



**ETUDE DE L'IMPACT DU PIETINEMENT
ENGENDRE PAR LES ACTIVITES SPORTIVES
ET DE LOISIRS SUR LES MILIEUX AQUATIQUES
DES GORGES DU VERDON**

1^{ère} année du suivi (2014)



Janvier 2016

Sommaire

1	Contexte	6
2	Zone d'étude.....	8
3	Statut environnemental de la zone	10
4	Méthodologie	13
4.1	Stations et tronçon d'étude	13
4.2	Campagnes de terrain	16
4.3	Méthodes et matériels employés.....	17
4.3.1	Description de la fréquentation	17
4.3.2	Descriptions morphologiques	18
4.3.3	Enregistrements des pressions et températures dans l'eau	18
4.3.4	Suivi des invertébrés benthiques et caractérisation des habitats	20
4.4	Hydrologie et événements marquants.....	22
4.5	Description de la fréquentation humaine du tronçon et des stations	28
4.5.1	Fréquentation humaine sur le tronçon pratiqué et sur la station 02 Baume aux pigeons 28	
4.5.2	Fréquentation humaine sur la station témoin (station 01 de la Salpêtrière).....	32
4.5.3	Détail des types d'actions produits et observés dans le cadre de la randonnée aquatique sur le tronçon d'étude et sur la station 02 de la Baume aux pigeons.....	34
5	Résultats des mesures de terrain.....	38
5.1	Données thermiques	38
5.2	Descriptions morphologiques	42
5.2.1	Les faciès d'écoulement à l'échelle du tronçon	43
5.2.2	Cartographie des habitats de la station 01 de la Salpêtrière (témoin)	49
5.2.3	Cartographie des habitats de la station 02 Baume aux Pigeons	53
5.2.4	Comparaison des deux stations	56
5.3	Invertébrés aquatiques et évolutions.....	58
5.3.1	Niveaux de référence dans le Moyen Verdon de la richesse et de la densité des invertébrés aquatiques	61
5.3.2	Compositions faunistiques globales et par habitat des stations d'étude.....	66
5.3.3	Evolutions globales des densités	68
5.3.4	Evolutions des densités par campagne.....	69
5.3.5	Evolution des richesses faunistiques.....	79
5.3.6	Evolutions globales de la composition du peuplement.....	81
5.3.7	Evolutions par habitat de la composition du peuplement	83
6	Conclusions sur le suivi par habitat.....	92
7	Conclusions à l'échelle du tronçon pratiqué.....	93
8	Résumé didactique.....	95
9	Annexes.....	99

Table des illustrations

Figure 1 : Localisation du secteur concerné	8
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude.....	9
Figure 3 : Localisation des stations d'études	15
Figure 4 : Chronique des restitutions de l'usine hydroélectrique de Chaudanne (source EDF) de janvier à octobre 2014 – l'absence des données est liée à des déversés réalisés au niveau du barrage	22
Figure 5 : Débits journaliers enregistrés sur le Baou, affluent du Verdon (source banque hydro, DREAL PACA).....	23
Figure 6 : Enregistrement des débits journaliers sur le Baou, station hydrométrique	24
Figure 7 : Enregistrement des précipitations sur la station météorologique de Dignes-les-Bains, situé à 36 km du site d'étude (source : infoclimat.fr)	25
Figure 8 : Enregistrement des températures de l'air sur la station météorologique de Dignes-les-Bains (source : infoclimat.fr)	25
Figure 9 : Enregistrement de la pression sur les deux stations du Verdon – période du 23 août au 28 septembre 2014.....	26
Figure 10 : Enregistrement de la pression sur les deux stations du Verdon sur la période fin août 2014	27
Figure 11 : Fréquentation moyenne par jour de la semaine (en nombre de personnes/heure)	30
Figure 12 : Evolution de la fréquentation cumulée au cours de la saison.....	31
Figure 13 : Répartition des actions dans le tronçon pratiqué (pourcentage de surface mouillée concernée par chaque action) (données brutes ci-dessous).....	35
Figure 14 : Evolutions de températures horaires estivales 2014 au niveau des deux stations retenues	38
Figure 15 : Evolutions des températures moyennes journalières estivales du 3 juillet au 29 septembre 2014 au niveau des deux stations retenues.....	39
Figure 16 : Différence de température constatée entre les deux stations du suivi.....	40
Figure 17 : Evolution des températures de l'eau et des pressions sur la station 01 de la Salpêtrière (station témoin) – zoom sur la période fin août 2014	41
Figure 18 : Localisation des activités sur le tronçon étudié et des deux stations d'étude	42
Figure 19 : Représentativité (en surface) des faciès d'écoulement dans le tronçon Castellane - Carajuan	45
Figure 20 : Représentativité (en surface) des faciès d'écoulement dans le tronçon Confluence Baou – Baume de l'Escalet.....	45
Figure 21 : Représentativité (en surface) des faciès d'écoulement dans le tronçon Confluence Baou – Belvédère de Trescaire	46
Figure 22 : Répartition des faciès d'écoulement de la station 01 témoin.....	49
Figure 23 : Carte des habitats de la station 01 de la Salpêtrière (station témoin).....	50
Figure 24 : Répartition des habitats dominants de la station 01 de la Salpêtrière (témoin) ...	51
Figure 25 : Répartition des champs de vitesse sur la station 01	52
Figure 26 : Répartition des hauteurs d'eau sur la station 01	52
Figure 27 : Répartition des faciès d'écoulement de la station 02	53
Figure 28 : Carte des habitats de la station 02 Baume aux Pigeons.....	54
Figure 29 : Répartition des habitats dominants de la station 02 Baume aux Pigeons	54
Figure 30 : Répartition des champs de vitesse sur la station 02	55
Figure 31 : Répartition des hauteurs d'eau sur la station 02	55
Figure 32 : Représentativité des habitats sur les deux stations retenues.....	56
Figure 33 : Représentativité de chaque niveau d'habitabilité déterminée sur les deux stations de prélèvements.....	57
Figure 34 : Localisation des prélèvements réalisés au cours des quatre campagnes de l'été 2014 (points rouges)	60

Figure 35 : Evolution des densités d'invertébrés aquatiques au cours des cinq années du suivi (les stations soumis au seul débit réservé sont en pointillée, les flèches rouges indiquent les crues majeures).....	61
Figure 36 : Comparaison des richesses faunistiques moyennes des cinq stations d'études sur le Verdon (suivi des réhaussements des débits réservés sur le Verdon aménagé).....	62
Figure 37 : Evolution des densités en invertébrés aquatiques sur tous les IBGN réalisés dans le Moyen Verdon et sur le Baou de 2004 à 2014.....	63
Figure 38 : Evolution des richesses faunistiques dans le Moyen Verdon et sur le Baou de 2004 à 2014.....	65
Figure 39 : Evaluation de l'état écologique du Baou (ou Bau) au niveau du pont de la D95265	
Figure 40 : Répartition des principaux groupes faunistiques sur la station 01 de la Salpêtrière.....	66
Figure 41 : Répartition des principaux groupes faunistiques sur la station 02 Baume aux Pigeons.....	67
Figure 42 : Compositions faunistiques par habitat prélevé sur la station 01 Salpêtrière qui sert de témoin et en début de saison= composition faunistique type.....	67
Figure 43 : Evolution des densités faunistiques sur les deux stations choisies au cours de l'été 2014.....	68
Figure 44 : Evolutions des densités faunistiques par habitat – 1 ^{ère} campagne de début juillet.....	70
Figure 45 : Evolution des densités faunistiques par habitat – 2 ^{ème} campagne de fin juillet....	72
Figure 46 : Trajectoire de randonnée aquatique observée sur la station témoin et habitats prélevés.....	74
Figure 47 : Evolution des densités faunistiques par habitat – 3 ^{ème} campagne d'août.....	75
Figure 48 : Evolution des densités faunistiques par habitat – 4 ^{ème} campagne de septembre	77
Figure 49 : Evolution des richesses moyennes par campagnes de prélèvement (Camp.1=début juillet, Camp.2=fin juillet, Camp.3= mi-août, Camp.4= septembre).....	79
Figure 50 : Evolution des richesses faunistiques par habitat sur la station 01 Salpêtrière (Camp.1=début juillet, Camp.2=fin juillet, Camp.3= mi-août, Camp.4= septembre).....	80
Figure 51 : Evolution des richesses faunistiques par habitat sur la station 02 Baume aux Pigeons (Camp.1=début juillet, Camp.2=fin juillet, Camp.3= mi-août, Camp.4= septembre)	80
Figure 52 : Evolution de la densité en diptères et éphéméroptères sur les deux stations.....	81
Figure 53 : Evolutions des densités faunistiques par groupes identifiés.....	82
Figure 54 : Profil déterminé en début de saison et transmis aux encadrants.....	94
Figure 55 : Ensemble des profils (traits rouges) ou cheminements identifiés sur la station 02 de la Baume aux Pigeons ainsi que les zones d'arrêt (surfaces orange).....	94

1 Contexte

Le Schéma d'aménagement et de gestion des eaux du bassin versant du Verdon a été approuvé par arrêté inter préfectoral du 13 octobre 2014. Le Parc Naturel Régional du Verdon (PNRV) porte également le Contrat de rivière depuis 2008, lequel doit permettre la mise en œuvre des opérations permettant l'atteinte des objectifs de bon état fixé par le SAGE.

Le Grand canyon du Verdon fait aussi partie du réseau Natura 2000, le PNR du Verdon étant l'animateur de ce site depuis 2011. Le document d'objectifs (DOCOB) a été validé par arrêté préfectoral le 13 janvier 2011 (n°2010-2431) et met en avant la nécessité de préserver les espèces piscicoles d'intérêt communautaire présentes sur ce secteur (chabot, blageon et seule population d'Apron du Rhône du Verdon).

Le développement des activités de sports et loisirs aquatiques sur le territoire et une forte fréquentation estivale, amènent à réfléchir sur la gestion de ces activités et de la fréquentation qu'elles engendrent, en tenant compte des équilibres de la rivière et de son environnement proche. De nombreuses activités estivales (canyonisme, randonnée aquatique, baignade, pêche) engendrent un piétinement ou un raclage du fond du cours d'eau et peuvent avoir un impact sur l'habitat aquatique ou directement sur les espèces aquatiques et notamment sur la population d'Apron du Rhône.

Cette réflexion, partagée entre différents acteurs du territoire, a initié une étude de l'impact du piétinement sur les milieux aquatiques inscrite dans l'avenant au Contrat de rivière sous l'action B1-3-02 et objet du présent rapport. L'action SC14 du DOCOB « Etude d'impact du piétinement sur la population d'Apron » est aussi jugée comme prioritaire.

Enfin et depuis 2009, le Parc naturel régional du Verdon a mis en place un observatoire des impacts des activités humaines sur l'environnement des gorges du Verdon. Le Parc anime également une concertation avec les services de l'Etat et les différents usagers des gorges du Verdon, afin d'identifier et de mettre en place les outils de gestion et de réglementation nécessaires à une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux et à une meilleure organisation de la fréquentation sur ce secteur sensible. Cette démarche est à l'origine d'une réflexion sur :

- La révision de l'arrêté préfectoral réglementant les usages sur l'amont du Moyen-Verdon ;
- La mise en place d'une gestion de la fréquentation adaptée aux enjeux sur le secteur le plus fréquenté du Moyen-Verdon (Couloir Samson) ;
- La mise en place d'un outil réglementaire (Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope : APPB) sur l'aval du Moyen-Verdon où se localise la population d'Apron du Rhône. Ce dernier a été pris en novembre 2012.

Le plan national d'actions sur l'Apron du Rhône (PNA), validé le 15 septembre 2011 par le CNPN, est animé par le CEN Rhône-Alpes et coordonne à l'échelle nationale les différentes actions de préservation de l'Apron du Rhône pendant une période de 5 ans (2011 – 2016). L'un des objectifs de ce PNA est d'améliorer les connaissances sur l'espèce et d'étudier les impacts potentiels des usages anthropiques sur ce poisson. L'action n°9 « Etude des impacts potentiels des activités touristiques aquatiques » doit être menée conjointement avec l'action n°8 « Régime alimentaire et utilisation des habitats » afin d'obtenir des résultats pertinents vis-à-vis de l'Apron et pas seulement des résultats généraux concernant l'impact sur les milieux et les espèces aquatiques au sens large.

Le présent rapport rend compte des résultats du suivi de la saison 2014 et propose d'observer l'effet du piétinement sur les habitats et la faune du cours d'eau. Le suivi des peuplements piscicoles et notamment de l'apron et son régime alimentaire fait l'objet d'une deuxième étude en cours et portée par l'IRSTEA et le laboratoire d'hydrobiologie de l'Université d'Aix-Marseille.

Lors de la première année (2014), le suivi a dû être mis en place rapidement en début de saison. Une première étape a été de proposer et faire valider les méthodes, les zones qui seront suivies ainsi que les activités ciblées (comité de pilotage du 18 juillet 2014).

L'objectif est d'identifier la sensibilité des différents habitats de la rivière vis-à-vis du piétinement humain.

L'étude d'impact porte sur plusieurs axes dont :

- La morphologie du cours d'eau et les habitats de la rivière (faciès d'écoulement, habitats aquatiques, granulométrie du fond, flore, état de conservation...),
- La description fine des invertébrés aquatiques présents dans chacun des habitats,
- Le suivi de métriques retraçant les autres événements subis par le tronçon de cours d'eau ou la station et notamment afin de distinguer les effets du piétinement de ceux des facteurs environnementaux,
- Le niveau et la nature du piétinement humain sur ces habitats et l'identification des habitats les plus vulnérables,
- La typologie des habitats rencontrés (fragiles ou vulnérables, peu vulnérables, non vulnérables) ;
- Un suivi régulier au cours de l'été 2014.

L'année 2015 devrait être l'occasion de compléter les données encore manquantes ou acquérir de nouvelles données. Une troisième année de suivi est optionnelle. A l'issue de ces trois années, l'ensemble des acquis permettront de :

- Proposer et développer des indicateurs d'impacts (invertébrés, indicateurs physiques),
- Proposer et développer des indicateurs de sensibilité (invertébrés, indicateurs physiques);
- Aider à définir une gestion de ces activités (régulation par des seuils de fréquentation comme un nombre maximum de personnes par heure, par jour à ne pas dépasser par exemple...).

Pour la première année, l'étude focalisera sur un secteur particulièrement fréquenté en été : le couloir Samson. Ce secteur est essentiellement parcouru à pied dans ou hors d'eau et à la nage sur environ 1,2 km (Point Sublime – Trescaire) et sur un cheminement dit unique, établi en début de saison par les professionnels de cette activité. A l'échelle du tronçon de cours d'eau, les zones les plus fréquentées et le cheminement sont donc théoriquement maîtrisés. L'étude est ensuite basée sur une comparaison de stations, une station témoin non piétinée et une régulièrement empruntée et sur une description fine du tronçon de rivière utilisé pour la randonnée aquatique.

2 Zone d'étude

La carte suivante localise le périmètre concerné par la problématique du piétinement soit l'ensemble de la zone dite du Moyen Verdon :

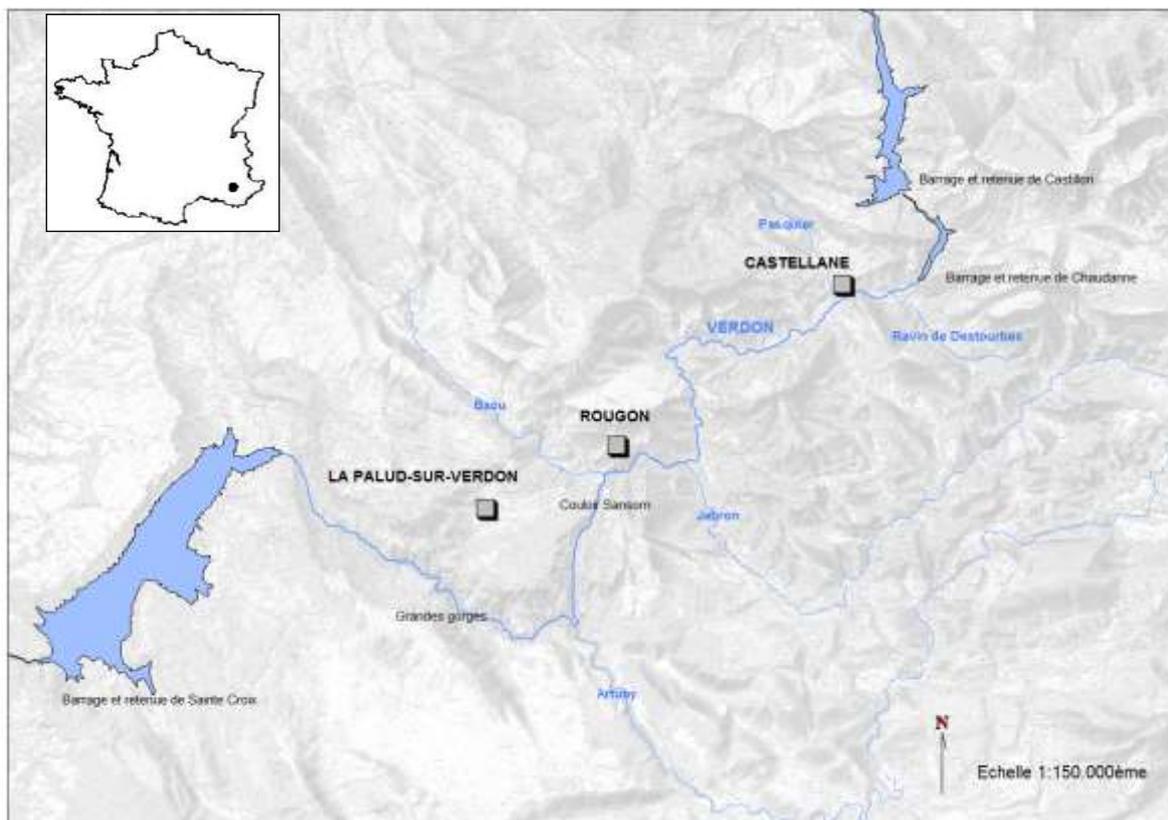


Figure 1 : Localisation du secteur concerné

La zone du Moyen Verdon s'étend du barrage de Chaudanne jusqu'à la retenue de Sainte Croix. Le Verdon prend sa source près de la Foux d'Allos (04) à 2500 m d'altitude et se jette dans la Durance au niveau de Cadarache. Ses principales caractéristiques physiques :

Longueur	Surface du bassin versant	Altitude de la source	Milieu récepteur	Pente moyenne
165 Km	2289 Km ²	2325 m NGF	Durance (257m NGF)	12,9 ‰

Le Verdon est un cours d'eau aménagé avec cinq barrages réalisés à des fins de production hydroélectrique et de réserve en eau (alimentation en eau potable, irrigation). Les loisirs aquatiques et le tourisme ont pris un essor important ces dernières années notamment dans le moyen Verdon, zone où la double influence du climat méditerranéen et alpin est la plus visible. La zone est très attractive en premier lieu pour ses paysages grandioses dont les grandes gorges mais aussi pour ses températures relativement clémentes en été, ses eaux limpides et de très bonne qualité chimique.

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

En 2014, l'étude s'est focalisée sur un territoire très attractif du Moyen Verdon, à très forte fréquentation estivale et qui rassemble plusieurs activités comme l'activité rafting, la randonnée aquatique, la baignade et la pêche. La carte suivante localise la zone d'étude qui se situe dans le secteur Pont de Tusset - Couloir Samson :

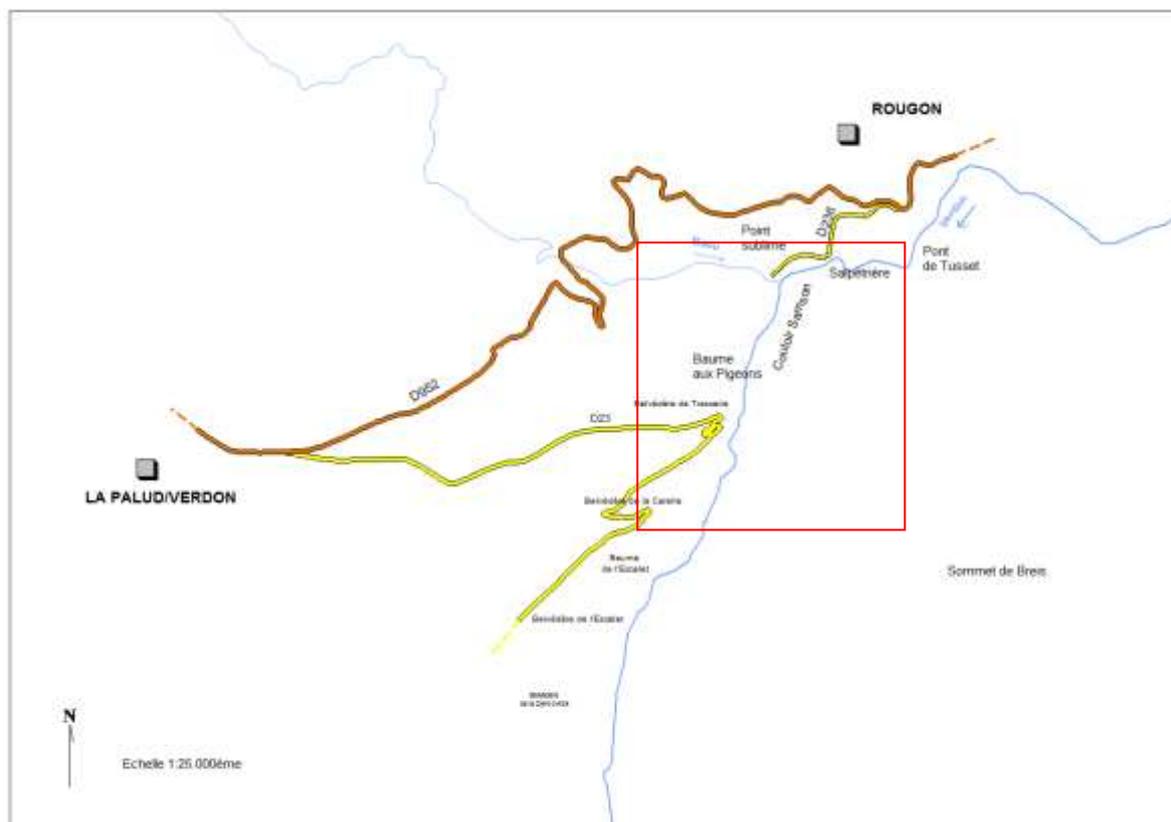


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude

Le régime des eaux du Verdon est de type pluvio-nival avec des hautes eaux d'avril à juin et deux étiages, modérés en janvier-février et plus fort en août. L'influence pluviale s'accroît vers l'aval. A l'heure actuelle, seul un tiers du linéaire du cours d'eau possède un régime naturel, le reste étant soumis aux régimes du débit réservé et/ou aux régimes des éclusées.

Cinq grands aménagements sont implantés sur le Verdon (de l'amont vers l'aval) : Castillon, Chaudanne, Sainte-Croix, Quinson et Gréoux-les-Bains.

Usines	Année de mise en eau	Distance à la source en km	Longueur de la retenue en km	Surface de la retenue en ha	Volume en millions de m ³	Temps de renouvellement en j.	Marnage maxi. autorisé en m	Débit maximal turbiné en m ³ .s ⁻¹
Castillon	1947	55	10	450	149	126	35	72
Chaudanne	1952	59	3,8	69	16	13	14	40
Ste Croix	1973-75	109	12	2182	767	280	15,5	210
Quinson	1974	121	12,5	190	18,5	7	5	100
Gréoux-Vinon	1967	135	13,5	355	80	25	3,5	48
Total			51,8	3246	1030,5	451		

Caractéristiques des cinq barrages du Verdon

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

Le régime de la zone d'étude est influencé par le barrage de Chaudanne mais aussi celui de Castillon. Le cours d'eau est soumis au débit réservé délivré au barrage et aux éclusées de l'usine associée au barrage, pouvant aller jusqu'à $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Le débit réservé a été relevé à partir du 1^{er} juin 2011 en aval du barrage de Chaudanne. Il a été porté à $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du 1^{er} juillet au 15 septembre et à $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du 16 septembre au 30 juin.

Les affluents sont peu nombreux et quelques-uns sont marqués par des assèchements fréquents, parfois dus à des pertes d'eau naturelles comme le Jabron ou l'Artuby.

Signalons d'amont en aval et parmi les affluents les plus importants : le ravin de Destourbes, le Pesquier ou ravin du Rouret, le Jabron, le Baou ou Bau, l'Artuby.

3 Statut environnemental de la zone

Le Moyen-Verdon constitue deux masses d'eau au sens de la Directive Cadre Européenne, incluse dans le sous bassin Verdon (DU_13_15) :

- Le Verdon du barrage de Chaudanne au Jabron (code FRDR259),
- Le Verdon du Jabron à la retenue de Sainte Croix (code FRDR256).

La première masse d'eau est considérée comme une masse d'eau fortement modifiée (MEFM). Elle doit atteindre un bon potentiel en 2015. La deuxième masse d'eau, située en aval de la première, est considérée comme une masse d'eau naturelle. Elle doit atteindre un bon état écologique et chimique en 2015. Tous les affluents cités ci-dessus sont aussi des masses d'eau naturelles.

L'état des lieux des masses d'eau établies en 2009 sur ce sous bassin est le suivant :

MASSES D'EAU			ÉTAT ECOLOGIQUE					
Numéro	NOM	STATUT	2009 : ETAT	2009 : NC	2009 : NR NQE	OBJ. BE	MOTIFS DU REPORT : CAUSES	MOTIFS DU REPORT : PARAMETRES
FRDR259	Le Verdon du barrage de Chaudanne au Jabron	MEFM	MED	3		2021	CN	continuité/rég. hydrologique/ichtyofaune
FRDR256	Le Verdon du Jabron à la retenue	MEN	MOY	1		2015		
FRDR11138	ravin de destourbes	MEN	MOY	1		2021	FTr	cond. morpholog./ichtyofaune
FRDR258	Le Jabron	MEN	MOY	2		2015		
FRDR11123	rivière le bau	MEN	TBE	2		2015		
FRDR257	L'Artuby	MEN	BE	2		2015		

On remarquera qu'en 2009, le Verdon en aval du Jabron présente un état écologique moyen. Le Baou ou Bau est par contre en très bon état et les deux affluents, l'Artuby et le ravin de Rouet, sont en bon état.

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

L'état chimique est au contraire très bon sur une majorité de masse d'eau sauf sur le Verdon en amont du Jabron.

MASSES D'EAU		ÉTAT CHIMIQUE				
Numéro	NOM	2009 : ETAT	2009 : NC	OBJ. BE	MOTIFS DU REPORT : CAUSES	MOTIFS DU REPORT : PARAMETRES
FRDR259	Le Verdon du barrage de Chaudanne au Jabron	MAUV	3	2027	CN	Autres polluants
FRDR256	Le Verdon du Jabron à la retenue	BE	2	2015		
FRDR11138	ravin de destourbes	BE	2	2015		
FRDR258	Le Jabron	BE	3	2015		
FRDR11123	rivière le bau	BE	2	2015		
FRDR257	L'Artuby	BE	2	2015		

Légende

état écologique

TBE Très bon état

BE Bon état

MOY état moyen

MED état médiocre

MAUV état mauvais

? état indéterminé : absence actuelle de limites de c

Absence ou insuffisance de données

état chimique

BE Bon état

MAUV état mauvais

? Information insuffisante pour attribuer un état

Absence ou insuffisance de données

Statut

MEN Masse d'eau naturelle (non MEFM)

MEFM Masses d'eau fortement modifiées au sens de l'ar

MEA Masse d'eau artificielle

Niveau de confiance de l'état évalué

1 Faible

2 Moyen

3 Fort

Indéterminé

Causes du motif du report

FTr Faisabilité technique (report d'objectif)

CDr Coûts disproportionnés (report d'objectif)

CN Conditions naturelles

FTo Faisabilité technique (objectif moins strict)

CDo Coûts disproportionnés (objectif moins strict)

NM Nouvelle modification (projet d'intérêt général)

La qualité chimique mesurée à Castellane est mauvaise à cause des taux d'hydrocarbures aromatiques polycycliques présents dans l'eau. Ces taux s'améliorent ensuite vers l'aval. Le secteur d'études est considéré comme une masse d'eau naturelle de très bonne qualité chimique mais dans un état écologique moyen.

Des améliorations sont toutefois à signaler avec les mises à jour effectuées dans le nouveau programme du SDAGE 2016 – 2021 :

- L'état chimique du Verdon de Chaudanne au Jabron s'est amélioré et est en bon état chimique. L'objectif de bon état a donc été atteint en 2015.
- L'état écologique de cette même masse d'eau passe de médiocre à moyen. L'objectif d'atteindre le bon potentiel est reporté à 2021 au lieu de 2017 pour des motifs notamment de faisabilité technique.
- Le Verdon du Jabron à la retenue de Sainte Croix, masse d'eau incluant notre secteur d'étude, est maintenant considéré en bon état écologique.

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

- Parmi les affluents, seul le ravin de Destourbes passe d'un état écologique moyen à un bon état. Les autres modifications concernent un report des échéances d'atteinte du bon état et notamment en 2021 pour le Jabron.

Nom de la masse d'eau	Etat écologique		Etat chimique	
	(Paramètre)		(Paramètre)	
	SDAGE 2010	SDAGE 2016	SDAGE 2010	SDAGE 2016
Le Verdon du barrage de Chaudanne au Jabron (259)	Etat médiocre (hydrologie, continuité)	Etat moyen	Pas bon état (substances prioritaires : HAP seul)	Bon état
Le Verdon du Jabron à la retenue de Sainte-Croix (256)	Etat moyen	Bon état	Bon état	Bon état
Le Jabron (258)	Etat moyen	Etat moyen	Bon état	Bon état
L'Artuby (257)	Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
Rivière le Baou (11123)	Très bon état	Très bon état	Bon état	Bon état
Ravin de Destourbes (11138)	Etat moyen (Morphologie)	Bon état	Bon état	Bon état

Etat des lieux 2016

En outre, le secteur est inclus dans le site d'intérêt communautaire FR9301616 « Grand Canyon du Verdon – Plateau de la Palud ». Le site des Grandes Gorges est inscrit à l'inventaire des sites par arrêté ministériel du 3 avril 1951 et fait l'objet d'une opération Grand Site visant à concilier le développement des activités humaines et la sauvegarde du patrimoine naturel et culturel. L'Etat et les collectivités territoriales ont renforcé cette protection par un classement au titre des sites par décret du 26 avril 1990, sur environ 7600 ha.

Enfin, les Grandes Gorges sont classées en arrêté de protection de biotope pour l'Apron du Rhône depuis le 15 avril 2013. L'article 6 de l'arrêté inter-préfectoral stipule que l'action de marcher dans l'eau est interdite en dessous d'un débit de $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ dans la rivière Verdon, sur les secteurs suivants :

- Sur le secteur compris entre l'aplomb du belvédère de la Carelle et la passerelle de l'Estellié ;
- Sur le secteur compris entre 100 m à l'aval de la pile de l'ancienne passerelle de Mayreste et la limite amont de la queue de retenue de Sainte Croix (source de Bagarelle).

L'article 7 prévoit quant à lui une réglementation particulière sur le secteur compris entre la passerelle de l'Estellié et 100 m à l'aval de la pile de Maireste, en-dessous d'un débit de $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. La pratique de la descente de canyons, de l'hydrospeed, de la randonnée aquatique, de la nage en eau vive et du floating est autorisée à l'exception de trois secteurs où le cheminement doit se faire hors d'eau (sur les berges).

4 Méthodologie

4.1 Stations et tronçon d'étude

Les travaux de description de la morphologie du cours d'eau ont été réalisés lors de la première année (2014) à l'échelle du tronçon allant de la confluence du Baou jusqu'à l'aplomb du belvédère de la Carelle. La randonnée aquatique étant l'activité principale sur ce tronçon, le cheminement emprunté par les pratiquants a été décrit. Cette activité est pratiquée sur une partie de ce tronçon seulement, empruntant le lit du cours d'eau à l'aller (sens amont → aval) et le sentier Martel au retour (sens aval → amont). L'accès se fait par la route départementale 236 face au point sublime. Ce tronçon mesure 1220 m (cf. localisation carte).

D'autres travaux, notamment le suivi des peuplements d'invertébrés aquatiques, l'identification des habitats aquatiques et, quand cela était possible, une description fine de la fréquentation humaine, ont été réalisés sur des stations d'étude d'environ 100 à 200 m de longueur, représentatives d'un tronçon de cours d'eau.

Le tableau suivant présente les différentes stations initialement envisagées pour l'étude et les critères ayant guidés le choix des deux stations à retenir :

Pour la station témoin :

	Type d'activité(s) possible(s)	Niveau de fréquentation estimé	Observation de la fréquentation	Facilité d'accès pour les prélèvements	Remarques particulières
Amont Pont de Tusset	Berges peu accueillantes pour la baignade et activités embarquées	+/-	20 minutes à pied	20 minutes à pied	Accès facile par le pont Lit majeur plus large que dans les gorges ou les clues
Aval immédiat du Pont de Tusset	Baignade et activités embarquées	++	20 minutes à pied	20 minutes à pied	Accès facile par le pont
La Salpêtrière	Zone éloignée pour la baignade et activités embarquées Floating et pêche à pied ponctuels	+/-	Observation depuis la route de la raquette	15 min à pied depuis le terrain de l'Amitié	Excentré et éloigné des sentiers de randonnées, en cul-de-sac
Chasteuil et autres clues	Activités embarquées et baignade	++	Observation depuis la route	Facile et directe par la route	

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

Pour la station fréquentée :

	Type d'activité(s) possible(s)	Niveau de fréquentation estimé	Observation de la fréquentation	Facilité d'accès pour les prélèvements	Remarques particulières
Carajuan	Baignade et activités embarquées (embarquement, débarquement)	+++	Facile	Facile	Confluence avec le Jabron et morphologie un peu atypique
Amont immédiat du Couloir Samson	Départ randonnée aquatique familiale, baignade et débarquement des rafts	+++	Observation depuis la route de la raquette	5 min à pied	Confluence du Baou juste en amont
Baume aux Pigeons	Randonnée aquatique familiale	+++	Observation possible depuis une fenêtre du tunnel	15 min à pied depuis la raquette Equipement spécial nécessaire	Activité unique et cheminement maîtrisée
Sortie du parcours de randonnée aquatique	Sortie de la randonnée aquatique familiale et baignade	+++		20 min à pied depuis la raquette zone profonde probablement peu sensible au piétinement	
Passerelle de l'Estélié	Départ randonnée aquatique confirmée et baignade	++	1h depuis la Maline	1h depuis la Maline	

Les stations ont finalement été choisies pour répondre aux critères suivants :

- Piétinement suffisant (pour la station fréquentée) et le plus faible possible pour la station témoin ;
- Présence de faciès d'écoulement intéressants par rapport au piétinement (c'est-à-dire susceptibles d'être piétinés) et d'une morphologie (granulométrie, faciès d'écoulement, profondeurs) permettant une comparaison ;
- Accès permettant une bonne observation de la fréquentation de manière régulière (plusieurs fois par semaine) ;
- Eviter qu'un élément extérieur type affluent, rejets, etc... vienne biaiser les résultats sur l'une des stations.

Deux stations ont donc été retenues (fiche station en **annexe 1**) :

- ↪ La première se situe au lieu-dit Salpêtrière situé entre le pont de Tusset et la confluence du Baou. Elle sera codée **Station 01 Salpêtrière et servira de station témoin**. Cette station a été choisie pour la similitude de sa morphologie et de ses faciès d'écoulement avec la station pratiquée et parce qu'elle se situe assez loin du pont de Tusset qui, lui, est relativement fréquenté et ne fait pas l'objet de pratiques de sport d'eau vive non embarquées. Le postulat de départ est que la baignade semble très occasionnelle, ainsi que le passage de quelques pêcheurs à pied et de petits groupes encadrés pratiquants de floating (informations communiquées par les professionnels de l'eau vive lors du comité de pilotage du 18 juillet 2014).
- ↪ La deuxième se situe au lieu-dit « Baume aux Pigeons », à l'aval du couloir Samson. Elle a été choisie parce qu'elle se situe au milieu du parcours de randonnée aquatique familiale et présente une morphologie et des faciès d'écoulement assez semblables à la station témoin. La station peut aussi être accessible par un autre moyen que par l'eau grâce à une des fenêtres du tunnel. La descente se fait en rappel. L'observation de la fréquentation peut quant à elle se faire depuis la fenêtre du tunnel. Elle sera codée **Station 02 Baume aux Pigeons**.

Le tronçon étudié (confluence Baou → Baume de l'Escalet) représente 3% de la totalité du linéaire du Moyen Verdon. Les stations sont localisées sur la carte suivante. Les fiches présentées à l'annexe 1 localisent et décrivent chacune des stations (contours en rouge sur la carte) :

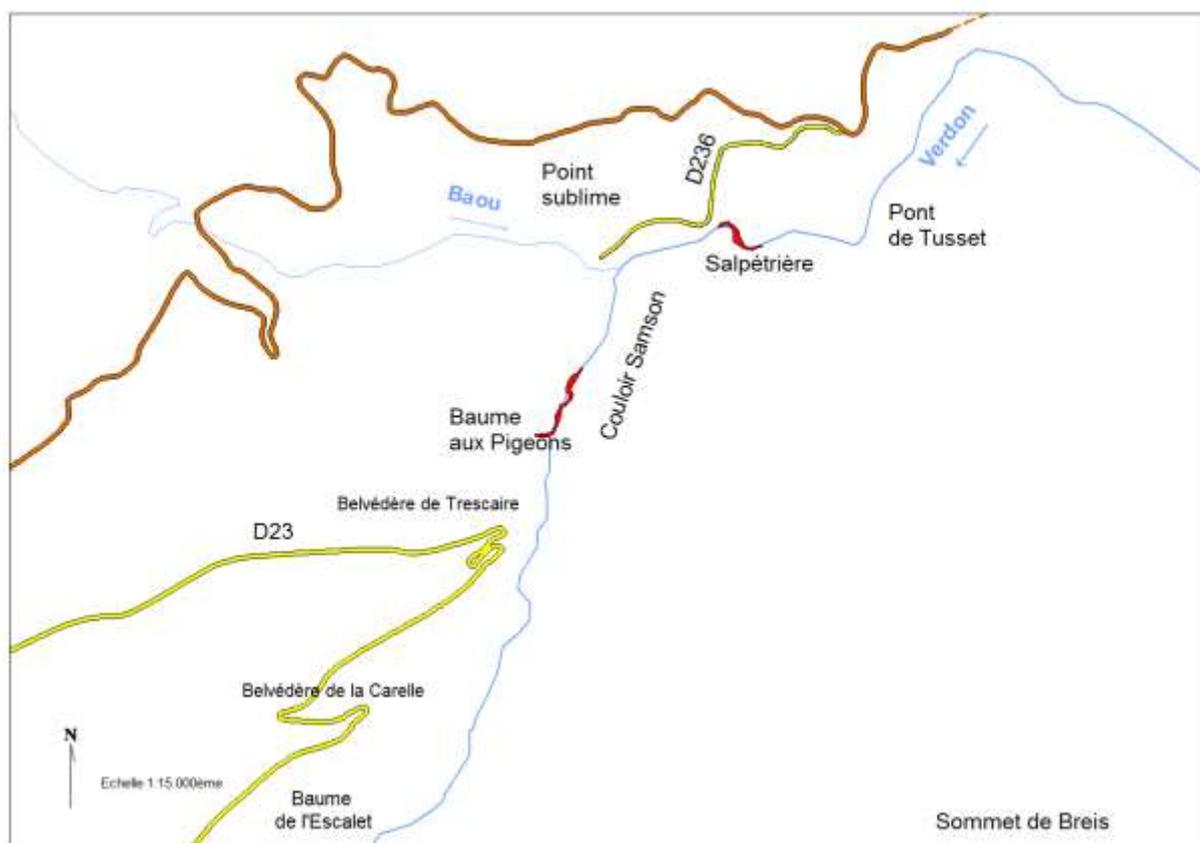


Figure 3 : Localisation des stations d'études

4.2 Campagnes de terrain

Lors de la première année, il a été choisi de réaliser un suivi tout au long de la saison à différentes périodes où correspondent des fréquentations différentes. Des adaptations ont été apportées au cahier des charges initial avec des campagnes plus fréquentes dans la saison mais moins de prélèvements par stations.

Les quatre campagnes ont été réalisées au même débit réservé délivré à partir du barrage de Chaudanne soit $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, auquel il faut rajouter les apports intermédiaires :

- **En début de saison** : la campagne n'a pu être réalisée que début juillet. L'activité a semblé-t-il, déjà commencé mais avec de très faibles fréquentations. Une fonte des neiges tardive couplée à des mois de juin et juillet nuageux tendrait à orienter l'activité plutôt vers les descentes en raft.
- **Fin juillet**, pour une fréquentation plus forte mais pas encore maximale, le pic de fréquentation étant théoriquement atteint en août.
- **Après le week-end du 15 août**, période à fréquentation touristique théoriquement maximale due aux vacances estivales.
- **Début septembre**, pour réaliser un état des lieux en fin de saison, quand la fréquentation se réduit. Des opérations de maintenance au barrage de Chaudanne ont nécessité des restitutions dès le début septembre et pratiquement tous les jours si bien que la campagne n'a pu être réalisée qu'à partir du 29 septembre 2014.

Récapitulatif des dates de campagne :

Dates	Objectifs	Jours de la semaine
3 au 7 juillet 2014	Début de saison	Jeudi et lundi
22 juillet 2014	Milieu de saison	Mardi
21 août 2014	Forte fréquentation	Jeudi
29 septembre 2014	Fin de saison	Lundi

*Rappelons qu'en été des restitutions sont au minimum prévues les mardis et vendredis

Les reconnaissances de terrain (descriptions morphologiques à l'échelle du tronçon et des stations) ont eu lieu au fil des campagnes, tout d'abord de manière macroscopique puis de plus en plus précisément. L'intégralité du tronçon a été décrite lors de la campagne de fin juillet. La pose des enregistreurs de température a été réalisée lors de la première campagne et celle des enregistreurs de pression lors de la troisième campagne. Les capteurs de pression n'ont pas pu être posés dès le début de l'étude à cause des délais de livraison assez longs en période estivale. Le suivi des invertébrés benthiques est réalisé à chaque campagne pour l'ensemble des stations d'études.

4.3 Méthodes et matériels employés

4.3.1 Description de la fréquentation

Deux moyens différents ont été employés pour mesurer la fréquentation et observer les comportements et les cheminements sur la zone étudiée :

- D'une part, la reconnaissance effectuée par la MRE à pied ou à la nage, dans l'eau ou hors d'eau en suivant le cheminement convenu en début de saison avec les professionnels de l'eau vive (cheminement défini dans le cadre des formations organisées par le PNRV auprès des guides de rivière, début juillet). Ces observations ponctuelles ont été faites à la fois sur le tronçon et sur les stations : cheminements observés, comportements, actions menées, variantes...
- D'autre part, le recueil de données précises et régulières sur les deux stations, tout au long de la saison, selon un protocole établi par le PNRV. Ce travail a été mené dans le cadre d'un stage de 4 mois (mai à août 2014) et a permis l'élaboration d'une base de données géolocalisée (cf. rapport de stage de L. Meilleurat, 2014).

Un protocole d'évaluation du piétinement à la Baume aux Pigeons a été mis en place afin de pouvoir décrire les piétinements de la manière la plus précise et rapide possible (peu de temps pour noter lors du passage d'un groupe d'aqua randonneurs). L'observation de ces passages se fait depuis un point fixe (belvédère de la Baume aux Pigeons) durant plusieurs heures. La fiche de relevé se complète pour un groupe d'observation : si l'observation des aqua-randonneurs se fait entre 10h et 14h, une seule fiche de relevé sera complétée pour cette durée, il ne peut y avoir qu'une fiche de relevé par jour. La fiche d'observations se complète pour chaque groupe d'aqua randonneurs observé. Ainsi si entre 10h et 14h, 20 groupes ont été observés, il y aura une fiche de relevé et 20 fiches d'observation pour le 01 août 2014. Les relevés de terrain concernant le degré de piétinement ont été effectués grâce aux fiches d'observations et de relevés. Etant donné qu'il était très difficile de déterminer statistiquement le nombre d'observations suffisants permettant de généraliser les données, il a été choisi de réaliser trois journées d'observation / semaine, soit plus d'un jour sur deux de pratique de l'activité :

- 2 journées d'observation en semaine : le lundi, mercredi ou jeudi, étant donné que le mardi et le vendredi le débit est trop important pour permettre la pratique de l'aqua-randonnée.
- 1 journée le week-end.

Pour la station 02 de la Baume aux Pigeons, les horaires d'observation se situent entre 9h et 17h30 : heures légales de la pratique de l'aqua-randonnée. Ainsi, il a été calculé qu'il y aurait environ 5h40 d'observation les jours choisis (soustraction des temps de trajet sur les 7h de travail, environ 20 minutes de voiture et 20 minutes de marche, deux fois par jour). Le temps passé à l'observation de cette station est de 85h15 répartis sur 17 jours.

Pour la station 01 de la Salpêtrière, censée être non fréquentée, l'observation a été moindre. Sur la route menant au début du sentier Martel (route de « la raquette »), un belvédère permet d'observer cette station. Afin de vérifier que cette station est bien non-fréquentée, il a donc été convenu de vérifier au passage, au moins une fois par relevé, si personne n'était présent sur la station. Le temps passé à l'observation de cette station est de 5 min x 17 jours = 1h25.

4.3.2 Descriptions morphologiques

L'attention a porté sur les habitats du cours d'eau à l'échelle du tronçon ou à l'échelle des stations. Plusieurs méthodes ont été couplées afin d'atteindre ces objectifs dans une zone très difficile d'accès et où le GPS ne passe pas :

- Description macroscopique depuis les belvédères de Trescaire ou de la Carelle.
- Mesures de longueurs et largeurs grâce à un télémètre Bushnell, directement dans le cours d'eau et à partir de points fixes et/ou repères comme la confluence du Baou, la sortie de la Baume aux Pigeons ou les sorties du parcours de randonnée aquatique.
- Capture de points topographiques réalisée grâce à un théodolite Leica Builder (sur les stations).
- SIG à partir des photographies aériennes de 2004 mises à disposition par le PNRV. Il semble qu'après vérification, les faciès et les principaux repères comme certains blocs cyclopéens n'aient pas bougé.

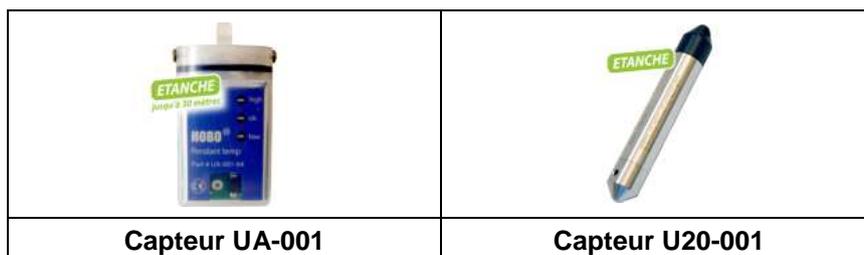
L'expertise est basée sur les éléments suivants :

- Succession des faciès et représentativité de chacun,
- Substrat dominant et flore associée,
- Vitesses d'écoulement et hauteurs d'eau dominantes,
- Zones de frayères potentielles,

4.3.3 Enregistrements des pressions et températures dans l'eau

Des capteurs de type HOBO U20-001 de marque Prosensor ont été placés dans l'eau sur chacune des stations. Ces capteurs enregistrent, à pas de temps horaire, la pression et la température de l'eau. Au début du suivi, les stations ont été équipées de capteurs UA-001 qui enregistrent uniquement la température. Les capteurs de pression ont été placés seulement au cours de la troisième campagne. Les délais de livraison sur ces capteurs et le dysfonctionnement du cordon de liaison n'ont pas permis d'équiper les stations avant.

Un enregistreur de température a aussi été placé dans l'air au niveau du terrain dit « de l'amitié », le long de la D236. La pression de l'air n'a pas été mesurée et aucune compensation n'est donc possible afin de reconstituer au réel les variations de hauteurs d'eau. Néanmoins, la différence de débit entre le débit réservé et le débit restitué entraîne une différence de pression assez significative pour ne pas être confondue avec une quelconque augmentation de la pression atmosphérique.





Plusieurs évènements ont néanmoins perturbé ce suivi :

- Le capteur de la Station 01 de la Salpêtrière a visiblement été déplacé entre la campagne d'août et celle de fin septembre, pour des raisons inconnues. Il a peut-être été trouvé au fond de l'eau et replacé au mauvais endroit.
- Le capteur de la station 02 de la Baume aux Pigeons semble avoir plus subi l'impact des vitesses d'écoulement si bien que la chaîne semble systématiquement soulevée quand le débit est proche des $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Ce phénomène induit des enregistrements en dent de scie. La mise en place d'un lest devrait résoudre ce problème.



4.3.4 Suivi des invertébrés benthiques et caractérisation des habitats

Le suivi est réalisé par des prélèvements d'invertébrés benthiques suivant un protocole adapté à la problématique et inspiré d'une étude de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse intitulée « *méthodologie d'évaluation de l'impact des activités sportives et de loisirs sur les cours d'eau de la région Provence Alpes Côte d'Azur* ». La méthode consiste :

- à effectuer un relevé de la mosaïque des habitats de la station ;
- à réaliser des prélèvements au filet Surber 1/20^{ème} de mètre carré sur les habitats sensibles au piétinement ;
- à réaliser des prélèvements sur les mêmes habitats au niveau de la station 01 de la Salpêtrière (station témoin) ;
- à établir des listes faunistiques des invertébrés présents en fonction des habitats identifiés et en fonction de leur taille (tri par tamis).

Rappelons que l' « habitat » est la combinaison d'un substrat (nature des fonds) et d'une classe de vitesse.

Le classement du potentiel d'accueil des principaux habitats utilisé est celui donné dans la note méthodologique du Protocole de prélèvement des Invertébrés sur le Réseau de Contrôle de Surveillance (USSEGLIO-POLATERA, WASSON & ARCHAIMBAULT, 2007) :

Définition du substrat	Habitabilité	Protocole prélèvement
Bryophytes	11	végétal seul (sur bloc) ou avec élément support (sur cailloux)
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10	inclut la couche superficielle du sédiment
Débris organiques grossiers (litières)	9	inclut la couche superficielle du sédiment
Chevelus racinaires, supports ligneux	8	végétal seul
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7	inclut les différentes classes granulométriques de sédiments
Blocs (> 250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (25 à 250 mm)	6	inclut les sédiments et la faune associés au bloc (abris sous bloc)
Granulats grossiers (graviers) (2 à 25 mm).	5	inclut les différentes classes granulométriques de sédiments
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)	4	inclut la couche superficielle du sédiment
Vases : sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques fins	3	couche superficielle du sédiment (<3cm)
Sables et limons (< 2mm)	2	couche superficielle du sédiment (<3cm)
Algues	1	inclut les éléments minéraux du support
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)	0	raclage de surface

Les substrats sont classés de haut en bas selon leur potentialité d'accueil. Lors des prélèvements, ils ont été recherchés dans l'ordre de leur habitabilité et affectés d'une classe de vitesse.

Le niveau de détermination taxonomique est celui de la note méthodologique de l'application de l'indice biologique dans le cadre de la Directive Cadre Européenne c'est-à-dire la famille selon les groupes considérés mais généralement le genre. Chaque prélèvement a fait l'objet d'un comptage exhaustif afin de déterminer au mieux les densités faunistiques au sein de chaque habitat.

Au total, trois habitats par station ont été suivis considérant que les surfaces accessibles par l'expérimentateur sont restreintes à cause de la vitesse du courant mais surtout de la profondeur de l'eau. Les habitats du cours d'eau sont aussi relativement homogènes et composés en majorité de galets, pierres et blocs.

Pour chaque habitat, il a été réalisé des répliques afin de consolider les résultats. Sur la station 02 de la Baume aux Pigeons, les répliques ont été prélevés dans des zones sensées ne pas être piétinées (ce postulat a pu être vérifié par les données et observation de la fréquentation).

Au total donc, **6 habitats par station** ont été identifiés, hors habitats marginaux.

Trois habitats ont été suivis et échantillonnés :

- Les pierres grossières et fines (**taille comprise entre 100 et 250 mm**) sur écoulement fort et situées en tête de radier ou de rapide (**codé H1**).
- Les bryophytes ou mousses aquatiques sur rocher ou dalle plongeante à courant fort (**codé H2**). Cet habitat, souvent vertical ou sub-vertical, se situe sous la surface de l'eau et très peu au fond du cours d'eau.
- Les galets grossiers et fins (**taille comprise entre 25 et 100 mm**) des zones à courant faible (**codé H3**). Le faciès prélevé est un chenal lent.

