

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 VALLEE D'AX AMENAGEMENT DE MERENS



Source photographique - EDF

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

**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

Table des matières

| | | |
|-----------|--|------------|
| 1 | PREAMBULE | 7 |
| 2 | INTRODUCTION | 9 |
| 3 | CONTEXTE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE ETUDIEE | 10 |
| 3.1 | Régime hydrologique moyen au niveau des prises d’eau | 12 |
| 3.2 | Influence des débits réservés des affluents sur l’hydrologie de l’Ariège | 17 |
| 3.3 | Estimation du module au niveau des sites de mesure de débits biologiques | 19 |
| 3.4 | Estimation du QMNA5 naturel au niveau des sites de mesure des débits biologiques | 21 |
| 4 | CONTEXTE THERMIQUE | 24 |
| 5 | LES ENJEUX ECOLOGIQUES | 26 |
| 5.1 | Zonages naturels et espèces patrimoniales | 27 |
| 5.2 | Qualité des milieux et contexte réglementaire | 32 |
| 6 | LE CONTEXTE PHYSIQUE | 40 |
| 6.1 | Taille et Typologie de cours d’eau | 42 |
| 6.2 | Contexte hydromorphologique du secteur | 44 |
| 6.3 | Contexte d’occupation des sols | 46 |
| 7 | SECTORISATION AFFINEE SUR LE SECTEUR RAPPROCHE | 49 |
| 7.1 | L’Ariège | 51 |
| 7.2 | Ruisseau de Mourguillou | 56 |
| 7.3 | Ruisseau de Nagear | 60 |
| 8 | METHODOLOGIE D’ANALYSE DES DEBITS BIOLOGIQUES | 65 |
| 8.1 | EVHA | 65 |
| 8.2 | Méthode TeauRRENT | 72 |
| 9 | RESULTATS PAR PRISE D’EAU | 92 |
| 9.1 | Prise d’eau d’Hospitalet sur l’Ariège | 92 |
| 9.2 | Prise d’eau du Mourguillou moyen | 118 |
| 9.3 | Prise d’eau du Nagear supérieurE | 126 |
| 10 | SYNTHESE DES RESULTATS POUR LE GROUPEMENT D’USINE DE VALLEE D’AX – AMENAGEMENT DE MERENS | 134 |
| 11 | ANNEXES | 136 |
| 11.1 | Annexe 1 - Classification granulométrique | 136 |
| 11.2 | Annexe 2 - Clé de détermination des faciès de courant (MALAVOI et SOUCHON, 2002) | 137 |
| 11.3 | Annexe 3 - Classification de faciès « TeauRRENT » | 138 |
| 11.4 | Annexe 4 - Représentation imagée du protocole de mesure du colmatage du substrat selon ARCHAMBAUD, GIORDANO et DUMONT (2005) | 143 |

11.5 Annexe 5 – Modèles biologiques déployés dans le cadre de l’application du protocole EVHA _____ 144

Tableaux

| | |
|---|-----|
| Tableau 1 - Données hydrologiques des prises d'eau. Donnée EDF | 11 |
| Tableau 2 - Stations hydrométriques de référence | 13 |
| Tableau 3- Modules spécifiques au niveau des prises d'eau..... | 20 |
| Tableau 4 - Modules naturels calculés aux niveau des sites d’analyse | 21 |
| Tableau 5 - QMNA5 calculés selon la cartographie IRSTEA-ONEMA au niveau des sites d’analyse | 21 |
| Tableau 6 - Stations hydrométriques de référence - Module et QMNA5 (Source Banque Hydro) | 22 |
| Tableau 7 - Caractéristiques hydromorphologiques principales de l’Ariège en amont d’Ax-les-Thermes | 55 |
| Tableau 8 - Caractéristiques hydromorphologiques principales du Nagear..... | 64 |
| Tableau 9 - Limites d'utilisations de la méthode EVHA | 72 |
| Tableau 10 - Limites d'utilisations de la méthode Estimhab..... | 72 |
| Tableau 11 - Résumé rapide de la classification des écoulements utilisées pour TeauRRENT | 75 |
| Tableau 12 – En-tête de la fiche de relevé des caractéristiques des faciès | 76 |
| Tableau 13 – En-tête de la fiche de relevé des données par point..... | 76 |
| Tableau 14 - Taxons benthiques cibles sur les grands secteurs typologiques étudiés..... | 77 |
| Tableau 15 - Classes de vitesses établies dans le cadre du protocole TeauRRENT sur la base de justifications écologiques ou hydromorphologiques..... | 78 |
| Tableau 16 - Classes de profondeurs établies dans le cadre du protocole TeauRRENT sur la base de justifications écologiques ou hydromorphologiques..... | 78 |
| Tableau 17 - Affinités aux classes de substrat et de vitesse pour les taxons benthiques ciblés et pour chaque grand secteur typologique..... | 83 |
| Tableau 18 - Tableaux de Chab adaptés à la typologie d'analyse dans le cadre du protocole TeauRRENT (Annexe 11.1) | 84 |
| Tableau 19 - 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) | 90 |
| Tableau 20 – Analyse synthétique du potentiel d’habitat pour les Truites sur les deux sites EVHA de l’Ariège – variations entre les seuils symboliques (ancien Qr, nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal) | 116 |
| Tableau 21 - Valeurs de synthèse des DMB proposés en aval immédiat de chaque prise d'eau du groupement de Vallée d’Ax – Aménagement de Mérens..... | 135 |

Figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 - Carte du réseau hydraulique du GU de Mérens avec les modules..... | 10 |
| Figure 2 - Stations d'évaluation des débits biologiques..... | 12 |
| Figure 3 : régime hydrologique moyen des stations de référence | 13 |
| Figure 4 - Hydrologie du Quioules à Château-Verdun..... | 14 |
| Figure 5 - Caractéristiques hydrologiques des prises d’eau du groupement d’usine de Vallée d’Ax – Aménagement de Mérens..... | 16 |
| Figure 6 - Schéma hydraulique des usines de Mérens et d’Hospitalet-Basse-Chute | 17 |
| Figure 7 - Influence de la prise d'eau d'Hospitalet sur l'Ariège | 18 |
| Figure 8 - Bassins versant au niveau des prises d'eau du secteur | 19 |
| Figure 9 - Module spécifique de l'Ariège et points de confluence | 20 |

| | |
|---|-----|
| Figure 10 - QMNA5 spécifiques des stations hydrométriques et des sites microhabitat de l'Ariège en fonction de leur altitude | 22 |
| Figure 11 – Suivi de l'évolution de la température..... | 25 |
| Figure 12 - Cartographie des APPB au voisinage du complexe hydroélectrique de Mérens . | 27 |
| Figure 13 - Cartographie du Parc Naturel Régional des Pyrénées ariégeoises au voisinage du complexe hydroélectrique de Mérens..... | 28 |
| Figure 14 - Cartographie des ZNIEFF à proximité du complexe hydroélectrique de Mérens | 29 |
| Figure 15 - Cartographie des zonages Natura 2000 à proximité du complexe hydroélectrique de Mérens..... | 31 |
| Figure 16 - Cours d'eau « classés » sur la zone d'étude | 33 |
| Figure 17 – Evaluation d'Etat des Masses d'Eau superficielles du territoire de l'étude (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne) | 36 |
| Figure 18 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166, L'Ariège de sa source au confluent de l'Aston (source - AE Adour-Garonne)..... | 37 |
| Figure 19 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166_5, Le ruisseau du Mourguillou (source - AE Adour-Garonne)..... | 37 |
| Figure 20 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166_8, Le ruisseau du Nagear (source - AE Adour-Garonne) | 38 |
| Figure 21 –Echéance d'atteinte du Bon Etat des Masses d'Eau superficielles du territoire de l'étude (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne) | 39 |
| Figure 22 - Carte de représentation de la typologie des cours d'eau s'écoulant au sein des Hydroécorigions | 43 |
| Figure 23 – Indicateurs de contextualisation hydromorphologique du réseau hydrographique (source – SYRAH-CE) | 45 |
| Figure 24 - 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) | 47 |
| Figure 25 - 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..... | 48 |
| Figure 26 - Cartes de sectorisation de l'Ariège en amont d'Ax-les-Thermes..... | 54 |
| Figure 27 - Cartes de sectorisation du Nagear..... | 63 |
| Figure 28 - Formule de calcul de l'indice Chab..... | 82 |
| Figure 29 - 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 | 89 |
| Figure 30 - Représentation graphique des valeurs de l'indice d'habitabilité en rapport avec le relatif à son module pour chaque site TeauRRENT..... | 89 |
| Figure 31 - Evolution des positionnement des couples substrat/vitesse à partir du pool de sites disponibles dans l'étude..... | 91 |
| Figure 32 – Positionnement des sites d'analyse EVHA sur l'Ariège | 93 |
| Figure 33 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d'écoulements de la station Hospitalet Amont..... | 94 |
| Figure 34 – Evolution globale de la ligne d'eau et des profondeurs à bas débit sur la station Hospitalet Amont..... | 95 |
| Figure 35 – Occurrence granulométrique sur la station Hospitalet Amont..... | 95 |
| Figure 36 – 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 Hospitalet Amont..... | 96 |
| Figure 37 - Résultat du calage hydraulique pour la station Hospitalet Amont | 97 |
| Figure 38 – Evolution de la surface en eau de la station Hospitalet Amont avec l'augmentation des débits modélisés | 98 |
| Figure 39 – Evolution de la ligne d'eau et des profondeurs à 3 débits modélisés sur la station Hospitalet Amont (N.B. modélisation impossible de la ligne d'eau en dessous de 70 l/s : trop de pente, de chutes et granulométrie très grossière)..... | 98 |
| Figure 40 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Hospitalet Amont à 3 débits modélisés (100 l/s, 250 l/s et 1 m ³ /s)..... | 99 |
| Figure 41 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Hospitalet Amont à 3 débits modélisés (100 l/s, 250 l/s et 1 m ³ /s)..... | 100 |

Figure 42 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station 101

Figure 43 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Hospitalet Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie) 102

Figure 44 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Hospitalet Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie) 103

Figure 45 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Hospitalet Aval 104

Figure 46 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Hospitalet Aval..... 105

Figure 47 – Occurrence granulométrique sur la station Hospitalet Aval 105

Figure 48 – 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 Hospitalet Aval 106

Figure 49 - Résultat du calage hydraulique pour la station Hospitalet Aval 107

Figure 50 – Evolution de la surface en eau de la station Hospitalet Aval avec l’augmentation des débits modélisés 108

Figure 51 – Evolution de la ligne d’eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Hospitalet Aval..... 108

Figure 52 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Hospitalet Aval à 4 débits modélisés (1/40^{ème} du module, 1/20^{ème}, 1/10^{ème} et 1 m³/s) 109

Figure 53 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Hospitalet Aval à 4 débits modélisés (1/40^{ème} du module, 1/20^{ème}, 1/10^{ème} et 1 m³/s) 110

Figure 54 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station 111

Figure 55 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Hospitalet Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie) 112

Figure 56 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Hospitalet Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie) 113

Figure 57 – Comparaison d’habitat potentiel relatif suivant les débits par rapport à une situation de Qcrit ou de Qopt pour chaque stade de la Truite 115





1 PREAMBULE

Le présent rapport constitue le livrable de l’étude d’aide à la détermination des DMB de l’aménagement de Mérens 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 préalable¹ 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 de l'Ariège amont et notamment les prises d'eau de l'usine hydroélectrique de Mérens 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 de Mérens. Elle concernera donc l'ensemble du périmètre hydrographique de la concession correspondante et, dans le cadre spécifique du bassin de l'Ariège amont, les liens éventuels avec les autres aménagements qui font l'objet du même type d'analyse, à savoir Aston et Hospitalet-Basse-Chute.

¹ 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

Les prises d'eau de l'aménagement de Mérens sont, soit placées sur des affluents de l'Ariège, soit directement sur le cours principal pour le site d'Hospitalet.

La carte ci-dessous figure les prises d'eau de l'étude, indiquant le module² au droit de chacune d'elle ainsi que les tronçons influencés en aval.

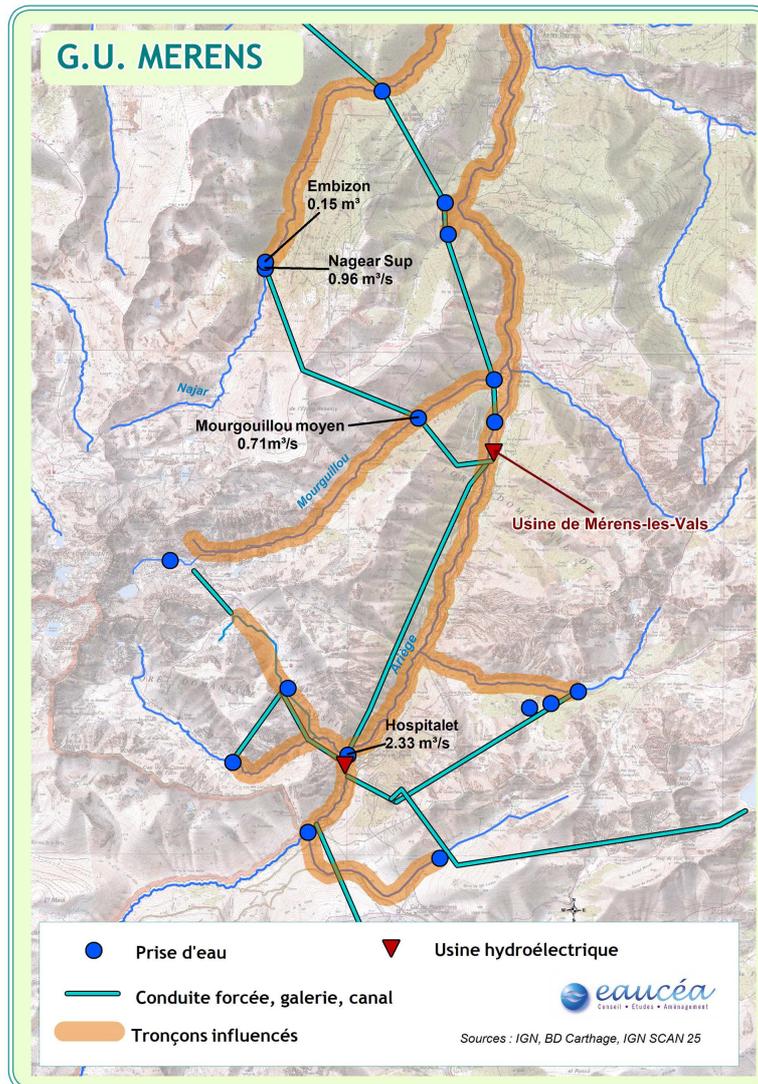


Figure 1 - Carte du réseau hydraulique du GU de Mérens avec les modules

² 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.

La carte illustre la situation de certains cours d'eau (le Nagear, le Mourguillou et l'Ariège) qui présentent plusieurs prises d'eau sur leur cours et des prises d'eau sur certains de leurs affluents. Leurs débits sont donc plusieurs fois influencés, notamment sur l'Ariège, dont le débit est amoindri au gré des prélèvements situés sur ses divers affluents.

Les tronçons court-circuités (TCC), c'est-à-dire de la prise d'eau à la restitution des débits captés, ont des longueurs comprises entre 2 et 7.5 km. Comme signalé précédemment, ce sont le Nagear et surtout l'Ariège qui subissent le plus cette influence.

Les prises d'eau de l'usine de Mérens sont principalement situées sur les zones médianes ou aval des cours d'eau. Les altitudes des prises d'eau se situent autour de 1500 m, en rive gauche de l'Ariège ou sur l'Ariège pour la dérivation d'Hospitalet.

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 3.4

Tableau 1 - Données hydrologiques des prises d'eau. Donnée EDF

| Prise d'eau | Cours d'eau | Altitude (m) | BV (km ²) | Module (l/s) | QMNA5 (l/s) |
|-------------------|----------------------|--------------|-----------------------|--------------|-------------|
| Embizon | Ruisseau des Pradels | 1553 | 5.5 | 175 | ? |
| Hospitalet | Ariège | 1427 | 63 | 2330 | ? |
| Mourguillou moyen | Mourguillou | 1456 | 14.2 | 710 | ? |
| Nagear Sup | Nagear | 1452 | 19.2 | 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.

Concernant la prise d'eau d'Embizon, elle se situe en amont immédiat de la confluence avec le Nagear. En conséquence, elle n'a pas fait l'objet d'une analyse directe via l'implantation d'un site de mesures et ce sont donc les analyses et résultats obtenus sur le Nagear qui devront intégrer l'apport de ce ruisseau des Pradels par péréquation de leurs apports respectifs.

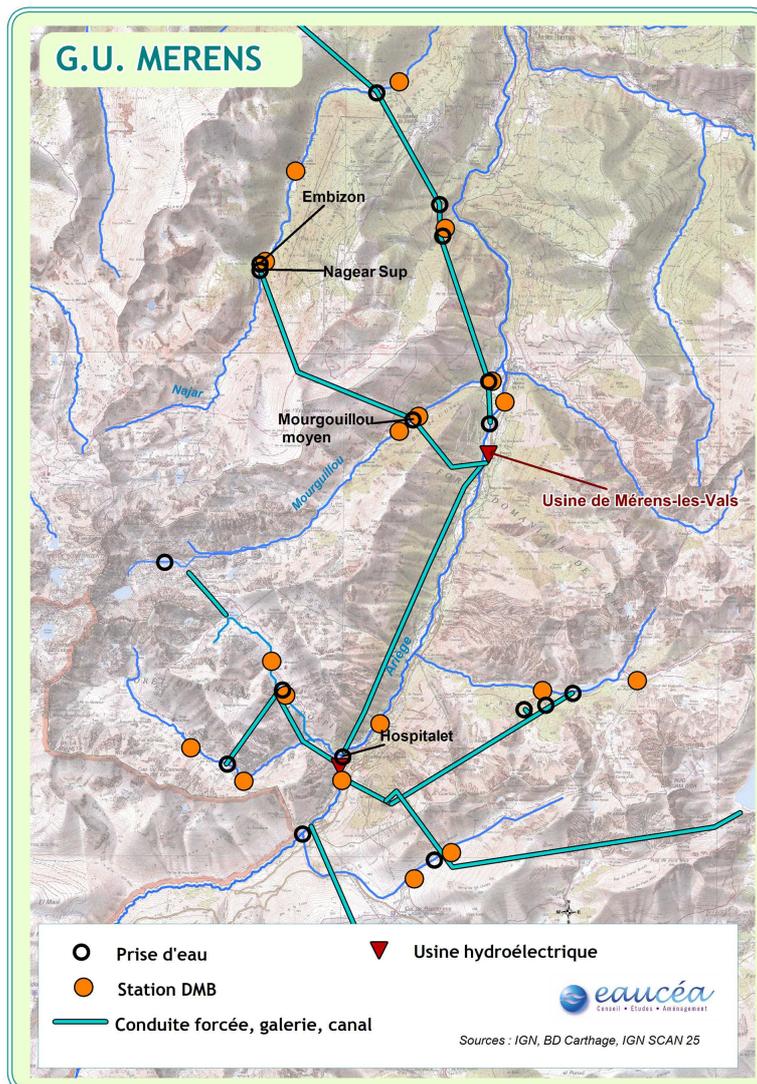


Figure 2 - Stations d'évaluation des débits biologiques

3.1 REGIME HYDROLOGIQUE MOYEN AU NIVEAU DES PRISES D'EAU

L'hydrologie des cours d'eau au niveau de chacune des prises d'eau a été reconstituée à partir des données disponibles sur des stations hydrométriques de référence. La méthodologie est la suivante :

- L'hydrologie moyenne des stations hydrométriques de référence est représentée en pourcentage du module pour une année moyenne sous forme d'une chronique au pas de temps journalier ;
- Pour chaque prise d'eau, le module calculé par EDF est appliqué à une ou une combinaison de stations de références représentant le mieux la situation de la prise d'eau ;
- De cette manière la chronique de débit moyen journalier d'une année moyenne est calculée au niveau de chaque prise d'eau.

Le choix des stations de références pour chaque prise d'eau a été fait en fonction de leur représentativité en termes d'altitude.

Les stations hydrométriques de référence servant à reconstituer l’hydrologie des prises d’eau de l’usine de Mérens sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 2 - Stations hydrométriques de référence

| code | Nom | BV (km ²) | Producteur | Altitude (m) | Dates d'enregistrement (année) | |
|----------|---|-----------------------|------------------------------|--------------|--------------------------------|------|
| | | | | | Début | Fin |
| O1002510 | L'ARIEGE à L' HOSPITALET-PRES-L'ANDORRE [AMONT] | 45 | EDF | 1436 | 1967 | 1973 |
| O1012520 | L'ARIEGE à L' HOSPITALET-PRES-L'ANDORRE [AVAL] | 63 | DIREN MP/AE Adour-Garonne | 1405 | 1920 | 1960 |
| O1074320 | L'ASTON à CHATEAU-VERDUN [RIETE 1] | 52.8 | EDF | 1095 | 1948 | 1983 |
| O1076010 | LE QUIOULES à CHATEAU-VERDUN [RIETE 2] | 52.8 | EDF | 1110 | 1960 | 2009 |
| O1115010 | L'ARTIGUE à AUZAT [CIBELLE] | 23.8 | EDF | 1200 | 1961 | 2009 |

Les régimes hydrologiques de ces stations présentés sur la figure ci-dessous en pourcentage du module sont assez homogènes ce qui justifie la méthodologie de reconstitution de l’hydrologie moyenne présentée ci-dessus.

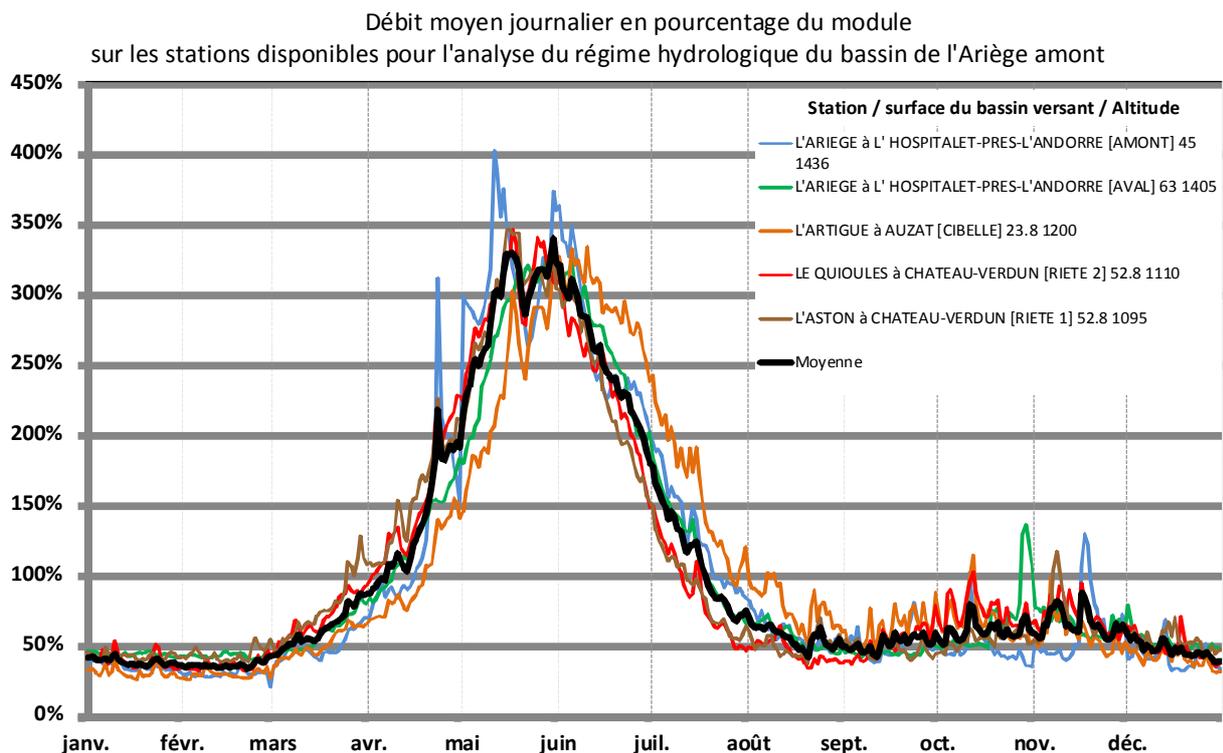


Figure 3 : régime hydrologique moyen des stations de référence

Le régime nival de ces stations est marqué, comme l’indique, pour l’exemple du Quioules à Château-Verdun, la figure ci-dessous qui représente les débits moyennés sur 10 jours (moyennes glissantes).

La période de hautes eaux se retrouve principalement aux mois de mai-juin durant la fonte des neiges, tandis que la période d’étiage se situe principalement en hiver de janvier à mars. Une période intermédiaire correspondant à la période pluviométrique automnale est peu marquée.

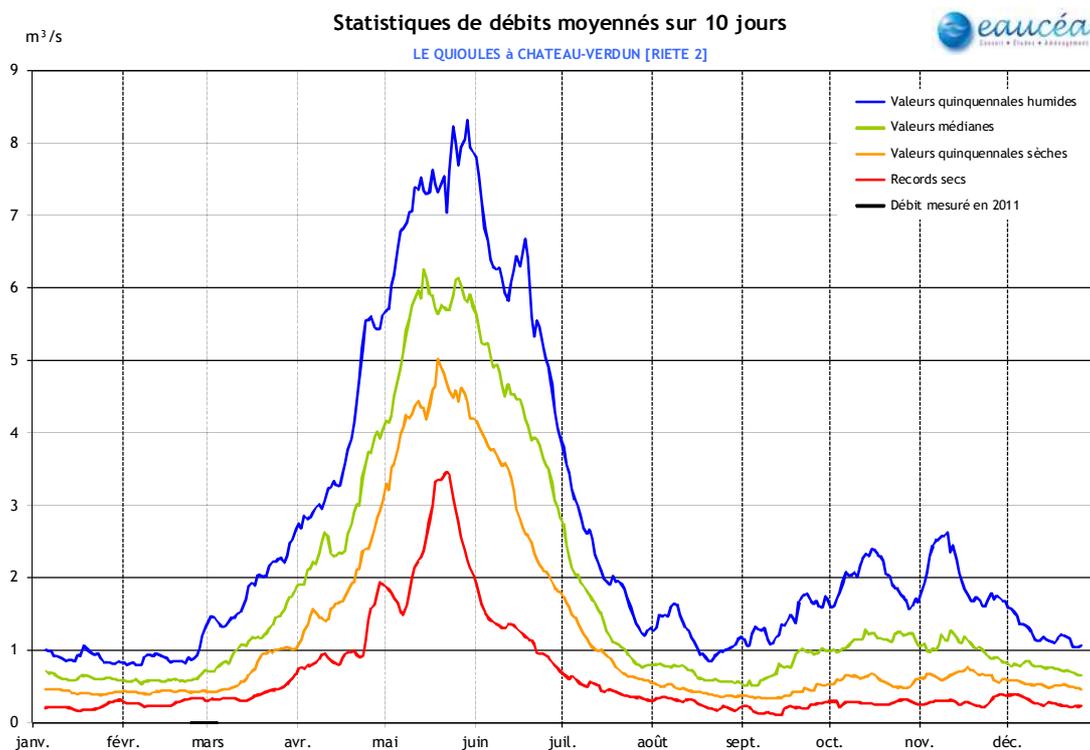


Figure 4 - Hydrologie du Quioules à Château-Verdun

Les caractéristiques hydrologiques des rivières avec l’évolution du régime moyen du débit journalier 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.

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.

Caractéristiques hydrologiques de la prise d'eau de *Hospitalet*



Usine : *Mérens*

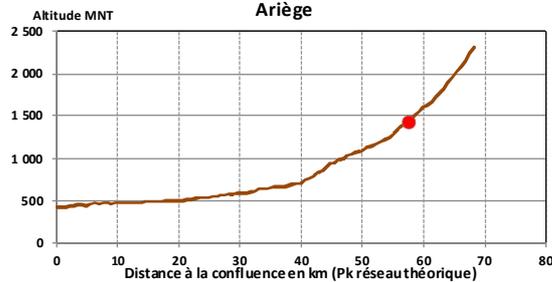
Altitude (m) : 1427
BV (km²) - % BV total : 63 - 6 %
Année de création : 1975

Module (l/s) : 2 330
Débit de dérivation (l/s) : 4 000
Longueur TCC (Km) : 7.5

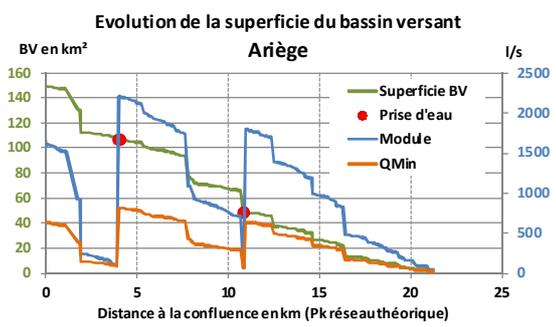
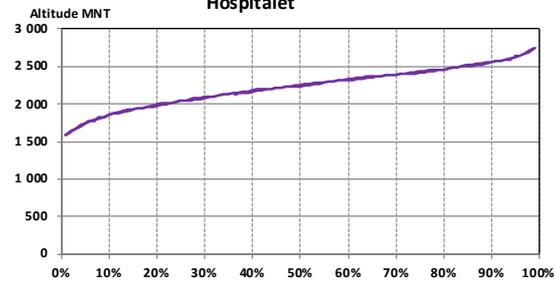
| | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Débit réservé (l/s) | 58 | 200 | 58 |
| Date | 1 janv | 1 juin | 16 oct |
| Qr / Qm | 1 / 40 | 1 / 12 | 1 / 40 |

Station de référence pour le régime hydrologique : Régime hydrologique moyen 1000-1500 m (5 stations)

Profil en long de la vallée



Hypsométrie à la prise d'eau : Courbe des altitudes classées



Caractéristiques hydrologiques de la prise d'eau de *Mourguillou moyen*



Usine : *Mérens*

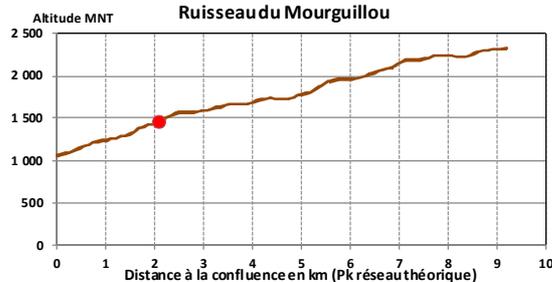
Altitude (m) : 1456
BV (km²) - % BV total : 14.2 - 78 %
Année de création : 1985

Module (l/s) : 710
Débit de dérivation (l/s) : 3 000
Longueur TCC (Km) : 2.2

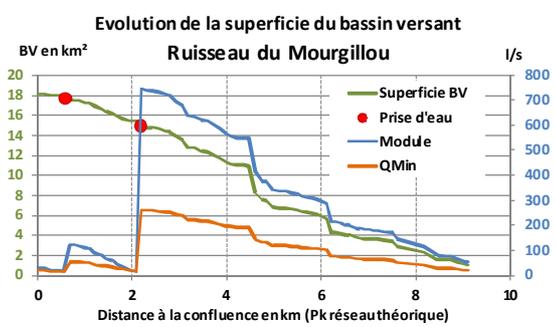
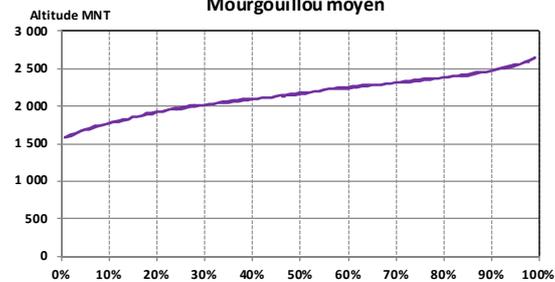
| | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Débit réservé (l/s) | 18 | 25 | 18 |
| Date | 1 janv | 1 juin | 1 oct |
| Qr / Qm | 1 / 39 | 1 / 28 | 1 / 39 |

Station de référence pour le régime hydrologique : Régime hydrologique moyen 1000-1500 m (5 stations)

Profil en long de la vallée



Hypsométrie à la prise d'eau : Courbe des altitudes classées



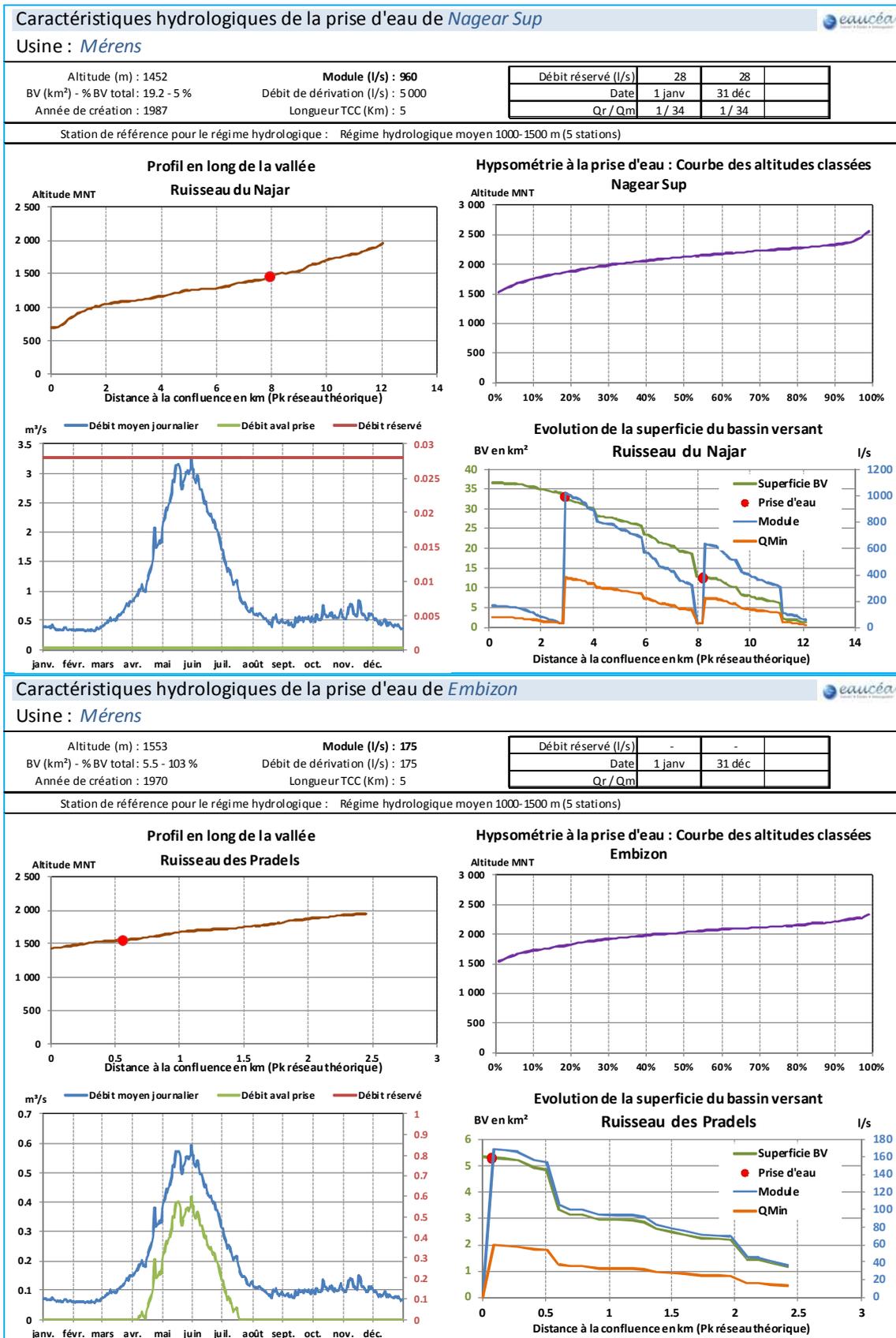


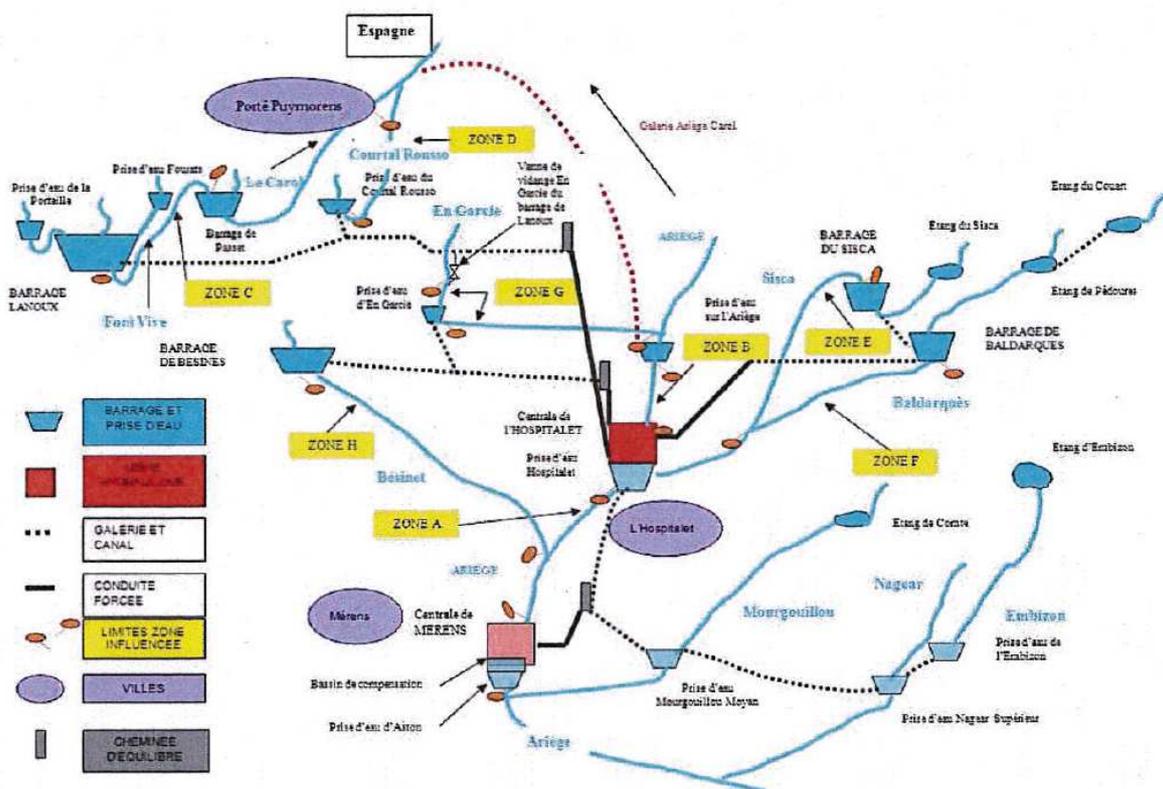
Figure 5 - Caractéristiques hydrologiques des prises d'eau du groupement d'usine de Vallée d'Ax – Aménagement de Mérens

3.2 INFLUENCE DES DEBITS RESERVES DES AFFLUENTS SUR L’HYDROLOGIE DE L’ARIEGE

L’hydrologie à l’aval des prises d’eau dépend du schéma hydraulique des aménagements. Deux situations sont possibles :

- L’écoulement se fait par des conduites forcées, le débit entonné par une prise d’eau est alors limité au débit passant par la conduite forcée.
- L’écoulement est gravitaire à surface libre dans un canal ou une galerie, le débit entonné est alors limité par l’équipement de la prise d’eau.

La figure ci-dessous représente le schéma hydraulique des usines de Mérens et Hospitalet-Basse-Chute et des prises d’eau associées.



Synoptique hydraulique des aménagements de l'Hospitalet BC et de Mérens

Figure 6 - Schéma hydraulique des usines de Mérens et d'Hospitalet-Basse-Chute

La restitution de l’usine de Mérens se situe sur l’Ariège en amont des confluences du Mourguillon et du Nagear. Les prises d’eau de ces affluents n’impactent donc que leur cours d’eau mais pas l’Ariège elle-même.

La prise d’eau d’Hospitalet impacte l’Ariège sur la zone A située entre Hospitalet et Mérens. La figure ci-dessous représente le débit mesuré à la station de Mérens-Les-Vals en 1969 sans prélèvement de la prise d’eau d’Hospitalet et avec les prélèvements pour les débits réservés définis avant 2014.

