

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



*Le Gave d'Ossau en aval de la confluence du Valentin à 1.4 m<sup>3</sup>/s*

Avec la participation financière de :



Juin 2012  
version définitive

Auteurs : Vandewalle F.  
Mayeras 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

<b>1. Contexte</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Le tronçon confluence du Valentin – Geteu</b> .....	<b>4</b>
2.1. Contexte biologique .....	4
2.2. Contexte hydrologique .....	4
2.3. Sectorisation morphodynamique et sites potentiellement problématiques.....	6
<b>3. Stations d'études retenues pour la modélisation hydraulique</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Modélisation hydraulique</b> .....	<b>10</b>
4.1. Méthodologie .....	10
4.1.1. Principes généraux.....	10
4.1.2. Mesures de lignes d'eau .....	10
4.1.3. Gamme de débits modélisés.....	11
4.2. Calage des modèles .....	12
4.3. Exploitation des résultats .....	14
4.4. Modélisation de l'habitat piscicole .....	15
4.4.1. Principe de la méthode des microhabitats .....	15
4.4.2. Espèces cibles.....	18
4.4.3. Fonctionnalité des habitats potentiels de reproduction.....	18
4.4.4. Fonctionnalité des habitats de croissance .....	18
<b>5. Résultats</b> .....	<b>20</b>
5.1. Evolution des paramètres hydrauliques .....	20
5.1.1. Evolutions des surfaces mouillées .....	20
5.1.2. Mise en eau de zones particulières.....	22
5.1.2.1. Station amont Pont de Béost .....	22
5.1.2.2. Station aval Pont de Béost.....	25
5.1.3. Evolution des vitesses et des hauteurs .....	27
5.1.4. Déplacements piscicoles.....	28
5.2. Evolution de l'habitat piscicole .....	30
5.2.1. Evolution de la fonctionnalité des habitats de reproduction en fonction du débit .....	30
5.2.2. Evolution des SPU des stades de développement de la truite en fonction du débit...	34
5.2.3. Evolution des SPU des stades de développement du saumon en fonction du débit..	35
<b>6. Discussion</b> .....	<b>37</b>
6.1. Précisions sur le calendrier biologique .....	37
6.2. Interférences entre production hydroélectrique et cycles biologiques des salmonidés .....	39
6.2.1. La période de reproduction .....	39
6.2.2. La post-émergence.....	39
6.2.3. Habitats des truites (0+, 1+ et adulte) et des tacons 0+ et 1+ .....	40
<b>7. Conclusion – propositions de mesures d'atténuation de l'impact des éclusées à l'aval de la confluence du Valentin</b> .....	<b>41</b>
<b>8. Bibliographie</b> .....	<b>43</b>

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

## Tronçon confluence du Valentin - Geteu.

### 1. Contexte

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 km<sup>2</sup>, 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 m<sup>3</sup>/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.432-6<sup>1</sup>, 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 MIGRADOUR<sup>2</sup>, 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.

**Le tronçon entre la confluence du Valentin (affluent RD), où se situe également l'usine d'Espalungue, et l'usine de Geteu (3.7 km de gave d'Ossau) présente une surface utile à la production de tacons de l'ordre de 6.8 ha, soit un potentiel d'environ 20 000 à 28 000 tacons 0+ à l'automne, ce qui représente environ 8-9% du potentiel du Gave d'Ossau et 3.5% du potentiel du bassin du Gave d'Oloron.**

Par ailleurs, 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 (jusqu'aux gorges du Hourat en amont de Laruns).**

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),

<sup>1</sup> Classement toujours en vigueur dans l'attente de son remplacement par celui au titre de l'article L.214-17 (2014 au plus tard).

<sup>2</sup> MIGRADOUR : migrants de l'Adour, [www.migradour.com](http://www.migradour.com)

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 m<sup>3</sup>/s. Ce complexe est voué à la production d'électricité de pointe, avec **un fonctionnement par éclusées** 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 m<sup>3</sup>/s, a vocation à démoduler ces éclusées en utilisant la capacité utile de sa retenue (de l'ordre de 160 000 m<sup>3</sup>).

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 éclusées jusqu'à 3.1 m<sup>3</sup>/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 GWh<sup>3</sup> (Gagneux 2008).

En aval du pont de Beost, conflue le Canceigt subissant des éclusées de 1,1 m<sup>3</sup>/s maximum et soumis à un débit réservé de 0,1 m<sup>3</sup>/s.

**Ainsi, le tronçon confluence du Valentin (usine d'Espalungue) - Geteu, long de 3.7 km, est touché par des éclusées jusqu'à 3.1 m<sup>3</sup>/s d'amplitude (si l'usine du Canceigt ne turbine pas). En aval du Canceigt (sur un linéaire de 2,2 km jusqu'à l'usine de Geteu), l'amplitude des éclusées peut atteindre 4.2 m<sup>3</sup>/s (Espalungue + Canceigt).**

En aval de la confluence du Valentin, le module du Gave d'Ossau a été évalué à environ 15.9 m<sup>3</sup>/s (Courret, 2010).

Dans le décret de concession de Geteu, il est fixé un débit minimum de 1.0 m<sup>3</sup>/s dans le Gave d'Ossau en aval de la confluence du Valentin, soit environ 6.3% du module.

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 (1) de progresser dans la compréhension des impacts engendrés par la gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques sur le tronçon entre la confluence du Valentin (usine d'Espalungue), et l'usine de Geteu et (2) de définir des mesures d'atténuation de ces impacts.** Pour ce faire, l'évolution des paramètres hydromorphologiques et de la fonctionnalité des habitats piscicoles en fonction du débit ont été appréhendées sur la gamme de variation liée aux éclusées.

---

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

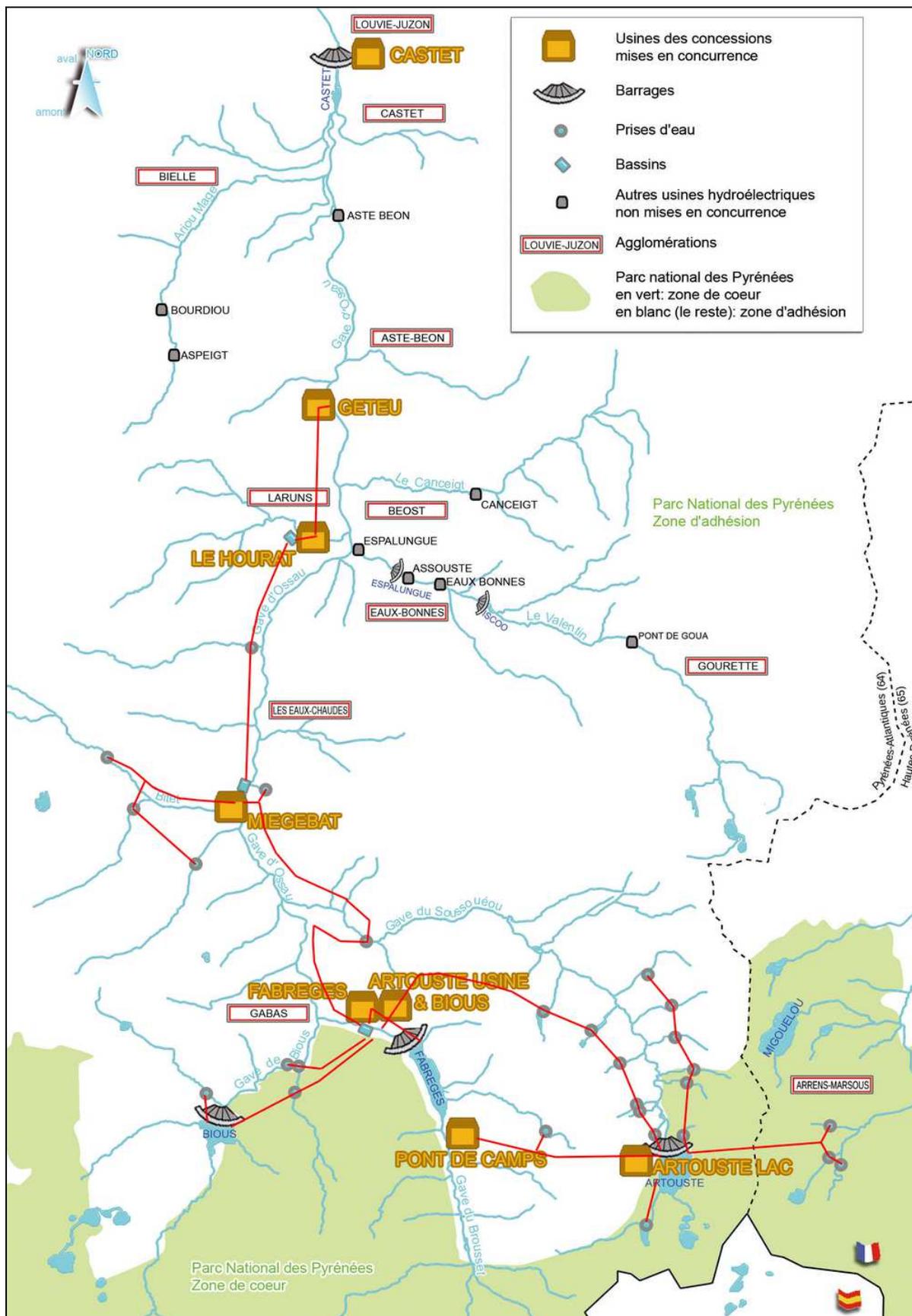


Figure 1 : Carte des aménagements hydroélectriques de la haute vallée d'Ossau (carte Dreal Aquitaine, modifiée, en rouge schéma des galeries et conduites de la haute vallée)

## 2. Le tronçon confluence du Valentin - Geteu

### 2.1. Contexte biologique

Le Gave d'Ossau est un cours d'eau salmonicole (niveau typologique<sup>4</sup> 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 minimaux qui est souvent évoquée).

### 2.2. Contexte hydrologique

Le tronçon Confluence Valentin - Geteu est en situation de débit réservé et est soumis aux éclusées d'Espalungue, dernière usine de la chaîne du Valentin, dont l'amplitude peut atteindre 3.1 m<sup>3</sup>/s, ainsi qu'à celles de l'usine du Canceigt (1 m<sup>3</sup>/s d'amplitude).

L'hydrologie de ce tronçon est connue au travers de la chronique de niveaux d'eau enregistrés à la station SPC du pont de Beost. Ces informations ont été utilisées par Courret, 2010 pour caractériser le régime d'éclusées en aval de la confluence du Valentin<sup>5</sup> (voir infra). Le tarage hauteur / débit de cette station limnimétrique n'est pas disponible.

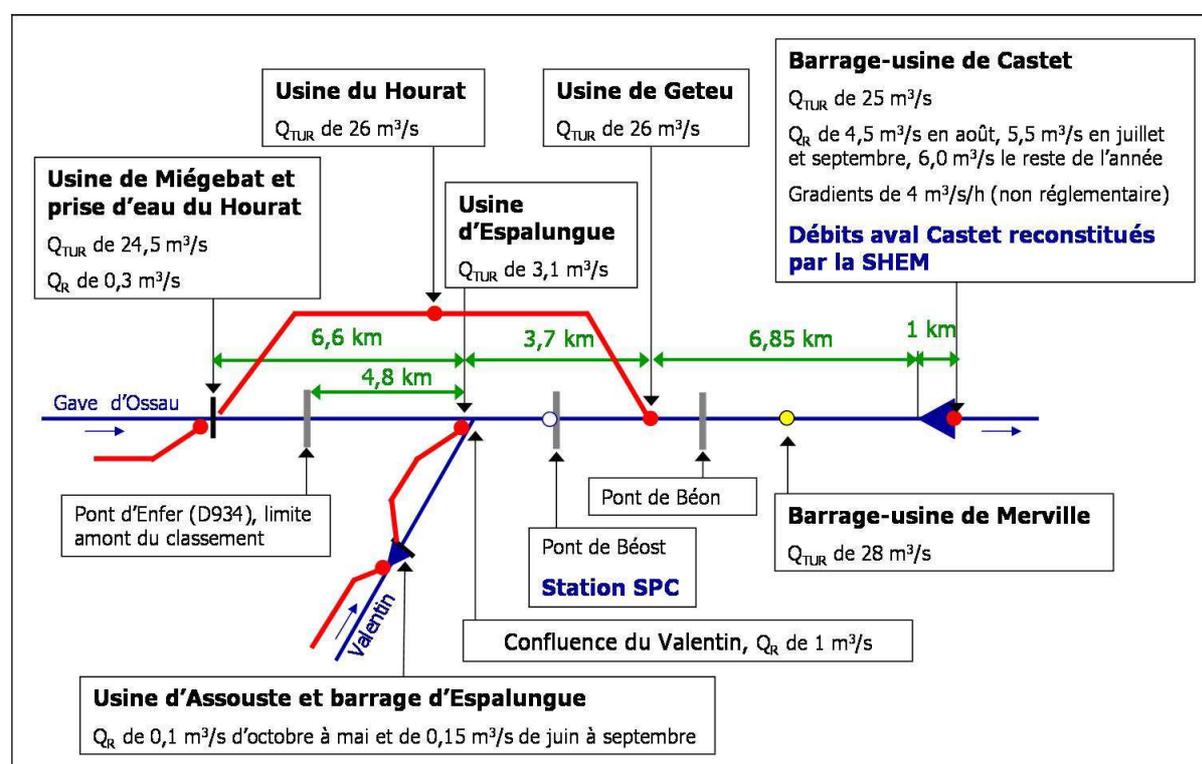


Figure 2 : Schéma des aménagements sur le Gave d'Ossau depuis Miégebat (figure extraite de Courret, 2010)

<sup>4</sup> Verneaux, 1973

<sup>5</sup> Mais en amont du Canceigt.

Les seules données pouvant être utilisées pour donner un aperçu du régime hydrologique du Gave d'Ossau sont localisées à Oloron-sainte-marie (station Banque Hydro Q6142910), soit loin vers l'aval par rapport à notre tronçon d'étude et **surtout à l'aval des pertes de la boucle d'Arudy de l'Ossau vers le Neez.**

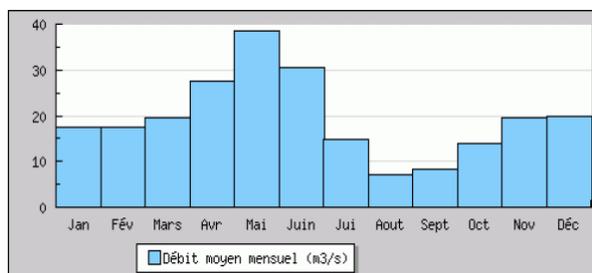


Figure 3 : Débits moyens mensuels du Gave d'Ossau à Oloron-Sainte-Marie sur la période 1912-2008 (source Banque Hydro)

Pour se donner une idée, même grossière, de l'hydrologie naturelle du Gave d'Ossau, on peut aussi utiliser les données existantes sur le Gave d'Aspe, proche voisin de l'Ossau, à Bedous (Pont d'Escot, station Banque Hydro Q6332510). La station est située dans le TCC de la centrale hydroélectrique d'Asasp, elle présente de données naturelles reconstituées (débit réservé mesuré à la station + débit dérivé au barrage de Bedous).

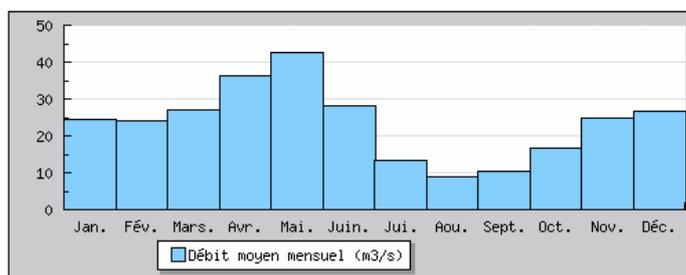


Figure 4 : Débits moyens mensuels du Gave d'Aspe à Bedous sur lapériode 1948-2008 (source Banque Hydro)

L'Ossau comme l'Aspe à Bedous se caractérise par un régime nivo-pluvial aux fortes eaux en avril-mai-juin et aux basses eaux en août-septembre.

La synthèse des données à Bedous indique pour un bassin versant de 425 km<sup>2</sup>, un module s'élevant à 23.6 m<sup>3</sup>/s, un QMNA2 de 6.4 m<sup>3</sup>/s (**soit 27% du module**) et un QMNA5 de 4.9 m<sup>3</sup>/s (**soit 21% du module**).

**Le module naturel à la confluence du Valentin est estimé à 15,9 m<sup>3</sup>/s** (voir Courret, 2010). Ainsi par simple analogie avec le gave d'Aspe, on peut considérer que l'étiage naturel du gave d'Ossau à la confluence du Valentin est **de l'ordre 4.3 m<sup>3</sup>/s pour le QMNA2 et de 3.3 m<sup>3</sup>/s pour le QMNA5.**

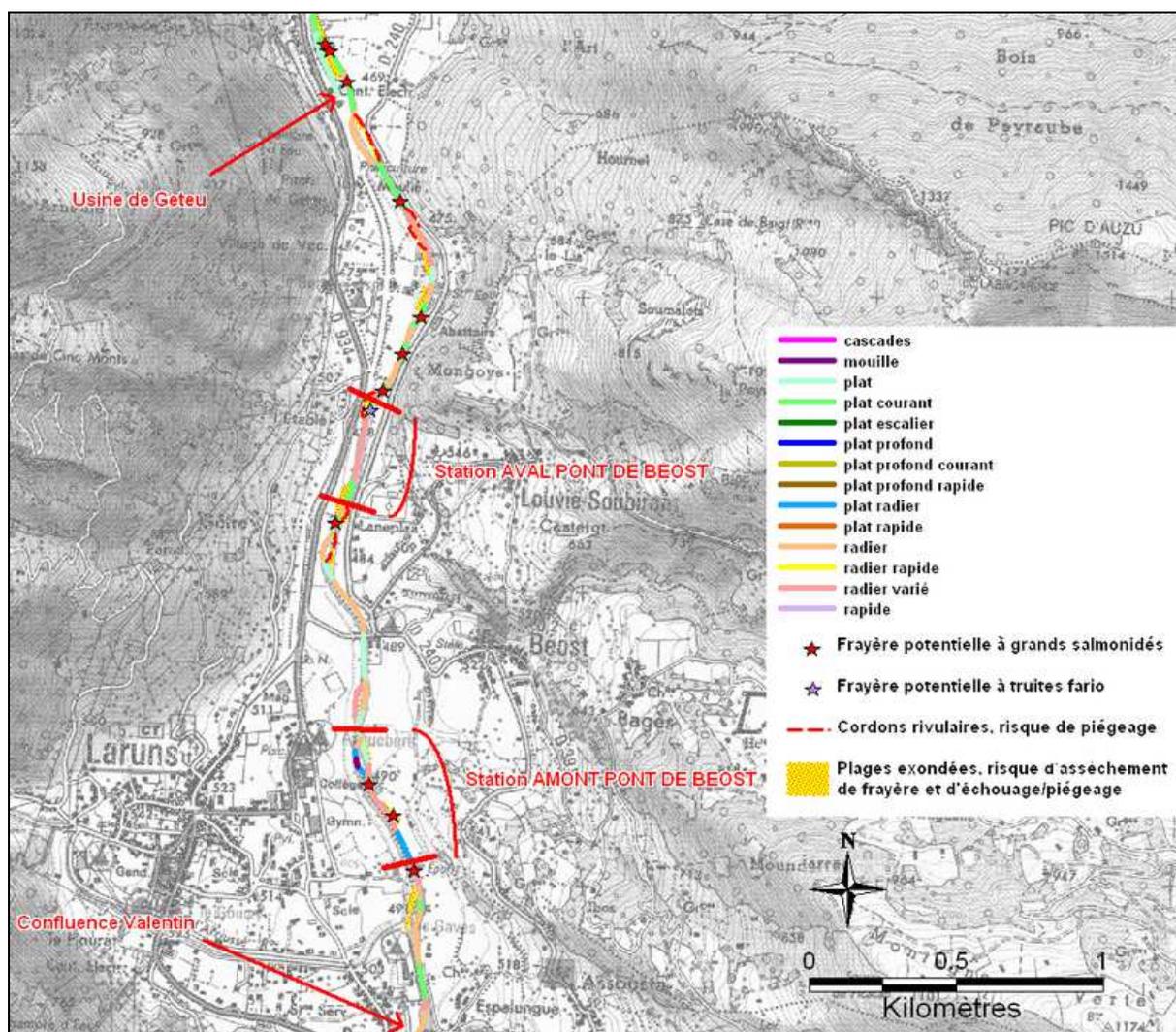
Le décret de concession de Geteu de 1959 fixe un débit réservé de 1 m<sup>3</sup>/s en aval de la confluence du Valentin (soit environ 6.3% du module et 3 fois moins que l'étiage naturel sévère).

