

**DESTINATAIRES :**

**EDF - UPSO**

**8, rue Claude-Marie PERROUD  
31096 TOULOUSE CEDEX 1**



**AGENCE DE L'EAU  
ADOUR-GARONNE**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

*Opération réalisée avec le  
concours financier de l'Agence  
de l'Eau Adour Garonne*

# **ETUDE D'AIDE A LA DETERMINATION DES DEBITS MINIMUM BIOLOGIQUES**

---

## **GROUPEMENT D'USINE DE BARALET AMENAGEMENT D'ESQUIT**



*Source photographique – ECCEL Environnement*

**Contact**

**ECCEL Environnement  
8, Avenue de Lavour  
31590 VERFEIL**

Hervé LIEBIG

Tél. 05.61.92.31.59

Fax : 05.17.47.51.62

[contact@eccel-environnement.fr](mailto:contact@eccel-environnement.fr)

**EAUCEA  
72 rue Pierre Paul Riquet, bât A  
31000 TOULOUSE**

Bruno COUPRY

Tél. 05.61.62.50.68

Fax : 05.61.62.65.68

[eaucea@eaucea.fr](mailto:eaucea@eaucea.fr)

## Table des matières

<b>1</b>	<b>PREAMBULE</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>CONTEXTE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE ETUDIEE</b>	<b>10</b>
3.1	Régime hydrologique moyen au niveau des prises d’eau	12
3.2	Estimation du module au niveau des sites de mesure de débits biologiques	14
3.3	Estimation du QMNA5 naturel au niveau des sites de mesure des débits biologiques	15
<b>4</b>	<b>LES ENJEUX ECOLOGIQUES</b>	<b>16</b>
4.1	Zonages naturels et espèces patrimoniales	17
4.2	Qualité des milieux et contexte réglementaire	22
<b>5</b>	<b>LE CONTEXTE PHYSIQUE</b>	<b>30</b>
5.1	Taille et Typologie de cours d’eau	32
5.2	Contexte hydromorphologique du secteur	34
5.3	Contexte d’occupation des sols	36
<b>6</b>	<b>SECTORISATION AFFINEE SUR LE SECTEUR RAPPROCHE</b>	<b>39</b>
6.1	Gave d’Aspe	43
6.2	Gave de Lescun	44
6.3	Ruisseau d’Anitch	45
<b>7</b>	<b>METHODOLOGIE D’ANALYSE DES DEBITS BIOLOGIQUES</b>	<b>46</b>
7.1	EVHA	46
7.2	Méthode TeauRRENT	53
<b>8</b>	<b>RESULTATS PAR PRISE D’EAU</b>	<b>74</b>
8.1	Prises d’eau sur le Gave d’Aspe et le Gave de Lescun	74
8.2	Prise d’eau sur le ruisseau d’Anitch	104
<b>9</b>	<b>SYNTHESE DES RESULTATS POUR LE GROUPEMENT D’USINE DE BARALET – AMENAGEMENT D’ESQUIT</b>	<b>109</b>
<b>10</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>110</b>
10.1	Annexe 1 - Classification granulométrique	110
10.2	Annexe 2 - Clé de détermination des faciès de courant (MALAVOI et SOUCHON, 2002)	111
10.3	Annexe 3 - Classification de faciès « TeauRRENT »	112
10.4	Annexe 4 - Représentation imagée du protocole de mesure du colmatage du substrat selon ARCHAMBAUD, GIORDANO et DUMONT (2005)	117
10.5	Annexe 5 - Modèles biologiques déployés dans le cadre de l’application du protocole EVHA	118

## Tableaux

Tableau 1 - Données hydrologiques des prises d'eau. Source EDF .....	11
Tableau 2- Modules spécifiques au niveau des prises d'eau.....	14
Tableau 3 - Modules naturels calculés aux niveau des sites d’analyse .....	15
Tableau 4 - QMNA5 calculés selon la cartographie IRSTEA-ONEMA au niveau des sites d’analyse .....	15
Tableau 5 - Caractéristiques hydromorphologiques principales du Gave d’Aspe et de ses affluents .....	42
Tableau 6 - Limites d'utilisations de la méthode EVHA .....	53
Tableau 7 - Limites d'utilisations de la méthode Estimhab .....	53
Tableau 8 - Résumé rapide de la classification des écoulements utilisées pour TeauRRENT56	
Tableau 9 – En-tête de la fiche de relevé des caractéristiques des faciès .....	57
Tableau 10 – En-tête de la fiche de relevé des données par point.....	57
Tableau 11 - Taxons benthiques cibles sur les grands secteurs typologiques étudiés .....	58
Tableau 12 - Classes de vitesses établies dans le cadre du protocole TeauRRENT sur la base de justifications écologiques ou hydromorphologiques.....	60
Tableau 13 - Classes de profondeurs établies dans le cadre du protocole TeauRRENT sur la base de justifications écologiques ou hydromorphologiques.....	60
Tableau 14 - Affinités aux classes de substrat et de vitesse pour les taxons benthiques ciblés et pour chaque grand secteur typologique .....	65
Tableau 15 - Tableaux de Chab adaptés à la typologie d'analyse dans le cadre du protocole TeauRRENT (Annexe 9.1).....	66
Tableau 16 - Habitabilité optimale sur la base de l'indice d'habitabilité adapté pour la méthodologie TeauRRENT (Optimal au sein du cercle bleu / Situation défavorable à l'extérieur du cercle vert).....	72
Tableau 17 – Analyse synthétique du potentiel d’habitat pour les Truites sur les deux sites EVHA du Gave d’Aspe – variations entre les seuils symboliques (ancien Qr, nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal) .....	102
Tableau 18 - Valeurs de synthèse des DMB proposés en aval immédiat de chaque prise d'eau du groupement de Baralet – Aménagement d'Esquit .....	109

## Figures

Figure 1 - Carte du réseau hydraulique du GU d'Esquit avec les modules .....	10
Figure 2 - Stations d'évaluation des débits biologiques.....	11
Figure 3 - Caractéristiques hydrologiques des prises d’eau du groupement d’usine de Baralet – Aménagement d’Esquit .....	13
Figure 4 - Bassins versant au niveau des prises d'eau du secteur .....	14
Figure 5 - Cartographie du Parc National des Pyrénées englobant le complexe hydroélectrique d’Esquit.....	17
Figure 6 - Cartographie des ZNIEFF à proximité du complexe hydroélectrique d’Esquit .....	19
Figure 7 - Cartographie des zonages Natura 2000 à proximité du complexe hydroélectrique d’Esquit .....	20
Figure 8 - Cartographie des zonages spécifiques « Percnoptères » à proximité du complexe hydroélectrique d’Esquit.....	21
Figure 9 - Cours d’eau « classés » sur la zone d’étude .....	23
Figure 10 – Evaluation d’Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne) .....	26
Figure 11 – Caractéristiques d’évaluation de la masse d’eau FRFR254, Le Gave d’Aspe de sa source au confluent du Gave de Lescun (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne)....	27
Figure 12 – Caractéristiques d’évaluation de la masse d’eau FRFR441, Le Gave de Lescun de sa source au confluent du Gave d'Aspe (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne) ....	27

Figure 13 – Caractéristiques d’évaluation de la masse d’eau FRFR255, Le Gave d’Aspe du confluent du Gave de Lescun au confluent du Gave d’Ossau (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne) .....	28
Figure 14 –Echéance d’atteinte du Bon Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne) .....	29
Figure 15 - Carte de représentation de la typologie des cours d’eau s’écoulant au sein des Hydroécotones .....	33
Figure 16 – Indicateurs de contextualisation hydromorphologique du réseau hydrographique (source – SYRAH-CE) .....	35
Figure 17 - Carte de représentation des postes CORINE Land cover de la zone d’étude (les multi-codes de certains types sont liés à la différence d’intensité) .....	37
Figure 18 - Carte de représentation des ouvrages transversaux en rivière et des voies de communication sur le secteur de l’étude à mettre en relation avec leur présence éventuelle au sein du fond de vallée.....	38
Figure 19 - Cartes de sectorisation du Gave d’Aspe et de ses affluents.....	41
Figure 20 - Formule de calcul de l'indice Chab.....	64
Figure 21 - Exemple d'analyse (ACP) présentant la corrélation forte entre l'indice d'habitabilité (Chab = cm_V2) et le ratio au module (X_module) sur le jeu de données propre à cette étude .....	71
Figure 22 - Représentation graphique des valeurs de l'indice d'habitabilité en rapport avec le relatif à son module pour chaque site TeauRRENT.....	71
Figure 23 - Evolution des positionnement des couples substrat/vitesse à partir du pool de sites disponibles dans l’étude.....	73
Figure 24 – Positionnement des sites d’analyse EVHA sur le Gave d’Aspe.....	75
Figure 25 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Gave d’Aspe Amont.....	76
Figure 26 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Gave d’Aspe Amont.....	77
Figure 27 – Occurrence granulométrique sur la station Gave d’Aspe Amont.....	77
Figure 28 – Vue aval des profils en travers et ligne d’eau des différents faciès observés au débit de mesure (de l’amt vers l’avl : de G à D et de H en B) sur la station Gave d’Aspe Amont.....	78
Figure 29 - Résultat du calage hydraulique pour la station Gave d’Aspe Amont .....	79
Figure 30 – Evolution de la surface en eau de la station Gave d’Aspe Amont avec l’augmentation des débits modélisés .....	80
Figure 31 – Evolution de la ligne d’eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Gave d’Aspe Amont.....	80
Figure 32 - Vue en plan des variations de vitesses sur la station Aspe Amont à 3 débits (300 l/s - 1/33 <sup>ème</sup> du module, 1 m <sup>3</sup> /s - 1/10 <sup>ème</sup> du module, 2 m <sup>3</sup> /s) .....	81
Figure 33 - Vue en plan des variations de profondeurs sur la station Aspe Amont à 3 débits (300 l/s - 1/33 <sup>ème</sup> du module, 1 m <sup>3</sup> /s - 1/10 <sup>ème</sup> du module, 2 m <sup>3</sup> /s) .....	82
Figure 34 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station .....	83
Figure 35 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie).....	84
Figure 36 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie).....	85
Figure 37 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie).....	86
Figure 38 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie).....	87
Figure 39 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Gave d’Aspe Aval .....	88
Figure 40 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Gave d’Aspe Aval.....	89

Figure 41 – Occurrence granulométrique sur la station Gave d’Aspe Aval .....	89
Figure 42 – Vue aval des profils en travers et ligne d’eau des différents faciès observés au débit de mesure (de l’amt vers l’avl : de G à D et de H en B) sur la station Gave d’Aspe Aval .....	90
Figure 43 - Résultat du calage hydraulique pour la station Gave d’Aspe Aval .....	91
Figure 44 – Evolution de la surface en eau de la station Gave d’Aspe Aval avec l’augmentation des débits modélisés .....	92
Figure 45 – Evolution de la ligne d’eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Gave d’Aspe Aval.....	92
Figure 46 - Vue en plan des variations de vitesses sur la station Gave d’Aspe Aval à 4 débits modélisés (450 l/s - $\sim 1/33^{\text{ème}}$ du module, 800 l/s - $\sim 1/20^{\text{ème}}$ du module, 1.6 m <sup>3</sup> /s - $\sim 1/10^{\text{ème}}$ du module, 3 m <sup>3</sup> /s) .....	93
Figure 47 - Vue en plan des variations de profondeurs sur la station Gave d’Aspe Aval à 4 débits modélisés (450 l/s - $\sim 1/33^{\text{ème}}$ du module, 800 l/s - $\sim 1/20^{\text{ème}}$ du module, 1.6 m <sup>3</sup> /s - $\sim 1/10^{\text{ème}}$ du module, 3 m <sup>3</sup> /s) .....	94
Figure 48 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station .....	95
Figure 49 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie) .....	96
Figure 50 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie) .....	97
Figure 51 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie) .....	98
Figure 52 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie) .....	99
Figure 53 – Comparaison d’habitat potentiel relatif suivant les débits par rapport à une situation de Qcrit ou de Qopt pour la Truite (Adultes/Juvéniles/Fraie) et le Saumon (Alevins/Saumoneaux/Fraie) .....	101



## 1 PREAMBULE

---

Le présent rapport constitue le livrable de l’étude d’aide à la détermination des DMB de l’aménagement d’Esquit réalisée par les bureaux d’études ECCEL Environnement et EAUCEA dans le cadre du partenariat entre EDF et l’Agence de l’Eau Adour Garonne. Cette étude a été menée sous l’égide d’un Comité de Pilotage constitué d’EDF, de la DREAL de Bassin, de l’Agence de l’Eau, de l’AFB, de la structure animatrice de la CLE du SAGE Viaur, de l’Union des Fédérations de pêche du Bassin Adour Garonne et du Conseil Départemental des Pyrénées Atlantiques.

Ces études ont fait l’objet de nombreux échanges et débats au sein de ce comité de pilotage qu’il nous paraît important de porter à connaissance en amont de la lecture de ce rapport.

### **Interprétation et définition du DMB**

Pour rappel, au sens de l'article L.214-18 du code de l’Environnement et de sa circulaire d’application du 5 juillet 2011, le DMB est défini comme le débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux.

### **Méthode « micro-habitats »**

Deux approches différentes ont émergé et peuvent être synthétisées de la manière suivante :

- Pour les uns, le DMB est plutôt défini par le point d’inflexion bas de la courbe de micro-habitats (seuil critique) : point en dessous duquel la valeur d’habitat se dégrade rapidement avec la diminution du débit.
- Pour les autres, une valeur de débit proche du seuil critique est trop basse pour garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces (notamment dans le contexte actuel de changement climatique). Le DMB se situe plutôt au niveau du point d’inflexion haut de la courbe micro-habitats : point au-delà duquel la valeur d’habitat s’améliore plus lentement avec la hausse du débit.

La valeur du débit minimum naturel (QMNA, par exemple, mais à adapter selon la typologie du cours d’eau) doit également guider le choix de la valeur du DMB.

Sur certaines prises d’eau, une expertise du Pôle d’études et recherches en échohydraulique de l’AFB a été réalisée ; ces expertises sont disponibles sur le site de l’Agence de l’Eau Adour-Garonne.

### **Méthode TeauRRENT**

La méthode TeauRRENT, développée par ECCEL Environnement et Eaucea, pour les petits cours d’eau de montagne à forte pente est une approche intéressante.

Toutefois, en l’état actuel, la faiblesse du nombre de points traités et l’absence d’une classification typologique des cours d’eau pour une même gamme de débit naturel rendent la méthode et le processus d’autocalibration encore expérimentaux : les enseignements issus de cette méthode ne sont donc pas généralisables.

Ainsi, la représentation graphique des valeurs de l'indice d'habitabilité en lien avec le rapport du débit observé avec le module pour chaque site TeauRRENT doit être interprétée avec beaucoup de précautions.

### **Résultats de l'étude**

Etant donné les remarques précédentes, le Comité de Pilotage considère que les valeurs de débits définies dans cette étude, ne peuvent pas être assimilées à des DMB.

L'état des lieux initial de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) a permis d'identifier des zones où la pression hydrologique de l'hydroélectricité est présente. L'actualisation en cours de l'état des lieux doit préciser ces pressions.

Ces éléments, croisés avec les objectifs assignés aux masses d'eau et les autres pressions présentes sur ces masses d'eau, permettent de cibler des secteurs particulièrement impactés pour lesquels il convient d'examiner la possibilité de fixer des valeurs de débit réservé compatibles avec l'atteinte des objectifs de la DCE et pouvant aller au-delà des valeurs planchers prévues par la LEMA.

Une étude préalable<sup>1</sup> a permis de poser l'hypothèse de forts enjeux sur certains secteurs pré-identifiés et d'y préconiser la réalisation d'études de détermination du débit minimum biologique (DMB).

Le secteur du bassin versant du Gave d'Aspe et notamment les prises d'eau de l'usine hydroélectrique d'Esquit a été ciblé lors de cette étude.

L'objet de la présente étude est de proposer les DMB à affecter à chacune des prises d'eau alimentant l'usine d'Esquit. Elle concernera donc l'ensemble du périmètre hydrographique de la concession correspondante et, dans le cadre spécifique de cet aménagement, les liens éventuels avec des bassins spécifiques impactés par les prises d'eau (Gaves d'Aspe et de Lescun, ruisseau d'Anitch).

---

<sup>1</sup> Inventaire des études existantes et prise en compte des secteurs à enjeux pour la fixation des débits minimum biologiques des ouvrages hydroélectriques – Etude AQUASCOP pour l'Agence de l'Eau Adour-Garonne – Décembre 2011

## 2 INTRODUCTION

---

Le régime hydrologique d’un cours d’eau conditionne sa dynamique physique et biologique. Une modification substantielle de ce régime, notamment par prélèvement, est l’une des causes de la transformation des processus morphodynamiques (flux solides et flux liquides) et ainsi des structures d’habitat. Cette altération hydrologique peut donc induire une modification directe de court terme et indirecte sur le long terme des peuplements en place.

La récente Loi sur l’Eau et les Milieux Aquatiques (article L214-18-IV) confirme la nécessité du maintien d’un débit minimum à l’aval des ouvrages de prélèvements notamment à usage hydroélectrique, afin de préserver ou restaurer le bon état des milieux.

Des études environnementales peuvent être réalisées sur les cours d’eau impactés par ces aménagements afin d’encadrer la définition des besoins des milieux aquatiques concernés mais également dans leur modulation éventuelle selon les périodes.

Les méthodes spécifiques qui sont ici mises en place aident principalement à quantifier les variations de qualité de l’habitat au vu des caractéristiques hydrauliques, et pour quelques espèces. L’utilisation de ces outils ne doit pas se faire en omettant les éléments de qualité d’eau, les facteurs de résistance potentielle du milieu, de continuité des flux dynamiques (solides et liquides) qui peuvent être des facteurs limitant pour les populations en place.

Pour la détermination finale des débits biologiques, les plages de valeurs proposées se doivent donc d’être affinées via une expertise globale qui tienne compte de l’ensemble des éléments disponibles pour cette étude. Plusieurs paramètres font nécessairement appel à un ajustement d’expert et induisent fatalement un biais éventuel dans les déterminations des débits biologiques. La connaissance et surtout la prise en compte de l’ensemble de ces paramètres réduit considérablement ce biais, sans toutefois le faire disparaître.

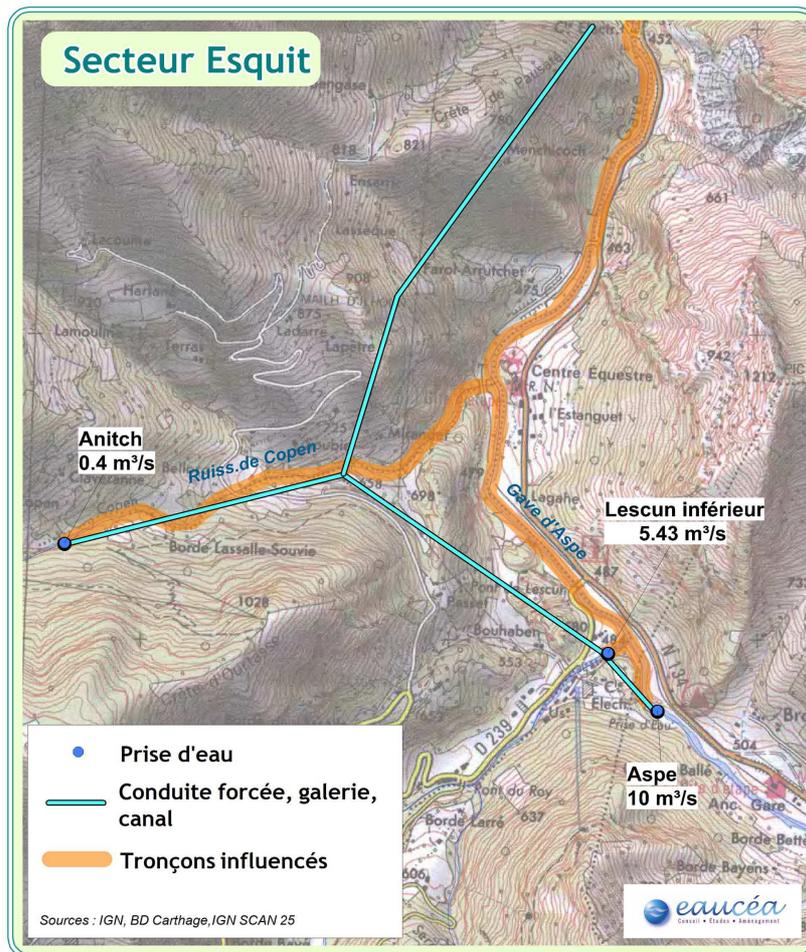
Dans le cadre de ces études, il est donc important de définir préalablement les enjeux écologiques locaux prioritaires et rassembler tous ces éléments indispensables à la définition fiable et pertinente des DMB :

- L’analyse hydrologique des bassins concernés et de chaque prise d’eau étudiée permet de contextualiser la situation vis-à-vis des flux liquides transitant et des pressions qui s’exercent sur eux ;
- Une analyse environnementale multi-scalaire est utilisée pour identifier les grands enjeux écologiques et recenser les espèces patrimoniales présentes et qu’il convient de prendre en compte en priorité pour la suite de l’étude ;
- L’analyse physique du territoire permet de définir les typologies morphodynamiques du réseau drainant à travers une approche naturelle et via les pressions exercées sur les ruisseaux ;
- Enfin, l’approche hydromorphologique affinée et l’application de la méthode in-situ la plus adaptée permet la définition des DMB à l’aval de chaque prise d’eau via une démarche holistique regroupant l’ensemble des éléments disponibles.

### 3 CONTEXTE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE ETUDIEE

Trois prises d’eau dérivent vers l’usine d’Esquit les eaux du ruisseau de Copen, du Gave de Lescun et du Gave d’Aspe.

La carte ci-dessous figure ces prises d’eau, indiquant le module<sup>2</sup> au droit de chacune d’elles ainsi que les tronçons influencés en aval.



**Figure 1 - Carte du réseau hydraulique du GU d’Esquit avec les modules**

Le linéaire impacté en aval des dérivations est de l’ordre de 2.5 km pour celles d’Aspe et Lescun, et d’environ 1 km depuis celle d’Anitch.

<sup>2</sup> Les valeurs des modules ont été fournies par EDF. Elles sont issues de l’étude préalable (Inventaire des études existantes et prise en compte des secteurs à enjeux pour la fixation des débits minimum biologiques des ouvrages hydroélectriques – Etude AQUASCOP pour l’Agence de l’Eau Adour-Garonne – Décembre 2011). Au début de cette présente étude, il a été acté en Comité de Pilotage, afin de simplifier la démarche, de les reprendre telles quelles et sans calcul complémentaire.

Les altitudes des prises d’eau de Lescun et d’Aspe sont à 492 m en fond de vallée d’Aspe tandis que celle de la prise d’eau d’Anitch se situe vers 500 m.

Le tableau ci-dessous synthétise les données hydrologiques connues, provenant d’EDF, au niveau des prises d’eau étudiées. Ces données serviront de données d’entrée afin d’évaluer les caractéristiques hydrologiques des stations de prise de mesures en aval ou en amont de chacune des prises d’eau.

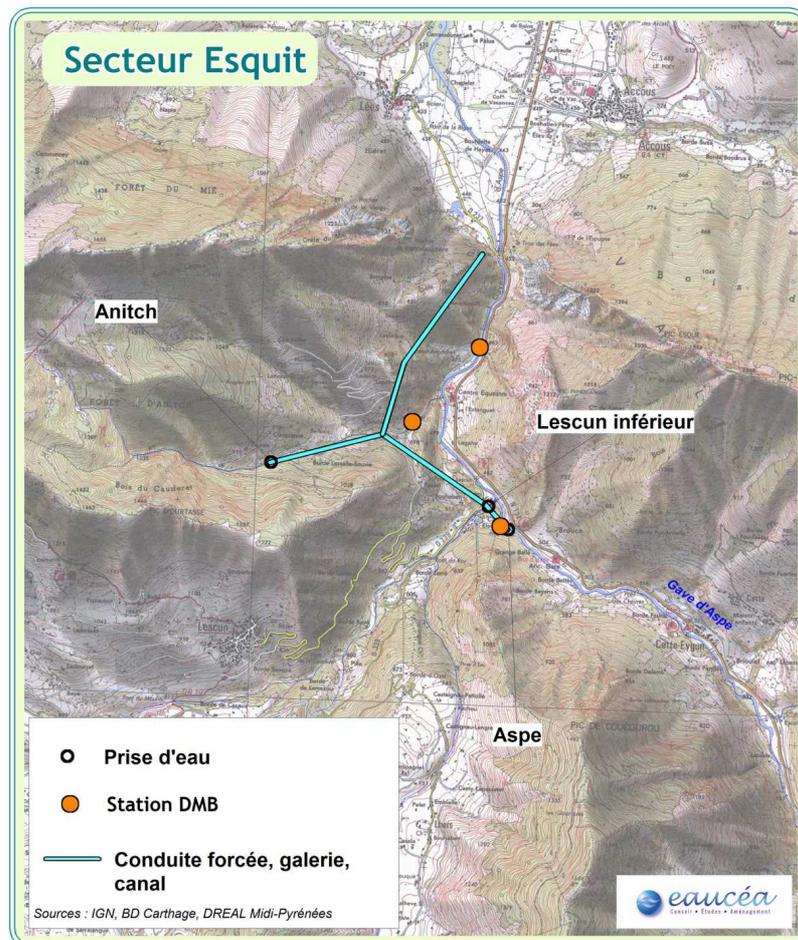
Les valeurs de QMNA5 au niveau de ces prises d’eau ne sont pas connues. La méthode de reconstitution des QMNA5 est expliquée dans le paragraphe 3.3

**Tableau 1 - Données hydrologiques des prises d’eau. Source EDF**

Prise d'eau	Cours d'eau	BV (km <sup>2</sup> )	Module (l/s)	QMNA5 (l/s)
Anitch	Ruisseau de Copen	6.5	410	?
Aspe	Gave d'Aspe	161	10000	?
Lescun inférieur	Gave de Lescun	85	5430	960

Pour chacune des prises d’eau, une ou plusieurs stations de mesures permettant l’évaluation des débits biologiques ont été définies selon le contexte hydromorphologique des cours d’eau.

La carte ci-dessous représente les stations de mesures du secteur étudié



**Figure 2 - Stations d’évaluation des débits biologiques**

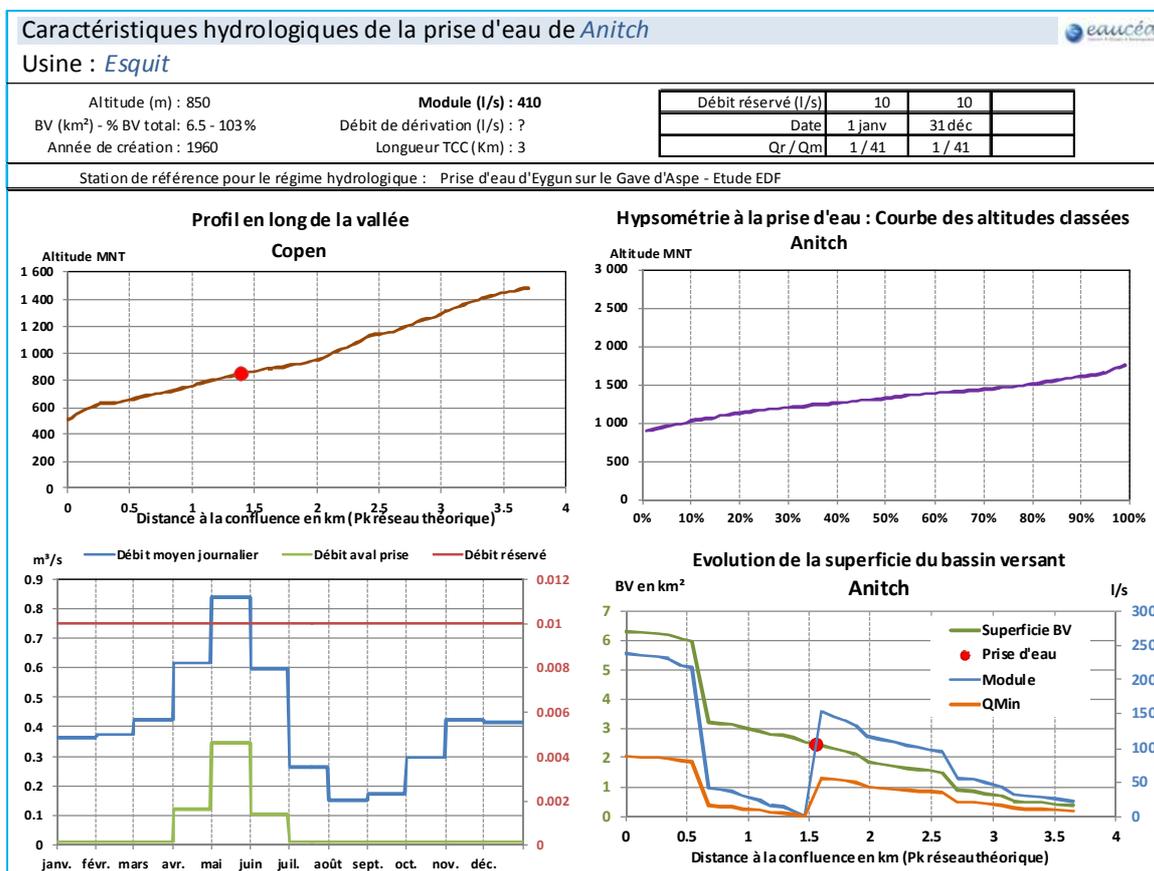
### 3.1 REGIME HYDROLOGIQUE MOYEN AU NIVEAU DES PRISES D’EAU

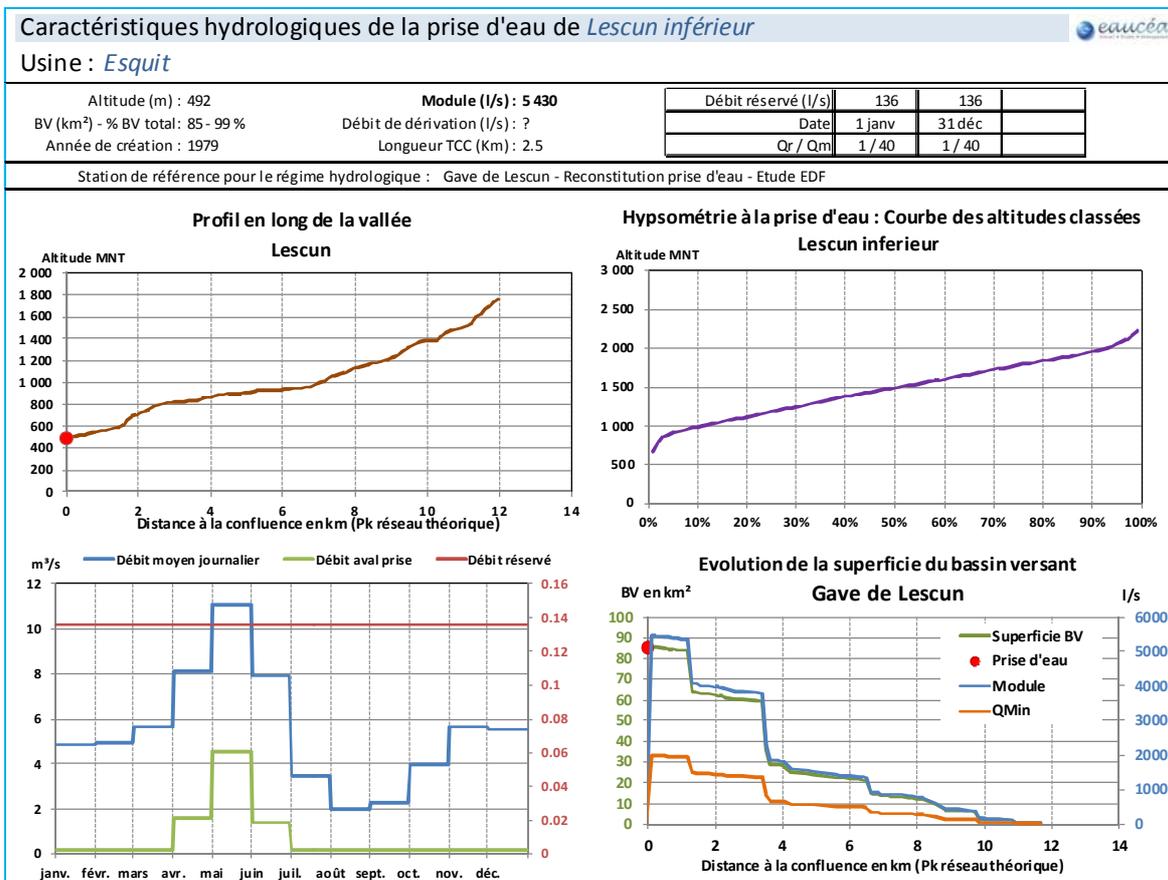
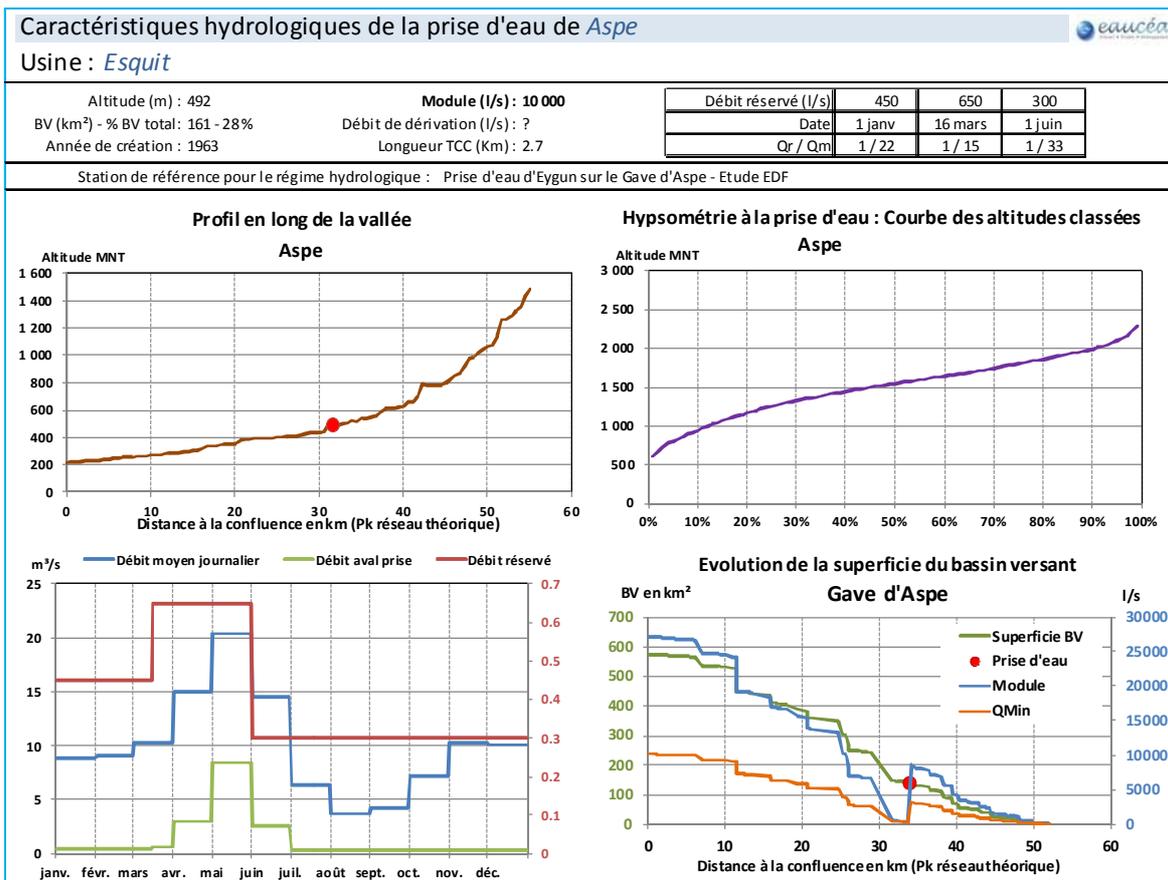
L’hydrologie des cours d’eau au niveau des trois prises d’eau a été reconstituée à partir de l’étude EDF d’analyse hydrologique de la prise d’eau d’Eygun sur le Gave d’Aspe.

Les caractéristiques hydrologiques des rivières avec l’évolution du régime moyen du débit mensuel sont représentées sur les graphes suivants au niveau des prises d’eau. Les débits à l’aval des prises d’eau sont calculés sous l’hypothèse d’un débit dérivé constant tout au long de l’année et plafonné par le débit réservé.

Le régime hydrologique de ces stations est un régime de piémont, avec une influence importante de la période de fonte des neiges mais aussi un étiage plus marqué en été qu’en hiver contrairement au régime nival.

Les rivières équipées de plusieurs prises d’eau sont représentées avec toutes leurs prises d’eau sur les graphes d’évolution du module en fonction de l’aire du bassin versant.



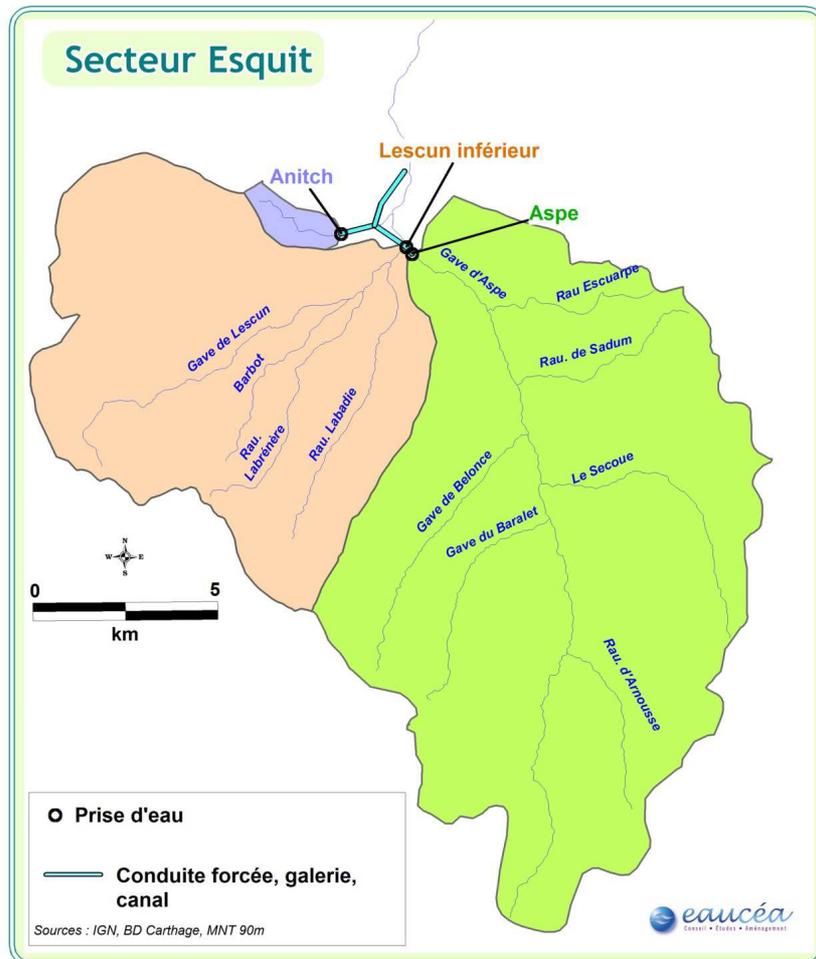


**Figure 3 - Caractéristiques hydrologiques des prises d'eau du groupement d'usine de Baralet – Aménagement d'Esquit**

### 3.2 ESTIMATION DU MODULE AU NIVEAU DES SITES DE MESURE DE DEBITS BIOLOGIQUES

A partir des données hydrologiques connues au niveau des prises d’eau, le module spécifique des bassins versant de chacune d’entre elles a été calculé.

La figure ci-dessous représente les bassins versant des prises d’eau du secteur d’étude.



**Figure 4 - Bassins versant au niveau des prises d'eau du secteur**

Le tableau ci-dessous contient le module spécifique des prises d’eau concernées ainsi que l’aire de leur bassin versant respectif.

**Tableau 2- Modules spécifiques au niveau des prises d'eau**

Prise d'eau	Cours d'eau	BV (km <sup>2</sup> )	Module spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )
Anitch	Ruisseau de Copen	6.5	63
Aspe	Gave d'Aspe	161	62
Lescun inférieur	Gave de Lescun	85	64

Les modules spécifiques des bassins versant des trois prises d’eau étant homogènes, le calcul du module M (en m<sup>3</sup>/s) en chacun des points de mesure des stations de débits biologiques est donné par l’expression

$$M - M_0 = A/1000$$

Où  $M_s$  (en  $l/s/km^2$ ) est le module spécifique pris au niveau de la station de mesure de débit biologique et  $A$  (en  $km^2$ ) l’aire du bassin versant théorique calculé à l’aide du modèle numérique de terrain SRTM 90 m au niveau de la station de débit biologique.

Le résultat du calcul du module pour chacun des sites de mesure est présenté ci-dessous :

**Tableau 3 - Modules naturels calculés aux niveau des sites d’analyse**

Nom site de mesure	cours d'eau	Aire du bassin versant (km <sup>2</sup> )	module spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )	Module (m <sup>3</sup> /s)
Anitch aval	Copen	6.5	63.1	0.410
Aspe aval confluence Lescun	Aspe	245.1	62.1	15.226
Aspe aval immédiat	Aspe	161.0	62.1	10.000

### 3.3 ESTIMATION DU QMNA5 NATUREL AU NIVEAU DES SITES DE MESURE DES DEBITS BIOLOGIQUES

N’ayant pas de chroniques de débits reconstitués au niveau des sites de mesure des débits biologiques suffisamment longues, l’estimation de QMNA5 n’a pas été faite directement.

Cependant la cartographie des débits caractéristiques (Modules et QMNA5) réalisée à l’échelle nationale par l’IRSTEA et l’ONEMA<sup>3</sup> permet d’estimer les QMNA5 en tout tronçon hydrographique de la BD Carthage. Ce travail a été réalisé à l’aide de trois modèles hydrologiques différents. L’intervalle de confiance à 80 % autour des valeurs calculées permet de préciser la fiabilité du calcul de QMNA5 effectué.

Le tableau ci-dessous contient les valeurs de QMNA5 et les intervalles de confiance à 80% au niveau des stations de mesure des débits biologiques.

**Tableau 4 - QMNA5 calculés selon la cartographie IRSTEA-ONEMA au niveau des sites d’analyse**

Nom site de mesure	cours_eau	aire du bassin versant (km <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup> /s	
			QMNA5	IC(80%)
Anitch aval	Copen	6.5	0.05	0.032
Aspe aval confluence Lescun	Aspe	245.1	2.842	1.559
Aspe aval immédiat	Aspe	161.0	1.659	0.945

Toutes ces valeurs de QMNA5 sont données avec des intervalles de confiance d’un ordre de grandeur de 60% à 90% de la valeur elle-même.

Ces valeurs sont retenues comme références hydrologiques lors de l’analyse des débits biologiques au niveau des stations de mesures.

<sup>3</sup> Combinaison multi-modèle et cartographie de consensus du débit de référence d’été et du débit moyen à l’échelle de la France. M. Riffard, V. Andréassian, P. Nicolle et J. Peschard. Avril 2012.

## 4 LES ENJEUX ECOLOGIQUES

**L’analyse bibliographique indirecte par une approche cartographique multi-scalaire permet d’identifier les grands enjeux naturels des secteurs étudiés.**

**Cette expertise permet ainsi de recenser les espèces patrimoniales présentes sur les différents cours d’eau ou assujetties aux milieux aquatiques avoisinants et qu’il convient de prendre en compte en priorité pour la suite de l’étude, notamment dans l’évaluation des habitats et la détermination des débits biologiques.**

Il s’agit ainsi de recenser les zonages réglementaires existants (Natura2000, ZNIEFF, Arrêtés de biotope, Contrats de bassin, Classements des cours d’eau...) et les données afférentes permettant de recenser les inventaires hydrobiologiques et les différentes études existantes ...

De même, l’analyse des états des lieux des cours d’eau vis-à-vis de la DCE (Etats et Objectifs, Pressions, SDAGE...) permet de compléter la contextualisation biologique et d’affiner ce volet « ciblage ».

Le Gave d’Aspe, long de 57 km, draine un bassin versant de 500 km<sup>2</sup>. Le régime nival est très marqué, avec des étiages tardifs et soutenus. Concernant l’usine d’Esquit proprement dit, le module est de 10 m<sup>3</sup>/s au niveau de la prise d’eau sur le Gave d’Aspe et de 5.43 m<sup>3</sup>/s pour le Gave de Lescun qui conflue immédiatement à l’aval.

Il s’agit d’un cours d’eau salmonicole (zone à truite de Huet) et de niveaux typologiques B2 à B3, selon la zonation de Verneaux. La qualité de l’eau est considérée comme bonne à très bonne. Toutefois, le Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles (PDPG) des Pyrénées atlantiques qualifie l’état fonctionnel du Gave d’Aspe comme « perturbé », les principaux facteurs limitants étant :

- les obstacles à la migration (barrages) ;
- les travaux hydrauliques (RN134) ;
- le débit réservé ;
- les prélèvements d’eau (alimentation en eau potable) ;
- les rejets des stations d’épuration ;
- les opérations de vidange et de transparence.

La réduction du débit (prises d’eau) diminue la capacité d’accueil du milieu à l’aval immédiat des ouvrages mais parfois sur l’ensemble du linéaire impacté par la gestion hydroélectrique. De surcroît, le cloisonnement limite le renouvellement des populations piscicoles et accroît la fragmentation des habitats aquatiques.

Les trois cours d’eau équipés de prises d’eau sur le secteur de l’étude sont tous classés au titre de l’article L214-17 du code de l’environnement, notamment pour la protection des poissons migrateurs (truite fario, l’anguille, la truite de mer et le saumon atlantique).

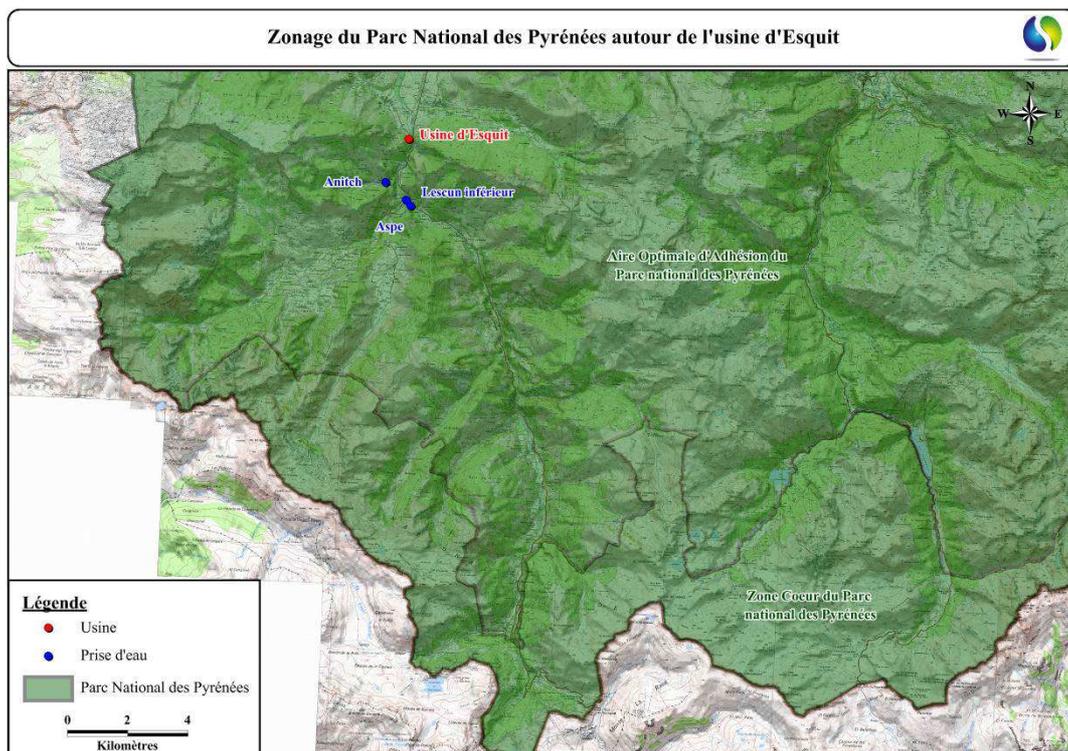
Ce sont des cours d’eau à fort potentiel écologique. Les tronçons sont également potentiellement fréquentés par le Desman des Pyrénées et la Loutre.

