

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 D'ASTON AMENAGEMENT D'ASTON



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	10
2	INTRODUCTION	12
3	CONTEXTE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE ETUDIEE	13
3.1	Régime hydrologique moyen au niveau des prises d'eau	15
3.2	Influence des prises d'eau sur l'hydrologie en aval	23
3.3	Influence des débits réservés des affluents sur l'hydrologie de l'Ariège	25
3.4	Estimation du module au niveau des sites de mesure de débits biologiques	28
3.5	Estimation du QMNA5 naturel au niveau des sites de mesure des débits biologiques	30
4	CONTEXTE THERMIQUE	33
5	LES ENJEUX ECOLOGIQUES	35
5.1	Zonages naturels et espèces patrimoniales	36
5.2	Qualité des milieux et contexte réglementaire	42
6	LE CONTEXTE PHYSIQUE	52
6.1	Taille et Typologie de cours d'eau	54
6.2	Contexte hydromorphologique du secteur	56
6.3	Contexte d'occupation des sols	58
7	SECTORISATION AFFINEE SUR LE SECTEUR RAPPROCHE	61
7.1	L'Ariège	63
7.2	Le Mourguillou	70
7.3	Ruisseau d'Estagnols	72
7.4	Le Nagear	73
7.5	Ruisseau de Lagal	77
7.6	Ruisseau de Lavail (L'Abail) - prise d'eau de Luzenac	78
7.7	Ruisseau de Mourègnes	79
7.8	Ruisseau du Sauzet - prise d'eau d'Albiès	80
7.9	l'Aston	81
7.10	Ruisseau de Calvières	87
7.11	Ruisseau d'Artaran	88
7.12	Ruisseau de Sirbal	90
8	METHODOLOGIE D'ANALYSE DES DEBITS BIOLOGIQUES	91
8.1	EVHA	91
8.2	Méthode TeauRRENT	99
9	RESULTATS PAR PRISE D'EAU	119
9.1	Prise d'eau de Mérens sur l'Ariège	119
9.2	Prise d'eau inférieure du Mourguillou	156

9.3	Prise d’eau d’Estagnols _____	161
9.4	Prise d’eau du Nagear inférieur _____	166
9.5	Prise d’eau du Lagal _____	180
9.6	Prise d’eau de Luzenac sur le Lavail _____	185
9.7	Prise d’eau de Mourègnes _____	190
9.8	Prise d’eau d’Albiès sur le Sauzet _____	202
9.9	Prise d’eau de Riète sur l’Aston _____	210
9.10	Prise d’eau de Calvières _____	235
9.11	Prise d’eau d’Artaran _____	243
9.12	Prise d’eau du Sirbal _____	248
10 SYNTHÈSE DES RESULTATS POUR LE GROUPEMENT D’USINE D’ASTON – AMENAGEMENT D’ASTON _____		253
11 ANNEXES _____		256
11.1	Annexe 1 - Classification granulométrique _____	256
11.2	Annexe 2 - Clé de détermination des faciès de courant (MALAVOI et SOUCHON, 2002) _____	257
11.3	Annexe 3 – Classification de faciès « TeauRRENT » _____	258
11.4	Annexe 4 - Représentation imagée du protocole de mesure du colmatage du substrat selon ARCHAMBAUD, GIORDANO et DUMONT (2005) _____	263
11.5	Annexe 5 – Modèles biologiques déployés dans le cadre de l’application du protocole EVHA _____	264

Tableaux

Tableau 1 - Données hydrologiques des prises d'eau (source EDF)	14
Tableau 2 - Stations hydrométriques de référence	16
Tableau 3 - Débits cumulés et déversements le long des galeries d'amenée.....	24
Tableau 4 - Influences cumulées sur l'Ariège des débits réservés avec des scénarii au 1/40ème et au 1/10ème du module.....	26
Tableau 5 - Prises d'eau des affluents de l'Ariège et débits réservés.....	27
Tableau 6- Modules spécifiques au niveau des prises d'eau.....	28
Tableau 7 - Modules naturels calculés au niveau des sites d'analyse.....	30
Tableau 8 - QMNA5 calculés selon la cartographie IRSTEA-ONEMA au niveau des sites d'analyse.....	31
Tableau 9 - Stations hydrométriques de référence - Module et QMNA5 (Source Banque Hydro)	32
Tableau 10 - Caractéristiques hydromorphologiques principales de l'Ariège en amont d'Axles-Thermes	66
Tableau 11 - Caractéristiques hydromorphologiques principales du Nagear	76
Tableau 12 - Caractéristiques hydromorphologiques principales de l'Aston.....	86
Tableau 13 - Limites d'utilisations de la méthode EVHA.....	99
Tableau 14 - Limites d'utilisations de la méthode Estimhab	99
Tableau 15 - Résumé rapide de la classification des écoulements utilisées pour TeauRRENT	102
Tableau 16 - En-tête de la fiche de relevé des caractéristiques des faciès	103
Tableau 17 - En-tête de la fiche de relevé des données par point.....	103
Tableau 18 - Taxons benthiques cibles sur les grands secteurs typologiques étudiés	104
Tableau 19 - Classes de vitesses établies dans le cadre du protocole TeauRRENT sur la base de justifications écologiques ou hydromorphologiques.....	105
Tableau 20 - Classes de profondeurs établies dans le cadre du protocole TeauRRENT sur la base de justifications écologiques ou hydromorphologiques.....	105
Tableau 21 - Affinités aux classes de substrat et de vitesse pour les taxons benthiques ciblés et pour chaque grand secteur typologique	110
Tableau 22 - Tableaux de Chab adaptés à la typologie d'analyse dans le cadre du protocole TeauRRENT (Annexe 10.1)	111
Tableau 23 - 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).....	117
Tableau 24 - Analyse synthétique du potentiel d'habitat pour les Truites sur le site EVHA en aval immédiat de Mérens - variations entre les seuils symboliques (ancien Qr, nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal)	154
Tableau 25 - Analyse synthétique du potentiel d'habitat pour les Truites sur les sites EVHA de l'axe principal Ariège - variations entre les seuils symboliques (nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal)	154
Tableau 26 - Analyse synthétique du potentiel d'habitat pour les Truites sur le site EVHA du Nagear - variations entre les seuils symboliques (ancien Qr, nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal)	178
Tableau 27 - Analyse synthétique du potentiel d'habitat pour les Truites sur les deux sites EVHA de l'Aston - variations entre les seuils symboliques (ancien Qr, nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal)	233
Tableau 28 - Valeurs de synthèse des DMB proposés en aval immédiat de chaque prise d'eau du groupement d'Aston - Aménagement d'Aston.....	255