Hors éclusées d'Espalungue, le débit à la confluence du Valentin est constitué par la somme des débits réservés délivrés à la prise d'eau du Hourat sur le Gave d'Ossau ( $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et au barrage d'Espalungue sur le Valentin ( $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$  de d'octobre à mai et  $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$  de juin à septembre), soit  $0.4\text{-}0.45 \text{ m}^3/\text{s}$ , auxquels s'ajoutent les apports des bassins versants intermédiaires. Du côté du Valentin, le tronçon entre le barrage d'Espalungue et la confluence mesure  $1.35 \text{ km}$  de long et le bassin versant intermédiaire est très réduit ; les apports sont donc probablement faibles. Du côté du Gave d'Ossau, la campagne de jaugeage réalisée en octobre 2011 a mesuré  $0.39 \text{ m}^3/\text{s}$  d'apports intermédiaires entre le barrage de prise d'eau de la centrale du Hourat et la confluence du Valentin (voir l'étude de l'évolution des paramètres hydromorphologiques et de la fonctionnalité des habitats piscicoles en fonction du débit sur le Gave d'Ossau. Tronçon Miégebat-Valentin, Ecogea, à paraître). Les débits réservés réglementaires à Espalungue et Miégebat lieu-dit (prise d'eau du Hourat) additionnés des apports intermédiaires à l'étiage ne permettent donc pas de respecter le  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  réglementaire à la confluence du Valentin en période de basses eaux. L'analyse des courbes de niveaux d'eau classés et les premiers jaugeages effectués par le SPC a d'ailleurs montré que le débit réservé n'était pas respecté pendant 30 à 40% du temps (Courret, 2010).

L'analyse des variations de niveau d'eau du gave en aval du Valentin a été réalisée par D. Courret (2010). Le régime d'éclusées de la chaîne d'aménagements du Valentin se manifeste sur le Gave d'Ossau, au niveau du pont de Béost, par **1 à 3 variations journalières du niveau d'eau qui durent généralement entre 2H et 6H**. Ces variations n'interviennent plus, ou sont de moindre ampleur ou moins perceptibles lors des épisodes de haut niveaux d'eau, en particulier durant la période de fonte des neiges. On dénombre ainsi **entre 300 et 500 hausses et entre 250 et 400 baisses d'éclusées par an**. Ces éclusées présentent pour la plupart **des amplitudes entre 5 et 10 cm, des gradients de hausse entre 20 et 45 cm/h et des gradients de baisse entre 15 et 20 cm/h**. A partir de 2005, on note l'apparition de baisses d'éclusées à de forts gradients, atteignant jusqu'à  $1.3\text{-}1.4 \text{ m/h}$ , dont l'origine reste à déterminer. Des éclusées interviennent toute l'année. Les différentes phases du cycle de développement des salmonidés sont donc toutes concernées par ces éclusées.

### ***2.3. Sectorisation morphodynamique et sites potentiellement problématiques***

Nous reprenons ici quelques éléments qui figurent dans l'étude d'évaluation des impacts générés par la production d'hydroélectricité sur le bassin versant du Gave d'Oloron – Volet Gave d'Ossau (ISL-Aquascop, 2010). Les prospections ont été réalisées du 3 au 5 août 2009 en conditions de débit réservé.



Carte 1 : Le secteur confluence du Valentin-usine de Geteu (Données ISL-Aquascop, fond de carte IGN Scan25)

D'une longueur de 3,7 km et d'une pente moyenne de 0,9%, le tronçon Valentin-Geteu est composé quasi exclusivement de faciès plats (pour deux tiers courants), de radiers et d'escaliers. Les faciès profonds ne représentent que moins de 1% du linéaire.

**12 sites potentiels de fraie des salmonidés** (dont 11 plutôt favorables aux grands salmonidés) y ont été recensés.

**19 sites potentiellement problématiques** vis à vis des éclusées ont été recensés :

- **6 cordons rivulaires**, qui lors des forts débits servent de refuges aux petites espèces (chabot, loche, vairon) ou aux jeunes stades de salmonidés et qui lors des baisses de niveaux vont se transformer en pièges.
- **13 plages de galets exondées**, habitat des petites espèces (chabot, loche, vairon) et des alevins et juvéniles de salmonidés et susceptibles d'abriter les pontes des espèces lithophiles (dont les truites et les saumons). Sur ces plages à faible pente latérale, de grandes surfaces se retrouvent exondées pour de petites fluctuations de la ligne d'eau, provoquant en fonction de l'époque, assèchements des nids et échouages des jeunes stades.

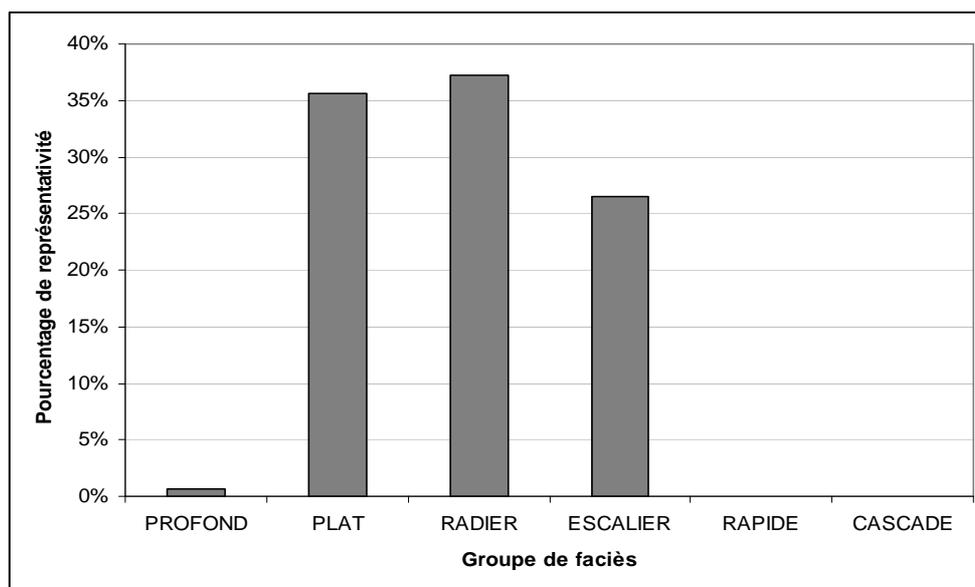


Figure 5 : Représentativité des différents groupes de faciès sur le tronçon Valentin-Geteu (Données Aquascop, 2010)

### 3. Stations d'études retenues pour la modélisation hydraulique

Deux stations d'études ont été choisies en concertation avec le Pôle Ecohydraulique de l'ONEMA afin de bien représenter les différents faciès d'écoulement du secteur et les différents sites potentiellement problématiques en contexte d'éclusées vis-à-vis des cycles biologiques de la truite et du saumon. Les limites de modélisation de ces stations figurent sur la carte 1 (station amont et aval pont de Béost).

L'ensemble des faciès rencontrés sur le Gave d'Ossau entre la confluence du Valentin et la restitution de l'usine de Geteu sont représentés sur l'une et/ou l'autre des deux stations modélisées. Sur l'ensemble des deux stations, les plats et les radiers sont un peu sous-représentés, les escaliers sont sur-représentés. Les stations sont donc probablement un peu moins sensibles aux variations de surface mouillée que le tronçon dans son ensemble.

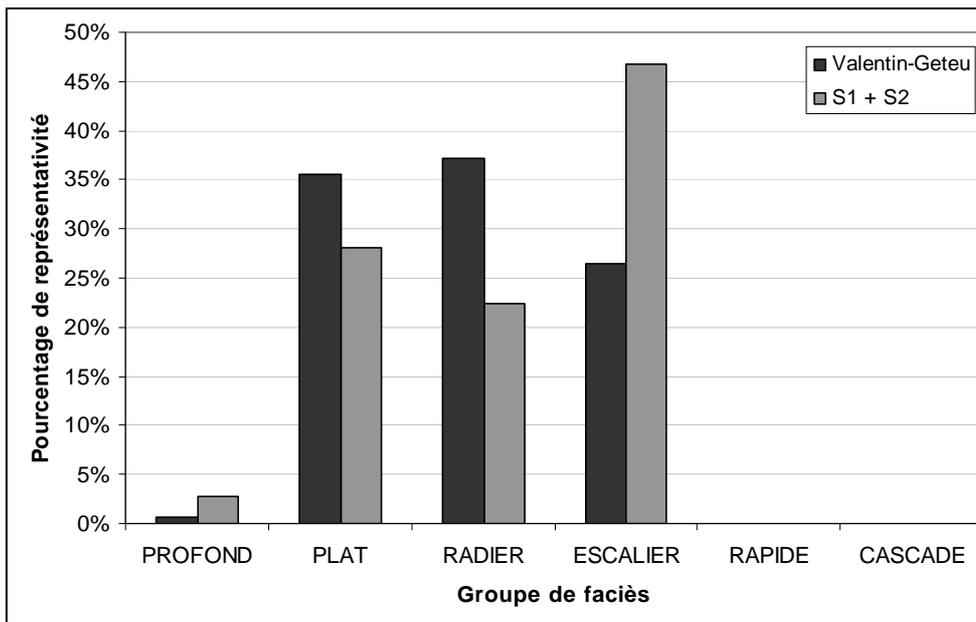


Figure 6 : Représentativité des stations étudiées (à partir de la sectorisation Aquascop)

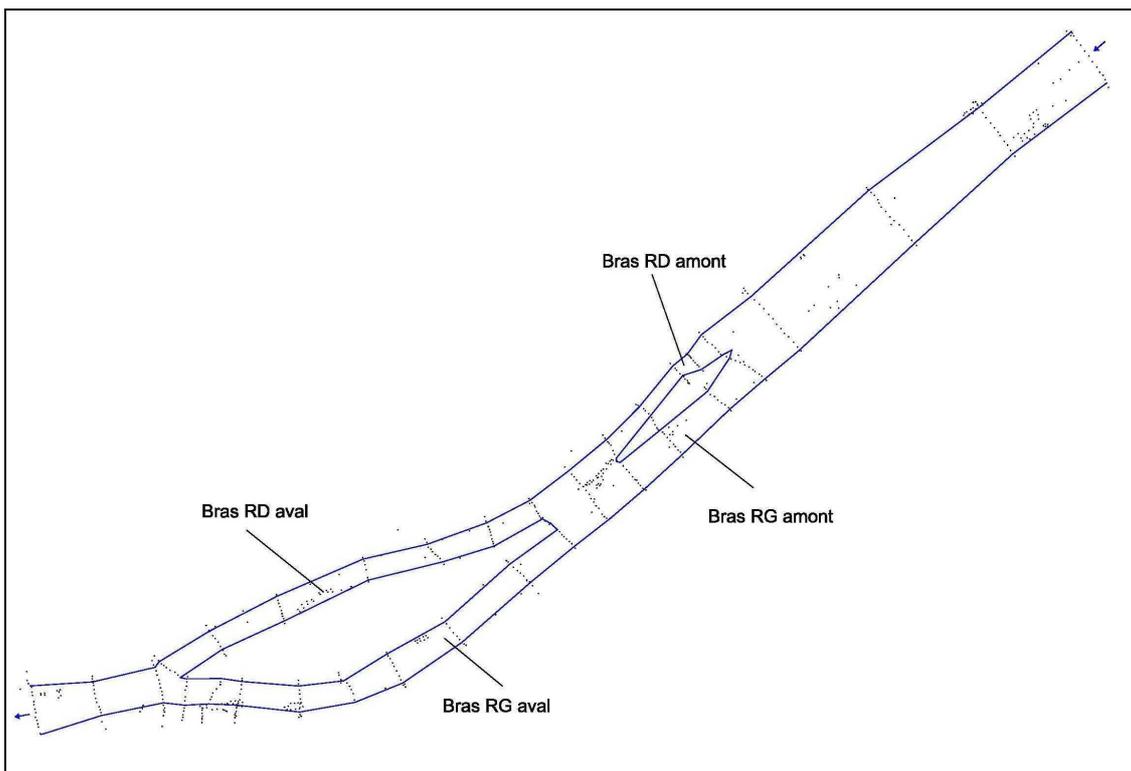


Figure 7 : Schéma de la station Amont pont de Béost

La station amont pont de Béost, d'une longueur d'environ **495 m**, présente un ensemble de bras et de bancs de galets exondés.

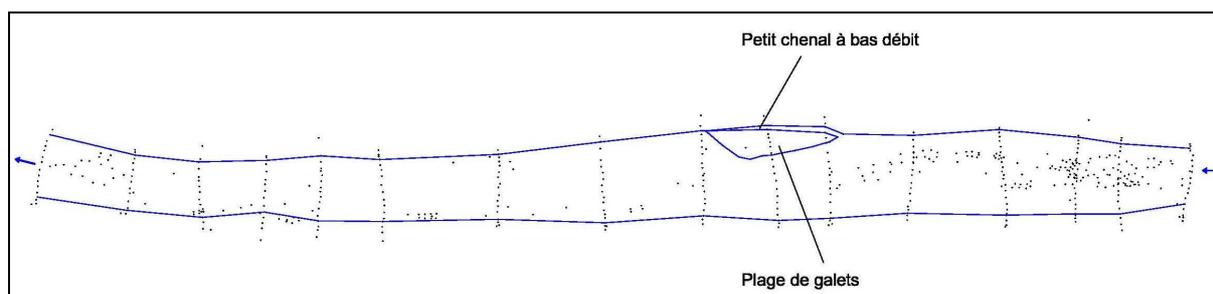


Figure 8 : Schéma de la station Aval pont de Béost

La station aval pont de Béost, longue d'environ **330 m**, présente une plage de gros galets en arrière de laquelle se forme un petit chenal à bas débit.

Sur les deux figures précédentes, les semis de points disséminés entre les transects correspondent aux zones cartographiées ou localisées favorables à la reproduction des grands salmonidés.

## 4. Modélisation hydraulique

### 4.1. Méthodologie

#### 4.1.1. Principes généraux

La modélisation hydraulique monodimensionnelle des écoulements a été effectuée à l'aide du logiciel HEC-RAS (version 3.1.3 développé par l'US Army Corps). Les données d'entrée sont la topographie du tronçon de rivière modélisé et l'évolution de la cote de la ligne d'eau en fonction du débit.

Les levés topographiques sont organisés en transects perpendiculaires à la direction principale de l'écoulement. La géométrie de la station entre 2 transects est ensuite interpolée par le logiciel permettant ainsi de générer un modèle numérique de terrain (MNT) de la station. Les conditions aux limites aval ainsi que le calage de la rugosité du chenal dans le modèle sont renseignés d'après les relevés de lignes d'eau effectués lors de campagnes de terrain.

#### 4.1.2. Mesures de lignes d'eau

Les niveaux d'eau sont obtenus par mesure du tirant d'air entre la ligne d'eau pour une condition de débit donné et les repères positionnés en berge lors de la réalisation des levés topographiques.

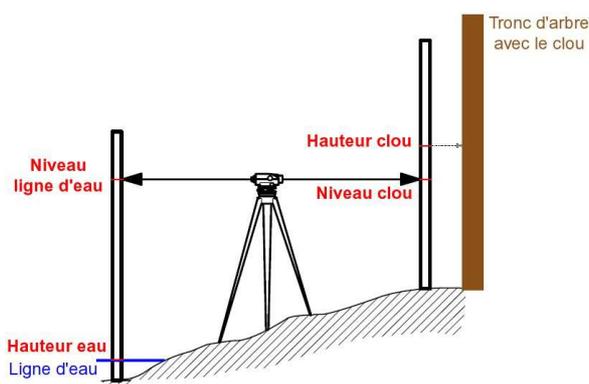


Figure 9 : Schéma de principe du relevé de ligne d'eau

Les premiers relevés de lignes d'eau ont été anticipés par rapport aux levés topographiques. Les stations ont été positionnées à ce moment. L'usine d'Espalungue était alors en fonctionnement mais pas à plein régime (débit mesuré à 3,6 m<sup>3</sup>/s en amont du pont de Beost). Les apports mesurés entre nos deux stations ce jour (1,1 m<sup>3</sup>/s) correspondent à une éclusée sur le Canceigt.

Nous avons profité de la fin de la crue de juillet 2011 pour réaliser un relevé à un débit supérieur. Enfin, la prise d'eau du Hourat ayant été ouverte en août et septembre 2011 (vidange des conduites), il a fallu attendre le mois d'octobre pour pouvoir réaliser les levés topographiques et les relevés de lignes d'eau en condition de débit réservé, le Canceigt était également au débit réservé. Son apport n'est pas perceptible dans nos mesures de débit entre nos stations.

Les débits aux stations ont été jaugés à l'aide d'un courantmètre électromagnétique (type Flowmate) et de l'ADCP<sup>6</sup> du Pôle Ecohydraulique de l'Onema. La répartition des débits dans les bras a également été mesurée.

Tableau 1 : Lignes d'eau relevées et débits considérés.

Dates	11 et 12/10/2011	29/04/2011	27/07/2011
Mesures	Levés topographiques et relevés de lignes d'eau	Relevés de lignes d'eau	Relevés de lignes d'eau
Débit station Amont Pont de Béost	1.4 m <sup>3</sup> /s	3.6 m <sup>3</sup> /s	21.2 m <sup>3</sup> /s
Débit station Aval Pont de Béost	1.4 m <sup>3</sup> /s	4.7 m <sup>3</sup> /s	21.2 m <sup>3</sup> /s

#### 4.1.3. Gamme de débits modélisés

La gamme de modélisation s'étend de 1 m<sup>3</sup>/s à 6 m<sup>3</sup>/s. Elle inclut donc la gamme de turbinage de l'usine d'Espalungue (3,1 m<sup>3</sup>/s soit 4,1 m<sup>3</sup>/s au maximum en situation de débit réservé).