Les habitats suivis ont été choisis en fonction :

- de leur habitabilité (tableau précédent)
- de leur sensibilité au piétinement (faible profondeur, cheminement, zones de contacts...) Tous les habitats prélevés se situent dans des zones susceptibles d'être piétinées ou heurtées lors d'une séquence de nage.
- de leur représentativité (pourcentage de recouvrement) évaluée suite aux descriptions morphologiques des deux stations.

Des répliques sont systématiquement réalisés pour chaque habitat et seront notés « **bis** ».

N.B. : Un **degré de piétinement sera ultérieurement affecté à chaque habitat** sur la base des observations réalisées au cours de l'été par le PNRV et dans l'optique d'évaluer la capacité de charge du milieu ou des habitats.

4.4 Hydrologie et événements marquants

Pour rappel, les débits réservés ont été relevés courant 2011 au barrage de Chaudanne. Ils ont été portés à $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à partir du 1er juin 2011 et $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à partir du 16 septembre 2011. Le débit réservé est fixé aujourd'hui à $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du 16 septembre au 30 juin et de $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du 1er juillet au 15 septembre.

Le Verdon a enregistré lors des dernières années plusieurs épisodes de crue significatifs : juin 2010 (débit entrant en pointe à Ste-Croix de $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), mi-mars et novembre 2011 (débit maximum enregistré à la station de l'Estellié de $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), mai et décembre 2013.

Le graphique ci-après donne la chronique des restitutions sur l'année 2014 :

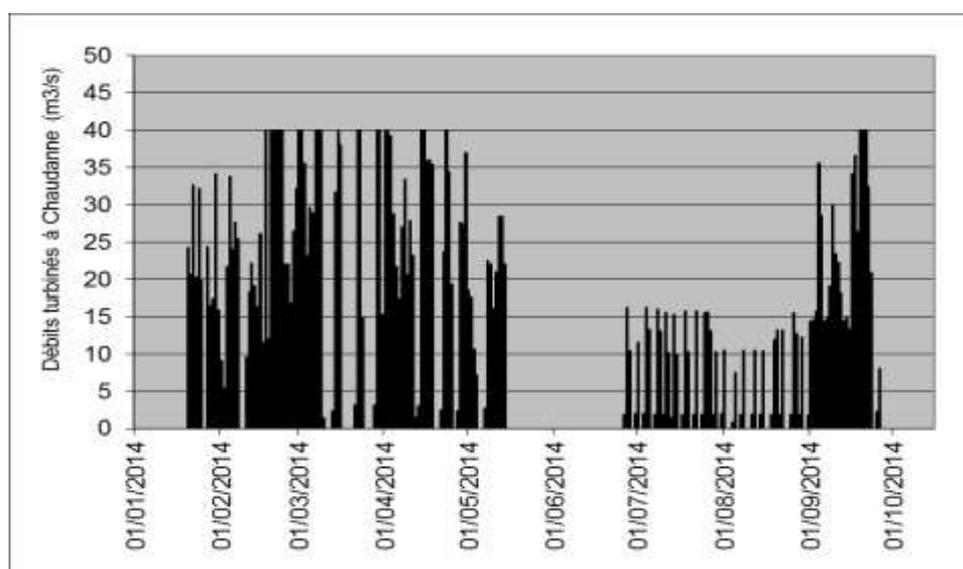


Figure 4 : Chronique des restitutions de l'usine hydroélectrique de Chaudanne (source EDF) de janvier à octobre 2014 – l'absence des données est liée à des déversés réalisés au niveau du barrage

Au cours de l'année 2014, le déficit pluviométrique printanier s'est traduit par des absences de turbinés à Castellane sur la période du 15 mai au 25 juin 2014. Les apports de l'amont ont été stockés dans les retenues de Castellon et Chaudanne avant la période estivale. Dans le Moyen Verdon, les débits étaient donc relativement proches du débit réservé auquel s'ajoutent les apports des affluents du bassin versant intermédiaire, mais surtout très stables. 45 jours d'éclusées sont totalisés sur les mois de juillet et août soit un peu plus de 70% du temps. Néanmoins, les débits sont assez variables : 27 jours avec un débit supérieur à $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ soit environ 40% du temps et quand même 9 jours avec un débit supérieur à $15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ soit 14% du temps.

Le mois de septembre présente aussi des turbinés inhabituels, presque journaliers, en lien avec des travaux de maintenance au barrage de Chaudanne. Aucun déversé n'a été signalé depuis le barrage de Chaudanne.

Le Baou, affluent qui alimente le Verdon entre les deux stations choisies, possède une station hydrométrique au niveau du pont de la D952 (source DREAL PACA).

L'enregistrement des débits journaliers comparés aux données quinquennales sèches et humides, donne le graphique suivant :

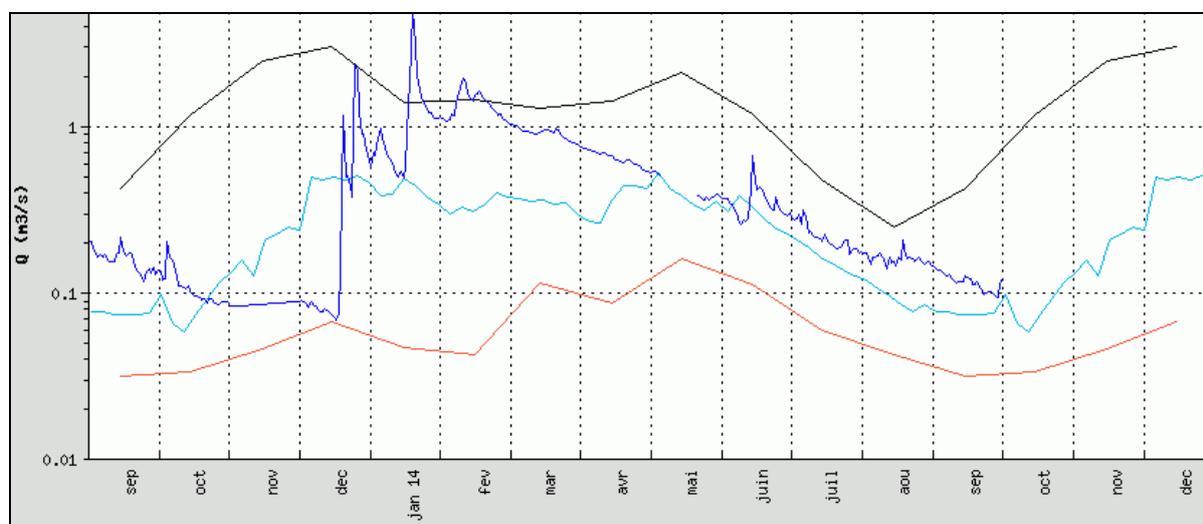


Figure 5 : Débits journaliers enregistrés sur le Baou, affluent du Verdon (source banque hydro, DREAL PACA)

La procédure ENTRE2 de la banque hydro consultable en ligne permet de comparer graphiquement les débits journaliers actuels (de l'année) à ceux du passé. La période étudiée va du 1er septembre de l'année précédente jusqu'au dernier débit journalier de l'année en cours. Le graphe est observé en coordonnées semi-logarithmiques.

- **courbe bleue foncée** : débits journaliers.
- **courbe bleue claire** : débits médians du passé.
- **courbe rouge** : valeurs faibles du passé. Débit minimal observé sur trois jours consécutifs.
- **courbe noire** : valeurs fortes du passé. Débits journaliers maximaux du mois de fréquence quinquennale (F=0.8)

Le Baou a subi une crue assez importante au début de l'année avec plusieurs coups d'eau successifs. Le débit maximal atteint presque $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 19 janvier 2014 (débit moyen de l'année de $0,38 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) (source : banque hydro). La période printanière est aussi perturbée mais à moindre mesure puisque le débit de pointe n'atteint que $0,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ le 15 juin. Au cours de l'été, le débit du Baou a donc été assez soutenu, en tout cas supérieur à la médiane.

Un zoom peut être réalisé sur la période estivale (voir graphique suivant). Quelques coups d'eau semblent intervenir au cours de l'été, probablement liés à des orages mais les augmentations de débit sont très faibles. La plus forte augmentation est observée entre le 18 et le 19 août ne représentant que $5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Les crues du Baou n'ont donc pas pu influencer le peuplement d'invertébrés du Verdon en aval de sa confluence au cours des quatre campagnes de prélèvement qui ont eu lieu au cours de l'été 2014.

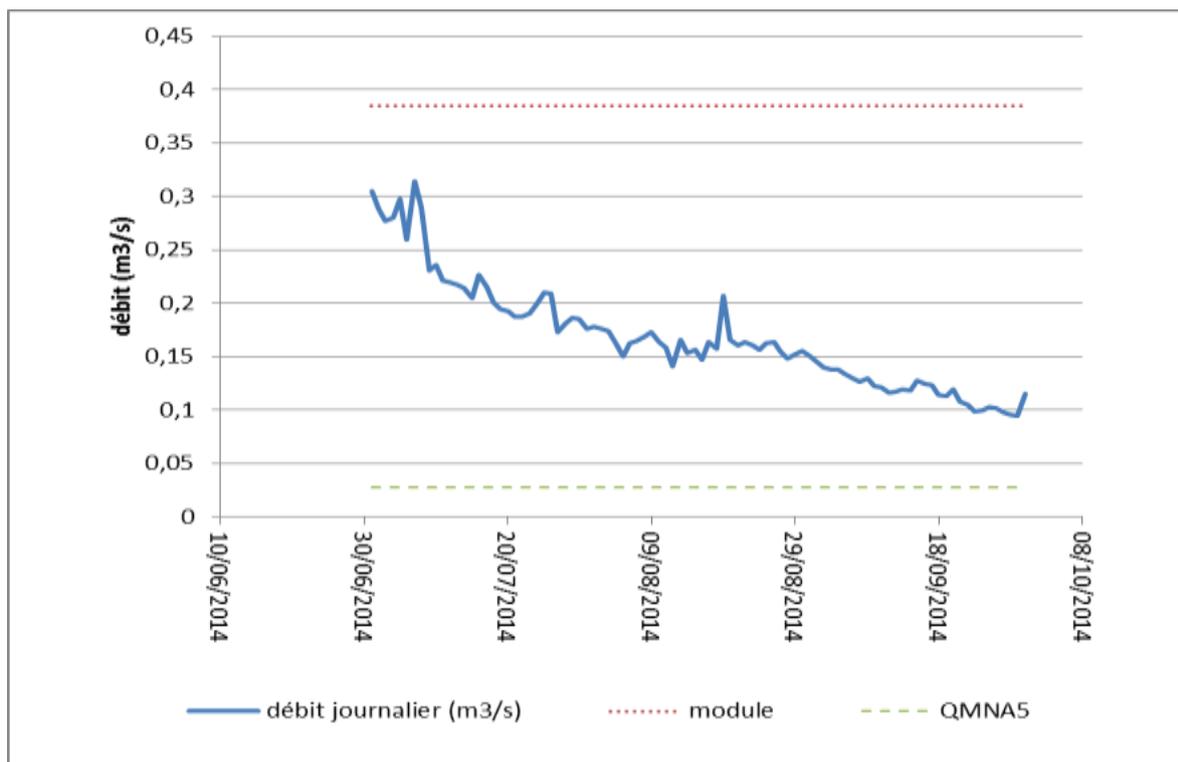


Figure 6 : Enregistrement des débits journaliers sur le Baou, station hydrométrique X2315010, pont de la D952, période du 1^{er} juillet au 30 septembre 2014

D'un point de vue de la pluviométrie, les enregistrements récupérés à Digne-les-Bains sur le site infoclimat (graphiques suivants), station la plus proche du site d'étude, montrent des pluies assez faibles en avril et mai, un peu plus fortes en juin. On remarquera que le mois de juillet a été assez pluvieux voir donc couvert, ce qui pourrait avoir une influence sur la fréquentation touristique et l'envie de pratiquer une activité aquatique dans ce mois.

Le mois d'août est par contre très sec. Les mois de juillet et août sont très semblables d'un point de vue de la température moyenne enregistrée.

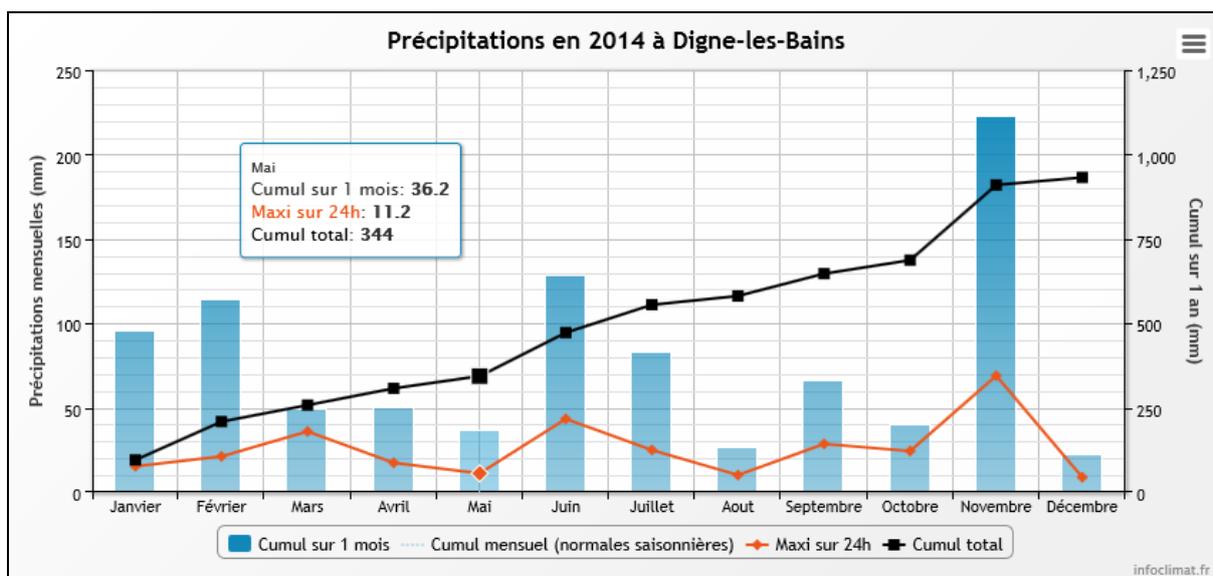


Figure 7 : Enregistrement des précipitations sur la station météorologique de Dignes-les-Bains, situé à 36 km du site d'étude (source : infoclimat.fr)

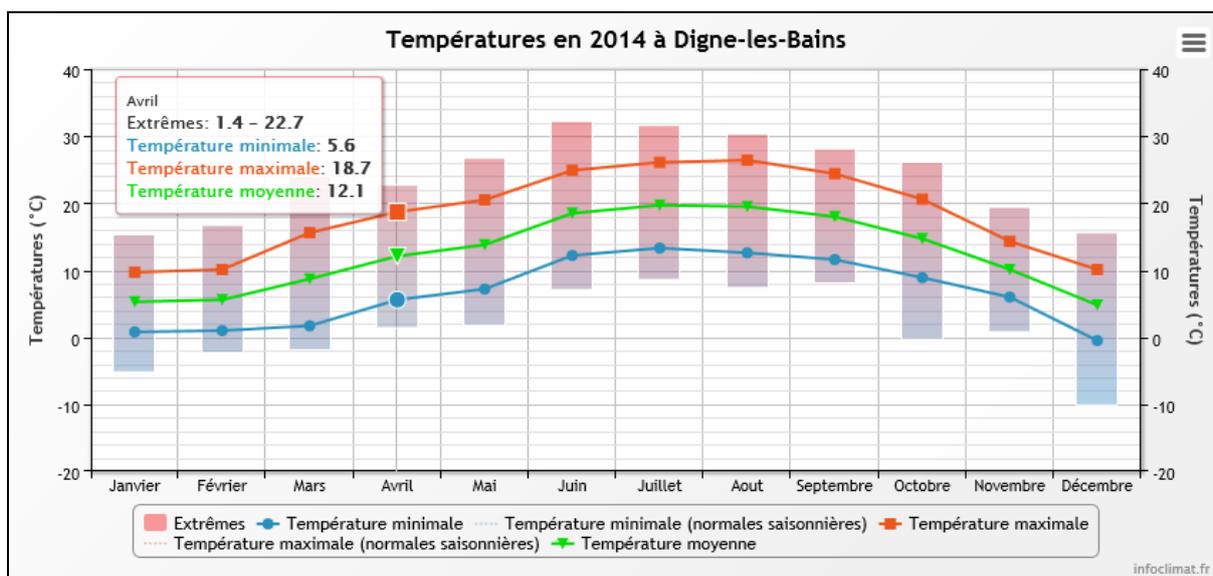


Figure 8 : Enregistrement des températures de l'air sur la station météorologique de Dignes-les-Bains (source : infoclimat.fr)

Sur le Verdon, des enregistreurs de niveau d'eau ont été placés sur les deux stations pour vérifier qu'elles subissent bien les mêmes événements. Les enregistrements de pression n'ont pu être posés qu'à partir du 22 août. Les périodes de haute pression représentent les jours avec turbinés, jours cohérents avec la convention loisirs aquatiques (turbiné les mardis et vendredis) et la chronique des restitutions transmise par EDF.

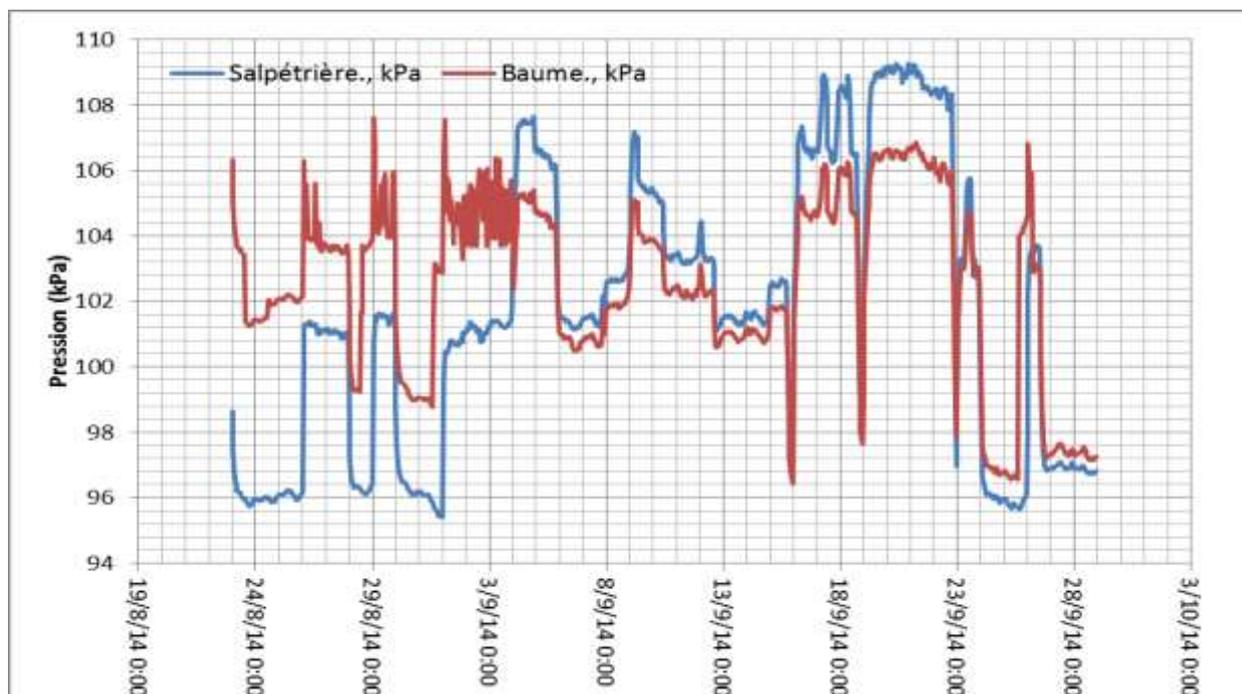


Figure 9 : Enregistrement de la pression sur les deux stations du Verdon – période du 23 août au 28 septembre 2014

On remarquera, sur le graphique précédent, que les variations de pression initiées par des variations du niveau de l'eau sont quasi simultanées entre les deux stations et augmentent à la même vitesse. Les différences de pression entre les deux stations sont dues à la différence de profondeur d'installation.

Un seul décalage apparaît en fin d'enregistrement entre le 25 et le 26 septembre. C'est peut être à ce moment là que le capteur a été déplacé. Les enregistrements de la station 02 de la Baume aux Pigeons montrent aussi des fluctuations rapides initiées par les premières restitutions du mois de septembre et les fortes variations de débits.

Un zoom peut être réalisé sur la fin du mois d'août, période encore sous convention loisirs aquatiques (turbinés les mardis et vendredis) :

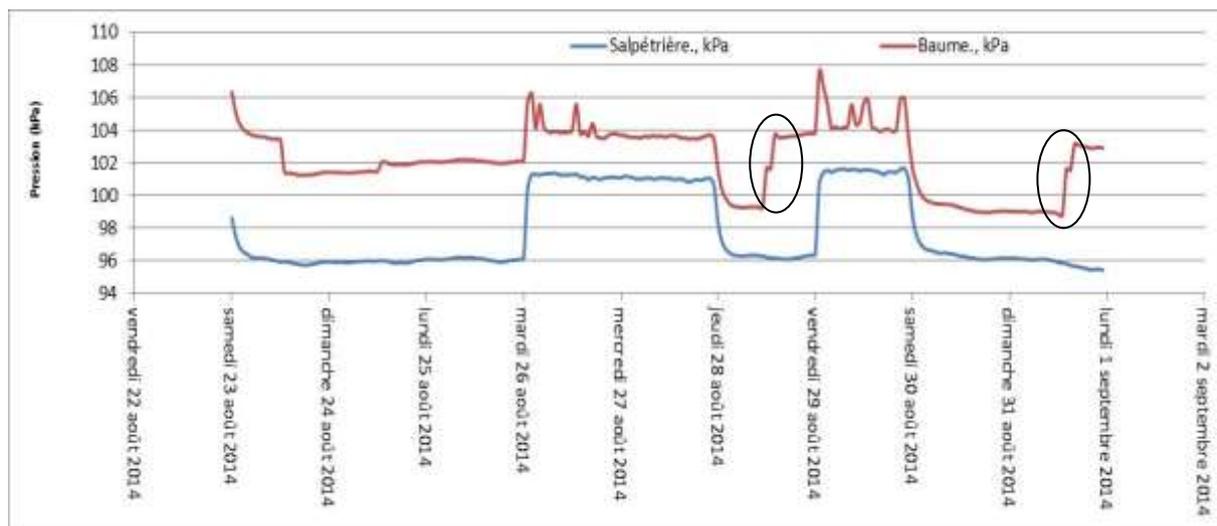


Figure 10 : Enregistrement de la pression sur les deux stations du Verdon sur la période fin août 2014

Des éclusées ont eu lieu en continu les 26 et 27 août, puis le 29 août. Les augmentations de pression sont quasi simultanées sur les deux stations et à peu près de même intensité. Les différences observées proviennent de la profondeur d'installation du capteur. D'ailleurs, cette profondeur semble varier au cours des journées en débit réservé et notamment les 28 et 31 août entre 12h à 14h (zone entourée sur le graphique). Le capteur a été probablement sorti de l'eau et mis sur berge puisque ces augmentations interviennent toujours en milieu de journée. Globalement, ce capteur semble aussi un peu plus soumis à des fluctuations de profondeur dues à l'installation sur chaîne qui présente l'avantage d'être léger à transporter mais devra être un peu plus lestée afin de s'affranchir de l'effet des variations journalières de débit.

4.5 Description de la fréquentation humaine du tronçon et des stations

4.5.1 Fréquentation humaine sur le tronçon pratiqué et sur la station 02 Baume aux pigeons

Le tronçon d'étude est fréquenté dans sa partie amont (confluence Baou, Baou lui-même et Verdon) par des baigneurs et sert de zone de débarquement pour les rafts. La zone sert aussi de départ pour la randonnée aquatique. Les jours de restitution (débit proche de $15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), l'activité raft est dominante au dépens des activités baignade et randonnée aquatique. Ces deux dernières activités investissent une **surface d'environ 1500 m²** concentrée au niveau de la confluence du Baou et de l'entrée du couloir Samson. La fréquence du piétinement est plus importante sur les bords du Verdon, dans le Baou et dans la mouille située en amont de la confluence du Baou. Les zones piétinées représentent **plus de 42% de la surface mouillée totale accessible à pied dans la zone de la confluence Baou-Verdon.**

Dans une moindre mesure, des canoës-kayaks naviguent sur la longueur du tronçon lorsque le débit est suffisant (aucune donnée de fréquentation par ce type d'embarcation n'est disponible mais cette pratique est jugée marginale du fait de sa grande difficulté).

Concernant la randonnée aquatique, **4554 personnes regroupées en 548 groupes, ont été comptabilisées au cours des 17 relevés** (d'une journée ou d'1/2 journée) réalisés entre juillet et août (observations réalisées depuis la Baume aux Pigeons sur 85h15). On compte généralement 8 personnes par groupe. Parfois, les groupes sont restreints à une famille de 3 à 4 personnes, plus rarement à une personne et un guide.

Dans le couloir Samson, la pratique de la randonnée aquatique est, dans la majorité des cas, encadrée par des professionnels de l'eau vive. La mise à l'eau des randonneurs aquatiques se fait environ 200 m en aval de la confluence avec le Baou, d'abord en empruntant le sentier Martel puis en rejoignant le bord de l'eau. La zone est particulièrement bien choisie car elle offre une plage relativement large à dominance minérale, composée de très gros blocs. La mise à l'eau est rapide et abrupte. La vitesse modérée permet de s'adapter à la température sur les bordures mais on atteint très vite de grande profondeur si bien que l'action de marche est très limitée à la mise à l'eau. En 2014, un arrêté préfectoral encadrant la randonnée aquatique, a défini trois zones de mise à l'eau pour cette activité.



Mise à l'eau à l'entrée du couloir Samson

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

A l'échelle de la station choisie (station 02 de la Baume aux Pigeons), le point d'observation en hauteur a permis de visualiser environ 190 m de cours d'eau emprunté normalement selon un seul cheminement partagé, en début de saison, par l'ensemble des prestataires. La MRE a également recueillies des données liées au cheminement et aux comportements lors des reconnaissances réalisées les 3 et 22 juillet, ainsi que le 21 août 2014.

Les données recueillies ont permis de dresser l'état des lieux suivants :

Date	Temps d'observations	Nombre de groupes	Nombre de personnes	Nombre moyen de groupes/heure	Nombre moyen de personnes/heure	Nombre moyen de personnes/groupe
16/07/2014	06:30:00	36	302	6	48	8
17/07/2014	07:30:00	53	409	7	55	8
20/07/2014	07:20:00	28	225	4	31	8
23/07/2014	02:45:00	24	203	9	74	8
24/07/2014	06:25:00	44	358	7	56	8
28/07/2014	07:10:00	36	277	5	39	8
30/07/2014	03:30:00	25	222	7	63	9
02/08/2014	02:10:00	12	85	6	39	7
04/08/2014	07:00:00	48	386	7	55	8
07/08/2014	06:30:00	51	440	8	68	9
09/08/2014	03:10:00	27	223	9	70	8
10/08/2014	05:15:00	31	265	6	50	9
14/08/2014	02:50:00	17	159	6	56	9
16/08/2014	05:50:00	40	363	7	62	9
18/08/2014	06:00:00	49	409	8	68	8
24/08/2014	03:00:00	10	69	3	23	7
28/08/2014	02:30:00	19	159	8	64	8
Moyennes	5:01:28	32	268	7	54	8
Total		550	4554			

: Jours de week-end

On observe en moyenne une trentaine de groupes par jour composée de 8 personnes, guide compris, soit environ **268 personnes/jour en moyenne** (les journées où le cours d'eau est en débit réservé).

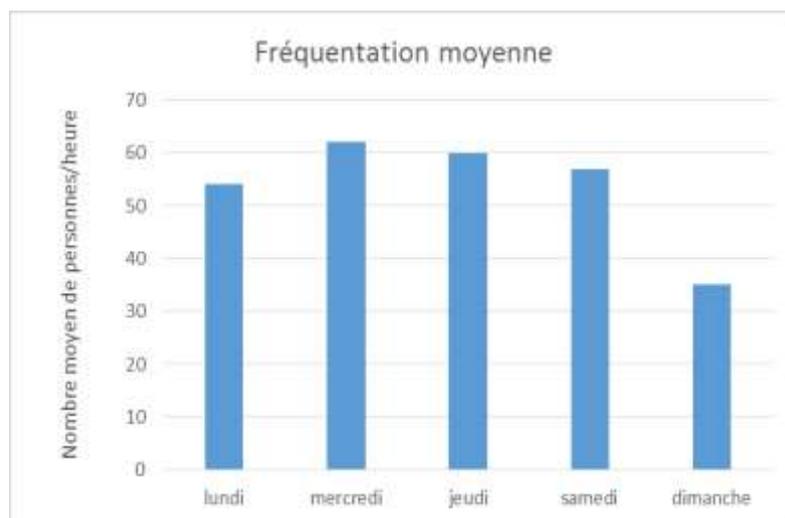
L'ensemble des jours en débit réservé ou à faible débit turbiné (<2 m³.s⁻¹) représente au cours des mois de juillet et août 2014 et d'après les données transmises par EDF, 35 jours soit un total estimé à **9380 personnes** sur l'ensemble de la saison. Pour comparaison, le canyon du Furon dans le Vercors (niveau débutant) comptabilise 2720 pratiquants au cours des deux mois de juillet et août 2000. Celui de la Comane, toujours dans le Vercors, totalise 1750 pratiquants (Boudières, 2000). Les deux canyons sont des canyons débutant mais l'activité peut être pratiquée tous les jours de la semaine.

Pour comparaison aussi, les données de fréquentation de l'activité kayak de la rivière Ardèche, rivière à forte notoriété (SOMIVAL, 2008) indiquent que le nombre de pratiquants en juillet est d'environ 25000 à 30000 et que le nombre de pratiquants en août est de 28.000 à 35.000 personnes.

Au cours de la saison, la fréquentation semble relativement constante et évolue entre **40 et 60 personnes/heure**. Elle a tendance à légèrement augmenter à la fin du mois de juillet et début août avec un maximum d'environ 70 personnes/heure. Notons toutefois que les comptages commencent le 16 juillet 2014, après le début de la saison. Trois comptages ont été effectués fin juin, début juillet pour tester la méthode et donnent une moyenne de 23 personnes/heure en début de saison (cf. Meilleurat 2014 - comptages tests du 23 juin, 26 juin et 6 juillet 2014).

Il semble aussi que le nombre de personnes par heure augmente en fin de saison ce qui n'est pas le cas du nombre de groupes/heure. Le nombre de personnes par groupe serait donc, en moyenne, plus élevé en fin de saison qu'en début de saison.

Ces valeurs ne peuvent toutefois être qu'attribuées à la saison 2015. Les tendances touristiques, les conditions météorologiques et de multiples autres facteurs ont de fortes influences sur les niveaux de fréquentation.



Les week-ends ne sont pas forcément les jours de la semaine les plus fréquentés. La fréquentation moyenne atteint presque 60 personnes/heure en semaine contre 46 personnes/heure en week-end et notamment à cause de la faible fréquentation le dimanche (dans la limite de seulement trois dimanches observés en juillet et août 2014).

Figure 11 : Fréquentation moyenne par jour de la semaine (en nombre de personnes/heure)

Selon les professionnels, cette variation de charge s'expliquerait par les locations touristiques à la semaine qui vont souvent du samedi au samedi. Le dimanche est donc le premier jour sur place et il faut visiblement un à deux jours pour déclencher l'inscription à une activité de loisirs aquatiques (moyenne maximale atteinte un mercredi).

Dans la journée, on observe aussi une variation de charge. Le graphique suivant donne le cumul du nombre de personnes observées pour chaque créneau d'une demi-heure entre 9h30 et 17h. L'observation est réalisée au niveau de la station 02 Baume aux Pigeons soit environ 15 minutes après la mise à l'eau :

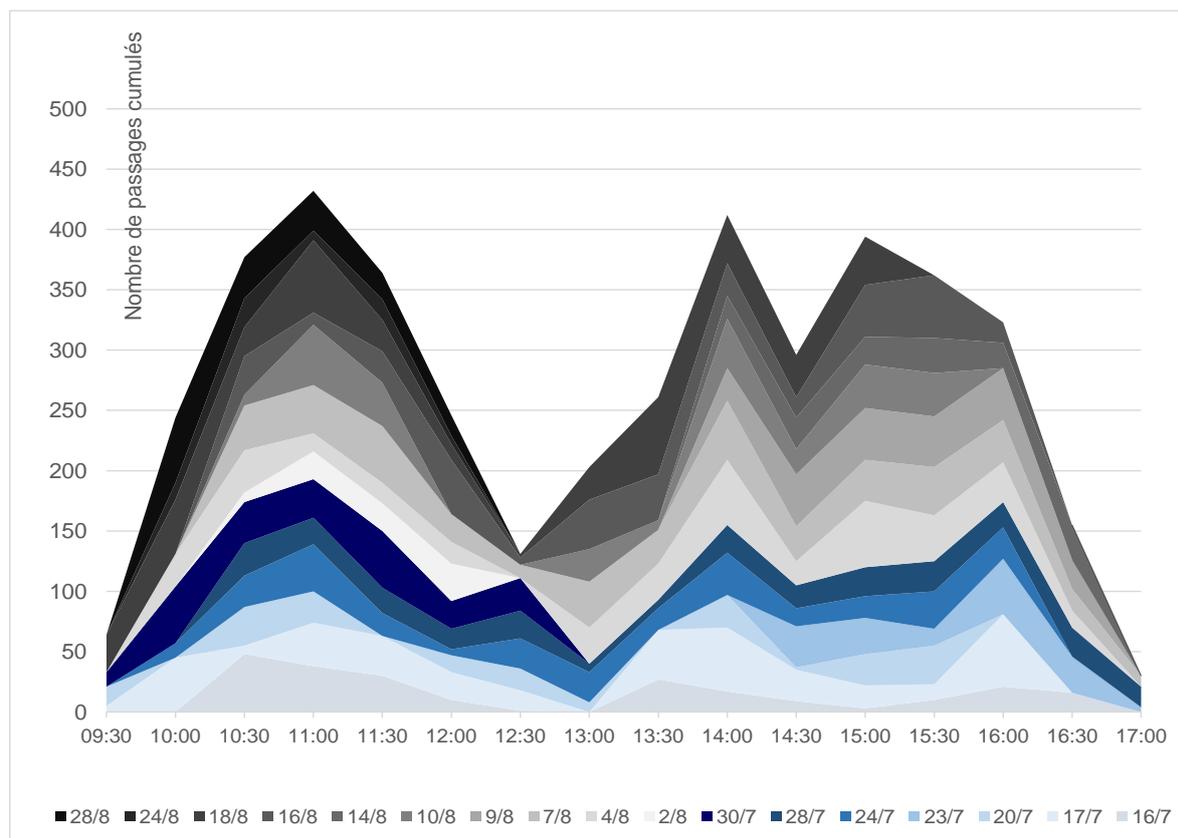


Figure 12 : Evolution de la fréquentation cumulée au cours de la saison

Un premier pic de fréquentation est observé aux alentours de 11h. Il correspond au temps nécessaire pour habiller les clients, rejoindre le point sublime à partir de Castellane et rejoindre la mise à l'eau. La fréquentation a ensuite tendance à diminuer assez rapidement jusqu'à un creux observé vers 12h30, décalé à 13h en août, et correspondant au repas. **Un deuxième pic s'observe à 14h. Il est plus difficilement explicable mais il semble que certaines compagnies exploitent ce créneau.** Enfin, un troisième pic plus étalé dans le temps s'observe entre 15h et 16h. Les compagnies ont plus de latitude pour choisir les heures de départ si bien que l'ensemble des groupes n'arrivent pas en même temps comme c'est le cas le matin. Après 16h, la fréquentation diminue progressivement pour être très faible à partir de 17h. Elle est de moins en moins tardive au fil de la saison.

Il convient de rappeler que ces données de fréquentation liées uniquement à la randonnée aquatique et recueillies au niveau de la station 02 Baume aux Pigeons sont extrapolables à l'échelle du tronçon pratiqué puisque la station 02 ne peut pas être contournée ni évitée. Par contre, la station 02 n'est pas concernée par la baignade et le raft et très faiblement par les canoës-kayaks.

4.5.2 Fréquentation humaine sur la station témoin (station 01 de la Salpêtrière)

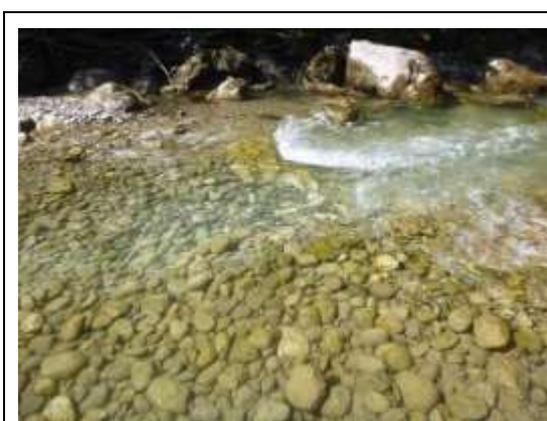
Sur la station 01 de la Salpêtrière (témoin), le nombre d'heure d'observations est largement plus bas. Des arrêts de 5 minutes ont été réalisés en bordure de la route départementale et à l'aplomb de la station. La totalité des observations répétées sur 17 jours donne un temps total d'observation d'environ 1h25 ce qui est très faible. Au cours de ces observations, aucune personne n'a été observée dans l'eau et 7 personnes ont été observées sur la berge.

Lors des quatre campagnes de prélèvement (3/07, 22/07, 21/08 et 29/09), il a été observé :

- Deux pêcheurs qui remontaient le cours d'eau depuis la confluence du Baou et jusqu'au pont de Tusset lors de la campagne de fin juillet.
- Un groupe de 9 à 10 personnes accompagné d'un guide ont été observés lors de la campagne du mois d'août. Ils étaient équipés pour la randonnée aquatique et alternaient des phases de nage et d'arrêts.

Cette station a été choisie comme station témoin d'une très faible fréquentation. Dans le contexte très touristique du Verdon, il n'a pas été possible de trouver une station totalement exempte de fréquentation humaine. Le postulat de départ est que la baignade semble très occasionnelle, ainsi que le passage de quelques pêcheurs à pied et de petits groupes encadrés pratiquants de floating (informations communiquées par les professionnels de l'eau vive lors du comité de pilotage du 18 juillet 2014).

Les observations de la fréquentation réalisées au cours de l'étude confirment cette tendance entre juillet et début août puisqu'aucune personne n'a été observée dans l'eau (Meilleurat, 2014). Cependant, en fin de saison, le tronçon a été utilisé par des groupes qui pratiquaient la randonnée aquatique, pratique jusqu'alors jamais observée en débit réservé sur ce parcours. Cette fréquentation n'a pu être quantifiée (observations faites par la MRE lors de la 3^{ème} campagne). Plusieurs traces ont été, à ce titre, observées au fond de l'eau. Le cheminement semble toutefois s'effectuer en dehors des zones prélevées mais dans la limite d'une seule observation.



Traces d'incision relevées au niveau de la tête du radier amont (entaille ou échancrure centrale, pierres remuées à surfaces plus claires)

Passage par le bras de la rive gauche

	<p>Traces d'incision relevées au niveau du rapide qui fait suite au radier (entaille ou échancrure en rive gauche)</p>
	<p>Passage du radier au rapide. Le faciès situé en amont du rapide (plat courant) présente de trop faibles profondeurs pour être nagé. Le parcours s'effectue donc à la marche et contre la rive gauche. La mise à l'eau s'effectue dans le rapide, contre le rocher immergé pour atteindre ensuite un chenal lotique plus profond.</p>
	<p>Passage dans le chenal lotique à la nage. A priori, il ne devrait pas y avoir de raclement ni de piétinement sur ce faciès profond et assez large.</p>
	<p>Passage dans la fosse de dissipation qui fait suite au chenal lotique. A ce niveau, les deux bras se rejoignent. La zone est suffisamment profonde pour permettre un passage à la nage sans raclement ni piétinement contre la rive gauche. Un passage central ou proche de la rive droite pourrait par contre initié des frottements ou une action de marche.</p>



Arrêt à la sortie de la fosse de dissipation et après une séquence de nage, induisant un piétinement. Le groupe est sensibilisé au passage dans le rapide aval.

En 2015 et sur la station témoin, il serait utile d'augmenter le temps d'observation de la fréquentation sur cette station car le travail de 2014 ne fait état que d'1,25 h d'observation répartis sur 17 jours (soit 5 min / jour). En effet, le travail d'observation s'est plutôt concentré sur la station 02 de la Baume aux Pigeons, la station 01 de la Salpêtrière étant censée être non fréquentée (Meilleurat, 2014).

4.5.3 Détail des types d'actions produits et observés dans le cadre de la randonnée aquatique sur le tronçon d'étude et sur la station 02 de la Baume aux pigeons

L'activité peut se décliner selon cinq types d'actions :

- La **marche dans l'eau**,
- La **marche hors d'eau**,
- La **nage** (sur le dos, la nage peut ponctuellement engendrer un raclement du fond de la rivière),
- Le **saut** (où le piétinement se concentre éventuellement sur la zone d'atterrissage du saut),
- Les **arrêts volontaires ou involontaires dans l'eau** : on entend par **volontaire** les arrêts initiés par le guide accompagnant. Ils sont généralement consacrés au regroupement des personnes mais aussi à la récupération physique. Ils peuvent être réalisés dans l'eau ou hors d'eau. En période de forte fréquentation, ces arrêts volontaires peuvent être plus nombreux car certains groupes doivent s'arrêter pour éviter de rattraper le groupe qui les précède. Les **arrêts involontaires** ne sont pas initiés par le guide mais à l'initiative d'une personne qui se met debout là où elle a pied. Cette action peut être initiée par peur du courant ou par fatigue. La zone de piétinement peut-être plus ou moins vaste et la durée du piétinement plus ou moins long.

Chaque action relative à la pratique de la randonnée aquatique a été cartographiée et se retrouve dans les cartes de l'**annexe 3**. Les tracés ont été reportés sur le logiciel MapInfo 8.0 qui permet de quantifier les surfaces et linéaires parcourus. Dans le cas des linéaires parcourus à pied, nous avons estimé que la largeur d'investissement était d'environ 1 m. Ces données résultent de trois campagnes d'observation réalisées par la MRE et correspondant aux dates de prélèvement (07/07, 23/07 et 21/08), et de recoupement entre mesures de terrain, photographies aériennes, observations des belvédères. La proportion des différents types d'actions donne le graphique suivant :

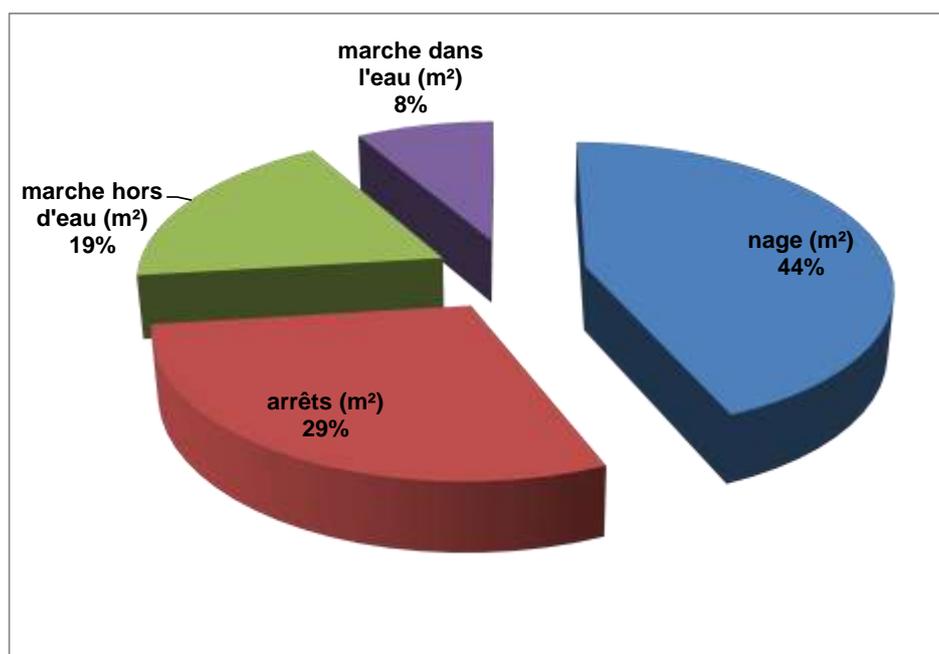


Figure 13 : Répartition des actions dans le tronçon pratiqué (pourcentage de surface mouillée concernée par chaque action) (données brutes ci-dessous)

nage (m ²)	812
arrêts (m ²)	548
marche hors d'eau (m ²)	345
marche dans l'eau (m ²)	157
total des actions produites (m²)	3433
surface mouillée totale (m²)	14360

*Surfaces évaluées par cartographie SIG et mesure directe au télémètre

Les actions menées dans l'eau occupent une large part bien que presque 20% de l'activité se pratique hors d'eau. Parmi ces actions, la **nage représente une grande partie des actions menées (44%)** et entraîne peu (parfois raclement) voir aucun contact avec le fond. Elle peut créer du dérangement pour la macrofaune aquatique (mouvements dans l'eau, bruits, remise en suspension de matières...) et des actions de piétinement au début et à la fin d'une séquence de nage.

Les **activités en contact avec le fond** du cours d'eau (marche dans l'eau et arrêts) représentent **37% des actions menées** dans le cadre de la randonnée aquatique dans le couloir Samson. **La marche dans l'eau est minoritaire (8%)** par rapport à la marche hors d'eau (19%). Les arrêts occupent par contre une surface assez importante et notamment en comptant les arrêts involontaires **soit près de 20% de la totalité des actions menées** et plus de la moitié de la surface investie par les actions en contact avec le fond. Les arrêts sont parfois multipliés selon le niveau physique des participants et occupent une plus grande largeur que la marche. Ils peuvent intervenir dans des secteurs hors du cheminement conventionnel. Rappelons que le travail de sensibilisation réalisé avec les professionnels et la mise en place d'un cheminement unique a comme conséquence première de limiter la marche dans l'eau.

Enfin, cinq zones de saut ont été identifiées sur le secteur et pendant nos reconnaissances. Les sauts sont régulièrement répartis sur le tronçon sauf vers la fin du parcours où les sauts peuvent être rapprochés et adaptés selon le niveau des pratiquants. Ils investissent une surface pouvant être à la fois incluse dans la marche hors d'eau et dans la nage. Ils occasionnent surtout du dérangement de faune : cris, choc dans l'entrée dans l'eau...

Les surfaces potentiellement en contact avec le fond (marche dans l'eau et arrêts) occupent une surface d'environ 700 m². Rapportée à la surface mouillée disponible (soit environ 14 ha), **ces surfaces touchées représentent 5% de la surface mouillée totale disponible** (hors activités de baignade).

A l'échelle de la station 02 de la Baume aux Pigeons, le cheminement des personnes a été observé en même temps que le comptage des groupes ou personnes.

8 cheminements différents (appelés profils ci-après) ont été décrits. Ces profils sont présentés en **annexe 8**. De plus, 31 petits secteurs de la station sont concernés par un comportement annexe. Un comportement annexe correspond à une action d'une ou de plusieurs personnes, ayant lieu en dehors des 8 profils identifiés (Meilleurat, 2014). Ils représentent 6 % de l'ensemble des personnes totalisées.

Parmi les autres activités observées hors randonnée aquatique, nous pouvons signaler :

- Un sauvetage par hélicoptère.
- Des nageurs qui ont accédé à la station Baume aux Pigeons, par la fenêtre du tunnel.
- Des embarcations diverses venues du point sublime : bouée, bateau gonflable, barque...
- De petits groupes de 2 à 3 personnes sans guides et qui ne connaissent visiblement par le cheminement conventionnel.

Ce travail a donc permis de quantifier et de qualifier des zones de piétinement qui vont largement au-delà du cheminement conventionnel mis en place. L'ensemble des profils recueillis montre que **le calcul des surfaces investies dans le fond du cours d'eau et à l'échelle du tronçon pratiqué, est probablement sous-estimé d'environ 30%**. Ces surfaces supplémentaires sont quand même investies avec des fréquences de passage bien moindres.

Quelques exemples :

	
<p>Sortie de l'eau après une action de nage</p>	<p>Zone d'arrêt pendant un saut</p>
	
<p>Nage dans les rapides</p>	<p>Saut</p>
	
<p>Marche hors d'eau</p>	<p>Arrêt volontaire</p>

5 Résultats des mesures de terrain

5.1 Données thermiques

Les capteurs ont été placés en début de suivi (3 juillet), dans l'air et dans l'eau et sur les deux stations. Ils enregistrent en continu la température à pas de temps horaire.