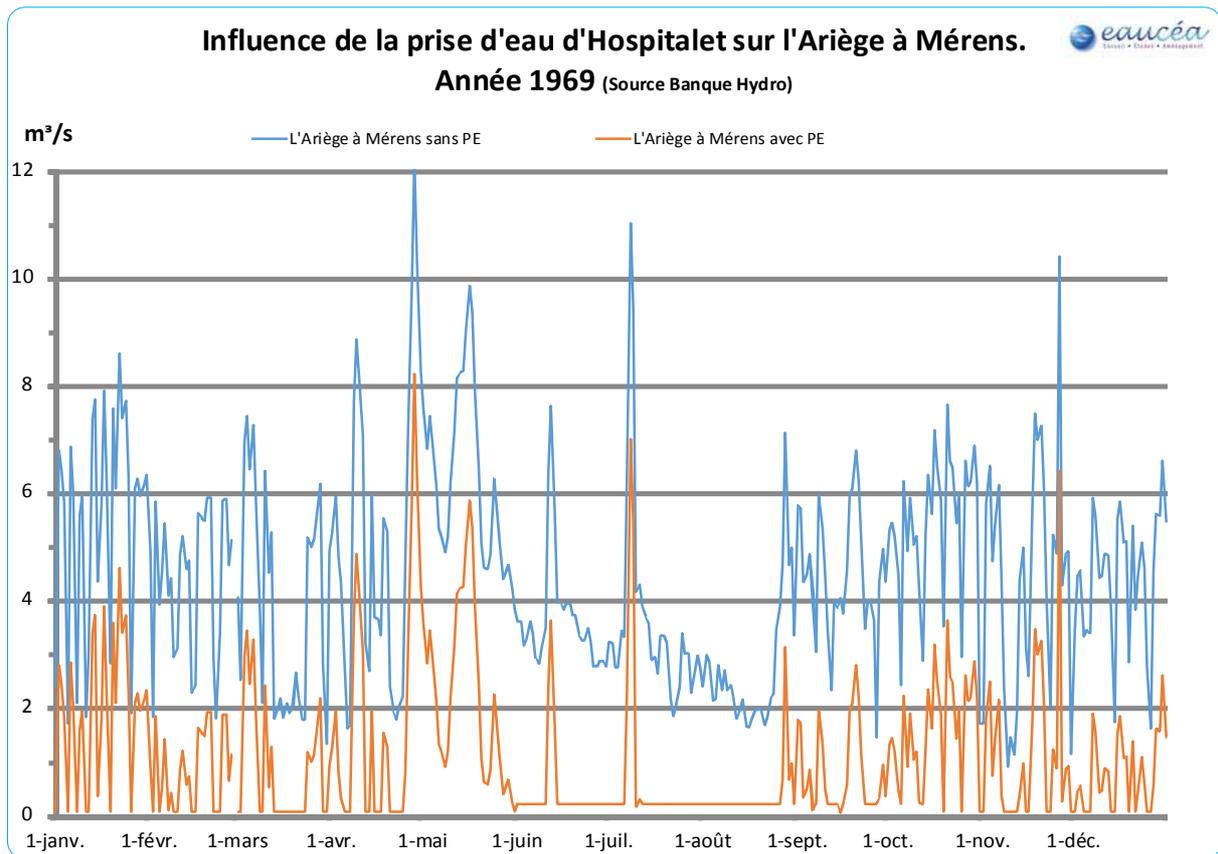


Figure 7 - Influence de la prise d'eau d'Hospitalet sur l'Ariège

Sur cet exemple, l'influence de la prise d'eau montre une diminution du débit correspondant à la capacité de dérivation de la prise d'eau et un régime estival ramené au débit réservé hors période d'orages. La donnée d'origine est elle-même influencée car en 1969 d'autres prises d'eau en amont existaient.

3.3 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 versants de chacune d’entre elles a été calculé.

La figure ci-dessous représente les bassins versants des prises d’eau du secteur d’étude. Tous ces bassins versants se situent à une altitude assez voisine et sont soumis à une même zone d’influence climatique.

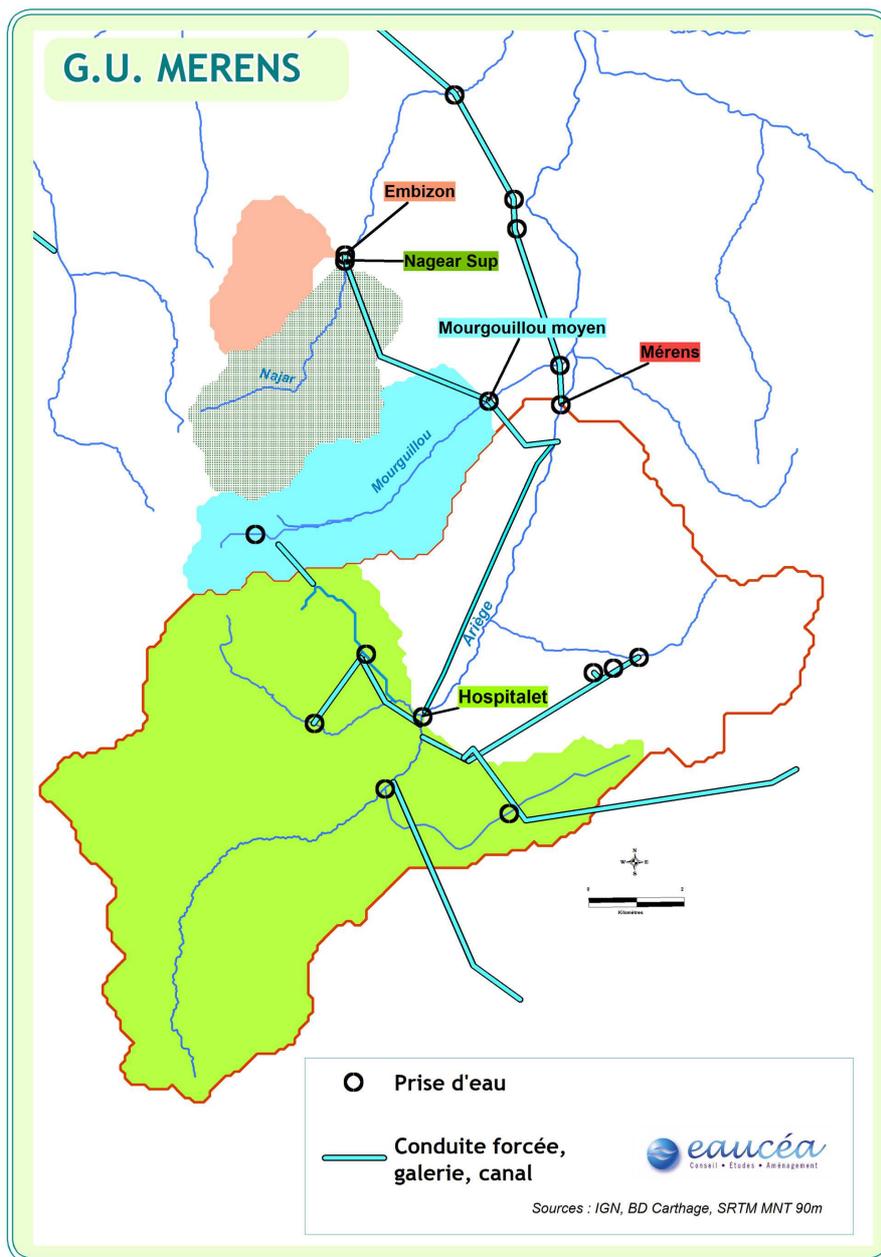


Figure 8 - Bassins versant au niveau des prises d'eau du secteur

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

Tableau 3- Modules spécifiques au niveau des prises d'eau

| Prise d'eau | Cours d'eau | BV (km ²) | Module spécifique (l/s/km ²) |
|--------------------|----------------------|-----------------------|--|
| Embizon | Ruisseau des Pradels | 5.5 | 32 |
| Hospitalet | Ariège | 63 | 37 |
| Mourgouillou moyen | Mourgouillou | 14.2 | 50 |
| Nagear Sup | Nagear | 19.2 | 50 |

Au niveau des sites d’analyse, les modules spécifiques des bassins versant des prises d’eau hors Ariège sont pris comme constants.

Toutefois, pour les grands cours d’eau, il convient de prendre en compte le fait que le module spécifique diminue avec l’augmentation de la distance à la source. Une interpolation quasi-linéaire est donc faite pour l’Ariège en prenant en compte les données suivantes et à l’aide du PK (Point Kilométrique = Distance à la source) des stations de mesure des débits biologiques :

- A l’amont, le module spécifique est calculé de telle sorte à ajuster la cohérence des modules spécifiques aux confluences rencontrées des affluents étudiés : le résultat est 40 l/s/km² ;
- A l’aval le module spécifique est calculé en prenant celui de la station hydrométrique de l’Ariège à Foix, 29.7 l/s/km².

La Figure 9 représente ainsi le module spécifique de l’Ariège en fonction de la distance à la source, les points de confluence des tributaires latéraux étant aussi indiqués.

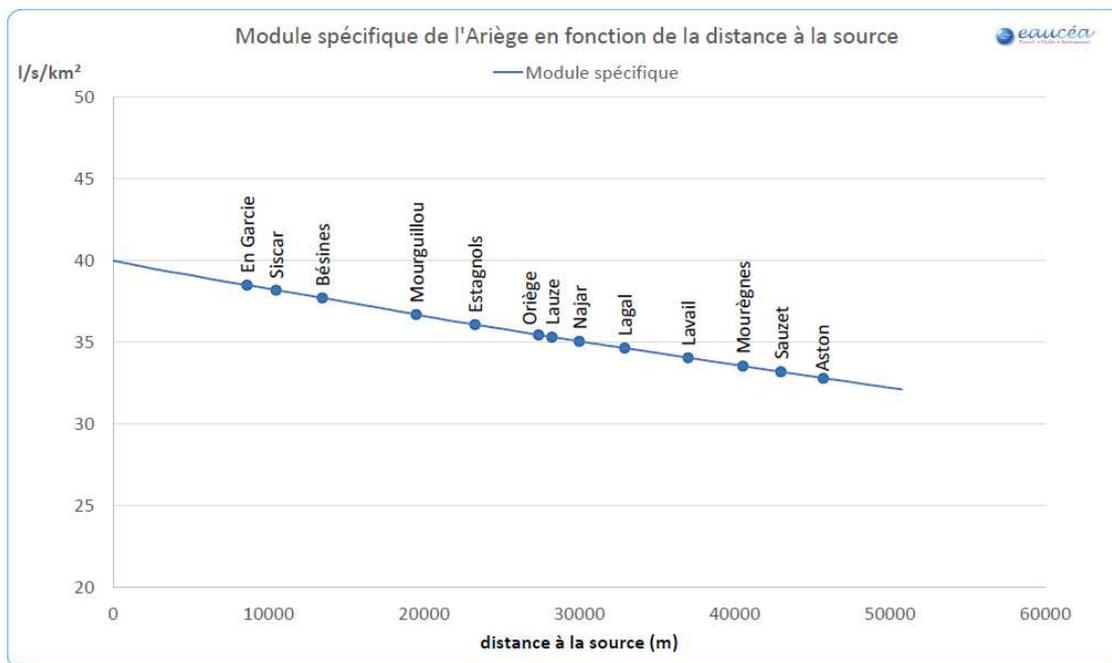


Figure 9 - Module spécifique de l’Ariège et points de confluence

Le calcul du module M (en m³/s) en chacun des points de mesure des stations de débits biologiques est donné par l’expression

$$M = M_s \cdot A / 1000$$

Où M_s (en l/s/km²) est le module spécifique pris au niveau de la station de mesure de débit biologique et A (en km²) 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 4 - Modules naturels calculés aux niveau des sites d’analyse

| Nom site de mesure | cours d'eau | Aire du bassin versant (km ²) | module spécifique (l/s/km ²) | Module (m ³ /s) |
|--------------------------------|--------------------------|---|--|----------------------------|
| Hospitalet amont | Ariège | 48.6 | 37.0 | 1.796 |
| Hospitalet aval | Ariège | 69.3 | 37.0 | 2.564 |
| Mourgouillou inférieur amont | Ruisseau du Mourgouillou | 15.8 | 47.5 | 0.752 |
| Mourgouillou moyen amont | Ruisseau du Mourgouillou | 14.2 | 50.0 | 0.710 |
| Nagear supérieur aval | Najar | 26.3 | 50.0 | 1.313 |
| Nagear supérieur aval immédiat | Najar | 19.2 | 50.0 | 0.960 |

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

N’ayant pas de chroniques assez longues de débits reconstitués au niveau des sites de mesure des débits biologiques, 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’ONEMA³ 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 5 - QMNA5 calculés selon la cartographie IRSTEA-ONEMA au niveau des sites d’analyse

| Nom site de mesure | cours_eau | aire du bassin versant (km ²) | m ³ /s | |
|--------------------------------|--------------------------|---|-------------------|---------|
| | | | QMNA5 | IC(80%) |
| Hospitalet amont | Ariège | 48.6 | 0.216 | 0.185 |
| Hospitalet aval | Ariège | 69.3 | 0.318 | 0.268 |
| Mourgouillou inférieur amont | Ruisseau du Mourgouillou | 15.8 | 0.112 | 0.076 |
| Mourgouillou moyen amont | Ruisseau du Mourgouillou | 14.2 | 0.101 | 0.07 |
| Nagear supérieur aval | Najar | 26.3 | 0.235 | 0.146 |
| Nagear supérieur aval immédiat | Najar | 19.2 | 0.167 | 0.103 |

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 ne peuvent pas indiquer une valeur d’étiage fiable au niveau des sites de mesure, elles ont l’avantage d’être cohérentes les unes vis-à-vis des autres.

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

En complément de ces données, les stations hydrométriques de référence retenues dans cette étude indiquent un ordre de grandeur de QMNA5, calculés sur des périodes hétérogènes, pas totalement sans influence des installations hydroélectriques.

Il n’est donc pas possible d’extrapoler ces valeurs au niveau des stations de mesures considérées ici. Le tableau ci-dessous représente les données issues de ces stations hydrométriques.

Tableau 6 - Stations hydrométriques de référence - Module et QMNA5 (Source Banque Hydro)

| | Nom station | altitude (m) | BV (km ²) | période d'analyse | Module (m ³ /s) | QMNA5 (m ³ /s) | QMNA5/Module | Module spec (l/s/km ²) | QMNA5 spec (l/s/km ²) |
|--------------------------|---|--------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| stations influencées | LA NESTE DE CAP DE LONG à ARAGNOUET [LES EDELWEISS] | 2182 | 5 | 1948 - 2009 | 0.255 | 0.009 | 4% | 51 | 1.8 |
| | LA NESTE DE RIOUMAJOU à TRAMEZAIGUES [MAISON BLANCHE] | 1055 | 63.7 | 1948 - 2009 | 2.06 | 0.21 | 10% | 32 | 3.3 |
| | L'ARIEGE à MERENS-LES-VALS | 1065 | 112 | 1969 - 1985 | 3.83 | 1.3 | 34% | 34 | 11.6 |
| stations non influencées | L'ARTIGUE à AUZAT [CIBELLE] | 1200 | 23.8 | 1961 - 2009 | 1.26 | 0.1 | 8% | 53 | 4.2 |
| | LE GAVÉ D'ESTAING à ESTAING [LAS COUNCES] | 1125 | 38.5 | 1927 - 1954 | 1.97 | 0.48 | 24% | 51 | 12.5 |
| | L'ARIEGE à L' HOSPITALET-PRES-L'ANDORRE [AVAL] | 1405 | 63 | 1920 - 1960 | 2.16 | 0.6 | 28% | 34 | 9.5 |
| | L'ASTON à CHATEAU-VERDUN [RIETE 1] | 1095 | 52.8 | 1948 - 1983 | 2.14 | 0.4 | 19% | 41 | 7.6 |
| | L'OUZOM à BEOST [LITOR] | 1105 | 12.8 | 1929 - 1940 | 0.668 | 0.18 | 27% | 52 | 14.1 |
| | LE QUIOULES à CHATEAU-VERDUN [RIETE 2] | 1110 | 52.8 | 1960 - 2009 | 1.91 | 0.15 | 8% | 36 | 2.8 |
| | L'ASTON à CHATEAU-VERDUN [LAPARENT] | 1540 | 34.8 | 1960 - 1977 | 2.13 | 0.36 | 17% | 61 | 10.3 |

La figure ci-dessous représente les valeurs de QMNA5 spécifique des stations hydrométriques et des sites microhabitat de toute l’Ariège en fonction de leur altitude.

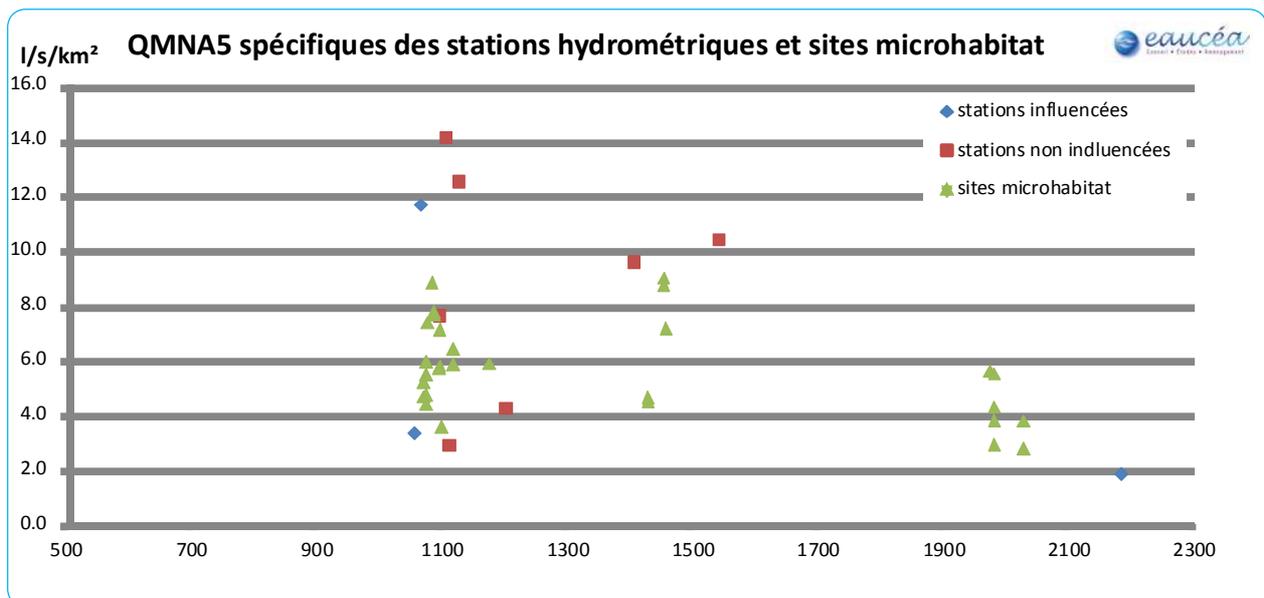


Figure 10 - QMNA5 spécifiques des stations hydrométriques et des sites microhabitat de l’Ariège en fonction de leur altitude

Les sites microhabitat ont des valeurs de QMNA5 plutôt dans les valeurs basses par rapport à la majorité des stations hydrométriques. Il est difficile de mener cette comparaison plus en avant car comme expliqué précédemment, ces données ne se sont pas évaluées sur les mêmes périodes de temps.

Les valeurs de QMNA5 retenues comme référence hydrologique lors de l’analyse des débits biologiques au niveau des stations de mesures sont donc les données issues de la cartographie IRSTEA-ONEMA.

Toutefois, leurs interprétations dans les expertises écologiques tiennent compte de leur incertitude forte.

4 CONTEXTE THERMIQUE

La température de l’eau est un paramètre écologique majeur, structurant les populations. En domaine montagnard, la durée des périodes froides (inférieur à 5°C) constitue un facteur limitant de la biodiversité et de la productivité.

L’étude des gradients thermiques observés et mesurés en Ariège, s’est fondée sur l’installation de plusieurs stations d’enregistrement distribuées selon un gradient altitudinal.

L’une des sondes a été arrachée pendant la crue printanière. Néanmoins, les informations acquises avec les autres sondes permettent de dégager des conclusions générales.

- Sonde thermique d’En Garcie

Concernant les prises d’eau de haute altitude, une sonde thermique a été placée dans le cours d’eau d’En Garcie aux abords de la prise d’eau. Cette sonde a permis de décrire globalement les conditions thermiques pour les cours d’eau de cette gamme d’altitude (proche de 2000m) et de débit. La durée des mesures s’étale sur près d’un an (du 17 octobre 2012 au 22 septembre 2013), avec un relevé de température toute les heures, ce qui permet de suivre les variations annuelles et les températures maximum et minimum.

Les conditions au niveau de la thermie sont très limitantes pour le compartiment biologique. En effet, les très faibles températures hivernales et la courte période au-dessus de 8°C (quatre mois) impose une résistance des êtres vivants et donc une certaine spécialisation de ceux-ci. De plus les amplitudes journalières en période estivale ne sont pas négligeables.

- Sonde thermique du ruisseau de Calvières

Concernant les prises d’eau de moyenne altitude, une sonde thermique a été placée dans le cours d’eau de Calvières aux abords de la prise d’eau. Cette sonde a permis de décrire globalement les conditions thermiques pour les cours d’eau de cette gamme d’altitude (1000 à 1500 m).

Sur les prises d’eau de moyenne altitude, les espèces supportant principalement le froid vont être présentes. La température et surtout la durée de la température optimale pour une espèce va conditionner sa croissance et la durée pour laquelle celle-ci pourra se réaliser. Une truite cesse de s’alimenter au-dessous de 5°C et la durée d’incubation est inversement proportionnelle à la température des eaux. La question thermique interroge donc le calendrier des débits en interaction avec la biologie.

La durée des mesures s’étend sur environ un an et demi (du 07 novembre 2012 au 16 avril 2014), avec un relevé de température toute les heures, ce qui permet de suivre les variations annuelles et les températures maximum et minimum.

- Sonde thermique de l’Ariège en amont de la confluence avec l’Aston

Une autre sonde dont les mesures sont présentées ci-dessous était placée sur l’Ariège en amont de la confluence avec l’Aston à une altitude de 550 m, permettant de décrire la situation plus en aval dans la vallée.

La durée des mesures s’étend du 02 juillet 2013 au 16 avril 2014. Le profil thermique est comparable à la station située 500 m plus haut en altitude mais avec un décalage de 4°C en plus environ. Ces conditions thermiques sont plus favorables aux espèces inféodées au contexte salmonicole, la température ne dépassant que rarement 19°C.

La figure ci-dessous représente les températures moyennes sur 10 heures consécutives (moyennes glissantes) pour les trois sondes décrites ci-dessus. Le fait de représenter ces courbes moyennées permet de comparer les régimes thermiques annuels plus facilement et sans perte d’information ou bruit inhérent aux données horaires.

Par contre, dans une analyse site par site, les données horaires complètes, à échelle de temps plus réduite, peuvent être utilisées.

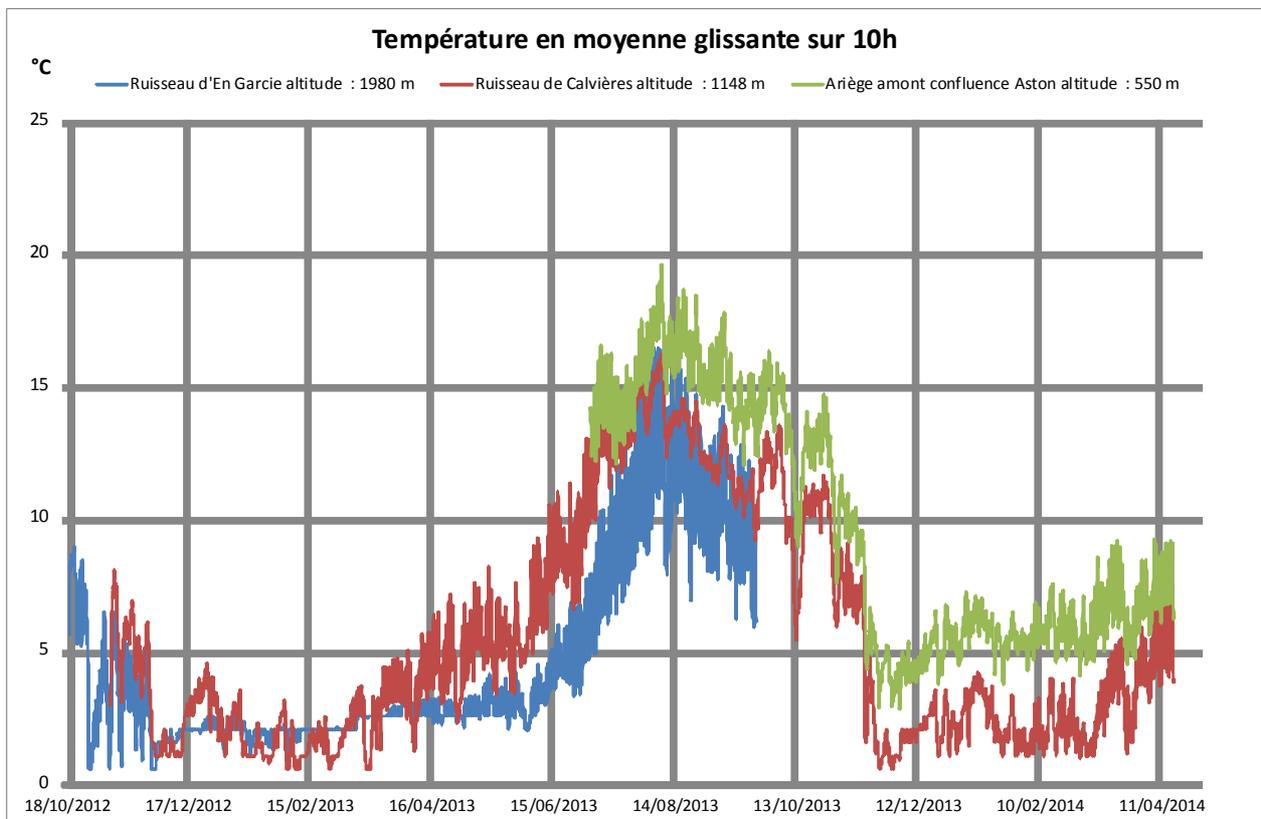


Figure 11 – Suivi de l'évolution de la température

5 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 ».

Toute cette large zone de la vallée de l’Ariège et ses affluents est un secteur à très fort potentiel écologique. Ce sont des rivières salmonicoles accueillant des populations de Truite commune qui y trouvent des habitats de reproduction et de croissance, ainsi que des populations variées des espèces accompagnatrices des salmonidés.

Toutefois, le Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles (PDPG) de l’Ariège qualifie l’état fonctionnel de ce contexte « Ariège amont » comme « perturbé » malgré les qualités d’habitat et de l’eau jugées « bonnes à excellentes », les principaux facteurs limitant étant :

- les obstacles à la circulation (barrages) ;
- la réduction des capacités d’accueil et de recrutement (gestion hydroélectrique) ;
- quelques rejets ponctuels des stations d’épuration.

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

5.1 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.

5.1.1 Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope

Le seul APPB présent sur la zone large concerne une pinède sur le Plateau de Beille et donc pas directement les milieux aquatiques considérés par notre étude (Figure 12).

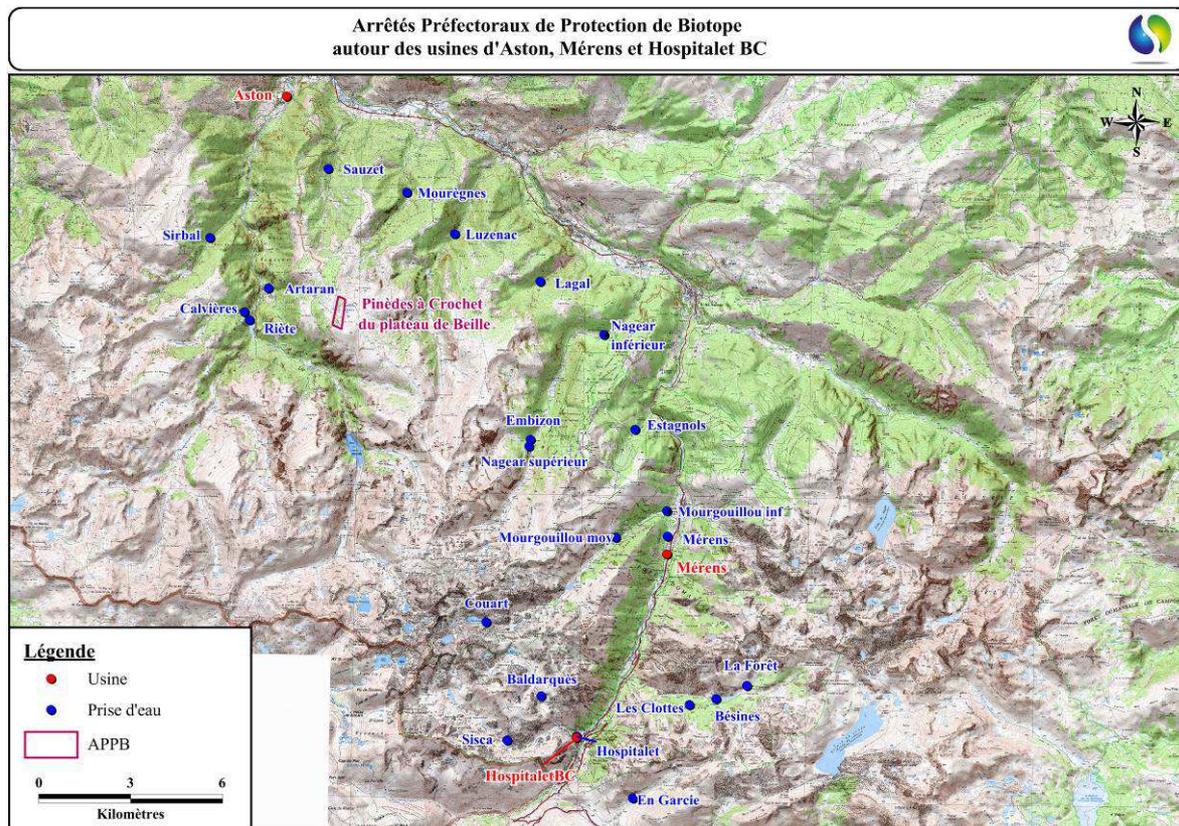


Figure 12 - Cartographie des APPB au voisinage du complexe hydroélectrique de Mérens

5.1.2 Parc Naturels Régionaux

La zone d’étude ne se situe qu’à proximité du Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariégeoises et n’est pas directement dans son périmètre (Figure 12).

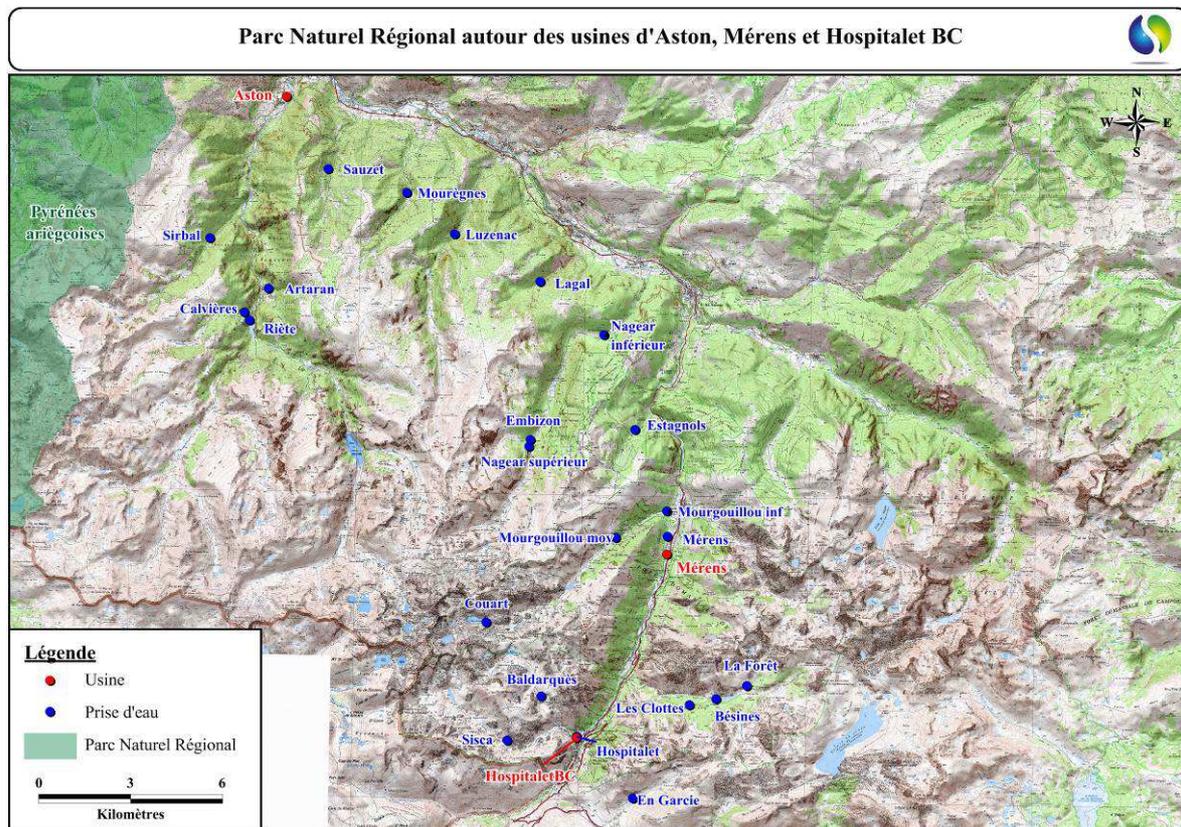


Figure 13 - Cartographie du Parc Naturel Régional des Pyrénées ariégeoises au voisinage du complexe hydroélectrique de Mérens

5.1.3 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 de nombreuses Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) des deux types dont les principales sont (Figure 14) :

- La vallée de l’Ariège appartient à plusieurs ZNIEFF de type 2 dont « l’Ariège et ses ripisylves » et est surtout directement concernée par les ZNIEFF de type 1 « Cours de l’Ariège » et « Ariège en amont d’Ax-les-Thèmes ».

Les informations détaillées concernant ces secteurs sont disponibles sur le site midi-pyrenees.developpement-durable.gouv.fr/patrimoine-naturel-r1748.html.

L'intérêt faunistique, écologique et botanique réside principalement dans la présence du Desman, de l'Euprocte (non recensé dans les autres inventaires par ailleurs), du Saumon atlantique, de la Loutre, ainsi que d'une grande diversité des habitats qui entraîne une grande diversité biocénotique (oiseaux, mammifères, insectes).

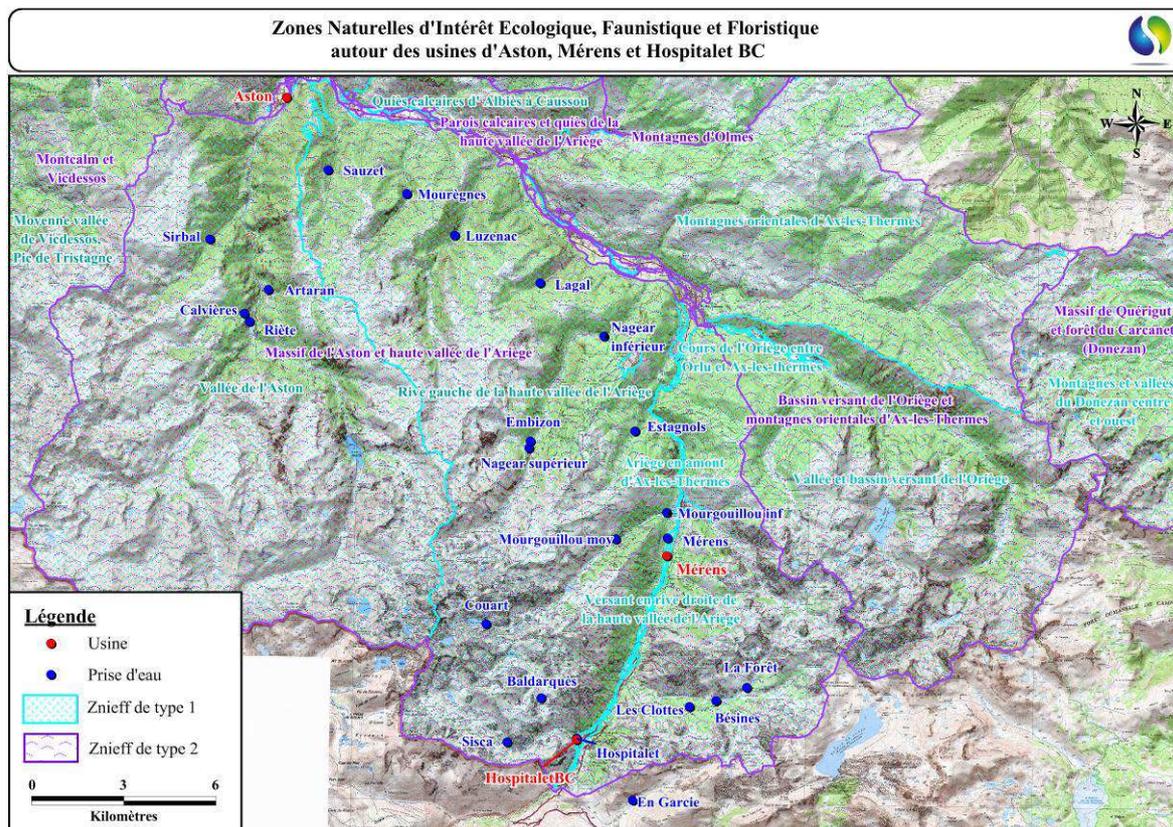


Figure 14 - Cartographie des ZNIEFF à proximité du complexe hydroélectrique de Mérens

5.1.4 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.

La vallée de l’Ariège et les affluents concernés par l’étude ne sont pas situés dans un périmètre Natura 2000 même si l’Oriège, non analysée ici, est, elle, en partie englobée dans un zonage Natura 2000.

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

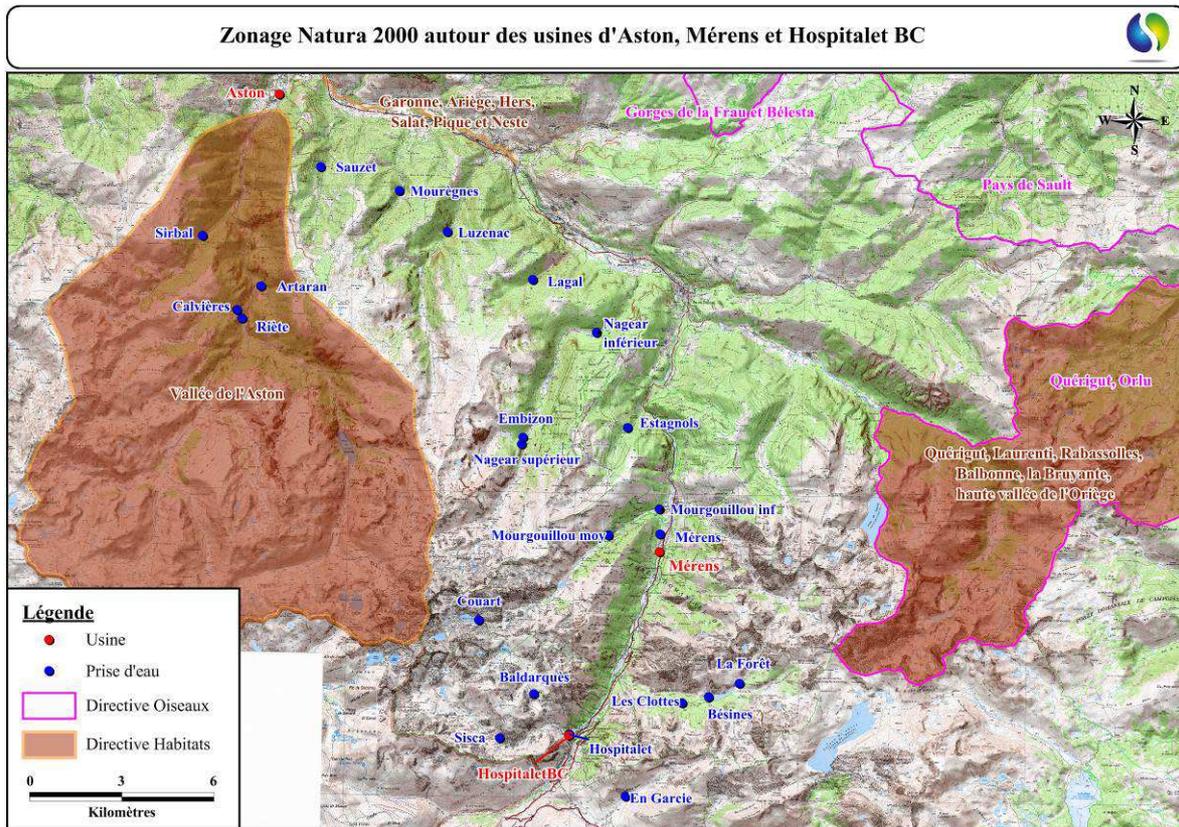


Figure 15 - Cartographie des zonages Natura 2000 à proximité du complexe hydroélectrique de Mérens

5.2 QUALITE DES MILIEUX ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE

5.2.1 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.

5.2.1.1 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 :

- La prise d'eau d'Hospitalet sur l'Ariège n'est pas classée en liste 1 ;
- La prise d'eau du Mourguillou moyen constitue la limite aval d'un tronçon classé en liste 1 ;
- Les prises d'eau d'Embizon et du Nagear supérieure sont pleinement comprises dans des tronçons classés en liste 1.

5.2.1.2 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).