<sup>6</sup>Acoustic Doppler Current Profiler : procédé de jaugeage autonome sur une petite embarcation qui détermine, en tout point de la section, la vitesse du courant par effet doppler grâce aux particules en suspension, le profil du fond et la vitesse de déplacement de l'embarcation. Plusieurs traversées successives permettent d'établir un débit fiable.

## 4.2. Calage des modèles

Les figures suivantes présentent les comparaisons entre les lignes d'eau relevées sur le terrain (points de couleurs) et simulées (courbes) aux différents débits, pour les deux stations étudiées.

De manière générale, les écarts entre les lignes d'eau mesurées et modélisées ne sont que de quelques centimètres (généralement inférieurs à 5 cm).

En revanche, on observe localement sur certains tronçons des disparités plus importantes (de l'ordre de 10 à 15 centimètres). Ainsi sur la station Amont Pont de Béost, on constate :

- sur l'aval de la station : un écart significatif entre la ligne d'eau mesurée et simulée pour  $Q = 21.2 \text{ m}^3/\text{s}$  (figure 10 ;  $d = 70 \text{ m}$ ). A ce niveau, l'écart s'explique sans doute par une erreur de mesure de la ligne d'eau sur le terrain (on constate en effet que la valeur mesurée immédiatement en aval est quasi-similaire),
- au niveau du bras RD aval, des valeurs simulées supérieures aux valeurs mesurées quelques soient les lignes d'eau étudiées (figure 11 ; 145 m). Malgré des ajustements de rugosité (tout en restant dans des ordres de grandeurs réalistes), il subsiste des écarts entre les lignes d'eau théoriques et mesurées sur le terrain. Si une part (du même ordre de grandeur qu'ailleurs sur la station) peut être attribuée aux erreurs classiquement admises de mesures et de modélisation, il demeure une difficulté à faire converger le modèle vers des valeurs proches des « valeurs de terrain ».
- au niveau de la confluence du bras RD amont avec le chenal principal (figure 11 ;  $d = 282 \text{ m}$ ), la valeur mesurée sur le terrain est inférieure d'une dizaine de centimètres par rapport à la valeur obtenue par simulation pour  $Q = 1.4 \text{ m}^3/\text{s}$ . L'écart semble s'expliquer par le positionnement du repère en berge à un niveau où le gave forme un dénivelé latéral vers la rive droite. Hors, la valeur donnée par le modèle est, elle, lissée sur la totalité de la largeur du lit. A ce niveau, il s'agit davantage d'une notion d'échelle entre une valeur obtenue par le modèle sur toute la section hydraulique, et un point localement mesuré en berge.

On peut signaler toutefois que ces écarts sont enregistrés localement et l'on constate que les profils de ligne d'eau modélisés se recalent assez rapidement sur les valeurs observées au droit des autres repères. Ces phénomènes ne doivent donc pas entraîner d'impact significatif sur la modélisation hydraulique globale de la station à courte, et à fortiori longue, distance de ces zones particulières sur la station.

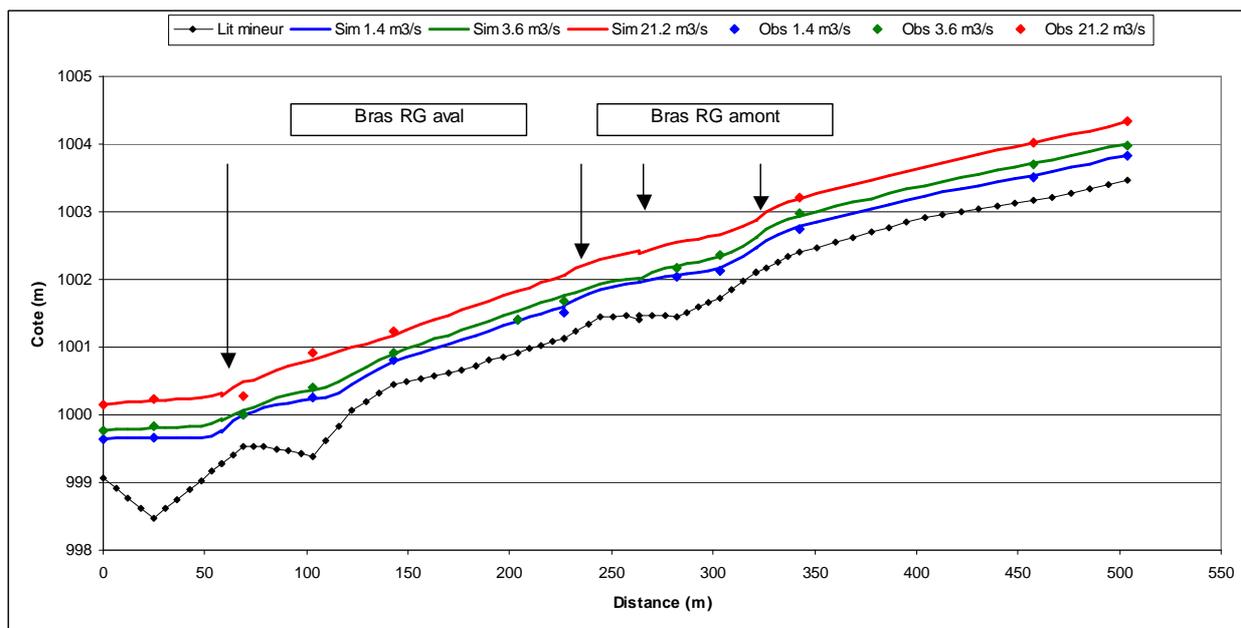


Figure 10 : Comparaison des lignes d'eau relevés et simulées sur la station amont Pont de Béost (chenal principal et bras secondaires rive gauche).

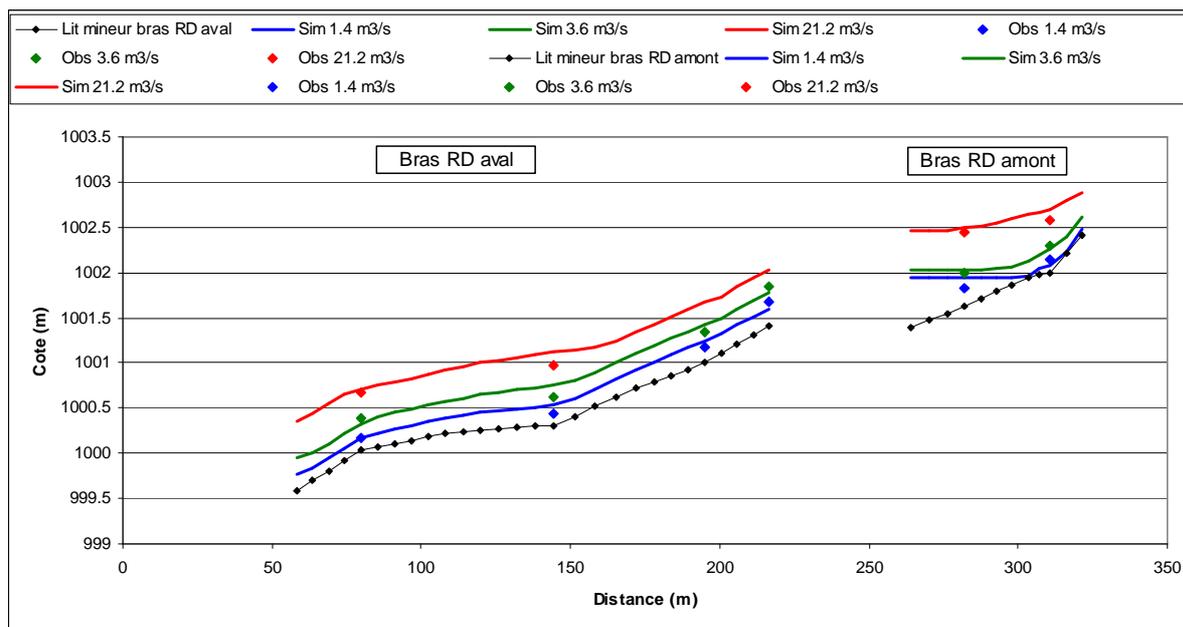


Figure 11 : Comparaison des lignes d'eau relevés et simulées sur la station amont Pont de Béost (bras RD aval et bras RD amont).

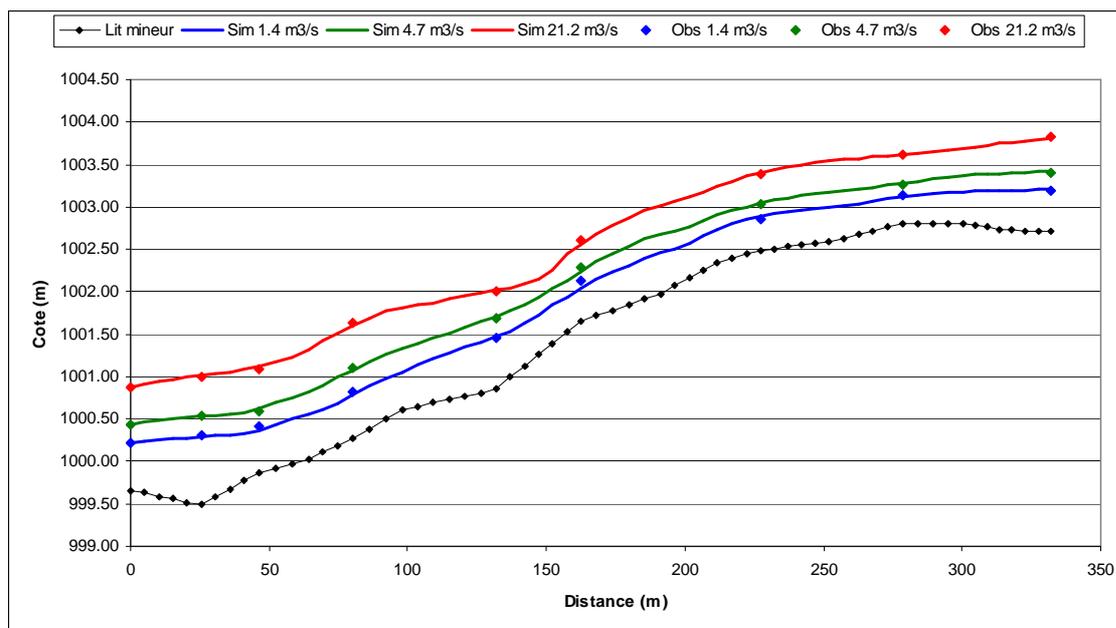


Figure 12 : Comparaison des lignes d'eau relevés et simulées sur la station aval Pont de Béost.

### 4.3. Exploitation des résultats

Les résultats de la modélisation sont exploités à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) via l'interface HEC-GeoRAS. Pour chaque débit modélisé, nous disposons ainsi d'une carte de la surface mouillée ainsi qu'une carte de répartition des hauteurs et des vitesses sur les stations<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Surfaces mouillées, hauteurs d'eau et vitesses du courant sont les paramètres hydrauliques qui nous intéressent particulièrement ici mais bien d'autres sont calculables et exportables (débits unitaires, pentes de la surface libre, puissance dissipée ...)

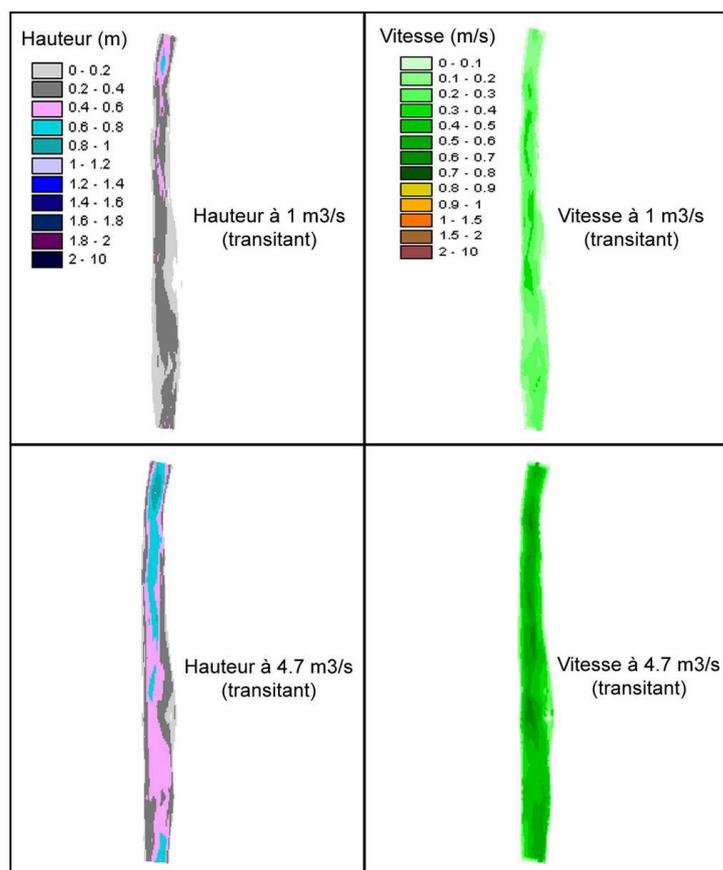


Figure 13 : Cartographies des hauteurs et des vitesses à la station aval pont de Beost pour des débits transitaux de 1 et 4.7 m<sup>3</sup>/s

Les possibilités de calculs du SIG permettent des croisements entre les différentes couches d'informations et l'application de modèles biologiques (voir infra). En répétant les différents calculs pour tous les débits modélisés, nous obtenons les évolutions en fonction du débit.

#### 4.4. Modélisation de l'habitat piscicole

##### 4.4.1. Principe de la méthode des microhabitats

Il s'agit 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 des 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.

Les modèles biologiques sont des courbes de préférences univariées et permettent pour l'espèce et le stade considérés, de traduire la valeur de chacun des paramètres hydromorphologiques indépendamment les uns des autres. Le passage d'une valeur d'un paramètre à une convenance se fait à l'échelle de cellule, unité de surface au sein de laquelle les valeurs des paramètres considérés sont jugées uniformes. La valeur d'habitat (VHA) de la cellule correspond au produit des convenances par paramètres.

En multipliant la VHA de la cellule par sa surface, on obtient la surface pondérée utile (SPU), c'est à dire la surface d'habitat convenant au stade de développement d'une espèce

considérée). Cette SPU peut être ensuite sommée par faciès d'écoulement ou par station. Elle s'exprime en m<sup>2</sup> ou en m<sup>2</sup>/100 m linéaire.

Les paramètres habituellement considérés dans la méthode des microhabitats (et notamment dans le logiciel EVHA) sont la hauteur d'eau, la vitesse d'écoulement et la nature du substrat. Dans le cadre de la modélisation hydraulique avec HEC-RAS, le substrat n'a pas été pris en compte directement dans le calcul (il a cependant été relevé et certains habitats particuliers liés au substrat, comme les zones favorables à la reproduction des poissons lithophiles, ont été détournées lors de la description topographique). La comparaison des résultats de l'application de la méthode des microhabitats avec le protocole Evha et avec une modélisation hydraulique HEC-RAS sur trois stations de la Creuse en aval d'Eguzon (Courret *et al.*, 2009) a montré que la prise en compte ou non du substrat n'avait pas d'influence sur l'allure général des courbes de SPU. La non prise en compte du substrat n'est donc pas gênante dans la mesure où c'est l'allure générale de la courbe et en particulier le point de changement de pente et la valeur de débit pour laquelle la SPU est maximale qui sont déterminantes et non les valeurs de SPU elles-mêmes (en vérifiant toutefois que le substrat reste relativement « équilibré » sur la station, c'est à dire sans dominance excessive d'une classe granulométrique particulièrement défavorable à l'habitat de certaines espèces de poissons – vase, sable, dalle – qui rendrait la station très inhospitalière malgré des vitesses et profondeurs correctes).

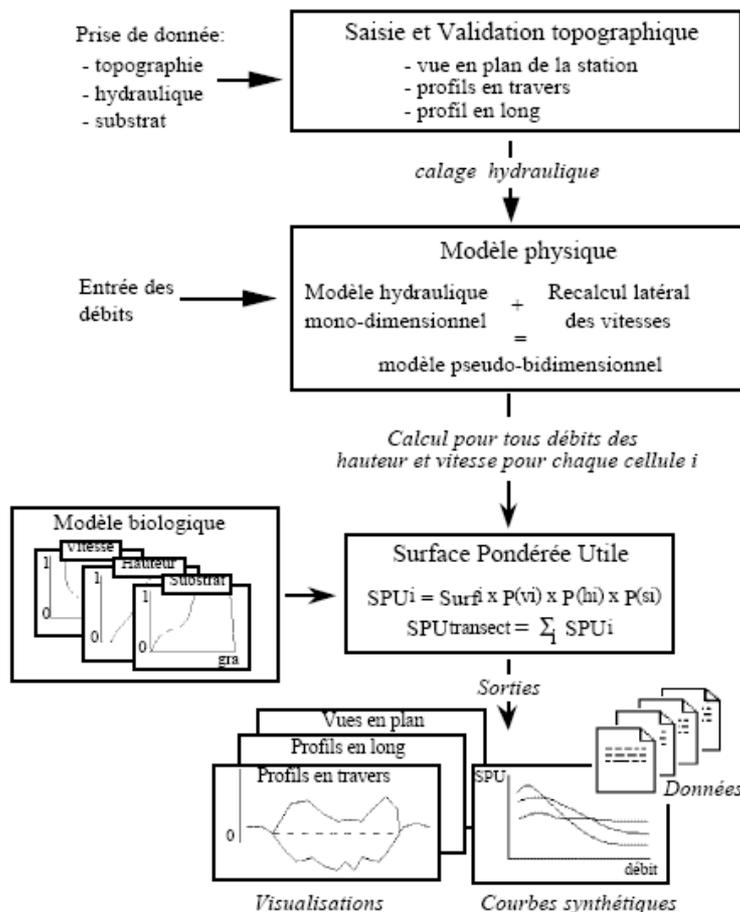


Figure 14 : Principe de la méthode des microhabitats, figure extraite du guide méthodologique d'Evha (Ginot *et al.*, 1998) avec  $SPU_i = Surf(i) \times P(v_i) \times P(h_i) \times P(s_i)$ , c'est à dire Surface Pondérée Utile de la cellule  $i$  égale Surface de la cellule  $i$  multipliée par la Préférence 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.

Les résultats de la modélisation hydraulique d'HEC-RAS ont été exploités sous Arcview grâce au module complémentaire HEC-GeoRAS. Le traitement doit être réalisé pour chaque débit modélisé avec HEC. L'import dans Arcview permet d'obtenir, pour un débit donné, la surface mouillée de la station (couche au format vectoriel) et la répartition des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement sous forme d'un quadrillage avec des mailles carrées d'1 m<sup>2</sup> (couche au format Raster). C'est à l'échelle de ce maillage que sont calculées les valeurs d'habitat puis les surfaces pondérées utiles. Ce traitement doit être répété pour chaque débit et pour chaque stade de développement de chaque espèce considérée pour obtenir les évolutions des SPU en fonction du débit.