Figures

Figure 1 - Carte du réseau hydraulique du GU d'Aston avec les modules.....	13
--	----

Figure 2 - Stations d'évaluation des débits biologiques.....	15
Figure 3 - Hydrologie du Quioules à Château-Verdun.....	16
Figure 4 - Caractéristiques hydrologiques des prises d'eau du groupement d'usine d'Aston – Aménagement d'Aston.....	22
Figure 5- Schéma hydraulique de l'usine d'Aston	23
Figure 6 - Hydrologie moyenne et limite de déversement	25
Figure 7 - profil en long du module naturel et influencé de l'Ariège.....	26
Figure 8 - Bassins versant au niveau des prises d'eau du secteur	28
Figure 9 - Module spécifique de l'Ariège et points de confluence	29
Figure 10 - QMNA5 spécifiques des stations hydrométriques et des sites microhabitat de l'Ariège en fonction de leur altitude	32
Figure 11 – Suivi de l'évolution de la température.....	34
Figure 12 - Cartographie des APPB au voisinage du complexe hydroélectrique d'Aston	36
Figure 13 - Cartographie du Parc Naturel Régional des Pyrénées ariégeoises au voisinage du complexe hydroélectrique d'Aston.....	37
Figure 14 - Cartographie des ZNIEFF à proximité du complexe hydroélectrique d'Aston	39
Figure 15 - Cartographie des zonages Natura 2000 à proximité du complexe hydroélectrique d'Aston.....	41
Figure 16 - Cours d'eau « classés » sur la zone d'étude	43
Figure 17 – Evaluation d'Etat des Masses d'Eau superficielles du territoire de l'étude (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne)	46
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).....	47
Figure 19 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166_5, Le ruisseau du Mourguillou (source - AE Adour-Garonne).....	47
Figure 20 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR905C, L'Ariège du confluent de l'Aston au confluent du Vicdessos (Soulcem) (source - AE Adour-Garonne)	48
Figure 21 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166_8, Le ruisseau du Nagear (source - AE Adour-Garonne)	48
Figure 22 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166_7, Le ruisseau de Lavail-Luzenac (source - AE Adour-Garonne)	49
Figure 23 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR167, L'Aston du confluent du Quioulès au confluent de l'Ariège (source - AE Adour-Garonne)	49
Figure 24 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR167_3, Le ruisseau Sirbal (source - AE Adour-Garonne).....	50
Figure 25 –Echéance d'atteinte du Bon Etat des Masses d'Eau superficielles du territoire de l'étude (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne)	51
Figure 26 - Carte de représentation de la typologie des cours d'eau s'écoulant au sein des Hydroécorigions	55
Figure 27 – Indicateurs de contextualisation hydromorphologique du réseau hydrographique (source – SYRAH-CE)	57
Figure 28 - 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)	59
Figure 29 - 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.....	60
Figure 30 - Cartes de sectorisation de l'Ariège en amont d'Ax-les-Thermes.....	65
Figure 31 - Sectorisation globale de l'Ariège en aval d'Ax-les-Thermes	67
Figure 32 - Cartes de sectorisation du Nagear.....	75
Figure 33 - Cartes de sectorisation de l'Aston.....	85
Figure 34 - Formule de calcul de l'indice Chab.....	109
Figure 35 - 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	116
Figure 36 - Représentation graphique des valeurs de l'indice d'habitabilité en rapport avec le relatif à son module pour chaque site TeauRRENT.....	116