## 4.1 ZONAGES NATURELS ET ESPECES PATRIMONIALES

Le périmètre d’étude comprend un certain nombre de zones à intérêts faunistiques ou floristiques particuliers. L’ensemble de ces zones remarquables pour leurs richesses biologiques nécessite d’être pris en compte dans l’analyse des impacts des ouvrages sur les cours d’eau et dans le processus du relèvement du débit réservé.

### 4.1.1 Parc Nationaux

La zone d’étude se situe en plein périmètre du Parc National des Pyrénées mais pas dans la Zone « Cœur » du Parc (Figure 5).



**Figure 5 - Cartographie du Parc National des Pyrénées englobant le complexe hydroélectrique d’Esquit**

### 4.1.2 ZNIEFF

Les inventaires ZNIEFF sont un outil de connaissance sur le biotope et la biocénose de milieux d’intérêts biologiques particuliers. Ces zones n’engendrent aucune réglementation particulière.

Il existe deux types de ZNIEFF :

- Les ZNIEFF de type 1 sont des sites, de superficie en général limitée, identifiés et délimités parce qu’ils contiennent des espèces ou au moins un type d’habitat de grande valeur écologique, locale, régionale, nationale ou européenne ;
- Les ZNIEFF de type 2, concernent les grands ensembles naturels, riches et peu modifiés avec des potentialités biologiques importantes qui peuvent inclure plusieurs zones de type 1 ponctuelles et des milieux intermédiaires de valeur moindre mais possédant un rôle fonctionnel et une cohérence

écologique et paysagère. L'inventaire ZNIEFF est un outil de connaissance. Il ne constitue pas une mesure de protection juridique directe.

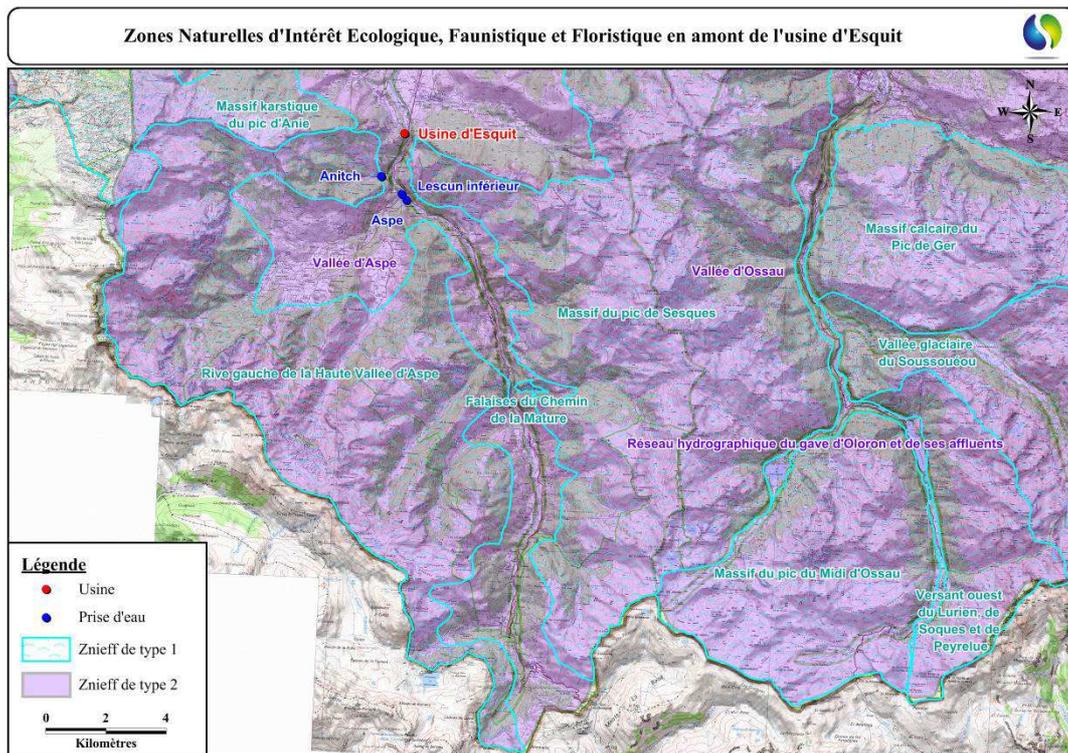
L'inventaire ZNIEFF est un outil de connaissance et il ne constitue pas une mesure de protection juridique directe. Toutefois l'objectif principal de cet inventaire réside dans l'aide à la décision en matière d'aménagement du territoire vis à vis du principe de la préservation du patrimoine naturel.

La zone d'étude comprend des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) des deux types (Figure 6) :

- Le site de la prise d'eau sur l'Aspe appartient à la ZNIEFF de type 2 « Réseau hydrographique du Gave d'Oloron et de ses affluents » et se situe à proximité immédiate de la ZNIEFF de type 2 « Vallées d'Aspe » ;
- La prise d'eau de Lescun Inférieur est située sur la ZNIEFF de type 2 « Réseau hydrographique du Gave d'Oloron et de ses affluents » et est à proximité immédiate de la ZNIEFF de type 2 « Vallées d'Aspe » ;
- La prise d'eau d'Anitch appartient à la ZNIEFF de type 2 « Réseau hydrographique du Gave d'Oloron et de ses affluents » et se situe à proximité immédiate de la ZNIEFF de type 2 « Vallées d'Aspe ». De plus, elle se situe à proximité immédiate de la ZNIEFF de type 1 « Rive gauche de la haute vallée d'Aspe ».

Les informations détaillées concernant ces secteurs sont disponibles sur le site [www.aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/paysage-eau-et-nature-r4.html](http://www.aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/paysage-eau-et-nature-r4.html).

L'intérêt faunistique, écologique et botanique réside principalement dans la présence du Desman, voire du Gypaète barbu à proximité (bien que l'inventaire ZNIEFF n'ait pas encore été réalisé), du Saumon atlantique, de la Loutre, de stations lichéniques de grand intérêt, de buis géants atteignant 10 mètres de haut, dans la présence de l'Ours Brun ainsi que d'une grande diversité des habitats qui entraîne une grande diversité biocénotique (oiseaux, mammifères, insectes).



**Figure 6 - Cartographie des ZNIEFF à proximité du complexe hydroélectrique d'Esquit**

### 4.1.3 Natura 2000

La Commission européenne, en accord avec les Etats membres a fixé, le 21 mai 1992, le principe d'un réseau européen de zones naturelles d'intérêt communautaire. Ce réseau a été nommé « Natura 2000 ». Les objectifs sont de préserver la diversité biologique et valoriser le patrimoine culturel de nos territoires.

Les bases réglementaires du grand réseau écologique européen sont établies à partir de deux textes de l'Union Européenne :

- La Directive 79/409/CEE, dite « Directive Oiseaux » qui propose la conservation à long terme des espèces d'oiseaux sauvages de l'Union Européenne en ciblant 181 espèces et sous-espèces menacées qui nécessitent une attention particulière. Plus de 3 000 sites ont été classés par les Etats de l'Union en tant que Zones de Protection Spéciales (ZPS) ;
- La Directive 92/43/CEE dite « Directive Habitats Faune Flore » qui établit un cadre pour les actions communautaires de conservation d'espèces de faune et de flore sauvages ainsi que de leur habitat. Cette directive répertorie plus de 200 types d'habitats naturels, 200 espèces animales et 500 espèces végétales présentant un intérêt communautaire et nécessitant une protection. Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) et/ou Sites d'Intérêt Communautaire (SIC), actuellement plus de 20 000 pour 12% du territoire européen, permettent une protection de ces habitats et espèces menacées.

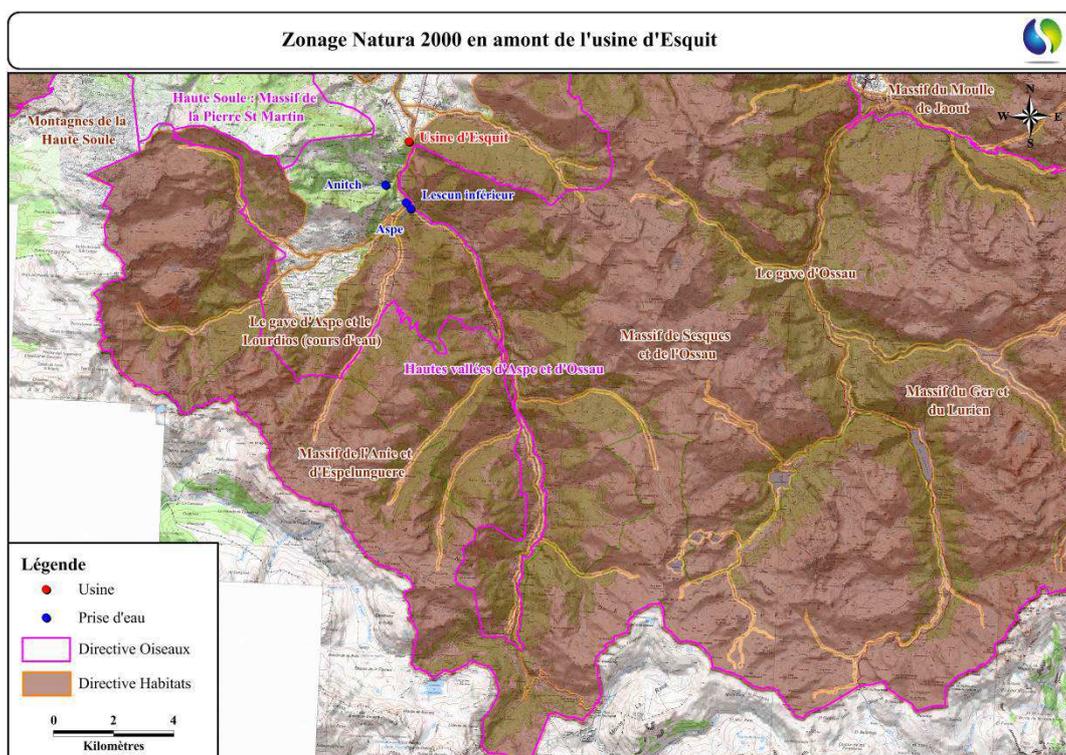
Au niveau du secteur de l'étude, les axes Gaves et affluents sont quasi-intégralement situés au sein même ou à proximité immédiate de sites patrimoniaux naturels référencés dans le réseau Natura 2000 (Figure 7) :

- La prise d'eau de d'Aspe est située sur le territoire du site SIC-Directive Habitats FR7200792 « Le Gave d'Aspe et le Lourdios » et à proximité immédiate des sites SIC-Directive Habitats FR7200746 « Massif de l'Anie et d'Espelunguère » et FR7200744 « Massif de Sesques et de l'Ossau ». De plus, elle appartient au site ZPS-Directive Oiseaux FR7210087 « Hautes Vallées d'Aspe et d'Ossau » ;
- La prise d'eau de Lescun Inférieur est située sur le territoire du site SIC-Directive Habitats FR7200792 « Le Gave d'Aspe et le Lourdios » et à proximité immédiate du site SIC-Directive Habitats FR7200746 « Massif de l'Anie et d'Espelunguère ». De plus, elle est très proche du site ZPS-Directive Oiseaux FR7210087 « Hautes Vallées d'Aspe et d'Ossau » ;
- La prise d'eau d'Anitch est située à proximité du site SIC-Directive Habitats FR7200792 « Le Gave d'Aspe et le Lourdios » et relativement proche du site SIC-Directive Habitats FR7200744 « Massif de Sesques et de l'Ossau ». De plus, elle est également proche du site ZPS-Directive Oiseaux FR7210087 « Hautes Vallées d'Aspe et d'Ossau ».

Les informations détaillées concernant ce secteur sont disponibles sur le site <http://natura2000.fr/>.

L'intérêt principal en faune aquatique ou inféodée directement aux milieux humides réside dans la présence de Desmans, de Saumons atlantiques, de Chabots et d'Ecrevisses à pattes blanches.

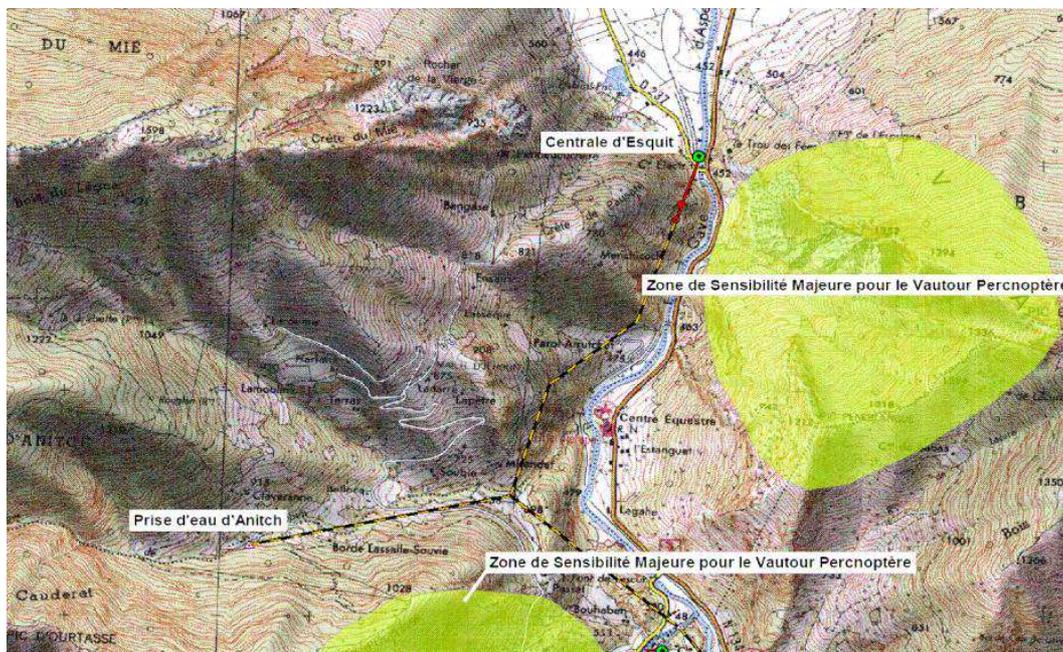
Les risques principaux recensés concernent une dégradation potentielle de la qualité des eaux et la présence d'obstacles au franchissement de la faune et à la continuité écologique et ainsi une forte sensibilité des espèces à la fragmentation des habitats.



**Figure 7 - Cartographie des zonages Natura 2000 à proximité du complexe hydroélectrique d'Esquit**

#### 4.1.4 Zonages spécifiques

Les différentes prises d’eau sont situées à proximité de Zones de Sensibilité Majeure pour la protection du Vautour Percnoptère (Figure 8).



**Figure 8 - Cartographie des zonages spécifiques « Percnoptères » à proximité du complexe hydroélectrique d’Esquit**

## 4.2 QUALITE DES MILIEUX ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE

### 4.2.1 Classements au titre de l’article L214-17 du Code de l’Environnement

La LEMA du 30 décembre 2006 a réformé les classements de cours d'eau en les adaptant aux exigences de la Directive Cadre Européenne. Elle introduit deux nouveaux types de classement qui remplacent les anciens classements réglementaires (« cours d'eau réservés » et « cours d'eau classés à migrateurs »).

Les listes 1 et 2 des cours d'eau, classés au titre de l’article L214-17 du code de l’environnement, ont été arrêtées par le préfet coordonnateur du bassin Adour-Garonne le 7 octobre 2013. Les arrêtés de classement ont été publiés au journal officiel de la République française le 9 novembre 2013.

#### 4.2.1.1 Classement en liste 1

Cette liste est établie parmi les cours d'eau, portions de cours d'eau ou canaux :

- En Très Bon Etat écologique ;
- Nécessitant une protection complète des poissons migrateurs amphihalins ;
- Ou identifiés par le SDAGE comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l’atteinte du Bon Etat écologique des cours d'eau d’un bassin versant.

Sur ces cours d'eau, aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique, et ceci à partir de la date de la publication des listes.

L’effet du classement en liste 1 est immédiat pour les nouveaux ouvrages.

Il n’y a pas d’incidence immédiate pour les ouvrages existants. La loi rappelle que le renouvellement de la concession ou de l’autorisation des ouvrages existants, régulièrement installés sur ces cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux sont subordonnés à des prescriptions permettant :

- De maintenir le Très Bon Etat écologique des eaux ;
- De maintenir ou d'atteindre le Bon Etat écologique des cours d'eau d'un bassin versant ;
- Ou d'assurer la protection des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée.

Cependant, il convient de noter que les exigences potentielles en matière de restauration de la continuité écologique lors du renouvellement des droits d’usage de l’eau ne sont pas exclusivement liées au classement et qu’elles peuvent être envisagées sur tout cours d’eau dès lors que l’étude d’impact ou les avis recueillis lors de l’instruction de la demande de renouvellement justifient ces aménagements.

Les objectifs de la liste 1 sont de préserver la qualité et les habitats de ces cours d’eau classés et de maintenir la continuité écologique en interdisant la construction de nouveaux ouvrages.

Par ailleurs l’amélioration reste possible du fait de la mise en conformité progressive des ouvrages existants au rythme des renouvellements de concessions ou d’autorisations ou par anticipation en application d’un classement en liste 2.

Sur le secteur de l’étude :

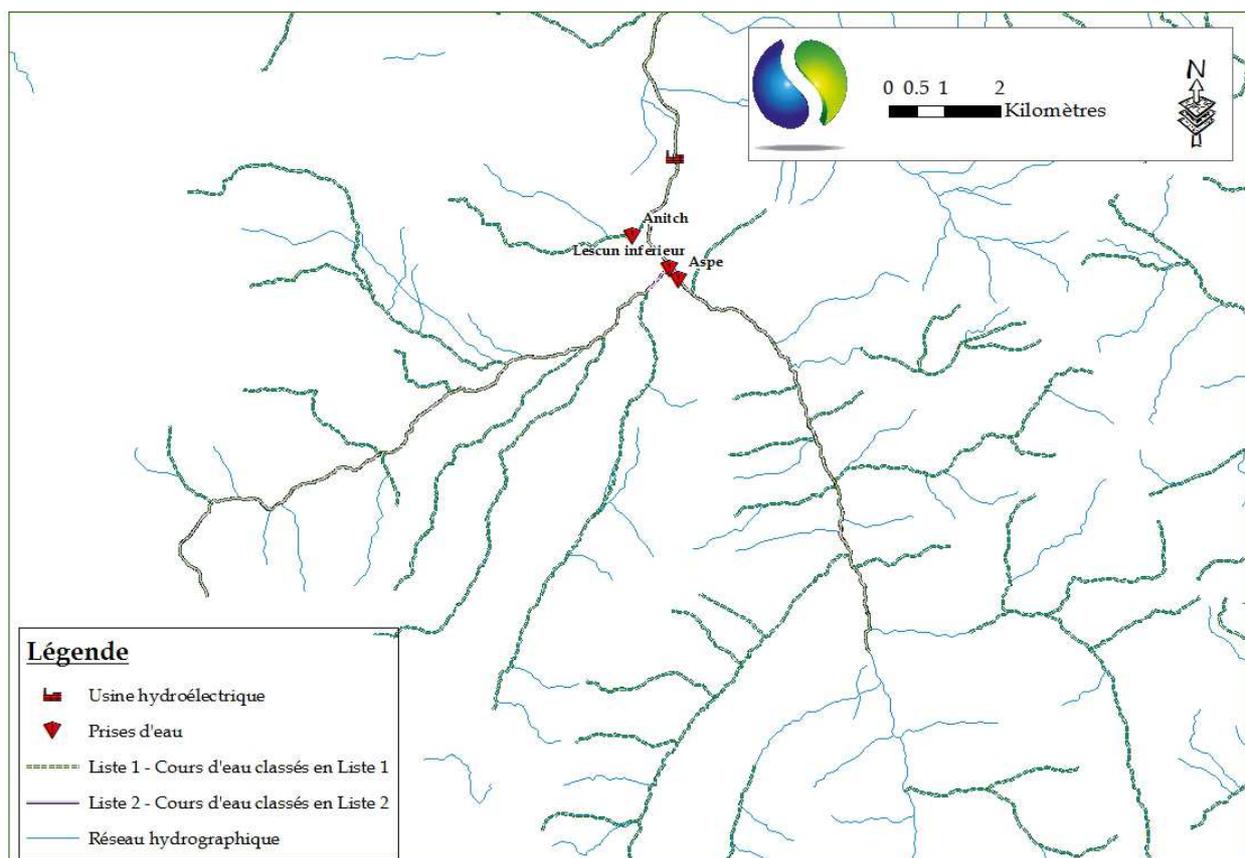
- Les trois prises d'eau de l’usine d’Esquit sont comprises dans des tronçons classés en liste 1.

#### 4.2.1.2 Classement en liste 2

Cette liste présente des cours d’eau, partie de cours d’eau ou canaux pour lesquels il est nécessaire d’assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs (amphihalins ou non).

Sur le secteur de l’étude :

- La prise d’eau d’Anitch n’est pas située sur un cours d’eau classé en liste 2 ;
- Les prises d'eau du Gave d’Aspe et du Gave de Lescun sont comprises dans des tronçons classés en liste 2.



**Figure 9 - Cours d’eau « classés » sur la zone d’étude**

## 4.2.2 Etat des Lieux DCE

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE), adoptée en décembre 2000 par le parlement européen, a pour ambition d'harmoniser les politiques de l'eau, tant sur les plans nationaux qu'europpéen.

Elle reprend et complète les réglementations antérieures qui touchaient à l'eau en imposant une obligation de résultats aux Etats membres.

Cette directive définit des objectifs qualitatifs de préservation et de restauration de l'état des eaux superficielles (douces et côtières) et des eaux souterraines.

Ainsi, ces eaux doivent atteindre le Bon Etat Global (Etats écologique et chimique) d'ici 2015.

Outre cet objectif, la DCE institue cinq grands principes de gestion :

- la gestion par bassin versant ;
- la fixation d'objectifs par masse d'eau, unités fonctionnelles de référence ;
- une analyse économique du prix de l'eau avec intégration des coûts environnementaux ;
- un mode de gouvernance en faveur de l'intégration du public et de la transparence ;
- une planification et une programmation avec des échéances et une méthode de travail spécifique.

Cette méthode de travail consiste à recenser les masses d'eaux et à identifier leurs problématiques à travers un état des lieux, puis à mettre en place un plan de gestion avec des objectifs environnementaux qui doivent être atteints à l'aide d'un programme d'action.

Un programme de surveillance doit assurer le suivi de l'avancée des objectifs fixés avant de renouveler la procédure tous les 6 ans.

En France, la DCE a été transposée dans le droit français en 2006 au travers de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (Lema).

Celle-ci s'est traduite par la création des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) en tant que plans de gestion, de suivis, de mesures d'actions...

### 4.2.2.1 Evaluation d'Etat et Pressions s'exerçant sur le Milieu

Ainsi, sur le territoire de l'étude, trois grandes masses d'eau sont caractérisées et font l'objet, à la fois, de mesures de suivis, d'évaluations qualitatives et quantitatives et d'objectifs de résultats d'état :

- FRFR254, Le Gave d'Aspe de sa source au confluent du Gave de Lescun ;
- FRFR441, Le Gave de Lescun de sa source au confluent du Gave d'Aspe ;
- FRFR255, Le Gave d'Aspe du confluent du Gave de Lescun au confluent du Gave d'Ossau.

*NB. Le ruisseau d’Anitch n’est pas référencé comme masse d’eau superficielle individuelle.*

L’ensemble des informations individuelles des masses d’eau peut être récupéré sur le site internet <http://adour-garonne.eaufrance.fr/>.

La Figure 10 reprend de manière cartographique l’évaluation de l’état de chacune des masses d’eau de surface, suivant le type de compartiment suivi, dans le cadre de la procédure DCE (Etats Biologique et Physico-chimique donnant l’Etat Ecologique et Etat Chimique).

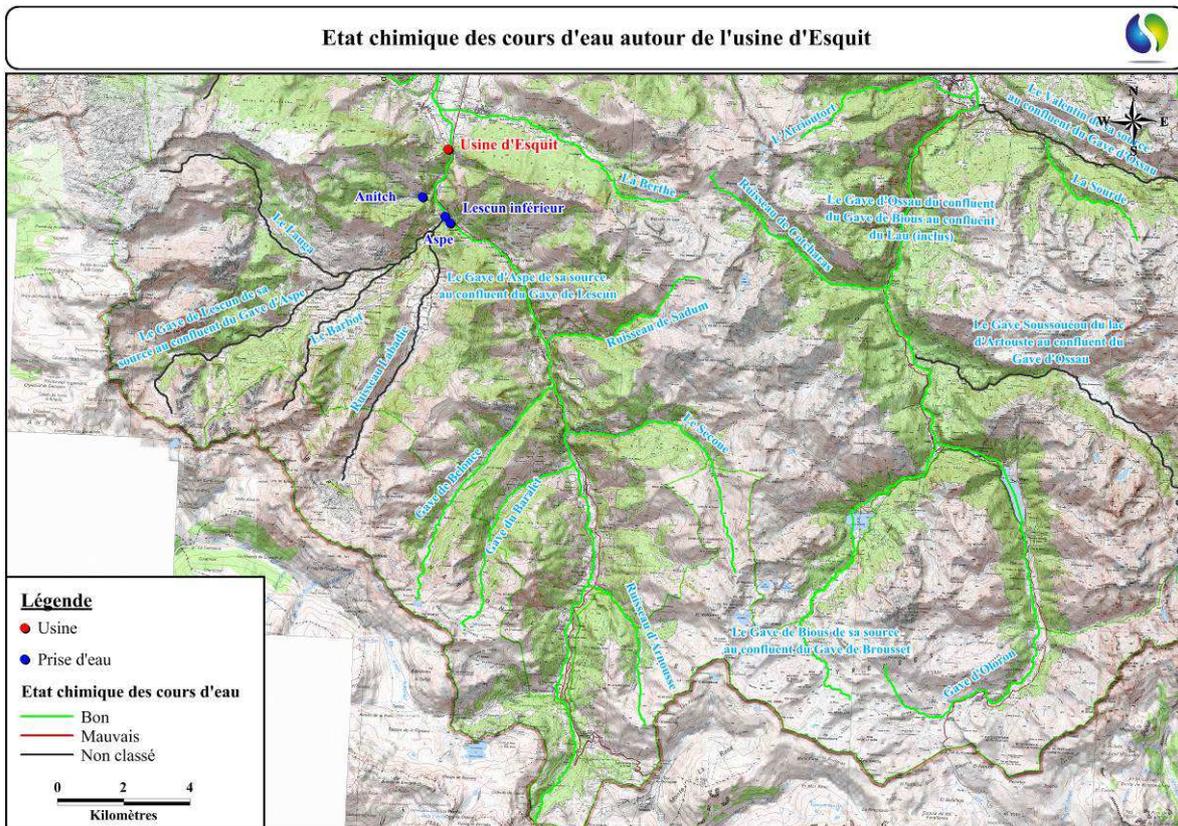
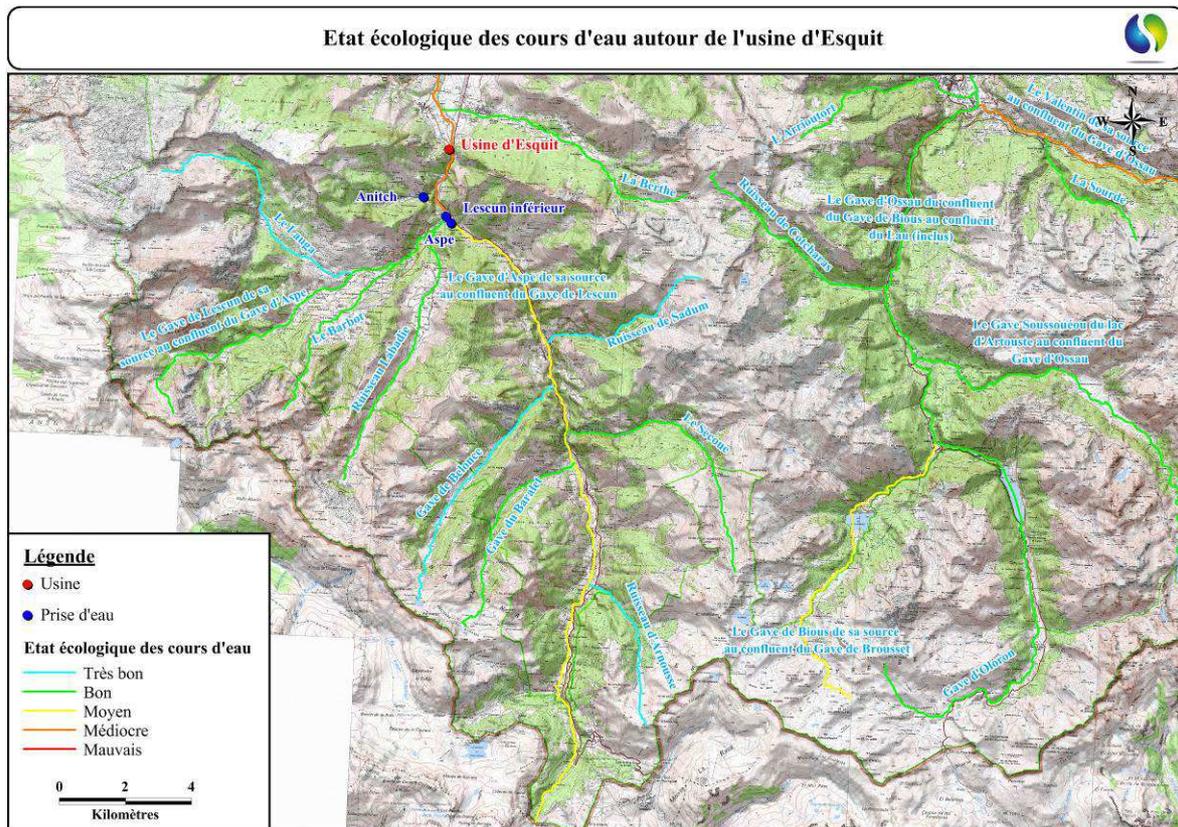
Les informations sur chacun des paramètres de classification (mesurés ou modélisés) sont indiquées dans les figures suivantes pour les masses d’eau directement concernées : Gave d’Aspe avant la confluence avec le Gave de Lescun (Figure 11), Gave de Lescun (Figure 12) et Gave d’Aspe en aval de la confluence (Figure 13).

Il est toutefois à considérer que pour le Gave de Lescun (pour l’ensemble de l’Etat Ecologique) et pour le Gave d’Aspe en amont (pour l’Etat Biologique), les indices ont fait l’objet d’une classification par modélisation (sans mesure directe) et donc, avec une incertitude plus élevée.

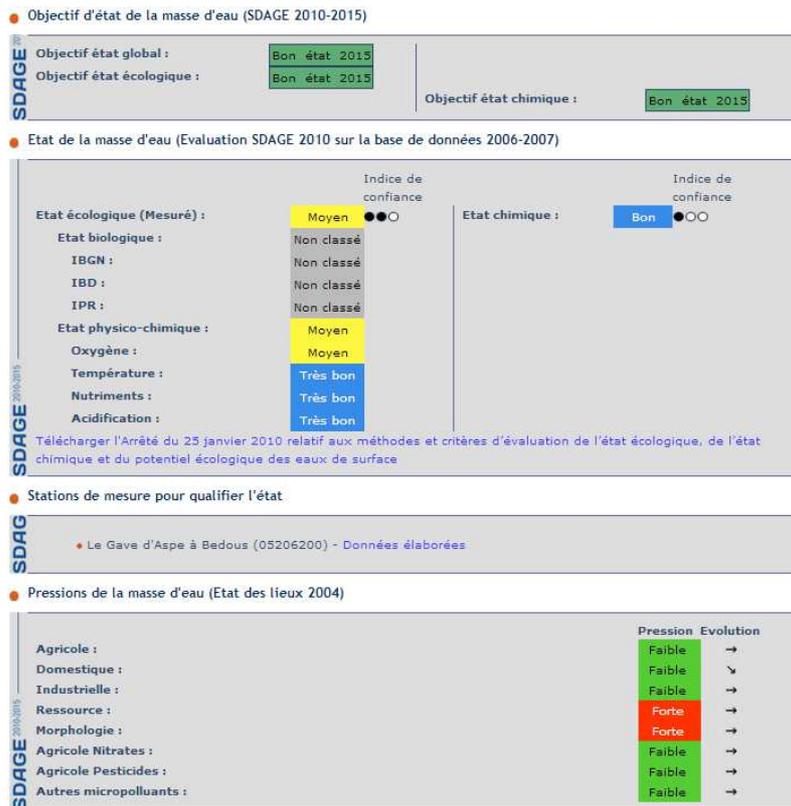
L’ensemble des masses d’eau du secteur de l’étude est en Bon Etat Chimique (à l’exception du bassin du Gave de Lescun pour lequel nous ne disposons pas d’information sur ce compartiment).

En revanche, concernant l’Etat Ecologique, plusieurs paramètres sont responsables d’un déclassement :

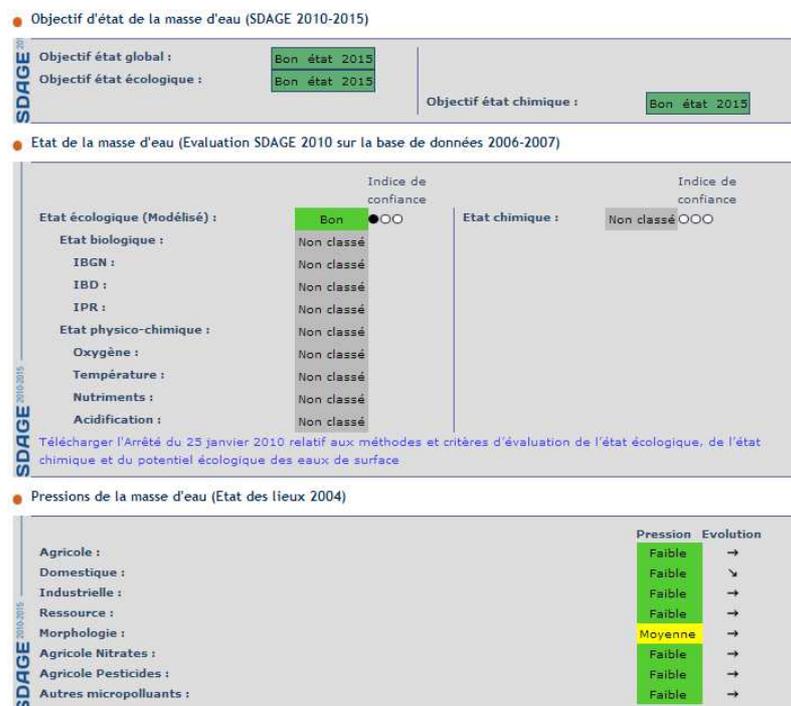
- Pour le Gave d’Aspe amont, une problématique d’oxygénation a été identifiée déclassant ainsi l’Etat Physico-chimique et donc a fortiori, l’Etat Ecologique. On note également des pressions fortes sur la morphologie et sur la ressource (notamment par modification, réduction ou blocage des flux liquides naturels, en partie par dérivation des débits) ;
- Pour le Gave de Lescun, aucune modélisation ne décline l’Etat Ecologique mais nous rappelons cependant qu’il ne s’agit ici que d’une modélisation. A noter également une légère pression sur la morphologie du cours d’eau ;
- Pour le Gave d’Aspe en aval, les pressions sont multiples avec notamment des modifications fortes de la morphologie et la présence d’une pollution domestique marquée (dérivation des débits, industrie métallurgique et fromageries (eaux blanches)). Ces paramètres induisent un déclassement avec un Etat Ecologique Médiocre.



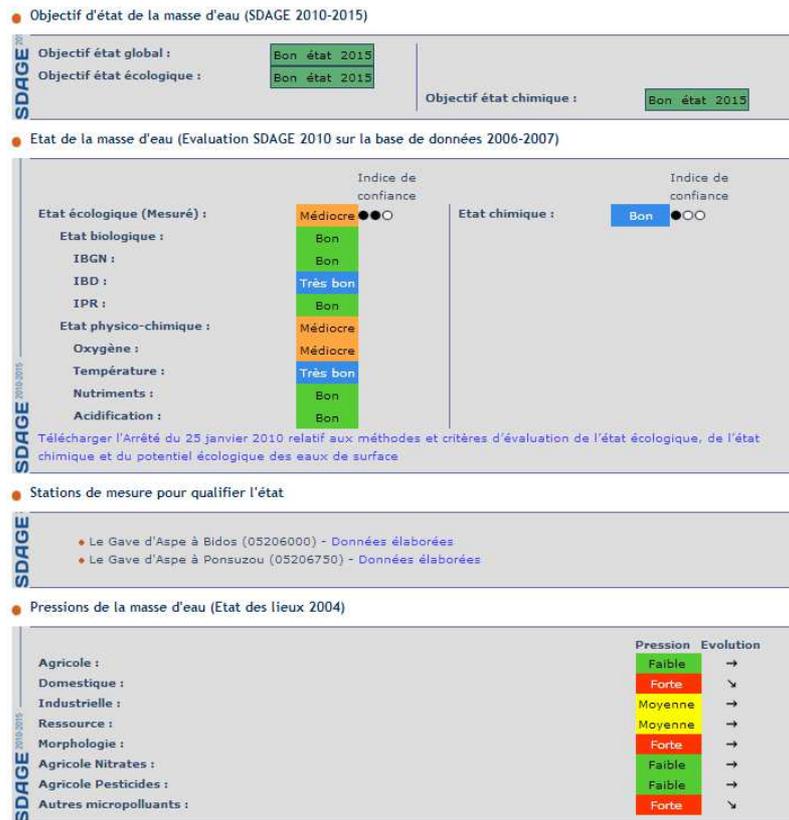
**Figure 10 – Evaluation d'Etat des Masses d'Eau superficielles du territoire de l'étude (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne)**



**Figure 11 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR254, Le Gave d'Aspe de sa source au confluent du Gave de Lescun (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne)**



**Figure 12 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR441, Le Gave de Lescun de sa source au confluent du Gave d'Aspe (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne)**

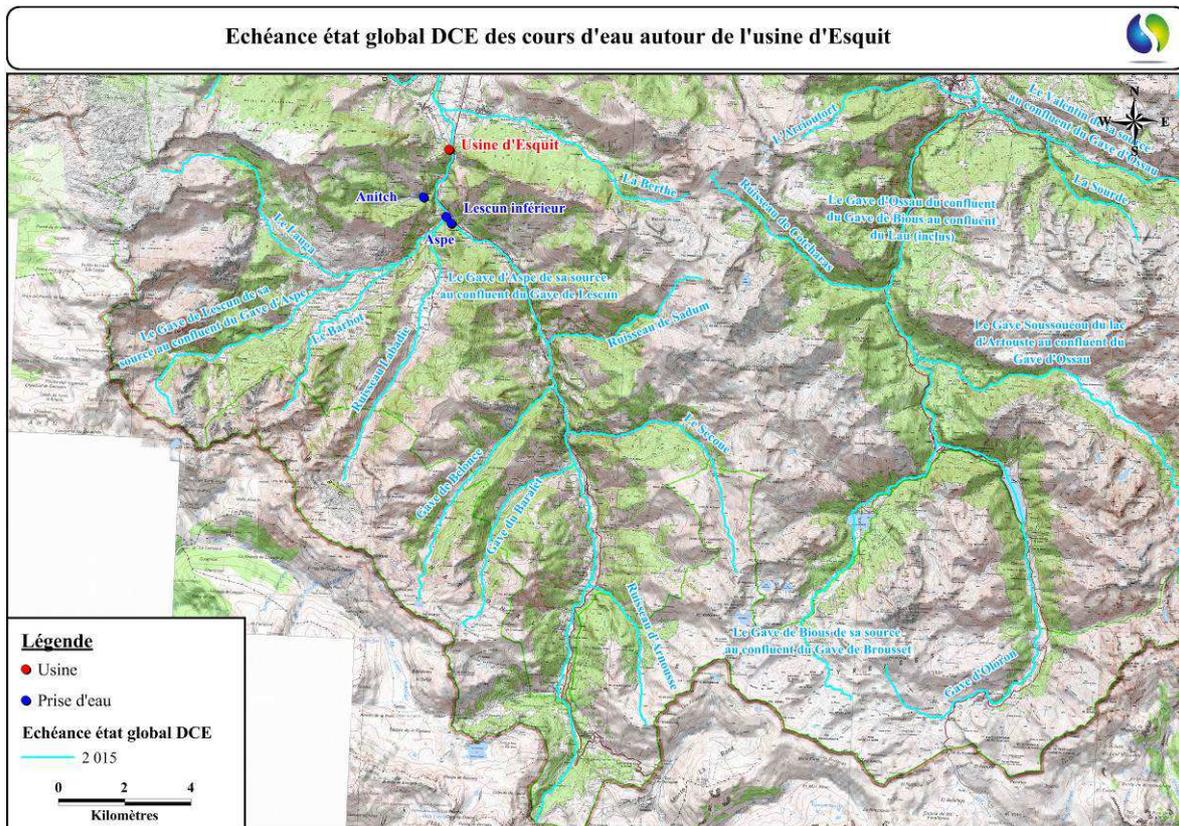


**Figure 13 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR255, Le Gave d'Aspe du confluent du Gave de Lescun au confluent du Gave d'Ossau (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne)**

#### 4.2.2 Objectifs d’Etat DCE

La Figure 14 reprend de manière cartographique l’objectif global d’état à atteindre pour chacune des masses d’eau superficielles caractérisées sur le territoire de l’étude avec l’échéance d’atteinte de cet état.

Malgré le déclassement actuel des masses d’eau du Gave d’Aspe, notamment sur le compartiment physico-chimique, l’échéance d’atteinte du Bon Etat global est fixé à 2015, sans report d’objectif.



**Figure 14 –Echéance d’atteinte du Bon Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne)**

## 5 LE CONTEXTE PHYSIQUE

**L’objectif de l’étude étant de déterminer des débits minimum biologiques sur un grand nombre de tronçons influencés, il est apparu pertinent, outre la contextualisation générale du secteur, d’identifier des différences, ou au contraire des similitudes, typologiques et morphodynamiques.**

**Cette approche contribue dans la suite de l’étude aux éléments de comparaison entre des situations différentes ou a contrario pour l’extrapolation de certaines expertises à des contextes équivalents (pour une réduction de coût et une optimisation d’analyse par exemple).**

Les structures géomorphologiques naturelles déterminent les paramètres qui influencent la dynamique fluviale et ses altérations. Il n’est, par exemple, pas judicieux de comparer d’égales à égales des mêmes pressions s’exerçant sur un cours d’eau coulant dans une gorge à forte pente avec un transit sédimentaire important et un petit cours d’eau de plaine à faible énergie.

Autre objectif de ce volet, bien identifier les différents fonctionnements afin de positionner de la manière la plus correcte et la plus pertinente les sites d’analyse et le type de méthode à employer.

Le projet national SYRAH-CE<sup>4</sup> a développé une sectorisation hydromorphologique afin de disposer d’un cadre d’analyse adapté, consistant à créer un réseau de tronçons élémentaires sur une très grande partie du réseau hydrographique national. Cette sectorisation est basée sur les lois de la géomorphologie fluviale afin de présenter des caractéristiques géomorphologiques homogènes sur l’ensemble du linéaire de chacun de ces tronçons (géométrie du lit, pente, sinuosité, largeur de fond de vallée, style fluvial...).

A l’aide du référentiel existant mais également de nos propres outils, le territoire de l’étude est donc analysé sur chacun des paramètres pertinents susceptibles d’apporter des informations cohérentes et objectives pour une bonne caractérisation typologique. Une analyse détaillée des caractéristiques suivantes permet de décrire le contexte physique global du secteur mais également des différences éventuelles de fonctionnement entre chaque portion de cours d’eau :

- Caractéristiques de relief, de géologie et climatiques synthétisées dans les hydroécorégions (HER<sup>5</sup>) de niveau 1 et 2 (si nécessaire, sous-description de l’HER de niveau 1 correspondante), construites pour la mise en place du cadre de régionalisation pour la Directive Cadre Européenne sur l’Eau (DCE). Cette régionalisation basée sur ces déterminants primaires (géographie, climatologie, géologie, pédologie, ...) du fonctionnement des cours d’eau permet de discriminer des grandes régions homogènes en termes de processus physiques dominants ;

<sup>4</sup> Chandesris, A., Mengin, N., Malavoi, J.R., Souchon, PELLE, H., Y. & Wasson, J.G. (2008) : SYstème Relationnel d’Audit de l’Hydromorphologie des Cours d’Eau SYRAH CE. Principes et méthodes. - Rapport CEMAGREF

<sup>5</sup> Wasson, J.G., Chandesris, A., Pella, H. & Blanc, L. - (2003) : Les hydro-écorégions de France métropolitaine - Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d’invertébrés. - Rapport CEMAGREF

- Taille des cours d’eau selon la classification des rangs de Strahler ; cette ordination étant une méthode simple et robuste permettant de proposer des limites typologiques au niveau des discontinuités réelles du réseau hydrographique correspondant à des changements de dimension.
- Typologie des cours d’eau appliquée sur les masses d’eau superficielles fournies par l’Agence de l’Eau ; cette typologie est directement issue de la classification appliquée pour la DCE (circulaire Ministère de l’Ecologie - DCE 2005/11) et est obtenue à partir d’un croisement hydroécocoréion/rang tout en tenant compte de l’influence hydrologique de l’amont.
- Attributs primordiaux issus des valeurs calculées d’après le référentiel de sectorisation du projet SYRAH-CE (pente du lit, largeur du fond de vallée, puissance spécifique en crue, rapport d’encaissement du cours d’eau dans sa vallée...).

Idéalement, l’utilisation des méthodes classiques sur l’analyse de sensibilité à la réduction des débits d’un cours d’eau doivent être menées sur des secteurs qui ne sont que peu modifiés par les activités anthropiques (autres que les incidences sur le débit), ces variations morphodynamiques par rapport à un référentiel naturel pouvant être responsables d’une modification de la réponse de la rivière par rapport à une typologie attendue.

Par l’application du même protocole de référence, une identification des pressions et des occupations du sol dans le lit majeur, susceptibles d’accroître ou d’atténuer les modifications en raison de la présence d’aménagements, est réalisée. Cette prise en compte des zones influencées par une gestion humaine du cours d’eau est importante :

- Pour compléter la caractérisation contextuelle des bassins analysés.
- Mais surtout afin d’identifier des secteurs de positionnement des sites d’acquisition de données pour lesquels les pressions anthropiques sont suffisamment faibles pour ne pas influencer le fonctionnement naturel du cours d’eau, en tout cas concernant sa structure morphologique.

Tout comme pour la caractérisation typologique, la démarche utilisée dans le cadre du projet SYRAH-CE semble pertinente compte tenu des exigences liées à cette étude. La démarche utilisée ici sera donc une caractérisation par une approche « descendante » du contexte d’occupation des sols par les aménagements et les usages. Les sous-bassins sont étudiés et observés à différentes échelles, en axant l’analyse sur l’utilisation des sols qui les caractérisent et les pressions qui s’exercent sur les cours d’eau.