Aucune prise d'eau de l'aménagement de Mérens n'est concernée par ce classement en liste 2

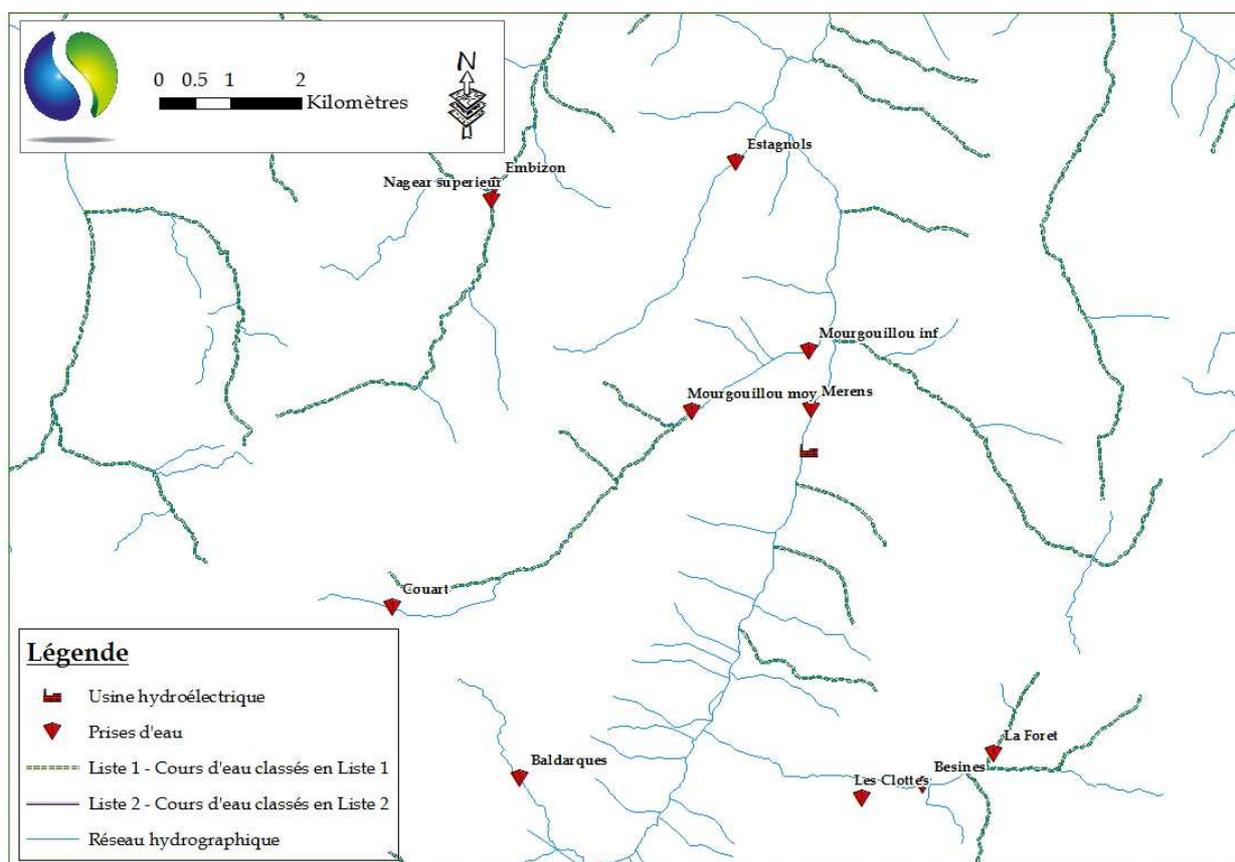


Figure 16 - Cours d'eau « classés » sur la zone d'étude

5.2.2 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...

5.2.2.1 Evaluation d'Etat et Pressions s'exerçant sur le Milieu

Ainsi, sur le territoire de l'étude, 3 grandes masses d'eau sont recensées (sur 4 cours d'eau directement influencés), caractérisées et font l'objet, à la fois, de mesures de suivis, d'évaluations qualitatives et quantitatives et d'objectifs de résultats d'état :

- FRFR166, L'Ariège de sa source au confluent de l'Aston ;
- FRFR166_5, Le ruisseau de Mourguillou ;
- FRFR166_8, Le ruisseau du Nagear.

NB. Le ruisseau d'Embizon 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 17 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 : Ariège de sa source au confluent de l’Aston (Figure 18), ruisseau du Mourguillou (Figure 19), ruisseau du Nagear (Figure 20).

Il est toutefois à considérer que pour l’Etat Ecologique des deux petites masses d’eau, à l’exception de l’Ariège amont donc, les indices n’ont fait l’objet que d’une classification par modélisation (sans mesure directe) et donc, avec une incertitude plus élevée.

L’ensemble des trois masses d’eau recensées du secteur de l’étude est en Bon Etat Chimique.

Concernant l’Etat Ecologique, malgré les pressions recensées sur la ressource en eau et l’hydromorphologie, les deux petites masses d’eau sont classées également en Bon Etat Ecologique.

En revanche, plusieurs paramètres sont responsables du déclassement de l’Ariège, axe principal : des pressions fortes sur l’hydromorphologie et la ressource en eau (Débits réservés, Eclusées sur l’Oriège...) sont susceptibles d’occasionner une dégradation des habitats aquatiques et une rupture de la continuité biologique et sédimentaire.

Ces pressions déclassent ainsi l’Ariège en Etat Ecologique Mauvais (avec des pressions domestiques qui se cumulent sur la portion amont).

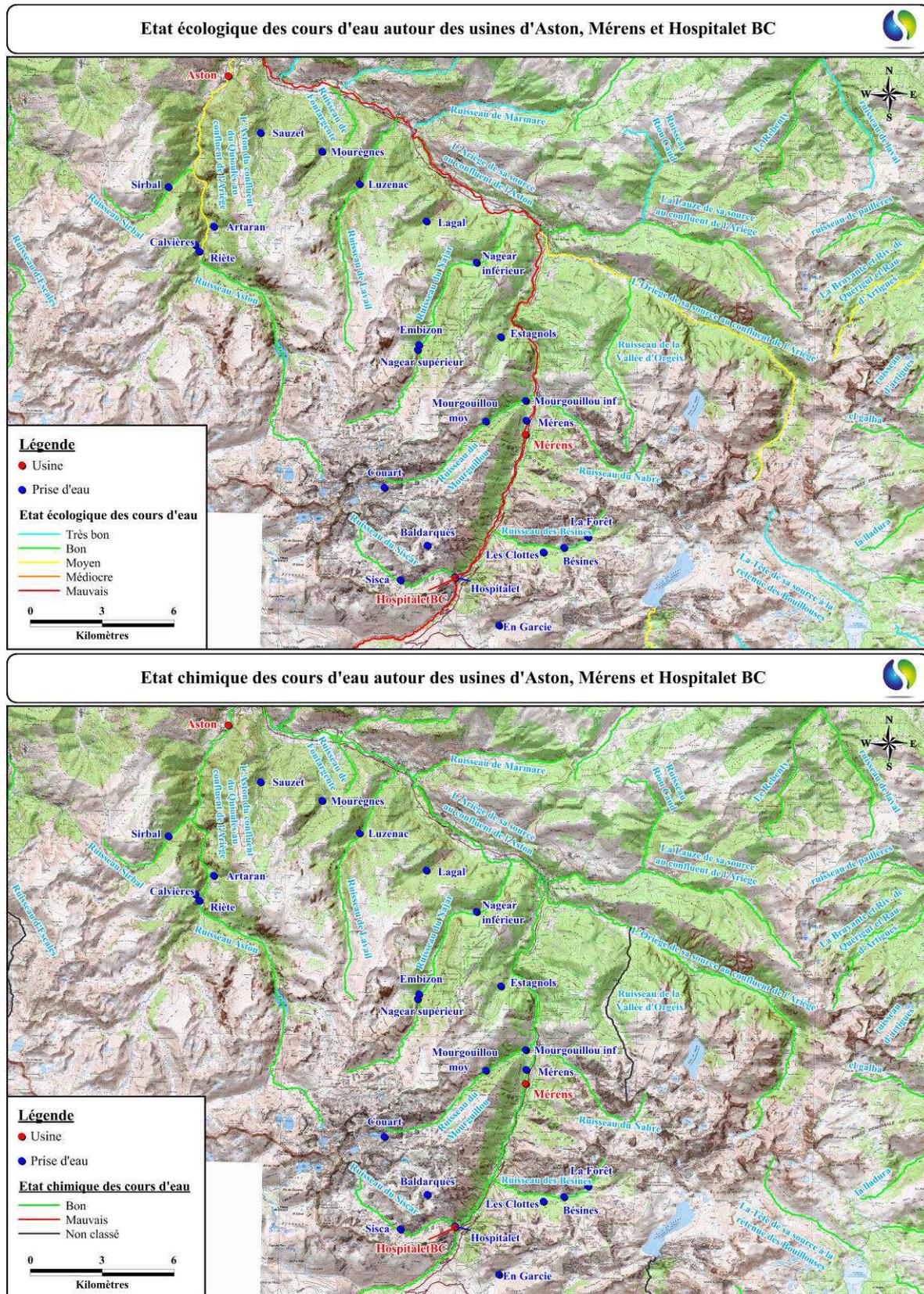


Figure 17 – Evaluation d’Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne)

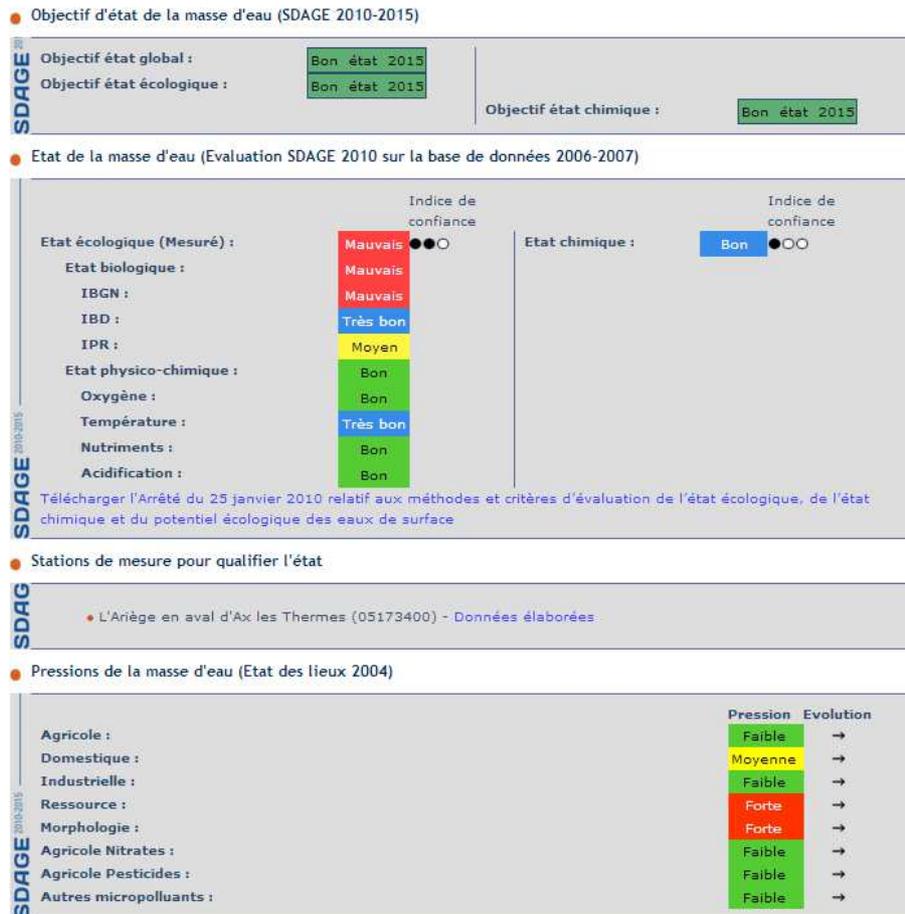


Figure 18 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166, L'Ariège de sa source au confluent de l'Aston (source - AE Adour-Garonne)

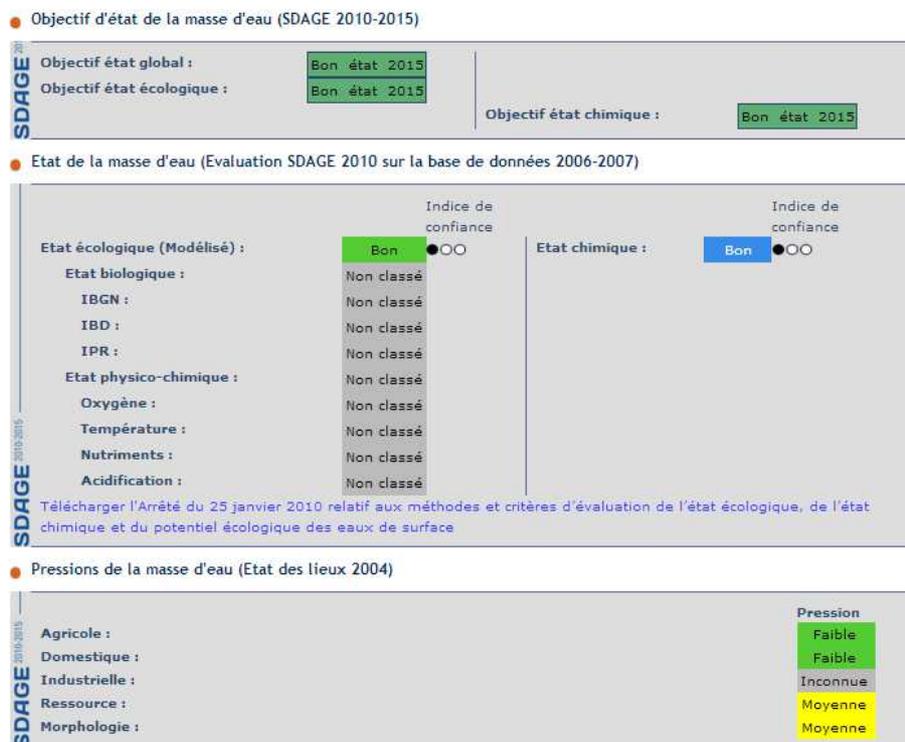


Figure 19 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166_5, Le ruisseau du Mourguillou (source - AE Adour-Garonne)

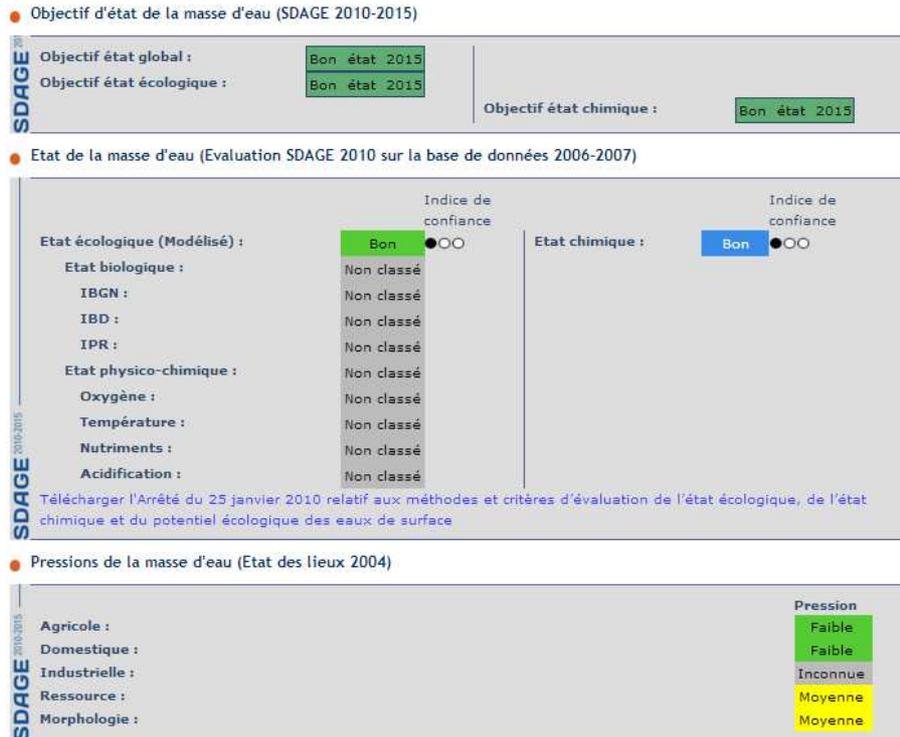


Figure 20 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166_8, Le ruisseau du Nagear (source - AE Adour-Garonne)

5.2.2.2 Objectifs d’Etat DCE

La Figure 21 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 de l’Ariège sur le l’Etat Ecologique l’échéance d’atteinte du Bon Etat global est fixé à 2015, sans report d’objectif. Il en est de même pour les deux autres masses d’eau affluentes également identifiées.

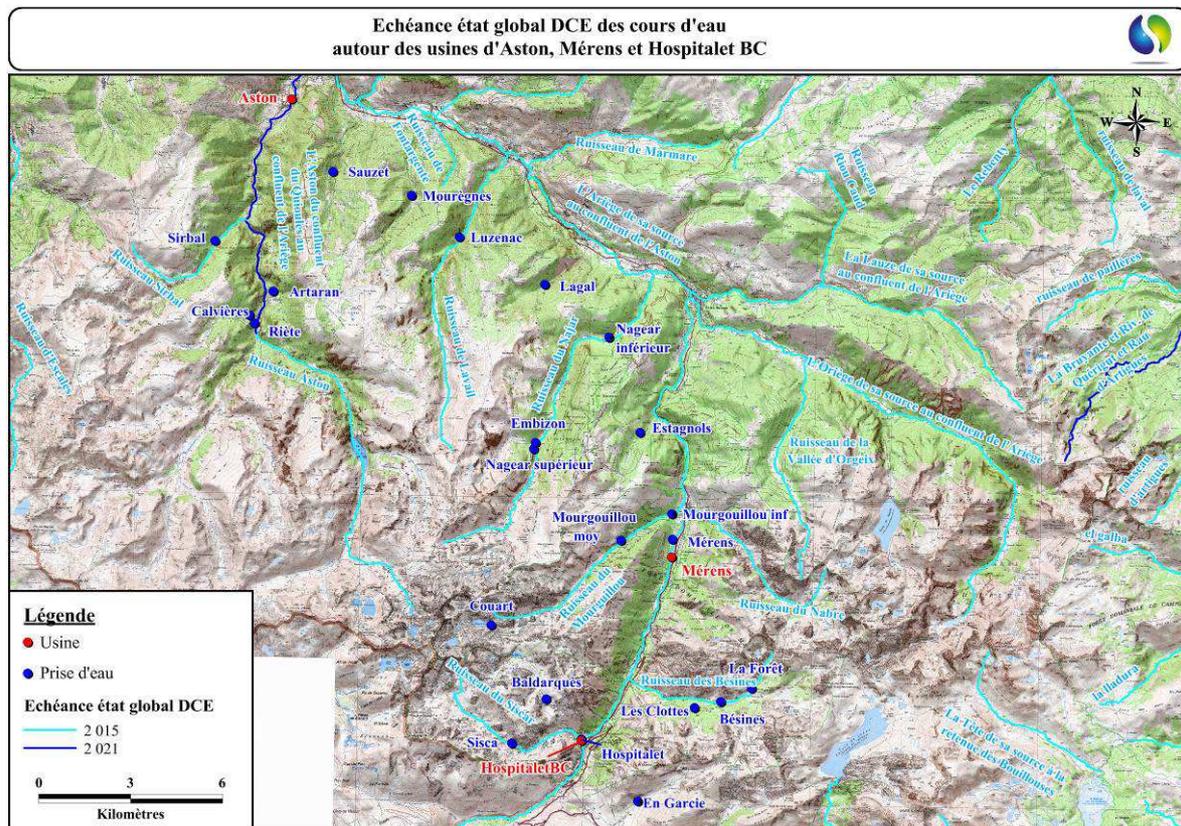


Figure 21 –Echéance d’atteinte du Bon Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne)

6 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’égaux à égaux 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-CE⁴ 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 (HER⁵) 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 ;

⁴ 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

⁵ 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.

6.1 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 petits torrents référencés donne des cours d’eau de rang 2 au sein même du tronçon court-circuité pour le Nagear et le Mourguillou. L’Ariège est ici référencée en rang 3.

L’ensemble des cours d’eau du secteur sont endogènes des Pyrénées, d’où leur classification officielle en « Très Petits cours d’eau de l’HER1 » pour les affluents et en « Petit cours d’eau de l’HER1 » pour l’Ariège.

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 appartient à une seule Hydroécocorégion de niveau 2 :

- Les « Pyrénées centrales à l’étage alpin et subalpin (n°95) » qui correspondent, comme leur nom l’indique, à la partie centrale de la chaîne des Pyrénées avec des altitudes élevées et un relief découpé. Le climat est montagnard, froid et humide avec un étage nival.

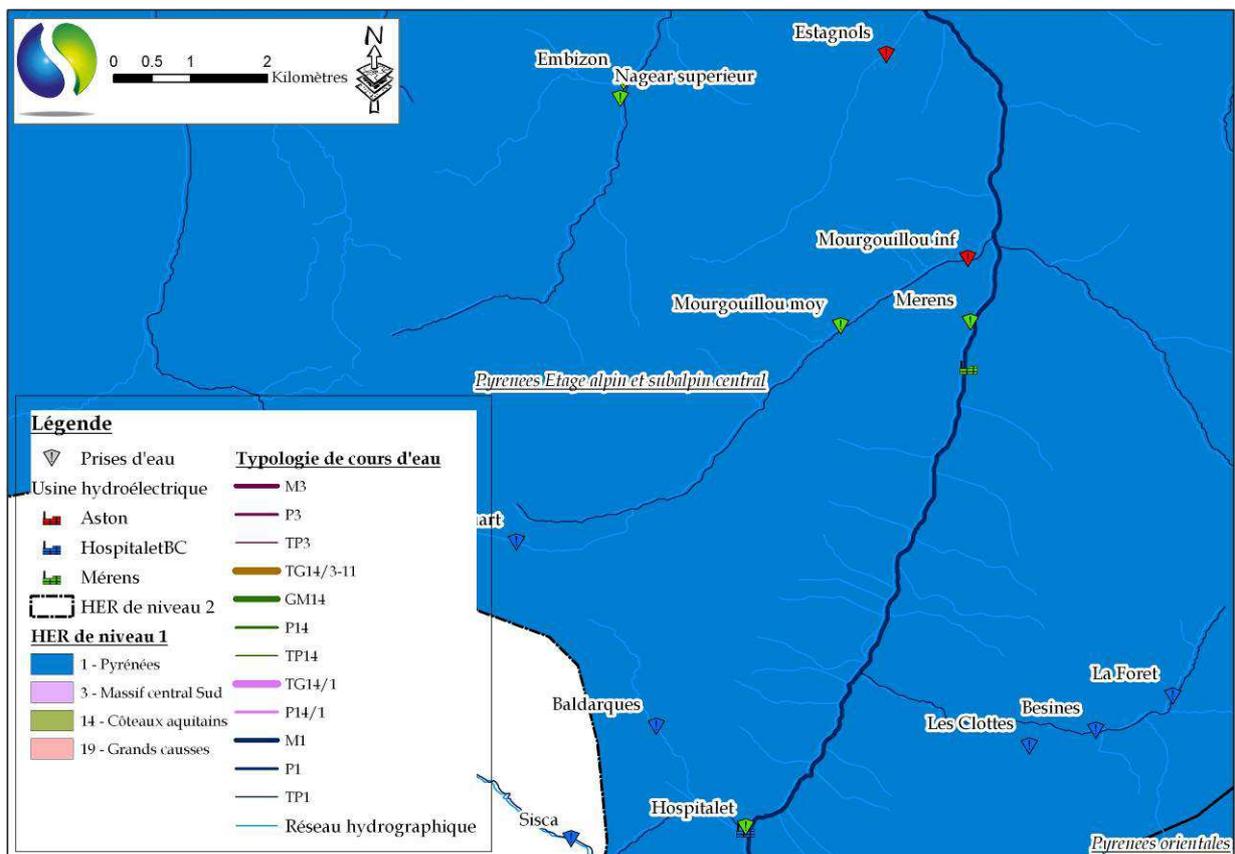
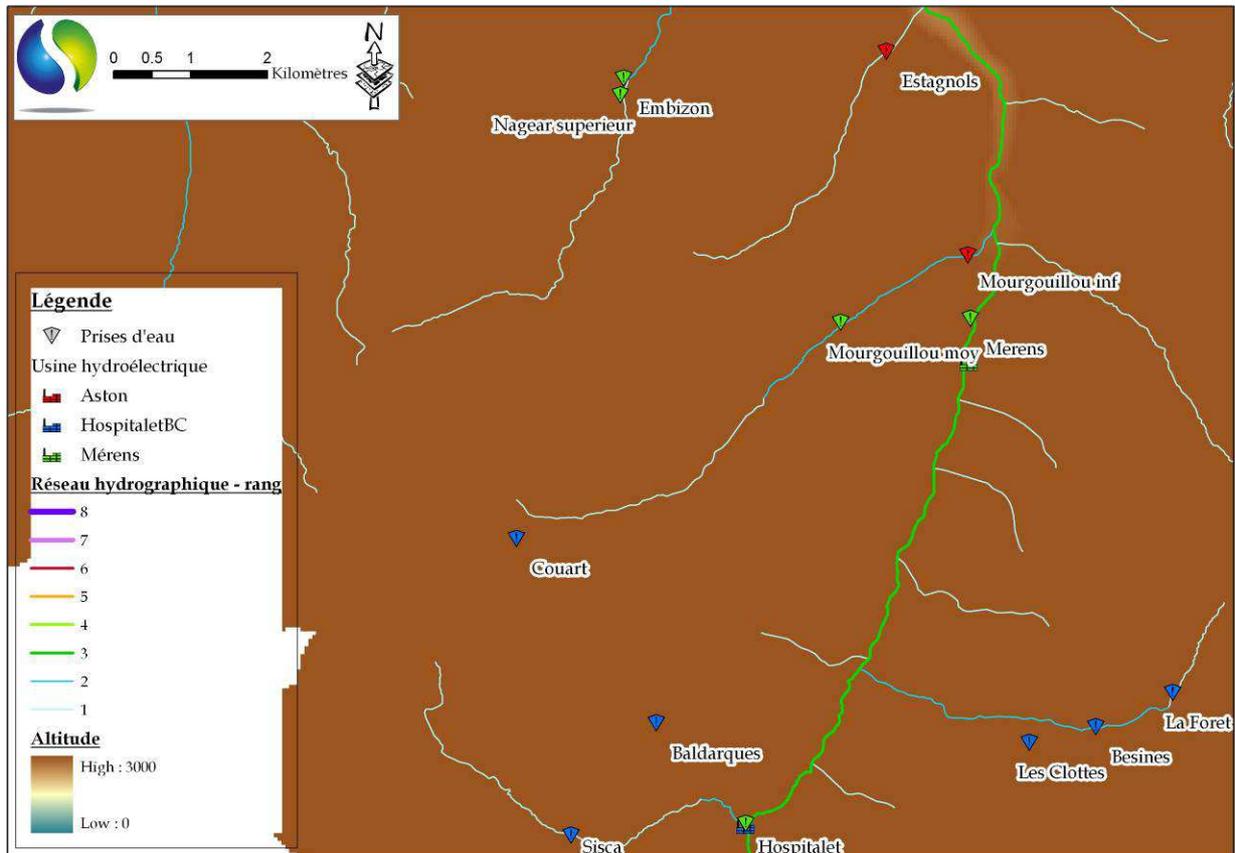


Figure 22 - Carte de représentation de la typologie des cours d’eau s’écoulant au sein des Hydroécotérrains

6.2 CONTEXTE HYDROMORPHOLOGIQUE DU SECTEUR

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

- Tous les cours d’eau captés présentent un encaissement de vallée relativement fort. Il est même très élevé pour l’intégralité du ruisseau du Mourguillou ;
- Les affluents captés, conformément à la typologie de classification, présentent de très fortes pentes de cours d’eau, supérieures à 10%. Pour l’Ariège, cours d’eau principal du secteur, il présente une pente globale moyenne inférieure à 10% sur la portion amont du TCC et même inférieure à 5% dès le voisinage de l’usine ;

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.

- L’ensemble des cours d’eau concernés par l’étude présentent 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^{0.99} (débit non dépassé 99% du temps sur la courbe des débits classés, en m³/s/km²) et par le poids volumique de l’eau (9810 N/m³). 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 forte. Toutefois, on distingue dès à présent le ruisseau du Mourguillou, à la puissance très élevée, grâce à sa pente très prononcée.

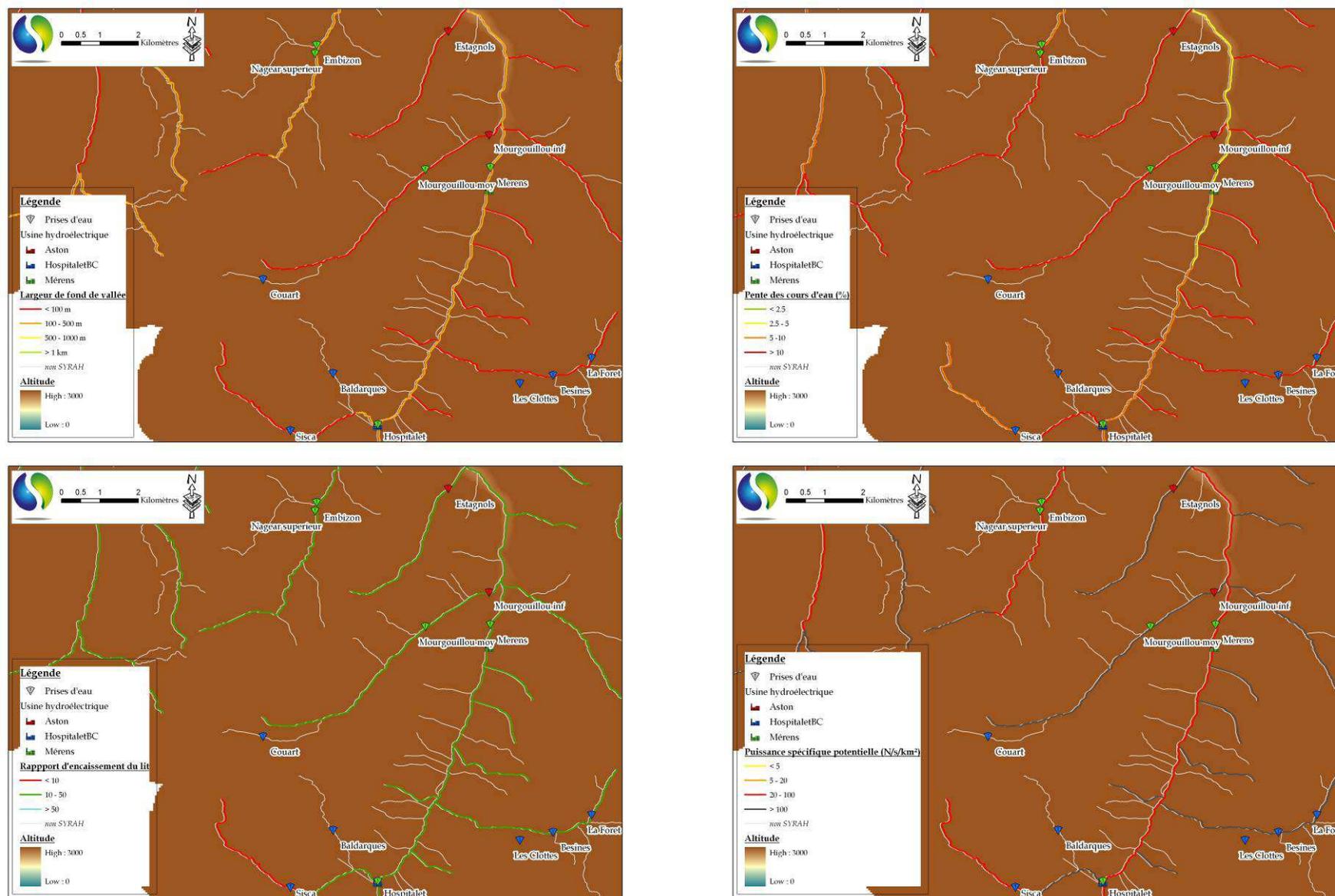


Figure 23 – Indicateurs de contextualisation hydromorphologique du réseau hydrographique (source – SYRAH-CE)

6.3 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.

6.3.1 Corine Land Cover

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

Sur les affluents captés, 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 l’axe Ariège semble légèrement plus présent. La présence des zones habitées des villages d’Hospitalet et de Mérens est notable mais les zones recensées comme « agricoles » en fond de vallée ne sont représentées que par des « prairies » ou de « 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. Ces derniers postes ont donc potentiellement un très faible impact morphologique sur des cours d’eau d’une telle puissance spécifique potentielle.

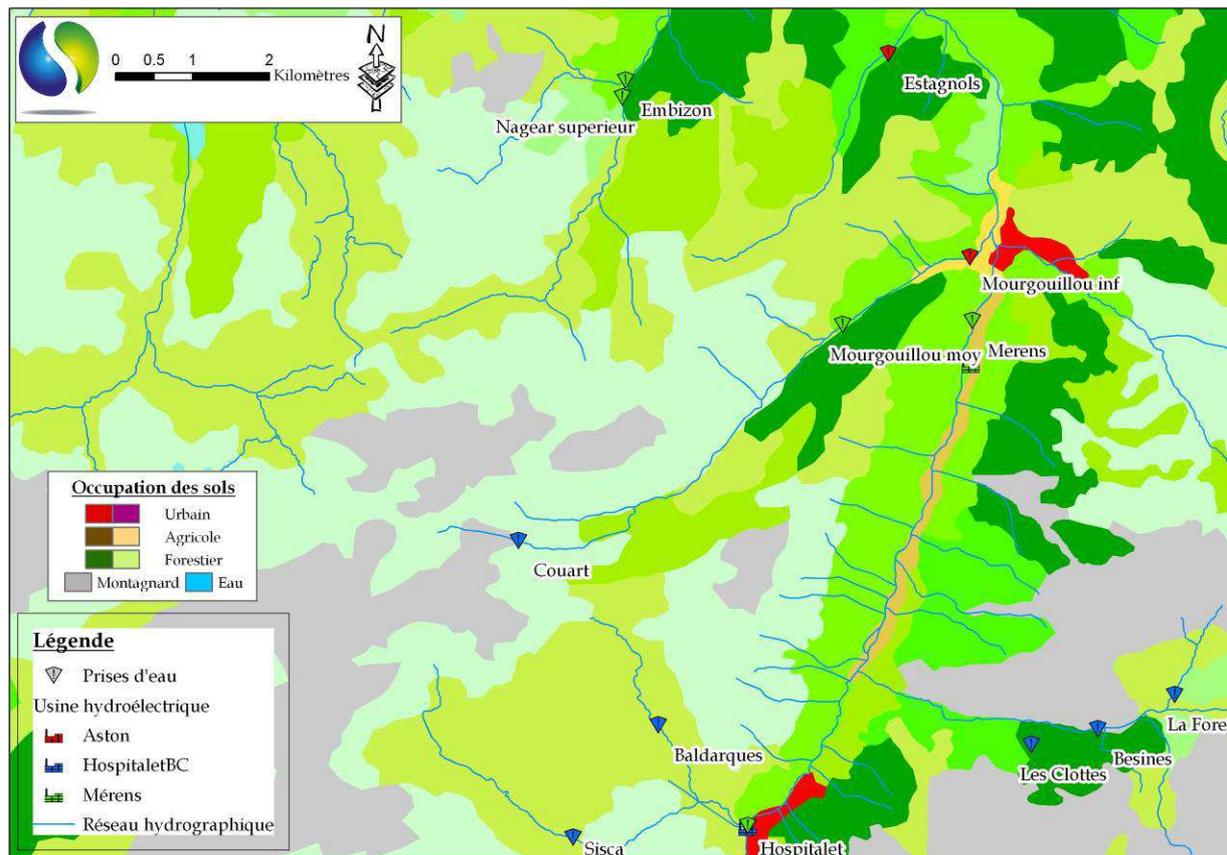


Figure 24 - Carte de représentation des postes CORINE Land cover de la zone d'étude (les multi-codes de certains types sont liés à la différence d'intensité)

6.3.2 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 prises d'eau concernées par l'étude sont recensées. Elles impactent logiquement le linéaire du réseau hydrographique sur les flux solides et liquides mais également sur 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 petits affluents. Seule la présence d'une route de taille importante et d'une voie ferrée dans la vallée principale de l'Ariège est susceptible de représenter une pression physique.

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.

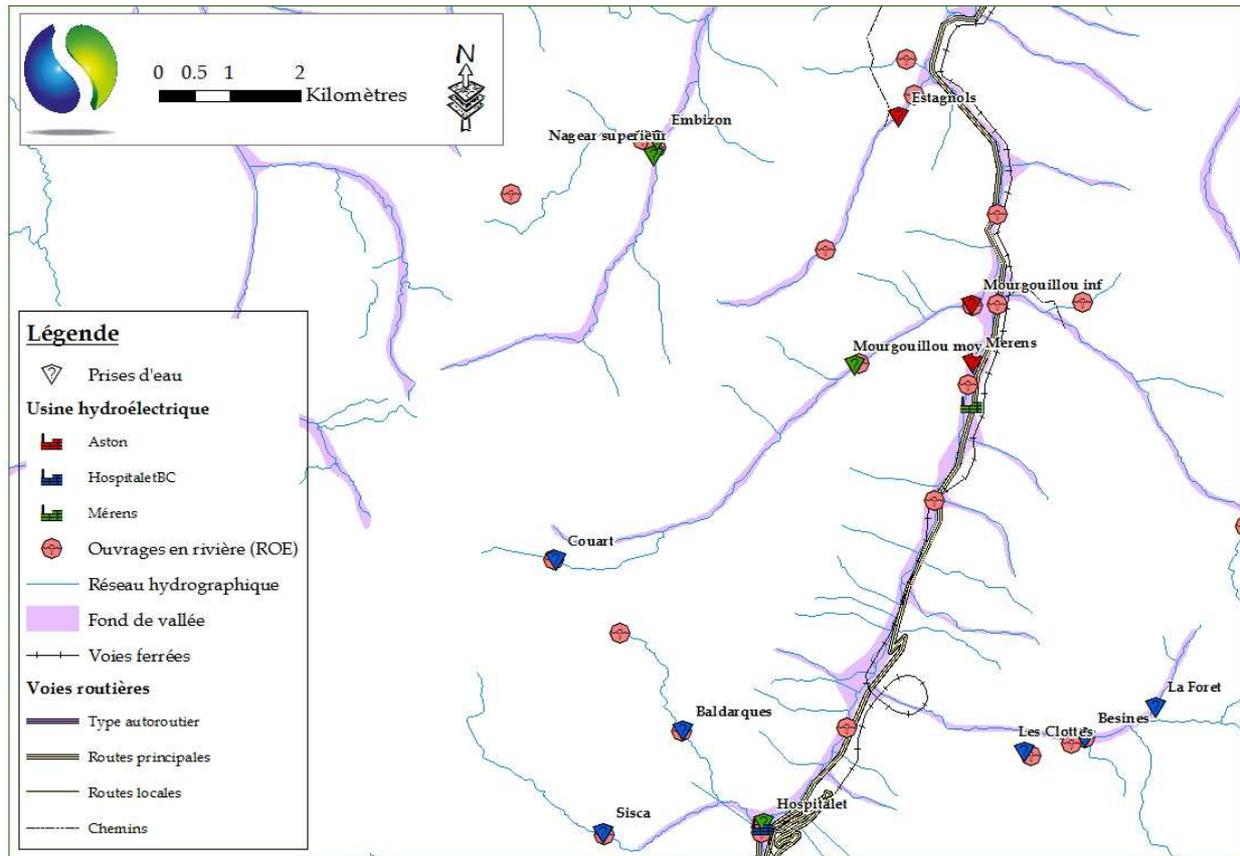


Figure 25 - Carte de représentation des ouvrages transversaux en rivière et des voies de communication sur le secteur de l'étude à mettre en relation avec leur présence éventuelle au sein du fond de vallée

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).

7 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 11.1) ;
- La succession globale des faciès morphodynamiques est relevée selon une clé de détermination empirique propre (Annexe 11.2) ;
- 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 11.4).

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...).

7.1 L’ARIEGE

Entre l’amont de l’usine d’Hospitalet-Basse-Chute et l’aval immédiat de l’usine de Mérens (prise d’eau de Mérens pour l’usine d’Aston située en aval immédiat), l’Ariège est le cours d’eau principal du périmètre de l’étude.

Concernant l’aménagement de Mérens, le cours d’eau est directement influencé par la prise d’eau d’Hospitalet (en aval immédiat de l’usine hydroélectrique) mais également de manière indirecte (influence toutefois réduite –cf. Chapitre 3.2) dans la mesure où plusieurs de ses affluents rive gauche sont prélevés et que les apports latéraux sont donc réduits.

La prospection a permis de repérer, sur le secteur directement influencé par les prises d’eau de l’usine de Mérens, 3 entités distinctes aux fonctionnements hydromorphologiques variables (T4, T5 & T6).

Une première entité T3 est également décrite ici comme secteur « témoin » avant l’influence de la prise d’eau d’Hospitalet, même si ce secteur est lui-même influencé par les prises d’eau de l’usine d’Hospitalet.

La localisation de ces différents tronçons ainsi que leurs principales caractéristiques sont représentées dans la Figure 26 et le Tableau 7 ci-dessous.

7.1.1 Tronçon T3 – amont prise d’eau d’Hospitalet

Ce secteur fortement encaissé présente des caractéristiques torrentielles avec une granulométrie très grossière (peu favorable intrinsèquement à la reproduction piscicole), des alternances cascades/fosses et quelques obstacles naturellement infranchissables en montaison.



7.1.2 Tronçon T4

Ce premier tronçon, directement influencé par la prise d’eau d’Hospitalet, est bien moins encaissé avec une pente moyenne du lit réduite. La granulométrie et les écoulements s’en ressentent puisque les rochers et les chutes sont absents de ce secteur. La granulométrie potentiellement favorable à la reproduction piscicole semble également beaucoup plus présente sur cette portion avec des patches bien identifiables de grande surface. La problématique de discontinuité écologique en rapport avec la conformation naturelle semble également moins présente ici.



7.1.3 Tronçon T5

Cette portion marque le retour de l’encassement de la vallée, des fortes pentes et de caractéristiques torrentielles. La fragmentation longitudinale est à nouveau très forte.



7.1.4 Tronçon T6

Sur ce secteur, qui comprend l’usine de Mérens et la prise d’eau d’alimentation de l’usine d’Aston dans sa portion terminale, l’encassement et les pentes sont à nouveau moindres. Le lit mineur s’élargit, les fractions granulométriques présentent une domination des classes intermédiaires mais plusieurs seuils naturels ou artificiels occasionnent une baisse de la continuité longitudinale. Plusieurs secteurs présentent également des protections de berges à proximité des zones anthropisées.