Figure 37 - Evolution des positionnement des couples substrat/vitesse à partir du pool de sites disponibles dans l'étude.....	118
Figure 38 - Positionnement des stations EVHA correspondantes (site Aval PE Mérens expertisé dans le cadre du GU d’Aston)	119
Figure 39 : Positionnement des stations EVHA en aval de l’Oriège pour disposer d’un cadre de référence.....	120
Figure 40 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Mérens Aval	121
Figure 41 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Mérens Aval	122
Figure 42 – Occurrence granulométrique sur la station Mérens Aval.....	122
Figure 43 – 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 Mérens Aval	123
Figure 44 - Résultat du calage hydraulique pour la station Aston Aval	124
Figure 45 – Evolution de la surface en eau de la station Mérens Aval avec l’augmentation des débits modélisés.....	125
Figure 46 – Evolution de la ligne d’eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Mérens Aval	125
Figure 47 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station	127
Figure 48 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Mérens Aval à 3 débits modélisés (200 l/s - 1/20 ^{ème} du module, 500 l/s et 1.5 m ³ /s).....	128
Figure 49 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Mérens Aval à 3 débits modélisés (200 l/s - 1/20 ^{ème} du module, 500 l/s et 1.5 m ³ /s).....	128
Figure 50 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Mérens Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)	129
Figure 51 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Mérens Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)	130
Figure 52 - Carte de la station EVHA aval Oriège	131
Figure 53 - Profil en long de la station EVHA aval Oriège	131
Figure 54 - Vue en plan des hauteurs d’eau sur la station aval Oriège au débit observé..	132
Figure 55 - Vue en plan des vitesses sur la station aval Oriège au débit observé	132
Figure 56 - Répartition des classes granulométriques majoritaires - Site aval Oriège	133
Figure 57 - Représentations photographiques de la station aval Oriège	133
Figure 58 - Profil en long avec les cotes de ligne d'eau observées et simulées. Site aval Oriège.....	134
Figure 59 - Evolution de la surface mouillée en fonction du débit - aval Oriège	135
Figure 60 - Evolution de la valeur habitat en fonction du débit pour la Truite et les espèces accompagnatrices - aval Oriège	136
Figure 61 - Evolution de la SPU pour la Truite - aval Oriège	137
Figure 62 - Carte de la station EVHA amont Aston.....	138
Figure 63 - Profil en long de la station EVHA amont Aston.....	138
Figure 64 - Vue en plan des hauteurs d’eau sur la station amont Aston au débit observé.	139
Figure 65 - Vue en plan des vitesses sur la station amont Aston au débit observé.....	140
Figure 66 - Répartition des classes granulométriques majoritaires - Amont Aston.....	140
Figure 67 - Représentations photographiques de la station amont Aston.....	140
Figure 68 - Profil en long avec les cotes de ligne d'eau observées et simulées. Site amont Aston	141
Figure 69 - Evolution de la surface mouillée en fonction du débit - amont Aston	142
Figure 70 - Evolution de la valeur habitat en fonction du débit pour la Truite et les espèces accompagnatrices - amont Aston	143
Figure 71 - Evolution de la SPU pour la Truite - amont Aston	144
Figure 72 - Carte de la station EVHA aval Aston.....	145
Figure 73 - Profil en long de la station EVHA aval Aston.....	145
Figure 74 - Vue en plan des hauteurs d’eau sur la station aval Aston au débit observé ...	146
Figure 75 - Vue en plan des vitesses sur la station aval Aston au débit observé.....	147

Figure 76 - Répartition des classes granulométriques majoritaires - Site aval Aston.....	147
Figure 77 - Représentations photographiques de la station aval Aston.....	148
Figure 78 - Profil en long avec les cotes de ligne d'eau observées et simulées. Site aval Aston	148
Figure 79 - Evolution de la surface mouillée en fonction du débit - aval Aston.....	149
Figure 80 - Evolution de la valeur habitat en fonction du débit pour la Truite et les espèces accompagnatrices - aval Aston.....	150
Figure 81 - Evolution de la SPU/100 m pour la Truite - aval Aston	151
Figure 82 - Comparaison d'habitat potentiel relatif suivant les débits par rapport à une situation de Qcrit ou de Qopt pour chaque stade de la Truite – site aval Mérens.....	153
Figure 83 - Positionnement des sites d'analyse EVHA sur le Nagear.....	166
Figure 84 - Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d'écoulements de la station Nagear inférieure	167
Figure 85 - Evolution globale de la ligne d'eau et des profondeurs à bas débit sur la station Nagear inférieure	167
Figure 86 - Occurrence granulométrique sur la station Nagear inférieure.....	168
Figure 87 - 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 Nagear inférieure.....	169
Figure 88 - Résultat du calage hydraulique pour la station Nagear inférieure	170
Figure 89 - Evolution de la surface en eau de la station Nagear inférieure avec l'augmentation des débits modélisés	170
Figure 90 - Evolution de la ligne d'eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Nagear inférieure	171
Figure 91 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Nagear inférieure à 4 débits modélisés (1/20 ^{ème} du module, 1/10 ^{ème} du module, 1/5 ^{ème} du module et 1 m ³ /s).....	172
Figure 92 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Nagear inférieure à 4 débits modélisés (1/20 ^{ème} du module, 1/10 ^{ème} du module, 1/5 ^{ème} du module et 1 m ³ /s)	173
Figure 93 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station	174
Figure 94 - Evolution des Valeurs d'Habitat sur l'ensemble de la station Nagear inférieure en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie).....	175
Figure 95 - Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l'ensemble de la station Nagear inférieure en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie).....	176
Figure 96 - Comparaison d'habitat potentiel relatif suivant les débits par rapport à une situation de Qcrit ou de Qopt pour chaque stade de la Truite	177
Figure 97 - Positionnement des sites d'analyse EVHA sur l'Aston.....	210
Figure 98 - Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d'écoulements de la station Aston Amont.....	211
Figure 99 - Evolution globale de la ligne d'eau et des profondeurs à bas débit sur la station Aston Amont.....	212
Figure 100 - Occurrence granulométrique sur la station Aston Amont	212
Figure 101 - 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 Aston Amont	213
Figure 102 - Résultat du calage hydraulique pour la station Aston Amont.....	214
Figure 103 - Evolution de la surface en eau de la station Aston Amont avec l'augmentation des débits modélisés.....	215
Figure 104 - Evolution de la ligne d'eau et des profondeurs à 3 débits modélisés sur la station Aston Amont (N.B. modélisation impossible de la ligne d'eau en dessous de 200 l/s : trop de pente, de chutes et granulométrie très grossière).....	215
Figure 105 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Aston Amont à 4 débits modélisés (1/20 ^{ème} du module, 500 l/s, 750 l/s et 1.5 m ³ /s).....	216
Figure 106 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Aston Amont à 4 débits modélisés (1/20 ^{ème} , 10 ^{ème} du module, 750 l/s et 1.5 m ³ /s).....	217
Figure 107 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station	218