Le graphique suivant rend compte des valeurs d'enregistrement :

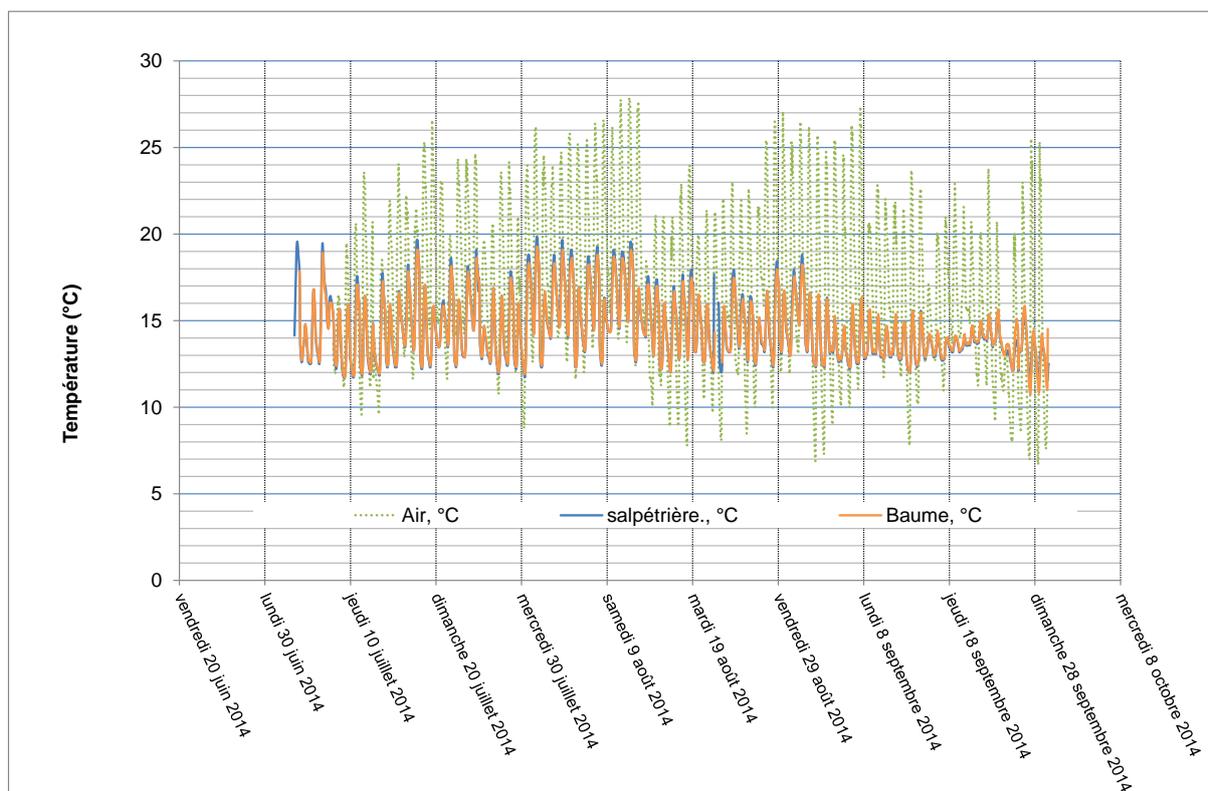


Figure 14 : Evolutions de températures horaires estivales 2014 au niveau des deux stations retenues

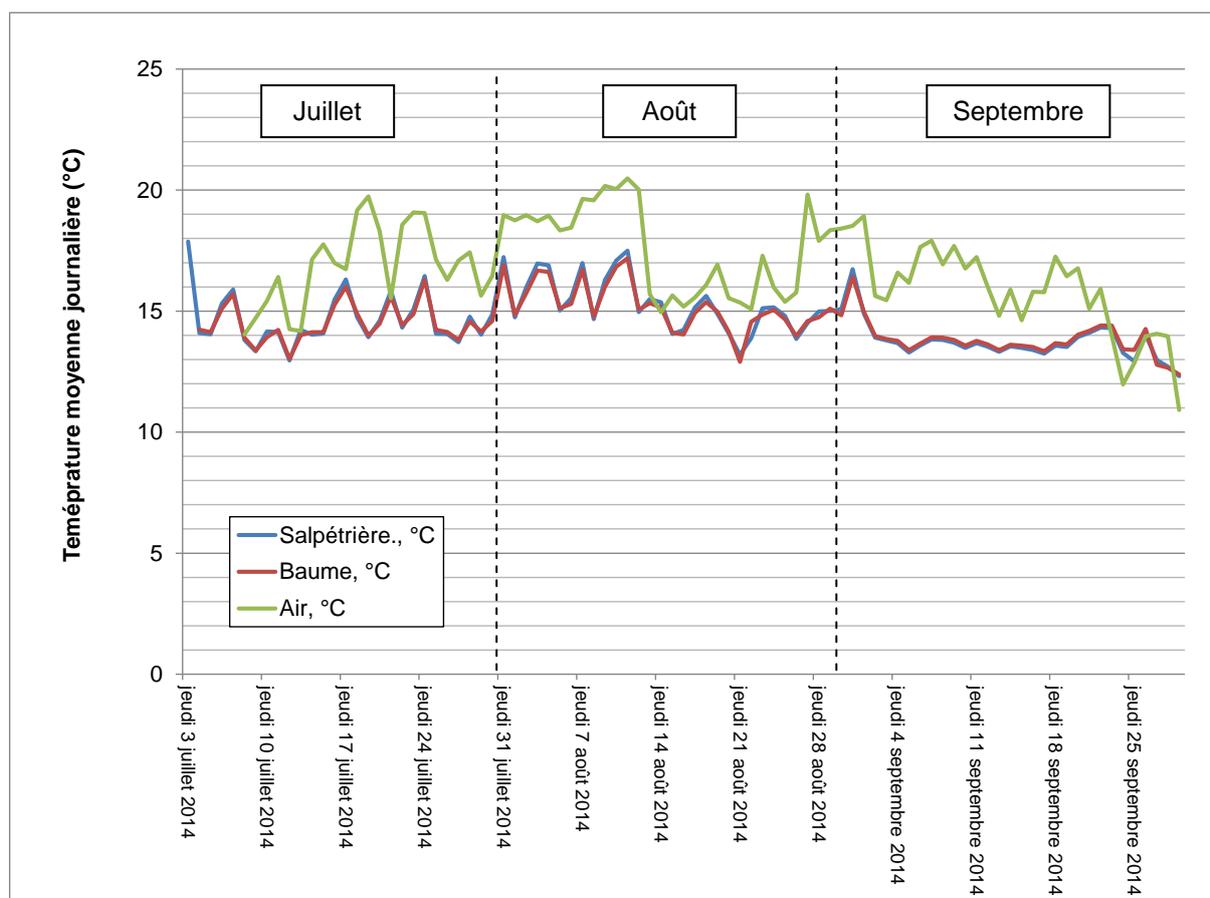


Figure 15 : Evolutions des températures moyennes journalières estivales du 3 juillet au 29 septembre 2014 au niveau des deux stations retenues

L'analyse montre :

- Des températures de l'eau qui ne dépassent jamais les 20°C et même 18°C, malgré de fortes températures enregistrées dans l'air au début et à la fin du mois d'août.
- Une influence assez faible de la température de l'air sur celle de l'eau. La différence observée entre le jour et la nuit n'excède pas 5°C.
- Les écarts jour-nuit diminuent avec les restitutions d'eau car la masse d'eau froide issue du barrage de Chaudanne se déplace probablement plus vite vers l'aval et a moins le temps de se réchauffer le long du Moyen Verdon.
- La différence entre les deux stations choisies est infime. Elle est en moyenne de 0,03°C sur les enregistrements horaires et peut être considérée comme entrant dans la marge d'erreur de l'appareillage ou de celle initiée par la position du thermomètre. La différence maximale atteint tout juste 1°C et s'initie au plus chaud de la journée et en débit réservé.

Le graphique suivant indique les différences relevées entre les deux stations tout au long du suivi comparé au débit reconstitué à Castellane (débit réservé + débit éclusées) :

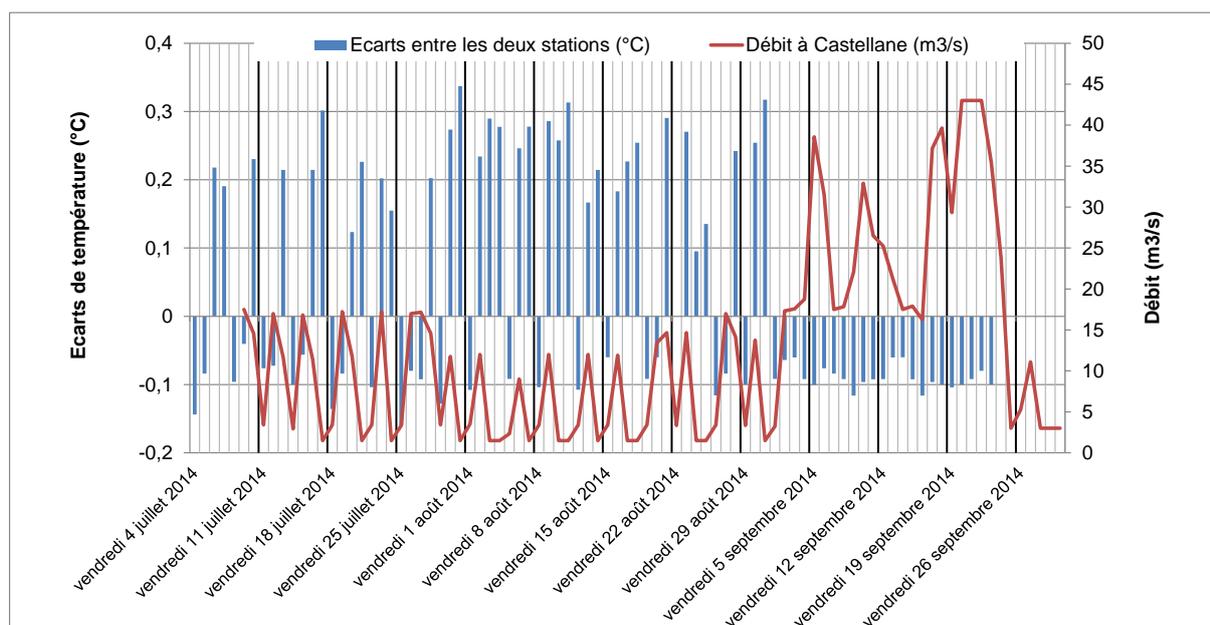


Figure 16 : Différence de température constatée entre les deux stations du suivi
(Ecart ou différence = $T^{\circ}\text{amont} - T^{\circ}\text{aval}$)

Sur les températures moyennes journalières, La différence est tantôt positive, tantôt négative en soustrayant toujours la température de la station amont à celle de la station aval. Si la différence est positive, la température amont est donc plus élevée que celle de la station aval (couloir Samson). Au contraire, si la différence est négative, cela veut dire que la température de la station amont (Salpêtrière) est plus basse que la température de la station aval. En situation naturelle, la température d'un cours d'eau augmente de l'amont vers l'aval, plus ou moins rapidement.

La différence positive (température station 01 Salpêtrière plus chaude) est relativement faible (0,2-0,3°C). Elle s'initie plutôt lors des périodes de faible débit ou proche du débit réservé ($1,5 \text{ à } 3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), probablement à cause d'un ensoleillement plus important. L'eau peut aussi se refroidir suite aux apports du Baou mais aussi suite aux apports de multiples sources que l'on identifie régulièrement sur tout au long du parcours. La source la plus importante se situe à la confluence du Baou et du Verdon. La station st02 de la Baume aux Pigeons est aussi beaucoup plus ombragée et encaissée.

Au contraire, les différences négatives (station Salpêtrière plus froide que la Baume aux Pigeons) s'initient en période de restitution, sans lien forcément avec l'intensité du débit. La différence n'excède que rarement les $0,1^{\circ}\text{C}$. L'effet des sources et/ou de l'ombrage est alors tamponné par les restitutions.

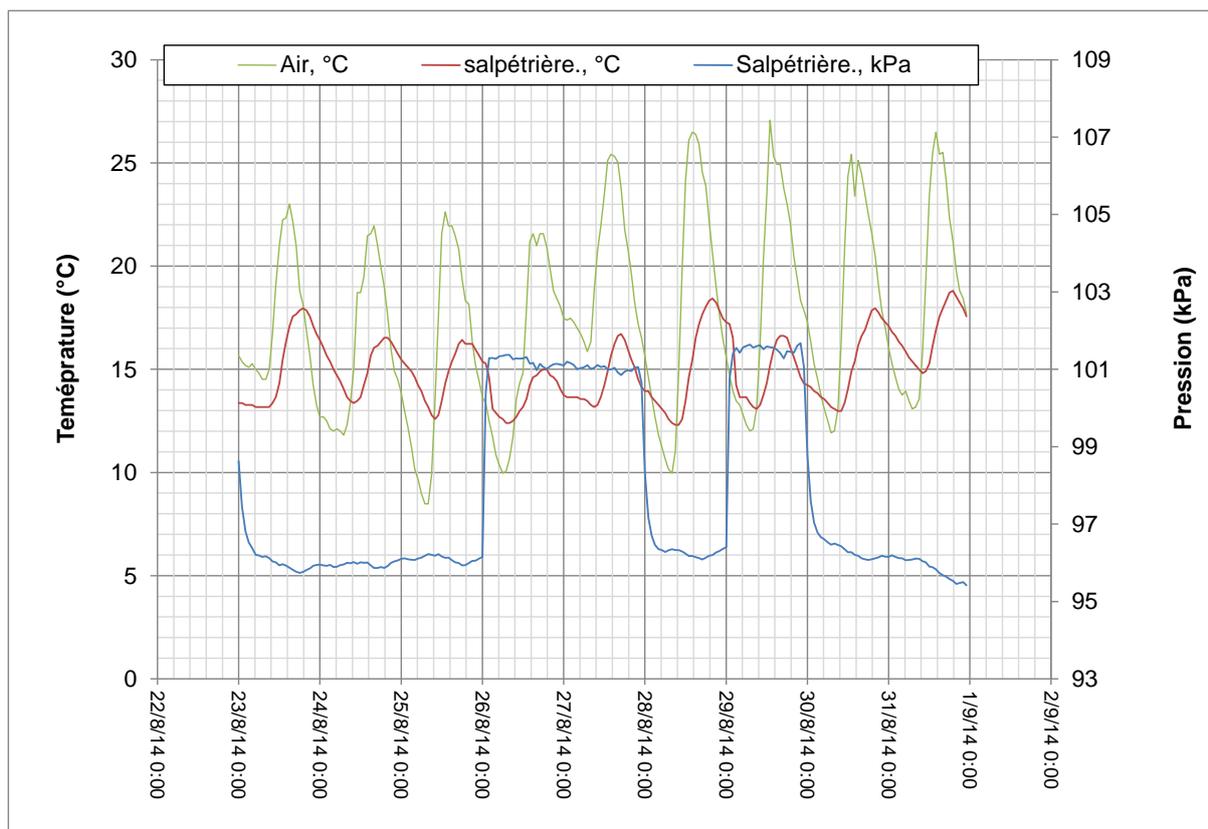


Figure 17 : Evolution des températures de l'eau et des pressions sur la station 01 de la Salpêtrière (station témoin) – zoom sur la période fin août 2014

Chaque jour, la température maximale dans l'air est obtenue entre 13h et 15h. En débit réservé, les évolutions de la température de l'air influence la température de l'eau mais de manière décalée. La température maximale journalière de l'eau est atteinte entre 18h et 21h soit 5 à 6 h plus tard que celle de l'air. Le même phénomène est observé sur les températures minimales qui sont plutôt fraîches dans l'air. Le minimum est atteint vers 6h-8h du matin dans l'air alors qu'il est atteint vers 9h-10h dans l'eau.

En période de restitution, ce décalage se réduit montrant que l'influence du réchauffement sur le parcours du Moyen Verdon est moins importante. De plus, un cycle nyctéméral est toujours observé mais les écarts entre température maximale et minimale journalière sont un peu plus faibles. Les restitutions entraînent aussi un refroidissement de l'eau. Le démarrage des éclusées étant généralement réalisées la nuit, elles sont concomitantes à la baisse naturelle des températures ce qui tend à réduire leur impact.

Les mêmes tendances sont observées sur la station st02 de la Baume aux Pigeons.

5.2 Descriptions morphologiques

Les descriptions morphologiques ont porté sur le tronçon pratiqué dans le cadre de loisirs aquatiques (que l'on appellera tronçon fréquenté par la suite), élargie et pour comparaisons jusqu'à la Baume de l'Escalet. Le tronçon fréquenté mesure environ 1,2 km de la confluence du Baou jusqu'à la deuxième sortie située en aval du deuxième tunnel et à l'aplomb du belvédère de Trescaire. La première sortie en rive droite et située entre les deux tunnels est aujourd'hui rarement utilisée et se situe environ 200 m avant la deuxième sortie. La portion décrite mesure environ 2,3 km jusqu'à la Baume de l'Escalet (cf. cartes en **annexe 3**).

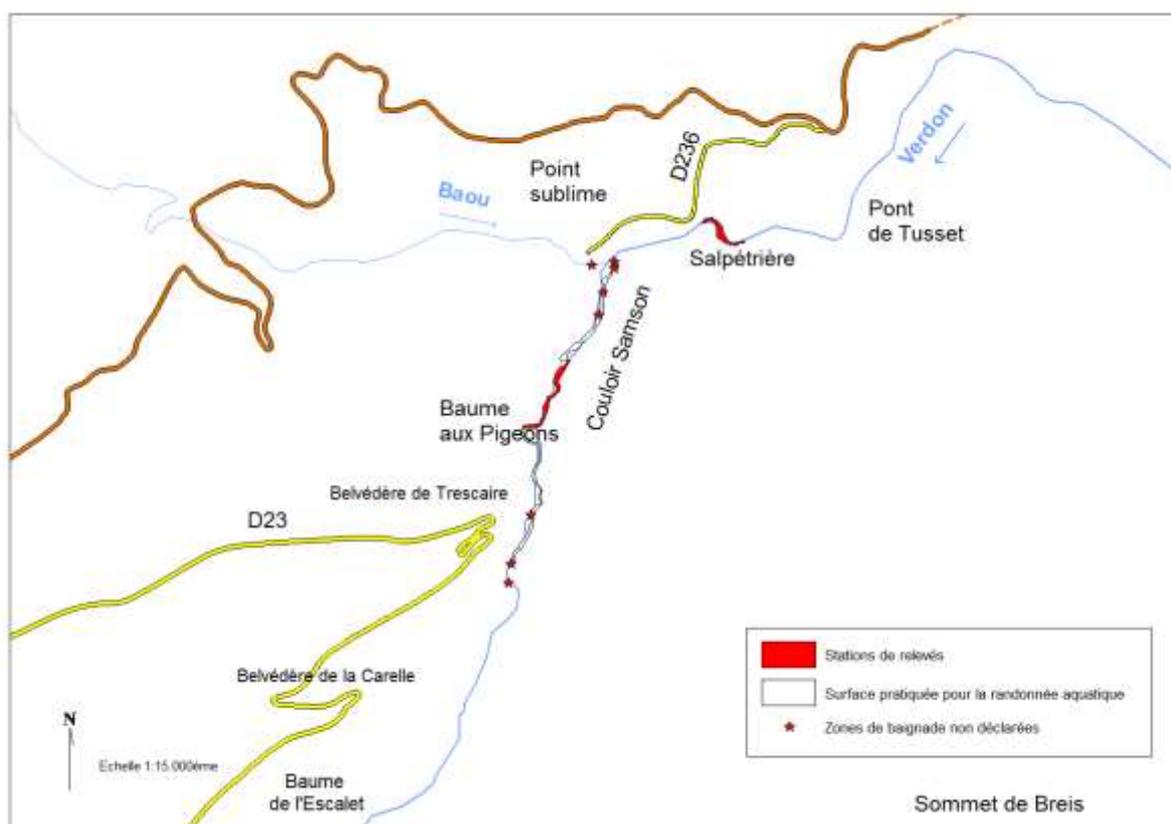


Figure 18 : Localisation des activités sur le tronçon étudié et des deux stations d'étude

Les reconnaissances morphologiques ont aussi été réalisées et de manière plus précise à l'échelle des stations retenues. Les deux stations (fréquentée et témoin) mesurent environ 200 m linéaire pour une largeur du lit mouillé comprise entre 10 et 16 m. La plus forte largeur a été mesurée au début de la station 01 de la Salpêtrière où la vallée est un peu plus large mais entre, au niveau de la station, dans un étroit défilé.

5.2.1 Les faciès d'écoulement à l'échelle du tronçon

La morphologie du tronçon est influencée par le débit réservé délivré à partir du barrage de Chaudanne et le débit turbiné. Elle est aussi influencée par les apports du Baou qui conflue en début de parcours. La zone est d'ailleurs obstruée par des dépôts grossiers et blocs si bien que le lit est dévié sur la rive gauche et présente une largeur réduite.



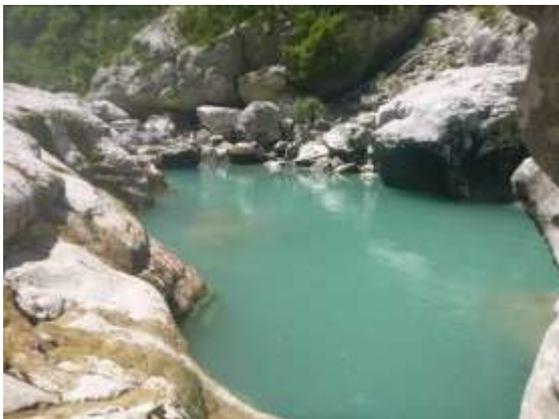
Confluence Baou - Verdon

La zone est aussi extrêmement fréquentée dans le cadre des loisirs aquatiques notamment à cause d'un accès relativement facile par la départementale n°236. La baignade est très pratiquée dans ce secteur. La zone sert aussi de mise à l'eau pour l'activité randonnée aquatique, environ 150 m en aval de la confluence. Elle sert aussi de zone de débarquement pour l'activité raft en amont de la confluence et les jours de restitution.

Le Verdon entre dans une zone de gorge étroite et très encaissée, environ 250 m en aval de la confluence : le couloir Samson. L'accès sur les berges est impossible. Seul le tunnel creusé en rive droite peut être emprunté à pied. Plusieurs fenêtres permettent d'observer, d'en haut, le Verdon.

L'ensemble des faciès d'écoulement a été cartographié sur tout le tronçon (cf. cartes 1 à 5 en **annexe 3** et figure 15). Le cheminement des randonneurs aquatiques, les actions menées dans le cadre de cette activité, les zones de baignade et de sorties des rafts ont aussi été replacés sur les cartes. La définition des faciès de référence est donnée en **annexe 2**.

Quelques exemples de faciès d'écoulement :

 A photograph showing turbulent, white water rapids flowing over a rocky riverbed. The water is churning and creating foam as it passes over the stones.	 A photograph of a calm, turquoise-colored pool of water in a river, surrounded by dark, rocky banks. The water is still and clear.
<p>Rapides</p>	<p>Mouille de concavité</p>
 A photograph of a wide, shallow, sandy riverbed (radier) with a group of people gathered on the bank. The water is clear and turquoise.	 A photograph of a slow-moving, turquoise-colored stream flowing through a narrow, rocky channel. The water is calm and clear.
<p>Radier</p>	<p>Chenal lent</p>
 A photograph of a fast-moving, turquoise-colored stream flowing through a narrow, rocky channel. The water is turbulent and white with foam.	
<p>Chenal rapide</p>	

En 2009¹, ces faciès ont été cartographiés sur le tronçon compris entre Castellane et le pont de Carajuan :

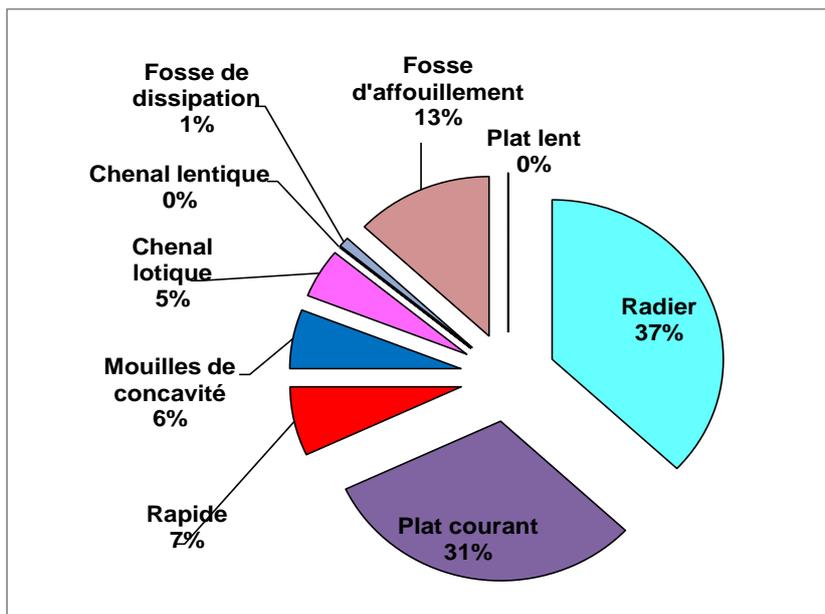


Figure 19 : Représentativité (en surface) des faciès d'écoulement dans le tronçon Castellane - Carajuan

Deux faciès dominent ce linéaire à presque 70% de représentativité : les radiers, les plats courants comme le montre le graphique 16. Les fosses d'affouillement prennent aussi une part importante avec 13% du linéaire. Leur présence est due à plusieurs secteurs resserrés, aménagés et rectifiés comme dans la traversée de Castellane ou le long des routes mais aussi au niveau des clues.

Dans le couloir Samson (confluence Baou → Baume Escalet), la répartition des faciès d'écoulement est la suivante :

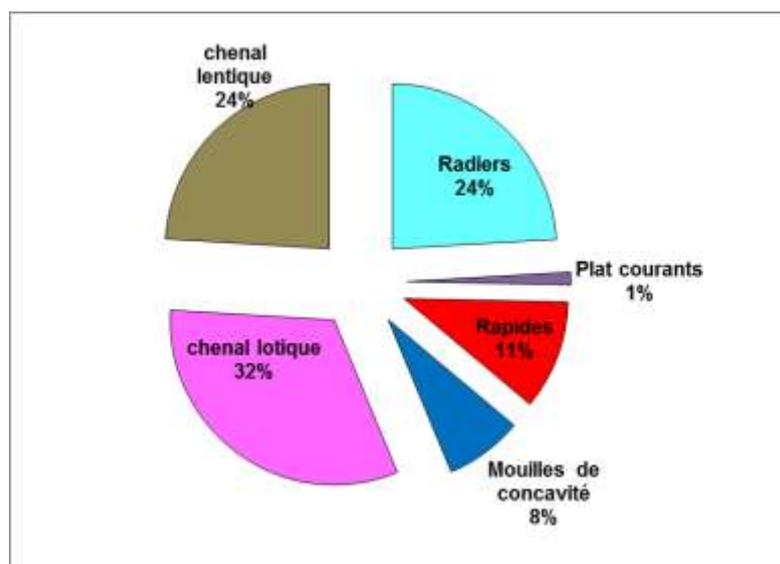


Figure 20 : Représentativité (en surface) des faciès d'écoulement dans le tronçon Confluence Baou - Baume de l'Escalet

¹ EDF, 2009 à 2013, Suivi environnemental lié à l'exhaussement des débits réservés sur le Verdon, Maison Régionale de l'Eau

Les faciès d'écoulement de l'entrée des Grandes Gorges sont relativement différents du tronçon Castellane - Carajuan et notamment du point de vue d'une représentativité plus forte des chenaux lotiques parfois profonds. Les chenaux lentiques occupent aussi une place importante. Ces zones de ralentissement de l'écoulement sont initiées par des effondrements rocheux ou des verrous, comme au niveau du lieu-dit « *Labyrinthe* » (photo ci-contre) ou en début et fin de parcours.

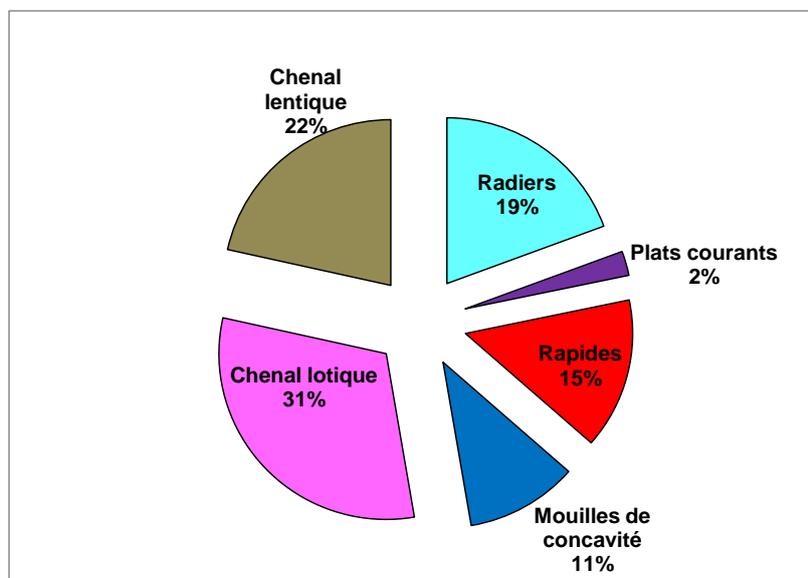
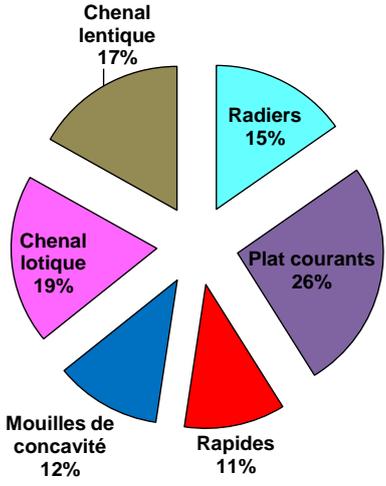
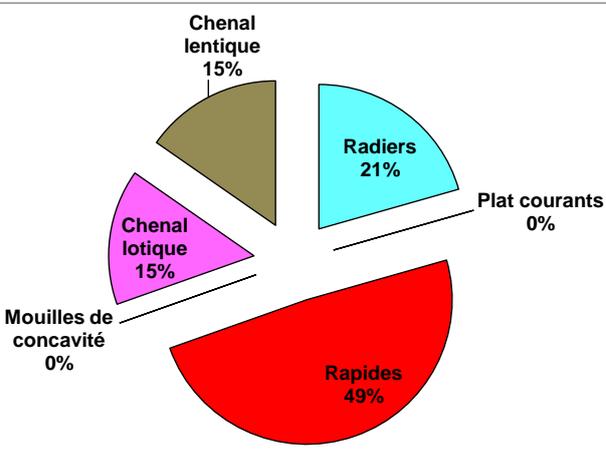
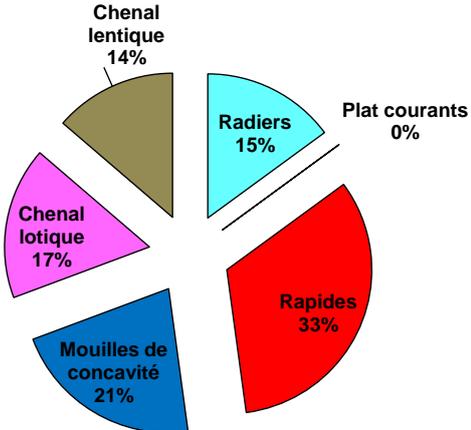


Figure 21 : Représentativité (en surface) des faciès d'écoulement dans le tronçon Confluence Baou – Belvédère de Trescaire

Les zones profondes (chenaux lotiques et lentiques, mouilles de concavité), dont la profondeur est supérieure à 60 cm (voir **annexe 2**), représentent environ 64% de la surface mouillée. Ces faciès sont plutôt favorables à l'action de nage avec généralement peu de contact des nageurs avec le fond. Rappelons, à ce titre, que les fonds abritent la majorité de la faune aquatique. Les chenaux sont parfois très profonds et incisés (jusqu'à plus de 2 m), parfois à multiples bras si des blocs obstruent le cours d'eau.

Le tronçon présente toujours une forte représentativité des radiers qui occupent moins d'un tiers de la surface mouillée (24 %) mais ils sont moins représentés qu'en amont (37% de la surface mouillée du tronçon Castellane - Carajuan). Ils entrent dans la catégorie des faciès rapides qui dominent le tronçon avec 68% de la surface occupée (chenaux lotiques, radiers, rapides et plats courants). Les rapides occupent d'ailleurs une place relativement importante. Les vitesses peuvent être assez fortes, comprises entre 1 et 1,5 m.s⁻¹.

Les cartes de l'**annexe 3** montrent toutefois un rétrécissement du lit majeur entre l'aval de la Baume aux Pigeons et la première sortie possible utilisée anciennement par les randonneurs aquatiques. La largeur de la vallée et du lit majeur, la pente, les effondrements de blocs donne une morphologie différente et trois sous-tronçons peuvent donc être distingués depuis l'entrée des Grandes Gorges :

 <p>Chenal lentique 17%</p> <p>Radiers 15%</p> <p>Plat courants 26%</p> <p>Rapides 11%</p> <p>Mouilles de concavité 12%</p> <p>Chenal lotique 19%</p>	<p>Le tronçon Baou – Baume aux Pigeons présente une morphologie assez comparable aux tronçons plus en amont. Les faciès dominants sont rapides mais plutôt équilibrés. Ce tronçon se distingue par une forte représentativité des radiers, des plats courants et des chenaux lotiques.</p> <p>Seule la représentativité des chenaux lents et des rapides distinguent ce tronçon de l'amont.</p>
 <p>Chenal lentique 15%</p> <p>Radiers 21%</p> <p>Plat courants 0%</p> <p>Rapides 49%</p> <p>Mouilles de concavité 0%</p> <p>Chenal lotique 15%</p>	<p>Le tronçon Baume aux Pigeons – Trescaire est très différent probablement à cause du resserrement de la vallée et des blocs effondrés. Les rapides deviennent dominants et recouvrent presque la moitié de la surface mouillée. Les chenaux profonds sont aussi très représentatifs</p>
 <p>Chenal lentique 14%</p> <p>Radiers 15%</p> <p>Plat courants 0%</p> <p>Rapides 33%</p> <p>Mouilles de concavité 21%</p> <p>Chenal lotique 17%</p>	<p>Le tronçon Trescaire – Escalet garde une partie des caractéristiques du tronçon précédent avec une forte représentativité des rapides. Néanmoins, l'ouverture de la vallée qui prend une forme en V permet de retrouver une bonne représentativité des radiers et des mouilles de concavité.</p>

Globalement et sur l'ensemble du tronçon étudié, la granulométrie reste assez grossière avec une dominance des blocs et pierres. Les galets fins et grossiers sont plutôt observés dans les chenaux lents et les mouilles. On observe aussi des zones sablo-limoneuses d'assez faibles surfaces, notamment dans quelques zones de remous ou zones mortes et au



fond des mouilles de concavité ou des chenaux lentiques profonds. Les surfaces sablo-limoneuses les plus importantes sont relevées en aval de la confluence avec le Baou, sur les bordures et probablement en lien avec des zones de remous.

Zone de dépôt limoneux en début de tronçon

La végétation aquatique est assez rare voire absente. Le fond est plutôt minéral. Seules les bryophytes colonisent la surface des blocs en zone peu profonde (tête de radier et rapides) mais aussi sur la surface des blocs, entre 0 et 20 cm de profondeur. Les algues vertes filamenteuses sont moins répandues que les bryophytes et accompagnent souvent ces dernières.

Les berges sont généralement abruptes et rocheuses. La dalle pénètre assez souvent dans l'eau. Les rives sont encombrées par des effondrements rocheux limitant ainsi le développement de la ripisylve. Les zones annexes ne sont pas nombreuses. Nous pouvons signaler un bras secondaire situé en amont du labyrinthe et qui peut être emprunté à pied. Les plages de galets sont relativement rares et d'assez faibles surfaces. Les plus importantes se situent au niveau de la Baume aux Pigeons. La largeur du lit majeur se réduit aussi significativement en aval de la Baume aux Pigeons jusqu'à l'aval du labyrinthe (cf. carte 2 en **annexe 3**).

Les zones de frayère potentielle pour la truite fario ont aussi été repérées et apparaissent sur les cartes de l'**annexe 3**, comme les zones de dépôt de limons. Les zones potentielles de fraie occupent de faibles surfaces. Elles sont comprises entre 8 et 40 m². Les plus grandes surfaces sont observées en aval immédiat de la Baume au Pigeon, face à la sortie du premier tunnel ou au niveau de la première sortie. L'ensemble de la surface repérée représente une surface cumulée d'environ 100 m² soit environ 1,5% de la surface totale mouillée comprise entre la confluence du Baou et la Baume de l'Escalet. Cela ne veut pas forcément dire que la truite ne se reproduit pas dans le secteur dans la mesure où l'espèce est très souvent plastique en zone torrentielle. Néanmoins, les surfaces sont souvent limitées par la forte granulométrie ou les écoulements trop rapides.

Enfin, quelques embâcles et dépôts de bois morts viennent diversifier l'habitat plutôt sur les rives. Néanmoins, le tronçon est loin d'être encombré.

5.2.2 Cartographie des habitats de la station 01 de la Salpêtrière (témoin)

Rappelons que la station 01 de la Salpêtrière est censée être non ou très peu fréquentée par le public dans le cadre des loisirs aquatiques et sert donc de station témoin. La cartographie des hauteurs d'eau et des champs de vitesse d'écoulement est en **annexe 4**.

Le graphique suivant montre la répartition des faciès de la station :

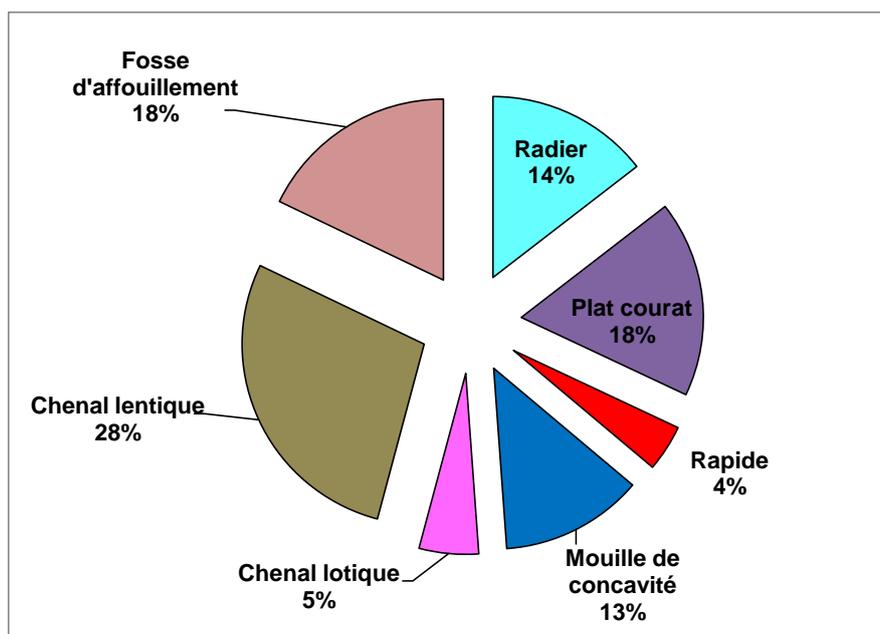
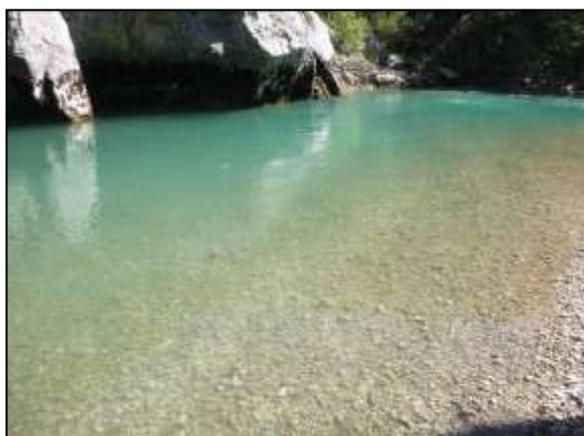


Figure 22 : Répartition des faciès d'écoulement de la station 01 témoin

Les faciès sont légèrement dominés par le chenal lentique qui occupe le tiers amont de la station. Néanmoins, cette proportion est identique à celle que l'on peut observer dans le premier tronçon des Grandes Gorges. Les autres faciès sont relativement bien équilibrés et représentent environ 15% de la surface de la station. Les radiers et chenaux lotiques sont moins représentés qu'à l'échelle du tronçon. Les fosses de dissipation occupent ici une part importante alors qu'elles sont absentes des Grandes Gorges. Elles sont liées à la sinuosité du secteur plus prononcée que dans le couloir Samson.



Fosse de dissipation aval

Les plats courants sont aussi mieux représentés et occupent une large part. Ils se caractérisent par une profondeur inférieure à 60 cm et initié probablement par un lit majeur plus large que dans les gorges. La part des faciès rapides est d'ailleurs plus faible probablement à cause de la pente mais aussi de la largeur du lit parfois réduite dans les gorges.

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

La carte suivante présente la cartographie des habitats de la station 01 Salpêtrière. Ils déterminent la capacité d'accueil notamment vis-à-vis des invertébrés benthiques :

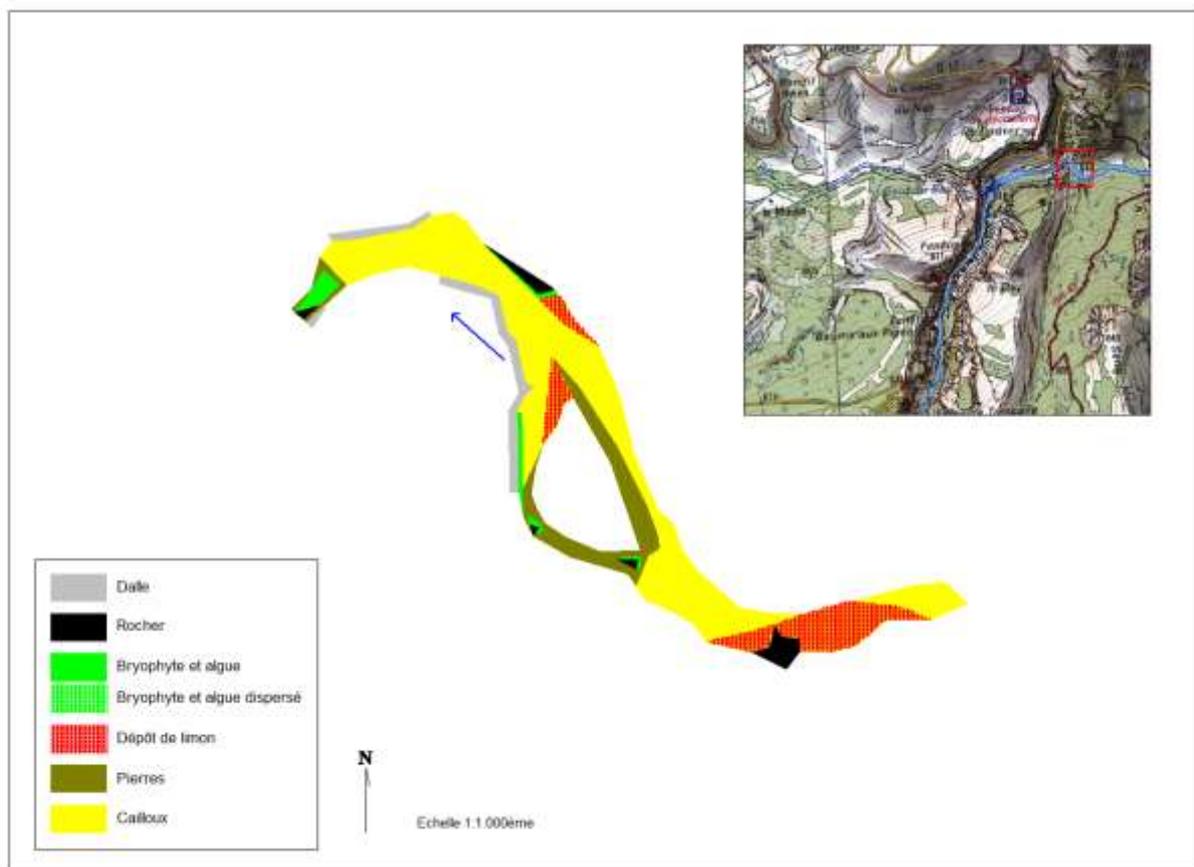


Figure 23 : Carte des habitats de la station 01 de la Salpêtrière (station témoin)

Le classement du potentiel d'accueil des principaux habitats associés à la nature des fonds est donné par la note méthodologique du Protocole de prélèvement des Invertébrés sur le Réseau de Contrôle de Surveillance (USSEGLIO-POLATERA, WASSON & ARCHAIMBAULT, 2007) :

Définition du substrat	Habitabilité	Protocole prélèvement
Bryophytes	11	végétal seul (sur bloc) ou avec élément support (sur cailloux)
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10	inclut la couche superficielle du sédiment
Débris organiques grossiers (litières)	9	inclut la couche superficielle du sédiment
Chevelus racinaires, supports ligneux	8	végétal seul
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7	inclut les différentes classes granulométriques de sédiments
Blocs (> 250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (25 à 250 mm)	6	inclut les sédiments et la faune associés au bloc (abris sous bloc)
Granulats grossiers (graviers) (2 à 25 mm).	5	inclut les différentes classes granulométriques de sédiments
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)	4	inclut la couche superficielle du sédiment
Vases : sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques fins	3	couche superficielle du sédiment (<3cm)
Sables et limons (< 2mm)	2	couche superficielle du sédiment (<3cm)
Algues	1	inclut les éléments minéraux du support
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)	0	raclage de surface

Les habitats sont classés de haut en bas selon leur potentialité d'accueil ou habitabilité. Leur répartition en surface au sein de la station donne le graphique suivant :

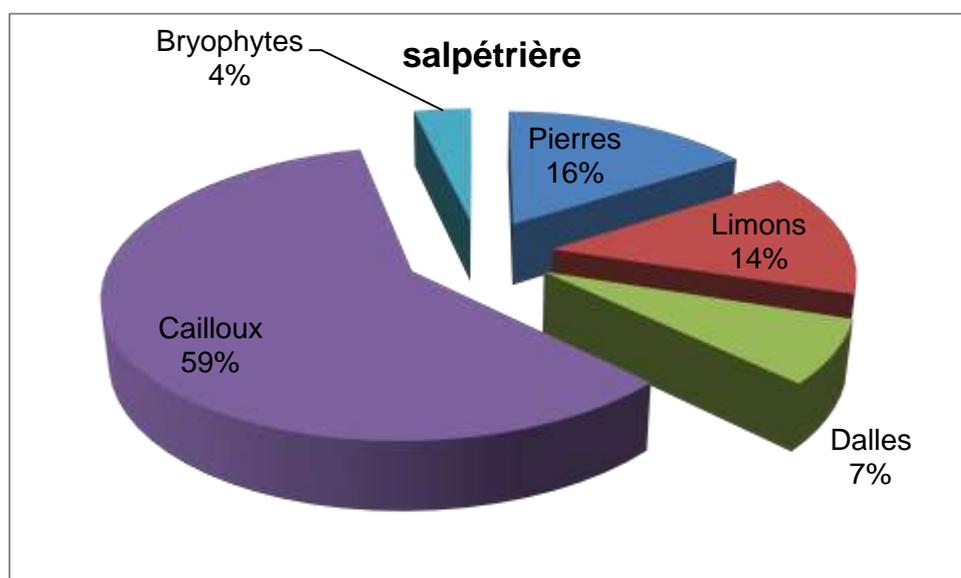
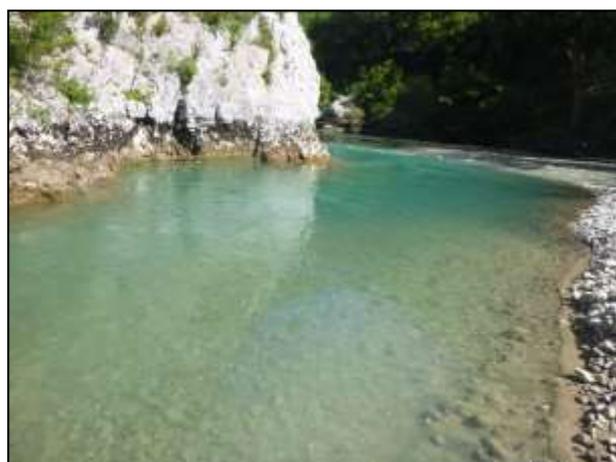


Figure 24 : Répartition des habitats dominants de la station 01 de la Salpêtrière (témoin)

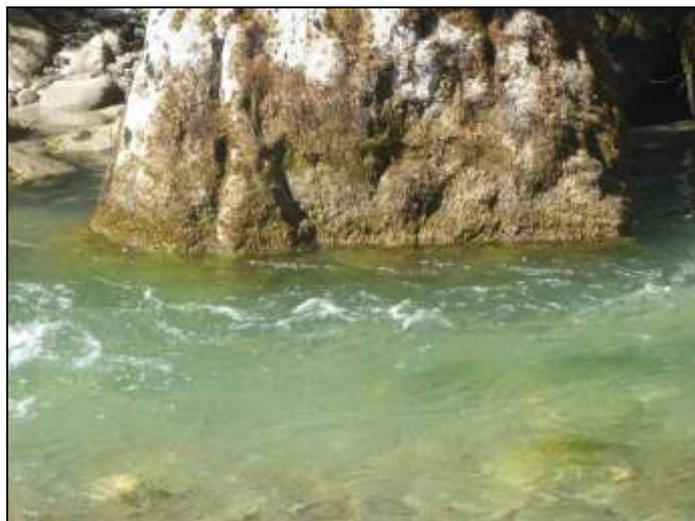
Il s'agit ici d'une estimation des surfaces dans la mesure où la cartographie a été réalisée en plan. Elle sous-estime les habitats verticaux notamment les dalles ou les bryophytes.

Néanmoins, le graphique montre nettement que la station est dominée par les pierres et galets. Les deux classes granulométriques ont été distinguées car les galets (taille comprise **entre 25 et 100 mm**) recouvrent une grande partie des fosses de dissipation, des chenaux lenticulaires et des plats courants. Cette dominance est en lien avec des écoulements un peu plus lents. Les pierres (taille comprise **entre 100 et 250 mm**) occupent principalement les faciès radiers et chenal lotique. Ils sont accompagnés de quelques rares blocs (taille supérieure à 250 mm). Ces éléments granulométriques ont une capacité d'accueil considérée comme équivalente (coefficient 7 sur 11). L'ensemble pierres et galets couvrent 75% de la surface de la station.



Les limons (photo ci-contre) couvrent environ 14% de la surface ce qui est relativement élevé. Le colmatage, conséquence des dépôts de limons, est important au niveau des fosses de dissipation et du chenal lent (niveau de colmatage 4 à 5 selon la clé d'Archambaud et al. 2008). Ils présentent une capacité d'accueil très limitée au même titre que les dalles (7% de la surface totale).

L'habitat qui possède la capacité d'accueil la plus forte, est représenté par les bryophytes qui couvrent environ 4% de la surface, notamment sur les pierres grossières des radiers et rapides mais aussi sur les bordures des rochers et des dalles. Les bryophytes sont aussi très souvent accompagnées par des algues vertes filamenteuses.



Bryophytes et algues filamenteuses en sub-surface sur rocher semi-immersé

D'un point de vue des vitesses et des hauteurs d'eau :

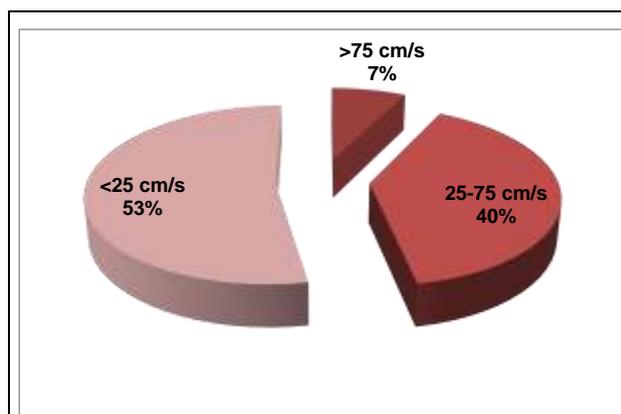


Figure 25 : Répartition des champs de vitesse sur la station 01

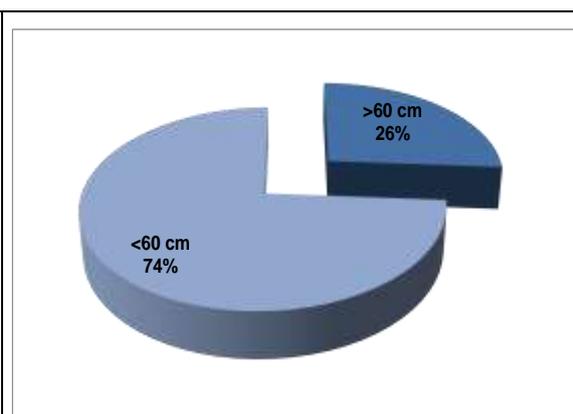


Figure 26 : Répartition des hauteurs d'eau sur la station 01

Les limites des classes de vitesse sont inspirées de l'indice biologique global normalisé. Comme évoqué plus haut, les vitesses inférieures à 25 cm/s représentent plus de la moitié de la surface de la station et en grande partie due au chenal lentique. Les vitesses modérées occupent aussi une large part.

Les classes de hauteurs d'eau utilisées sont inspirées de la clé de détermination des faciès d'écoulement (Malavoi & Souchon, 2002, **annexe 2**). La profondeur de 60 cm discrimine les faciès dit profonds (fosses, mouilles, chenaux), des autres faciès. Néanmoins, il est à noter que cette variable n'influence pas ou peu les invertébrés aquatiques.

Sur la station 01, les faibles profondeurs dominent largement malgré quelques zones assez profondes au niveau du chenal lent ou de la fosse de dissipation. A ce niveau, le lit majeur est encore assez large pour que l'eau puisse s'étaler.

5.2.3 Cartographie des habitats de la station 02 Baume aux Pigeons

La cartographie des hauteurs d'eau et des champs de vitesse d'écoulement est en **annexe 5**. Le graphique suivant montre la répartition des faciès de la station :

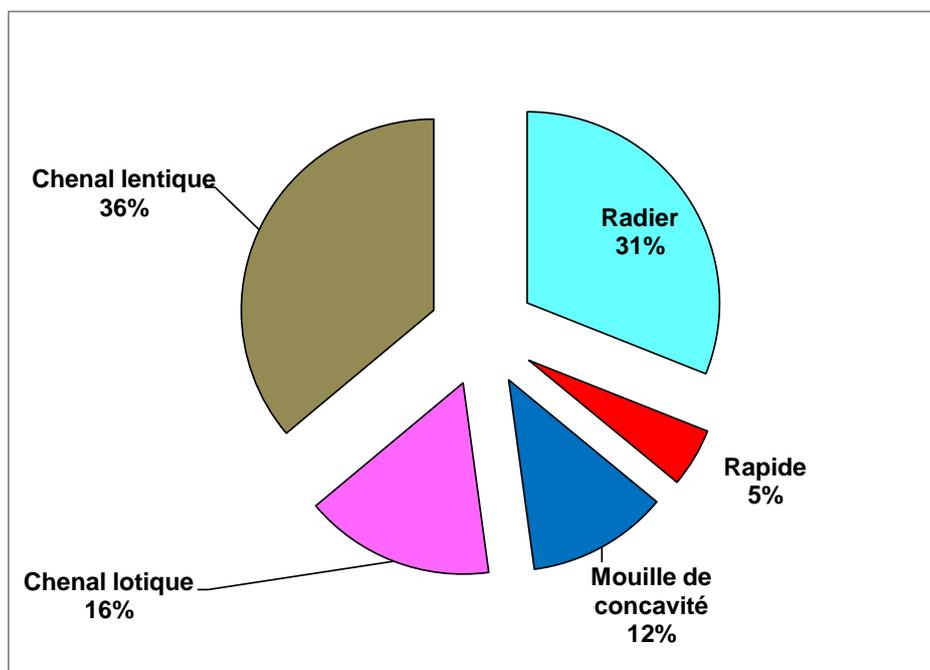


Figure 27 : Répartition des faciès d'écoulement de la station 02

Les faciès d'écoulement sont relativement bien équilibrés en termes de surface occupée. Les radiers, les chenaux lents et rapides occupent la majorité de la surface totale de la station (83%). Il faut dire que deux faciès présents au niveau de la station 01 de la Salpêtrière ne sont pas présents ici : les fosses de dissipation et le plat courant :

- Le premier faciès est initié par la sinuosité du secteur amont qui contraint le cheminement du cours d'eau. Ce n'est pas le cas au niveau de la station 02 de la Baume aux Pigeons. La fosse de dissipation se caractérise par une asymétrie de son profil transversal et s'apparente à un chenal si son profil est symétrique (cf. **annexe 2**)
- Le plat courant est lui probablement initié grâce à un lit mineur globalement plus large au niveau de la station 01 de la Salpêtrière. Le lit mesure environ de 20 à 30 m en amont puis se sépare en deux bras. En fin de station, le lit a tendance à se rétrécir à une dizaine de mètres. Sur la station 02 de la Baume aux Pigeons, la largeur atteint au maximum 27 m au niveau de la tête du radier central mais oscille entre 20 et 17 m.