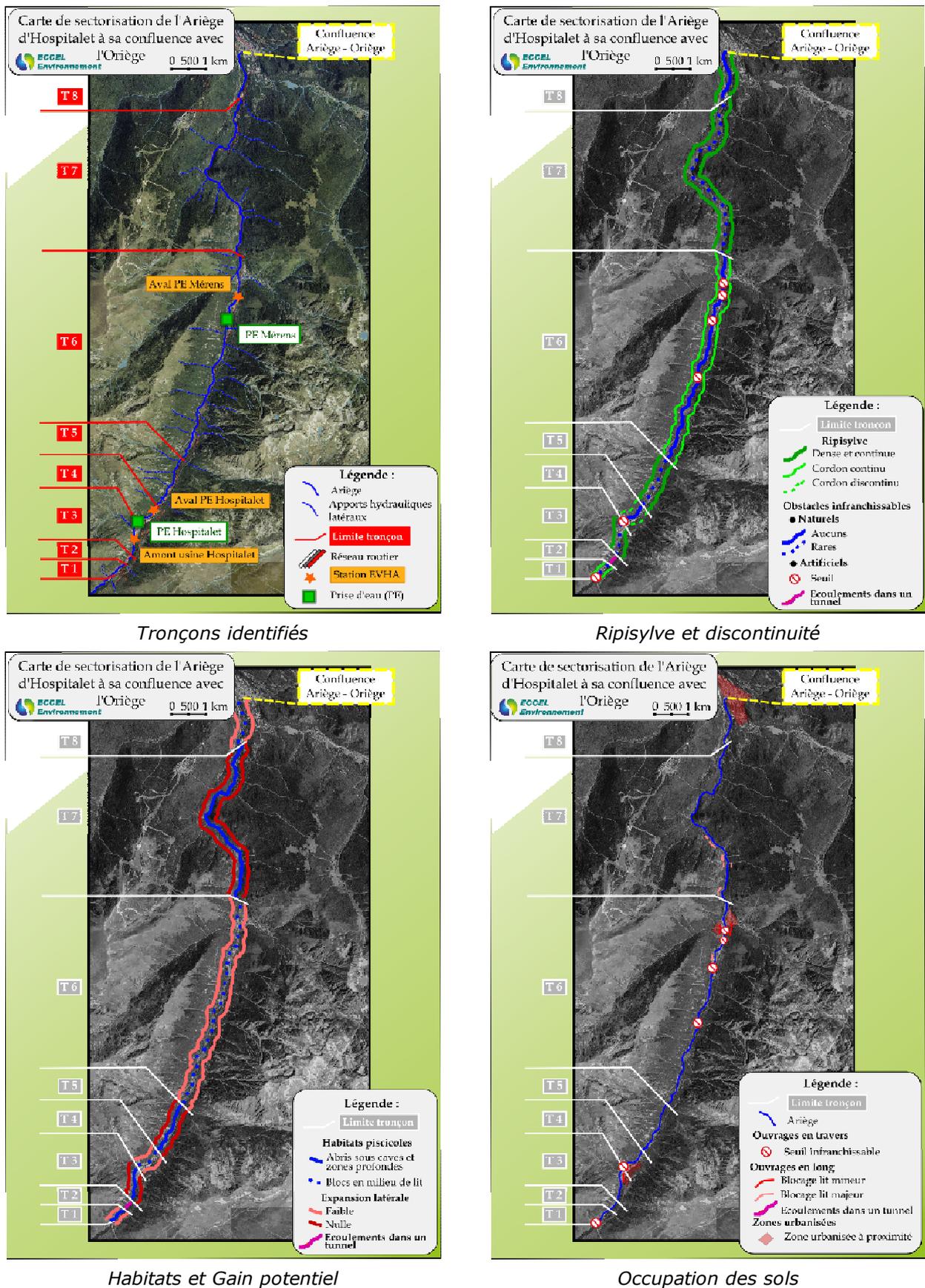


Figure 26 - Cartes de sectorisation de l’Ariège en amont d’Ax-les-Thermes

| Secteur | Portions | Conformation fond de vallée | Tronçon | Code | Longueur (m) | Pente du lit | Ripisylve | Largeur moyenne (m) | Type Faciès | Granulométrie moyenne | Colmatage | Abris & habitats piscicoles | Zones de fraie potentielles | Dynamique latérale de la rivière | Obstacles infranchissables | Expansion latérale au sein du lit mineur (Gain d'habitas au Q sup) |
|--|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------|--|-------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|
| L'Ariège en amont de la confluence avec l'Oriège | Amont Usine d'Hospitalet | Moyennement encaissée | Aval PE Ariège Carol | T1 | 560 | Moyenne | Cordon continu | 4 | Cascades / Fosses / Chûtes | R/B/CG/CG | Faible | Abris sous caves et zones profondes | Aucune | Aucune | Rares naturels et 1 seuil artificiel | Faible |
| | | | Passage sous la N20 | T2 | 280 | Passage des écoulements dans un tunnel | | | | | | | | | | |
| | Usine de Mérens | Fortement encaissée | Amont Hospitalet | T3 | 1200 | Moyenne | Dense et continue | 5 | Cascades / Rapides / Chûtes | R/B/PG/CF | Nul | Abris sous caves et zones profondes | Quelques zones | Faible | Rares naturels | Nulle |
| | | | Aval PE Hospitalet | T4 | 900 | Faible | Cordon discontinu | 6 | Rapides / Plats lotiques / Radiers | B/B/PG/CG | Faible | Blocs en milieu de lit | Quelques zones | Aucune | 1 seuil artificiel, aucun naturel | Faible |
| | Usine de Mérens | Moyennement encaissée | Amont conflueance R. des Bessines | T5 | 1700 | Moyenne | Dense et continue | 5 | Cascades / Fosses / Chûtes | R/B/PG/CF | Nul | Abris sous caves et zones profondes | Aucune | Aucune | Rares naturels | Nulle |
| | | | Amont Mérens les Vals | T6 | 7000 | Faible | Cordon continu | 6 | Rapides / Radiers / Plats lotiques | B/B/PG/GG | Nul | Blocs en milieu de lit | Quelques zones | Faible | 4 seuils artificiels, aucun naturel | Faible |
| | Usine d'Aston | Fortement encaissée | Aval Mérens les Vals | T7 | 6200 | Moyenne | Dense et continue | 6 | Cascades / Fosses / Rapides | B/B/PG/CG | Faible | Abris sous caves et zones profondes | Aucune | Aucune | Rares naturels | Nulle |
| | | | Moyennement encaissée | Amont Ax les thermes | T8 | 1500 | Faible | Dense et continue | 7 | Rapides / Radiers / Plats lotiques | B/B/PG/GF | Faible | Blocs en milieu de lit | Quelques zones | Aucune | Aucun |

Sous la forme
Grossier -
Dominant1 -
Dominant2 -
Accessoire

Eléments remarquables pour le milieu

Tableau 7 - Caractéristiques hydromorphologiques principales de l'Ariège en amont d'Ax-les-Thermes

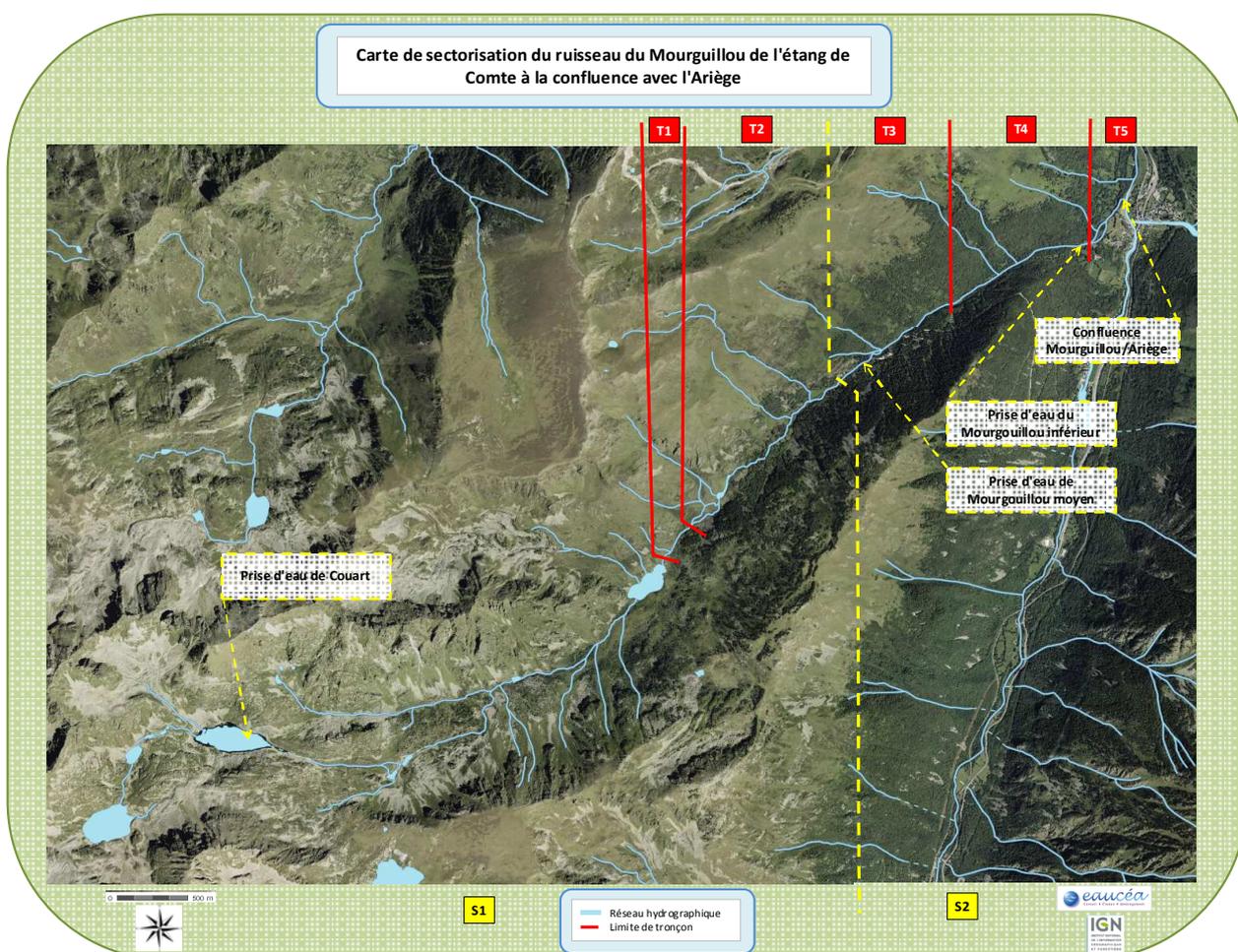
7.2 RUISSEAU DE MOURGUILLOU

Le ruisseau du Mourguillou est un affluent relativement important de l'Ariège sur la zone d'étude. Il s'écoule sur presque 7 km dans une vallée aux configurations diverses.

Ce cours d'eau peut être scindé en deux secteurs :

- Le premier sur la zone amont étant représenté par une succession de « Jasses » (terminologie locale = zones planes où le ruisseau serpente et peut avoir une certaine connexion latérale avec de petits étangs et annexes hydrauliques) et de tronçons avec des pentes plus importantes ;
- Le second secteur, lui, se trouve sur la portion aval, à partir de la prise d'eau du Mourguillou moyen, dans la partie la plus encaissée de la vallée.

Ces deux secteurs peuvent être scindés en trois tronçons chacun.



7.2.1 Secteur amont - Amont du tronçon T1

Cette partie représente tout l'amont du bassin versant et les fonctionnements a fortiori divers. Toutefois, le cours d'eau possède globalement une forte pente et il est contraint et de faible largeur (1 à 2 m). Les faciès sont de type escaliers, chutes et bassines. Il faut cependant noter la présence de deux étangs, qui se trouvent sur des zones de replas (Jasse). Cette partie de la vallée est riche en espèces florales patrimoniales (le Lis des Pyrénées (*Lilium pyrenaicum*), le Trolle d'Europe (*Trollius europaeus*) ou encore l'Arnica des montagnes (*Arnica montana*)).



7.2.2 Tronçon T1

C'est un tronçon avec un assez fort encaissement, les faciès dominants étant des escaliers et des chutes avec des bassines. La hauteur des chutes rend ce tronçon infranchissable en montaison par la faune piscicole. La granulométrie est très grossière, essentiellement de type dalles, rochers et blocs. Le cours d'eau est contraint par le fond de vallée et sa dynamique latérale est très limitée.



7.2.3 Tronçon T2

Ce tronçon correspond à une zone relativement plane. La pente y est faible sur la majeure partie du tronçon, avec cependant quelques portions plus abruptes. Le cours d'eau y a une conformation radicalement différente de l'amont. En effet, sa largeur moyenne augmente jusqu'à 7-10 m. Les faciès dominants sont les plats courants et les radiers, avec des escaliers au niveau des ruptures de pente. La granulométrie y est moins grossière avec une dominance de pierres, cailloux et graviers. Cela correspond à des zones de fraie potentielles pour la Truite fario et des zones favorables de croissance pour les juvéniles. Cependant peu de blocs sont présents et on ne note quasiment

aucune sous-berge. Ceci, ajouté aux faibles hauteurs d'eau, limite fortement l'attractivité pour les grands individus. Le fond de vallée est relativement large et plat ce qui permet une dynamique latérale importante du cours d'eau, avec la présence de nombreux atterrissements et même quelques annexes hydrauliques. Il faut aussi noter la présence de plusieurs étangs naturels sur ce secteur, signe supplémentaire de la dynamique latérale active et de la diversité locale des milieux sur cette portion.



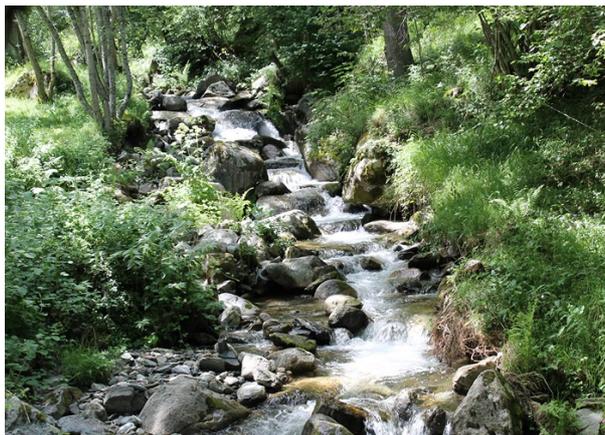
7.2.4 Secteur aval – Tronçon T3

Ce tronçon, qui comprend la prise d’eau « Mourguillou moyen » alimentant l’usine de Mérens, s’écoule dans la partie la plus encaissée de la vallée, la pente du lit y est forte. Les faciès sont à nouveau majoritairement torrentiels et la granulométrie est très grossière. Des blocs et des sous-berges octroient des habitats favorables mais de nombreuses chutes infranchissables rendent la continuité piscicole en montaison impossible.



7.2.5 Tronçon T4

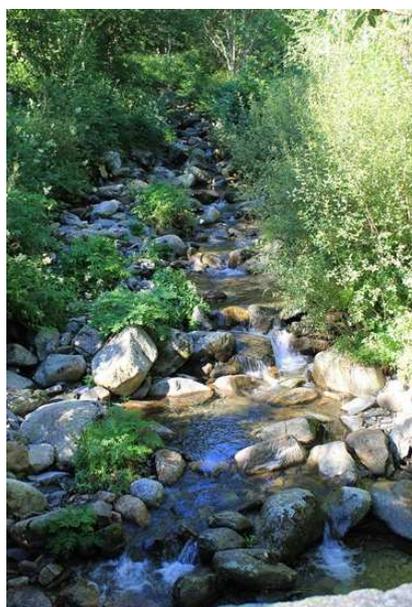
Sur ce tronçon, le fond de vallée contraint latéralement le cours d'eau mais la pente du lit est néanmoins plus faible que précédemment. Les faciès présentent les mêmes caractéristiques mais on note moins de chutes infranchissables. La granulométrie est également moins grossière avec un peu moins d’affleurements de dalles et de rochers.



7.2.6 Tronçon T5

C'est le tronçon le plus en aval, il se situe dans la plaine d'écoulement de l'Ariège, sa pente est moyenne à faible. La ripisylve y est clairsemée, sa continuité et sa largeur étant fortement dépendante des activités anthropiques sur les parcelles adjacentes (pâturages, urbanisation...). Les écoulements sont toujours torrentiels mais essentiellement sous la forme de rapides, avec de moins en moins d'infranchissables. La granulométrie est relativement similaire au T4 mais on n'observe plus de fractions très grossières. La présence de blocs au milieu du lit et de sous-berges est positive en terme d'habitats aquatiques.

La configuration du lit permet un gain potentiel d'habitats avec l'augmentation des débits grâce à une possibilité d'expansion latérale au sein même du lit mais également grâce à la présence d'annexes hydrauliques.



7.3 RUISSEAU DE NAGEAR

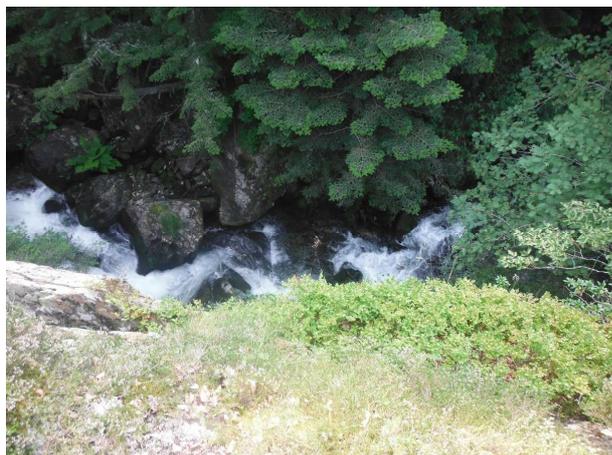
Le ruisseau du Nagear est un affluent important de l'Ariège sur la zone d'étude. Il s'écoule sur presque 10 km depuis la prise d'eau du « Najar supérieur », dans une vallée relativement homogène.

La sectorisation a toutefois permis de repérer 9 tronçons distincts aux fonctionnements hydromorphologiques variables, par les variations morphodynamiques locales, dont les 6 premiers se situent en amont de la prise d'eau « Nagear inférieure » (Aménagement d'Aston) et sont donc directement influencés par la prise d'eau qui nous concerne ici, « Nagear supérieure ».

La localisation des différents tronçons ainsi que leurs principales caractéristiques sont représentées dans la Figure 27 et le Tableau 8 ci-dessous.

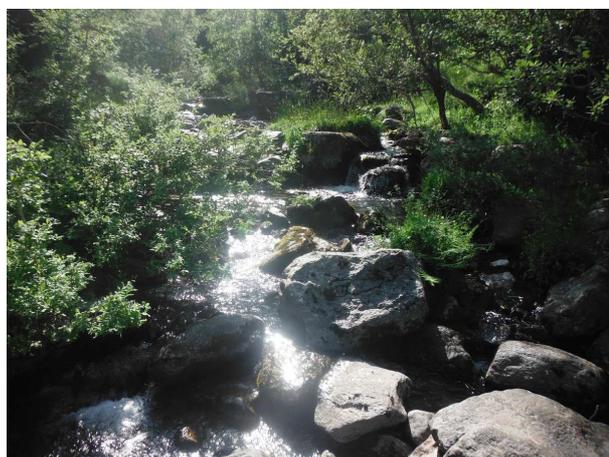
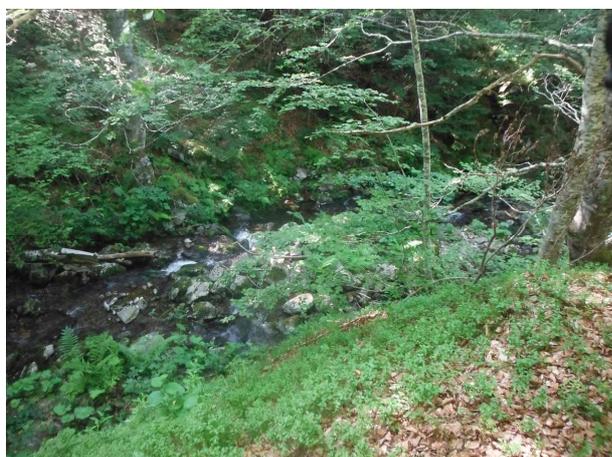
7.3.1 Amont prise d'eau du Nagear

Ce secteur est extrêmement encaissé et très difficilement prospectable en raison des pentes très fortes, des infranchissables nombreux et de la très forte granulométrie.



7.3.2 Tronçon T1

Cette portion, immédiatement en aval de la prise d'eau s'écoule dans un milieu forestier dense. Les faciès sont encore torrentiels avec des zones lotiques (rapides/cascades) suivies de fosses de dissipation énergétique. La granulométrie est très grossière et la fragmentation longitudinale y est forte.



7.3.3 Tronçon T2

Ce tronçon présente une configuration tout à fait différente avec des pentes bien moindres, des faciès moins turbulents, une granulométrie plus réduite, toujours avec des blocs au sein du lit, mais avec de larges patches potentiellement favorables à la reproduction piscicole.



7.3.4 Tronçon T3

Ici, la ripisylve est à nouveau fournie, la pente plus forte et les conditions morphodynamiques sont relativement comparables à celles du tronçon T1 même si elles sont légèrement moins torrentielles.



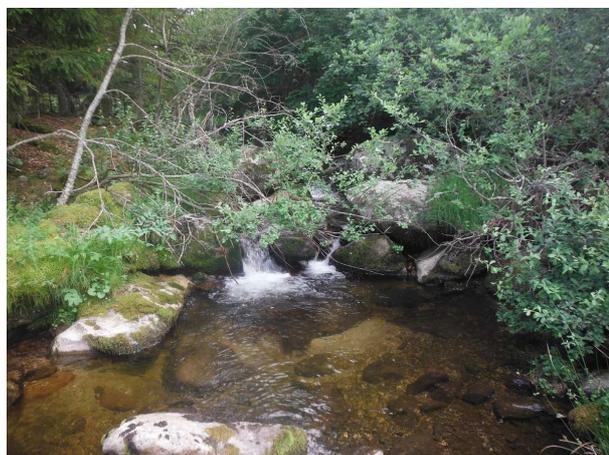
7.3.5 Tronçon T4

Ce tronçon présente les mêmes caractéristiques que le tronçon T2 avec une réduction des pentes, une ouverture du milieu et un milieu très favorable aux peuplements aquatiques et sans fragmentation longitudinale.



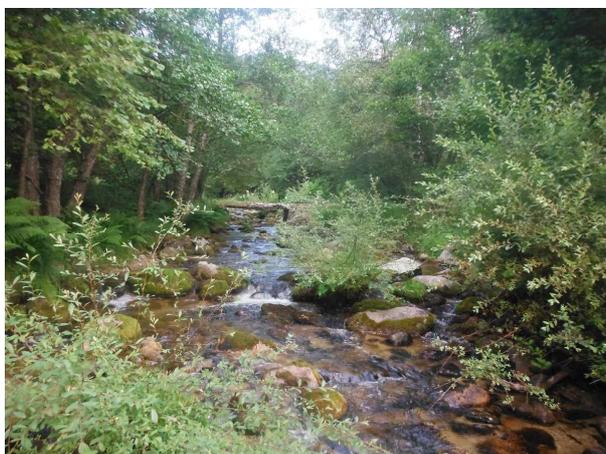
7.3.6 Tronçon T5

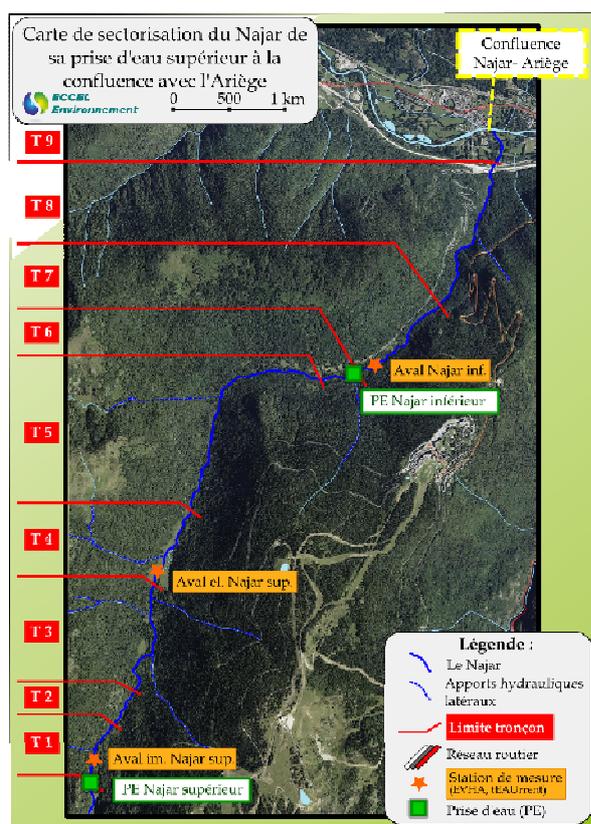
Les conditions hydromorphologiques de ce tronçon sont plus proches de celles observées sur le tronçon T3 mais la largeur du lit est ici plus importante.



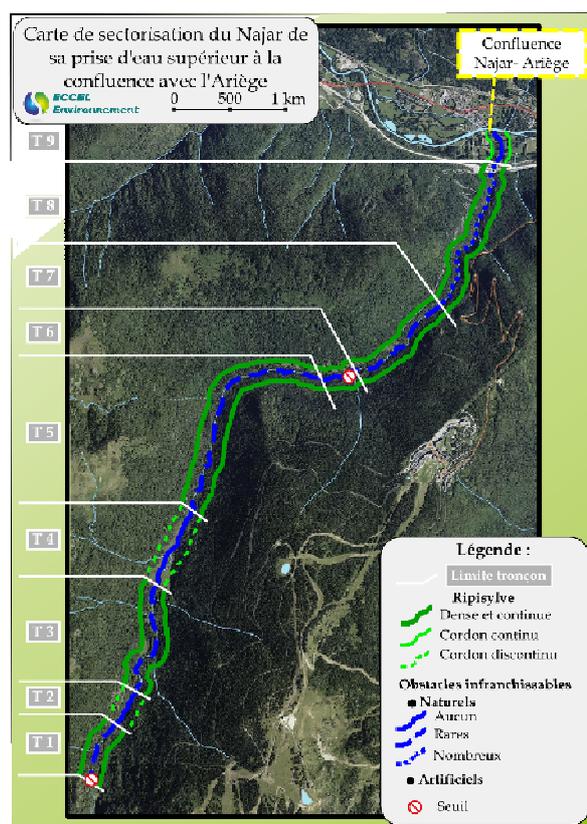
7.3.7 Tronçon T6

L’alternance des zones continue puisque ce tronçon ressemble fortement au tronçon T4. Toutefois, la pente légèrement plus forte engendre la présence d’une granulométrie plus grossière, semblable au tronçon précédent avec des infranchissables naturels. Le milieu reste également boisé.

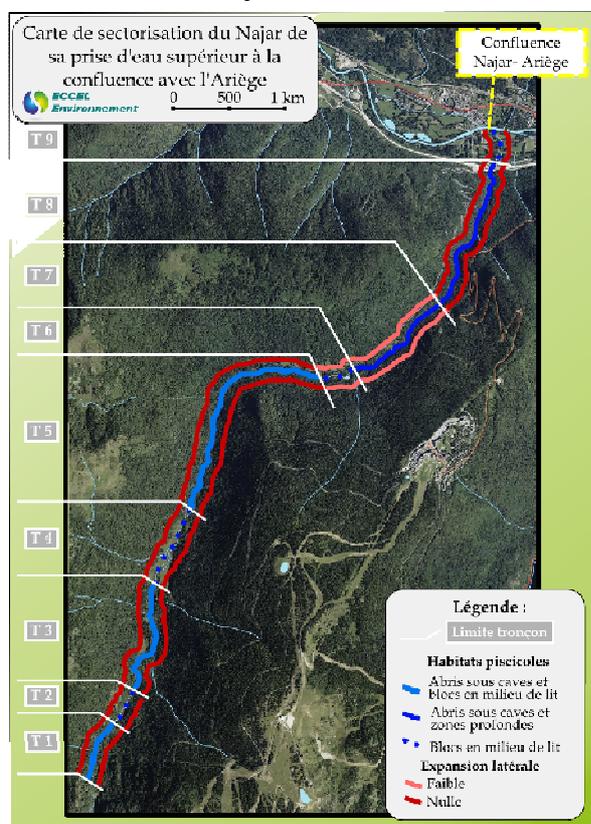




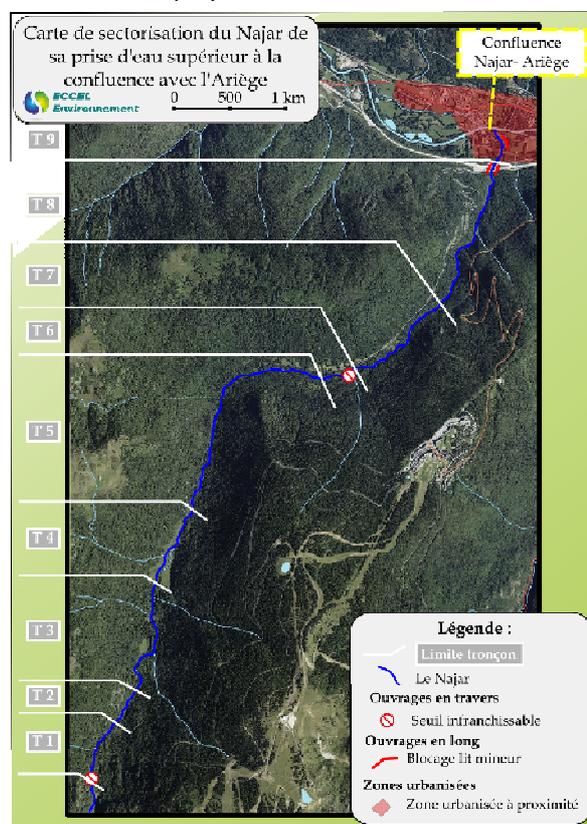
Tronçons identifiés



Ripisylve et discontinuité



Habitats et Gain potentiel



Occupation des sols

Figure 27 - Cartes de sectorisation du Najear

| Secteur | Portions | Conformation fond de vallée | Tronçon | Code | Longueur (m) | Pente du lit | Ripisylve | Largeur moyenne (m) | Type Faciès | Granulométrie moyenne | Colmatage | Abris & habitats piscicoles | Zones de fraie potentielles | Dynamique latérale de la rivière | Obstacles infranchissables | Expansion latérale au sein du lit mineur (Gain d'habitats au Q sup) |
|---|-----------------|-----------------------------|----------------------------------|------|--------------|--------------|-------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------|--|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|
| Le Najar, de la prise d'eau supérieur à la confluence avec l'Ariège | Usine de Mérens | Moyennement encaissée | Aval PE Najar supérieur | T1 | 600 | Moyenne | Dense et continue | 4 | Cascades / Fosses / Rapides | R/B/PG/CG | Nul | Abris sous caves et blocs en milieu de lit | Aucune | Aucune | Rares naturels et 1 seuil artificiel | Nulle |
| | | Faiblement encaissée | Ruisseau des Pradels | T2 | 400 | Faible | Cordon discontinu | 3 | Radiers / Plats lotiques / Rapides | B/B/PG/SG | Moyen | Blocs en milieu de lit | Quelques zones | Aucune | Aucun | Nulle |
| | | Moyennement encaissée | Bois de la Griolle | T3 | 1150 | Moyenne | Dense et continue | 4 | Cascades / Fosses / Rapides | R/B/PG/CG | Moyen | Abris sous caves et blocs en milieu de lit | Aucune | Aucune | Rares naturels | Nulle |
| | | Faiblement encaissée | Bois des Esquers | T4 | 850 | Faible | Cordon discontinu | 4 | Plats lotiques / Radiers / Rapides | B/PG/CG/GG | Moyen | Blocs en milieu de lit | Quelques zones | Aucune | Aucun | Nulle |
| | | Moyennement encaissée | Granges de la vallée de Savignac | T5 | 2200 | Moyenne | Dense et continue | 6 | Rapides / Cascades / Chutes | R/B/PG/GG | Faible | Abris sous caves et blocs en milieu de lit | Aucune | Aucune | Rares naturels | Nulle |
| | | Faiblement encaissée | Amont PE Najar inférieur | T6 | 300 | Faible | Dense et continue | 5 | Rapides / Plats lotiques / Radiers | R/B/PG/SG | Faible | Blocs en milieu de lit | Quelques zones | Aucune | Aucun | Faible |
| | Usine d'Aston | Fortement encaissée | Aval PE Njar inférieur | T7 | 1000 | Moyenne | Dense et continue | 5 | Cascades / Fosses / Chutes | R/B/SG/PF | Fort | Abris sous caves et zones profondes | Aucune | Aucune | Rares naturels et 1 seuil artificiel | Faible |
| | | Fortement encaissée | Bois des Planes | T8 | 1600 | Forte | Dense et continue | 5 | Chutes / Fosses / Cascades | R/B/PG/SG | Faible | Abris sous caves et zones profondes | Aucune | Aucune | Nombreux naturels | Nulle |
| | | Faiblement encaissée | Amont confluence avec l'Ariège | T9 | 400 | Faible | Cordon continu | 5 | Rapides / Plats lotiques / Radiers | B/B/PG/GF | Faible | Blocs en milieu de lit | Quelques zones | Aucune | Aucun | Nulle |

Sous la forme
Grossier -
Dominant1 -
Dominant2 -
Accessoire

Eléments remarquables pour le milieu

Tableau 8 - Caractéristiques hydromorphologiques principales du Najear

8 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.

8.1 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.

8.1.1 Application du protocole EVHA

8.1.1.1 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

8.1.1.2 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).

8.1.1.3 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.

8.1.1.4 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 porter 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 débit⁶ : *« 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.

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

- **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 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.

8.1.2 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).

8.1.2.1 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 sur la plupart des secteurs.

Nous disposons de données d'inventaires récents sur les secteurs étudiés et ils indiquent que nous sommes en présence d'un peuplement monospécifique de Truites communes. Cette espèce typique et patrimoniale sera donc prioritairement ciblée dans l'analyse des microhabitats et la détermination future des DMB pour ces cours d'eau.

8.1.2.2 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.

8.1.2.3 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 11.5) avec, pour exemple de la Truite, les courbes appliquées étant les courbes issues de « Bovee 1978 modifiée par CEMAGREF pour le stade adulte »⁷.

8.1.3 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.

8.1.4 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.

⁷ 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

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 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 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.

8.2 METHODE TEAURENT⁸

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 9 & Tableau 10). 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 9 - Limites d'utilisations de la méthode EVHA

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

Tableau 10 - Limites d'utilisations de la méthode Estimhab

| | Par espèce | Par guildes |
|--------------------------------------|--------------|-------------|
| Débit médian (Q50 m ³ /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 récente⁹ 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 ;

⁸ 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

⁹ 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.

8.2.1 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.

8.2.2 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 11.2) ;

Tableau 11 - 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 11.1), 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 11.4) ;
- Présence de bryophytes ou d'algues.

Un extrait des fiches terrains est présenté ci-après (Tableau 12 & Tableau 13).

Tableau 12 – 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 13 – 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 | | | | | | | |

8.2.3 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.

8.2.3.1 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.

8.2.3.1.1 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 disponible¹⁰, une trentaine de taxons appartenant à différents grands groupes ont donc été sélectionnés, spécifiquement à chaque grand ensemble typologique, Pyrénées ou Massif Central (Tableau 14).

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 14 - Taxons benthiques cibles sur les grands secteurs typologiques étudiés

| | Pyrénées | Massif Central |
|-----------------------|----------|----------------|
| EPHEMEROPTERES | | |
| Baetis | + | + |
| Epeorus | + | + |
| Habroleptoides | + | + |
| Habrophlebia | | + |
| Rhithrogena | + | + |
| PLECOPTERES | | |
| Arcynopteryx | + | |
| Capnioneura | + | |
| Chloroperla | + | |
| Isoperla | + | |
| Leuctra | + | - |
| Nemoura | + | |
| Nemurella | + | |
| Pachyleuctra | + | |
| Protonemura | + | |
| Siphonoperla | + | |
| Taeniopteryx | + | |

| | Pyrénées | Massif Central |
|---------------------|----------|----------------|
| TRICHOPTERES | | |
| Agapetus | | + |
| Annitella | + | |
| Crunoecia | | + |
| Diplectrona | + | |
| Drusus | + | |
| Hydropsyche | + | + |
| Micrasema | + | + |
| Odontocerum | | + |
| Philopotamus | + | |
| Ptilocolepus | + | - |
| Rhyacophila | + | + |
| Thremma | + | |
| Wormaldia | + | |
| COLEOPTERES | | |
| Dupophilus | | + |
| Elmis | + | + |
| Esolus | + | |
| Hydraena | | + |
| Limnius | + | + |

¹⁰ 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 (France). *Annls Limnol.* 36(3) : 189-202.

8.2.3.1.2 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.

8.2.3.2 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 15 - 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 16 - 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 |

8.2.4 Analyse des données

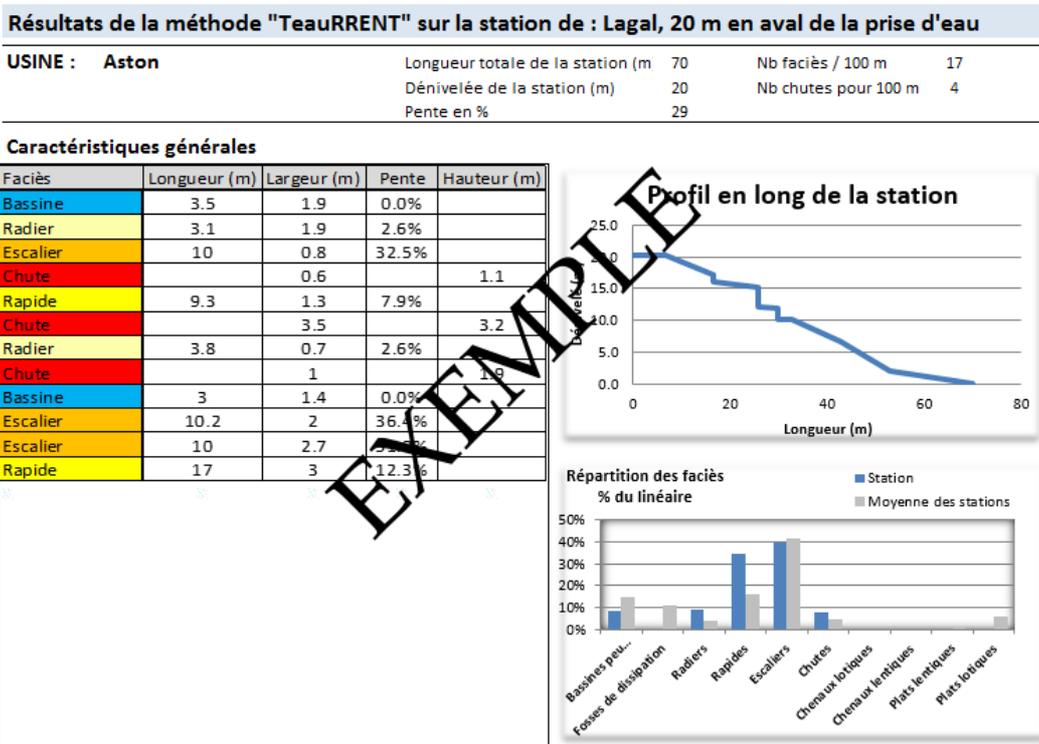
Les différents indicateurs que l’on peut tirer de cette méthodologie sont présentés ci-dessous. Cette partie s’articule selon trois étapes permettant d’arriver à un résultat global, pour l’ensemble des stations, qui doit être ensuite affiné au contexte local de chaque station :

- 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 TeauRRENT, ce qui permettra de bien appréhender le contexte spécifique de chaque site.

8.2.4.1 Caractéristiques descriptives de la station

8.2.4.1.1 Conditions d’écoulements



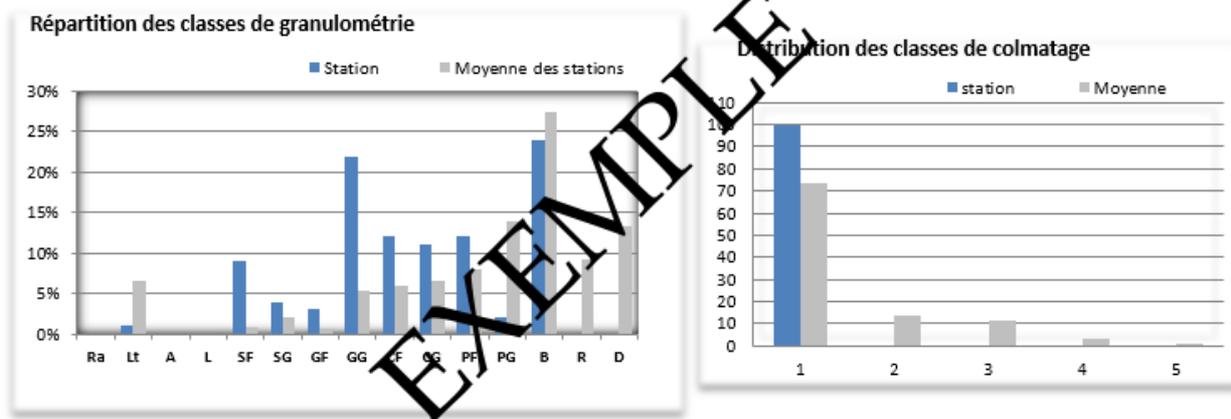
Cette fiche présente, outre les caractéristiques globales de la station, les différents faciès relevés.

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.