Figure 108 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Aston Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)	219
Figure 109 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Aston Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)	220
Figure 110 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Aston Aval	221
Figure 111 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Aston Aval.....	222
Figure 112 – Occurrence granulométrique sur la station Aston Aval	222
Figure 113 – 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 Aston Aval	223
Figure 114 - Résultat du calage hydraulique pour la station Aston Aval.....	224
Figure 115 – Evolution de la surface en eau de la station Aston Aval avec l’augmentation des débits modélisés	225
Figure 116 – Evolution de la ligne d’eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Aston Aval.....	225
Figure 117 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Aston Aval à 4 débits modélisés (1/40 ^{ème} + évaluation des apports intermédiaires, 1/20 ^{ème} du module + évaluation des apports intermédiaires, 750 l/s et 1.5 m ³ /s)	226
Figure 118 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Aston Aval à 4 débits modélisés (1/40 ^{ème} + évaluation des apports intermédiaires, 1/20 ^{ème} du module + évaluation des apports intermédiaires, 750 l/s et 1.5 m ³ /s)	227
Figure 119 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station	228
Figure 120 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Aston Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)	229
Figure 121 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Aston Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)	230
Figure 122 – Comparaison d’habitat potentiel relatif suivant les débits par rapport à une situation de Qcrit ou de Qopt pour chaque stade de la Truite	232



1 PREAMBULE

Le présent rapport constitue le livrable de l’étude d’aide à la détermination des DMB de l’aménagement d’Aston 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 Teaurant

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 d'Aston a été ciblé lors de cette étude.

L'objet de la présente étude est de proposer les DMB à affecter à chacune des prises d'eau alimentant l'usine d'Aston. 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 Hospitalet Basse-Chute et Mérens.

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

L'usine d'Aston turbine les eaux de 12 prises d'eau situées sur le bassin versant de l'Ariège. Ces prises d'eau sont, soit placées sur des affluents de l'Ariège ou bien directement sur son cours comme c'est le cas pour le site de Mérens.

La Figure 1 présente les prises d'eau de l'aménagement d'Aston et indiquent le module² au droit de chacune d'elles ainsi que les tronçons influencés en aval.