La part de la mouille de concavité et des rapides est pratiquement identique à la station 01 de la Salpêtrière.

La carte suivante présente la cartographie des habitats observés au fond du cours d'eau :

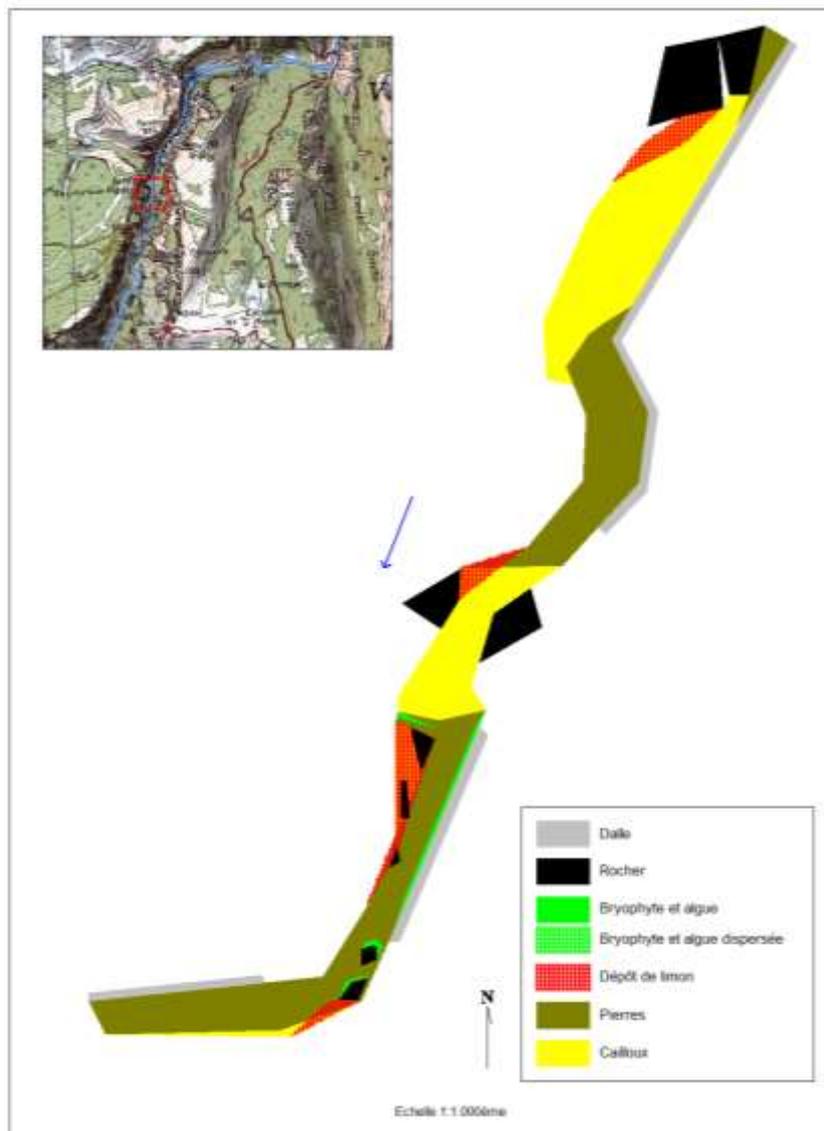


Figure 28 : Carte des habitats de la station 02 Baume aux Pigeons

La répartition en surface des habitats au sein de la station donne le graphique suivant :

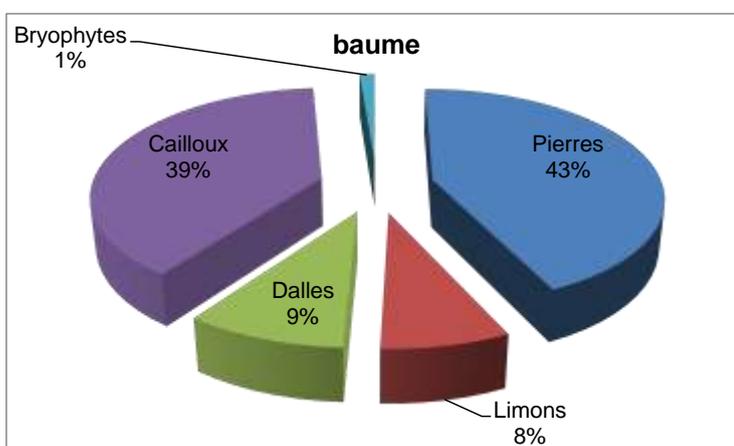
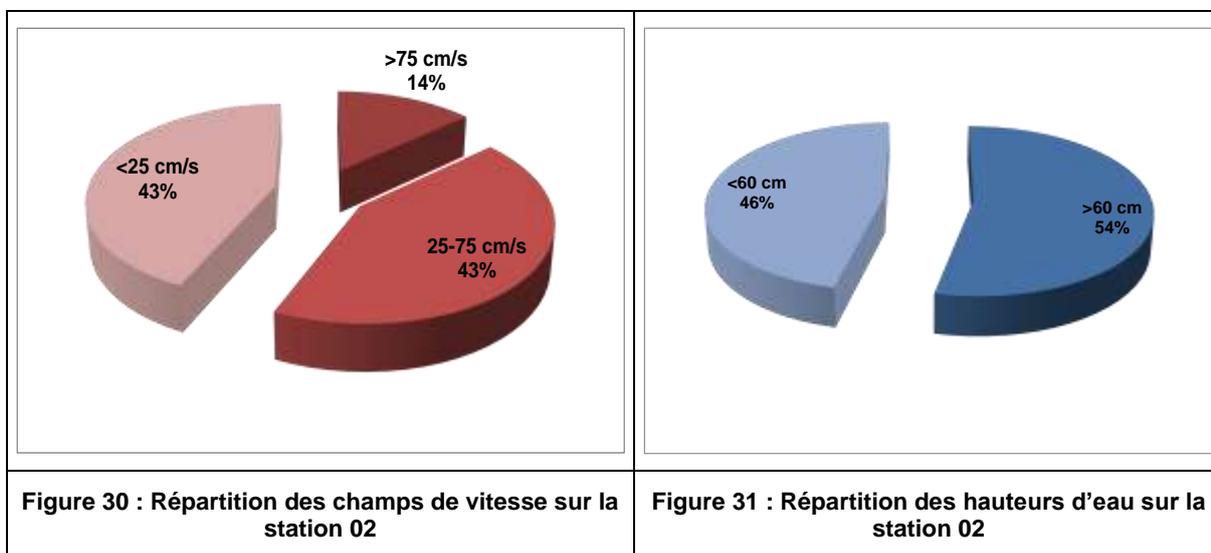


Figure 29 : Répartition des habitats dominants de la station 02 Baume aux Pigeons

La part des limons et des dalles, habitats peu biogènes, est pratiquement identique à la station 01 de la Salpêtrière. On observe simplement une dominance plus forte des pierres au détriment des galets. Globalement, la granulométrie générale semble plus grosse sur cette station probablement à cause de l'encaissement du cours d'eau et de l'effet « gorge ». Les vitesses initiées en crue sont probablement plus fortes que sur la station 01 de la Salpêtrière et initient des dépôts plus grossiers. Néanmoins, l'habitabilité des deux classes granulométriques est identique (taille des éléments comprise entre 25 et 250 mm). L'habitat qui possède la plus forte capacité d'accueil est encore représenté par les bryophytes mais occupe ici une place moins importante, proche de 1% de la surface totale. Les bryophytes sont là aussi accompagnées par des algues vertes filamenteuses. Comme sur la station 01 de la Salpêtrière (Station témoin), les éléments organiques grossiers sont trop marginaux pour être pris en compte.

D'un point de vue des vitesses et des hauteurs d'eau :



Les vitesses rapides ($v > 25$ cm/s) occupent une large part, atteignant presque 60% de la surface totale de la station. Les vitesses modérées ($25 < v < 75$ cm/s) sont toutefois dominantes.

Concernant les hauteurs d'eau, les profondeurs sont à peu près également réparties autour des 60 cm mais on constate une légère dominance des zones profondes. Le cours d'eau semble un peu plus contraint en largeur ce qui se traduit par une augmentation de la représentativité des vitesses rapides et un lit plus incisé et donc plus profond.

La dominance des zones profondes et des vitesses rapides serait plutôt en faveur des actions de nage au détriment de la marche dans l'eau.

5.2.4 Comparaison des deux stations

Les éléments issus des précédents chapitres montrent que :

- Le substrat qui possède le potentiel d'accueil le plus fort est représenté par les bryophytes souvent accompagnées par des algues filamenteuses et situées en sub-surface, autour des rochers et des blocs et sur les dalles calcaires.
- La station 02 de la Baume aux Pigeons présente des vitesses d'écoulement globalement plus rapides et des zones profondes qui couvrent une plus grande surface.
- La station 01 de la Salpêtrière est, en surface, plus favorable au piétinement alors que la station 02 de la Baume aux Pigeons est plus favorable à la nage.

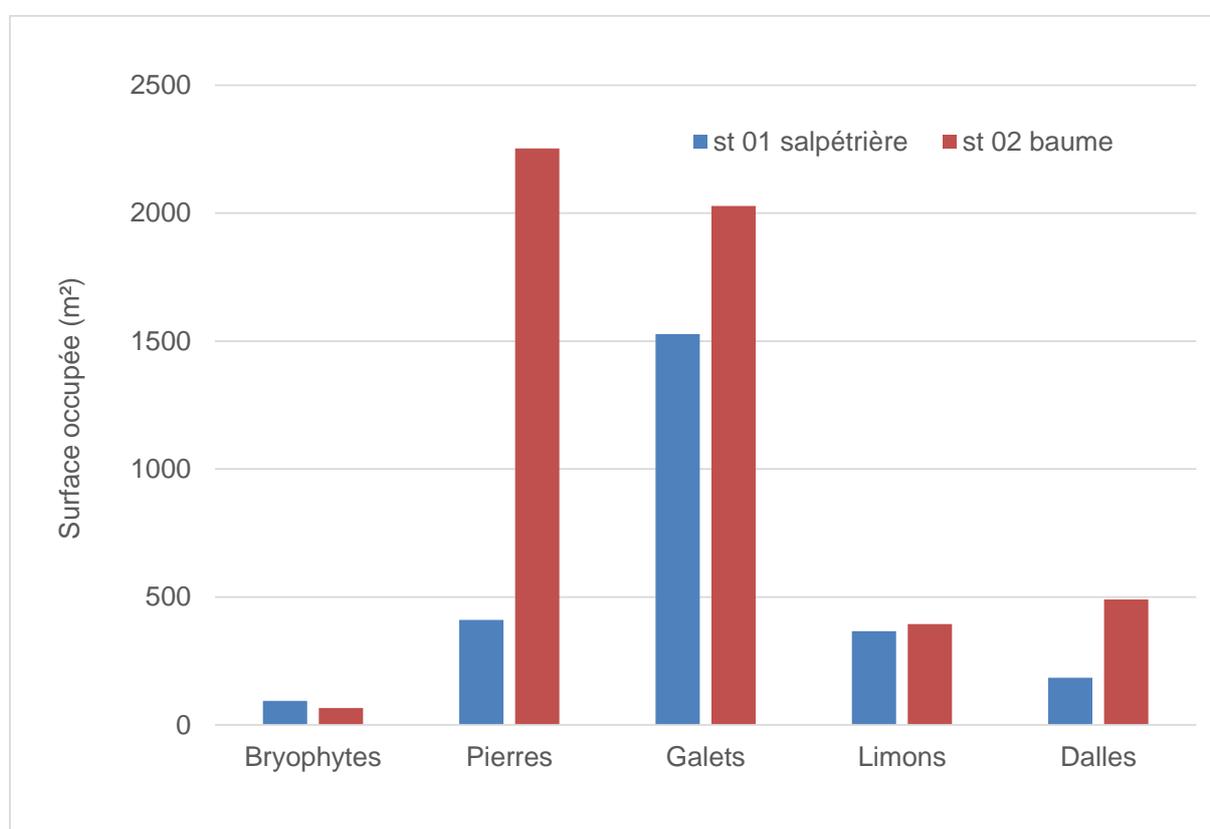


Figure 32 : Représentativité des habitats sur les deux stations retenues

Les deux stations d'analyse possèdent des habitats semblables. Cinq habitats dominant dont les pierres et galets. Seules les pierres sont mieux représentées dans la station 02 Baume aux Pigeons mais ils possèdent la même habitabilité que les galets (habitabilité 7 sur 11). A côté, les spermaphytes, les racines sur berges, les débris organiques et les graviers sont marginaux voir absents sur les deux stations.

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

La surface de chaque niveau d'habitabilité pour chaque station a été évaluée en pourcentage de représentativité par rapport à la surface totale de la station :

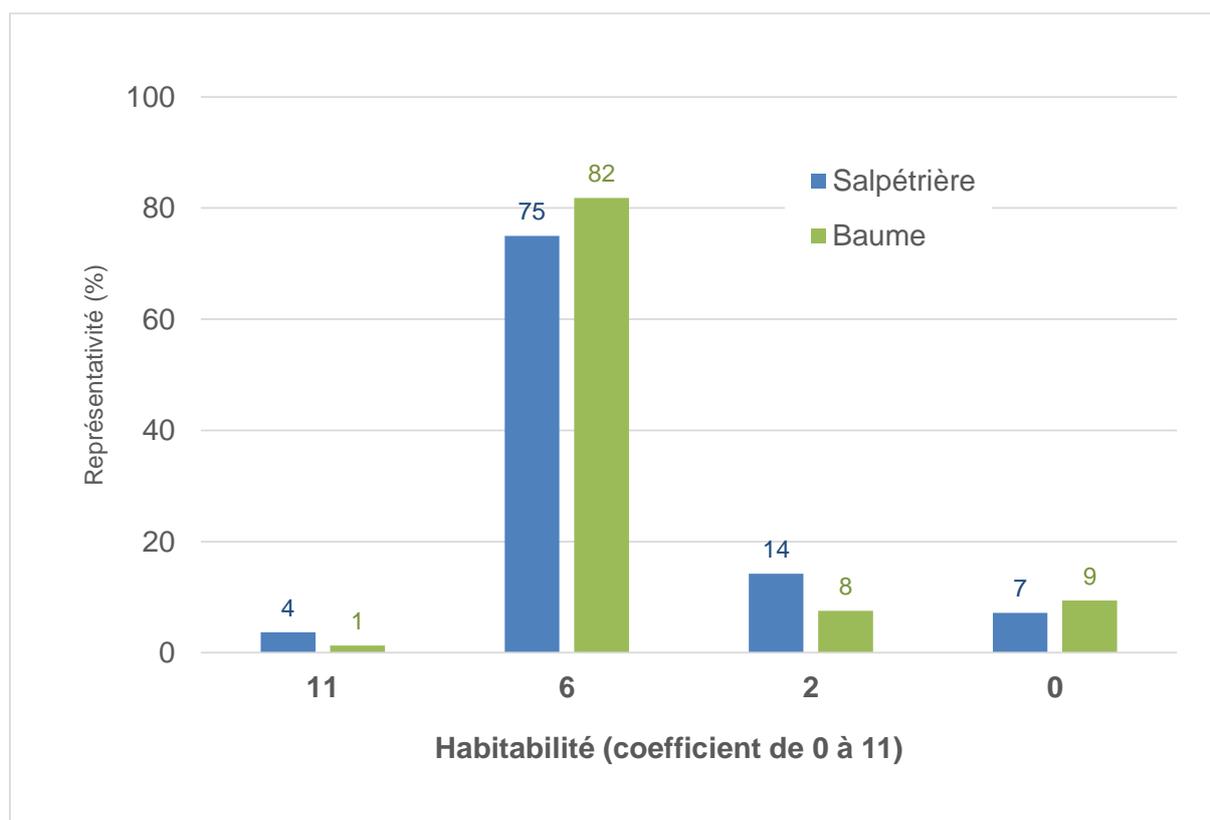


Figure 33 : Représentativité de chaque niveau d'habitabilité déterminée sur les deux stations de prélèvements

L'habitabilité moyenne pondérée par sa représentativité est strictement identique sur les deux stations.

Rappel des types d'habitat d'après la note méthodologique du Protocole de prélèvement des Invertébrés sur le Réseau de Contrôle de Surveillance (USSEGLIO-POLATERA, WASSON & ARCHAIMBAULT, 2007) :

Définition du substrat	Habitabilité	Protocole prélèvement
Bryophytes	11	végétal seul (sur bloc) ou avec élément support (sur cailloux)
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10	inclut la couche superficielle du sédiment
Débris organiques grossiers (litières)	9	inclut la couche superficielle du sédiment
Chevelus racinaires, supports ligneux	8	végétal seul
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7	inclut les différentes classes granulométriques de sédiments
Blocs (> 250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (25 à 250 mm)	6	inclut les sédiments et la faune associés au bloc (abris sous bloc)
Granulats grossiers (gravières) (2 à 25 mm).	5	inclut les différentes classes granulométriques de sédiments
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)	4	inclut la couche superficielle du sédiment
Vases : sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques fins	3	couche superficielle du sédiment (<3cm)
Sables et limons (< 2mm)	2	couche superficielle du sédiment (<3cm)
Algues	1	inclut les éléments minéraux du support
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)	0	raclage de surface

5.3 Invertébrés aquatiques et évolutions

L'analyse des impacts du piétinement sur la faune aquatique a été réalisée à partir des invertébrés benthiques présents dans le cours d'eau et dont la majorité vit sur le fond. Ils présentent l'avantage d'être facilement capturables mais aussi d'offrir une diversité de taxons, de régime alimentaire et de comportements.

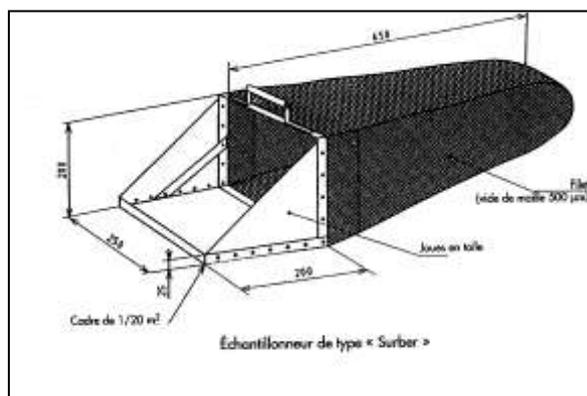
L'analyse a été réalisée à l'échelle de l'habitat (rappelons qu'un habitat correspond à la combinaison d'un substrat et d'une classe de vitesse) pour s'affranchir de la dominance de tel ou tel habitat et du poids des habitats dit marginaux sur chacune des stations. Il a aussi fallu cibler sur des zones précises où la fréquentation peut être quantifiée et qualifiée.

La méthode repose sur le principe suivant :



- ✓ Une comparaison de deux sites, l'un pratiqué et l'autre non pratiqué.
- ✓ Une reconstitution au fil de la saison par comparaison des campagnes entre elles.

La méthode est essentiellement basée sur le suivi des abondances faunistiques. Cette métrique est particulièrement variable d'un habitat à l'autre et au fil de la saison. Elle peut aussi être variable au fil de la saison. C'est pour cette raison que le suivi de la station 01 de la Salpêtrière ou site non ou peu pratiqué est essentiel.



Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet surber qui se pose au fond de l'eau, face au courant. La surface contenue dans le cadre, qui représente une surface de $1/20^{\text{ème}}$ de m^2 , est alors raclée pour que la faune dérive dans le filet. Les échantillons sont conservés dans l'éthanol et traités au laboratoire. Au total 6 prélèvements ont été réalisées sur chacune des stations, soit un prélèvement par habitat (chacun des habitats

faisant l'objet d'un réplicat). Les prélèvements sont triés au laboratoire, sous la loupe binoculaire.

La surface totale prélevée sur chaque station s'élève donc à $0,3 m^2$ soit une surface inférieure à $0,01\%$ des stations. Il s'agit d'un échantillonnage dirigé. L'ensemble des individus présents dans le cadre du filet sont censés être prélevé. On considère que la trace du prélèvement disparaît en trois semaines si aucun autre prélèvement n'est réalisé. A chaque campagne, les surfaces prélevées au sein d'un même habitat étaient différentes.

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

Chacun des prélèvements a fait l'objet d'une fiche descriptive rassemblant plusieurs informations comme sa position, ses composantes granulométriques ou les vitesses d'écoulement associées. Ces fiches sont disponibles en **annexe 6**.

Chaque prélèvement est identifié par un code. Le bis indique un réplica. **Trois habitats** dominants parmi les plus accueillants ont été préalablement identifiés :

- les **galets** et les **pierres** constituent l'habitat dominant.
- Les **bryophytes** et à moindre mesure les pierres et galets constituent les habitats les plus accueillants.

Le plan d'échantillonnage suivant a été suivi à l'identique sur les deux stations :

Salpêtrière	V<25 cm/s	25<V<75 cm/s	<75 cm/s
Bryophytes		H2 – H2bis	
Pierres et galets	H3 – H3bis	H1 – H1bis	

Baume aux Pigeons	V<25 cm/s	25<V<75 cm/s	<75 cm/s
Bryophytes		H2 – H2bis	
Pierres et galets	H3 – H3bis	H1 – H1bis	

Sur la station 02 Baume aux Pigeons, un des deux prélèvements par habitat a été réalisé sur le cheminement établi en début de saison, par les professionnels des sports d'eau vive (**Cf. annexe 8, profil 1**). En parallèle, les observations visuelles réalisées à la Baume aux Pigeons au cours des mois de juillet et août 2014 ont permis d'affecter à chaque prélèvement un niveau et un type de fréquentation.

Ces données seront exploitées en fin d'études afin d'étudier la relation fréquentation – densité.

Les fiches disponibles en **annexe 6** indiquent simplement et pour l'instant les prélèvements qui se situent dans les zones supposées régulièrement empruntées à pied.

Rem : L'habitat lié aux bryophytes n'est pas directement piétiné mais il est fréquemment percuté lors d'une action de nage contre une dalle ou un rocher.

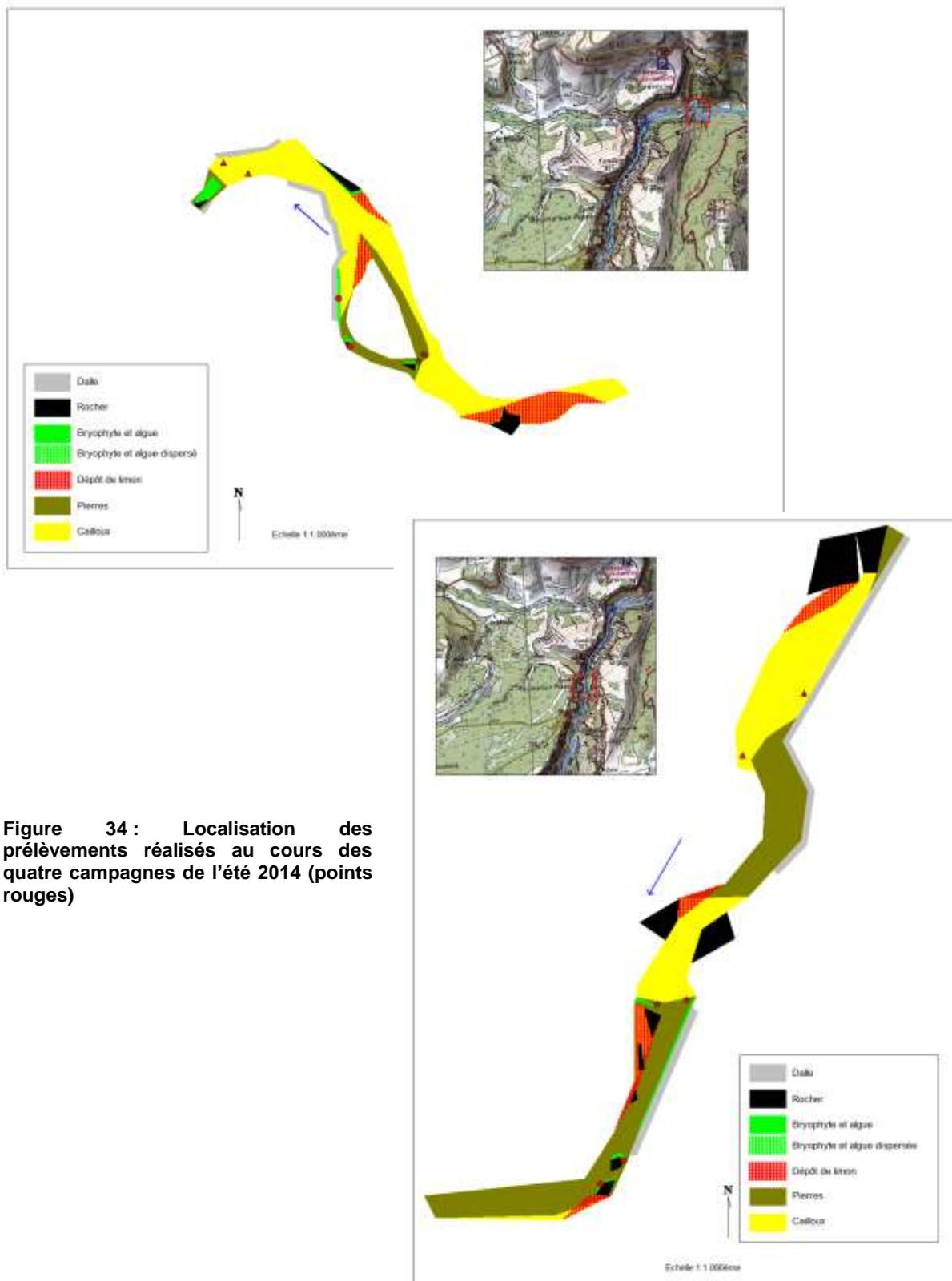


Appui sur un rocher lors d'une action de nage

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

Pour rappel, quatre campagnes ont été réalisées au cours de l'été : début juillet, fin juillet, mi-août et mi-septembre

Les cartes suivantes indiquent la position des prélèvements (étoiles, ronds et triangles rouges), une forme identique correspond à un réplica :



5.3.1 Niveaux de référence dans le Moyen Verdon de la richesse et de la densité des invertébrés aquatiques

La **densité en invertébrés benthiques** est une métrique dont les variations sont assez importantes au sein d'un même habitat et au cours de l'année. Leurs évolutions sont parfois assez difficiles à expliquer : érosions de faune lors des crues ou de pollutions diverses, dérive volontaire des individus, succès ou non des phases de reproduction et de croissance de l'année, émergence des adultes².

Le graphique suivant montre les évolutions de densité des invertébrés aquatiques sur l'ensemble des stations suivies dans le cadre des réhaussements de débit réservé sur le Verdon (source EDF). Des prélèvements de faune étaient prévus à fréquence biannuel (printemps et été) avec la méthode normée de l'IBGN adapté à la Directive Cadre Européenne. Malgré la méthode de prélèvement différente, les résultats peuvent être comparés dans la mesure où ils ont tous été ramenés à une unité de surface, le mètre carré.

Ce suivi a l'avantage d'avoir été réalisé sur plusieurs années, de 2009 à 2013 :

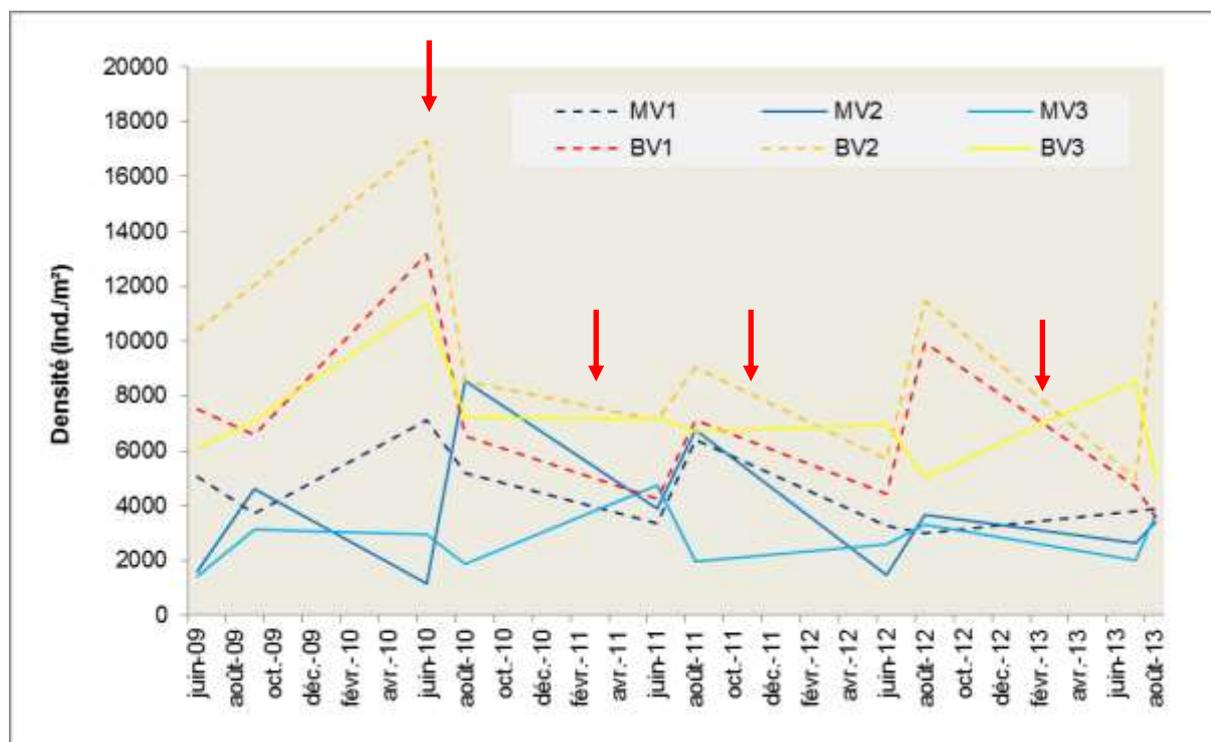


Figure 35 : Evolution des densités d'invertébrés aquatiques au cours des cinq années du suivi (les stations soumis au seul débit réservé sont en pointillée, les flèches rouges indiquent les crues majeures)

² Une grande part des invertébrés benthiques est composée d'insectes à vie larvaire aquatique et à vie adulte aérienne (insectes volants). Cette transformation ou mue s'effectue à différents moments de l'année, variable selon les espèces, un peu plus au printemps et en été. Certaines espèces possèdent plusieurs émergences (multivoltines), d'autres une seule émergence (univoltines). La vie larvaire est plus longue (plusieurs années) que la vie adulte (plusieurs semaines à quelques jours). La vie adulte se caractérise par l'apparition d'un appareil reproducteur. Les adultes viennent pondre leurs œufs dans l'eau. Seule une partie des larves effectue leur mue imaginale.

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

Dans le Moyen Verdon :

- ↳ sur le tronçon court-circuité de Chaudanne, entre le seuil du canal des Listes et le seuil EDF (**MV1**).
- ↳ à Castellane, à l'amont de la station d'épuration et en aval de la confluence du Pesquier, soit environ 2 Km en aval de la restitution (**MV2**).
- ↳ au Pont de Soleils, soit environ 13 Km en aval de la restitution (station du Réseau de Contrôle et de Surveillance) (**MV3**).

Dans le Bas Verdon :

- ↳ sur le tronçon court-circuité, en amont de Gréoux et à l'aval proche du barrage (**BV1**).
- ↳ sur le tronçon court-circuité, en aval de Gréoux et en aval du rejet de la station d'épuration (station du Réseau de Contrôle et de Surveillance) (**BV2**).
- ↳ en aval de la restitution et en aval de Vinon (**BV3**).

Les stations du moyen Verdon présentent globalement des densités plus faibles que dans le bas Verdon. La station MV3 située à Pont de Soleils est la station la plus proche du secteur d'étude. C'est la station qui présente souvent la plus faible densité avec de très faibles variations, allant de **2000 à 5000 individus par m² environ**. Les crues ont des effets plus ou moins marqués en abaissant les densités. La baisse la plus importante a été obtenue après la crue de juin 2010.

La **richesse faunistique** indique le nombre de taxons différents prélevés sur une station. Un taxon est une unité systémique. Il peut être représenté par une espèce, une famille ou un genre. Tous les résultats présentés sont des données issues d'IBGN³ adapté pour la Directive Cadre Européenne. Les protocoles de tris et dénombrements respectent tous la note méthodologique d'Usseglio-Wasson⁴. Concernant la richesse faunistique du Verdon, elle peut être considérée comme globalement moyenne à forte et comprise entre **20 et 25 taxons** (moyenne établie sur 10 campagnes réalisées entre 2009 et 2013 à un niveau générique, EDF de 2009 à 2013) :

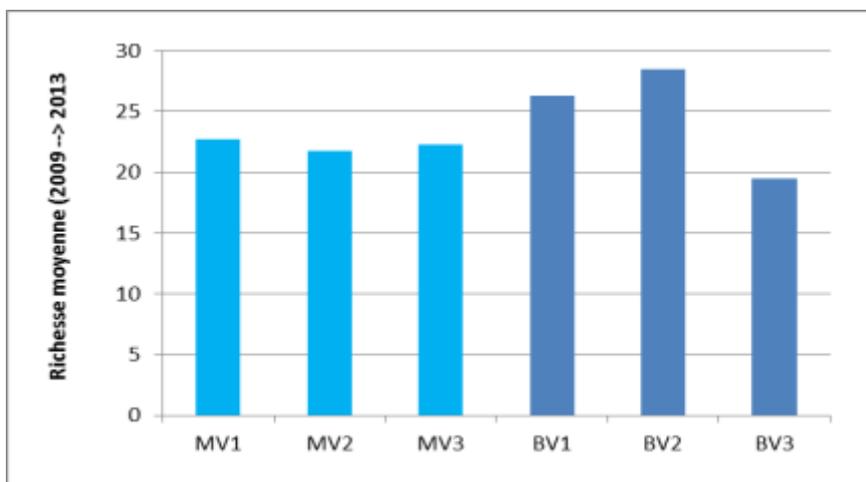


Figure 36 : Comparaison des richesses faunistiques moyennes des cinq stations d'études sur le Verdon (suivi des réhaussements des débits réservés sur le Verdon aménagé)

³ Indice Biologique Global Normalisé

⁴ *Protocole de prélèvements sur le réseau de surveillance, Philippe Usseglio-Polatera, Université de Metz. Jean-Gabriel Wasson, Cemagref de Lyon. Note méthodologique, 2007.*

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

D'autres suivis peuvent être intégrés pour consolider ces résultats :

- ✓ Le suivi du réseau de contrôle et de surveillance à pont de Soleils (code station 06160500) réalisé dans le cadre de la Directive Cadre Européenne.
- ✓ Le suivi environnemental réalisé dans le cadre du programme life Apron II avec une station au niveau du pont de l'Estellié, dans les Grandes Gorges.
- ✓ Le suivi de la qualité des eaux du Verdon en 2004 et 2009 qui comprend des stations au niveau de Castellane, l'Estellié et sur le Baou. (Conseil Général 04)

L'ensemble des données de densité acquises lors de ces suivis est retranscrit dans le graphique suivant. Néanmoins, il faut bien noter que les comptages réalisés pour l'indice biologique global normalisé adapté à la Directive Cadre Européenne sont souvent sous-estimés dans la mesure où la norme Afnor n'impose pas un comptage exhaustif :

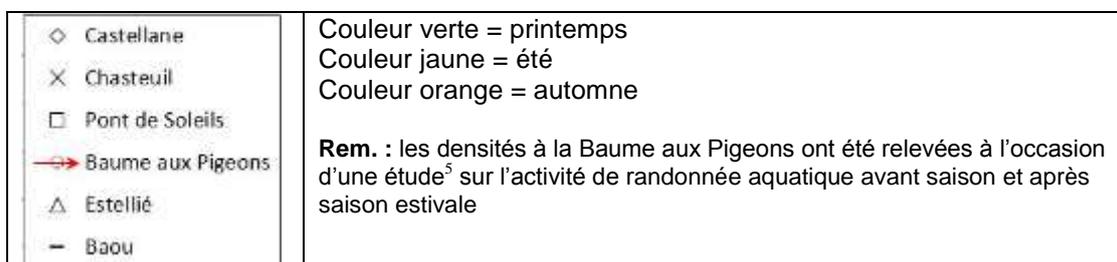
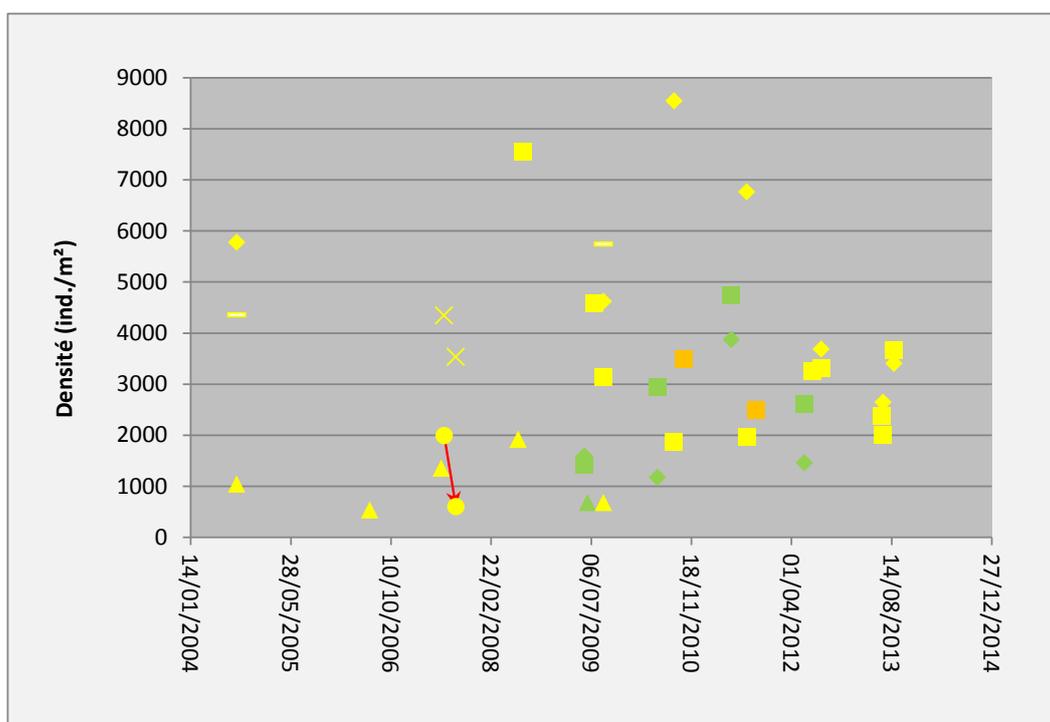


Figure 37 : Evolution des densités en invertébrés aquatiques sur tous les IBGN réalisés dans le Moyen Verdon et sur le Baou de 2004 à 2014

⁵ Agence de l'Eau, 2008 : Guide méthodologique d'évaluation de l'impact des activités sportives et de loisirs sur les cours d'eau de la Région Provence Alpes Côte d'Azur MRE et JED

Le graphique précédent montre la forte variabilité de la densité en invertébrés benthiques, probablement à cause d'événements annuels subis par le cours d'eau et notamment les crues. La plupart des campagnes sont réalisées en été et il n'y a pas forcément de différence significative entre les saisons. On peut simplement remarquer les prélèvements qui dépassent 5000 individus par m² sont systématiquement obtenus en été, période où l'ensoleillement et l'augmentation des températures favorisent la productivité des milieux. Aucun prélèvement n'est réalisé en hiver et seulement deux prélèvements en automne.

Globalement, les densités des stations du Moyen Verdon sont comprises entre 1000 et 5000 individus par m². Les données issues de la station de l'Estellié sont systématiquement inférieures à ce que l'on observe en amont. Il semble que l'isolement du secteur et le peu de zones refuges sur les berges (« effet gorge ») entraînent des densités plus faibles que dans les autres secteurs. Au contraire, les densités sur le Baou sont toujours assez élevées et très stables. Le tableau suivant le montre avec l'analyse des maximales et minimales observées sur l'ensemble des données disponibles de 2004 à 2014 :

	Castellane	Pont de Soleils	Estellié	Baou
Max	8548	7552	1922,5	5740
Moyenne	3958,4	3210,2	1035,8	5048,8
min	1175	1418	532,5	4357,5

Les densités sur le Baou sont en moyenne plus élevées et montrent une variabilité plus faible mais dans la limite de deux campagnes seulement réalisées sur cet affluent. La densité minimale est obtenue au niveau de l'Estellié en juin 2006. Plus classiquement, la densité atteint très souvent environ **1000 individus par m² au minimum**, ce qui constituera un seuil de référence minimal pour les analyses prévues au cours de l'été 2014.

Comme pour la densité, les valeurs de richesse observées sur l'ensemble des indices biologiques réalisés sur le Moyen Verdon de 2004 à 2014 donnent le graphique suivant :

Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

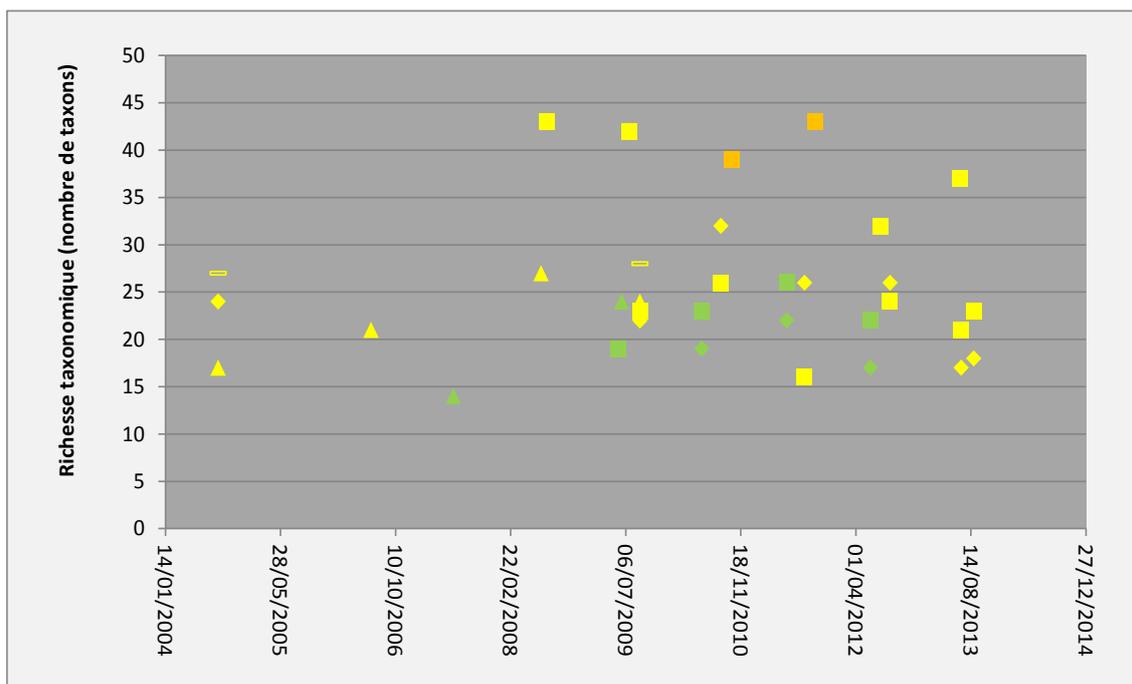


Figure 38 : Evolution des richesses faunistiques dans le Moyen Verdon et sur le Baou de 2004 à 2014

◇ Castellane	Couleur verte = printemps Couleur jaune = été Couleur orange = automne
□ Pont de Soleils	
△ Estellié	
= Baou	

Le graphique montre que la station de Pont de Soleils est un peu plus riche en taxons. Sinon, la richesse faunistique du Moyen Verdon est comprise généralement entre **15 et 25 taxons et ne descend presque jamais en dessous de 15 genres recensés dans les échantillons**. On remarquera que le Baou présente une richesse relativement importante et une très bonne qualité biologique comme le montre les données disponibles issues des suivis de la qualité des eaux (Conseil Général 04) :

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Salinité	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Poissons (2)	Hydromorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE
2014	MAUV ⚠	TBE	BE	BE	Ind		TBE			TBE		MOY
2013	TBE	TBE	BE	TBE	Ind		TBE			TBE		TBE
2008	TBE	TBE	TBE	BE	Ind					TBE		Ind
2007	BE	BE	TBE	BE	Ind		BE			TBE		BE
2006	BE	BE	TBE	BE	Ind		BE			TBE		BE
2005	BE	TBE	TBE	BE	Ind		TBE			TBE		BE

Figure 39 : Evaluation de l'état écologique du Baou (ou Bau) au niveau du pont de la D952

Comme pour les densités, on remarquera que les richesses relevées au niveau de l'Estellié sont toujours relativement faibles et encore plus au printemps.

5.3.2 Compositions faunistiques globales et par habitat des stations d'étude

En début de saison et sur la station témoin, les trois principaux groupes d'invertébrés (éphéméroptères, trichoptères et plécoptères) sont également répartis au sein de la station. Ils offrent, avec les diptères, les plus fortes diversités taxonomiques. Les coléoptères sont aussi particulièrement bien représentés comme dans bon nombre de cours d'eau calcaires. Néanmoins, il convient de signaler que la réalisation de seulement six échantillons de 1/20^{ème} de mètre carré peut être considérée comme une surface trop faible pour déterminer de manière exhaustive la richesse des stations. De plus, de nombreux taxons ont des périodes d'émergence estivale (passage de la vie larvaire aquatique à la vie adulte aérienne).

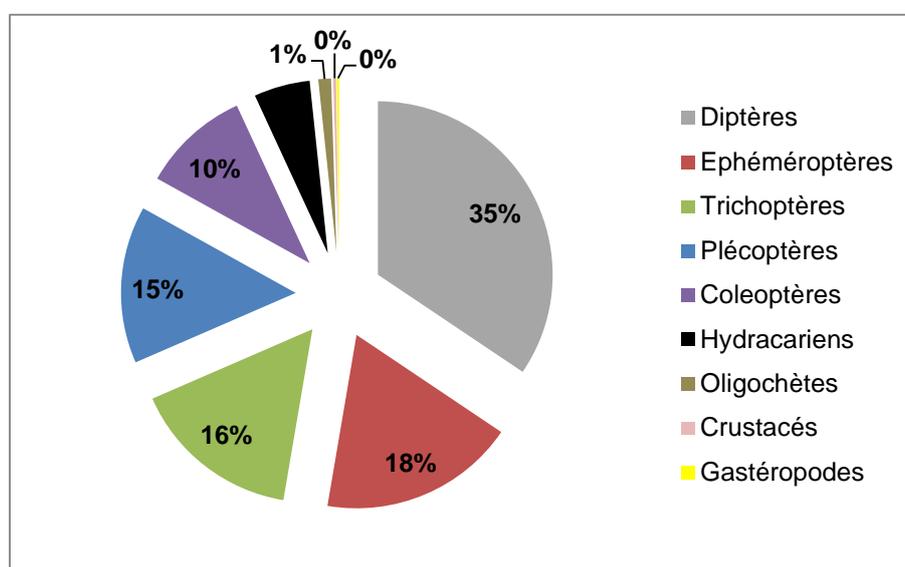


Figure 40 : Répartition des principaux groupes faunistiques sur la station 01 de la Salpêtrière

Le groupe le plus dense est le groupe des diptères car il est souvent constitué de taxon très tolérants et qui ont tendance à proliférer si l'habitat leur est favorable et si la nourriture est abondante : cas des simuliidés ou des chironomidés.

Les autres taxons sont beaucoup moins abondants malgré leur forte tolérance. Les gammarès sont plutôt sous-représentés malgré une eau très calcaire ce qui pourrait être lié à la quasi-absence de débris organiques grossiers dans les habitats prélevés.

L'abondance de certains taxons montre aussi des flux réguliers de matières en suspension mis à profit par des Hydropsychidae ou des Simuliidae. Les chironomides, taxon très polluo-tolérant, sont les plus abondants.

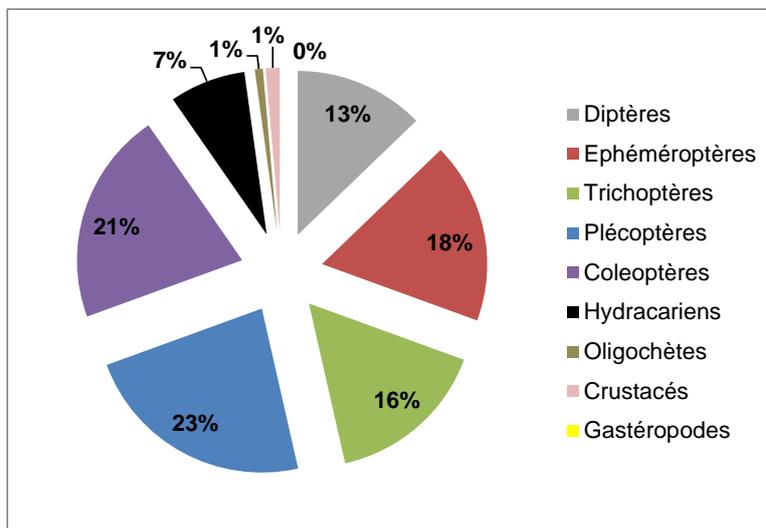
Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

Sur la station 02 de la Baume aux Pigeons, la répartition est légèrement différente. Les diptères ne sont plus dominants et ne représentent plus que 13% du peuplement récolté. Les éphéméroptères, trichoptères, plécoptères et coléoptères sont par contre également répartis comme sur la station témoin. Ils abritent le plus grand nombre de genres.

Figure 41 : Répartition des principaux groupes faunistiques sur la station 02 Baume aux Pigeons

Les autres groupes sont un peu moins représentés.

Des différences apparaissent par type d'habitat sur la station témoin qui sert de référence.



Le graphique suivant donne la répartition des genres par habitat. Le code couleur affecté à chaque groupe dans les deux précédents graphiques a été respecté.