8.2.4.1.2 Substrats

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



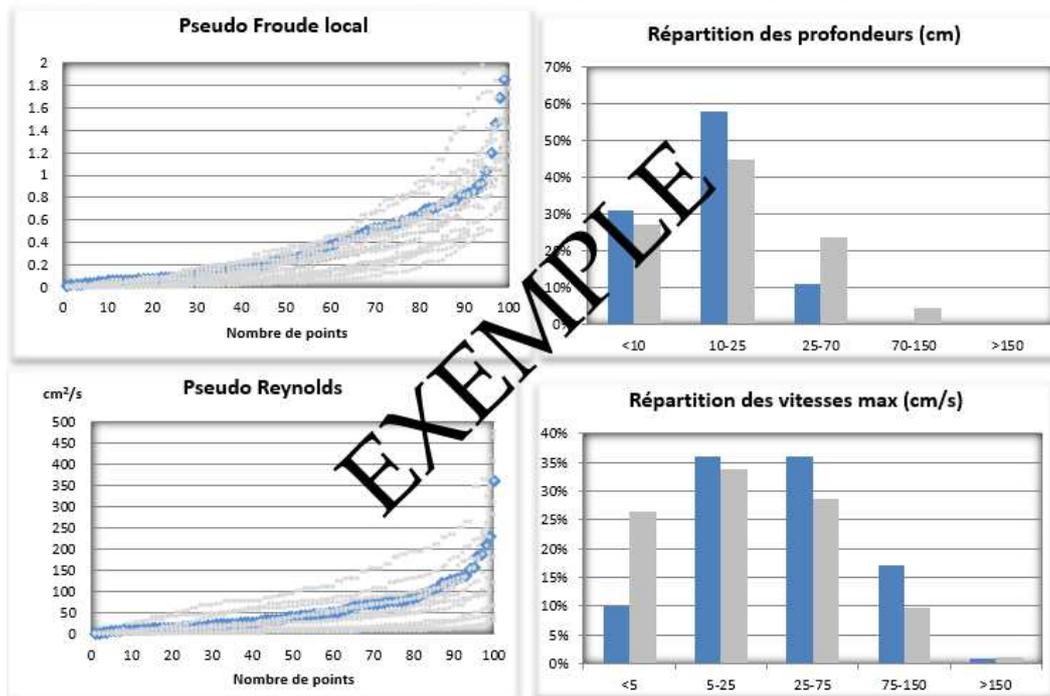
Cette fiche présente deux histogrammes sur les éléments principaux liés au tapis granulométrique et plus globalement à une approche de la qualité de l’habitat.

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.

8.2.4.1.3 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/s²)
- h - hauteur d’eau

$$Re = \frac{\rho V L}{\mu}$$

avec

- V - vitesse caractéristique du fluide [m/s]
- L - dimension caractéristique [m]
- ρ - masse volumique du fluide [kg/m³]
- μ - 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.

8.2.4.2 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.

8.2.4.2.1 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 »¹¹.

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, 1995¹² sur ce même coefficient morphodynamique développé à partir du plan d’échantillonnage IBGN NFT90-350, et des travaux de Verneaux *et al.*, 1982¹³ 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.

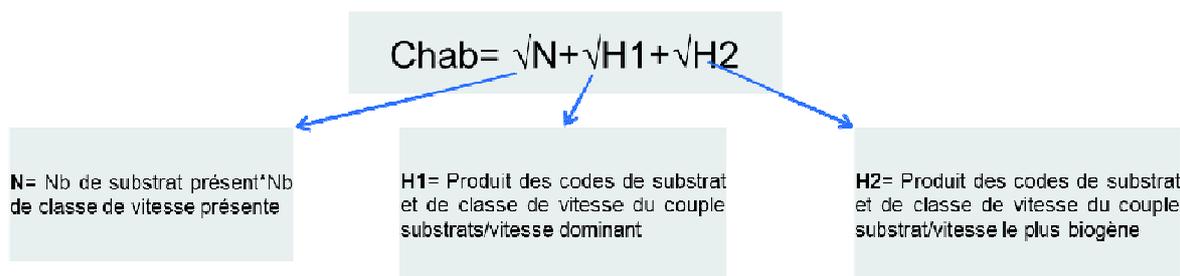


Figure 28 - Formule de calcul de l’indice Chab

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

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

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

¹³ 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 17 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 17 - 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 |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--|--|
| EPHEMEROPTERES | | | | |
| Baetis | + | + | 5 1 | moy |
| Epeorus | + | + | 1 | rap |
| Habroleptoides | + | + | 1 | lent, moy |
| Habrophlebia | | + | 8 | lent, moy |
| Rhithrogena | + | + | 1 | rap |
| PLECOPTERES | | | | |
| 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 |
| TRICHOPTERES | | | | |
| 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 |
| COLEOPTERES | | | | |
| 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 18).

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 18 - Tableaux de Chab adaptés à la typologie d'analyse dans le cadre du protocole TeauRRENT (Annexe 11.1)

| 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 Radnes | | | | | | |
| 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.

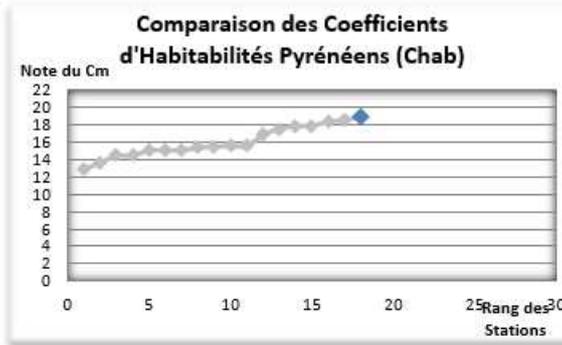
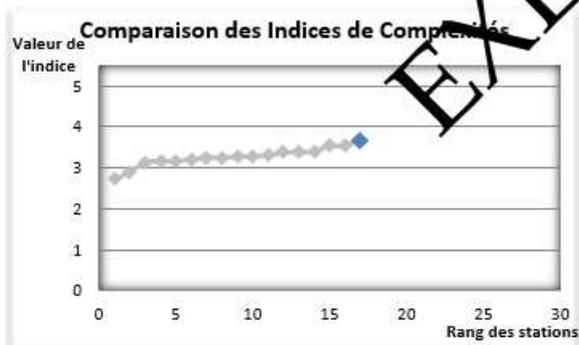
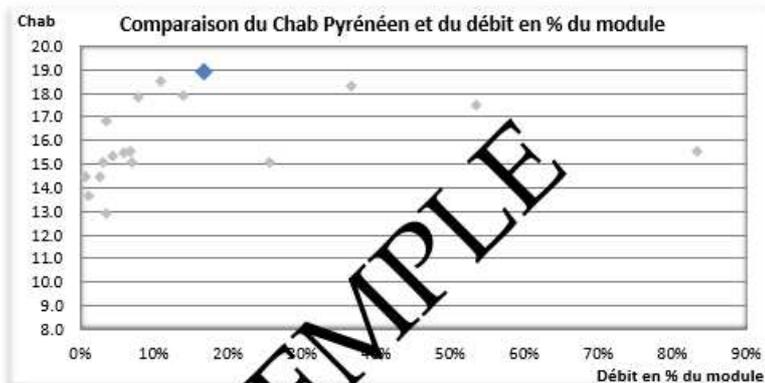
L’adaptation typologique sélective a rendu possible le calcul de ces indicateurs pour chacun des sites d’étude TeauRRENT. Cette fiche présente la grille d’analyse de l’indice Chab pour une station, avec la distribution de tous les couples substrat/vitesse échantillonnés. Elle indique aussi la note obtenue 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 | |
| Substrats | 1 | 3 | 5 | 4 | 2 | |
| CF | 9 | 0 | 4 | 6 | 2 | |
| CG | 9 | 0 | 4 | 7 | 0 | |
| PF | 9 | 1 | 3 | 3 | 0 | |
| PG | 8 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| Br | 7 | 0 | 5 | 6 | 1 | |
| Lt | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Ra | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| GG | 6 | 0 | 11 | 9 | 2 | |
| GF | 6 | 0 | 2 | 1 | 0 | |
| SpE | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SG | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | |
| SF | 4 | 1 | 7 | 1 | 0 | |
| L | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| R | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| B | 3 | 0 | 4 | 5 | 3 | |
| D | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Al | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Coefficient Habitabilité Pyrénéen | | 18.89 /20 | | | Indice de compléxité 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



8.2.4.2.2 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 concernent 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 tels 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.

$$\text{Cref_adultes} = \frac{\text{Nb Pts cl}[4\&5]}{\text{Nb Pts totaux}} * 100$$

| 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.

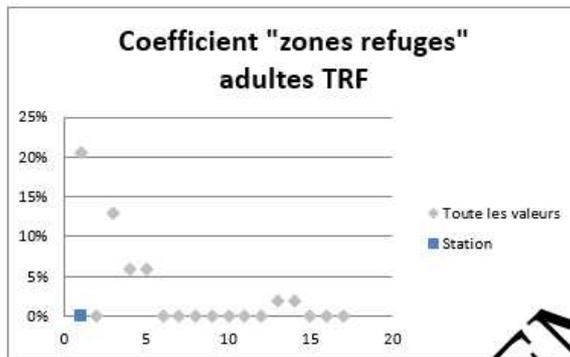
$$\text{C_fraie} = \frac{\text{Nb Pts (clProf3 \& clVit3 \& clSub[7,8,9,10\&11])}}{\text{Nb Pts totaux}} * 100$$

| 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.

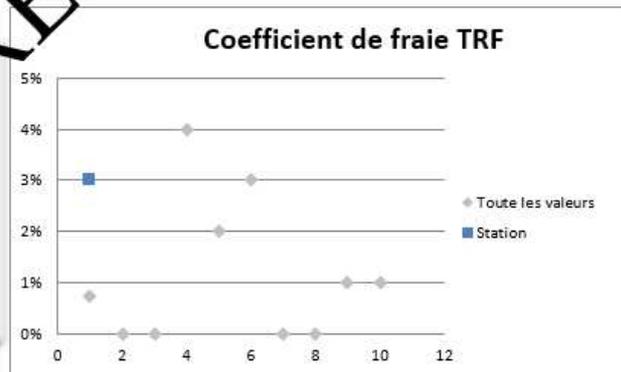
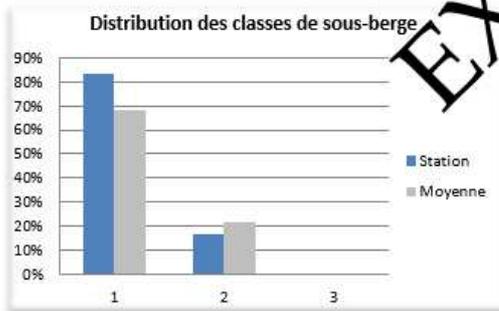
Sur cette fiche, aux résultats des indicateurs spécifiquement piscicoles, s’ajoutent des notions d’habitabilité via les sous-berges disponibles (en trois classes croissantes) mais également de cloisonnement du milieu avec les données sur les chutes/cascades.

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

8.2.5 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.

8.2.5.1 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 29).

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 30).

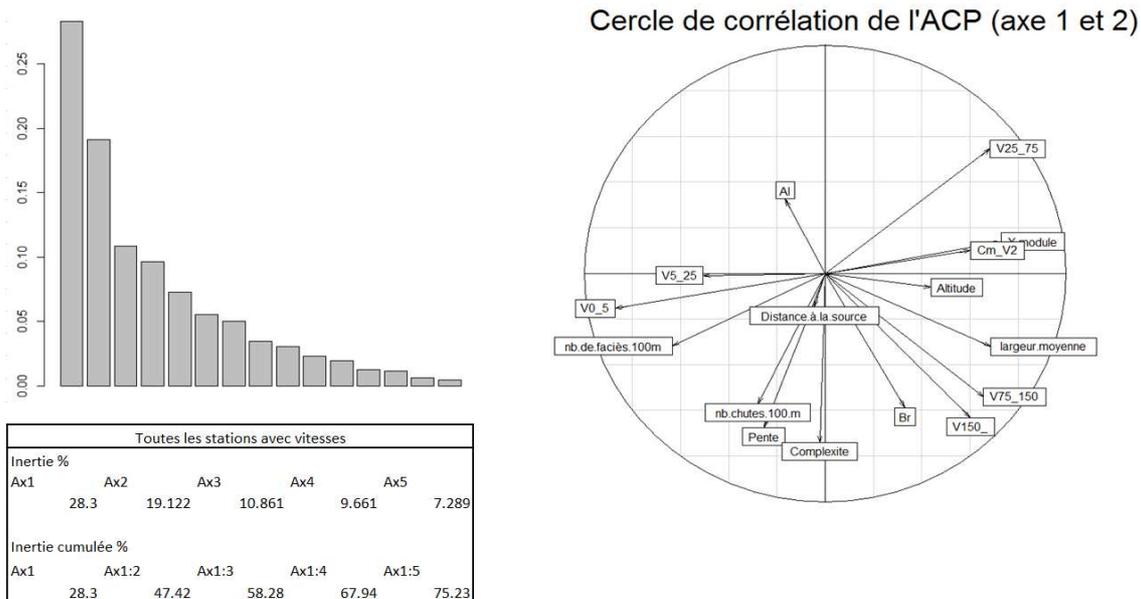


Figure 29 - Exemple d'analyse (ACP) présentant la corrélation forte entre l'indice d'habitabilité (Chab = cm_V2) et le ratio au module (X_module) sur le jeu de données propre à cette étude

8.2.5.2 Préconisation de débit minimum biologique pour les sites TeauRENT

L'analyse de corrélation nous a orientés vers la réalisation de la Figure 30 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 TeauRENT.

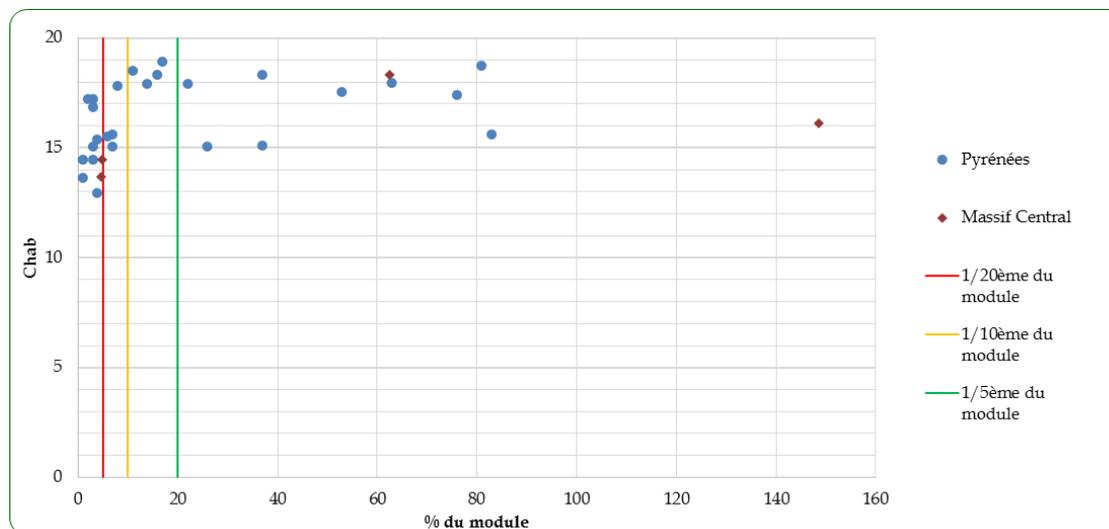


Figure 30 - Représentation graphique des valeurs de l'indice d'habitabilité en rapport avec le relatif à son module pour chaque site TeauRENT

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^{ème} 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 19 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 19 - 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 31 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^{ème}, le 1/10^{ème} et le 1/5^{ème} 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.

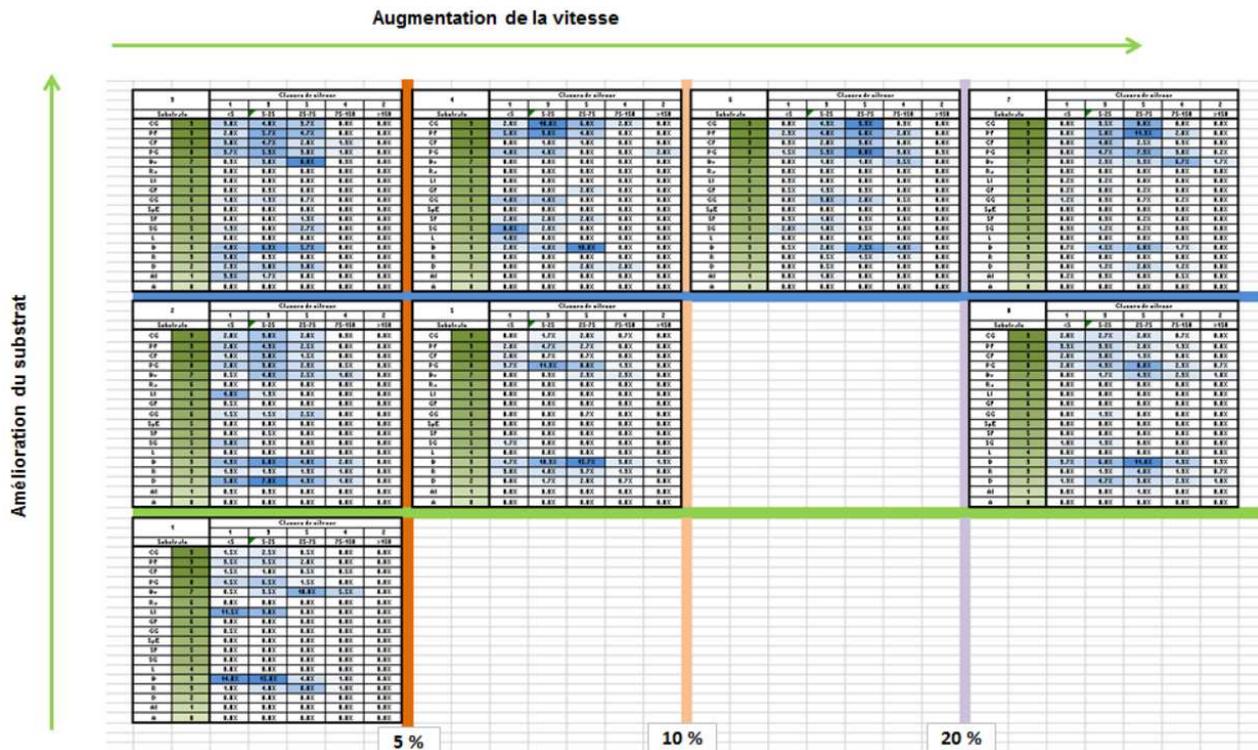


Figure 31 - Evolution des positionnement des couples substrat/vitesse à partir du pool de sites disponibles dans l'étude

Cette méthode pour les 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^{ème} 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^{ème} 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.

9 RESULTATS PAR PRISE D’EAU

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.

9.1 PRISE D’EAU D’HOSPITALET SUR L’ARIEGE

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 donc été implanté immédiatement en amont de la prise d’eau. Ce site peut être utilisé comme « témoin » par rapport à la portion aval mais pas comme « référence » dans la mesure où cette portion de l’Ariège est déjà influencée. En effet l’hydrologie est liée aux prélèvements pour l’usine d’Hospitalet-Basse-Chute (exemple d’En Garcie) mais également par la convention de restitution franco/espagnole qui dirige le fonctionnement de la prise d’eau « Ariège-Carol » ;
- Un deuxième site a été implanté en aval immédiat de la prise d’eau pour tenir compte de l’influence directe de cette dernière.

Sur ces deux sites, l’espèce piscicole ciblée prioritairement est la Truite commune dans l’analyse des microhabitats. Des études récentes font état de la seule présence de cette espèce sur l’Ariège en amont d’Ax-les-Thermes.

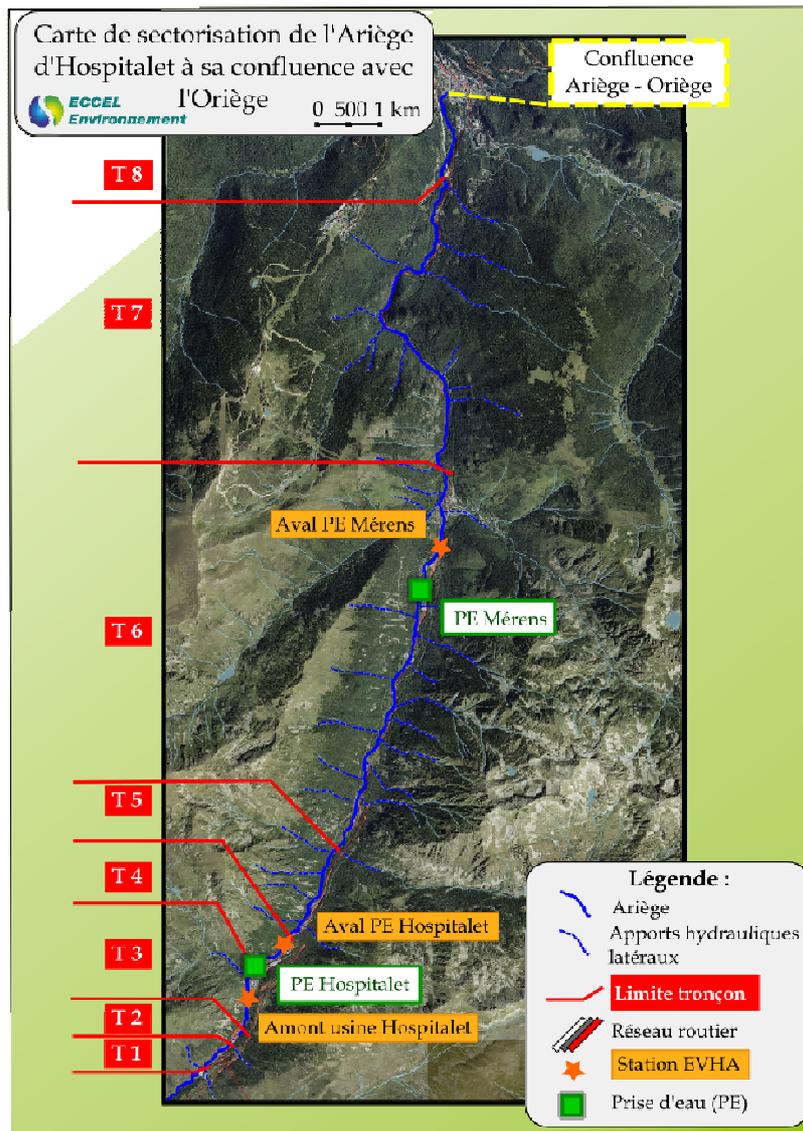


Figure 32 – Positionnement des sites d’analyse EVHA sur l’Ariège

9.1.1 Résultats bruts d’analyse pour le site amont

9.1.1.1 Présentation du site d’étude

9.1.1.1.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

La station mesure plus de 60 mètres de longueur pour une largeur moyenne de 3.5 m au débit de mesure (85 l/s le 03/09/2013). La limite aval de la station doit se trouver impérativement en amont du pont de Sainte-Suzanne et la portion plus en amont de notre station n’est pas compatible avec l’application de la méthode EVHA (trop de pente, de chutes et granulométrie très grossière).

La longueur de la station est toutefois compatible avec les conseils méthodologiques EVHA et la représentativité sectorielle est assurée grâce à la forte diversité des successions d’écoulements.

La Figure 33 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 11.2).

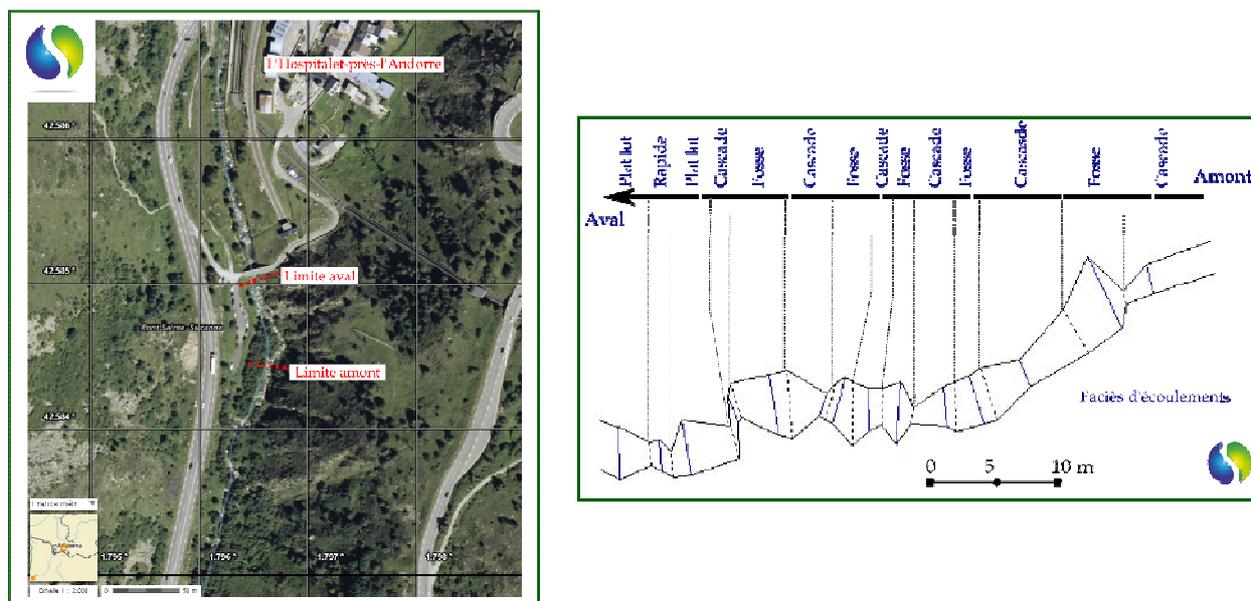


Figure 33 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Hospitalet Amont

La pente, proche de 60%, est très forte et en limite de la gamme de modélisation acceptée par EVHA (Figure 34). Les caractéristiques torrentielles ont posé quelques soucis dans la modélisation hydraulique des débits et nous verrons par la suite que toutes les valeurs, notamment dans la gamme très basse, ne sont pas extrapolables.

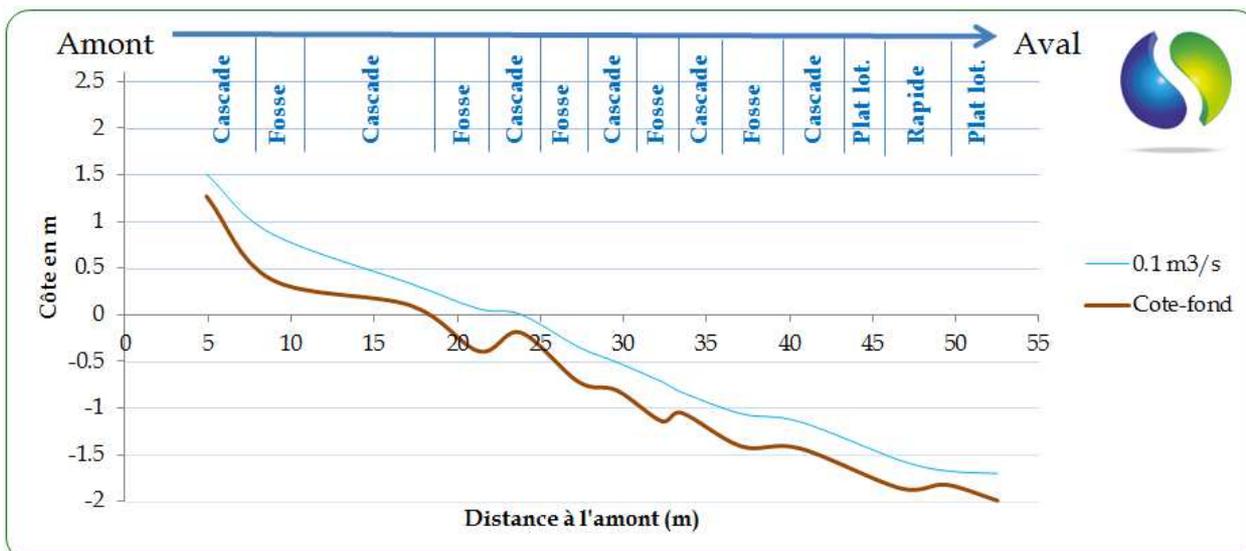


Figure 34 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Hospitalet Amont

La granulométrie est bien diversifiée avec toutefois une large domination des fractions grossières et notamment des blocs. On note la présence ponctuelle de quelques affleurements de dalles dans les zones torrentielles à vitesses extrêmes.

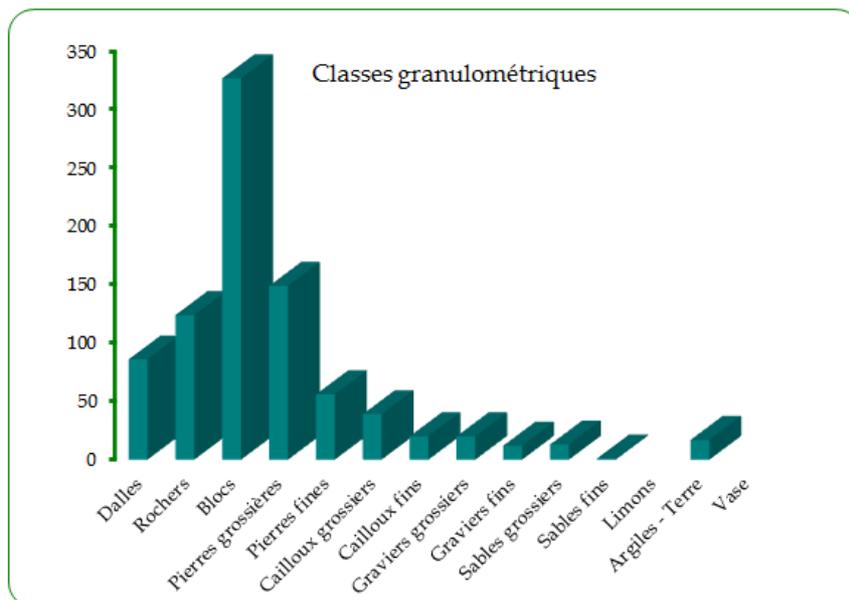


Figure 35 – Occurrence granulométrique sur la station Hospitalet Amont

La végétation arborée est dense et en bon état mais les caractéristiques « pseudo-torrentielles » de l’Ariège et les fortes variations d’enneigement en fonction des débits rendent relativement fragile l’implantation des boisements à proximité immédiate du lit courant. Seule une végétation pionnière herbacée ou arbustive occupe ainsi les îlots perchés au sein du lit mineur (Figure 36).

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

La partie aval de la station est légèrement moins pentue et permet un étalement relatif de la lame d’eau alors que sur les portions amont et intermédiaires, l’encaissement plus important des thalwegs et la forte pente du lit accroît les vitesses mais réduit l’étalement du cours d’eau.

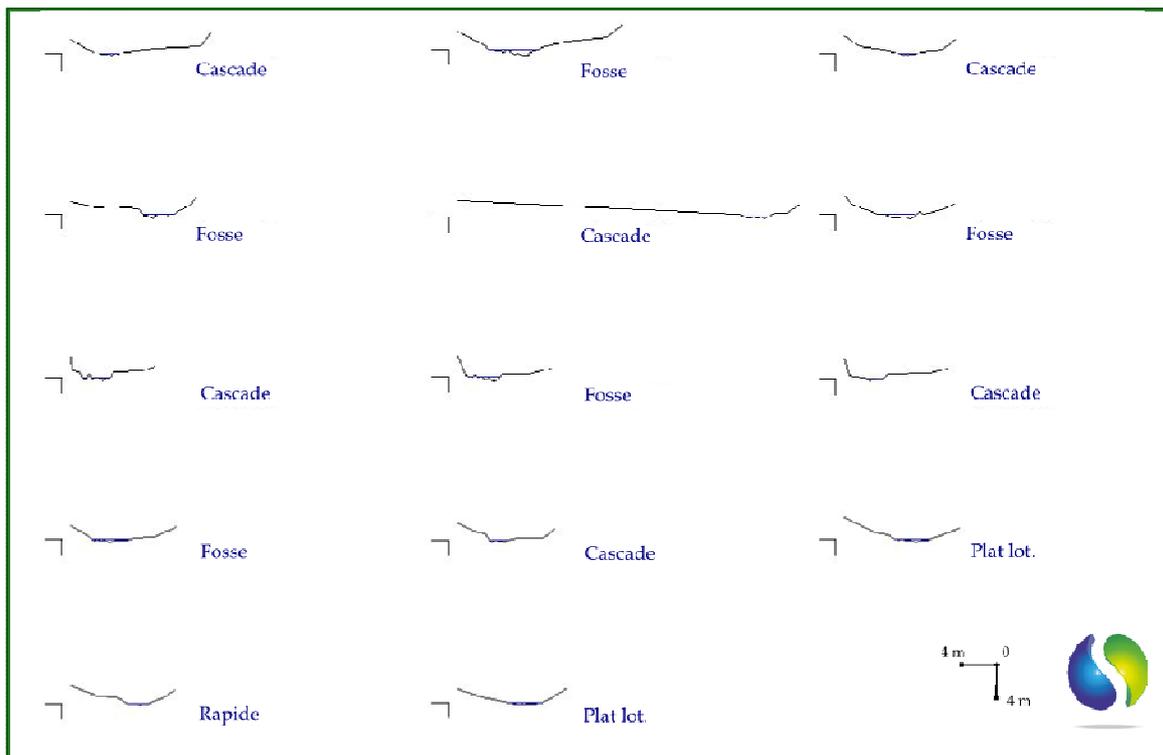


Figure 36 – Vue aval des profils en travers et ligne d’eau des différents faciès observés au débit de mesure (de l’amt vers l’avl : de G à D et de H en B) sur la station Hospitalet Amont



Portion amont de la station



Caractéristiques torrentielles



Portion aval moins pentue et plus large



Zones profondes refuges bien présentes

9.1.1.1.2 Evolution des caractéristiques en fonction de l'augmentation du débit

La granulométrie très grossière et surtout, les ruptures marquées des pentes ont posé quelques problèmes particuliers de modélisation lors du calage hydraulique avec EVHA. Le choix de la gamme de modélisation s'est donc porté sur une évaluation des habitats entre 70 l/s et 2 m³/s, pour bien identifier la diversité des écoulements car l'extrapolation aux débits inférieurs, en dehors des courbes d'habitats, nécessitait trop d'ajustement avec une incertitude beaucoup trop forte.

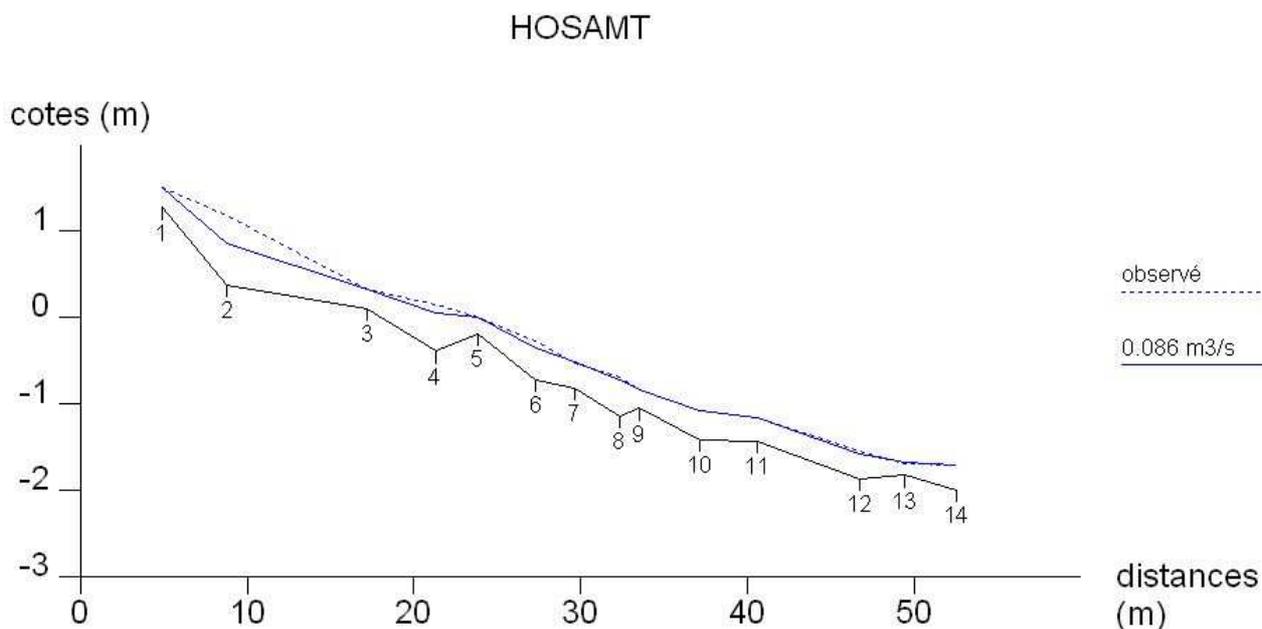


Figure 37 - Résultat du calage hydraulique pour la station Hospitalet Amont

9.1.1.1.2.1 Surface en eau

La Figure 38 nous présente des bénéfices essentiellement « horizontaux » (80% de gains surfaciques) jusqu'à 600 l/s environ puis toujours continus mais plus « verticaux » (augmentation des profondeurs) par la suite.

Cette courbe montre que l'encaissement du lit entre les thalwegs, même s'il est marqué sur la portion amont, est tout relatif avec un potentiel important de mise en eau de plages latérales complémentaires conservé sur toute la gamme de modélisation.

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 élevés, globalement sur toute la gamme modélisée.

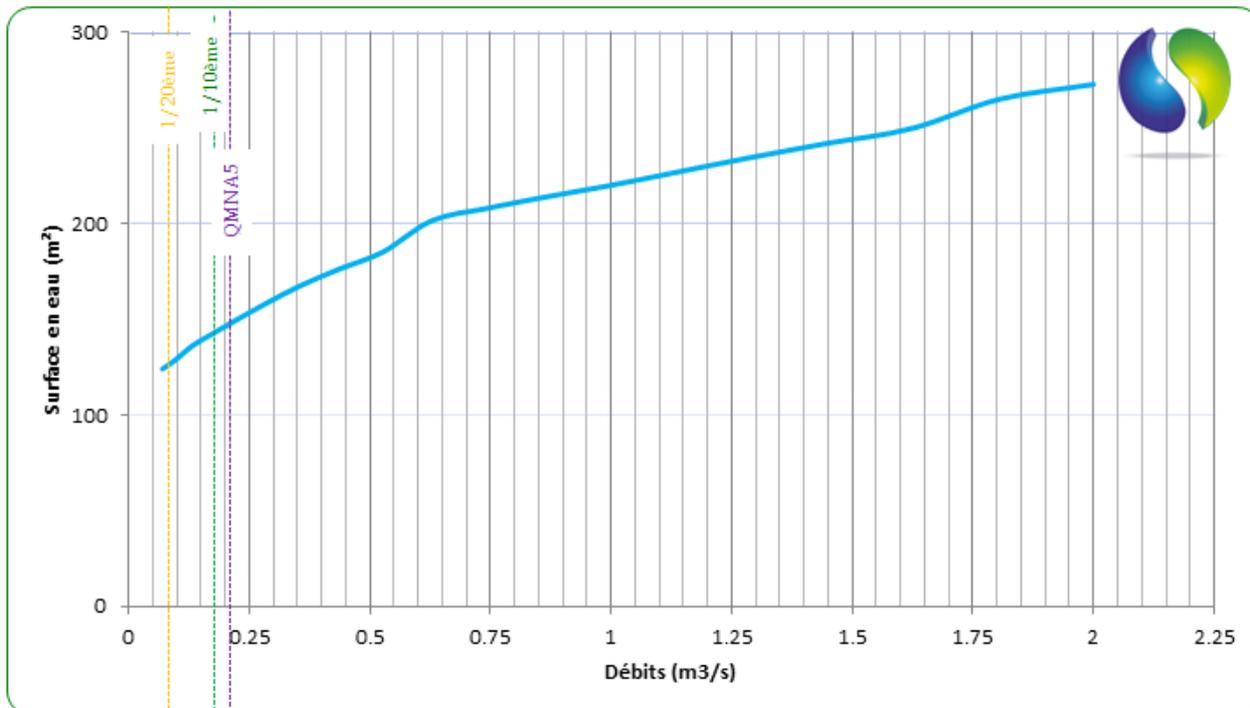


Figure 38 – Evolution de la surface en eau de la station Hospitalet Amont avec l’augmentation des débits modélisés

La conformation du lit mineur permet un élargissement initial du lit mouillé maximal jusqu’à 600 l/s puis une croissance légèrement plus axée vers les hauteurs d’eau moyennes au-delà (Figure 39).

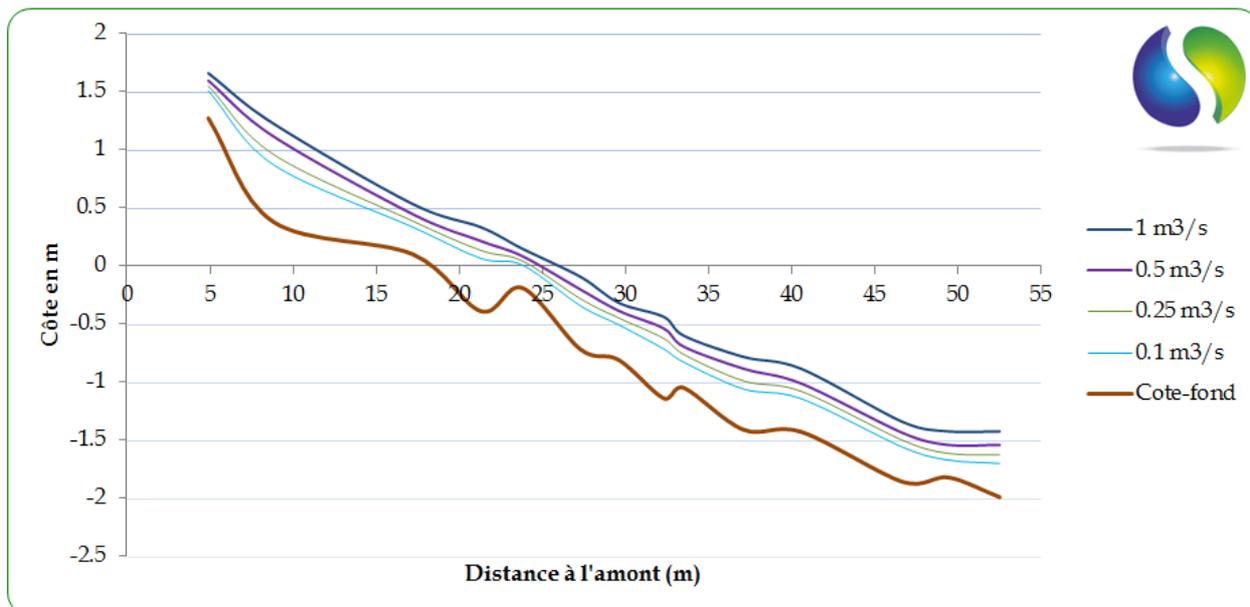


Figure 39 – Evolution de la ligne d’eau et des profondeurs à 3 débits modélisés sur la station Hospitalet Amont (N.B. modélisation impossible de la ligne d’eau en dessous de 70 l/s : trop de pente, de chutes et granulométrie très grossière)

9.1.1.1.2.3 Variations des profondeurs

La Figure 41 montre l’évolution des profondeurs entre ces trois débits grâce à une vue en plan de l’ensemble du lit.