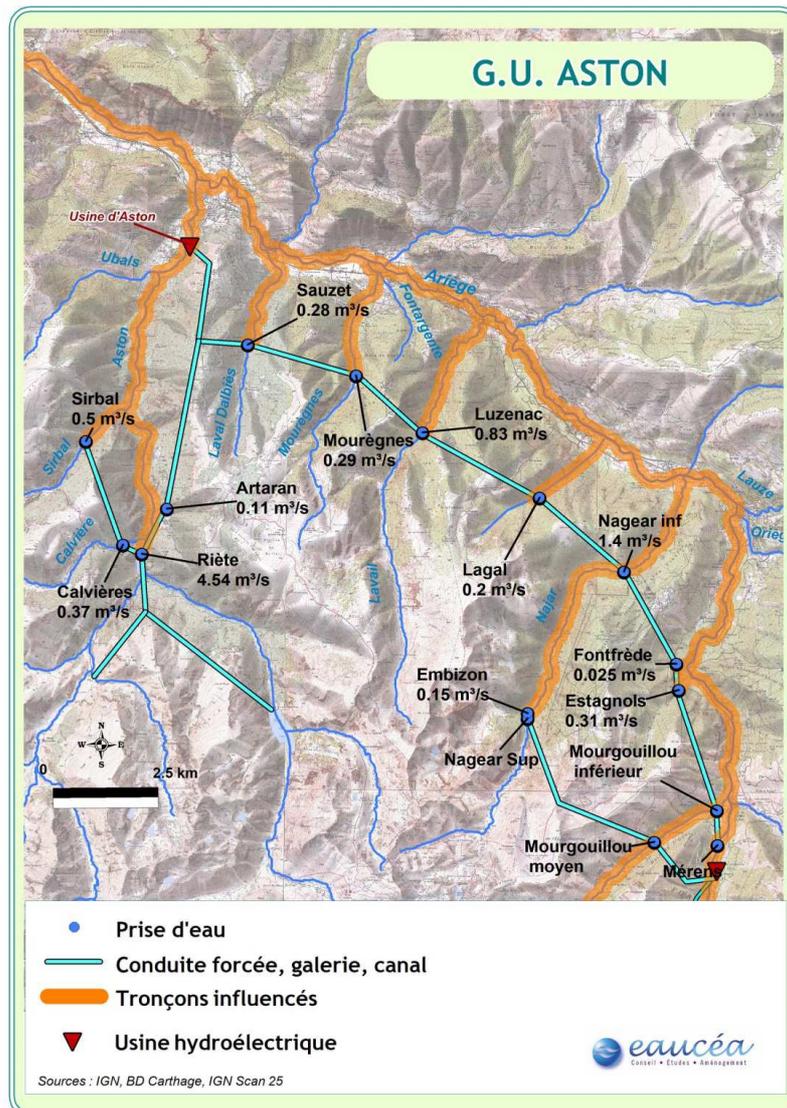


Figure 1 - Carte du réseau hydraulique du GU d'Aston avec les modules

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.

Sur cette carte, les prises d’eau d’Embizon et du Morgouillou moyen sont figurées mais ne font pas partie du G.U. d’Aston ; elles sont traitées individuellement dans l’étude sur l’usine hydroélectrique de Mérens.

La carte illustre aussi la situation de certains cours d'eau (l'Aston, le Nagear, le Mourguillou et l'Ariège) ayant plusieurs prises d'eau sur leur cours ou bien sur certains de leurs affluents directs. Leur signal hydrologique est donc plusieurs fois influencé, 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 6 et 26.8 km. Comme signalé précédemment, ce sont l'Aston et surtout l'Ariège qui subissent la plus grande influence.

Les prises d'eau de l’usine d’Aston sont principalement situées sur la zone médiane ou aval des cours d'eau. Les altitudes des prises d’eau sont comprises entre 1000 et 1100 m, c’est à dire en moyenne montagne.

Le Tableau 1 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 0.

Tableau 1 - Données hydrologiques des prises d'eau (source EDF)

Prise d'eau	Cours d'eau	BV (km ²)	Module (l/s)	QMNA5 (l/s)
Artaran	Artaran	2.5	110	?
Calvières	Calvières	8.7	370	?
Estagnols	Estagnols	7.1	310	?
Lagal	Lagal	4.6	200	?
Luzenac	Lavail	19.4	830	?
Mérens	Ariège	110	3850	?
Mourègnes	Mourègnes	6.7	290	?
Mourguillou inférieur	Mourguillou	17.9	850	?
Nagear inf	Nagear	33.6	1440	?
Riète	Aston	105.7	4540	?
Sauzet	Ruisseau de Laval Dalbiès	6.5	280	?
Sirbal	Larnoum	11.8	500	?

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 (Chapitres 7, 8 & 0). La Figure 2 présente rapidement les stations de mesures du secteur étudié.

