

**Etude de l'évolution des paramètres
hydromorphologiques et de la fonctionnalité des
habitats piscicoles en fonction du débit sur le Gave
d'Ossau.**

Tronçon Miégebat (lieu-dit) - confluence Valentin



Le Gave d'Ossau dans le tronçon court-circuité du Hourat

Avec la participation financière de :



Juin 2012
version définitive

Auteurs : Vandewalle F.
Lascaux J.M.



10 avenue de Toulouse 31860 Pins-Justaret
Tél./Fax : 05.62.20.98.24

Remerciements

Les auteurs de ce travail tiennent à remercier le Pôle Ecohydraulique ONEMA-IRSTEA-IMFT de Toulouse en la personne de :

- **Monsieur Philippe Baran**, Directeur du Pôle Ecohydraulique, pour la mise à disposition des moyens techniques et en personnels,
- **Monsieur Dominique Courret** pour son suivi de l'étude, ses remarques toujours constructives ainsi que son appui sur le terrain,
- **Monsieur Alain Alric**, pour son appui sur le terrain et sa convivialité.

Les disponibilités de chacun ont permis de faire face aux multiples contraintes d'organisation et réorganisation de ce type d'études.

Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Le tronçon Miegébat (lieu-dit) – confluence du Valentin	5
2.1. Contexte biologique	5
2.2. Contexte hydrologique	5
2.3. Sectorisation morphodynamique.....	6
2.3.1. Profil en long du linéaire sectorisé	7
2.3.2. Résultats de la sectorisation	8
3. Application de la méthode des microhabitats	13
3.1. Description sommaire de la méthode dite « des microhabitats »	13
3.2. Choix des stations représentatives	15
3.3. Application du protocole EVHA	19
3.3.1. Choix de l'espèce cible	19
3.3.2. Choix des stades clés et périodes de sensibilité.....	20
3.3.3. Choix d'un modèle biologique adapté	20
3.3.4. Expression des résultats	20
3.3.5. Habitat potentiel de reproduction pour la truite	20
3.4. Résultats de l'application d'EVHA	21
3.4.1. Evolution de l'habitat disponible en fonction du débit sur la station 1	21
3.4.1.1. Evolution des paramètres hydrauliques.....	21
3.4.1.2. Valeur d'habitat (VHA)	22
3.4.1.3. Evolution de la SPU/100 m	23
3.4.1.4. Habitat potentiel de reproduction	25
3.4.2. Evolution de l'habitat disponible en fonction du débit sur la station 2	27
3.4.2.1. Evolution des paramètres hydrauliques.....	27
3.4.2.2. Valeur d'habitat (VHA)	28
3.4.2.3. Evolution de la SPU/100 m	28
3.4.2.4. Habitat potentiel de reproduction	29
4. Conclusion : préconisations de débits minimaux biologiques	31
5. Bibliographie.....	34

Etude de l'évolution des paramètres hydromorphologiques et de la fonctionnalité des habitats piscicoles en fonction du débit sur le tronçon Miégebat (lieu-dit)-confluence du Valentin, Gave d'Ossau.

1. Introduction

Le Gave d'Ossau naît de la réunion de trois cours d'eau, le Gave de Bious, le Gave du Brousset et le Soussouéou, prenant chacun leur source au pied de la frontière espagnole (autour de 2000 m d'altitude), dans le département des Pyrénées Atlantiques. Après un cours de plus de 70 km drainant un bassin versant de 488 km², le Gave d'Ossau conflue avec le Gave d'Aspe à Oloron-Sainte-Marie pour ensuite former le Gave d'Oloron. Le module du Gave d'Ossau à la confluence est de 19.6 m³/s. Le Gave d'Ossau présente à la fois de forts enjeux écologiques et de forts enjeux de production hydroélectrique, auxquels se rajoutent des enjeux socio-économiques liées notamment à la pratique de la pêche et des sports d'eaux vives.

Le Gave d'Ossau est un cours d'eau classé au titre de l'article L.432-6¹, pour le saumon atlantique, la truite de mer, la truite fario et l'anguille, depuis sa confluence avec le Gave d'Aspe à l'aval, jusqu'au Pont d'Enfer (D934) à l'amont (entre les Eaux-Chaudes et Miégebat, commune de Laruns), soit sur un linéaire d'environ 47 km.

Vis-à-vis du saumon atlantique, selon les données de MIGRADOUR², le tronçon classé du Gave d'Ossau présente une surface utile à la production de tacons de 62.68 ha. Selon les hypothèses de densités adoptées, cette surface permettrait la production d'environ 240 000 à 300 000 tacons 0+ à l'automne et représenterait de l'ordre de 40% du potentiel du bassin du Gave d'Oloron.

La démarche progressive d'équipement en dispositifs de franchissement (montaison-dévalaison) des obstacles à la migration sur l'axe Ossau laissent à présent espérer que des géniteurs puissent coloniser l'amont de Castet.

Le tronçon entre la prise d'eau du Hourat (située au lieu-dit Miégebat) et la confluence du Valentin fait 6.6 km de longueur. Sa pente globale est de l'ordre de 3.5% (la pente moyenne entre Laruns et Castet est de 0.6%). La partie classée en aval du Pont d'Enfer (D934) présente théoriquement une surface utile à la production de tacons de l'ordre de 2 ha, soit un potentiel d'environ 6 200 à 8 400 tacons 0+ à l'automne, soit environ 2.5% du potentiel du Gave d'Ossau (Données MIGRADOUR). Mais on peut d'ores et déjà faire la remarque que la morphologie du Gave dans ce secteur de gorges est moins propice au saumon que l'aval de Laruns (la surface utile à la production de tacons a été estimée par MIGRADOUR à 6.8 ha pour le tronçon Valentin-Geteu et 9.5 ha pour le tronçon Geteu-Castet).

¹ Classement toujours en vigueur dans l'attente de son remplacement par un nouveau classement au titre de l'article L.214-17 (2014 au plus tard).

² MIGRADOUR : migrants de l'Adour, www.migradour.com

Le Gave d'Ossau est d'autre part largement équipé pour la production hydroélectrique. La partie amont du bassin est équipée d'un complexe de 3 grands barrages (Artouste, Bious et Fabrèges), 23 prises d'eau et 7 usines, le tout faisant l'objet de 2 concessions exploitées par la SHEM (Haute-vallée d'Ossau et Geteu). L'ensemble des eaux captées est restitué au niveau de l'usine de Geteu, située entre les ponts de Béost et de Béon et pouvant turbiner jusqu'à 26 m³/s. Ce complexe est voué à la production d'électricité de pointe, avec un fonctionnement par écluses qui se ressent dans le cours d'eau en aval de Geteu. Environ 7 km à l'aval de Geteu, l'aménagement de Castet, également concédé à la SHEM et pouvant turbiner jusqu'à 25 m³/s, a vocation à démoduler ces écluses en utilisant la capacité utile de sa retenue (de l'ordre de 160 000 m³).

La SHEM exploite également les deux concessions en chaîne des Eaux-Bonnes et d'Espalungue sur le Valentin, affluent rive droite du Gave d'Ossau confluant au niveau de Laruns. Ces aménagements peuvent également générer des écluses jusqu'à 3.1 m³/s d'amplitude. Au total, ces 5 concessions (Haute-vallée d'Ossau, Geteu, Castet, Eaux-Bonnes et Espalungue) représentent environ 200 MW de puissance installée et une production annuelle moyenne de 590 GWh³ (Gagneux 2008).

Le tronçon du gave d'Ossau situé entre le lieu-dit Miégebat et l'usine du Hourat se trouve donc court-circuité. Le débit réservé délivré en aval de la prise d'eau du Hourat est de 0.3 m³/s (1/40 du module).

Il y a un fort enjeu écologique associé à la valeur de débit réservé délivré à l'aval du bassin de la prise d'eau de l'usine du Hourat. Ce débit conditionne évidemment la fonctionnalité du tronçon court-circuité (6.6 km), mais il constitue également, à partir de la confluence du Valentin à Laruns, une partie du débit de base pour les écluses issues des aménagements hydroélectriques du Valentin, ceci jusqu'à la restitution de l'usine de Geteu (linéaire de 3.7 km) car l'eau turbinée à l'usine du Hourat ne revient pas au gave mais se dirige directement par conduite vers l'usine de Geteu (voir figures et schémas des aménagements ci-dessous). Ce débit réservé augmenté des apports du bassin intermédiaire non capté constitue aussi le débit plancher pour le tronçon Geteu - Castet (6.85 km) lorsque ni l'usine de Geteu, ni celle d'Espalungue (sur le Valentin, débit maximum turbiné de 3,1 m³/s), ni celle de Listo (sur le Canceigt, débit maximum turbiné de 1,1 m³/s) ne turbinent. Ce débit est ainsi profitable à un linéaire d'environ 17 km de gave.

Dans le cadre du renouvellement en 2012 des concessions de la chaîne Ossau (Haute Vallée, Geteu, Castet), le minimum réglementaire devrait être le 1/20^{ème} du module, soit environ 0.55 m³/s à l'aval de la prise d'eau du Hourat (projet d'inscription à la liste dérogatoire de l'article L214-18 au motif de la production d'énergie de pointe).

Le Conseil Général des Pyrénées-Atlantiques, maître d'ouvrage de ce travail, s'est engagé dans une démarche d'étude pour la conciliation de l'exploitation hydroélectrique et de l'intérêt écologique des cours d'eau sur son territoire, et de développement durable de la filière halieutique. La présente étude fait suite à un premier état des lieux de l'équipement hydroélectrique, de l'hydrologie et de l'hydromorphologie du Gave d'Ossau (ISL-Aquascop, 2010, Courret 2010, toujours sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général des Pyrénées-Atlantiques).

L'objectif du présent travail est, par l'étude de l'évolution des paramètres hydromorphologiques et de l'habitat des poissons en fonction du débit, de définir les débits minimaux, éventuellement par saison, pour ce tronçon court-circuité (sans

³ équivalent de la consommation annuelle de 210 000 à 370 000 habitants environ (1,6 à 2,8 MWh selon l'Ademe).

perdre de vue les implications pour les tronçons plus aval du gave), garantissant un peuplement piscicole de qualité et le bon déroulement des cycles biologiques des espèces le composant.

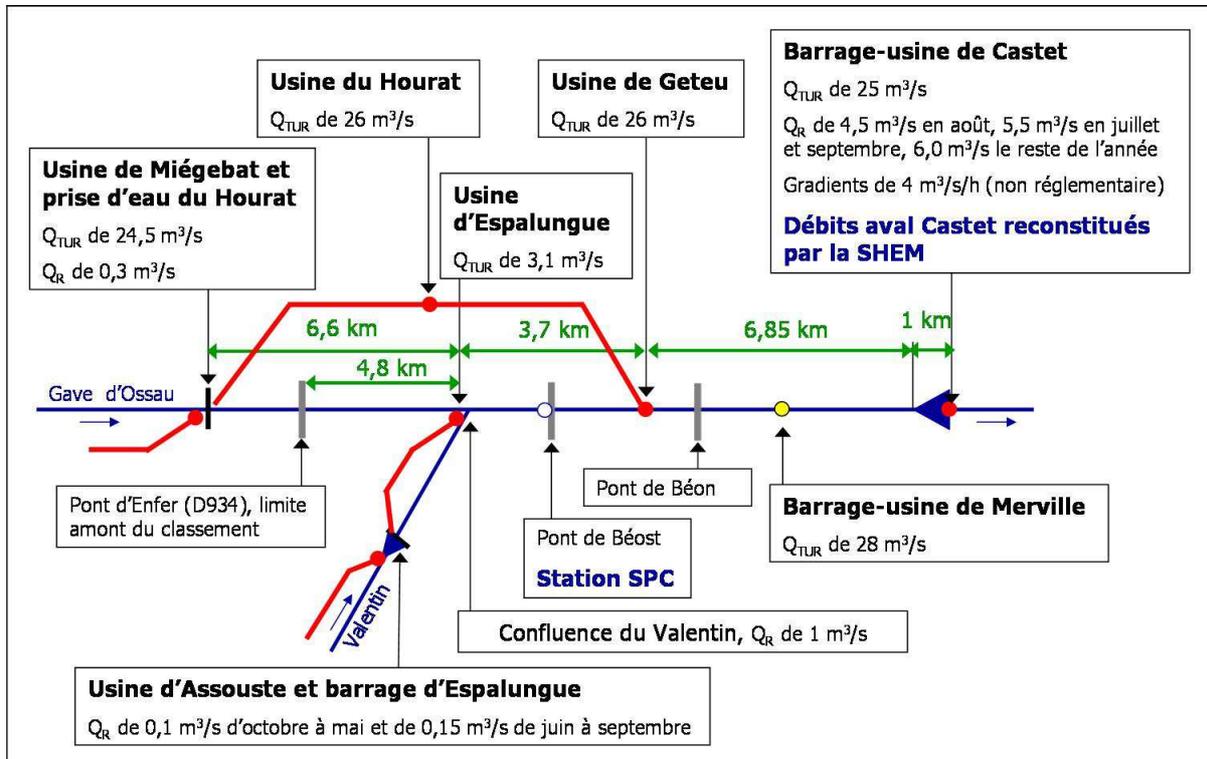


Figure 1 : Schéma des aménagements sur le Gave d'Ossau depuis Miégebat (figure extraite de Courret, 2010)