Pour des débits très bas de l’ordre du 20^{ème} du module, certaines cellules présentent un tirant d’eau conséquent mais il faut attendre le 1/10^{ème} pour voir le risque de fragmentation longitudinale considérablement réduit.

Conformément à ce que l’on avait pu observer visuellement et cerner dans l’expertise sur les surfaces en eau, le gain surfacique est conséquent avec l’augmentation des débits et les zones latérales sont continuellement mises en eau, avec, de surcroît, des hauteurs de lame d’eau efficaces pour tous les stades ou activités de la Truite.

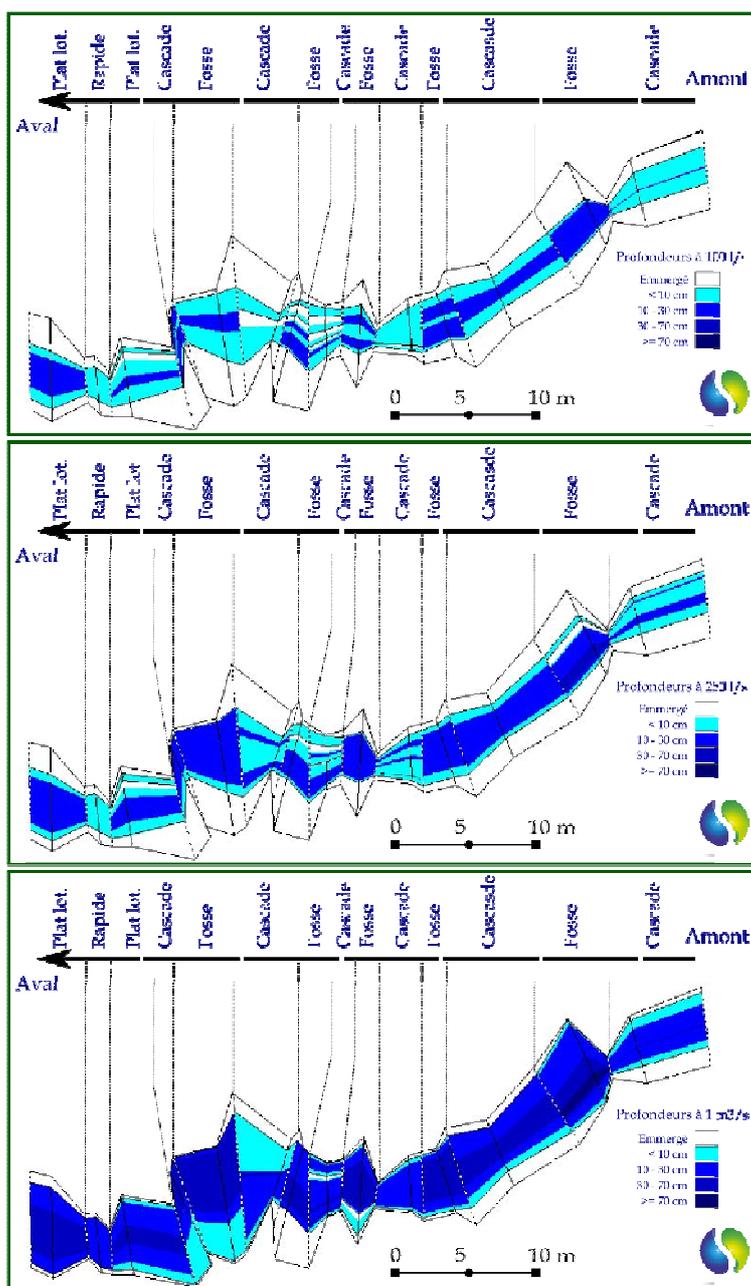


Figure 41 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Hospitalet Amont à 3 débits modélisés (100 l/s, 250 l/s et 1 m³/s)

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 ainsi au poisson d’utiliser ses pleines capacités de nage et ainsi assurer 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. Dans la littérature¹⁴, pour les espèces ciblées dans le cadre de cette étude 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). La hauteur minimale du tirant d’eau nécessaire peut donc être considérée, pour des passages très ponctuels, comme de l’ordre de 20 cm pour les grands salmonidés et de l’ordre de 5 cm pour les petites truites ($L_p < 30$ cm). Pour un linéaire plus long, des tirants d’eau de l’ordre de 10-12 cm pour les truites, voire jusqu’à 20-25 cm pour les très grands individus, 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 pour un débit très bas (100 l/s – proche du 1/20^{ème} du module), les déplacements piscicoles, même pour les individus les plus gros, seraient préservés avec une profondeur de 20 cm, à minima sur une veine unique de ce transect. La continuité pour les espèces vis-à-vis de la contrainte hydraulique au sein du lit courant ne semble donc pas être la problématique principale mais il ne faut pas omettre la succession importante d’obstacles sur ce tronçon qui engendre un risque plus important sur les individus eux-mêmes.

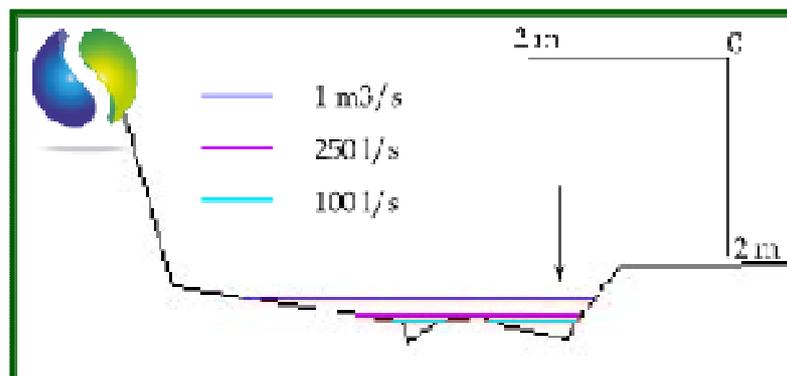


Figure 42 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station

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

9.1.1.2 Valeurs d’habitat

La Figure 43 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 est relativement faible mais marque un potentiel optimal très clair autour de 300 l/s ;
- Pour les jeunes stades de la Truite, la forme des courbes de VHA est semblable mais avec une baisse constante du potentiel avec la hausse des débits, très marquée entre le 1/10^{ème} du module et 500 l/s et un début de perte rapide en-deçà de 100 l/s ;
- Pour les adultes, la situation est légèrement différente avec un plateau optimal dès 100 l/s (perte rapide en-deçà) mais une dégradation progressive du potentiel au-delà de 600 l/s. Toutefois, le potentiel pour ce stade reste faible quel que soit le débit (VHA inférieure à 0.1).

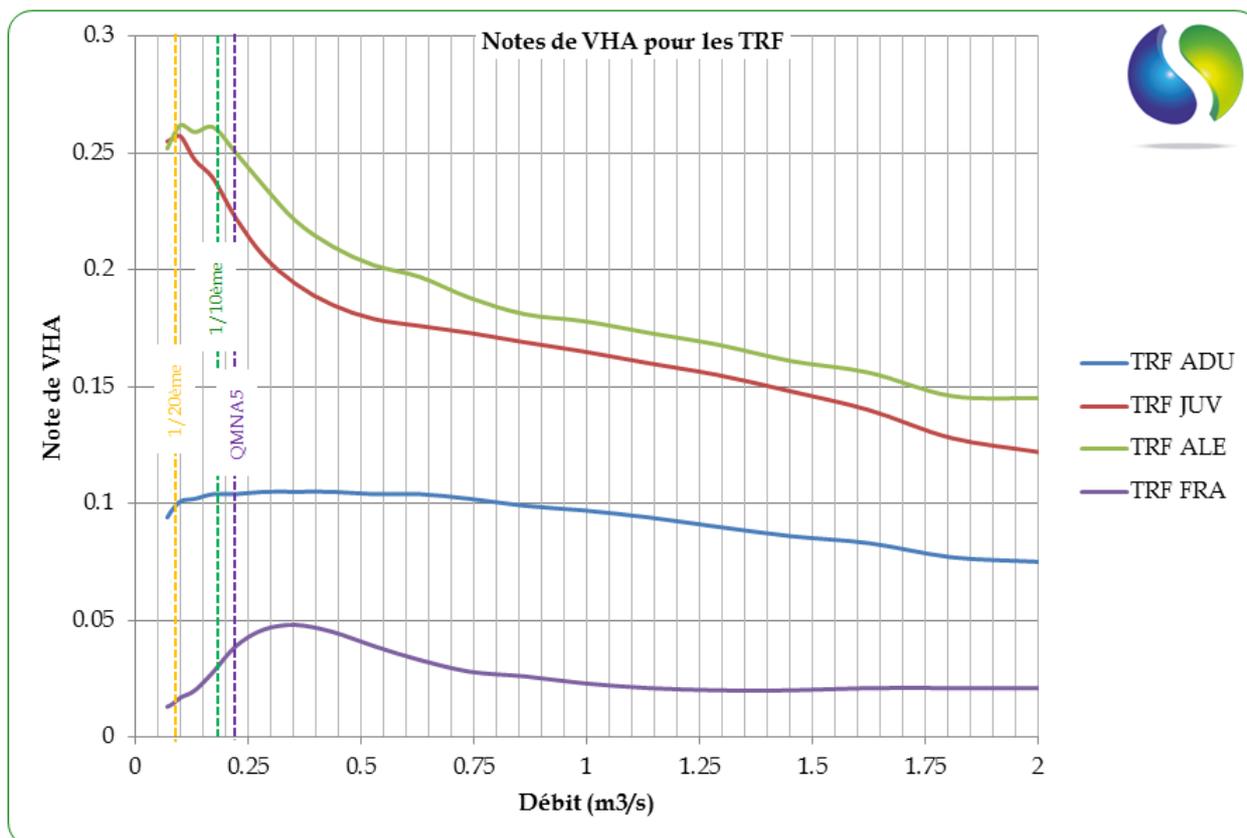


Figure 43 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Hospitalet Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.1.1.3 Surfaces pondérées utiles

La Figure 44 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, sont faibles avec toutefois un optimal plus marqué autour de 300 l/s. La granulométrie très grossière n’est pas un facteur favorable à cette activité sur le secteur mais quelques patches localisés peuvent être ponctuellement utilisés ;
- Pour les adultes, et grâce à l’ennoiement continu de surface, le potentiel optimal est atteint pour 600 l/s après une augmentation régulière et continue. Par la suite, les caches conséquentes semblent être des abris suffisants pour ce stade malgré la hausse des vitesses. En dessous de 500 l/s, la baisse du potentiel est progressive et continue rendant incertaine la détermination d’un débit critique ;
- Pour les juvéniles et les alevins, les courbes de SPU sont relativement stables sur l’ensemble de la gamme avec quelques variations légères (début de perte rapide en-deçà de 150 l/s). La mise en eau ponctuelle et continue de plages latérales permet de compenser l’augmentation des vitesses devenue trop importantes, l’habitat potentiel se stabilisant en valeur relative pour ces stades.

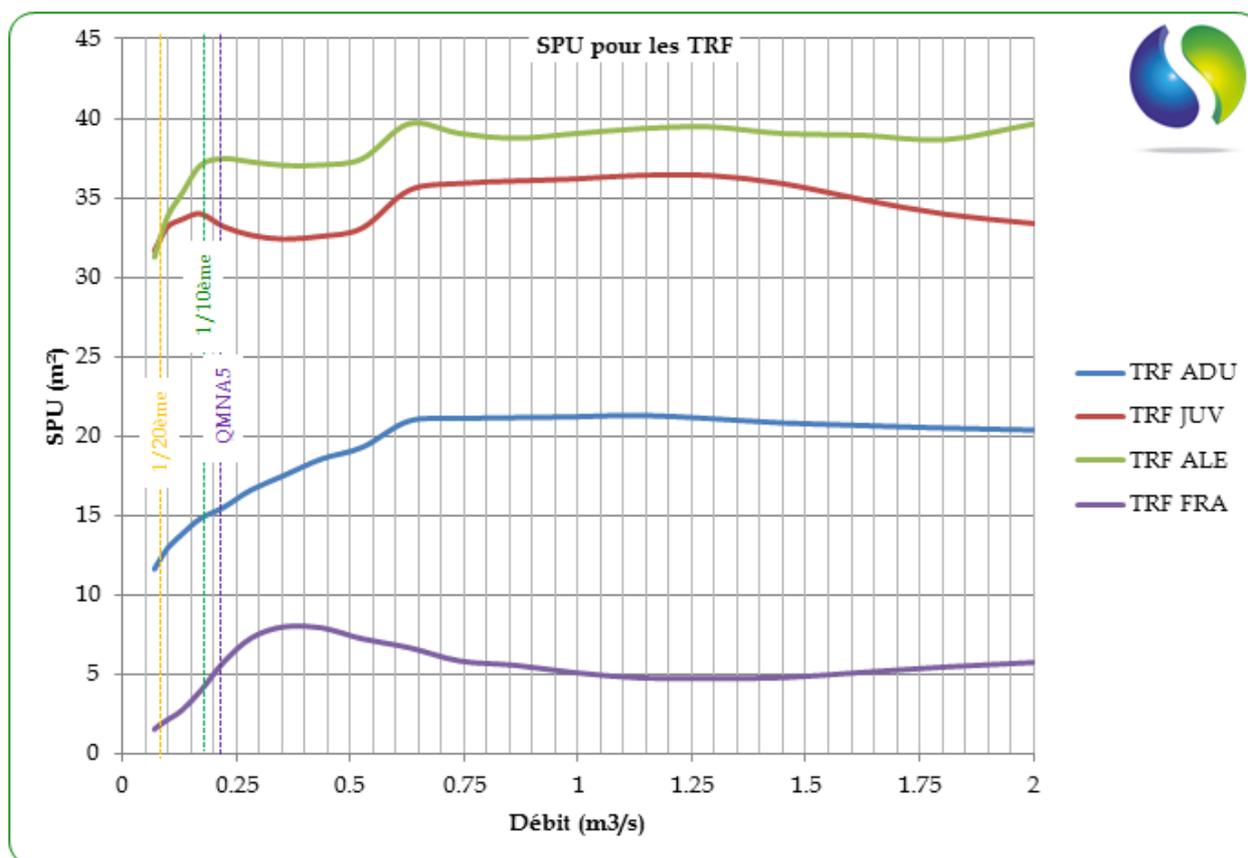


Figure 44 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Hospitalet Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

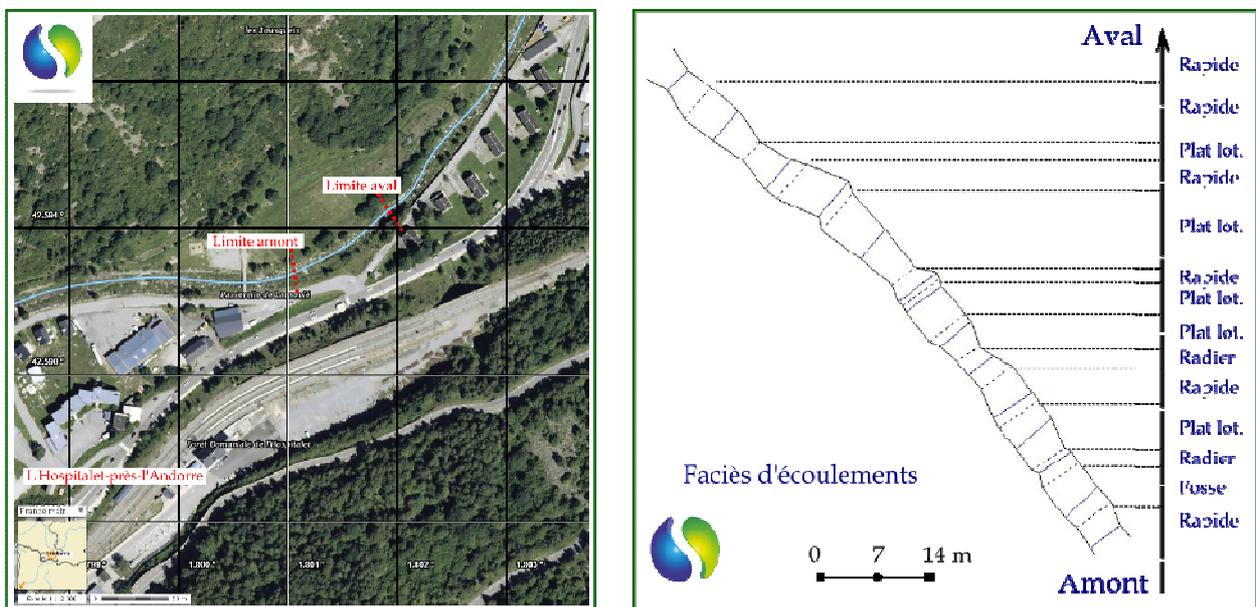
9.1.2 Résultats bruts d’analyse pour le site aval

9.1.2.1 Présentation du site d’étude

9.1.2.1.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

La station mesure près de 80 mètres de longueur pour une largeur moyenne de 5 m au débit de mesure (250 l/s le 04/09/2013). La longueur de la station est donc dans la gamme recommandée avec, de surcroît, une bonne représentativité des successions d’écoulements présents sur le tronçon de cours d’eau analysé.

La Figure 45 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 11.2).



La pente, proche de 25‰, est bien moindre que sur la station amont et tout à fait dans la gamme de modélisation idéale pour EVHA (Figure 46). Contrairement au site amont, la modélisation hydraulique des débits n’a pas posé de problème majeur, même avec une granulométrie toujours grossière.

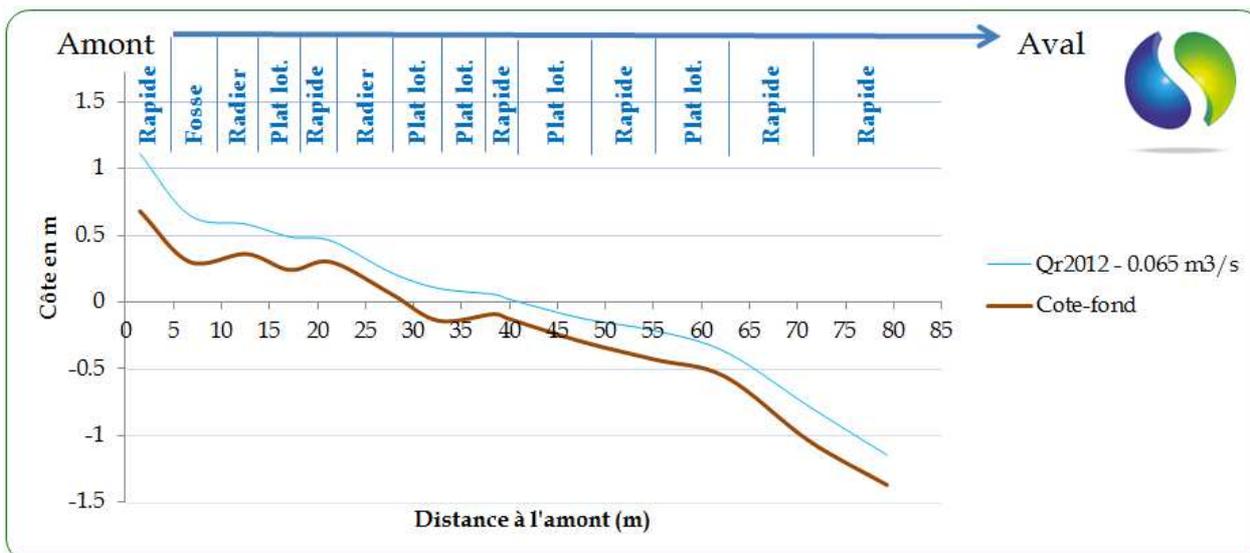


Figure 46 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Hospitalet Aval

La granulométrie est bien diversifiée avec toutefois une large domination des blocs et pierres grossières. On peut noter la présence de toutes les classes de substrats, avec notamment des patches potentiellement favorables à la reproduction salmonicole. Les zones « Argiles-Terre » correspondent essentiellement aux bordures latérales exondées dans la gamme des débits courants.

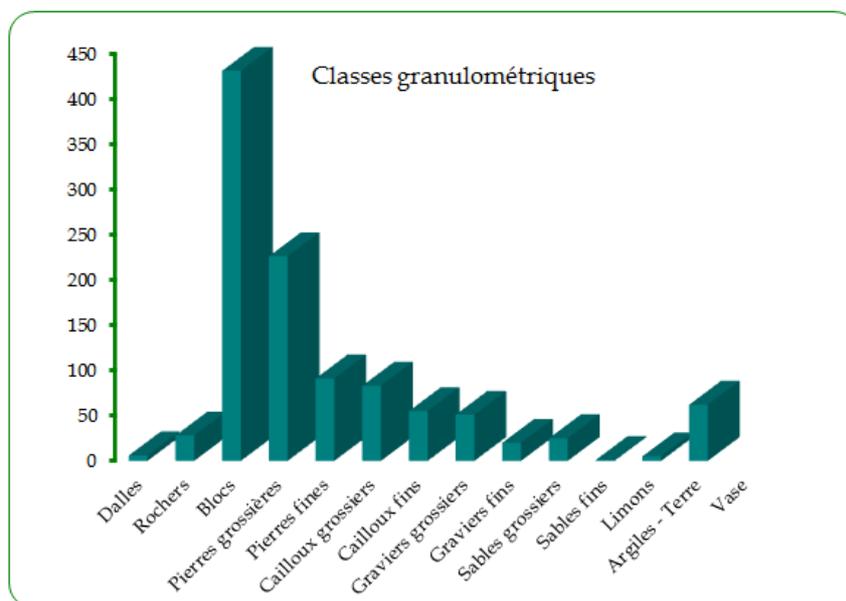


Figure 47 – Occurrence granulométrique sur la station Hospitalet Aval

Sur ce secteur, très localement, la végétation est restreinte à des arbustes et un cordon arboré discontinu. L’effet « tampon thermique » est ainsi réduit mais l’efficacité de la ripisylve revient dès l’aval de ce site.

Le bon potentiel de caches piscicoles est essentiellement centré sur la présence d’une granulométrie grossière au sein même du lit. Contrairement à la station amont, les zones profondes sont ici bien moins nombreuses.

Les talus des berges sont légèrement plus prononcés que sur le site précédent et l’étalement de la lame d’eau devrait être essentiellement visible au sein du lit courant et moins sur les plages latérales (Figure 48).

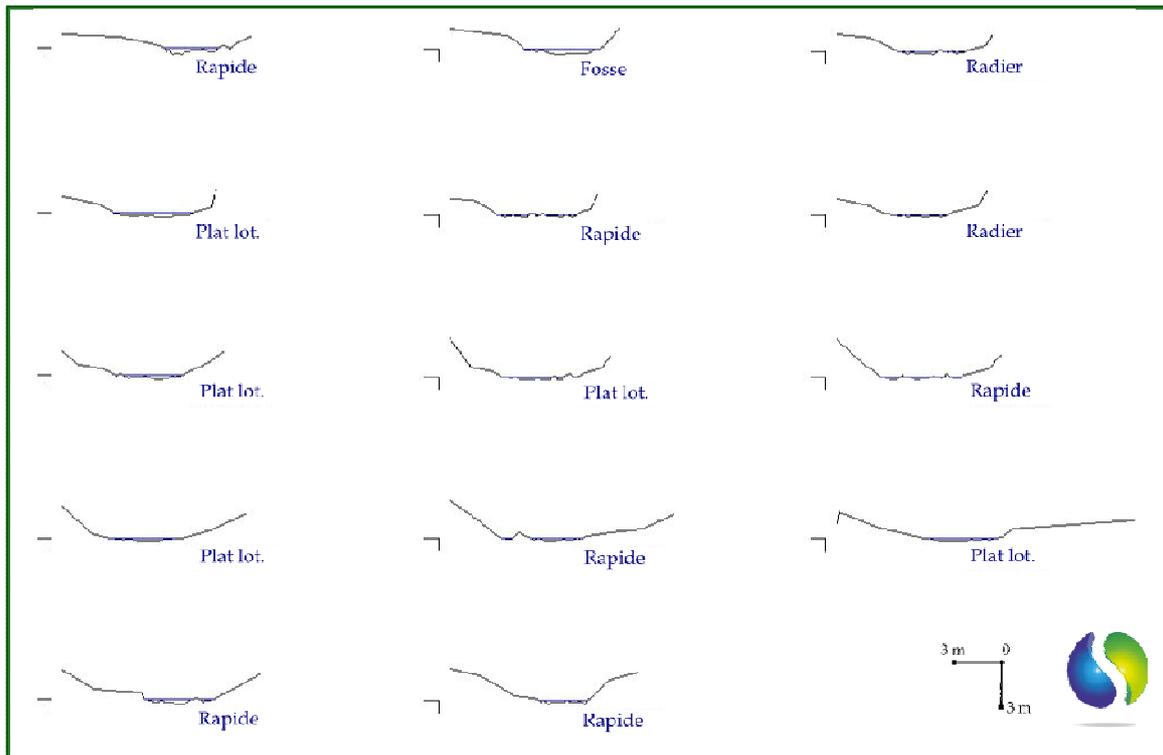


Figure 48 – Vue aval des profils en travers et ligne d’eau des différents faciès observés au débit de mesure (de l’amont vers l’aval : de G à D et de H en B) sur la station Hospitalet Aval



Portion amont



Portion aval

9.1.2.1.2 Evolution des caractéristiques en fonction de l’augmentation du débit

Malgré la granulométrie grossière, le calage hydraulique avec EVHA n’a pas posé de problème particulier. Le choix de la gamme de modélisation s’est donc porté sur une évaluation des habitats entre 70 l/s et 3 m³/s, pour bien identifier la diversité des écoulements.

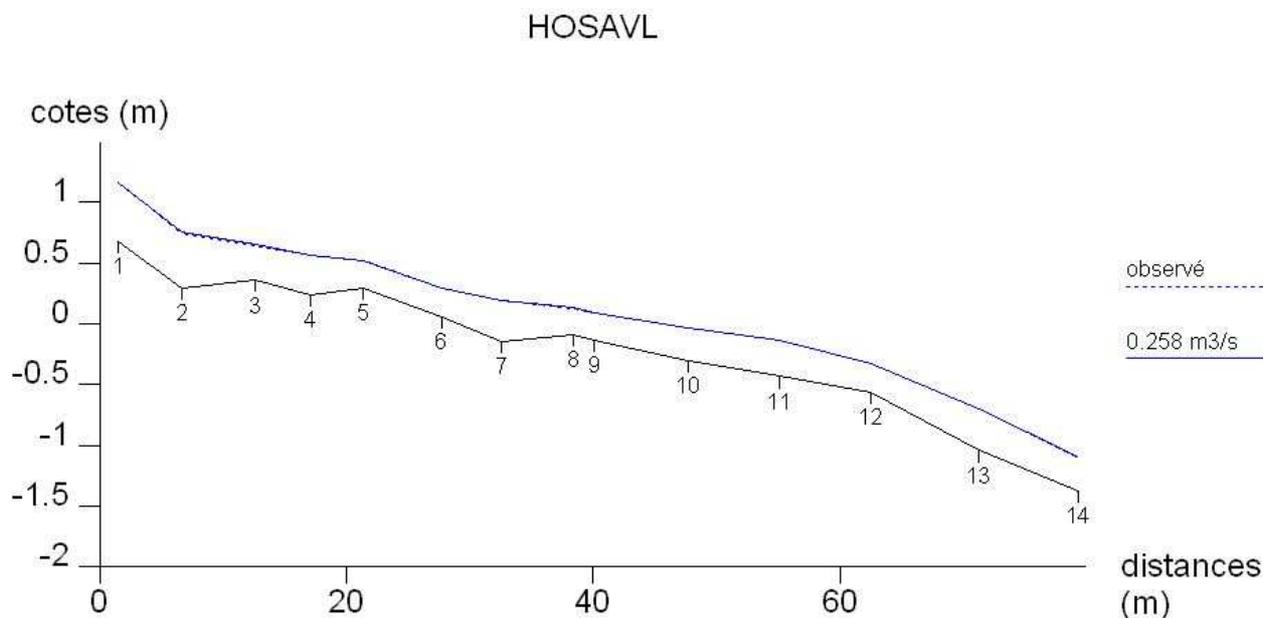


Figure 49 - Résultat du calage hydraulique pour la station Hospitalet Aval

9.1.2.1.2.1 Surface en eau

Avec l’augmentation des débits, les gains « horizontaux » sont très visibles jusqu’à 250 l/s environ (près de 30% de gains surfaciques) puis la croissance est continue mais beaucoup moins forte que ce que l’on avait pu observer sur le site amont (moins de 30% de gains jusqu’à 2 m³/s).

Cette courbe montre que l’encaissement relatif du lit (thalwegs légèrement prononcés) restreint le gain potentiel majoritaire aux plus bas débits.

Ainsi, pour les jeunes stades piscicoles, qui préfèrent les zones calmes, de bordure et de faible profondeur, il est probable que le gain d’habitat favorable soit limité à la gamme basse des débits.

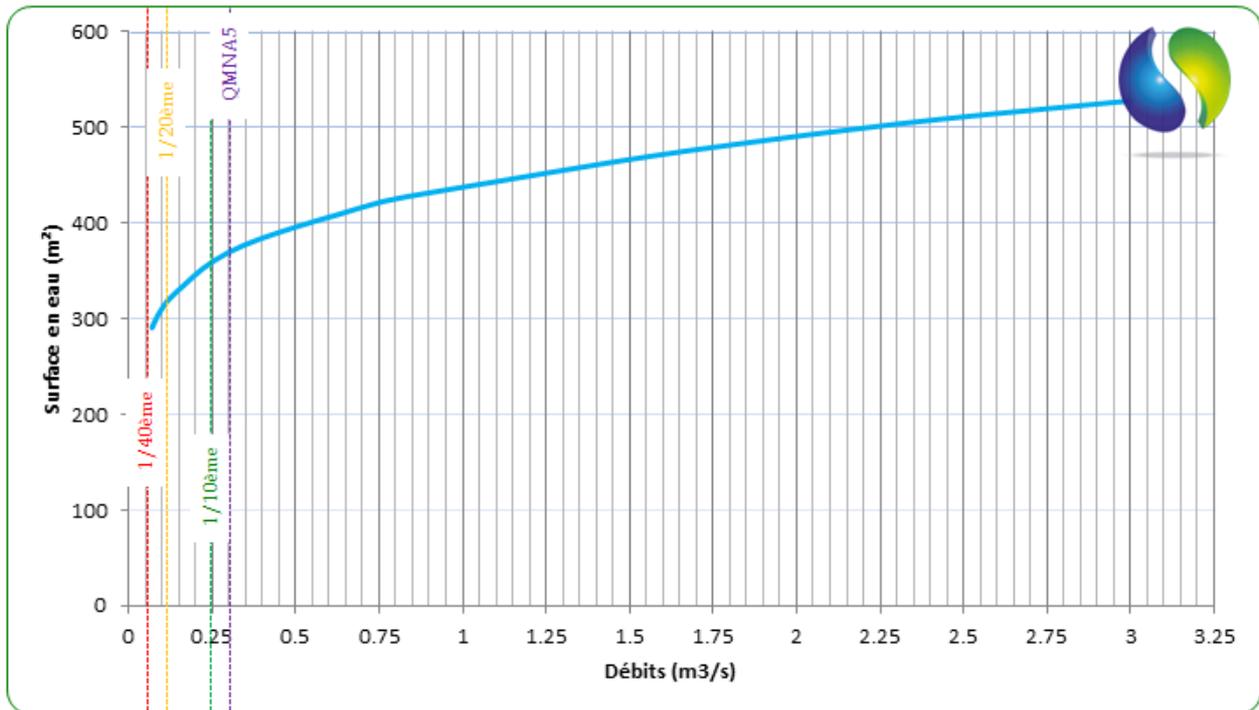


Figure 50 – Evolution de la surface en eau de la station Hospitalet Aval avec l’augmentation des débits modélisés

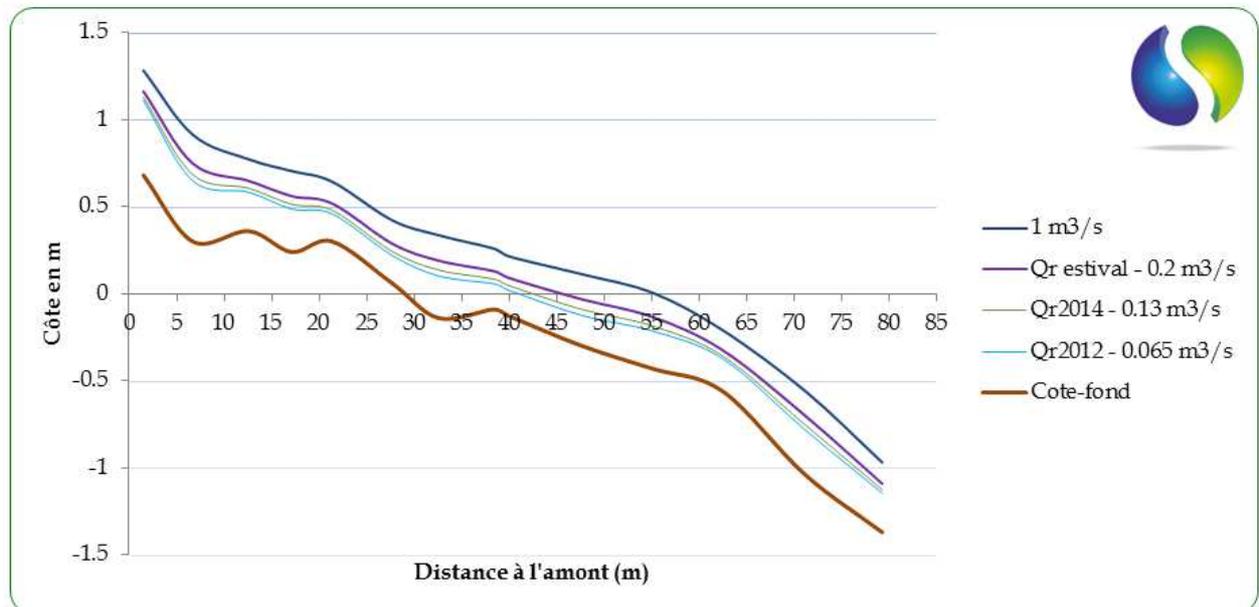


Figure 51 – Evolution de la ligne d’eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Hospitalet Aval

9.1.2.1.2.2 Variation des vitesses

La Figure 52 montre l’évolution des vitesses entre quatre débits grâce à une vue en plan de l’ensemble du lit.

Des zones lenticulaires peuvent être présentes sur de nombreuses cellules et sur l’ensemble du linéaire de la station, même aux débits modélisés les plus bas. Toutefois, on peut considérer que jusqu’à 250 l/s environ, les portions lenticulaires sont majoritaires.

Pour des débits très supérieurs (1 m³/s), la majorité des vitesses est supérieure 70 cm/s et peu de plages latérales sont encore disponibles avec des vitesses lenticulaires pour abriter les plus jeunes stades.

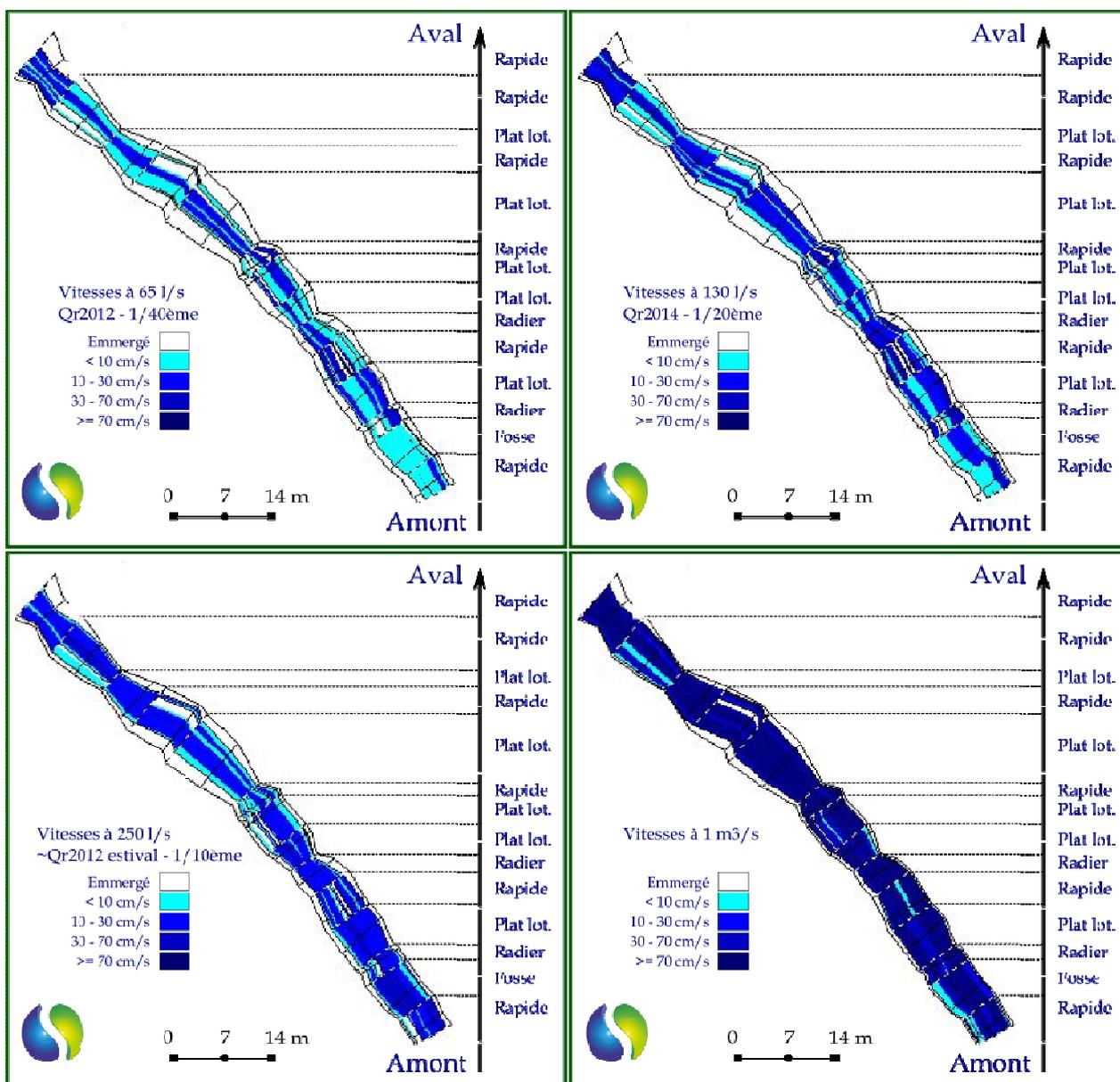


Figure 52 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Hospitalet Aval à 4 débits modélisés (1/40^{ème} du module, 1/20^{ème}, 1/10^{ème} et 1 m³/s)

9.1.2.1.2.3 Variations des profondeurs

La Figure 53 montre l’évolution des profondeurs entre ces quatre débits grâce à une vue en plan de l’ensemble du lit.

Aux débits très bas, la continuité biologique longitudinale semble réellement problématique à cause des profondeurs très faibles. Le risque de fragmentation des habitats semble être moindre seulement à partir du 1/10^{ème} du module.

Par la suite, la quasi-intégralité du lit mineur semble en eau et on ne note que très peu de gain surfacique avec, en revanche, un gain notable des profondeurs et des zones potentielles pour les gros individus, toutefois sans réelle zones refuges profondes (profondeur max 50 cm).

