



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

**Synthèse et bilan de trois années de suivi
2014 à 2016**



Avril 2017



**Action n°9 du Plan national
d'actions Apron**

Relecteur et membres du comité technique :

Gaït Archambaud – IRSTEA Aix-en-Provence,

Jean-Pierre Mounet – Université Joseph Fournier de Grenoble

Alain Thierry – IMBE Avignon

Remerciements à Vincent Dubut et Rémi Chappaz de l'IMBE de Marseille pour leur appui scientifique et aux membres du comité de pilotage dont la liste des membres est disponible en **annexe 1**.

Sommaire

Le contexte de l'étude	4
Le contexte « Moyen Verdon »	5
Le contexte environnemental et réglementaire	6
Quelles ont été les méthodes utilisées ?	7
Des objectifs et des limites	12
Quelles ont été les conditions climatiques entre 2014 et 2016 ?	14
Quelles ont été les conditions hydrologiques ?	16
Les dynamiques du cours d'eau et des stations	18
Quelles pratiques et à quel niveau ?	22
Quels sont les niveaux de densité et de richesse de la faune du Verdon ?	25
Quels sont les habitats les plus accueillants pour les invertébrés aquatiques et quels sont les habitats suivis au cours de l'étude ?	28
Comment s'exprime l'impact du piétinement sur les invertébrés des stations étudiées ?	30
Quels sont les habitats les plus sensibles ou comment s'exprime l'impact du piétinement sur les habitats des stations étudiées ?	32
L'impact porte-il atteinte à la qualité biologique du cours d'eau ?	36
Comment évolue l'impact au cours des saisons touristiques 2014 à 2016 ?	38
La biodiversité du cours d'eau est-elle en péril ?	39
Quels éléments pour améliorer la gestion du moyen Verdon et du couloir Samson ?	40
Quels indicateurs de suivi sur le moyen et long terme ?	43
Annexe 1 : Membres du comité de pilotage de l'étude d'impact du piétinement humain sur la rivière (2014-2016)	48
Annexe 2 : Arrêté préfectoral relatif à la pratique de l'activité de randonnée aquatique au Couloir Samson dans le Verdon	53
Annexe 3 : Matériels et méthodes employés	56
Annexe 4 : Fiches de présentation des stations et synthèse des éléments acquis en 2014 sur la morphologie	64

Table des illustrations

Figure 1 : Les Grandes Gorges vue du Belvédère de Trescaïre en juillet 2014.	4
Figure 2 : Localisation du secteur concerné.....	5
Figure 3 : Localisation de la zone d'étude.....	7
Figure 4 : Localisation des stations d'études (en rouge) et secteur très fréquenté par la randonnée aquatique (en encadré noir)	10
Figure 5 : Enregistrement des températures moyennes annuelles sur la station météorologique de Digne-les-Bains (2013 à 2016) (www.infoclimat.fr)	14
Figure 6 : Occurrence de chaleur sur la station météorologique de Digne-les-Bains (2013 à 2016) (www.infoclimat.fr)	14
Figure 7 : Enregistrement des températures moyennes mensuelles sur la station météorologique de Digne-les-Bains et pour l'année 2016 (www.infoclimat.fr)	15
Figure 8 : Enregistrement des températures moyennes mensuelles sur la station météorologique de Digne-les-Bains et pour l'année 2016 (www.infoclimat.fr)	15
Figure 9 : Chronique des restitutions (m ³ /s) de l'usine hydroélectrique de Chaudanne (source EDF) de janvier 2014 à octobre 2016.....	16
Figure 10 : Chronique des restitutions (m ³ /s) de l'usine hydroélectrique de Chaudanne (source EDF) de janvier 2014 à octobre 2016.....	17
Figure 11 : Principales caractéristiques de l'hydroécocoréion de rang 1 des Préalpes du Sud (Cémagref, 2001)	18
Figure 12 : Schéma simplifié du fonctionnement physique des rivières (Baran et Leroyer-Gravet, 2007 in Accompagner la politique de restauration des cours d'eau, Editions Eau et Connaissance, Agence de l'Eau, 2016)	18
Figure 13 : Evolution des pressions (proxy du débit) et températures de l'eau enregistrées sur les deux stations au mois de juillet 2015 (les valeurs brutes de pression diffèrent car la profondeur de pose est différente entre les deux stations)	19
Figure 14 : Relation pressions (proxy du débit) et températures de l'eau sur la station témoin de la Salpêtrière (août 2015 à août 2016).....	20
Figure 15 : Exemple des cartographies des faciès d'écoulement produite dans le rapport de l'année 1, été 2014 et dans le secteur pratiqué par la randonnée aquatique.....	21
Figure 16 : Répartition des champs de vitesse sur la station 01 témoin Salpêtrière	21
Figure 17 : Répartition des champs de vitesse sur la station 02 Baume aux Pigeons	21
Figure 18 : Quelques exemples d'actions menées dans le couloir Samson et par l'activité de randonnée aquatique (extrait du rapport de l'année 1, 2014).....	24
Figure 19 : Cycle biologique des insectes aquatiques et à gauche, Ecdyonurus adulte	25
Figure 20 : Evolution des densités en invertébrés aquatiques sur tous les IBGN réalisés dans le Moyen Verdon et sur le Baou de 2004 à 2014.....	26
Figure 21 : Evolution de la densité de quelques taxons d'amont en aval entre la station 01 témoin de la Salpêtrière (S), la station 02 de la Baume aux Pigeons (B) (données MRE, 2015) et l'Estéllié (E) (données IRSTEA, 2015)	27
Figure 22 : Evolution amont – aval des densités totales en invertébrés sur la Moyen Verdon (Galvin, 1989) (I = Castellane ; II = Pont de Taloire ; III = Pont de Soleils ; IV = Pont de Carajuan ; V = couloir Samson ; VI = Baou ; VII = Jabron).....	27
Figure 23 : Représentativité des habitats sur la station 01 Salpêtrière (proportions en surface de recouvrement approchée par cartographie)	28
Figure 24 : Représentativité des habitats sur la station 02 Baume aux Pigeons (proportions en surface de recouvrement approchée par cartographie)	28
Figure 25 : Densités en invertébrés relevées sur chaque station pour toutes les campagnes de suivi des habitats (6 prélèvements par stations et par campagnes)	30
Figure 26 : Richesse moyenne observée sur chaque station pour toutes les campagnes de suivi des habitats (6 prélèvements par station et par campagnes)	31
Figure 27 : Densité moyenne par habitats (pondérée par le nombre de prélèvement total réalisés en mai 2015 et 2016).....	32
Figure 28 : Richesse moyenne par habitats (pondéré par le nombre de prélèvement total réalisés en mai 2015 et 2016).....	32
Figure 29 : Densités en invertébrés relevées par habitats lors de la campagne du 29 sept. 2014	34
Figure 30 : Exemple d'une fiche de prélèvement IBG DCE (station 01 Salpêtrière, mai 2016)	37
Figure 31 : Densités par habitats, campagne du 26 mai 2016 avant saison touristique.....	38

LE CONTEXTE DE L'ETUDE

Le développement des activités de sports et loisirs aquatiques sur le territoire du Moyen Verdon, lors des dernières décennies, pose la question du maintien de l'équilibre de cette rivière aménagée et de son environnement proche. De nombreuses activités estivales sont pratiquées sur un territoire qui a toujours été très attractif, notamment pour son paysage : canyonisme, randonnée aquatique, randonnée pédestre, baignade, pêche, sorties naturalistes, nage en eau vive...

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 sous maîtrise d'ouvrage du Parc Naturel Régional du Verdon, objet du présent rapport. L'action SC14 du document d'objectifs du site Natura 2000 « Grand canyon du Verdon et plateau de La Palud » « *Etude d'impact du piétinement sur la population d'Apron* » est aussi jugée comme prioritaire.

En parallèle, le Parc a mis en place plusieurs actions de gestion et de réglementation nécessaires à une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux et à une meilleure organisation de la fréquentation sur les secteurs sensibles de la rivière.

Le présent rapport synthétise trois années de mesures et de suivi sur la rivière et sur sa faune (saison 2014 à 2016). Il propose d'observer l'effet du piétinement sur les habitats du fond du cours d'eau et la faune qui y vit, s'y reproduit et s'y alimente. L'objectif est aussi d'identifier la sensibilité de ses habitats. Les espèces plus spécifiquement étudiées sont les invertébrés aquatiques (dont une majorité composée par des larves d'insectes).

Au cours de ce rapport de synthèse, il sera souvent fait mention des trois rapports plus détaillés concernant les méthodes et résultats des années 2014, 2015 et 2016.

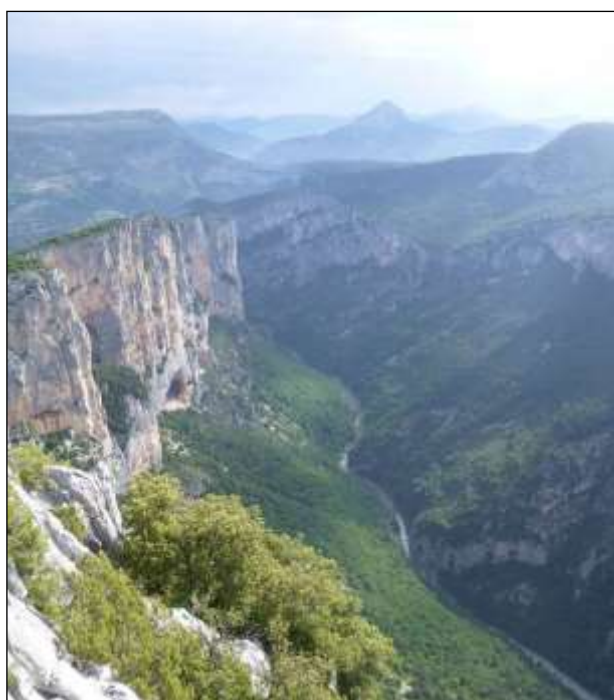


Figure 1 : Les Grandes Gorges vue du Belvédère de Trescaire en juillet 2014.

LE CONTEXTE « MOYEN VERDON »

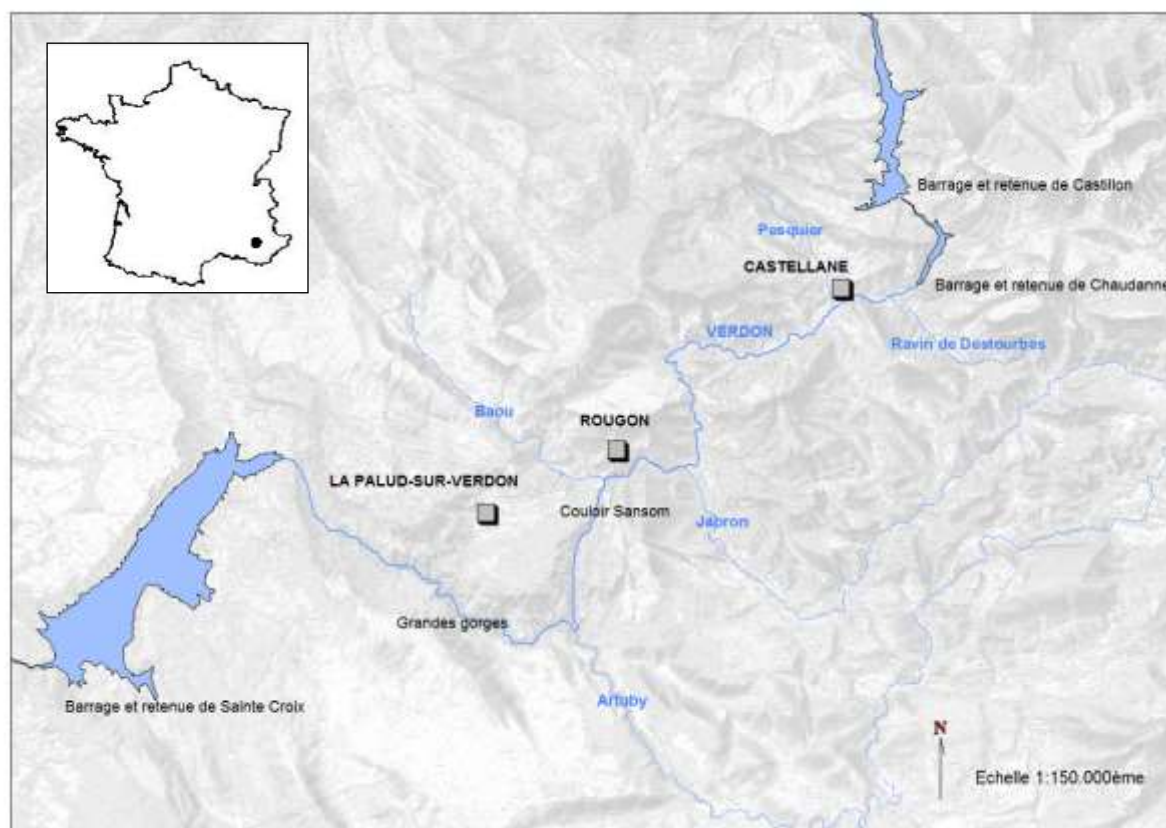


Figure 2 : Localisation du secteur concerné

La zone du Moyen Verdon s'étend du barrage de Chaudanne, en amont, jusqu'à la retenue de Sainte Croix, en aval.

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) : Castillon, Chaudanne, Sainte-Croix, Quinson et Gréoux-les-Bains. Le régime hydrologique du Moyen Verdon 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 ou **restitutions 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.

Les loisirs aquatiques et le tourisme ont pris un essor important ces dernières années notamment dans le Moyen Verdon où le climat méditerranéen apporte, en été, des températures relativement clémentes et où la qualité de l'eau et des paysages est exceptionnelle.

LE CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET REGLEMENTAIRE

- ✓ 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 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 comme le Chabot ou le Blageon. Le site porte aussi la seule population d'Apron du Rhône du Verdon.
- ✓ Le Plan national d'actions sur l'Apron du Rhône (PNA), validé le 15 septembre 2011, a, parmi ces objectifs, d'étudier les impacts potentiels des usages anthropiques sur ce poisson en danger critique d'extinction et notamment les impacts potentiels des activités touristiques aquatiques (action n°9). L'action SC14 du DOCOB « Etude d'impact du piétinement sur la population d'Apron » est aussi jugée comme prioritaire (FR9301616 « Grand Canyon du Verdon – Plateau de la Palud ») pour préserver ce poisson d'intérêt communautaire.
- ✓ Les Grandes Gorges sont classées en arrêté de protection de biotope (APPB) pour l'Apron du Rhône depuis le 15 avril 2013. L'objectif de cet arrêté étant de limiter le piétinement du biotope de l'Apron en réglementant les activités d'eau vive.
- ✓ L'arrêté préfectoral n°2013-1807 réglemente l'activité de randonnée aquatique dans le couloir Samson et sur le Verdon (**annexe 2**).
- ✓ La Directive Cadre Européenne sur l'Eau du 23 octobre 2000 fixe des objectifs d'atteinte du bon état écologique et chimique des eaux superficielles et souterraines. Le Moyen Verdon est constitué de deux masses d'eau. La masse d'eau amont (Verdon du barrage de Chaudanne au Jabron, FRDR259) est considérée comme fortement modifiée (hydrologie, continuité) et en potentiel écologique moyen (état des lieux du SDAGE 2016). La masse d'eau aval (Verdon du Jabron à la retenue de Sainte Croix, FRDR256) est naturelle et considérée en bon état écologique et chimique, de même que les affluents du Moyen Verdon.
- ✓ 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.

QUELLES ONT ETE LES METHODES UTILISEES ?

L'étude s'est focalisée sur un secteur très attractif et particulièrement fréquenté en été : le couloir Samson. Il 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 :

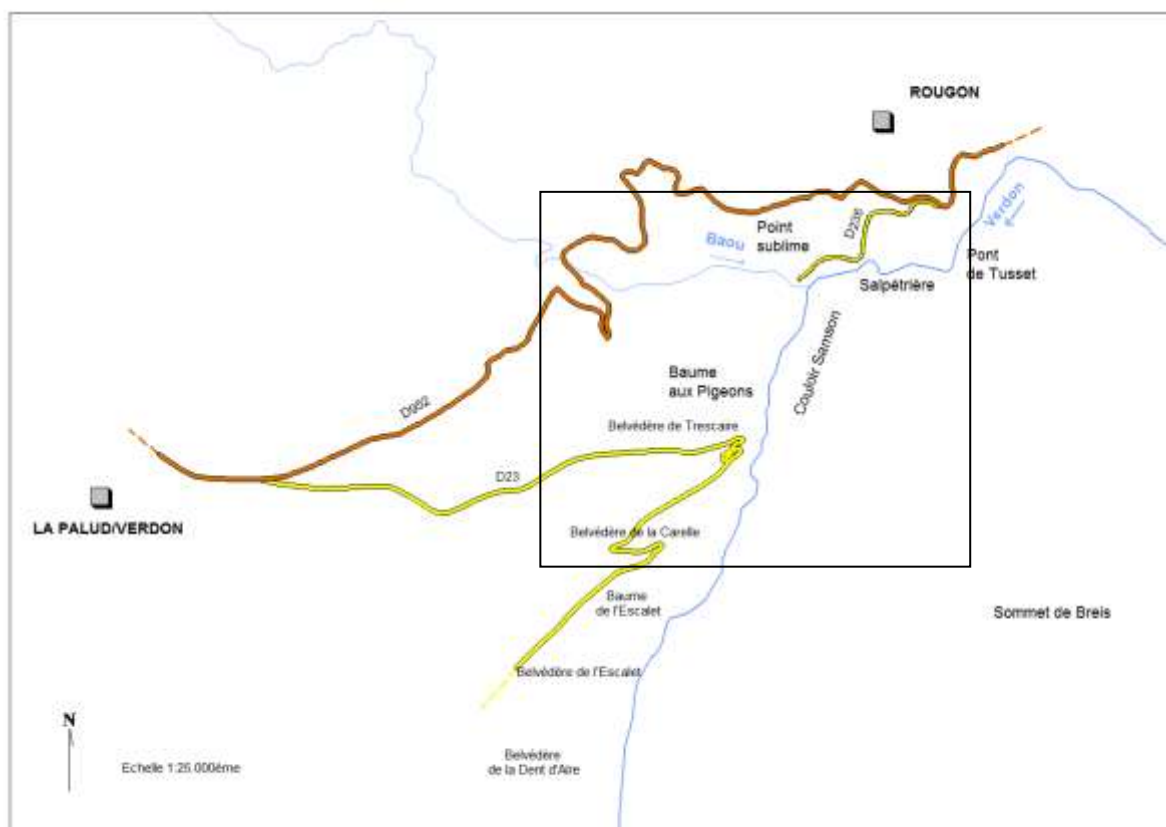


Figure 3 : Localisation de la zone d'étude

Le secteur d'étude comprend la rivière Verdon et ses abords, un de ses affluents, le Baou, qui conflue au lieu-dit point sublime et les milieux annexes associés : sources karstiques et ruisselets.

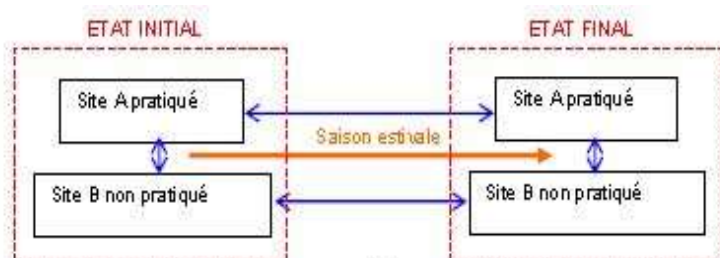
Les matériels et méthodes utilisés sont détaillés dans l'**annexe 3**.

Afin d'aborder l'impact du piétinement, nous nous sommes volontairement focalisés sur la **randonnée aquatique** pour plusieurs raisons :

- Des **fréquences de passages répétés et élevées** notamment aux mois de juillet et août croisant plusieurs types d'habitats représentatifs du Moyen Verdon.
- Un **cheminement connu et unique**, recommandé en début de saison à tous les guides de randonnée aquatique lors d'une journée de sensibilisation et de formation. Il est en grande majorité suivi (à presque 70 % environ d'après Meilleurat, 2014) et prend un caractère obligatoire dans un arrêté préfectoral, de même que le nombre de personnes par groupe et la cadence entre groupes.
- Des secteurs **sans autres usages** ou passages dans l'eau. Sur la zone étudiée, l'activité pêche est sporadique car les sites sont très difficiles d'accès. La baignade est localisée à quelques secteurs accessibles à pied (entrée et sortie de la randonnée aquatique, confluence Baou - Verdon). Les accès au cours d'eau, dans le cadre des opérations liées à cette étude, ont été réalisés en corde ou directement dans l'eau et ont nécessité des conventions d'intervention établies auprès d'EDF ou parfois une indisponibilité de l'usine hydroélectrique de Chaudanne.

Malgré ces choix délibérés, il s'agit bien d'évaluer les effets du piétinement sur l'écosystème de la rivière, les effets étant identiques quel que soit l'utilisateur : baigneur, promeneur, pêcheur, pratiquant d'un sport d'eau vive où la marche dans l'eau est fréquente ou ponctuelle, et également personnes ayant réalisé cette étude.

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 et recommandé à tous les guides encadrant la randonnée aquatique.



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



Au cours de cette étude, plusieurs types de travaux ont été réalisés et portent :

- Sur la morphologie du cours d'eau et les habitats de la rivière (faciès d'écoulement, habitats aquatiques, granulométrie des fonds, flore aquatique, vitesses d'écoulement...),
- Sur les invertébrés aquatiques qui vivent pour la plupart au fond du cours d'eau. Ils représentent une part très importante de la faune et sont souvent utilisés comme indicateur de dysfonctionnement.
- Sur certains paramètres physiques comme la température de l'eau, les débits, les crues et les restitutions de l'usine hydroélectrique de Chaudanne.
- Sur le niveau et la nature du piétinement humain et l'identification des habitats les plus vulnérables, leur typologie (fragiles ou vulnérables, peu vulnérables, non vulnérables).