## 5.1 TAILLE ET TYPOLOGIE DE COURS D’EAU

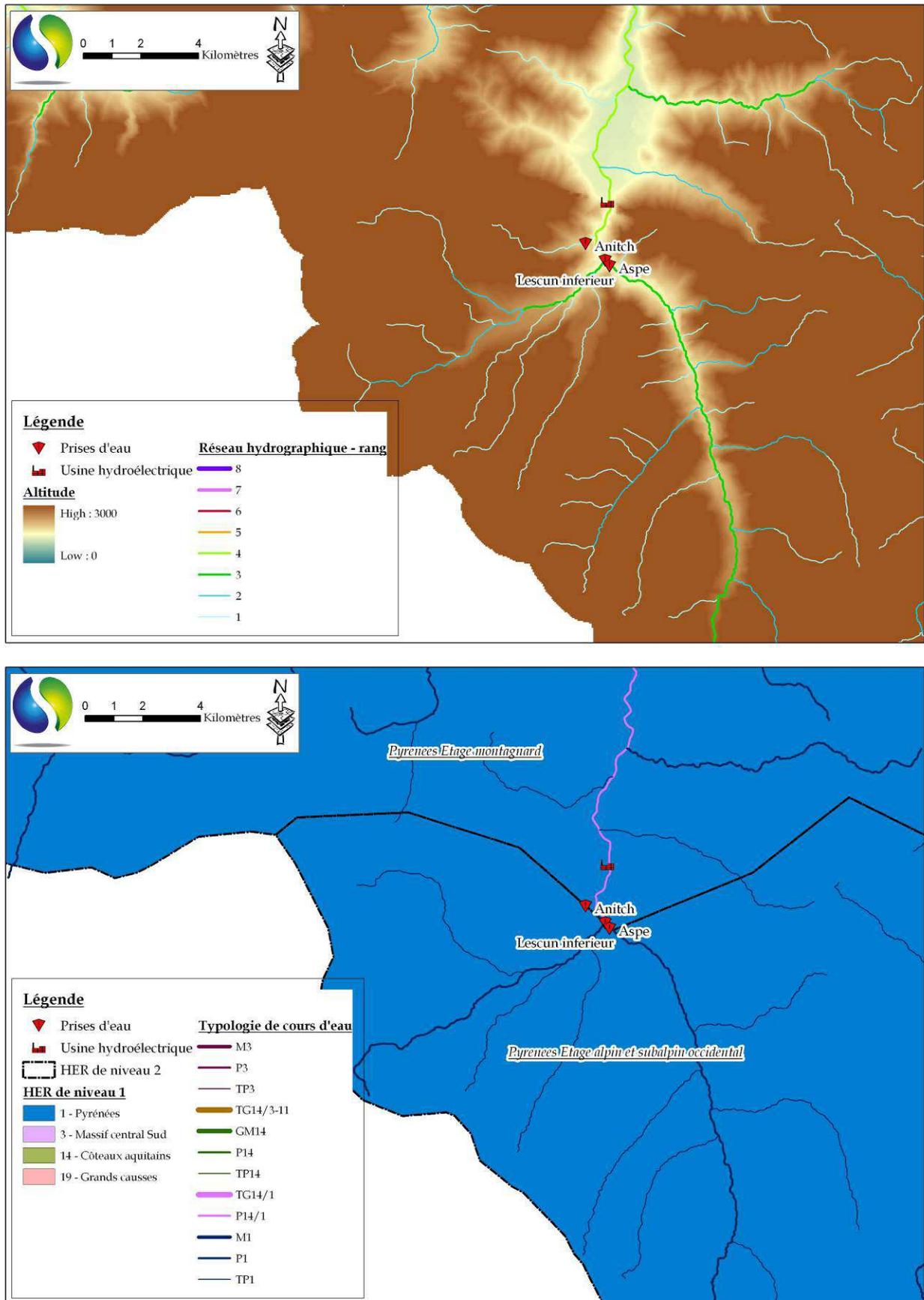
La représentation des cours d’eau par leur rang de Strahler permet par cette première approche de visualiser la taille des cours d’eau. La confluence de deux cours d’eau de rang 3 (Gave d’Aspe et Gave de Lescun) donne un cours d’eau de rang 4 au sein même du tronçon court-circuité. Le ruisseau d’Anitch est en revanche un cours d’eau de rang 1.

L’ensemble des cours d’eau du secteur sont endogènes des Pyrénées, d’où leur classification officielle en « Petits cours d’eau de l’HER1 » pour les Gaves d’Aspe et de Lescun en amont de leur confluence et en « Très Petit cours d’eau de l’HER1 » pour le ruisseau d’Anitch. Seul le Gave d’Aspe en aval de la confluence avec le Gave de Lescun est officiellement classifié en « Petit cours d’eau de l’HER14 exogène de l’HER1 » mais il s’agit d’un artefact de découpage de la masse d’eau qui se prolonge jusque dans le piémont pyrénéen bien plus en aval ; localement son fonctionnement est tout à fait comparable aux portions de cours d’eau immédiatement à l’amont, hormis concernant sa taille.

Dans la classification nationale, cette HER1 – Pyrénées est un massif montagneux au relief très accidenté mais présente des altitudes moins élevées que les Alpes internes et nettement moins de glaciers. Les vallées sont perpendiculaires à l’axe du massif et donc très courtes. Le climat est océanique avec une frange méditerranéenne uniquement sur la portion Est du massif.

La zone d’étude est scindée en deux Hydroécocorégions de niveau 2 différentes :

- Sur la portion amont du réseau, les « Pyrénées occidentales dans ses étages alpins et subalpins (n°94) » correspondent, comme leur nom l’indique, à la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées avec des altitudes élevées et un relief découpé. Le climat est montagnard humide avec un étage alpin ;
- Sur la portion aval, les « Pyrénées à l’étage montagnard (n°96) » sont une zone intermédiaire entre la haute montagne au régime nival et les reliefs moins élevés plus au Nord. Géologiquement très hétérogène, cette zone est marquée par un relief accidenté et des fortes pentes. Le climat est montagnard froid et humide sous influence océanique.



**Figure 15 - Carte de représentation de la typologie des cours d'eau s'écoulant au sein des Hydroécocorégions**

## 5.2 CONTEXTE HYDROMORPHOLOGIQUE DU SECTEUR

Suite à cette première observation typologique de la zone d’étude et du réseau hydrographique, nous compléter la contextualisation physique du secteur par l’utilisation de certains indicateurs issus du programme SYRAH-CE :

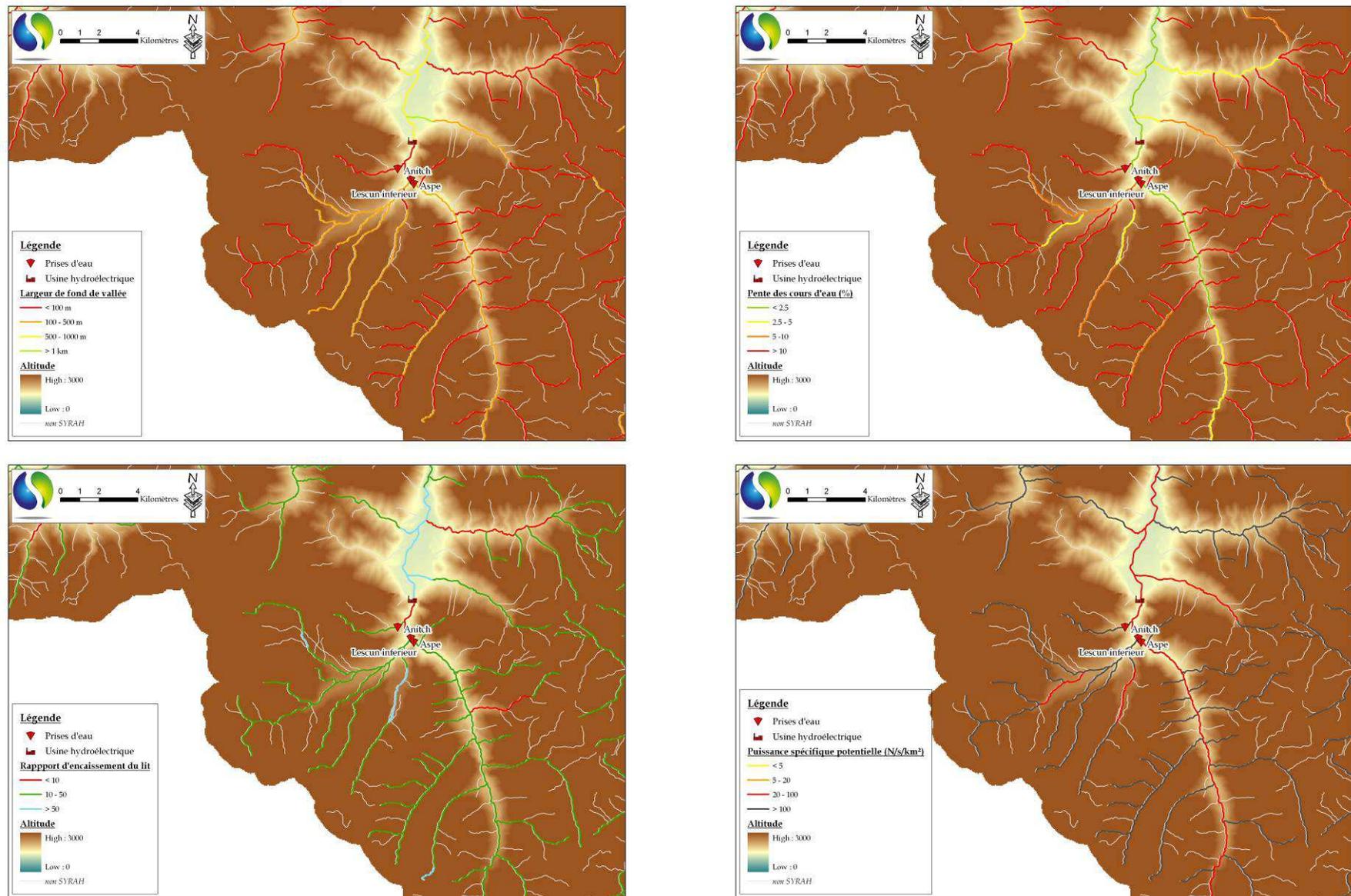
- Toute la portion amont du bassin présente un encaissement de vallée relativement fort. Il est même très élevé au droit même du tronçon court-circuité et pour le ruisseau d’Anitch avec des vallées très étroites alors que l’on observe un élargissement important de la vallée immédiatement à l’aval de l’usine d’Esquit et un changement relatif localisé du contexte typologique ;
- L’ensemble du réseau, conformément à la typologie de classification, présente de fortes pentes de cours d’eau, supérieures à 5% et même supérieures à 10% pour plus petits cours d’eau dont le ruisseau d’Anitch. Seul le Gave d’Aspe, cours d’eau principal du secteur, présente une pente globale inférieure à 2.5% ;

*NB. Le « Rapport d’encaissement » est le rapport de la largeur du fond de vallée sur la largeur du cours d’eau à pleins bords. Ce rapport d’encaissement permet notamment de déterminer la mobilité latérale potentielle du cours d’eau. Il peut aussi être utilisé pour déterminer la possibilité de développement d’un corridor de végétation alluviale. Il représente le rapport d’encaissement moyen de vallée pour chaque tronçon qui compose le réseau TGH. Cette valeur doit permettre d’évaluer les capacités de déplacement latéral du lit mineur et de recharge sédimentaire. Les niveaux les plus bas représentent ainsi les cours d’eau les plus encaissés alors que les valeurs hautes traduisent un large espace de mobilité. Toutefois, dans le programme SYRAH-CE, cet indicateur est tout théorique dans la mesure où le niveau de précision du MNT utilisé (MNT à 50m de l’IGN) laisse une incertitude non-négligeable dans le cas des vallées montagnardes, ce qui est le cas ici. Il convient donc de prendre cet indicateur avec toute la prudence nécessaire.*

- Les cours d’eau concernés par l’étude présente ainsi des rapports d’encaissement moyens. La dynamique potentielle latérale des cours d’eau est donc permise même si la moindre pression anthropique et notamment la présence de voies de communication au sein du lit majeur est susceptible de restreindre la dynamique naturelle ;

*La « Puissance potentielle » du cours d’eau est obtenue par le produit de la pente de la vallée (en m/m) par le débit spécifique<sup>0.99</sup> (débit non dépassé 99% du temps sur la courbe des débits classés, en m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>) et par le poids volumique de l’eau (9810 N/m<sup>3</sup>). Cette puissance potentielle est préférable à la puissance spécifique « classique » ((pente du cours d’eau \* débit de fréquence biennale \* 9810) / largeur), pour s’affranchir de la forte incertitude qui pèse encore sur les largeurs de cours d’eau disponibles de manière indirecte par SIG. De plus, la pente et la largeur d’un cours d’eau sont des variables de réponse et non de contrôle, donc facilement modifiables par l’Homme.*

- Naturellement en montagne et en début de bassin versant, nous sommes en présence de cours d’eau à la puissance spécifique potentielle élevée. Toutefois, on distingue dès à présent une différence entre le ruisseau d’Anitch et le Gave de Lescun, à la puissance très élevée, du Gave d’Aspe, à la pente plus faible et d’une puissance « uniquement » forte.



**Figure 16 – Indicateurs de contextualisation hydromorphologique du réseau hydrographique (source – SYRAH-CE)**

### 5.3 CONTEXTE D’OCCUPATION DES SOLS

Dans un troisième temps, une identification des pressions a été réalisée sur le cours d’eau et son lit majeur. Cette prise en compte des zones influencées par une gestion humaine du cours d’eau est importante :

- Pour compléter la caractérisation contextuelle des bassins analysés ;
- Afin d’identifier des secteurs de positionnement des sites d’acquisition de données pour lesquels les pressions anthropiques sont suffisamment faibles pour ne pas influencer le fonctionnement naturel du cours d’eau, en tout cas concernant sa structure morphologique.

Une analyse détaillée des caractéristiques suivantes permet de décrire les différences d’utilisation des sols à l’intérieur de chacun des tronçons identifiés :

- Postes CORINE Land Cover (IFEN), inventaire biophysique de l’occupation des sols décrite à l’échelle 1/100000 avec un seuil minimal de 25Ha. Les postes d’occupation des sols concernant les territoires artificialisés ou anthropiques sont analysés car souvent synonymes de consolidation des berges pour la protection des zones urbaines et sources de modification morphologiques importantes pour les cours d’eau ;
- Ouvrages transversaux en lit mineur (base ROE-ONEMA) responsables de la modification des flux solides et liquides en raison du blocage qu’ils exercent sur le cours d’eau ; A noter toutefois que cette base est un inventaire bibliographique récent de différentes études de recensement ; Des manques ou des doublons sont possibles et seule la présence/absence est utilisable, sans notion de taille ou de hauteur de chute ;
- Données cartographiques pour visualiser les principales infrastructures exerçant une pression sur les cours d’eau, leur lit mineur et majeur (routes, voies ferrées...). La présence de ces voies de communications ou obstacles à proximité immédiate du cours d’eau entraîne, la plupart du temps (après stabilisation des berges pour la protection de ces routes, par exemple), une réduction de sinuosité, une modification de la géométrie du lit mineur et une forte altération de la dynamique latérale.

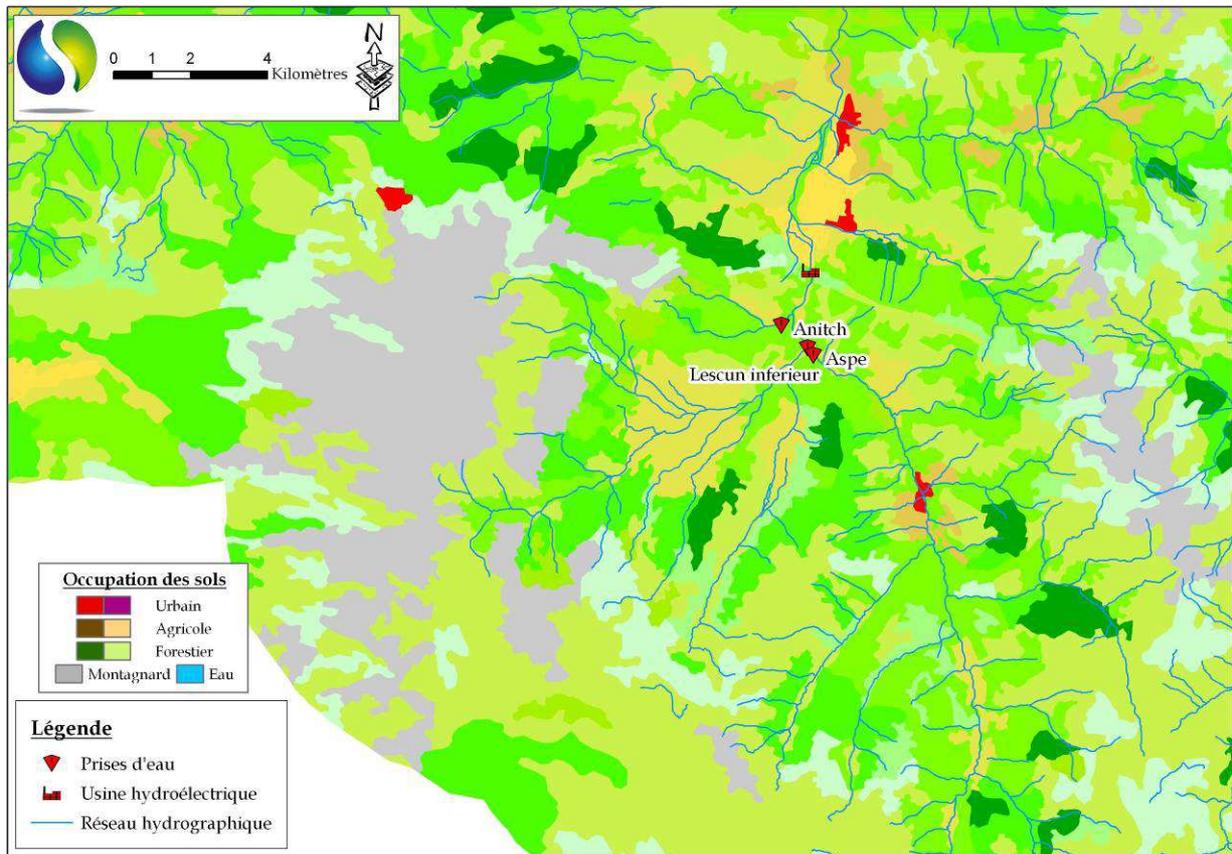
#### 5.3.1 Corine Land Cover

L’occupation des sols de la zone d’étude est fortement dominée par les postes d’origines naturelles.

Au niveau de la partie amont du réseau, l’occupation des sols est principalement forestière et montagnarde. Conformément aux étages alpins et subalpins, nous pouvons observer en majorité des « forêts mélangées et de feuillus » et « forêts de conifères et des zones de landes et broussailles ».

L’impact des activités humaines sur la partie amont de notre zone d’étude semble extrêmement faible. Seule la présence des zones habitées du village d’Etsaut est notable et les zones recensées comme « agricoles » ne sont représentées que par des « prairies » ou des « systèmes culturels et parcellaires complexes » qui sont constitués d’une juxtaposition de petites parcelles de cultures annuelles diversifiées, de prairies et/ou de cultures permanentes complexes. L’ensemble de ces postes ont donc potentiellement un très faible impact morphologique sur des cours d’eau d’une telle puissance spécifique potentielle.

Sur la portion aval du tronçon court-circuité, non directement concerné par cette étude, la pression urbaine et agricole peut être potentiellement plus forte mais le risque relatif sur la dynamique d’un cours d’eau de forte puissance est encore une fois très faible. Il est éventuellement plus probable sur les très petits affluents latéraux du Gave, en traversée de village.



**Figure 17 - Carte de représentation des postes CORINE Land cover de la zone d'étude (les multi-codes de certains types sont liés à la différence d'intensité)**

### 5.3.2 Voies de communication en lit majeur et Ouvrages en lit mineur

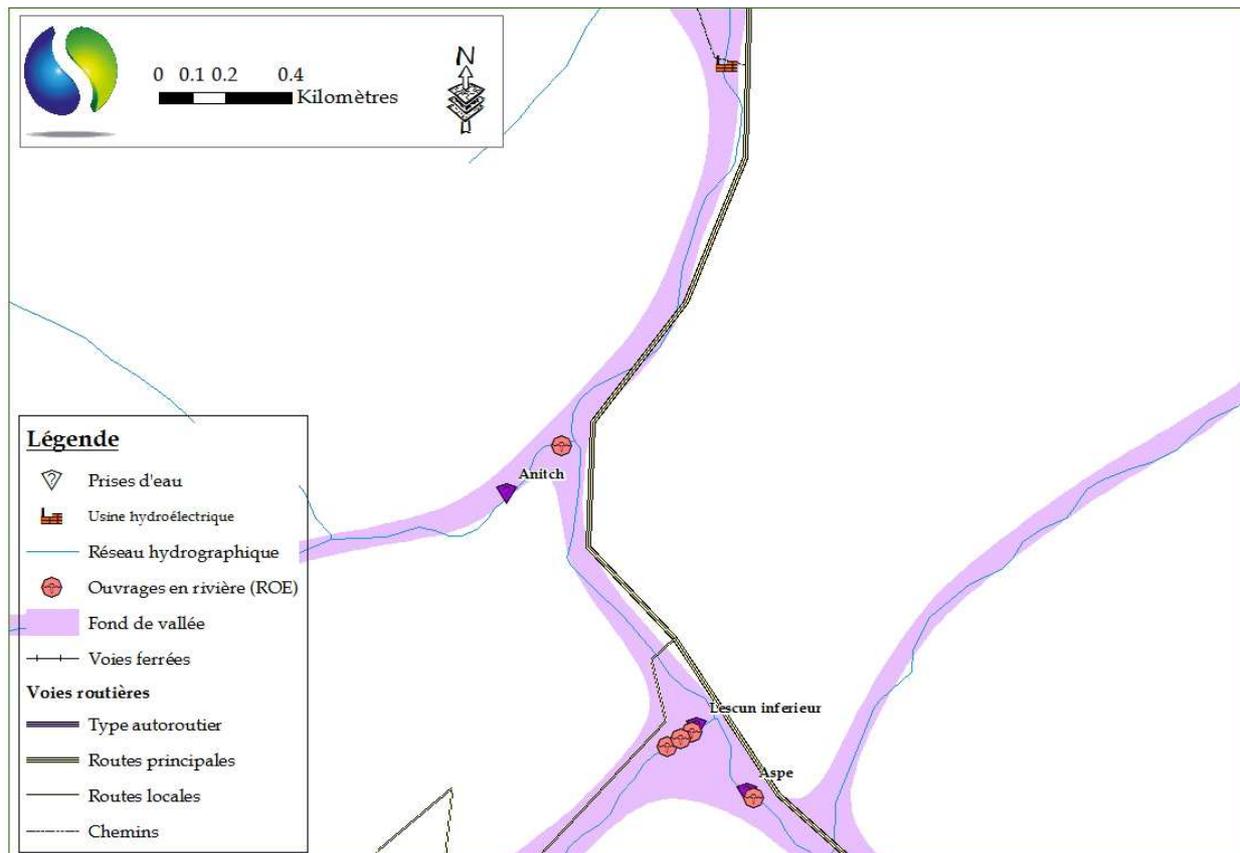
D'après les données du Référentiel Obstacles à l'Écoulement (ROE), l'ensemble des ouvrages de prises d'eau recensés dans le cadre de cette étude sont référencés. On notera toutefois le positionnement parfois imprécis de ces ouvrages (exemple de la prise d'eau d'Anitch positionnée au pont situé 200 m en aval), positionnement qui a donc été vérifié via la base ouvrage de l'Agence de l'Eau.

Ces informations permettent, comme nous l'avons précisé auparavant, de prendre toutes les précautions d'usage avec l'utilisation de ce référentiel. Ce référentiel des obstacles à l'écoulement est assez récent, l'ensemble des ouvrages n'étant pas référencé. Il est donc d'autant plus important lors de la prospection sur le terrain de compléter la présence d'éventuels obstacles transversaux non référencés et pouvant gêner l'écoulement naturel du cours d'eau et la continuité écologique.

Comme pour l'occupation globale des sols, les voies de communication ne semblent pas être un impact majeur à la dynamique latérale des rivières. En effet, on ne note la présence d'une route de taille importante que dans la vallée principale du Gave d'Aspe et en aval immédiat du Gave de Lescun.

Toutefois, nous avons pu voir précédemment que la largeur du fond de vallée, associée au rapport d’encaissement des cours d’eau et à leur puissance spécifique potentielle, sont des éléments qui ne permettent pas une divagation latérale très élevée. La présence de ces routes (d’autant plus si elles sont perchées) ne semble donc pas être un élément déterminant sur la mobilité naturelle de la rivière.

Cependant, à cette échelle il n’est pas possible de déterminer si des digues de soutènement de ces voies ou bien des protections de berges sont localement susceptibles de restreindre la dynamique naturelle. Seule la prospection de sectorisation nous permettra d’apporter des précisions sur cet élément.



**Figure 18 - Carte de représentation des ouvrages transversaux en rivière et des voies de communication sur le secteur de l'étude à mettre en relation avec leur présence éventuelle au sein du fond de vallée**

La dynamique naturelle des rivières semble préservée, à cette échelle et avec le niveau de précision disponible, mais serait a priori impactée sur le volet hydrologique (restriction des débits moyens transitant par débits réservés et limitation de la fréquence des crues) et les flux solides (présence d'ouvrages bloquant et limitation de la remobilisation granulométrique).

## 6 SECTORISATION AFFINEE SUR LE SECTEUR RAPPROCHE

La sectorisation d’analyse indirecte, basée sur l’homogénéité des mêmes paramètres géologiques, géomorphologiques, hydrologiques ou autres se traduisant par de nettes modifications de la morphologie générale de la rivière ou de sa vallée, prépare la prospection.

En effet, malgré cette expertise aussi fine et pertinente que possible qui permet avant tout de contextualiser les milieux et fonctionnements et d’identifier grossièrement le positionnement des stations de mesure nécessaires, une analyse précise et directe de terrain sur les tronçons influencés s’avère nécessaire pour la validation de ces informations ainsi que pour implanter correctement les différents sites de mesures.

Sur l’intégralité des linéaires influencés ou de référence (amont immédiat des ouvrages pour disposer d’une vision « non-impactée », tronçons court-circuités ou tronçons influencés par des modifications par rapport au régime naturel), il s’agit ici de réaliser une description globale de l’ensemble des paramètres de fonctionnement morphologique grâce à une prospection de terrain.

Cette prospection à pied est réalisée, à débit bas, sur l’intégralité du linéaire concerné. Au cours de cette visite, sont identifiées toutes les caractéristiques de fonctionnement de la rivière et principalement les éléments susceptibles d’influencer profondément le fonctionnement actuel de la rivière suite à la modification à venir des débits :

- La morphologie globale de la vallée et les pressions ponctuelles ou diffuses s’exerçant sur le cours d’eau et son lit majeur ;
- La structure sommaire de la ripisylve avec estimation de son intérêt écologique et de son fonctionnement comme annexe hydraulique secondaire ;
- La granulométrie moyenne observée selon l’échelle de WENTWORTH modifiée (Annexe 10.1) ;
- La succession globale des faciès morphodynamiques est relevée selon une clé de détermination empirique propre (Annexe 10.2) ;
- Les paramètres généraux d’écoulement du lit (largeur, pente, dynamique latérale...) ;
- La présence d’obstacle à l’écoulement des flux solides et liquides ;
- La présence d’obstacles à la continuité biologique ;
- Les zones d’habitat piscicoles singulières (obstacles, abris, caches, frayères potentielles....) ;
- Enfin, les secteurs soumis à des désordres fonctionnels de type colmatage interstitiel ou de surface, susceptibles d’avoir un impact fort sur la vie aquatique (Annexe 10.4).

Ce volet est avant tout orienté sur les notions principales liées aux débits influencés :

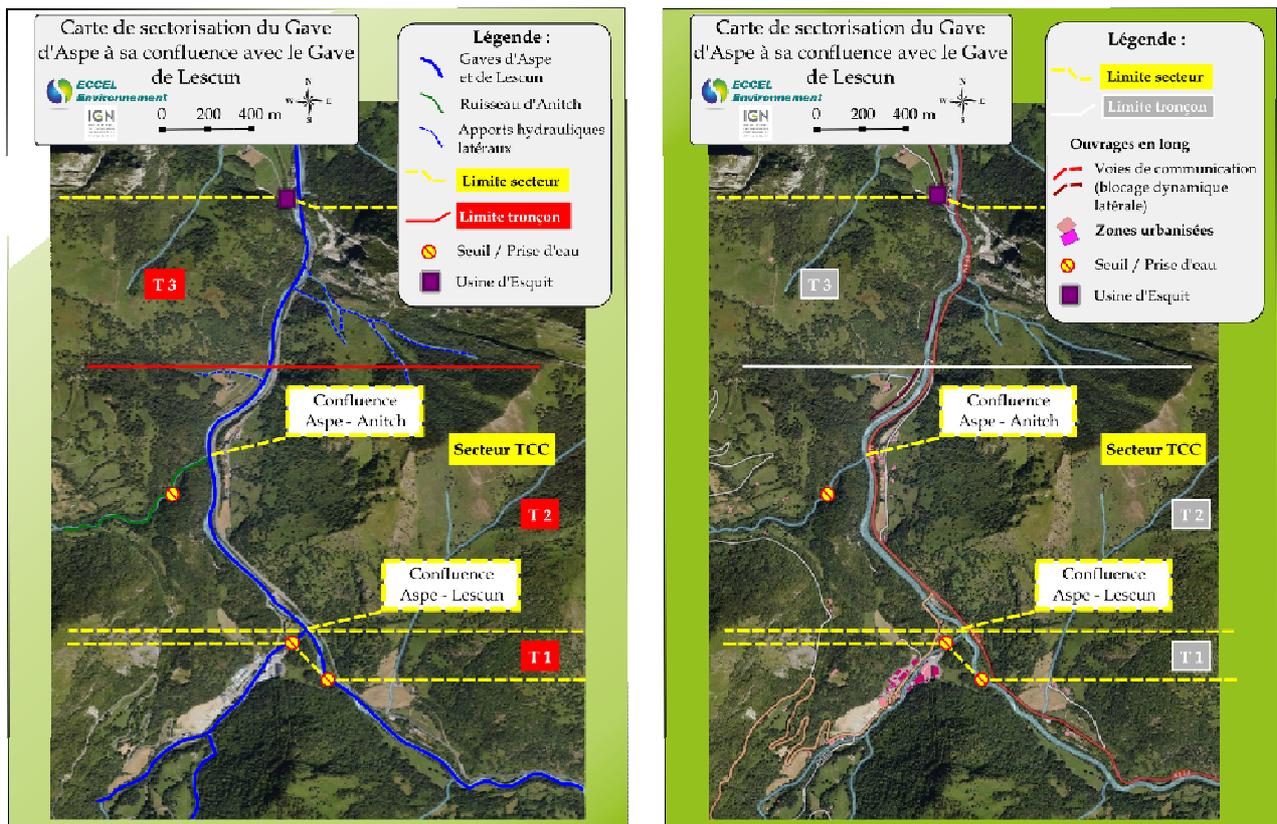
- Continuité impactée par les obstacles infranchissables naturellement ou à bas débit influencé ;

- Exondation (ou à l’inverse, gain d’habitat par mise en eau à débit supplémentaire envisagé) de zones biologiques potentiellement favorables (habitats, frayères, zones humides...) ;
- Déconnexion des zones refuges entre elles (impossibilité de transit entre zones à utilisation fréquentes, fragmentation spatiale du milieu) ;
- Perte des habitats latéraux, les plus favorables aux peuplements aquatiques (sous-berges, milieux racinaires...).

L’ensemble du secteur étudié représente un linéaire de 3 kilomètres environ pour le Gave d’Aspe (entre la prise d’eau et la restitution à l’usine d’Esquit) et de seulement quelques dizaines de mètres pour les deux affluents prélevés, le Gave de Lescun sur sa partie terminale et le ruisseau d’Anitch.

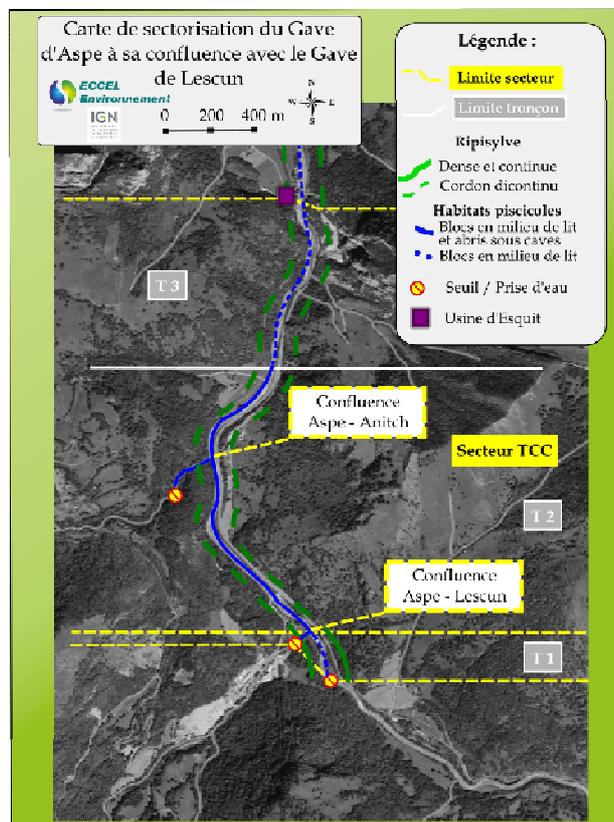
La sectorisation a permis de repérer cinq entités distinctes aux fonctionnements hydromorphologiques différents, dont une pour chacun des affluents.

La localisation des différents tronçons ainsi que leurs principales caractéristiques sont représentées dans les figures et le tableau ci-dessous.



Tronçons identifiés

Pressions anthropiques



Ripisylve et Habitats piscicoles

Figure 19 - Cartes de sectorisation du Gave d’Aspe et de ses affluents

Gave d'Aspe	Conformation vallée	Tronçon	Code	Longueur (m)	Milieu	Pente du lit	Largeur moyenne (m)	Type Faciès	Granulométrie moyenne	Ripisylve	Colmatage	Abris & habitats piscicoles	Zones de fraie potentielles	Dynamique de la rivière	Obstacles transversaux	Expansion latérale potentielle avec hausse du débit
Amont confluence du Gave de Lescun	Relativement encaissée, pente faible, fond de vallée occupée par les voies de communication	Aval PE & Amont de la confluence du Lescun	T1	275	Rivière	Faible	20	Radiers / Plats lenticques / Mouilles	B/PG/SF	Dense et continue	Moyen	Blocs en milieu de lit	Quelques rares zones	Forte	Prise d'eau aménagée	Notable
Aval confluence du Gave de Lescun	Relativement encaissée, pente faible, fond de vallée occupée par les voies de communication	Aval immédiat de la confluence du Lescun	T2	1650	Rivière	Faible	30	Radiers / Rapides / Mouilles	R/R/PG/CF	Cordon discontinu	Faible	Blocs en milieu de lit et quelques abris sous berges	Quelques zones	Forte	Aucun	Notable
	Fermeture du fond de vallée par verrou rocheux local	Amont de l'usine & Aval du ruisseau d'Anitch	T3	850	Rivière	Faible	20	Radiers / Rapides / Mouilles	R/RPG/SF	Cordon discontinu	Fort	Blocs en milieu de lit	Quelques rares zones	Forte	Aucun	Naturellement faible
Gave de Lescun	Encaissée, pente moyenne, fond de vallée occupée par de nombreuses pressions anthropiques (voies de com., usine, aménagement hydroélectrique...)	Aval PE & Amont de la confluence du Gave d'Aspe	L1	75	Rivière	Moyenne	10	Rapides / Plats lenticques / Mouilles	B/PG/SF	Dense et continue	Moyen	Blocs en milieu de lit	Quelques rares zones	Forte	Prise d'eau infranchissable	Notable
Ruisseau d'Anitch	Très fortement encaissée, pente forte, fond de vallée traversée par une ancienne voie de chemin de fer	Aval PE & Amont de la confluence du Gave d'Aspe	A1	150	Torrent	Très forte	2	Escaliers / Fosses	R/R/B/SG	Dense et continue	Faible	Blocs en milieu de lit	Quelques rares zones	Forte	Prise d'eau (mais falaise naturelle immédiatement à l'amont)	Notable

Sous la forme: *Grossier/Dominant1/Dominant2 / Accessoire*

Elément marquant pour le milieu

**Tableau 5 - Caractéristiques hydromorphologiques principales du Gave d’Aspe et de ses affluents**



## 6.1 GAVE D’ASPE

### 6.1.1 Tronçon T1 – Amont confluence avec le Gave de Lescun

En aval immédiat de la prise d’eau principale et hormis cette dernière, le cours d’eau s’écoule dans un environnement à pressions anthropiques de faible impact (malgré la route en fond de vallée) compte tenu de sa très forte énergie naturelle. Aux abords immédiats du cours d’eau, la végétation est dense et continue de type forêt rivulaire.

Les écoulements sont représentés par une alternance de radiers/rapides et de zones plus profondes (de type chenaux ou mouilles) opérés sur une granulométrie de taille grossière (blocs et pierres) associée à une part non négligeable de sables légèrement colmatants.

Au niveau de ce tronçon la réduction du débit limite évidemment la capacité d’accueil du cours d’eau pour les espèces piscicoles en restreignant les habitats, notamment sur les plages latérales. **Toutefois, les zones en eau au débit réservé semblent tout à fait efficaces et surtout, la présence d’un chenal profond persistant est à considérer comme un facteur essentiel de résistance à la réduction du débit pour les populations locales.**



*Zone profonde en aval de la prise d’eau*



*Ripisylve dense et dynamique forte*

### 6.1.2 Tronçon T2 – Aval confluence avec le Gave de Lescun

En aval immédiat de la confluence avec le Gave de Lescun, la différence avec le tronçon précédent réside principalement dans l’augmentation de la largeur du lit. Localement, la ripisylve peut être beaucoup moins dense avec la proximité immédiate de la route en rive droite qui tend à la faire totalement disparaître sur cette berge.

Les écoulements sont représentés sensiblement identiques avec alternance de radiers/rapides et de zones plus profondes (de type chenaux ou mouilles) opérés sur une granulométrie de taille très grossière (rochers et pierres) mais avec un part notable de zones potentiellement favorables à la reproduction des salmonidés et un moindre colmatage.

Là également, le débit réservé limite la capacité d’accueil du cours d’eau pour les espèces piscicoles en restreignant les habitats potentiels latéraux. **Toutefois, les zones en eau au débit d’observation semblent tout à fait efficaces avec toujours, la présence d’un chenal profond, élément de résistance à la réduction des débits.**



*Elargissement du lit*



*Granulométrie légèrement plus grossière et colmatage moindre*

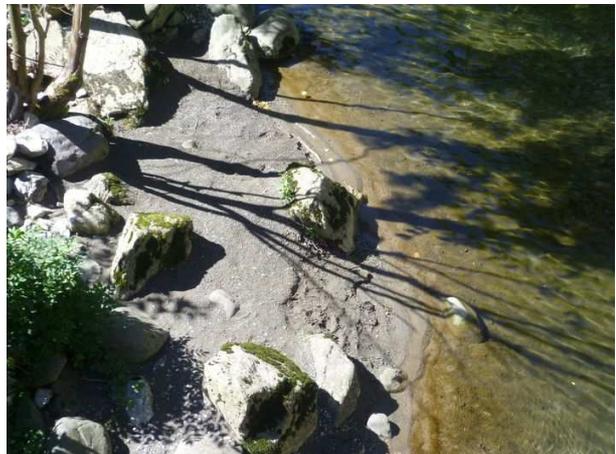
### 6.1.3 Tronçon T3 – Amont de l’usine d’Esquit

En aval immédiat de la confluence avec le ruisseau d’Anitch (non influent sur le Gave d’Aspe), la vallée se rétrécit considérablement occasionnant une sorte de « verrou rocheux », un rétrécissement important de la largeur du lit et une accentuation des zones profondes.

Les écoulements sont donc sensiblement identiques mais avec un accroissement de la part relative profonde et lenticule qui occasionne certainement un dépôt facilité des sables colmatants, d’autant plus que les débits moyens sont réduits, mais avec une reprise latérale régulière compte tenu des surverses fréquentes des prises d’eau.



*Vallée très encaissée*



*Colmatage par les sables en période de bas débit*

## 6.2 GAVE DE LESCUN

Le cours d’eau s’écoule localement dans un environnement à pressions anthropiques à fort impact sur sa dynamique naturelle (route à proximité immédiate, usine en fond de vallée, prise d’eau elle-même...). Aux abords immédiats du cours d’eau, la végétation est malgré tout dense et continue de type forêt rivulaire.

Les écoulements sont représentés par une alternance de rapides et de zones plus profondes de type mouilles avec une granulométrie grossière (blocs et pierres) associée à une part toutefois non négligeable de sables légèrement colmatants, mais aisément remobilisables, d’autant plus avec une fréquence importante des surverses.

Au niveau de ce tronçon la réduction du débit limite évidemment la capacité d’accueil du cours d’eau pour les espèces piscicoles en restreignant les habitats, notamment sur les plages latérales. **Toutefois, les zones en eau au débit réservé semblent tout à fait efficaces et il conviendra de tenir compte de la densité de la ripisylve très boisée et de son bon état qui sont un facteur positif pour la résistance du milieu à un réchauffement potentiel de la lame d’eau et en termes de disponibilité d’habitats.**



*Zone profonde en aval de la prise d’eau*

### 6.3 RUISSEAU D’ANITCH

En amont immédiat de la prise d’eau, le cours d’eau s’écoule au sein même de la falaise et est donc totalement impraticable, a fortiori pour les espèces piscicoles. Elle ne représente donc pas, en elle-même, un obstacle à la continuité sédimentaire ou biologique. Aux abords immédiats du cours d’eau, la végétation est dense et continue de type forêt rivulaire.

Le ruisseau en aval de la prise d’eau est fortement marqué par la réduction des débits et le passage au débit réservé. **La discontinuité longitudinale et la fragmentation des mosaïques d’habitats sont élevées mais essentiellement d’ordre typologique.** Hormis ce point important, le ruisseau s’écoule dans un environnement à pressions anthropiques de faible impact (malgré la traversée du pont de la voie ferrée en zone médiane). Les écoulements sont représentés par une alternance d’escaliers et de zones plus profondes avec une granulométrie de taille extrêmement grossière (rochers et blocs), signe de la très forte énergie naturelle du cours d’eau.



*Falaise en amont de la prise d’eau*



*Torrent de montagne à débit restreint*

## 7 METHODOLOGIE D’ANALYSE DES DEBITS BIOLOGIQUES

Il existe plusieurs méthodes d’aide à la décision pour la détermination des débits minimums biologiques (DMB) sur les cours d’eau.

Les méthodes normalisées dites « Microhabitats », les plus largement utilisées, sont préférentiellement réservées aux cours d’eau à truites (hors torrents de montagne), et aux cours d’eau mixtes à dominante salmonicole. Elles sont donc potentiellement applicables sur un certain nombre des sites suivis dans le cadre de cette étude.

### 7.1 EVHA

La méthode des microhabitats est largement utilisée en France dans les dossiers d’impact des ouvrages hydroélectriques pour déterminer le débit à réserver dans les secteurs court-circuités pour satisfaire les impératifs de la loi sur l’Eau. Cette méthode est née aux Etats-Unis à la fin des années soixante-dix pour faire face à des problèmes de gestion des ressources en eau (Bovee et Milhous 1978, Bovee 1982).

Elle repose sur les relations existant entre un poisson et les caractéristiques de l’habitat physique où il vit. Le principe des microhabitats consiste à estimer, pour un tronçon de cours d’eau, la valeur de la qualité d’habitat pour une espèce de poisson à un stade de développement donné. Cette valeur d’habitat prend en compte les besoins et les préférences de l’animal pour différents paramètres physiques, essentiellement la vitesse du courant, la profondeur de l’eau et la composition granulométrique du substrat.

« Le logiciel EVHA (logiciel d’évaluation de l’habitat physique du poisson en rivière, CEMAGREF-LYON), développé et mis au point par le Laboratoire d’Hydroécologie Quantitative du Cemagref de Lyon, permet l’évaluation de l’habitat physique des poissons en rivière...

Le concept principal du logiciel est de coupler un modèle hydraulique à un modèle biologique (courbes de preferenda), le premier décrit physiquement la rivière, le deuxième traduit sa capacité d’accueil pour les poissons. Ainsi, les simulations donnent, pour chaque débit envisagé, l’habitat potentiel du poisson pour des tronçons entiers de rivière ».

Dans la pratique, on réalise sur un tronçon de cours d’eau un modèle hydraulique qui permette d’estimer les valeurs de variables physiques en fonction du débit. En couplant le modèle hydraulique et les courbes de preferenda, on peut modéliser les capacités d’habitat du tronçon de cours d’eau pour une espèce donnée et en proposer des règles de gestion. Des logiciels tels que Phabsim ou EVHA réalisent ces modélisations complexes et lourdes à mettre en œuvre.

Le logiciel EVHA inclut un module hydrologique permettant d’intégrer la dimension temporelle dans les analyses. Enfin, comme pour les méthodes dérivées d’IFIM/PHABSIM, il s’agit d’interpréter des variations d’habitat physique potentiel en fonction de variations de débit.

## 7.1.1 Application du protocole EVHA

### 7.1.1.1 Mesures

L'estimation de la qualité de l'habitat et de ses modifications doit se faire sur un tronçon de cours d'eau sur environ 15 fois la largeur afin de couvrir une à plusieurs séquences de type radier - mouille, lorsqu'elles existent. Sur la station ainsi définie, en une campagne de terrain, des mesures de la granulométrie, de la vitesse de courant et de la profondeur sont réalisées sur environ 10 à 15 transects, à raison d'un nombre de points de mesure variables puisque lié aux variations importantes de l'un de ces trois paramètres primordiaux.

Une équipe réalise les mesures topographiques afin de permettre la modélisation surfacique au laboratoire. Ces mesures sont réalisées notamment à l'aide d'un tachéomètre laser Leica TS02 ou d'un niveau optique. Une autre équipe réalise les mesures de vélocité (avec courantomètre Hydreka BFM 801), qui, couplées aux mesures topographiques, permettront d'obtenir un modèle hydraulique et ainsi de modéliser les variations de potentialité d'habitats selon le débit théorique.



*Théodolite Leica TS02*



*Courantomètre électromagnétique Hydreka BFM01*

### 7.1.1.2 Traitement des données

EVHA prédit l'évolution avec le débit d'une note de qualité de l'habitat (variant entre 0 et 1), ou d'une surface utilisable (note de qualité de l'habitat x surface de la station). L'interprétation des résultats de ces simulations est liée aux validations biologiques des modèles qui ont été réalisées par les concepteurs (CEMAGREF Lyon).

### 7.1.1.3 Validation

L'ensemble des mesures et des analyses a été soumis à validation scientifique par les chercheurs de l'unité Milieux Aquatiques de l'IRSTEA (ex-CEMAGREF) de Lyon, à l'origine des bases scientifiques d'EVHA et des validations biologiques des modèles d'habitat utilisés dans le cadre de cette étude.

### 7.1.1.4 Analyse des résultats

L'utilisation des méthodes d'habitat, quelles qu'elles soient, doit reposer sur un choix de cible biologique précise tant en matière d'espèce que de stade de développement. Elle se doit d'incorporer également le contexte local de peuplement.

Les courbes d’évolution de la Surface Pondérée Utile (SPU) et de la Valeur d’Habitat en fonction du débit sont établies pour chaque station analysée et pour les différents stades des espèces piscicoles ciblées.

La VHA est donc une valeur adimensionnelle qui 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. Certaines études ont tendance à donner comme repère et pour simplification un seuil VHA de 0.3 comme le seuil de bonne qualité d’habitat mais aucune étude scientifique n’a jamais pu démontrer le caractère homogène de ce seuil, chaque situation étant un cas particulier. L’expertise doit donc se portée prioritairement sur la SPU, plus proche de la disponibilité réelle des habitats.

L’ensemble de ces résultats permet ainsi de déterminer l’habitat disponible et une sorte d’état actuel du milieu pour les peuplements piscicoles en permettant de déterminer des débits et des zones adéquates (ou au contraire limitatifs) aux différents stades de vie.

A partir des espèces cibles identifiées, les évolutions de l’habitat avec la variation de débit pour chacun des sites sont observées selon les modalités d’usage en vigueur, dans la gamme de modélisation disponible avec l’application de ce protocole. Deux valeurs (ou gammes de valeurs) sont particulièrement mises en avant dans ces analyses :

- **Le « débit optimal » peut être considéré, dans une logique de croissance continue débit/habitat, comme le débit au-delà duquel le gain d’habitat est toujours présent mais commence à devenir significativement moindre ;**

La valeur optimale de débit (généralement pour des débits supérieurs aux bas débits) est variable durant la saison en fonction du stade et de l’activité des espèces : un débit pourra être optimal pour une période automnale pour l’ensemble des espèces et des stades mais pourrait être différent en période de fraie pour les adultes ou d’émergence pour les alevins, notamment pour les Truites, espèce cible prioritaire du secteur.

Il convient cependant de rappeler les limites de ce type d’analyse concernant ce débit<sup>6</sup> : *« Il faut éviter d’interpréter les courbes dans la gamme haute de débits où ces valeurs sont dépassées. Il est souvent pour la même raison important de relativiser la notion de débit "optimum" suggéré par les courbes pour une espèce donnée. Les courbes sont plus utiles pour identifier un débit seuil en dessous duquel la qualité de l’habitat peut chuter dangereusement. ».*

Les modèles biologiques aujourd’hui disponibles sont très généralistes. Ils rassemblent des probabilités qu’un habitat soit utilisé par une espèce à un stade de développement donné pour une large gamme d’activité (repos, abris/refuge, nutrition). Ils sont basés sur des conditions hydrauliques moyennes de la colonne d’eau, conditions qui peuvent être bien représentatives pour de faibles valeurs de débit mais qui perdent très nettement de leur représentativité lorsque le débit et la rugosité augmente.

- **Le « débit critique » pour lequel on observe un point d’inflexion dans la perte d’habitat avec la baisse des débits. En cas de baisse de débit, il**

---

<sup>6</sup> Guide d’application des méthodes de microhabitats – ESTIMHAB – Lamouroux, IRSTEA – maj 2008

### **arrive un seuil où la perte d'habitat peut être majeure pour l'espèce ou la guilda étudiée.**

On peut ainsi définir comme valeur « plancher » ce débit critique, débit nécessaire à la préservation de l'ensemble des espèces durant les périodes critiques et donc avec un Débit Minimum Biologique (DMB) qui sera généralement argumenté autour de ce débit critique, débit de survie pour les espèces.