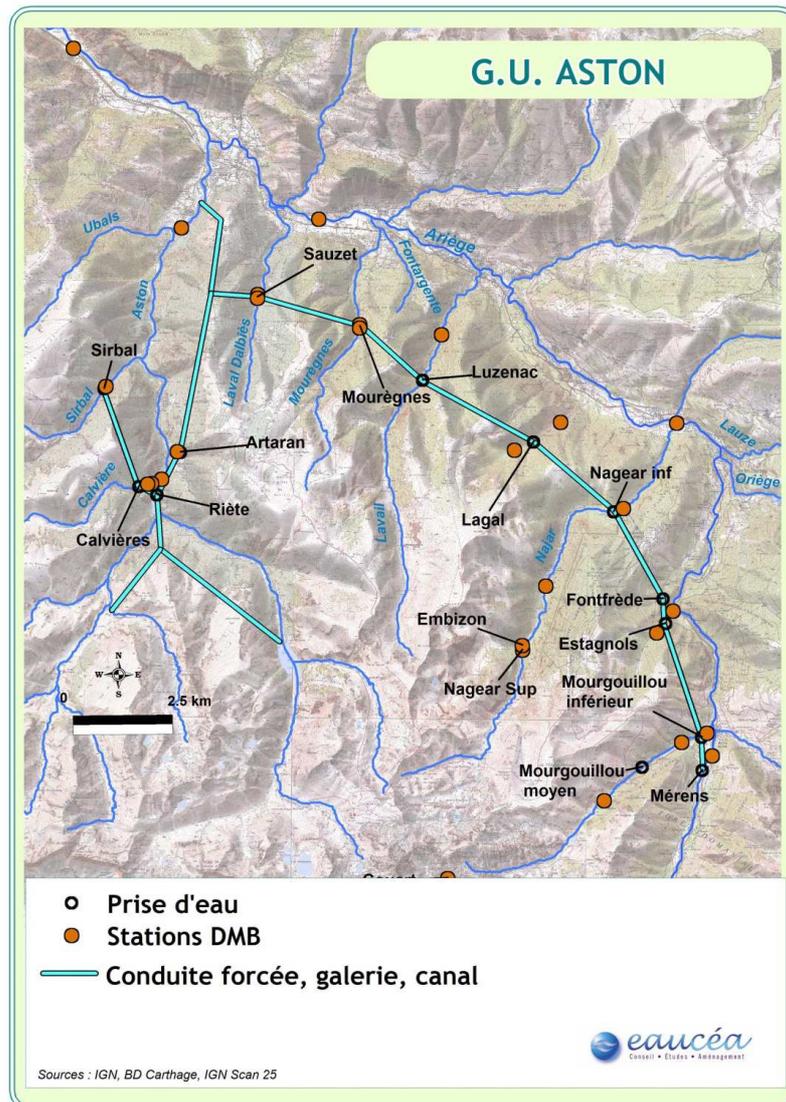


Figure 2 - Stations d'évaluation des débits biologiques

3.1 REGIME HYDROLOGIQUE MOYEN AU NIVEAU DES PRISES D'EAU

L'hydrologie des cours d'eau au niveau 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 un site ou une combinaison de stations de références représentant le mieux la situation de la prise d'eau ;
- De cette manière, la chronique de débits moyens journaliers d'une année moyenne est calculée au niveau de chaque prise d'eau.

Le choix des stations de référence pour chaque prise d'eau a été effectué 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 d’Aston sont indiquées dans le Tableau 2 :

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 modules spécifiques des stations hydrométriques et des cours d’eau au niveau des prises d’eau sont assez homogènes ce qui justifie la méthodologie de reconstitution de l’hydrologie moyenne présentée ci-dessus (Tableau 6).

Le régime nival de l’hydrologie de ces stations est marqué, comme l’indique la Figure 3 pour l’exemple du Quioules à Château-Verdun représentant des 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.

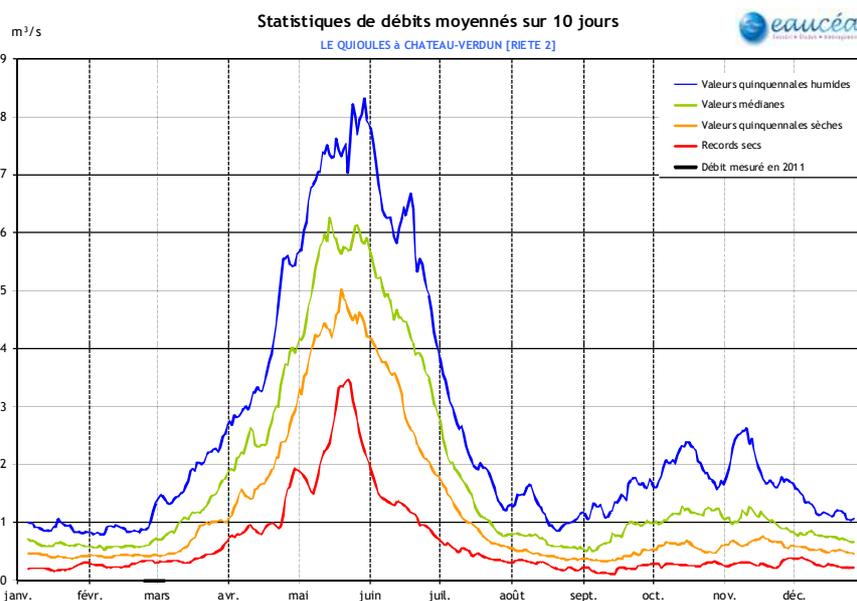


Figure 3 - Hydrologie du Quioules à Château-Verdun

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 *Mérens*



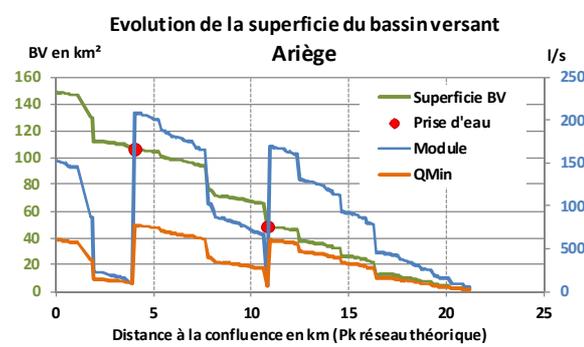
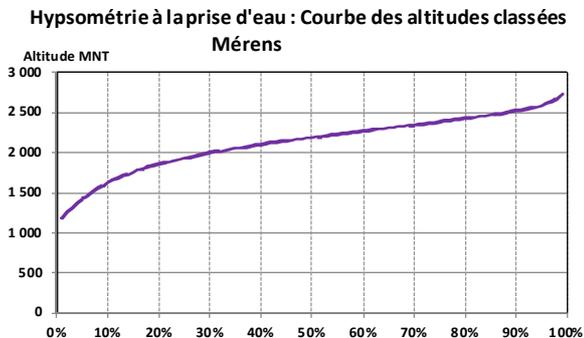
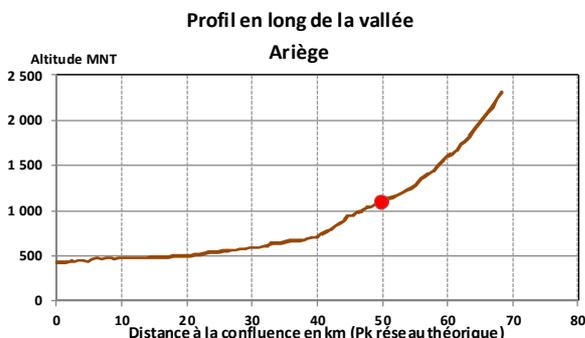
Usine : *Aston*