La plupart des travaux ont porté sur deux stations d'étude :

- ✓ La première se situe au lieu-dit Salpêtrière situé entre le pont de Tusset et la confluence du Baou. Elle est codée **Station 01 Salpêtrière et sert de station témoin.**
- ✓ 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 et présente une morphologie et des faciès d'écoulement assez semblables à la station témoin. Elle est codée **Station 02 Baume aux Pigeons.**

Une fiche descriptive par station est consultable en **annexe 4**.

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 susceptibles d'être piétinés et morphologie (granulométrie, faciès d'écoulement, profondeurs) permettant une comparaison ;
- Accès permettant une bonne observation de la fréquentation et des comportements ;
- Aucun autre élément extérieur type affluents, rejets, seuils, berge modifiée etc... susceptible de biaiser les résultats sur l'une des deux stations.

Les raisons du choix des sites et des stations sont développées dans le rapport de l'année 1 (2014).

Les stations sont localisées sur la carte suivante (contours en rouge sur la carte) :

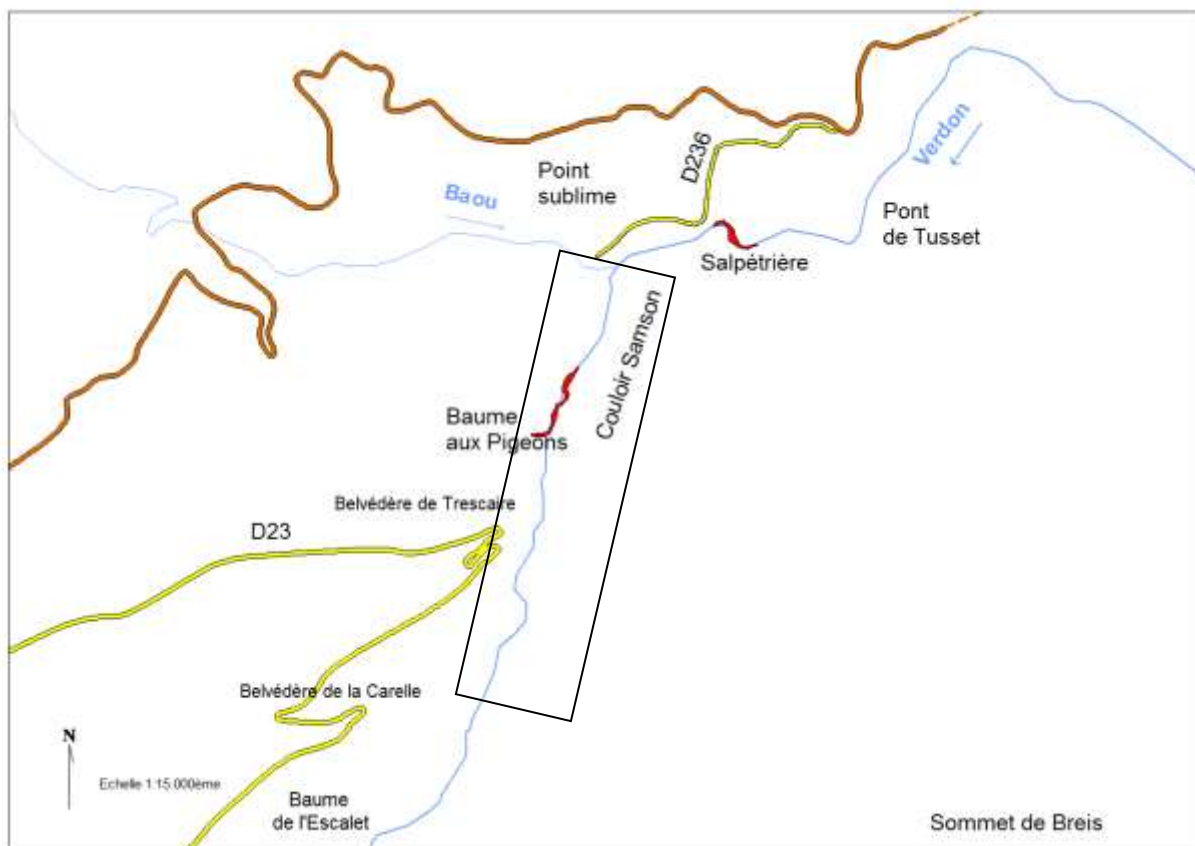


Figure 4 : Localisation des stations d'études (en rouge) et secteur très fréquenté par la randonnée aquatique (en encadré noir)

Les descriptions morphologiques ont été portées à l'échelle du tronçon pratiqué pour la randonnée aquatique, soit de la confluence du Baou jusqu'au belvédère de la Carelle (1,2 km) et au-delà jusqu'à la Baume de l'Escalet (2,4 km) soit 3% de la totalité du linéaire du Moyen Verdon.



Filet de type surber pour le prélèvement des invertébrés benthiques. Le filet est placé face au courant et le fond est « gratté » à l'intérieur d'un cadre de surface 1/20^{ème} de mètre carré. La faune est capturée par dérive dans le filet.

► **Récapitulatif des campagnes réalisées**

Année 1 :

Dates	Objectifs	Jours de la semaine
3 au 7 juillet 2014	Suivi des habitats (début de saison)	Jeudi et lundi
22 juillet 2014	Suivi des habitats (milieu de saison)	Mardi
21 août 2014	Suivi des habitats (forte fréquentation potentielle)	Jeudi
29 septembre 2014	Suivi des habitats Fin de saison	Lundi

Année 2 :

Dates	Objectifs	Jours de la semaine
26 mai 2015	Evaluation de la qualité biologique	Mardi
20 juillet 2015	Suivi des habitats (milieu de saison)	Lundi
24 août 2015	Suivi des habitats (fin de saison)	Lundi

Année 3 :

Dates	Objectifs	Jours de la semaine
26 mai 2016	Evaluation de l'état biologique Suivi des habitats	Jeudi
23 et 24 juin 2016	Inventaire qualitatif Pose de pièges lumineux	Jeudi et vendredi
28 et 29 juillet 2016	Inventaire qualitatif Pose de pièges lumineux	Jeudi et vendredi
24 et 25 août 2016	Inventaire qualitatif Pose de pièges lumineux	Jeudi et vendredi

DES OBJECTIFS ET DES LIMITES

Les objectifs de cette étude sont multiples :

- ✓ Mieux caractériser et détecter les effets du piétinement humain sur la rivière (compartiment d'étude choisi : les invertébrés aquatiques).
- ✓ Evaluer la sensibilité des habitats aquatiques et les hiérarchiser.
- ✓ Proposer et définir des indicateurs de suivi de l'état de conservation des habitats et des invertébrés aquatiques sur le long terme.
- ✓ Evaluer des seuils de fréquentation humaine sur le Couloir Samson (autres études menées par le PNRV et corrélées aux données biologiques recueillies dans le cadre de cette étude : Meilleurat 2014 et Coelho 2016).
- ✓ Apporter des éléments pour améliorer la gestion du Couloir Samson.

Malgré de très bonnes conditions climatiques et hydrologiques lors des trois années de suivi, nous devons toutefois signaler quelques limites et difficultés :

- Les débits du Verdon sont très variables. Le débit réservé est modulé durant l'année (en été, le débit réservé passe de 3 à 1,5 m³.s⁻¹). Les restitutions sont fonction des besoins pour la production hydroélectrique et atteignent, durant l'année, entre 13 et 50 m³.s⁻¹. En été, les restitutions s'effectuent généralement les mardis et vendredis, par convention entre EDF et les professionnels de l'activité raft afin de leur permettre de naviguer ces 2 jours par semaine. Ces restitutions atteignent entre 10 et 15 m³.s⁻¹ soit environ 9 fois plus que le débit réservé. L'accès au cours d'eau à pied par l'expérimentateur est impossible pendant les restitutions.
- Plusieurs phases de travaux sur les barrages EDF nécessitant des restitutions n'ont pas permis de prolonger le suivi après la saison estivale et en particulier aux mois de septembre 2014, 2015 et 2016.
- Le nombre de prélèvements réalisés est imposé par le cahier des charges de l'étude soit initialement 12 prélèvements par campagne et par station en début et en fin de saison touristique. Afin d'identifier d'éventuelles évolutions au cours de l'été, il a été décidé de réduire le nombre de prélèvements mais d'augmenter le nombre de campagnes.
- La fréquentation de la station témoin a augmenté au cours de l'étude, sans que l'on puisse la mesurer. La mise en place de l'arrêté préfectoral réglementant la randonnée aquatique sur le Couloir Samson a été effective en 2014 soit lors de la première année de suivi. L'activité s'est alors reportée sur des secteurs non soumis à l'arrêté préfectoral, en amont et en aval.

- Les incidences sont essentiellement évaluées sur le compartiment des invertébrés aquatiques et sur le tronçon étudié et plus spécifiquement sur deux stations d'étude. Les incidences écologiques à plus large échelle ou sur d'autres compartiments biologiques (poissons, batraciens, chauves-souris...) nécessiteraient plus de moyens et d'investigations.
- Les niveaux de fréquentation et ses évolutions au cours de la saison restent encore trop imprécis malgré les comptages réalisés en 2014. Les dynamiques d'évolution des activités (nombre de compagnies qui exploitent le tronçon, nombre de sorties par mois, provenance des compagnies, évolutions depuis les 10 dernières années...) ne sont que partiellement évaluées (Coelho 2016).
- Les conclusions de cette étude ne peuvent être qu'en partie extrapolées. L'impact du piétinement s'exprime à peu près de la même manière sur les invertébrés aquatiques d'autres cours d'eau mais le niveau d'impact dépend de plusieurs facteurs : type de cours d'eau, largeur, régime hydrologique, fréquentation, type de pratique, habitats recensés, etc...

QUELLES ONT ETE LES CONDITIONS CLIMATIQUES ENTRE 2014 ET 2016 ?

Tous les graphiques sont issus du site www.infoclimat.fr et des enregistrements réalisés sur la station la plus proche du secteur d'étude, située à Digne-les-Bains (04).

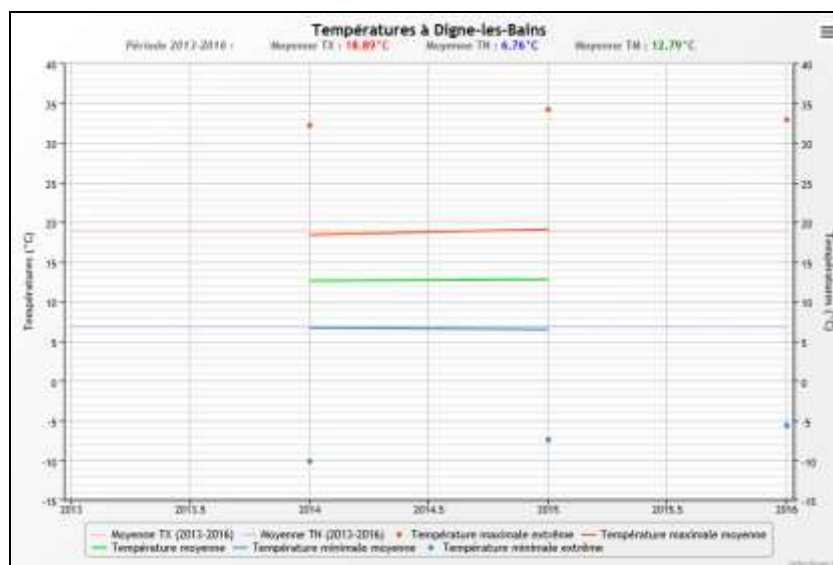


Figure 5 : Enregistrement des températures moyennes annuelles sur la station météorologique de Digne-les-Bains (2013 à 2016) (www.infoclimat.fr)

La température moyenne maximale augmente très légèrement entre 2014 et 2015 à cause d'un été relativement chaud. L'été 2014 a été plutôt tempéré avec un hiver doux. L'été 2015 a été plus chaud mais l'hiver plus froid. C'est donc et surtout l'occurrence de chaleur qui a tendance à augmenter au cours des trois années du suivi (nombre de jours où la température était > 20°C, >25°C et > 30°C (cf. figure 6).

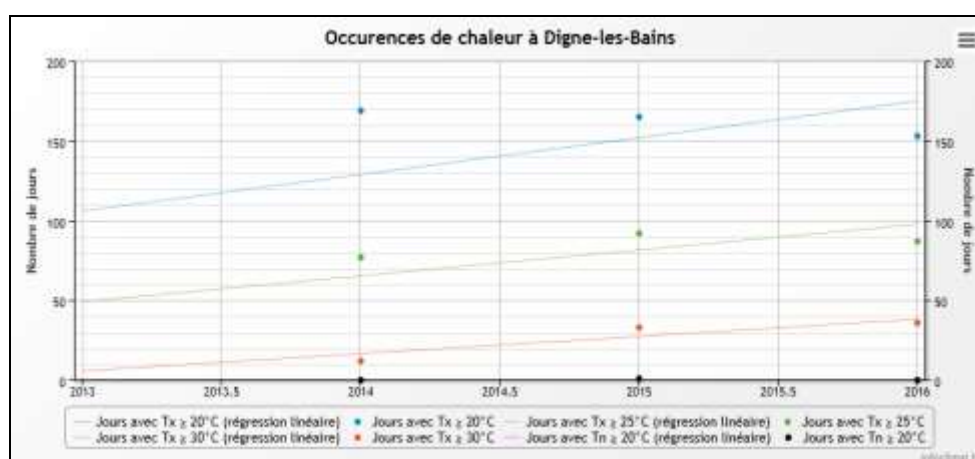


Figure 6 : Occurrence de chaleur sur la station météorologique de Digne-les-Bains (2013 à 2016) (www.infoclimat.fr)

L'analyse mois par mois de la température peut renseigner sur la fréquentation humaine de la rivière et notamment de la randonnée aquatique (cf. figure 7). Les températures du mois de juin 2016 étaient presque au niveau de celles des mois de juillet et août de la même année et les restitutions étaient relativement modérées avant juillet-août 2016 (cf. figures 9 et 10). Aussi en 2016, la randonnée aquatique a probablement débuté un peu plus tôt que les autres années et cette tendance risque de perdurer avec les changements climatiques.

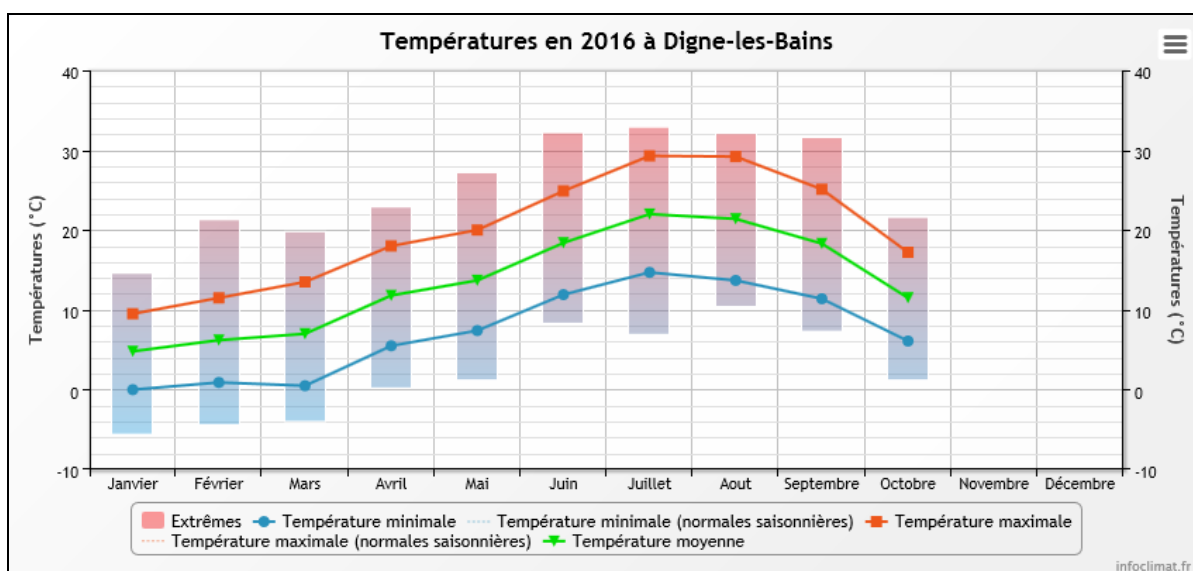


Figure 7 : Enregistrement des températures moyennes mensuelles sur la station météorologique de Digne-les-Bains et pour l'année 2016 (www.infoclimat.fr)

D'un point de vue des précipitations, si les années 2014 et 2015 sont assez comparables, l'année 2016 présente de plus faibles précipitations qui se traduisent par un déficit hydrique printanier et estival et des étiages prononcés, au moins sur les affluents du Verdon.

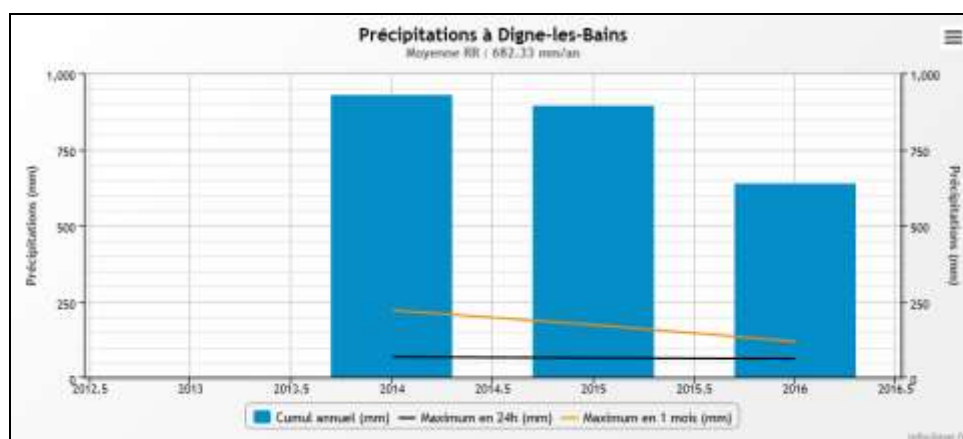


Figure 8 : Enregistrement des précipitations moyennes mensuelles sur la station météorologique de Digne-les-Bains et pour l'année 2016 (www.infoclimat.fr)

QUELLES ONT ETE LES CONDITIONS HYDROLOGIQUES ?

Le rythme des restitutions est donné par les chroniques suivantes, fournies par EDF :

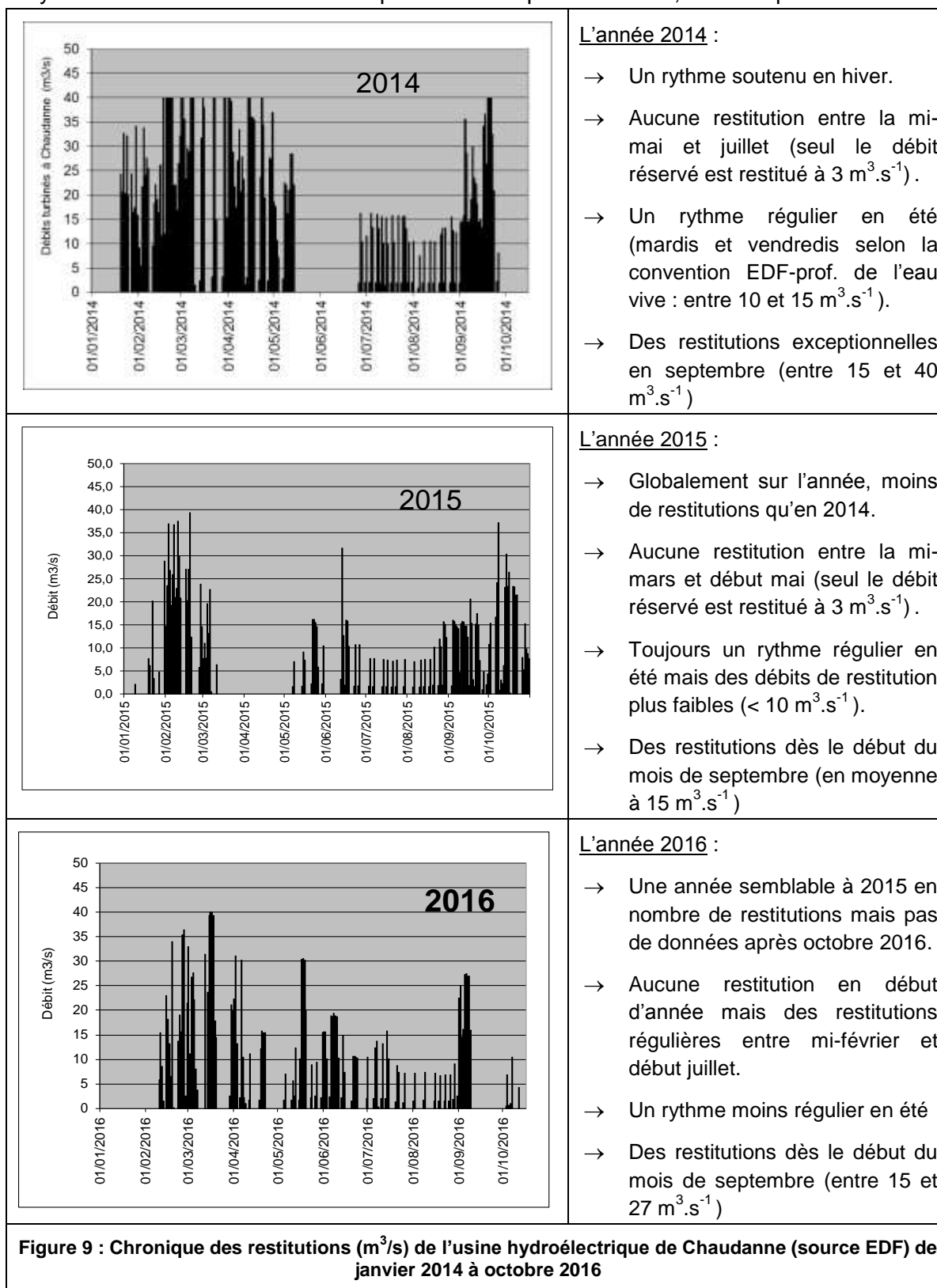


Figure 9 : Chronique des restitutions (m^3/s) de l'usine hydroélectrique de Chaudanne (source EDF) de janvier 2014 à octobre 2016

La zone d'étude bénéficie aussi de stations d'enregistrements des débits ou d'évènements hydrologiques :

- Déversés au barrage de Chaudanne et réalisés en cas de forte crue. Les dates de déversés et le débit de pointe sont consignés.
- Station hydrométrique EDF de l'Estellié sur le Verdon (comm. EDF).
- Station hydrométrique de la DREAL PACA, le Bau à Rougon (pont de la D952) Code X2315010) (www.hydro.eaufrance.fr). Le Bau ou Baou, conflue entre les deux stations d'étude.
- Station hydrométrique de la DREAL PACA, le Jabron à Comps-sur-Artuby (pont de l'Evescat) (Code X2305010) (www.hydro.eaufrance.fr). Le Jabron est le principal affluent du Moyen Verdon situé en amont des deux stations d'étude.