Pour la lecture et l'interprétation des courbes d'habitat et notamment pour la détermination des débits critiques, il convient dans le cadre de ce type d'étude, d'identifier les débits en dessous desquels les pertes de surface pondérées utiles paraissent sensiblement importantes au regard des espèces ciblées. Avec les mêmes courbes, mais en lecture inversée (en augmentant le débit), nous identifions également le débit au-delà duquel le gain d'habitat n'est plus sensiblement important et que nous considérons comme le débit optimal en fonction des espèces et des stades ciblés selon le calendrier déjà évoqué.

La modélisation et l'incertitude liée, ajoutée à la courbe sans point d'inflexion marqué, ne nous permet pas toujours d'identifier de manière précise et certaine ces valeurs. Il s'agit avant tout de fournir une plage de valeurs pour les débits demandés (plutôt que des valeurs fines), dans un premier temps en lecture brute, c'est-à-dire sans prise en compte de l'ensemble des éléments et donc sans démarche holistique.

#### **7.1.2 Connaissance des peuplements en place localement**

La détermination d'un débit minimum biologique, nécessaire au maintien des peuplements aquatiques, doit prendre en compte les compartiments hydrologiques, physiques et bien évidemment biologiques. L'utilisation des méthodes d'habitat, quelles qu'elles soient, doit ainsi reposer sur un choix de cible biologique précise tant en matière d'espèce que de stade de développement. Elle se doit donc d'incorporer le contexte local de peuplement.

Dans le cadre de cette étude, pour rationaliser les efforts et les coûts, après validation par le Comité de Pilotage, les données afférentes ont été recherchées uniquement de manière indirecte (sans inventaire piscicole spécifique à cette étude), prioritairement auprès des acteurs locaux. Des échanges proactifs avec les experts des Fédérations de Pêche, AAPPMA, ONEMA... ont donc été indispensables dans le choix de ces cibles, choix appuyés par les données bibliographiques disponibles (*cf.* Chapitre 4).

##### **7.1.2.1 Espèces ciblées**

Pour les cours d'eau sur lesquels cette méthodologie est appliquée et dans le cadre de cette étude, les informations sont convergentes : la Truite commune est clairement l'espèce repère préférentielle ces secteurs.

Toutefois, le Saumon atlantique est l'autre espèce patrimoniale, bien identifiée sur ces portions du Gave d'Aspe. Ces deux espèces typiques et patrimoniales seront donc prioritairement ciblées dans l'analyse des microhabitats et la détermination future des DMB pour ces cours d'eau.

##### **7.1.2.2 Choix des stades clés et périodes de sensibilité**

L'ensemble des stades sera considéré. Toutefois, une attention particulière est portée au stade adulte de Truite qui, en matière de capacité d'accueil physique, est généralement le stade limitant à bas débit et donc à considérer prioritairement dans une problématique de débit minimum (Baran, 1995, Souchon *et al.*, 1989).

Le stade reproduction, même s'il est analysé, est souvent mal pris en considération par la méthode des microhabitats (Delacoste *et al.*, 1999) et nécessite une évaluation spécifique de l'ordre de l'avis d'expert, les analyses quantitatives étant toutefois mises à contribution pour réduire le biais potentiel.

### **7.1.2.3 Modèles utilisés**

L'utilisation des méthodes d'habitat, quelles qu'elles soient, doit reposer sur un choix de cible biologique précise tant en matière d'espèce que de stade de développement. Elle se doit d'incorporer également le contexte local de peuplement.

Les besoins de l'espèce sont matérialisés sous forme de courbes de préférence d'habitat. Ces courbes sont basées sur plusieurs hypothèses (Baldrige et Amos, 1982) :

- Les individus d'une espèce donnée sélectionnent les habitats les plus favorables parmi tous ceux qui leur sont disponibles ;
- La fréquence d'observation des animaux dans un habitat donné est considérée comme un indicateur de l'utilisation de cet habitat ;
- Le rapport entre l'utilisation de l'habitat et sa disponibilité dans le milieu est considéré comme un indicateur de préférence de l'habitat ;
- Les individus sélectionnent une valeur de caractéristique d'habitat indépendamment des autres caractéristiques d'habitat.

A la création de ces méthodes, ces courbes ont concerné en premier lieu les tronçons salmonicoles des rivières françaises, car particulièrement impactées par des aménagements notamment hydroélectriques.

Les modèles utilisées, dans le cadre de cette étude, sont les modèles classiques, les plus couramment utilisés, modèles globaux et néanmoins les plus fiables et les plus pertinents.

Il a été question de l'intérêt de l'utilisation de modèles locaux mais les discussions avec les membres du Comité de Pilotage et avec les experts de l'IRSTEA nous ont confirmé la très faible pertinence de l'utilisation de courbes locales dans ce type d'étude. De telles courbes locales ont bien été développées mais pour des études très spécifiques et liées à des pressions particulières, modèles biologiques de surcroît pas toujours disponibles. Ainsi, le développement de ces outils pouvait être envisagé, sans tenir compte de l'absence d'argumentaire scientifique réel, mais nécessiterait des études spécifiques, localisées, longues et coûteuses et en plus, difficilement réapplicables par la suite.

Même si l'on peut toujours faire des reproches aux courbes « globales », dans les tests maintes fois réalisés par le passé, elles se sont toujours avérées a minima aussi fiables que les courbes spécifiques. L'intérêt évident de ces courbes est qu'elles ont toujours répondu présentes vis-à-vis des profils écologiques des différentes espèces typiques des milieux qui nous préoccupent ici.

De plus, l'objectif évident de cette étude sur de multiples prises d'eau est la standardisation méthodologique pour une réponse efficace à une diversité très importante de fonctionnements naturels et de modalités de gestion inter-corrélées. Il est donc peu judicieux de rajouter un bruit supplémentaire lié à des courbes spécifiques et que l'on ne pourrait quantifier.

Les modèles classiques et les plus déployés ont donc été utilisés dans le cadre de cette étude (Annexe 10.5) avec, pour exemple de la Truite, les courbes appliquées étant les courbes issues de « Bovee 1978 modifiée par CEMAGREF pour le stade adulte »<sup>7</sup>.

### 7.1.3 Confrontation aux indicateurs hydrologiques

Dans le cadre de cette étude, les valeurs basses des débits nous intéressent tout particulièrement puisqu’elles sont limitatives du potentiel d’habitat. Un débit faible présent sur du long terme peut avoir une influence importante sur la structure des communautés. Les valeurs de faibles débits vont conditionner la situation morphodynamique du cours d’eau en termes de surface en eau, les conditions hydrauliques et physico-chimiques qui vont directement influencer (l’habitat des espèces en quantité et en qualité ; les possibilités de déplacements et de migration des espèces [continuité écologique] ; les capacités de dilution de rejets...).

Mais les conditions hydrauliques à tous les stades de vie (reproduction, émergence, croissance) ont également un rôle très important sur l’équilibre des populations en place. Ainsi, l’interprétation des résultats d’EVHA se doit d’être dynamique : elle couple des valeurs d’habitat saisonnières à la connaissance du cycle de vie des espèces.

La connaissance de l’hydrologie naturelle et artificielle de la rivière devrait idéalement permettre de repérer les périodes pendant lesquelles les valeurs d’habitat peuvent être naturellement critiques, les durées et les fréquences de ces périodes. C’est un élément essentiel pour apprécier la direction vers laquelle les peuplements observés seraient susceptibles d’évoluer. Il est donc impératif d’avoir une connaissance aussi précise que possible de l’hydrologie en disposant pour le mieux de chroniques longues afin de fournir des valeurs statistiques fiables. La contextualisation hydrologique établie ici, au niveau global, de chaque bassin, voire par portion influencée (cf. Chapitre 3) permet donc de relativiser l’analyse brute des microhabitats, d’affiner l’expertise dans le cadre de l’exhaustivité indispensable à ce type d’étude.

Dans le cadre de cette analyse, les débits « critiques » et « optimaux » déterminés via l’analyse brute seront ainsi confrontés aux différents indicateurs hydrologiques disponibles pour chaque station afin de contextualiser et relativiser cette expertise et valider la possibilité naturelle du milieu à atteindre ces valeurs de DMB.

### 7.1.4 Limites à l’application de cette méthode dans la proposition des DMB

Les analyses brutes des courbes d’habitats peuvent apporter des éléments très intéressants pour l’analyse et la détermination des DMB mais ne sont aucunement suffisants à une démarche globale holistique impérative. Des valeurs de Débit Minimum Biologique ont donc été déterminées pour chaque tronçon, valeurs assez proches des débits critiques qui respectent les objectifs plancher de la loi.

EVHA, comme tout outil de gestion, ne remplace ni l’expertise ni le bon sens. L’outil quantifie l’impact attendu de changements hydrauliques. Les modèles supposent donc implicitement un fonctionnement équilibré des autres conditions environnementales (équilibre morphodynamique, thermique, ripisylve, mosaïque d’habitats ...) que l’expert ne devra pas perdre de vue. Il convient donc de prendre en compte ces conditions

---

<sup>7</sup> Souchon Y., Trocherie F., Fragnoud E. & Lacombe C. 1989. Les modèles numériques des microhabitats des poissons. Applications et nouveaux développements. Revue des sciences de l’eau, 2: 807-830

locales pour affiner les valeurs établies lors des lectures brutes et définir des valeurs de DMB, tenant compte de l'intégralité des informations disponibles.

Il s'agit donc d'utiliser des lectures brutes de modélisation d'habitat, qui ne tiennent compte que de paramètres spécifiques, pour aider à quantifier les variations de qualité de l'habitat au vu des caractéristiques hydrauliques seules, et pour quelques espèces de poissons ou guildes de faciès. L'utilisation de cet outil ne doit pas se faire en omettant les éléments de qualité d'eau, les facteurs de résistance potentielle du milieu, de continuité des flux dynamiques (solides et liquides) qui peuvent être des facteurs limitant pour les populations en place.

Pour la détermination finale des débits biologiques, les plages de valeurs des débits critiques bruts se doivent donc d'être affinées via une expertise globale qui tient compte de l'ensemble des éléments disponibles pour cette étude. Plusieurs paramètres font nécessairement appel à un ajustement d'expert et induisent fatalement un biais éventuel dans les déterminations de DMB données. La connaissance et surtout la prise en compte de l'ensemble de ces paramètres réduit considérablement ce biais, sans toutefois le faire disparaître :

- Des singularités locales de résistance du milieu ne sont pas intégrées aux simulations mais peuvent modifier les analyses brutes : le couvert végétal, à travers une ripisylve en très bon état est un bon facteur de résistance puisqu'il permettra la limitation de la hausse de la température de l'eau, souvent néfaste aux espèces piscicoles. De même, l'expertise de terrain permet parfois de déterminer, des variations de résistance entre sites, identiques dans les modélisations, mais dont l'un d'entre eux propose des mouilles de taille conséquente et donc des zones de refuge intéressantes pour les peuplements au moment des basses eaux ;
- Les pollutions ponctuelles ou diffuses peuvent également être un facteur de biais non négligeable. Il est évident qu'un débit optimal respecté d'un point de vue modélisation d'habitat verra son intérêt limité pour les peuplements piscicoles si une pression physico-chimique s'exerce sur le cours d'eau ;
- Il est clair également qu'EVHA simule une qualité et une surface d'habitat favorable pour des espèces ciblées mais, dans ses modélisations, il n'est en aucun cas question des peuplements en place et de l'évolution des populations au cours du temps. Un site peut donc être particulièrement favorable à un stade d'une espèce mais si un facteur externe à cette modélisation a, par exemple, impacté fortement le recrutement annuel des alevins, aucun débit ne saurait être responsable, à lui seul, de l'amélioration ou de la détérioration de cette population. Le respect de la continuité biologique et l'absence de fragmentation des mosaïques d'habitats font d'ailleurs partie des éléments à prendre en compte.

## 7.2 METHODE TEAURENT<sup>8</sup>

Les méthodes normalisées décrites précédemment ne peuvent s’appliquer sur les torrents de montagnes, notamment du fait que le modèle hydraulique sur lequel elles s’appuient fonctionne en régime fluvial et non torrentiel (Tableau 6 & Tableau 7). Une pente de 5% maximum est par exemple donnée comme limite d’application du modèle alors que certains des cours d’eau étudiés ici présentent des pentes souvent supérieures à 10-15%.

**Tableau 6 - Limites d'utilisations de la méthode EVHA**

Pente	0.2 à 5 %
Largeur mouillée	< 20 m
Module	< 30 m <sup>3</sup> /s
Température estivale de l'eau	< 20 °C
Contrôle hydraulique	Présence d'une section de contrôle

**Tableau 7 - Limites d'utilisations de la méthode Estimhab**

	Par espèce	Par guildes
Débit médian (Q50 m <sup>3</sup> /s)	0.2 à 13.1	1 à 152
Largeur à Q50 (m)	5.15 à 39.05	7 à 139
Hauteur à Q50 (m)	0.18 à 1.45	0.25 à 2.25
Substrat D50 (m)	0.02 à 0.64	0.01 à 0.33
Pente	< 5 %	< 5 %

Une étude récente<sup>9</sup> fait le point sur les méthodologies existantes adaptées à la définition des DMB dans les torrents de montagne. Cette étude conclue à l’absence de méthode satisfaisante sur cette question.

Une méthode adaptée aux situations des torrents de montagne, dénommée « TeauRRENT », a donc été spécifiquement développée par les bureaux d’étude EAUCEA et ECCEL Environnement pour les besoins de l’étude. Elle s’appuie notamment sur les principes suivants :

- Il n’est raisonnablement pas envisageable de construire un modèle hydraulique sur chaque tronçon à l’aval des prises d’eau, en régime torrentiel, pour décrire l’évolution des paramètres hydrauliques en fonction de l’évolution du débit ;
- Il est proposé de s’appuyer sur une analyse qualitative de l’habitat aquatique. Les descripteurs HVG sont classiques en matière d’habitat. Les espèces cibles sont donc préférentiellement les macroinvertébrés benthiques (présence systématique de nombreux obstacles naturels infranchissables par la Truite), les paramètres étudiés ont donc été axés sur les conditions hydrauliques au fond ;

<sup>8</sup> Méthode propre à l’étude des habitats en montagne pour la définition des DMB - développée en 2013 par les bureaux d’études EAUCEA & ECCEL Environnement

<sup>9</sup> Débits minima, Débits biologiques, Débits objectifs d’été, Synthèse méthodologique et proposition d’harmonisation pour les cours d’eau de tête de bassin - Notice méthodologique - Synthèse des approches existantes pour une application aux situations de montagne - Etude Agence de l’Eau Rhône-Méditerranée & Corse - 2010

- En l’absence de référentiel adapté dans la littérature, il est proposé d’auto-calibrer localement l’analyse en s’appuyant sur la taille importante de l’échantillon étudié dans le même contexte montagnard et climatique. L’analyse statistique de l’ensemble des prises d’eau concernées par l’étude (La diversité des débits existants en amont et en aval des prises d’eau offrant une diversité de conditions de débits).

TeauRRENT est donc un protocole adapté aux petits cours d'eau (notamment les torrents de montagne). Comme pour les méthodes standards, ce sont les paramètres physiques d'une station qui sont relevés dans le but de déterminer la réponse biologique à une variation de débit. Une des différences est de ne pas se placer uniquement dans une perspective piscicole, mais de prendre en compte d'autres espèces via la macrofaune benthique notamment.

Les éléments suivants présentent la chronologie d’application de la méthode TeauRRENT en décrivant :

- L’expertise préalable qui permet d’explicitier le choix de cette méthode à la place des méthodes normalisées ;
- La description des critères de choix des paramètres de mesure pour le développement de la méthode TeauRRENT ;
- Une description du protocole d’acquisition des données sur le terrain ;
- Les paramètres d’analyse qualitative et statistique qui nous aideront à définir les conditions d’habitats locales au débit de mesure ;
- Et enfin, les démarches d’auto-calibration multi-sites qui nous permettent de disposer d’une gamme de données suffisante pour extrapoler les résultats à des situations hydrométriques différentes et de déterminer des DMB sur ces torrents de montagne, à l’aval des petites prises d’eau.

### **7.2.1 Critères d’application de la méthode TeauRRENT adaptée aux situations de montagne**

Pour nombre de ruisseaux et de petites prises d’eau spécifiques à cette étude, les contraintes naturelles nous interdisent l’application des méthodes classiques pour incompatibilité avec la gamme de modélisation autorisée (pente trop forte, largeur trop étroite, profondeurs trop faibles voire écoulements interstitiels, granulométrie trop grossière...).

Il s’agit de cours d’eau qui sont considérés comme des torrents de montagne pour lesquels nous avons envisagés, outre l’analyse indirecte et la contextualisation (environnementale, écologique et hydrologique), comparable aux autres portions de cours d’eau étudiés, d’appliquer une méthode spécifique, propre à ces milieux et développée pour l’occasion mais qui n’omet pas pour autant les paramètres primordiaux d’appréhension des limites du milieu vis-à-vis d’une réduction de débit, à savoir :

- L’évolution des paramètres hydrauliques avec la variation du débit ;
- Les notions d’habitat aquatique pour les peuplements en place et les facteurs limitant ;
- Le respect de l’aspect continuité à travers les flux solides et biologiques ;
- L’accès aux zones favorables pour la reproduction ou au contraire aux zones refuges en période de crise ;

- Si possible, l’évolution attendue d’autres aspects tels que la notion d’échauffement thermique en étiage par exemple ou de prise en glace en période hivernale, épisode prépondérant pour les truites, une des espèces cibles de ces secteurs.

La contextualisation indirecte et la sectorisation hydromorphologique permettent avant tout de positionner les sites de mesures sur chaque portion représentative du tronçon influencé ou, a contrario des secteurs non court-circuités.

Dans la mesure du possible une station de mesure est réalisée en amont et en aval de la prise d’eau afin de disposer de 2 débits différents pour des situations physiques comparables du cours d’eau (d’autant plus intéressant si elles sont jugées similaires sur ces deux portions). La comparaison de ces deux situations (amont/aval) permettra idéalement de différencier une situation « naturelle » et une situation « influencée » ou bien, dans tous les cas, de disposer d’un jeu de données le plus hétérogène possible, toujours en vue de l’auto-calibration de la méthode.

Si nécessaire, une station de mesure peut être ajoutée sur une portion plus aval si les caractéristiques hydromorphologiques ou l’hydrologie influencée sont très différentes. En pratique cette opération complémentaire dépend donc du critère hydrologique de reconstitution progressive des débits par les apports du bassin versant non capté mais également de la sectorisation morphodynamique.

Comme pour tout autre méthode classique, les stations de mesures sont choisies de telle sorte à être représentatives de la diversité des faciès présents et sur une longueur représentant à minima 20-50 fois la largeur mouillée moyenne.

### 7.2.2 Protocole de relevé des données de terrain

Une fois la station choisie, l’objectif des relevés de terrain est alors de :

- Décrire la succession et les caractéristiques géométriques des différents faciès de la station de mesure ;
- Disposer d’un échantillon représentatif de la diversité des conditions morphodynamiques de la station, au débit de mesure, sur la base d’un ensemble de paramètres ;
- Décrire la vitesse au fond (en vitesse moyenne et maximale), variable a priori la plus sensible à une variation du débit réservé dans ces milieux torrentiels ;
- Analyser la profondeur d’eau : indicateur majeur des zones refuges disponibles et indice sur la fragmentation des habitats via la continuité longitudinale ;
- Décrire la granulométrie dominante : notions de substrats et d’habitats moyens pour les peuplements piscicoles mais surtout pour la faune benthique ;
- Estimer le colmatage : notions de fonctionnalité des milieux et des processus de transit solides ;
- Préciser la présence de végétation aquatique : ici surtout de bryophytes et d’algues, notions d’habitats plus ou moins biogènes, surtout pour la faune benthique ;
- Qualifier les abris de sous-berges : essentiellement pour les notions d’habitat piscicole

Les principales mesures concrètes de terrain réalisées alors sont listées ci-après :

- Point GPS pour localiser la station ;

- Mesure du débit : via un jaugeage par courantomètre ou bien à l'aide d'un dispositif de mesure du débit réservé (au niveau de la prise d'eau) ;
- Photos d’ensemble de la station et schéma descriptif de la succession des faciès écoulements permettant une vérification a posteriori de certains éléments ;
- Relevé des espèces patrimoniales rencontrées, il ne s'agit pas d'un inventaire exhaustif, mais d'une prise en compte d'éléments potentiellement importants localement ;
- Les faciès d’écoulement sont caractérisés selon une adaptation de la typologie des faciès de Malavoi et Souchon, 2002, et de la clé de détermination des faciès d’écoulement en rivière de montagne de Delacoste *et al.*, 1995. Le tableau ci-après résume grossièrement les faciès utilisés (Description fine et photographique en Annexe 10.2) ;

**Tableau 8 - Résumé rapide de la classification des écoulements utilisées pour TeauRRENT**

Faciès d'écoulement		
Chute	C	chute franche, donnant une indication de la fragmentation naturelle
Fosse de dissipation	Fd	fosse dans laquelle une augmentation du niveau d'eau ne crée pas d'augmentation de la surface en eaux, souvent fosse profonde
Bassine	B	fosse dans laquelle une augmentation du niveau d'eau crée une augmentation de la surface en eaux, souvent fosse peu profonde
Escalier	Esc	faciès intermédiaire entre la chute et le rapide, visible par une succession net de rupture de pente
Rapide	Rap	faciès présentant de forte turbulence visible par la présence d'écume
Radier	Rad	faciès turbulent mais sans écume, créant une rupture de pente
Plat lotique	Plo	faible pente avec vaguelettes apparente et faible hauteur d'eau
Plat lentique	Ple	faible pente et faible vitesse
Chenal lotique	Clo	comme plat lotique mais avec une profondeur plus importante
Chenal lentique	Cle	comme plat lentique mais avec un profondeur plus importante

- Pour chaque faciès, nous mesurons les données suivantes (longueur, pente, largeur moyenne et prés/abs des abris sous-berge) ;

Enfin, un échantillonnage aléatoire stratifié de 100 points par stations est réalisé. Les points de mesure sont pris aléatoirement, mais en respectant la proportion vis-à-vis de la longueur de chaque faciès par rapport à la longueur de la station. Sur chacun de ces points sont prises les données suivantes :

- Faciès sur lequel le point est réalisé ;
- Profondeur en cm ;

- Vitesse maximum à 5 cm du fond ;
- Vitesse moyenne à 5 cm du fond ;
- Granulométrie selon la classification de Wentworth, 1922 (Annexe 10.1), à laquelle il a été rajouté la prise en compte de la litière pour l’intérêt qu’elle représente pour la faune aquatique ;
- Colmatage en 5 classes selon l’échelle d’Archambaud *et al.*, 2005 (Annexe 10.4) ;
- Présence de bryophytes ou d’algues.

Un extrait des fiches terrains est présenté ci-après (Tableau 9 & Tableau 10).

**Tableau 9 – En-tête de la fiche de relevé des caractéristiques des faciès**

Faciès	N° Faciès	Longueur m	Pente d°	Dénivelé m	Largeur moy m	Abris sous-berge

**Tableau 10 – En-tête de la fiche de relevé des données par point**

N°	N° Faciès	Profondeur (cm)	Vitesse max (cm/s)	Vitesse moy (cm/s)	Granulo	Classe colmatage	Végétation aquatique
1							
2							
3							

### 7.2.3 Mise en classe des paramètres de mesure

La méthode développée pour les besoins de l’étude se veut adaptée aux situations des très petits ruisseaux ou des torrents de montagne. Pour mémoire, elle s’appuie notamment sur les principes suivants :

- Pas de modélisation hydraulique potentielle pour définir des situations contrastées en fonction des débits ;
- Analyse qualitative des habitats avec comme modèle biologique prioritaire, la macrofaune benthique et donc les conditions hydrauliques au fond ;
- Prise en compte également des preferenda piscicoles, notamment vis-à-vis de l’activité de reproduction mais aussi pour tous les paramètres définissant la continuité biologique ;
- Auto-calibration via le jeu de données exploitable, sur des contextes typologiques similaires mais avec des débits variables.

#### 7.2.3.1 Peuplements ciblés

Sur la base des connaissances écologiques des peuplements piscicoles et de la faune benthique spécifiques à ce type de milieu, et afin de simplifier et fiabiliser l’analyse, une classification des indicateurs physiques (hauteur & vitesse) a été réalisée.

L’objectif premier a donc été, dans un premier temps, de sélectionner un certain nombre de taxons, caractéristiques et spécifiques des typologies de ces cours d’eau.

### 7.2.3.1.1 Faune benthique

Pour la faune benthique, nous avons ainsi pu préciser les critères de sélection des taxons, en particulier en utilisant les Traits Biologiques, Ecologiques et Physiologiques (TBEP - définis selon Tachet & al.). Certains taxons ont donc été sélectionnés en fonction de plusieurs critères :

- Taxons endémiques des cours d’eau Pyrénéens (cas par exemple des Plécoptères *Pachyleuctra* et *Arcynopteryx*) pouvant être considéré comme « patrimoniaux » ;
- Taxons sténothermes d’eau froide (majorité des taxons retenus) ;
- Taxons inféodés aux hautes altitudes (crénon, épirhrithron) ;
- Taxons à large plasticité altitudinale ;
- Taxons polluosensibles.

Sur une base bibliographique disponible<sup>10</sup>, une trentaine de taxons appartenant à différents grands groupes ont donc été sélectionnés, spécifiquement à chaque grand ensemble typologique, Pyrénées ou Massif Central (Tableau 11).

Ceux-ci sont susceptibles d’être présents au sein des cours d’eau étudiés mais leur présence n’est pas avérée (absence d’inventaire spécifique à cette étude). Ils sont cependant suffisamment représentatifs de ce type de milieu pour que leur exigence écologique (vitesse de courant et substrat) puissent avoir valeur de référentiel.

#### **Tableau 11 - Taxons benthiques cibles sur les grands secteurs typologiques étudiés**

---

<sup>10</sup> Cayrou et al., 2000. Associations spécifiques chez les macroinvertébrés benthiques et leur utilisation pour la typologie des cours d’eau. Cas du réseau hydrographique Adour-Garonne (Fance). *Annls Limnol.* 36(3) : 189-202.

	Pyénées	Massif Central
<b>EPHEMEROPTERES</b>		
Baetis	+	+
Epeorus	+	+
Habroleptoides	+	+
Habrophlebia		+
Rhithrogena	+	+
<b>PLECOPTERES</b>		
Arcynopteryx	+	
Capnioneura	+	
Chloroperla	+	
Isoperla	+	
Leuctra	+	-
Nemoura	+	
Nemurella	+	
Pachyleuctra	+	
Protonemura	+	
Siphonoperla	+	
Taeniopteryx	+	

	Pyénées	Massif Central
<b>TRICHOPTERES</b>		
Agapetus		+
Annitella	+	
Crunoecia		+
Diplectrona	+	
Drusus	+	
Hydropsyche	+	+
Micrasema	+	+
Odontocerum		+
Philopotamus	+	
Ptilocolepus	+	-
Rhyacophila	+	+
Thremma	+	
Wormaldia	+	
<b>COLEOPTERES</b>		
Dupophilus		+
Elmis	+	+
Esolus	+	
Hydraena		+
Limnius	+	+

### 7.2.3.1.2 Faune piscicole

Pour les peuplements piscicoles, il apparaît évident, que l’intégralité des cours d’eau étudiés via ce protocole sont des cours d’eau salmonicoles stricts.

Nous nous sommes donc attachés à analyser les courbes de preferenda classiquement utilisés dans les méthodes microhabitats pour les Truites, principalement mais pas uniquement puisqu’une validation a été effectuée à partir des courbes des espèces accompagnatrices, afin de définir une classification pragmatique des paramètres relevés dans le cadre de TeauRRENT.

### 7.2.3.2 Mise en classe

Sur l’appui de ces différents modèles et d’une approche statistique, nous avons établi une classification des paramètres dynamiques (vitesse, profondeur) afin de faciliter les analyses ultérieures.

**Tableau 12 - Classes de vitesses établies dans le cadre du protocole TeauRRENT sur la base de justifications écologiques ou hydromorphologiques**

Classes de vitesses (cm/s)	Justification écologique des seuils de la classe
0-5	Classe équivalent aux vitesses nulles qui se justifie sur une facilitation du dépôt des « fines » ainsi qu’une prise en compte en tant que telle dans les preferenda benthiques et piscicoles
5-25	Vitesses non-nulles mais encore faibles ; prise en compte en tant que telle dans les preferenda benthiques et piscicoles
25-75	Classe des vitesses courantes qui correspond à une baisse du potentiel de preferenda pour les différents stades de la Truite (sauf pour l’activité fraie) et qui peut également se justifier pour la faune benthique sur la base des TBEP
75-150	Classe des vitesses rapides correspondant aux seuils minimum des preferenda piscicoles et à un début de déclin du potentiel de reproduction
>150	Seuil « hostile » à la vie aquatique où les refuges deviennent primordiaux, voire vitaux

**Tableau 13 - Classes de profondeurs établies dans le cadre du protocole TeauRRENT sur la base de justifications écologiques ou hydromorphologiques**

Classes de profondeur (cm)	Justification écologique des seuils de la classe
0-10	Classe des profondeurs qui se justifie essentiellement comme étant une lame d’eau efficiente pour la continuité sans rupture de pente
10-25	Profondeurs non-nulles mais encore faibles marquées par une baisse du preferenda pour la reproduction piscicole mais un accroissement des préférences pour les différents stades de la Truite
25-70	Classe de profondeurs optimale pour les jeunes stades de la Truite et efficientes pour réduire la discontinuité écologique (fosse d’appel...)
70-150	Classe des profondeurs optimales pour les Truites adultes mais potentiel en déclin pour les jeunes stades
>150	Classe au-delà de laquelle les modèles biologiques sont biaisés par l’inefficacité de pêche et une trop grande incertitude

## 7.2.4 Analyse des données

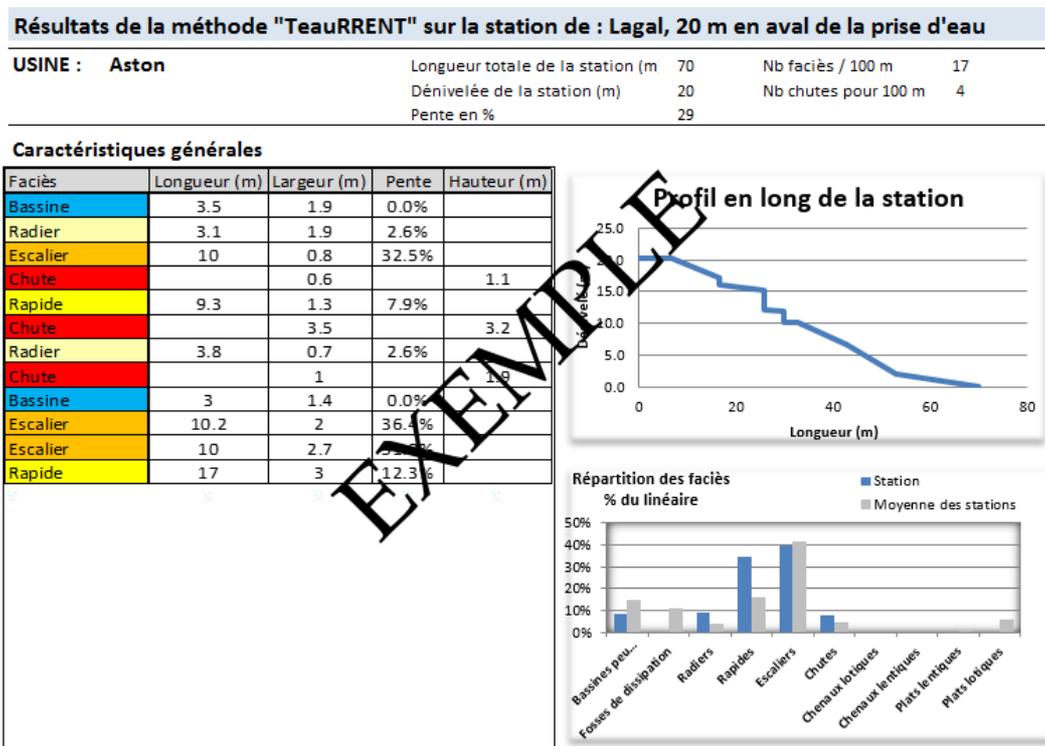
Les différents indicateurs que l’on peut tirer de cette méthodologie sont présentés ci-dessous. Cette partie s’articule selon trois étapes permettant d’arriver à un résultat global, pour l’ensemble des stations, qui doit être ensuite affiné au contexte local de chaque station :

- La première étape consiste à une description des caractéristiques physique et hydraulique de la station, faciès d’écoulement et profil en long, granulométrie, paramètres hydrauliques (répartition des vitesses, des profondeurs,...) ;
- La seconde étape est basée sur un couplage des paramètres cités précédemment lié à une notation à valeur biologique concernant notamment les macroinvertébrés benthiques et la faune piscicole ;
- Ce sont les deux étapes principales qui ensuite amènent à la dernière, phase d’autocalibration des résultats.

En parallèle de l’explication de la méthodologie utilisée dans l’analyse des résultats, des fiches type sont présentées sur les divers points important. Ces fiches seront présentées pour toutes les stations TeauRENT, ce qui permettra de bien appréhender le contexte spécifique de chaque site.

### 7.2.4.1 Caractéristiques descriptives de la station

#### 7.2.4.1.1 Conditions d’écoulements



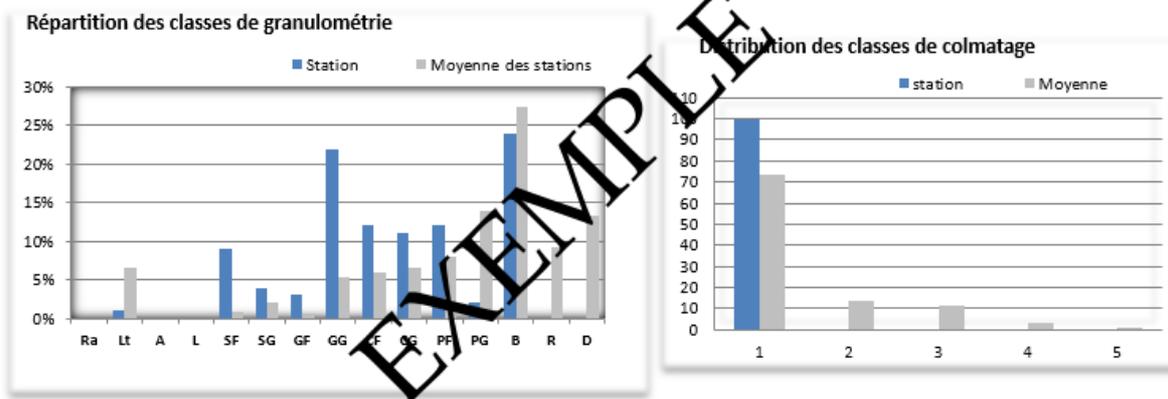
Cette fiche présente, outre les caractéristiques globales de la station, les différents faciès relevés.

Le profil en long permet de mieux se représenter la géométrie de la station notamment du point de vue de la pente et ses ruptures éventuelles, notamment pour la fragmentation longitudinale du milieu.

La répartition des faciès en pourcentage du linéaire permet d’identifier les faciès majoritaires et la comparaison avec la moyenne des stations d’un même secteur est une première analyse.

### 7.2.4.1.2 Substrats

#### Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Lagal, 20 m en aval de la prise d'eau



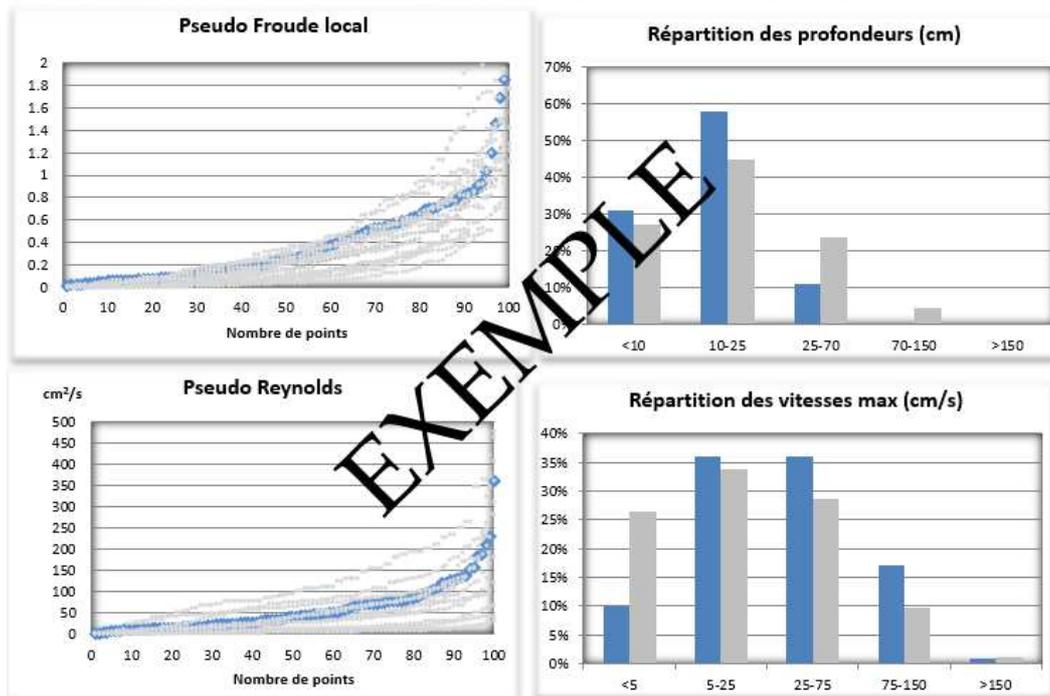
Cette fiche présente deux histogrammes sur les éléments principaux liés au tapis granulométrique et plus globalement à une approche de la qualité de l’habitat.

En effet, la répartition de la granulométrie sur les cents points de mesures et son degré de colmatage (en 5 classes croissantes) est une information importante pour les macroinvertébrés et pour la faune piscicole.

Comme précédemment la comparaison avec la moyenne des stations du même secteur complète l’expertise.

### 7.2.4.1.3 Hydraulique

#### Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Lagal, 20 m en aval de la prise d'eau



Cette fiche présente les paramètres hydrauliques de la station comparés aux autres stations, individuellement ou à la moyenne des sites d’un même secteur. Deux indices hydrauliques ont été étudiés :

- Le nombre de Reynolds reflétant l’impact de l’hydrologie, c’est-à-dire une description de la turbulence du milieu ;
- Le nombre de Froude lié à la morphologie du tronçon qui permet une description des écoulements en les catégorisant selon le régime fluvial ou torrentiel.

$$Fr_I = \frac{v}{C} = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

avec :

- $v$  - vitesse de l’écoulement
- $g$  - accélération de la pesanteur (9,81 m/s<sup>2</sup>)
- $h$  - hauteur d’eau

$$Re = \frac{\rho VL}{\mu}$$

avec

- $V$  - vitesse caractéristique du fluide [m/s]
- $L$  - dimension caractéristique [m]
- $\rho$  - masse volumique du fluide [kg/m<sup>3</sup>]
- $\mu$  - viscosité dynamique du fluide [Pa·s ou kg/m·s ou poiseuille Pl]

*Nombre de Froude*

*Nombre de Reynolds*

En fait, dans le cadre de l’étude, il s’agit plutôt de « pseudo- » nombres de Froude ou de Reynolds. En effet, il est possible de calculer en tout point d’un écoulement dans un torrent/rivière et tout instant les nombres  $Fr$  et  $Re$ , à condition de connaître les paramètres de calcul requis (vitesse, hauteur d’eau, largeur du lit mouillé). Dans le cas du protocole TeauRRENT, les mesures relevées sont les vitesses maximales au fond et la largeur moyenne de la station. L’utilisation de ces données ne permet donc pas de calculer précisément  $Fr$  et  $Re$  définis ci-dessus car la vitesse moyenne de l’écoulement, ni la largeur du lit mouillé en chaque point de mesure, ne sont connues. Les nombres obtenus sont donc des « pseudo » indicateurs hydrauliques avec lesquels on peut toutefois préciser les sens de « vitesse » et de hauteur d’eau.

#### 7.2.4.2 Indices sur les conditions d’habitat

Les parties précédentes permettent de décrire les divers paramètres d’une station et de les comparer avec la moyenne des stations d’un même secteur typologique.

Dans une logique de description des potentialités du milieu pour le compartiment biologique, le couplage de plusieurs paramètres est indispensable pour décrire l’habitat disponible au débit observé.

##### 7.2.4.2.1 Ciblés sur la faune benthique

La cible principale de la méthode TeauRRENT étant les macroinvertébrés benthiques, la vitesse et le substrat sont les deux paramètres principaux qui décrivent l’habitat. *A noter que le substrat peut être minéral ou organique (litière, macrophytes,...).*

Pour bien décrire les habitats favorables aux espèces cibles potentiellement disponibles sur chaque site, les affinités à la température, aux vitesses de courant, aux substrats et

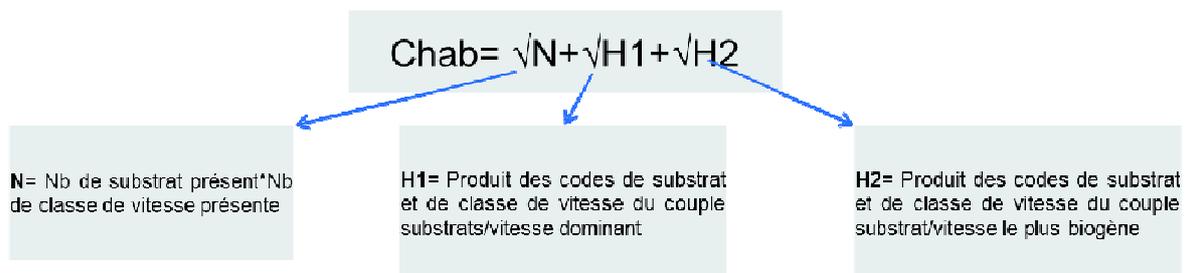
à la distribution longitudinale ont été évaluées à partir des Traits Biologiques et Ecologiques d’après la dernière version du « Tachet »<sup>11</sup>.

### **Indice « d’Habitabilité benthique »**

Pour caractériser de façon convenable l’habitabilité d’une station, il faut prendre en compte la diversité des couples substrat/vitesse, mais aussi leur caractère biogène, c’est-à-dire leur potentialité à accueillir une faune riche. En effet, tous les couples n’ont pas la même aptitude et la même capacité d’accueil. Il faut donc attribuer une valeur à chacun des couples selon sa potentialité. Pour les substrats notamment, selon l’hydroécologie considérée, ils n’auront pas la même attractivité du fait que les communautés benthiques diffèrent.

Pour ce faire, nous avons réalisé une adaptation de l’indice d’habitabilité qui permet cette échelle de valeur, tirée des travaux de Bouchareyras, 1995<sup>12</sup> sur ce même coefficient morphodynamique développé à partir du plan d’échantillonnage IBGN NFT90-350, et des travaux de Verneaux *et al.*, 1982<sup>13</sup> sur le Coefficient d’Aptitude Biogène. Ces indices ont été créés dans le but de constituer une appréciation du caractère biogène de la mosaïque d’habitats d’un site d’eau courante quelconque par rapport à une situation optimale. Par ailleurs, les nombreuses vérifications effectuées par les auteurs permettent d’estimer que les résultats obtenus par le protocole Cb2 sont conformes aux réalités de terrain et que le coefficient proposé exprime bien une aptitude globale biogène qualitative.

Cette variation de l’indice peut donc être considérée comme un « indice d’habitat potentiel », donnant la capacité théorique d’une station à accueillir la macrofaune benthique d’après les paramètres physiques que sont les couples substrats/vitesse. De plus, il permet d’obtenir une note sur 20, comme l’IBGN, caractérisant rapidement la station et pouvant être comparé relativement aux références de bon état de l’IBGN.



**Figure 20 - Formule de calcul de l’indice Chab**

Ainsi, une distinction sur cet indice s’est avérée indispensable entre les sites des Pyrénées et ceux du Massif Central et ce afin de tenir compte des distinctions de peuplements potentiels mais aussi vis-à-vis des substrats présents. Pour exemple, aucun site des Pyrénées analysé avec TeauRRENT n’a présenté de points avec des

<sup>11</sup> *Invertébrés d’eau douce, systématique, biologie et écologie - d’Henri TACHET, de P. Richoux, de M. Bourneaud et de P Usseglio-Polatera - 2010*

<sup>12</sup> *Bouchareyras, 1995. Mesure de la qualité des cours d’eau. Résultats hydrobiologiques. R.N.B. Agence de l’Eau Loire-Bretagne.*

<sup>13</sup> *VERNEAUX et coll. (1982) - Expression biologique, qualitative et pratique de l’aptitude des cours d’eau au développement de la faune benthique. Un coefficient d’aptitude biogène ; le Cb2. Annls. Univ. Besançon, Biol. Anim., 20 p.*

racines et la prise en compte de ces supports dans les indices aurait faussé l’analyse. Le Tableau 14 présente ainsi pour les taxons cibles, et potentiellement présents, leurs préférences d’habitat en fonction des paramètres mesurés lors du protocole TeauRRENT (vitesse au fond et substrat).

**Tableau 14 - Affinités aux classes de substrat et de vitesse pour les taxons benthiques ciblés et pour chaque grand secteur typologique**

	zone 1 et 2 Pyrénées	zone 3 Massif Central	affinités principales aux microhabitats	affinités principales aux vitesses de courant
<b>EPHEMEROPTERES</b>				
Baetis	+	+	5 1	moy
Epeorus	+	+	1	rap
Habroleptoides	+	+	1	lent, moy
Habrophlebia		+	8	lent, moy
Rhithrogena	+	+	1	rap
<b>PLECOPTERES</b>				
Arcynopteryx	+		1	lent, moy
Capnioneura	+		1	rap
Chloroperla	+		2 8	lent, moy
Isoperla	+		5 1	moy
Leuctra	+	-	1 5 7	lent à rap
Nemoura	+		5 8	moy, rap
Nemurella	+		5	moy
Pachyleuctra	+		2 3 5 7 8	lent, moy
Protonemura	+		5 1	lent à rap
Siphonoperla	+		1	moy
Taeniopteryx	+		5	lent, moy
<b>TRICHOPTERES</b>				
Agapetus		+	1	lent, moy
Annitella	+		\	\
Crunoecia		+	1 8	lent
Diplectrona	+		1	moy
Drusus	+		\	\
Hydropsyche	+	+	1 7	moy
Micrasema	+	+	1 5	moy
Odontocerum		+	4	moy
Philopotamus	+		1	rap
Ptilocolepus	+	-	5	lent
Rhyacophila	+	+	1	moy
Thremma	+		1	lent
Wormaldia	+		1 5	lent
<b>COLEOPTERES</b>				
Dupophilus		+	1 2	lent, moy
Elmis	+	+	1 2 5	lent à rap
Esolus	+		2 3	lent
Hydraena		+	1	moy
Limnius	+	+	2 3 5	lent, moy

**Microhabitats :**  
1 dalles, blocs, pierres, galets  
2 graviers  
3 sable  
5 macrophytes, algues  
7 branches, racines  
8 litière

**vitesse de courant :**  
lent : (5-25 cm/s)  
moy : (25-50 cm/s)  
rap : (>50 cm/s)

En séparant Pyrénées et Massif Central, on observe une préférence de microhabitats et vitesse de courant identique pour les deux régions. Cependant, grâce aux données recueillies dans le cadre de l’application du protocole TeauRRENT, nous avons pu faire un réarrangement ciblé des ordres d’habitabilité des substrats pour correspondre au mieux à la réalité de terrain sur ces typologies de cours d’eau (Tableau 15).

Par exemple, les « Spermaphytes immergés, racines, spermaphytes émergents de la strate basse et vases » se voient retirés de la liste normative pyrénéenne de l’indice car

ce sont des substrats non rencontrés dans les Pyrénées dans le cadre de TeauRRENT. De même nous avons imposé une séparation de certains supports pour disposer du même nombre de classes au final et ne pas biaiser le calcul originel de l’indicateur.