Altitude (m) : 1095
BV (km²) - % BV total : 110 - 11%
Année de création : 1982

Module (l/s) : 3 850
Débit de dérivation (l/s) : 12 000
Longueur TCC (Km) : 26.8

Débit réservé (l/s)	96	200	96
Date	1 janv	1 juin	1 oct
Qr / Qm	1 / 40	1 / 19	1 / 40

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



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



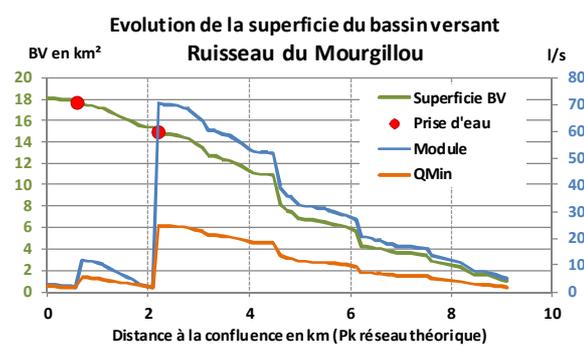
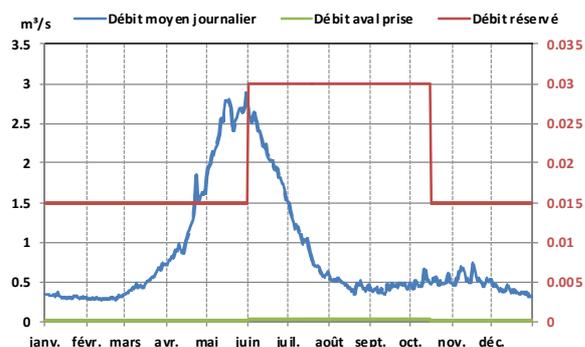
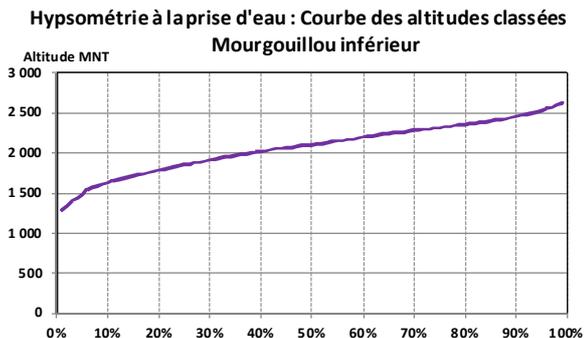
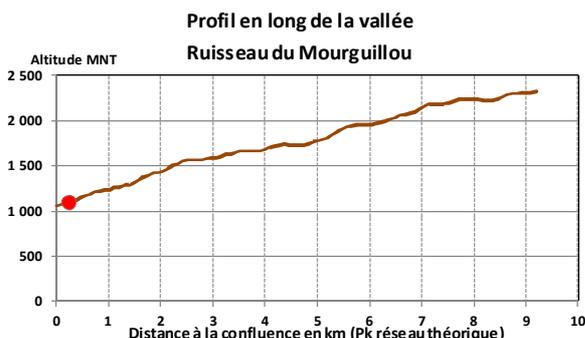
Usine : *Aston*

Altitude (m) : 1095
BV (km²) - % BV total : 17.9 - 99%
Année de création : 1984

Module (l/s) : 850
Débit de dérivation (l/s) : 5 000
Longueur TCC (Km) : 26

Débit réservé (l/s)	15	30	15
Date	1 janv	1 juin	16 oct
Qr / Qm	1 / 57	1 / 28	1 / 57

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



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



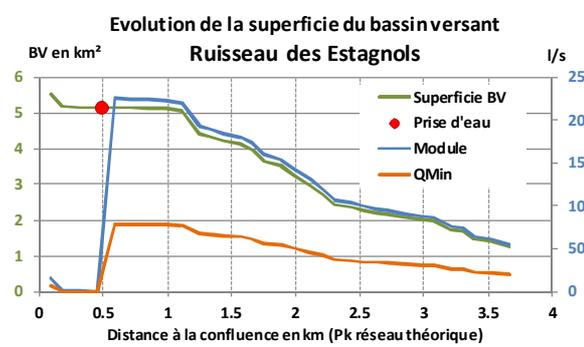
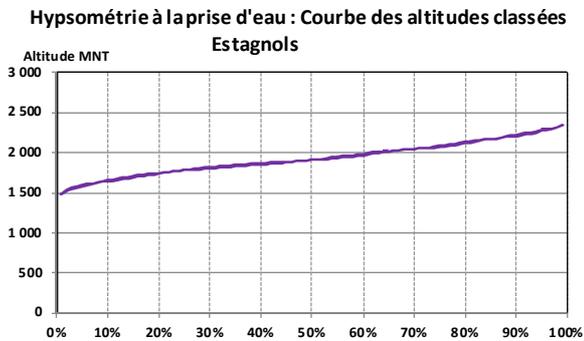
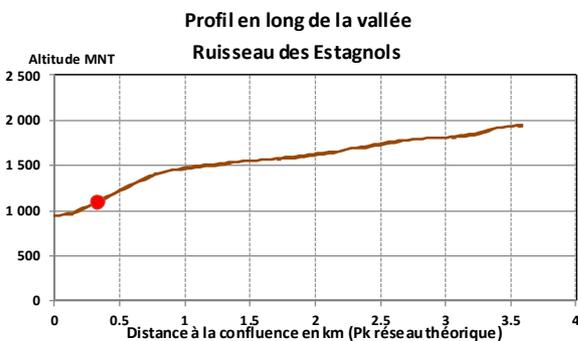
Usine : *Aston*