Au cours des trois années de suivi, **aucune crue morphogène n'a été enregistrée**. De fortes précipitations se sont produites en fin d'étude (novembre 2016) et sur l'ensemble de la région PACA engendrant des crues importantes : plus de $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ enregistrés sur le Verdon au niveau de la station de l'Estellié. Ces crues s'étant produites tardivement n'ont pas eu d'influence sur les résultats de l'étude.

Sur le Baou, de petits coups d'eau interviennent en novembre ou décembre des années 2014 et 2015. Il faut surtout retenir une fin d'année 2015 et une année 2016 très sèche et des débits très bas dès le mois de juin de ces 2 années.

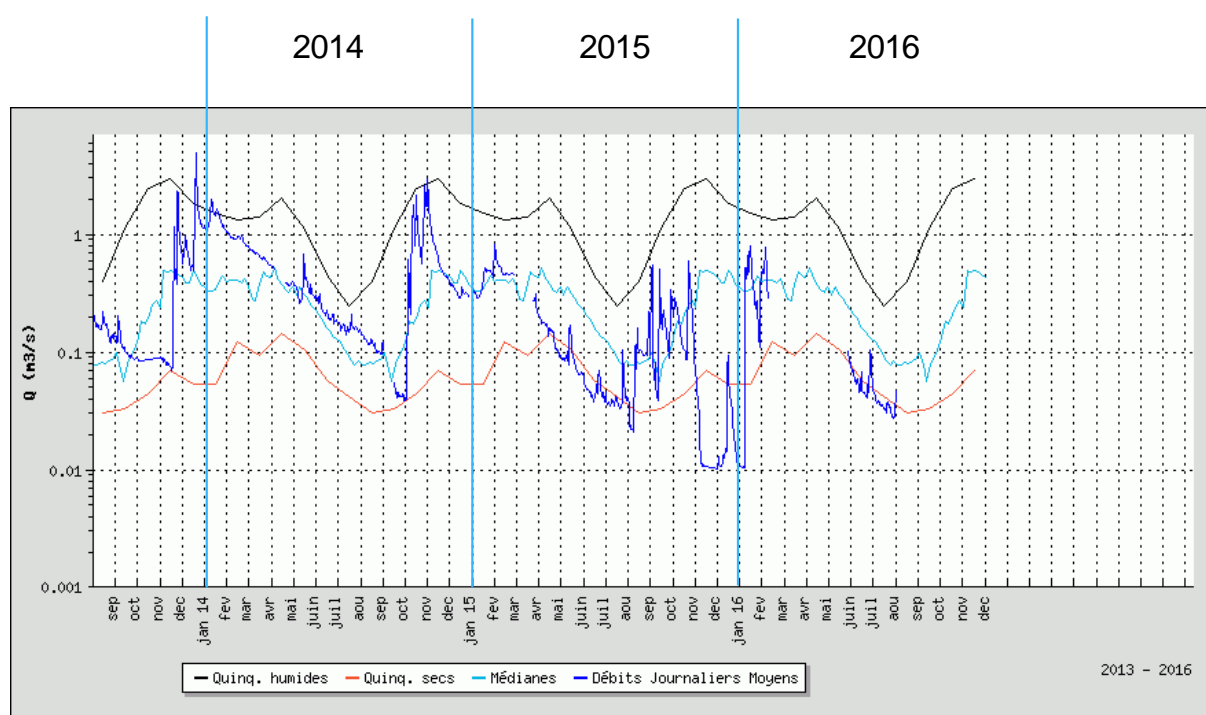
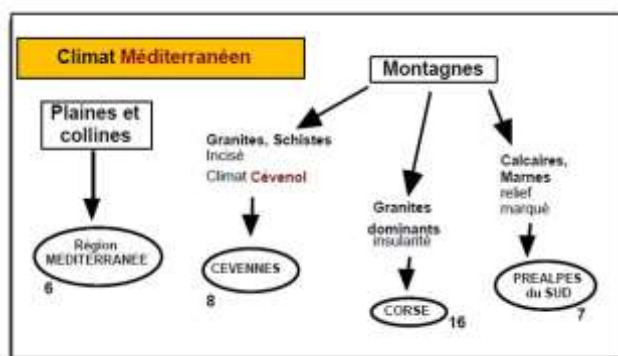


Figure 10 : Chronique des restitutions (m^3/s) de l'usine hydroélectrique de Chaudanne (source EDF) de janvier 2014 à octobre 2016

LES DYNAMIQUES DU COURS D'EAU ET DES STATIONS

Le Moyen Verdon est inclus en totalité dans l'hydroécocorégion de rang 1 des « Préalpes du Sud » et de rang 2 des « Préalpes Digne Haute vallée du Var ». Une hydroécocorégion est définie par son climat, sa géologie et son relief. L'influence du climat se traduit d'abord par de fortes températures maximales :



ID	HER	Temp Max	Pluie moy	Ecart	Pluie 24h
8	MEDITERRANEEN	4	1	4	4
16	CORSE	4	2	4	4
8	CEVENNES	3	4	4	8
7	PREALPES DU SUD	3	2	2	3
19	GRANDS CAUSSES	2	2	2	3

Figure 11 : Principales caractéristiques de l'hydroécocorégion de rang 1 des Préalpes du Sud (Cémagref, 2001)

Le cours d'eau est régi par une succession de dynamiques temporelles et notamment au travers de variables souvent considérées comme déterminantes dans les assemblages d'espèces : température, hydrodynamisme et supports.

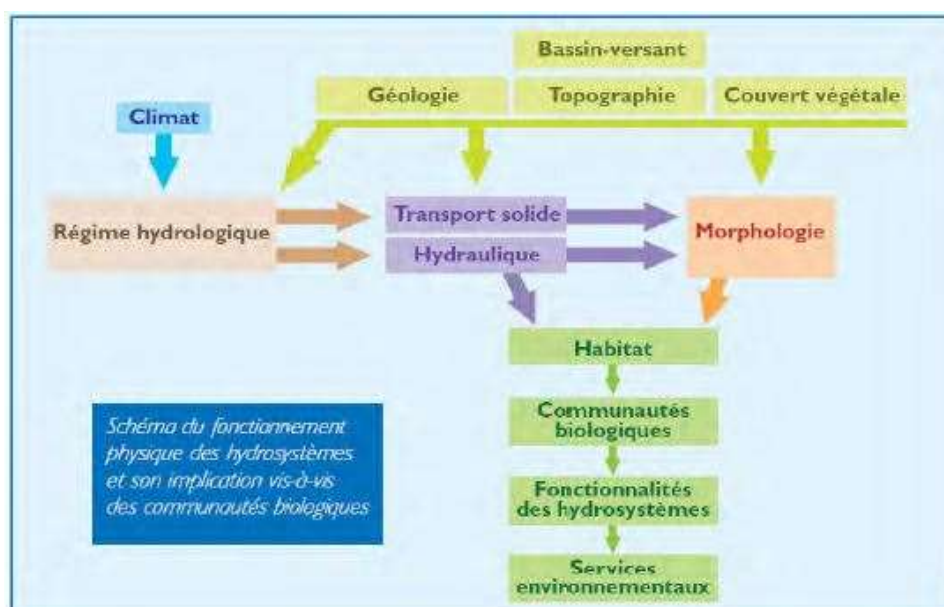


Figure 12 : Schéma simplifié du fonctionnement physique des rivières (Baran et Leroyer-Gravet, 2007 in Accompagner la politique de restauration des cours d'eau, Editions Eau et Connaissance, Agence de l'Eau, 2016)

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

Une partie de ces éléments ont été recueillis au cours de l'étude et ont servi à retracer les événements significatifs subis par les deux stations d'étude : événements hydrologiques, régime thermique, morphologie, qualité de l'eau...

Ils montrent que les deux stations sont très comparables et **subissent conjointement et aux mêmes moments, les mêmes événements (cf. figure 13).**

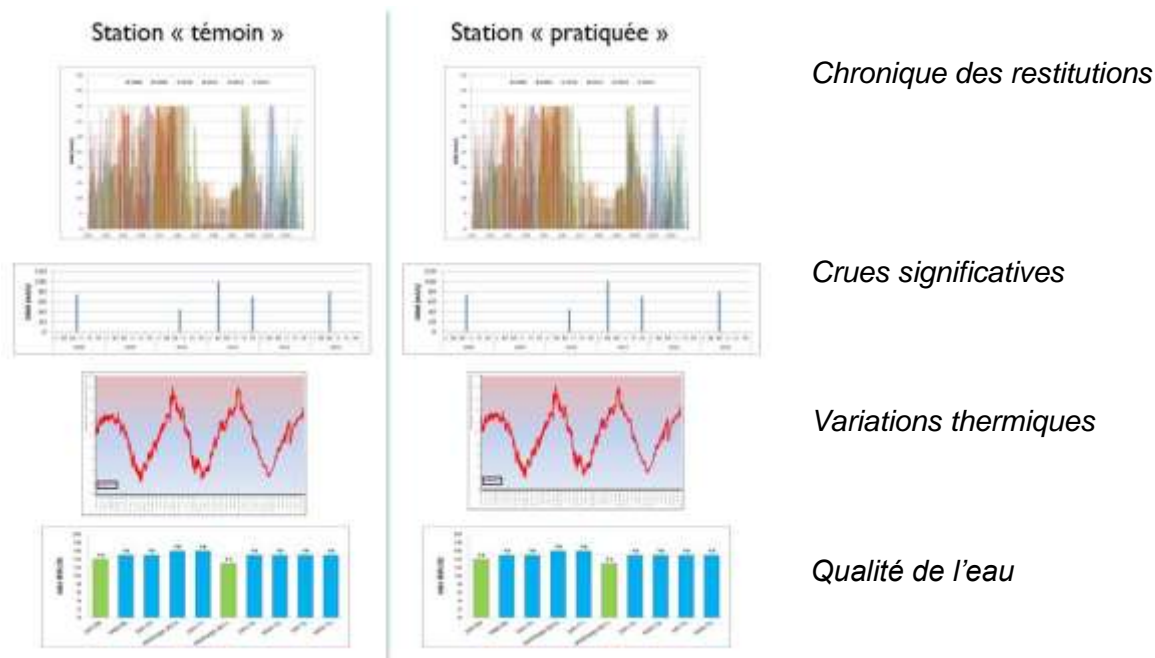


Figure 13 : Evolution des pressions (proxy du débit) et températures de l'eau enregistrées sur les deux stations au mois de juillet 2015 (les valeurs brutes de pression diffèrent car la profondeur de pose est différente entre les deux stations)

L'enregistrement des pressions (proxy du débit) et des températures de l'eau entre août 2015 et août 2016 a permis de dresser la signature hydroclimatique du secteur concerné et de montrer l'incidence des restitutions sur la thermie du cours d'eau (cf. figure 14) :

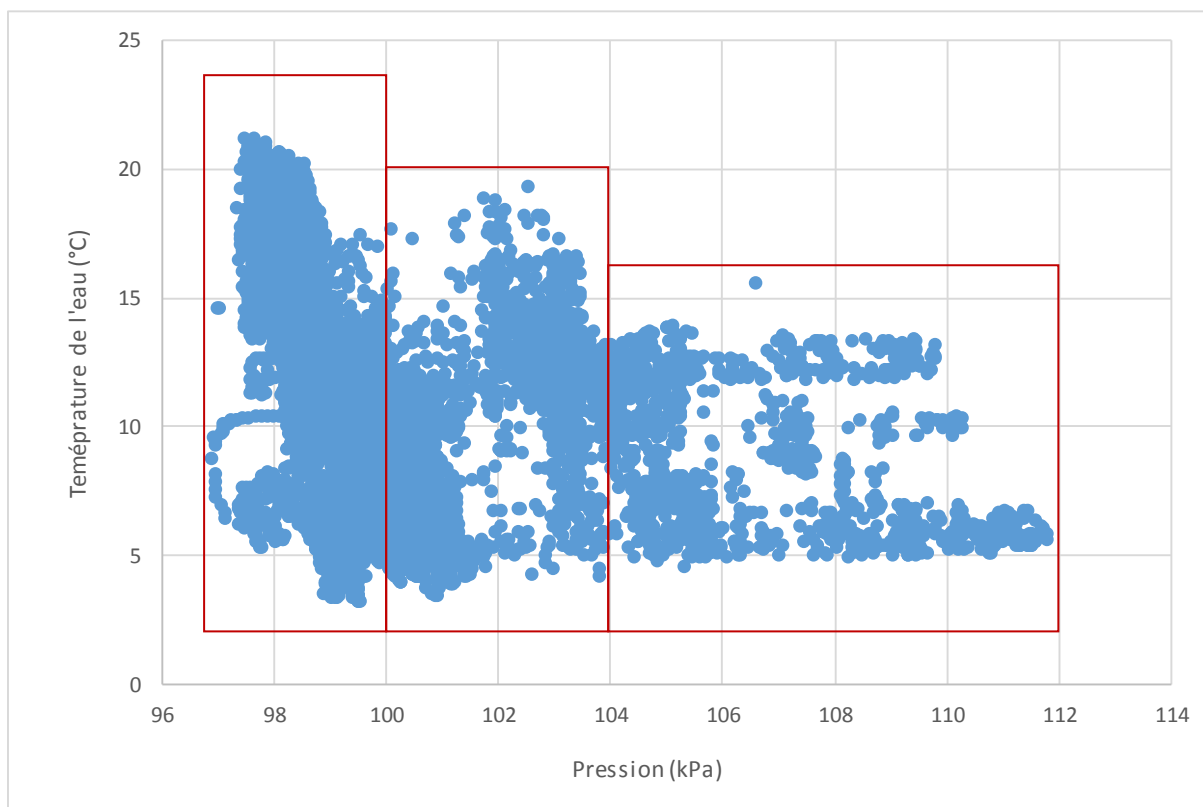


Figure 14 : Relation pressions (proxy du débit) et températures de l'eau sur la station témoin de la Salpêtrière (août 2015 à août 2016)

L'ambiance thermique présente une très forte variabilité saisonnière voire journalière et est fonction des restitutions. La mise en relation de la pression (proxy du débit) et de la température de l'eau permet d'identifier trois cas de figure :

- Des débits proches du débit réservé (96 à 100 kPa) avec de fortes amplitudes thermiques journalière ou saisonnière et parfois des températures supérieures à 20-21°C, limite tout juste acceptable en contexte salmonicole.
- Les faibles débits de restitutions (100 à 104 kPa), généralement pratiqués en été, et qui réduisent l'amplitude thermique mais surtout les températures maximales atteintes.
- Les restitutions à haut débit qui initient de très faibles écarts thermiques et des températures qui ne dépassent pas les 15°C. Néanmoins, elles ne sont pratiquement jamais réalisées en été. Les eaux froides se réchauffent aussi un peu et ne descendent pas en dessous des 5°C.

Enfin, les descriptions morphologiques montrent 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. Le tiers amont présente des faciès plus représentatifs du Moyen Verdon et comparables à la station témoin.

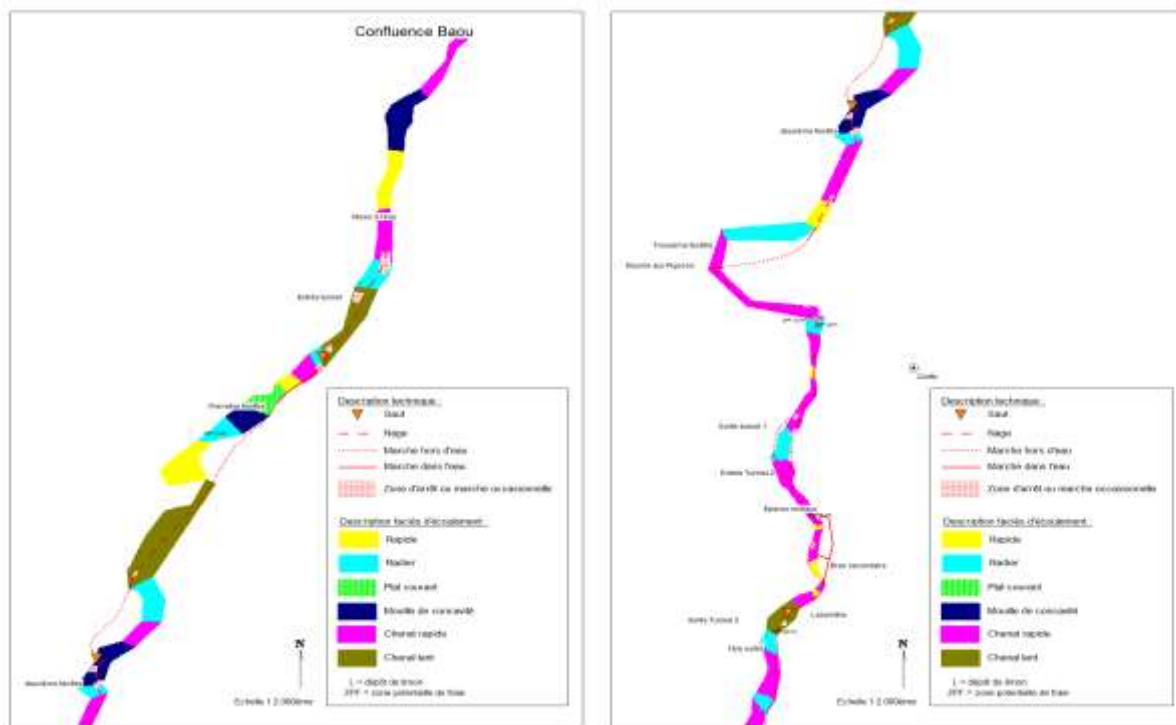


Figure 15 : Exemple des cartographies des faciès d'écoulement produite dans le rapport de l'année 1, été 2014 et dans le secteur pratiqué par la randonnée aquatique

Les descriptions morphologiques à l'échelle des stations étudiées montrent une grande analogie mais quelques faibles différences : une granulométrie légèrement plus grosse sur la station 02 Baume aux Pigeons et des vitesses d'écoulement rapides légèrement plus dominantes (cf. figures 16 et 17). Néanmoins, 90% de la surface de la station ont des caractéristiques communes.

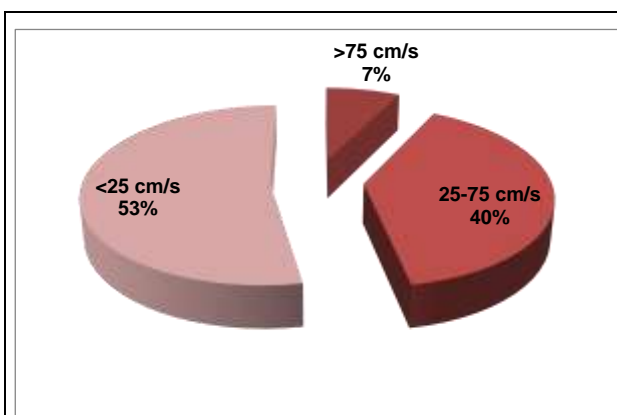


Figure 16 : Répartition des champs de vitesse sur la station 01 témoin Salpêtrière

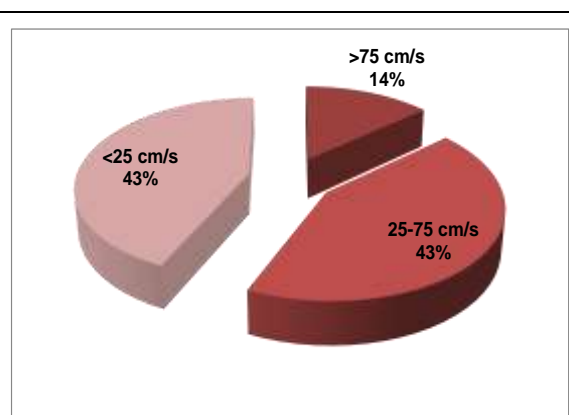


Figure 17 : Répartition des champs de vitesse sur la station 02 Baume aux Pigeons

QUELLES PRATIQUES ET A QUEL NIVEAU ?