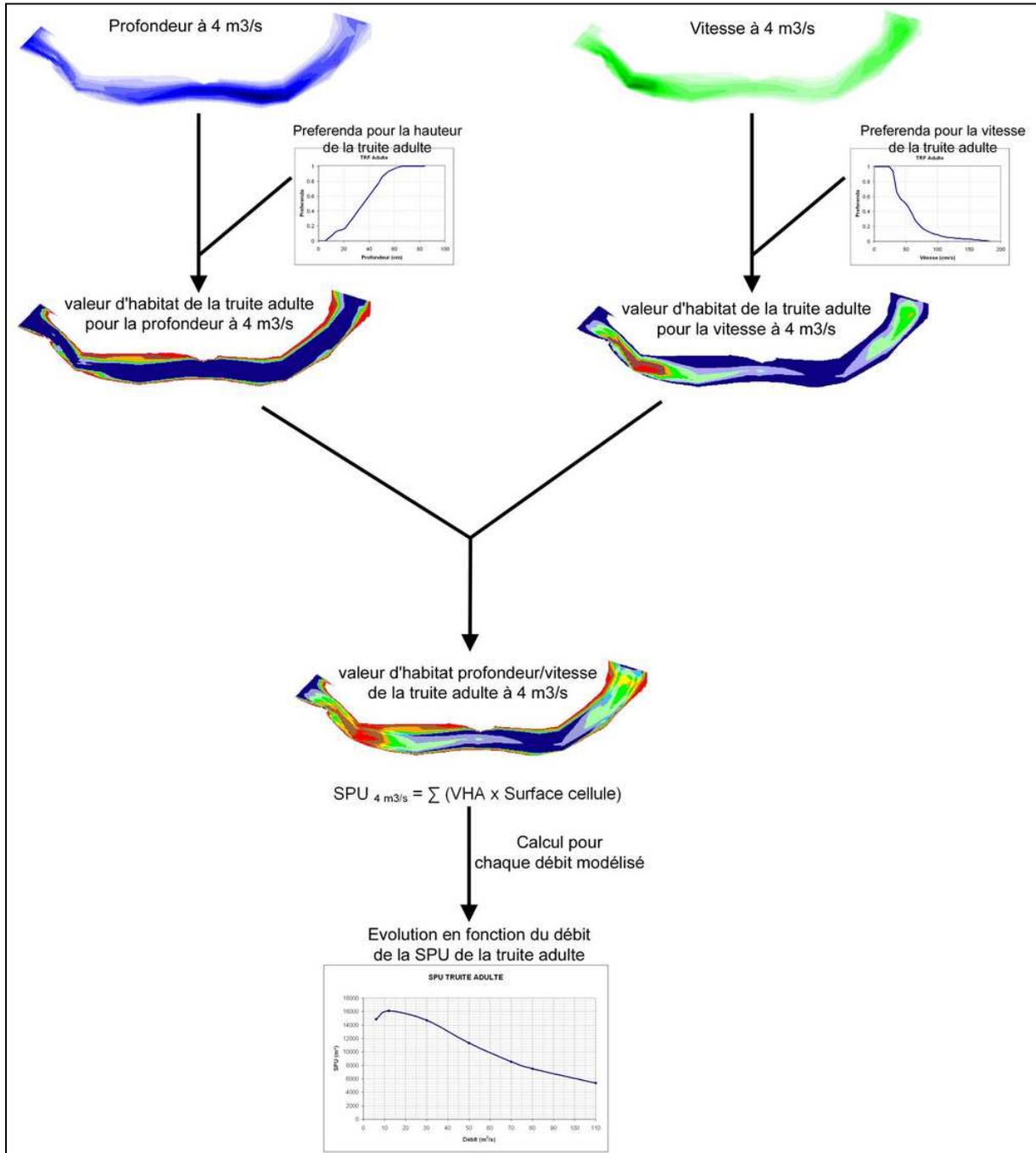


Figure 15 : Schéma de principe de l'exploitation des données sous SIG

#### 4.4.2. Espèces cibles

Les espèces cibles de l'étude doivent être choisies parmi les espèces représentatives du peuplement piscicole et exigeantes vis-à-vis des conditions d'habitat physique et du débit. La **la truite commune** et le **saumon atlantique**, qui peut théoriquement aujourd'hui, grâce à l'ensemble des équipements à la montaison réalisés sur cet axe, atteindre à nouveau l'amont de Laruns, sont donc clairement les espèces cibles de cette étude.

#### 4.4.3. Fonctionnalité des habitats potentiels de reproduction

La fonctionnalité des habitats de reproduction sera appréhendée sur les surfaces granulométriquement favorables à la fraie des salmonidés (SGF) cartographiées au moment des levés topographiques. Les possibilités offertes par le SIG permettent d'appliquer sur ces zones des critères de hauteur et de vitesse (et le croisement des deux critères) permettant de s'assurer de la fonctionnalité (ou non) de ces surfaces en fonction du débit.

Les critères de hauteur et de vitesse utilisés sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Critères de hauteur et vitesse utilisés pour déterminer la fonctionnalité des habitats de reproduction

Espèce	Hauteur	Vitesse	Source
Truite	10 à 80 cm	20 à 75 cm/s	ONEMA fiches « frayère »
Saumon	> 15 cm	15 à 100 cm/s	Critères, issus d'une synthèse bibliographique, utilisés sur la Dordogne par Courret <i>et al.</i> , 2006

Pour les truites, les conditions hydrauliques favorables à la fraie sont extraites de la synthèse de la fiche « frayère » de l'ONEMA et correspondent à des hauteurs d'eau comprise entre 0.10 et 0.80 m et à des vitesses d'écoulement comprises entre 0.20 et 0.75 m/s.

Pour les grands salmonidés (saumon, truite de mer, grande truite résidente), les conditions hydrauliques favorables à la reproduction correspondent à des hauteurs d'eau supérieures à 0.15 m et à des vitesses d'écoulement comprises entre 0.15 et 100 cm/s. Ce sont les valeurs retenues, après une synthèse bibliographique, par Courret *et al.* (2006), qui paraissent mieux adaptées aux grands cours d'eau puissants que le modèle contenu par défaut dans le logiciel EVHA.

#### 4.4.4. Fonctionnalité des habitats de croissance

Pour la truite, nous utiliserons les 3 modèles biologiques « Bovee 1978 modifiés », issus des travaux de Fragnoud (1987) et de Souchon *et al.* (1989), dérivés des courbes globales de Bovee (1978) contenus dans le logiciel EVHA :

- le modèle « Alevin », pour les sujets de moins d'un an (0+) de taille 5-10 cm,
- le modèle « Juvénile », pour les sujets de plus d'un an (1+) non mature d'une taille de 10 à 16 cm,
- le modèle « Adulte », pour les sujets en âge de se reproduire de taille 14 à 28 cm.

L'étude scalimétrique réalisée sur la croissance des truites par la Fédération Départementale des Pyrénées Atlantiques pour la Pêche et la protection du Milieu Aquatique (2008) a montré que la taille moyenne à 3 ans atteint 21,4 cm sur le tronçon du gave d'Ossau étudié ici. Le modèle truite « Adulte » EVHA semble donc assez bien adapté à la situation.

Cependant nous utiliserons aussi à titre de comparaison et parce qu'il y a aussi de grands géniteurs « truite » sur cette partie du gave, les profils écologiques fournis par Vismara *et al.*,

2001, pour des géniteurs de plus grande taille (> 22 cm). Ces modèles ont été établis sur la rivière Adda (Italie du nord - 25 m de large, pente moyenne 0,5% et module de 35 m<sup>3</sup>/s). Ils concernent des truites de taille supérieure à 22 cm au stade adulte en phase de nutrition ou de repos (courbes mixtes comme les courbes incluses dans EVHA).

Concernant la truite (et nous y reviendrons plus tard dans ce document), une attention particulière sera portée au stade adulte qui, en matière de capacité d'accueil physique, est généralement le stade limitant à l'étiage, sur ce type de cours d'eau.

Nous attirons également la réflexion du lecteur sur le fait que la plupart des modèles biologiques sont construits par capture des poissons dans différentes conditions hydrauliques et que s'agissant des adultes notamment, il est plus difficile d'aller les capturer dans de grandes profondeurs et vitesses de courant. Il y a, par conséquent, un biais dans ces données, qu'il faut connaître pour rester assez critique vis à vis des courbes de SPU adulte (principalement) qui « plongent » très (trop!) rapidement avec l'augmentation du débit.

Pour le saumon et ses jeunes stades, les tacons, en fonction de leur croissance, une partie du stock partira vers l'océan après 1 an seulement passé en rivière (smolts issus de tacons 0+), le reste du stock dévalant après 2 ans de vie en eau douce (smolts issus de tacons 1+). Sur le gave d'Ossau, une majorité de smolts descendent vers l'océan à 1 an (données MIGRADOIR). Mais on peut supposer que la fraction dévalant à 2 ans est d'autant plus importante que l'on se situe plus en amont sur l'axe, dans des régimes thermiques plus froids, comme sur le tronçon Geteu-Castet.

Pour le saumon, nous utiliserons donc les modèles biologiques inclus par défaut dans le logiciel EVHA (Courbes CSP 1988 modifiées) pour les stades de développement dits « alevin » (jeunes poissons – 0+ – de taille 8-15 cm) et « juvénile » (jeunes poissons – 1+ – de taille 15-22 cm).

Tableau 3 : Modèles biologiques utilisés

Espèce	Code	Stade (classe de taille)	Modèle biologique
Truite	TRF ADU EVHA	Adulte (14-28 cm)	Bovee 1978 modifié
	TRF ADU VISM	Adulte (> 22 cm)	Vismara 2001
	TRF JUV EVHA	Juvénile (10-16 cm)	Bovee 1978 modifié
	TRF ALE EVHA	Alevin (5-10 cm)	Bovee 1978 modifié
Saumon	SAT JUV	Juvénile (15-22 cm)	CSP 1988 modifié
	SAT ALE	Alevin (8-15 cm)	CSP 1988 modifié

Il existe aussi dans EVHA un modèle biologique dit « saumon post-émergent » (taille 2-8 cm). Nous ne l'utiliserons pas en tant que tel. En effet, il nous semble qu'à ce stade, vraiment critique dans le cycle biologique des salmonidés (c'est la même chose pour la truite), la problématique n'est pas celle d'un habitat de croissance. Les alevins, qui sortent juste du milieu protecteur des frayères, sont en phase d'apprentissage (nage dans le courant, nourriture à trouver) et cherchent plus des zones refuges dans un milieu d'abord hostile pour eux qu'ils ne choisissent des habitats de croissance. La gamme de taille utilisée pour ce modèle semble du reste trop large partant de 2 cm qui correspond encore à un stade quasi « larvaire » jusqu'au 8 cm de véritables poissonnets.

La problématique de la post-émergence, primordiale dans un contexte d'éclusées, sera abordée dans la suite de ce travail, pour le saumon comme pour la truite du reste, par l'examen de la variabilité de la surface mouillée du cours d'eau, des débits de connexion-déconnexion de bras annexes et par l'étude de la rapidité des changements des conditions hydrauliques dans le cours d'eau (induisant des phénomènes de dérive forcée, de piégeages et d'échouages des alevins de truite et saumon émergents).

## 5. Résultats

Sur les graphiques suivants, les résultats des deux stations sont exprimés en fonction du débit à la confluence du Valentin. Nous avons donc considéré la situation d'étiage où les apports entre la confluence du Valetin et nos stations sont négligeables (y compris le Canceigt au débit réservé).

### 5.1. Evolution des paramètres hydrauliques

#### 5.1.1. Evolutions des surfaces mouillées

Afin de comparer les résultats entre stations, l'évolution des surfaces mouillées est examinée au travers de celle des largeurs mouillées (obtenues en divisant la surface mouillée par la longueur de la station) et du pourcentage de la surface maximale mis en eau. Les gradients de mise en eau ont également été examinés. Ils sont exprimés en pourcentage de la surface maximale par  $m^3/s$ .

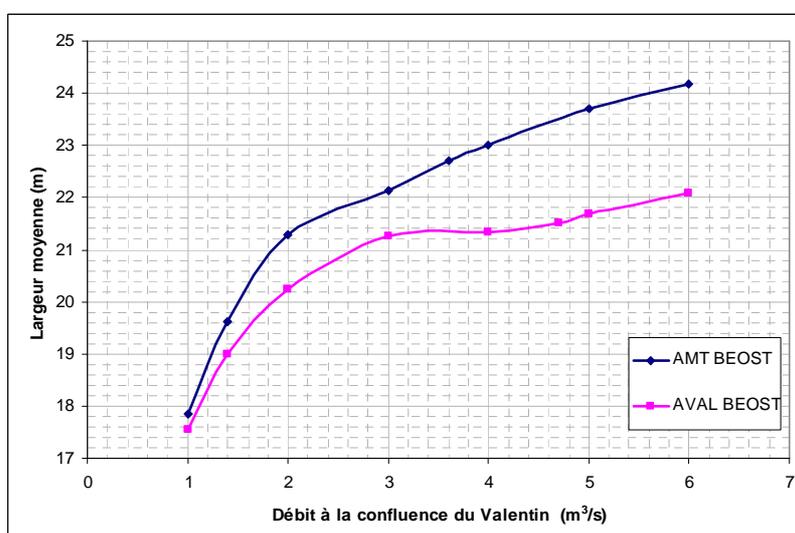


Figure 16 : Evolution de la largeur moyenne des stations en fonction du débit.

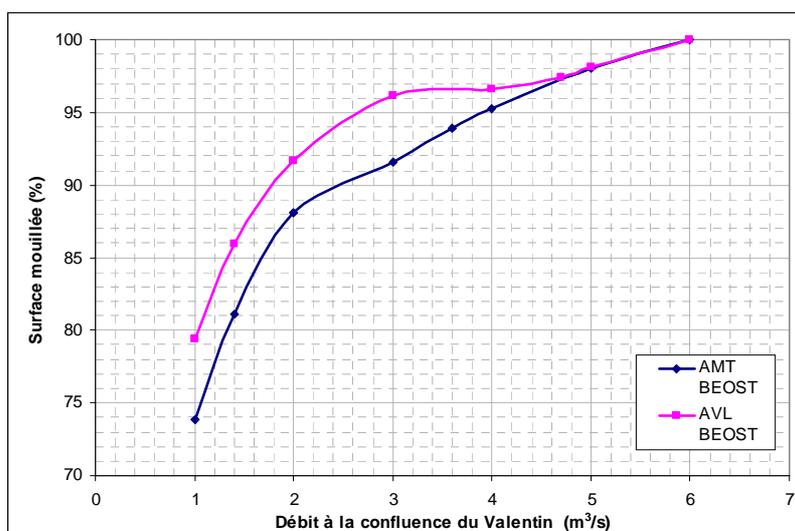


Figure 17 : Evolution des surfaces mouillées en pourcentage de la surface maximale en fonction du débit.

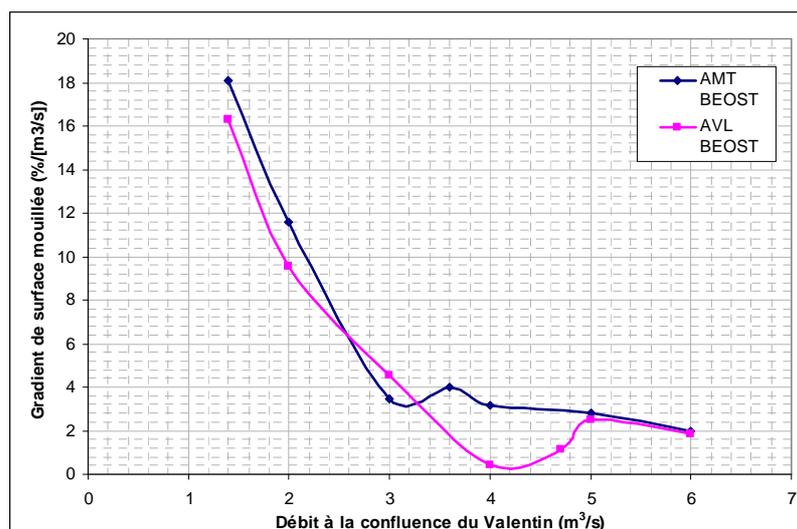


Figure 18 : Gradients de surface mouillée en fonction du débit.

Sur la station Amont pont de Béost, la largeur moyenne augmente très rapidement entre 1 et 2 m<sup>3</sup>/s (gradients supérieurs à 10 %/[m<sup>3</sup>/s]). A 2 m<sup>3</sup>/s, la surface mouillée atteint 88% de la surface maximale sur la gamme modélisée (6 m<sup>3</sup>/s). Entre 2 et 6 m<sup>3</sup>/s, la largeur moyenne augmente encore significativement avec des gradients supérieurs à 2 %/[m<sup>3</sup>/s].

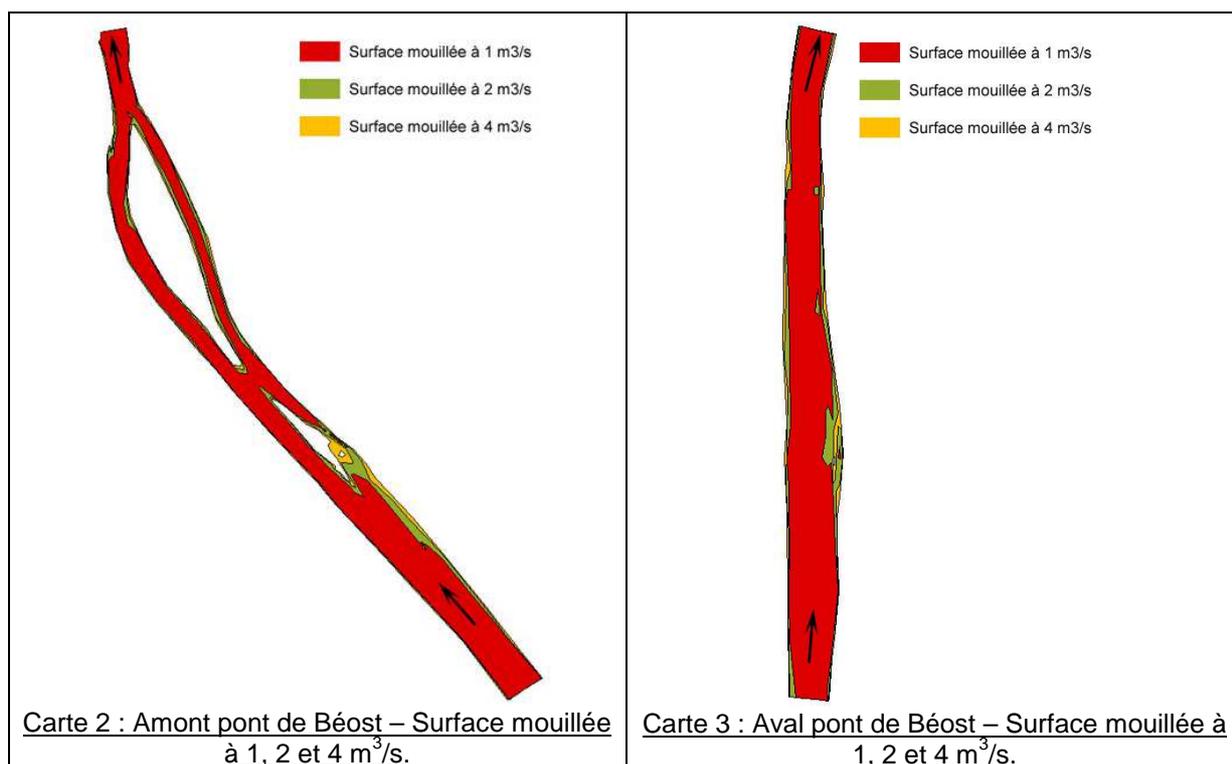
Sur la station Aval pont de Béost, la largeur moyenne augmente très rapidement entre 1 et 3 m<sup>3</sup>/s (gradients supérieurs à 5 %/[m<sup>3</sup>/s]). Au-delà de 3 m<sup>3</sup>/s, son augmentation est faible, marquant la mise en eau de la quasi-totalité du lit mineur.