**Tableau 15 - Tableaux de Chab adaptés à la typologie d'analyse dans le cadre du protocole TeauRRENT (Annexe 10.1)**

Pyrénées	N1	N3	N5	N4	N2
Supports	v < 5	5 ≤ v < 25	25 ≤ v < 75	75 ≤ v < 150	v ≥ 150
9 PF, CG, CF					
8 PG					
7 Bryophytes					
6 GG, GF					
5 SG, SF					
4 Limons					
3 R, B					
2 D					
1 Algues					
0 A					

Massif Central	N1	N3	N5	N4	N2
Supports	v < 5	5 ≤ v < 25	25 ≤ v < 75	75 ≤ v < 150	v ≥ 150
9 PF, CG, CF					
8 PG					
7 Bryophytes					
6 Litières					
5 Racines					
4 GG, GF					
3 SG, SF					
2 Limons					
1 B, D, R, Algues					
0 A					

### **Indice de complexité**

Cet indicateur simple permet de décrire l’hétérogénéité des couples substrat/vitesse, grâce au nombre de couples présents et à leur abondance relative.

$$H' = -\sum p_i * \log_2 p_i$$

Avec  $p_i$  = abondance relative des couples substrats/vitesses

Une bonne hétérogénéité des couples substrat/vitesse signifie une bonne diversité de micro-habitat, donc une bonne potentialité du milieu. Mais cet indice ne donne pas de valeurs différentes aux couples selon leurs potentialités biologique, il n’est qu’un descripteur physique et n’est donc pas rapporté à un référentiel typologique.

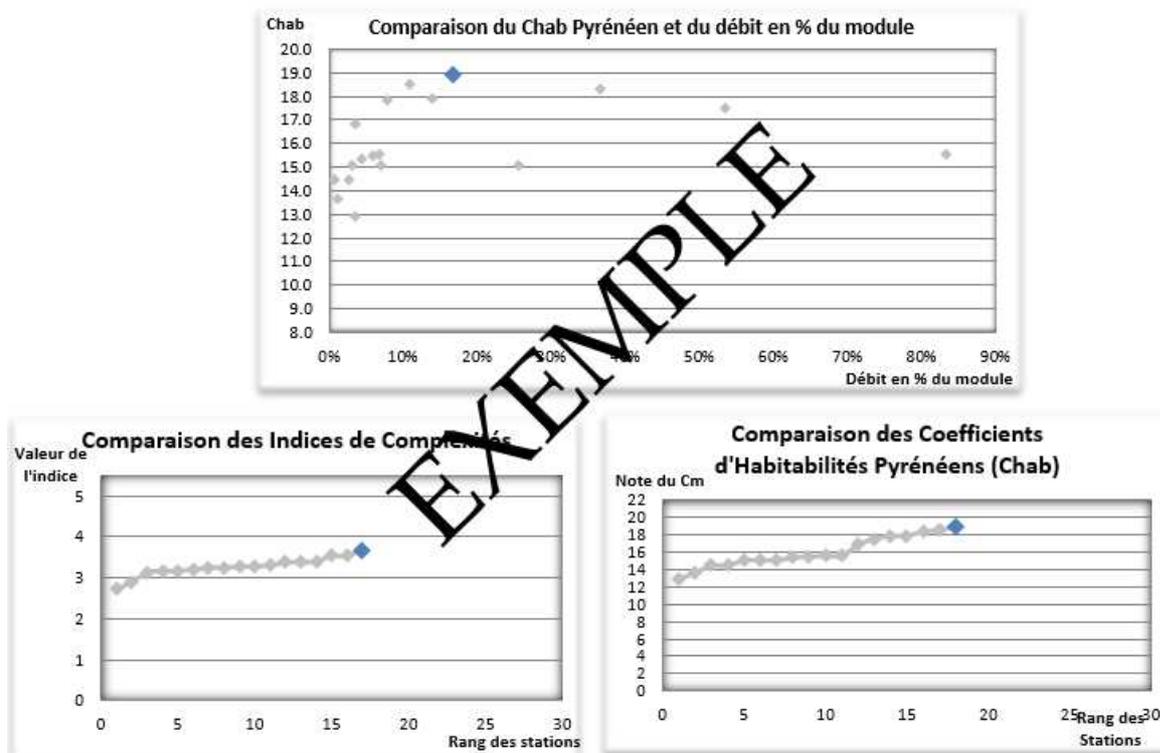
L’adaptation typologique sélective a rendu possible le calcul de ces indicateurs pour chacun des sites d’étude TeauRRENT. Cette fiche présente la grille d’analyse de l’indice Chab pour une station, avec la distribution de tous les couples substrat/vitesse échantillonnés. Elle indique aussi la note obtenue pour l’Indice de complexité.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Lagal, 20 m en aval de la prise d'eau

Lagal aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
<b>Substrats</b>		1	3	5	4	2
CF	9	0	4	6	2	0
CG	9	0	4	7	0	0
PF	9	1	3	3	0	0
PG	8	0	0	0	1	1
Br	7	0	0	5	6	1
Lt	6	1	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	0	11	9	2	0
GF	6	0	2	1	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	2	2	0	0	0
SF	4	1	7	1	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	0	0	0	0	0
B	3	0	4	5	3	0
D	2	0	0	0	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		18.89 /20			Indice de complexité 3.67	

Une deuxième série de graphiques d’analyse permet de comparer la situation locale de ces indicateurs, relativement aux autres stations (toujours dans un objectif d’auto-calibration) mais également par rapport à un référentiel hydrologique, défini en pourcentage au module au niveau de chaque site d’analyse.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Lagal, 20 m en aval de la prise d'eau



### 7.2.4.2.2 Ciblés sur la faune piscicole

Pour compléter l’information apportée par l’expertise prenant en compte les macroinvertébrés, deux autres indices ont été mis en place pour caractériser la potentialité de chaque station à accueillir des truites, espèce cible prioritaire de ces cours d’eau.

Ces indices concerne la présence de « zone refuge » pour les adultes, paramètre important en condition difficile (étiage ou débit réservé par exemple) et la présence de zone de fraie potentiel via la notion de patches potentiellement favorables. Ils ne prennent pas en compte des paramètres tel que la continuité piscicole, ils ne sont donc qu’informatifs et se doivent donc d’être reliés à l’ensemble des éléments d’expertise disponibles.

**Indice « zones refuges »** : Coefficient utilisé pour décrire la notion de zones refuges disponibles pour la faune piscicole à travers la représentativité des points les plus profonds sur les stations d’analyse – ciblé sur le stade adulte des Truites.

$$C_{ref\_adultes} = \frac{Nb\ Pts\ cl[4\&5]}{Nb\ Pts\ totaux} * 100$$

Code classe	Classes de profondeur (cm)
1	<10
2	10-25
3	25-70
4	70-150
5	>150

**Indice « zones de fraie »** : Coefficient utilisé pour décrire la notion de patches de reproduction potentielle pour les Truites.

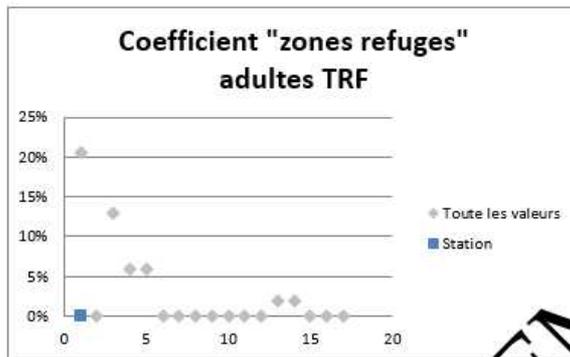
$$C_{fraie} = \frac{Nb\ Pts\ (clProf3\ \&\ clVit3\ \&\ clSub[7,8,9,10\&11])}{Nb\ Pts\ totaux} * 100$$

Code classe	Classes de profondeur (cm)	Classes de vitesse (cm/s)	Classes de substrat
1	<10	<5	Racines
2	10-25	5-25	Litière
3	25-70	25-75	Argile
4	70-150	75-150	Limons
5	>150	>150	Sables fins
6			Sables grossiers
7			Graviers fins
8			Graviers grossiers
9			Cailloux fins
10			Cailloux grossiers
11			Pierres fines
12			Pierres grossières
13			Blocs
14			Rochers
15			Dalles

Comme pour les autres indicateurs, des fiches types sont éditées pour chaque site et permettent d’expertiser la situation personnelle de chaque site au regard de la valeur absolue de chaque indice, mais également en comparaison avec les autres sites du panel de l’étude et en relatif à un référentiel hydrologique en pourcentage du module.

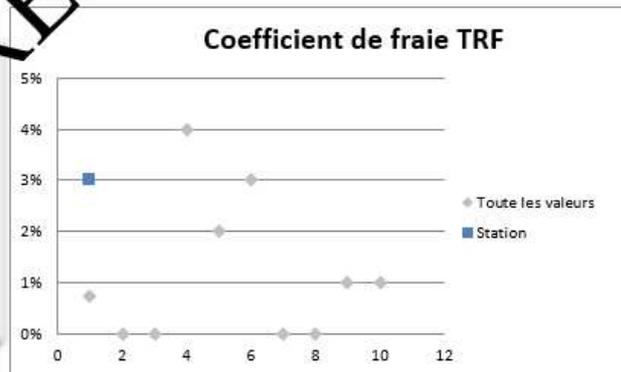
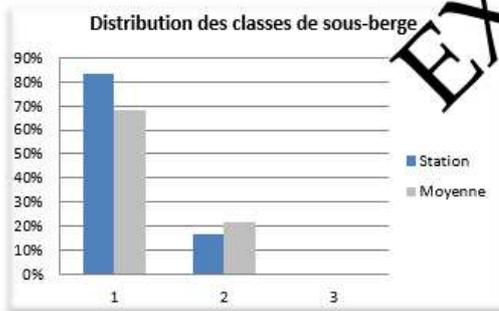
Sur cette fiche, aux résultats des indicateurs spécifiquement piscicoles, s’ajoutent des notions d’habitabilité via les sous-berges disponibles (en trois classes croissantes) mais également de cloisonnement du milieu avec les données sur les chutes/cascades.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Lagal, 20 m en aval de la prise d'eau



Cloisonnement

Nombre de chute supérieur à 30 cm	3
Nombre de chute supérieur à 80 cm	3
Hauteur de chute maximum (m)	3.2
Hauteur de chute cumulée (m)	6.2
Nombre de chute / 100 m	4.3



EXEMPLE

## **7.2.5 Vers l’auto-calibration des résultats : comparaison inter-sites/inter-débits**

L’objectif poursuivi était donc d’obtenir suffisamment de données pour disposer d’une grande diversité des habitats, des typologies et des conditions d’écoulements.

Dans le cadre de cette étude, il n’était généralement techniquement pas possible de réaliser des mesures de terrain permettant d’explorer plusieurs débits à l’aval d’une même prise d’eau. Les indicateurs sont donc normés par rapport à une variable hydraulique de référence, le pourcentage du module.

La diversité des stations étudiées et des situations hydrologiques observées doit idéalement permettre de compenser l’unicité de la campagne d’observation pour chacune des stations.

### **7.2.5.1 Liens entre les différents indicateurs et priorisation vers les facteurs de réponse « qualité du milieu »**

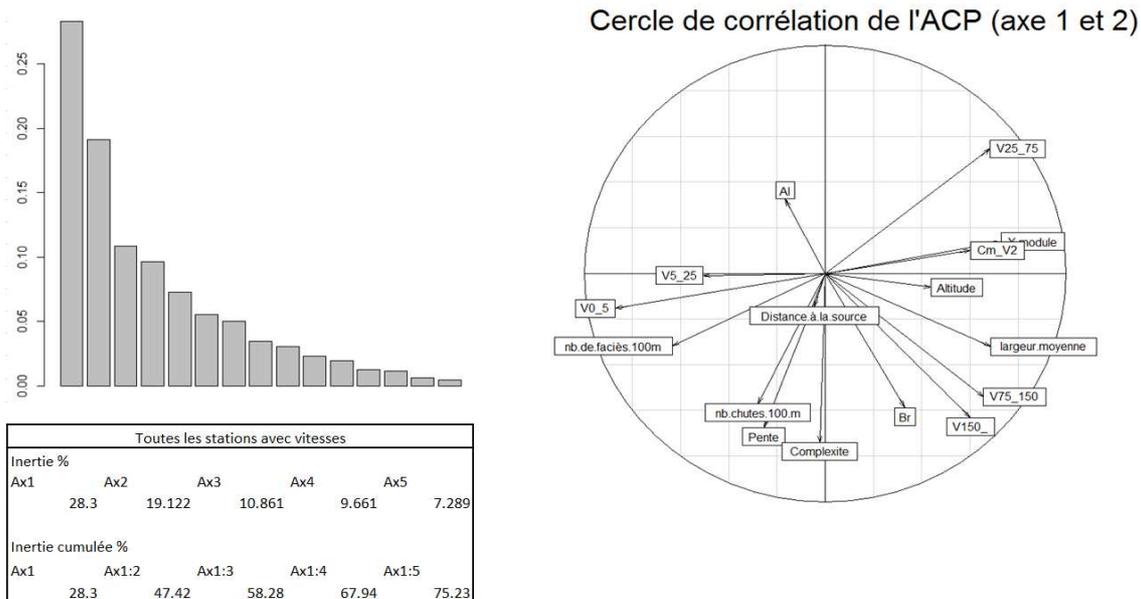
La relation entre diversité des écoulements (objectif écologique) et le pourcentage du module associé définit un référentiel qui doit être suffisant pour corriger, par une proposition d’ajustement du débit, des situations anormalement médiocres.

Les critères de diversité des écoulements peuvent être décrits par le classement des valeurs pour chacun des paramètres (exemple avec les courbes classées), par regroupement en grande classes ou par comparaison inter-sites ou relativement au module.

Il est toutefois certain qu’une part des situations observées s’explique par d’autres critères que le débit. Une expertise via analyse multifactorielle a préalablement permis de discriminer ces paramètres et ainsi discriminer dans l’analyse des grands types géographiques de secteurs.

Des statistiques descriptives ont ainsi permis de sélectionner les variables les plus explicatives de la situation. Pour ce faire, des ACP (Analyses en Composantes Principales) ont été réalisées, celles-ci permettant de visualiser les corrélations entre les variables et d’identifier celles qui ont le plus de poids. Le but était notamment d’identifier quels étaient les variables les mieux corrélées aux indices biologiques présentés précédemment. Ces analyses ont permis d’identifier le pourcentage du module comme extrêmement lié à l’indice d’habitabilité (Figure 21).

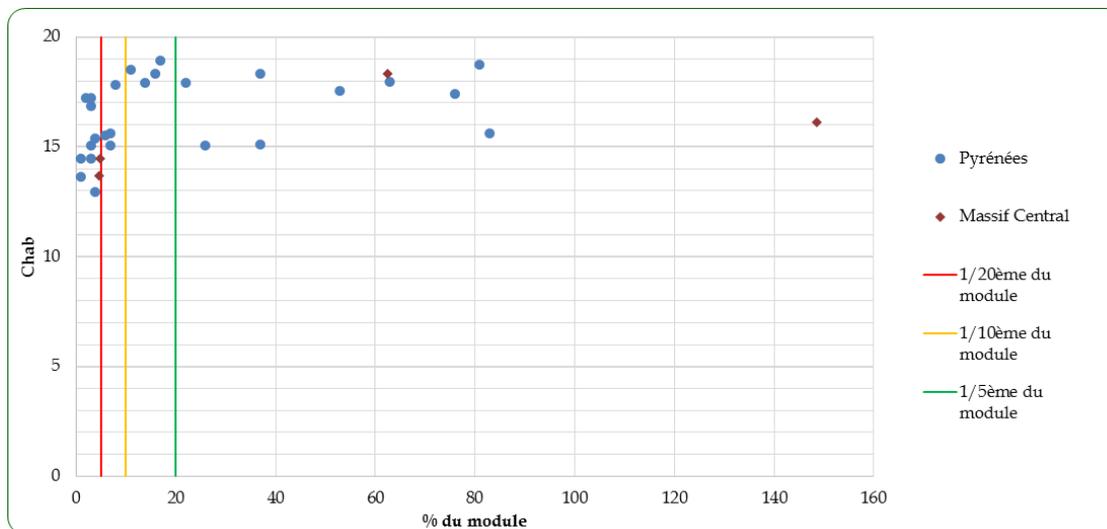
Il est alors possible de réaliser un nuage de corrélation tenant compte de l’ensemble des sites, avec, pour chacun, les valeurs de ce coefficient d’habitabilité mis en rapport avec le pourcentage du module calculé lors des mesures de terrain (Figure 22).



**Figure 21 - Exemple d'analyse (ACP) présentant la corrélation forte entre l'indice d'habitabilité (Chab = cm\_V2) et le ratio au module (X\_module) sur le jeu de données propre à cette étude**

### 7.2.5.2 Préconisation de débit minimum biologique pour les sites TeauRRENT

L’analyse de corrélation nous a orientés vers la réalisation de la Figure 22 qui présente la valeur de notre indice d’habitabilité par rapport au ratio au module pour chacun des sites étudiés dans le cadre de l’application TeauRRENT.



**Figure 22 - Représentation graphique des valeurs de l'indice d'habitabilité en rapport avec le relatif à son module pour chaque site TeauRRENT**

Il apparaît clairement que, de 0 à 10% du module, il y a une très nette amélioration de l’indice d’habitabilité avec l’augmentation du débit et donc, de la qualité théorique du milieu aquatique.

Par contre, au-delà de 10-15% du module, il semble que l’indice atteigne un plateau. Toutefois, l’incertitude sur ce plateau est plus forte, de la même manière que dans le cadre des méthodes classiques d’analyse des microhabitats pour lesquelles, au-delà

d’un certain seuil de débit, le bruit inhérent aux perturbations hydrauliques devient prépondérant sur la pertinence de l’habitabilité locale. Cependant, il semble possible de définir ce seuil de 10-15% comme étant similaire à un débit optimal, comme on peut l’expertiser dans le cadre des méthodologies classiques.

A l’inverse, avec la réduction du débit, on peut observer un net point d’inflexion autour du 1/15<sup>ème</sup> du module en dessous duquel la situation d’habitabilité se dégrade clairement. On peut assimiler ce seuil à une valeur de débit critique, comme on peut l’expertiser dans le cadre des méthodologies classiques.

A noter que certains points sont clairement identifiables comme disposant d’un très bon ratio au module alors que la valeur du Chab n’apparaît pas aussi élevée qu’attendu. Nous verrons par la suite que la situation particulière de ces 2-3 « outliers » s’explique aisément par des facteurs inhérents aux substrats présents sur ces sites (par exemple, nette dominance des dalles très peu biogènes qui ne permettent pas d’augmenter la valeur du Chab, même avec l’augmentation du débit).

Le Tableau 16 présente, de manière synthétique, la disposition, sous une forme de gradient de couleur, du positionnement « idéal » des couples substrat/vitesse vis-à-vis des taxons cibles du milieu aquatique.

On peut ainsi définir le centre de cette zone comme permettant une habitabilité optimale et donc un peuplement théorique en très bon état, relativement à la typologie du cours d’eau.

De la même manière, lorsqu’on s’éloigne de cette zone, si tous les couples substrat/vitesse observés sur site sont à l’extérieur, on peut logiquement estimer que la situation locale est défavorable, l’habitabilité faible et donc logiquement, le peuplement théorique en mauvais état, relativement aux références connues.

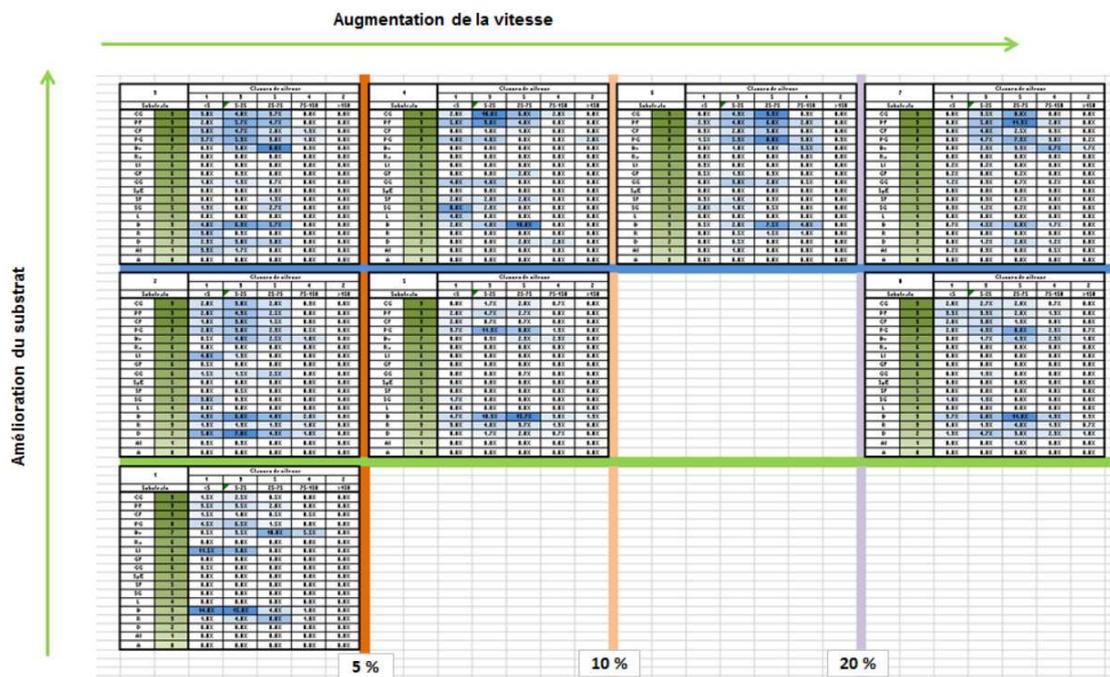
**Tableau 16 - Habitabilité optimale sur la base de l'indice d'habitabilité adapté pour la méthodologie TeauRRENT (Optimal au sein du cercle bleu / Situation défavorable à l'extérieur du cercle vert)**

Théorique	Classes de vitesse				
	1	3	5	4	2
Substrats	<5	5-25	25-75	75-150	>150
CG	9				
PF	9				
CF	9				
PG	8				
Br	7				
Ra	6				
Lt	6				
GF	6				
GG	6				
SpE	5				
SF	5				
SG	5				
L	4				
B	3				
R	3				
D	2				
Al	1				
A	0				

A partir de groupes de sous-échantillons construits sur la base des Chab et %module moyens tirés des données de l’étude, la Figure 23 présente la variation des couples substrat/vitesse moyens du tableau d’habitabilité en fonction du ratio au module (barres seuils indicatives pour le 1/20<sup>ème</sup>, le 1/10<sup>ème</sup> et le 1/5<sup>ème</sup> du module) sur l’axe

horizontal et de la note de Chab sur l’axe vertical (barres seuils indicatives sur la base théorique des seuils optimaux et défavorables définis précédemment).

On identifie clairement le déplacement des blocs observés vers les classes les plus biogènes grâce à l’augmentation des vitesses avec l’augmentation des débits. De même la note d’habitabilité augmente fort logiquement dans le même sens que le déplacement des blocs majoritaires vers les substrats les plus biogènes.



**Figure 23 - Evolution des positionnement des couples substrat/vitesse à partir du pool de sites disponibles dans l'étude**

Cette méthode pour les très très petits cours d’eau de montagne à très forte pente a été développée spécifiquement car aucune autre méthode normalisée n’était pertinente. En l’état actuel du développement, il est évident que le faible éventail de situations expertisées et l’absence d’une classification typologique doit inciter à prendre de nombreuses précautions dans les conclusions tirées.

Sur la base des résultats disponibles, on peut estimer, avec de la réserve, qu’une valeur de l’ordre du 1/15<sup>ème</sup> du module pourrait être assimilée à un seuil en-dessous duquel la situation du milieu aquatique se dégrade rapidement. On peut donc l’envisager comme un seuil critique, plage inférieure des débits étant incompatible avec la vie, la circulation et la reproduction des espèces.

En parallèle aux méthodologies classiques, le 1/10<sup>ème</sup> du module peut être perçu comme la valeur haute de la plage des débits biologiques en sachant toutefois qu’il est encore prématuré pour conclure sur le caractère optimal de ce seuil.

Il est donc évident que cette définition de plage de débits biologiques se doit d’être modulée selon les caractéristiques propres à chaque site : en effet, suivant le contexte local du cours d’eau, cette gamme de débits peut potentiellement varier (notamment en lien aux substrats présents sur la station, aux types de faciès, à la pente, à la continuité préservée... et donc aux facteurs résiduels propres à chacun), expertise empirique qui sera prépondérante sur une simple valeur hydraulique.

## 8 RESULTATS PAR PRISE D’EAU

---

La conformation du réseau sur ces secteurs influencés et l’analyse experte de contextualisation nous ont amené, après validation par le Comité de Pilotage, à appliquer une méthodologie classique normalisée de type EVHA, pour déterminer les Débits Minimum Biologiques en aval des prises d’eau sur le Gave d’Aspe et sur le Gave de Lescun, associée à la méthodologie TeauRRENT pour identifier ces DMB en aval de la prise d’eau d’Anitch, petit cours d’eau de montagne.

Les valeurs hydrologiques seuils (M/10, QMNA5...) présentées dans tous les graphiques d’analyse des habitats sont les valeurs estimées au niveau des stations de détermination de DMB et peuvent être différents des valeurs connues au droit des prises d’eau.

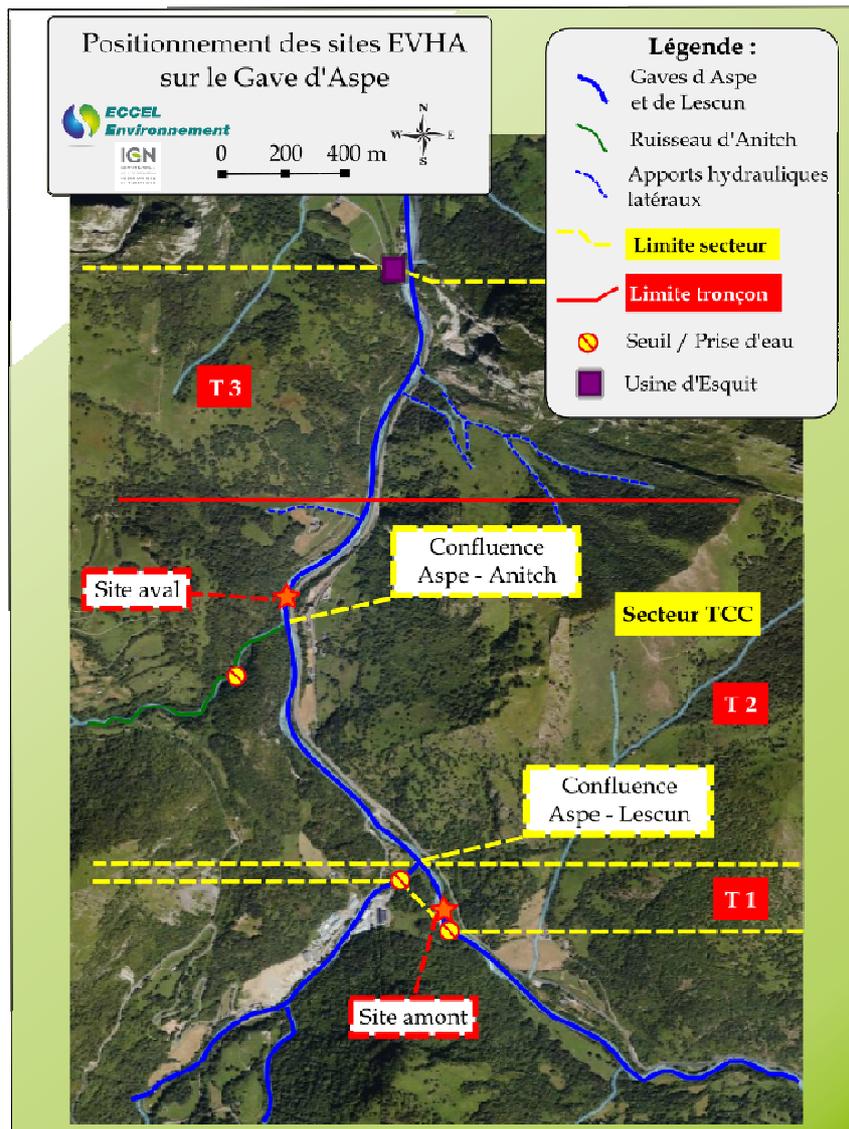
Pour des questions de compréhension et de gestion, si le différentiel est supérieur à 10%, les valeurs tirées de ces analyses sont ensuite rapportées par homothétie au niveau des ouvrages EDF dans les conclusions individuelles et en synthèse globale, à la condition que la contribution du bassin versant intermédiaire permette le complément.

### 8.1 PRISES D’EAU SUR LE GAVE D’ASPE ET LE GAVE DE LESCUN

Le Gave d’Aspe, dans la portion amont du TCC, est évidemment influencé par la prise d’eau implantée directement sur son cours mais également par l’ouvrage sur le Gave de Lescun, ce dernier modifiant également le fonctionnement naturel de la portion terminale de cet affluent principal.

Les différents éléments de contextualisation nous ont permis de valider la possibilité et la pertinence de l’application de la méthode normalisée « EVHA » sur deux sites différents. Un site a été implanté immédiatement à l’aval de l’ouvrage sur le Gave d’Aspe et l’autre, sur la section terminale du deuxième tronçon, pour tenir compte de l’apport du Gave de Lescun, de l’influence potentielle de la prise d’eau d’Anitch mais également, pour des raisons de distinctions morphologiques entre les deux portions. De par sa longueur extrêmement faible, en accord avec le comité de pilotage, aucun site d’analyse directe n’a été implanté sur le TCC du Gave de Lescun.

Sur ces deux sites, l’espèce piscicole ciblée prioritairement est la Truite commune dans l’analyse des microhabitats. Toutefois, de par l’enjeu écologique recensé dans le secteur et de par la configuration morphodynamique mise en évidence dans les chapitres précédents, les potentialités d’habitat et de reproduction du Saumon Atlantique seront également étudiées.



**Figure 24 – Positionnement des sites d'analyse EVHA sur le Gave d'Aspe**

## 8.1.1 Résultats bruts d’analyse pour le site amont

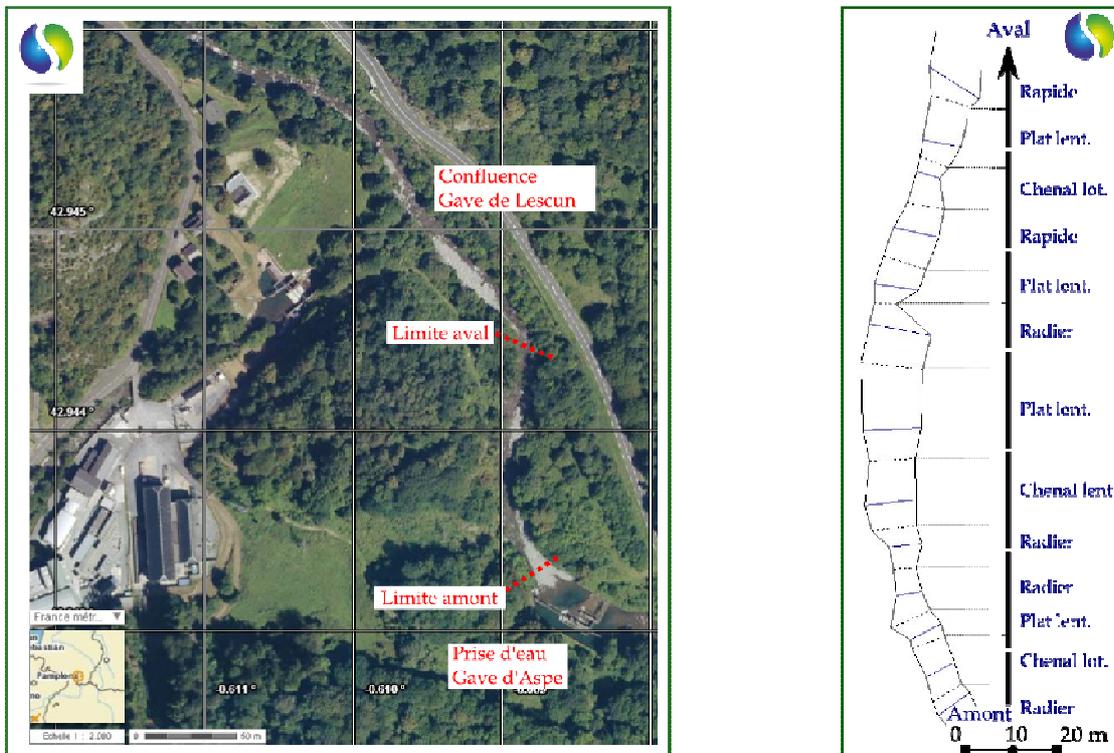
### 8.1.1.1 Présentation du site d’étude

#### 8.1.1.1.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

La station mesure plus de 140 mètres de longueur pour une largeur moyenne de 8.9 m au débit de mesure (590 l/s le 12/08/2013). La limite amont de la station environ 25 m en aval du seuil de la prise d’eau.

La longueur de la station rentre donc dans la gamme correspondant aux conseils méthodologiques et sa représentativité est d’autant plus assurée grâce à la très forte diversité des successions d’écoulements.

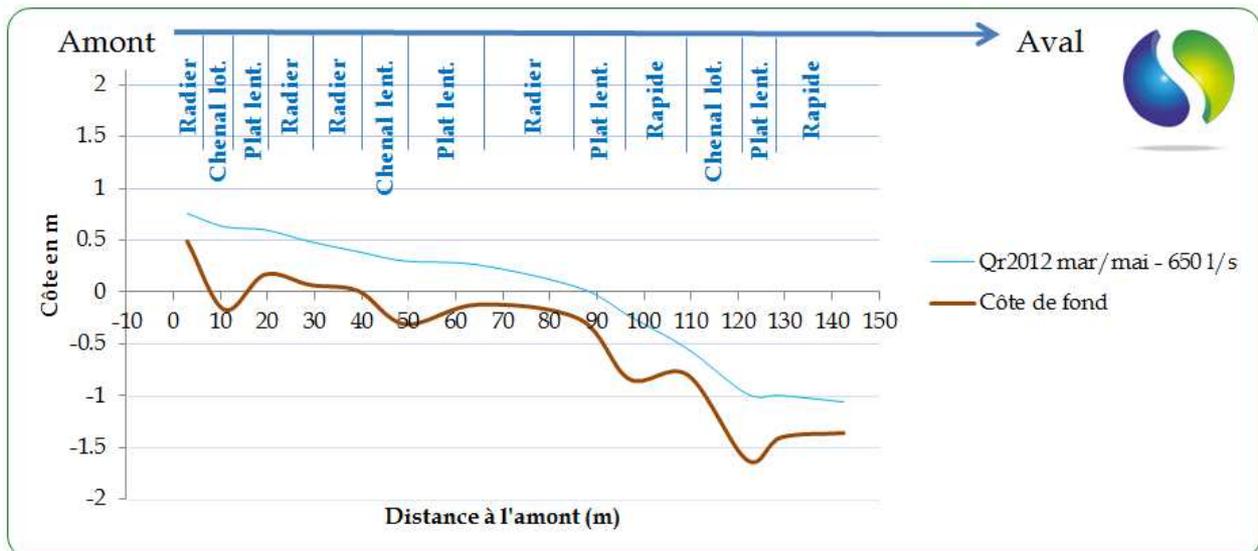
La Figure 25 présente les différents faciès présents sur le site d’étude. La sectorisation des écoulements s’est faite sur la base de la classification de Malavoi & Souchon (Annexe 10.2).



**Figure 25 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Gave d’Aspe Amont**

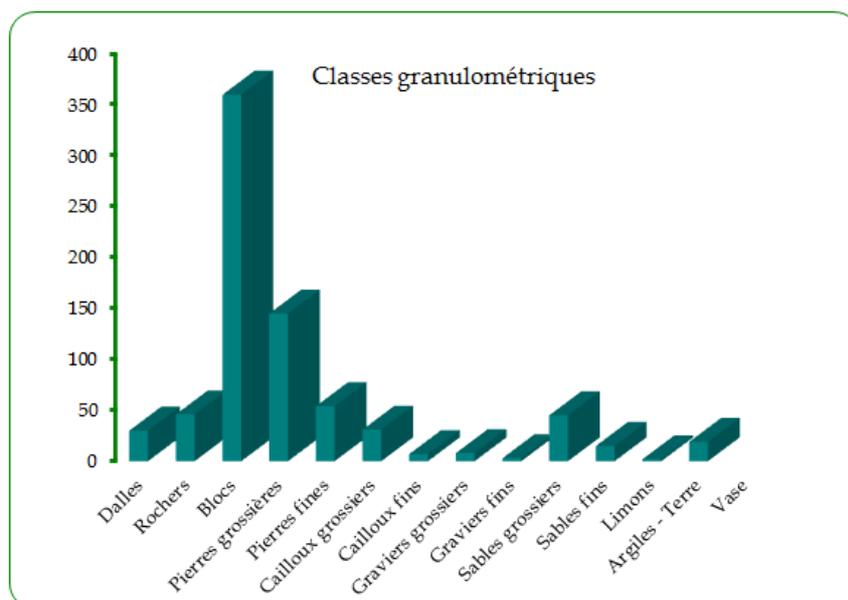
La pente, proche de 13‰, est tout à fait dans la gamme de modélisation acceptée par EVHA (Figure 26).

La diversité des faciès est élevée avec des zones alternées de profonds et de rapides.



**Figure 26 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Gave d’Aspe Amont**

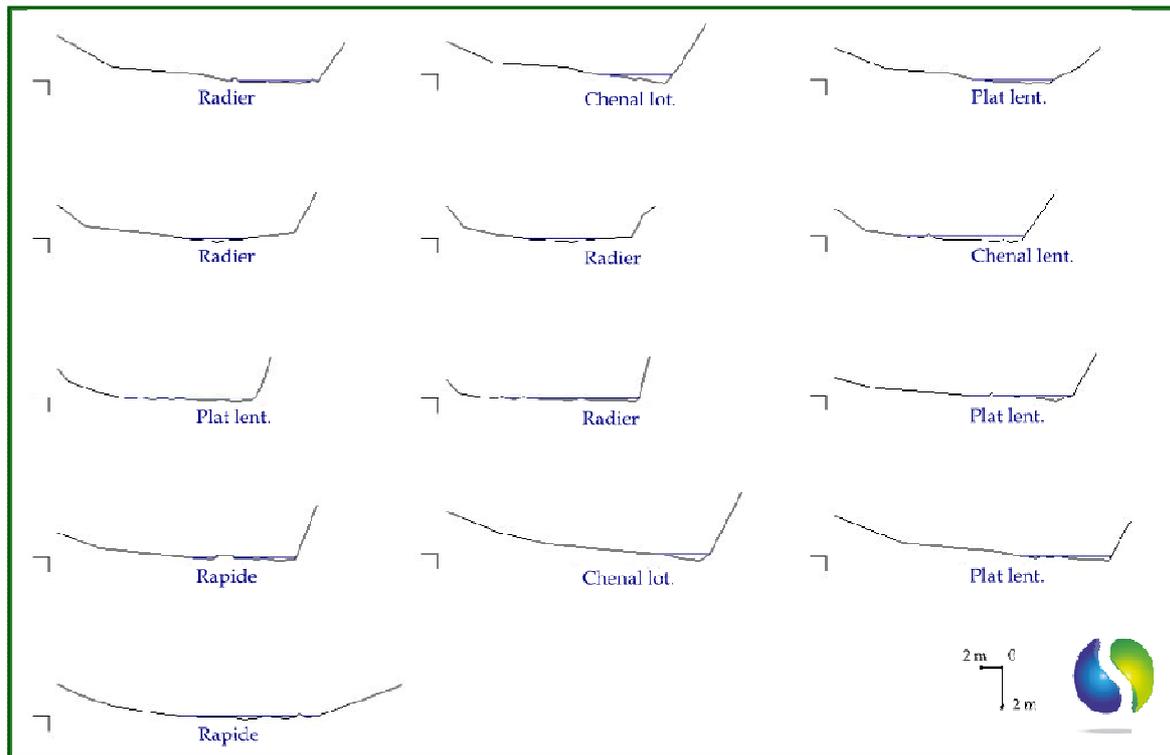
La granulométrie est assez peu diversifiée avec une large domination des fractions grossières (blocs et pierres grossières). On note la présence ponctuelle de patches de sables, fréquemment dans les zones abritées derrière les rochers.



**Figure 27 – Occurrence granulométrique sur la station Gave d’Aspe Amont**

La végétation arborée est dense et en bon état mais le lit mineur est large et les fortes variations d’envoieement en fonction des débits, surtout en rive droite, rendent relativement peu efficaces les boisements latéraux (Figure 28).

Le fort potentiel de caches piscicoles est essentiellement centré sur la présence d’une granulométrie très grossière et de zones profondes refuges régulièrement réparties.



**Figure 28 – Vue aval des profils en travers et ligne d’eau des différents faciès observés au débit de mesure (de l’amt vers l’avl : de G à D et de H en B) sur la station Gave d’Aspe Amont**



*Portion amont*



*Zones profondes régulièrement réparties*



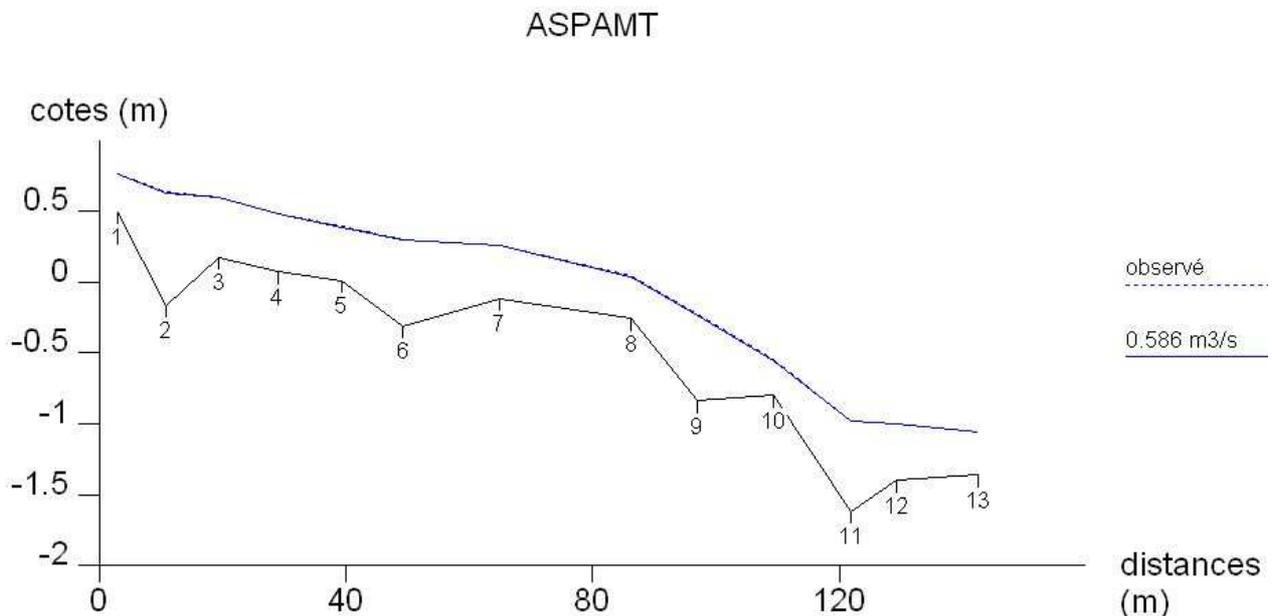
*Granulométrie grossière*



*Portion terminale*

### 8.1.1.1.2 Evolution des caractéristiques en fonction de l’augmentation du débit

Malgré la granulométrie grossière, l’absence de ruptures marquées des pentes a permis de réaliser un calage hydraulique sans soucis avec EVHA. Le choix de la gamme de modélisation s’est donc porté sur une évaluation des habitats entre 60 l/s et 5 m<sup>3</sup>/s, pour bien identifier la diversité des écoulements.



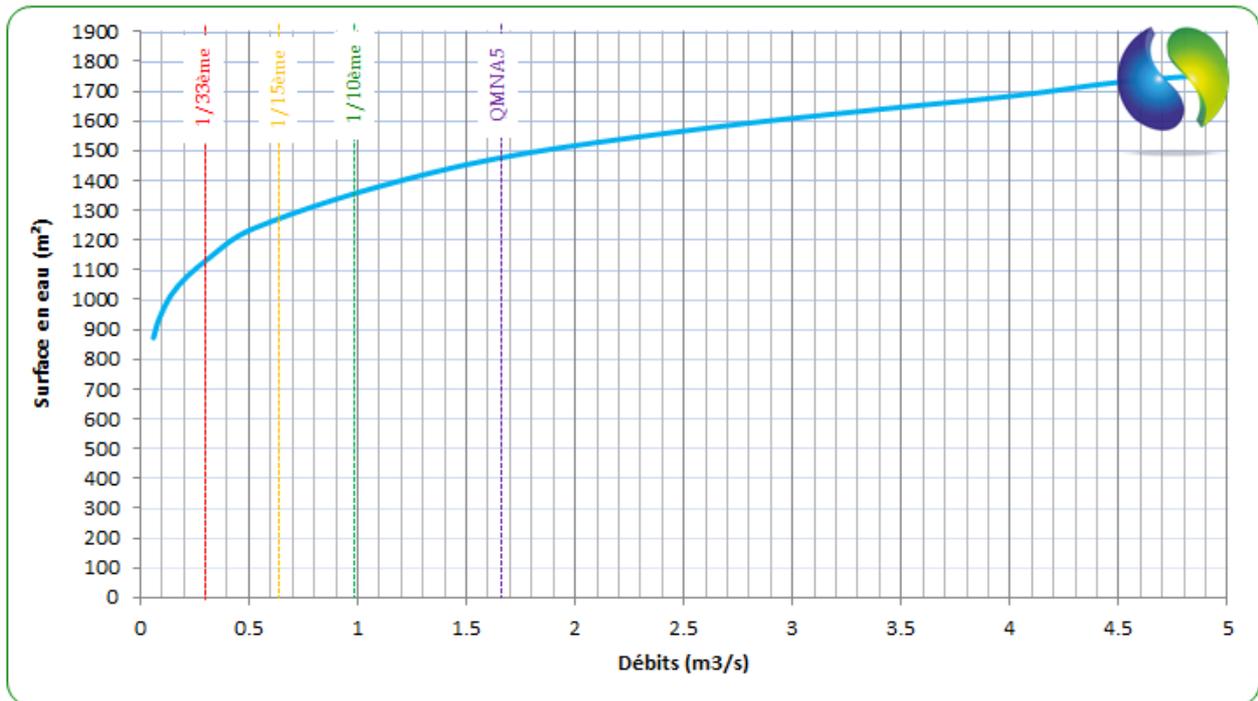
**Figure 29 - Résultat du calage hydraulique pour la station Gave d’Aspe Amont**

#### 8.1.1.1.2.1 Surface en eau

La Figure 30 nous présente des bénéfices essentiellement « horizontaux » (50% de gains surfaciques) jusqu’à 700 l/s environ puis plutôt « verticaux » (augmentation des profondeurs) par la suite.

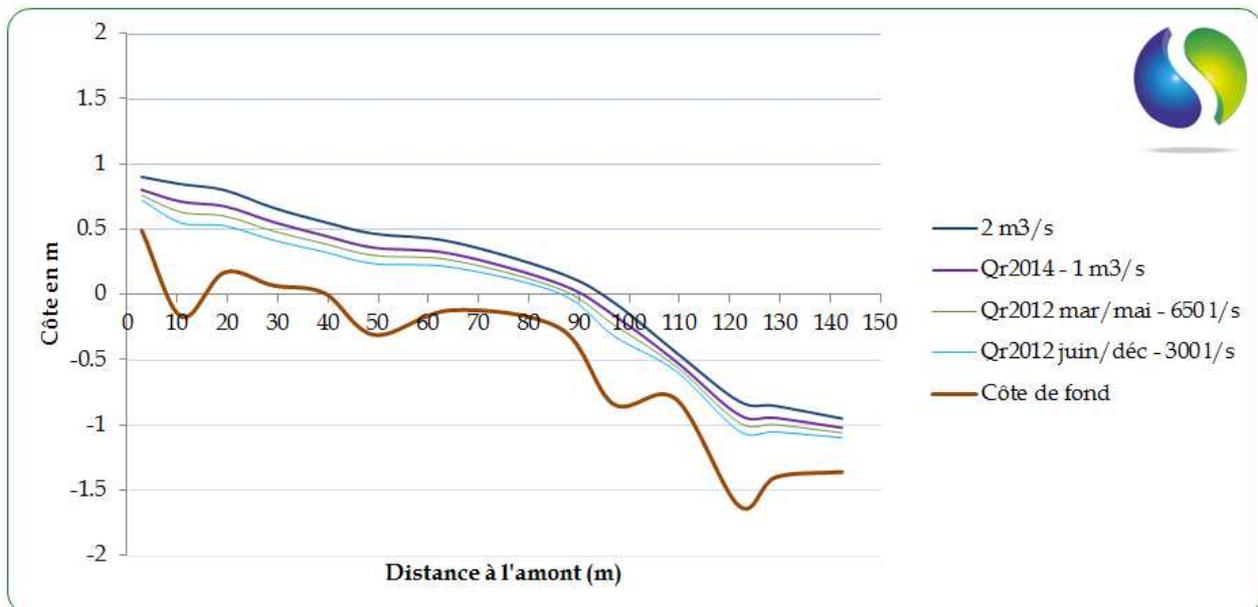
Cette courbe montre que l’encaissement du lit en rive gauche est compensé dans un premier temps par l’étalement important de la lame d’eau sur les plages latérales complémentaires en rive droite.