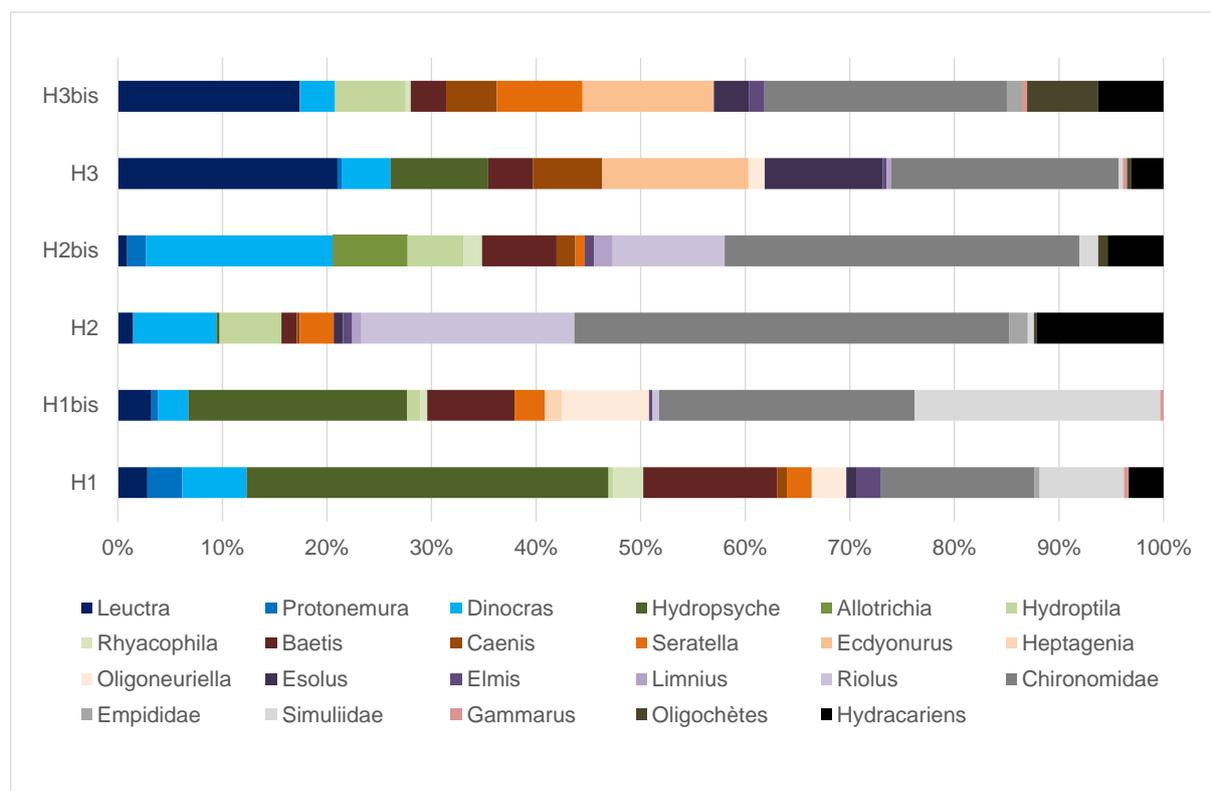


Figure 42 : Compositions faunistiques par habitat prélevé sur la station 01 Salpêtrière qui sert de témoin et en début de saison= composition faunistique type

(H1=Pierres sur courant fort, H2=Bryophyte sur courant fort, H3= Galets sur courant faible)

L'habitat **H1** (pierres sur courant fort) est caractérisé par la présence des Hydropsychidae, taxon filtreur qui a besoin d'un courant laminaire pour s'alimenter. Il fixe son filet entre les pierres grossières pour capter les particules fines organiques qui transitent dans le courant. Cet habitat est aussi caractérisé par un autre taxon filtreur, les Simuliidae, mais aussi par la forte présence des Chironomidae. Les familles citées montrent que la station est influencée par la matière organique, en flux ou en dépôt. Simuliidae et Hydropsychidae ont besoin du courant pour s'alimenter. Il convient de noter aussi que ces familles sont souvent représentées par un grand nombre d'individus de par, notamment, leur polluo-tolérance. Enfin, le genre Baetis, du groupe des éphéméroptères, est aussi assez présent dans cet habitat.

L'habitat **H2** (bryophyte sur courant fort) se caractérise par la forte présence des coléoptères et notamment le genre Riolus, racleur – brouteur, très présent dans les cours d'eau calcaire et les bryophytes. Le genre Dinocras, taxon broyeur, est aussi bien représenté comme les chironomides qui montrent l'influence de la végétation dans cet habitat.

Enfin, les plécoptères, et notamment le genre Leuctra, caractérise les zones à courant faible à modéré et le substrat « galets » (**H3**). Cet habitat se caractérise aussi par une dominance des éphéméroptères et notamment le genre Ecdyonurus, taxon racleur et brouteur. Les genres de ce groupe sont souvent broyeurs ou mangeurs de sédiments fins, avec un lien étroit avec les dépôts des zones à courant faible à modéré.

5.3.3 Evolutions globales des densités

Chaque prélèvement réalisé au cours de la saison estivale 2014 a été trié, déterminé et dénombré de manière exhaustive. La description des habitats prélevés est en **annexe 6**.

Une liste faunistique avec dénombrement est établie pour chacun des pots de prélèvement. Les listes par habitats, par stations et par campagnes sont en **annexe 7**. Rappelons qu'un habitat est défini par la nature des fonds auquel on y attribue une classe de vitesse.

L'évolution globale des densités d'invertébrés aquatiques et établie sur l'ensemble des habitats prélevés, donne le graphique suivant :

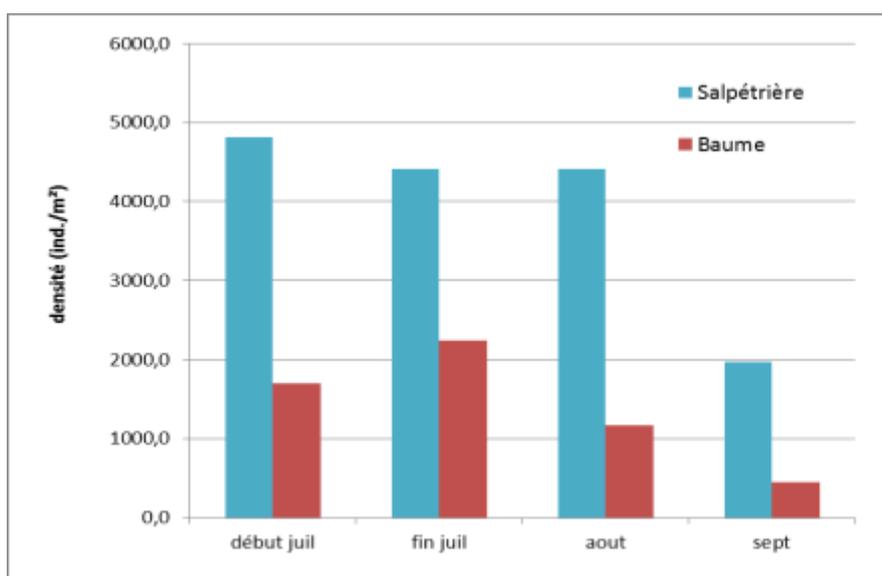


Figure 43 : Evolution des densités faunistiques sur les deux stations choisies au cours de l'été 2014

Les densités faunistiques sont toujours inférieures au niveau du tronçon pratiqué avec une différence qui semble s'accroître au fil de la saison. Elles atteignent des niveaux relativement bas au mois d'août, proches des 1000 individus/m². Les plus basses densités sont obtenues au mois de septembre avec moins de 500 individus/m² sur la station 02 de la Baume aux Pigeons. Néanmoins, la baisse est générale et englobe la station 01 de la Salpêtrière (station témoin). Elle est probablement initiée par les déversés réalisés tout au long du mois de septembre 2014.

Sur la station 01 de la Salpêtrière (station témoin), et hormis au mois de septembre, les densités obtenues sont relativement stables au cours de l'été. Ce n'est pas le cas de la station 02 de la Baume aux Pigeons où les densités sont toujours inférieures avec un écart maximal relevé en août. La différence de densité entre la station 01 et 02 atteint 2000 à 3000 ind./m² au mois d'août. Néanmoins, les densités observées sur la station 02 de la Baume aux Pigeons et au cours de la saison estivale ne sont jamais inférieures à 1000 ind./m² (sauf en septembre).

Le test non paramétrique de Mann Whitney et Wilcoxon a été appliqué aux densités moyennes obtenues par station et par campagne. Le test conclut en une **différence significative de densité entre les deux stations (station témoin et station pratiquée) pour les trois premières campagnes** : début juillet, fin juillet et mi-août.

La différence de densité pour la dernière campagne n'est pas significative selon le test de Mann Whitney. Les deux stations semblent avoir subi conjointement l'impact des déversés du mois de septembre.

5.3.4 Evolutions des densités par campagne

Campagne de début juillet (campagne 1)

La campagne sert d'état initial. Même si l'activité a déjà un peu commencé, l'affluence touristique n'est pas encore très élevée.

Les graphiques suivants donnent le détail des évolutions de densités par habitats. La couleur bleue a été attribuée systématiquement à la station 01 Salpêtrière (station témoin). Les couleurs bordeaux-rouges sont systématiquement attribuées à la station 02 de la Baume aux Pigeons. Pour chaque habitat prélevé, Les taxons de petite taille et ceux de grande taille ont été comptés séparément. Le tri a été réalisé à l'aide d'un tamis de maille 1 mm.

Les graphiques suivants présentent les résultats obtenus pour chaque station :

- station 01 de la Salpêtrière (station témoin)
- station 02 de la Baume aux Pigeons (station pratiquée)

La somme des petits et des grands individus donne la densité totale par habitat.

Pour rappel :

- **H1** : Pierres grossières et fines à courant fort.
- **H2** : Bryophytes à courant fort.
- **H3** : Galets grossiers et fins à courant faible.
- **Bis** : Réplicas

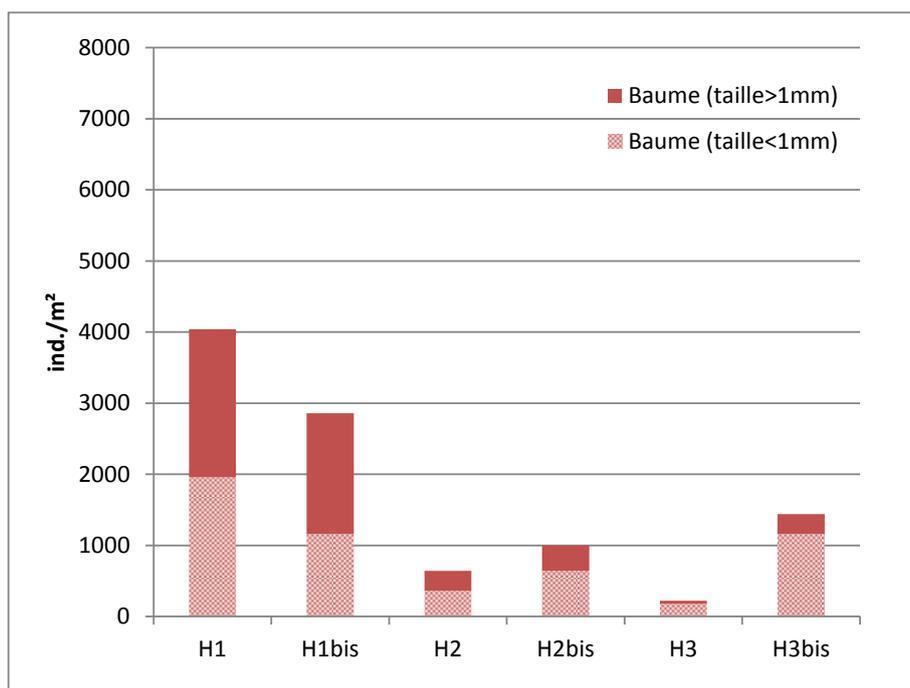
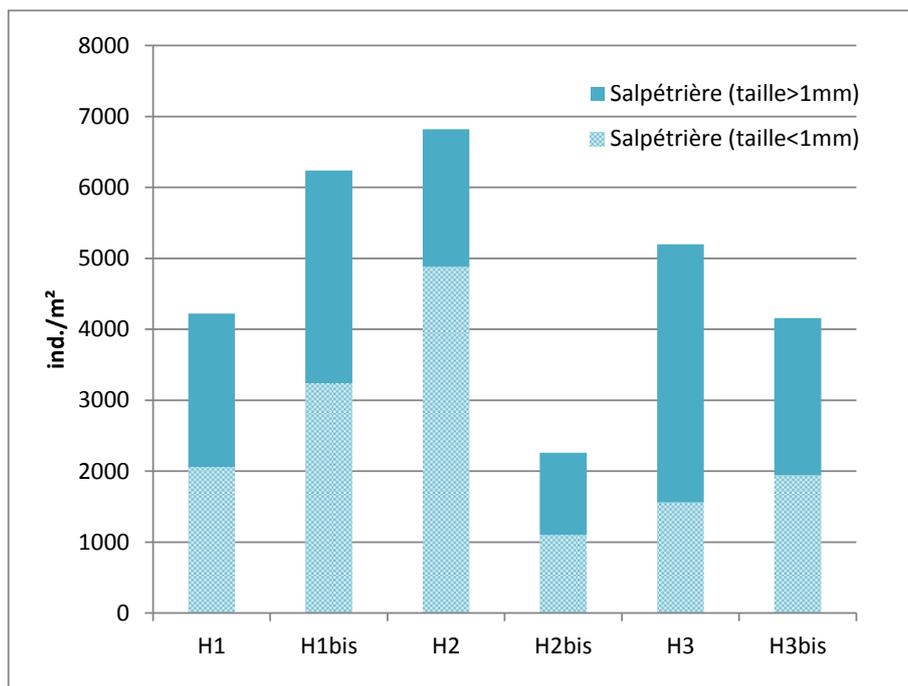


Figure 44 : Evolutions des densités faunistiques par habitat – 1^{ère} campagne de début juillet

Rappelons que les habitats prélevés sont des habitats à forte capacité d'accueil (habitabilité comprise entre 11 et 6). Les relevés au niveau de la station 01 de la Salpêtrière (témoin) montrent des densités assez variables d'un réplica à l'autre mais globalement comparables d'un habitat à l'autre. Les densités sont comprises entre 3000 et 6000 ind./m². Ces valeurs sont relativement conformes à ce que l'on obtient plus en amont, entre Castellane et Pont de Soleils les années précédentes. Seul un des réplicas sur rocher montre une densité un peu plus faible (2260 ind./m²) peut-être à cause d'une plus forte dominance des algues vertes filamenteuses ou d'un développement bryophytique plus faible. Les individus de petites tailles sont plutôt bien représentés et à peu près en même proportion que les individus de taille supérieure à 1 mm.

Les relevés sur la station 02 de la Baume aux Pigeons montrent des densités globalement plus faibles, bien que l'on soit en début de saison, notamment au niveau des galets instables en zone lente et des bryophytes sur rochers ou dalles (H2 et H3). L'habitat H1 (pierres grossières sur courant fort) semble un peu plus préservé. Les hauteurs d'eau encore assez élevées en ce début de saisons, limitent peut-être les actions de marche sur le radier. Par ailleurs, les petits individus (taille < 1mm) sont plutôt bien représentés mais sont dominants dans les habitats qui présentent de faibles densités (H2 et H3). Ils composent jusqu'à 80% de la faune dans l'habitat H3 (galets dans zone lente).

Les habitats bryophytes et galets semblent donc assez sensibles au piétinement, l'un à cause du lien très fort avec le maintien de la strate bryophytique et l'autre à cause de sa position dans un faciès plutôt lent sur substrat instable.

Campagne de fin juillet (campagne 2)

La fréquentation du mois de juillet est assez forte au niveau du couloir Samson et donc de la station 02 de la Baume aux Pigeons. Presque 2000 individus au total comptabilisés sur 7 jours d'observation avec une fréquentation moyenne estimée à 50 personnes/heure.

Sur la station 01 de la Salpêtrière (station témoin), un groupe de deux pêcheurs a été croisé lors de la campagne de prélèvement. Cette station peut aussi accueillir sporadiquement des groupes de baigneurs (non observés en 2014) et des groupes encadrés pratiquant le floating (non observés en juillet 2014).

L'analyse en détail de l'évolution des densités par habitat et par classe de taille des individus récoltés donne les graphiques suivants :

Pour rappel :

- **H1** : Pierres grossières et fines à courant fort.
- **H2** : Bryophytes à courant fort.
- **H3** : Galets grossiers et fins à courant faible.
- **Bis** : Réplicas

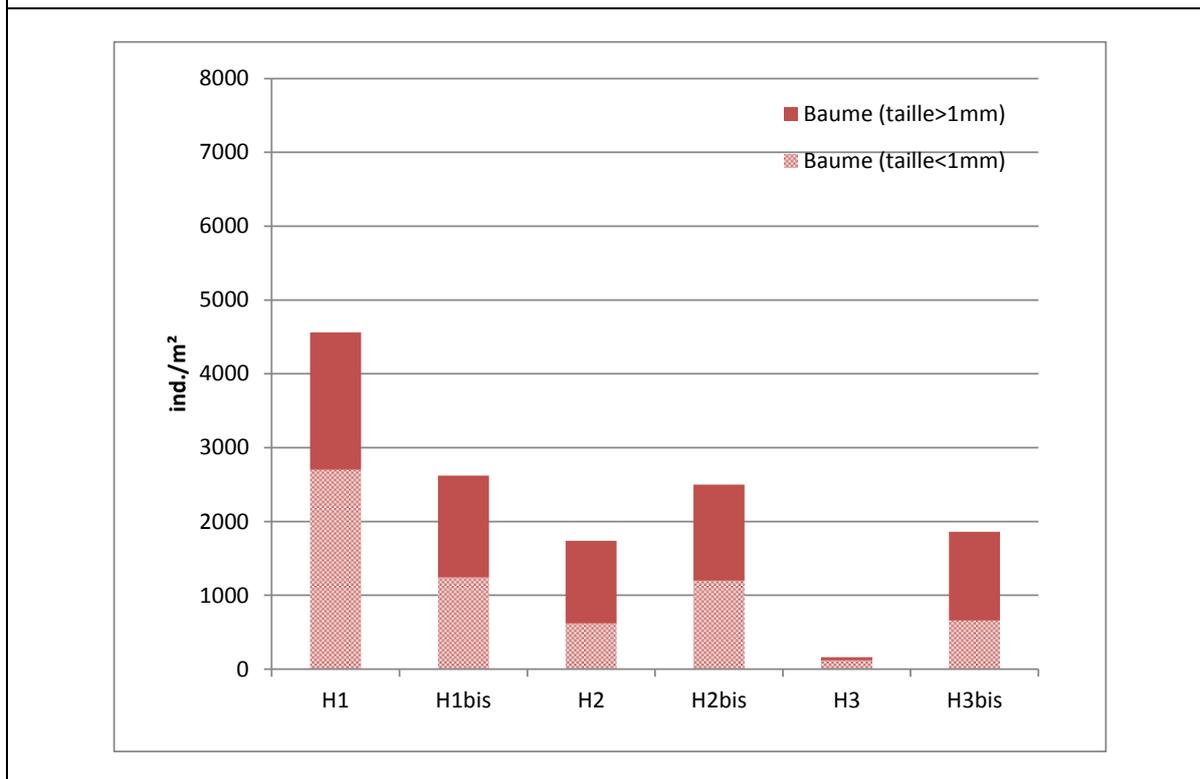
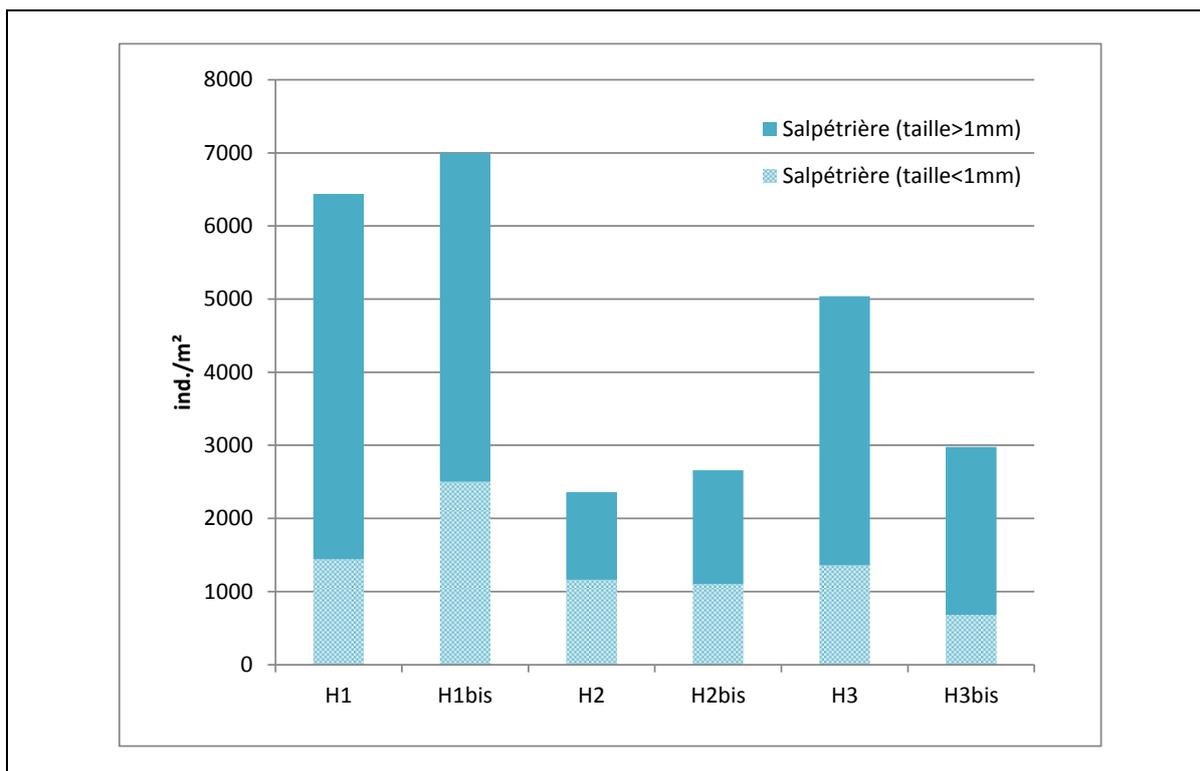


Figure 45 : Evolution des densités faunistiques par habitat – 2^{ème} campagne de fin juillet

Sur la station 01 Salpêtrière (station témoin), les densités sont à peu près du même niveau que celles observées début juillet. Elles sont un peu plus faibles au niveau des bryophytes sur rocher ou dalle, probablement à cause des fortes vitesses associées ou de la présence de la dalle rocheuse qui présente une habitabilité nulle. Les individus de petites tailles ont des densités beaucoup plus faibles qu'au moins de juillet probablement grâce à des ressources trophiques plus abondantes (augmentation de la productivité primaire en été et croissance probablement plus rapide).

Sur la station 02 de la Baume aux Pigeons, les densités sont encore une fois et souvent inférieures à la station amont et souvent de plus 50%. Néanmoins, la variabilité constatée au sein même d'un habitat oblige à être prudent. On remarquera aussi que les taxons de petites tailles restent très bien représentés voir supérieurs en densité aux taxons de grande taille, contrairement à la station témoin. Les différences de densités sur l'habitat H2 bryophytes semblent toutefois moins significatives.

La densité relevée au niveau du chenal lent (galets grossiers et fins) est particulièrement faible. Elle atteint moins de 200 individus/m² ce qui peut être jugé comme très anormal. Elle se situe dans une zone très empruntée, à la sortie d'un long chenal lent qui se pratique à la nage. Les fréquences de passage au sein des habitats prélevés seront ultérieurement exploitées.

Campagne d'août (campagne 3)

Rappelons qu'à cette campagne, des groupes pratiquant la randonnée aquatique ont été croisés sur la station témoin (un seul groupe de 9 personnes). La carte suivante trace la trajectoire et les actions menées par le groupe observé le jour de la campagne. Elle positionne aussi les prélèvements qui ont été réalisés après le passage, en évitant le plus possible les secteurs piétinés et empruntés.

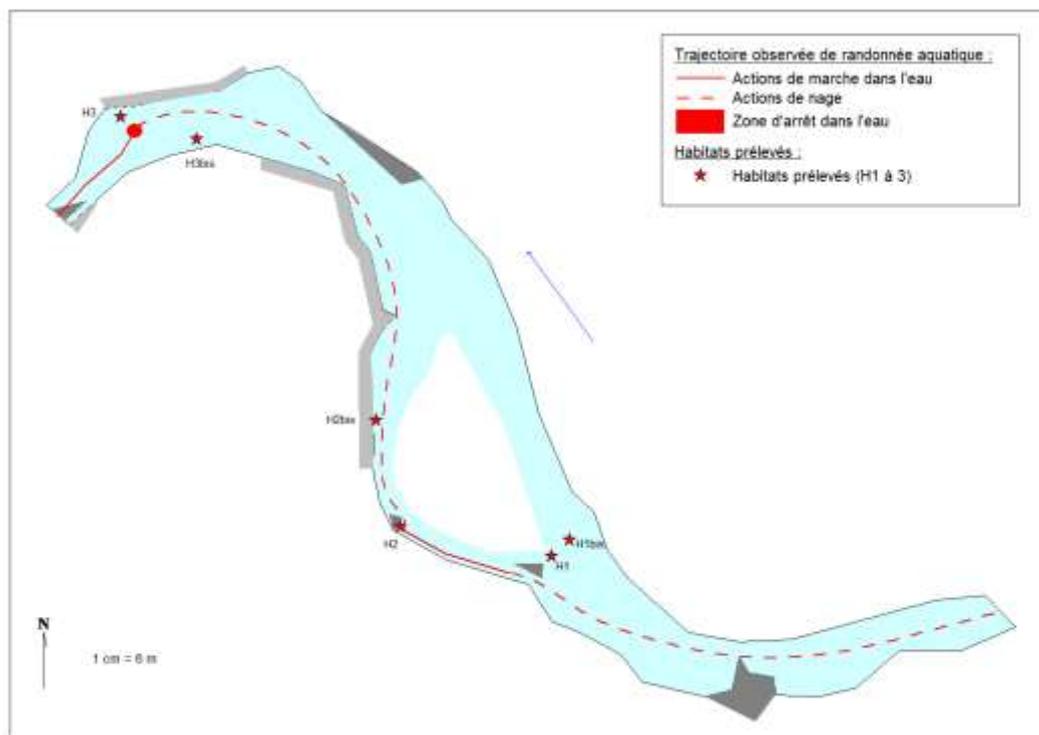


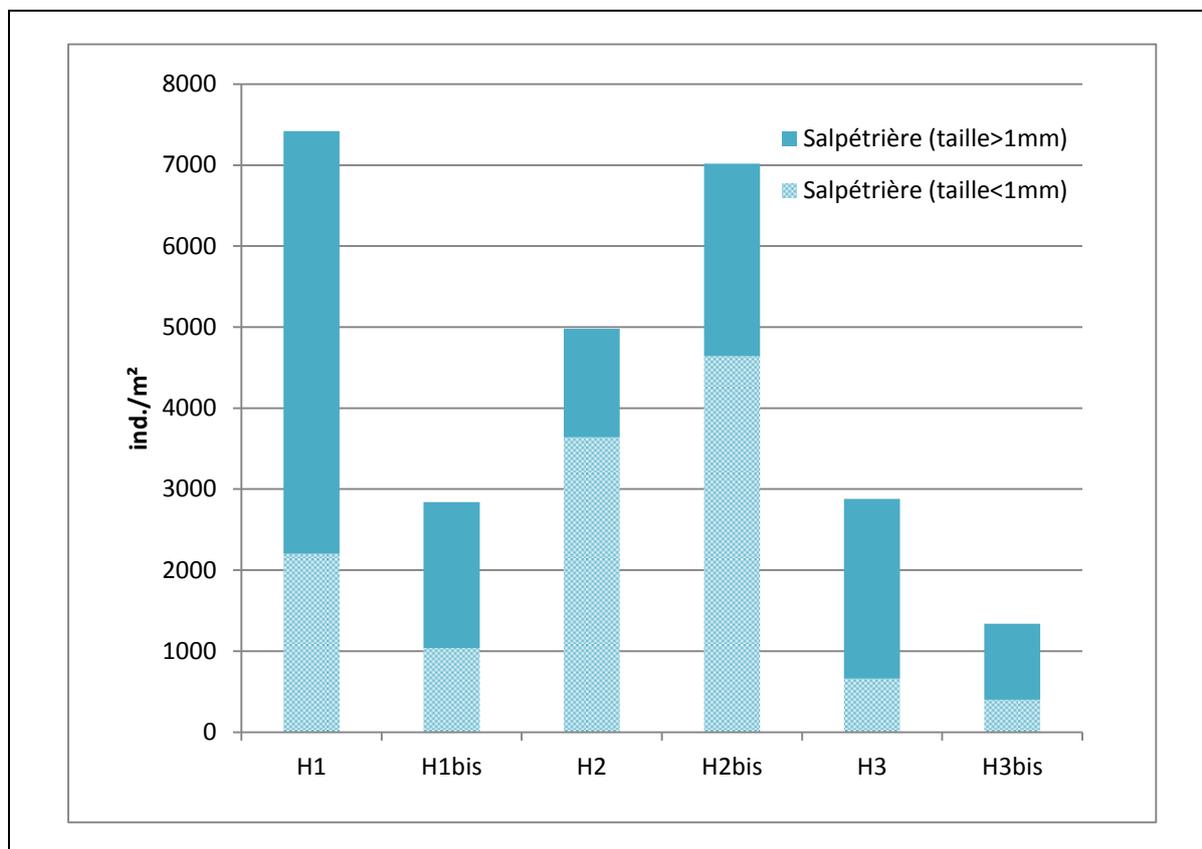
Figure 46 : Trajectoire de randonnée aquatique observée sur la station témoin et habitats prélevés

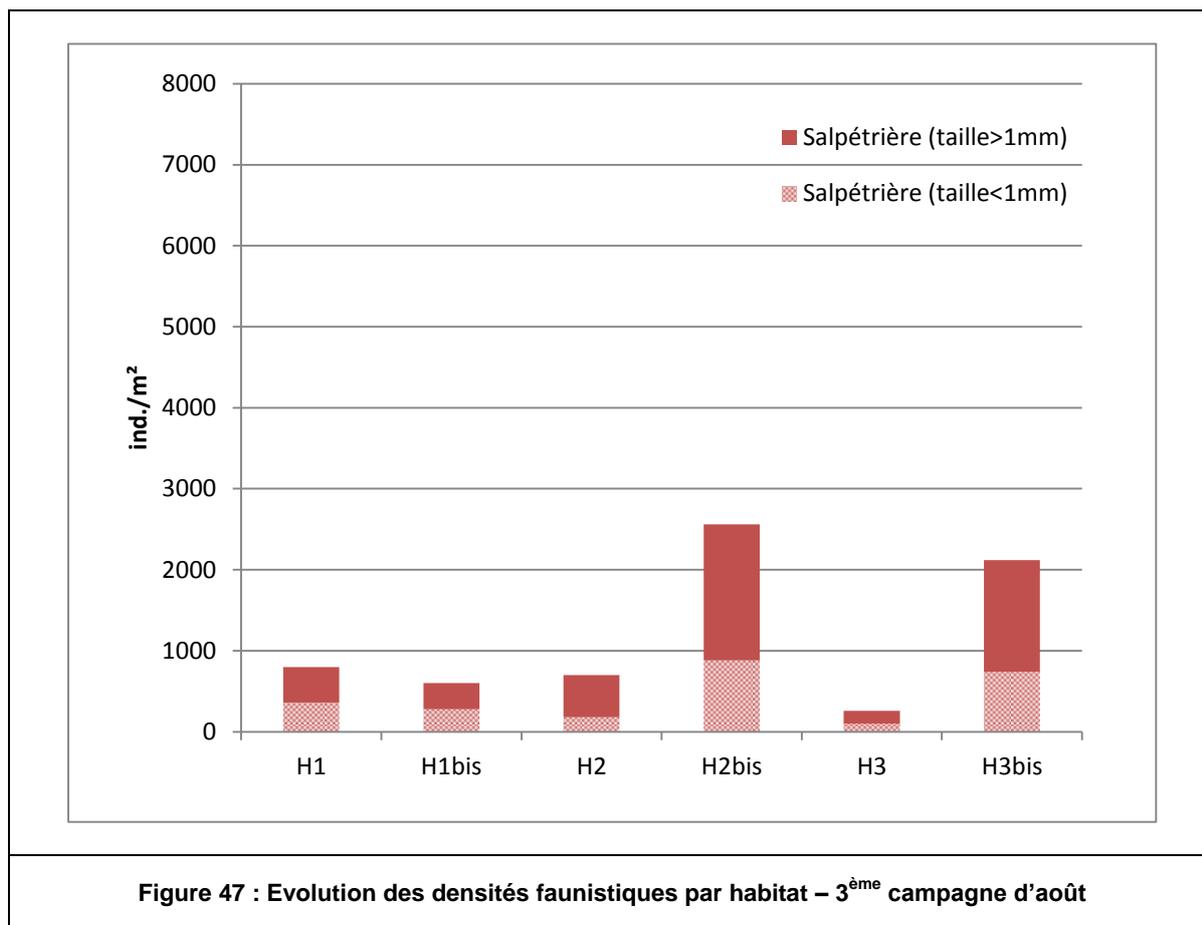
Les habitats prélevés semblent plus ou moins préservés mais dans la limite de l'observation d'un seul groupe de 9 personnes. Les prélèvements H2 et H3 sont toutefois assez proches de zones piétinées ou nagées.

L'analyse en détail de l'évolution des densités par habitat et par classe de taille des individus récoltés donne les graphiques suivants :

Pour rappel :

- **H1** : Pierres grossières et fines à courant fort.
- **H2** : Bryophytes à courant fort.
- **H3** : Galets grossiers et fins à courant faible.
- **Bis** : Réplicas





Sur la station 01 Salpêtrière (station témoin), la densité faunistique dans les bryophytes sur rocher ou dalle a fortement augmenté probablement à cause du développement de la végétation au cours de l'été. Les individus de petites tailles sont aussi très nombreux et dominant dans cet habitat. Il abrite notamment de nombreux coléoptères et chironomides.

La faible densité obtenue au niveau des galets à courant faible (habitat H3) est peut être due à l'impact du piétinement : zone d'arrêt et de piétinement avant le rapide aval.

Sur la station 02 de la Baume aux Pigeons, la densité faunistique a fortement chuté dans l'ensemble des habitats et parfois avec des niveaux très bas, inférieurs à 300 individus au m². Les densités sont toutes anormalement basses sans grande différence dans la taille des individus.

L'habitat le plus affecté semble être l'habitat H3 (galets à courant faible). Il subit un piétinement régulier et se situe dans un passage presque obligatoire pour tous les pratiquants. L'habitat H3bis semble moins emprunté et se situe sur l'autre rive. La relation entre les niveaux de densité et la fréquentation sera analysée ultérieurement, sur la base des comptages réalisés au cours de l'été et des observations faites sur les habitats prélevés.

L'habitat H1 (pierres à courant fort), situé en tête d'un radier, présente un effondrement brutal de sa densité par rapport aux campagnes précédentes.

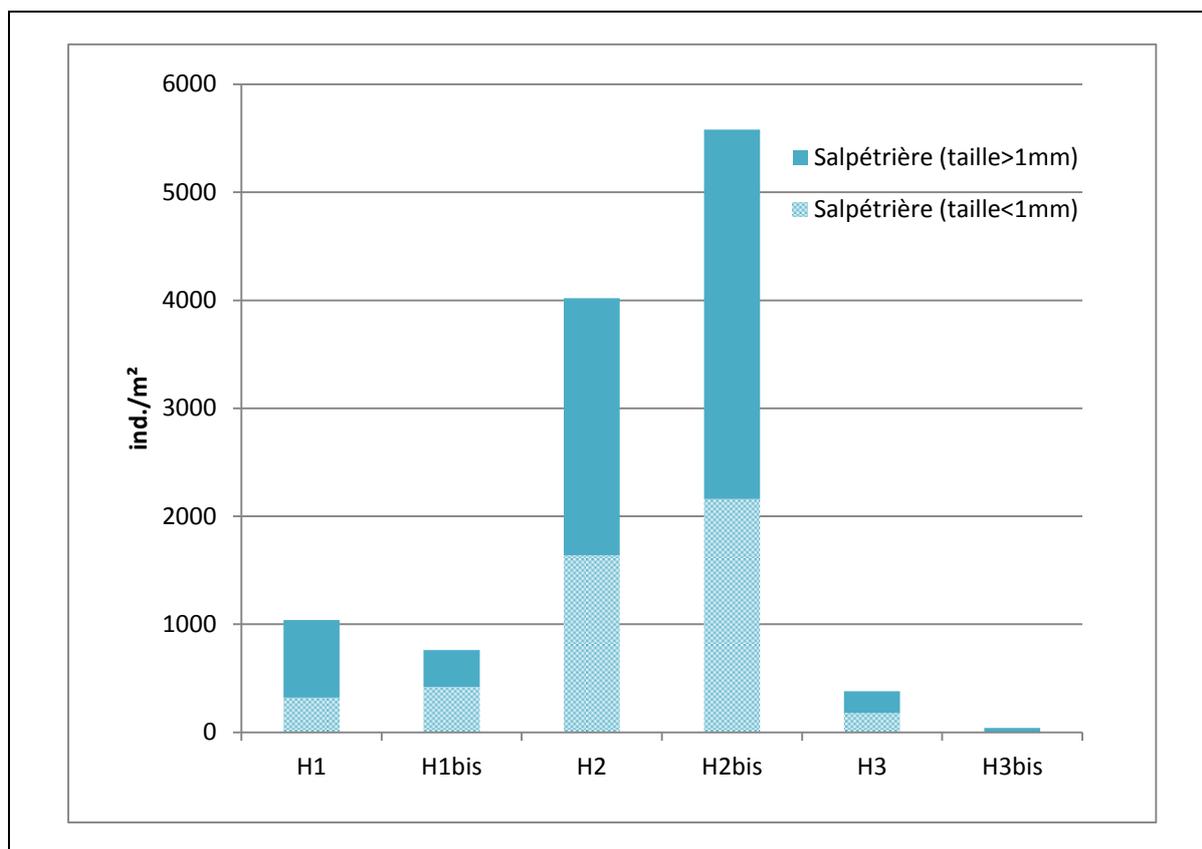
Campagne de septembre (campagne 4)

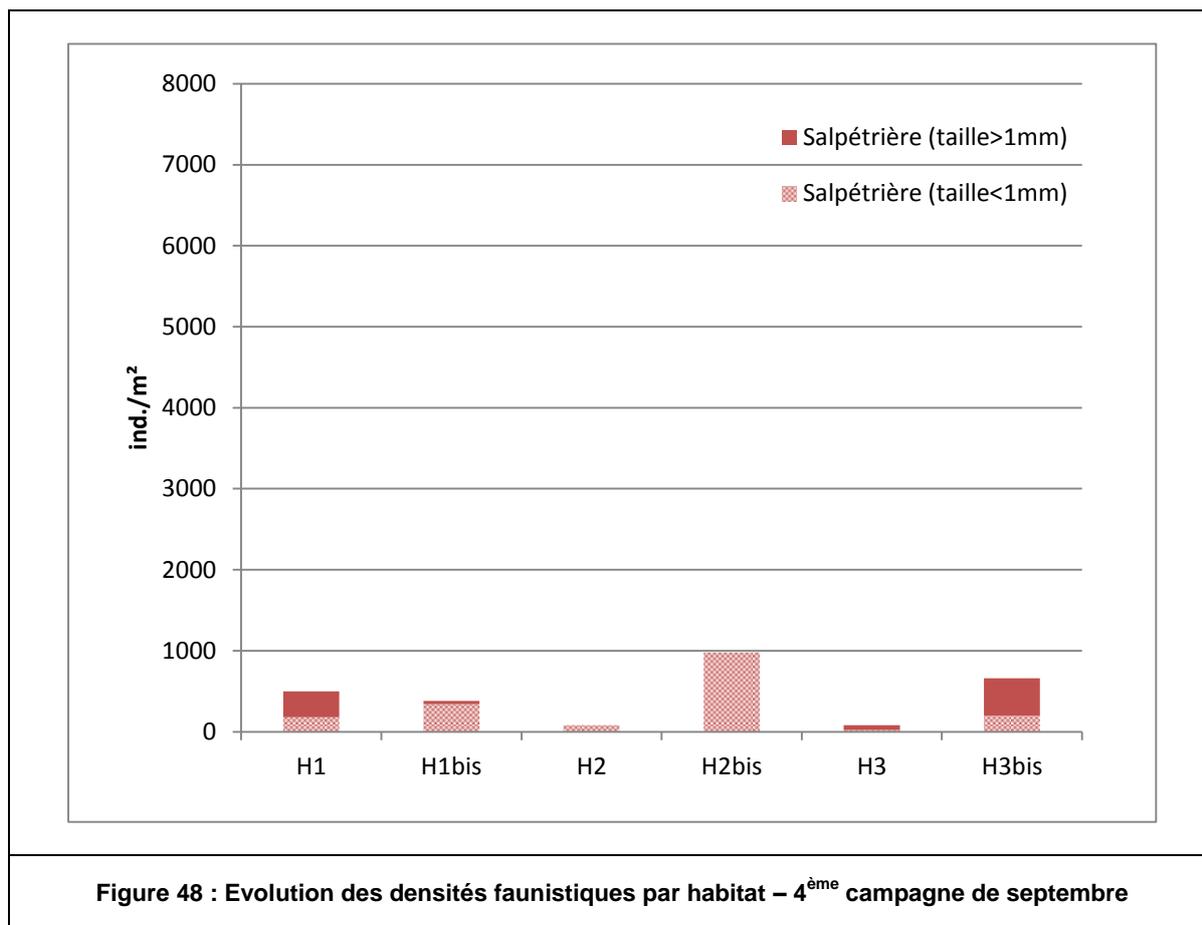
La campagne de septembre était initialement prévue le 3/09, en fin de saison. Malheureusement, une opération de maintenance au niveau du barrage de Chaudanne a amené à des restitutions d'eau dès le 1^{er} septembre et sur l'ensemble du mois, avec des débits pouvant atteindre $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Il a donc été décidé de repousser la campagne après le retour du débit réservé, soit le 29 septembre 2014.

L'analyse en détail de l'évolution des densités par habitat et par classe de taille des individus récoltés donne les graphiques suivants :

Pour rappel :

- **H1** : Pierres grossières et fines à courant fort.
- **H2** : Bryophytes à courant fort.
- **H3** : Galets grossiers et fins à courant faible.
- **Bis** : Réplicas





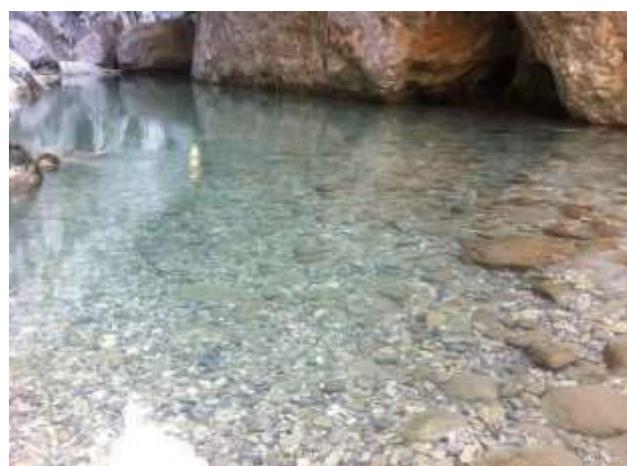
La station 01 de la Salpêtrière (station témoin) semble avoir subi l'impact des restitutions avec des densités très faibles relevées sur les habitats H1 et H2 (pierres et galets). Comme le montre les photos suivantes, les galets notamment semblent avoir été remaniés. Seul l'habitat H2 (bryophyte sur rocher ou dalle), semble être épargné car probablement plus stable.

Sur la station 02 de la Baume aux Pigeons, elle semble particulièrement impactée par les restitutions dans la mesure où l'état des densités, en fin de saison, était déjà critique.

On observe même des densités nulles au niveau du rocher pour les taxons de grande taille et quasi nulle dans les galets des zones à courant faible (H2, H2bis et H3). Les galets de l'habitat H3 sont d'ailleurs tous retournés. Seuls les pierres et blocs présentent une couleur plus sombre liée au périphyton et semblent avoir un peu plus résisté aux débits.



Banc de galet posé et instable sur la station 01 de la Salpêtrière (station témoin)



Différence de couleur des éléments minéraux en fonction de leur taille

Fin du chenal lent amont



Absence de périphyton sur les galets

5.3.5 Evolution des richesses faunistiques

Les richesses faunistiques, c'est-à-dire le nombre de taxons totalisés (niveau de détermination au genre), évoluent de la manière suivante :

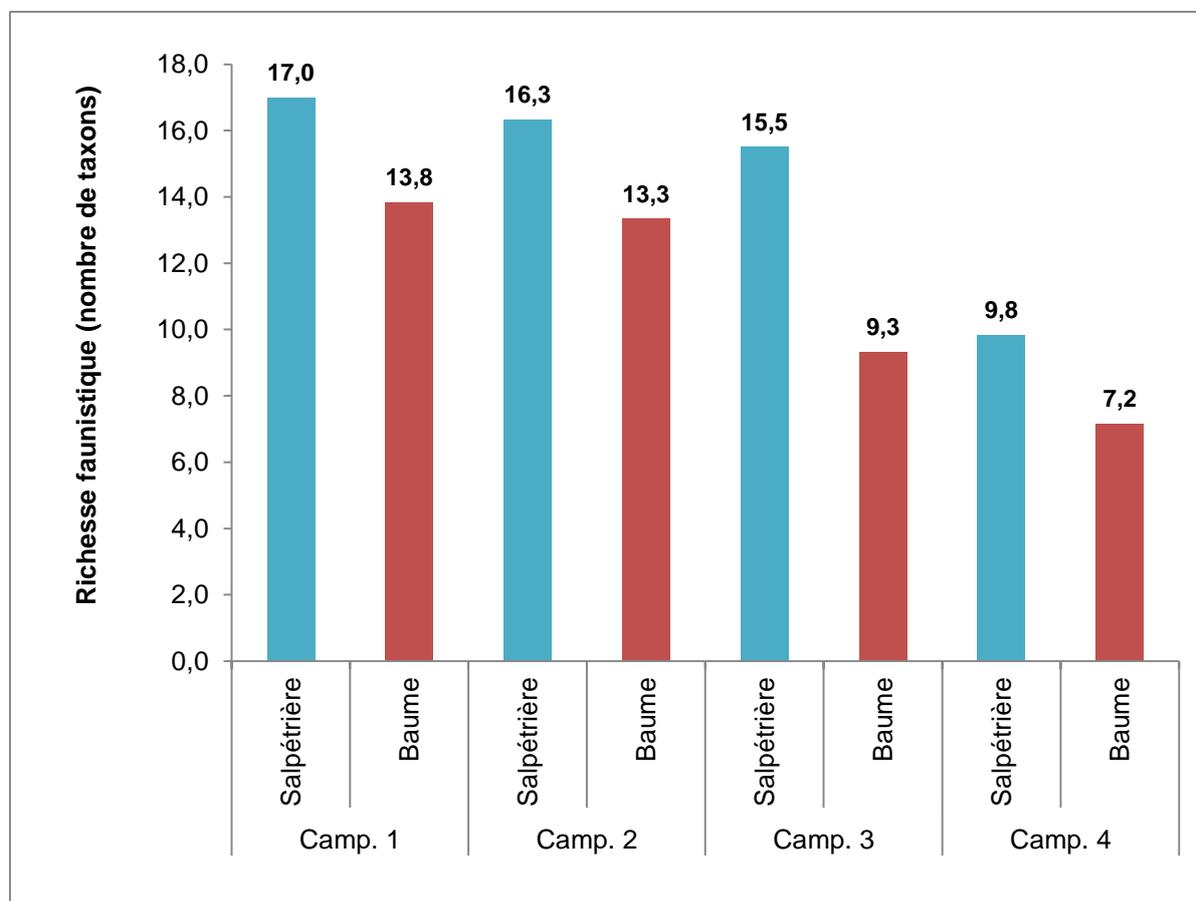


Figure 49 : Evolution des richesses moyennes par campagnes de prélèvement (Camp.1=début juillet, Camp.2=fin juillet, Camp.3= mi-août, Camp.4= septembre)

La richesse moyenne faunistique est globalement classique de ce que l'on peut trouver sur d'autres stations du moyen Verdon, soit une richesse comprise entre 15 et 25 taxons. Elle reste à peu près au même niveau sur la station 01 Salpêtrière (station témoin) et supérieure à 15 taxons au moins pour les trois premières campagnes. La dernière campagne a probablement été impactée par les déversés de septembre.

Sur la station 02 de la Baume aux Pigeons, la richesse moyenne est stable au mois de juillet mais baisse pour les deux dernières campagnes (août et septembre).

Le test non paramétrique de Mann Whitney et Wilcoxon a été appliqué aux richesses moyennes obtenues par station et par campagne. Le test conclut en une différence non significative entre les deux stations (station témoin et station pratiquée) pour les deux premières campagnes (début juillet, fin juillet), ainsi que pour la campagne de septembre.

Par contre, **la différence est significative pour la campagne de mi-août.**

Une analyse en détail à l'échelle des habitats prélevés peut être réalisée :

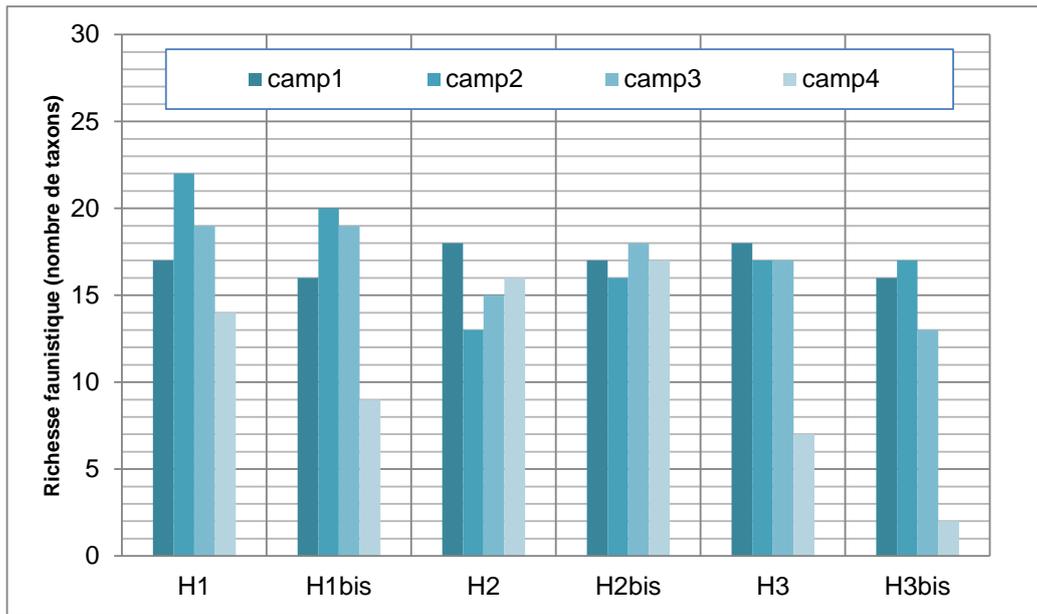


Figure 50 : Evolution des richesses faunistiques par habitat sur la station 01 Salpêtrière (Camp.1=début juillet, Camp.2=fin juillet, Camp.3= mi-août, Camp.4= septembre)

La richesse par habitat évolue très peu entre les campagnes sauf pour la dernière (septembre). Il s'agit là probablement de l'effet des restitutions de septembre. Les richesses les plus élevées sont obtenues sur l'habitat H1 (pierres à courant fort), situé sur un radier. Cet habitat semble offrir une **très bonne capacité d'accueil et une certaine stabilité due à la taille de ces éléments.**

La même analyse peut être produite sur la station 02 de la Baume aux Pigeons :

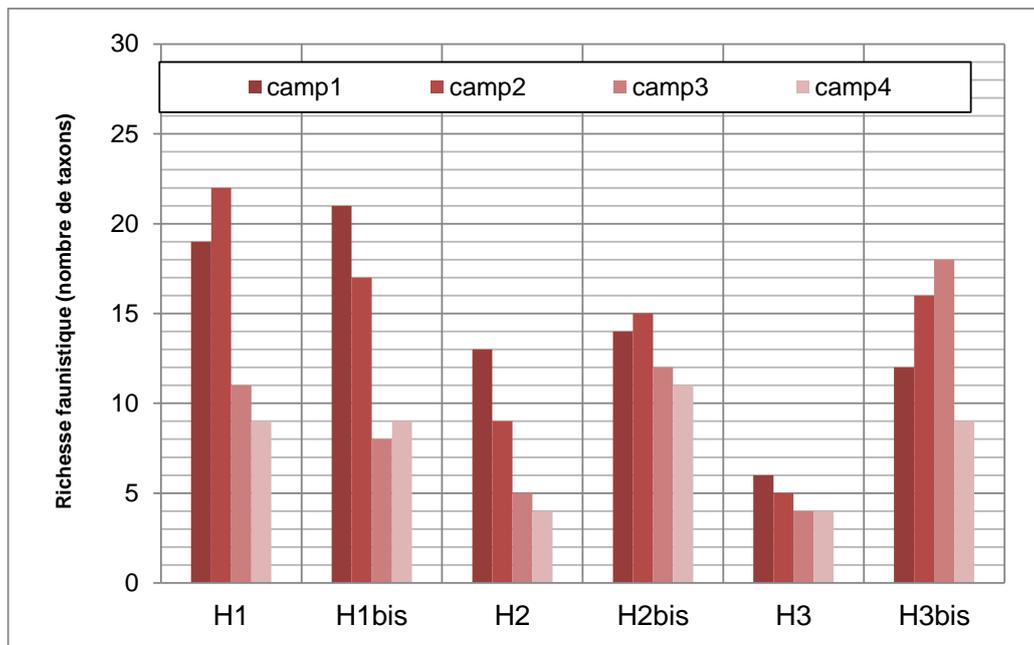


Figure 51 : Evolution des richesses faunistiques par habitat sur la station 02 Baume aux Pigeons (Camp.1=début juillet, Camp.2=fin juillet, Camp.3= mi-août, Camp.4= septembre)

Comme pour la station 01 de la Salpêtrière, la richesse globale est relativement élevée au moins pour les trois premières campagnes et évolue très peu au fil de la saison estivale (entre 15 et 25 taxons).