Globalement, entre les deux stations, l'augmentation de largeur moyenne avec le débit est plus importante sur la station amont que sur la station aval. La morphologie de la rivière en système de bras avec de plus importantes zones exondées à bas débit sur la station amont en est la cause.

Tableau 4 : Seuil d'efficacité du débit<sup>8</sup> vis de la surface mouillée

	Amont Beost	Aval Beost
Seuil d'efficacité du débit vis à vis de la surface mouillée (m <sup>3</sup> /s)	2	3

<sup>8</sup> Ce seuil d'efficacité est la valeur de débit à partir de laquelle toute baisse de débit entraîne une diminution rapide du paramètre. Graphiquement, ce point correspond à un changement majeur de la pente de la courbe d'évolution du paramètre en fonction du débit.



### 5.1.2. Mise en eau de zones particulières

#### 5.1.2.1. Station amont Pont de Bést

Cette station est située 400 m à l'amont du Pont de Bést. Elle totalise un linéaire d'environ 500 m et se caractérise par la présence de bras plus ou moins alimentés selon les débits transitant dans le cours d'eau.

Pour une meilleure lisibilité, le croquis suivant rappelle la localisation sur la station, des différents bras et chenaux cités ci-dessous.

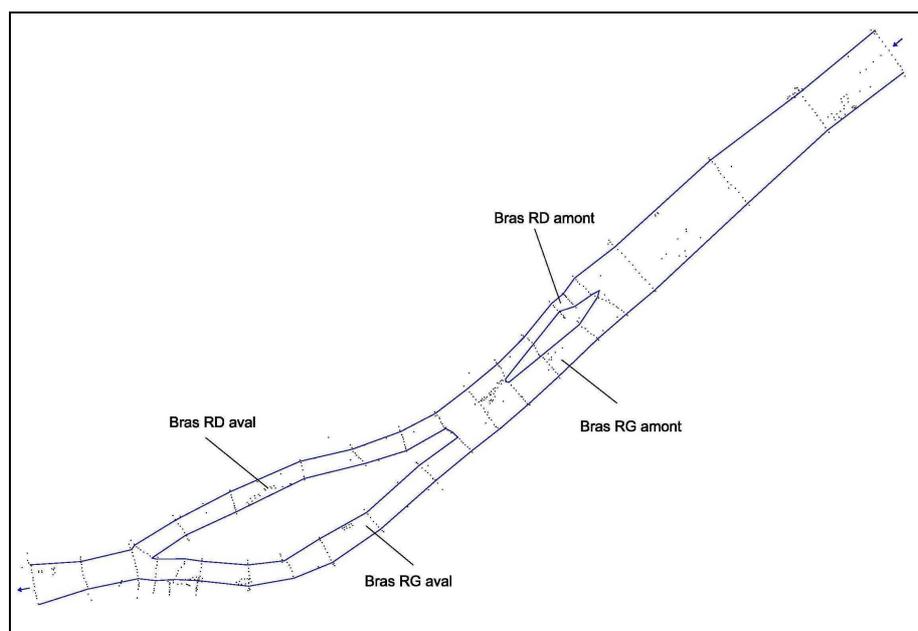


Figure 19 : Schéma de la station Amont pont de Bést

- Bras rive droite et rive gauche aval

Les deux bras aval rive droite et rive gauche totalisent respectivement 160 et 180 mètres environ et ceinturent un îlot végétalisé d'environ 0.3 ha.

Chacun de ces bras est alimenté quel que soit le débit total du cours d'eau. Néanmoins le bras rive gauche aval transite la majeure partie du débit. Ainsi pour des débits inférieurs à 5 m<sup>3</sup>/s, c'est environ 80 à 90 % du débit total qui transite par le bras rive gauche. Avec l'augmentation du débit transitant sur la station, le bras rive droite aval entonne davantage d'eau (environ 25 % du débit total contre 75 % en rive gauche).



Photo 1 : Vue du bras RD aval vers l'amont (11/10/2011)



Photo 2 : Vue du bras RG aval vers l'aval (11/10/2011)

A noter également qu'à l'extrémité aval du bras rive gauche, quasiment à hauteur de la confluence des deux bras, on observe en rive gauche un petit chenal (sorte de dépression longiligne en berge, qui s'étend sur environ une quinzaine de mètres). Ce chenal est susceptible d'offrir une zone d'abris aux juvéniles lorsque les conditions hydrauliques dans le bras à ce niveau (faciès rapide) sont trop contraignantes (fortes vitesses, etc...). Son éventuelle déconnexion, consécutive à une baisse de débit, est donc susceptible d'engendrer des phénomènes d'échouage, de piégeage de poissons et d'entraîner des mortalités.

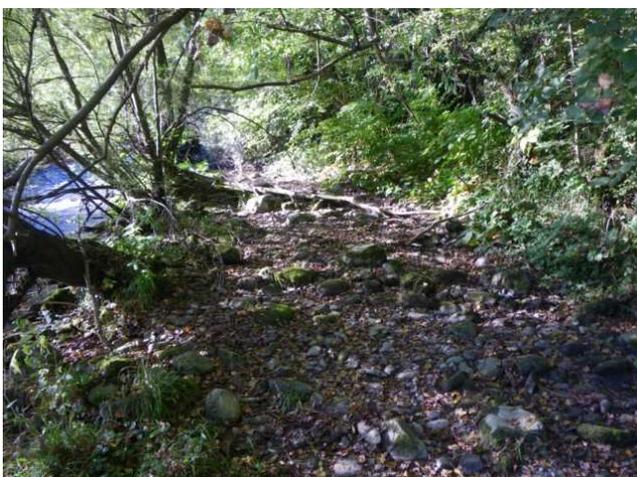


Photo 3 : Vue de la zone vers l'amont (11/10/2011)

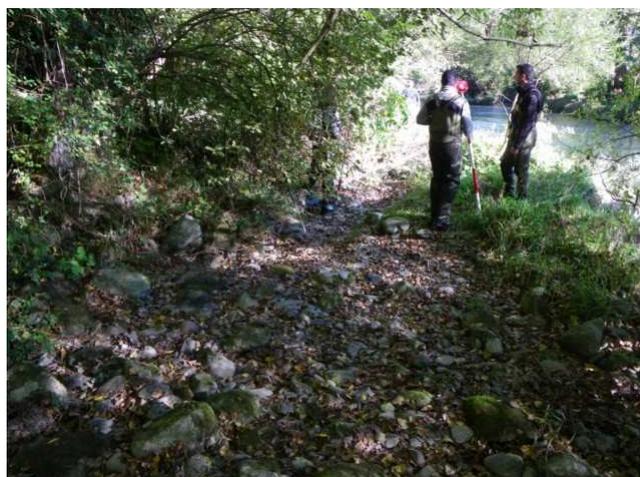


Photo 4 : Vue de la zone vers l'aval (11/10/2011)

La topographie complexe de la zone et de sa prise d'eau n'ont pas permis de la modéliser en tant que bras indépendant du bras RG aval. Cependant, à partir de l'altimétrie des points hauts qui semblent contrôler la mise en eau de la zone, et des résultats des modélisations, on peut estimer que la zone se met en eau pour un débit compris entre **3 et 4 m<sup>3</sup>/s**.

Les observations effectuées lors des relevés de ligne d'eau le 29 avril (Q Gave mesuré = 3.6 m<sup>3</sup>/s) semblent confirmer ces valeurs puisque la partie amont (au niveau de la prise d'eau notamment) était alimentée. Plus en aval, des points hauts (cordon de blocs) contrôlent encore l'écoulement dans le chenal et un mince filet d'eau (quelques litres par seconde) s'écoulait dans le bras.



Photo 5 : Vue de la prise d'eau et du bras RG aval  
(29/04/2011)



Photo 6 : Vue de la partie amont en eau du chenal  
(29/04/2011)

- Bras rive droite et rive gauche amont

En position centrale sur la station, on note également la présence d'un îlot partiellement végétalisé (350 m<sup>2</sup>), situé une quarantaine de mètres en amont de la défluence des deux bras précités. Cet îlot est ceinturé par deux bras (rive droite et rive gauche amont) long tous deux d'une soixantaine de mètres.

A bas débit, le bras rive gauche amont transite la quasi-totalité du débit du cours d'eau. Le bras rive droite n'est alimenté que par un filet d'eau (Q<sub>bras</sub> < 10 l/s au plus bas débit modélisé soit Q Gave = 1 m<sup>3</sup>/s).

Avec l'augmentation du débit, le bras rive droite amont entonne davantage de débit. On considère que la prise d'eau du bras entonne un débit de 70 l/s, 350 l/s, 620 l/s et 1 m<sup>3</sup>/s respectivement pour des débits du Gave sur la station de 3, 4, 5 et 6 m<sup>3</sup>/s.



Photo 7 : Vue du bras RG amont vers l'amont  
(11/10/2011)



Photo 8 : Vue du bras RG amont vers l'aval  
(11/10/2011)



Photo 9 : Vue de la prise d'eau du bras RD amont vers l'amont (11/10/2011)



Photo 10 : Vue du bras RD amont vers l'aval  
(11/10/2011)

### 5.1.2.2. Station aval Pont de Béost

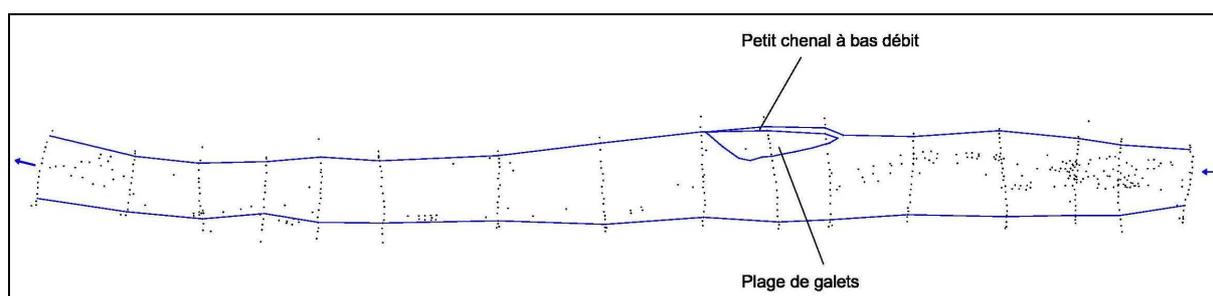


Figure 20 : Schéma de la station Aval pont de Béost

Cette seconde station est située à environ un demi-kilomètre à l'aval du Pont de Béost et environ 400 m à l'aval de la confluence du Canceigt avec le gave d'Ossau en rive droite.

Le linéaire topographié totalise environ 330 m, section sur laquelle la station présente un tracé quasi rectiligne. Globalement, on ne distingue qu'un chenal unique sur la totalité du tronçon étudié.

Nous avons pu cependant observer un petit chenal localisé en rive droite au niveau du tiers amont de la station. Ce chenal secondaire est plus ou moins séparé du chenal principal par une plage de galets et de blocs d'une superficie d'environ 200 m<sup>2</sup>.

Il s'y écoule un filet d'eau y compris à bas débit par percolation entre les galets (Q minimum modélisé = 1 m<sup>3</sup>/s). Dans les modélisations, ce petit chenal a d'ailleurs été intégré directement au chenal principal.

Concernant la plage de galets/blocs, elle s'envoie progressivement avec l'augmentation des débits transitant sur la station. On peut considérer un envoiement total de cette zone pour Q = 6m<sup>3</sup>/s (submersion des points hauts de la plage).



Photo 11 : Vue de la plage de blocs et du chenal secondaire vers l'aval (12/10/2011)

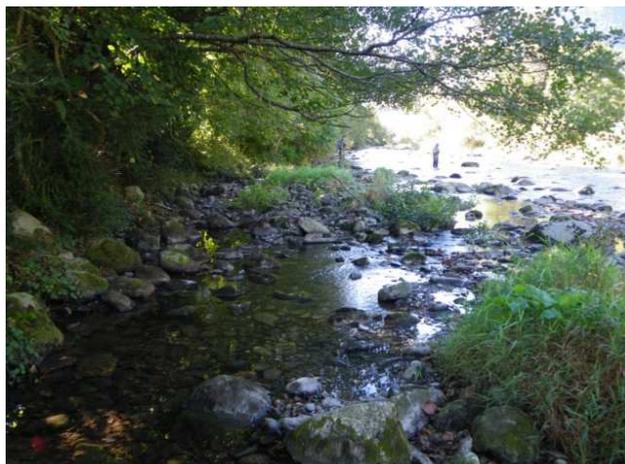


Photo 12 : Vue de la plage de blocs et du chenal secondaire vers l'amont (12/10/2011)

Tableau 5 : Synthèse des débits de connexion des différents bras secondaires de nos stations

		Débit de connexion (m <sup>3</sup> /s)
Amont Beost	Chenal dans bras RG aval	3 à 4
	bras rive droite amont	≤1
Aval Beost	Chenal rive droite	≤1

### 5.1.3. Evolution des vitesses et des hauteurs

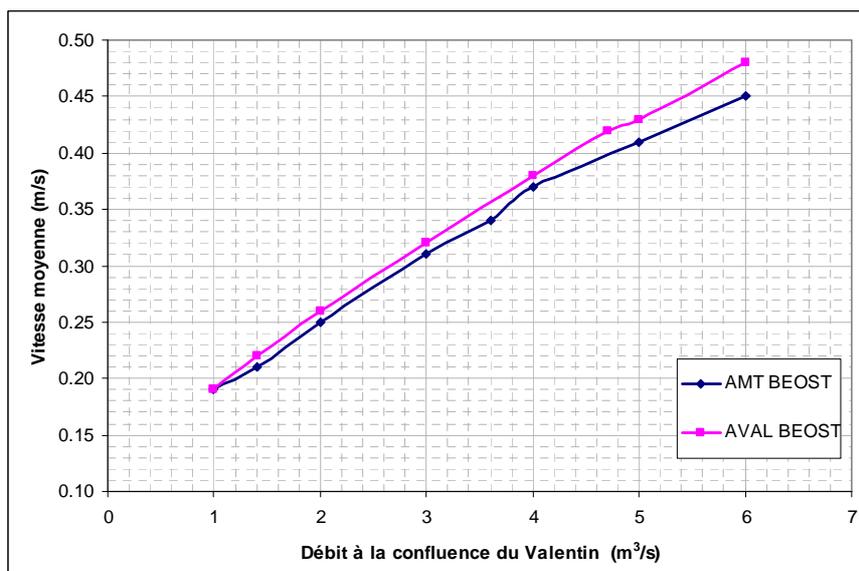


Figure 21 : Evolution de la vitesse moyenne des stations en fonction du débit.

L'évolution des vitesses moyennes en fonction du débit est très similaire sur nos deux stations. La vitesse moyenne est de l'ordre de 20 cm/s au débit réservé (1 m<sup>3</sup>/s) et proche de 40 cm/s lorsque l'usine d'Espalungue turbine à plein régime (soit un débit transitant minimum d'environ 4 m<sup>3</sup>/s).

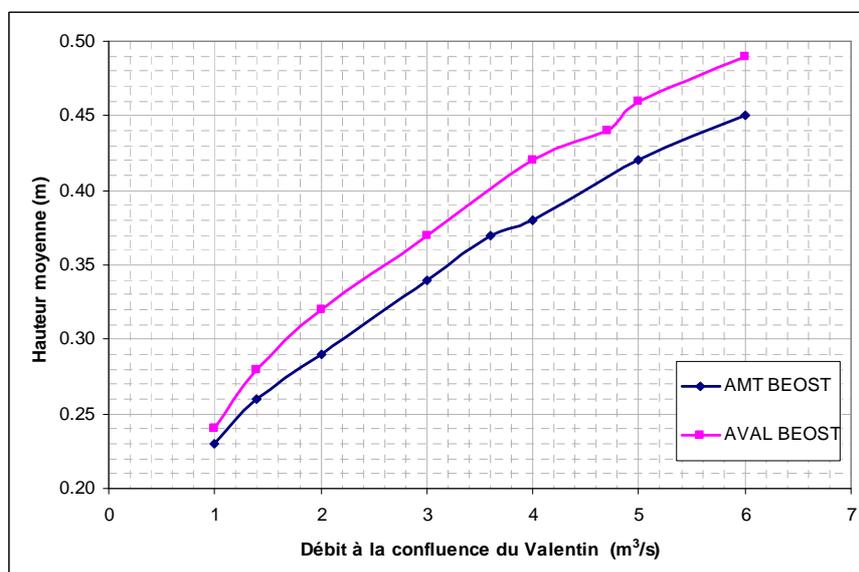


Figure 22 : Evolution de la hauteur moyenne des stations en fonction du débit.

Là encore, l'évolution de la hauteur moyenne de nos deux stations est proche et relativement régulière sur la gamme modélisée. La hauteur moyenne augmente plus rapidement sur la station aval, ce qui est en lien avec la morphologie de la rivière, comme pour l'évolution de la largeur moyenne (station aval en chenal unique avec une moindre possibilité d'étalement de la lame d'eau).

La hauteur moyenne est de l'ordre de 23-24 cm au débit réservé (1 m<sup>3</sup>/s) et d'au moins 38 et 42 cm respectivement à l'amont et à l'aval du pont de Béost lorsque l'usine d'Espalungue turbine à plein régime (soit un débit transitant minimum d'environ 4 m<sup>3</sup>/s).