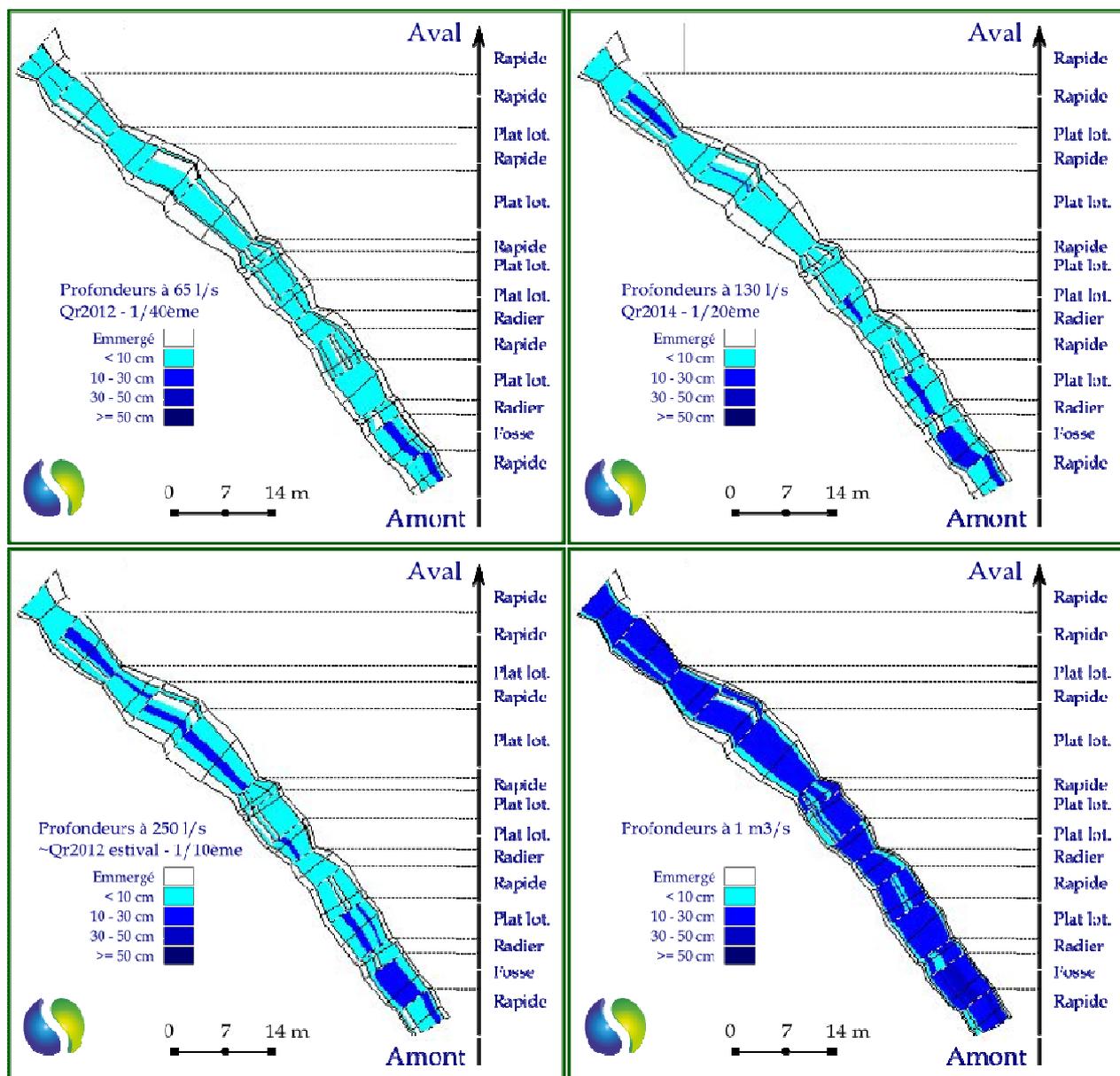


Figure 53 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Hospitalet Aval à 4 débits modélisés (1/40^{ème} du module, 1/20^{ème}, 1/10^{ème} et 1 m³/s)

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 de 65 l/s, la profondeur de la veine principale sur ce transect est limitée à 18 cm, permettant le déplacement des petites truites mais pouvant être ponctuellement problématique pour les grands individus. L’expertise sur les autres portions du site présente des valeurs bien plus importantes et, dès le 1/20^{ème} du module (130 l/s), les profondeurs sur ce transect sont supérieures à 20 cm, minimisant ainsi le risque de discontinuité biologique sur ce secteur, le supprimant totalement à partir du 1/10^{ème}.

Là encore, il convient toutefois de préciser que les portions aval de ce secteur peuvent être pourvues d’une succession importante d’obstacles qui engendre un risque plus important sur la continuité potentielle des individus eux-mêmes sur de longs linéaires.

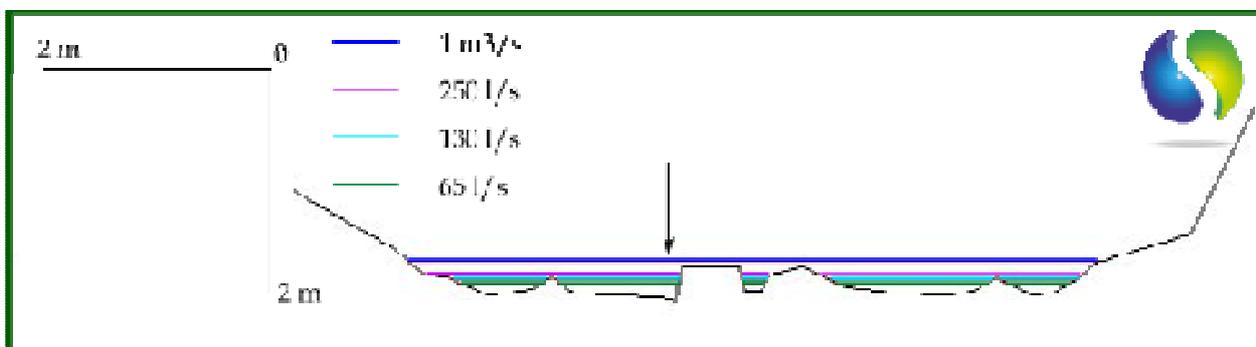


Figure 54 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station

9.1.2.2 Valeurs d’habitat

La Figure 55 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 rapidement jusqu’à des valeurs d’environ 600 l/s et il est également à noter que le potentiel théorique est très supérieur à celui observé sur la station amont (certainement grâce à une granulométrie plus favorable déjà notée lors de la sectorisation morphodynamique) ;
- Pour les jeunes stades pour la Truite, la forme des courbes de VHA est globalement comparable avec un optimum pour des valeurs de l’ordre de 200-250 l/s et une forte baisse du potentiel par la suite ;
- Pour les adultes, le plateau du potentiel optimal démarre légèrement au-delà de 250 l/s mais se poursuit jusqu’à des valeurs supérieures à 800 l/s avant de décroître progressivement par la suite. Toutefois, le potentiel pour ce stade reste faible quel que soit le débit (VHA inférieure à 0.1).

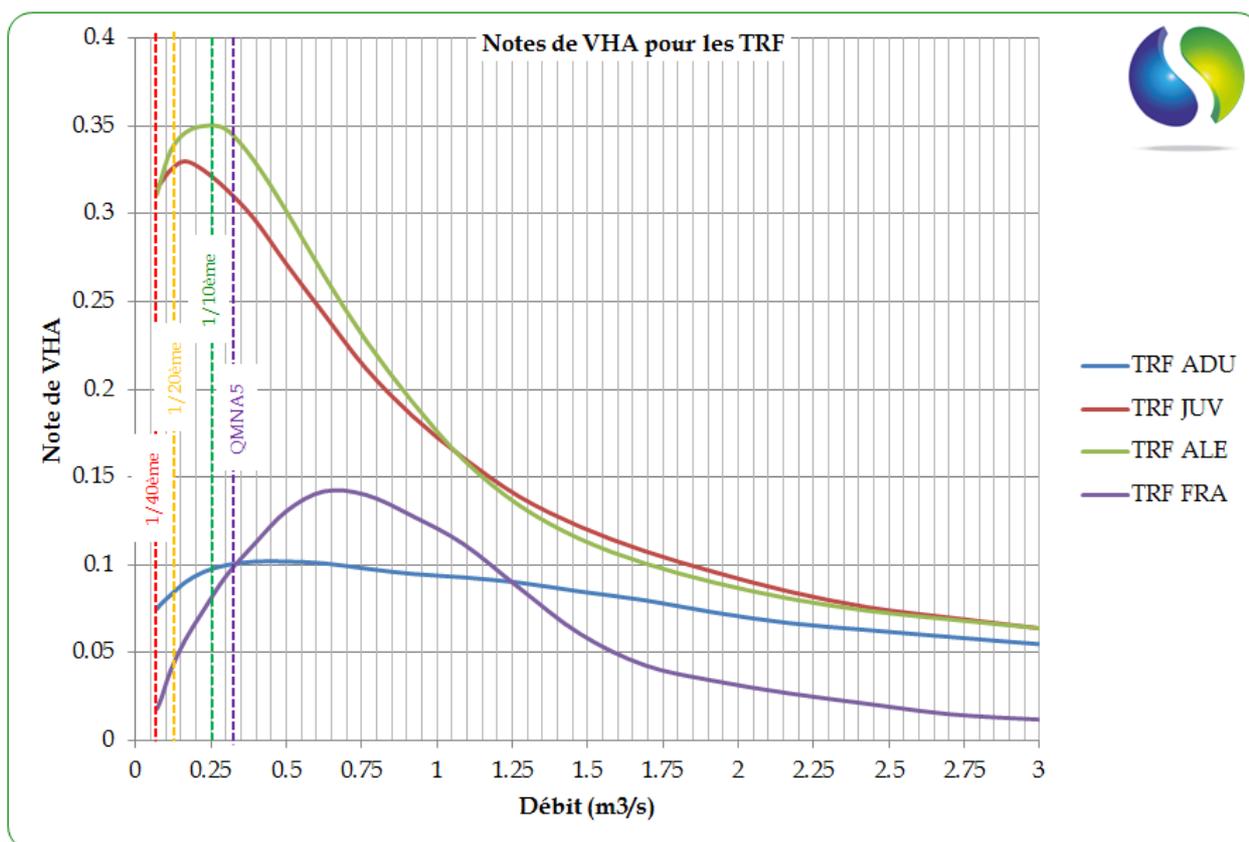


Figure 55 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Hospitalet Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.1.2.3 Surfaces pondérées utiles

La Figure 56 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 rapidement jusqu’à des valeurs proches de 600 l/s avant de décroître par la suite, au-delà du m³/s. Par ailleurs, à l’optimal spécifique, le potentiel théorique est très supérieur à celui observé sur le site amont (75 m²/100 ml contre 15 sur le site en amont immédiat de la prise d’eau d’Hospitalet). Comme nous l’avions déjà indiqué lors de la phase de sectorisation, il est évident que la granulométrie est un facteur bien plus favorable à cette activité sur le secteur ;
- Pour les adultes, le potentiel optimal semble atteint légèrement au-delà de 400 l/s et il est préservé avec la hausse des débits au moins jusqu’à 1.75 m³/s (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 autour de 250 l/s avec une perte rapide du potentiel en dessous de 150 l/s. Par la suite, le gain latéral ne permet pas de compenser l’augmentation des vitesses devenue trop importante et l’habitat potentiel pour ces stades décline rapidement au-delà de 500 l/s.

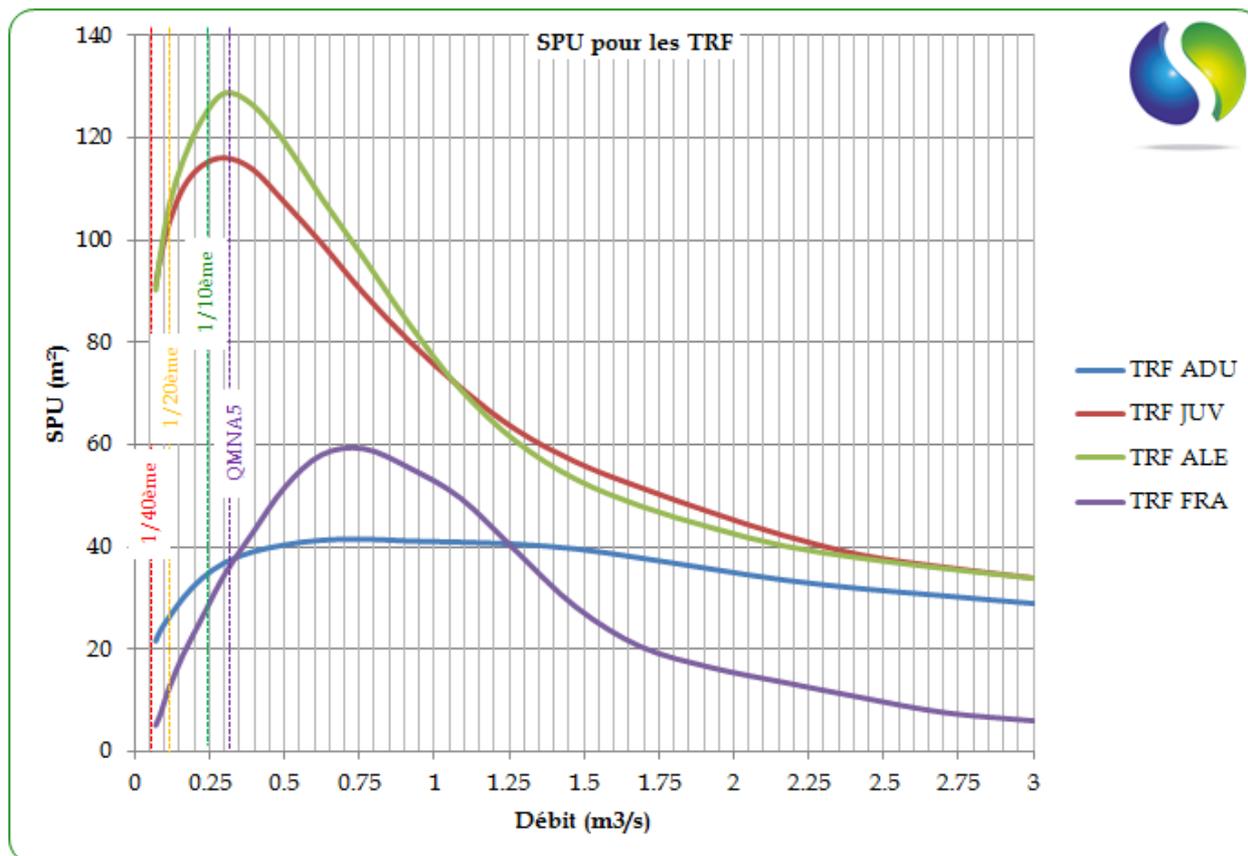


Figure 56 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Hospitalet Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.1.3 Synthèse pour la prise d’eau d’Hospitalet sur l’Ariège

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.

9.1.3.1 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, espèce cible prioritaire dans le cadre de cette étude, habitat lui-même rapporté au ratio du module au droit du/des site(s) d’analyse (respectivement 1.8 et 2.5 m³/s pour les deux sites étudiés), sachant que le site en amont de la prise d’eau tient lieu de station témoin et donc d’information pour l’analyse du tronçon influencé par la prise d’eau d’Hospitalet, lui-même directement expertisé via le site en aval de la prise d’eau.

Les tableaux de la Figure 57 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) 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) | Valeur | Ratio au module | 1/%SPU/SPU Qopt | | | 2/%SPU/SPU Qcrit | | |
|-------------|--------|-----------------|-----------------|------|------|------------------|------|------|
| | | | ADU | JEU | REP | ADU | JEU | REP |
| 50 | | 1/40ème | 56% | 81% | 3% | 59% | 87% | 3% |
| 100 | | ~1/20ème | 62% | 87% | 28% | 65% | 93% | 31% |
| 150 | | | 70% | 93% | 58% | 73% | 100% | 64% |
| 200 | | ~1/10ème | 75% | 96% | 76% | 78% | 103% | 85% |
| 250 | | ~QMNA5 | 80% | 98% | 90% | 83% | 105% | 100% |
| 300 | | | 84% | 99% | 100% | 87% | 106% | 111% |
| 400 | | ~1/5ème | 91% | 100% | 109% | 95% | 107% | 121% |
| 500 | | | 96% | 100% | 109% | 100% | 107% | 121% |
| 600 | | | 100% | 100% | 102% | 104% | 107% | 113% |
| 750 | | | 104% | 101% | 88% | 108% | 109% | 98% |
| 1000 | | | 106% | 104% | 70% | 111% | 112% | 77% |

Habitat potentiel au site amont (incertitude pour le Qcrit des adultes)

| Débit (l/s) | Valeur | Ratio au module | 1/%SPU/SPU Qopt | | | 2/%SPU/SPU Qcrit | | |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|------|------------------|------|------|
| | | | ADU | JEU | REP | ADU | JEU | REP |
| 65 | Qr2012 hivernal | 1/40ème | 55% | 81% | 9% | 67% | 86% | 11% |
| 100 | | | 62% | 86% | 16% | 76% | 92% | 21% |
| 130 | Qr2014 | 1/20ème | 69% | 90% | 23% | 84% | 96% | 30% |
| 150 | | | 75% | 94% | 30% | 91% | 100% | 39% |
| 200 | Qr2012 estival | | 82% | 98% | 41% | 100% | 104% | 52% |
| 230 | | | 86% | 99% | 47% | 105% | 106% | 60% |
| 250 | | 1/10ème | 88% | 100% | 50% | 107% | 107% | 65% |
| 300 | | ~QMNA5 | 94% | 101% | 62% | 115% | 108% | 80% |
| 400 | | | 100% | 100% | 78% | 122% | 106% | 100% |
| 450 | | | 102% | 97% | 86% | 125% | 104% | 111% |
| 500 | | 1/5ème | 104% | 95% | 91% | 127% | 101% | 117% |
| 600 | | | 105% | 89% | 100% | 128% | 95% | 128% |
| 800 | | | 105% | 76% | 103% | 128% | 81% | 133% |
| 1000 | | | 104% | 65% | 94% | 127% | 69% | 120% |
| 1500 | | | 101% | 50% | 51% | 123% | 53% | 66% |

Habitat potentiel au site aval

Figure 57 – Comparaison d’habitat potentiel relatif suivant les débits par rapport à une situation de Qcrit ou de Qopt pour chaque stade de la Truite

De manière beaucoup plus synthétique, le Tableau 20 présente les mêmes variations potentielles d’habitat pour chacun des stades cibles de la Truite 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 (1/20^{ème} du module) peut être estimé à 26% par rapport à l’ancienne valeur du 1/40^{ème} du module. Une valeur équivalente au débit critique pour ce stade permettrait un gain encore plus conséquent (de l’ordre de 20%) ;
- Pour les jeunes stades de cette espèce, l’essentiel du gain a déjà été atteint grâce au passage au 1/20^{ème} du module (12% de gain). Des valeurs de débit équivalentes au débit critique ou au débit optimal n’auraient qu’un effet très limité, essentiellement en raison de l’augmentation des vitesses qui restreignent ce gain ;
- Concernant le potentiel de reproduction, l’incertitude liée à ce modèle biologique est plus forte mais un gain considérable, même s’il est déjà conséquent grâce au passage au nouveau débit réservé, pourrait visiblement être encore obtenu avec une augmentation légère du débit.

Tableau 20 – Analyse synthétique du potentiel d’habitat pour les Truites sur les deux sites EVHA de l’Ariège – variations entre les seuils symboliques (ancien Qr, nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal)

| | Truites | | | |
|---|--|---------------|----------------|-------|
| | Adultes | Juveniles | Zones de fraie | |
| HOSPITALET AMONT - Informations témoins | Seuil critique brut (m3/s) | 0.200 à 0.500 | 0.150 | 0.250 |
| | Seuil optimal brut (m3/s) | 0.600 | 0.600 | 0.300 |
| | Variation d’habitat entre le 1/20 ^{ème} et le Qcritique | 35 à 55% | 7% | 226% |
| | Variation d’habitat entre Qcritique et Qoptimal | 5 à 30% | 7% | 11% |
| | Ancien Qr hivernal (1/40 ^{ème} + Bvi) | | 0.065 | |
| HOSPITALET AVAL | Ancien Qr estival (01/06 au 15/10) | | 0.205 | |
| | Seuil mini Qr 2014 (1/20 ^{ème} + Bvi) | | 0.130 | |
| | Seuil critique brut (m3/s) | 0.200 | 0.150 | 0.400 |
| | Seuil optimal brut (m3/s) | 0.400 | 0.250 | 0.600 |
| | Variation d’habitat entre l’ancien Qr et le 1/20 ^{ème} | 26% | 12% | 160% |
| | Variation d’habitat entre le 1/20 ^{ème} et le Qcritique | 19% | 4% | 236% |
| | Variation d’habitat entre Qcritique et Qoptimal | 22% | 7% | 28% |
| * incertitude forte | | | | |

9.1.3.2 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 site en aval immédiat de la prise d’eau que l’habitat potentiel disponible pour les salmonidés est bien conservé au débit minimal réglementaire du 1/20^{ème} du module (entre 85 et 95% du potentiel modélisé au seuil critique est encore disponible pour les adultes et pour les jeunes pour 70 à 80% du

potentiel optimal). La présence d’une ripisylve relativement fournie renforce d’autant plus la minimisation du risque de dégradation.

Toutefois, et même si l’incertitude liée à la méthodologie des microhabitats sur ce secteur est forte, une augmentation de débit au 1/10^{ème} du module semblerait être extrêmement bénéfique en terme de potentiel de reproduction (enjeu réel sur cette portion), permettre de dépasser le seuil critique pour les différents stades et se rapprocher notablement des valeurs hydrologiques estimées d’étiage.

La conclusion suivante est proposée au droit de la station DMB aval mais aussi en aval immédiat de la prise d’eau compte tenu des faibles apports disponibles dans le bassin versant intermédiaire :

Ces éléments nous amènent à proposer comme débit minimum biologique une valeur de débit restitué proche de 250 l/s (1/10^{ème} du module au droit du site EVHA) qui permettrait de concilier les exigences écologiques des jeunes stades tout améliorant notablement la reproduction salmonicole et en étant en cohérence plus forte avec l’hydrologie réelle du cours d’eau.

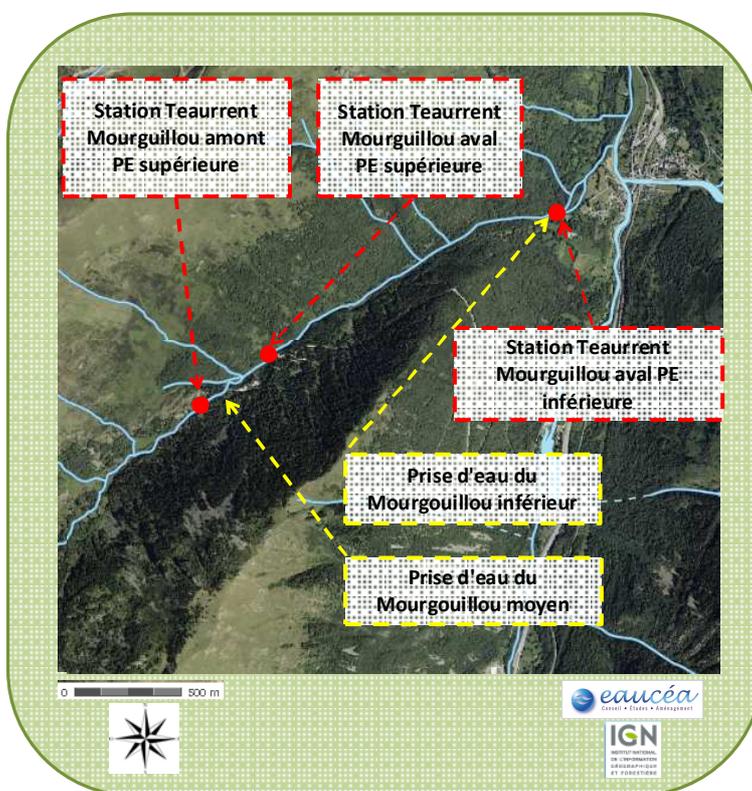
| Site | Module (l/s) | débit critique (l/s) | débit optimal (l/s) | DMB proposé |
|--|--------------|----------------------|---------------------|-------------|
| | | | | en l/s |
| Station EVHA Hospitalet amont | 1796 | 350 | 600 | |
| Station EVHA Hospitalet aval | 2560 | 250 | 350 | 250 |
| Prise d'eau Hospitalet (par restitution directe) | 2330 | 250 | 350 | 250 |
| * incertitude forte | | | | |

9.2 PRISE D’EAU DU MOURGUILLOU MOYEN

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 7.2, le Mourguillou possède une vallée avec des conformations diversifiées. Les deux prises d’eau se situent toutefois dans la partie aval, zone de plus forte pente et où la vallée est la plus encaissée, la fragmentation longitudinale y est forte et c’est donc un secteur naturellement peu favorable aux peuplements piscicoles.

Dans le cadre de l’analyse des débits biologiques à respecter en aval des prises d’eau de l’aménagement de Mérens, nous nous intéressons ici uniquement aux deux stations TeauRRENT en amont et en aval immédiat de la prise d’eau « Mourguillou moyen », la station la plus aval étant elle directement concernée par la prise d’eau « Mourguillou inférieure » qui alimente l’usine d’Aston.



9.2.1 Station Mourguillou moyen amont

9.2.1.1 Conditions d'écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 31/07/2013 pour un débit équivalent à 53% du module (379 l/s pour 710 l/s) au droit du site TeauRRENT.

Cette station possède une pente forte (15% liés essentiellement à la dernière chute). La largeur du cours d’eau est assez importante comparé aux autres stations du pool. Ce

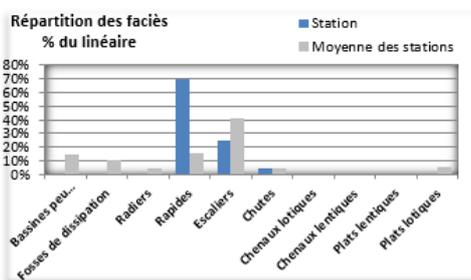
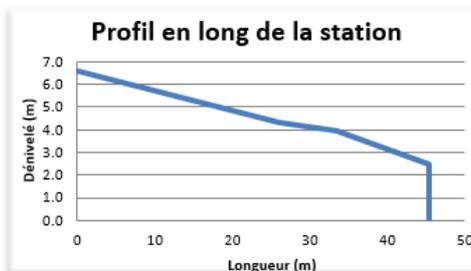
site amont présente une faible diversité des faciès, composée de rapides et d’escaliers avec une chute terminale qui accroît la fragmentation longitudinale.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m amont PE supérieur

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|----|----------------------|---|
| USINE : Mérens | Longueur totale de la station (m) | 45 | Nb faciès / 100 m | 9 |
| | Dénivelée de la station (m) | 7 | Nb chutes pour 100 m | 2 |
| | Pente en % | 15 | | |

Caractéristiques générales

| Faciès | Longueur (m) | Largeur (m) | Pente | Hauteur (m) |
|----------|--------------|-------------|-------|-------------|
| Rapide | 26 | 5 | 8.7% | |
| Rapide | 7.4 | 4.2 | 5.2% | |
| Escalier | 12 | 6 | 12.3% | |
| Chute | | 2.5 | | 2.5 |

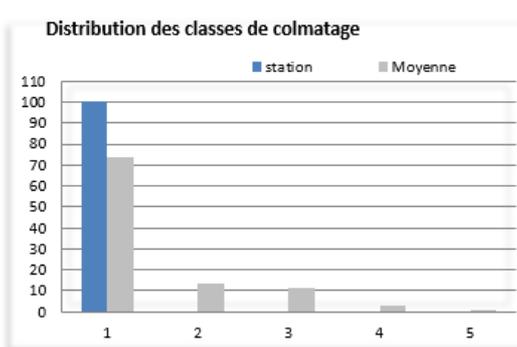
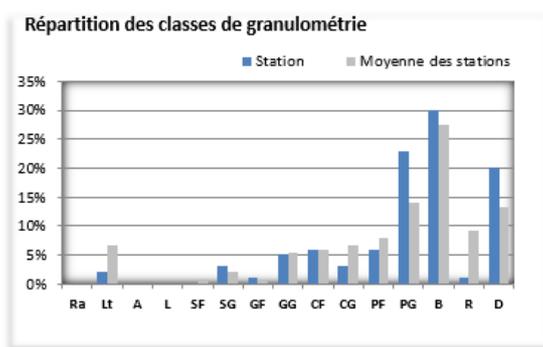


9.2.1.2 Substrats

La granulométrie est majoritairement grossière, composée essentiellement de blocs et de pierres grossières avec une présence forte d’écoulements sur dalles. Les autres classes granulométriques sont toutefois présentes mais en faible pourcentage.

Le colmatage par les « fines » est nul.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m amont PE supérieur



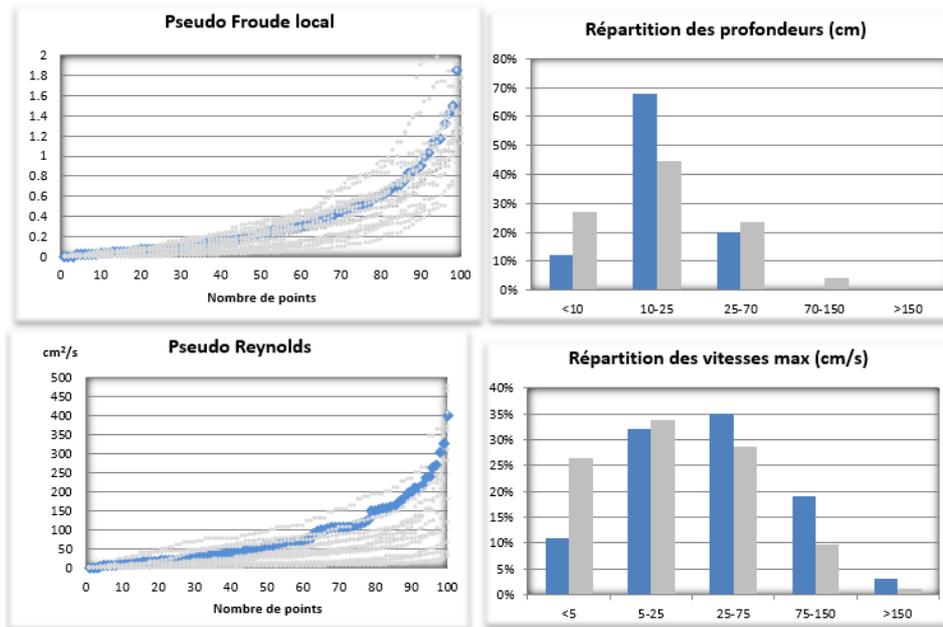
9.2.1.3 Hydraulique

Cette station possède des profondeurs comprises principalement entre 10 et 25 cm. Les vitesses sont bien diversifiées et il faut noter la bonne proportion de vitesses lotiques.

La station a donc des caractéristiques torrentielles bien établies qui sont confirmées par les indicateurs hydrauliques présentés.



Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m amont PE supérieur



9.2.1.4 Indices d’habitabilité

Malgré la forte domination de certaines classes granulométriques, la variété des vitesses offre une certaine diversification des couples substrat/vitesse.

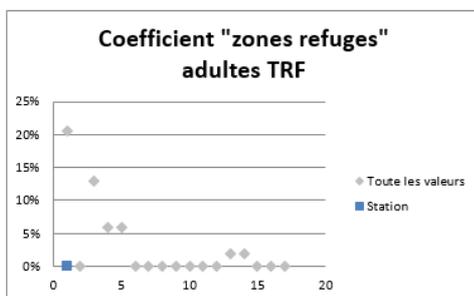
Ainsi, la note d’habitabilité est très bonne pour cette station et il en est de même pour l’indice de complexité.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m amont PE supérieur

| Mourguillou PE sup amont | | Classes de vitesses (cm/s) | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------------------|------|-------|---------------------------|------|
| | | <5 | 5-25 | 25-75 | 75-150 | >150 |
| Substrats | | 1 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| CF | 9 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| CG | 9 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| PF | 9 | 2 | 0 | 3 | 1 | 0 |
| PG | 8 | 0 | 10 | 8 | 3 | 1 |
| Br | 7 | 0 | 8 | 7 | 8 | 0 |
| Lt | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Ra | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GG | 6 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| GF | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| SpE | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SG | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 3 | 1 | 6 | 7 | 4 | 3 |
| D | 2 | 0 | 1 | 6 | 1 | 1 |
| Al | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coefficient Habitabilité Pyrénéen | | 17.52 /20 | | | Indice de complexité 3.90 | |

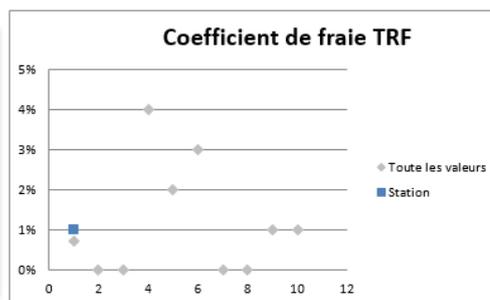
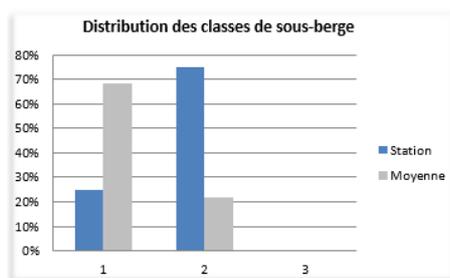
La portion amont de la station possède des habitats intéressants, pour les truites juvéniles particulièrement. Cependant la chute à l’aval de la station marque une forte rupture de continuité piscicole en montaison et elle est représentative d’un secteur où la mobilité des individus piscicole est quasi-impossible.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m amont PE supérieur



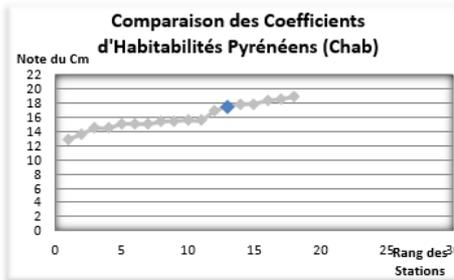
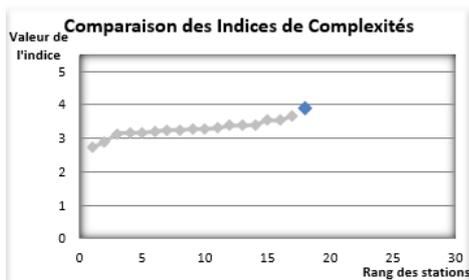
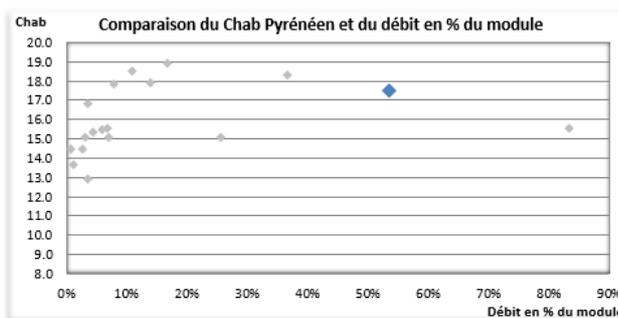
Cloisonnement

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Nombre de chute supérieur à 30 cm | 1 |
| Nombre de chute supérieur à 80 cm | 1 |
| Hauteur de chute maximum (m) | 2.5 |
| Hauteur de chute cumulée (m) | 2.5 |
| Nombre de chute / 100 m | 2.2 |



La comparaison des indicateurs d’habitabilité avec le pool de sites disponibles permet de définir ce site en amont de la prise d’eau comme bénéficiant d’un fort indice de complexité et d’une bonne note relative du Chab, mais légèrement moindre qu’avec des ratios au module plus bas. Il est probable que les fortes vitesses engendrées par ces débits aient tendance, sur cette gamme de débits, à réduire le potentiel d’habitabilité disponible.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m amont PE supérieur



9.2.2 Station Mourguillou moyen aval

9.2.2.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 31/07/2013 pour un débit faible, équivalent à 7% du module (52 l/s pour 752 l/s) au droit du site TeauRENT.

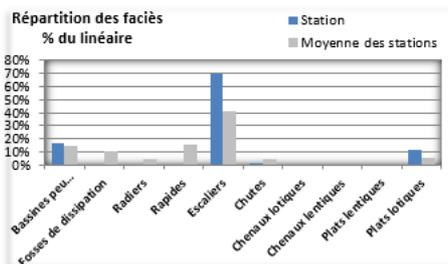
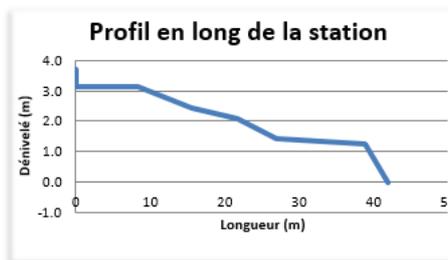
Cette station possède une pente moyenne pour le secteur, comparable au site en amont de la prise d’eau si l’on omet sa chute d’eau terminale. Les faciès majoritaires sont les escaliers à la place des rapides. Quelques bassines offrent des zones de refuges complémentaires, mais elles sont de profondeur restreinte.

Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m aval PE supérieur

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|----|----------------------|----|
| USINE : Mérens | Longueur totale de la station (m) | 42 | Nb faciès / 100 m | 19 |
| | Dénivelée de la station (m) | 4 | Nb chutes pour 100 m | 2 |
| | Pente en % | 9 | | |

Caractéristiques générales

| Faciès | Longueur (m) | Largeur (m) | Pente | Hauteur (m) |
|--------------|--------------|-------------|-------|-------------|
| Chute | | 1.8 | | 0.6 |
| Bassine | 4 | 3.6 | 0.0% | |
| Escalier | 4.3 | 2.3 | 15.8% | |
| Escalier | 7.2 | 2.8 | 5.2% | |
| Escalier | 6.2 | 2.6 | 10.5% | |
| Plat lotique | 5.2 | 2.2 | 3.5% | |
| Escalier | 11.9 | 1.6 | 10.5% | |
| Bassine | 3.2 | 2.7 | 0.0% | |

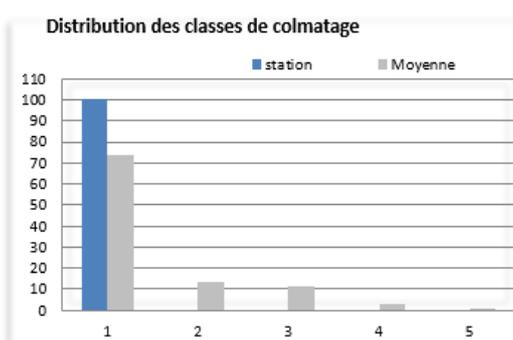
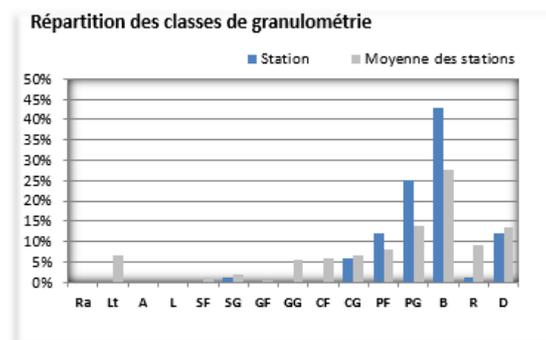


9.2.2.2 Substrats

La granulométrie dominante est composée de fractions grossières et semble équivalente à celle de la station amont. Il y a toutefois moins de diversité concernant les autres classes granulométriques et surtout beaucoup moins d’écoulements sur dalles, peu biogènes.

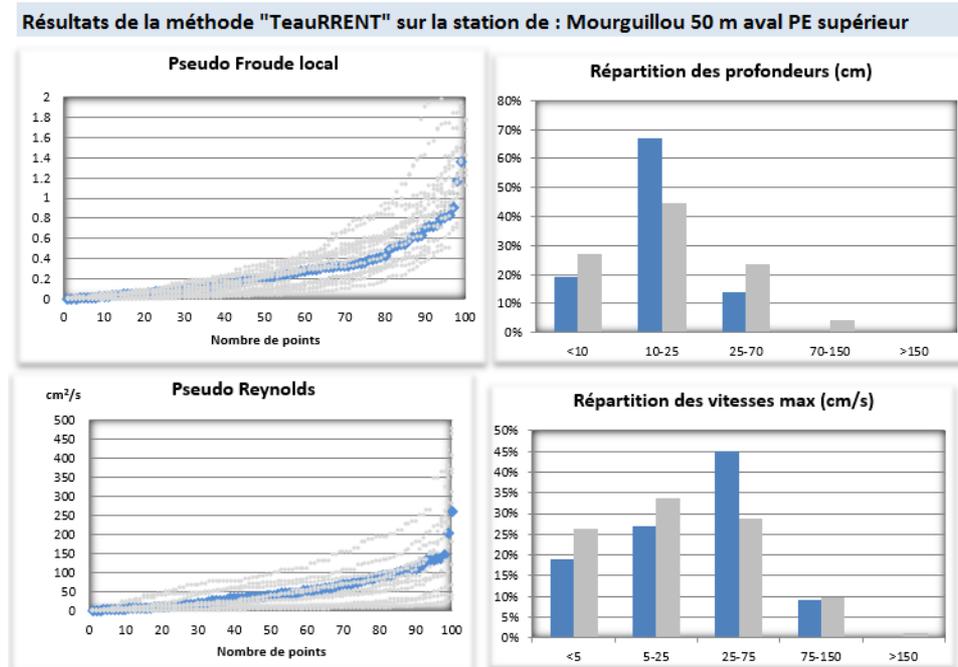
Ici également, le colmatage par les « fines » est nul.

Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m aval PE supérieur



9.2.2.3 Hydraulique

Les distributions des classes de profondeurs et de vitesses sont, elles aussi, similaires avec la station amont. Seule la classe intermédiaire présente une proportion plus grande au détriment des vitesses plus lentes, certainement de par le débit beaucoup plus restreint.



9.2.2.4 Indices d’habitabilité

La diversité des couples substrat/vitesse est bien moindre ici qu’en amont, essentiellement en raison des moindres diversités des vitesses en lien avec le faible débit.