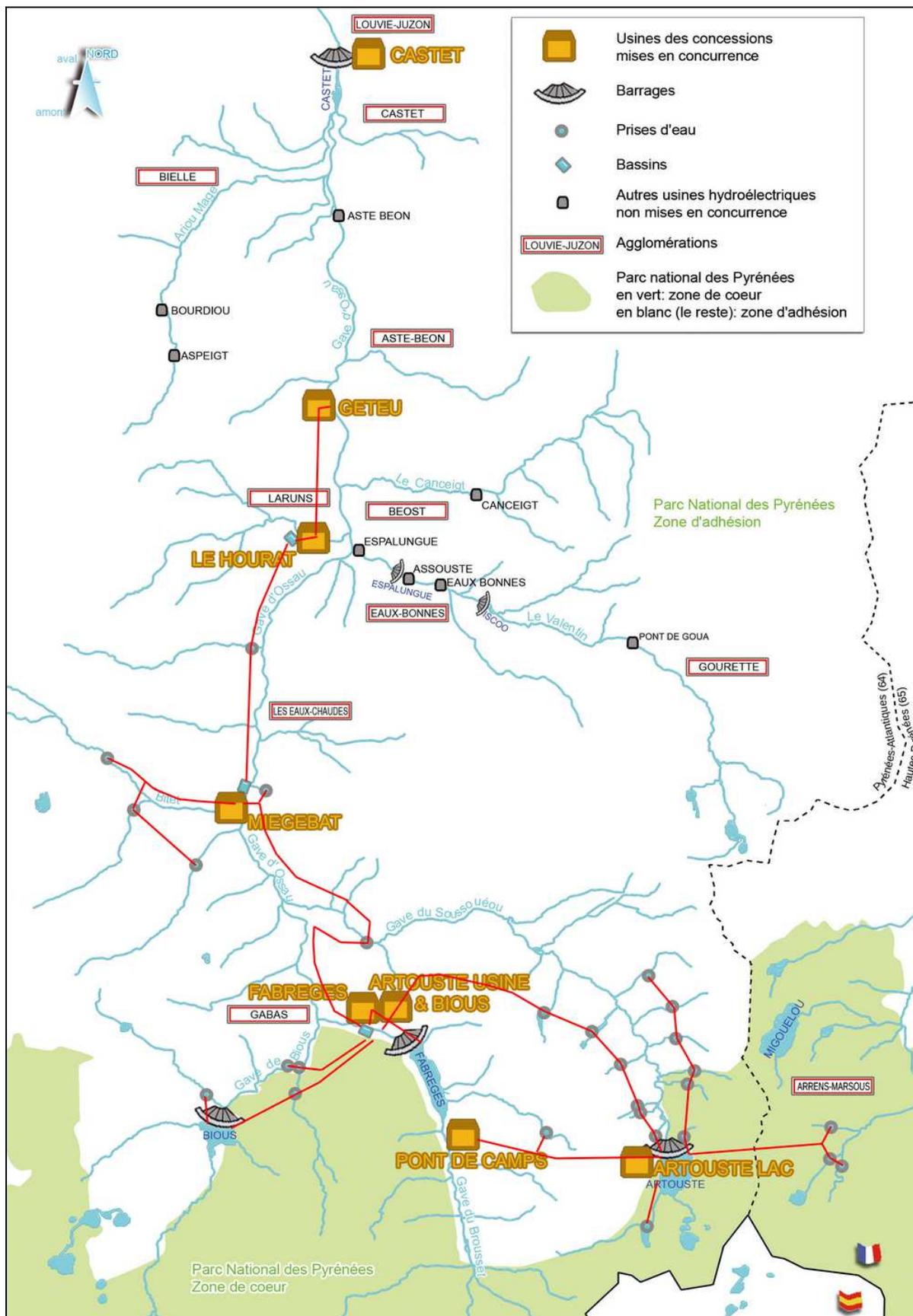


Figure 2 : Carte des aménagements hydroélectriques de la haute vallée d'Ossau (carte Dreal Aquitaine, modifiée, en rouge schéma des galeries et conduites de la haute vallée)

2. Le tronçon Miégebat (lieu-dit) – confluence du Valentin

2.1. Contexte biologique

Le Gave d'Ossau est un cours d'eau salmonicole (niveau typologique⁴ B2 à B4). Le Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion de la ressource piscicole (PDPG) élaboré par la Fédération Départementale de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique des Pyrénées-Atlantiques pour 2008-2012, qualifie l'état fonctionnel du contexte Gave d'Ossau de « perturbé » (les perturbations sont liées en grande majorité à l'hydroélectricité, avec en particulier la faiblesse des débits réservés qui est souvent évoquée).

2.2. Contexte hydrologique

L'hydrologie du Gave d'Ossau à la prise d'eau du Hourat (lieu-dit Miégebat) est fortement influencée par les nombreuses prises d'eau amont. Ses caractéristiques sont peu connues.

Le module a été évalué par la SHEM à 11.15 m³/s.

Pour se donner une idée, même grossière, des caractéristiques de l'hydrologie naturelle, en particulier de l'étiage, les données existantes dans la vallée voisine sur le Gave d'Aspe à Bedous (Pont d'Escot, station Banque Hydro Q6332510) peuvent être utilisées. Située dans le TCC de la centrale Asasp, il s'agit ici de données naturelles reconstituées (débit réservé mesuré à la station + débit dérivé au barrage de Bedous). La synthèse des données sur la station nous indique que pour un bassin versant de 425 km², le module s'élève à 23.6 m³/s, le QMNA2 à 6.4 m³/s (soit 27% du module) et le QMNA5 à 4.9 m³/s (soit 21% du module).

Ainsi par analogie, il est probable que l'étiage naturel du gave d'Ossau au droit de la prise d'eau du Hourat soit de l'ordre 3 m³/s pour le QMNA2 et 2.3 m³/s pour le QMNA5.

Des jaugeages ont été réalisés pendant cette étude pour évaluer les apports intermédiaires dans ce TCC du Hourat. Au cours de nos prospections, nous avons pu constater que les principaux apports étaient concentrés dans la première moitié du TCC, entre la prise d'eau du Hourat et les eaux chaudes. Le principal affluent de la deuxième moitié du TCC, l'Arrec de Besse est intégralement capté et dérivé dans la galerie alimentant l'usine du Hourat.

La figure suivante présente les points de mesure et synthétise les résultats de nos jaugeages.

Deux campagnes de mesures ont été réalisées, fin avril alors que la fonte des neiges était déjà bien amorcée (il n'y avait cependant pas de déversement à la prise d'eau du Hourat à Miégebat) et mi-octobre. **Pour les deux campagnes, le débit à la restitution du débit réservé était supérieur au débit réservé réglementaire (0,3 m³/s). De nombreuses pertes au niveau des vannes du barrage venaient grossir le débit réservé.** Le débit mesuré à Miégebat était plus important en octobre qu'au mois d'avril et représentait un peu plus de deux fois le débit réservé réglementaire.

Entre la prise d'eau du Hourat et l'aval des Eaux Chaudes, les apports ont nettement diminué et ont été divisés par 2.5 entre le mois d'avril (0,49 m³/s) et le mois d'octobre (0,2 m³/s). Les apports dans la deuxième partie du TCC sont un peu plus importants au mois d'octobre qu'au mois d'avril. Est-ce lié à des phénomènes de pertes/résurgences dans ce secteur calcaire, ou au fonctionnement des ouvrages hydroélectriques (fonctionnement ou

⁴ Verneaux, 1973

pas de la prise d'eau sur l'Arrec de Besse, écoulements par le déversoir de la cheminée d'équilibre en fin de TCC) ?

Quoi qu'il en soit, les apports minimums au long du TCC ont été mesurés en octobre et s'élevaient à 0,39 m³/s. Lorsque le débit réservé réglementaire est scrupuleusement délivré et en l'absence de fuites des vannes du barrage, ces apports ne sont pas suffisants pour garantir un débit réservé de 1 m³/s à la confluence du Valentin comme le prévoit le décret de concession de Geteu. Il n'y aurait alors qu'un débit minimum d'environ 0.79 m³/s (0.3 de débit réservé à Miégebat + 0.1 de débit réservé à Espalungue en octobre + 0.39 d'apports sur la branche Ossau, le bassin intermédiaire sur la branche Valentin étant très faible, les apports à l'étiage doivent être négligeables).

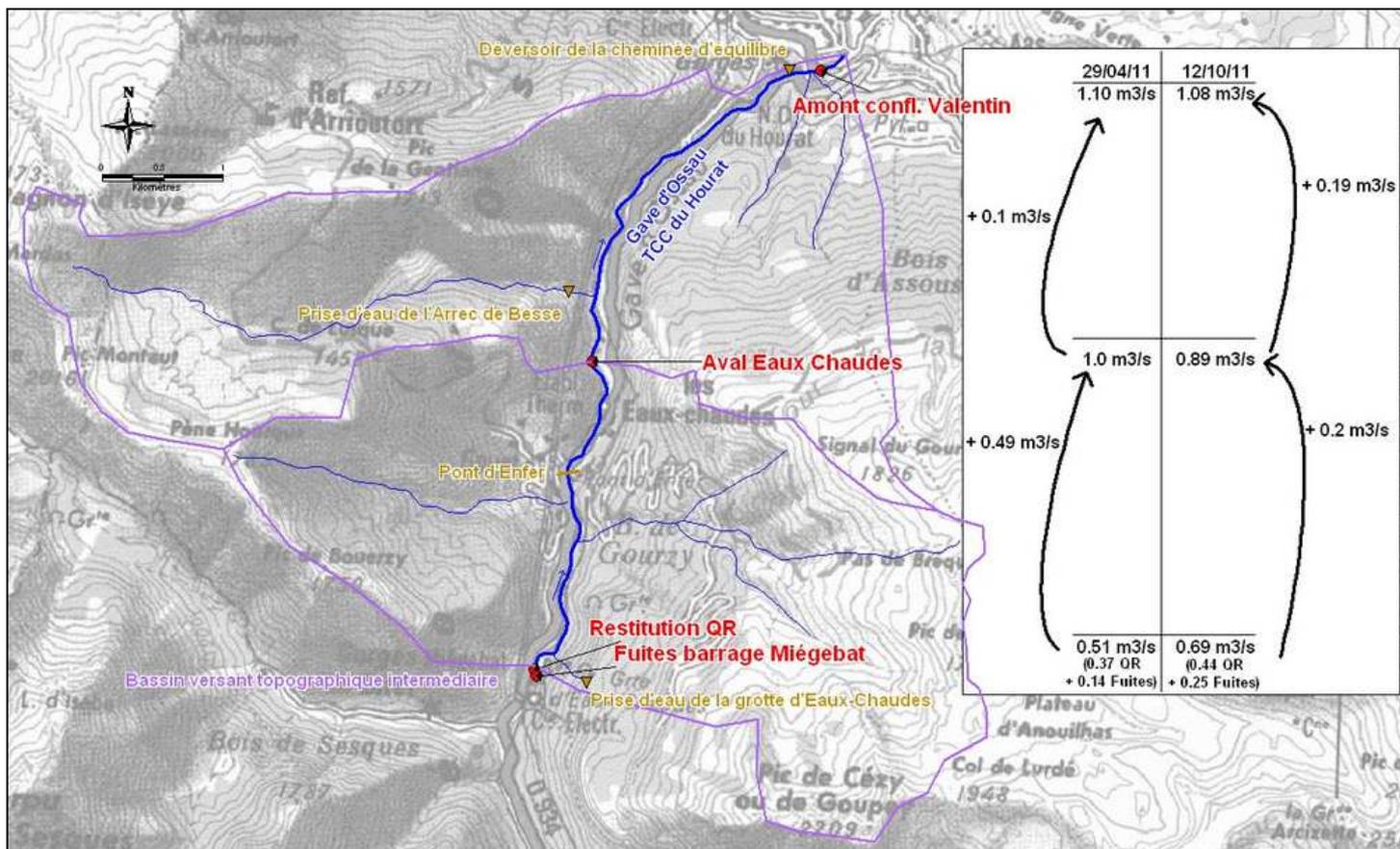


Figure 3 : Synthèse des mesures de jaugeages dans le TCC du Hourat

2.3. Sectorisation morphodynamique

Un repérage préalable a été réalisé le 18 mars 2011 avec l'AAPPMA de Laruns afin d'identifier les secteurs dangereux ou difficiles à parcourir et les accès possibles au Gave.

La description morphodynamique du TCC du Hourat a porté sur un linéaire de 5,5 km. Elle a été réalisée les 25 mars, 20 et 29 avril 2011 par une équipe de deux personnes (la fonte des neiges a été rapide et précoce en 2011, rendant possible les prospections à cette période). Deux tronçons totalisant 1,1 km étaient inaccessibles sans équipements spéciaux et guides et n'ont pas été sectorisés : 960 m en aval du pont Crabé (accès d'ailleurs interdit par arrêté municipal) et 160 m en aval des Tables de Miégebat.

La longueur de chaque faciès d'écoulement (définition des faciès dans Delacoste *et al.*, 1995) a été mesurée au topofil et leur enchaînement détaillé.

2.3.1. Profil en long du linéaire sectorisé

A partir de la carte IGN au 1/25 000^e, le profil en long du Gave d'Ossau a été tracé sur le secteur étudié.

La pente moyenne du linéaire sectorisé est de 3,5%. Mais selon les secteurs les différences sont importantes. Elle atteint à certains endroits 11% entre deux courbes de niveaux.