Afin de bien aborder la question de son impact, il est nécessaire de bien comprendre où, quand et comment se manifeste le piétinement. Au cours de l'été 2014, des comptages et observations des comportements et des trajectoires ont accompagné cette étude (Meilleurat, 2014). En 2016, un travail d'aide à la définition de la capacité de charge du couloir Samson a été mené par le Parc Naturel Régional du Verdon qui s'inscrit dans une démarche de mise en place progressive d'un observatoire des impacts des activités humaines sur l'environnement des gorges du Verdon (Cohelot, 2016). Le suivi de la fréquentation et des comportements mené en 2014, même s'il est partiel et réalisé pour des périodes et des durées variables (85 heures d'observations de la station St02 de la Baume aux pigeons, répartis sur 17 jours entre juillet et août), montrent que les groupes sont généralement constitués de 8 personnes, encadrées par un professionnel de l'eau vive et avec des pratiquants de tout âge et de tout niveau. La fréquentation a été estimée à environ **260 personnes/jour en moyenne et en pleine saison** (journées en débit réservé). Au cours de la saison, la fréquentation semble relativement constante et évolue donc 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. Néanmoins, les comptages n'ont pas été réalisés de manière constante et ces valeurs ne caractérisent qu'une partie de la saison 2014 et sont donc **à utiliser avec grande prudence**. De nombreux facteurs peuvent jouer sur la fréquentation, parfois de manière inattendue :

- ✓ De bonnes conditions météorologiques ne s'accompagnent pas toujours d'une forte fréquentation. L'activité est très dépendante des hébergements saisonniers et des locations à la semaine. Les réservations (mobil-home, campings en grande majorité) sont souvent maintenues quelle que soit les conditions météorologiques. La randonnée aquatique se réserve quelques jours avant, si bien qu'elle a lieu même si les conditions ne sont pas optimales ce qui n'est pas forcément le cas pour la baignade.
- ✓ Les week-ends ne sont pas forcément les jours les plus fréquentés. La fréquence de passage se réduit de plus de 20% le dimanche. Les locations se faisant généralement du samedi au samedi suivant, le dimanche est souvent consacré à l'installation et au « repérage ». Il faut visiblement un à deux jours avant de déclencher une réservation si bien que les jours de fortes affluences sont généralement les mercredis et jeudis. Les annulations pour cause de restitutions sont moins fréquentes les mardis et les vendredis puisque ces deux jours sont inscrits dans la convention pour les loisirs aquatiques embarqués.
- ✓ Une forte variation de la fréquentation est aussi relevée dans la journée. Deux pics de fréquentation sont observés, en milieu de matinée et en milieu d'après-midi. Coelho A. (2016) a calculé, de manière théorique, le nombre maximal de personnes qui pourraient emprunter le parcours de randonnée aquatique en respectant les conditions imposées par l'arrêté préfectoral (horaires, cadencement des groupes et nombre de personnes par groupe) et sur la base des journées où cette pratique est possible en juillet et août 2016 (journées en débit réservé uniquement). Théoriquement, le Couloir Samson compterait, dans ces conditions, un peu plus de 20.000 personnes en juillet-août 2016. Les estimations de fréquentation produites en 2012 (Groupement des Professionnels des Sports d'eau vive du Verdon de Castellane) et en 2014 (Meilleurat, 2014) et même si elles peuvent être sujettes à critique, sont deux fois moins élevées. Il y a donc un problème structurel d'augmentation temporaire de la charge à certaines heures de la journée et notamment le matin, lié au fait que les compagnies viennent d'assez loin, exploitent les mêmes horaires et arrivent simultanément à la mise à l'eau.

Le tronçon d'étude a aussi fait l'objet d'une description fine des activités et des actions menées, la surface mouillée investie étant assez déterminante dans le niveau d'impact et à l'origine de la mise en place d'un cheminement unique, en file indienne, et en privilégiant le plus possible la marche hors d'eau. L'activité de randonnée aquatique peut se décliner en cinq types d'actions :

- La **marche dans l'eau**, généralement en zone peu profonde ou pour éviter un secteur dangereux. La marche dans l'eau conclut aussi une action de nage et de sortie de l'eau.
- La **marche hors d'eau** sur les berges ou les atterrissements,
- La **nage** sur le dos ou le ventre en fonction du courant. La nage peut ponctuellement engendrer un contact avec le fond de la rivière, si la profondeur n'est pas suffisante ou la position inadaptée. Les pratiquants entrent aussi en contact avec les surfaces rocheuses et les dalles émergentes (prises d'appui ponctuel, raclement du sac ou du gilet).
- Le **saut** qui peut se conclure parfois par un contact avec le fond,
- Les **arrêts volontaires ou involontaires dans l'eau** : on entend par **volontaire** les arrêts initiés par le guide accompagnant et qui se font généralement dans l'eau. Ils sont consacrés au regroupement des personnes mais aussi à la récupération physique. 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.

Parmi ces actions, la nage représente une grande partie des actions menées (44% de la surface mouillée investie (surface recouverte par l'eau). La marche dans l'eau est minoritaire (8% de la surface mouillée investie du Couloir Samson) par rapport à la marche hors d'eau (19%). 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. Les arrêts occupent par contre une surface importante (29 %) et notamment en comptant les arrêts involontaires soit près de 20% de la surface mouillée investie en débit réservé ($1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Les activités en contact prolongé avec le fond du cours d'eau (marche dans l'eau et arrêts) représentent 37% de la surface mouillée investie dont les $\frac{3}{4}$ sont dus aux arrêts dans l'eau au cours de la randonnée aquatique.

Les évaluations de surfaces investies et piétinées par les randonneurs aquatiques ont été établies sur la base d'un cheminement unique et connu. L'observation des trajectoires empruntées sur la station 02 Baume aux Pigeons au cours de l'été 2014 a permis d'estimer que les **surfaces investies atteignent environ 30% en cas de non-respect du cheminement**. Sur le même secteur d'étude, la prise en compte de la baignade augmenterait sensiblement de 8 à 40% la surface piétinée (confluence Baou – Verdon et sortie de la randonnée aquatique). La pratique de la baignade est plus localisée mais investie une surface plus importante que le simple passage et notamment parce que les pratiquants ne nagent pas forcément. Ils initient, en plus, des impacts indirects comme la création de barrages de galets (essentiellement en amont de la zone d'étude donc non pris en compte dans cette étude).







	
<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>

Figure 18 : Quelques exemples d'actions menées dans le couloir Samson et par l'activité de randonnée aquatique (extrait du rapport de l'année 1, 2014)

QUELS SONT LES NIVEAUX DE DENSITE ET DE RICHESSE DE LA FAUNE DU VERDON ?

Les premiers travaux (année 1) ont consisté à mieux définir, au travers des analyses déjà produites sur le Verdon, le niveau de deux métriques utilisées couramment pour décrire un peuplement : **la densité faunistique** ou le nombre d'individus ramené à une unité de surface (ici le mètre carré) **et la richesse faunistique** ou le nombre d'unités systématiques totalisées (c'est-à-dire le nombre d'espèces observées ou le nombre de groupes taxonomiques, si l'on ne peut pas déterminer au niveau de l'espèce). La plupart du temps, ce sont des espèces qui sont identifiées. Dans les rivières, les invertébrés vivent dans l'eau sous forme larvaire, sans appareil reproducteur. Les déterminations à l'espèce sont plus difficiles et s'arrêtent souvent au genre. Les larves se transforment ensuite en adultes ailés, développent un appareil reproducteur et sortent de l'eau pour se reproduire.

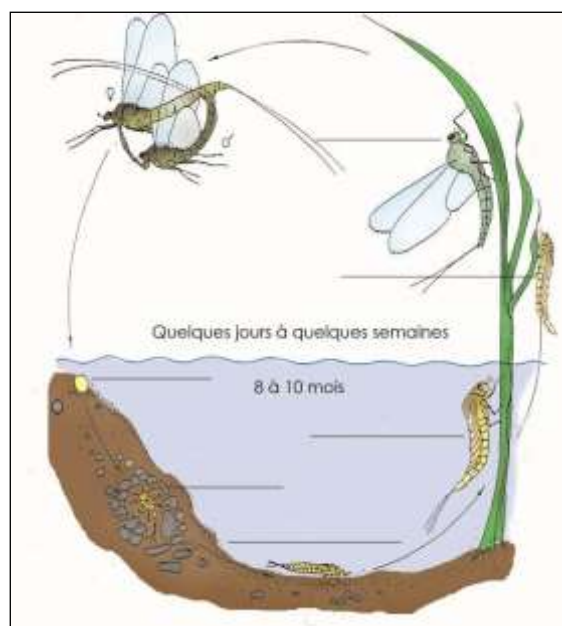


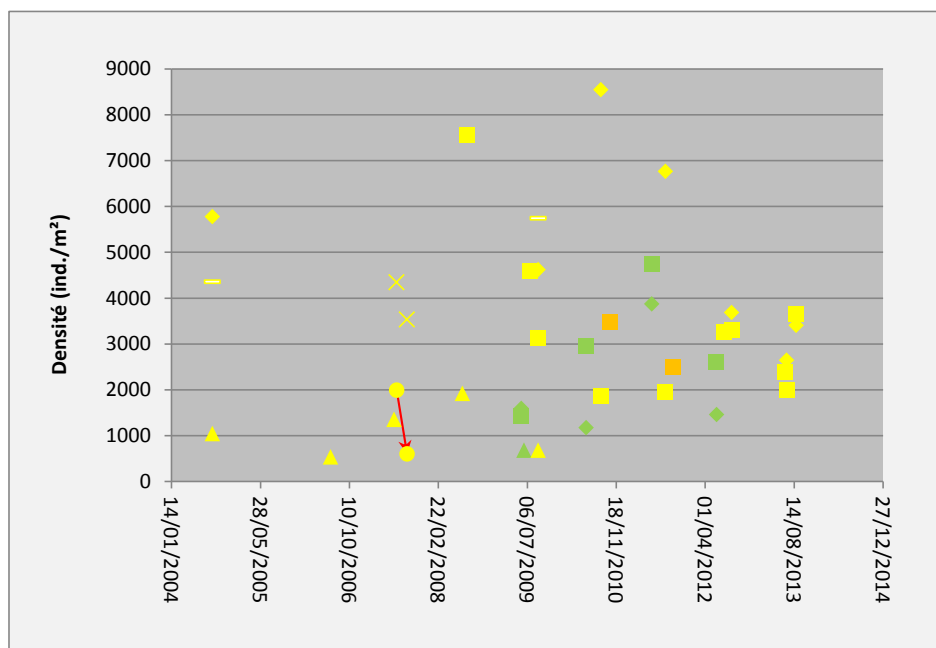
Figure 19 : Cycle biologique des insectes aquatiques et à gauche, *Ecdyonurus* adulte

Toutes les larves ne sortent pas, en même temps, de l'eau :

- ✓ Certaines espèces possèdent plusieurs périodes de vol.
- ✓ Les périodes de vol sont différentes d'une espèce à l'autre.
- ✓ La vie larvaire est plus longue (plusieurs années) que la vie adulte (plusieurs semaines à quelques jours).
- ✓ Certains groupes d'insectes ne sortent jamais de l'eau.

L'ensemble des données de densité acquises lors de précédents suivis (antérieurs à 2014) est retranscrit dans le graphique suivant. Néanmoins, il faut bien noter que les comptages réalisés pour l'indice biologique global adapté à la Directive Cadre Européenne sont souvent sous-estimés dans la mesure où la norme Afnor n'impose pas un comptage exhaustif :

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



◇ Castellane	Couleur verte = printemps
× Chasteuil	Couleur jaune = été
□ Pont de Soleils	Couleur orange = automne
→ Baume aux Pigeons	Rem. : les densités à la Baume aux Pigeons ont été relevées à l'occasion d'une étude ¹ sur l'activité de randonnée aquatique avant saison et après saison estivale
△ Estellié	
- Baou	

Figure 20 : Evolution des densités en invertébrés aquatiques sur tous les IBGN réalisés dans le Moyen Verdon et sur le Baou de 2004 à 2014

La **densité en invertébrés benthiques** est une métrique dont les variations interannuelles ou inter-saisonnières sont assez importantes. Les études déjà réalisées sur le Verdon montrent que les densités en invertébrés du Moyen Verdon oscillent entre **2000 à 5000 individus par m² environ**. Les crues ont souvent des effets marqués en abaissant les densités comme c'est le cas entre 2010 et 2013.

La **richesse faunistique** peut être considérée comme globalement moyenne à forte et comprise entre **20 et 25 taxons**.

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, l'absence de zones refuges sur les berges ou le faible ensoleillement entraîneraient des densités plus faibles que sur les autres secteurs.

Cet état se confirme avec l'étude du régime alimentaire de l'Apron et les prélèvements d'invertébrés réalisés dans le cadre (IRSTEA et Université d'Aix-Marseille - IMBE, 2016). Les densités sont là aussi très faibles mais il convient toutefois de noter que les prélèvements ont été réalisés majoritairement dans un seul type de support, principalement minéral.

¹ 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

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

Il est donc justifié de se poser la question des niveaux de densité dans le Couloir Samson (également en situation de gorges comme la station de l'Estellié, mais située à l'entrée du grand canyon du Verdon et distante de plus de 9 km), en comparaison avec ceux de la station témoin ou ceux relevés dans la bibliographie.

Une comparaison de la structure de la faune des deux stations utilisées dans le présent suivi (éloignées de 1,3 km) et des prélèvements réalisés en 2015 par IRSTEA au niveau de l'Estellié, dans les Grandes Gorges (plus de 9 km en aval). L'indice de Jaccard permet de mettre en évidence des similitudes entre stations mais uniquement sur la composition du peuplement (présence/absence) et non sur la densité ou la richesse.

<i>I. Jaccard</i>	S	B
S		
B	59,6	
E	43,9	47,3

Le croisement montre une forte similitude dans les peuplements de la station 01 témoin de la Salpêtrière et la station 02 Baume aux Pigeons et conforme à leur faible éloignement.

(S= Salpêtrière ; B= Baume aux Pigeons ; E = Estellié)

La densité de quelques taxons représentatifs baisse de l'amont vers l'aval.

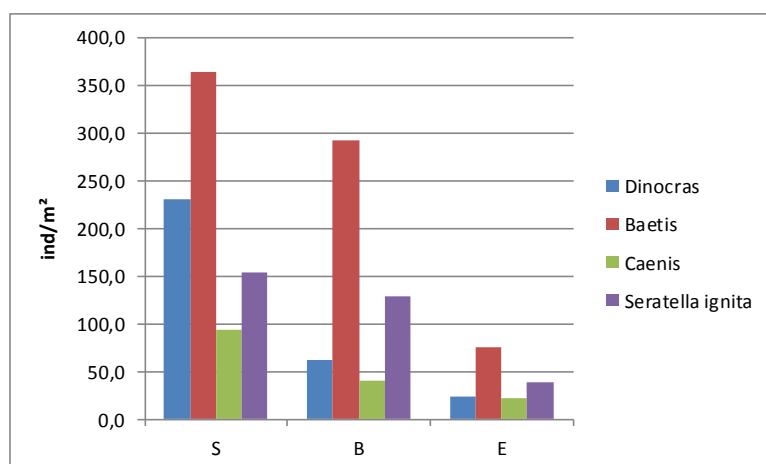
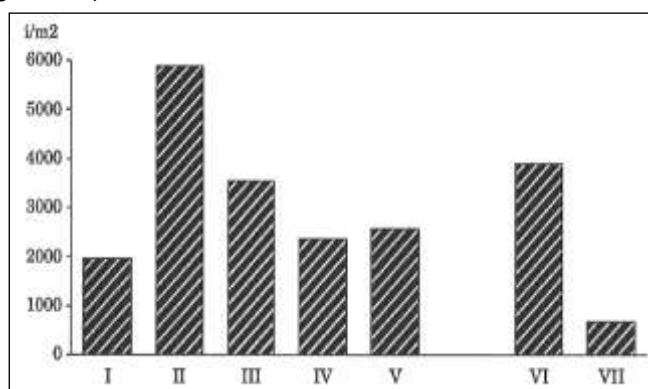


Figure 21 : Evolution de la densité de quelques taxons d'amont en aval entre la station 01 témoin de la Salpêtrière (S), la station 02 de la Baume aux Pigeons (B) (données MRE, 2015) et l'Estellié (E) (données IRSTEA, 2015)

Malgré tout, Galvin², en 1989, et à une époque où la pression touristique n'était pas importante comme aujourd'hui, n'identifie pas spécialement de faibles densités d'invertébrés dans le Couloir Samson (station V, figure 22) par rapport aux stations amont et notamment à la station IV située au pont de Carajuan (figure 22).

Quoiqu'il en soit, les comparaisons restent difficiles et délicates dans la mesure où les périodes de prélèvements sont différentes, ainsi que le nombre de prélèvements effectués et les types d'habitats échantillonnés.

Figure 22 : Evolution amont - aval des densités totales en invertébrés sur la Moyen Verdon (Galvin, 1989) (I = Castellane ; II = Pont de Taloire ; III = Pont de Soleils ; IV = Pont de Carajuan ; V = couloir Samson ; VI = Baou ; VII = Jabron)



² GALVIN Yannick, 1989 – Hydrobiologie d'une rivière aménagée : le Moyen Verdon – Thèse de l'Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille

QUELS SONT LES HABITATS LES PLUS ACCUEILLANTS POUR LES INVERTEBRES AQUATIQUES ET QUELS SONT LES HABITATS SUIVIS AU COURS DE L'ETUDE ?

La nature des fonds des deux stations est largement dominée par les **pierres et galets**.

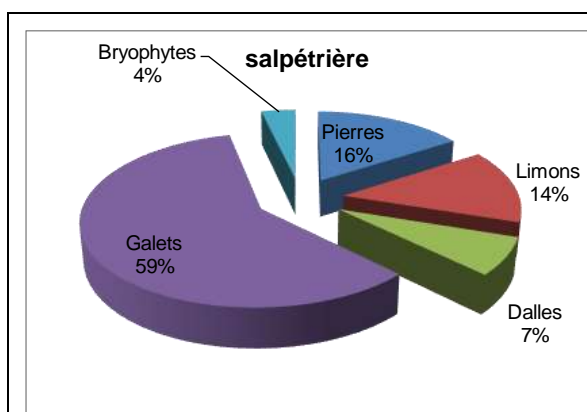


Figure 23 : Représentativité des habitats sur la station 01 Salpêtrière (proportions en surface de recouvrement approchée par cartographie)

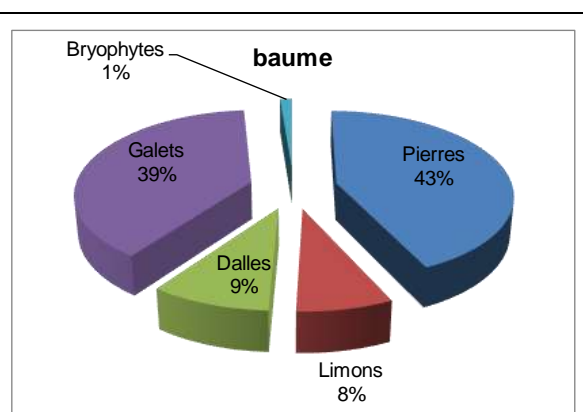


Figure 24 : Représentativité des habitats sur la station 02 Baume aux Pigeons (proportions en surface de recouvrement approchée par cartographie)

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
Algues	1
Surfaces uniformes dures naturelles et artificielles (roches, dalles, marnes et argiles compactes)	0

Les catégories de support sont données par la Norme française XP T 90-333 relative aux prélèvements d'invertébrés. Un niveau d'habitabilité est associé à chaque support, de haut en bas, du plus accueillant au moins accueillant.

Seulement neuf types de supports ont été identifiés. Trois d'entre eux peuvent être considérés comme marginaux (surface de recouvrement inférieure à 5% dans les stations d'étude). Deux d'entre eux apparaissent de manière très sporadique (surface inférieure à 1% dans les stations d'étude) : les débris organiques grossiers, les supports ligneux et le granulats grossier.

Les pierres et galets, qui possèdent le même niveau d'habitabilité, ont été séparés en deux groupes selon la taille des éléments et pour distinguer les habitats des courants lents et modérés, de ceux des faciès rapides à très rapides.

Les habitats choisis pour prélever les invertébrés aquatiques pendant les 3 années d'étude sont donc :

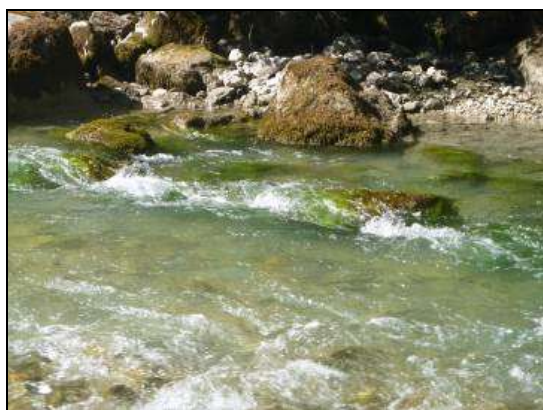
- ✓ D'abord des habitats qui offrent la plus grande surface sur les stations d'étude, comme les pierres ou les galets ;
- ✓ Ensuite les habitats les plus accueillants ont aussi été choisis en priorité, comme **les bryophytes qui représentent le seul habitat végétal macroscopique**.

Les trois habitats suivis ont été codés de la manière suivante :



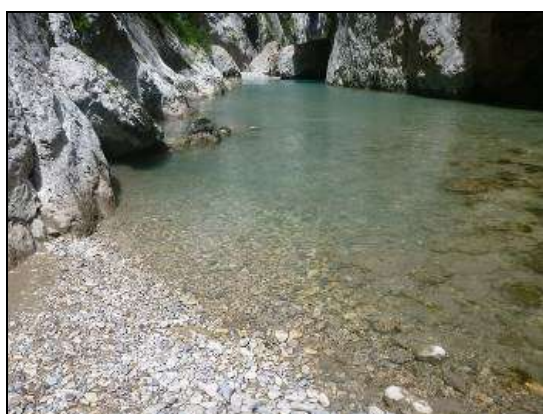
H1 - Pierres grossières (éléments de 2,5 à 25 cm de diamètre) généralement sur radiers ou rapides.