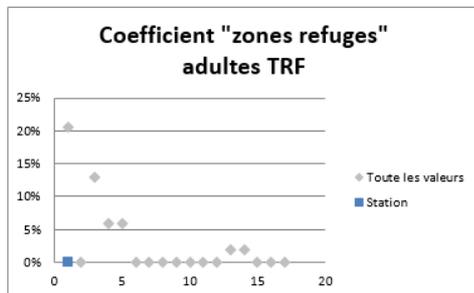
Ainsi, l’indice de complexité et la note d’habitabilité sont bien plus faibles.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m aval PE supérieur

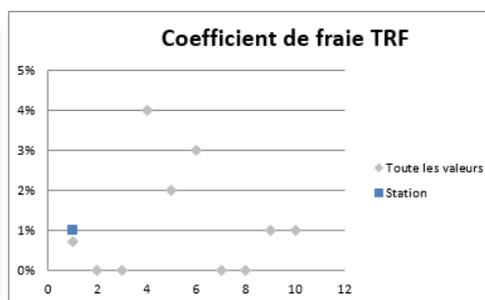
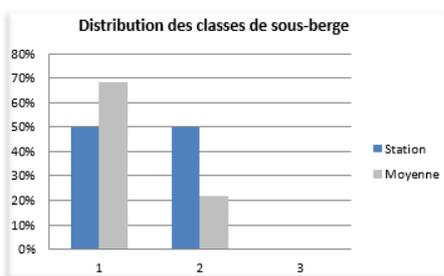
| Mourguillou PE sup aval | | Classes de vitesses (cm/s) | | | | |
|-----------------------------------|---|----------------------------|------|-------|---------------------------|------|
| | | <5 | 5-25 | 25-75 | 75-150 | >150 |
| Substrats | | 1 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| CF | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CG | 9 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 |
| PF | 9 | 2 | 6 | 4 | 0 | 0 |
| PG | 8 | 3 | 9 | 11 | 2 | 0 |
| Br | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lt | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ra | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GG | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GF | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SpE | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SG | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| B | 3 | 5 | 12 | 21 | 5 | 0 |
| D | 2 | 0 | 5 | 5 | 2 | 0 |
| Al | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coefficient Habitabilité Pyrénéen | | 15.05 /20 | | | Indice de complexité 2.73 | |

Cette station est, comme pour l’amont, peu favorable à la faune piscicole, notamment à la vue des profondeurs faibles et de la discontinuité importante mais on a vu dans la sectorisation que les caractéristiques morphodynamiques du tronçon à l’aval immédiat de ce secteur pouvaient être bien meilleures.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m aval PE supérieur

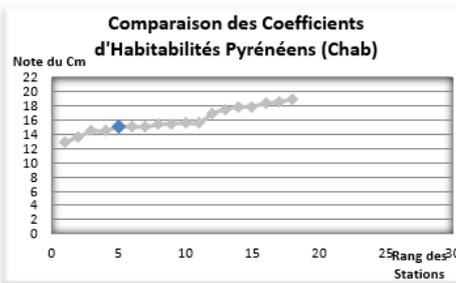
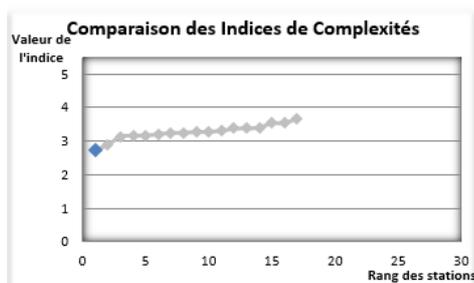
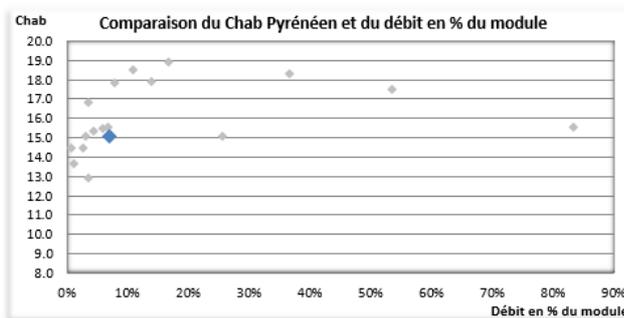


| Cloisonnement | |
|-----------------------------------|-----|
| Nombre de chute supérieur à 30 cm | 1 |
| Nombre de chute supérieur à 80 cm | 0 |
| Hauteur de chute maximum (m) | 0.6 |
| Hauteur de chute cumulée (m) | 0.6 |
| Nombre de chute / 100 m | 2.4 |



Au débit d’observation (légèrement supérieur au 1/20^{ème} du module), la note d’habitabilité, comparée au pool disponible, est faible et les débits supérieurs du site amont ont montré qu’elle pouvait être bien supérieure dans un contexte morphologique comparable, d’autant plus que les habitats peu biogènes sont ici un peu moins présents.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourguillou 50 m aval PE supérieur



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

Au regard de ces éléments, la préconisation d’une valeur minimale de 50 l/s (1/15^{ème} du module - seuil critique identifié dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT) semble indispensable.

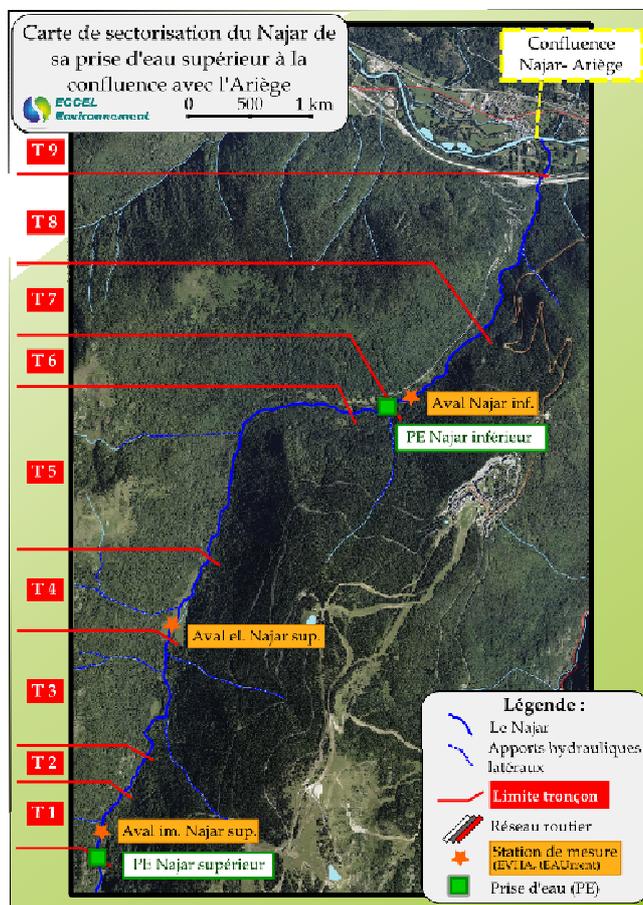
Dans la mesure où il convient de limiter au maximum le risque de dégradation sur la portion aval du ruisseau qui présente des qualités habitationnelles intéressantes et, en comparaison avec le site amont qui permet d’espérer un gain notable, l’atteinte du seuil méthodologique optimal (71 l/S – 1/10^{ème} du module) pourrait être pertinente et améliorer la situation actuelle.

9.3 PRISE D’EAU DU NAGEAR SUPERIEURE

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

L’amont de la prise d’eau n’est pas prospectable. Comme cela est présenté dans la sectorisation du cours d’eau, les tronçons jusqu’à la prise d’eau « Nagear inférieure » présentent des conditions morphodynamiques différentes. Ainsi, afin de représenter au mieux ces variations, deux sites ont été analysés via la méthode TeauRRENT, le premier en aval immédiat de la prise d’eau et le second sur une partie transitoire entre les profils amont et aval.

Dans le cadre de l’analyse des débits biologiques à respecter en aval des prises d’eau de l’aménagement de Mérens, nous nous intéressons ici uniquement aux deux stations TeauRRENT en aval de la prise d’eau « Nagear supérieure ».



9.3.1 Station Nagear supérieure aval immédiat

9.3.1.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 18/09/2013 pour un débit équivalent à 11% du module (105 l/s pour 960 l/s) au droit du site TeauRRENT.

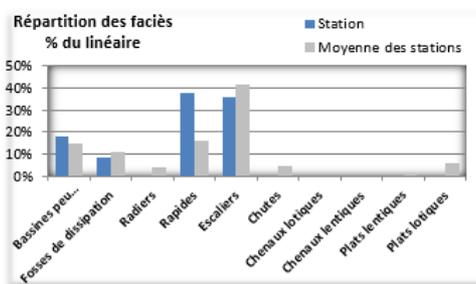
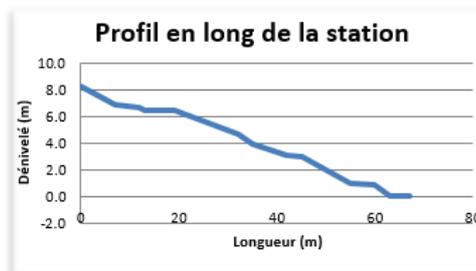
Cette station possède une pente moyenne pour le secteur (12%). Les faciès sont typiques et diversifiés, alternant faciès lotiques (rapides/escaliers) et zones de dissipation énergétique (fosses/bassines).

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Nagear sup aval immédiat

| | | | | |
|----------------------|-----------------------------------|----|----------------------|----|
| USINE : Aston | Longueur totale de la station (m) | 67 | Nb faciès / 100 m | 18 |
| | Dénivelée de la station (m) | 8 | Nb chutes pour 100 m | 0 |
| | Pente en % | 12 | | |

Caractéristiques générales

| Faciès | Longueur (m) | Largeur (m) | Pente | Hauteur (m) |
|-------------------|--------------|-------------|-------|-------------|
| Escalier | 7 | 4 | 19.4% | |
| Rapide | 5 | 3 | 3.5% | |
| Escalier | 1 | 3 | 21.3% | |
| Fosse de dissipat | 6 | 5 | 0.0% | |
| Rapide | 13 | 5 | 14.1% | |
| Escalier | 3 | 6 | 26.8% | |
| Rapide | 7 | 3 | 12.3% | |
| Bassine | 3 | 2 | 1.7% | |
| Escalier | 10 | 3 | 21.3% | |
| Bassine | 5 | 3 | 1.7% | |
| Escalier | 3 | 2 | 26.8% | |
| Bassine | 4 | 4 | 1.7% | |

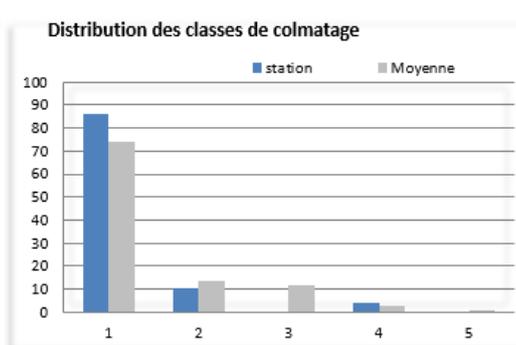
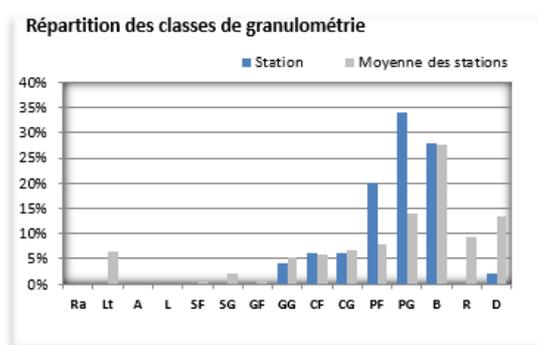


9.3.1.2 Substrats

La distribution granulométrique est plutôt centrée sur les classes grossières et intermédiaires avec une nette domination des pierres et des blocs.

Le colmatage est très faible mais on note quelques points présentant des dépôts de fines, parfois importants.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Nagear sup aval immédiat

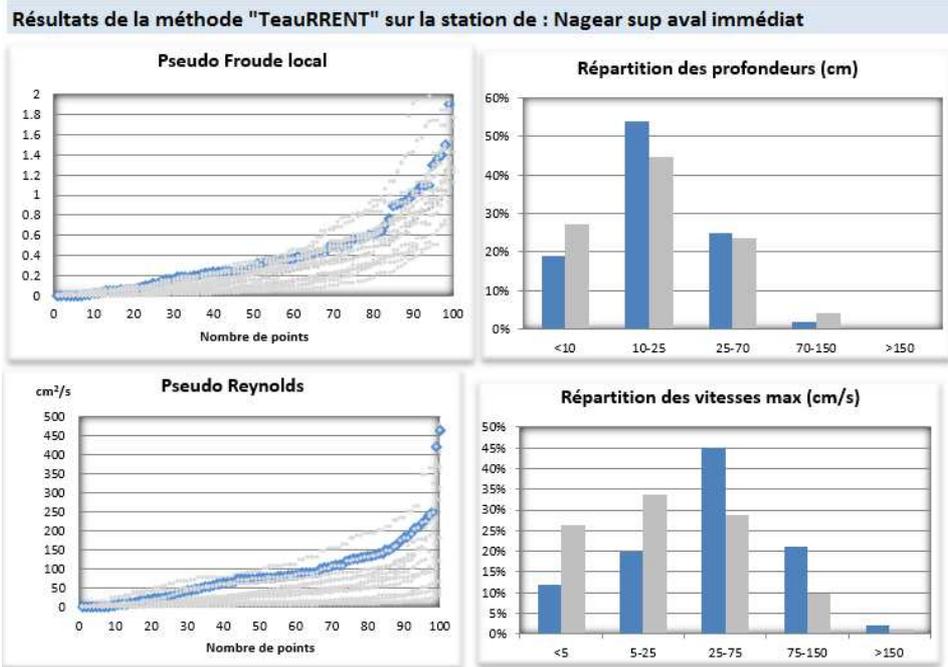


9.3.1.3 Hydraulique

Comme le montrent les graphiques ci-dessous, la diversification des profondeurs et des vitesses est bien présente malgré l’influence du débit réservé et le faible ratio de module observé lors des mesures.



Les Reynolds et Froude comparatifs sont en effet dans la gamme haute des sites du pool typologique disponible.



9.3.1.4 Indices d’habitabilité

Le tableau de synthèse d’habitabilité illustre bien la forte diversité des couples substrat/vitesse.

De plus, les couples présents sont essentiellement dans les classes les plus biogènes, la note d’habitabilité est élevée et il en est de même pour l’indice de complexité.

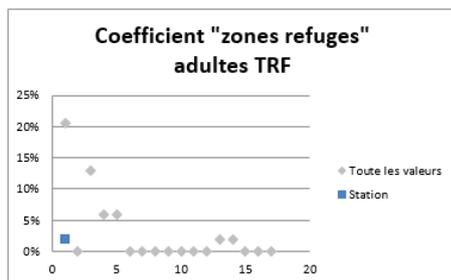
Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Nagear sup aval immédiat

| Nagear sup aval imm | | Classes de vitesses (cm/s) | | | | |
|-----------------------------------|---|----------------------------|------|-------|---------------------------|------|
| | | <5 | 5-25 | 25-75 | 75-150 | >150 |
| Substrats | | 1 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| CF | 9 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 |
| CG | 9 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| PF | 9 | 6 | 0 | 8 | 6 | 0 |
| PG | 8 | 0 | 7 | 17 | 8 | 0 |
| Br | 7 | 0 | 4 | 2 | 8 | 2 |
| Lt | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ra | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GG | 6 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| GF | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SpE | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SG | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 3 | 2 | 2 | 10 | 0 | 0 |
| D | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Al | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coefficient Habitabilité Pyrénéen | | 18.51 /20 | | | Indice de complexité 3.31 | |

Les indicateurs spécifiquement piscicoles présentent une situation relativement favorable à ces espèces avec une faible fragmentation longitudinale relative.

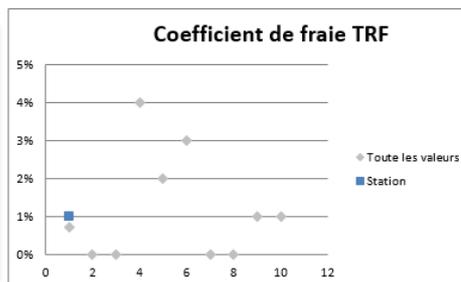
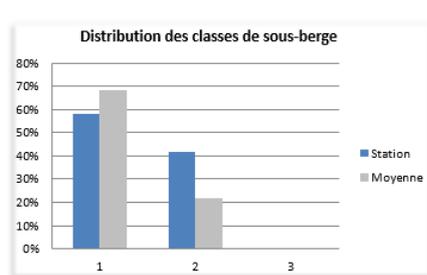
De même le potentiel en « zones refuges » et en patches favorables à la reproduction ou aux abris latéraux est bien présent.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Nagear sup aval immédiat



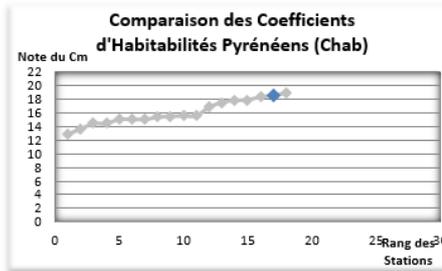
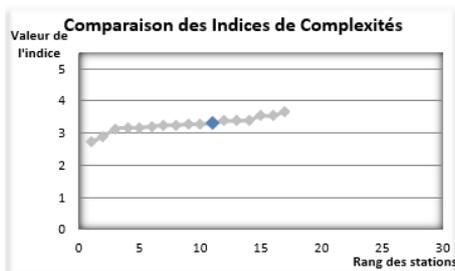
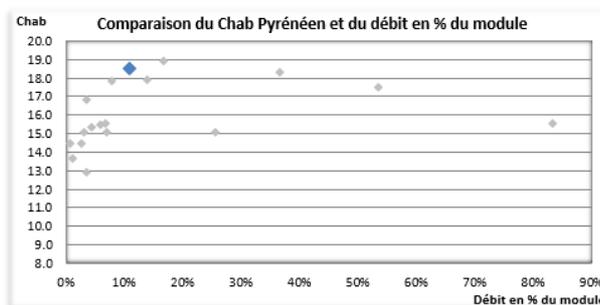
Cloisonnement

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Nombre de chute supérieur à 30 cm | 0 |
| Nombre de chute supérieur à 80 cm | 0 |
| Hauteur de chute maximum (m) | 0 |
| Hauteur de chute cumulée (m) | 0 |
| Nombre de chute / 100 m | 0.0 |



La bonne diversité de couples substrat/vitesse fait que ce site est identifié dans la gamme haute des stations analysées, surtout pour le Chab, grâce à la forte présence des couples les plus biogènes.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Nagear sup aval immédiat



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

A la vue de ces éléments il apparaît indispensable, pour minimiser le risque et pour éviter une dégradation avec des débits plus bas, de préconiser un débit minimum biologique au moins équivalent au seuil critique défini dans la méthodologie TeauRRENT (64 l/s - 1/15^{ème} du module).

9.3.2 Station Nagear supérieure aval éloigné

9.3.2.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 18/09/2013 pour un débit équivalent à 37% du module (480 l/s pour 1313 l/s) au droit du site TeauRENT.

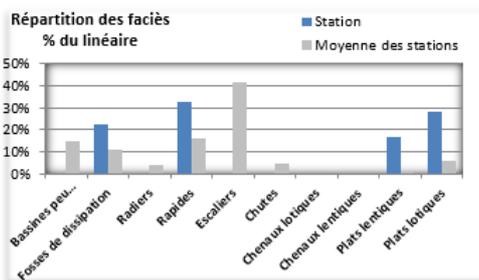
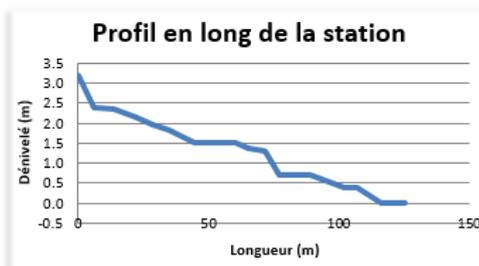
Cette station possède une alternance de faciès lotiques plats/rapides avec des faciès plus lenticques (fosses/plats). En effet, la pente moyenne est nettement plus faible que sur la station précédente.

Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Nagear supérieur aval éloigné

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|-----|----------------------|----|
| USINE : Mérens | Longueur totale de la station (m) | 126 | Nb faciès / 100 m | 13 |
| | Dénivelée de la station (m) | 3 | Nb chutes pour 100 m | 0 |
| | Pente en % | 3 | | |

Caractéristiques générales

| Faciès | Longueur (m) | Largeur (m) | Pente | Hauteur (m) |
|-------------------|--------------|-------------|-------|-------------|
| Rapide | 6 | 3.5 | 14.1% | |
| Fosse de dissipat | 7.5 | 5 | 0.3% | |
| Plat lotique | 9 | 4.5 | 2.1% | |
| Rapide | 5.5 | 5 | 3.5% | |
| Plat lotique | 7 | 5.5 | 1.7% | |
| Rapide | 9.5 | 3 | 3.5% | |
| Fosse de dissipat | 6.5 | 3.5 | 0.0% | |
| Plat lotique | 9 | 5 | 0.0% | |
| Rapide | 5 | 5 | 2.6% | |
| Plat lotique | 6.5 | 5.5 | 1.4% | |
| Rapide | 5.5 | 3.5 | 10.5% | |
| Plat lenticque | 12 | 5 | 0.0% | |
| Plat lotique | 13 | 4.5 | 2.6% | |
| Fosse de dissipat | 5 | 4.5 | 0.0% | |
| Rapide | 9 | 3 | 4.0% | |
| Fosse de dissipat | 9.5 | 5 | 0.2% | |

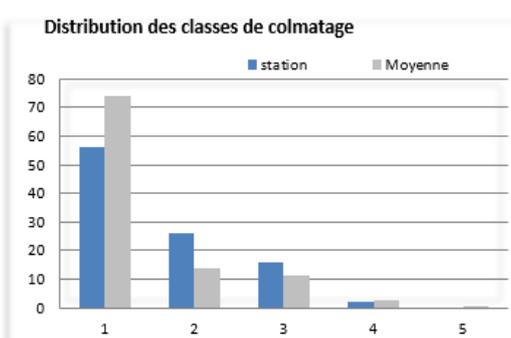
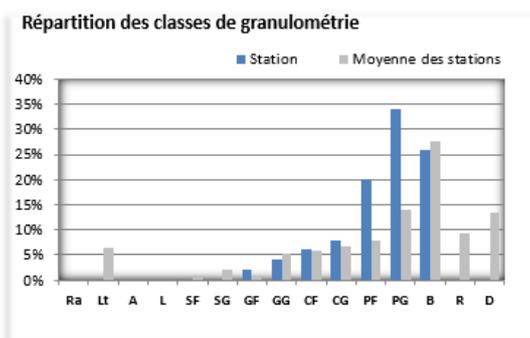


9.3.2.2 Substrats

La granulométrie est très comparable à celle observée sur la station en aval immédiat de la prise d’eau, les pierres et les blocs étant notamment bien représentés. Une certaine diversité est présente ce qui permet d’avoir une mosaïque intéressante.

Le colmatage est faible mais plus important que sur le site précédent avec près de 20% des points présentant un colmatage « moyen » à « fort ».

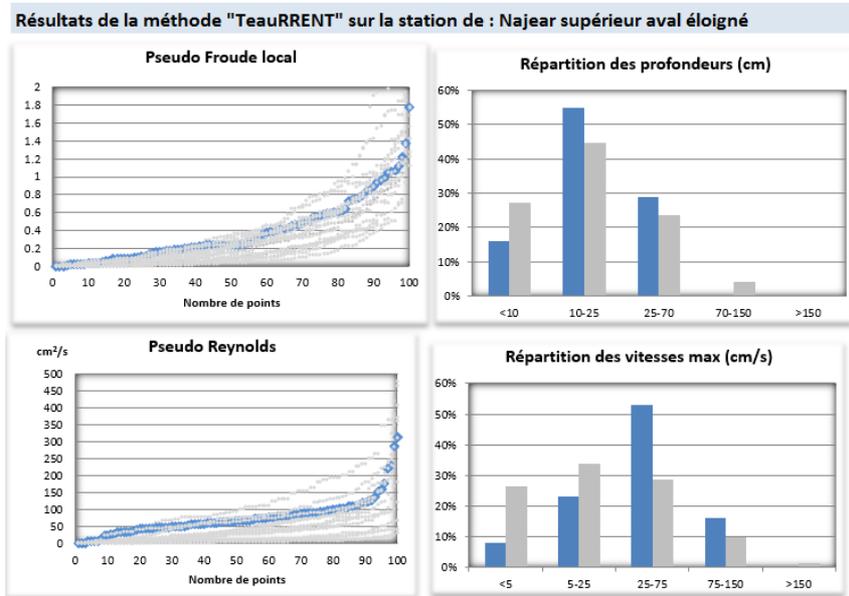
Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Nagear supérieur aval éloigné



9.3.2.3 Hydraulique

La répartition des profondeurs et des vitesses dans les différentes classes est sensiblement similaire à celle observée sur le site plus amont malgré un débit bien plus élevé, certainement en raison de la pente plus faible.

Les valeurs des indicateurs hydrauliques, en comparaison avec celles des autres sites, se situent, là aussi, dans la gamme haute du pool disponible.



9.3.2.4 Indices d’habitabilité

La mosaïque des couples substrat/vitesse est presque aussi diversifiée que sur le site précédent, ce qui est favorable vis-à-vis de la faune aquatique.

Les couples les plus biogènes sont fortement représentés, ce qui permet d’obtenir une note illustrant une très bonne qualité de la station en terme d’habitabilité.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Najear supérieur aval éloigné

| Najear sup aval loi | | Classes de vitesses (cm/s) | | | | |
|-----------------------------------|---|----------------------------|------|-------|---------------------------|------|
| | | <5 | 5-25 | 25-75 | 75-150 | >150 |
| Substrats | | 1 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| CF | 9 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| CG | 9 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| PF | 9 | 0 | 3 | 15 | 2 | 0 |
| PG | 8 | 2 | 9 | 13 | 4 | 0 |
| Br | 7 | 0 | 0 | 6 | 8 | 0 |
| Lt | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ra | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GG | 6 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GF | 6 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| SpE | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SG | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 3 | 0 | 7 | 11 | 0 | 0 |
| D | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Al | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coefficient Habitabilité Pyrénéen | | 18.32 /20 | | | Indice de compléxité 3.17 | |

La conclusion suivante est proposée au droit de la station DMB :

Ces résultats sur ce deuxième site ont tendance à confirmer l’expertise du site précédent : la situation est bonne et favorable aux différents peuplements aquatiques.

Toutefois, afin d’éviter toute défaillance du milieu, il convient de préconiser un DMB dans une gamme théorique comprise entre 87.5 l/s (1/15^{ème} du module - seuil critique), afin de minimiser le risque de dégradation avec des débits trop bas, et 131 l/s (1/10^{ème} du module - seuil de débit optimal), pour maximiser, malgré l’influence hydrologique, la qualité habitacionnelle déjà présente dans un secteur où les enjeux écologiques sont forts et reconnus.

10 SYNTHÈSE DES RESULTATS POUR LE GROUPEMENT D’USINE DE VALLEE D’AX – AMENAGEMENT DE MERENS

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

- Hospitalet

Ces éléments nous amènent à proposer comme débit minimum biologique une valeur de débit restitué en aval de la prise d’eau de 250 l/s ($\sim 1/9^{\text{ème}}$ du module) qui permettrait de concilier les exigences écologiques des jeunes stades tout améliorant notablement la reproduction salmonicole et en étant en cohérence plus forte avec l’hydrologie réelle du cours d’eau.

- Mourguillou moyen

Au regard des éléments disponibles, la préconisation d’une valeur minimale de 50 l/s ($1/15^{\text{ème}}$ du module - seuil critique identifié dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT) semble indispensable.

Dans la mesure où il convient de limiter au maximum le risque de dégradation sur la portion aval du ruisseau qui présente des qualités habitationnelles intéressantes et, en comparaison avec le site amont qui permet d’espérer un gain notable, l’atteinte du seuil méthodologique optimal (71 l/s – $1/10^{\text{ème}}$ du module) pourrait être pertinente et améliorer la situation actuelle tout en se rapprochant du facteur hydrologique d’étiage estimé.

- Nagear supérieure

A la vue des éléments d’analyse, dans une situation observée de bon état apparent pour des valeurs de débits supérieures au débit réservé réglementaire, il apparaît indispensable de préconiser une gamme théorique de DMB en aval immédiat de la prise d’eau comprise entre 64 l/s ($1/15^{\text{ème}}$ du module – seuil critique), pour minimiser le risque de dégradation avec des débits plus bas, et 96 l/s ($1/10^{\text{ème}}$ du module - seuil de débit optimal) afin de maximiser, malgré l’influence hydrologique, la qualité habitationnelle déjà présente dans un secteur où les enjeux écologiques sont forts et reconnus.

- Embizon

Pour rappel du Chapitre 3, concernant la prise d’eau d’Embizon, elle se situe en amont immédiat de la confluence avec le Nagear. En conséquence, elle n’a pas fait l’objet d’une analyse directe via l’implantation d’un site de mesures et ce sont donc les analyses et résultats obtenus sur le Nagear qui intègrent l’apport de ce ruisseau des Pradels par péréquation de leurs apports respectifs.

Ainsi, une gamme de débits comprise entre 12 l/s ($1/15^{\text{ème}}$ du module) et 18 l/s ($1/10^{\text{ème}}$ du module), est techniquement proposée pour l’aval de cette prise d’eau, au linéaire restreint (inférieur à 500 m) avant la confluence avec le Nagear sur la simple base de sa contribution aux débits du Nagear.

Tableau 21 - Valeurs de synthèse des DMB proposés en aval immédiat de chaque prise d'eau du groupement de Vallée d'Ax – Aménagement de Mérens

| Prises d'eau | Module au droit de la PE (l/s) | Qrmini au droit de la PE (l/s) | QMNA5 estimé au droit de la PE (l/s) | Gamme de DMB proposée (l/s) |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Hospitalet | 2330 | 117 | 310 | 250 |
| Mourgouillou moyen | 710 | 36 | 110 | 50 à 71 |
| Nagear supérieure | 960 | 48 | 165 | 64 à 96 |
| Embizon | 175 | 9 | 30 | 12 à 18 |

*incertitude forte

11 ANNEXES

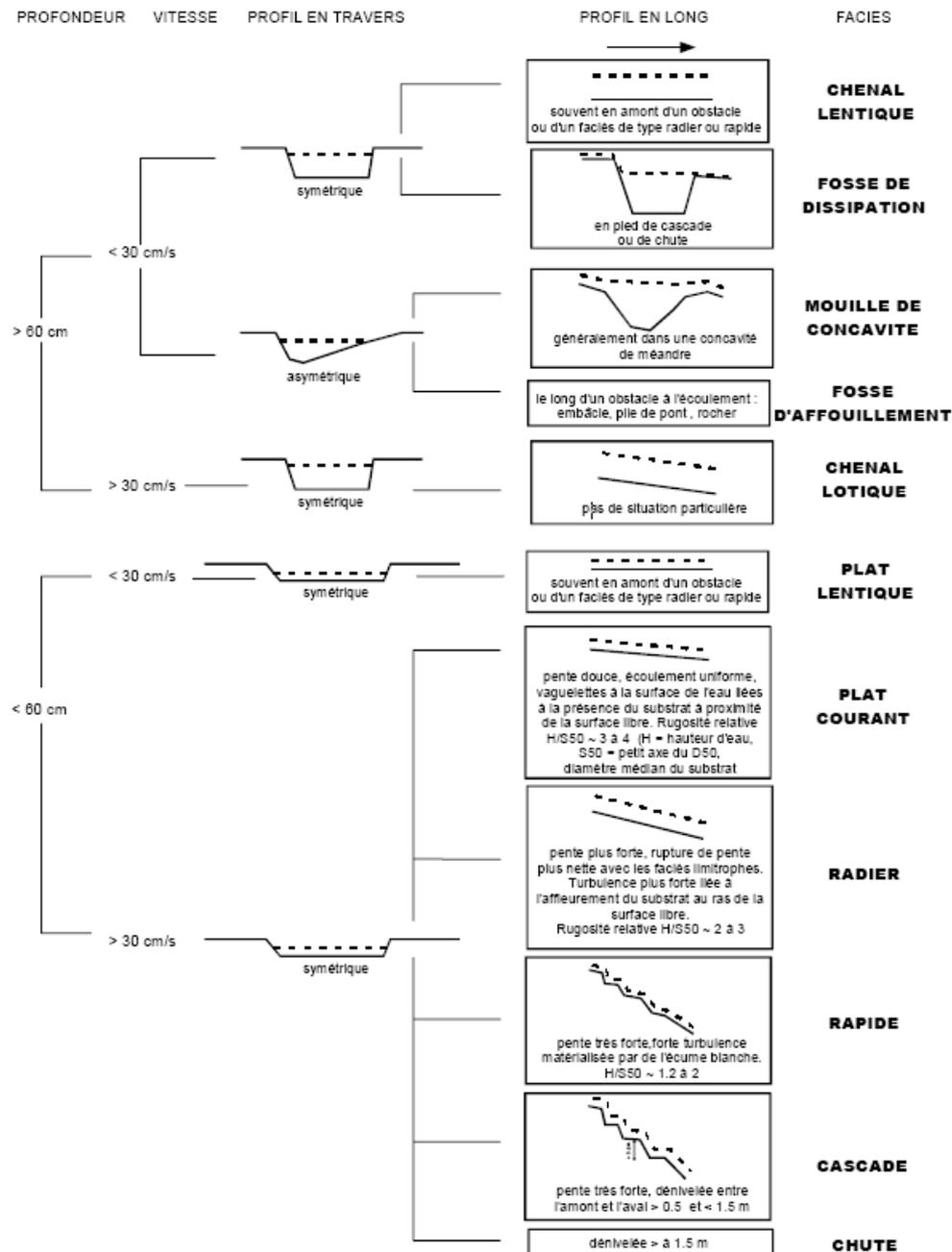
11.1 ANNEXE 1 - CLASSIFICATION GRANULOMETRIQUE

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.

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



11.3 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.

11.3.1 Faciès décrits

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

11.3.2 Description des faciès

11.3.2.1 Plats (ou chenaux si profondeur importante et mêmes autres caractéristiques)

11.3.2.1.1 Plats lenticques

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



11.3.2.1.2 Plats lotiques

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



11.3.2.2 Radiers

11.3.2.2.1 Plats radiers & Radiers

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



11.3.2.3 Rapides

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



11.3.2.4 Escaliers

11.3.2.4.1 Dans les torrents ou très petits ruisseaux

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



11.3.2.4.2A partir des cours d’eau

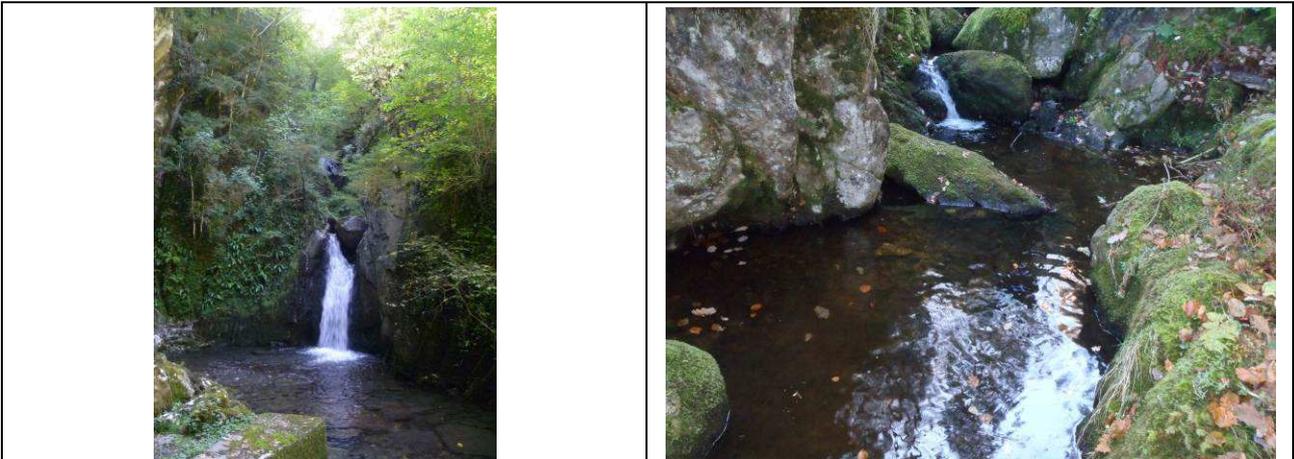
Fortes turbulences / Pente forte et par pallier



11.3.2.5 Profonds

11.3.2.5.1 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



11.3.2.5.2 Bassines peu profondes – forme de « wok »

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



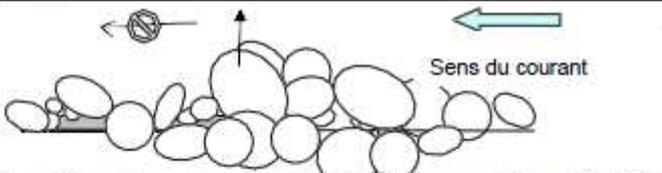
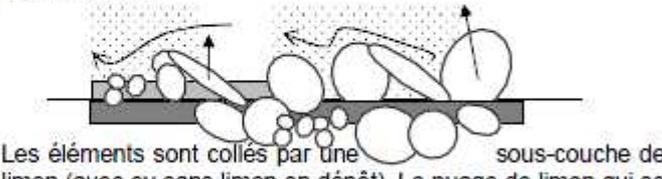
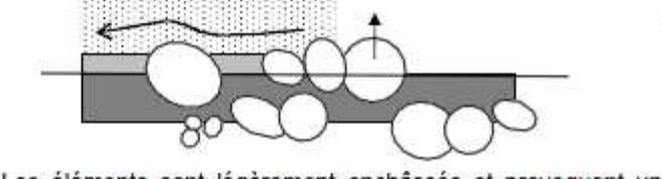
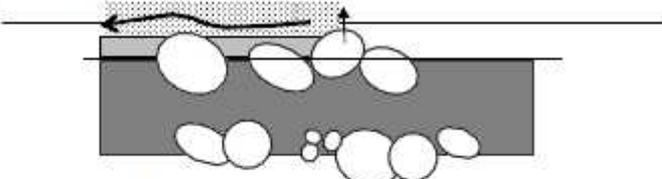
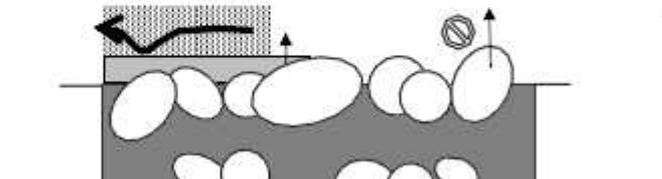
11.3.2.6 Chutes

11.3.2.6.1 Cascades & Chutes

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



11.4 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> |

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

11.5.1 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 |
| 70.79 | 0.22 | 47.20 | 0.51 | 47.23 | 0.59 |
| 76.69 | 0.17 | 51.13 | 0.46 | 51.16 | 0.48 |
| 82.59 | 0.14 | 55.06 | 0.40 | 55.10 | 0.40 |
| 88.49 | 0.12 | 59.00 | 0.34 | 59.03 | 0.32 |
| 94.38 | 0.10 | 62.93 | 0.27 | 62.97 | 0.25 |
| 100.28 | 0.09 | 66.86 | 0.22 | 66.90 | 0.19 |
| 106.18 | 0.07 | 70.79 | 0.17 | 70.84 | 0.16 |
| 112.08 | 0.06 | 74.73 | 0.15 | 74.77 | 0.11 |
| 117.98 | 0.05 | 78.66 | 0.14 | 78.71 | 0.06 |
| 123.88 | 0.05 | 82.59 | 0.13 | 82.65 | 0.03 |
| 129.78 | 0.04 | 86.53 | 0.12 | 86.58 | 0.02 |
| 135.68 | 0.04 | 90.46 | 0.10 | 90.52 | 0.00 |
| 141.58 | 0.03 | 94.39 | 0.08 | 94.45 | 0.00 |
| 147.48 | 0.03 | 98.33 | 0.04 | 98.39 | 0.00 |
| 153.37 | 0.03 | 102.26 | 0.00 | 102.32 | 0.00 |
| 159.27 | 0.02 | 106.19 | 0.00 | 106.26 | 0.00 |
| 165.17 | 0.02 | 110.12 | 0.00 | 110.19 | 0.00 |
| 171.07 | 0.01 | 114.06 | 0.00 | 114.13 | 0.00 |
| 176.97 | 0.01 | 117.99 | 0.00 | 118.06 | 0.00 |
| 182.87 | 0.00 | 121.92 | 0.00 | 122.00 | 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 |
| 0.52 | 0.16 | 0.50 | 0.10 | 0.52 | 0.10 |
| 0.77 | 0.24 | 0.75 | 0.15 | 0.77 | 0.15 |
| 1.03 | 0.30 | 1.00 | 0.20 | 1.00 | 0.20 |
| 1.29 | 0.32 | 1.25 | 0.20 | 1.25 | 0.22 |
| 1.55 | 0.34 | 1.50 | 0.20 | 1.50 | 0.25 |
| 1.81 | 0.35 | 1.75 | 0.20 | 1.75 | 0.27 |
| 2.06 | 0.37 | 2.00 | 0.25 | 2.00 | 0.30 |
| 2.32 | 0.41 | 2.32 | 0.42 | 2.25 | 0.35 |
| 2.58 | 0.45 | 2.58 | 0.55 | 2.50 | 0.50 |
| 2.84 | 0.51 | 2.84 | 0.66 | 2.75 | 0.70 |
| 3.10 | 0.60 | 3.10 | 0.73 | 3.00 | 1.00 |
| 3.36 | 0.70 | 3.36 | 0.77 | 3.36 | 1.00 |
| 3.61 | 0.87 | 3.61 | 0.81 | 3.61 | 1.00 |
| 3.87 | 1.00 | 3.87 | 0.83 | 3.87 | 1.00 |
| 4.13 | 1.00 | 4.13 | 0.85 | 4.13 | 1.00 |
| 4.39 | 1.00 | 4.39 | 0.87 | 4.39 | 1.00 |
| 4.65 | 1.00 | 4.65 | 0.89 | 4.65 | 1.00 |
| 4.90 | 1.00 | 4.90 | 0.91 | 4.90 | 1.00 |
| 5.16 | 1.00 | 5.16 | 0.95 | 5.16 | 0.99 |
| 5.42 | 1.00 | 5.42 | 0.98 | 5.42 | 0.97 |
| 5.68 | 1.00 | 5.68 | 1.00 | 5.68 | 0.93 |
| 5.94 | 1.00 | 5.94 | 1.00 | 5.94 | 0.87 |
| 6.19 | 0.90 | 6.19 | 1.00 | 6.19 | 0.79 |
| 6.45 | 0.77 | 6.45 | 0.79 | 6.45 | 0.68 |
| 6.71 | 0.64 | 6.71 | 0.27 | 6.71 | 0.52 |
| 6.97 | 0.52 | 6.97 | 0.15 | 6.97 | 0.19 |
| 7.23 | 0.38 | 7.23 | 0.09 | 7.23 | 0.05 |
| 7.48 | 0.26 | 7.48 | 0.04 | 7.48 | 0.02 |
| 7.74 | 0.13 | 7.74 | 0.02 | 7.74 | 0.00 |
| 8.00 | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 8.00 | 0.00 |



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



72 rue Pierre Paul Riquet, bât A - 31000 TOULOUSE

Tél : 05.61.62.50.68

Fax : 05.61.62.65.68

eaucea@eaucea.fr