Par habitat, l'analyse est un peu différente. Les richesses observées au niveau des bryophytes (H2) et des galets (H3) sont assez réduites, très souvent en dessous des 15 taxons recensés. Cette perte de taxon semble aussi s'accroître au fil de la saison pour atteindre des niveaux relativement bas, compris entre 5 et 10 taxons.

La plupart des taxons perdus ont de faibles abondances, dont les diptères de la famille des Empididae ou des Limoniidae. La famille des Gammaridae présente aussi de faibles abondances, même au niveau de la station 01 témoin. Ce taxon est probablement plus dense dans certains habitats marginaux à courant moins rapide et à dépôts organiques. Son abondance devient nulle dans quasiment tous les habitats de la station 02 Baume aux Pigeons.

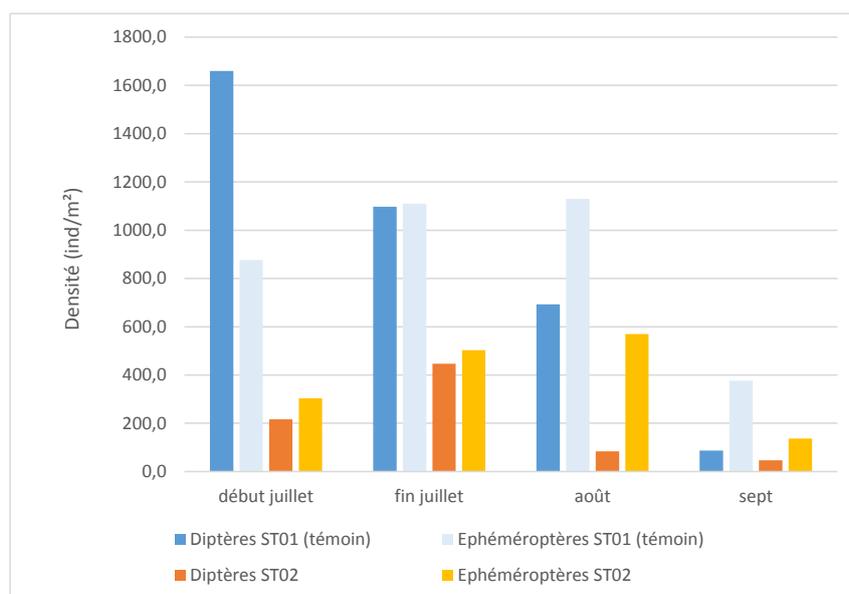
Les trichoptères de la famille des Séricostomatidae et des Rhyacophilidae sont assez peu représentés sur la station 01 témoin et disparaissent, en août, des listes faunistiques de la station 02 Baume aux Pigeons. C'est aussi le cas des gastéropodes qui sont très rares sur la station pratiquée.

5.3.6 Evolutions globales de la composition du peuplement

Les graphiques en page suivante permettent de visualiser les évolutions de densités par groupe faunistique entre la campagne de début de saison (début juillet) et celle de fin de saison (mi-août) et pour les deux stations suivies.

Pour l'ensemble des campagnes, la représentativité des groupes faunistiques est à peu près équilibrée. Parmi les cinq groupes suivis, les trichoptères présentent la plus faible représentativité en nombre d'individus totalisé. Au contraire, les diptères sont assez dominants. Leur représentativité est maximale (37% du peuplement) en début de saison sur la station 01 de la Salpêtrière (station témoin).

On observe par contre un certain déséquilibre sur la station 02 de la Baume aux Pigeons au



mois d'août, presque en fin de saison. A cette période, le groupe des Epheméroptères représentent près de 53% du peuplement au détriment des diptères. Comme le montre le graphique ci-contre, c'est la densité en diptères qui chute plus que celle des épheméroptères au mois d'août. On remarquera toutefois que la densité en diptères semble diminuer en fin de saison.

Figure 52 : Evolution de la densité en diptères et épheméroptères sur les deux stations

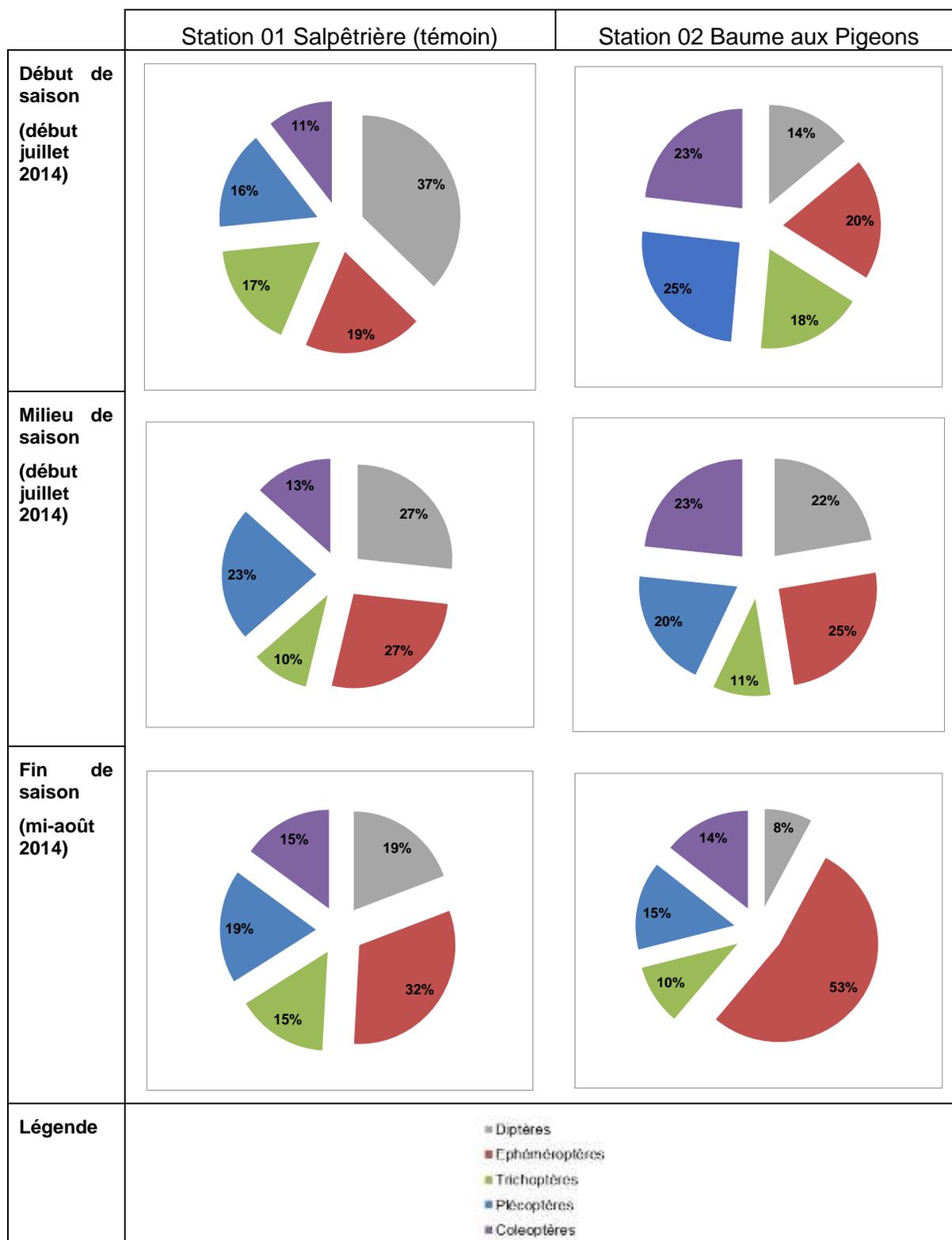


Figure 53 : Evolutions des densités faunistiques par groupes identifiés

5.3.7 Evolutions par habitat de la composition du peuplement

Pour rappel :

H1=Pierres sur courant fort, H2=Bryophyte sur courant fort, H3= Galets sur courant faible

L'analyse portera sur les familles qui caractérisent les habitats suivis soit :

Code habitat	Type	Genre	Famille	Groupe
H1	Pierres sur courant fort	Hydropsyche	Hydropsychidae	Trichoptère
		Baetis	Baetidae	Ephéméroptère
		-*	Simuliidae	Diptère
		-	Chironomidae	Diptère
H2	Bryophyte sur courant fort	Riolus	Elmidae	Coléoptère
		Dinocras	Perlidae	Plécoptère
		-	Chironomidae	Diptère
H3	Galets sur courant faible	Leuctra	Leuctridae	Plécoptère
		Heptageniidae	Ecdyonurus	Ephéméroptère

*La détermination au genre des groupes des diptères est assez délicate sur le stade larvaire et n'a donc pas été réalisée

Pierres sur courant fort (H1)

Les graphiques suivants montrent l'évolution des quatre taxons retenus comme indicateur et caractéristiques de cet habitat. D'un point de vue physique, cet habitat se compose d'éléments granulométriques de taille importante comprise entre 25 et 250 mm, posé au fond et stable. La sous-couche se compose d'éléments plus fins, galets grossiers et fins.

Parmi les genres ou familles cités, les Hydropsyches et les Simulides exploitent plutôt la surface et le bord des pierres. Les deux taxons sont filtreurs de matières organiques. Le premier construit un filet entre les pierres qui lui permet de capter les particules organiques en flux. Il exploite les interstices des pierres soumis à un courant modéré et devrait être très sensible à d'éventuels mouvements du substrat. Le deuxième possède des pièces buccales adaptées à la filtration. Il utilise la surface lisse des pierres à écoulement laminaire. Ils forment des colonies groupées. Chaque individu possède une série de crochets annulaires à l'extrémité de son abdomen qui lui permet de résister au courant. Les colonies sont donc très sensibles aux frottements directs sur la surface des pierres mais aussi aux modifications du courant.

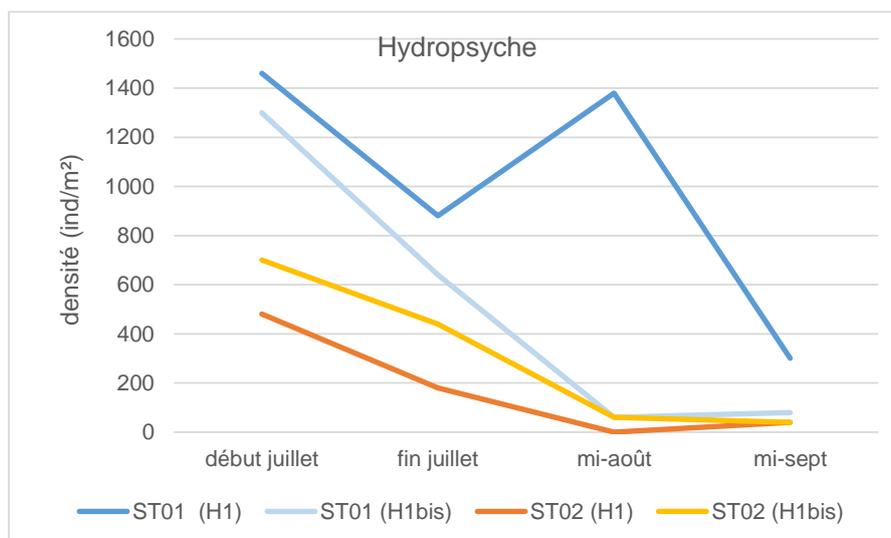
Les autres taxons (Baetis, Chironomides) vivent plutôt sous les galets



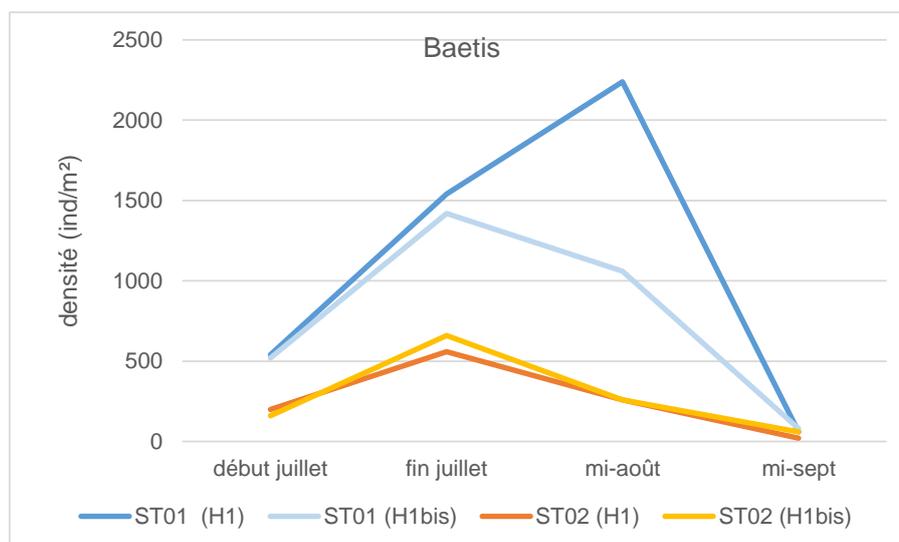
Couronne de crochets à l'extrémité de l'abdomen d'une similie

	
<p>Larve d'hydropsyche</p>	<p>Larves de simulie</p>
	
<p>Larve d'hydropsyche</p>	<p>Pièces buccales des larves de simulie</p>

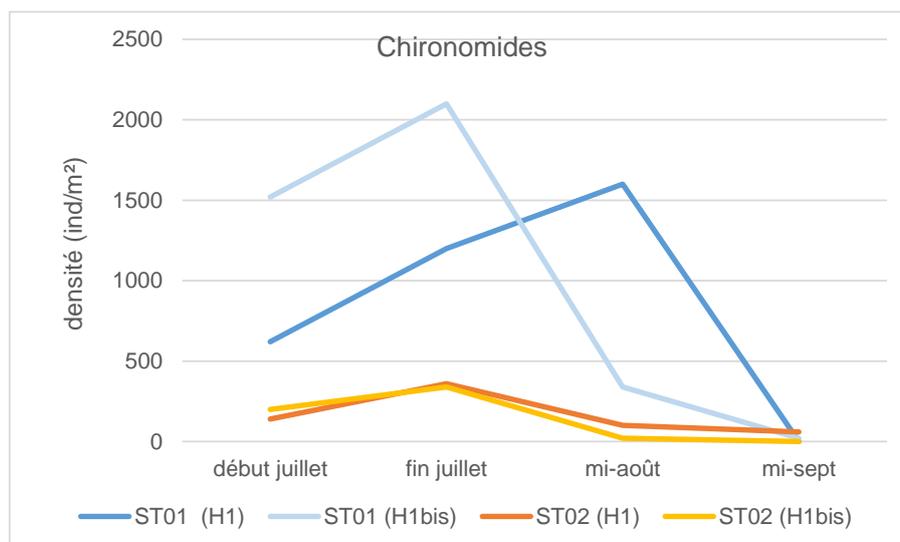
Les graphiques suivants donnent les évolutions de densité des genres identifiés au préalable :



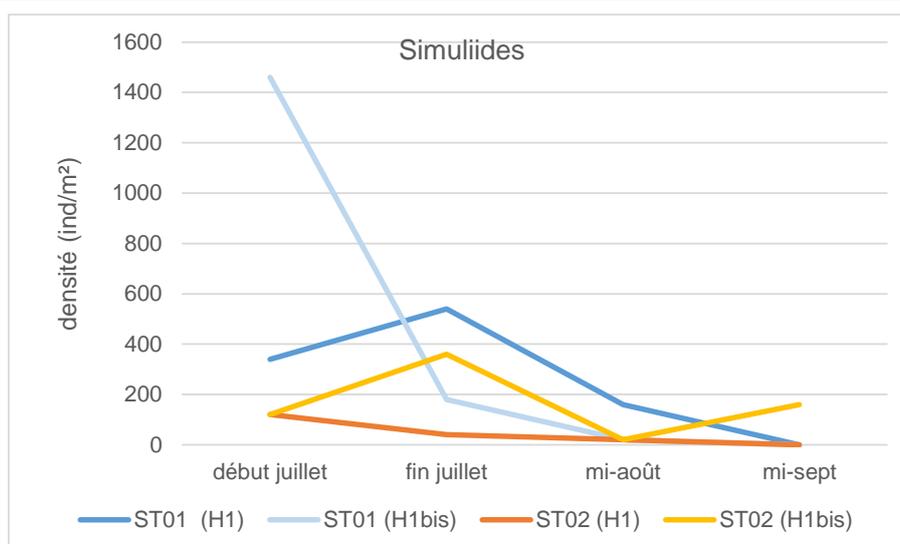
La densité des Hydropsyches baisse significativement et régulièrement sur la station pratiquée. Elle baisse aussi sur un des habitats de la station témoin et de manière très significative au mois d'août ce qui mettrait peut-être en évidence un impact des passages de randonneurs aquatiques constatés à partir du mois d'août. Les trois densités observées au mois d'août sont très faibles et anormales. Rappelons que les prélèvements du mois de septembre sont probablement impactés par les restitutions. On remarquera que les densités observées au niveau de la station 02 Baume aux Pigeons évoluent conjointement.



L'évolution de la densité des Baetis est assez significative. Elle évolue surtout au mois d'août. Les densités sont particulièrement faibles sur la station pratiquée. On remarquera que l'habitat H1bis de la station 01 Salpêtrière (station témoin) semble aussi impacté mais les densités restent toutefois à un niveau élevé sauf bien évidemment au mois de septembre où les restitutions semblent avoir un effet significatif sur cette famille. Concernant le piétinement, il semble que ce taxon soit un peu plus résistant que les Hydropsyches puisque les densités de Baetis sont presque au niveau des densités en début de saison. Ce taxon, vivant plutôt sous les pierres, subit peut-être moins l'impact du piétinement.



Les densités de Chironomides sont particulièrement basses et dès la première campagne. La différence constatés entre la station 01 témoin et la station 02 sont importante même si l'habitat H1bis semble encore une fois avoir subi une érosion de sa densité au mois d'août.



La densité des Simulides est plus délicate à interpréter car très variable. Cet individu vit en colonies et leur nombre dépend de la probabilité ou non de prélever une colonie. Dans ce cas, les densités augmentent forcément de manière significative. Néanmoins, les densités relevées en juillet sur l'habitat H1 sont anormales et très faibles (inférieures à 50 ind/m²). C'est le cas aussi pour les deux habitats de la station 02 au mois d'août mais encore une fois pour l'habitat H1bis.

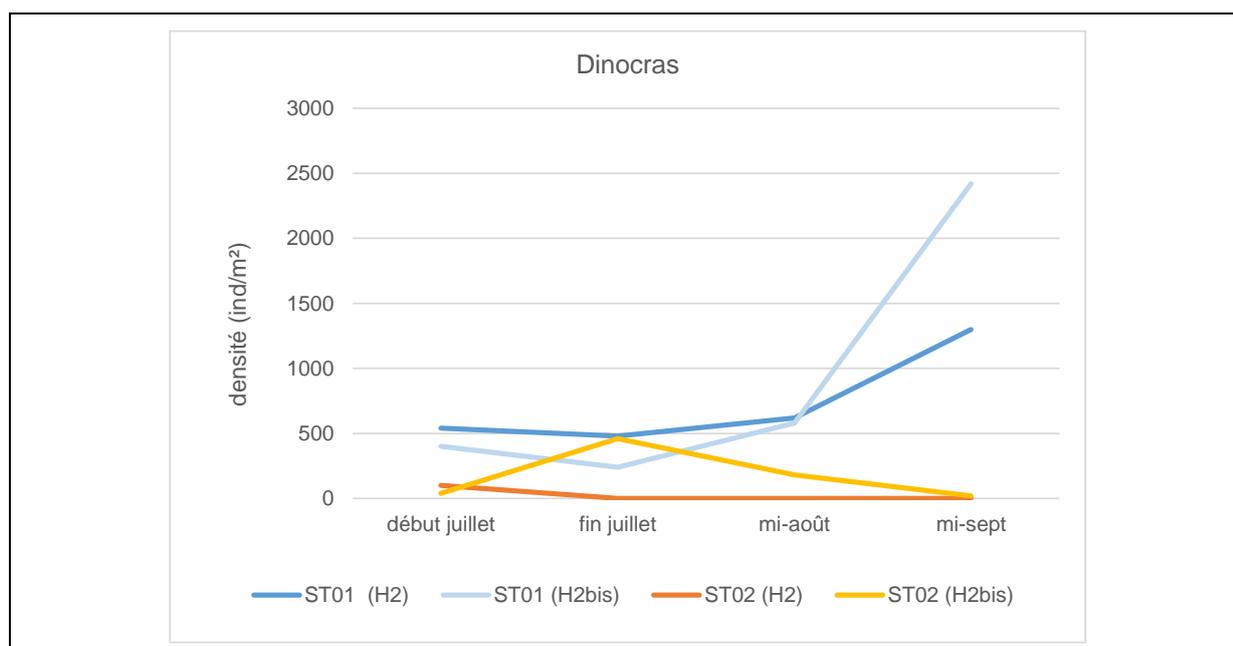
On remarquera que pour ces quatre cas, les érosions de densités sont brusques et très significatives, atteignant des niveaux très bas de densités pour ce taxon qui semble favorisé par les flux de matières en suspension relevés.

Bryophytes sur courant fort (H2)

D'un point de vue physique, cet habitat se compose d'une strate de végétation parfois épaisse et relativement stable. La sous-couche se compose souvent d'une dalle rocheuse, affleurement de strate calcaire ou rocher effondré. La sous-couche peut aussi se composer d'éléments fins piégés par les mousses (limons, sables, matières organiques). Enfin, la végétation se localise souvent en bordure ou sur les pierres, en surface entre 0 et 0,2 m de profondeur maximum.

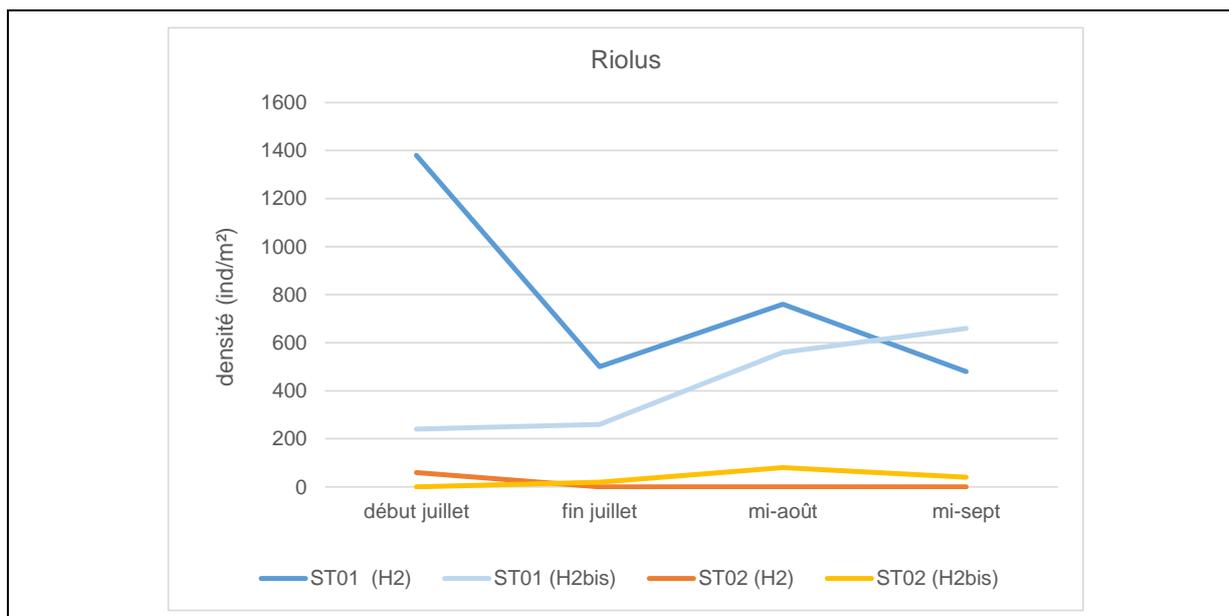
Parmi les genres ou familles cités, les larves de coléoptères du groupe des Elmidae (genre *Riolus*) sont des invertébrés plutôt rampants qui se déplacent relativement peu. Le complexe formé par les mousses les protège probablement des courants forts. Racleurs-broueteurs, ils exploitent la surface des végétaux et de la dalle sous-jacente. Le genre *Dinocras* (plécoptère de la famille des *Perlidae*) est un broyeur qui s'alimente de macroinvertébrés vivants. Il utilise plutôt la sous-couche.

Le niveau de détermination du groupe des Chironomidae n'est pas assez précis pour déterminer leur mode de vie et leur alimentation. Comme les *Dinocras*, ils exploitent très probablement la sous-couche organique et limoneuse.

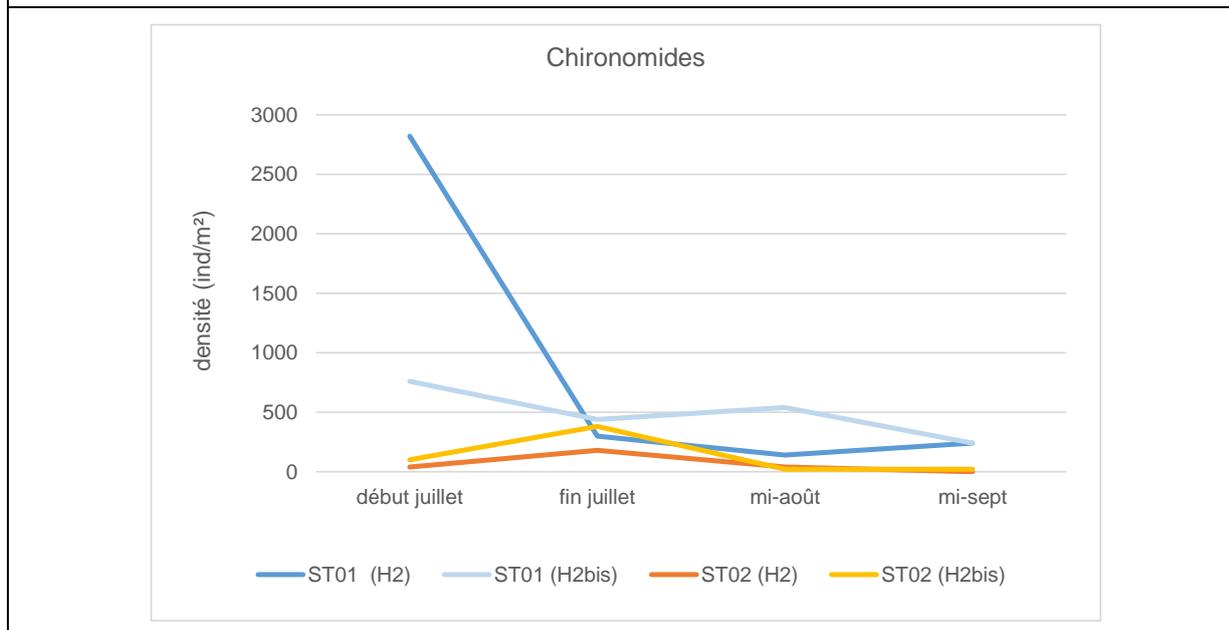


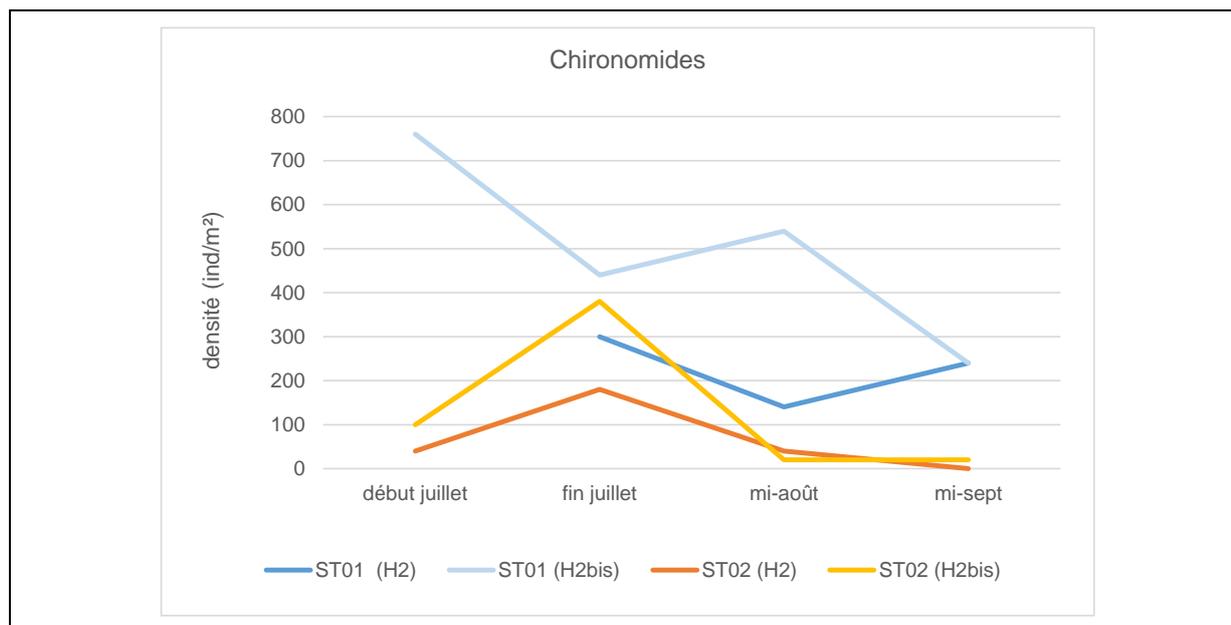
Les différences de densités entre les deux stations ne sont pas assez significatives sauf au mois de septembre. Les densités relevées au niveau de l'habitat H2 de la station 02 Baume aux Pigeons sont nulles pour la fin juillet et la mi-août.

Elles augmentent aussi très significativement au mois de septembre, peut-être à cause de la croissance des larvules de l'année ou de la recolonisation par dérive.



Les évolutions de densités du genre Riolus (famille des *Elmidae*) sont plus significatives. Les deux habitats situés sur la station 02 Baume aux Pigeons présentent des densités inférieures à 100 ind/m². Aucune évolution significative ne s'observe sur cette station, à part les densités relevées au niveau de l'habitat H2, qui sont nulles à partir de la campagne de fin juillet.





Les évolutions sont masquées par des densités très importantes relevées au niveau de la station 01 témoin et sur l'habitat H2. Elles sont probablement dues à un facteur favorable au groupe comme, par exemple, l'abondance de sa source d'alimentation. Le retrait de cette densité donne le deuxième graphique plus lisible.

Même si les densités relevées au niveau de la station 02 Baume aux Pigeons sont souvent inférieures à celles de la station témoin, les différences ne sont pas significatives. Les Chironomides, comme les Dinocras, ne semblent pas affectés par le piétinement ou les chocs, probablement grâce au fait qu'ils exploitent plutôt les sous-couches de l'habitat. Ce n'est pas le cas des Riolus dont les densités sont très basses sur la station 02 Baume aux Pigeons.

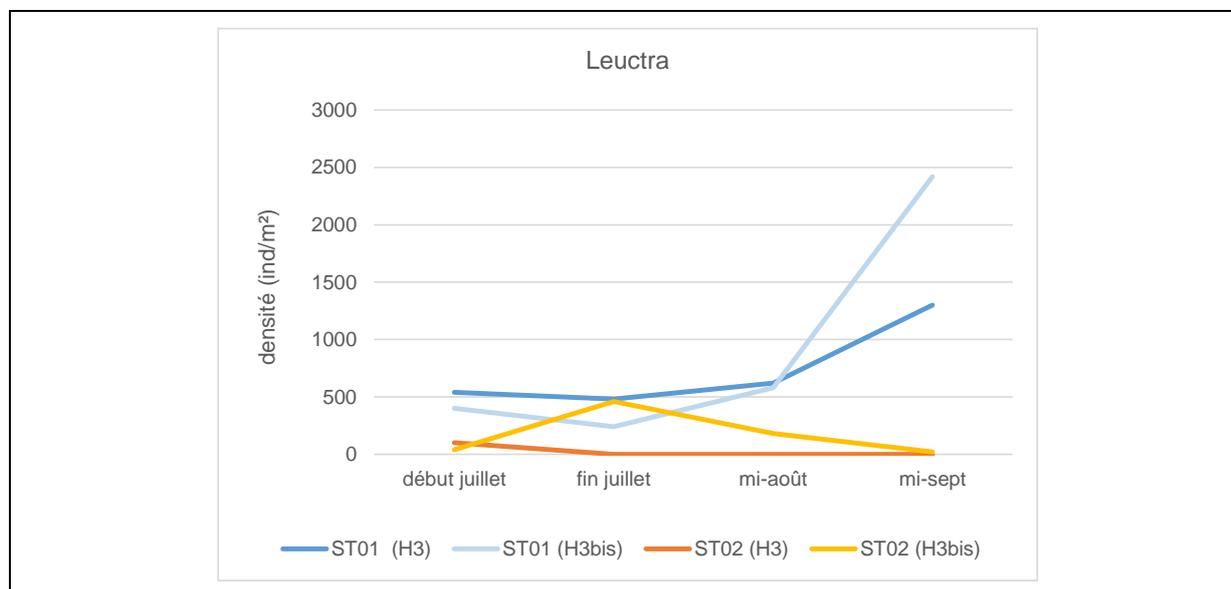
Galets sur courant faible (H3)

Cet habitat se compose d'éléments granulométriques de taille comprise entre 15 et 65 mm, soit un peu plus petit que les pierres citées au-dessus. Par la taille de ces éléments, le substrat est plutôt instable. Le courant est faible à modéré. Les végétaux sont absents et la matière fine déposée reste modérée. Pourtant, le premier taxon identifié, le genre *Leuctra* (plécoptère de la famille des *Leuctridae*), est broyeur et se nourrit essentiellement de microphytes et de macrophytes. Ici, il semble exploiter le périphyton sur la couche superficielle des galets exposés au soleil. Ils pourraient donc être sensibles au retournement de ces éléments.

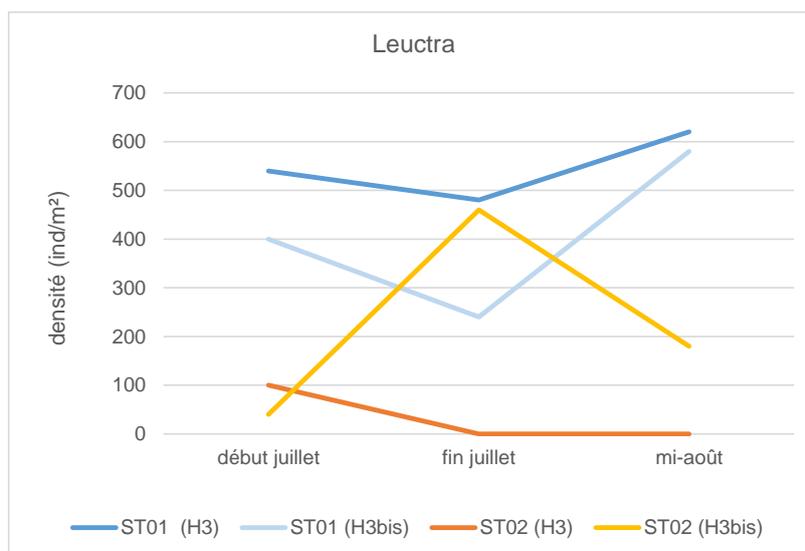


Le genre *Ecdyonurus* (Ephéméroptère de la famille des *Heptageniidae*) est plutôt racleur-brouteur et se nourrit de débris végétaux. Le périphyton est probablement, de par son mode alimentaire, d'une importance capitale pour ce taxon.

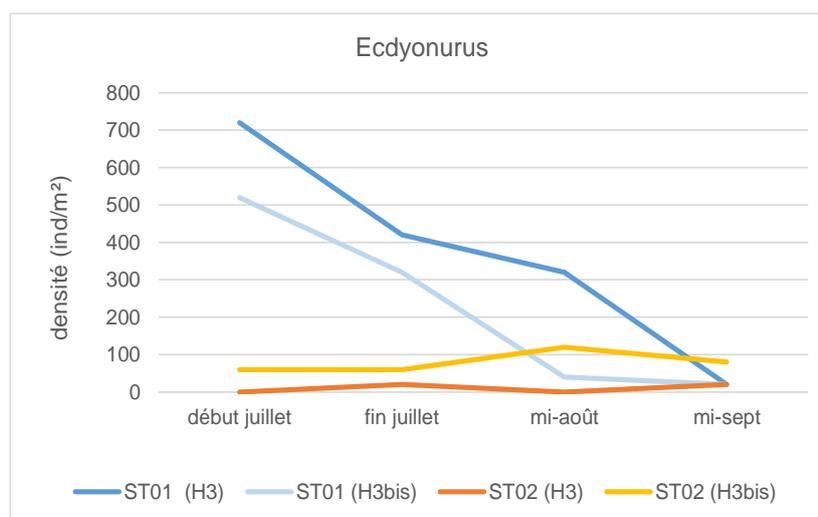
Larve d'*Ecdyonurus*



La densité des Leuctridae est assez basse, même en début de saison. Elle augmente significativement après la période des restitutions rendant difficile la lecture des évolutions au cours de la saison.



Le graphique ci-dessus montre les évolutions au cours de l'été. Sur la station pratiquée, les densités sont souvent inférieures à la station témoin et notamment sur l'habitat H3. Le genre *Leuctra* est même complètement absent dès la fin juillet malgré sa dominance dans les habitats de la station témoin. L'habitat H3bis semble un peu plus préservé et montre des différences beaucoup moins significatives avec la station témoin.



Sur la station témoin, la densité du genre *Ecdyonurus* diminue en cours de saison et notamment à partir de la mi-août sur l'habitat H3bis. La pratique de randonnée aquatique sur la station témoin apparaissant au cours du mois d'août a probablement un impact sur cet habitat situé près d'une zone d'arrêt, alors que l'habitat H3 est situé sur la rive opposée.

Sur la station pratiquée, les densités observées sont très faibles sur les deux habitats mais particulièrement sur l'habitat H3. Elles évoluent très peu au cours de la saison. Les différences de densités entre les deux stations deviennent très faibles au mois de septembre. Les restitutions semblent avoir eu un impact sur les densités de ce genre et sur la station témoin, la ramenant au niveau de celle de la station pratiquée (1 à 4 individus échantillonnés).

6 Conclusions sur le suivi par habitat

Les relevés au niveau de trois habitats suivis montrent :

- Des densités d'invertébrés aquatiques beaucoup plus faibles dans le secteur pratiqué et dès la campagne de début juillet.
- Une campagne de septembre perturbée par de fortes et fréquentes restitutions et au niveau des deux stations.
- Une différence de densité d'invertébrés aquatiques significative pour les trois premières campagnes sauf la campagne de septembre où les restitutions semblent avoir affectées les deux stations.
- Des différences significatives de richesses d'invertébrés aquatiques apparaissent au mois d'août entre la station témoin et la station pratiquée.
- Les habitats de type pierres sur courant fort présents sur les radiers offrent le plus fort potentiel d'accueil pour les invertébrés aquatiques, suivis des bryophytes.
- L'habitat le plus sensible au piétinement est celui des galets à courant faible situé dans les chenaux profonds. Le substrat est probablement instable.
- Les habitats situés sur les rochers ou sur le radier sont surtout impactés à partir du mois d'août.
- La végétation sur bryophyte est l'habitat qui résiste le plus aux restitutions, contrairement aux galets qui ont été remobilisés.
- La réduction des densités et richesses d'invertébrés aquatiques sur le secteur pratiqué accentue l'impact des restitutions du mois de septembre. Le milieu est donc moins résistant.
- Le rôle du Baou n'est pas clairement identifié. Il présente une richesse quasi identique au Verdon et surtout des densités d'invertébrés aquatiques relativement élevées et plus stables. Ils jouent probablement un rôle réservoir pour la recolonisation du secteur pratiqué par les invertébrés mais ce rôle est limité en période de débit stabilisé et au cours de la saison. La dérive naturelle des invertébrés en provenance du Baou ne suffit pas à compenser les pertes de densités dans le Verdon.
- L'analyse fine de certains taxons montre qu'au moins un à deux habitats de la station témoin ont subi l'impact de passages répétés.

7 Conclusions à l'échelle du tronçon pratiqué

L'analyse par habitat et les conclusions comparées à l'analyse descriptive et morphologique du tronçon pratiqué permettent de proposer une extrapolation :

- **La surface potentiellement touchée à l'échelle du tronçon par le piétinement est proche de 15%** dont : 10% investie par la baignade et concentrée essentiellement à la confluence du Baou (mais confondue avec la mise à l'eau des pratiquants de rando-aquatique) ; 5% investie par la randonnée aquatique uniquement (données surfaciques reconstituées par SIG) et répartie sur l'ensemble du tronçon Baou – Trescaïre. Ces zones sont impactées de manière significative (par extrapolation des résultats obtenus sur la station 02 Baume aux pigeons).
- Dans le cadre de la randonnée aquatique, les zones d'arrêts représentent le tiers des actions produites. Les arrêts se multiplient avec des pratiquants inexpérimentés ou à faible capacité physique ou encore lorsque le flux des groupes est important, obligeant un groupe à attendre que le précédent avance. Par appréhension, certaines personnes se relèvent aussi brusquement au milieu d'une séquence de nage, en zone peu profonde. Le cheminement est respecté par une majorité de groupes mais plusieurs variantes ont été constatées pendant les reconnaissances ou les observations. Celles réalisées au niveau de la station 02 Baume aux Pigeons constatent 8 profils supplémentaires sur toute la saison en plus du cheminement officiel. **Toutes ces actions ont pour effet d'augmenter significativement la surface en contact de près de 30%.**
- Au niveau de la station 02 (Baume aux Pigeons), les bryophytes sur rocher ou dalle affleurante représentent environ 1% de la surface totale de la station. Cette surface est probablement sous-estimée car les bryophytes peuvent aussi se développer sur les blocs et pierres des radiers. Cet habitat est sensible aux chocs et frottements lors d'une séquence de nage.
- Les pierres sur courant fort occupent une surface estimée à environ 40% de la surface totale de la station 02. Il est habituellement retrouvé sur les radiers et les rapides qui occupent 37% de la surface du tronçon pratiqué (Baou → Trescaïre). Ces faciès sont généralement piétinés sauf si les niveaux d'eau permettent la flottaison. Ils bénéficient aussi des formations et sensibilisation de début de saison qui incitent à éviter ces faciès.
- Les galets fins et grossiers sur courant faible se situent généralement dans les chenaux lents et les mouilles. L'action de marche se produit souvent après une action de nage, de saut ou pendant des arrêts. Mouilles de concavité et chenaux lents occupent un peu plus de 30% du linéaire.
- Les limons sont en général évités mais le piétinement ou le frottement de ces surfaces peut entraîner des incidences indirectes sur l'ensemble des habitats présents en aval comme l'augmentation de la turbidité de l'eau ou le colmatage.

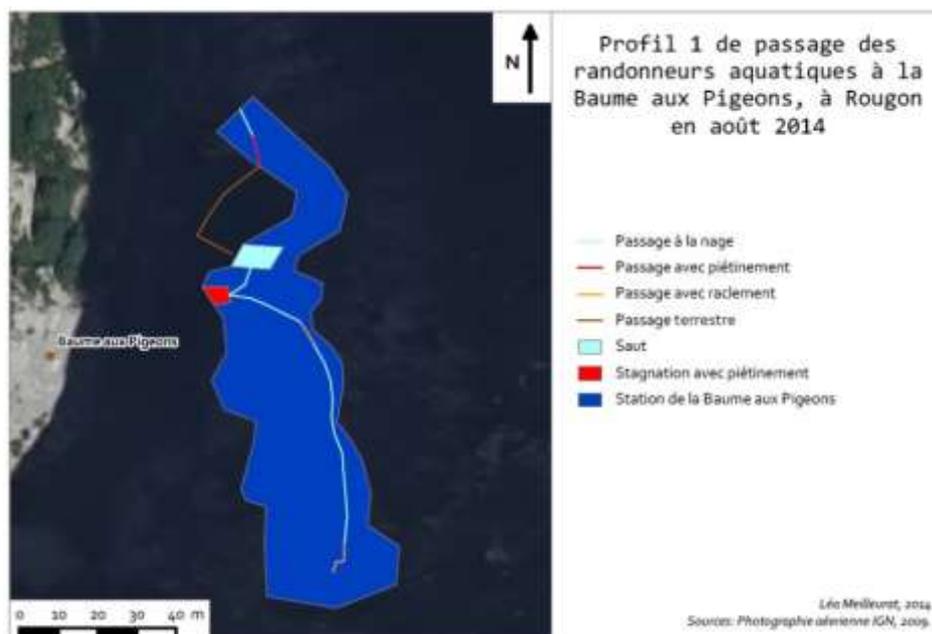


Figure 54 : Profil déterminé en début de saison et transmis aux encadrants

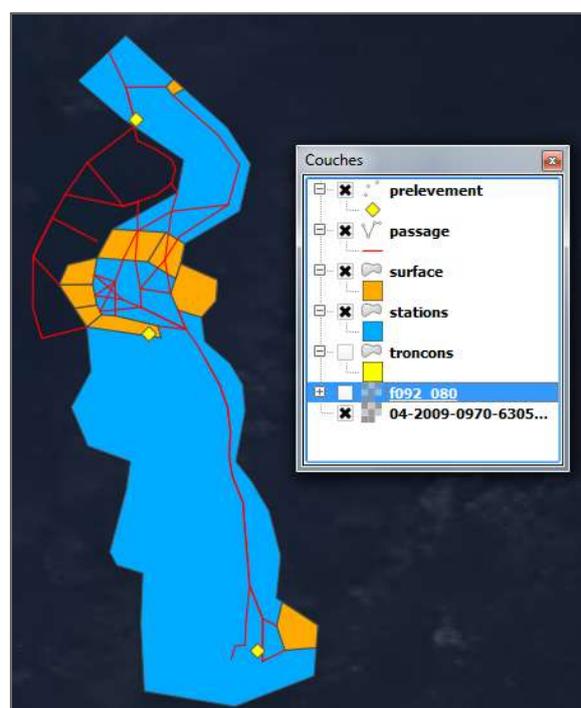


Figure 55 : Ensemble des profils (traits rouges) ou cheminements identifiés sur la station 02 de la Baume aux Pigeons ainsi que les zones d'arrêt (surfaces orange)

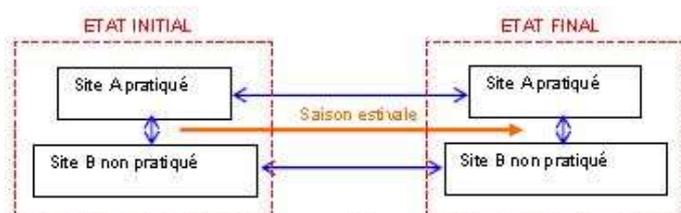
L'analyse détaillée des comptages (nombre de passage totalisé sur les habitats prélevés), la poursuite des prélèvements au cours de l'été 2016 et la consolidation de l'état initial permettront d'avancer, dans le prochain rapport, sur la **relation densité – fréquentation**.

8 Résumé didactique

Les objectifs de cette 1^{ère} année du suivi :

- Mieux caractériser **l'effet du piétinement**
- Evaluer la **sensibilité des habitats** vis-à-vis du piétinement et les hiérarchiser

N.B. : Ce n'est pas une étude d'impact au sens réglementaire mais une avancée sur la question avec des données quantifiées et partagées ou mieux comprendre pour agir.



La méthode est basée sur une comparaison de stations et d'habitats avec des niveaux de fréquentation variable.

Les deux stations subissent les mêmes événements, seuls les niveaux de fréquentation sont totalement différents.

La méthode fait aussi largement appel au suivi d'un compartiment faunistique très riche et abondant : **les invertébrés aquatiques**.

Ils vivent pour la plupart au fond de la rivière. Ils ont des rôles multiples comme l'épuration de l'eau et constituent un réservoir de nourriture fondamental pour la faune aquatique et terrestre. Ils exploitent surtout des habitats différents et peuvent être utilisés comme indicateur de la bonne santé des milieux.

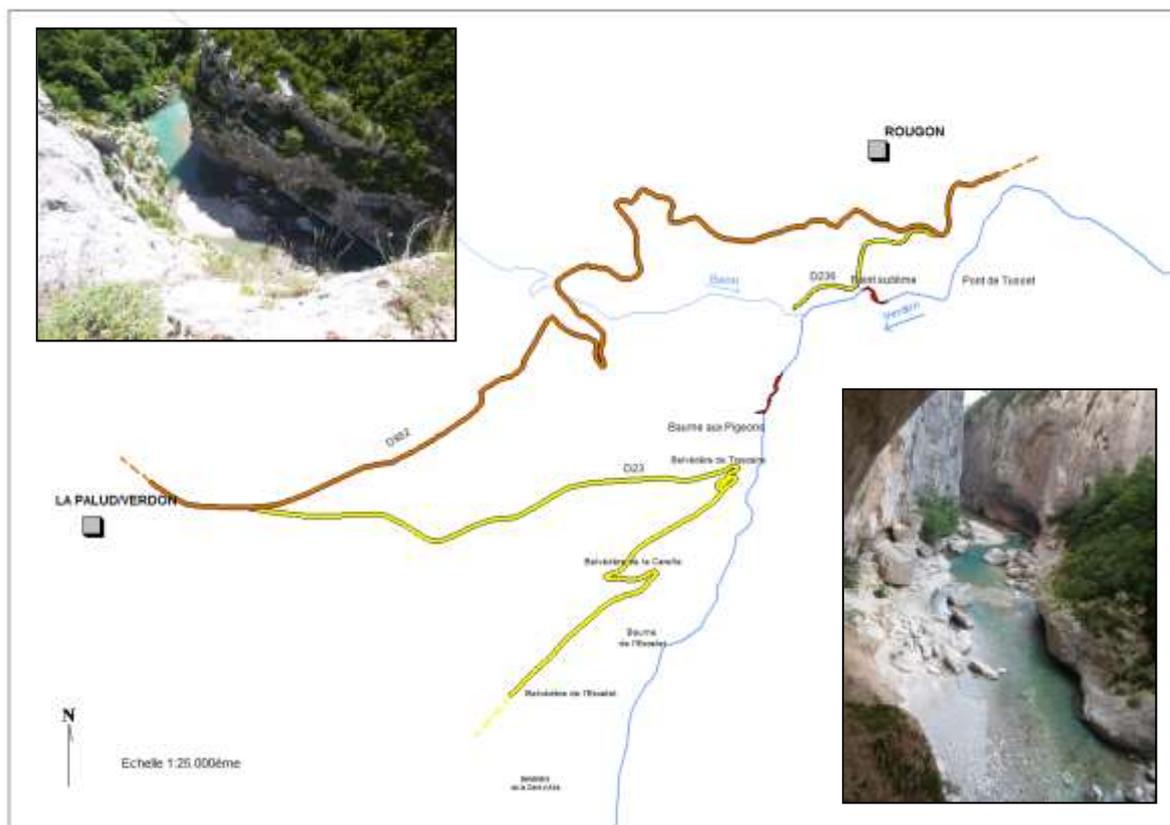


Deux stations ont été suivies :

- Station 01 dite de la Salpêtrière ou station témoin peu fréquentée
- Station 02 dite Baume aux Pigeons située dans le couloir Samson et dans le secteur le plus fréquenté par la randonnée aquatique. Des observations de trajectoire, des actions pratiquées et des comptages ont été réalisés en parallèle sur cette station.

Les deux stations se situent à 500 m environ, en amont et en aval du point sublime.