Parfois accompagnées de quelques blocs, la sous-couche se compose souvent de cailloux ou de galets. Les végétaux sont rares sauf quelques algues vertes filamenteuses et une couche épaisse de diatomées à la surface des pierres.



H2 - Bryophytes (mousses aquatiques) sur dalle ou rocher, généralement dans les chenaux rapides et les radiers.

Parfois accompagnées de quelques algues vertes filamenteuses, la sous-couche se compose souvent d'une dalle ou d'un rocher. Les mousses aquatiques forment parfois une couche épaisse et dense dans laquelle s'accumulent des limons par piégeage.



H3 - Graviers (éléments < 2,5 cm de diamètre) dans les fosses d'affouillement ou les chenaux lents, aussi appelés galets.

Parfois accompagnés de pierres grossières, la sous-couche se compose aussi de graviers ou d'éléments plus fins comme le granulats grossier. Les végétaux sont quasi-absents et la couche de diatomée assez mince.

Deux prélèvements d'invertébrés au fond du cours d'eau ont été réalisés au filet Surber dans chacun des habitats présentés ci-dessus (H1, H2 et H3), **le deuxième étant noté « bis »** (H1bis, H2bis, H3bis). Sur la station piétinée (station 02 Baume aux Pigeons), le premier prélèvement a été volontairement localisé dans l'axe du cheminement généralement emprunté par les randonneurs aquatiques (H1P, H2P, H3P), tandis que le second prélèvement a été choisi en dehors de ce cheminement (H1bis, H2bis, H3bis).

COMMENT S'EXPRIME L'IMPACT DU PIETINEMENT SUR LES INVERTEBRES DES STATIONS ETUDIEES ?

L'impact du piétinement s'exprime d'abord par des **baisses de densité faunistique et des érosions de faune**. Les invertébrés ne sont pas forcément écrasés et morts mais dérivent probablement vers l'aval.

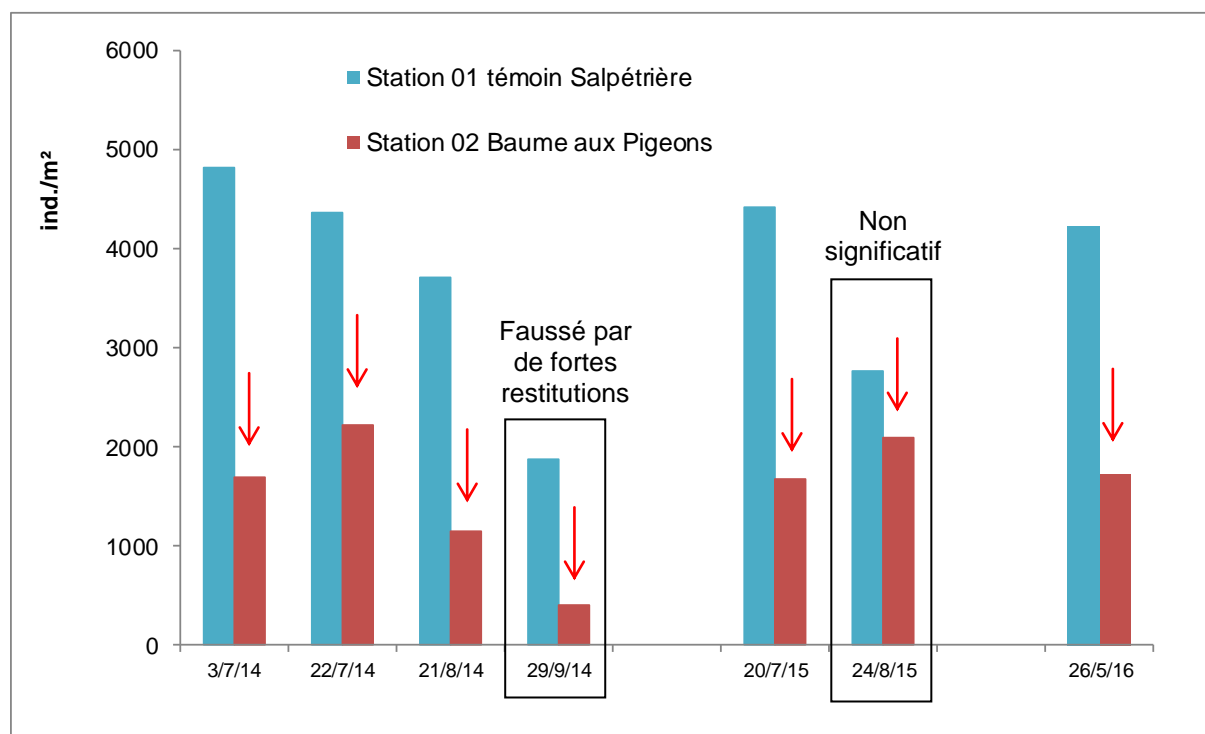


Figure 25 : Densités en invertébrés relevées sur chaque station pour toutes les campagnes de suivi des habitats (6 prélèvements par stations et par campagnes)

Les différences de densités d'invertébrés sont toujours significatives (test non paramétrique de Mann Whitney et Wilcoxon), sauf la campagne d'août 2015 où l'émergence d'une activité sur la station témoin réduit la différence observée entre les deux stations d'étude. Elle n'est pas non plus significative en septembre 2014 car la campagne a été réalisée après une longue période de restitution qui affecte les deux stations.

Tous habitats confondus, les différences entre stations sont significatives pour :

- Le genre *Hydropsyche*, *Hydroptila* et *Dinocras* qui caractérisent plutôt l'habitat H1 (pierres sur courant fort).
- Le genre *Riolus* qui caractérise plutôt l'habitat H2 (bryophytes ou mousses aquatiques sur courant fort).
- Le genre *Ecdyonurus* qui caractérise plutôt l'habitat H3 (graviers ou galets sur courant modéré).



Larve d'Hydropsyche



Larve d'Ecdyonurus

D'un point de vue des richesses faunistiques, les différences sont globalement moins **significatives** et s'expriment surtout au travers des richesses moyennes (sur les 6 prélèvements réalisés) :

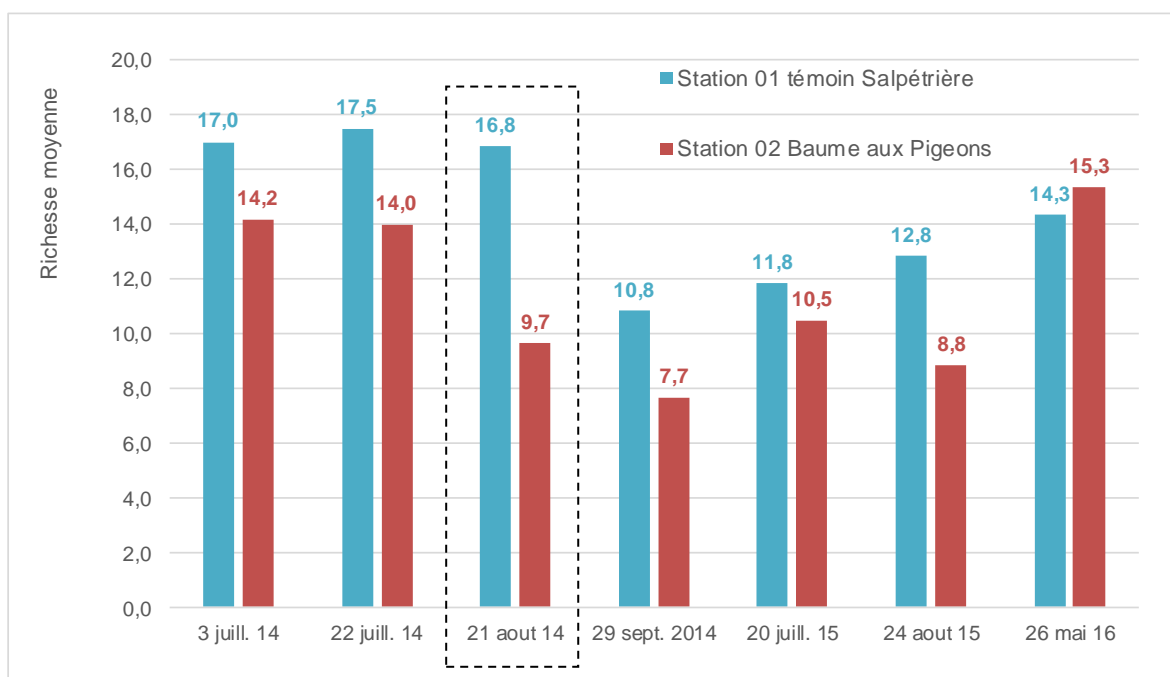


Figure 26 : Richesse moyenne observée sur chaque station pour toutes les campagnes de suivi des habitats (6 prélèvements par station et par campagnes)

Une différence significative de richesse apparaît uniquement au mois d'août 2014. Elle ne transparait pas dans la richesse totale qui associe prélèvements piétinés et non piétinés.

Cette différence significative, relevée en août 2014 et concomitante à des niveaux de densités très faibles, mais reste difficile à expliquer sans une analyse fiable de la fréquentation sur la station témoin. Elle peut être l'effet de la multiplication des passages ou d'une augmentation de la fréquentation en août. Malgré une différence non significative, l'écart de richesse moyenne entre les deux stations semble aussi se creuser en août 2015. Les plus faibles différences de richesses entre les 2 stations sont observées en mai 2016, avant les fortes fréquentations estivales.

QUELS SONT LES HABITATS LES PLUS SENSIBLES OU COMMENT S'EXPRIME L'IMPACT DU PIETINEMENT SUR LES HABITATS DES STATIONS ETUDIEES ?

La densité moyenne par habitat permet de les hiérarchiser en fonction du nombre d'invertébrés qu'ils abritent. Il convient toutefois de relativiser par le nombre de prélèvements réalisés (points orange sur la figures 27 et 28), proportionnel à la surface de chaque habitat. Il s'agit d'un classement établi à partir des 12 échantillons prélevés en mai 2015 et 2016 (avant saison) et en suivant la norme française XP T 90-333 relative aux prélèvements d'invertébrés :

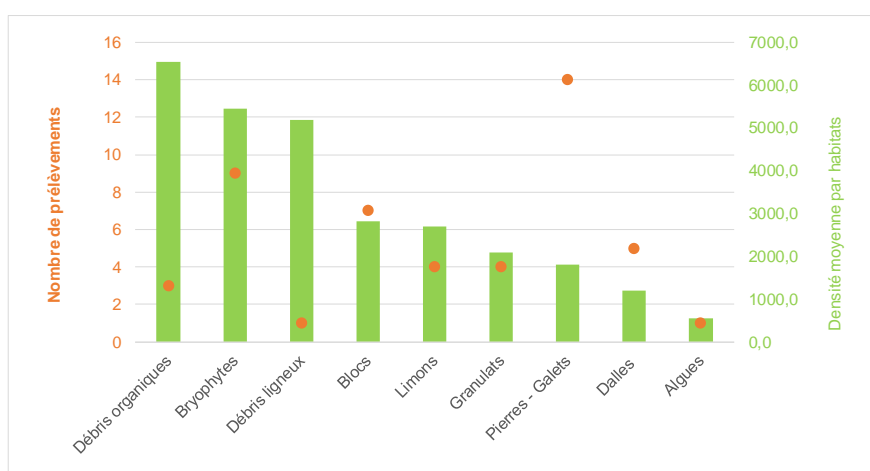


Figure 27 : Densité moyenne par habitats (pondérée par le nombre de prélèvement total réalisés en mai 2015 et 2016)

Un même classement est obtenu avec les richesses moyennes par habitat, montrant que **les habitats composés d'éléments organiques, vivants ou morts**, sont source de richesse pour le cours d'eau. Ils constituent des réservoirs de faune qui participent à la résistance du système :

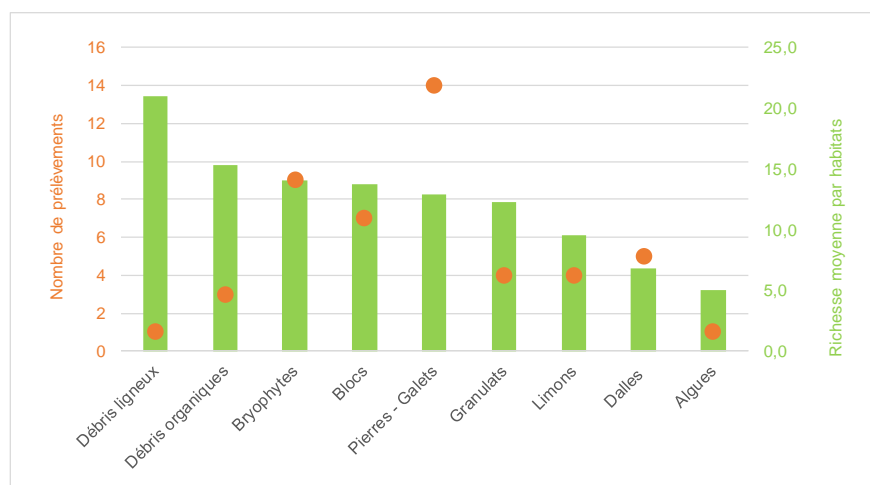
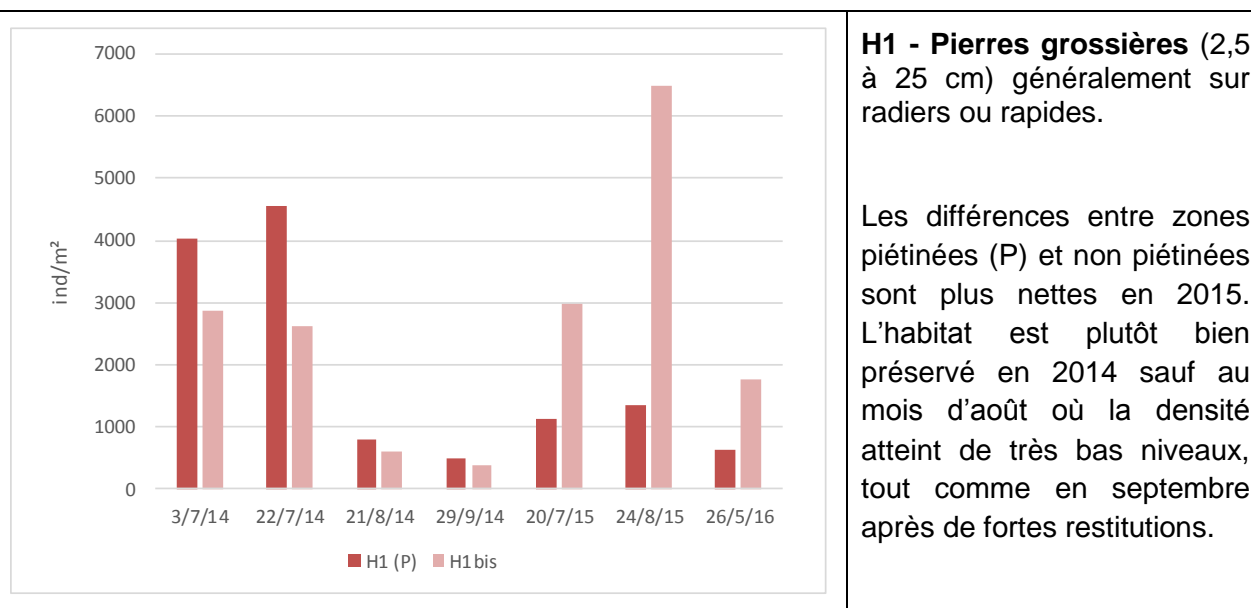


Figure 28 : Richesse moyenne par habitats (pondéré par le nombre de prélèvement total réalisés en mai 2015 et 2016)

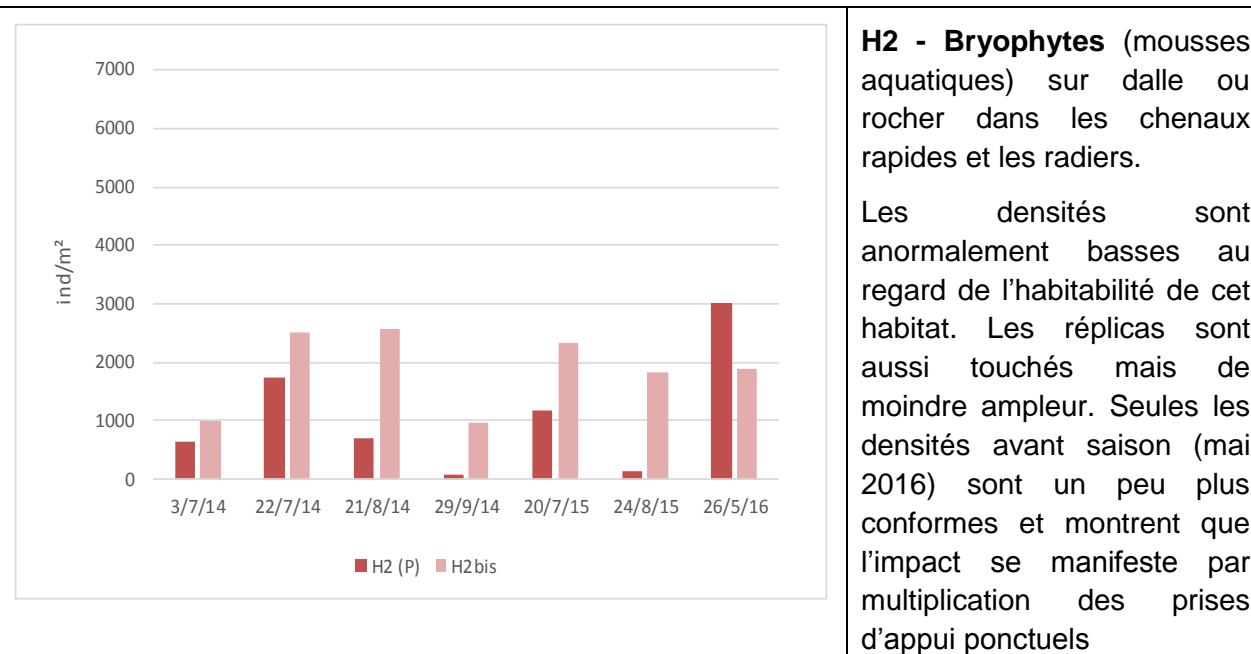
Outre les différences de densité d'invertébrés révélées entre les deux stations, l'analyse par habitat au niveau de la station pratiquée (station 02 Baume aux Pigeons) montre aussi des différences :



H1 - Pierres grossières (2,5 à 25 cm) généralement sur radiers ou rapides.

Les différences entre zones piétinées (P) et non piétinées sont plus nettes en 2015. L'habitat est plutôt bien préservé en 2014 sauf au mois d'août où la densité atteint de très bas niveaux, tout comme en septembre après de fortes restitutions.

La sensibilité est variable selon le débit (probabilité de heurter le fond) ou le respect du cheminement. Depuis plusieurs années, une des premières approches développées par le PNRV dans les journées de sensibilisation auprès des professionnels est justement d'éviter le plus possible les radiers et d'insister sur leur rôle biologique. Dans la pratique, le cheminement pourrait être encore plus optimisé pour éviter ce type d'habitat qui peut être affecté dès les premiers passages. De nombreuses personnes heurtent aussi le fond à cause d'une mauvaise position ou en marchant au lieu de se laisser dériver. Dans la réduction de ces comportements, le rôle d'encadrement du guide est primordial. Cet habitat est aussi très sollicité par la baignade et subit de fortes modifications par la création de barrages de pierres et galets.



H2 - Bryophytes (mousses aquatiques) sur dalle ou rocher dans les chenaux rapides et les radiers.