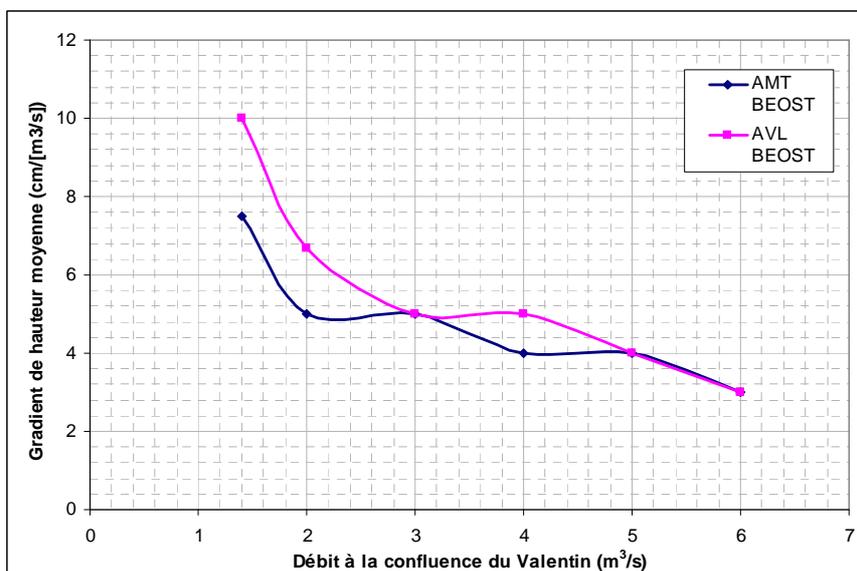


Figure 23 : Gradients de hauteur d'eau (cm/[m<sup>3</sup>/s]) en fonction du débit

Tableau 6 : Gradients de hauteurs d'eau (cm/[m<sup>3</sup>/s]) au niveau des stations Amont et Aval pont de Béost

Variation de débit (m <sup>3</sup> /s)	AMONT PONT DE BÉOST	AVAL PONT DE BÉOST
1 à 1.4	7.5	10
1.4 à 2	5	6.7
2 à 3	5	5
3 à 4	4	5
4 à 5	4	4
5 à 6	3	3

Sur la gamme modélisée, les gradients de hauteur d'eau sont importants sur nos deux stations. Ils dépassent 4 cm/[m<sup>3</sup>/s] sur la gamme de turbinage.

En début ou en fin d'éclusée, en partant du débit réservé ou en retour au débit réservé, les gradients peuvent atteindre jusqu'à 10 cm/[m<sup>3</sup>/s] sur la station aval et 7,5 cm/[m<sup>3</sup>/s] sur la station amont.

#### 5.1.4. Déplacements piscicoles

Les possibilités de déplacements des salmonidés ont été examinées graphiquement au travers de la contiguïté de veines de hauteur d'eau suffisante. Les critères préconisés par le Pôle Ecohydraulique pour la truite et le saumon ont été retenus : 20 cm au minimum pour la truite et 30 cm pour les grands salmonidés migrateurs.

- Station Amont pont de Béost

Au débit réservé, la hauteur d'eau est suffisante pour permettre les déplacements de la truite sur toute la station. En revanche, pour le saumon, la hauteur d'eau n'est pas suffisante. A

1,4 m<sup>3</sup>/s, la hauteur d'eau commence à devenir suffisante pour les déplacements du saumon. Ce n'est qu'à partir de 2 m<sup>3</sup>/s que les déplacements sont faciles.

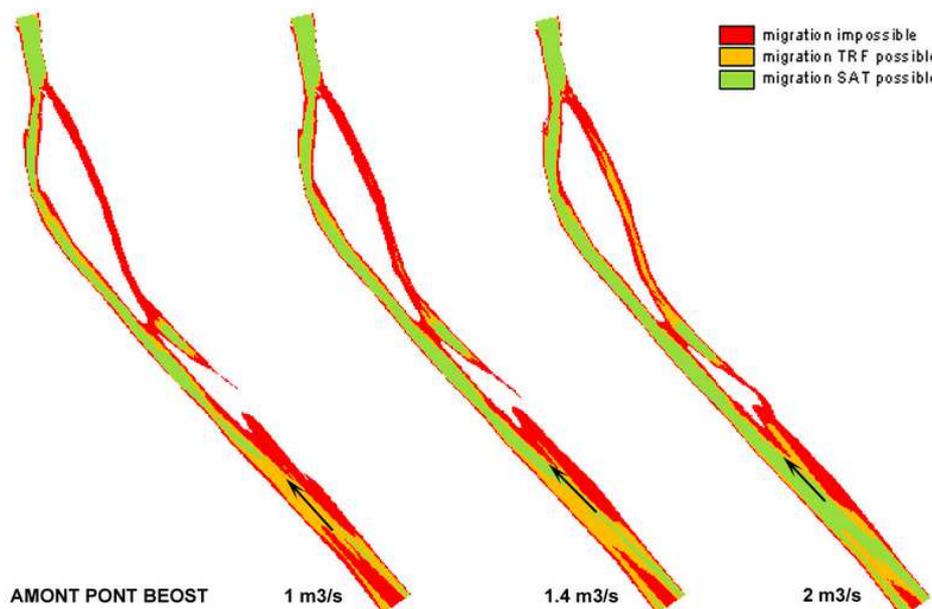


Figure 24 : Possibilités de déplacements pour la truite et le saumon à 1, 1,4 et 2 m<sup>3</sup>/s

- Station Aval pont de Béost

Comme sur la station amont, la hauteur d'eau au débit réservé est suffisante pour permettre les déplacements de la truite sur toute la station. En revanche, elle ne permet pas la montaison du saumon. Ce n'est qu'à partir de 2 m<sup>3</sup>/s que les points de blocage sont levés.

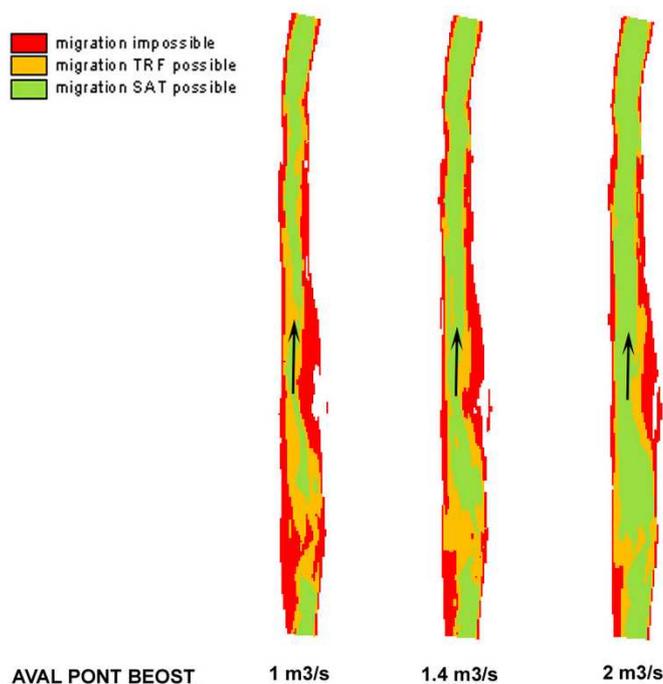


Figure 25 : Possibilités de déplacements pour la truite et le saumon à 1, 1,4 et 2 m<sup>3</sup>/s

## 5.2. Evolution de l'habitat piscicole

### 5.2.1. Evolution de la fonctionnalité des habitats de reproduction en fonction du débit

Avec 1,0 et 4,6% de SGF en eau au débit des mesures respectivement en amont et aval du pont de Béost (109 et 287 m<sup>2</sup>), le potentiel de reproduction sur nos stations est faible à très bon. Sur nos deux stations environ 3 % de la SGF totale était hors d'eau (respectivement 3,7 et 9,7 m<sup>2</sup> en amont et en aval du pont de Béost).

Au moment des mesures, les contours des principales zones ont été levés : 84 m<sup>2</sup> sur la station amont pont de Béost (soit 75% de la SGF totale de la station) et 231 m<sup>2</sup> sur la station aval pont de Béost (soit environ 80% de la SGF totale de la station). Les petites surfaces ont simplement été mesurées et localisées. Les graphiques suivants présentent l'évolution de la mise en eau et de la fonctionnalité des principales zones granulométriquement favorables. Pour pouvoir comparer les deux stations, les résultats sont exprimés en pourcentage de la surface totale de ces zones.

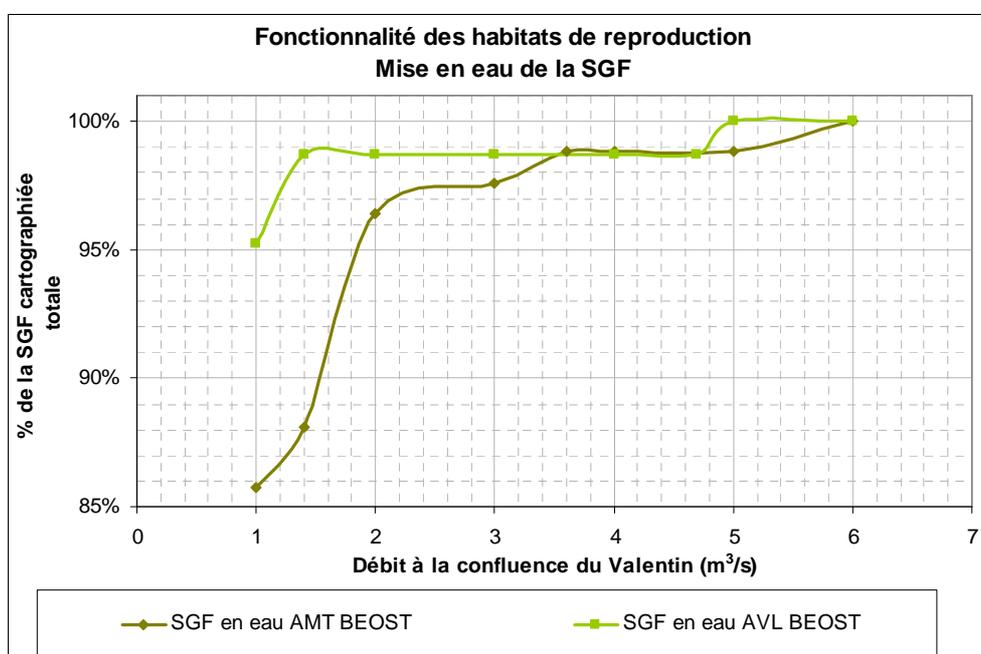


Figure 26 : Mise en eau des principales zones granulométriquement favorables à la reproduction des salmonidés

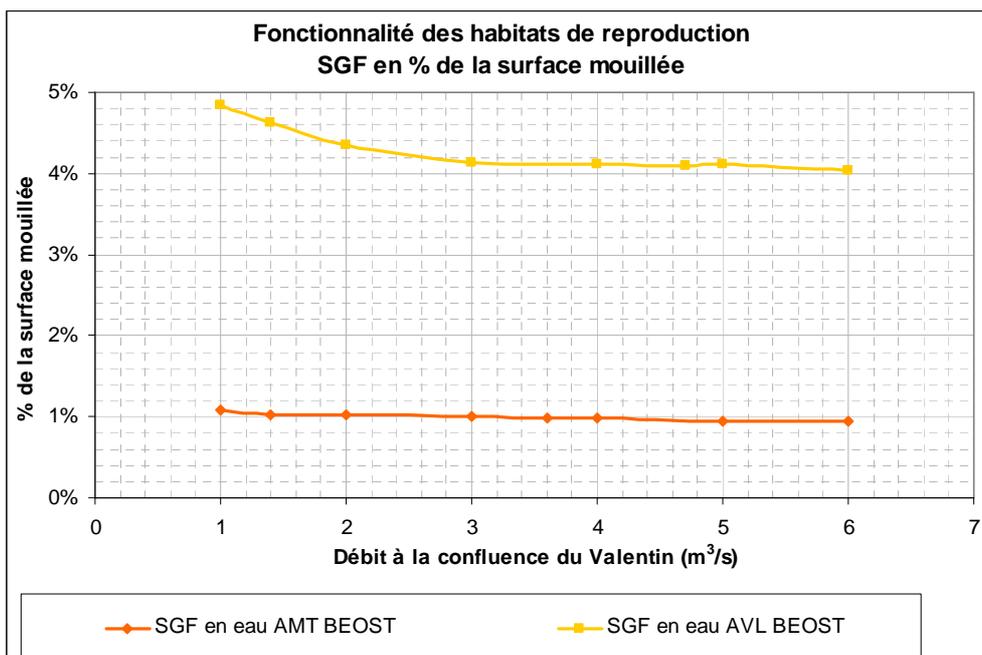


Figure 27 : Evolution de la SGF en pourcentage de la surface mouillée

Sur la station amont pont de Béost, au débit réservé, seulement 86% de la SGF cartographiée est en eau (72 m<sup>2</sup> sur 84 m<sup>2</sup>). **La mise en eau est très rapide entre 1 et 2 m<sup>3</sup>/s de débit transitant. 96% de la SGF se trouve en eau avec un débit de 2 m<sup>3</sup>/s. L'habitat de reproduction atteint alors 1% de la surface mouillée.** La mise en eau complète n'intervient que pour un débit transitant de 6 m<sup>3</sup>/s.

Sur la station aval pont de Béost, la SGF en eau au débit réservé est de 95% du total et représente 4,8% de la surface mouillée. Cette valeur augmente rapidement et atteint 99% à 1,4 m<sup>3</sup>/s (4,6% de la surface mouillée). L'ensemble de la SGF cartographiée est en eau à partir de 5 m<sup>3</sup>/s.

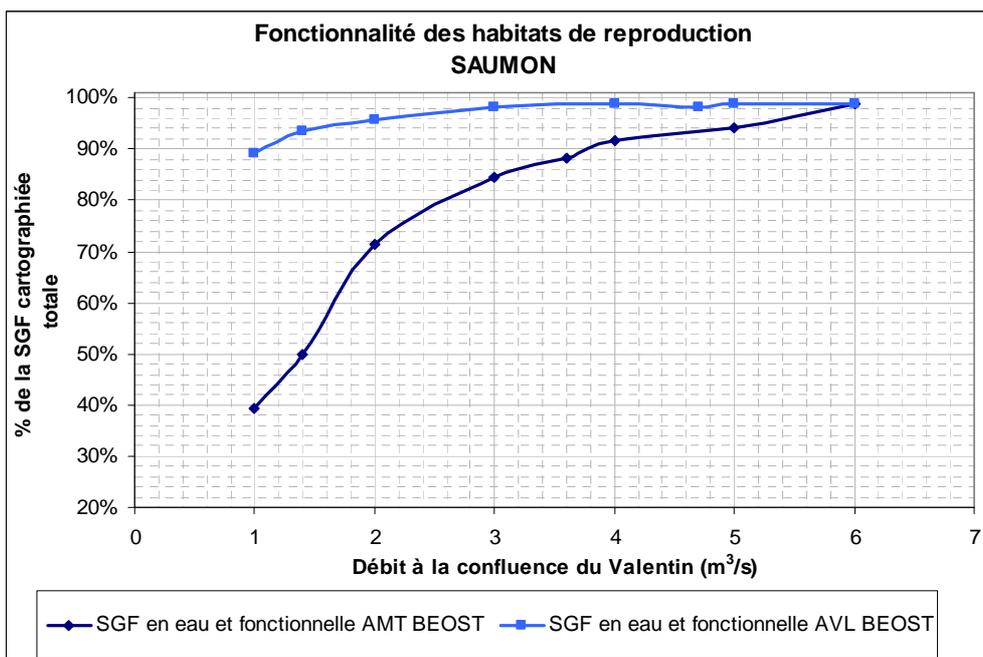


Figure 28 : Fonctionnalité pour le saumon des principales zones granulométriquement favorables à la reproduction

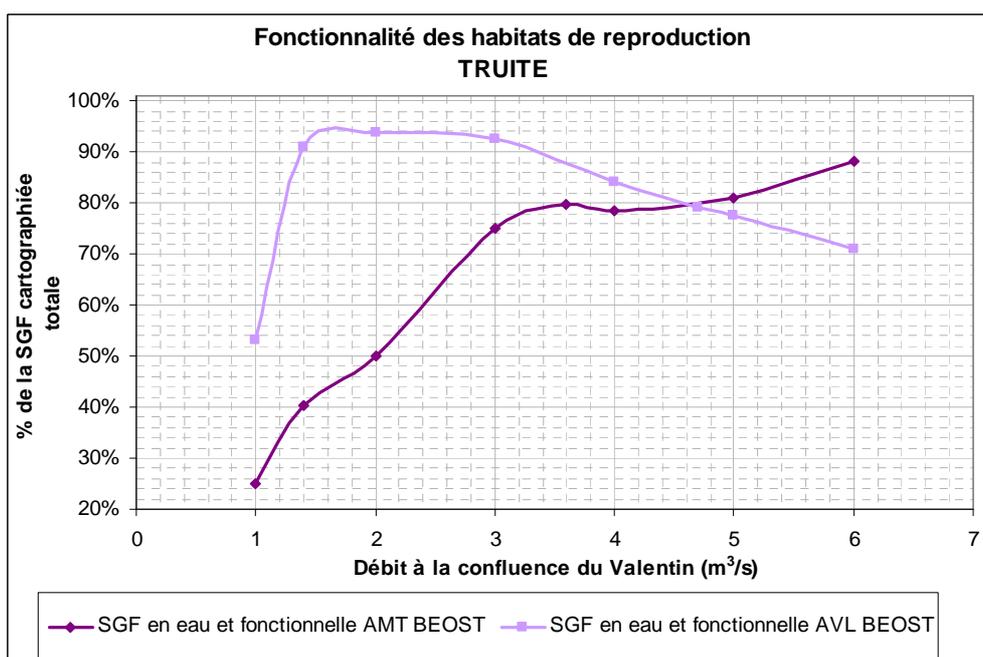


Figure 29 : Fonctionnalité pour la truite des principales zones granulométriquement favorables à la reproduction

Au débit réservé, excepté pour le saumon à la station aval pont de Béost, la fonctionnalité des zones de fraie est globalement faible voire très faible par rapport au potentiel des stations : seulement 25% et 40% de la SGF cartographiée est fonctionnelle respectivement pour la truite et le saumon en amont du pont de Béost, 53% pour la truite en aval du pont de Béost.

Pour le saumon, le pourcentage de SGF fonctionnelle augmente très rapidement entre 1 et 2 m³/s en amont du pont de Béost où il n'atteint que 75%. Entre 2 et 4 m³/s, la progression

reste forte. Nous avons alors 92% de la SGF cartographiée fonctionnelle. La quasi totalité (99%) de la SGF cartographiée est fonctionnelle à 6 m<sup>3</sup>/s. En aval du pont de Béost, le pourcentage de SGF fonctionnelle augmente sensiblement entre 1 et 3 m<sup>3</sup>/s et passe de 89 à 98%.

Pour la truite, en amont du pont de Béost, le pourcentage de SGF fonctionnelle augmente rapidement entre 1 et 3 m<sup>3</sup>/s mais n'atteint alors que 75%. Entre 3 et 6 m<sup>3</sup>/s, la progression reste sensible. Nous avons alors 88% de la SGF cartographiée fonctionnelle. En aval du pont de Béost, ce pourcentage augmente extrêmement rapidement à bas débit et passe de 53% à 1 m<sup>3</sup>/s à 91% dès 1,4 m<sup>3</sup>/s. Le maximum, 94%, est atteint à 2 m<sup>3</sup>/s. Le pourcentage de SGF fonctionnelle diminue progressivement au delà.

Ainsi, **la fonctionnalité des zones de fraie augmente lorsque l'usine d'Espalungue fonctionne**. A l'arrêt de l'usine, il y a un **risque d'exondation de frayères** puisqu'une partie des zones favorables se trouvent alors exondée, ce qui corrobore les observations faites par Armand et Courret (2011) qui avaient observé en 2009/2010 l'exondation de 20% des frayères de ce tronçon.