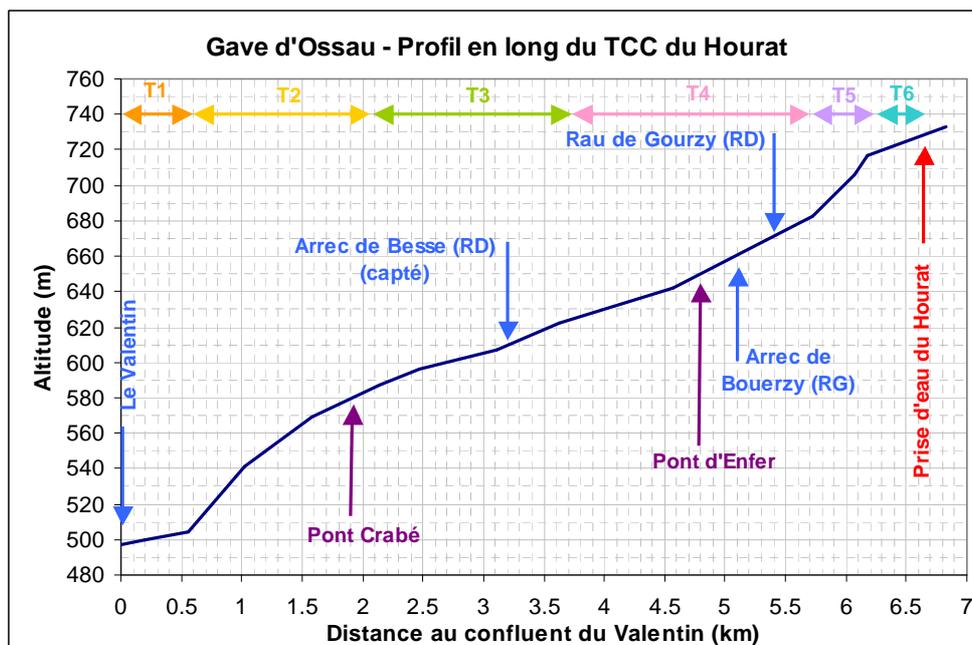
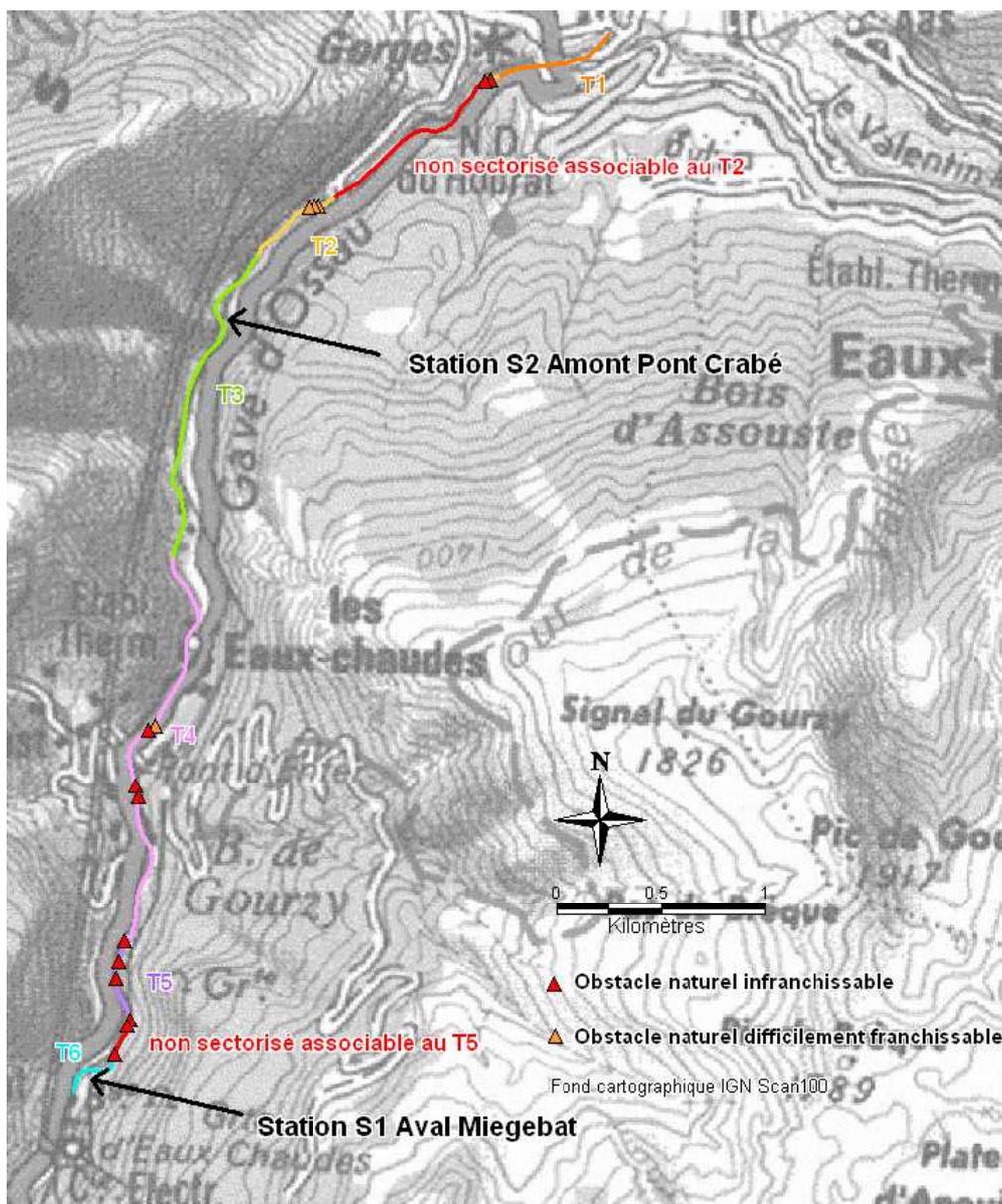


Figure 4 : Profil en long du TCC du Hourat (Source : carte IGN 25000^e)

La pente du cours d'eau, la forme de la vallée, sa géologie et les successions de faciès d'écoulement permettent de scinder le TCC du Hourat en six sous-tronçons (voir carte ci-dessous) :

- Sur 600 mètres en amont de la confluence du Valentin, le Gave d'Ossau s'écoule sur un plancher alluvial très large. La pente moyenne est de 1,3 %.
- 1500 m des gorges du Hourat, zone où le lit est très étroit, bordé de falaises de plusieurs dizaines de mètres. La pente moyenne est de 5,3 %.
- 1600 m environ en amont des gorges du Hourat (jusqu'aux environs de la STEP des Eaux Chaudes) où le lit s'élargit, la pente moyenne est de 2,4 %.
- Sur 2000 m en amont de la STEP des Eaux Chaudes, le lit se resserre nettement à nouveau mais la pente moyenne reste modérée (2,9%).
- 600 m environ en aval des Tables de Miégebat, la pente moyenne est très forte (7,7%).
- Enfin, les 290 m en aval de la prise d'eau du Hourat constitue la fin du plateau de Miégebat, la pente moyenne est de 2,4 %.

2.3.2. Résultats de la sectorisation



Carte 1 : Localisations des obstacles et positions des stations d'étude

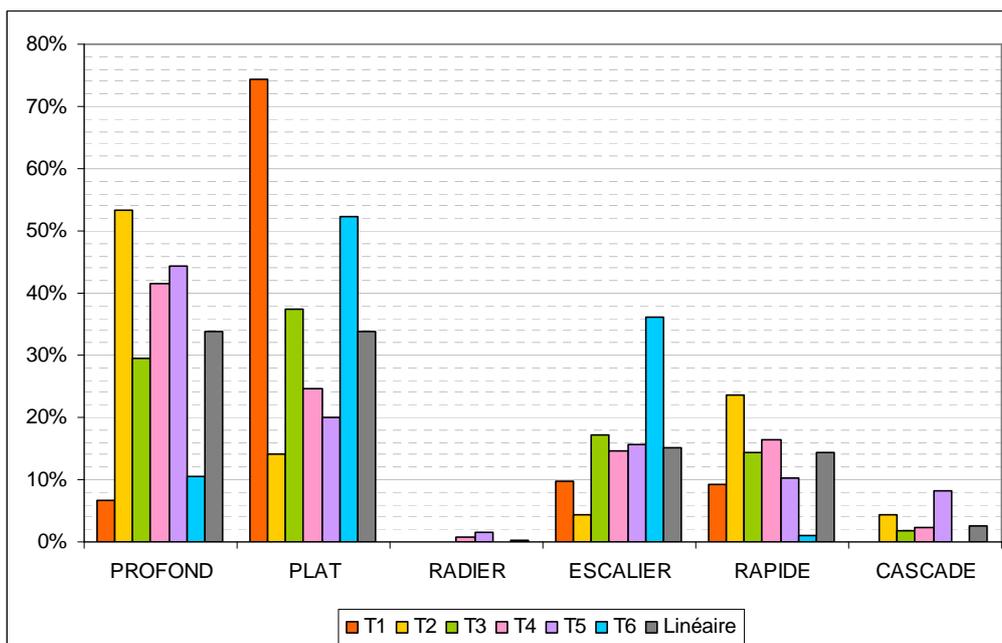


Figure 5 : Représentativité des faciès sur le linéaire sectorisé

- Le tronçon 1 (amont confluence Valentin)

Ce court tronçon est très largement dominé par les plats (75%). Les ruptures de pentes, des escaliers et rapides (moins de 20% du linéaire), sont peu marquées. Enfin les profonds représentent environ 7% du linéaire.

A noter qu'une zone remarquablement favorable à la reproduction des salmonidés est présente en aval du pont Lauguère.



Photo 1 : Plat courant en amont de la confluence du Valentin



Photo 2 : Plat très favorable à la reproduction

- Le tronçon 2

Le changement de morphologie entre le tronçon 1 et le tronçon 2 est impressionnant. Le Gave d'Ossau s'enfoncé brusquement dans les gorges du Hourat, étroit défilé entaillé dans

les calcaires du crétacé. Les 960 m en aval du pont Crabé n'ont pas pu être parcourus (secteur d'ailleurs interdit d'accès par arrêté municipal de la commune de Laruns).

Le linéaire parcouru se caractérise par une alternance de profonds, de cascades et de rapides. Les plats et les escaliers sont très peu représentés.

Cinq obstacles majeurs à la migration ont été recensés dont deux infranchissables environ 250 m en amont du pont Lauguère, ce qui remet en cause la pertinence du classement du Gave d'Ossau pour les grands migrateurs jusqu'au pont d'Enfer (4 km environ en amont de ces premiers obstacles). Il est probable également, vue la pente moyenne du secteur, que sur le linéaire non parcouru des obstacles soient présents.



Photo 3 : Cascade infranchissable marquant la sortie des gorges du Hourat



Photo 4 : succession de cascades, profonds et rapides en amont immédiat du pont Crabé

- Le tronçon 3

Là encore, le changement morphologique est rapide. Même s'il existe localement encore certains resserrements, la vallée s'élargit nettement et le lit mouillé s'étale un peu plus. En conséquence, les plats (principalement des plats courants) deviennent dominants (37%). Les profonds sont encore bien présents (30%). Les escaliers et les rapides sont également fortement représentés.

Les zones favorables à la reproduction des salmonidés sont très nombreuses. On distingue principalement deux types de localisation : à l'abri du courant en aval de gros blocs ou rochers ou dans des longs plats et des fins de profonds.



Photo 5 : Alternance de plats courants et de rapides



Photo 6 : Secteur plus resserré



Photo 7 : Queue de plat très favorable à la reproduction des salmonidés



Photo 8 : Granulométrie favorable à la reproduction des salmonidés en partie à l'abri du courant

- Le tronçon 4

A partir du tronçon 4, le Gave d'Ossau s'écoule dans une vallée entaillée dans le socle granitique. Les fonds redeviennent dominants (plus de 40% du linéaire). Les ruptures de pentes sont dominées par les rapides.

Les zones favorables à la reproduction des salmonidés restent très importantes. Cependant, à partir de ce tronçon, le substrat est de plus en plus colmaté au fur et à mesure de la progression vers l'amont.

4 obstacles infranchissables ont été recensés sur ce tronçon.



Photo 9 : le lit du Gave d'Ossau entaillé dans le granite



Photo 10 : Succession plat courant, plat profond, rapide (en arrière plan)



Photo 11 : substrat colmaté dans ce plat favorable à la reproduction des salmonidés

- Le tronçon 5

Long d'environ 600 m, ce tronçon se caractérise par une pente très forte (7,7% en moyenne). De fait, la proportion de cascades augmente sensiblement. Parfois de plusieurs mètres de haut, les obstacles infranchissables sont nombreux sur ce tronçon.

Les 160 m amont de ce tronçon n'ont pas pu être parcourus. Le Gave d'Ossau s'écoule alors dans un énorme chaos granitique très pentu où les cascades alternent avec les plats profonds courants.

Les surfaces favorables à la reproduction des salmonidés sont un peu moins nombreuses qu'en aval. Le développement algal devient important dans les zones calmes.

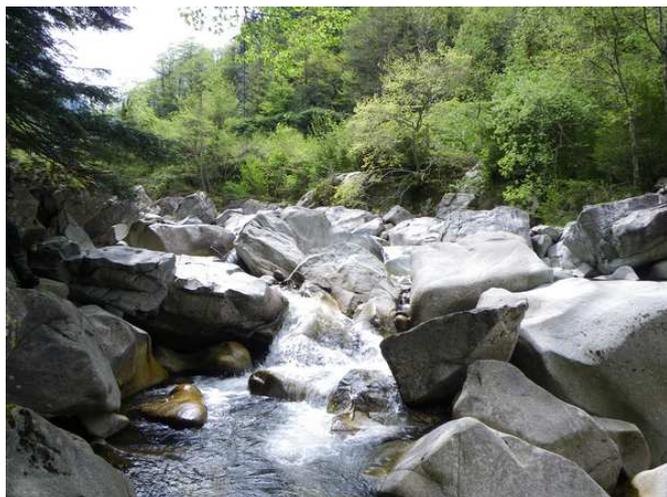


Photo 12 : Succession cascade et profond



Photo 13 : Important développement algal

- Le tronçon 6

Enfin, sur les 290 m en aval de la prise d'eau du Hourat, le Gave d'Ossau s'écoule dans une vallée à fond plat. Les faciès de type plat et de type escalier dominant largement la composition des écoulements.

3. Application de la méthode des microhabitats

3.1. Description sommaire de la méthode dite « des microhabitats »

La détermination du débit à réserver dans les tronçons court-circuités étudiés est basée sur l'évolution des paramètres hydrauliques (surface mouillée, hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement, ...) et des habitats piscicoles en fonction du débit, évalués selon la méthode dite « des microhabitats ».

Il s'agit en fait d'une **famille de méthodes** qui ont pour but d'analyser la relation dynamique entre le débit et les variations des paramètres de l'habitat physique (Hauteur, Vitesse, Granulométrie) des cours d'eau. A ce titre, elles constituent de bons supports d'aide à la décision pour le choix d'un débit ou d'un régime réservé, **bien que l'information qu'elles produisent ne constitue qu'une partie de l'ensemble des éléments à acquérir pour établir une véritable analyse de situation d'un cours d'eau.**

Le principe de ces méthodes est de coupler la description physique d'un cours d'eau (mesures par points représentatifs des paramètres hauteur d'eau, vitesse de l'écoulement et qualité du substrat) avec des modèles biologiques de préférences de différentes espèces ou stades de développement d'espèces aquatiques. Au final, on aboutit à des surfaces d'habitat favorable à telle ou telle espèce (sur la base de critères de profondeur d'eau, de vitesse du courant et de nature du substrat, surfaces d'habitat favorable appelées Surface Pondérée Utile - dite SPU - en m²), surfaces qui évoluent en fonction du débit.