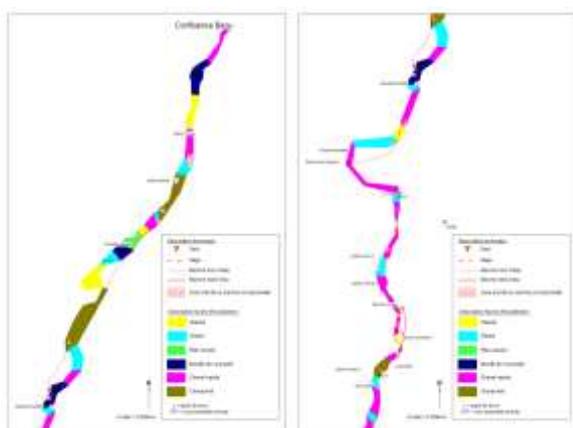
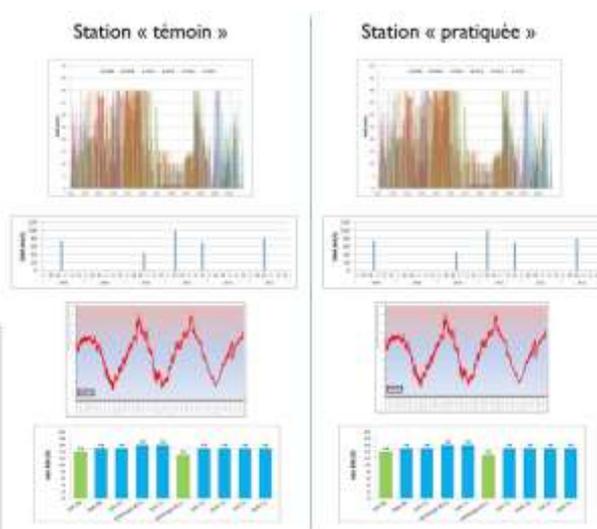
Quatre campagnes ont été réalisées : début du mois de juillet ou début de saison, fin juillet, mi-août et mi-septembre. Envisagée initialement début septembre, la dernière campagne a dû être repoussée après plusieurs restitutions à partir de l'usine EDF de Castellane.



Une partie des éléments recueillis ont servi à retracer les événements significatifs subis par les deux stations : événements hydrologiques, régime thermique, morphologie, qualité de l'eau...

Ils montrent que les deux stations sont très comparables.

Les descriptions morphologiques montrent en outre que le tronçon pratiqué peut être subdivisé en deux parties. Les deux tiers aval du tronçon possèdent des faciès plus profonds, dominés par les chenaux.

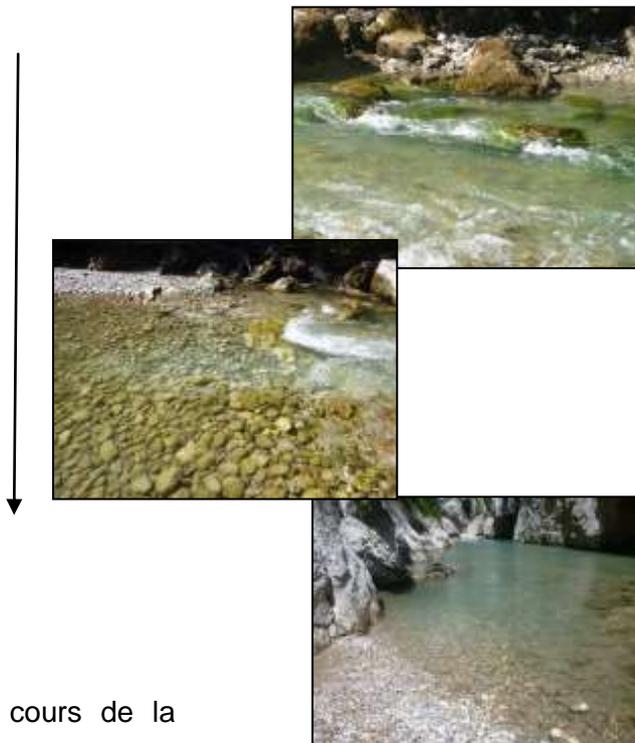


Etude d'impact du piétinement engendré par les activités sportives et de loisirs sur les milieux aquatiques des gorges du Verdon

Les habitats choisis sont d'abord les habitats qui offrent la plus grande surface comme les **pierres et les galets**. Les habitats accueillants pour les invertébrés aquatiques ont aussi été choisis en priorité, comme les **bryophytes**. Les autres habitats sont les limons déposés et les dalles dont la surface est peu significative et qui offrent une faible habitabilité.

Le tableau suivant classe les habitats dans l'ordre de leur habitabilité :

Définition du substrat	Habitabilité
Bryophytes	11
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	10
Débris organiques grossiers (litières)	9
Chevelus racinaires, supports ligneux	8
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) (25 à 250 mm)	7
Blocs (> 250 mm) inclus dans une matrice d'éléments minéraux de grande taille (25 à 250 mm)	6
Granulats grossiers (graviers) (2 à 25 mm).	5
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)	4
Vases : sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques fins	3
Sables et limons (< 2mm)	2
Aigues	1
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)	0



Le suivi des invertébrés benthiques au cours de la saison 2014 a permis de déterminer :

- Une différence significative de densité d'invertébrés aquatiques entre les deux stations et pour les trois premières campagnes. Les restitutions se manifestent par une homogénéisation de ces densités sur les deux stations. **L'impact du piétinement s'exprime d'abord par une forte érosion de la densité faunistique.**
- Une différence significative de richesse d'invertébrés aquatiques à partir du mois d'août, effet probable de la multiplication des passages (fréquentation humaine dans le cadre des loisirs aquatiques). **Au fil de la saison, l'impact s'exprime sur la diversité faunistique**, effet des passages multiples car la fréquentation du mois d'août n'est pas forcément plus élevée que celle du mois de juillet.
- Les taxons déterminants pour chaque type d'habitat ont été identifiés et suivis. La variation de leur densité est assez sensible puisqu'ils mettent en évidence **un impact du piétinement sur la station 01 témoin** qui n'apparaît pas ou peu dans l'analyse globale.
- Abondances et richesses sont relativement semblables d'un habitat à l'autre et sur la station témoin. L'habitat bryophytes sur dalle et courant fort montre une plus forte résistance aux restitutions. **Les restitutions semblent par contre rendre plus instable le substrat et donc plus vulnérable au piétinement.** L'habitat le plus instable est composé de galets fins et grossiers.
- Il y a probablement une recolonisation des substrats le soir et les jours de restitutions mais elle n'est pas suffisante pour compenser les pertes.

Quelles pourraient être les incidences des érosions de faune constatées ?

- Les fortes baisses de densités entraînent probablement un déséquilibre local de la chaîne alimentaire. Le secteur devient beaucoup moins accueillant pour les espèces consommatrices d'invertébrés benthiques ou les espèces qui s'en nourrissent en phase aérienne (oiseaux, chiroptères). La biomasse apportée par ce compartiment est très importante.
- Le milieu est localement moins résistant et apte à supporter des agressions. La phase estivale se traduit par une augmentation de productivité qui permet à la faune de faire face à des événements catastrophiques comme les crues.
- D'après les relevés réalisés au niveau de l'Estellié, les densités faunistiques semblent les plus faibles de la zone des gorges ce qui pourrait avoir une influence sur le régime alimentaire de l'apron qui consomme essentiellement des invertébrés benthiques. La réduction de ces densités par piétinement pourrait réduire encore plus cette source de nourriture essentielle. De nombreux secteurs du Moyen Verdon concentrent baignade, aqua-randonnée ou pêche. Le piétinement n'est donc pas cantonné à la zone du couloir Samson même si la fréquentation semble y être maximale.
- Certaines espèces de poissons peuvent par contre être plus opportunistes et profiter de cette dérive des invertébrés aquatiques provoquée.

9 Annexes

Annexe 1 : Fiches de présentation des stations

Station 01 Salpêtrière

Commune de : **Rougon**

Cours d'eau : **Verdon**

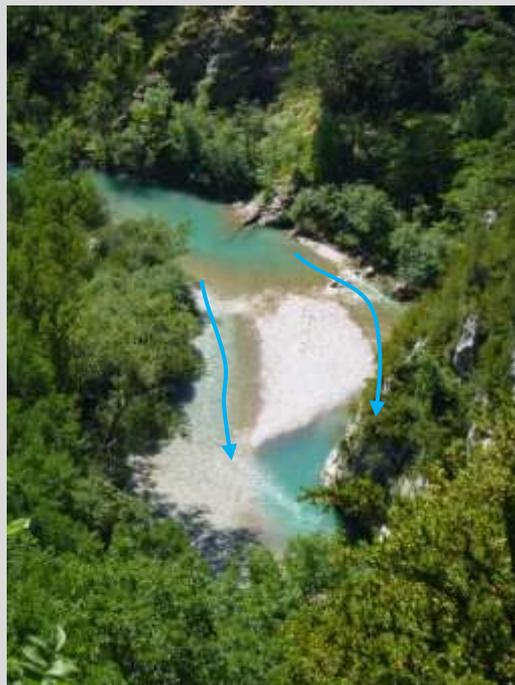
Largeur moyenne : **18 m** Coordonnées France-Lambert 93 **X = 973 730,1 m** **Y = 6 304 915,6 m**

Altitude : **613 m**

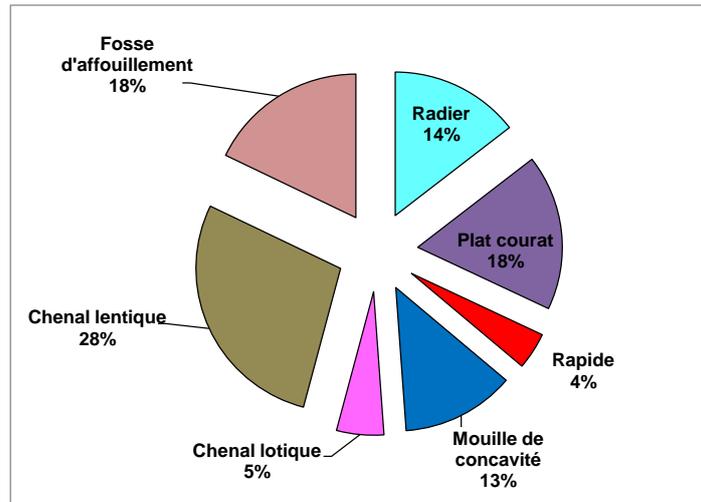
Faciès

d'écoulement **Chenal lent – Radier – Plat courant/chenal rapide– Mouille – fosse d'affouillement, rapide**
(amt→avl) :

Fréquentation : **1 personne / jour en moyenne (donnée estimée)**

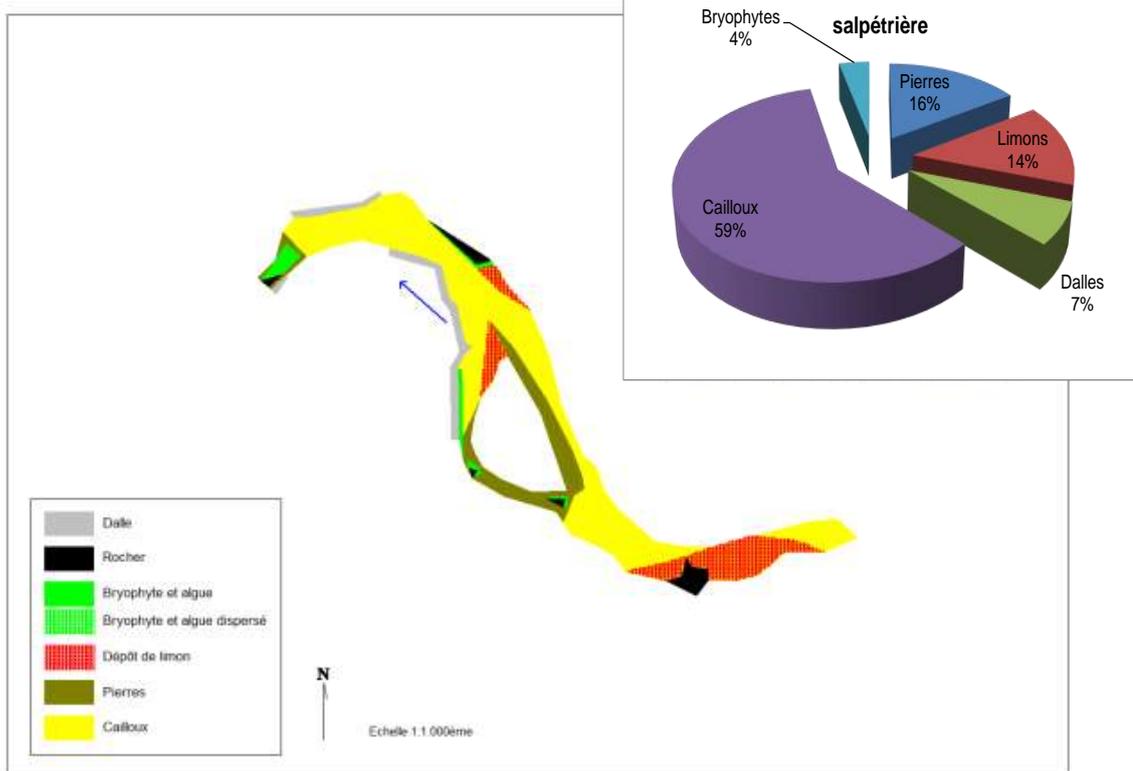


Faciès d'écoulement



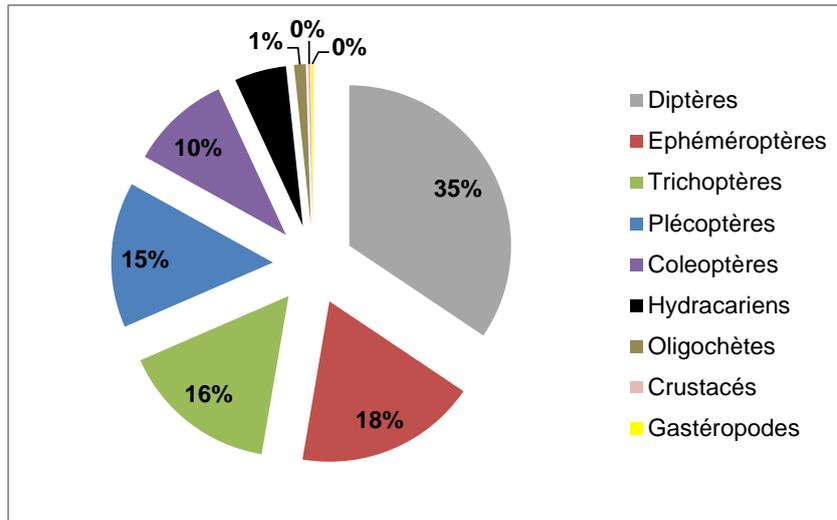
Faciès dominés par le chenal lentique, plat courant et fosse d'affouillement

Cartographie des habitats



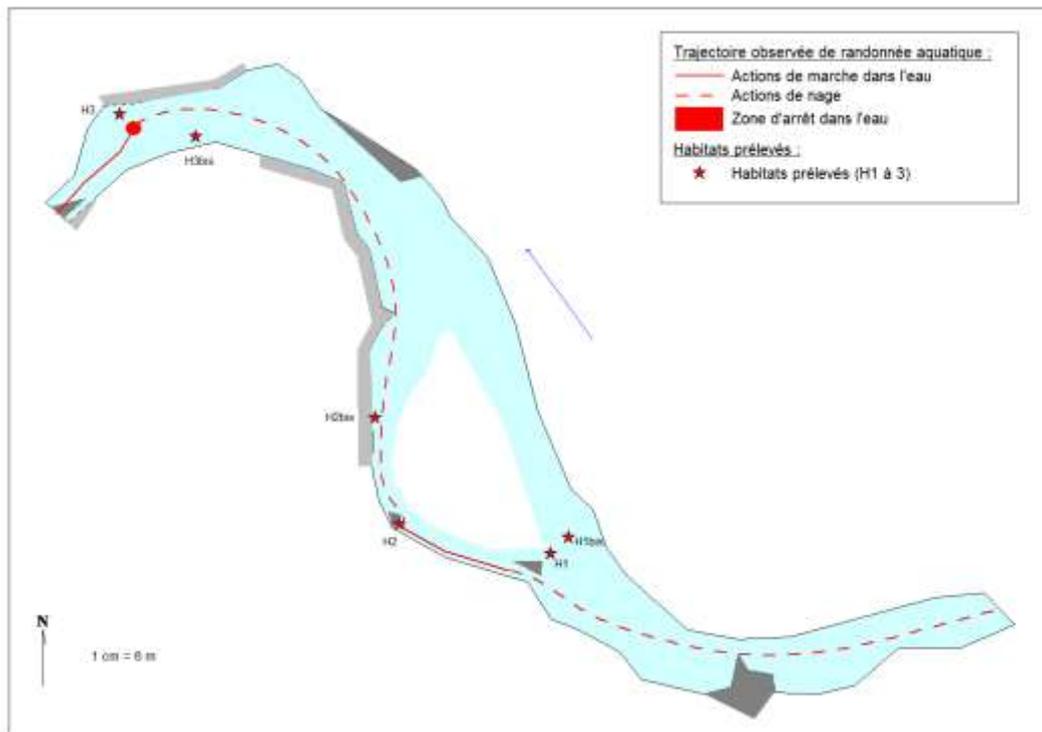
Dominance des habitats « Pierres et galets » - 75% de la surface - Ces galets recouvrent une grande partie les fosses de dissipation et les chenaux lentiques

Composition faunistique



Le groupe le plus dense est le groupe des diptères car il est souvent constitué de taxon très tolérants et qui ont tendance à proliférer si l'habitat leur est favorable et si la nourriture est abondante : cas des simuliidés ou des chironomidés

Fréquentation



La fréquentation se limite à quelques groupes de baigneurs ou de pêcheurs, fréquentation qui est loin d'être journalière. En milieu de saison, le tronçon a été utilisé pour les descentes en randonnée aquatique (trajectoire ci-dessus) ce qui n'avait jamais été observé jusqu'alors.

Station 02 Baume aux Pigeons

Commune de : **Rougon et La Palud/Verdon**

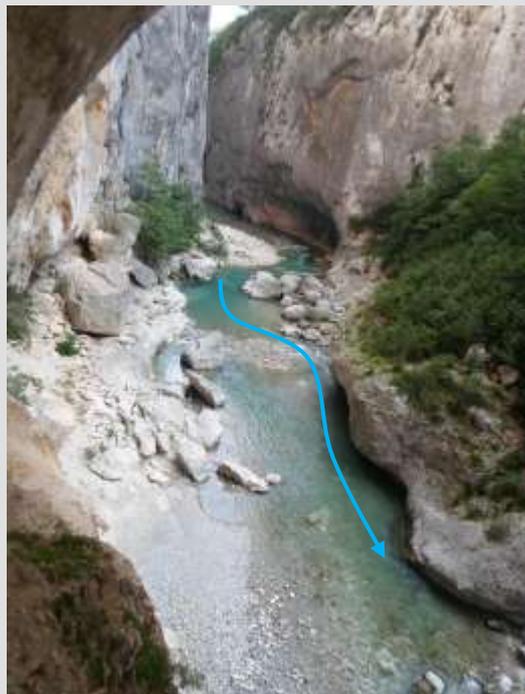
Cours d'eau : **Verdon**

Largeur moyenne : **22 m** Coordonnées France-Lambert 93 X = **973 086,2 m** Y = **6 304 158,4 m**

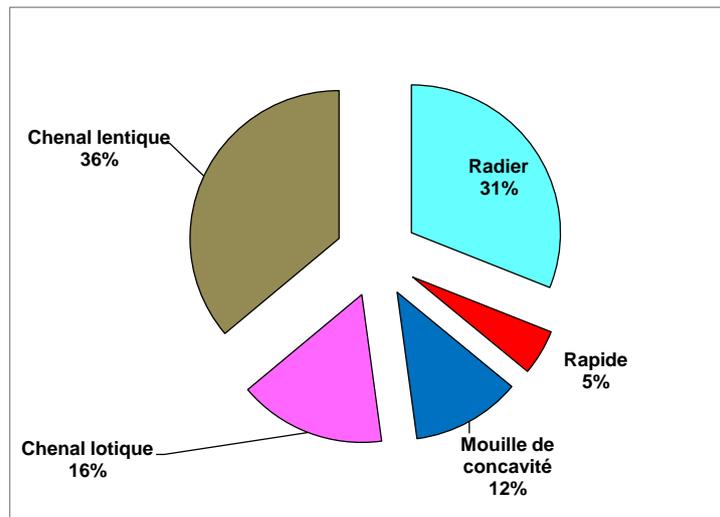
Altitude : **600 m**

Faciès d'écoulement : **Chenal lent – Radier – chenal rapide – Mouille – Radier – Chenal rapide - Rapide (amt→avl) :**

Fréquentation : **428 personnes / jour (comptages été 2014, PNRV)**

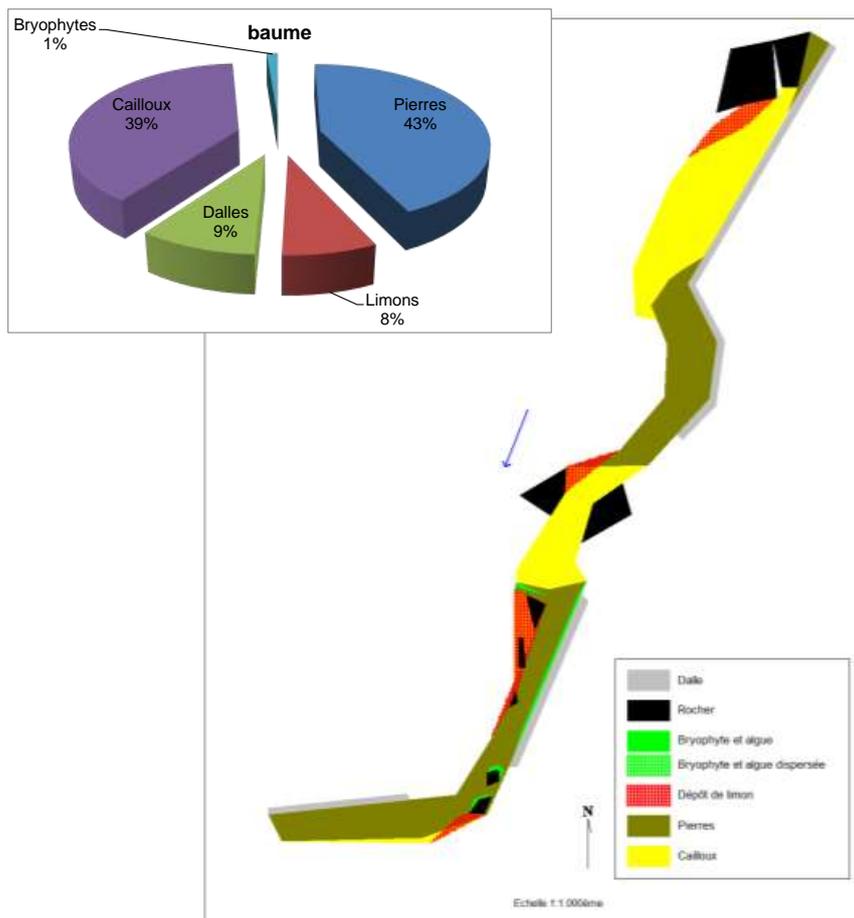


Faciès d'écoulement



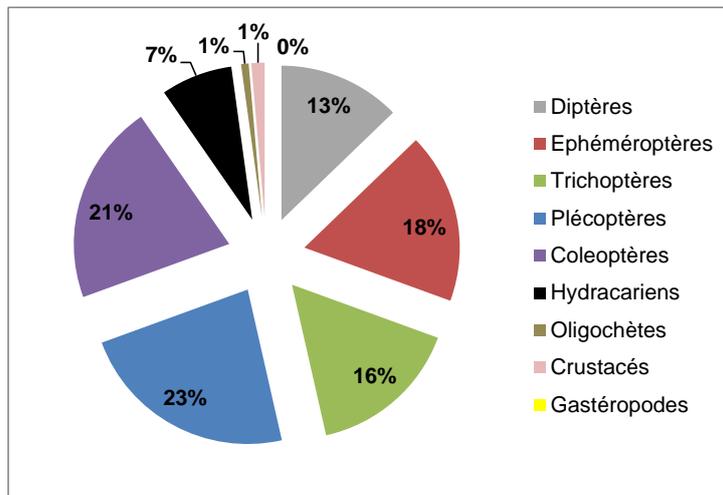
Faciès dominés par les chenaux lentiques et lotiques, et par les radiers

Cartographie des habitats



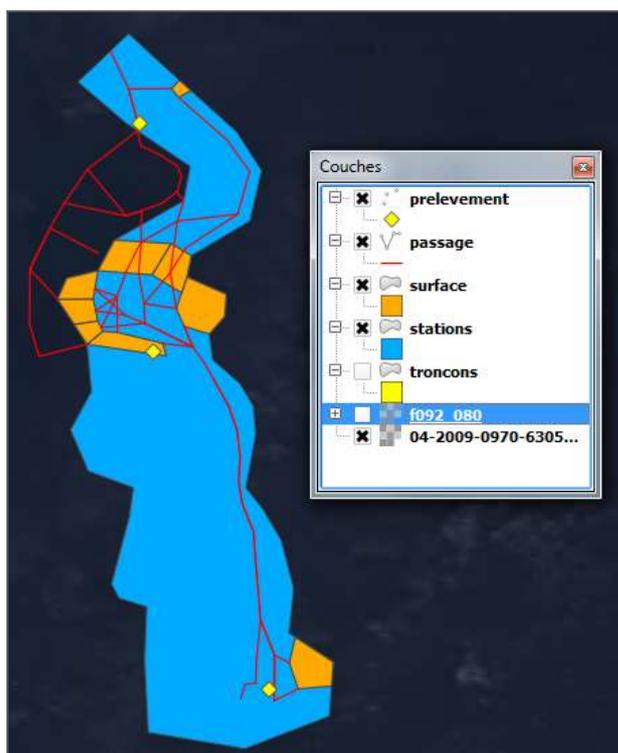
Dominance des habitats « Pierres et galets » - 82% de la surface - Ces galets recouvrent une grande partie les chenaux lents et à moindre mesure les chenaux rapides.

Composition faunistique



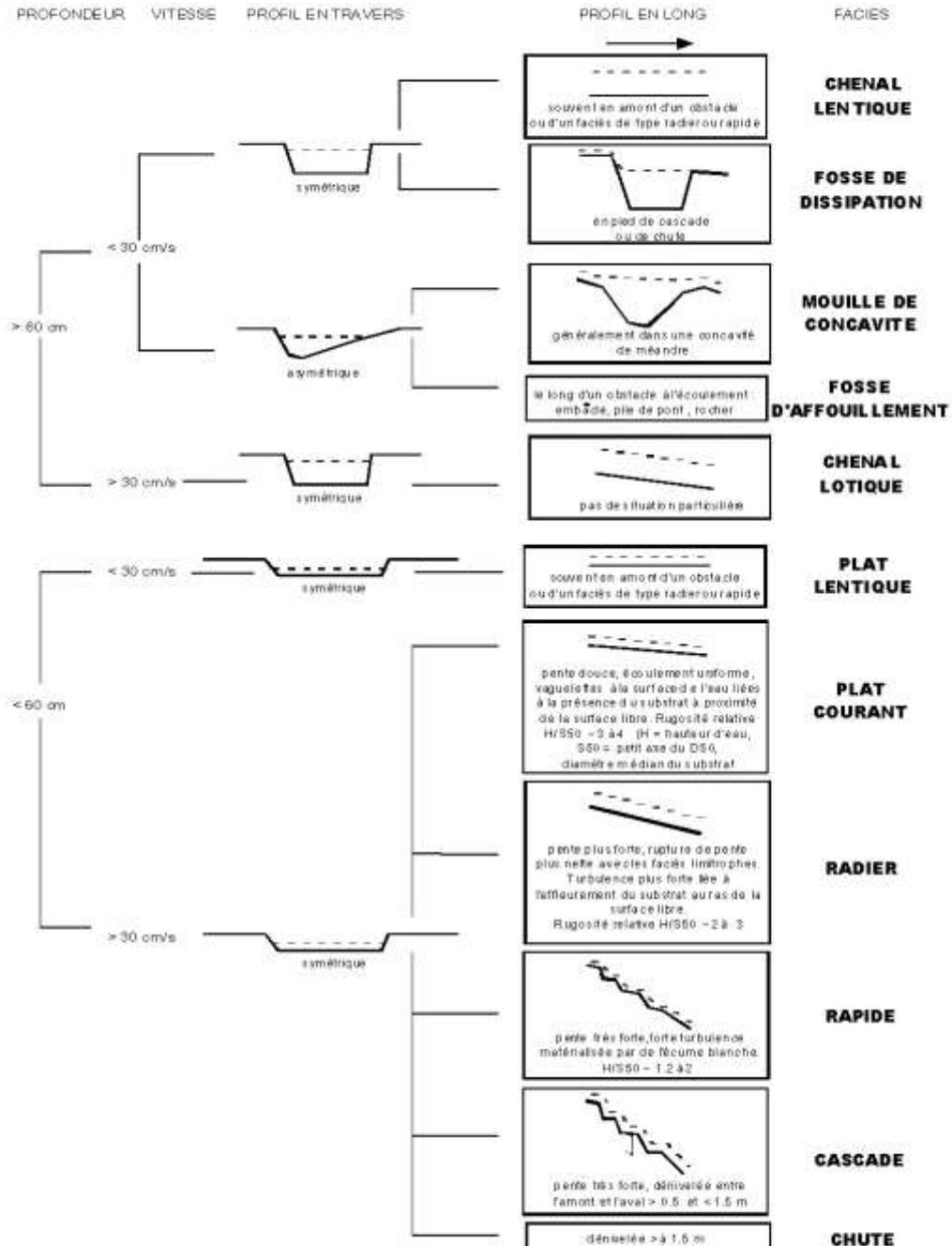
Le groupe le plus dense est le groupe des plécoptères mais les principaux groupes sont plutôt également répartis.

Fréquentation



Des comptages et observations réalisés au cours de la saison 2015 ont permis de déterminer plusieurs profils ou trajectoires différents à l'échelle de la station. Ils augmentent d'environ 30% la surface qui serait investie par un cheminement unique. La fréquentation estivale a été estimée à un peu plus de 9000 personnes qui ont réalisées la descente, soit une fréquence d'environ 270 personnes / jour.

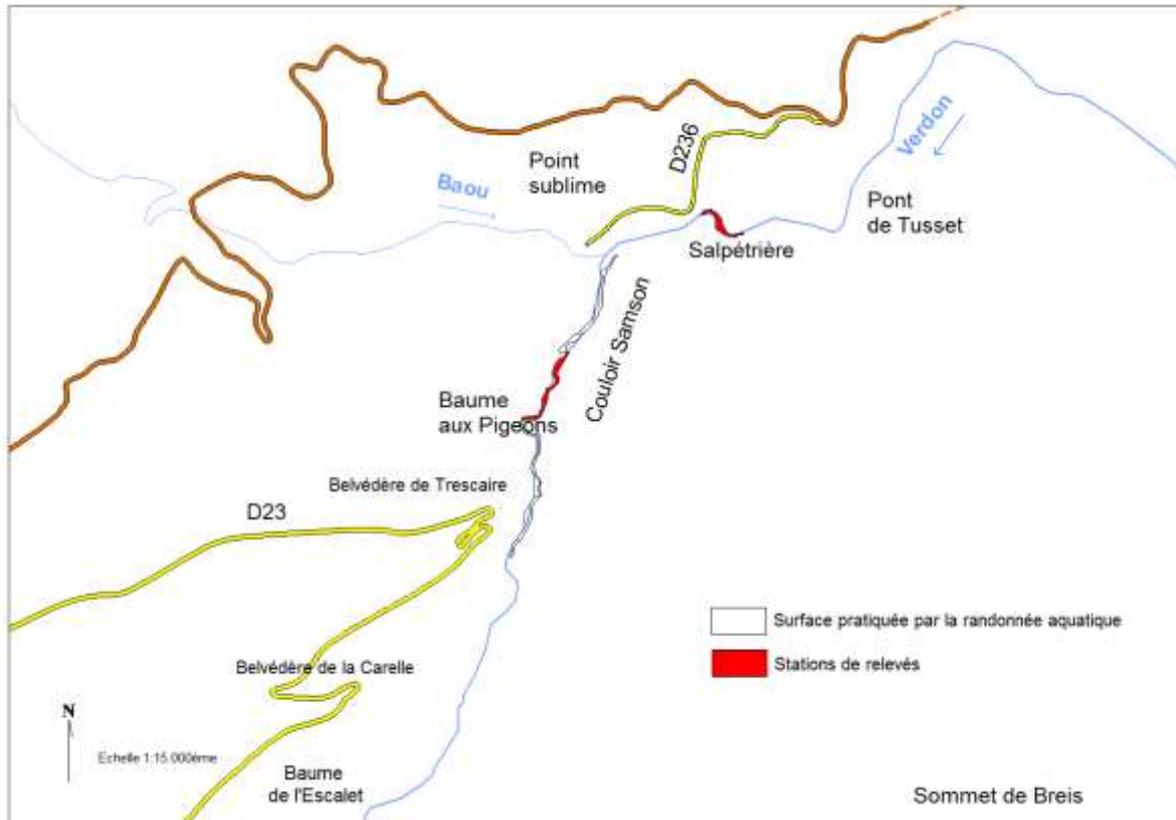
Annexe 2 : Clé de détermination des faciès d'écoulement (selon Malavoi et Souchon, 2002)



Clé de détermination des faciès d'écoulement

Geomorphic units classification key

Annexe 3 : Cartographies des faciès d'écoulement du Verdon entre la confluence du Baou et la Baume de l'Escalet (d'amont en aval)

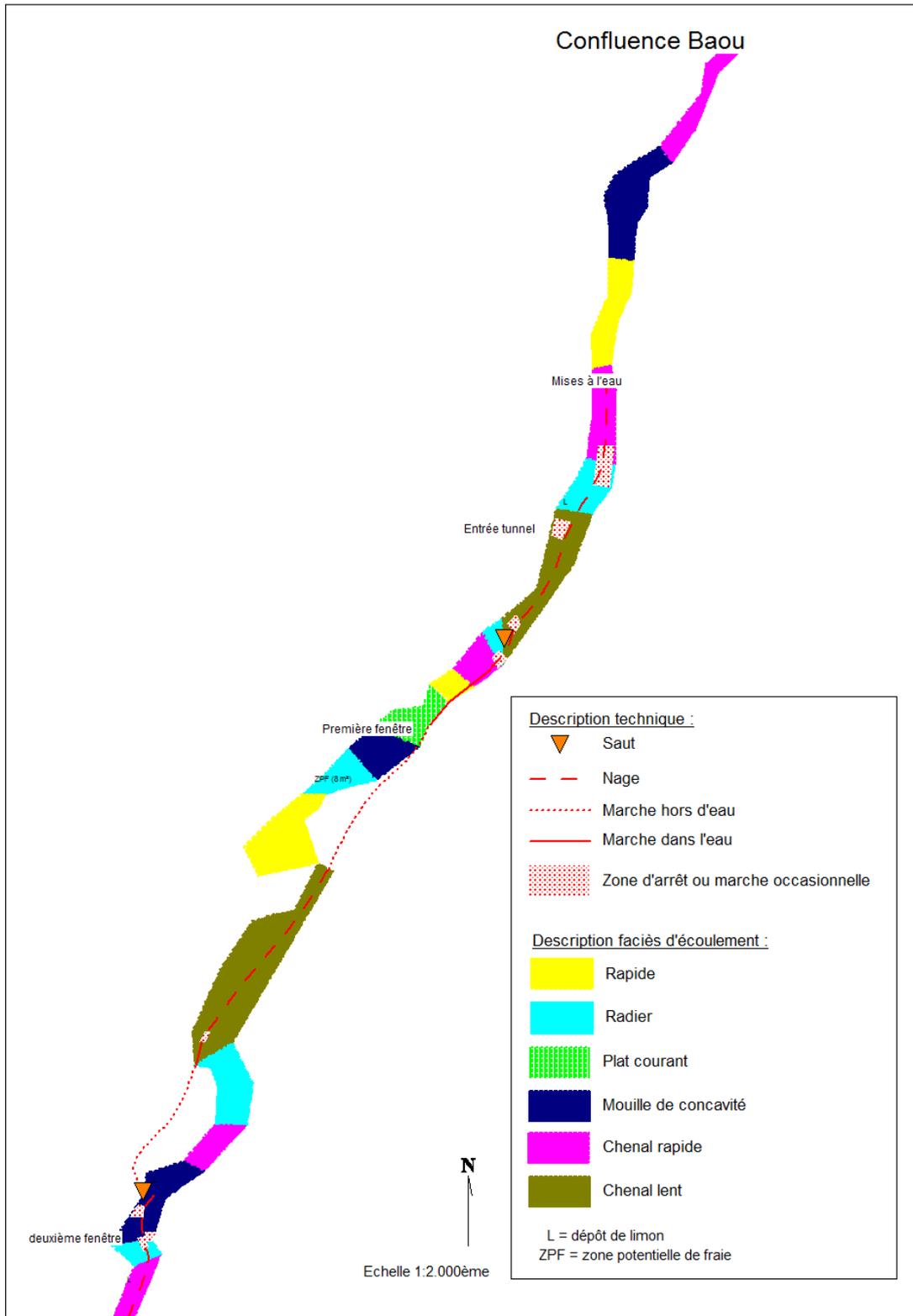


Localisation des tronçons :

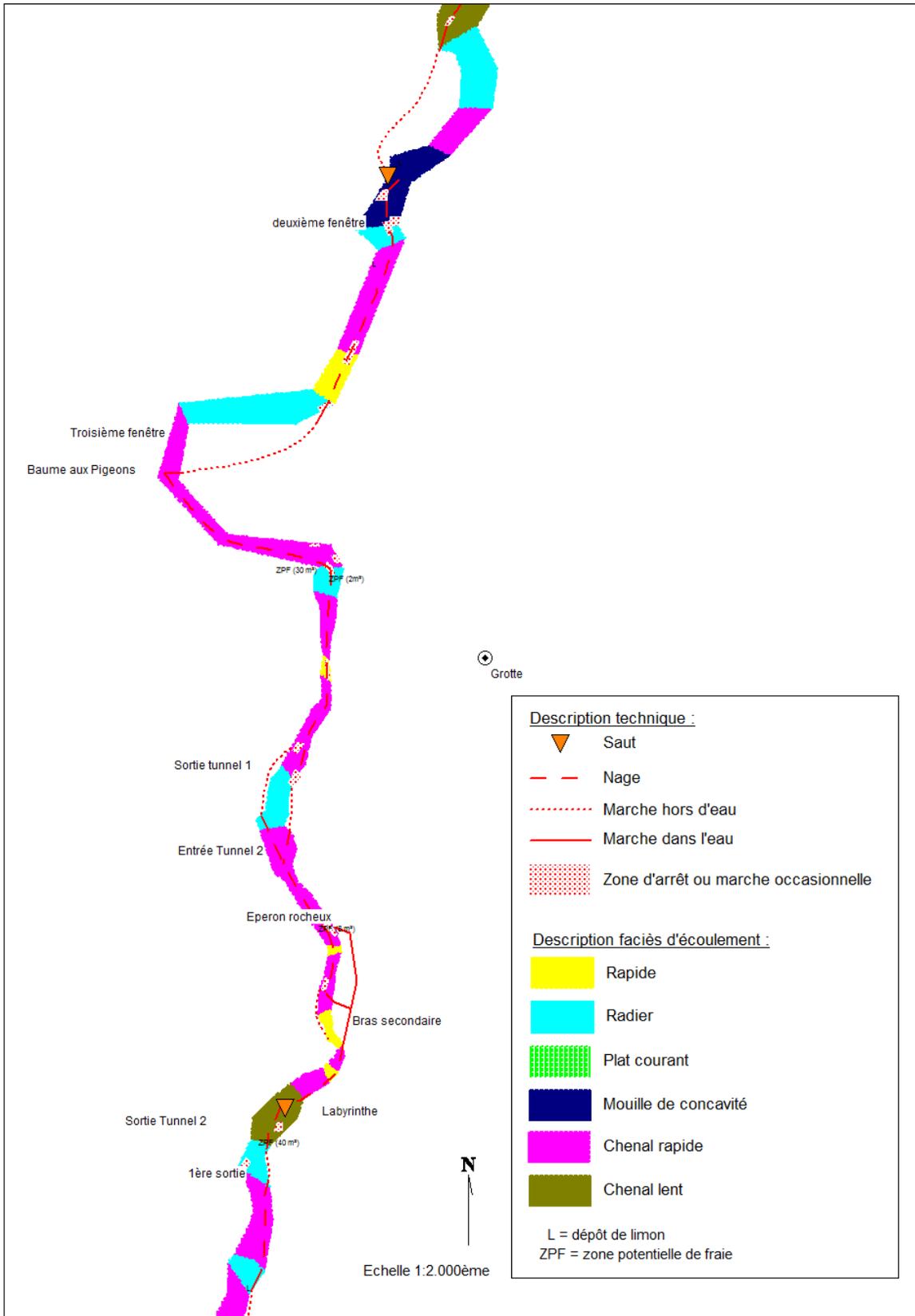
Tronçon pratiqué pour la randonnée aquatique : de la confluence du Baou au Belvédère de Trescaire.

Tronçon d'étude : de la confluence du Baou à la Baume de l'Escalet

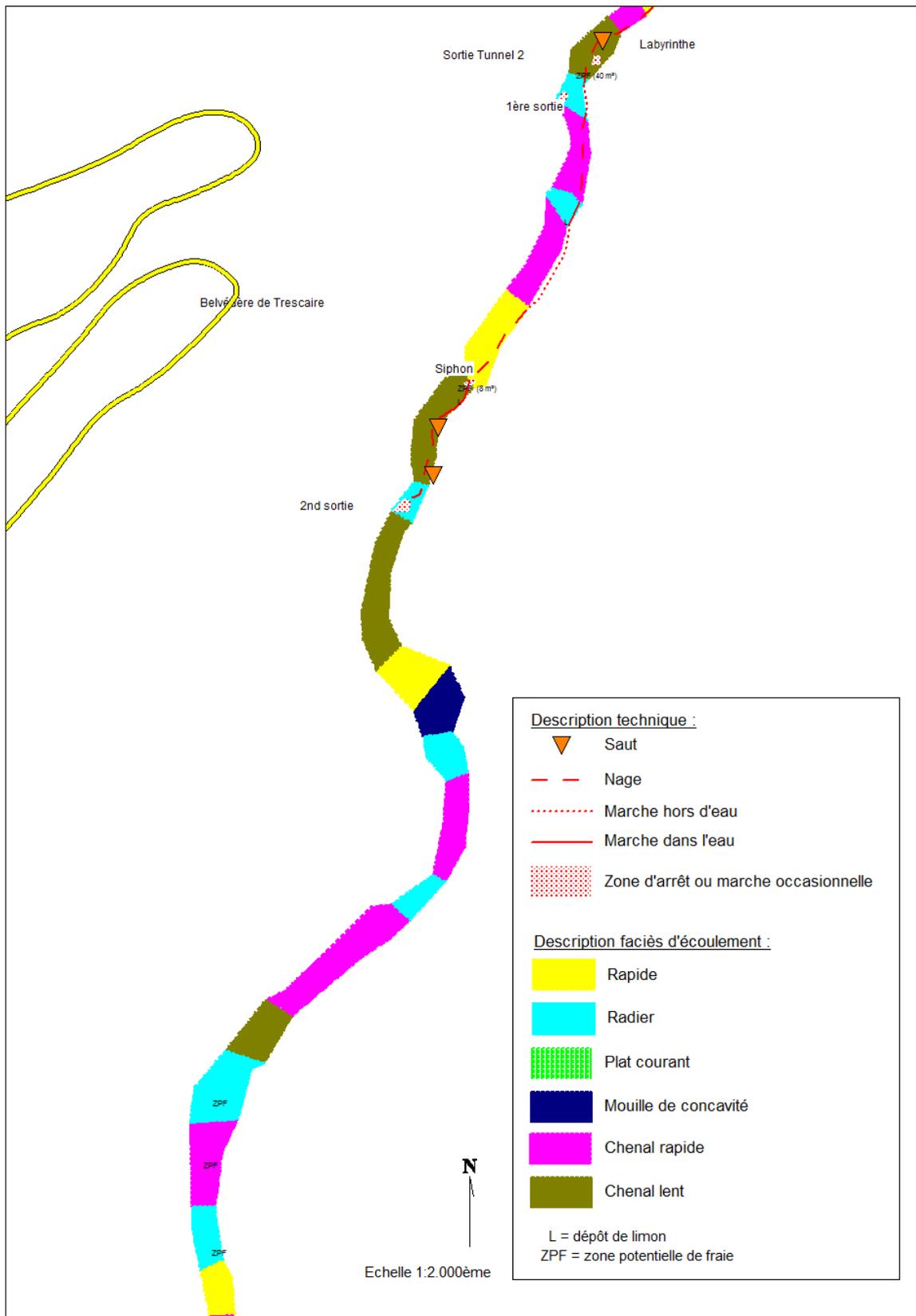
Zones de baignade : confluence du Baou, Belvédère Trescaire



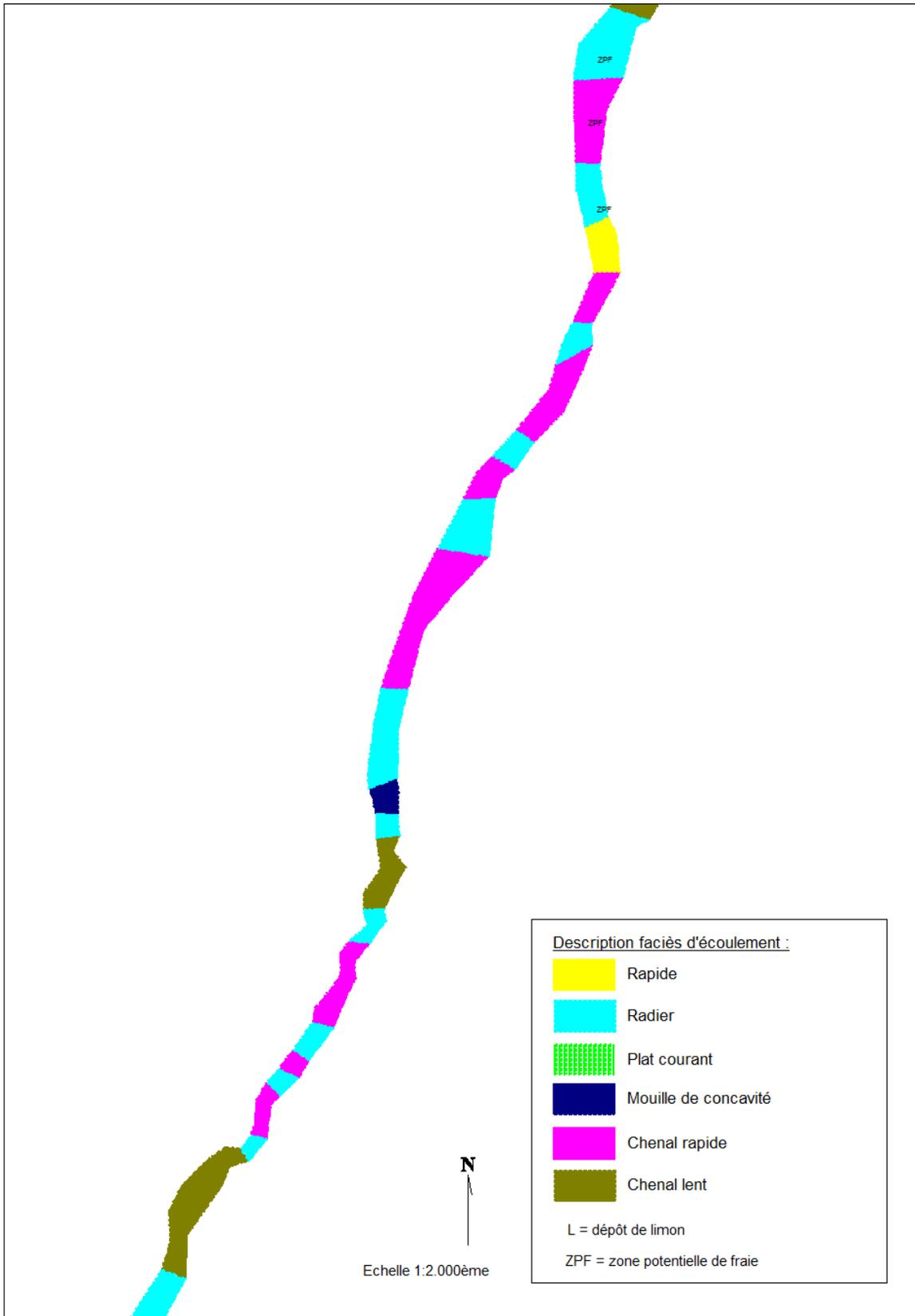
Carte 1



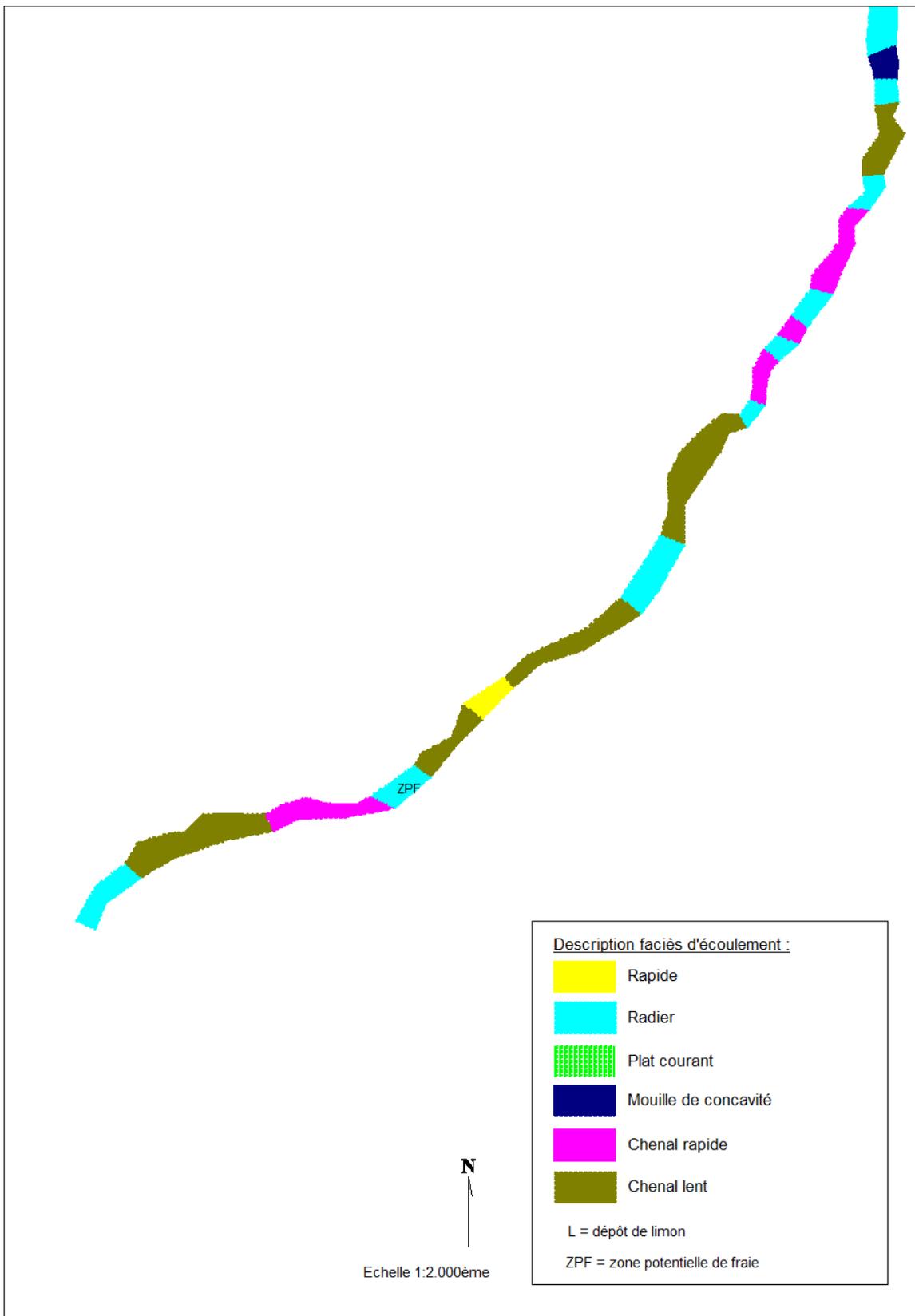
Carte 2



Carte 3

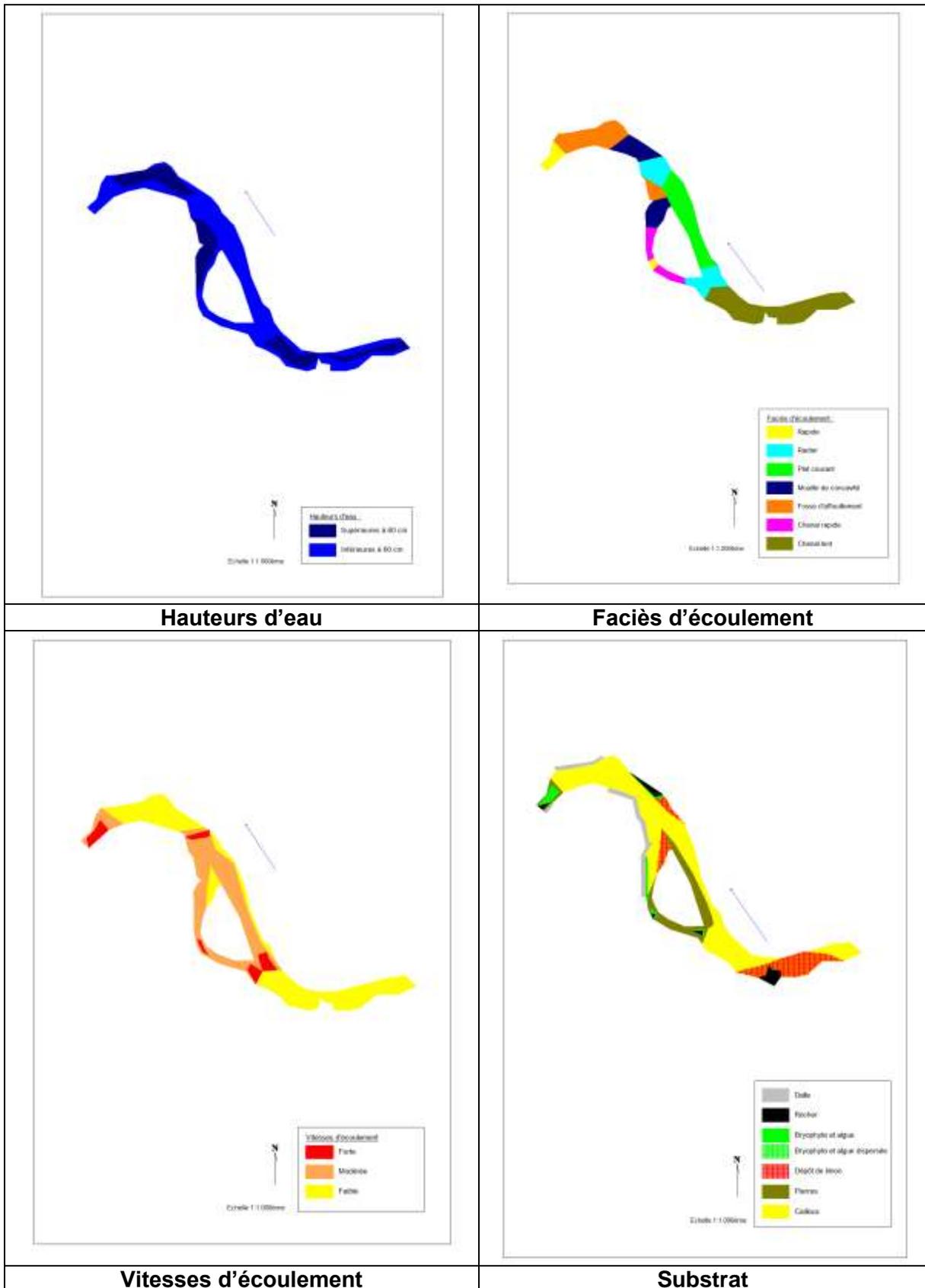


Carte 4



Carte 5

Annexe 4 : Cartographies des habitats de la station 01 de la Salpêtrière (témoin)