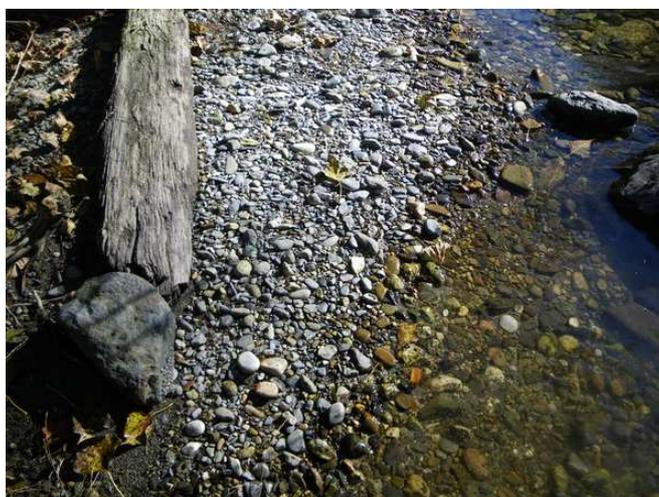


Photo 13 : SGF exondée en bordure de la station amont pont de Beost pour un débit transitant de 1.4 m<sup>3</sup>/s

### 5.2.2. Evolution des SPU des stades de développement de la truite en fonction du débit

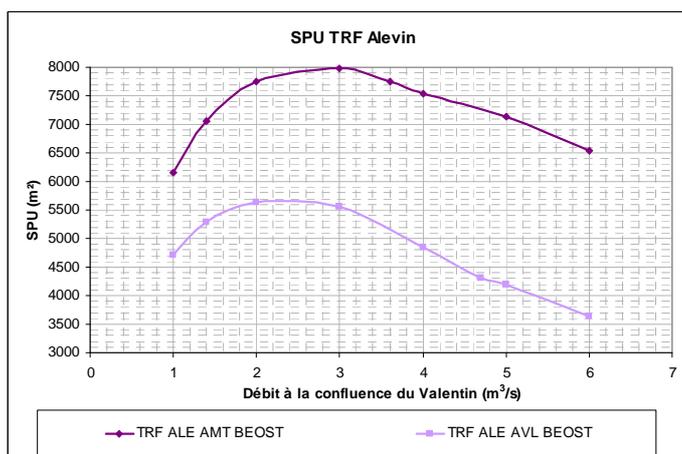


Figure 30 : Evolution de la SPU de la truite alevin en fonction du débit.

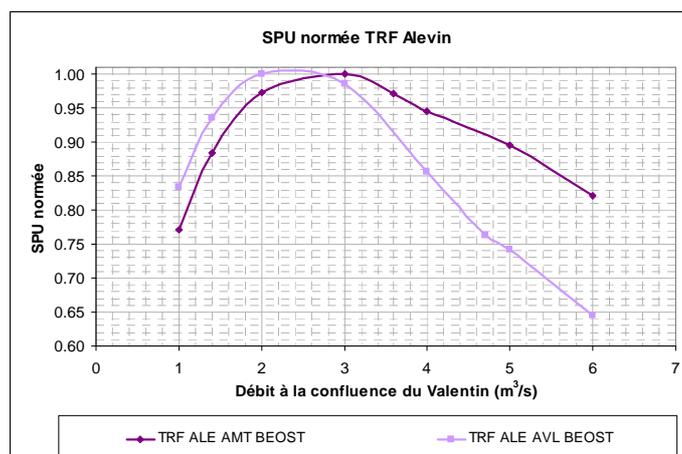


Figure 31 : Evolution de la SPU normée de la truite alevin en fonction du débit

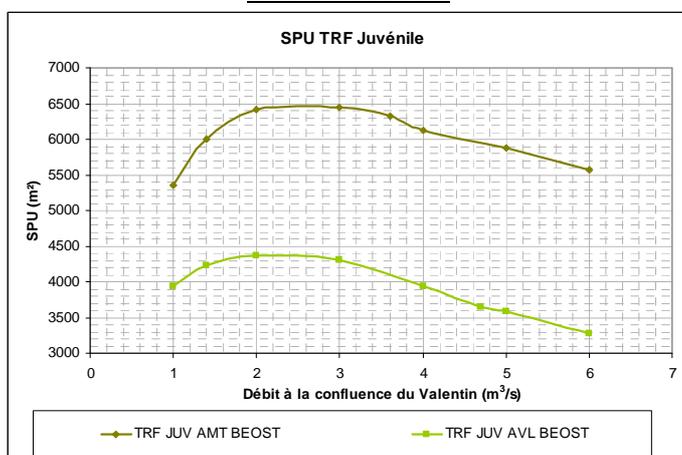


Figure 32 : Evolution de la SPU de la truite juvénile en fonction du débit.

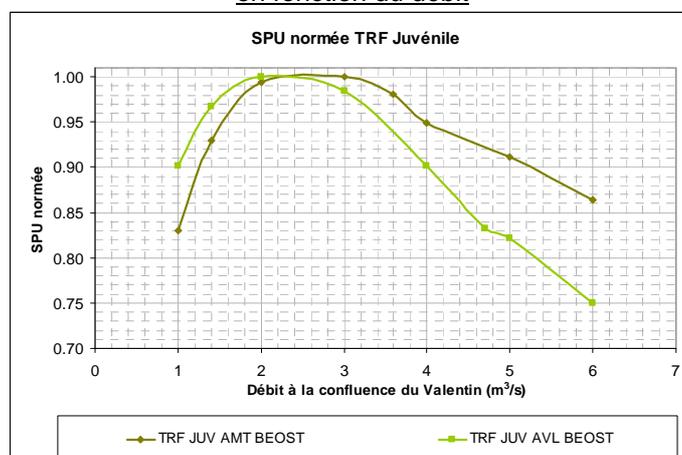


Figure 33 : Evolution de la SPU normée de la truite juvénile en fonction du débit

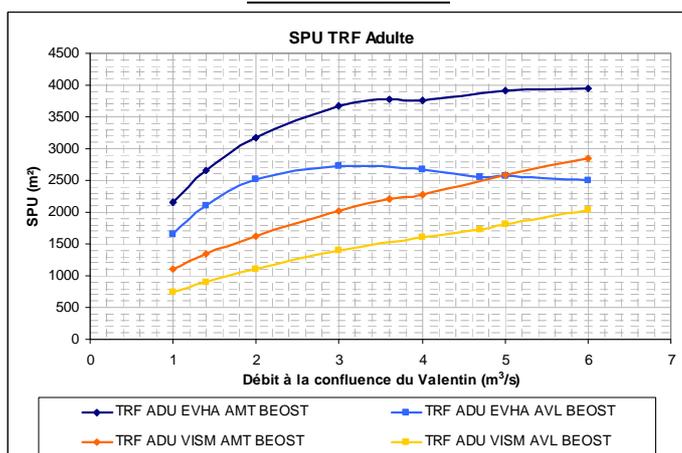


Figure 34 : Evolution de la SPU de la truite adulte en fonction du débit.

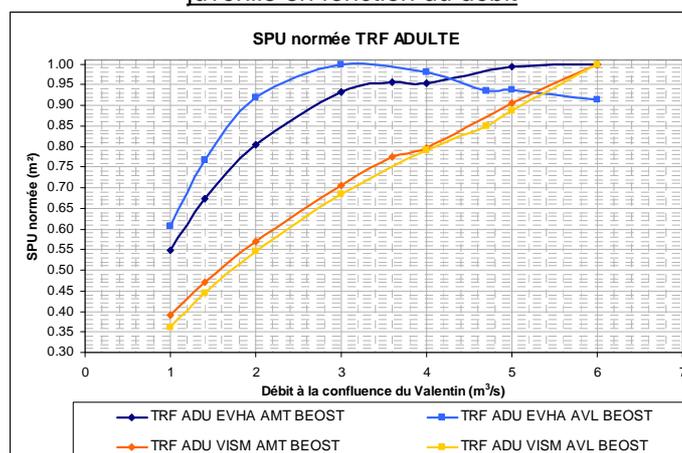


Figure 35 : Evolution de la SPU normée de la truite adulte en fonction du débit

L'évolution des SPU des stades juvéniles et alevins de truite sont très comparables. Elles augmentent rapidement entre 1 et 2 m³/s. Elles sont alors proches de leur maximum atteint autour de 2.5-3 m³/s. Elles diminuent ensuite progressivement.

Pour le stade adulte, selon le modèle biologique d'EVHA, la SPU augmente rapidement jusqu'à un débit transitant de 3 et 2 m<sup>3</sup>/s respectivement en amont et en aval du pont de Béost où elle s'élève à respectivement 93 et 92% de son maximum. Les courbes atteignent leur maximum pour un débit autour de 6 et 3 m<sup>3</sup>/s respectivement en amont et en aval du pont de Béost. Les valeurs atteintes sont alors fortes puisqu'elles s'élèvent à environ 33 et 39% de la surface mouillée.

Pour le stade adulte, selon le modèle biologique de Vismara, la SPU augmente rapidement et régulièrement entre 1 et 6 m<sup>3</sup>/s. Les valeurs atteintes au maximum de la courbe s'élèvent à 24 et 28% de la surface mouillée.

Tableau 7 : Seuils d'efficacité du débit vis à vis de l'habitat de la truite

	Seuil d'efficacité du débit (m <sup>3</sup> /s)		Débit pour lequel la SPU est maximale (m <sup>3</sup> /s)	
	Amt Béost	Avl Béost	Amt Béost	Avl Béost
TRF Adulte Evha	3	2	≈6	3
TRF Adulte Vismara	-	-	>6	>6
TRF Juvénile	2	2	2.5	2.5
TRF Alevin	2	2	3	2.5

### 5.2.3. Evolution des SPU des stades de développement du saumon en fonction du débit

Chez le saumon, le stade alevin concerne les individus compris entre 8 et 15 cm. Il concerne donc une majorité de tacons 0+. Le stade juvénile concerne les individus de plus de 15 cm (soit donc les tacons les plus gros – 1+).

D'une station à l'autre et pour un même stade de développement, l'évolution de la SPU en fonction du débit est assez comparable.

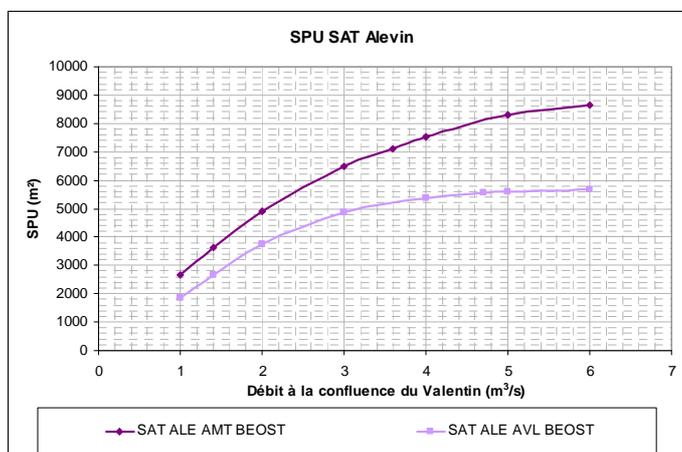


Figure 36 : Evolution de la SPU du saumon alevin en fonction du débit.

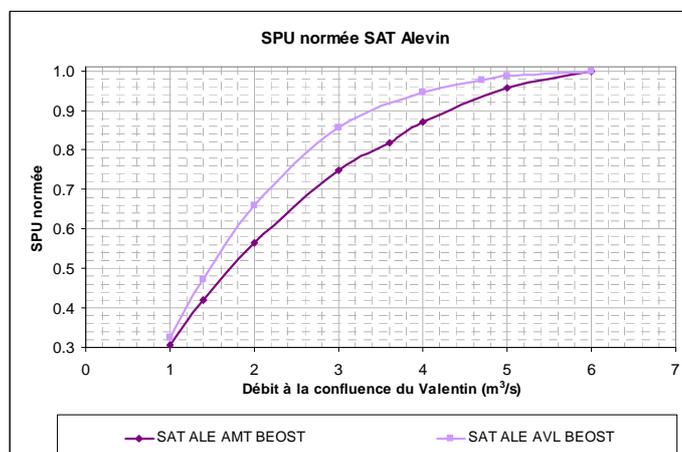


Figure 37 : Evolution de la SPU normée du saumon alevin en fonction du débit

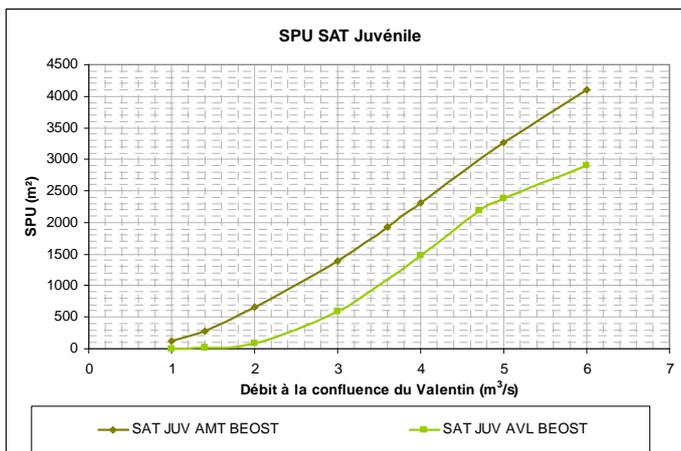


Figure 38 : Evolution de la SPU du saumon juvénile en fonction du débit.

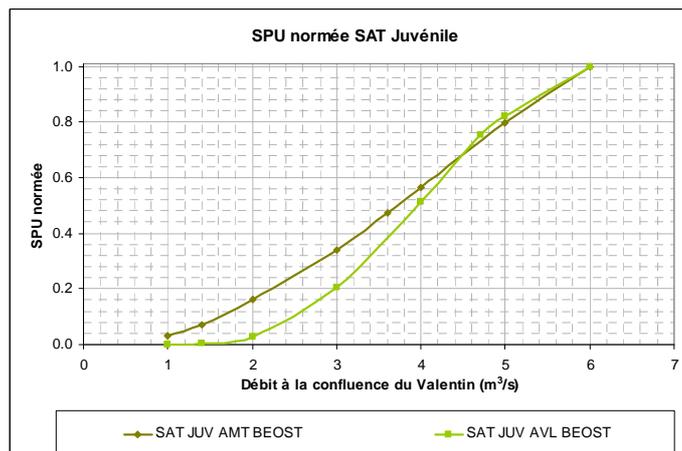


Figure 39 : Evolution de la SPU normée du saumon juvénile en fonction du débit

La SPU de l'alevin de saumon augmente rapidement jusqu'à un débit transitant de 3 m<sup>3</sup>/s aux deux stations. Au débit maximum modélisé, la SPU de l'alevin n'a pas encore atteint son maximum mais en est probablement proche. A 6 m<sup>3</sup>/s, elle s'élève à 72 et 77% de la surface mouillée.

La SPU du saumon juvénile, quasi nulle à bas débit, augmente rapidement. Cependant, son maximum n'est pas atteint dans la gamme modélisée. Elle atteint 34 et 39% de la surface mouillée à 6 m<sup>3</sup>/s.

Tableau 8 : Seuils d'efficacité du débit vis à vis de l'habitat du saumon

	Seuil d'efficacité du débit (m <sup>3</sup> /s)		Débit pour lequel la SPU est maximale (m <sup>3</sup> /s)	
	Amt Béost	Avl Béost	Amt Béost	Avl Béost
SAT alevin	3	3	>6	≥6
SAT juvénile	-	-	>6	>6

## 6. Discussion

### 6.1. Précisions sur le calendrier biologique

Nous connaissons (synthèse bibliographique) la durée, en degrés-jour, des différentes phases de développement des œufs et alevins de salmonidés (tableau 9 ci dessous), ainsi que la taille limite post-émergence d'extrême sensibilité des alevins aux éclusées. Cette taille semble se situer aux alentours de 35 mm (Lascaux *et al.*, 2006) et est atteinte 320 degrés-jour après l'émergence (la croissance des alevins lors des premiers stades de développement est essentiellement sous la dépendance du facteur thermique – Baglinière et Maise, 1990, Lagarrigue, 2000).

Tableau 9 : Nombre de degrés-jours nécessaires pour l'éclosion et l'émergence chez la truite commune et le saumon atlantique (d'après Baglinière et al., 1990 ; Elliot, 1994 ; Bruslé et Quignard, 2001, Richard, 1998)

	<i>Truite commune (Salmo trutta)</i>	<i>Saumon atlantique (Salmo salar)</i>
<b>Eclosion</b>	400 à 420 degrés jours après la fécondation	405 à 480 degrés jours après la fécondation
<b>Emergence</b>	620 à 765 degrés jours après la fécondation	800 à 850 degrés jours après la fécondation

Nous disposons également des informations collectées lors des suivis de la reproduction des grands salmonidés effectués par les différentes structures impliquées dans la gestion de la pêche et la protection du milieu aquatique (contacts avec la Mission pêche 64, la FDAAPPMA 64, l'AAPPMA d'Oloron, MIGRADOUR et l'ONEMA - rapport Armand et Courret, 2011). Ces informations permettent de préciser la période de reproduction des salmonidés sur le Gave. La période d'activité principale s'étale de mi-décembre à mi-janvier (elle est décalée d'une quinzaine de jours plus tôt par rapport à ce qui est observé sur le tronçon Geteu-Castet). Cette période de reproduction est plus tardive que ce qui est connu sur d'autres bassins français.

Nous disposons de différents enregistrements thermiques sur le Gave d'Ossau en aval de la confluence du Valentin :

- Données FDAAPPMA64 dans le tronçon Valentin-Geteu sur la période 08/07/09 au 16/12/09,
- Données ONEMA dans le tronçon Valentin-Geteu sur la période 29/01/10 au 26/04/10,
- Données ONEMA dans le tronçon Geteu-Castet sur la période 09/07/09 au 07/09/10.

Le graphique suivant en fait la synthèse.

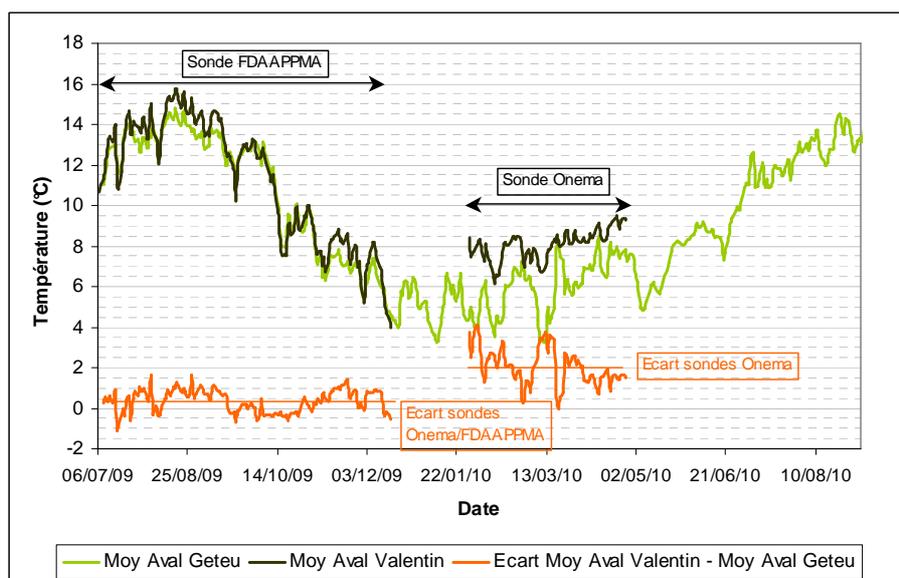


Figure 40 : Données de température moyenne journalière du gage d'Ossau disponibles de juillet 2009 à septembre 2010 sur le tronçon Valentin-Geteu et Geteu-Castet (données ONEMA et FDAAPPMA64)

Il semble que la température de l'eau en aval de la confluence du Valentin soit plus élevée que celle de l'eau en aval de l'usine de Geteu, probablement en lien avec les turbines d'eau en provenance directe de hautes altitudes. Cependant pendant l'été 2009, la température moyenne journalière de l'eau du gage n'a pas excédé 16°C en aval du Valentin.