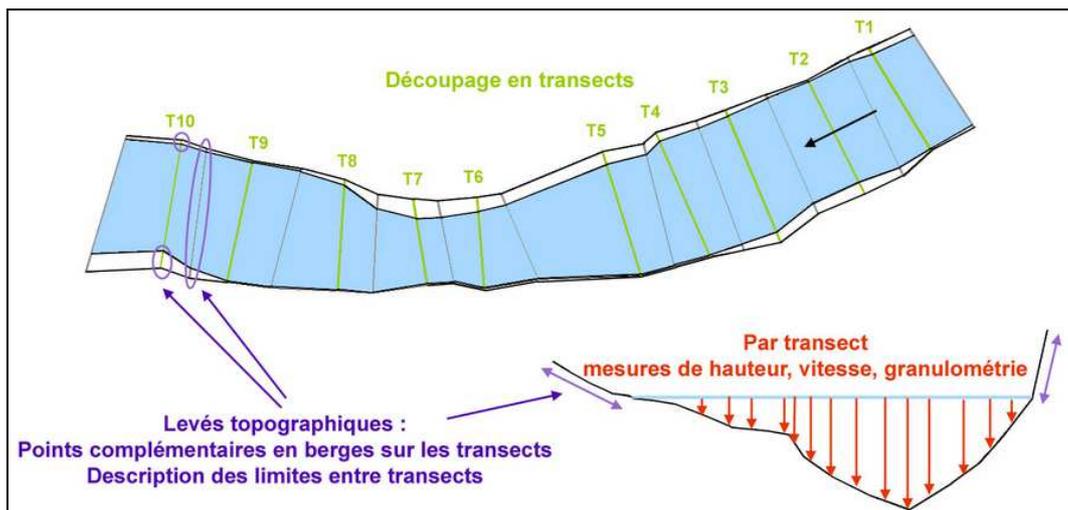


Figure 6 : Prise de données sur le terrain pour l'application d'EVHA

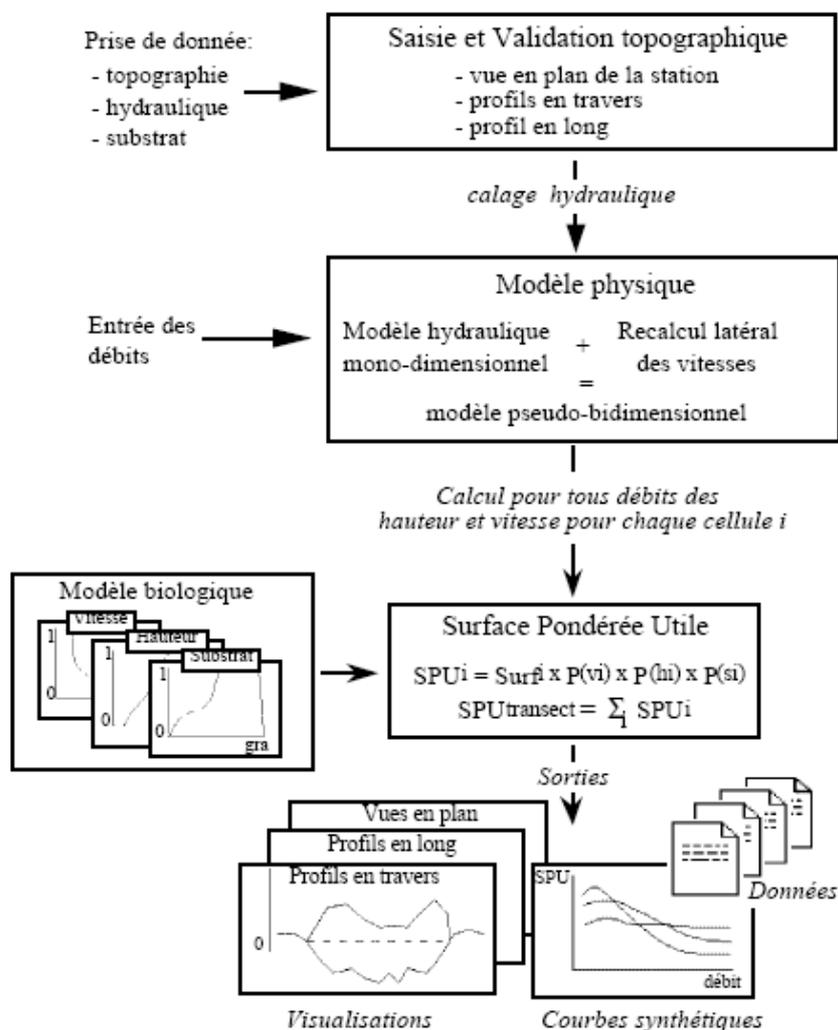


Figure 7 : Principe de la méthode des microhabitats, figure extraite du guide méthodologique d'Evha (Ginot *et al.*, 1998) avec $SPU_i = Surf(i) \times P(v_i) \times P(h_i) \times P(s_i)$, c'est à dire Surface Pondérée Utile de la cellule i égale Surface de la cellule i multipliée par la Préférence de l'espèce cible pour la Vitesse, multipliée par la Préférence de l'espèce cible pour la Hauteur, multipliée par la Préférence de l'espèce cible pour le Substrat.

En France, trois protocoles sont essentiellement utilisés pour les études « microhabitats ».

- La méthode « mère », importée des Etats Unis vers la France par la Division Recherche et Développement d'EDF et le Cemagref en 1994 (Sabaton *et al.*, 1995), ne comporte pas de véritable modélisation hydraulique mais des mesures réelles de vitesse de courant, de profondeur et de granulométrie, aux mêmes points sur les mêmes transects du cours d'eau pour différents débits lâchés à une prise d'eau ou échantillonnés à différentes périodes du cycle hydrologique⁵. Le logiciel Lammi (Tissot *et al.*, 2011) facilite son application.
- Le protocole EVHA (Ginot, 1998) comporte aussi des mesures réelles de vitesse de courant, de profondeur et de granulométrie, par transects sur le cours d'eau mais à **un seul débit**. Ces mesures sont complétées par **une description topographique** de la station de mesure et c'est ensuite une modélisation qui donnera l'évolution des paramètres hydrauliques en fonction du débit.
- Le protocole ESTIMHAB, mis au point plus récemment par le Cemagref (Lamouroux, 2002), qui est en fait une modélisation, à partir de paramètres d'entrée simples (profondeur moyenne de la station à deux débits, largeur moyenne de la station à deux débits, diamètre moyen de la granulométrie sur la station et débit médian du cours d'eau), d'une **unique** « sortie » d'EVHA : l'évolution de la courbe de SPU avec le débit. Rappelons ici qu' ESTIMHAB n'avait pas pour objectif initial de remplacer les autres protocoles sur des sujets pointus comme le choix d'un débit réservé, mais plutôt de les renforcer, les compléter en permettant de multiplier les stations d'investigations (comme dans d'autres contextes d'études ESTIMHAB permet d'obtenir assez rapidement des « indices » d'habitat des cours d'eau à de larges échelles spatiales – bassin versant par exemple). En effet ESTIMHAB "mime" 1 seul type de résultats d'EVHA et ne permet pas d'obtenir l'ensemble des représentations disponibles avec les deux autres protocoles, autres représentations particulièrement utiles dans le choix d'un débit ou régime réservé (étude des possibilités de déplacements des poissons sur la station, étude de la mise en eau / hors d'eau de zones de reproduction préalablement identifiées sur le terrain, connectivité lame d'eau / berges, ...). De fait, le protocole ESTIMHAB est d'emblée écarté de cette étude.

Le domaine d'application d'EVHA est celui des cours d'eau de pente comprise entre 2 et 50 ‰, d'une largeur inférieure à 20 m et de module inférieur à 30 m³/s, Ginot *et al.*, 1998). Ce protocole sera appliqué ici.

3.2. *Choix des stations représentatives*

Nous avons vu que les apports principaux intervenaient dans la première moitié du TCC (entre Miégebat et les Eaux-Chaudes). Il était donc cohérent de placer une station dans la moitié amont du TCC et une station dans la moitié aval.

L'objectif initial était de placer la station amont dans le tronçon 4, le plus représentatif de la partie amont du TCC. Les contraintes liées à l'application d'EVHA (notamment ici la pente et les écoulements très "chaotiques" dans ce tronçon, à cause des nombreux rochers dans le lit du Gave) nous ont conduit à abandonner ce secteur pour positionner, un peu par défaut, une

⁵ S'il n'y a pas de véritable modélisation hydraulique dans cette « méthode mère », il y a tout de même un modèle d'interpolation des paramètres hauteur et vitesse en fonction du débit entre les valeurs mesurées.

station en aval immédiat de la prise d'eau du Hourat, qui se prête mieux à la mise en œuvre d'EVHA.

L'application de la méthode des microhabitats dans ce type de secteurs très chaotique est possible par la mise en œuvre du protocole LAMMI qui a l'avantage d'être moins contraignant sur la pente et le type d'écoulement mais qui présente l'inconvénient de nécessiter la répétition des mesures à au moins trois débits connus à la prise d'eau (ce qui suppose une bonne coopération et collaboration de l'exploitant). En attendant éventuellement un complément de cette étude par une station LAMMI en zone chaotique, nous avons donc quand même mis en œuvre EVHA sur le secteur de l'aval prise d'eau, plus propice à la méthode.

La deuxième station a été placée dans le tronçon 3, le plus représentatif de la moitié aval du TCC, nettement moins chaotique sur lequel l'application d'EVHA n'a pas posé de problème.

- Description et représentativité de la Station 1 - Aval Miégebat

Tableau 1 : Caractéristiques de la station 1 – Aval Miégebat

Type de faciès	Longueur (m)	Largeur mouillée (m) Q = 0.690 m ³ /s	Nb Transects
F1 - Escalier	18.2	12.4	2 (T1 à T2)
F2 - Plat profond	16.2	7.2	2 (T3 à T4)
F3 - Escalier	6.1	6.7	1 (T5)
F4 - Plat courant	3.8	6.3	1 (T6)
F5 - Rapide	5.9	6.1	1 (T7)
F6 - Plat rapide	7.5	6.7	1 (T8)
F7 - Plat courant	10.7	7.8	2 (T9 à T10)
F8 - Escalier	8.2	11.4	1 (T11)
STATION	76.7	8.8	11

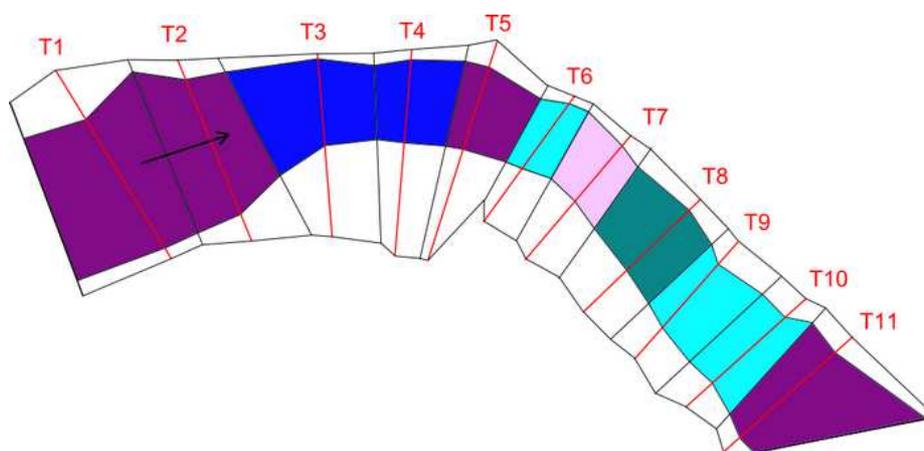


Figure 8 : Schéma de la station 1 – Aval Miégebat (les parties colorées correspondent au lit mouillé au débit des mesures)

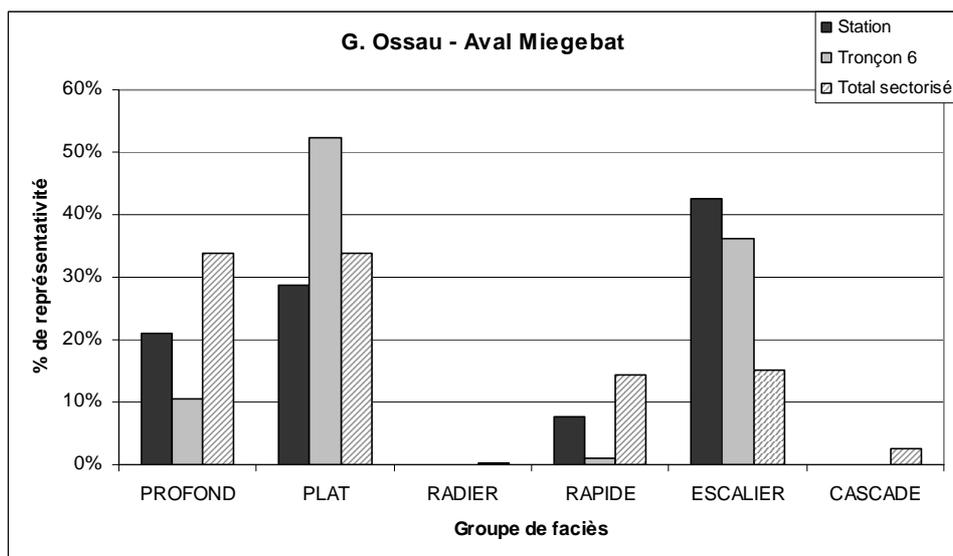


Figure 9 : Représentativité des différents faciès d'écoulements de la station 1 – Aval Miégebat

Tous les faciès présents sur le tronçon 6 sont présents sur la station étudiée. Les plats sont sous-représentés et les profonds sur-représentés. Par rapport à l'ensemble du linéaire sectorisé, les plats sont plutôt bien représentés, les profonds et les rapides sont un peu sous-représentés et les escaliers sont nettement sur-représentés. Seuls sont absents les radiers et les cascades représentant moins de 3% du linéaire.