Les densités sont anormalement basses au regard de l'habitabilité de cet habitat. Les répliques sont aussi touchés mais de moindre ampleur. Seules les densités avant saison (mai 2016) sont un peu plus conformes et montrent que l'impact se manifeste par multiplication des prises d'appui ponctuels

Le classement des habitats avant la fréquentation élevée a déjà montré que les bryophytes ou mousses aquatiques offraient une forte habitabilité, à la fois sur les densités et les richesses faunistiques. Les prélèvements réalisés au mois de septembre 2014, et après presque un mois de fortes restitutions, montrent que cet habitat est aussi plus résistant aux élévations de débit comme le montre le graphique suivant :

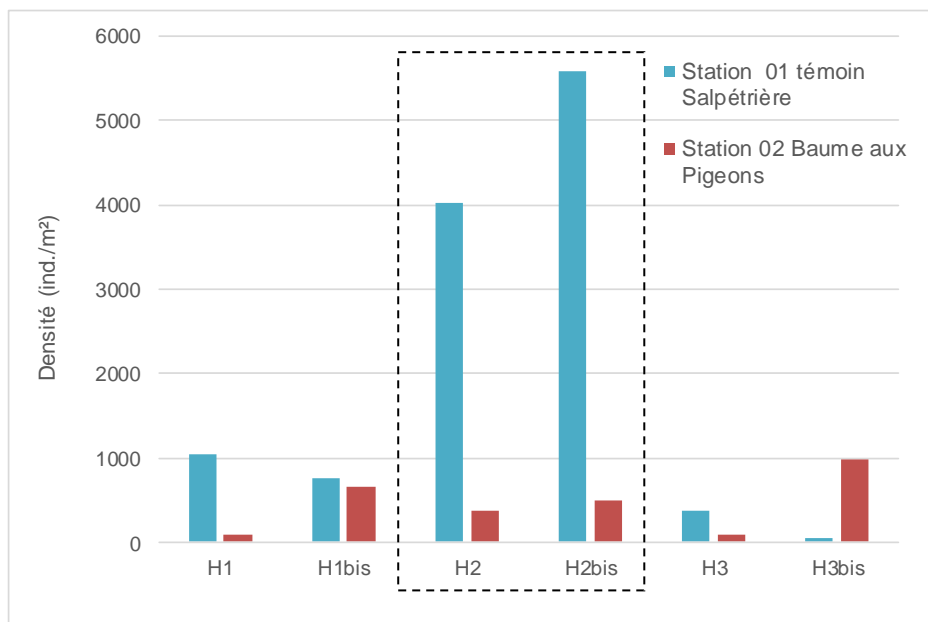


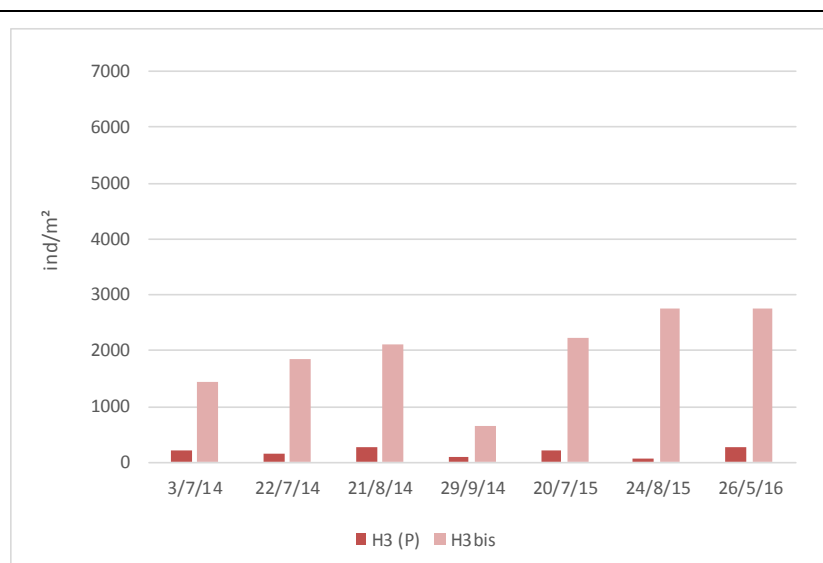
Figure 29 : Densités en invertébrés relevées par habitats lors de la campagne du 29 sept. 2014

Alors que tous les habitats subissent de fortes baisses de densité, y compris ceux de la station 01 témoin et en absence de piétinement (restitutions élevées), les bryophytes (H2) constituent le seul habitat préservé. Elles forment aussi une des rares production végétale aquatique dans le Moyen Verdon et avec les diatomées (production microscopique). Les herbiers et les supports racinaires sont très peu représentés. Les dépôts organiques de matière végétale morte sont, eux aussi, assez rares malgré la présence d'une ripisylve plutôt bien développée en amont.



L'habitat est en général « percuté » ou sert de prise d'appui. Il pourrait être assez facilement évité en adaptant le cheminement ou en sensibilisant les pratiquants.

Les bryophytes sont rarement piétinées par les baigneurs. Elles peuvent même avoir un effet répulsif.



H3 – Gravier (< 2,5 cm) dans les fosses d'affouillement ou les chenaux lents, aussi appelés galets.

L'habitat gravier est particulièrement impacté sur la zone piétinée (P) et avec des niveaux de densité très faibles pour toutes les campagnes. Les graviers sont impactés dès les premiers passages de mai.

Les prélèvements ont été réalisés à la fin d'une séquence de nage et sur un passage bien identifié et régulier (photo ci-contre). C'est donc le seul habitat qui est piétiné plusieurs fois par jour et par une majorité de personnes.

Cet habitat semble aussi déstabilisé par les fortes restitutions ($60 - 70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), comme ce fut le cas en septembre 2014. De petites modifications morphologiques sont constatées et les graviers sont de couleur blanche comme le montre la photographie ci-dessous.








Il semble donc qu'il constitue un habitat fragile et sensible à la fois aux restitutions et aux piétinements. Il peut difficilement être évité mais il est essentiel de préserver de grandes surfaces sans piétinement.

Les arrêts et regroupements se font en général sur cet habitat et consomment beaucoup d'espace. Il y a probablement là un moyen de réduire les surfaces investies en travaillant sur cette action. C'est aussi le principal habitat investi par la baignade.

L'IMPACT PORTE-IL ATTEINTE A LA QUALITE BIOLOGIQUE DU COURS D'EAU ?

L'IBG adapté pour la Directive Cadre Européenne a été mis en œuvre sur les deux stations. Les prélèvements ont été réalisés à l'aveugle, pour ne pas orienter l'échantillonnage vers des zones qui étaient régulièrement piétinées.

Les valeurs de limites de classe données ci-dessous tiennent compte du rectificatif de la norme IBGN NF T90-350, relatif au protocole de prélèvement et de traitement des échantillons d'invertébrés. Il apparaît que pour les stations situées dans le moyen Verdon et située sur la masse d'eau « *Le Verdon du barrage de Chaudanne au Jabron* », le référentiel appliqué aux très petits cours d'eau des Préalpes du Sud est le suivant :

I.B.G.N.	≥ 15	14 - 12	11 - 9	8 - 5	≤ 4
Couleur					
Classe de qualité	Très bonne	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Hors classe

Les indices relevés sont les suivants. Le calcul de l'indice est basé sur la richesse faunistique et le plus haut groupe indicateur relevé. Un groupe indicateur (G.I.) est affecté à chaque taxon. Ils vont de 1 à 9, du moins sensible au plus sensible aux altérations. La classe de variété est déterminé par la richesse taxonomique.

	MAI 2015		MAI 2016	
	Station 01 Salpêtrière (témoin)	Station 02 Baume aux Pigeons	Station 01 Salpêtrière (témoin)	Station 02 Baume aux Pigeons
Richesse	25	23	28	21
Classe de variété*	8	7	8	7
Total invertébrés	3488	1398	2002	435
Densité (nb/m²)	8720	3495	3336,6	725
Taxon indicateur (G.I.)	Perlidae (9)	Perlidae (9)	Perlidae (9)	Perlidae (9)
Note IBGN	16/20	15/20	16/20	15/20
Dominants 1	Chironomidés (74,9%)	Chironomidés (38,7%)	Chironomidés (27%)	Oligochètes (20%)
Dominants 2	Simulidés (4,6%)	Baetidés (12,8%)	Simulidés (18%)	Leuctridae (19%)
Dominants 3	Baetidés (3,2%)	Simulidés (5,1%)	Leuctridae (6%)	Chironomidés (5%)

Le piétinement ne semble pas porter atteinte à la qualité biologique du secteur puisque les notes obtenues entrent dans la classe de très bonne qualité. Elles sont, de plus, conformes aux indices obtenus sur des stations situées plus en amont.

Le groupe indicateur maximal indique une très bonne qualité de l'eau. Les rejets d'assainissement situés en amont (commune de Castellane et campings principalement) n'ont pas d'incidences sur la qualité de l'eau du secteur étudié. D'un point de vue de la richesse taxonomique (déterminations au genre), elle peut être considérée comme moyenne sur les deux stations. Par contre, l'écart entre la station témoin de la Salpêtrière et la station pratiquée de la Baume se creuse un peu plus en 2016 : 7 taxons de moins sur la station pratiquée contre 2 taxons en 2015 pour une méthode qui peut être considérée comme représentative du peuplement d'une station. Le nombre de taxons permet de calculer la classe de variété qui joue un rôle fondamental dans le calcul de l'indice puisqu'il s'obtient en croisant le groupe indicateur et la classe de variété.

*Classes de variété	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Nombre de taxons	> 50	49 45	44 41	40 37	36 33	32 29	28 25	24 21	20 17	16 13	12 10	9 7	6 4	3 1

En 2016, les 21 taxons recensés permettent d'atteindre la classe de variété 7 comprise entre 21 et 24 taxons mais **l'absence d'un seul taxon baisserait d'un point l'indice passant la note à 14/20 et en classe de qualité bonne au lieu de très bonne**. C'est probablement la conséquence, en 2016, d'un début d'activité conjointement à quelques petites crues survenues en mai ce qui est assez fréquent à cette période. Le secteur entre dans l'été déjà avec des niveaux de densité très bas.

Supports	5	Représentativité des substrats (%)				Différentes vitesses				
		Marginaux	Dominants 2 (>50%)	D 2 (>25% ; <50%)	D 1 (>5% ; <25%)	V>150	150>V>75	75>V>25	25>V>5	V<5
Bryophytes	11	5						B1A		
Spermatophytes immergés	10									
Débris organiques grossiers (litières)	9	1							B1B	
Chevelus racinaires, support ligneux	8	3							B1C	
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) taille>25mm	7			40			B2A B3A	B3B	B3D	
Blocs (> 250 mm)	6			15			B3B			
Granulats grossiers 25mm >taille>7,5mm	5			20			B3C	B3C		
Spermatophytes émergents de strate basse	4									
Sédiments fins organiques, "vases"<E,1mm	3									
Sables et limons grains <2,5mm	2	2							B1D	
Algues ou à défaut, marne et argile	1	1								
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sol) Blocs >250mm	0				3		B2D			

Figure 30 : Exemple d'une fiche de prélèvement IBG DCE (station 01 Salpêtrière, mai 2016)

COMMENT EVOLUE L'IMPACT AU COURS DES SAISONS TOURISTIQUES 2014 A 2016 ?

Il ne semble pas y avoir de véritable et franche évolution en cours de saison. Les densités d'invertébrés relevées aux mois d'août 2014 et 2015 sont toutes les deux inférieures à celles du mois de juillet mais il est difficile, vu le faible nombre de prélèvements, d'associer cette réduction à une fréquentation plus forte ou à une multiplication des passages. Les données liées à la fréquentation (Meilleurat, 2014) ne mettent pas non plus en évidence une hausse significative de la fréquentation au mois d'août. La charge semble répartie de manière homogène entre les deux principaux mois d'activité : juillet et août. Néanmoins, les comptages restent partiels et à affiner. Aucun comptage n'a, par exemple, été réalisé au printemps.

Les prélèvements réalisés en mai 2016 sur les habitats suivis depuis 2014 (graphique suivant), montrent que **l'impact s'exprime rapidement et dès le début de saison, même quand la fréquentation est encore très faible**. Seul l'habitat H3bis présente des densités anormalement basses, encore jamais relevées sur la station témoin. Il s'agit probablement des effets d'une activité de piétinement, soit attribuée à l'exploitation de ce tronçon pour la randonnée aquatique, soit d'une zone d'arrêt pour la nage en eau vive.

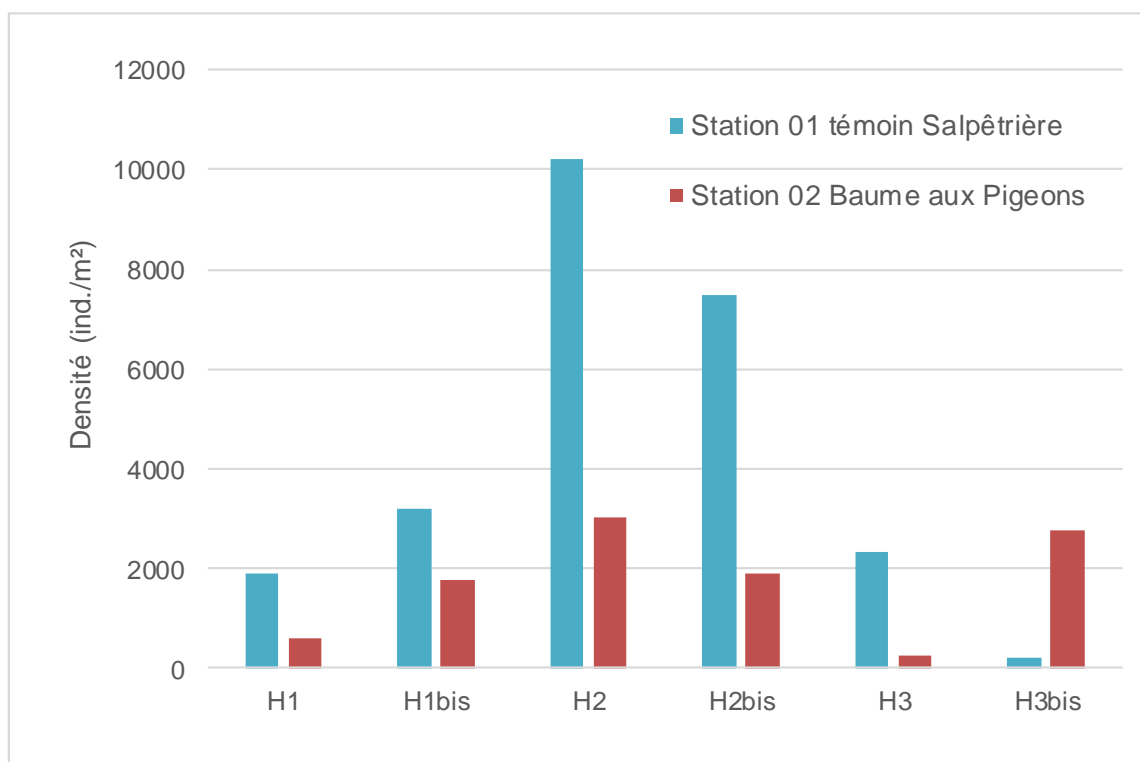


Figure 31 : Densités par habitats, campagne du 26 mai 2016 avant saison touristique

LA BIODIVERSITE DU COURS D'EAU EST-ELLE EN PERIL ?

Le peuplement actuel du Verdon est marqué par la présence d'espèces eurythermes (supportant de fortes variations de températures), caractérisant la partie basse du rhithron, voir la zone de transition rhithron/potamon. La plupart des espèces sont des espèces ubiquistes et banales capables de résister à de fortes variations de composantes de leur milieu. Galvin³, en 1989, conclut à une altération de la composition et de la structure des peuplements du Moyen Verdon liée aux modifications du régime hydrologique. Ces altérations diminuent toutefois en s'éloignant du barrage. Il constate aussi « *un remplacement d'espèces sténothermes d'eau froide, fortement rhéophiles, par des taxons eurytopes et plus tolérants vis-à-vis des conditions du milieu* ». L'influence du Baou en termes de réensemencement du peuplement du Verdon par dérive est relativement limitée. Le peuplement du Baou est marqué par des espèces sténothermes (supportant de faibles variations de température). Certaines espèces ubiquistes, vivent à la fois dans les milieux affluents et le Verdon et pourraient coloniser par dérive le cours principal (exemple de *Seratella ignita*, *Baetis rhodani*...). Les densités et les richesses du Baou sont assez élevées et proches de celles de la station 01 témoin de la Salpêtrière. Les travaux de Galvin (1989) citent déjà le Baou comme un cours d'eau à la richesse taxonomique totale élevée (31 taxons identifiés dont 6 spécifiques à cet affluent).

On notera qu'avec seulement six campagnes qualitatives réalisées sur les milieux annexes au Verdon, cinq espèces importantes ou rares ont été trouvées :

- Les Trichoptères ***Metalype fragilis*** et ***Tinodes maclachlani*** ne sont recensés que dans quelques départements du Sud-Est et n'avaient pas encore été recensés dans les Alpes de Haute Provence.
- Le Trichoptère ***Potamophylax cingulatus alpinus***, endémique des Alpes et présent en France que dans quelques départements alpins, est cité pour la première fois dans le département des Alpes de Haute Provence.
- L'Ephéméroptère ***Baetis pasquetorum***, espèce relativement récente dans la faune française, était recensé uniquement dans les Alpes Maritimes. Il s'agit, encore une fois, de la première citation dans les Alpes de Haute Provence.
- Le Diptère ***Simulium galloprovinciale***, espèce très rare en France et recensée dans quelques petits cours d'eau calcaires de la région méditerranéenne, a été trouvée dans le Baou. Il est déjà cité dans des travaux antérieurs (Guidicelli, 1984 ; Galvin, 1989).

Cette approche qualitative met en évidence le rôle fondamental des affluents et des milieux annexes au Verdon (sources, ruisselets...). Ils sont encore à peu près préservés mais pourraient, à terme, être de plus en plus fréquentés. Elle a pu mettre aussi en évidence que le piétinement pouvait, par réduction des densités d'invertébrés, porter atteinte à la diversité faunistique et fragiliser un milieu subissant déjà de fortes pressions anthropiques.

³ GALVIN Yannick, 1989 – *Hydrobiologie d'une rivière aménagée : le Moyen Verdon – Thèse de l'Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille*

QUELS ELEMENTS POUR AMELIORER LA GESTION DU MOYEN VERDON ET DU COULOIR SAMSON ?

Plusieurs éléments issus de cette étude permettent de proposer des actions concrètes et ciblées :

Sur le cheminement « randonnée aquatique » :

- ✓ **Optimiser le parcours** en privilégiant les sorties d'eau et le passage sur les blocs et les dalles. Professionnels de l'activité et de l'environnement pourraient le définir de manière concertée et sur une journée consacrée à cette approche.
- ✓ **Mieux identifier le parcours**, les sorties d'eau ou les rassemblements par une signalisation discrète et adaptée.
- ✓ **Informers** à la mise à l'eau de la présence d'un cheminement unique et de la nécessité de le suivre. Eventuellement le matérialiser sur une carte.
- ✓ Permettre à quelques guides implantés localement d'être identifiés comme **relai d'information sur le terrain** et pendant la saison. Ils pourraient identifier rapidement des guides qui n'ont pas connaissance du cheminement et les alerter de la nécessité de le suivre.
- ✓ **Labéliser les guides** qui ont une connaissance approfondie des parcours, du cours d'eau et des enjeux du territoire.
- ✓ **Réduire la surface des zones d'arrêts** en les intégrant au parcours, en choisissant des secteurs bien définis ou en sensibilisant mieux les pratiquants.

Sur les zones de baignade :

- ✓ **Organiser une veille de cette activité** : secteurs fréquentés, surfaces investies, nouvelles zones fréquentées, chemins d'accès créés, nombre de personnes, comportements...
- ✓ **Renforcer la sensibilisation des baigneurs aux impacts des barrages de galets**, par de la signalisation (des panneaux d'information existent déjà dans les plus grands campings), par l'intermédiaire des écogardes ou de plaquettes d'information.
- ✓ **Renforcer la sensibilisation des gérants de campings**, les utiliser comme relai d'information.
- ✓ **Réduire l'accès au cours d'eau** en rendant l'accès aux berges plus difficiles : pose d'arbres en travers, de blocs, favoriser les épineux, densifier la végétation de certains secteurs. Intégrer la baignade au plan de gestion de la ripisylve et des berges.
- ✓ **Réduire, à certains endroits déjà étroits, les possibilités de se garer.**

Sur les actions de sensibilisation :

- ✓ **Prolonger les actions de sensibilisation** des guides sur le terrain, renforcer par des interventions en salle sur des thématiques variées, insister sur la nécessité de respecter le cheminement.
- ✓ **Coupler si possible formation/sensibilisation avec les suivis/prélèvements** à venir.
- ✓ **Sensibiliser sur le rôle des habitats** comme les bryophytes, les débris organiques ou les supports ligneux et plus largement sur la lecture des habitats du cours d'eau.
- ✓ **Sensibiliser sur l'évitement de ces habitats** y compris les limons.
- ✓ **Ré-axer la sensibilisation sur les actions de nage ou d'arrêts.**
- ✓ **Plus impliquer les professionnels** dans des propositions d'amélioration de la gestion du site ou de réduction de l'investissement de l'espace.
- ✓ **Sensibiliser sur la gestion du bois mort et des embâcles**, croiser avec l'entretien du cours d'eau.

Sur la fréquentation dans le couloir Samson :

- ✓ **Suivre la fréquentation et ses évolutions**, la quantifier. Certains secteurs pourraient être équipés d'une caméra-compteur (création d'un observatoire de la fréquentation pérenne).
- ✓ **Déterminer les variations de charge dans la saison**, y compris en début de saison.
- ✓ **Déterminer un moyen d'exploiter tous les créneaux de la journée** pour diminuer les pics de fréquentation.
- ✓ **Déterminer le nombre de groupes** à partir duquel le cheminement commence à ne plus être respecté (investissement de la surface qui s'accroît) ou, plus largement, porter une réflexion sur ce qui augmenterait la surface d'investissement. Ces réflexions pourraient être portées conjointement avec les professionnels.
- ✓ **Réfléchir aux possibilités de modifier le règlement de la RD 236** : accès unique aux services de secours et professionnels de l'activité (accès par badge par exemple et déposes minute), aménagement de la zone du point sublime pour l'accueil du grand public, aménagement du terrain de l'amitié.

Sur la fréquentation du Moyen Verdon :

- ✓ **Suivre la fréquentation et ses évolutions**, déterminer les parcours et les zones fréquentées, les types d'activités.
- ✓ **Améliorer la connaissance** sur les enjeux du territoire en termes de biodiversité.
- ✓ **Réduire les activités d'eau vive et leurs parcours** sur les affluents et les milieux annexes pour préserver les réservoirs biologiques et les secteurs présentant un intérêt patrimonial fort (Baou pour les espèces d'invertébrés patrimoniaux qu'il héberge et aval du Couloir Samson où l'Apron du Rhône est présent).
- ✓ **Anticiper** l'apparition de nouvelles activités ou de nouveaux parcours.
- ✓ **Mener des évaluations d'incidence** sur les autres parcours hors Verdon.

QUELS INDICATEURS DE SUIVI SUR LE MOYEN ET LONG TERME ?