**L'analyse des écarts observés entre les tronçons et entre les périodes disponibles pose des questions.** En effet, l'écart entre les moyennes journalières des deux tronçons est de **0,3°C** (secteur amont plus chaud que le tronçon en aval de l'usine de Geteu) sur la période juillet-décembre 2009 alors qu'il est de **2°C** sur la période janvier-fin avril 2010. Si cet écart de 2°C est avéré, cela change considérablement le calendrier biologique en raccourcissant les différentes phases biologiques (par exemple, atteinte de la taille de 35 mm 1 mois plus tôt que sur le secteur aval Geteu pour la truite comme pour le saumon). Mais compte-tenu du contraste des résultats obtenus, il est prudent d'attendre d'autres données afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'erreurs dans les enregistrements.

Dans l'immédiat, pour cibler les différentes périodes biologiques, et comme constaté par Armand et Courret (2011) sur la reproduction, on se contentera de décaler de 2-3 semaines plus précocement, le calendrier établi pour le tronçon Geteu-Castet.

Tableau 10 : Principales périodes biologiques

Phase biologique	Période principale
Reproduction	Début décembre – mi janvier
Eclosion œufs truite	Mi février – fin mars
Eclosion œufs saumon	Mi février – début avril
Emergence alevins truite	Mi mars – début mai
Emergence alevins saumon	Début avril – mi mai
Alevins de truite atteignant 35 mm	Fin avril – début juin
Alevins de saumon atteignant 35 mm	Fin mai – fin juin

## **6.2. Interférences entre production hydroélectrique et cycles biologiques des salmonidés**

### **6.2.1. La période de reproduction**

Cette phase biologique nécessite i) que les habitats de fraie (substrat de graviers et petits galets) soient présents sur le secteur, ii) qu'ils soient hydrauliquement fonctionnels, iii) qu'ils restent en eau depuis le début de la période de reproduction (soit début décembre) jusqu'à la fin de l'émergence des graviers des alevins de truite et de saumon (soit mi mai donc).

Les habitats de reproduction sont présents sur le secteur étudié. Abondant sur la station aval (plus de 4% de la surface mouillée), ils le sont en revanche peu (1% seulement de la surface mouillée du Gave) sur la station amont. Ce nouveau constat reste cohérent avec l'hypothèse émise, lors de l'étude du tronçon prise d'eau du Hourat – confluence du Valentin d'un transit sédimentaire par vague, en lien avec la gestion (l'ouverture) des différentes prises d'eau du bassin.

**Ils sont surtout rapidement dénoyés en dessous de 1,4 m<sup>3</sup>/s pour la station « aval pont de Béost », et en dessous de 2 m<sup>3</sup>/s pour la station « amont pont de Béost » avec une perte de plus de 10% d'un habitat plutôt rare sur cette station (revoir figure 26).** Cela permet d'expliquer les observations de Armand et Courret (2011) qui font le constat en 2009/2010 de l'exondation de 20% des frayères de ce tronçon du Gave.

**Donc pour que la partie ponte et vie sous graviers des œufs et alevins du cycle biologique des salmonidés se déroule sans perte intempestive sur ce tronçon du gave d'Ossau, on ne doit pas descendre en dessous de 2 m<sup>3</sup>/s à la confluence du Valentin entre le début décembre (début de la période de reproduction) et la fin mai (fin de l'émergence des jeunes saumons).**

Ce débit permet simplement de maintenir en eau les zones hébergeant les nids des salmonidés. Ces zones ne seront pas forcément hydrauliquement fonctionnelle à un tel débit mais elles le seront en revanche lors des programmes de production à Espalungue (figures 28 et 29).

### **6.2.2. La post-émergence**

C'est naturellement une phase critique du cycle biologique des salmonidés, qui quittent alors le milieu protecteur des frayères et l'alimentation endogène assurée à partir des réserves de la vésicule vitelline pour l'eau libre, la nage et la recherche active de nourriture.

Cette transition, cet apprentissage, génère ordinairement déjà les plus forts taux de mortalité du cycle biologique des salmonidés. Mais en contexte d'éclusées, les difficultés sont encore accrues pour les jeunes alevins : i) par l'augmentation de la variabilité des conditions d'habitats dans le milieu (hauteur d'eau, vitesse du courant, fluctuations de la surface mouillée), liée à l'augmentation de la variabilité de l'hydrologie sous l'effet des cycles production-stockage, ii) par la rapidité de ces variations qui n'a plus rien de comparable avec la référence naturelle.

Pour les jeunes alevins fraîchement sortis des frayères les risques sont alors fortement aggravés d'être emportés par le flot des éclusées (phénomène de dérive peu étudié et peu documenté jusqu'à présent), d'être piégés dans les habitats favorables à leur survie (faibles vitesses et hauteurs d'eau) qu'ils auront trouvés dans des bras secondaires et qui seront déconnectés et asséchés lors des arrêts de turbinage, d'être échoués sur des zones d'habitats favorables à leur survie qu'ils auront trouvés en bordure de chenal principal (plages de galets) dont de grandes surfaces se trouveront rapidement exondées lors des arrêts des programmes de production (voir par exemple Lascaux et Cazeneuve, 2010).

Nous pouvons constater avec le calendrier biologique (voir précédemment) que la phase critique de post-émergence dure de la mi-mars (début de l'émergence des truites) jusqu'à la fin-juin (atteinte de la taille de 35 mm pour les derniers alevins de saumon).

Pendant cette période, il nous semble qu'un minimum pour épargner aux jeunes alevins de salmonidés des mortalités par piégeages et par échouages est : 1/ de maintenir les bras secondaires et annexes du secteur d'étude en eau en permanence, 2/ de limiter les trop grandes fluctuations de surface mouillée du Gave en maintenant en permanence un débit de base assez important.

**2 m<sup>3</sup>/s est le seuil d'efficacité du débit vis à vis de la surface mouillée pour la station « amont pont de Béost », 3 m<sup>3</sup>/s est le seuil d'efficacité du débit vis à vis de la surface mouillée pour la station « aval pont de Béost »** (revoir les figures 16 et 17).

Au niveau des bras, chenaux et annexes étudiés, **3 m<sup>3</sup>/s permet de maintenir tous les systèmes en eau** (revoir tableau 5).

### 6.2.3. Habitats des truites (0+, 1+ et adulte) et des tacons 0+ et 1+

Concernant les truites, on peut vérifier sur les figures 30, 32 et 34 que l'habitat disponible pour les adultes est quantitativement moins important que celui disponible pour les 0+ et les 1+ (c'est particulièrement marqué dans les bas débits).

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, production d'invertébrés, présence d'un habitat de reproduction fonctionnel et accessible, recrutement les années précédentes en fonction des crues ...). Mais en cas de réduction du débit d'un cours d'eau, ce potentiel doit être autant que possible préservé.

Le choix du débit minimum à réserver à la rivière 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.

Pour les tacons, en fonction de leur croissance, une partie du stock partira vers l'océan après 1 an seulement passé en rivière, le reste du stock dévalant après 2 ans de vie en eau douce. Sur le gave d'Ossau, une majorité de smolts descendent à 1 an (données MIGRADOUR). Mais on peut supposer que la fraction dévalant à 2 ans est d'autant plus importante que l'on se situe plus en amont sur l'axe, dans des régimes thermiques plus froids, comme sur le tronçon étudié.

Donc si les habitats des tacons 0+ restent à privilégier (critère principal), il ne faut cependant pas négliger les habitats des tacons 1+ sur ce tronçon du gave d'Ossau.

On raisonne donc ici essentiellement **pour la période de bas débit sur les habitats estivaux des truites adultes et sur les habitats de croissance des tacons** (et accessoirement des truitelles).

Tableau 11 : Rappel et synthèse des seuils d'efficacité du débit de l'étude

	Seuil d'efficacité du débit (m <sup>3</sup> /s)		Débit pour lequel la SPU est maximale (m <sup>3</sup> /s)	
	Amt Béost	Avl Béost	Amt Béost	Avl Béost
SAT Alevin	3	3	>6	≥6
SAT Juvénile	-	-	>6	>6
TRF Adulte Evha	3	2	≈6	3
TRF Adulte Vismara	-	-	>6	>6
TRF Juvénile	2	2	2.5	2.5
TRF Alevin	2	2	3	2.5

Tableau 12 : Synthèse des données obtenues sur les deux stations pour chaque modèle biologique étudié (cibles principales en grisées), en fonction de débits stratégiques à Geteu et en % de l'habitat maximum obtenu sur la gamme de modélisation des débits (% de la SPU max soit SPU normée)

	SPU TRF Adulte EVHA % de l'habitat maximum		SPU TRF Adulte Vismara % de l'habitat maximum		SPU SAT 0+ % de l'habitat maximum		SPU SAT 1+ % de l'habitat maximum		SPU TRF 0+ % de l'habitat maximum		SPU TRF 1+ % de l'habitat maximum	
	Amont Pt Béost	Aval Pt Béost	Amont Pt Béost	Aval Pt Béost	Amont Pt Béost	Aval Pt Béost	Amont Pt Béost	Aval Pt Béost	Amont Pt Béost	Aval Pt Béost	Amont Pt Béost	Aval Pt Béost
Débits au droit de la confluence du Valentin												
1 m <sup>3</sup> /s	55	61	39	36	31	33	3	0	77	83	83	90
2 m <sup>3</sup> /s	80	92	57	55	57	66	16	3	97	100	99	100
3 m <sup>3</sup> /s	93	100	71	68	75	86	34	21	100	99	100	98
4 m <sup>3</sup> /s	94	98	80	79	87	95	56	51	95	86	95	90

Il ressort de ces tableaux que le débit réservé réglementaire à la confluence du Valentin (1 m<sup>3</sup>/s), entraîne des pertes importantes d'habitats physiques pour les principales espèces de poissons déterminantes de ce tronçon de cours d'eau (environ 40% en moins pour l'habitat des truites adultes et 40 à 50% en moins pour l'habitat des tacons 0+).

3 m<sup>3</sup>/s à la confluence du Valentin semble un minimum pour offrir des habitats corrects à la population de truite et assez convenables pour les tacons 0+. 4 m<sup>3</sup>/s à la confluence du Valentin est un meilleur compromis encore pour les habitats des truites et des tacons (1+ y compris). Rappelons ici que l'étiage naturel à la confluence du Valentin est probablement de l'ordre de 3.3 m<sup>3</sup>/s pour le QMNA5 et 4.3 m<sup>3</sup>/s pour le QMNA2.

## 7. Conclusion - propositions de mesures d'atténuation de l'impact des éclusées à l'aval de la confluence du Valentin

Nous avons vu qu'un débit de 2 m<sup>3</sup>/s était un minimum afin de maintenir en eau les habitats de reproduction des grands salmonidés qui sont rares sur une bonne partie du linéaire de ce tronçon du gave d'Ossau. Nous avons vu également qu'un débit de 3 m<sup>3</sup>/s était un minimum afin d'éviter les trop importantes variations de la surface mouillée du gave (risque d'échouage des jeunes poissons) et maintenir correctement en eau les bras secondaires et chenaux annexes, habitats des alevins post-émergents. Nous avons constaté qu'un débit de 3 m<sup>3</sup>/s était un bon compromis vis à vis de l'habitat des truites et 4 m<sup>3</sup>/s le meilleur compromis pour l'habitat des truites et des saumons.

On peut donc considérer que les seuils de 2 m<sup>3</sup>/s, pour simplement maintenir en eau les habitats de reproduction et de vie sous graviers des alevins (alors que ce n'est pas le débit optimum pour la fonctionnalité des sites, qui est plutôt de ... 3-4 m<sup>3</sup>/s !), et de 3 m<sup>3</sup>/s pendant la post-émergence, **s'effacent devant le seuil de 4 m<sup>3</sup>/s**, meilleur compromis pour l'habitat des truites adultes et des tacons (sinon nous retomberions dans une limitation de ces habitats par le débit minimum pendant une grande partie de l'année).

Ainsi, un **débit minimum de 4 m<sup>3</sup>/s toute l'année** (25% du module), soit un débit proche de l'étiage naturel, s'avère à même d'améliorer considérablement le fonctionnement biologique de ce linéaire du Gave d'Ossau compris entre la confluence du Valentin et l'usine de Geteu pour la truite comme pour le saumon.

Plusieurs solutions pour maintenir ce débit à la confluence du Valentin sont a priori envisageables :

- Soit délivrer un débit supplémentaire à la prise d'eau du Hourat en profitant de la variabilité saisonnière des apports du bassin versant intermédiaire, mais cela ne semble pas être le meilleur compromis biologique/énergétique,
- Soit le délivrer en permanence au niveau de l'usine du Hourat, avant la reprise de l'eau vers l'usine de Geteu (il faudrait lâcher au Hourat un débit de l'ordre de 2,6 m<sup>3</sup>/s, si le débit réservé en aval de la prise du Hourat est de 800 l/s à 1 m<sup>3</sup>/s comme suggéré dans l'étude de ce tronçon du gave d'Ossau - ECOGEA pour CG64 2012)
- Soit le maintenir par une complémentarité des apports fonction des programmes de production via l'usine d'Espalungue ou celle du Hourat.

A ce stade, nous ne connaissons ni la faisabilité technique, ni le « poids » économique des différentes possibilités **mais la plus value biologique est considérable.**

En effet, on aura **une réduction voire une annulation** (si complémentarité des apports entre les usines d'Espalungue et du Hourat) **des effets des éclusées du Valentin** (et du Canceigt) **sur le Gave jusqu'à Geteu** (le rapport Qturbinés/Qbase passera de 4-5 à 2 voire 1 si complémentarité des apports, les habitats de reproduction resteront toujours en eau et seront hydrauliquement très fonctionnels, les bras secondaires et annexes ne se déconnecteront pas, l'habitat des truites adultes et des tacons 0+ sera quasi optimal).

**Mais ce débit sera aussi profitable en aval de l'usine de Geteu et jusqu'à Castet**, soit au total pour un linéaire de 10.5 km de gave représentant 20 à 22% de la capacité d'accueil en tacons de l'Ossau et 8-9% de celle du bassin du gave d'Oloron (source MIGRADOIR), sans toutefois régler tous les problèmes qui se posent sur ce tronçon (voir ECOGEA pour CG64 2012). En effet, nous avons vu que cette valeur de 4 m<sup>3</sup>/s était également, sur ce tronçon Geteu-Castet, un minimum en dessous duquel on dégradait rapidement l'habitat des truites adultes et des jeunes saumons (ECOGEA pour CG64 2012).

## 8. Bibliographie

- Armand, L. et Courret, D., 2011. Compte rendu du suivi de la fraie des salmonidés sur le Gave d'Ossau durant l'hiver 2009 - 2010. Tronçon Confluence du Valentin - Restitution de Geteu, tronçon Restitution de Geteu - Retenue de Castet, tronçon Aval Castet. Rapport Pole RA.11.01.
- Baglinière J.L., Maisse G. et Nihouarn A., 1990. Migratory and reproductive behaviour of female adult atlantic salmon in a spawning stream. *Journal of Fish Biology*. 36:511-520.
- Baglinière J.L., Maisse G., 1990. La croissance de la truite commune (*Salmo trutta* L.) sur le bassin du Scorff. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 318, 89-101.
- 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 INP-ENSAT, 147 p.
- 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 MIGRADOURE, 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 MIGRADOURE, 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 MIGRADOURE, 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 MIGRADOURE, 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 MIGRADOURE, 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 MIGRADOURE, 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.
- Bruslé et Quignard, 2001. Biologie des poissons d'eau douce européens. Ed. Tec et Doc., 597 p.
- Courret D., Larinier P., Lascaux J.M., Chanseau M. et Larinier M., 2006. Etude pour une limitation des effets des éclusées sur la Dordogne en aval de l'aménagement du Sablier pour le saumon atlantique – Secteur Argentat Saulières. Rapport Migado 8D-06-RT/Ghaappe RA.06.02.
- Courret D. et Lascaux J.M., 2009. Etude de l'impact des éclusées sur la Creuse à l'aval du complexe hydroélectrique d'Eguzon - Evolution des paramètres hydromorphologiques et de l'habitat piscicole sur la gamme de turbinage. Rapport ECOGEA - GHAAPPE RA.09.01.
- 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

- ECOGEA, 2012. Etude de l'évolution des paramètres hydromorphologiques et de la fonctionnalité des habitats piscicoles en fonction du débit sur le Gave d'Ossau. Tronçon confluence du Geteu – Castet.
- ECOGEA, 2012. Etude de l'évolution des paramètres hydromorphologiques et de la fonctionnalité des habitats piscicoles en fonction du débit sur le tronçon Miegébat (Lieu-dit) – confluence du Valentin, Gave d'Ossau.
- Elliot, J.M., 1994. Quantitative ecology and the brown trout. Oxford University Press, Oxford, 286 p.
- 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 DQEP-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., 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., 2000. Croissance de la truite commune dans les Pyrénées françaises. Thèse de l'INP-ENSAT 143 p.
- Lascaux JM, Cazeneuve L, Lagarrigue T et Chanseau M, 2006. Impacts du fonctionnement par éclusées de l'usine hydroélectrique de Hautefage sur la Maronne : suivi des échouages-piégeages de poissons de 2003 à 2005. Rapport ECOGEA pour MIGADO 7D-06-RT.
- Lascaux J.M. et Cazeneuve L., 2010. Impact du fonctionnement par éclusées du barrage du Sablier sur la Dordogne et de l'usine hydroélectrique de Hautefage sur la Maronne : suivi des échouages-piégeages d'alevins de salmonidés en 2009. Rapport E.CO.G.E.A. pour MI.GA.DO. 14D-10-RT. 32 pages.
- Richard, A., 1998. Gestion piscicole, interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles. Collection Mise au point CSP, 256 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.
- Verneaux J., 1973. Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Thèse Univ. Fr. Comt., 240p.
- Vismara R., Azzellino A., Bosi R., Crosa G., Gentili G., 2001. Habitat suitability curves for brown trout (*Salmo trutta fario* L.) in the River Adda, Northern Italy: comparing univariate and multivariate approaches. Regulated Rivers: Research & Management 17, 37-50.