Photo 14 : Vue de la station 1 – Aval Miégebat

- Description et représentativité de la Station 2 – Amont pont Crabé

Tableau 2 : Caractéristiques de la station 2 – Amont pont Crabé

Type de faciès	Longueur (m)	Largeur mouillée (m) Q = 0.890 m ³ /s	Nb Transects
F1 - Rapide	9.7	6.6	2 (T1 à T2)
F3 - Plat profond courant	22.7	10.6	2 (T3 à T4)
F4 - Escalier	9.9	12.9	1 (T5)
F5 - Rapide	5.3	10.3	1 (T6)
F6 - Plat rapide	8.5	9.9	1 (T7)
F7 - Plat courant	8.4	10.6	1 (T8)
F8 - Plat profond	11.3	11.3	1 (T9)
F9 - Plat rapide	9.1	11.9	1 (T10)
F10 - Plat courant	20.4	14.0	3 (T11 à T13)
STATION	105.5	11.2	13

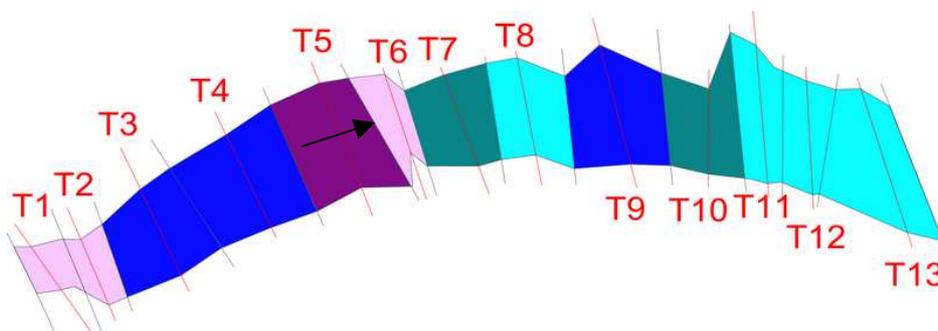


Figure 10 : Schéma de la station 2 – Amont pont Crabé

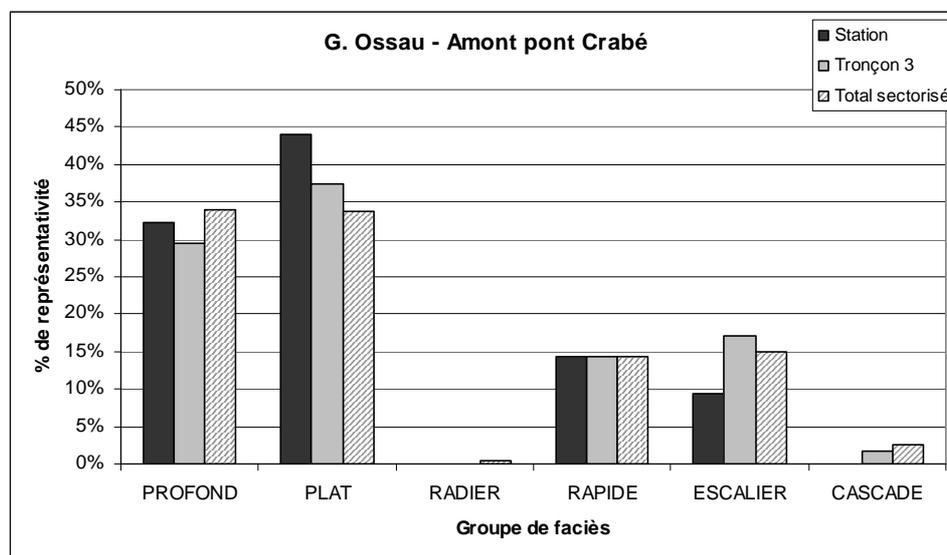


Figure 11 : Représentativité des différents faciès d'écoulements de la station 2 – Amont pont Crabé

Sur notre station, les profonds et les rapides sont bien représentés, les plats sont un peu sur-représentés et les escaliers sont sous-représentés. Seuls manquent les radiers (également absents sur tronçon 3) et les cascades représentant moins de 3% du linéaire total sectorisé.

Notre station est donc à même de représenter correctement la sensibilité du TCC du Hourat au débit réservé.

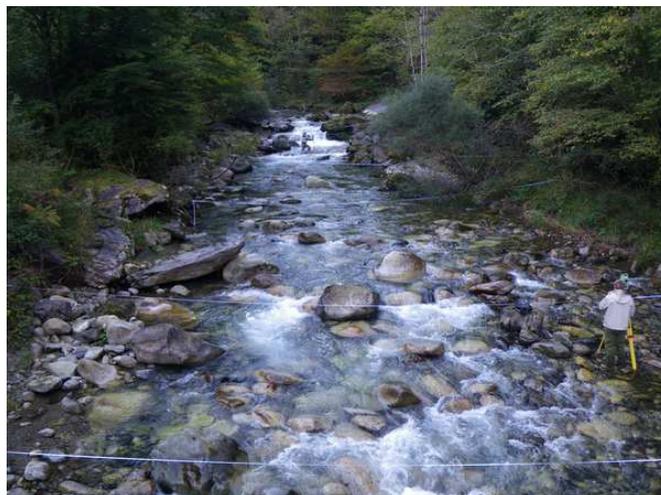


Photo 15 : Vue de la station 2 – Amont pont Crabé

3.3. Application du protocole EVHA

Le protocole EVHA s'applique aux rivières de pente comprise entre 2 et 50 ‰, d'une largeur inférieure à 20 m et de module inférieur à 30 m³/s (Ginot *et al.*, 1998). Il n'est donc pas applicable aux tronçons les plus pentus du Gave d'Ossau. Cependant près de 70% du linéaire du TCC du Hourat entre dans le domaine d'application d'EVHA.

Il a donc été appliqué aux deux stations retenues et a permis d'obtenir l'évolution en fonction du débit de leurs paramètres hydrauliques (surface mouillée, hauteur d'eau, vitesse du courant) et de l'habitat piscicole disponible en fonction du débit (exprimé en surface pondérée utile, en m² ou en valeur d'habitat en %).

Cela consiste en des mesures hydrauliques et topographiques sur la station à un seul débit, de préférence faible, puis à une modélisation de l'évolution des écoulements et de l'habitat piscicole en fonction du débit à l'aide du logiciel EVHA version 2.02.

Après un relevé topographique de la station, une mesure des paramètres vitesse, profondeur et composition du substrat a été réalisée le long de 1 à 3 transects par faciès (en fonction de la taille et de l'hétérogénéité des écoulements au sein du faciès). Les limites entre transects ont également été décrites (levés topographiques) comme sections hydrauliques complémentaires pour améliorer la concordance du modèle hydraulique avec la réalité. Ces levés complémentaires sont préconisés mais non imposés par le protocole EVHA.

Un jaugeage (réalisé à l'aide d'un courantomètre électromagnétique) permet de connaître précisément la valeur de débit au droit de chaque station au moment des mesures.

3.3.1. Choix de l'espèce cible

L'espèce cible de l'étude de « débit minimum biologique » doit être choisie parmi les espèces représentatives du peuplement et exigeantes vis-à-vis des conditions d'habitat physique liées au débit. Elle doit également être une espèce pour laquelle les exigences écologiques sont connues et quantifiées.

Le linéaire colonisable naturellement par le saumon dans le TCC du Hourat étant très réduit (en gros 600 m en amont de la confluence du Valentin, les gorges du Hourat marquant la

limite amont de répartition naturelle de cette espèce), la problématique saumon ne semble pas majeure sur ce tronçon. Cette espèce ne sera donc pas visée dans ce document.

La truite, espèce centrale et dominante de cette partie du gave d'Ossau, espèce à fort enjeu patrimonial et halieutique, est donc clairement la cible de cette étude.

3.3.2. Choix des stades clés et périodes de sensibilité

Les stades alevins, juvéniles et adultes de truite seront considérés. Mais une attention particulière sera portée au stade adulte de truite qui, en matière de capacité d'accueil physique, est généralement le stade limitant à bas débit donc à considérer prioritairement dans une problématique de débit minimum (Baran, 1995, Souchon *et al.*, 1989).

Le stade reproduction est mal pris en considération par la méthode des microhabitats (Delacoste *et al.*, 1999) et nécessite une évaluation spécifique que nous développons ci-après.

3.3.3. Choix d'un modèle biologique adapté

Les courbes de préférence⁶ de la truite implantées par défaut dans le logiciel EVHA (courbes de préférence issues des travaux de Fragnoud (1987) et de Souchon *et al.* (1989), dérivées des courbes globales de Bovee (1978), concernent des truites adultes de taille comprise entre 14 et 28 cm.

L'étude scalimétrique réalisée par la Fédération Départementale des Pyrénées Atlantiques pour la Pêche et la protection du Milieu Aquatique (2008) a montré que la taille des truites à trois ans est de 17 cm pour ce secteur du Gave. Le modèle biologique inclus par défaut dans EVHA est donc adapté à la croissance assez faible des truites de ce tronçon du gave d'Ossau.

3.3.4. Expression des résultats

La surface d'habitat physique favorable a un stade de développement donné ou SPU (pour Surface Pondérée Utile, exprimée en m²) a été évaluée par station et par stade de développement de l'espèce considérée (exprimée en m²/100 m de berge).

En divisant la SPU par son maximum obtenu sur la gamme de modélisation, on obtient une SPU Normée.

Enfin, en rapportant la SPU à la surface mouillée totale de la station, les résultats peuvent également être exprimés en Valeur d'habitat (VHA, exprimée en %) par station et par stade de développement de l'espèce considérée.

Ainsi, la VHA (en %) évalue la qualité moyenne de l'habitat alors que la SPU (en m²) en donne une quantification en prenant en compte les variations de surface mouillée. Pour la détermination du débit réservé, c'est donc la SPU qu'il convient de prendre en compte prioritairement (Ginot *et al.*, 1998).

3.3.5. Habitat potentiel de reproduction pour la truite

La truite commune a besoin pour se reproduire de placettes de graviers-petits galets assez homogènes d'une surface minimale que l'on peut estimer à 20X20 cm. Dans la description

⁶ Les courbes de préférence donnent la note d'affinité (entre 0 et 1) du stade et de l'espèce considérés pour chaque valeur des trois paramètres (hauteur, vitesse et substrat) retenus dans la méthode des microhabitats.

de la granulométrie telle qu'elle est pratiquée dans la méthode des microhabitats, les graviers et petits galets sont souvent présents à des pourcentages de recouvrement non négligeables mais mélangés, dispersés, au milieu de granulats plus grossiers. Ils ne seront alors pas utilisés par les truites pour la reproduction mais rentreront dans le calcul de la Surface d'habitat favorable au stade Reproduction. A l'inverse, l'habitat réellement utilisé par les truites pour leur reproduction est le plus souvent réparti en quelques placettes sur une station que les transects de microhabitats, même nombreux, ont peu de probabilité de représenter correctement.

Nous avons donc quantifié, par station, la Surface Granulométrique Favorable à la reproduction des truites (SGF) selon le protocole de Delacoste (1995). Ainsi, toutes les surfaces supérieures à 0,04 m² (20*20 cm) de granulométrie comprise entre 0,2 et 5 cm de diamètre ont été mesurées de façon exhaustive par faciès sur chaque station. D'autre part, lors des levés topographiques nécessaires à la mise en œuvre d'EVHA, les principales surfaces granulométriques favorables à la reproduction des truites ont été cartographiées. L'évolution des hauteurs d'eau en fonction du débit sur ces zones permettra d'évaluer leur débit de mise en eau.

3.4. Résultats de l'application d'EVHA

3.4.1. Evolution de l'habitat disponible en fonction du débit sur la station 1

Les mesures ont été réalisées le 13/10/11 dans des conditions stables de débit. Le débit transitant à la station a été mesuré à 0,69 m³/s.

L'habitat disponible sur la station 1 a été modélisé entre 0.29 et 4.5 m³/s de débit transitant.

3.4.1.1. Evolution des paramètres hydrauliques

- Evolution des paramètres hydrauliques moyens

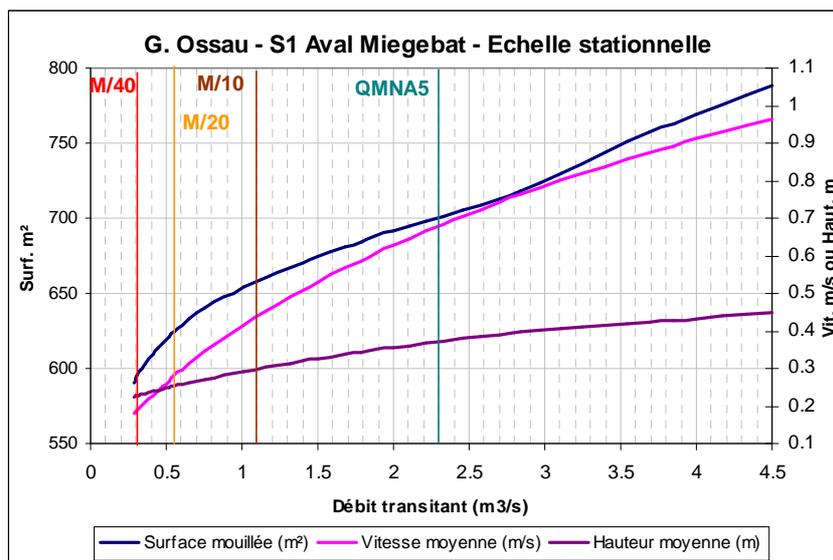


Figure 12 : Evolution des paramètres hydrauliques moyens en fonction du débit sur la station 1

La hauteur moyenne et la vitesse moyenne sur la station 1 évoluent progressivement sur l'ensemble de la gamme de débits modélisés. On constate que la progression de la vitesse moyenne est nettement plus rapide que celle de la hauteur moyenne. D'une pente moyenne

de 2.5%, la station est contrainte en rive droite, en extrados, par une berge très abrupte. L'augmentation du débit sur cette station se traduira donc par une augmentation de la hauteur d'eau moindre que celle de la vitesse moyenne (nous verrons que ce paramètre devient rapidement pénalisant pour l'habitat des truites). Leurs courbes en fonction du débit ne présentent pas de valeur critique de débit en deçà de laquelle ces paramètres chutent de façon drastique. L'évolution de ces paramètres ne permet donc pas ici de préconiser une valeur de débit minimum.

En revanche, **l'évolution de la surface mouillée en fonction du débit marque un changement de courbure autour de 0,8 m³/s** : entre 0,29 et 0,8 m³/s, sa progression est rapide ; au-delà, elle est plus modérée.

- **Lame d'eau minimale**

Même si l'évolution de la hauteur moyenne en fonction du débit n'est pas ici un critère de détermination de débit minimum, il convient de s'assurer si localement, sur les transects de faible hauteur d'eau, une lame d'eau suffisante est maintenue aux bas débits. La biologie de l'espèce cible, et en particulier sa capacité de nage, nous permet de fixer un objectif de lame d'eau minimale à respecter : 15 à 20 cm au minimum sont nécessaires pour permettre les déplacements de la truite (Guide méthodologique d'EVHA, Ginot *et al.*, 1998, d'après les travaux de Larinier M. *et al.*, 1995). La croissance des truites étant relativement faible sur ce secteur du Gave d'Ossau (taille à 3 ans de 17 cm), un minimum de 15 cm est certainement suffisant dans le cas présent.