Les gains d’habitat potentiels pour les juvéniles ou les alevins, qui préfèrent les zones calmes, de bordure et de faible profondeur, seront donc potentiellement importants, essentiellement jusqu’à des valeurs proches de 1 m<sup>3</sup>/s. Par la suite la progression des gains est plus réduite mais constante grâce à la présence de cette plage latérale en rive droite.



**Figure 30 – Evolution de la surface en eau de la station Gave d’Aspe Amont avec l’augmentation des débits modélisés**

La conformation du lit mineur permet un élargissement initial du chenal principal en rive gauche jusqu’à  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  puis une croissance plus axée vers les hauteurs d’eau moyennes au-delà (Figure 31).

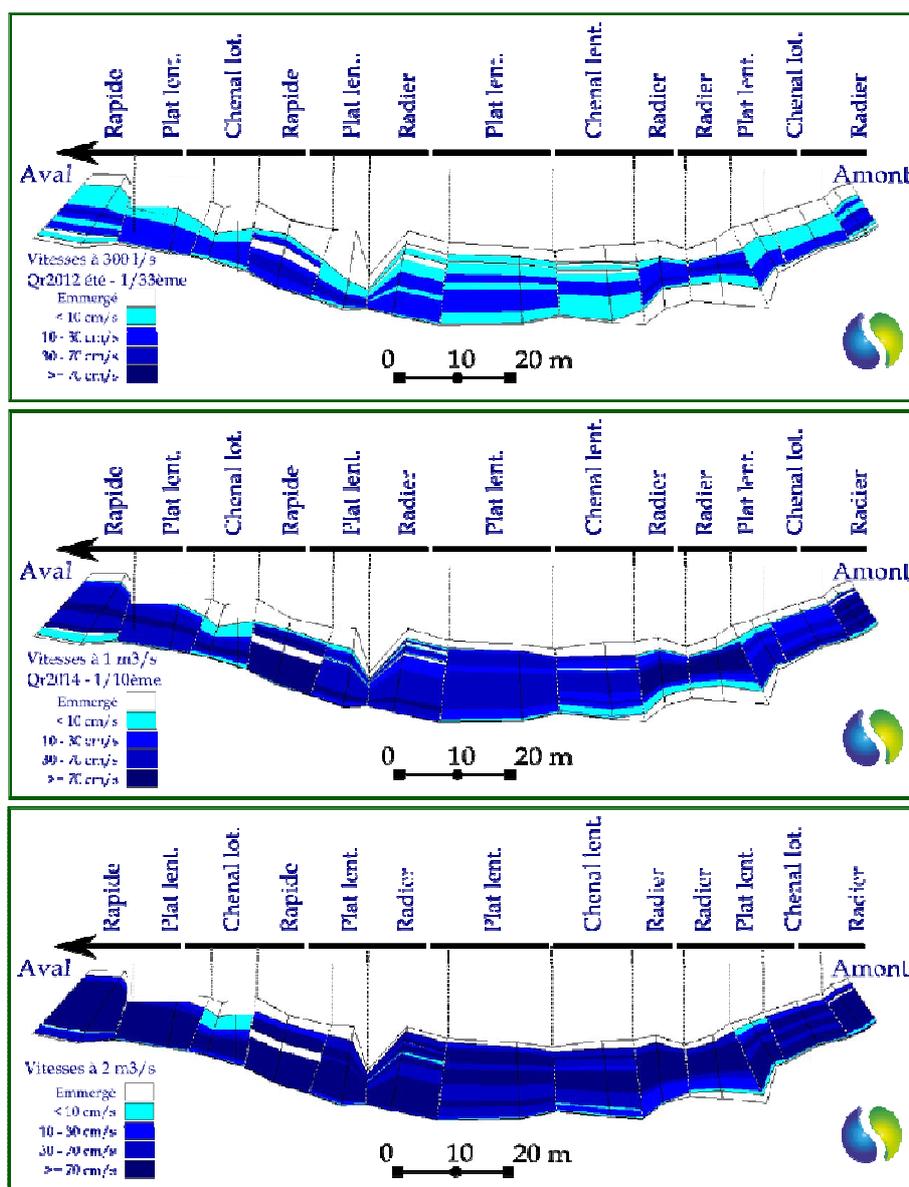


**Figure 31 – Evolution de la ligne d’eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Gave d’Aspe Amont**

### 8.1.1.1.2.2 Variation des vitesses

La Figure 32 montre l’évolution des vitesses entre trois débits grâce à une vue en plan de l’ensemble du lit.

Aux débits très bas, les portions rapides sont peu présentes et restreintes au chenal central de quelques secteurs identifiés comme faciès lotiques. A partir de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  en revanche, la mise en vitesse de l’ensemble du lit en eau est effective et seules quelques plages latérales disposent encore de vitesses lentes. Enfin, à  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ , le lit principal est quasi intégralement ennoyé, les portions lentes sont très réduites mais de nombreuses zones possèdent encore des vitesses intermédiaires.

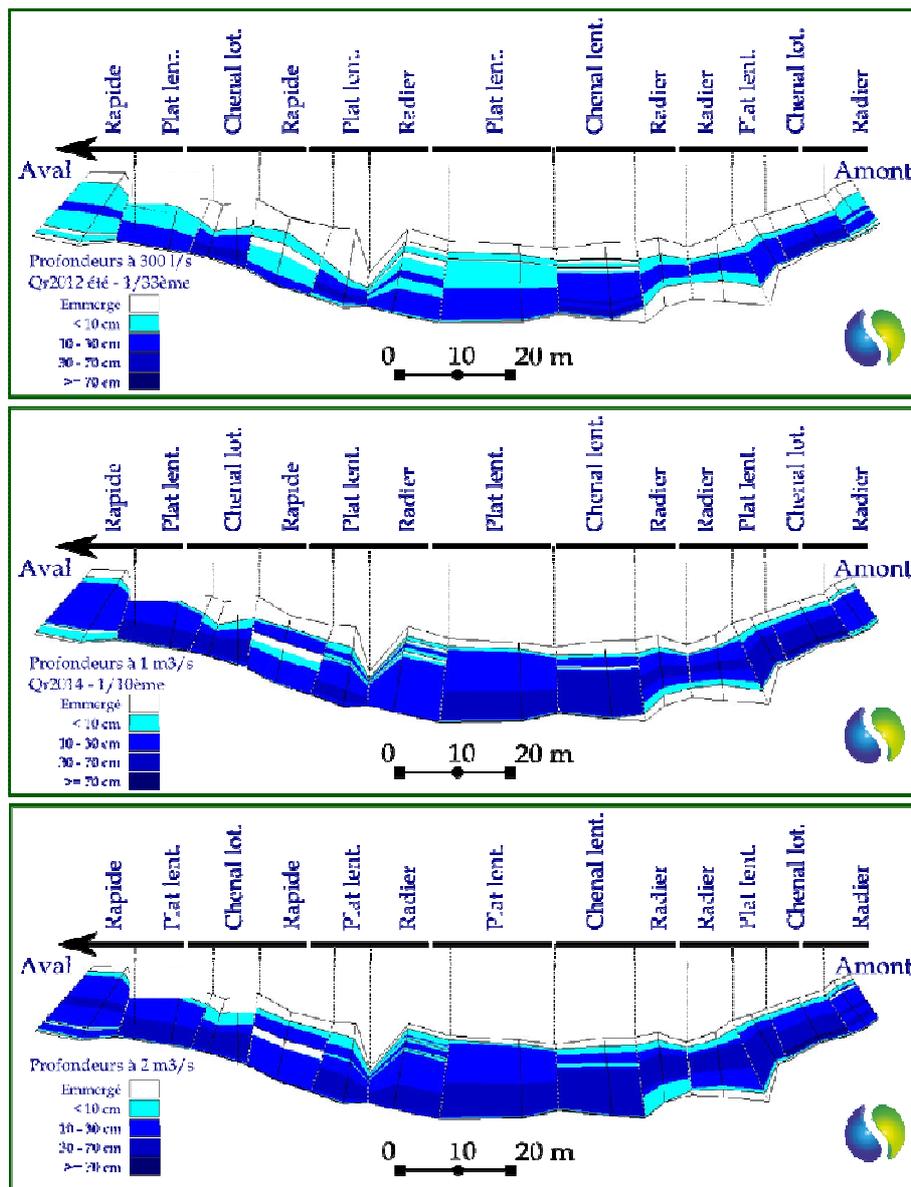


**Figure 32 - Vue en plan des variations de vitesses sur la station Aspe Amont à 3 débits ( $300 \text{ l/s}$  -  $1/33^{\text{ème}}$  du module,  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  -  $1/10^{\text{ème}}$  du module,  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

### 8.1.1.1.2.3 Variations des profondeurs

La Figure 33 montre l’évolution des profondeurs entre ces trois débits grâce à une vue en plan de l’ensemble du lit.

Aux débits très bas, seul le chenal principal en rive gauche dispose d’une lame d’eau efficace pour la circulation piscicole. Les plages latérales, aux profondeurs restreintes dominant et le risque de fragmentation longitudinale, surtout au niveau des faciès les plus rapides, pourrait être présent. Dès 1 m<sup>3</sup>/s, la majorité des zones en eau dispose d’une lame d’eau efficace pour limiter ce risque de fragmentation. Aux débits supérieurs, seules quelques plages latérales possèdent des profondeurs restreintes et la mise en eau progressive de la rive droite se poursuit.



**Figure 33 - Vue en plan des variations de profondeurs sur la station Aspe Amont à 3 débits (300 l/s - 1/33<sup>ème</sup> du module, 1 m<sup>3</sup>/s - 1/10<sup>ème</sup> du module, 2 m<sup>3</sup>/s)**

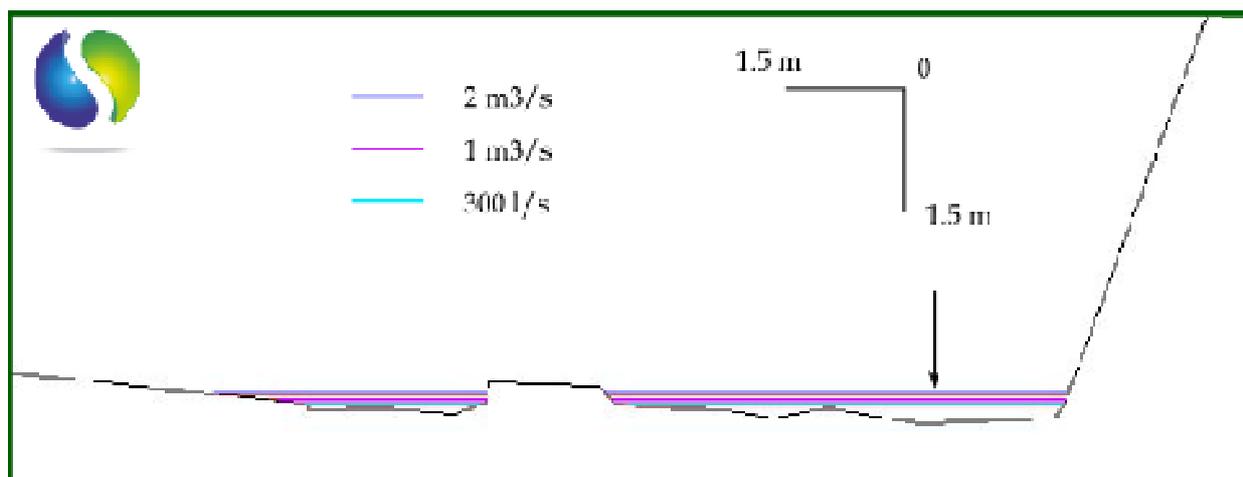
Ces variations de profondeurs ne sont pas un critère majeur de détermination de DMB mais il convient de s’assurer que la continuité biologique est maintenue, même à bas débit. Pour permettre au poisson d’utiliser ses pleines capacités de nage et ainsi préserver cette continuité, il est nécessaire que le tirant d’eau soit suffisant pour lui

permettre d’assurer sa propulsion par l’ondulation de son corps et les mouvements de sa nageoire caudale.

Cette lame d’eau minimale est liée à la taille du poisson et à sa morphologie. Pour les espèces ciblées dans le cadre de cette étude (salmonidés), dans la littérature<sup>14</sup>, il est généralement mentionné une lame d’eau minimale d’environ 1.5 fois la hauteur du poisson (à l’exception du domaine du dimensionnement de passes à poissons où ce ratio doit être proche de 2.5). Pour des passages très ponctuels, la hauteur minimale du tirant d’eau nécessaire peut donc être considérée comme de l’ordre de 20 cm pour les grands salmonidés migrateurs et d’environ 5 cm pour les petites truites communes ( $L_p < 30$  cm). Pour un linéaire plus long, des tirants d’eau de l’ordre de 10-12 cm pour les truites et de 25 cm pour les grands salmonidés sont nécessaires au respect de cette continuité.

La figure suivante représente les lignes d’eau pour 3 débits différents pour le transect le moins profond et donc, potentiellement le plus problématique pour la continuité biologique.

On note que même au débit le plus bas, les déplacements pour les individus les plus gros, y compris pour les Saumons, sont largement préservés avec une profondeur supérieure à 30 cm, à minima sur une veine unique de ce transect. Bien avant le débit minimal réglementaire ( $1/10^{\text{ème}}$  du module –  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ), la continuité pour les espèces vis-à-vis de la contrainte hydraulique au sein du lit courant ne semble donc plus être une problématique sur ce tronçon.



**Figure 34 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station**

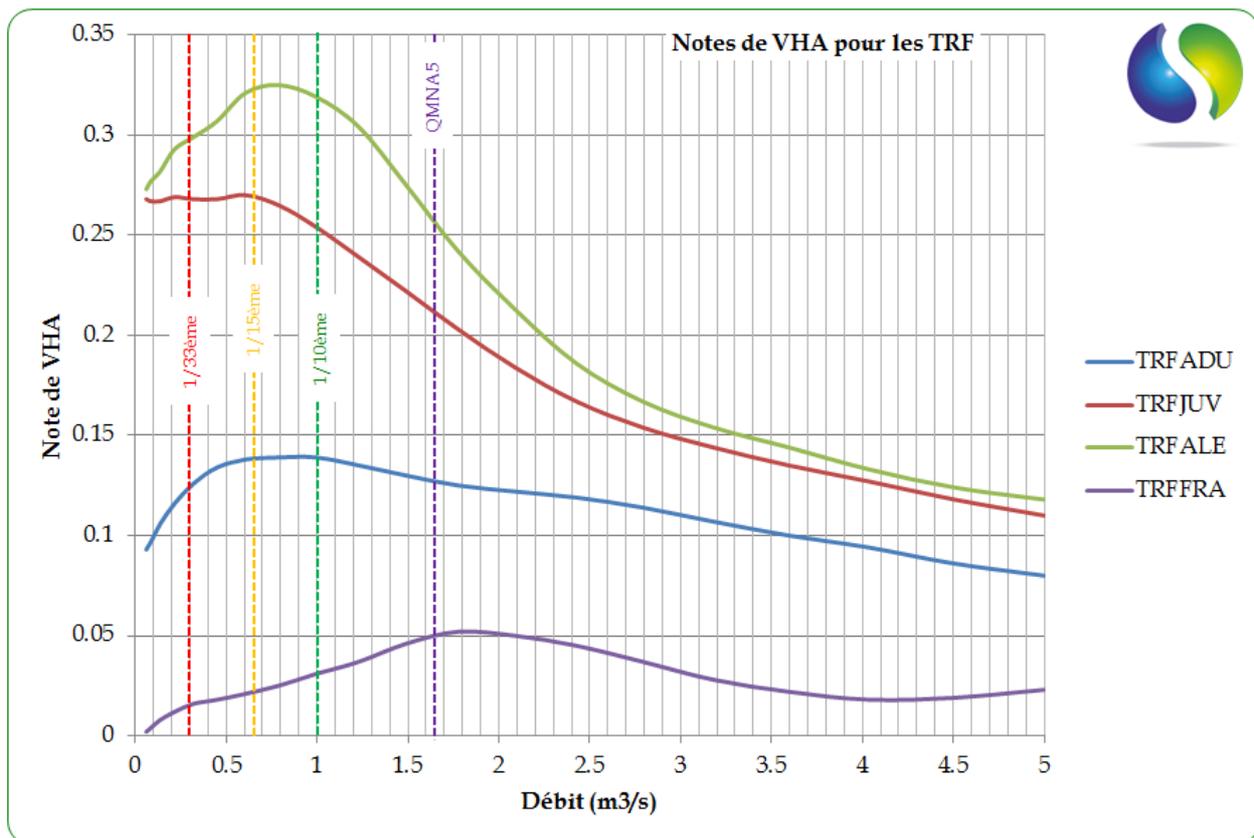
<sup>14</sup> Comprendre pour Agir – Informations sur la continuité écologique ; évaluer le franchissement des obstacles par les poissons – Principes et méthodes. Rapport ONEMA – mai 2014

### 8.1.1.2 Valeurs d’habitat

#### 8.1.1.2.1 Truite Fario

La Figure 35 présente les variations de Valeurs d’Habitat (VHA) pour les quatre stades de la *Truite fario*, espèce cible préférentielle du secteur, sur la gamme des débits modélisés :

- Le potentiel théorique de zones de reproduction croît régulièrement jusqu’à des valeurs de débit de l’ordre de 2 m<sup>3</sup>/s avant de diminuer par la suite. Il reste toutefois toujours faible en valeur absolue ;
- Avec des valeurs absolues très différentes (du simple au double), les courbes d’habitat pour les adultes de Truite et pour les juvéniles sont de forme similaire sur les valeurs basses de la gamme modélisée. Le potentiel croît rapidement jusqu’à 700 l/s environ avant de se stabiliser temporairement puis de diminuer au-delà du 1/10<sup>ème</sup> du module ;
- Pour les alevins, aux exigences de profondeur moindres, le potentiel théorique est au maximum dès les valeurs de débits les plus basses et il décroît au-delà de 800 l/s.

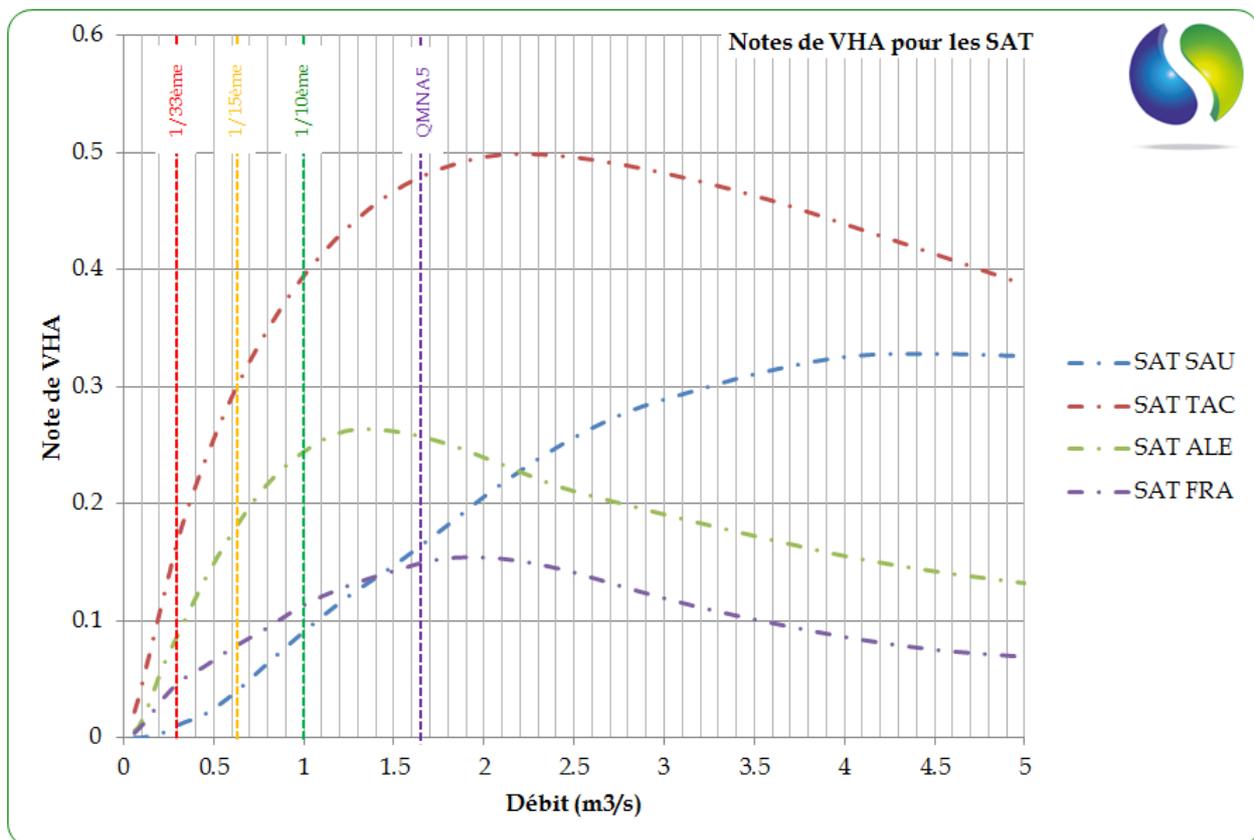


**Figure 35 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)**

### 8.1.1.2.2 Saumons Atlantiques

La Figure 36 présente les variations de Valeurs d’Habitat (VHA) pour quatre stades du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie), espèce patrimoniale du secteur, sur la gamme des débits modélisés :

- Le potentiel théorique de zones de reproduction augmente jusqu’à une valeur de débit proche du QMNA5 naturel reconstitué avant de décroître régulièrement par la suite ;
- Pour les alevins émergents et les tacons, la forme est relativement similaire mais avec des potentiels optimaux respectifs autour de 1.2 m<sup>3</sup>/s pour les premiers et 2 m<sup>3</sup>/s pour les seconds, au potentiel absolu bien plus élevé ;
- Pour le stade le plus avancé, les saumoneaux, le potentiel théorique ne fait pratiquement que croître sur la gamme des débits modélisés.



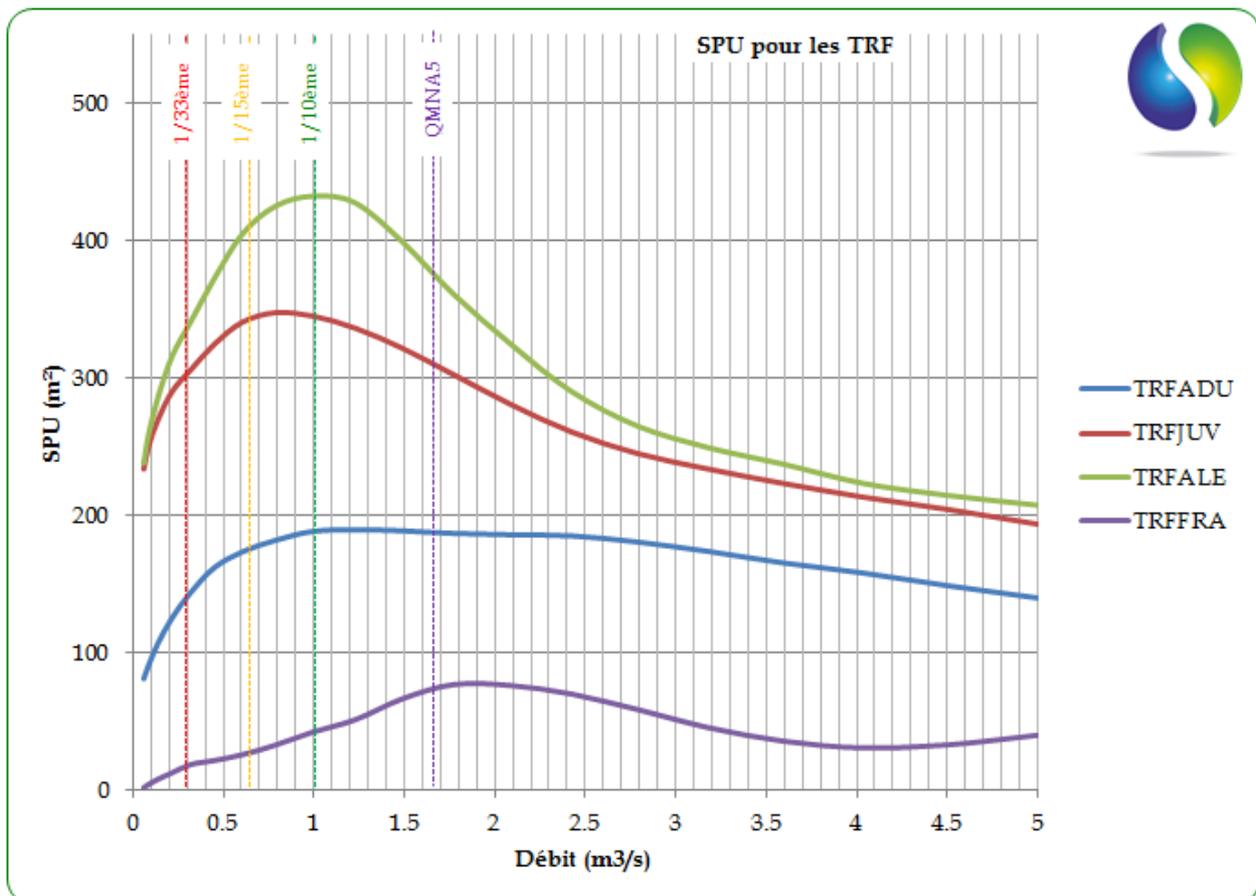
**Figure 36 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie)**

### 8.1.1.3 Surfaces pondérées utiles

#### 8.1.1.3.1 Evolution avec les débits des SPU relatives pour la Truite

La Figure 37 présente les variations de Surface Pondérée Utile (SPU = VHA rapportée à la surface disponible) pour les quatre stades de la *Truite fario*, espèce cible préférentielle du secteur, sur la gamme des débits modélisés :

- On observe que les SPU concernant la fraie, tout comme les VHA, progressent régulièrement avec le débit jusqu’à une valeur proche du QMNA5, certainement par la mise en eau de nouvelles zones favorables, avant de décliner par la suite ;
- Pour les adultes, le potentiel optimal semble atteint légèrement en-deçà du  $m^3/s$  mais il est conséquent dès 500 l/s et relativement préservé avec la hausse des débits au-delà de l’optimal (les caches conséquentes semblent être des abris suffisants pour ce stade malgré la hausse des vitesses) ;
- Pour les juvéniles et les alevins, les courbes de SPU montrent un optimal en dessous de 700 l/s. Par la suite, au-delà du  $m^3/s$ , le gain latéral trop réduit ne permet plus de compenser l’augmentation des vitesses devenues trop importantes et l’habitat potentiel pour ces stades décline régulièrement.

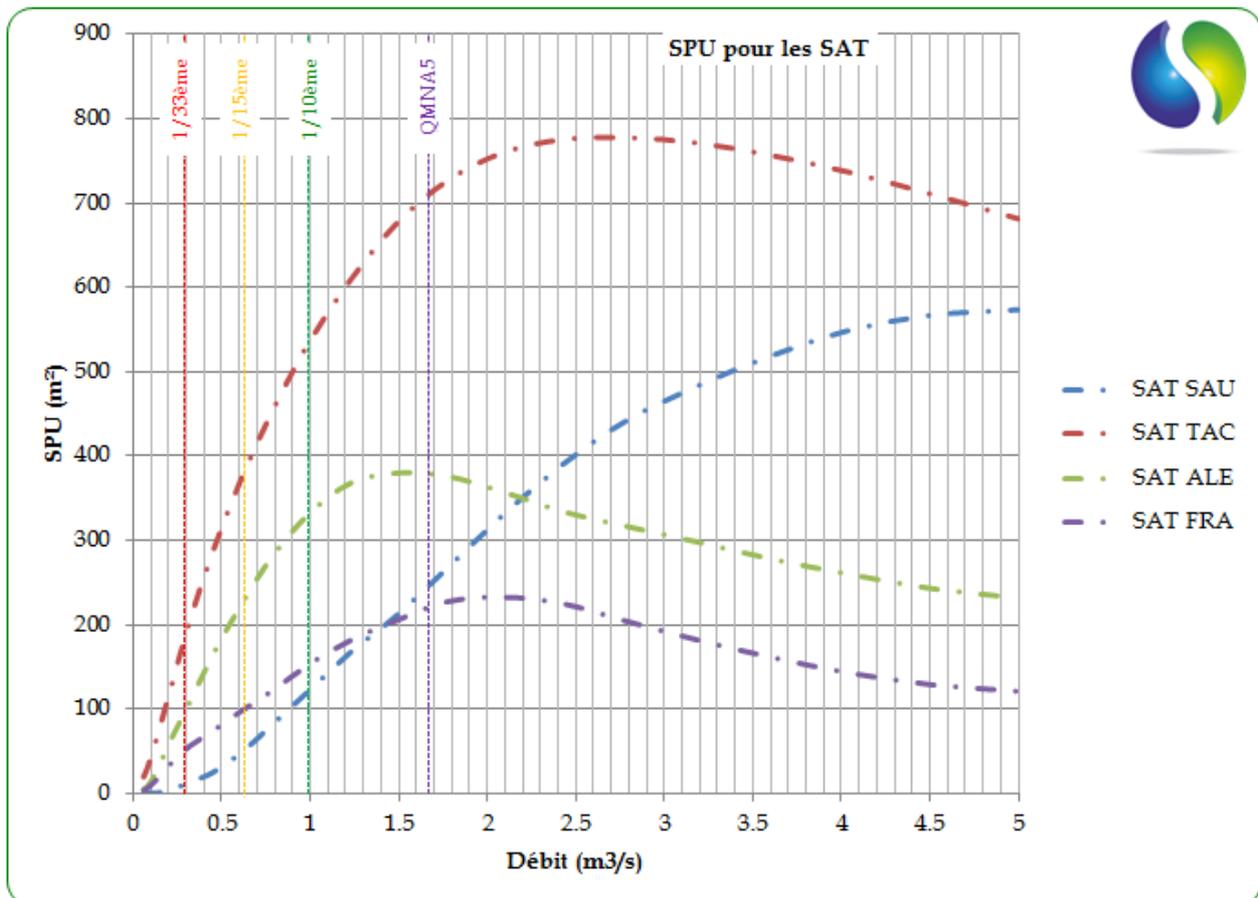


**Figure 37 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)**

### 8.1.1.3.2 Evolution avec les débits des SPU relatives pour les Saumons Atlantiques

La Figure 38 présente les variations de Surface Pondérée Utile linéaire (SPU = VHA rapportée à la surface disponible) pour quatre stades du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie), espèce patrimoniale du secteur, sur la gamme des débits modélisés :

- On observe que l’optimal des SPU concernant la fraie est similaire à celui obtenu pour la Truite, aux environs de 1.75-2 m<sup>3</sup>/s, et une perte potentielle est observée par la suite en raison de l’augmentation des profondeurs trop importantes, sans réel gain latéral complémentaire ;
- Pour les alevins émergents, l’optimal est nettement marqué autour de 1.25 m<sup>3</sup>/s alors qu’il est légèrement au-delà pour les Tacons, qui disposent d’ailleurs d’un potentiel absolu bien supérieur. Dans les deux cas toutefois, la perte massive d’habitat favorable est très nette en dessous du 1/10<sup>ème</sup> du module ;
- Pour les saumoneaux, stade le plus avancé, les courbes de SPU montrent une croissance continu du potentiel tout au long de la gamme des débits modélisés.



**Figure 38 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie)**

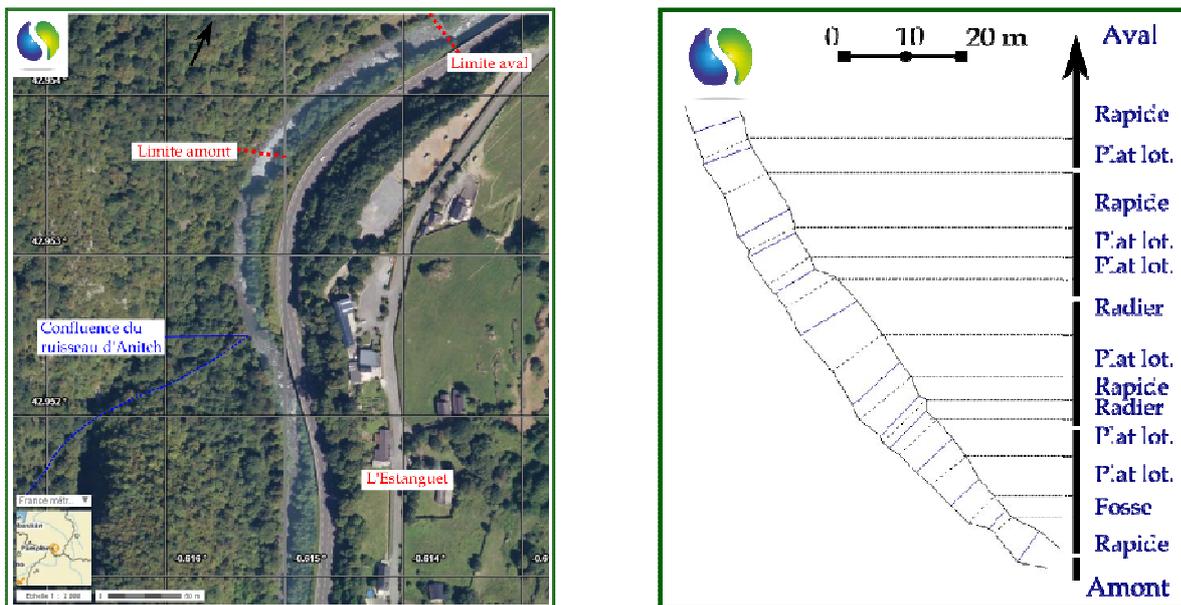
## 8.1.2 Résultats bruts d’analyse pour le site aval

### 8.1.2.1 Présentation du site d’étude

#### 8.1.2.1.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

La station mesure près de 120 mètres de longueur pour une largeur moyenne de 10 m au débit de mesure (1 m<sup>3</sup>/s le 09/09/2013). La longueur est légèrement inférieure à l’idéal indiqué dans les conseils méthodologiques mais ce fait est compensé par une forte diversité des faciès et leur bonne représentativité par rapport au secteur analysé.

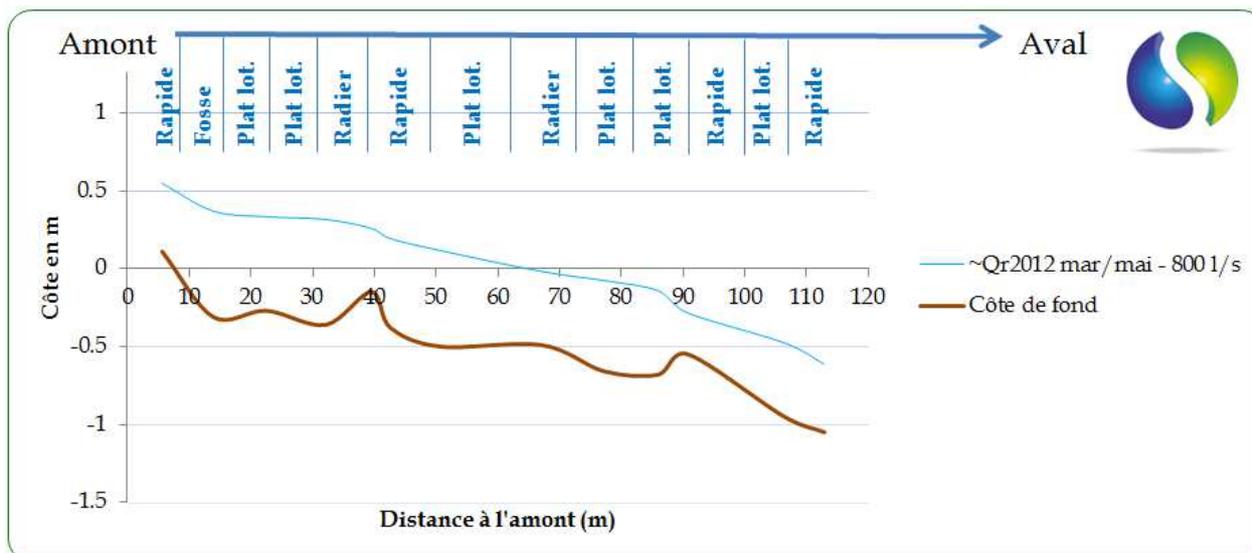
La Figure 39 présente les différents faciès présents sur le site d’étude. La sectorisation des écoulements s’est faite sur la base de la classification de Malavoi & Souchon (Annexe 10.2).



**Figure 39 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Gave d’Aspe Aval**

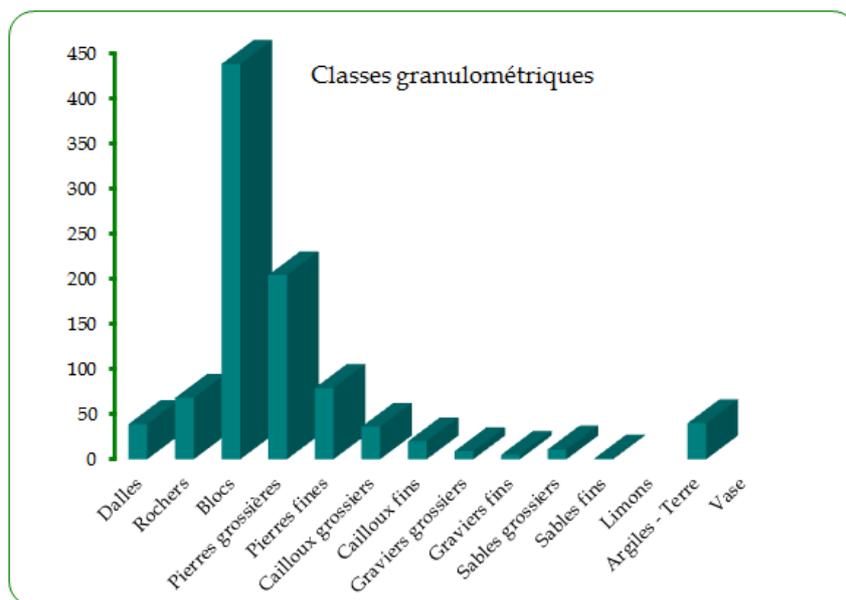
La pente, proche de 11‰, est tout à fait dans la gamme de modélisation acceptée par EVHA (Figure 40).

Comme pour le site amont, la diversité des faciès est forte avec des zones alternées de profonds et de rapides.



**Figure 40 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Gave d’Aspe Aval**

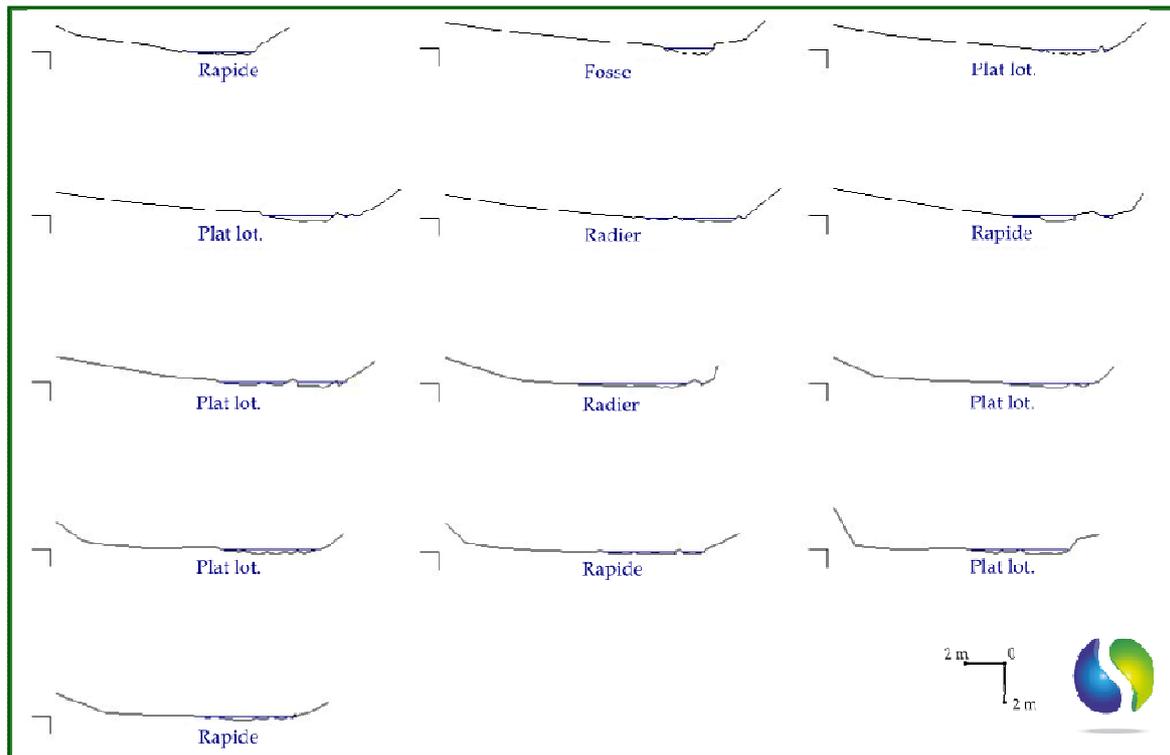
La granulométrie est similaire à celle du site amont, assez peu diversifiée avec une large domination des fractions grossières (blocs et pierres grossières). En revanche, dans une portion en aval plus éloigné des prises d’eau, on n’observe pas de patches de sables comme on avait pu l’observer sur le site amont. Les zones « Argiles-Terre » correspondent essentiellement aux bordures latérales exondées dans la gamme des débits courants.



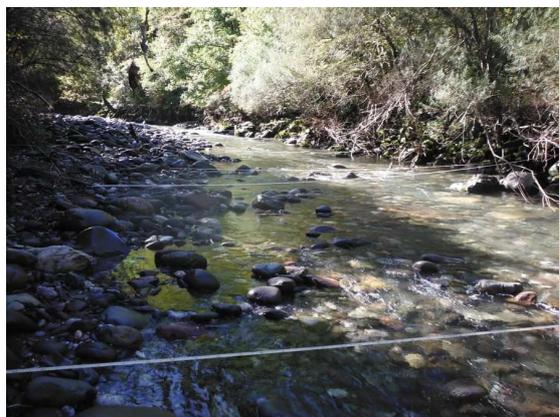
**Figure 41 – Occurrence granulométrique sur la station Gave d’Aspe Aval**

Comme pour le site amont, la végétation arborée est dense et en bon état mais le lit mineur est large et les fortes variations d’ennoiement en fonction des débits, surtout en rive droite, rendent relativement peu efficaces les boisements latéraux (Figure 42).

Le fort potentiel de caches piscicoles est octroyé par la présence d’une granulométrie très grossière et celle, notable, de zones profondes refuges régulièrement réparties.



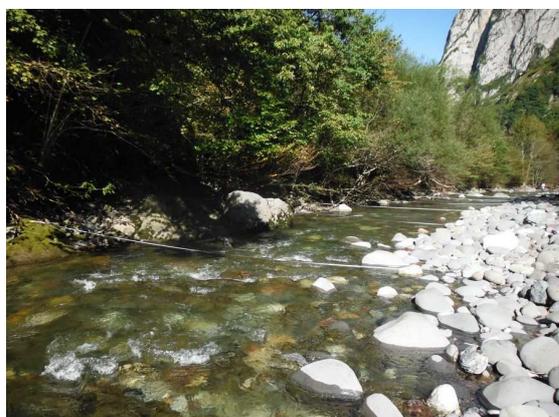
**Figure 42 – Vue aval des profils en travers et ligne d’eau des différents faciès observés au débit de mesure (de l’amont vers l’aval : de G à D et de H en B) sur la station Gave d’Aspe Aval**



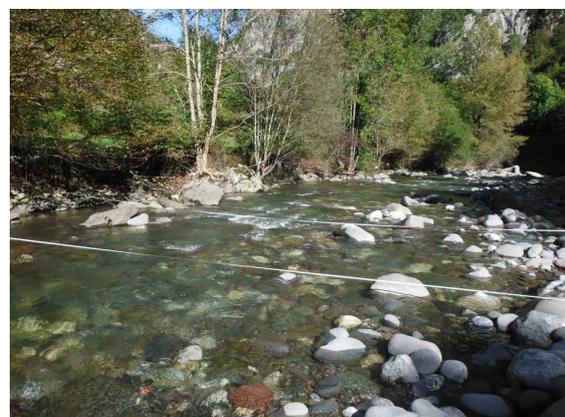
*Portion amont*



*Plages latérales ennoyées à débit supérieur*



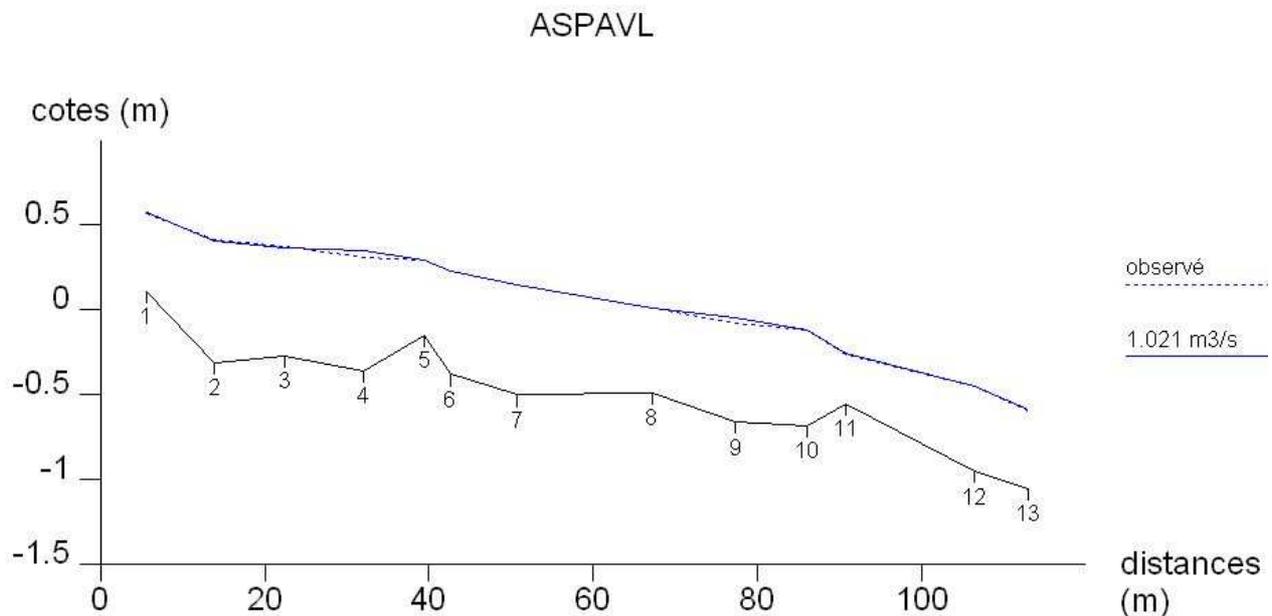
*Abris hydrauliques et zones profondes*



*Portion terminale*

### 8.1.2.1.2 Evolution des caractéristiques en fonction de l’augmentation du débit

Malgré la granulométrie grossière, le calage hydraulique a pu être effectué sans trop de soucis avec EVHA. Seule la présence de 2 zones profondes juste avant des faciès rapides a limité la modélisation à des débits supérieurs à 420 l/s. Le choix de la gamme de modélisation s’est donc porté sur une évaluation des habitats entre cette valeur minimale et 10 m<sup>3</sup>/s, pour bien identifier la diversité des écoulements.