Les suivis et indicateurs proposés devraient permettre de répondre à plusieurs questions. Le ou les secteurs concernés par ce suivi restent à définir, mais il paraît nécessaire de réaliser ce suivi a minima sur le Couloir Samson, ainsi que sur un secteur en aval où l'Apron est présent :

- Quelles évolutions des communautés d'invertébrés en fin de saison touristique ?
- Y a-t-il un appauvrissement en densité ou en richesse faunistique sur le moyen ou long terme ?
- Quels impacts sur le bon état écologique (au sens de la Directive Cadre Européenne) du secteur et sur le long terme ?
- Quels impacts sur le compartiment piscicole ?
- Quels impacts sont générés en aval d'un parcours de randonnée aquatique ? Les activités de randonnée ou de baignade dégradent-ils la qualité de l'eau ?
- Quels sont les incidences sur les espèces fréquentant les berges et la ripisylve ?
- Quels sont les enjeux « biodiversité » de mon territoire ?

Les indicateurs de suivi proposés :

Veille sur la qualité biologique du cours d'eau hors saison estivale

La qualité biologique est un paramètre très important dans le calcul du bon état écologique (au sens de la Directive Cadre Européenne). Il permet de réaliser une veille globale comme c'est le cas pour le suivi du Réseau de Contrôle et de Surveillance (RCS) de Pont de Soleils. Il permet aussi de réaliser un suivi dans le temps de l'état d'un tronçon de cours d'eau mais à une fréquence plus faible que pour le réseau RCS.

La qualité biologique pourrait être évaluée au travers de l'Indice Biologique Global adapté à la Directive Cadre Européenne (Norme française XP T 90-333, norme française XP T90-388). L'indice est basé sur les invertébrés benthiques qui constituent un bon indicateur de l'effet du piétinement. Les douze prélèvements (1 prélèvement = 1/20^{ème} de mètre carré) imposés par la norme pourraient être séparés dans des pots différents pour faire le lien entre l'habitat prélevé et la composition faunistique du prélèvement.

Les prélèvements pourraient être réalisés au mois d'avril et avant le début de toute activité et si possible en début et en fin de saison touristique. Une fréquence de 3 à 5 ans est suffisante.

Suivi de l'état de conservation des communautés d'invertébrés des secteurs piétinés

Un suivi de l'état des habitats peut être entrepris sur la base des méthodes mises en œuvre entre 2014 et 2016 dans le Couloir Samson. Le suivi pourrait être consolidé en réalisant un nombre plus important de prélèvements par habitat, par exemple 4 à 6 prélèvements dans le même habitat et trois habitats suivis. Tous les prélèvements (1 filet surber soit une surface de 1/120^{ème} de mètre carré) doivent être séparés dans des pots différents en leur affectant au minimum :

- Une classe granulométrique dominante et accessoire.
- Une vitesse d'écoulement.
- Un faciès d'écoulement et une position dans le faciès.
- Une description de la végétation et de l'épaisseur du périphyton.
- Une description du type d'action pratiqué sur cet habitat (cheminement randonnée aquatique, arrêt nage en eau vive, plage baignade, gué, plage camping...).
- Une description de l'environnement proche du cours d'eau : modifications de berge, ripisylve, encaissement, ombrage, rejets, autres usages...

Le type d'habitat suivi doit être ajusté en fonction du tronçon étudié mais à priori, les habitats suivis entre 2014 et 2016 (H1, H2 et H3) seraient représentatifs, en termes de surface ou d'habitabilité, de l'ensemble des habitats du Moyen Verdon.

Le suivi peut porter sur différentes périodes, au minimum fin juillet et mi-août. Il peut permettre, dans les années à venir de répondre à certaines interrogations : reconstitution des habitats au mois de septembre, évolutions en mai-juin, état hors piétinement.

Pour rappel :

H1 - Pierres grossières (2,5 à 25 cm) généralement sur radiers ou rapides.

H2 - Bryophytes (mousses aquatiques) sur dalle ou rocher, généralement dans les chenaux rapides et les radiers.

H3 – Gravier (< 2,5 cm) dans les fosses d'affouillement ou les chenaux lents, aussi appelés galets.

Les stations pourraient être conservées pour pouvoir réaliser une comparaison avec le suivi 2014-2016. La station témoin doit aussi être conservée car elle permet d'établir une référence spécifique à l'année en cours.

La fréquence du suivi devra être ajustée selon les objectifs poursuivis. S'il est accompagné d'une analyse fine de la fréquentation, le nombre de campagne doit être multiplié au cours de la saison.

Pour un complément hors période de fréquentation, une à deux campagnes et deux années de suivi suffisent.

Pour un suivi de l'état des habitats, une campagne tous les quatre à cinq ans, en début (avril) et en fin de saison (août) devrait suffire.

Etat des lieux piscicole

Les comparaisons en termes de densité sont très difficiles pour ce compartiment. Les captures nécessitent aussi du matériel lourd incompatible avec certains accès très difficiles et notamment dans les Grandes Gorges. Néanmoins, il peut être réalisé des captures par point ou par ambiance avec du matériel portable. Même si les calculs de densités sont impossibles, les captures peuvent servir à déterminer les espèces présentes et leur état : état éco pathologique, coefficient de condition, niveau de stress, croissance.

Etat éco pathologique : Les poissons sont examinés de manière fine et les anomalies sanitaires seront relevées en utilisant les codes de l'annexe F de la norme XP T90-383 relative à l'Échantillonnage des poissons à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d'eau.

Coefficient de condition : Le coefficient de condition K, permet de déterminer l'état physiologique des poissons d'une même espèce. Il détermine leur capacité de reproduction mais aussi l'influence du milieu de vie sur l'espèce. Le facteur de condition K est donné par le poids (P en g) et la longueur (L en cm) du poisson : $K = (P/L^3) * 100$

Chez les salmonidés, le coefficient de condition est proche de 1. Si K est inférieur à 1, le poisson présente une relative maigreur ce qui peut mettre en évidence une faible disponibilité des proies.

Pour aller plus loin : ce coefficient pourrait être calculé en aval des zones pratiquées pour mesurer d'éventuels effets de la dérive en invertébrés (coefficient de condition > 1).

Stress : Deux lots de poissons d'une même espèce peuvent être constitués, à priori sur la truite fario. 10 à 15 individus constitueront un lot témoin et un lot supposé perturbé. Les tailles devront être homogènes pour les deux lots (classes de taille à privilégier : 18 - 23 cm mais fonction de la population en place). Les captures devront être réalisées dans les 15-20 minutes qui suivent le facteur stress. Nous considérons que le stress occasionné par la capture jouera le même rôle pour tous les poissons. Certains d'entre eux (station témoin) subiront 1 seul stress – celui de la capture – et les autres 2 stress : capture + perturbation due à l'activité. Une fois l'échantillon constitué, des prélèvements sanguins peuvent être réalisés et acheminés en laboratoire. Les taux de glycémie et de cortisol seront mesurés sur chaque échantillon.

Croissance : Des prélèvements d'écailles pourraient être réalisés sur les poissons d'une même espèce, par exemple les truites fario. Le prélèvement s'effectue sur le flanc et aux deux tiers de l'abdomen. A chaque lot d'écaille est associé une espèce, une taille et un poids. Les écailles sont ensuite traitées et mises sous lame pour une lecture de l'âge des individus (mis en relation avec la taille et le poids) et la mesure des distances inter-annuli. La vitesse de croissance peut ainsi être évaluée et comparée à d'autres cours d'eau ou secteur de cours d'eau.

Suivi de la qualité de l'eau

Un suivi pourrait être organisé pendant la saison et sur une journée de forte affluence. Le suivi porterait sur quelques paramètres physico-chimiques en amont et en aval d'une zone de baignade et/ou d'une zone de randonnée aquatique (amont/aval Couloir Samson).

Les paramètres suivants pourraient être acquis : *température de l'eau, oxygène dissous, saturation en oxygène, conductivité, pH*, matières en suspension, streptocoques fécaux, Escherichia coli. Les paramètres en italique sont mesurés in situ à l'aide d'une sonde multi-paramètre. Les autres paramètres sont mesurés au laboratoire.

La fréquence de prélèvement doit être adaptée aux pics de fréquentation : si possible toutes les heures en resserrant les mesures en fin de matinée et en milieu d'après-midi.

Il faudra tenir compte des temps de transfert entre la zone d'activité et le point de mesure aval et choisir des stations qui encadrent de façon très rapprochée la zone d'activité pour éviter toutes interférences.

Pour aller plus loin : Il est possible d'équiper les stations en entrée et en sortie de la zone d'activité avec des capteurs de turbidité afin de réaliser un suivi à plus long terme, à mettre en relation avec les restitutions et le rythme des activités.

Etat des lieux et diagnostic des zones de baignade

Un diagnostic des zones de baignade peut être établi en intégrant une description des habitats et des espèces aquatiques mais aussi une description des habitats et des espèces fréquentant les berges. Il serait intéressant aussi et à l'échelle du Moyen Verdon, d'identifier des zones de quiétudes à préserver : zones à travertin, réservoirs biologiques, zones de nidification, corridors écologiques...

Sur les zones de baignade :

- Cartographie des habitats et des zones potentielles de reproduction du cours d'eau avant et après saison y compris l'état du colmatage.
- Cartographie des berges et de la ripisylve et comparaison avant – après saison.
- Prélèvements de faune benthique sur les habitats dominants du site ou répliques d'un même habitat et comparaison avant et après saison. 4 à 6 prélèvements réalisés au filet surber sur une surface d'1/10^{ème} de m² dans chaque habitat potentiellement impacté.
- Inventaire des espèces aquatiques et terrestres présentes et de leur besoin, évaluation de leur sensibilité au dérangement.

Enjeux liés à la biodiversité

Les campagnes qualitatives réalisées au cours de l'été 2016 ont montré toute la richesse faunistique du secteur. En parallèle, l'effort d'échantillonnage pouvait être considéré comme modéré comme l'étendu de la zone de recherche (point sublime) et les groupes considérés (principalement Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères).

La recherche pourrait être étendue à d'autres secteurs ou d'autres groupes faunistiques comme les odonates par exemple. La connaissance fine de la biodiversité locale permettra de mieux identifier les secteurs importants en termes de biodiversité.

La recherche est réalisée en couplant des prélèvements de larves et des chasses d'adultes au filet à papillon ou par la pose de pièges lumineux. Dans l'idéal, les campagnes devront être réparties entre avril et octobre avec au moins une campagne mensuelle. Les compléments pourraient porter sur des milieux encore mal connus en termes de biodiversité ou des secteurs pratiqués :

- Affluents du Verdon et notamment de petits cours d'eau comme le Baou, ravin du Riou, ravin du Brusca, ravin de Mainmorte, le Grand Vallon, vallon de l'Infernet, ravin de la Font, ravin de Brandis, Pesquier, ravin de Destourbes. La recherche doit cibler en premier lieu des secteurs déjà pratiqués ou potentiellement praticables.
- Sources et exurgences karstiques : Elles sont très nombreuses et variées et donnent souvent naissance à un ruisseau à court linéaire et parfois proche du lit du Verdon. Ces milieux renferment très souvent des taxons rares ou endémiques, reliques de l'âge glaciaire.

ANNEXES

Annexe 1 : Membres du comité de pilotage de l'étude d'impact du piétinement humain sur la rivière (2014-2016)

Commanditaire et mette d'oeuvre de l'étude	Présence COFIL 18 juillet 2014 à 10h	Présence COFIL 16 décembre 2014	Présence COFIL 1er mars 2016	Présence COFIL 21 nov 2016
Parc naturel régional du Verdon				
Maison régionale de l'eau				

Structure Services de l'Etat	Présence COFIL 18 juillet 2014 à 10h	Présence COFIL 16 décembre 2014	Présence COFIL 1er mars 2016	Présence COFIL 21 nov 2016
DREAL PACA	Excusé		Excusé	
DDT 04				
DDTM 83				
DRJSCS PACA				
DDCSPP 04		Excusé	Excusé	
DDCS 83				
ONEMA 04				
ONEMA 83				
ONEMA Délégation interrégionale Méditerranée				
Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse	Excusé	Excusé	Excusé	Excusé
Préfecture 04				
Préfecture 83				
Sous Préfecture Castellane				
Sous-Précture Brignoles			Excusé	Excusé
Sous-Précture Draguignan		Excusé	Excusé	Excusé

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

Collectivités - Gestionnaires

Structure	Présence COFIL 18 juillet 2014 à 10h	Présence COFIL 16 décembre 2014	Invit COFIL 1er mars 2016	Présence COFIL 21 nov 2016
Commune de Moustiers-Sainte-Marie			Excusé	
Commune de Rougon				
Commune de La Palud sur Verdon				
Commune de Castellane				
Commune d'Aiguines				
Communauté de communes du Moyen Verdon				Excusé
Communauté de communes Asse-Bléone-Verdon				
Pays Asses, Verdon, Vaïre, Var				
CD 04			Excusé	Excusé
CD 83				
Conseil régional PACA		Excusé		
Syndicat Intercommunal d'Entretien des berges du Verdon de Rougon à Allos				

Comité de pilotage Natura 2000				
Comité de pilotage OGS				
Commission locale de l'eau	Excusé			

Experts scientifiques et personnes ressources

Structure	Présence COFIL 18 juillet 2014 à 10h	Présence COFIL 16 décembre 2014	Invit COFIL 1er mars 2016	Présence COFIL 21 nov 2016
Université d'Aix-Marseille - Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale	Excusé			
Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale (Avignon)			Excusé	Excusé
IRSTEA				
CREN Rhône Alpes			Excusé	
Université Joseph Fournier - Grenoble 1		Excusé	Excusé	Excusé
Pôle Ressources National Sports de nature (Ministère des sports) à Vallon				
ARPE PACA				
Conseil scientifique du PNRV				

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

Représentants du monde sportif

Structure	Présence COPIL 18 juillet 2014 à 10h	Présence COPIL 16 décembre 2014	Invit COPIL 1er mars 2016	Présence COPIL 21 nov 2016
Fédération nationale de la Montagne et de l'escalade et CTN				
Fédération nationale de la Montagne et de l'escalade				Excusé
Comité Départemental de la Montagne et de l'Escalade 83	Excusé			
Comité Départemental de la Montagne et de l'Escalade 04		Excusé		
Fédération française de canoë-kayak				Excusé
Comité Départemental de Canoë Kayak 83				
Comité Départemental de Canoë Kayak 04				
Fédération française de spéléologie	Excusé			
Comité Départemental de Spéléologie 04 - Fédération Française de Spéléologie		Excusé		
Comité Départemental de Spéléologie 83 - Fédération Française de Spéléologie				
FFCAM				
CDOS 04	Excusé			
CDOS 83				

Représentants protection de l'environnement

Structure	Présence COPIL 18 juillet 2014 à 10h	Présence COPIL 16 décembre 2014	Invit COPIL 1er mars 2016	Présence COPIL 21 nov 2016
FNE-UDVN04		Excusé		
FNE-UDNV83			Excusé	
FNE PACA		Excusé	Excusé	

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

Représentants des usagers

Structure	Présence COFIL 18 juillet 2014 à 10h	Présence COFIL 16 décembre 2014	Invit COFIL 1er mars 2016	Présence COFIL 21 nov 2016
EDF Unité de production Méditerranée				
Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale				
Groupement des Professionnels des Sports d'eau vive du Verdon*				<i>cf. liste des compagnies invitées suite à la dissolution du groupement*</i>
Syndicat des Professionnels du Grand Canyon du Verdon			Excusé	
Syndicat National des Professionnels de l'Escalade et du Canyon - SNAPEC				
Syndicat national des guides de Haute-Montagne				
Pro Verdon - Les guides du Verdon				
Syndicat pro Verdon				
Syndicat national des professionnels du canoë-kayak et disciplines associées - SNGPCKDA				
Syndicat national des professionnels du canyons et spéléo (SNPCS)				
Comité régionale de Canoë-Kayak				
Guides pêche				
Fédération de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques 04	Excusé			
Fédération pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques 83		Excusé		Excusé
AAPPMA La Gaule Castellanaise				
AAPPMA Comps-sur-Artuby				
AAPPMA la Truite Moustiéraine				

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

***Compagnies d'eau vive**
*(anciennement regroupées sous le
 Groupement des Professionnels
 des Sports d'eau vive du Verdon de
 Castellane)*

Présence COPIL 18 juillet 2014 à 10h	Présence COPIL 16 décembre 2014	Invit COPIL 1er mars 2016	Présence COPIL 21 nov 2016
---	------------------------------------	------------------------------	-------------------------------

• Easy Rafting				
• Aquabond Rafting				
• Buena Vista Rafting				
• Base sport et Nature				
• Aqua Verdon				
• Aqua Viva Est				
• Raft session				
• Feel Rafting				
• L'O Sauvage				
• So Raft				
• Montagne et Rivière				
• Tonton Rafting				
• Sensations Rivières				
• Provence Rafting				
• Yeti Rafting				
• Sports Passion				
• Action Aventure				
• Verdon Evasion				
• Eau vive Evasion				
• Ride the Verdon				
• Raoul Rafting				
• Aloha Verdon				
• Verdon Raft				
• Aqua reve				

Annexe 2 : Arrêté préfectoral relatif à la pratique de l'activité de randonnée aquatique au Couloir Samson dans le Verdon



PRÉFET DES ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE

PRÉFECTURE
DIRECTION DES LIBERTÉS PUBLIQUES
ET DES COLLECTIVITÉS LOCALES
Bureau du contentieux interministériel
et du droit de l'environnement

Digne les Bains le 14 Août 2013

ARRETE PREFECTORAL N° 2013-1807

Relatif à la pratique de l'activité de randonnée aquatique
au Couloir Samson dans le Verdon

LE PREFET DES ALPES-HAUTE-PROVENCE

*Chevalier de la Légion d'honneur
Officier de l'ordre national du Mérite,*

Vu le code général des collectivités territoriales et notamment son article L2215-3° ;

Vu le code de l'environnement et notamment ses articles L211-1, L214-12 ;

Vu le code du sport ;

Vu le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Rhône Méditerranée ;

Vu les conclusions de la concertation entre les différentes parties concernées publiées sur le site internet de la préfecture des Alpes-de-Haute-Provence ;

Considérant qu'en l'absence de schéma d'aménagement et de gestion des eaux approuvé sur le cours d'eau le Verdon, le préfet des Alpes de Haute Provence est compétent pour réglementer l'activité de randonnée aquatique pratiquée au couloir Samson situé sur le territoire des communes de la Palud et de Rougon et sur le cours d'eau non domanial du Verdon ;

Considérant que l'activité de randonnée aquatique au couloir Samson a connu un fort développement ces dernières années ;

Considérant qu'au regard de cette affluence touristique au couloir Samson et du risque d'encombrement de pratiquants le long de ce parcours, il y a lieu de réglementer la pratique de la randonnée aquatique sur ce site afin de réguler le nombre de randonneurs aquatiques ;

Considérant que l'exercice de ces activités entraîne de nombreux piétinements, entrées et sorties sur les berges susceptibles d'impacter les habitats et le milieu aquatique du Verdon et qu'en conséquence il convient de prendre des mesures d'encadrement de ces pratiques afin d'assurer la protection des habitats et des milieux aquatiques ;

Considérant que cette réglementation a fait l'objet d'une concertation avec les parties concernées

lors de réunions qui se sont tenues les 23 avril, 15 et 30 mai 2013 ;

Considérant la consultation par courrier du 2 juillet 2013 des associations agréées au titre de l'environnement de défense de l'environnement et les diverses réponses reçues en retour le 11 juin 2013 du syndicat des professionnels des activités de pleine nature du Verdon, le 9 juillet 2013 de l'association interdépartementale et intercommunale pour la protection du lac de sainte Croix, de son environnement, des lacs et sites du Verdon, le 23 juillet 2013 de l'union départementale vie et nature ;

Considérant la consultation du public sur le site internet de la préfecture du 5 juillet au 26 juillet 2013 réalisée au titre de l'article L120-1 du code de l'environnement et la synthèse des observations reçues;

Considérant la prise en compte, lors de cette concertation, du principe de conciliation des usages établi par la loi sur l'eau et du principe de la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau ;

Sur proposition de M. le Sous-Préfet de l'arrondissement de Castellane ;

ARRETE

Article 1 - L'activité de randonnée aquatique est une activité de loisir sportif qui privilégie la flottaison mais peut comporter de façon ponctuelle et au regard de la morphologie du cours d'eau, des séquences de marche ou de saut, voire de prise d'appui ponctuelle.

Les activités de randonnée aquatique font l'objet des dispositions suivantes au parcours dénommé couloir Samson situé sur le territoire des communes de Rougon et de la Palud sur Verdon.

Article 2 - Les activités de randonnée aquatique sont réglementées du 1^{er} juillet au 15 septembre.

En cas d'un débit inférieur 1,5 m³/s délivré au barrage de Chaudanne, un cheminement alternatif évitant les zones les plus sensibles sera défini et balisé par les personnes compétentes.

Article 3 - Les activités de randonnée aquatique sont soumises aux conditions suivantes :

-horaires d'entrée des randonneurs aquatiques dans l'eau : de 9 heures à 17 heures.

-lieux d'entrée dans l'eau des randonneurs aquatiques : pour limiter les atteintes aux habitats et sous réserve du droit des propriétaires riverains, les entrées et les sorties des groupes de randonneurs aquatiques s'effectueront aux emplacements suivants :

-pour les entrées, les 3 points sont répertoriés dans la carte ci-annexée dans une zone comprise entre l'aval du Solitaire et le bas des escaliers du couloir Samson.

-pour les sorties, 1 point est répertorié : lieu dit TRESCAÏRE

Ces données sont mentionnées sur une carte en annexe n°1 au présent arrêté.