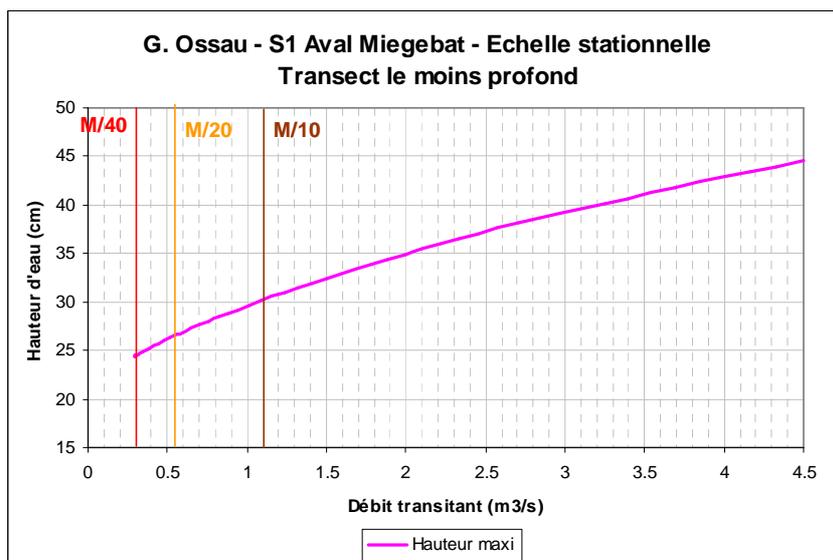


Figure 13 : Evolution avec le débit de la hauteur maximum sur le transect le moins profond de la station1

L'évolution de la hauteur d'eau sur le transect le plus limitant (le moins profond) de la station nous montre que ce facteur n'est pas limitant pour les déplacements de la truite (quel que soit le débit, la hauteur d'eau maximum sur le transect le moins profond de la station est toujours largement supérieure à 15 cm. Même au débit réservé actuel, les truites trouveront donc toujours des veines d'eau suffisamment profondes pour se déplacer).

3.4.1.2. Valeur d'habitat (VHA)

Rappelons que la VHA est une valeur sans dimension comprise entre 0 et 1 (ou exprimée en pourcentage). Elle ne rend pas compte de l'évolution de la surface mouillée en fonction du

débit. Contrairement à la SPU, elle ne quantifie donc pas l'habitat mais elle en évalue sa qualité.

Pour donner quelques repères et en faisant simple, on peut considérer que, pour les salmonidés, une VHA de 0.3 (correspondant à 30% de la surface mouillée de la station favorable à un stade de développement - définition même de la VHA, la valeur d'habitat) est une bonne qualité d'habitat.

Au débit des mesures (0,69 m³/s), la station 1 est moyennement favorable aux adultes de truite (VHA de 0,19). En revanche, elle est favorable à très favorable aux jeunes stades de développement (VHA de 0,27 et 0,35 respectivement pour les juvéniles et les alevins).

3.4.1.3. Evolution de la SPU/100 m

La Surface Pondérée Utile (SPU), exprimée en m² ou en m²/100 m de berge, correspond à la surface d'habitat favorable (sur la base de critères de profondeur d'eau, de vitesse du courant et de nature du substrat) à un stade de développement donné de truite. En divisant la SPU à chaque débit et pour chaque stade de développement par son maximum obtenu sur la gamme de modélisation, on obtient une SPU normée par stade de développement.

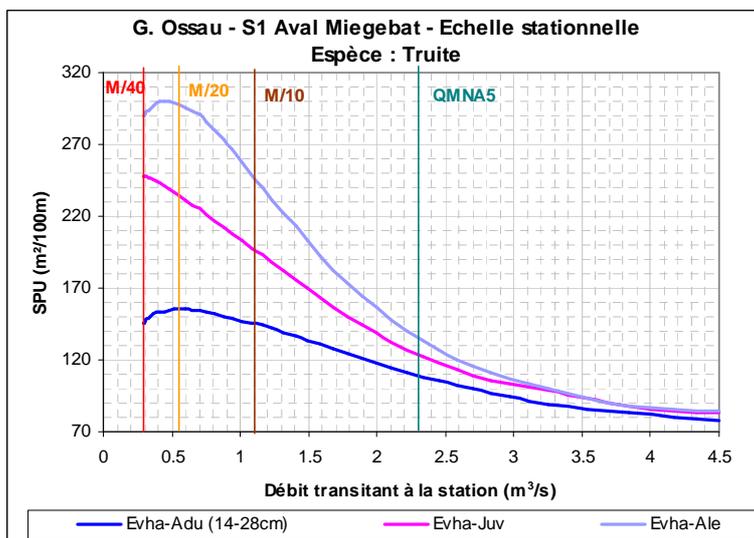


Figure 14 : Evolution de la SPU/100 m en fonction du débit sur la station 1

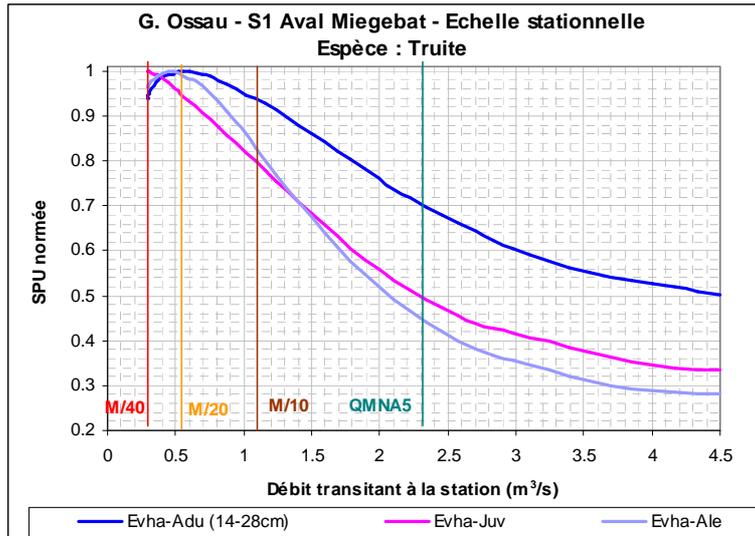


Figure 15 : Evolution de la SPU normée en fonction du débit sur la station 1

On constate sur la figure 14 que l'habitat disponible pour les truites adultes est quantitativement largement en dessous de l'habitat disponible pour les stades alevin et juvénile.

La SPU/100 m pour le stade juvénile diminue sur toute la gamme modélisée. Celle du stade alevin augmente rapidement jusqu'à un débit transitant d'environ $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Son maximum est atteint pour un débit de $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$ puis elle diminue ensuite rapidement avec le débit.

La SPU/100 m pour le stade adulte augmente également rapidement jusqu'à un débit d'environ $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Son maximum est atteint pour un débit de $0,56 \text{ m}^3/\text{s}$ (soit un débit proche de M/20) puis elle diminue assez rapidement avec le débit.

La figure ci-dessous illustre le fait que la vitesse du courant et son augmentation rapide avec le débit est le paramètre limitant pour l'habitat physique des truites sur cette station lorsque le débit augmente.

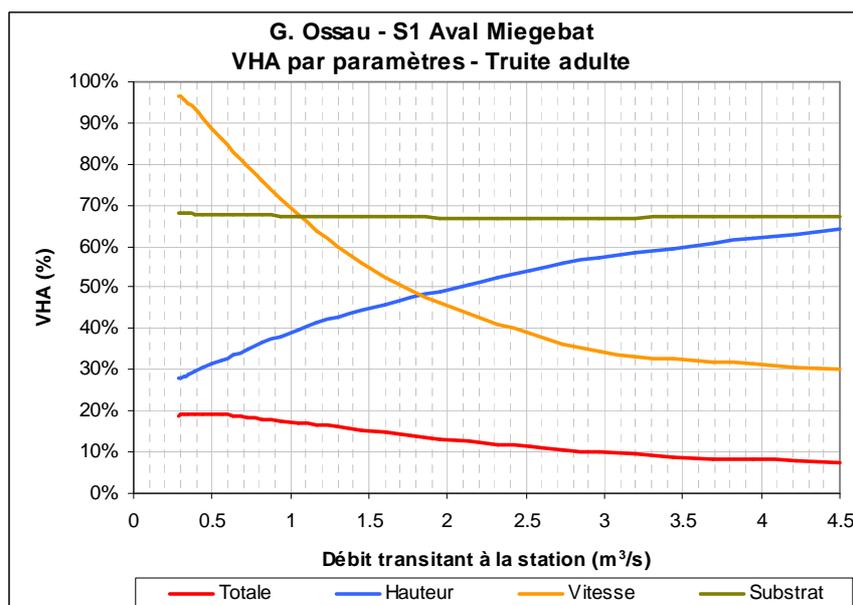


Figure 16 : Evolution de la valeur d'habitat par paramètre en fonction du débit pour la truite adulte

Il faut donc être **très prudent** en interprétant ces courbes de SPU qui disent en gros que l'habitat physique pour les truites adultes est nettement meilleur pour des débits très bas (comme le M/40), **qui naturellement n'existent pas dans le Gave**, que dans les conditions naturelles d'étiage du cours d'eau ... c'est en grande partie dû à la construction des modèles biologiques appliqués et à la difficulté d'échantillonner des poissons (et particulièrement les adultes) pour construire les courbes de préférences dès que les milieux deviennent plus profonds et plus courants. La partie descendante des courbes d'évolution de l'habitat avec le débit doit être considérée avec beaucoup de réserve !

3.4.1.4. Habitat potentiel de reproduction

Au moment des levés topographiques nécessaires à la mise en œuvre d'EVHA, les zones favorables à la reproduction des truites ont été localisées et cartographiées pour les plus importantes (figure suivante).

Avec 5,3% de surface granulométrique favorable (SGF) en eau au débit des mesures (33.9 m² en eau), le potentiel de reproduction pour les truites est très bon sur la station 1 (Baran *et al.*, 1999 et Lagarrigue *et al.*, 2005). Il est très probable que l'arrêt de l'usine du Hourat et l'assec de la prise d'eau au cours de l'été 2011 (soit peu de temps avant nos mesures) aient entraîné un apport important de graviers-petits galets sur la station peu en aval du barrage. Il est certain que, petit à petit, la station se "dégraissera" et les granulats se répartiront dans le TCC au fil des coups d'eau.

Au débit des mesures, seulement une seule zone de 1,6 m² sur les 35,5 m² que compte la station était hors d'eau (entre 14 et 28 cm au dessus de la ligne d'eau observée). L'évolution de la ligne d'eau à cet endroit nous permet d'estimer son débit de mise en eau. Cette zone se met en eau à partir de 2,5 m³/s et est complètement mise en eau autour de 4,5 m³/s.

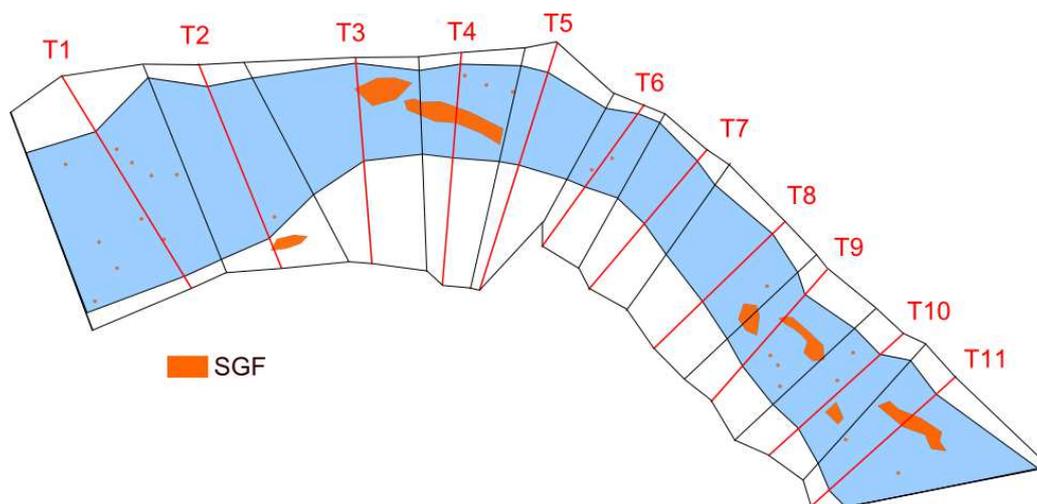


Figure 17 : Schéma de la localisation des principales zones de SGF sur la station 1

Le débit des mesures était largement supérieur au débit réservé réglementaire ($0,69 \text{ m}^3/\text{s}$ jaugé pour un débit réservé réglementaire de $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$). Nous avons donc cherché à savoir quel serait le potentiel de reproduction de la station au débit réservé réglementaire mais également à M/20 ($0,55 \text{ m}^3/\text{s}$) et M/10 ($1,1 \text{ m}^3/\text{s}$) situations pouvant être rencontrées après le renouvellement de concession. Le tableau suivant synthétise l'évolution de la ligne d'eau par rapport au débit des mesures.

Tableau 3 : Evolution de la ligne d'eau entre le débit observé et les valeurs réglementaires

		Evolution de la ligne d'eau par rapport au débit des mesures (cm)		
		Moyenne	Min	Max
Qr actuel	$0.3 \text{ m}^3/\text{s}$	-7	-3	-10
M/20	$0.55 \text{ m}^3/\text{s}$	-2	-1	-4
Débit des mesures	$0.69 \text{ m}^3/\text{s}$	0	0	0
M/10	$1.1 \text{ m}^3/\text{s}$	+5	+3	+7

La SGF en eau au débit des mesures étaient situés principalement en plein chenal, largement en eau à une profondeur moyenne de 38 cm. Ainsi, au débit réservé réglementaire, seule une zone supplémentaire de $0,3 \text{ m}^2$ serait exondée. Le tableau suivant synthétise les mesures de SGF aux différents débits.

Tableau 4 : Synthèse des mesures de SGF sur la station 1.

Débit	SGF en eau (m^2)	% de la surface mouillée	% de la SGF totale
Débit réservé actuel ($0.3 \text{ m}^3/\text{s}$)	33.6	5.7%	94.6%
M/20 ($0.55 \text{ m}^3/\text{s}$)	33.9	5.4%	95.5%
Débit des mesures ($0.69 \text{ m}^3/\text{s}$)	33.9	5.3%	95.5%
M/10 ($1.1 \text{ m}^3/\text{s}$)	33.9	5.1%	95.5%
$4.5 \text{ m}^3/\text{s}$	35.5	4.5%	100%

Globalement, même au débit réservé actuel, l'habitat potentiel de reproduction pour les truites sur cette station est très bon.

3.4.2. Evolution de l'habitat disponible en fonction du débit sur la station 2

Les mesures ont été réalisées le 12/10/11 dans des conditions stables de débit. **Le débit transitant à la station a été mesuré à 0,89 m³/s**, (soit 0,2 m³/s d'apports entre nos deux stations au moment des mesures).

L'habitat disponible sur la station 2 – Amont pont Crabé a été modélisé entre 0.49 et 6 m³/s de débit transitant. Sur les graphiques suivants, les repères M/40, M/20, M/10 et QMNA5 correspondent à une valeur délivrée au barrage à laquelle s'ajoutent les 0,2 m³/s d'apports intermédiaires mesurés au moment des relevés.