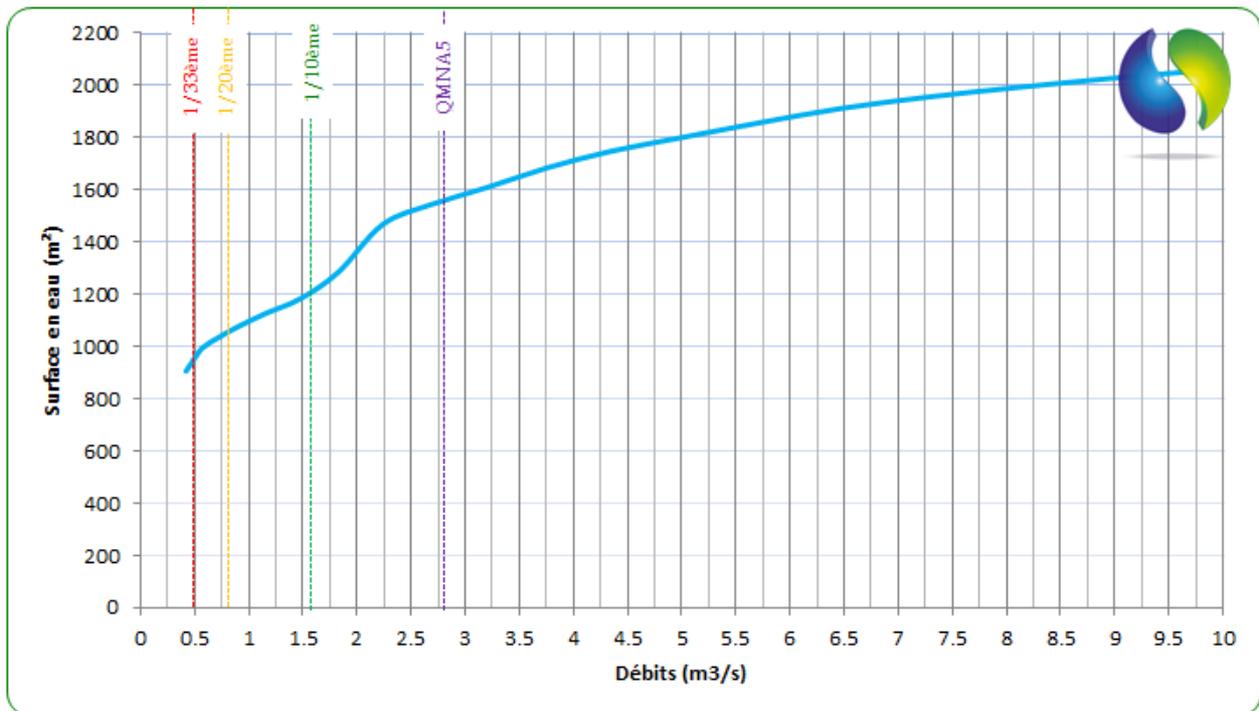
**Figure 43 - Résultat du calage hydraulique pour la station Gave d’Aspe Aval**

#### 8.1.2.1.2.1 Surface en eau

La Figure 44 nous présente des bénéfices « horizontaux » relativement constants sur la gamme des débits modélisés. Seule la gamme 1-2 m<sup>3</sup>/s dispose d’un gain surfacique plus rapide, lors de la mise en eau du chenal principal en rive gauche.

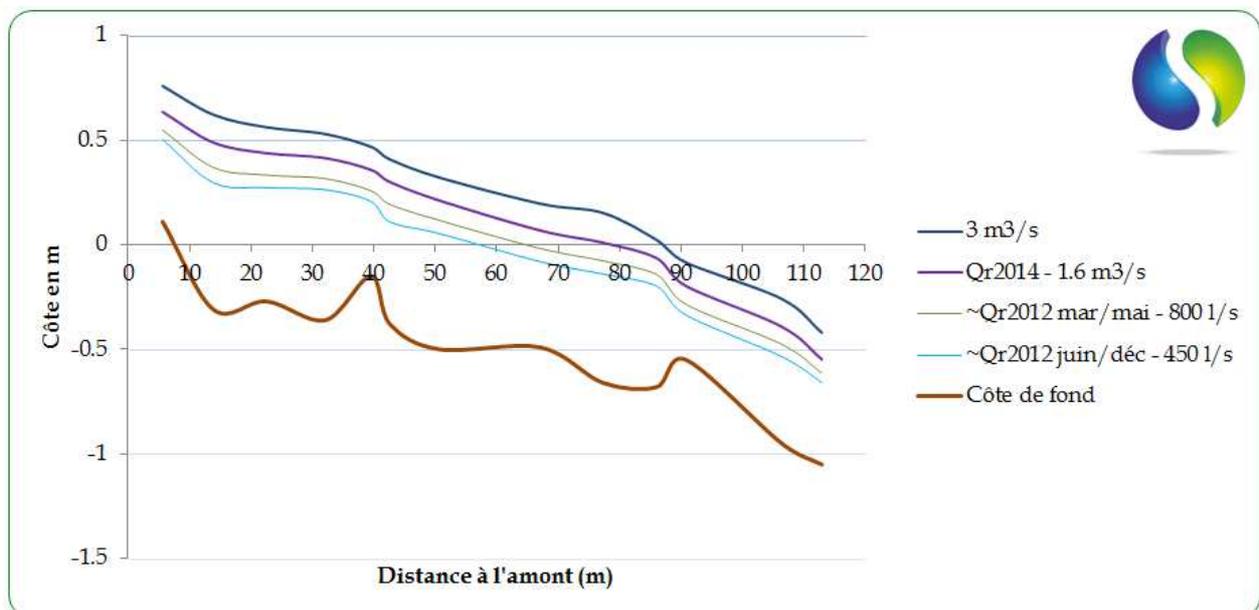
Les zones ennoyées augmentent ensuite régulièrement grâce aux plages latérales conséquentes, essentiellement en rive droite.

Les gains d’habitat potentiels pour les juvéniles ou les alevins, qui préfèrent les zones calmes, de bordure et de faible profondeur, devraient donc être potentiellement élevés et régulièrement croissants, à condition que les vitesses ne soient pas trop importantes pour ces jeunes stades.



**Figure 44 – Evolution de la surface en eau de la station Gave d’Aspe Aval avec l’augmentation des débits modélisés**

La conformation du lit mineur permet un élargissement régulier du lit mouillé. Il en est de même pour les hauteurs d’eau (Figure 45).



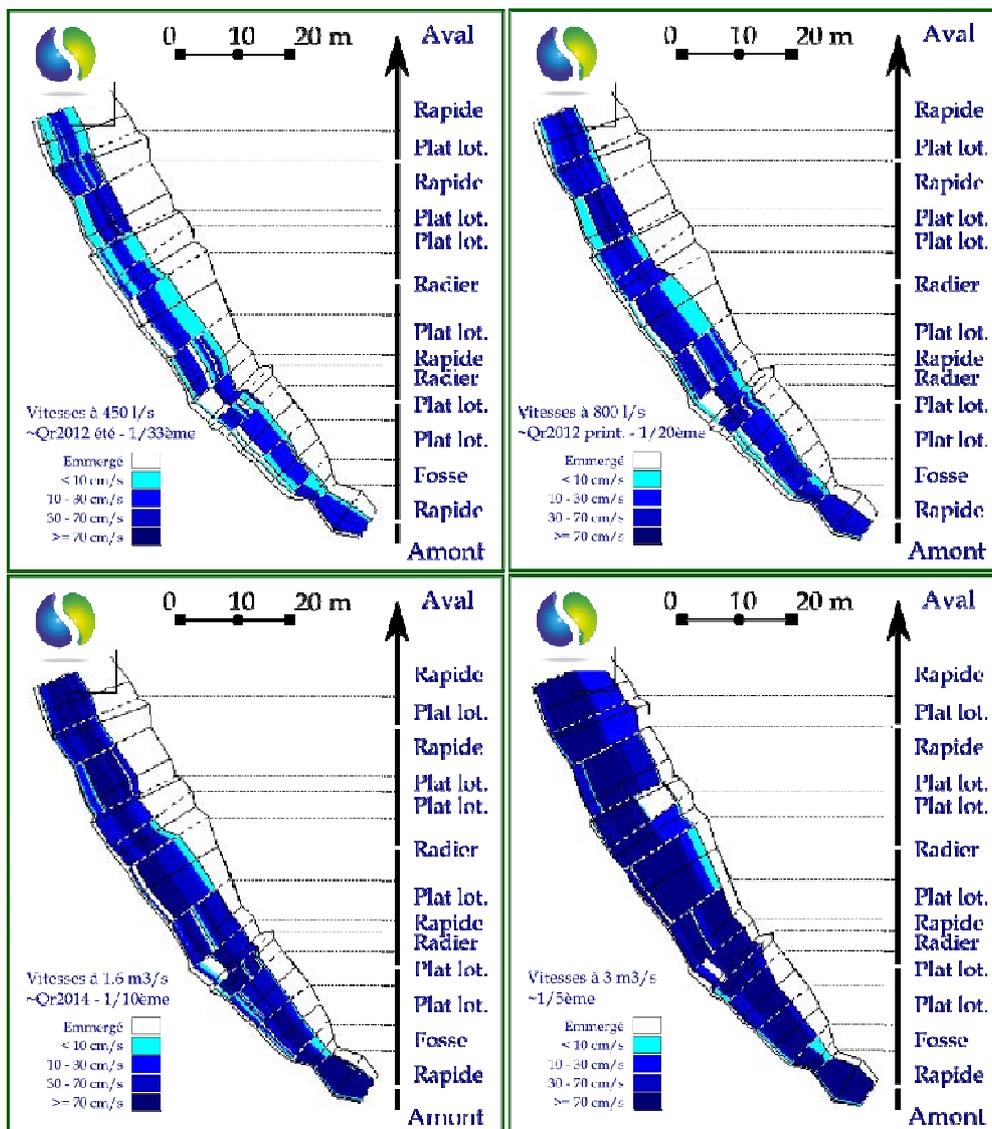
**Figure 45 – Evolution de la ligne d’eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Gave d’Aspe Aval**

### 8.1.2.1.2 Variation des vitesses

La Figure 46 montre l’évolution des vitesses entre quatre débits grâce à une vue en plan de l’ensemble du lit.

En premier lieu, même à des débits très bas (450 l/s), les portions lotiques sont régulièrement réparties sur l’ensemble du site. Toutefois, le risque de fragmentation latérale et longitudinale apparaît probable, d’autant plus sur les portions rapides, à la granulométrie la plus forte.

Dès le 1/20<sup>ème</sup> du module, et encore d’avantage à 3 m<sup>3</sup>/s, la modélisation confirme le gain surfacique très important avec l’augmentation des débits sur cette gamme basse. Aux environs du 1/5<sup>ème</sup> du module une grande partie du lit mineur est d’ailleurs déjà en eau mais le gain potentiel est encore conséquent grâce à la grande plage latérale continue en rive droite. A ces débits, les vitesses sont alors très lotiques et seules les portions latérales, derrière les abris hydrauliques, bénéficient encore de vitesses moindres, favorables aux plus jeunes stades.



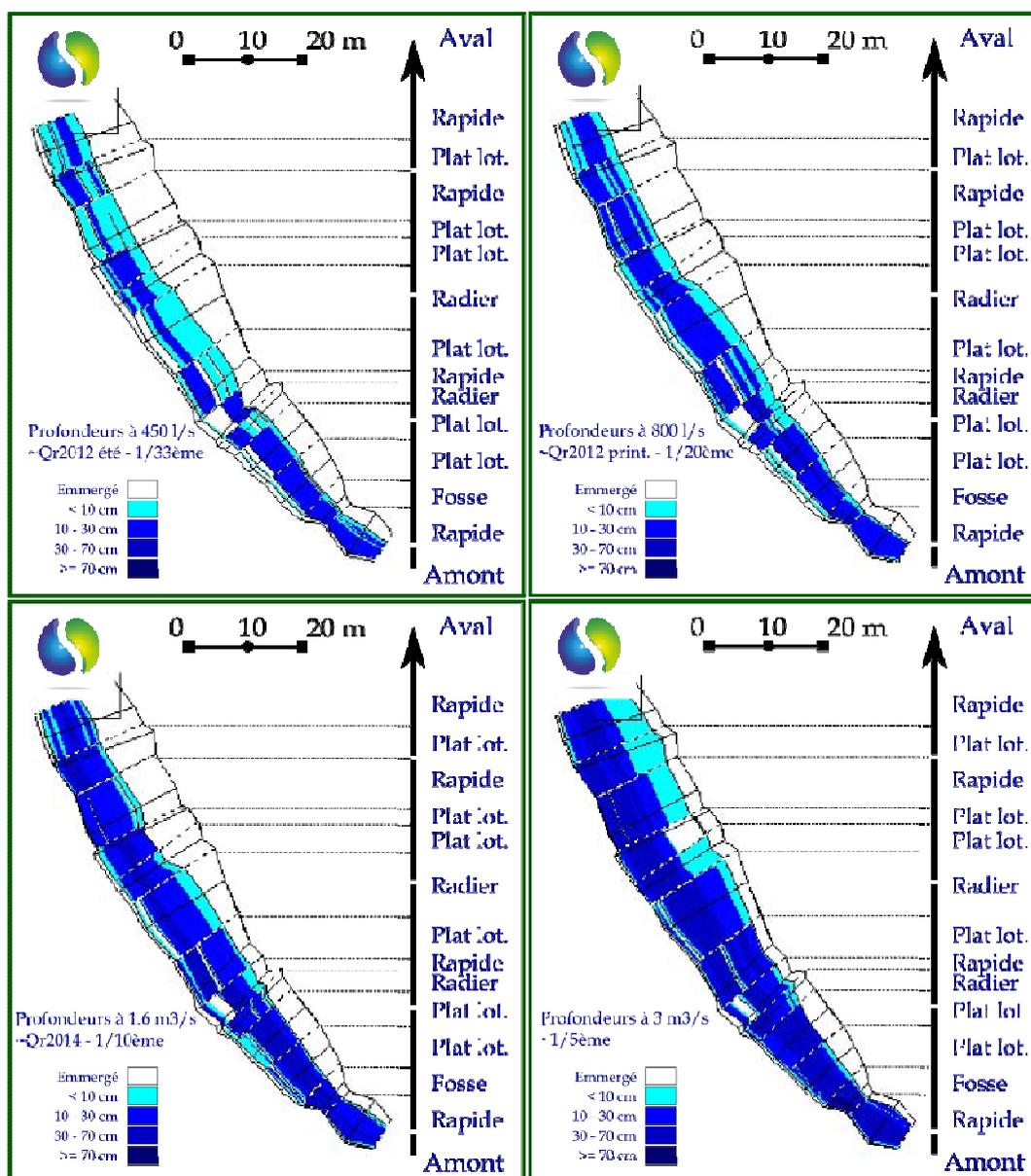
**Figure 46 - Vue en plan des variations de vitesses sur la station Gave d’Aspe Aval à 4 débits modélisés (450 l/s - ~1/33<sup>ème</sup> du module, 800 l/s - ~1/20<sup>ème</sup> du module, 1.6 m<sup>3</sup>/s - ~1/10<sup>ème</sup> du module, 3 m<sup>3</sup>/s)**

### 8.1.2.1.2.3 Variations des profondeurs

La Figure 47 montre l’évolution des profondeurs entre ces deux débits grâce à une vue en plan de l’ensemble du lit.

Comme pour les vitesses, aux débits les plus bas, les valeurs sont extrêmement faibles et le risque de fragmentation semble élevé avec un tirant d’eau réduit. Il convient d’atteindre des débits supérieurs au 1/20<sup>ème</sup> du module pour disposer d’un chenal efficient pour la circulation piscicole sur l’intégralité du linéaire étudié.

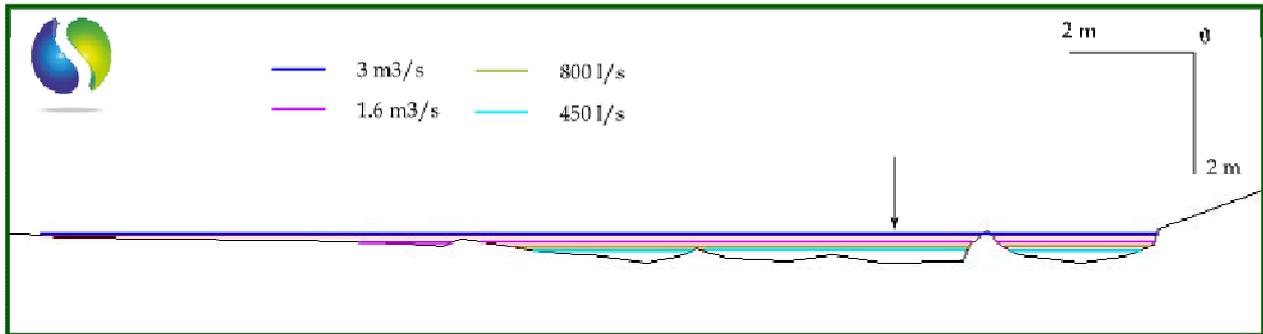
Au-delà du 1/10<sup>ème</sup> du module, les profondeurs sont suffisantes pour supprimer tout fractionnement longitudinal et la présence de cette plage latérale en rive droite, ajoutée à la diversité des écoulements, permet aux populations de disposer d’une forte diversité d’habitats.



**Figure 47 - Vue en plan des variations de profondeurs sur la station Gave d’Aspe Aval à 4 débits modélisés (450 l/s - ~1/33<sup>ème</sup> du module, 800 l/s - ~1/20<sup>ème</sup> du module, 1.6 m<sup>3</sup>/s - ~1/10<sup>ème</sup> du module, 3 m<sup>3</sup>/s)**

Comme cela avait été réalisé pour la station précédente, la Figure suivante représente les lignes d’eau à plusieurs débits pour le transect le moins profond et donc, potentiellement le plus problématique pour la continuité biologique.

Pour le débit figuré de 450 l/s, la profondeur de la veine principale sur ce transect est limitée à 22 cm, garantissant à priori le déplacement des grands individus, y compris sur des linéaires plus importants que ce seul transect. De plus, dès le 1/20<sup>ème</sup> du module (800 l/s), les profondeurs sont supérieures à 30 cm, supprimant ainsi le risque de discontinuité biologique sur ce secteur, quelle que soit l’espèce piscicole.

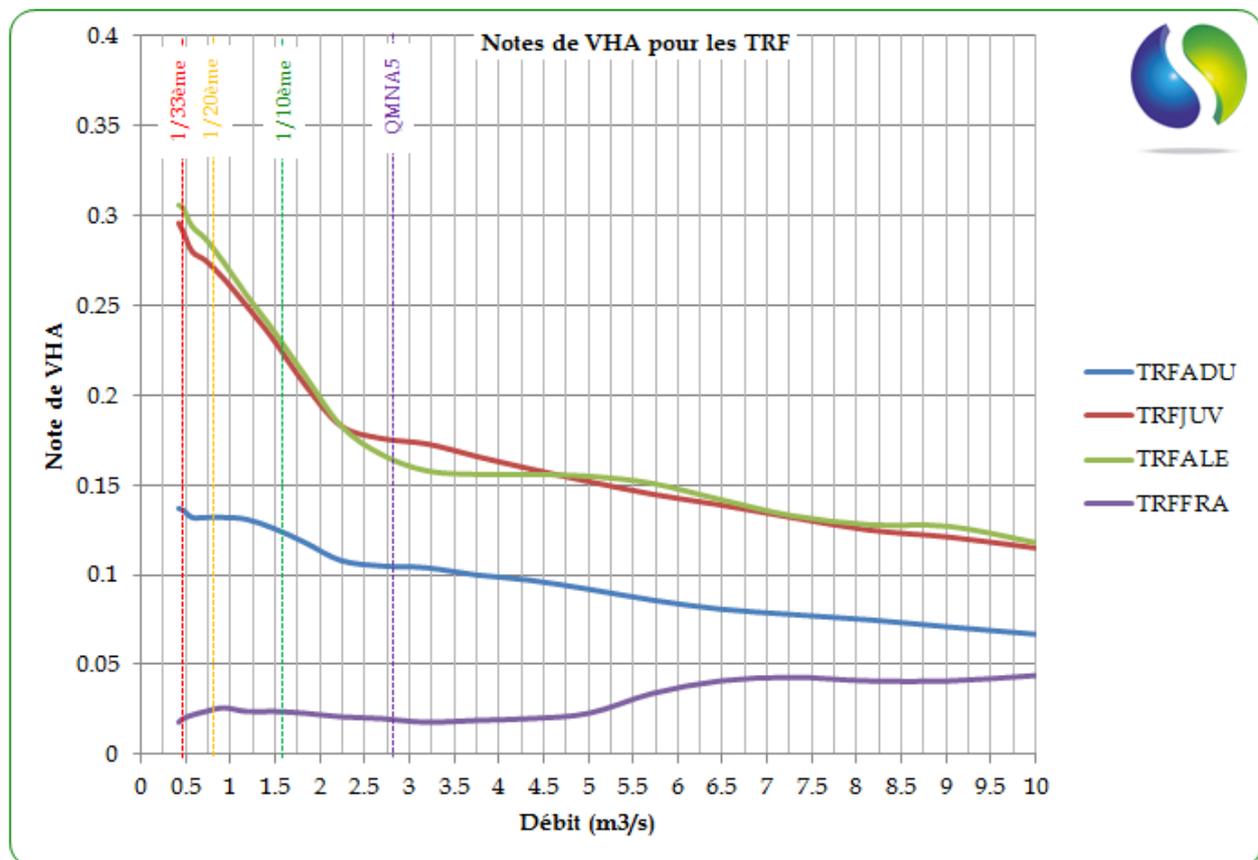


### 8.1.2.2 Valeurs d’habitat

#### 8.1.2.2.1 Truite Fario

La Figure 49 présente les variations de Valeurs d’Habitat (VHA) pour les quatre stades de la *Truite fario*, espèce cible préférentielle du secteur, sur la gamme des débits modélisés :

- Le potentiel théorique de zones de reproduction croît globalement mais de manière très réduite sur l’ensemble de la gamme des débits modélisés. Il reste toutefois toujours faible en valeur absolue ;
- Pour les jeunes stades pour la Truite, la forme des courbes de VHA est semblable mais avec une baisse constante du potentiel avec la hausse des débits, chute très marquée jusqu’à 2 m<sup>3</sup>/s ;
- Pour les adultes, le potentiel théorique décroît régulièrement mais de manière très faible avec la hausse des débits.

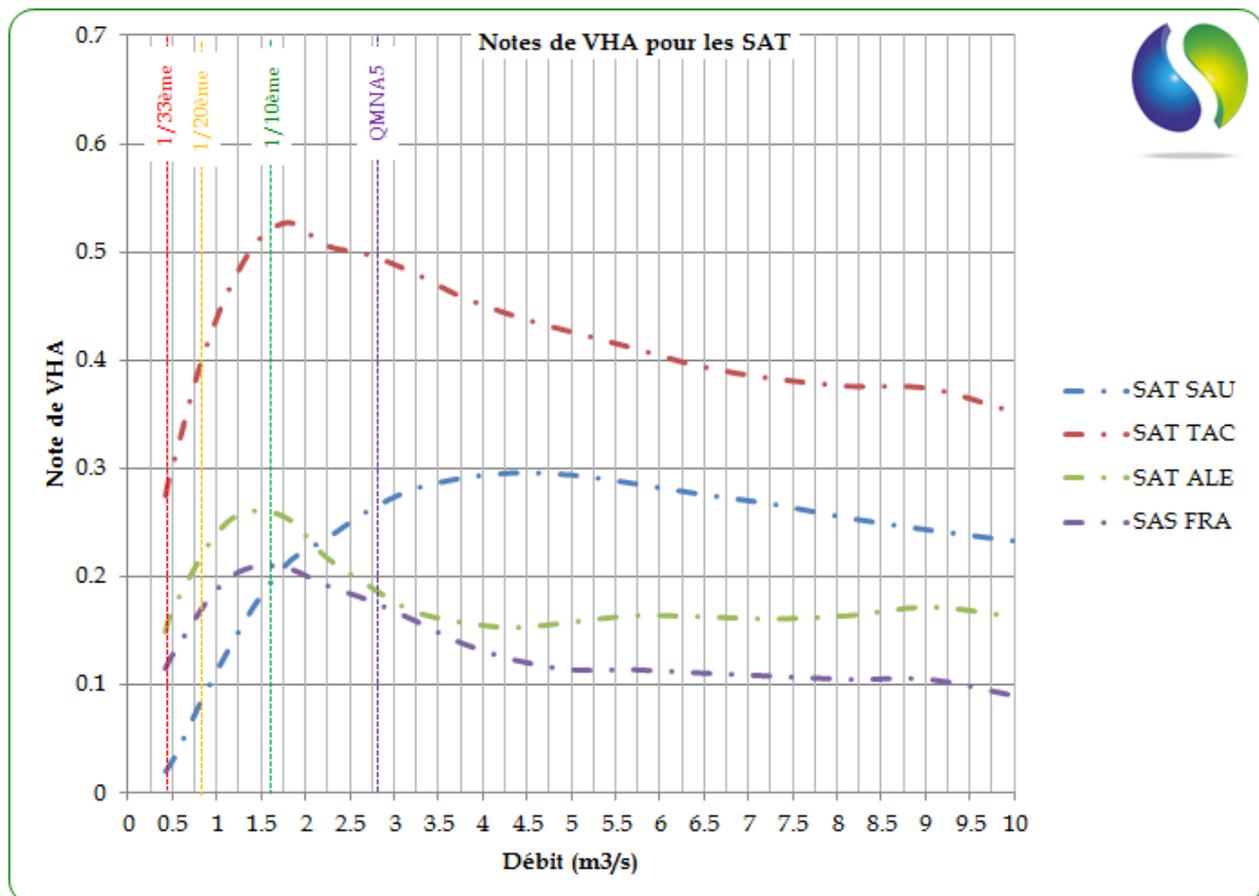


**Figure 49 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)**

### 8.1.2.2.2 Saumons Atlantiques

La Figure 50 présente les variations de Valeurs d’Habitat (VHA) pour quatre stades du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie), espèce patrimoniale du secteur, sur la gamme des débits modélisés :

- Le potentiel théorique de zones de reproduction, sans rapport direct à la surface disponible sur le linéaire, atteint son optimal autour du 1/10<sup>ème</sup> du module avant de décroître par la suite ;
- Pour les alevins émergents et les tacons, au potentiel théorique absolu supérieur, la forme des courbes de VHA est tout à fait similaire avec un optimal autour de 1.5 m<sup>3</sup>/s ;
- Pour le stade plus avancé, le gain de VHA atteint son optimal entre 3 et 4 m<sup>3</sup>/s mais toujours avec une dégradation progressive du potentiel par la suite.



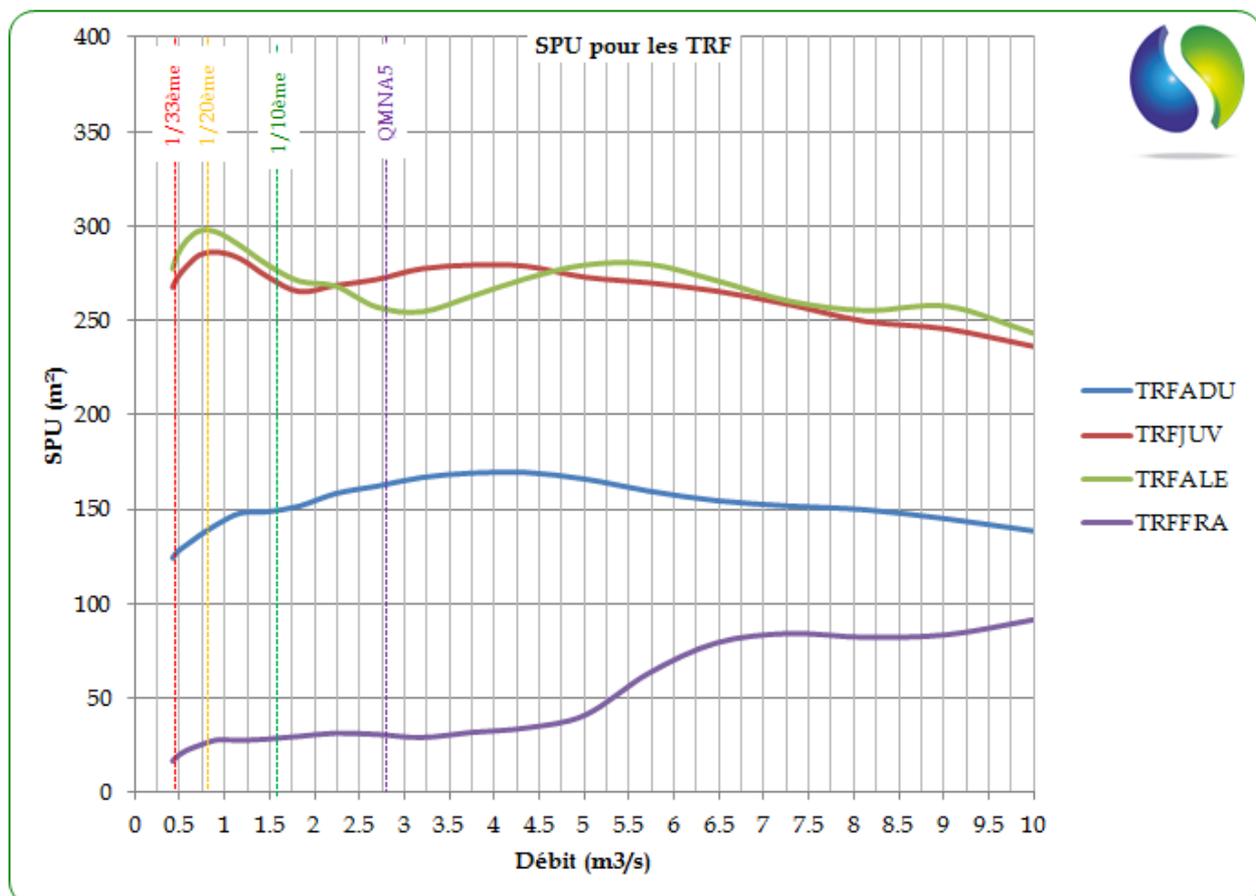
**Figure 50 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie)**

### 8.1.2.3 Surfaces pondérées utiles

#### 8.1.2.3.1 Evolution avec les débits des SPU relatives pour la Truite

La Figure 51 présente les variations de Surface Pondérée Utile (SPU = VHA rapportée à la surface disponible) pour les quatre stades de la *Truite fario*, espèce cible préférentielle du secteur, sur la gamme des débits modélisés :

- On observe que les SPU concernant la fraie sont relativement constantes entre 1 et 5 m<sup>3</sup>/s. Le potentiel croît ensuite plus rapidement, certainement grâce à l’envoiement de zones granulométriques beaucoup plus favorables ;
- Pour les adultes, le potentiel, déjà conséquent vers les bas débits, progresse légèrement jusqu’à 4 m<sup>3</sup>/s et réduit ensuite par la suite, mais de manière presque imperceptible. L’envoiement efficace du chenal d’écoulement principal en rive gauche permet une base suffisante dès le 1/10<sup>ème</sup> du module et par la suite, les abris nombreux compensent la hausse des vitesses pour ce stade ;
- Pour les juvéniles et les alevins, les courbes de SPU montrent un potentiel régulier sur tout la gamme des débits. La mise en eau progressive des plages latérales permet de compenser l’augmentation des vitesses du chenal principal.

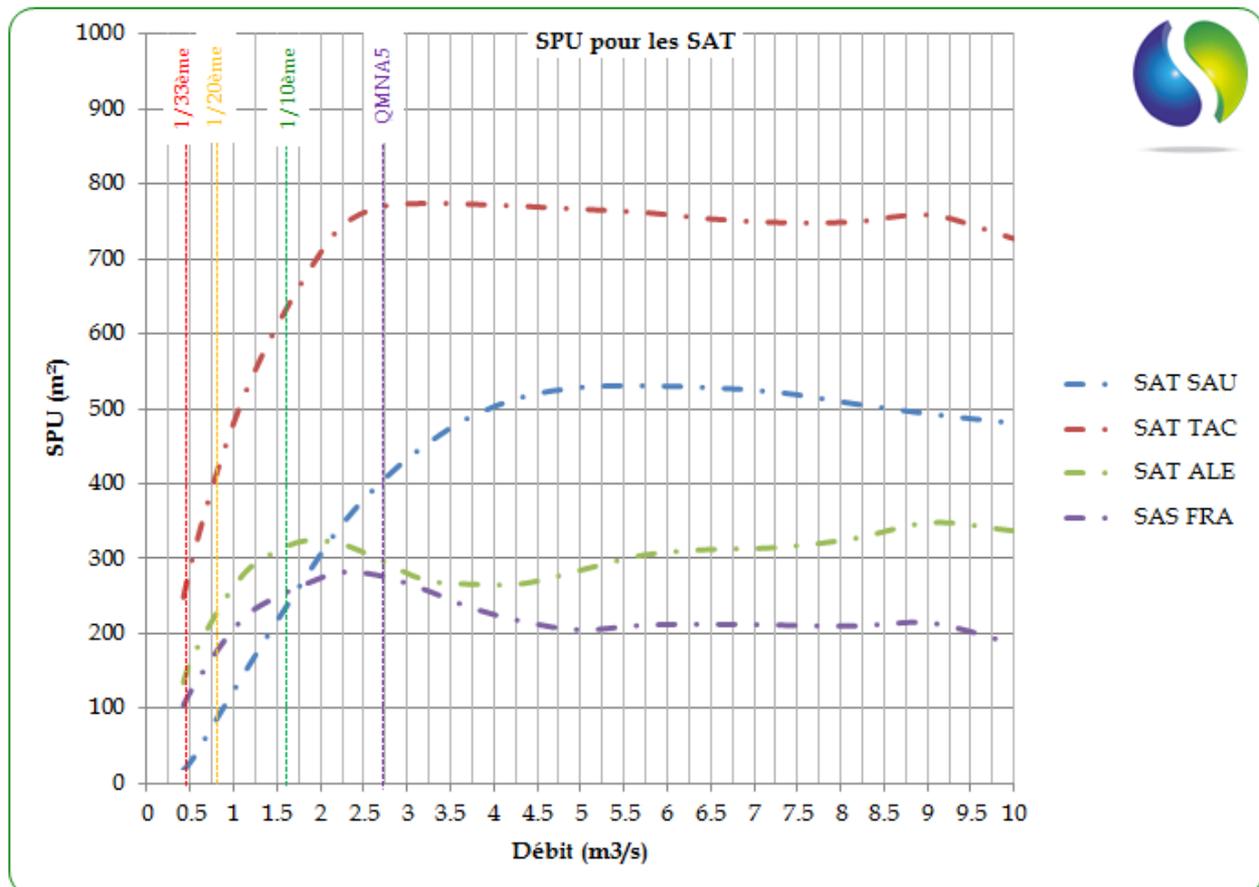


**Figure 51 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)**

### 8.1.2.3.2 Evolution avec les débits des SPU relatives pour les Saumons Atlantiques

La Figure 52 présente les variations de Surface Pondérée Utile linéaire (SPU = VHA rapportée à la surface disponible) pour quatre stades du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie), espèce patrimoniale du secteur, sur la gamme des débits modélisés :

- Les SPU concernant la fraie atteignent leur optimal aux environs du 1/10<sup>ème</sup> du module et voient leur potentiel se réduire au-delà du QMNA5 ;
- Pour les alevins émergents, l’optimal est nettement marqué autour de 1.5 m<sup>3</sup>/s alors qu’il est légèrement au-delà pour les Tacons (~2 m<sup>3</sup>/s), qui disposent d’ailleurs d’un potentiel absolu bien supérieur. Dans les deux cas toutefois, la perte massive d’habitat favorable est très nette en dessous du 1/10<sup>ème</sup> du module ;
- Pour les saumoneaux, stade le plus avancé, les courbes de SPU montrent une croissance continu du potentiel jusqu’aux environs de 5 m<sup>3</sup>/s avant une réduction simplement légère par la suite.



**Figure 52 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Gave d’Aspe Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade du Saumon (Saumoneaux, Tacons, Alevins et Fraie)**

### 8.1.3 Synthèse des résultats bruts

Les analyses présentées dans les deux chapitres précédents (analyses brutes des sites amont et aval) apportent des éléments très intéressants pour l'analyse quantitative et la détermination des DMB mais ne sont aucunement suffisants à une démarche globale holistique impérative.

Il s'agissait jusqu'ici d'utiliser des lectures brutes de modélisation d'habitat qui ne tiennent compte à ce stade que de paramètres spécifiques. EVHA aide en effet à quantifier les variations de qualité de l'habitat au vu des caractéristiques hydrauliques seules, et pour quelques espèces de poissons ou guildes de faciès. L'utilisation de cet outil ne doit pas se faire en omettant les éléments de qualité d'eau, les facteurs de résistance potentielle du milieu, de continuité des flux dynamiques (solides et liquides) qui peuvent être des facteurs limitant pour les populations en place.

**Pour la détermination finale des débits biologiques, les valeurs des débits optimaux et des débits critiques bruts décrites pour chaque stade de chaque espèce lors des lectures de courbes EVHA se doivent donc d'être affinées via une expertise globale qui tienne compte de l'ensemble des éléments disponibles pour ce secteur.** Plusieurs paramètres font nécessairement appel à un ajustement d'expert et induisent fatalement un biais éventuel dans les déterminations de DMB données. La connaissance et surtout la prise en compte de l'ensemble de ces paramètres réduit considérablement ce biais, sans toutefois le faire disparaître :

- Des singularités locales de résistance du milieu ne sont pas intégrées aux simulations mais peuvent modifier les analyses brutes : le couvert végétal, à travers une ripisylve en très bon état est un bon facteur de résistance puisqu'il permettra la limitation de la hausse de la température de l'eau, souvent néfaste aux espèces piscicoles. De même, l'expertise de terrain permet parfois de déterminer, des variations de résistance entre sites, identiques dans les modélisations, mais dont l'un d'entre eux propose des mouilles de taille conséquente et donc des zones de refuge intéressantes pour les peuplements au moment des basses eaux ;
- Les pollutions ponctuelles ou diffuses peuvent également être un facteur de biais non négligeable. Il est évident qu'un débit optimal respecté d'un point de vue modélisation d'habitat verra son intérêt limité pour les peuplements piscicoles si une pression physico-chimique s'exerce sur le cours d'eau ;
- Il est clair également qu'EVHA simule une qualité et une surface d'habitat favorable pour des espèces ciblées mais, dans ses modélisations, il n'est en aucun cas question des peuplements en place et de l'évolution des populations au cours du temps. Un site peut donc être particulièrement favorable à un stade d'une espèce mais si un facteur externe à cette modélisation a, par exemple, impacté fortement le recrutement annuel des alevins, aucun débit ne saurait être responsable, à lui seul, de l'amélioration ou de la détérioration de cette population. Le respect de la continuité biologique et l'absence de fragmentation des mosaïques d'habitats font d'ailleurs partie des éléments à prendre en compte ;
- Surtout, il convient de relativiser les analyses brutes tirées de la modélisation EVHA de la réalité hydrologique du secteur, en rapport à son contexte influencé et/ou avec son caractère naturel pour définir la potentialité « réaliste » du milieu.

### 8.1.3.1 Confrontation aux seuils de débits connus

Pour rappel, les informations sur le signal hydrologique sont celles établies dans le cadre de cette étude au Chapitre 3 **et les valeurs des seuils critiques et optimaux reprises dans les tableaux ci-dessous sont celles obtenues grâce à la lecture brute des courbes EVHA et exposées dans les Chapitres ci-dessus.** Ainsi, l’habitat en fonction du débit peut être comparé avec le potentiel disponible pour les valeurs seuils identifiées que sont le débit optimal et le débit critique pour chacun des stades de la Truite et du Saumon, espèces cibles prioritaires dans le cadre de cette étude, habitat lui-même rapporté au ratio du module au droit du/des site(s) d’analyse (respectivement 10 et 15.6 m<sup>3</sup>/s pour les deux sites étudiés).

Les tableaux de la Figure 53 présentent ainsi, pour les deux secteurs, la valeur relative d’habitat potentiel pour certains stades cibles de la Truite (ADU = Adultes / JEU = Juvéniles / REP = zones de fraie potentielles) et du Saumon (ALE = Alevins / SAU = Saumoneaux / REP = zones de fraie potentielles) au niveau de valeurs de débit, valeur relative car mis en rapport avec la valeur que l’on pourrait attendre pour ces mêmes stades au niveau de leur débit optimal estimé (case surlignée en bleu) et de leur débit critique brut expertisé (case surlignée en rouge).

Débit (l/s)	Ratio au module	Truites						Saumons					
		1/%SPU/SPU Qopt			2/%SPU/SPU Qcrit			1/%SPU/SPU Qopt			2/%SPU/SPU Qcrit		
		ADU	JEU	REP	ADU	JEU	REP	ALE	SAU	REP	ALE	SAU	REP
200		65%	81%	15%	75%	83%	19%	16%	16%	2%	18%	18%	3%
300	1/33ème	76%	88%	21%	87%	89%	27%	28%	25%	4%	31%	28%	7%
450	1/22ème	87%	95%	30%	100%	96%	38%	45%	38%	10%	50%	42%	17%
600		95%	99%	39%	108%	100%	50%	60%	49%	18%	67%	54%	29%
650	1/15ème	96%	99%	43%	110%	101%	54%	65%	52%	21%	72%	58%	33%
700		98%	100%	46%	112%	101%	58%	69%	55%	24%	77%	61%	38%
750		99%	100%	49%	113%	102%	62%	73%	58%	27%	81%	65%	43%
800		100%	101%	53%	114%	102%	67%	77%	61%	30%	86%	68%	48%
1000	1/10ème	102%	100%	66%	117%	101%	84%	90%	72%	44%	100%	80%	70%
1200		103%	98%	79%	117%	99%	100%	99%	80%	59%	109%	89%	94%
1250		103%	97%	82%	117%	98%	104%	100%	82%	63%	111%	91%	100%
1500		102%	92%	96%	117%	94%	121%	104%	90%	81%	116%	100%	130%
1600	~QMNA5	102%	91%	100%	116%	92%	127%	104%	93%	89%	116%	103%	142%
1750		101%	88%	105%	116%	89%	134%	104%	96%	100%	115%	106%	160%
2000	1/5ème	101%	83%	110%	116%	84%	140%	100%	100%	118%	111%	111%	188%
2500		100%	76%	106%	114%	77%	134%	92%	103%	145%	102%	115%	231%

#### Habitat potentiel au site amont

Débit (l/s)	Ratio au module	Truites						Saumons					
		1/%SPU/SPU Qopt			2/%SPU/SPU Qcrit			1/%SPU/SPU Qopt			2/%SPU/SPU Qcrit		
		ADU	JEU	REP	ADU	JEU	REP	ALE	SAU	REP	ALE	SAU	REP
480	1/33ème	77%	98%	27%	90%			46%	4%	42%	47%	6%	47%
790	1/20ème	83%	100%	36%	96%			72%	15%	64%	75%	23%	72%
1000		86%	100%	40%	100%			86%	24%	77%	89%	36%	86%
1275		89%	100%	43%	104%			96%	35%	89%	100%	53%	100%
1585	1/10ème	91%	99%	45%	107%			100%	43%	96%	104%	66%	107%
1750		93%	99%	45%	109%			101%	52%	100%	106%	78%	112%
2000		95%	98%	45%	111%			101%	62%	103%	105%	93%	116%
2250		96%	98%	44%	112%			100%	66%	104%	104%	100%	116%
2500		98%	97%	43%	114%			97%	75%	103%	101%	113%	116%
2840	QMNA5	98%	97%	43%	115%			96%	78%	103%	100%	118%	115%
3170	~1/5ème	100%	97%	42%	117%			92%	87%	99%	96%	131%	111%
3500		101%	98%	43%	118%			88%	95%	93%	92%	144%	104%
4000		102%	99%	47%	119%			87%	100%	87%	91%	151%	98%
5000		101%	100%	69%	118%			91%	105%	78%	94%	159%	88%
6000		99%	97%	100%	115%			97%	105%	76%	101%	159%	85%

\* incertitude trop forte

#### Habitat potentiel au site aval

**Figure 53 – Comparaison d’habitat potentiel relatif suivant les débits par rapport à une situation de Qcrit ou de Qopt pour la Truite (Adultes/Juvéniles/Fraie) et le Saumon (Alevins/Saumoneaux/Fraie)**

De manière beaucoup plus synthétique, le Tableau 17 présente les mêmes variations d’habitat pour chacun des stades ciblés entre des valeurs repères de débits (**A noter qu’à ce stade, les valeurs seuils critiques et optimales indiquées sont toujours des valeurs brutes directement issues des lectures des courbes EVHA**) :

- Pour les adultes de la Truite, le gain du passage à la nouvelle valeur de débit réservé (1/10<sup>ème</sup> du module) peut être estimé aux alentours de 15% par rapport à l’ancienne valeur du 1/20<sup>ème</sup> du module. A noter également que cette valeur de débit du 1/10<sup>ème</sup> du module permet, pour ce stade, un habitat potentiel supérieur à celui que l’on estime au débit critique brut ;
- Pour les jeunes stades de cette espèce, l’essentiel du gain a déjà été atteint grâce au passage au 1/10<sup>ème</sup> du module (6% de gain). Des valeurs de débit équivalentes au débit critique ou au débit optimal n’auraient aucun effet positif en raison de l’augmentation des vitesses qui limitent ce gain ;
- De la même manière, pour les jeunes stades des Saumons, une très grande partie du gain espéré est déjà obtenue grâce à ce passage du 1/20<sup>ème</sup> au 1/10<sup>ème</sup> du module (entre 40 et 200% de gain) et le gain à attendre avec une augmentation plus conséquente ne serait que relativement limité ;
- Concernant le potentiel de reproduction pour les deux espèces, l’incertitude est certes forte mais un gain considérable, même s’il pourrait être encore supérieur, a également déjà été atteint grâce au passage au nouveau débit réservé.

**Tableau 17 – Analyse synthétique du potentiel d’habitat pour les Truites sur les deux sites EVHA du Gave d’Aspe – variations entre les seuils symboliques (ancien Qr, nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal)**

		Truites			Saumons		
		Adultes	Juveniles	Zones de fraie*	Alevins	Saumoneaux	Zones de fraie*
GAVE AMONT (prise d'eau sur le Gave d'Aspe)	Ancien Qr hivernal (1/22 <sup>ème</sup> + Bvi)	0.455					
	Seuil mini Qr 2014 (1/10 <sup>ème</sup> + Bvi)	1.000					
	Seuil critique brut (m3/s)	0.450	0.600	1.200	1.000	1.500	1.250
	Seuil optimal brut (m3/s)	0.800	0.700	1.600	1.250	2.000	1.750
	Variation d'habitat entre l'ancien Qr et le 1/10 <sup>ème</sup>	17%	6%	119%	101%	91%	324%
	Variation d'habitat entre le 1/10 <sup>ème</sup> et le Qcritique	-14%	-1%	20%	0%	26%	42%
	Variation d'habitat entre Qcritique et Qoptimal	14%	1%	27%	11%	11%	60%
GAVE AVAL (en aval des confluences Aspe-Lescun-Anitch)	Ancien Qr hivernal (1/20 <sup>ème</sup> + Bvi)	0.790					
	Seuil mini Qr 2014 (1/10 <sup>ème</sup> + Bvi)	1.580					
	Seuil critique brut (m3/s)	1.000			1.250	2.500	1.250
	Seuil optimal brut (m3/s)	3.000	0.750	6.000	1.500	4.000	1.750
	Variation d'habitat entre l'ancien Qr et le 1/10 <sup>ème</sup>	11%	-1%	26%	38%	189%	50%
	Variation d'habitat entre le 1/10 <sup>ème</sup> et le Qcritique	-6%			-4%	52%	-7%
	Variation d'habitat entre Qcritique et Qoptimal	17%			4%	51%	12%
* incertitude forte							
* incertitude très forte							

### 8.1.3.2 Proposition de Débit Minimum Biologique

Les courbes et analyses brutes tirées d’EVHA reflètent l’impact des caractéristiques hydrauliques seules. A partir des résultats bruts obtenus par application du protocole,

l’analyse de l’ensemble des éléments à notre disposition font donc l’objet d’une expertise globale qui, comme son nom l’indique, ne peut se baser uniquement sur des éléments quantitatifs. Des valeurs de Débit Minimum Biologique ont donc été déterminées pour chaque tronçon, valeurs assez proches des débits critiques qui respectent les objectifs plancher de la loi (**valeur en dessous de laquelle la dégradation des conditions d’habitats est forte alors que le seuil optimal est la valeur au-delà de laquelle la situation ne s’améliore que légèrement, ce seuil critique étant donc bien dans l’esprit de la détermination des DMB**).

On peut considérer pour ce secteur du Gave d’Aspe (et indirectement l’aval terminal du Gave de Lescun aux conditions d’habitats relativement comparables) que l’habitat potentiel disponible pour les salmonidés est grandement conservé au débit minimal réglementaire du 1/10<sup>ème</sup> du module. En effet, pour cette valeur, près de 100% du potentiel optimal modélisé est encore disponible pour les Truites et les plus jeunes stades des Saumons. La conformation du lit disposant d’un chenal d’écoulement relativement profond renforce d’autant plus cette minimisation du risque et nous avons pu voir qu’à ce débit, la continuité biologique était parfaitement respectée.

Sur cet axe, l’enjeu de reproduction pour les Saumons est important. Des valeurs de débits supérieures ( $\sim 1/6^{\text{ème}}$  du module, valeur optimale pour la reproduction de cette espèce) pourraient être bénéfiques à l’activité de reproduction en permettant un gain supplémentaire à celui déjà obtenu mais il s’agirait alors d’une sorte de seuil maximal au-delà duquel les vitesses importantes engendrées seraient susceptibles d’impacter les plus jeunes stades par manque relatif d’abris hydrauliques sur ce secteur en dehors des plages latérales.