- la cadence des groupes :

Le départ de chaque groupe de randonneurs aquatiques doit être espacé d'un intervalle de 10

minutes au minimum, pour éviter les encombrements de randonneurs et assurer la fluidité des groupes.

Les passages marchés doivent s'effectuer en file indienne.

-le nombre de randonneurs aquatiques par groupe

Le nombre de pratiquants de randonnée aquatique par groupe ne doit pas excéder 10 personnes, encadrant compris.

Article 4 -La progression du parcours de randonnée aquatique d'une longueur de 1480 mètres s'effectue selon un protocole joint à l'annexe n°2 arrêté au terme de la concertation, afin d'assurer la fluidité de la progression des groupes et de limiter les effets des passages réguliers des pratiquants sur des zones à enjeux environnementaux.

Article 5 - Une copie de cet arrêté sera transmise aux maires des communes de la Palud sur Verdon, de Rougon et de Castellane pour y être affiché et au Conseil Général pour assurer la meilleure information possible.

Ces informations seront mises à disposition du public sur le site Internet de la préfecture des Alpes-de-Haute-Provence.

Article 6 - Dans tous les cas, les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

Article 7 - Le manquement aux dispositions du présent arrêté sera sanctionné par l'article R 610-5 du Code Pénal.

Article 8 - Cette décision est susceptible de recours contentieux devant le tribunal administratif de Marseille : 22-24, rue de Breteuil -13281 Marseille cedex 06, dans un délai de deux mois à compter de sa publication.

Article 9 - Le secrétaire général de la préfecture des Alpes-de-Haute-Provence, le sous préfet de l'arrondissement de Castellane, la directrice départementale des territoires, le directeur départemental de la cohésion sociale et de la protection de la population, les maires des communes de la Palud sur Verdon et de Rougon sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture des Alpes-de-Haute-Provence.

Pour le Préfet
et par délégation
Le Secrétaire Général



Rodrigue FURCY

Annexe 3 : Matériels et méthodes employés

► 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.

► **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.

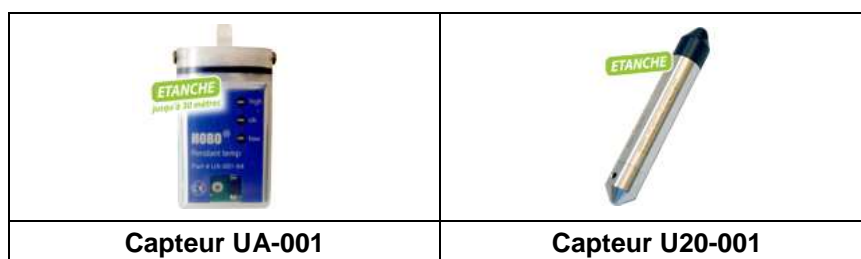
L'expertise est basée sur les éléments suivants :

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

► **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 événements 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.



► **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.

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** ».

Trois habitats ont été suivis et échantillonnés :

- Les pierres grossières et fines (taille comprise entre 100 et 250 mm) sur écoulement fort et situées souvent en tête de radier ou de rapide (**codé H1**). Ce type d'habitat possède une surface dominante et un niveau d'habitabilité de 7/11 (Cf. tableau précédent).
- Les bryophytes ou mousses aquatiques sur rocher ou dalle à courant fort (**codé H2**). Cet habitat, souvent vertical ou sub-vertical, se situe en surface et contre les rochers et dalles émergents. Il est marginal (surface inférieure à 5% du total de la station) mais possède la plus haute habitabilité parmi les habitats recensés dans la rivière (11/11).
- Les galets grossiers et fins (taille comprise entre 25 et 100 mm) des zones à courant faible à modéré aussi appelé par commodité « graviers » (**codé H3**). Ce type d'habitat se retrouve souvent sur des faciès type chenal lent et rapide ou fosse d'affouillement profonde. Il domine en surface de recouvrement, plus encore que l'habitat H1 et possède une forte habitabilité (7/11)

Les autres habitats recensés (parmi 7 habitats recensés en tout) sont moins accueillant mais surtout présente de très faibles surfaces de recouvrement. Une partie est aussi rarement piétinée.

► **Evaluation de la qualité biologique du secteur**

L'évaluation a été effectuée en appliquant le protocole de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) et adapté pour la Directive Cadre Européenne. Cet indice est basé sur les invertébrés benthiques et sert déjà pour les Réseau de Contrôle et de Surveillance (RCS) de la DCE.

Les prélèvements, les dénombrements et les déterminations taxonomiques des invertébrés seront réalisés en suivant le protocole défini par les normes en vigueur :

- **Norme française XP T 90-333** : Prélèvements des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes et le guide d'application de la norme **GA T90-733**.
- **Norme française XP T90-388** : Qualité de l'eau –traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau

Le protocole consiste :

- à effectuer un relevé de la **mosaïque des habitats dominants et marginaux de la station** et à les identifier ;
- à réaliser **12 prélèvements au filet Surber** de faune des invertébrés dans chacun de ces habitats ;
- dans le cas présent, les prélèvements n'ont pas été regroupés. **12 bocaux** sont donc produits par station, identifiés par un code et par l'habitat prélevé.
- à établir **des listes faunistiques des taxons des invertébrés** présents en fonction des habitats identifiés et faire le lien avec les habitats suivis en 2014.

Le matériel utilisé pour les prélèvements est le même que celui de la norme IBGN (NF T 90-350, mars 2004). Chaque prélèvement sera trié, déterminé et dénombré de manière exhaustive.

Les IBGN DCE ont été mis en œuvre sur les deux stations du suivi, la station 01 de la Salpêtrière étant toujours utilisée comme station témoin.

► Inventaires qualitatifs

Des compléments ont été portés, en 2016, sur la faune présente et concernant le volet biodiversité. Les indices et suivis mis en œuvre en 2014 et 2015 identifiaient les invertébrés à la famille ou au genre mais aucune espèce n'a été déterminée. Cette analyse demande un effort supplémentaire de captures d'individus adultes ailés et plusieurs campagnes de prélèvements couvrant les périodes de vol des individus présents.

Plusieurs moyens ont été mis en œuvre :

- Des chasses au filet à papillon réalisés en plusieurs secteurs et en fin de journée.
- Des pièges lumineux ont été disposés sur les stations. Ils ont été posés au crépuscule et relevés le matin.
- Des prélèvements de larves ou de nymphes aquatiques, réalisés directement sur les supports et à la pince.

Les secteurs inventoriés ciblent des milieux annexes et latéraux en plus du Verdon lui-même. Il s'agit en particulier du principal affluent du secteur, le Baou (pont de la D952 et amont confluence), et quelques sources et ruisselets karstiques qui rejoignent le Verdon en amont de la Salpêtrière.

Les secteurs inventoriés sont reportés sur la carte suivante :



Localisation des points de prélèvements qualitatifs, secteur du point sublime

► **Récapitulatif des campagnes réalisées**

Année 1 :

Dates	Objectifs	Jours de la semaine
3 au 7 juillet 2014	Suivi des habitats (début de saison)	Jeudi et lundi
22 juillet 2014	Suivi des habitats (milieu de saison)	Mardi
21 août 2014	Suivi des habitats (forte fréquentation potentielle)	Jeudi
29 septembre 2014	Suivi des habitats Fin de saison	Lundi

Année 2 :

Dates	Objectifs	Jours de la semaine
26 mai 2015	Evaluation de la qualité biologique	Mardi
20 juillet 2015	Suivi des habitats (milieu de saison)	Lundi
24 août 2015	Suivi des habitats (fin de saison)	Lundi

Année 3 :

Dates	Objectifs	Jours de la semaine
26 mai 2016	Evaluation de l'état biologique Suivi des habitats	Jeudi
23 et 24 juin 2016	Inventaire qualitatif Pose de pièges lumineux	Jeudi et vendredi
28 et 29 juillet 2016	Inventaire qualitatif Pose de pièges lumineux	Jeudi et vendredi
24 et 25 août 2016	Inventaire qualitatif Pose de pièges lumineux	Jeudi et vendredi

Annexe 4 : Fiches de présentation des stations et synthèse des éléments acquis en 2014 sur la morphologie

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**

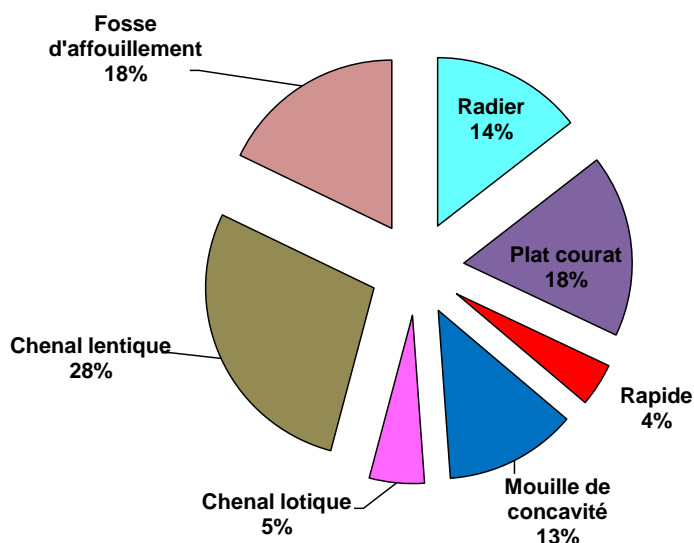
Faciès

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

Fréquentation : **1 personne / jour en moyenne (donnée estimée en 2014)**

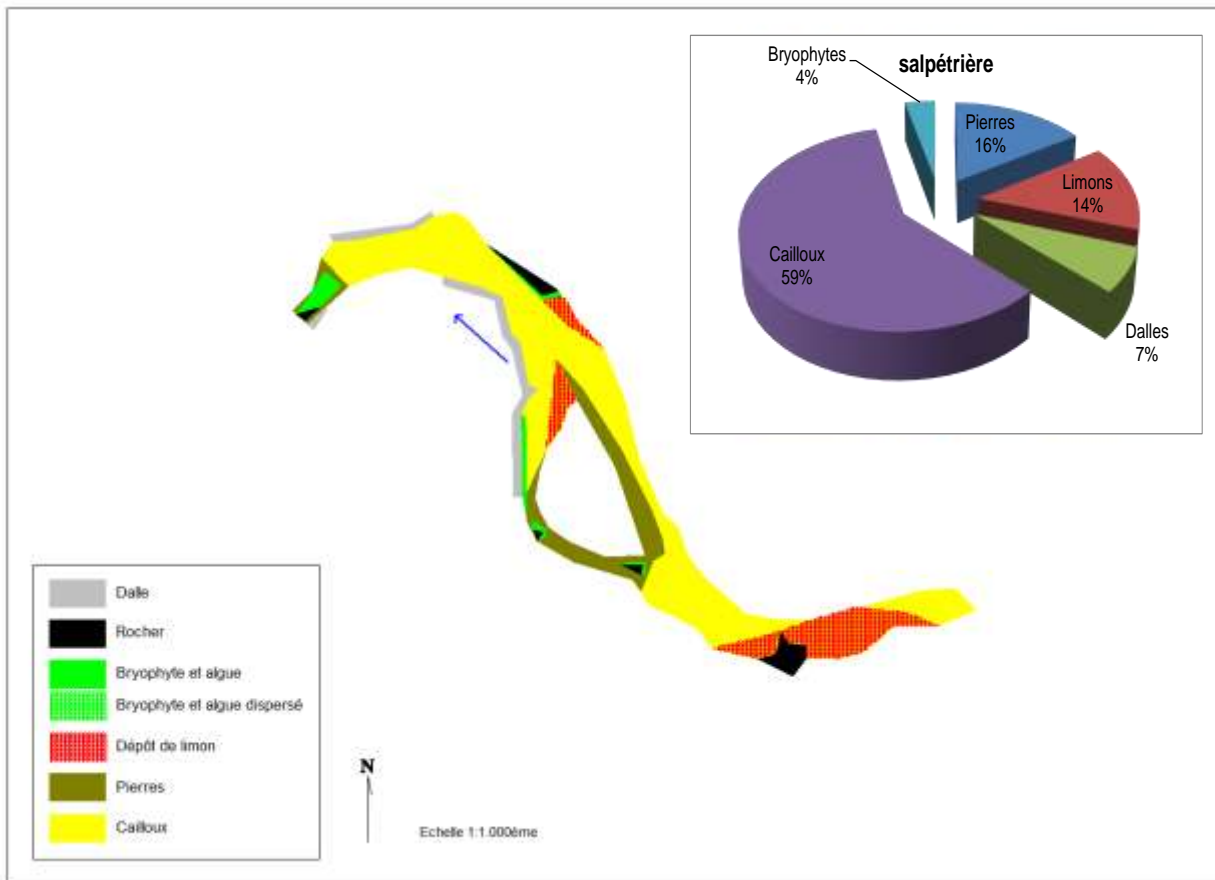


Faciès d'écoulement



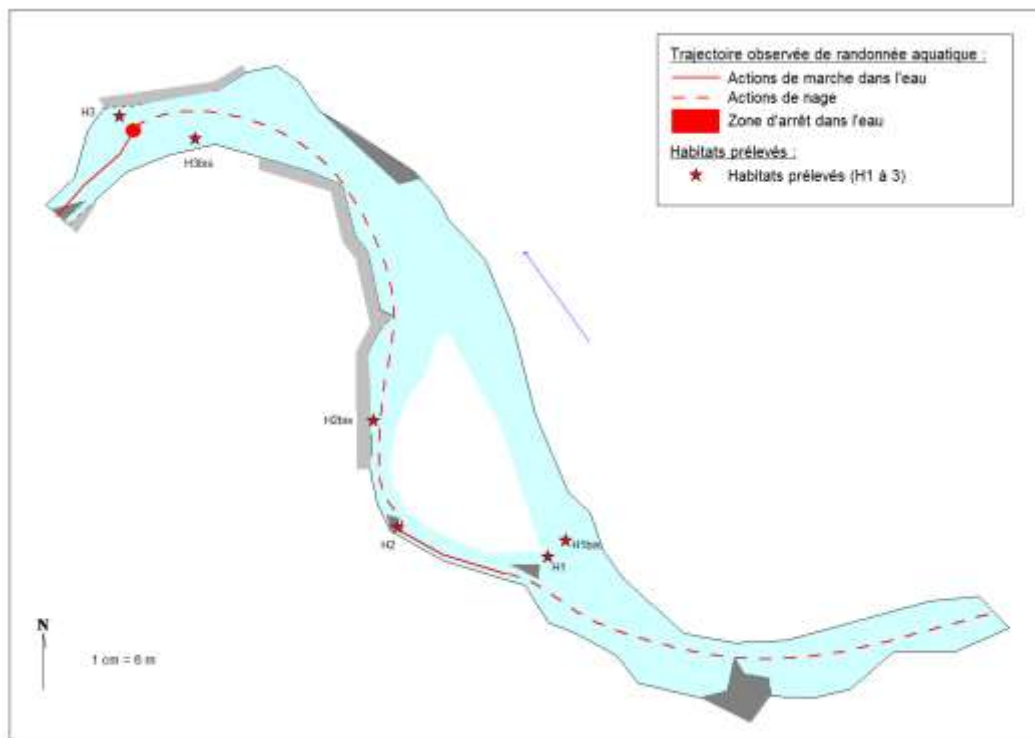
Faciès dominés par le chenal lentique, plat courant et fosse d'affouillement

Cartographie des habitats



Dominance des habitats « Pierre et cailloux » - 75% de la surface - Ces cailloux recouvrent une grande partie les fosses de dissipation et les chenaux lenticques

Fréquentation



La fréquentation se limite à quelques groupes de baigneurs ou de pêcheurs, fréquentation qui est loin d'être journalière. Depuis l'été 2014, le tronçon est utilisé pour les descentes en randonnée aquatique (trajectoire ci-dessus) ce qui n'avait jamais été observé jusqu'alors. Il semble que cette fréquentation se soit amplifiée en 2015 et 2016 mais elle reste bien en dessous de celle du couloir Samson.



Les débuts d'une activité randonnée aquatique en amont du couloir Samson (été 2014)

Station 02 Baume aux Pigeons

Commune de : **Rougou 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**

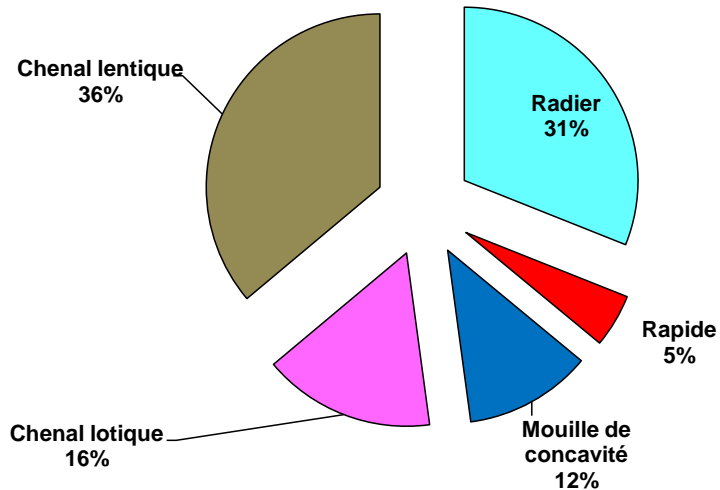
Altitude : **600 m**

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

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

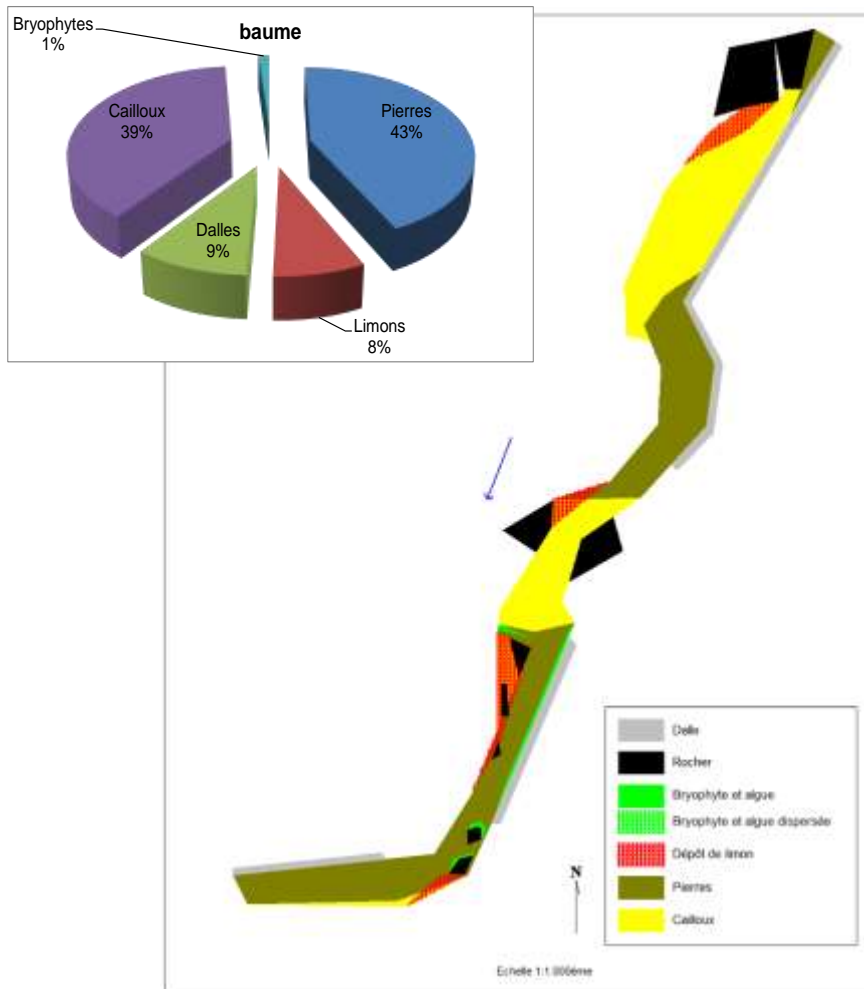


Faciès d'écoulement



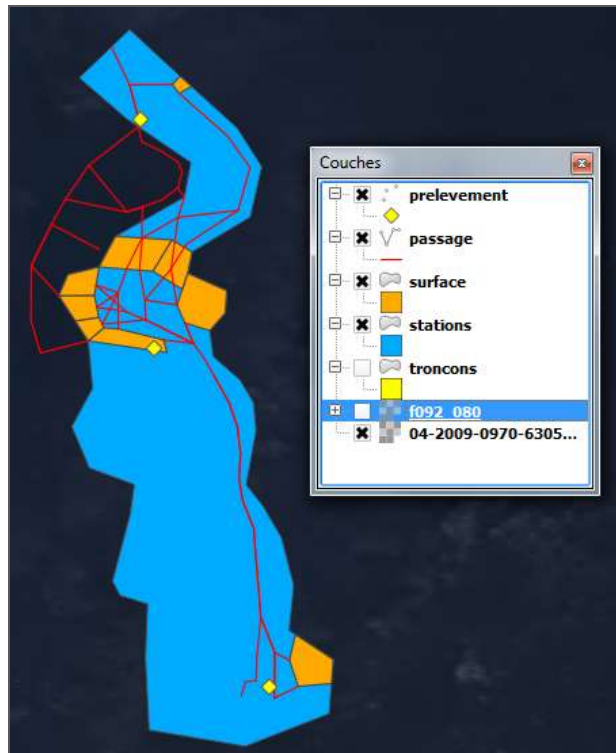
Faciès dominés par les chenaux lentiques et lotiques, et par les radiers

Cartographie des habitats



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

Fréquentation



Des comptages et observations réalisés au cours de la saison 2014. Ils 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.



L'entrée dans l'eau au début du couloir Samson (juillet 2014)

Maison Régionale de l'Eau



83670 Barjols