3.4.2.1. Evolution des paramètres hydrauliques

- Evolution des paramètres hydrauliques moyens

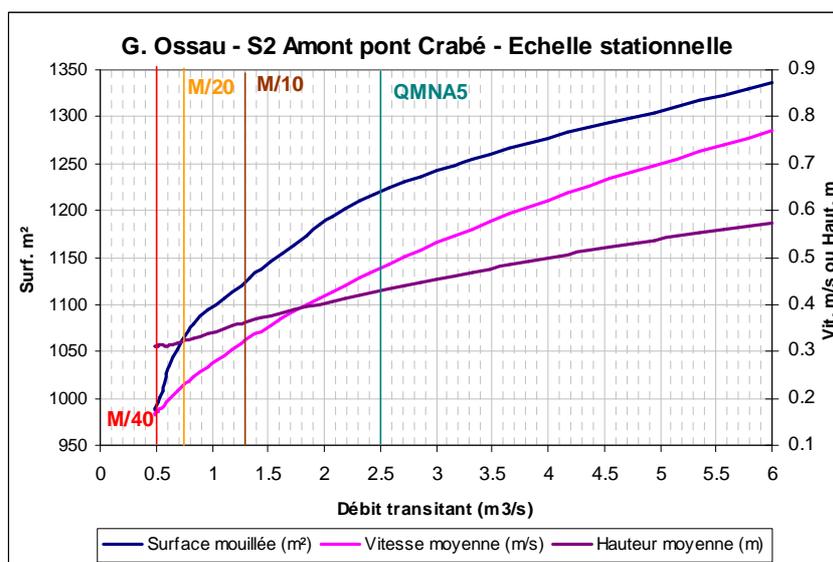


Figure 18 : Evolution des paramètres hydrauliques moyens en fonction du débit sur la station 2

La hauteur moyenne et la vitesse moyenne sur la station 2 évoluent progressivement sur l'ensemble de la gamme de débits modélisés. On constate ici aussi que la progression de la vitesse moyenne est plus rapide que celle de la hauteur moyenne. Néanmoins, du fait notamment d'une pente plus faible (1.9% ici contre 2.5% en S1), l'augmentation du débit sur cette station se traduira par une augmentation de la hauteur d'eau plus importante qu'en S1. Liée à la hauteur par le débit (débit = largeur * hauteur * vitesse), la vitesse augmente de fait moins rapidement.

Sur la courbe d'évolution de la surface mouillée en fonction du débit, deux changements de courbure sont visibles : entre 0.49 et 0.95 m³/s, sa progression est très rapide ; elle reste rapide entre 0.95 et 1.95 m³/s puis plus modérée au delà.

- **Lame d'eau minimale**

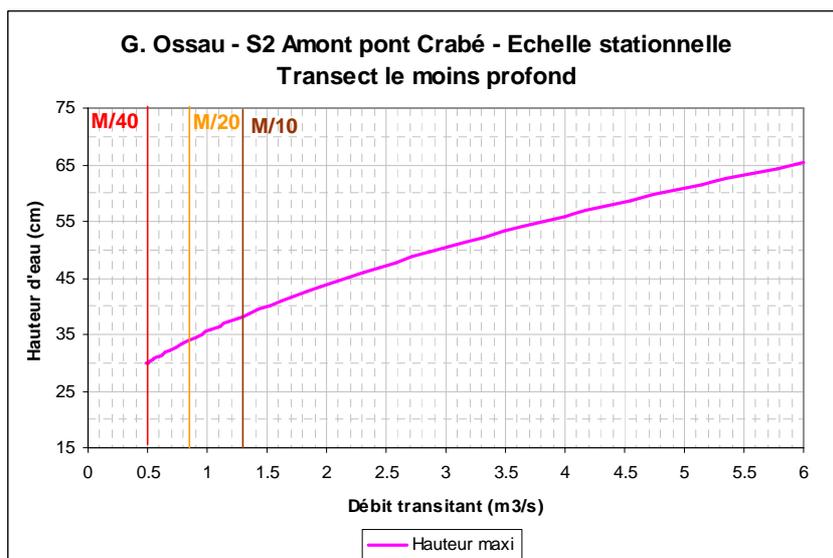


Figure 19 : Evolution de la hauteur d’eau maximum sur le transect le moins profond de la station 2

L'évolution de la hauteur d'eau sur le transect le plus limitant (le moins profond) de la station nous montre que ce facteur n'est pas limitant pour les déplacements de la truite (quel que soit le débit, la hauteur d'eau maximum sur le transect le moins profond de la station est toujours largement supérieure à 15 cm. Même au débit réservé actuel, les truites trouveront donc toujours des veines d'eau suffisamment profondes pour se déplacer).

3.4.2.2. Valeur d'habitat (VHA)

La station 2 est globalement moyennement favorable aux trois stades de développement de la truite à bas débit (VHA de 0.2, 0.2 et 0.22 respectivement pour le stade adulte, juvénile et alevin au débit des mesures). Elle devient moins favorable au fur et à mesure que le débit augmente.

3.4.2.3. Evolution de la SPU/100 m

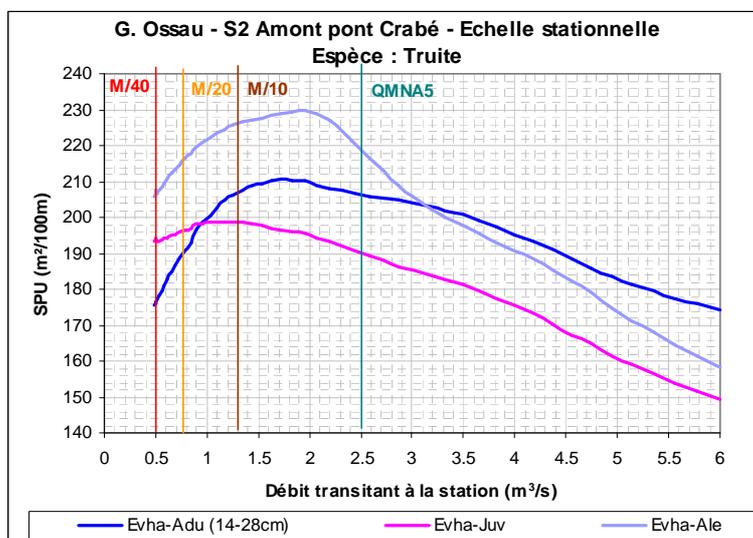


Figure 20 : Evolution de la SPU/100 m en fonction du débit sur la station 2

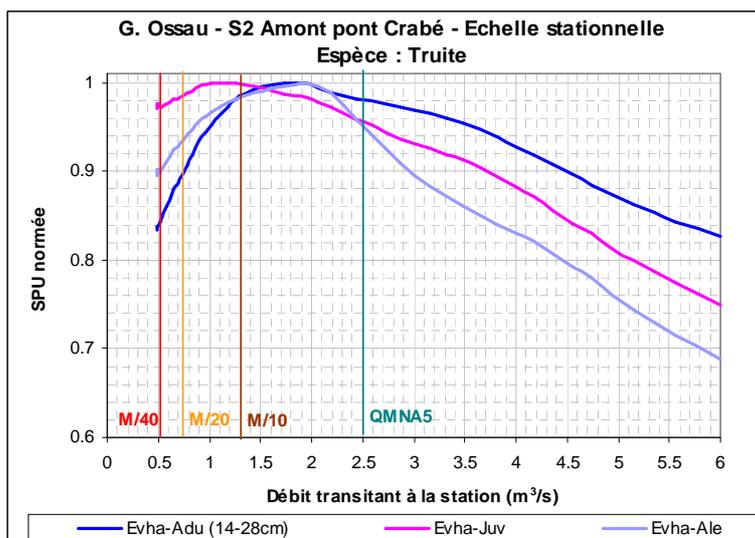


Figure 21 : Evolution de la SPU normée en fonction du débit sur la station 2

Les changements de pente importants se situent aux environs de 0,9 m³/s pour les juvéniles (la SPU atteint alors 99% de la SPU maximale pour ce stade), aux environs de 1,2 m³/s pour les alevins (la SPU atteint alors 98% de la SPU maximale) et aux environs de **1,3 m³/s pour les adultes** (la SPU atteint alors 98% de la SPU maximale).

3.4.2.4. Habitat potentiel de reproduction

Au moment des levés topographiques nécessaires à la mise en œuvre d'EVHA, les zones favorables à la reproduction des truites ont été localisées et cartographiées pour les plus importantes (figure suivante).

Avec 1,7% de surface granulométrique favorable (SGF) en eau au débit des mesures (1,2 m² en eau), le potentiel de reproduction pour les truites est assez bon sur la station 2 (Baran *et al.*, 1999 et Lagarrigue *et al.*, 2005). Au débit des mesures, un peu moins d'un quart des surfaces favorables à la reproduction des truites était hors d'eau (5,5 m² sur les 23,7 m² que compte la station).

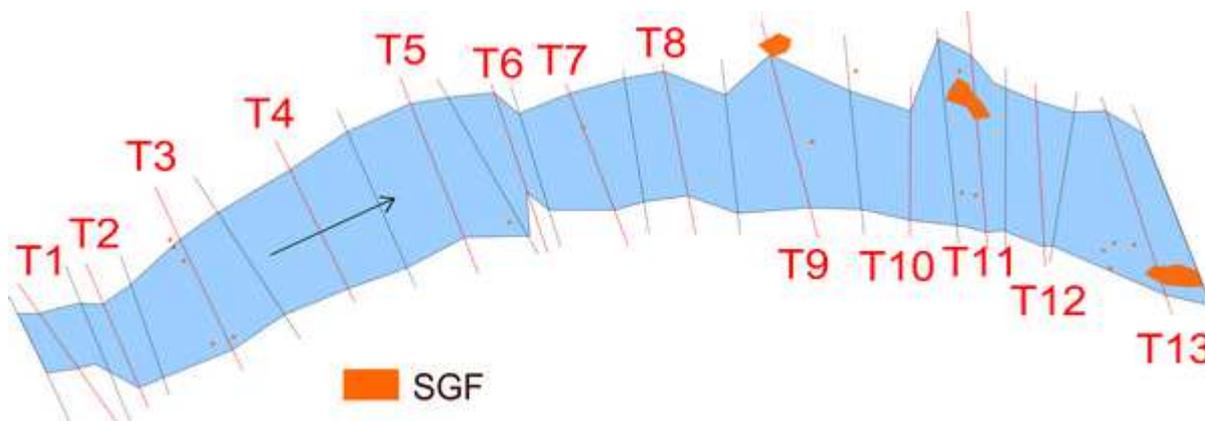


Figure 22 : Schéma de localisation des principales zones favorables à la reproduction des truites de la station 2

Le débit des mesures était largement supérieur au débit réservé réglementaire (0,69 m³/s jaugé au barrage pour un débit réservé réglementaire de 0,3 m³/s). Nous avons donc cherché à savoir quel serait le potentiel de reproduction de la station au débit réservé réglementaire mais également à M/20 (0,55 m³/s) et M/10 (1,1 m³/s) situations pouvant être rencontrées après le renouvellement de concession en tenant compte d'un minimum d'apports de 0,2 m³/s entre le barrage et la station. Le tableau suivant synthétise l'évolution de la ligne d'eau par rapport au débit des mesures.

Tableau 5 : Evolution de la ligne d'eau entre le débit observé et les valeurs réglementaires

		Evolution de la ligne d'eau par rapport au débit des mesures (cm)		
		Moyenne	Min	Max
Qr actuel + 0.2 d'apports minimaux	0.5 m ³ /s	-5	-2	-9
M/20 + 0.2 d'apports minimaux	0.75 m ³ /s	-2	0	-5
Débit des mesures	0.89 m ³ /s	0	0	0
M/10 + 0.2 d'apports minimaux	1.3 m ³ /s	+4	+1	+7

La SGF en eau au débit des mesures étaient situés principalement en plein chenal, largement en eau à une profondeur moyenne de 30 cm. Ainsi, le débit réservé réglementaire ne met en eau que 65% de la SGF de la station. A M/10, la SGF en eau atteint 80% de la SGF totale. Il faut attendre 2.5 m³/s pour mettre en eau plus de 90% de la SGF et 5,5 m³/s pour mettre en eau l'intégralité de la SGF de la station.

Tableau 6 : Synthèse des mesures de SGF sur la station 2.

Débit	SGF en eau (m ²)	% de la surface mouillée	% de la SGF totale
Débit réservé actuel (0.3 + 0.2 m ³ /s)	15.3	1.5%	65%
M/20 (0.55 + 0.2 m ³ /s)	18.2	1.7%	77%
Débit des mesures (0.89 m ³ /s)	18.2	1.7%	77%
M/10 (1.1 + 0.2 m ³ /s)	18.9	1.7%	80%
2.5 m ³ /s (2.3 barrage + 0.2 apports)	22.0	1.8%	93%
5.5 m ³ /s	23.7	1.8%	100%

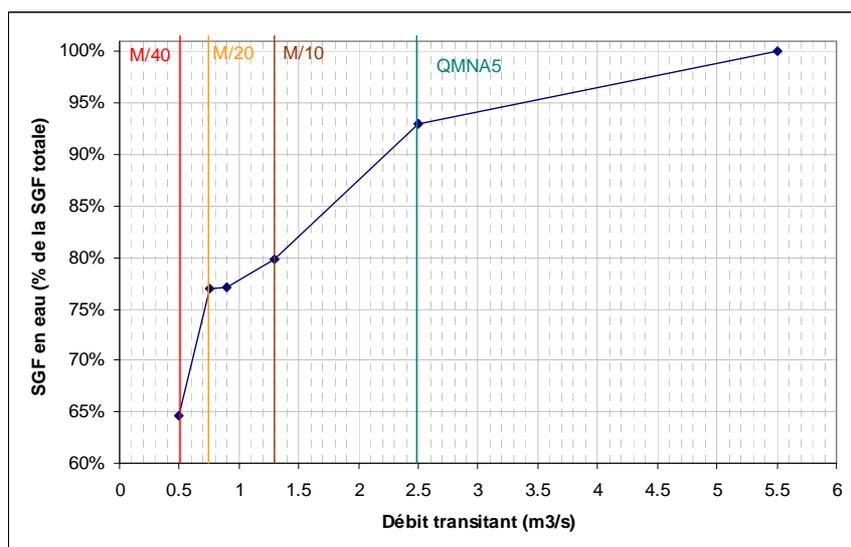


Figure 23 : Evolution de la SGF en eau en fonction du débit sur la station 2

4. Conclusion : préconisations de débits minimaux biologiques

L'enjeu écologique associé à la valeur du débit réservé délivré à la prise d'eau du Hourat est important. En effet, ce débit conditionne évidemment la qualité et la fonctionnalité des habitats piscicole du tronçon Miégebat (lieu-dit)-confluence du Valentin étudié ici mais il impacte aussi, en tant que débit de base inter-éclusées (éclusées de la chaîne du Valentin + aménagement du Canceigt), la qualité biologique du tronçon confluence du Valentin-Geteu (également court-circuité puisque l'eau dérivée à la prise d'eau du Hourat n'est restituée au Gave qu'à Geteu, ainsi que celle du tronçon Geteu-Castet (soumis aux éclusées de Geteu, Espalungue et Canceigt), soit une implication de ce débit réservé sur un linéaire total d'un peu plus de 17 km de Gave (voir les autres études en cours sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général des Pyrénées Atlantiques sur ces autres parties du Gave).