Le résultat au niveau de la prise d’eau du Gave d’Aspe est parfaitement comparable à celui de la station EVHA située immédiatement en aval. La conclusion suivante est proposée, d’une part en aval de la prise d’eau du Gave d’Aspe et d’autre part, par homothétie mais en cohérence avec les résultats du site DMB aval, pour la prise d’eau du Gave de Lescun :

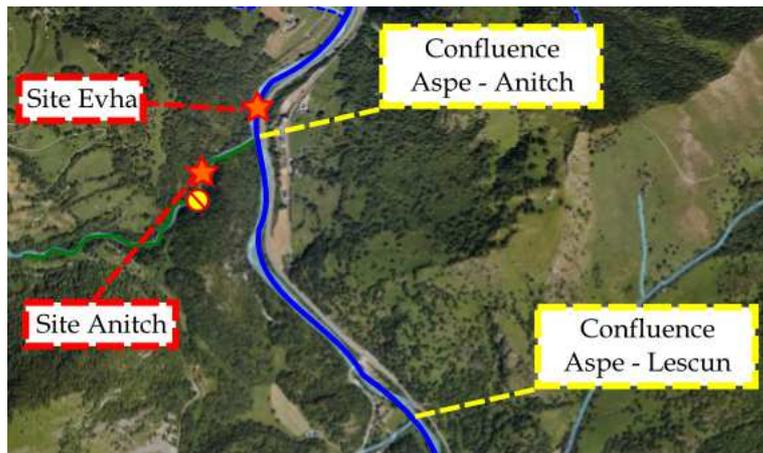
La prise en compte de l’ensemble de ces éléments nous amène à proposer comme débit minimum biologique une valeur du 10<sup>ème</sup> du module (proche de 1 m<sup>3</sup>/s en aval immédiat de la prise d’eau sur l’Aspe et de 543 l/s en aval de la prise d’eau de Lescun inférieure), ces valeurs étant parfaitement compatibles avec le respect du milieu aquatique et pertinentes pour les espèces et stades ciblés sur ce secteur.

Site	Module (l/s)	débit critique (l/s)	débit optimal (l/s)	DMB proposé
				en l/s
Station EVHA Aspe amont	10000	600-1000 (TRF) / 1000 (SAT)	1000 (TRF) / 1750 (SAT)	1000
Station EVHA Aspe aval	15840	1500	2000	
Prise d’eau Gave d’Aspe	10000	600-1000 (TRF) / 1000 (SAT)	1000 (TRF) / 1500 (SAT)	1000
Prise d’eau Gave de Lescun	5430			543

## 8.2 PRISE D’EAU SUR LE RUISSEAU D’ANITCH

Au vu des caractéristiques hydromorphologiques présentées dans la sectorisation affinée de ce cours d’eau, seule la méthode TeauRRENT était applicable pour analyser les débits biologiques sur ce cours d’eau.

Comme présenté dans le chapitre 6.3, le ruisseau d’Anitch possède une vallée diversifiée entre l’amont et l’aval de la prise d’eau. L’amont est totalement inaccessible et seule la partie aval, zone de moindre pente a pu faire l’objet de l’implantation d’un site TeauRRENT.



### 8.2.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 13/08/2013 pour un débit équivalent à 8% du module (32 l/s pour 410 l/s) au droit du site TeauRRENT.

Cette station possède une forte pente (9%) mais moindre que pour nombre de sites étudiés dans le cadre des groupements de la haute-Ariège. Cette pente est toutefois associée à la présence de plusieurs chutes et escaliers (4/100m). La continuité piscicole par montaison, même si elle n’est pas nulle, semble donc toutefois difficile dans ce contexte, même à des débits moyens et dans tous les cas, se limite entre le Gave d’Aspe et la prise d’eau puisque l’amont est une falaise.

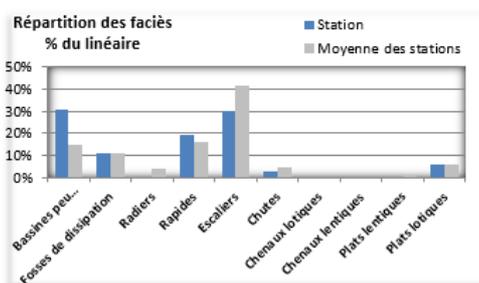
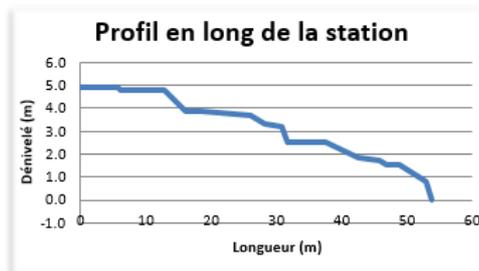
La largeur des différents faciès est fortement variable avec des ratios de 1 à 5 entre les zones de dissipation énergétique et les zones torrentielles. En plus des nombreux escaliers, la station propose un grand nombre de « bassines » et de fosses profondes qui sont susceptibles de voir leur surface en eau varier avec l’augmentation des débits.

**Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Anitch aval**

<b>USINE : Esquit</b>	Longueur totale de la station (m)	54	Nb faciès / 100 m	32
	Dénivelée de la station (m)	5	Nb chutes pour 100 m	4
	Pente en %	9		

**Caractéristiques générales**

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Bassine	5.7	4.2	0.5%	
Escalier	0.5	3.1	21.3%	
Bassine	6.6	5.3	0.3%	
Escalier	3.3	3.8	28.7%	
Bassine	2.3	1.6	0.0%	
Rapide	7.6	1.2	2.1%	
Escalier	2.2	0.5	19.4%	
Rapide	2.7	2.7	3.7%	
Chute	0.7	0.5		0.7
Fosse de dissipat	6	4.1	0.0%	
Escalier	4.9	2.2	14.1%	
Plat lotique	3.3	3.2	3.5%	
Escalier	1	0.5	17.6%	
Bassine	2	3	0.0%	
Escalier	4.2	1	17.6%	
Chute	0.8	0.4		0.8
Fosse de dissipat		5.2	0.0%	



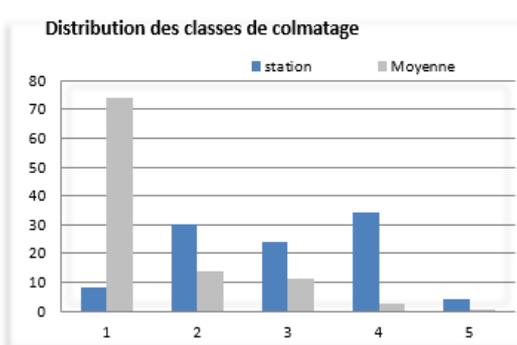
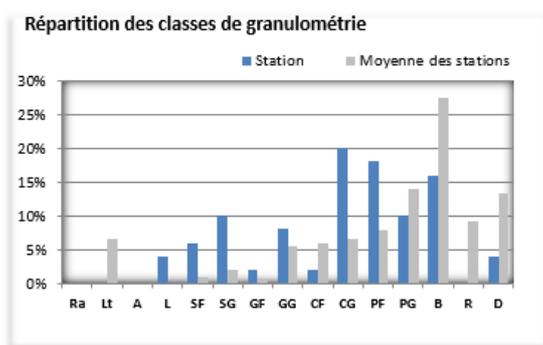
**8.2.2 Substrats**

La granulométrie de la station, même si elle est majoritairement grossière, est bien diversifiée avec la présence de toutes les classes à l’exception notable des rochers.

Cette diversité crée de fait une mosaïque d’habitats intéressante qui devrait se retrouver dans les indicateurs d’habitabilité.

Le colmatage, en revanche, est également présent sous toutes les classes d’analyse et son impact sur le fonctionnement du milieu ne peut être négligeable.

**Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Anitch aval**

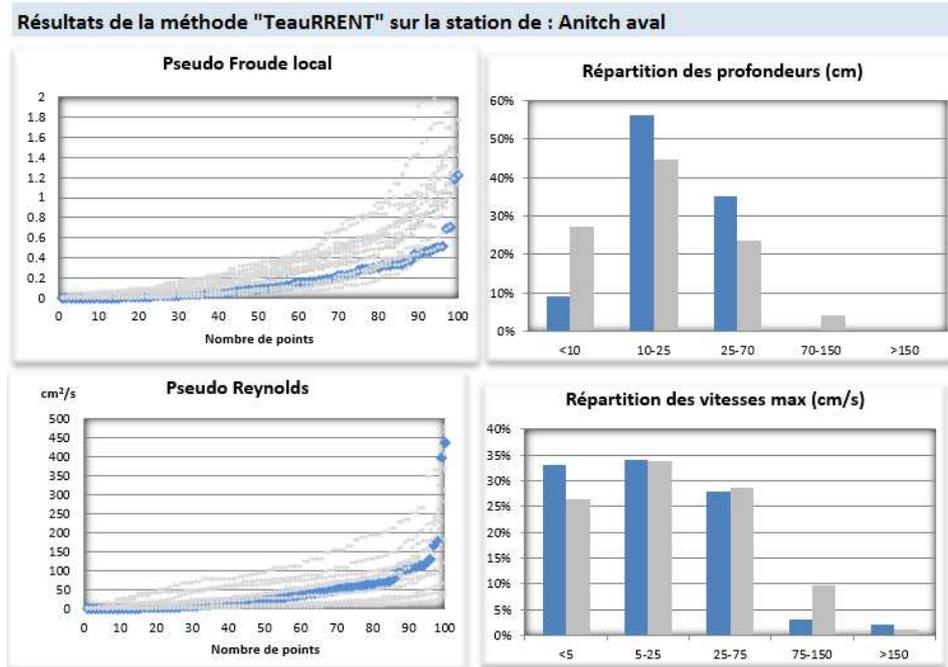


**8.2.3 Hydraulique**

Les pseudos Froude sont faibles comparés aux autres stations des Pyrénées. La pente est relativement moindre que sur les autres sites et cela se retrouve par ailleurs sur les distributions des vitesses qui, malgré le ratio de module médian (8%), sont identifiées dans toutes les classes mais essentiellement sur les plus lentiques (près de 70% des points).



En revanche, les profondeurs sont efficaces pour la continuité écologique avec très peu de points mesurés dans la première classe. Les valeurs de Reynolds classés sont par ailleurs dans une gamme intermédiaire si on les compare à celles des autres sites.



## 8.2.4 Indices d’habitabilité

La distribution des couples substrat/vitesse majoritairement dans des gammes de faibles vitesses est nettement visible.

Toutefois, la relative diversité de substrats est bénéfique à la présence d’une mosaïque d’habitat résiduelle et permet de très bonnes notes de Chab et d’indice de complexité.

**Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Anitch aval**

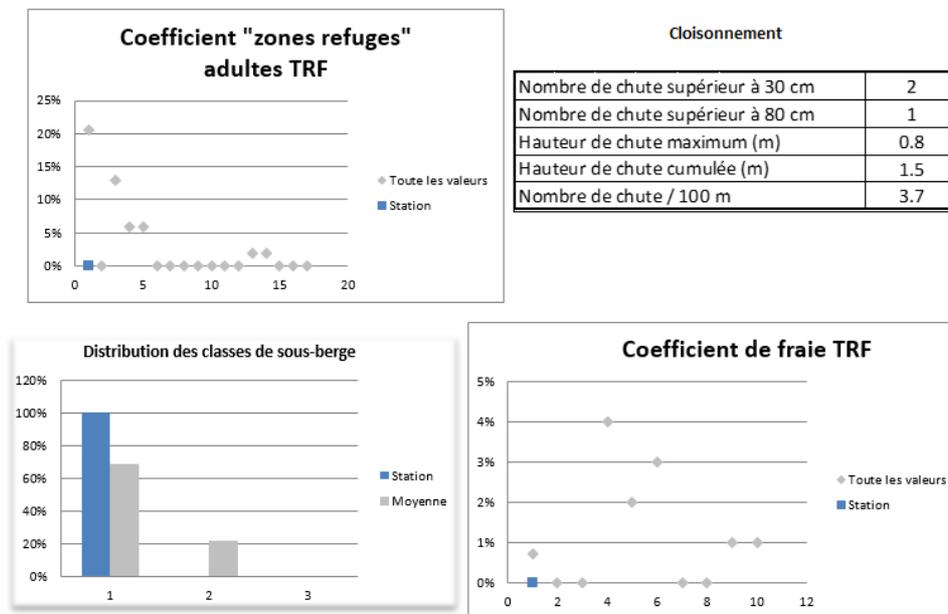
Anitch aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
<b>Substrats</b>		1	3	5	4	2
CF	9	0	1	1	0	0
CG	9	2	10	6	2	0
PF	9	5	9	4	0	0
PG	8	4	4	0	0	2
Br	7	0	0	0	0	0
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	4	4	0	0	0
GF	6	0	0	2	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	8	2	0	0	0
SF	5	2	2	2	0	0
L	4	4	0	0	0	0
R	3	0	0	0	0	0
B	3	2	4	10	0	0
D	2	0	0	2	2	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		17.82 /20			Indice de complexité 3.54	

Les indicateurs mis en place pour les espèces piscicoles montrent le faible potentiel de la station, conforme à la sectorisation morphodynamique. La fragmentation du milieu

est importante, ce qui limite encore l’intérêt. Les sous-berges, les zones potentielles pour la fraie et les zones suffisamment profondes pour servir de refuges sont également absentes.

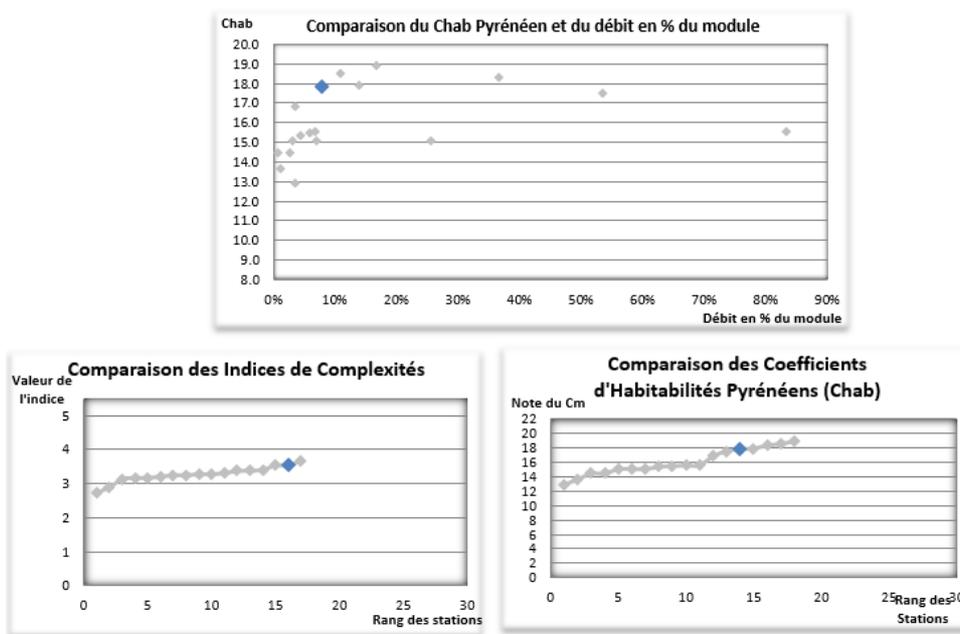
Il faut toutefois noter que le tronçon terminal du ruisseau d’Anitch dispose de caractéristiques plus favorables pour la Truite, notamment par sa pente légèrement plus faible, par la faible présence de chutes et par sa connexion directe au Gave d’Aspe.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Anitch aval



Le débit mesuré le jour de l’échantillonnage (8% du module) place déjà la station en condition relativement favorable au maintien de conditions biotiques adaptées.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Anitch aval



Les conditions résiduelles (mosaïque d’habitats) semblent déjà bonnes pour la valeur critique estimée via la méthodologie TeauRRENT (1/15<sup>ème</sup> du module). Toutefois, on peut légitimement penser qu’une légère augmentation (au 1/10<sup>ème</sup> du module)



permettra de stabiliser le milieu dans des conditions encore plus stables, plus favorables en termes de qualité biotique en minimisant les risques.

La conclusion suivante est proposée au droit de la station DMB et reste identique au droit de la prise d’eau :

Pour tous ces éléments, une gamme de débit biologique comprise entre 27 l/s (1/15<sup>ème</sup> du module - valeur de débit critique estimé dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT) et 41 l/s (1/10<sup>ème</sup> du module - valeur de débit optimal estimé dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT) semble tout à fait pertinente et devrait permettre un gain écologique complémentaire sur une situation de résistance déjà favorable compte tenu d’une situation hydrologique influencée.

De plus, le contexte de bon état relatif du ruisseau jusqu’à la confluence toute proche avec le Gave est un point supplémentaire pour justifier l’atteinte d’un débit optimal sur cette portion, certes restreinte, mais qui peut avoir un enjeu important d’un point de vue écologique.

La détermination du débit réservé n’est pas l’objectif de cette étude mais il paraît évident que ces conditions particulièrement propices seraient ainsi préservées pour la valeur minimale réglementaire du 1/10<sup>ème</sup> du module.

## 9 SYNTHÈSE DES RESULTATS POUR LE GROUPEMENT D’USINE DE BARALET – AMENAGEMENT D’ESQUIT

Cette partie reprend les conclusions individuelles de chacune des prises d’eau ainsi qu’un tableau synthétique de préconisation des intervalles de débits minimums biologiques.

- Gave d’Aspe & Gave de Lescun

La prise en compte de l’ensemble des éléments nous amène à proposer comme débit minimum biologique une valeur du dixième du module (proche de 1 m<sup>3</sup>/s en aval immédiat de la prise d’eau sur l’Aspe et de 543 l/s en aval de la prise d’eau de Lescun inférieure), ces valeurs étant parfaitement compatibles avec le respect du milieu aquatique et pertinentes pour les espèces et stades ciblés sur ce secteur.

- Anitch

Une gamme de débit biologique comprise entre 27 l/s (1/15<sup>ème</sup> du module - valeur de débit critique estimé dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT) et 41 l/s (1/10<sup>ème</sup> du module - valeur de débit optimal estimé dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT) semble tout à fait pertinente et devrait permettre un gain écologique complémentaire sur une situation de résistance déjà favorable compte tenu d’une situation hydrologique influencée.

De plus, le contexte de bon état relatif du ruisseau jusqu’à la confluence toute proche avec le Gave est un point supplémentaire pour justifier l’atteinte d’un débit optimal sur cette portion, certes restreinte, mais qui peut avoir un enjeu important d’un point de vue écologique.

La détermination du débit réservé n’est pas l’objectif de cette étude mais il paraît évident que ces conditions particulièrement propices seraient ainsi préservées pour la valeur minimale réglementaire du 1/10<sup>ème</sup> du module.

**Tableau 18 - Valeurs de synthèse des DMB proposés en aval immédiat de chaque prise d’eau du groupement de Baralet – Aménagement d’Esquit**

Prises d'eau	Module au droit de la PE (l/s)	Qrmini au droit de la PE (l/s)	QMNA5 au droit de la PE (l/s)	Gamme de DMB proposée (l/s)
Gave d'Aspe	10000	1000	1650	1000 (1750 durant l'écophase de reproduction)
Gave de Lescun	5430	543	960	540 (950 durant l'écophase de reproduction)
Anitch	410	41	50	27 à 41

\*incertitude forte

## 10 ANNEXES

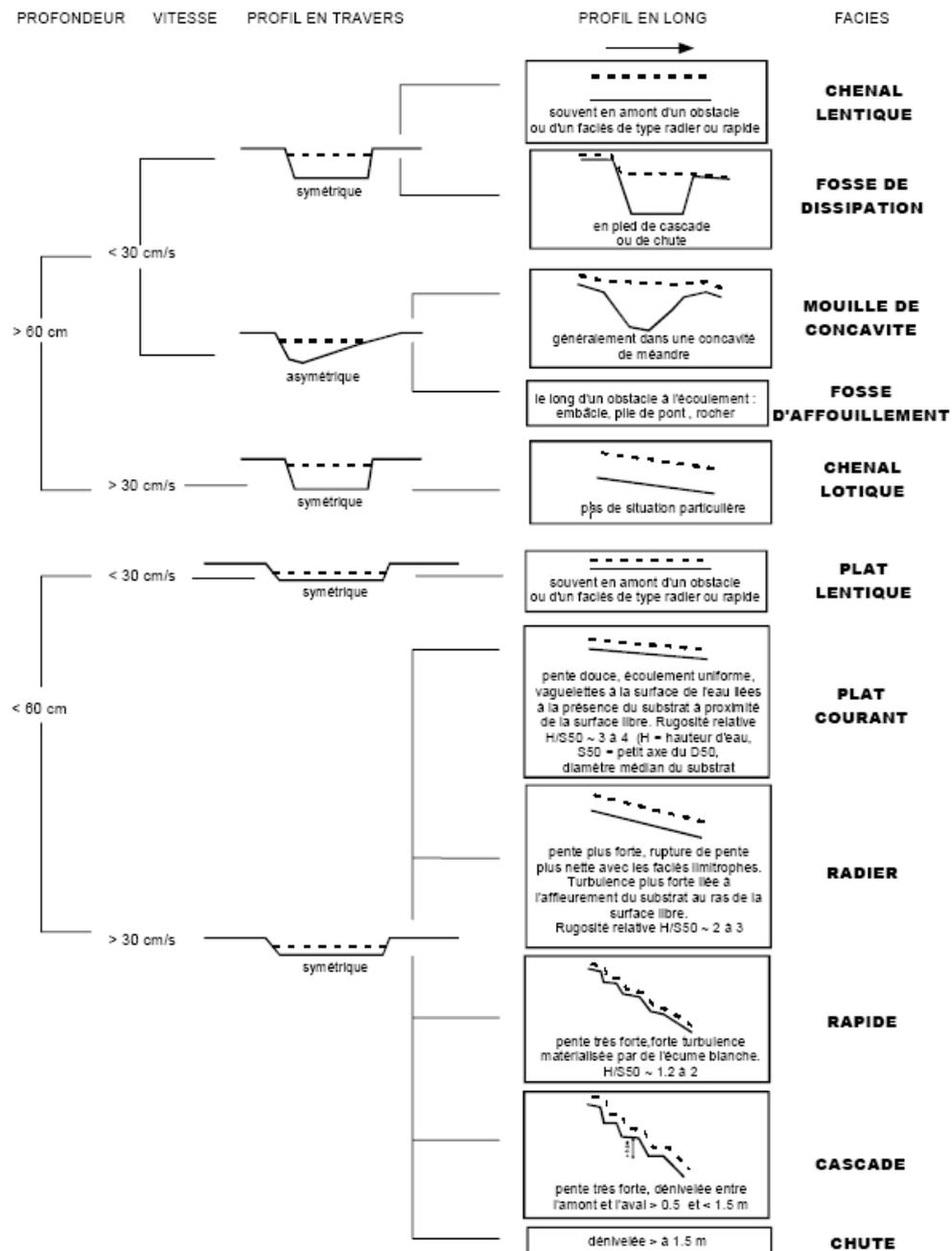
### 10.1 ANNEXE 1 - CLASSIFICATION GRANULOMETRIQUE

L'échelle propre utilisée est largement inspirée de celle de WENTWORTH (1922), modifiée dans MALAVOI et SOUCHON (1989).

- RACINES - Substrat végétal – branches ou racines immergées (abris hydrauliques pour les peuplements) ;
- LITIERE - Substrat végétal – matière +/- en décomposition (feuilles, petites branches, mousses...) ;
- ARGILE - Substrat minéral – taille inférieure à 4 microns – aucun abri hydraulique ;
- LIMONS - Substrat minéral – taille inférieure à 63 microns (souvent des dépôts alluviaux) ;
- SABLES FINS - Substrat minéral – taille inférieure à 0.5 mm ;
- SABLES GROSSIERS - Substrat minéral – taille inférieure à 2 mm ;
- GRAVIERS FINS - Substrat minéral – taille inférieure à 8 mm ;
- GRAVIERS GROSSIERS - Substrat minéral – taille inférieure à 1.6 cm ;
- CAILLOUX FINS - Substrat minéral – taille du deuxième axe inférieure à 3.2 cm ;
- CAILLOUX GROSSIERS - Substrat minéral – taille du deuxième axe inférieure à 6.4 cm ;
- PIERRES FINES - Substrat minéral – taille du deuxième axe inférieure à 12.8 cm ;
- PIERRES GROSSIERES - Substrat minéral – taille du deuxième axe inférieure à 25.6 cm ;
- BLOCS - Substrat minéral – taille du deuxième axe inférieure à 1 m ;
- ROCHERS - Substrat minéral – taille du deuxième axe supérieure à 1 m – notion d’abris hydraulique important ;
- DALLES - Substrat minéral – taille du deuxième axe supérieure à 1 m – aucun abris hydraulique disponible (~ aspect de l’argile) ;

*D'un point de vue hydrodynamique et potentiel d'habitat, les dalles et affleurements rocheux sont apparentés aux argiles quand ils ne présentent pas d'aspérités majeures et aux rochers en cas de présence de failles internes importantes. Leur diamètre est alors pris en compte dans l'analyse de manière spécifique.*

## 10.2 ANNEXE 2 - CLE DE DETERMINATION DES FACIES DE COURANT (MALAVOI ET SOUCHON, 2002)



## 10.3 ANNEXE 3 – CLASSIFICATION DE FACIES « TEAURENT »

L'échelle propre utilisée dans le cadre de ce protocole est largement inspirée de celle de DELACOSTE & *al.*, 1995 et de MALAVOI & SOUCHON, 2002 mais adapté aux spécificités typologiques et aux besoins de la méthode.

### 10.3.1 Faciès décrits

- Chenaux lenticques ;
- Plats lenticques ;
- Chenaux lotiques ;
- Plats lotiques ;
- Rapiers ;
- Rapides ;
- Escaliers ;
- Fosses ;
- Bassines ;
- Chutes.

### 10.3.2 Description des faciès

#### 10.3.2.1 *Plats (ou chenaux si profondeur importante et mêmes autres caractéristiques)*

##### 10.3.2.1.1 *Plats lenticques*

**Turbulences nulles / Pente nulle à faible / Profondeurs faibles (à défaut, chenal) / Vitesses nulles à faibles**



### 10.3.2.1.2 Plats lotiques

**Turbulences nulles à faibles / Pente faible / Profondeurs faibles (à défaut, chenal) / Vitesses moyennes**



### 10.3.2.2 Radiers

#### 10.3.2.2.1 Plats radiers & Radiers

**Turbulences moyennes / Pente moyenne / Affleurement du substrat / Vitesses moyennes**



### 10.3.2.3 Rapides

**Moyennes à fortes turbulences / Pente moyenne à forte et homogène / Ecoulements entre blocs / Vitesses fortes**



### 10.3.2.4 Escaliers

#### 10.3.2.4.1 Dans les torrents ou très petits ruisseaux

**Moyennes à fortes turbulences / Pente faible à moyenne et par palier**



### 10.3.2.4.2A partir des cours d’eau

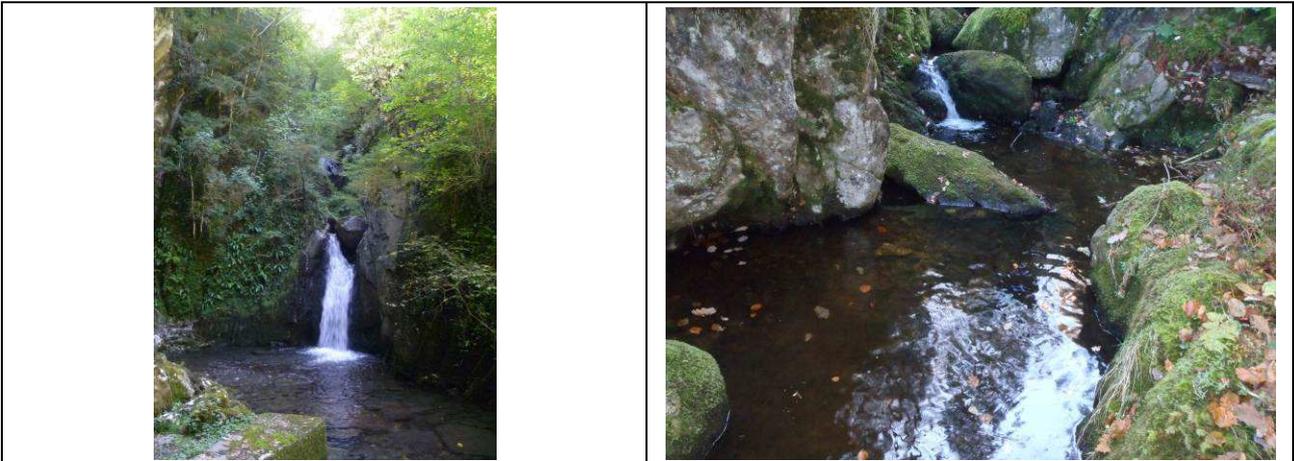
#### **Fortes turbulences / Pente forte et par pallier**



### 10.3.2.5 Profonds

#### 10.3.2.5.1 Fosses de dissipation

#### **Pente nulle / Profondeur > 60 cm / Variation forte de profondeur (à l’aval d’une chute ou d’un escalier) / pas de variation au débit**



### 10.3.2.5.2 Bassines peu profondes – forme de « wok »

**Pente nulle / Profondeur > 30 cm / Dissymétrie transversale importante / variation potentielle avec le débit**



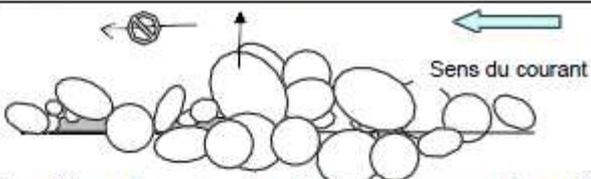
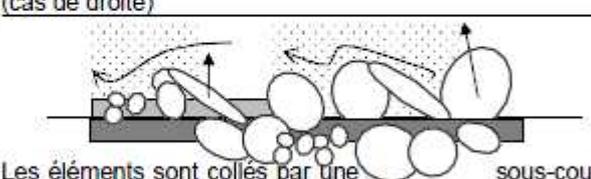
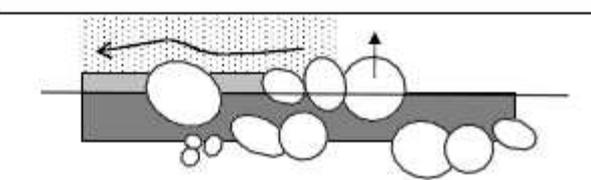
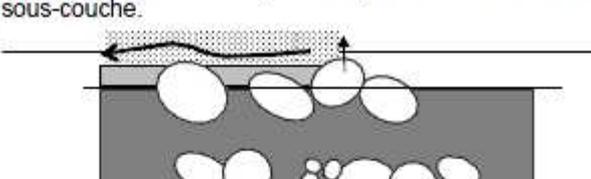
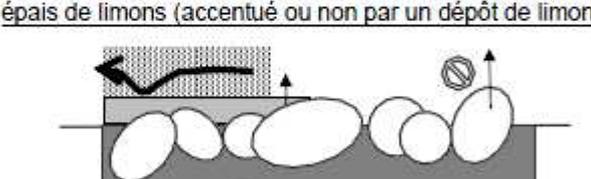
### 10.3.2.6 Chutes

#### 10.3.2.6.1 Cascades & Chutes

**Dénivelé > 1-1.5 m (à adapter à la taille du CE)**



## 10.4 ANNEXE 4 - REPRESENTATION IMAGEE DU PROTOCOLE DE MESURE DU COLMATAGE DU SUBSTRAT SELON ARCHAMBAUD, GIORDANO ET DUMONT (2005)

Code	Classes de Colmatage	Représentation du degré de colmatage (lorsque l'on soulève un élément du fond)
1	] 0 - 25%]	 <p>Les éléments sont posés. On peut observer soit un dépôt fin de limons peu colmatant (cas de gauche) soit aucun dépôt (cas de droite)</p>
2	] 25 - 50%]	 <p>Les éléments sont collés par une sous-couche de limon (avec ou sans limon en dépôt). Le nuage de limon qui se soulève est peu dense.</p>
3	] 50 - 75%]	 <p>Les éléments sont légèrement enchâssés et provoquent un nuage de limon assez épais lorsqu'ils se désolidarisent de la sous-couche.</p>
4	] 75 - 90%]	 <p>Les éléments sont très enchâssés et provoquent un nuage épais de limons (accentué ou non par un dépôt de limons)</p>
5	] 90-100%]	 <p>Les éléments sont recouverts de limons et provoquent un nuage très épais (cas de gauche) ou bien sont entièrement cimentés dans la sous-couche et impossibles à soulever (cas de droite)</p>

## 10.5 ANNEXE 5 – MODELES BIOLOGIQUES DEPLOYES DANS LE CADRE DE L’APPLICATION DU PROTOCOLE EVHA

### 10.5.1 Modèle TRF classique

| TRF truite fario (CEMAGREF)

Origine: Bovee 1978 modifiée par CEMAGREF pour le stade adulte.

Validation sur 12 cours d'eau de référence français des Préalpes, du Jura Sud, et sud du Massif Central.

Domaine: rivières à fond caillouteux, pente 6 à 40 p.1000, module < 20 m3/s

Référence: Souchon Y., Trocherie F., Fragnoud E. & Lacombe C. 1989.

Les modèles numériques des microhabitats des poissons. Applications et nouveaux développements. Revue des sciences de l'eau, 2: 807-830.

fraie: activité de reproduction des géniteurs sur la frayère.

alevins: sujets de moins d'un an mais de plus de 5 cm.

juvéniles: sujets de plus d'un an non encore reproductifs (10 à 16 cm)

adultes: sujets en âge de se reproduire (14 à 28 cm)

\$4 ADU JUV ALE FRA

2.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.24	0.00	5.90	0.16	5.90	0.14
7.86	0.04	11.80	0.52	11.81	0.40
10.48	0.07	17.70	0.97	17.71	0.95
13.10	0.12	23.60	1.00	23.61	1.00
15.72	0.14	29.50	1.00	29.52	1.00
18.34	0.15	35.39	1.00	35.42	1.00
20.96	0.17	41.29	1.00	41.32	1.00
23.58	0.23	47.19	1.00	47.23	1.00
26.20	0.29	53.09	1.00	53.13	1.00
28.82	0.35	58.99	1.00	59.03	0.95
31.44	0.41	64.89	1.00	64.94	0.83
34.06	0.47	70.79	1.00	70.84	0.67
36.68	0.53	76.69	1.00	76.74	0.51
39.30	0.59	82.59	1.00	82.65	0.43
41.92	0.65	88.49	0.96	88.55	0.37
44.54	0.71	94.38	0.70	94.45	0.33
47.16	0.77	100.28	0.49	100.35	0.29
49.78	0.85	106.18	0.38	106.26	0.22
52.40	0.89	112.08	0.29	112.16	0.17
55.02	0.93	117.98	0.26	118.06	0.13
57.64	0.95	123.88	0.24	123.97	0.10
60.26	0.97	129.78	0.22	129.87	0.06
62.88	0.99	135.68	0.20	135.77	0.05
65.50	1.00	141.58	0.16	141.68	0.04
68.12	1.00	147.48	0.12	147.58	0.03
70.74	1.00	153.37	0.09	153.48	0.00
73.36	1.00	159.27	0.07	159.39	0.00
75.98	1.00	165.17	0.05	165.29	0.00
78.60	1.00	171.07	0.03	171.19	0.00
81.22	1.00	176.97	0.02	177.10	0.00
83.84	1.00	182.87	0.00	183.00	0.00
0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00
5.90	1.00	3.93	1.00	3.94	1.00
11.80	1.00	7.87	1.00	7.87	1.00
17.70	1.00	11.80	0.98	11.81	1.00
23.60	1.00	15.73	0.92	15.74	1.00
29.50	0.94	19.67	0.84	19.68	1.00
35.39	0.66	23.60	0.76	23.61	1.00
41.29	0.57	27.53	0.70	27.55	1.00
47.19	0.53	31.46	0.66	31.48	1.00
53.09	0.47	35.40	0.62	35.42	0.98
58.99	0.38	39.33	0.59	39.35	0.84

64.89	0.28	43.26	0.55	43.29	0.70	64.94	0.97
70.79	0.22	47.20	0.51	47.23	0.59	70.84	0.81
76.69	0.17	51.13	0.46	51.16	0.48	76.74	0.51
82.59	0.14	55.06	0.40	55.10	0.40	82.65	0.30
88.49	0.12	59.00	0.34	59.03	0.32	88.55	0.21
94.38	0.10	62.93	0.27	62.97	0.25	94.45	0.17
100.28	0.09	66.86	0.22	66.90	0.19	100.35	0.13
106.18	0.07	70.79	0.17	70.84	0.16	106.26	0.08
112.08	0.06	74.73	0.15	74.77	0.11	112.16	0.05
117.98	0.05	78.66	0.14	78.71	0.06	118.06	0.02
123.88	0.05	82.59	0.13	82.65	0.03	123.97	0.02
129.78	0.04	86.53	0.12	86.58	0.02	129.87	0.00
135.68	0.04	90.46	0.10	90.52	0.00	135.77	0.00
141.58	0.03	94.39	0.08	94.45	0.00	141.68	0.00
147.48	0.03	98.33	0.04	98.39	0.00	147.58	0.00
153.37	0.03	102.26	0.00	102.32	0.00	153.48	0.00
159.27	0.02	106.19	0.00	106.26	0.00	159.39	0.00
165.17	0.02	110.12	0.00	110.19	0.00	165.29	0.00
171.07	0.01	114.06	0.00	114.13	0.00	171.19	0.00
176.97	0.01	117.99	0.00	118.06	0.00	177.10	0.00
182.87	0.00	121.92	0.00	122.00	0.00	183.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.26	0.09	0.25	0.05	0.26	0.05	0.26	0.00
0.52	0.16	0.50	0.10	0.52	0.10	0.52	0.00
0.77	0.24	0.75	0.15	0.77	0.15	0.77	0.00
1.03	0.30	1.00	0.20	1.00	0.20	1.03	0.00
1.29	0.32	1.25	0.20	1.25	0.22	1.29	0.00
1.55	0.34	1.50	0.20	1.50	0.25	1.55	0.00
1.81	0.35	1.75	0.20	1.75	0.27	1.81	0.00
2.06	0.37	2.00	0.25	2.00	0.30	2.06	0.00
2.32	0.41	2.32	0.42	2.25	0.35	2.32	0.00
2.58	0.45	2.58	0.55	2.50	0.50	2.58	0.00
2.84	0.51	2.84	0.66	2.75	0.70	2.84	0.00
3.10	0.60	3.10	0.73	3.00	1.00	3.00	0.00
3.36	0.70	3.36	0.77	3.36	1.00	3.25	0.25
3.61	0.87	3.61	0.81	3.61	1.00	3.50	0.50
3.87	1.00	3.87	0.83	3.87	1.00	3.75	0.75
4.13	1.00	4.13	0.85	4.13	1.00	4.00	1.00
4.39	1.00	4.39	0.87	4.39	1.00	4.39	1.00
4.65	1.00	4.65	0.89	4.65	1.00	4.65	1.00
4.90	1.00	4.90	0.91	4.90	1.00	4.90	1.00
5.16	1.00	5.16	0.95	5.16	0.99	5.00	1.00
5.42	1.00	5.42	0.98	5.42	0.97	5.42	0.75
5.68	1.00	5.68	1.00	5.68	0.93	5.68	0.32
5.94	1.00	5.94	1.00	5.94	0.87	5.94	0.11
6.19	0.90	6.19	1.00	6.19	0.79	6.19	0.00
6.45	0.77	6.45	0.79	6.45	0.68	6.45	0.00
6.71	0.64	6.71	0.27	6.71	0.52	6.71	0.00
6.97	0.52	6.97	0.15	6.97	0.19	6.97	0.00
7.23	0.38	7.23	0.09	7.23	0.05	7.23	0.00
7.48	0.26	7.48	0.04	7.48	0.02	7.48	0.00
7.74	0.13	7.74	0.02	7.74	0.00	7.74	0.00
8.00	0.00	8.00	0.00	8.00	0.00	8.00	0.00

## 10.5.2 Modèle SAT

SAT saumon atlantique (CSP/rev97)

ORIGINE : Courbes CSP 1988 modifié en 1997 après consultation de différents experts  
D'après des travaux INRA-CSP sur des rivières du massif armoricain  
ralenties par des aménagements, à macrophytes importants (jusqu'à 30 % surface)  
et population mixte saumon-truite.

DOMAINE : Petites rivières cotières de moins de 60 km de long,  
et rivières plus larges à fond caillouteux type Allier.  
pente 1 à 20 p.1000, module < 20m3/s, largeur < 20m fond sableux ou caillouteux  
fraie: activité de reproduction des géniteurs sur la frayère.  
post-émergeants: sujets de 2 à 8 cm (de l'émergence à la mi-juin)  
alevins: sujets de 8 à 15 cm (de la mi-juin à octobre).  
juvéniles: sujets de 15 à 22 cm (0+,1,2, ou 3 ans non encore dévalants).

§4 JUV ALE PEM FRA

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.23	0.00	3.23	0.04	2.58	0.10	3.23	0.00
6.45	0.02	6.45	0.08	5.16	0.29	6.45	0.00
9.68	0.04	9.68	0.14	7.74	0.54	9.68	0.00
12.90	0.05	12.90	0.20	10.32	0.80	12.90	0.00
16.13	0.07	16.13	0.32	12.90	0.94	16.13	0.03
19.35	0.13	19.35	0.50	15.48	0.98	19.35	0.35
22.58	0.22	22.58	0.70	18.06	1.00	22.58	0.71
26.31	0.35	25.81	0.90	20.65	1.00	25.81	0.90
29.03	0.57	29.03	0.98	23.23	1.00	29.03	0.98
32.26	0.70	32.26	1.00	25.81	1.00	32.26	1.00
35.48	0.80	35.48	1.00	28.39	1.00	35.48	1.00
38.71	0.90	38.71	1.00	30.00	1.00	38.71	1.00
41.94	0.95	41.94	1.00	31.55	0.95	41.94	1.00
45.16	0.98	45.16	1.00	36.13	0.70	45.16	1.00
48.39	1.00	48.39	1.00	38.71	0.55	48.39	1.00
51.61	1.00	51.61	1.00	41.29	0.40	51.61	1.00
54.84	1.00	54.84	1.00	43.87	0.28	54.84	1.00
58.06	1.00	58.06	1.00	46.45	0.17	58.06	1.00
61.29	1.00	61.29	1.00	49.03	0.09	61.29	1.00
64.52	0.95	64.52	0.95	51.61	0.03	64.52	1.00
67.74	0.85	67.74	0.85	54.19	0.00	67.74	1.00
70.97	0.67	70.97	0.73	56.77	0.00	70.97	0.98
74.19	0.52	74.19	0.54	59.35	0.00	72.19	0.90
77.42	0.37	77.42	0.43	61.94	0.00	76.42	0.60
80.65	0.27	80.65	0.26	64.52	0.00	80.65	0.34
83.87	0.15	83.87	0.17	67.10	0.00	83.87	0.25
87.10	0.10	87.10	0.10	69.68	0.00	87.10	0.17
90.32	0.05	90.32	0.05	72.26	0.00	90.32	0.12
93.55	0.00	93.55	0.01	74.84	0.00	93.55	0.08
96.77	0.00	96.77	0.00	77.42	0.00	96.77	0.02
100.00	0.00	100.00	0.00	80.00	0.00	100.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.45	0.00	6.45	0.05	6.45	0.00	4.84	0.03
12.90	0.00	12.90	0.12	12.90	0.00	9.68	0.07
19.35	0.00	19.35	0.31	19.35	0.02	14.52	0.15
25.81	0.00	25.81	0.62	25.81	0.17	19.35	0.31
32.26	0.00	32.26	0.86	32.26	0.61	24.19	0.49
38.71	0.00	38.71	0.95	38.71	0.82	29.03	0.65
40.16	0.10	45.16	0.98	45.16	0.96	33.87	0.95
42.61	0.25	51.61	1.00	51.61	0.99	38.71	1.00
50.06	0.55	58.06	1.00	58.06	1.00	43.55	1.00
51.52	0.63	64.52	0.99	64.52	0.99	48.39	1.00

52.97	0.67	70.97	0.96	70.97	0.92	53.23	1.00
77.42	0.98	77.42	0.89	77.42	0.75	58.06	1.00
83.87	1.00	83.87	0.81	83.87	0.65	62.90	0.99
90.32	1.00	90.32	0.73	90.32	0.55	67.74	0.82
96.77	1.00	96.77	0.64	96.77	0.45	72.58	0.65
103.23	1.00	103.23	0.56	103.23	0.40	77.42	0.35
109.68	1.00	109.68	0.48	109.68	0.35	82.26	0.23
116.13	1.00	116.13	0.40	116.13	0.30	87.10	0.19
122.58	0.95	122.58	0.32	122.58	0.25	91.94	0.14
129.03	0.70	129.03	0.25	129.03	0.19	96.77	0.05
135.48	0.43	135.48	0.20	135.48	0.16	101.61	0.00
141.94	0.33	141.94	0.15	141.94	0.12	106.45	0.00
148.39	0.27	148.39	0.10	148.39	0.09	111.29	0.00
154.84	0.22	154.84	0.08	154.84	0.07	116.13	0.00
161.29	0.16	161.29	0.05	161.29	0.04	120.97	0.00
167.74	0.13	167.74	0.04	167.74	0.02	125.81	0.00
174.19	0.10	174.19	0.02	174.19	0.01	130.65	0.00
180.65	0.07	180.65	0.01	180.65	0.00	135.48	0.00
187.10	0.05	187.10	0.00	187.10	0.00	140.32	0.00
193.55	0.04	193.55	0.00	193.55	0.00	145.16	0.00
200.00	0.00	200.00	0.00	200.00	0.00	150.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.26	0.00	0.26	0.00	0.26	0.00	0.26	0.00
0.52	0.00	0.52	0.00	0.52	0.00	0.52	0.00
0.77	0.00	0.77	0.00	0.77	0.00	0.77	0.00
1.03	0.00	1.03	0.00	1.03	0.00	1.03	0.00
1.29	0.00	1.29	0.00	1.29	0.00	1.29	0.00
1.55	0.00	1.55	0.00	1.55	0.00	1.55	0.00
1.81	0.00	1.81	0.00	1.81	0.00	1.81	0.00
2.06	0.00	2.06	0.00	2.06	0.00	2.06	0.00
2.32	0.00	2.32	0.00	2.32	0.00	2.32	0.00
2.58	0.00	2.58	0.00	2.58	0.00	2.58	0.00
2.84	0.00	2.84	0.00	2.84	0.00	2.84	0.00
3.00	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	3.10	0.00
3.35	0.00	3.35	0.00	3.35	0.03	3.35	0.00
3.61	0.00	3.61	0.00	3.61	0.09	3.61	0.00
3.87	0.00	3.87	0.00	3.87	0.15	4.00	0.00
4.13	0.00	4.13	0.18	4.13	0.23	4.13	0.09
4.39	0.10	4.39	0.35	4.39	0.33	4.50	0.30
4.65	0.15	4.65	0.50	4.65	0.46	4.85	0.60
4.90	0.20	4.90	0.62	4.90	0.65	5.00	0.70
5.16	0.26	5.16	0.75	5.16	0.79	5.50	1.00
5.42	0.33	5.42	0.88	5.42	0.90	5.92	1.00
5.68	0.42	5.68	0.95	5.68	0.99	5.94	1.00
5.94	0.50	5.94	1.00	5.94	1.00	6.19	0.61
6.19	0.75	6.19	1.00	6.19	0.97	6.45	0.14
6.45	0.92	6.45	1.00	6.45	0.87	6.55	0.00
6.71	0.95	6.71	1.00	6.71	0.73	6.71	0.00
6.97	1.00	6.97	1.00	6.97	0.51	6.97	0.00
7.23	0.98	7.23	0.89	7.23	0.30	7.23	0.00
7.48	0.92	7.48	0.32	7.48	0.16	7.48	0.00
7.74	0.15	7.74	0.10	7.74	0.05	7.74	0.00
8.00	0.00	8.00	0.00	8.00	0.00	8.00	0.00



**ECCEL Environnement**  
*Etudes, Conseil et Contrôle en Environnement*

**8 Avenue de Lavour - 31590 VERFEIL**

Tél : 05.61.92.31.59

Fax : 05.17.47.51.62

Mobile : 06.14.42.29.70

[contact@eccel-environnement.fr](mailto:contact@eccel-environnement.fr)



**eaucea**  
Conseil • Études • Aménagement

**72 rue Pierre Paul Riquet, bât A - 31000 TOULOUSE**

Tél : 05.61.62.50.68

Fax : 05.61.62.65.68

[eaucea@eaucea.fr](mailto:eaucea@eaucea.fr)