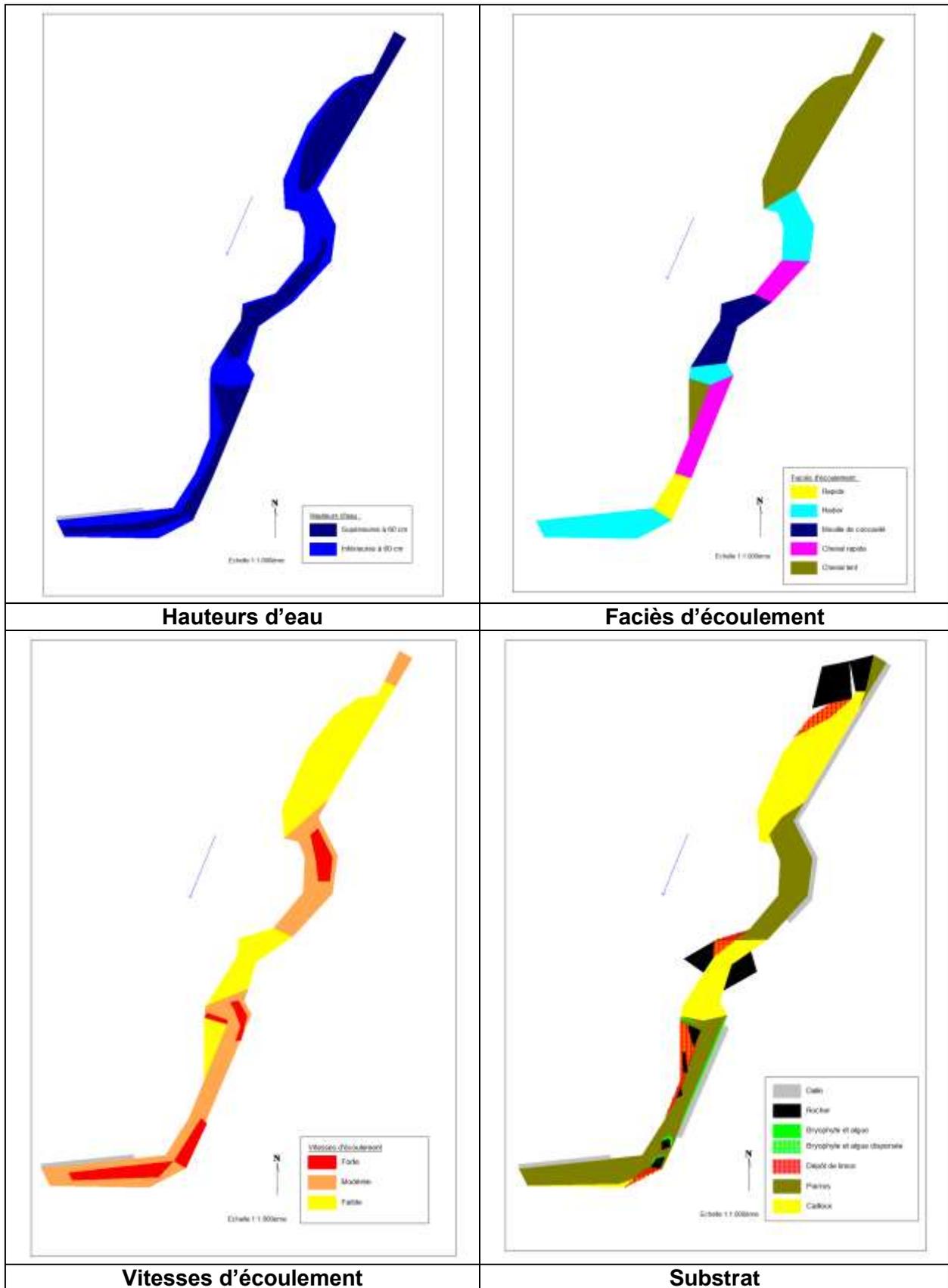
Hauteurs d'eau

Faciès d'écoulement

Vitesses d'écoulement

Substrat

Annexe 5 : Cartographie des habitats de la station 02 (Baume aux Pigeons)



Annexe 6 : Fiches descriptives des habitats prélevés

Campagne de début juillet :

COURS D'EAU : Verdon

STATION : Salpêtrière

DATE : 07/07/2014

régime hydrologique : Qr (1,5 m3/s) + apports (1,5 m3/s)

mesure des vitesses avec : flowmate : non

Description des habitats des surbers

surber = S

surface de prélèvement = 0.05 m²

intervenants : préleveur : CG

GPS non autre

n° prélèvement :	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis
Heure de prélèvement	10:30	10:40	10:45	10:50	10:55	11:00
Situation géomorphologique (FACIES) (Tête, Milieu, Queue + Radier, Plat, Mouille...)	Radier Tête	Radier Tête	Chenal rapide Bordure	Chenal rapide Bordure	Fosse affouillement Queue	Fosse affouillement Queue
Situation dans le lit (CHEnal ou RiveDroite, RG et Rive de Dépôt ou d'Erosion)	RG	RD	RG	RG	RG	RD
Distance à la Rive Droite (m)	2	8	10	1	2	3
Distance à la Rive Gauche (m)	18	12	20	3	15	15
Largeur mouillée totale (m)	20	20	30	4	17	18
Substrat	le + gros	PG	PG	D	D	PF
	dominant	PG	CG	D	D	CG
	accessoires	CG	PF	D	CG	CF
substrats prélevés :						
Rocher R > 1m						
Bloc B > 256 mm						
Pierre Grossière PG > 128 mm						
Pierre Fine PF > 64 mm						
Cailloux Grossier CG > 32 mm						
Caillou Fin CF > 16 mm						
Gravier Grossier GG > 8 mm						
Gravier Fin GF > 2 mm						
Sable Grossier SG > 0.5 mm						
Sable Fin SF > 6 µm						
Limon						
Débris végétaux? Racines? Litières? Bois?						
Végétation aquatique prélevée : oui/non	N	N	N	N	N	N
Structure substrat (Posé, Enchassé, Intermédiaire, Cimenté, Collé, Tuilé)	P	P	P	P	P	P
Stabilité (Instab, Peu Stab, Stab, Très Stab)	S	S	TS	S	S	S
Sous-couche	le + gros	CG	CG	SF	D	CF
	dominant	CF	CF	SG		GG
accessoires						
Structure de sous-couche = Ouvert ou Fermé	O	O	O	O	O	O
Dépôt (épaisseur cm ou % ou oui/non)	sable					
	limon					
	vase					
	débris végétaux					
	matière organique fine					
autre						
Colmatage (%) 0-25-50-75-90-100%	25	25	0	0	25	25
Végétation aquat: Algu, Bryophytes, Macrophyt	Algu	Algu	Bryo	Algu		
	1-10-50-90 %surface	10	5	20	90	
Développement bio (Nul, Mince, Epais, Très Epais)	E	M	E	E	M	M
Régularité de l'écoulement laminaire ou turbulent	L	L	L	L	L	L
Hauteur d'eau totale (cm)	H = 25	25	70	30	25	30
vitesses estimées (cm/s)	v = V++	V++	V++	V++	V+	V+

COURS D'EAU : Verdon
 STATION : Baume aux Pigeons
 DATE : 03/07/2014

régime hydrologique : Qr (1,5 m3/s) + apports (1,5 m3/s)
 mesure des vitesses avec : flowmate : non non

Description des habitats des surbers

surber = S
 surface de prélèvement = 0.05 m²
 intervenants : préleveur : CG
 GPS autre

n° prélèvement :	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis
Heure de prélèvement	14:30	14:45	14:50	15:00	14:00	14:15
Situation géomorphologique (FACIES) (Tête, Milieu, Queue + Radier, Plat, Mouille...)	Radier Tête	Radier Tête	Chenal rapide Milieu	Chenal rapide Milieu	Chenal lent Queue	Chenal lent Queue
Situation dans le lit (CHenal ou RiveDroite, RG et Rive de Dépôt ou d'Erosion)	RG	RG	RG	RG	RD	RG
Distance à la Rive Droite (m)	5	1	3	0	3	2
Distance à la Rive Gauche (m)	20	24	12	20	20	25
Largeur mouillée totale (m)	25	25	15	20	23	27
Substrat le + gros	B	B	R	R	PF	PF
dominant	PG	PG	D	D	CG	CG
accessoires	CG	CG			CF	CF
substrats prélevés :						
Rocher R > 1m						
Bloc B > 256 mm						
Pierre Grossière PG > 128 mm						
Pierre Fine PF > 64 mm						
Cailloux Grossier CG > 32 mm						
Caillou Fin CF > 16 mm						
Gravier Grossier GG > 8 mm						
Gravier Fin GF > 2 mm						
Sable Grossier SG > 0.5 mm						
Sable Fin SF > 6 µm						
Limon						
Débris végétaux? Racines? Litières? Bois?						
Végétation aquatique prélevée : oui/non	N	N	N	N	N	N
Structure substrat (Posé, Enchassé, Intermédiaire, Cimenté, Collé, Tuilé)	P	P	P	P	P	P
Stabilité (Instab, Peu Stab, Stabl, Très Stab)	S	S	S	S	S	S
Sous-couche le + gros	CF	CF	D	D	CF	CF
dominant	CG	CG			GG	GG
accessoires						
Structure de sous-couche = Ouvert ou Fermé	O	O	F	F	O	O
Dépôt (épaisseur cm ou % ou oui/non) sable						
limon						
vase						
débris végétaux						
matière organique fine						
autre						
Colmatage (%) 0-25-50-75-90-100%	0	0	0	0	0	25
Végétation aquat:Algu, Bryophytes, Macrophyt	Algu	Algu	Algu	Algu+Bryo		Algu
1-10-50-90 %surface	1	1	90	10		1
Développement bio (Nul, Mince, Epais, Très Epais)	M	M	M	M	N	M
Régularité de l'écoulement laminaire ou turbulent	T	T	L	L	L	L
Hauteur d'eau totale (cm) H =	20	50	10	5	20	40
vitesse estimée (cm/s) v =	V++	V++	V++	V++	0	0

Campagne de fin juillet :

COURS D'EAU : Verdon

STATION : Salpêtrière

DATE : 22/07/2014

régime hydrologique : Qr (1,5 m3/s)

mesure des vitesses avec : flowmate : non

Description des habitats des surbers

surber = S

surface de prélèvement = 0,05 m²

intervenants : préleveur : CG

GPS non

PAGE /

autre

n° prélèvement :	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis
Heure de prélèvement	10:30	10:45	10:15	10:20	10:00	10:05
Situation géomorphologique (FACIES) (Tête, Milieu, Queue + Radier, Plat, Mouille...)	Radier Tête	Radier Tête	Chenal rapide Bordure	Chenal rapide Tête	Chenal lent Queue	Chenal lent Queue
Situation dans le lit (CHenal ou RiveDroite, RG et Rive de Dépôt ou d'Erosion)	RG	M	RG	RG	RG	RD
Distance à la Rive Droite (m)	6	10	0	2	9	3
Distance à la Rive Gauche (m)	15	10	20	25	2	8
Largeur mouillée totale (m)	21	20	20	27	11	11
Substrat	le + gros dominant PF	PG PF	D D	R D	CG CF	PF CG
accessoires	CG	PG			CG	CF
substrats prélevés :						
Rocher R > 1m						
Bloc B > 256 mm						
Pierre Grossière PG > 128 mm						
Pierre Fine PF > 64 mm						
Cailloux Grossier CG > 32 mm						
Caillou Fin CF > 16 mm						
Gravier Grossier GG > 8 mm						
Gravier Fin GF > 2 mm						
Sable Grossier SG > 0.5 mm						
Sable Fin SF > 6 µm						
Limon						
Débris végétaux? Racines? Litières? Bois?					DV	N
Végétation aquatique prélevée : oui/non	O	O	O	O	O	N
Structure substrat (Posé, Enchassé, Intermédiaire, Cimenté, Collé, Tuilé)	P	P	T	T	P	P
Stabilité (Instab, Peu Stab, Stab, Très Stab)	S	S	S	S	S	S
Sous-couche	le + gros dominant PF	B CG CF	D D	D D	CF CF	PF CG
accessoires	CG				GG	CF
Structure de sous-couche = Ouvert ou Fermé	O	O	F	F	O	O
Dépôt (épaisseur cm ou % ou oui/non)	sable					
limon						
vase						
débris végétaux						
matière organique fine						
autre						
Colmatage (%) 0-25-50-75-90-100%	25	25	25	25	25	25
Végétation aquat:Algu, Bryophytes, Macrophyt	Algu	Algu	Bryo	Bryo	Algu	Algu
1-10-50-90 %surface	10	5	90	90	2	1
Développement bio (NuI, Mince, Epais, Très Epais)	M	M	TE	TE	M	M
Régularité de l'écoulement laminaire ou turbulent	L	L	L	T	L	L
Hauteur d'eau totale (cm)	H = 20	20	20	10	30	30
vitesses estimées (cm/s)	v = V++	V++	V+	V++	V+	V+

COURS D'EAU : Verdon

STATION : Baume aux Pigeons

DATE : 22/07/2014

régime hydrologique : Qr (1,5 m3/s)

mesure des vitesses avec : flowmate : non

Description des habitats des surbers

surber = S

surface de prélèvement =

intervenants : préleveur :

GPS

0.05 m²

CG

non

autre

PAGE /

n° prélèvement :	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis	
Heure de prélèvement	14:30	14:40	14:45	14:50	14:00	14:10	
Situation géomorphologique (FACIES) (Tête, Milieu, Queue + Radier, Plat, Mouille...)	Radier Tête	Radier Tête	Chenal rapide Milieu	Chenal rapide Milieu	Chenal lent Queue	Chenal lent Queue	
Situation dans le lit (CHenal ou RiveDroite, RG et Rive de Dépôt ou d'Erosion)	RD	RG	RG	RG	RD	RG	
Distance à la Rive Droite (m)	5	1	3	2	3	20	
Distance à la Rive Gauche (m)	20	15	7	5	20	3	
Largeur mouillée totale (m)	25	16	10	7	23	23	
Substrat	le + gros	B	B	R	R	CG	CG
	dominant	PF	CG	D	D	CF	CF
	accessoires	CG	PF			GG	GG
substrats prélevés :							
Rocher R > 1m							
Bloc B > 256 mm							
Pierre Grossière PG > 128 mm							
Pierre Fine PF > 64 mm							
Cailloux Grossier CG > 32 mm							
Caillou Fin CF > 16 mm							
Gravier Grossier GG > 8 mm							
Gravier Fin GF > 2 mm							
Sable Grossier SG > 0.5 mm							
Sable Fin SF > 6 µm							
Limon							
Débris végétaux? Racines? Litières? Bois?	DV	DV			DV	DV	
Végétation aquatique prélevée : oui/non	O	O	O	O	O	O	
Structure substrat (Posé, Enchassé, Intermédiaire, Cimenté, Collé, Tuilé)	P	P	T	T	P	P	
Stabilité (Instab, Peu Stab, Stab, Très Stab)	S	S	S	S	S	S	
Sous-couche	le + gros	CG	CG	D	D	CF	CF
	dominant	CF	CF			SG	SG
	accessoires						
Structure de sous-couche = Ouvert ou Fermé	O	O	F	F	O	O	
Dépôt (épaisseur cm ou % ou oui/non) sable							
	limon						
	vase						
	débris végétaux						
	matière organique fine						
	autre						
Colmatage (%) 0-25-50-75-90-100%	25	25	25	25	25	25	
Végétation aquat: Algu, Bryophytes, Macrophyt	Algu	Algu	Algu+bryo	Algu+bryo			
	1-10-50-90 %surface	5	1	30	90		
Développement bio (Nul, Mince, Epais, Très Epais)	M	M	E	E	N	N	
Régularité de l'écoulement laminaire ou turbulent	L	L	T	T	L	L	
Hauteur d'eau totale (cm)	H =	30	50	10	10	40	50
vitesse estimée (cm/s)	v =	V++	V++	V++	V++	0	0

Campagne d'août :

COURS D'EAU : Verdon

STATION : Salpêtrière

DATE : 21/08/2014

régime hydrologique : Qr (1,5 m3/s)

mesure des vitesses avec : flowmate : non

Description des habitats des surbers

surber = S

surface de prélèvement = 0,05 m²

intervenants : préleveur : CG

GPS non

autre

PAGE /

n° prélèvement :	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis	
Heure de prélèvement	10:00	10:05	10:15	10:20	10:30	10:45	
Situation géomorphologique (FACIES) (Tête, Milieu, Queue + Radier, Plat, Mouille...)	Radier Tête	Radier Tête	Chenal rapide Bordure	Chenal rapide Bordure	Fosse affouillement Queue	Fosse affouillement Queue	
Situation dans le lit (CHenal ou RiveDroite, RG et Rive de Dépôt ou d'Erosion)	RG	RD	RG	RG	RG	RD	
Distance à la Rive Droite (m)	5	2	15	0	2	1	
Distance à la Rive Gauche (m)	10	8	2	20	8	9	
Largeur mouillée totale (m)	15	10	17	20	10	10	
Substrat	le + gros dominant accessoires	PG PG PF	PG PG PF	D D D	D D D	CG CF CG	PF CF CG
substrats prélevés :							
Rocher R > 1m							
Bloc B > 256 mm							
Pierre Grossière PG > 128 mm							
Pierre Fine PF > 64 mm							
Cailloux Grossier CG > 32 mm							
Caillou Fin CF > 16 mm							
Gravier Grossier GG > 8 mm							
Gravier Fin GF > 2 mm							
Sable Grossier SG > 0,5 mm							
Sable Fin SF > 6 µm							
Limon							
Débris végétaux? Racines? Litières? Bois?	L						
Végétation aquatique prélevée : oui/non	O	N	O	O	N	N	
Structure substrat (Posé, Enchassé, Intermédiaire, Cimenté, Collé, Tuilé)	P	P	T	T	P	P	
Stabilité (Instab, Peu Stab, Stab, Très Stab)	I	S	S	S	S	S	
Sous-couche	le + gros dominant accessoires	CG CF	CG CF	R R	R R	CF GG	CF GG
Structure de sous-couche = Ouvert ou Fermé	O	O	F	F	O	O	
Dépôt (épaisseur cm ou % ou oui/non)	sable limon vase débris végétaux matière organique fine autre						
Colmatage (%) 0-25-50-75-90-100%	25	25	25	25	25	25	
Végétation aquat:Algu, Bryophytes, Macrophyt	Algu	Algu	Bryo	Bryo			
1-10-50-90 %surface	20	10	60	60			
Développement bio (Nu, Mince, Epais, Très Epais)	M	M	E	E	M	M	
Régularité de l'écoulement laminaire ou turbulent	L	L	L	L	L	L	
Hauteur d'eau totale (cm)	H =	15	15	10	10	15	
vitesse estimée (cm/s)	v =	V++	V++	V++	V++	V+	

COURS D'EAU : Verdon
 STATION : Baume aux Pigeons
 DATE : 21/08/2014

Description des habitats des surbers

PAGE /

régime hydrologique : Qr (1,5 m3/s)
 mesure des vitesses avec : flowmate : non

surber = S
 surface de prélèvement =
 intervenants : préleveur :
 GPS

0,05 m²
 CG

non CG autre

n° prélèvement :	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis	
Heure de prélèvement	14:30	14:40	14:45	14:50	14:00	14:10	
Situation géomorphologique (FACIES) (Tête, Milieu, Queue + Radier, Plat, Mouille...)	Radier	Radier	Chenal rapide	Chenal rapide	Chenal lent	Chenal lent	
Situation dans le lit (CHEnal ou RiveDroite, RG et Rive de Dépôt ou d'Erosion)	Tête	Tête	Milieu	Milieu	Queue	Queue	
	RG	RD	RG	RG	RD	RG	
Distance à la Rive Droite (m)	1	5	3	2	3	20	
Distance à la Rive Gauche (m)	15	20	7	5	20	3	
Largeur mouillée totale (m)	16	25	10	7	23	23	
Substrat	le + gros	B	B	R	R	CG	CG
	dominant	PF	CG	D	D	CF	CF
accessoires		CG	PF			GG	GG
substrats prélevés :							
Rocher	R > 1m						
Bloc	B > 256 mm						
Pierre Grossière	PG > 128 mm						
Pierre Fine	PF > 64 mm						
Cailloux Grossier	CG > 32 mm						
Caillou Fin	CF > 16 mm						
Gravier Grossier	GG > 8 mm						
Gravier Fin	GF > 2 mm						
Sable Grossier	SG > 0.5 mm						
Sable Fin	SF > 6 µm						
	Limon						
Débris végétaux? Racines? Litières? Bois?	DV	DV				DV	
Végétation aquatique prélevée : oui/non	O	O	O	O	N	N	
Structure substrat (Posé, Enchassé, Intermédiaire, Cimenté, Collé, Tuilé)	P	P	T	T	P	P	
Stabilité (Instab, Peu Stab, Stabl, Très Stab)	S	S	S	S	S	S	
Sous-couche	le + gros	CG	CG	D	D	CF	CF
	dominant	CF	CF			SG	SG
accessoires							
Structure de sous-couche = Ouvert ou Fermé	O	O	F	F	O	O	
Dépôt (épaisseur cm ou % ou oui/non)	sable						
	limon						
	vase						
	débris végétaux						
	matière organique fine						
	autre						
Colmatage (%) 0-25-50-75-90-100%	25	25	0	25	0	25	
Végétation aquat:Algu, Bryophytes, Macrophyt	Algu	Algu	Algu+bryo	Algu+bryo			
1-10-50-90 %surface	5	1	10	90			
Développement bio (Nul,Mince, Epais, Très Epais)	M	M	M	E	N	N	
Régularité de l'écoulement laminaire ou turbulent	L	L	L	L	L	L	
Hauteur d'eau totale (cm)	H =	30	30	10	10	30	40
vitesse estimée (cm/s)	v =	V++	V++	V++	V++	0	0

Campagne de septembre :

COURS D'EAU : Verdon

STATION : Salpêtrière

DATE : 29/09/2014

régime hydrologique : Qr (3 m3/s)

mesure des vitesses avec : flowmate : non

Description des habitats des surbers

surber = S

surface de prélèvement =

0.05 m²

intervenants : préleveur :

CG

GPS non

autre

PAGE /

Pratique oui/non	N	N	N	N	N	N
n° prélèvement :	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis
Heure de prélèvement	10:00	10:05	10:15	10:20	10:30	10:45
Situation géomorphologique (FACIES) (Tête, Milieu, Queue + Radier, Plat, Mouille...)	Radier Tête	Radier Tête	Chenal rapide Bordure	Chenal rapide Bordure	Fosse affouillement Queue	Fosse affouillement Queue
Situation dans le lit (CHEnal ou RiveDroite, RG et Rive de Dépôt ou d'Erosion)	RG	RD	RG	RG	RG	RD
Distance à la Rive Droite (m)	5	2	15	0	2	1
Distance à la Rive Gauche (m)	10	8	2	20	8	9
Largeur mouillée totale (m)	15	10	17	20	10	10
Substrat						
le + gros dominant	PG	PG	D	D	CG	CG
accessoires	PG	PG	D	D	CF	CG
	PF	PF			CG	CF
substrats prélevés :						
Rocher R > 1m						
Bloc B > 256 mm						
Pierre Grossière PG > 128 mm						
Pierre Fine PF > 64 mm						
Cailloux Grossier CG > 32 mm						
Caillou Fin CF > 16 mm						
Gravier Grossier GG > 8 mm						
Gravier Fin GF > 2 mm						
Sable Grossier SG > 0.5 mm						
Sable Fin SF > 6 µm						
Limons						
Débris végétaux? Racines? Litières? Bois?	L					
Végétation aquatique prélevée : oui/non	O					
Structure substrat (Posé, Enchassé, Intermédiaire, Cimenté, Collé, Tuilé)	P	P	T	T	P	P
Stabilité (Instab, Peu Stab, Stabl, Très Stab)	I	S	S	S	S	S
Sous-couche						
le + gros dominant	CG	CG	R	R	CF	CF
accessoires	CF	CF	R	R	GG	GG
Structure de sous-couche = Ouvert ou Fermé	O	O	F	F	O	O
Dépôt (épaisseur cm ou % ou oui/non) sable						
limon						
vase						
débris végétaux						
matière organique fine						
autre						
Colmatage (%) 0-25-50-75-90-100%	25	25	25	25	25	25
Végétation aquat:Algu, Bryophytes, Macrophyt	Algu	Algu	Bryo	Bryo		
1-10-50-90 %surface	20	10	60	60		
Développement bio (Nul,Mince, Epais, Très Epais)	M	M	E	E	M	M
Régularité de l'écoulement laminaire ou turbulent	L	L	L	L	L	L
Hauteur d'eau totale (cm)	H = 15	15	10	10	15	15
vitesse estimée (cm/s)	v = V++	V++	V++	V++	V+	V+

COURS D'EAU : Verdon

STATION : Baume aux Pigeons

DATE : 29/09/2014

régime hydrologique : Qr (3 m3/s)

mesure des vitesses avec : flowmate : non

Description des habitats des surbers

surber = S

surface de prélèvement =

intervenants : préleveur :

GPS

0.05 m²

CG

non

autre

PAGE /

Pratique oui/non	N	O	O	N	O	N
n° prélèvement :	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis
Heure de prélèvement	10:30	10:40	10:45	10:50	10:00	10:15
Situation géomorphologique (FACIES) (Tête, Milieu, Queue + Radier, Plat, Mouille...)	Radier Tête	Radier Tête	Chenal rapide Milieu	Chenal rapide Milieu	Chenal lent Queue	Chenal lent Queue
Situation dans le lit (CHEnal ou RiveDroite, RG et Rive de Dépôt ou d'Erosion)	RD	RG	RG	RG	RD	RG
Distance à la Rive Droite (m)	6	4	3	2	2	2
Distance à la Rive Gauche (m)	10	10	7	7	15	15
Largeur mouillée totale (m)	16	14	10	9	17	17
Substrat le + gros dominant	B	B	R	R	CG	CG
accessoires	CG	CG	D	D	CF	CF
substrats prélevés :	PF	PF			CG	CG
Rocher R > 1m						
Bloc B > 256 mm						
Pierre Grossière PG > 128 mm						
Pierre Fine PF > 64 mm						
Cailloux Grossier CG > 32 mm						
Caillou Fin CF > 16 mm						
Gravier Grossier GG > 8 mm						
Gravier Fin GF > 2 mm						
Sable Grossier SG > 0.5 mm						
Sable Fin SF > 6 µm						
Limon						
Débris végétaux? Racines? Litières? Bois?						
Végétation aquatique prélevée : oui/non	N	N	O	O	N	N
Structure substrat (Posé, Enchassé, Intermédiaire, Cimenté, Collé, Tuilé)	P	P	T	T	P	P
Stabilité (Instab, Peu Stab, Stabl, Très Stab)	S	S	S	S	S	S
Sous-couche le + gros dominant	CG	CG	D	D	CF	CF
accessoires	CF	CF			SG	SG
Structure de sous-couche = Ouvert ou Fermé	O	O	F	F	O	O
Dépôt (épaisseur cm ou % ou oui/non) sable						
limon						
vase						
débris végétaux						
matière organique fine						
autre						
Colmatage (%) 0-25-50-75-90-100%	0	0	0	0	0	0
Végétation aquat: Algu, Bryophytes, Macrophyt			Bryo	Bryo		
1-10-50-90 %surface			3	90		
Développement bio (Nul, Mince, Epais, Très Epais)	M	M	M	E	N	M
Régularité de l'écoulement laminaire ou turbulent	L	L	L	T	L	L
Hauteur d'eau totale (cm)	H = 30	30	10	15	20	30
vitesse estimée (cm/s)	v = V++	V++	V++	V++	0	0

Annexe 7 : Listes faunistiques

Campagne de début juillet (3 et 7 juillet 2014) :

Station 01 de la Salpêtrière

	Ordre	Famille	taxons	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis
Grand tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	1	4		1	54	22
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>	3	2		2	1	
		Perlidae	<i>Dinocras</i>	11	9	19	20	12	6
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	37	30			19	
		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	1	4	11	3		8
		Odontoceridae	<i>Odontocerum</i>		1				
		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	5			1		1
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>	15	15	4	1	10	3
		Caenidae	<i>Caenis</i>				1	14	8
		Ephemerellidae	<i>Ephemerella (=Seratella)</i>	4	7	7			15
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>					26	13
		Heptageniidae	<i>Heptagenia</i>		5				
		Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriella</i>	7	25			4	
	Coléoptères	Elmidae	<i>Oulimnius</i>						1
		Elmidae	<i>Esolus</i>	1				8	1
		Elmidae	<i>Elmis</i>	5	1	1		1	
		Elmidae	<i>Limnius</i>			1			
		Elmidae	<i>Riolus</i>		1	21	1		
	Diptères	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae			1			
		Chironomidae	Chironomidae	9	29	24	19	27	24
		Empididae	Empididae	1		5			3
		Limoniidae	Limoniidae			1			
		Simuliidae	Simuliidae	7	16	1	1	1	
Tabanidae		Tabanidae						1	
		Gammaridae	<i>Gammarus</i>	1	1			1	1
Gastéropodes	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>					2		
Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes			1		1	5	
petit tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	5	6	5			14
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>	4					
		Perlidae	<i>Dinocras</i>	2		8			1
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	36	35	1		5	
		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>			9	3		6
		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	1	2		1		
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>	12	11	1	7	1	4
		Caenidae	<i>Caenis</i>	2		1	1	3	2
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>					10	13
		Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriella</i>		1				
		Ephemerellidae	<i>Seratella</i>	1	2	4	1		2
	Coléoptères	Elmidae	<i>Elmis</i>			2	1		3
		Elmidae	<i>Esolus</i>	1		3		21	6
		Elmidae	<i>Limnius</i>			2	2	1	
		Elmidae	<i>Riolus</i>		1	48	11		
	Diptères	Chironomidae	Chironomidae	22	47	117	19	29	24
		Empididae	Empididae			1			
		Simuliidae	Simuliidae	10	57	1	1		
	Gastéropodes	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>				1		
	Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens	7		41	6	8	13
	Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes				1		9

Station 02 de la Baume aux Pigeons

	Ordre	Famille	taxons	H3	H3bis	H1	H1bis	H2	H2bis	
Grand tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	1	7	7	2			
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>			3	3		5	
		Perlidae	<i>Dinocras</i>			1	8	9	5	2
		Perlidae	<i>Perla</i>				1			
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>				16	25		
		Hydroptilidae	<i>Allotrichia</i>				1		1	
		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>		1	5	5			1
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>			6	4	1	2	
		Caenidae	<i>Caenis</i>		1	4	8			1
		Ephemereillidae	<i>Ephemerella (=Seratella)</i>						2	
		Heptageniidae				1				
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>		2	1	4			
		Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriella</i>				7	15		
	Coléoptères	Elmidae	<i>Esolus</i>		1	5	4			
		Elmidae	<i>Elmis</i>			7	6	1	1	
		Elmidae	<i>Limnius</i>			4	1			
		Elmidae	<i>Riolus</i>					2		
		Hydraenidae	<i>Hydraena</i>			1				
		Scirtidae				1				
	Diptères	Chironomidae	Chironomidae			1	4	4		
Empididae		Empididae				1	6			
Simuliidae		Simuliidae		1		1	4	2	1	
Crustacés	Gammaridae	<i>Gammarus</i>				2	1	1		
Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens				1	3			
Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes				1				
Petit tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	1	35	7	8			
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>			1	3	1	3	
		Perlidae	<i>Dinocras</i>				1	3		
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>			1	8	10	2	1
		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>					1	3	
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>				4	4	3	3
		Caenidae	<i>Caenis</i>		2	1	2			2
		Heptageniidae					2			
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>		1	3	2			
		Ephemereillidae	<i>Seratella</i>						2	
		Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriella</i>					1		
	Coléoptères	Elmidae	<i>Elmis</i>	1	1		3			
		Elmidae	<i>Esolus</i>	3	11	14	33	1	1	
		Elmidae	<i>Limnius</i>				1			
		Elmidae	<i>Riolus</i>				3	1		
	Diptères	Chironomidae	Chironomidae	2	3	3	6	2	5	
		Empididae	Empididae				1		1	
		Simuliidae	Simuliidae	1		5	2	8	1	
	Crustacés	Gammaridae	<i>Gammarus</i>		2			1		
	Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens		1	8	15	8	1	
Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes	1	1	1					

Campagne de fin juillet (24 juillet 2014) :

Station 01 de la Salpêtrière

	Ordre	Famille	taxons	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis
Grand tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	72	38		1	15	26
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>				9		1
		Perlidae	<i>Dinocras</i>	9	6	23	11	21	12
	Tichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	6	4		1	41	26
		Hydroptilidae	<i>Allotrichia</i>					1	
		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	1	1		4	5	8
		Rhyacophiliidae	<i>Rhyacophila</i>					2	
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>	4	2		13	63	45
		Caenidae	<i>Caenis</i>	8	4	5	1	5	15
		Ephemerellidae	<i>Ephemerella (=Seratella)</i>	3	4	6	1	2	6
		Heptageniidae			2			1	1
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	21	16			3	2
	Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriella</i>					3	3	
	Coléoptères	Elmidae	<i>Esolus</i>	18	5	3	2	5	1
		Elmidae	<i>Elmis</i>	1	1	3	9	8	
		Elmidae	<i>Limnius</i>					1	
		Elmidae	<i>Riolus</i>			10	5		1
	Diptères	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae		1			1	
		Chironomidae	Chironomidae	17	17	4	11	43	62
		Empididae	Empididae	12				7	9
		Limoniidae	Limoniidae						1
		Simuliidae	Simuliidae				5	21	5
	Crustacés	Gammaridae	<i>Gammarus</i>	3	3	5			1
Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens		4		3	2		
Gastéropodes	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>	2						
Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes	7	7	1	2			
Petit tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	12	9		1	5	9
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>				2		
		Perlidae	<i>Dinocras</i>			1	1		
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>					3	6
		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>			2	2	2	6
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>	3		1	16	14	26
		Caenidae	<i>Caenis</i>	9	2	2	1	4	3
		Heptageniidae		4	3			2	3
		Ephemerellidae	<i>Seratella</i>			1			
	Coléoptères	Elmidae	<i>Elmis</i>			4	4	8	9
		Elmidae	<i>Esolus</i>	24	8	4		2	3
		Elmidae	<i>Limnius</i>						
		Elmidae	<i>Riolus</i>			15	8	1	2
	Diptères	Chironomidae	Chironomidae	5	5	11	11	17	43
		Empididae	Empididae					3	1
		Limoniidae	Limoniidae						1
		Simuliidae	Simuliidae				5	6	4
		Psychodidae	Psychodidae			1			
	Crustacés	Gammaridae	<i>Gammarus</i>			3			
	Gastéropodes	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>	5					
	Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens	5	5	13	4	5	9
	Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes	1	2				

Station 02 de la Baume aux Pigeons

	Ordre	Famille	taxons	H3	H3bis	H1	H1bis	H2	H2bis	
Grand tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>		16	2	10			
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>				1	10	7	
		Perlidae				1				
		Perlidae	<i>Dinocras</i>			2	10	8		20
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>			2	6	11	1	
		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>				8		3	2
		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>					1		
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>			1	13	9	18	10
		Caenidae	<i>Caenis</i>			1	4	3		
		Ephemerellidae	<i>Ephemerella (=Seratella)</i>			1	2	2		1
		Heptageniidae					1			
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>		1	3	1	5		
		Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriella</i>					2		
	Coléoptères	Elmidae	<i>Esolus</i>			13	3	15		1
		Elmidae	<i>Elmis</i>				3	3	2	7
		Elmidae	<i>Limnius</i>			1				
		Hydraenidae	<i>Hydraena</i>							1
	Diptères	Chironomidae	Chironomidae		1	7	9	5	7	9
		Empididae	Empididae			1	2	4		
Limoniidae		Limoniidae				1	1			
Simuliidae		Simuliidae				1	8	11	6	
Crustacés	Gammaridae	<i>Gammarus</i>				1				
Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens			3	1	4	1		
Planaires	Dugesidae	<i>Dugesia</i>			1					
Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes			10		3			

	Ordre	Famille	taxons	H3	H3bis	H1	H1bis	H2	H2bis
Petit tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	3	6	6	7		1
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>				1	1	1
		Perlidae	<i>Dinocras</i>				2		3
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>		1	3	11		1
		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>			2		3	1
		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>					1	
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>			15	24	13	13
		Caenidae	<i>Caenis</i>		1	2	1		
		Heptageniidae			1		1		
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>			1			
		Ephemerellidae	<i>Seratella</i>			1			
	Coléoptères	Elmidae	<i>Elmis</i>				3	3	3
		Elmidae	<i>Esolus</i>	1	19	8	41	1	10
		Elmidae	<i>Limnius</i>				1		
		Elmidae	<i>Riolus</i>						1
	Diptères	Chironomidae	Chironomidae	1	2	9	12	2	10
		Empididae	Empididae			3	4		
		Simuliidae	Simuliidae	1		1	10	5	1
	Crustacés	Gammaridae	<i>Gammarus</i>			2			1
	Gastéropodes	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>				1		
	Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens	2		7	16	3	14
Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes		1		1			

Campagne d'août (21 août 2014) :

Station 01 de la Salpêtrière

	Ordre	Famille	taxons	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis	
Grand tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	6	4		1	36	6	
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>	4		2				
		Perlidae	<i>Dinocras</i>	8	5	7	24	5	1	
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	66	3					
		Hydroptilidae					3			
		Hydroptilidae	<i>Allotrichia</i>							
		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	7	13	5	5	6	8	
		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>			1			1	
	Ephéméroptères	Sericostomatidae							1	
		Baetidae	<i>Baetis</i>	80	32	21	31		3	
		Caenidae	<i>Caenis</i>	2	7			5	2	
		Ephemerellidae	<i>Ephemerella (=Seratella)</i>	1						
		Heptageniidae		3	2				1	
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	2	2			14	2	
	Coléoptères	Oligoneuriidae	<i>Oligoneuriella</i>	3	2					
		Dryopidae	<i>Pomatinus</i>					1		
		Elmidae	<i>Esolus</i>		1			5	6	
		Elmidae	<i>Elmis</i>	1		16	11			
	Diptères	Elmidae	<i>Riolus</i>			11	27		1	
		Chironomidae	Chironomidae	65	15	2	5	22	11	
		Empididae	Empididae	3	2		4		1	
		Limoniidae	Limoniidae						1	
		Simuliidae	Simuliidae	8		1				
	Crustacés	Gammaridae	<i>Gammarus</i>	1	1			1		
	Hydracariens	Hydracariens		1						
	Gastéropodes	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>					8		
	Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes		1	1	2	4	8	
Petit tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	1			4	1	1	
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>			2				
		Perlidae	<i>Dinocras</i>			5	18			
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	25	3	4	3			
		Hydroptilidae					6	1		
		Hydroptilidae	<i>Allotrichia</i>				2			
		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	3	5	4	4	2	2	
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>	29	5	76	40	1	1	
		Caenidae	<i>Caenis</i>	2	1	4	1			
		Heptageniidae		7	8			2	4	
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>		2				1	
	Coléoptères	Dryopidae	<i>Pomatinus</i>				4			
		Elmidae	<i>Elmis</i>	11	9	8	20		2	
		Elmidae	<i>Esolus</i>			14	12	3		
		Elmidae	<i>Riolus</i>		1	22	34			
		Hydraenidae	<i>Hydraena</i>				1			
	Diptères	Chironomidae	Chironomidae	29	17	36	49	8	7	
		Empididae	Empididae					1		
		Limoniidae	Limoniidae				3			
		Simuliidae	Simuliidae	2	1	2				
		Psychodidae	Psychodidae				1			
	Gastéropodes	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>					11		
	Hydracariens	Hydracariens		1		3	22	2	1	
	Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes			2	8	1	1	

Station 02 de la Baume aux Pigeons

Ordre	Famille	taxons	H3	H3bis	H1	H1bis	H2	H2bis	
Grand tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	8	12	1			
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>					1	
		Perlidae	<i>Dinocras</i>		4	1	1		9
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>		8		3		
		Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>		4	2			5
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>		4	10	8	24	54
		Caenidae	<i>Caenis</i>		7				
		Ephemerellidae	<i>Ephemerella (=Seratella)</i>		1				
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>		6	1			
	Coléoptères	Elmidae	<i>Esolus</i>		4			1	
		Elmidae	<i>Elmis</i>		3				6
		Elmidae	<i>Limnius</i>						1
		Elmidae	<i>Riolus</i>						4
	Diptères	Chironomidae	Chironomidae		3	3		1	1
		Empididae	Empididae		1				
		Limoniidae	Limoniidae			1			
		Simuliidae	Simuliidae			1	1		2
Crustacés	Gammaridae	<i>Gammarus</i>						1	
Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes		12	2	3			
Petit tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	1	7	1			
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>					1	
	Trichoptères	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>		1	4		1	4
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>	1	2	3	5	5	30
		Caenidae	<i>Caenis</i>	1	3				
		Heptageniidae			5		1		
	Coléoptères	Elmidae	<i>Elmis</i>		4				3
		Elmidae	<i>Esolus</i>	2	3	5	4	1	4
		Elmidae	<i>Riolus</i>		1				
	Diptères	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae		1				
		Chironomidae	Chironomidae		5	2	1	1	
		Simuliidae	Simuliidae						1
	Gastéropodes	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>		3				
Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens		1	2			1	
Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes		1	1	3	1		

Campagne de septembre (29 septembre 2014) :

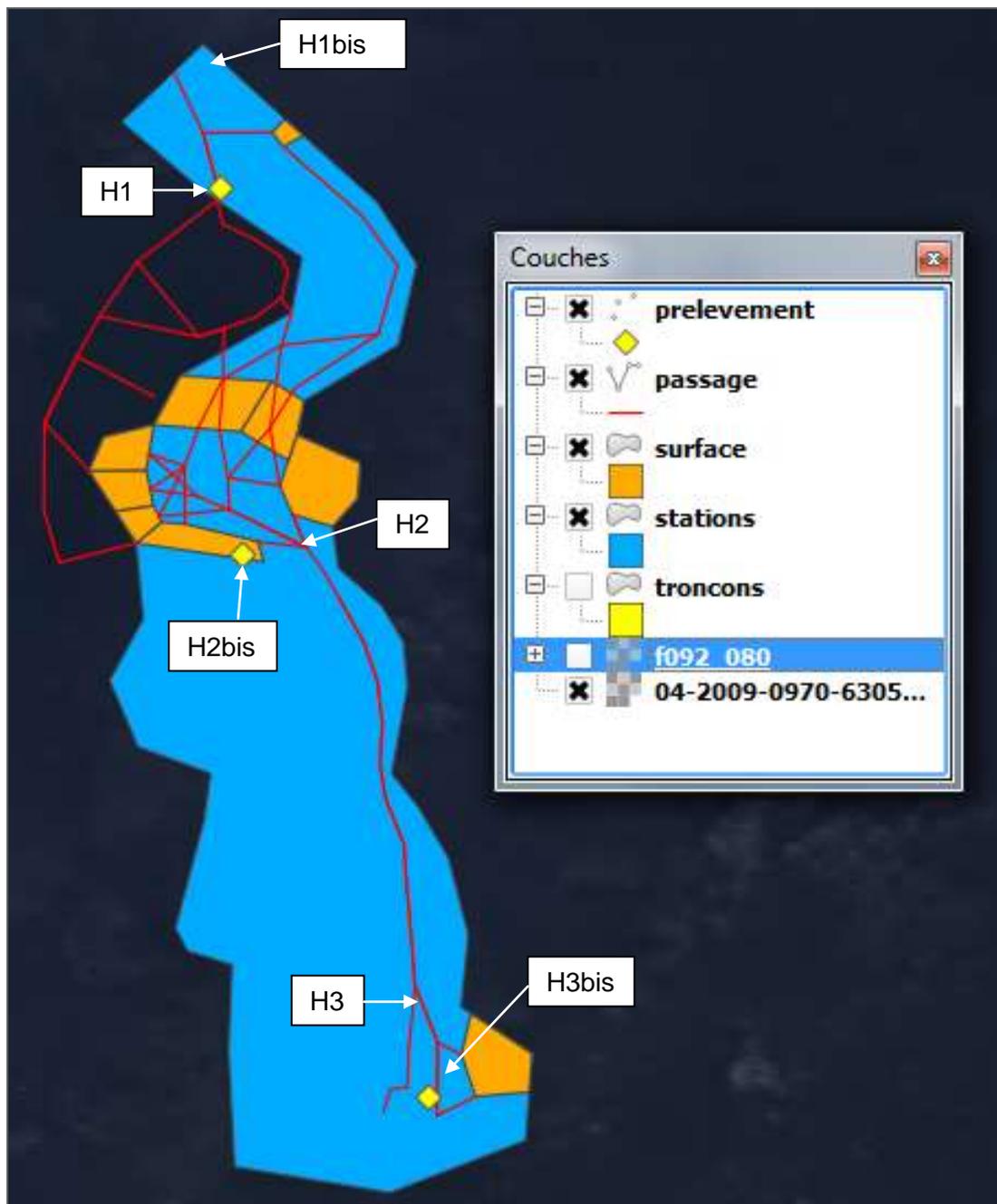
Station 01 de la Salpêtrière

	Ordre	Famille	taxons	H1	H1bis	H2	H2bis	H3	H3bis	
Grand tamis	Plécoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>					1		
		Nemouridae	<i>Protonemura</i>			1				
		Perlidae	<i>Dinocras</i>	14	4	62	109	2		
	Tichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	12	3	20	11	3		
		Odontoceridae	<i>Odontocerum</i>	1						
		Rhyacophiliidae	<i>Rhyacophila</i>			1				
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>	2	3	8	5			
		Heptageniidae		2	2			2	1	
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	1	5			1	1	
	Coléoptères	Dryopidae	<i>Pomatinus</i>			1	1			
		Elmidae	<i>Esolus</i>	1		7	2			
		Elmidae	<i>Elmis</i>	1		4	5			
		Elmidae	<i>Limnius</i>	1			1			
		Elmidae	<i>Riolus</i>			11	23			
		Gyrinidae					1			
	Diptères	Chironomidae	Chironomidae			2	4			
	Crustacés	Gammaridae	<i>Gammarus</i>			1	6	1		
	Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes	1		1	3			
	Petit tamis	Plécoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	2					
			Nemouridae	<i>Protonemura</i>					2	
Perlidae			<i>Dinocras</i>			3	12			
Trichoptères		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	3	1	7	1			
		Hydroptilidae	<i>Allotrichia</i>			1	1			
Ephéméroptères		Baetidae	<i>Baetis</i>	1	1	3	1			
		Caenidae	<i>Caenis</i>	1		11	33			
		Heptageniidae		5	6			8		
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>			9				
		Heptageniidae	<i>Epeorus</i>		1					
Coléoptères		Elmidae	<i>Elmis</i>			8	15			
		Elmidae	<i>Esolus</i>		1	18	12			
		Elmidae	<i>Limnius</i>				2			
		Elmidae	<i>Riolus</i>			13	10			
		Gyrinidae		1						
Diptères		Chironomidae	Chironomidae		1	10	8			
		Simuliidae	Simuliidae			1				
Crustacés		Gammaridae	<i>Gammarus</i>	1						
Gastéropodes		Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>				4	1		
Hydracariens		Hydracariens	Hydracariens			7	4			
Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes	2	1		3				

Station 02 de la Baume aux Pigeons

	Ordre	Famille	taxons	H3	H3bis	H1	H1bis	H2	H2bis
Grand tamis	Pléocoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	1	1				
		Perlidae	<i>Dinocras</i>		1	1	2		
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>		2	1	2		
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>				2		
		Caenidae	<i>Caenis</i>		1				
		Heptageniidae		1	1				
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	1	3				
		Heptageniidae	<i>Epeorus</i>				1		
	Diptères	Heptageniidae	<i>Rhitrogena</i>		1		2		
		Anthomyiidae	Anthomyiidae				1		
	Oligochètes	Simuliidae	Simuliidae				5		
		Oligochètes	Oligochètes		13		1		
Petit tamis	Pléocoptères	Perlidae							4
		Perlidae	<i>Dinocras</i>						1
	Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>		2	1			1
		Rhyacophiliidae	<i>Rhyacophila</i>					1	
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i>		2	1	1	1	3
		Caenidae	<i>Caenis</i>		1				11
		Heptageniidae			4				
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>		1	1			
		Heptageniidae	<i>Rhitrogena</i>			1	1		
	Coléoptères	Elmidae	<i>Elmis</i>			2	4		4
		Elmidae	<i>Esolus</i>			1		1	15
		Elmidae	<i>Riolus</i>						2
	Diptères	Chironomidae	Chironomidae			3			1
		Simuliidae	Simuliidae				3	1	
	Gastéropodes	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>	1					1
	Hydracariens	Hydracariens	Hydracariens						6
	Oligochètes	Oligochètes	Oligochètes			7			

**Annexe 8 : Profils de cheminement identifiés sur la station 02 Baume aux Pigeons
H1, H1bis, H2, H2bis, H3, H3bis = Habitats prélevés**



Profil 1



Profil 2



Profil 3



Profil 4



Profil 5



Profil 6



Profil 7



Profil 8



Exemples de comportement annexe (partie jaune)



Maison Régionale de l'Eau



83670 Barjols