C'est l'habitat physique des adultes en période de bas débit qui va déterminer le stock **potentiel** (biomasse) de truite du cours d'eau (Souchon *et al.*, 1989, Baran, 1995). Ce potentiel ne s'exprimera que si toutes les autres conditions du milieu et paramètres de la population de truite sont réunies (qualité de l'eau – chimie et température – , production d'invertébrés, présence d'un habitat de reproduction fonctionnel et accessible, recrutement les années précédentes en fonction des crues ...).

En cas de réduction du débit d'un cours d'eau, le choix du débit minimum sera donc en premier lieu raisonné en fonction du stade adulte de truite (critère principal), avec prise en compte des stades alevin et juvénile comme critères secondaires.

La reproduction est également une étape déterminante du cycle biologique de la truite. Garantir la migration des géniteurs vers les sites de fraie ainsi que le maintien en eau de ces sites jusqu'à l'émergence des alevins est essentiel. Ces aspects doivent également être pris en compte dans le choix du débit réservé.

Nous avons vu que la station 1, choisie dans un second temps un peu par défaut, en aval immédiat de la prise d'eau, avait subi une forte influence de l'ouverture du barrage, au cours de l'été précédent nos mesures, et s'était "engraissée" fortement en galets et graviers. Dans les faibles débits, l'habitat pour les truites adultes est donc pénalisé par les faibles hauteurs d'eau dues à cet apport récent et conséquent de granulats.

Cette station est de plus moins représentative de l'ensemble du linéaire du Gave court-circuité que la station 2, notamment par la sous-représentation des grands faciès profonds (« les bleus ») qui résistent mieux à la mise en vitesse avec le débit dans un contexte général pentu pour ce tronçon de l'Ossau. Pas de grand profond sur la station 1 signifie une plus grande sensibilité de l'habitat des truites à l'augmentation de la vitesse du courant avec le débit.

La station 2 représente nettement plus correctement l'ensemble du linéaire court-circuité en terme de faciès d'écoulement. Elle est également plus typique, d'un point de vue granulométrique (pas d'apport massif récent comme en S1), de la situation classique d'un secteur en débit réservé avec un transit solide perturbé (rythmé non seulement par les épisodes de crues mais aussi par la gestion des « ouvertures » de la prise d'eau).

Notre réflexion sur le choix d'un débit minimum pour ce tronçon du Gave d'Ossau se basera donc principalement sur les résultats de notre deuxième station, en vérifiant que cela ne donne pas des résultats trop pénalisants en S1.

- Débit minimum pour les stades de développement adulte, juvénile et alevin

Tableau 7 : Choix du débit minimum à réserver (les valeurs de débit transitant tiennent compte d'un apport minimal de 0,2 m³/s entre le barrage et la station 2)

	Débit transitant (m ³ /s)		% de la SPU adulte max.	% de la SPU juvénile max.	% de la SPU alevin max.	% de la SPU adulte max.	% de la SPU juvénile max.	% de la SPU alevin max.
	S1	S2	S2			S1		
Débit réservé actuel	0.3	0.5	84%	97%	90%	94%	100%	96%
M/20	0.55	0.75	90%	99%	93%	100%	94%	99%
Débit des mesures	0.69	0.89	93%	99%	95%	99%	91%	97%
Seuil d'efficacité du débit vis à vis de la SPU pour la truite adulte en S2	1.0	1.2	98%	100%	98%	95%	82%	86%
M/10	1.1	1.3	98%	99%	99%	93%	79%	83%
QMNA5 estimé	2.3	2.5	98%	95%	94%	70%	50%	45%
QMNA2 estimé	3.0	3.2	96%	92%	88%	60%	41%	35%

Concernant le stade adulte de truite, stade limitant aux faibles débits, le changement de pente rapide de la courbe SPU = f(Q) constitue la valeur seuil **d'efficacité** du débit, à savoir le débit seuil en deçà duquel toute diminution de débit entraîne une baisse rapide de la quantité d'habitat favorable aux truites adultes.

Ce seuil d'efficacité du débit est de 1.2 m³/s en S2. Il permet de conserver 98% de la quantité d'habitat maximale pour les truites adultes, 100% de celle des juvéniles et 98% de celle des alevins.

Le débit réservé actuel ainsi que le 20^e du module se situent tous deux en deçà de ce seuil et sont donc des compromis nettement moins performant entre quantité d'eau laissée au Gave et habitats des truites.

Ce débit seuil de 1.2 m³/s en S2 correspond en période d'apports intermédiaires minimaux (début juillet-fin octobre) à 1 m³/s à la prise d'eau du Hourat. Pour des apports intermédiaires moyens (500 l/s mesurés en fin avril entre la prise d'eau et la station 2), cela correspond à 0.7 m³/s à la prise d'eau du Hourat.

- Débit de la période de reproduction jusqu'à l'émergence des alevins

Sur la station 1, nous avons vu que l'habitat de reproduction est abondant suite à des apports importants et récents de graviers-petits graviers. Le potentiel de reproduction de la station 2, même s'il est encore convenable, reste en deçà des moyennes pyrénéennes en situation naturelle (3.9%, Delacoste 1995). Ces deux constats sont le reflet d'un transit sédimentaire perturbé, entre autre, par la prise d'eau du Hourat (rétention en particulier pour

la fraction graviers-petits galets qui intéresse les truites), les granulats circulant probablement "par vagues" en lien avec les forts débits et les « ouvertures » de prises d'eau.

Vu les obstacles naturels présents dans le tronçon court-circuité, il pourra être difficile pour les géniteurs de truite de se déplacer vers les secteurs les mieux pourvus en habitats de reproduction (localisés pendant la sectorisation morphodynamique mais probablement variables, au moins en partie, d'une année à l'autre, en fonction des « vagues » et des crues).

Vu également la situation atypique décrite sur la station 1, le raisonnement sur le débit minimum pour la période de reproduction et de vie sous graviers des œufs et des alevins se basera cette fois encore principalement sur la station 2.

Le seuil d'efficacité du débit vis à vis de la SGF semble être $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en S2 (revoir figure 23). A ce débit, 93% de la SGF de la station est en eau, soit 1,8% de la surface mouillée de la station. Cependant, on notera que la mise en eau de $3,1 \text{ m}^2$ supplémentaire de SGF entre $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ et $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ correspond à l'enneigement complet **d'un seul banc de graviers-galets** dans l'« ombre » hydraulique d'un gros rocher, en rive gauche du gave au niveau du transect T9. Il paraît difficile, sur la base de la mise en eau d'un seul banc de galets, par ailleurs très « bombé » (c'est à dire que pour une valeur de débit, seule une partie du banc sera réellement favorable à la reproduction, les conditions hydrauliques variant rapidement le long des pentes du banc), de justifier la nécessité d'avoir $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en S2, soit, si l'on considère des apports intermédiaires moyens en cette période (fin d'automne, hiver et printemps) $2 \text{ m}^3/\text{s}$ à la prise d'eau du Hourat.

A $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ en S2, 80% de la SGF de la station est en eau, soit 1,7% de la surface mouillée, ce qui reste encore convenable en terme d'habitat de reproduction de truite par rapport aux références connues. Si l'on considère des apports intermédiaires moyens en cette période (fin d'automne, hiver et printemps – période de reproduction et de vie sous graviers des œufs et alevins de truite), cela correspond à un débit minimum de $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ à la prise d'eau du Hourat.

Au final, un débit réservé délivré à l'aval de la prise d'eau du Hourat de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ de début juillet à fin octobre et de $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ de début novembre à fin juin, semble être un minimum au dessous duquel on ne puisse pas descendre sans remettre en cause le bon compromis entre quantité d'eau laissée à la rivière et capacité d'accueil en truites du Gave.

En amont immédiat de la confluence du Valentin, cela donnerait des débits minimaux de l'ordre de $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

5. Bibliographie

- Baran P., 1995. Analyse de la variabilité des abondances de truites communes (*Salmo trutta* L.) dans les Pyrénées Centrales Françaises – Influence des échelles d'hétérogénéité de l'habitat. Thèse de l'INP-ENSAT, 147 p.
- Baran P., Lagarrigue T., Lascaux J.M., Belaud A. et Henniaux H., 1999. Etude de l'habitat de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans quatre cours d'eau à haute valeur patrimoniale de la Loire.
- Barracou D, 2004. Suivi de la fraie du saumon atlantique (hiver 2003-2004) et contrôle de la production des juvéniles de saumon (automne 2004). Rapport MIGRADOIR, 17p + annexes.
- Barracou D, 2005. Suivi de la fraie du saumon atlantique (hiver 2004-2005) et contrôle de la production des juvéniles de saumon (automne 2005). Rapport MIGRADOIR, 16p + annexes.
- Barracou D, 2006. Suivi de la fraie du saumon atlantique (hiver 2005-2006) et contrôle de la production des juvéniles de saumon (automne 2006). Rapport MIGRADOIR, 16p + annexes.
- Barracou D, 2007. Suivi de la fraie du saumon atlantique (hiver 2006-2007) et contrôle de la production des juvéniles de saumon (automne 2007). Rapport MIGRADOIR, 17p + annexes.
- Barracou D, 2008. Suivi de la fraie du saumon atlantique (hiver 2007-2008) et contrôle de la production des juvéniles de saumon (automne 2008). Rapport MIGRADOIR, 16p + annexes.
- Barracou D, 2009. Suivi de la fraie du saumon atlantique (hiver 2008-2009) et contrôle de la production des juvéniles de saumon (automne 2009). Rapport MIGRADOIR, 16p + annexes.
- Bovee K.D., Lamb B.L., Bartholow J.M., Stalnaker C.B., Taylor J. and Henriksen J., 1978. Stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology. U.S. Geological Survey. 131p.
- Courret D., 2010. Analyse de l'hydrologie et des régimes d'éclusées sur le Gave d'Ossau - Analyse des données existantes sur les tronçons « Confluence Valentin - Geteu » et « Castet - Confluence Gave d'Aspe ». Rapport GHAAPPE RA.09.03
- Delacoste M., 1995. Analyse de la variabilité spatiale de la reproduction de la truite commune (*Salmo trutta* L.) – Etude à l'échelle du micro et du macrohabitat dans 6 rivières des Pyrénées Centrales. Thèse de l'INP-ENSAT, 133 p.
- Delacoste M., Baran P., Lek S. et Lascaux J.M., 1995. Classification et clé de détermination des faciès d'écoulement en rivières de montagne. Bull. Fr. Pêche Piscic. 337/338/339, 149-156.
- Delacoste M., Baran P. et Lascaux J.M., 1999. A methodology to evaluate physical habitat for reproduction of brown trout (*Salmo trutta* L.) and the relation with fry recruitment. I.G. Cowx (Eds) River Fisheries, Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford, 158-174.
- Fédération Départementale des Pyrénées Atlantiques pour la Pêche et la protection du Milieu Aquatique, 2008. Plan départemental pour la protection du milieu aquatique et la gestion des ressources piscicoles. 2008/2012.

- Fédération Départementale des Pyrénées Atlantiques pour la Pêche et la protection du Milieu Aquatique, Mission Pêche 64, Migradour, 2008. Etude de la croissance de la truite commune (*Salmo trutta* L.) sur le bassin versant du Gave d'Oloron. 2007/2008.
- Fagnoud E., 1987. Préférences d'habitat de la truite fario (*Salmo trutta fario* L., 1758) en rivière. Thèse de 3ème cycle, Cemagref DQEPP-LHQ, Université C. Bernard Lyon I, 398 p.
- Gagneux M, 2008. Les concessions hydroélectriques de l'état dans la vallée d'Ossau. Support de présentation des journées d'études des ingénieurs et techniciens en charge de l'énergie, 5 et 6 juin 2008, par Marc Gagneux, ITPE au pôle hydroélectricité Aquitaine / Midi-Pyrénées.
- Ginot, V., 1998. Logiciel EVHA. Evaluation De L'habitat Physique Des Poissons En Rivière (Version 2.0.). Guide de l'utilisateur. Cemagref Lyon BEA/LHQ et Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement, Dir. de l'Eau, Paris, France.
- Ginot, V., Souchon Y., Capra H., Breil P. et Valentin S., 1998. Logiciel EVHA. Evaluation De L'habitat Physique Des Poissons En Rivière (Version 2.0.). Guide méthodologique. Cemagref Lyon BEA/LHQ et Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement, Dir. de l'Eau, Paris, France.
- ISL et Aquascop, 2010. Etude d'évaluation des impacts générés par la production d'hydroélectricité sur le bassin versant du Gave d'Oloron. Gave d'Ossau.
- Lagarrigue T., Lascaux J.M. et Firmignac F., 2005. Estimation de la capacité d'accueil de l'habitat physique du Cousin à l'amont de Saint-Agnan pour la truite commune (*Salmo trutta* L.). Rapport ECOGEA pour le Parc Naturel Régional du Morvan. LIFE04NAT/FR/000082
- Larinier, M., Chorda, J., Ferlin, O., 1995. Le franchissement des seuils en enrochement par les poissons migrateurs. Etude expérimentale. Rapport Ghaappe 9505 - Hydre 161 : 25p. + annexes.
- Lamouroux, N. 2002. Description of Estimhab.
<http://www.lyon.cemagref.fr/bea/lhq/logiciel.html>.
- Sabaton C., Valentin S. et Souchon Y., 1995. La méthode des microhabitats – protocoles d'application. Rapport CEMAGREF/EDF-DER. HE/31-95.10, 33 p.
- Souchon Y., Trocherie F., Fagnoud E. et Lacombe C., 1989. Les modèles numériques des microhabitats des poissons. Application et nouveaux développements. Revue des sciences de l'eau, 2 : 807-830.
- Tissot L., Sabaton C., Gouraud V., 2011. Guide méthodologique du logiciel Lammi.
- Verneaux J., 1973. Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Thèse Univ. Fr. Comt., 240p.