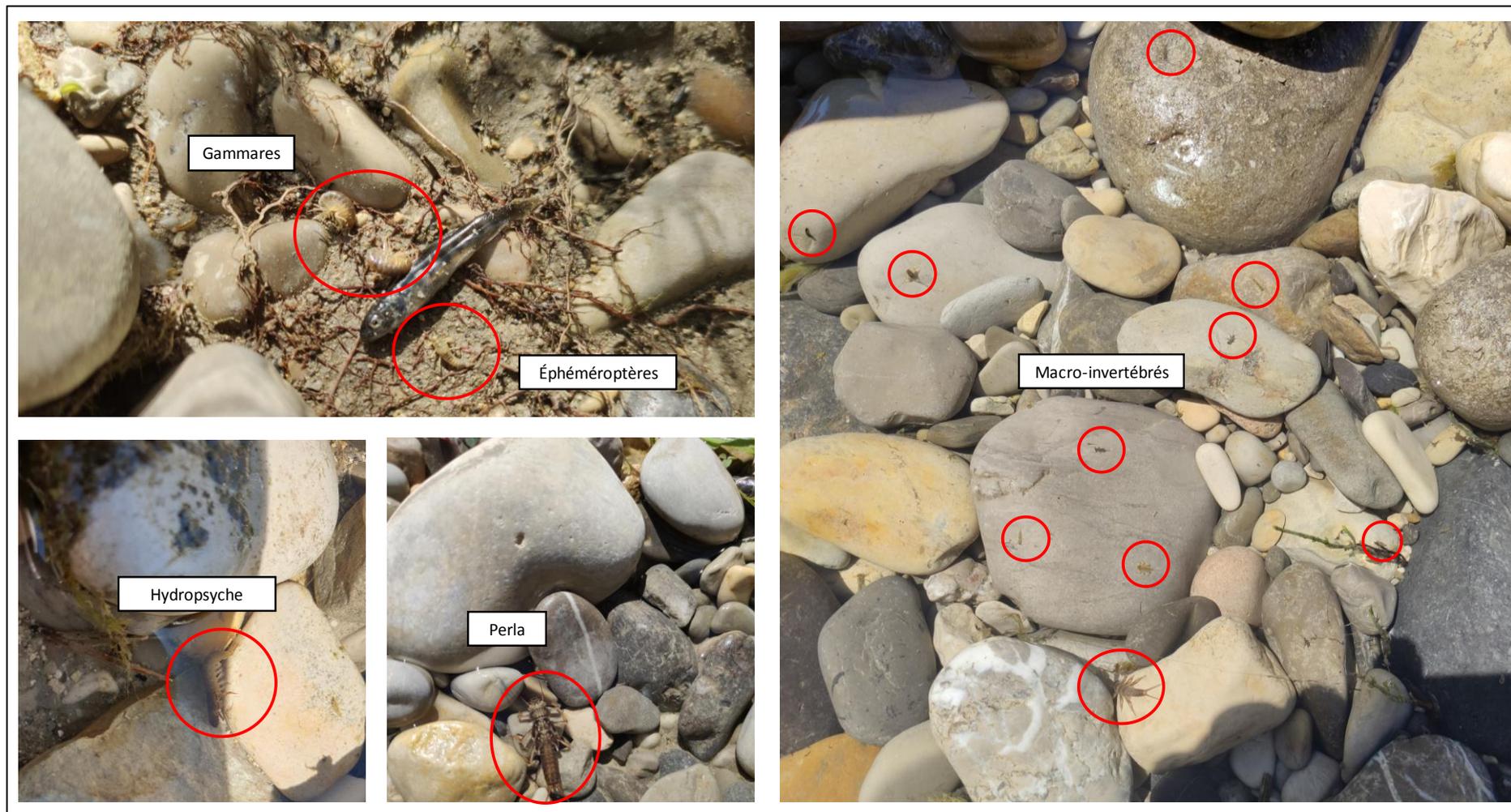


Figure 39 : Photographies de quelques invertébrés retrouvés lors du suivi biologique (Source : ATHOS Environnement)

8 CONCLUSION

Le suivi biologique des éclusées des gorges du Verdon s'est déroulé en 2 suivis : un premier suivi ayant eu lieu le 3 mai 2021 après un temps de plateau court et un second suivi le 6 mai 2021, faisant suite à une éclusée avec un temps de plateau long. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact des éclusées sur les populations de poissons et de macro-invertébrés en termes d'échouage et de piégeage.

Plusieurs analyses ressortent de cette étude :

- **Le nombre de poissons piégés/échoués reste globalement relativement faible sur la plupart des stations.** Ainsi, le nombre de poissons recensés sur les sites 1,3 et 4 ne dépassent pas les 70 individus en faisant le total des 2 éclusées. **Seul le site 2 se démarque des autres sites avec un nombre de poissons piégés beaucoup plus important.** Au total, en prenant en compte les résultats des deux éclusées, près de 66% des poissons observés proviennent du site 2 (320 poissons).
- **Les sites ne réagissent pas tous de la même manière entre le suivi court et long en termes d'échouage et de piégeage.** Ainsi sur les sites 2 et 3, le nombre de poissons observés varie très peu entre les deux éclusées. À la différence du site 1 et 4 qui voient leurs effectifs de poissons piégés ou échoués doubler entre les deux suivis. Par exemple, le nombre de poissons recensés passe de 23 à 46 pour le site 1.
- **En prenant en compte la superficie totale de chaque site, la station numéro 2 présente la densité de piégeage/échouage la plus importante.** C'est également le cas lorsque seules les surfaces des structures piégeantes sont pris en compte mais le site 1 présente également un rapport surface/piégeage-échouage relativement important.
- **Dans la grande majorité des cas, les poissons retrouvés sont des alevins de truite fario dont la taille n'excède pas 30mm.** Quelques individus de truite fario de plus grande taille ont été observés, leur taille maximale ne dépassant pas 20 cm. Les autres espèces semblent être très peu impactées par les éclusées, au total seulement 3 chabots ont été retrouvés ainsi que 2 blageons. Ces espèces ont par ailleurs été majoritairement retrouvées sur le site 2. Sur les sites 3 et 4, seules des truites fario ont été retrouvées.
- **Plus de 90% des poissons observés l'ont été dans les vasques.** De manière générale, la plupart des poissons retrouvés dans les vasques étaient piégés au moment des observations. Le nombre de poissons retrouvés piégés dans les structures restent relativement faibles.

- **L'impact des éclusées sur les populations de macro-invertébrés reste difficile à estimer.** Le protocole appliqué lors de cette étude ne permet pas un recensement précis des invertébrés présents sur les sites. Néanmoins, le nombre d'invertébrés observés sur certaines stations reste toutefois conséquent, notamment sur les stations 2 et 3. Tous les ordres d'invertébrés semblent impactés par les éclusées. Particulièrement les plécoptères du genre *Perla*, taxons fortement polluo-sensibles, qui ont été retrouvés échoués ou piégés en nombre conséquent.
- Au vu des résultats obtenus, **le protocole mis en place concernant le suivi piscicole pour les éclusées du Verdon semble convenir en termes de rapport coût/efficacité.** Il permet d'obtenir une vision assez précise du nombre de poissons potentiellement impactés par les éclusées en un temps restreint. De plus, la mise en place de placettes en fonction de la superficie de la station permet une comparaison inter-site.