Altitude (m) : 1098
BV (km²) - % BV total: 7.1 - 4 %
Année de création : 1972

Module (l/s) : 310
Débit de dérivation (l/s) : 1 000
Longueur TCC (Km) : 22.5

Débit réservé (l/s)	-	-	
Date	1 janv	31 déc	
Qr / Qm			

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



Caractéristiques hydrologiques de la prise d'eau de *Nagear inf*



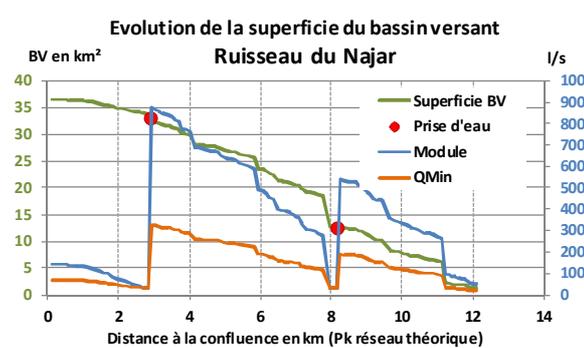
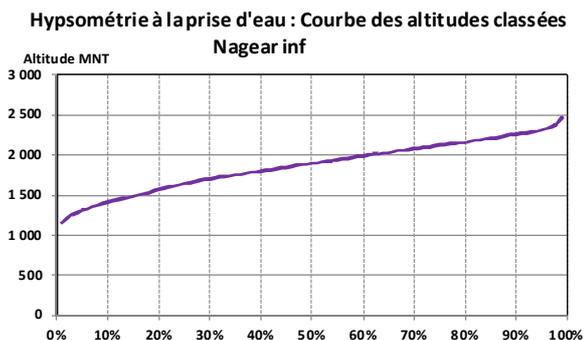
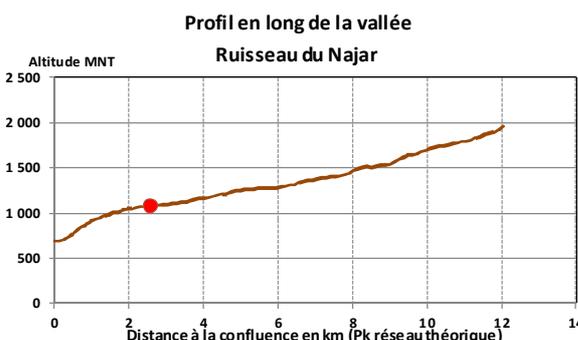
Usine : *Aston*

Altitude (m) : 1082
BV (km²) - % BV total: 33.6 - 9 %
Année de création : 1986

Module (l/s) : 1 440
Débit de dérivation (l/s) : 6 000
Longueur TCC (Km) : 19.2

Débit réservé (l/s)	30	30	
Date	1 janv	31 déc	
Qr / Qm	1 / 48	1 / 48	

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



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



Usine : *Aston*

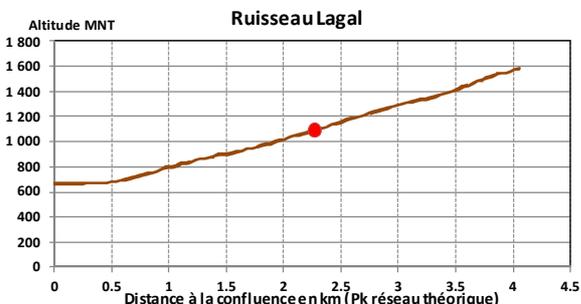
Altitude (m) : 1094
BV (km²) - % BV total: 4.6 - 68 %
Année de création : 1977

Module (l/s) : 200
Débit de dérivation (l/s) : 500
Longueur TCC (Km) : 15.4

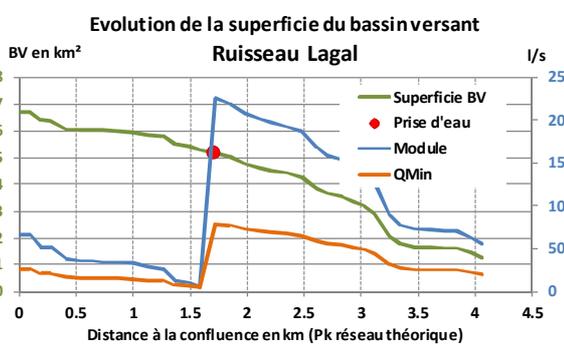
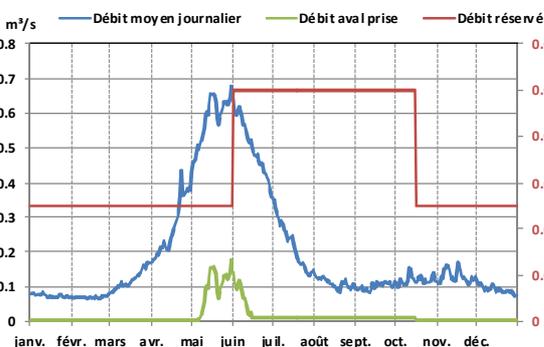
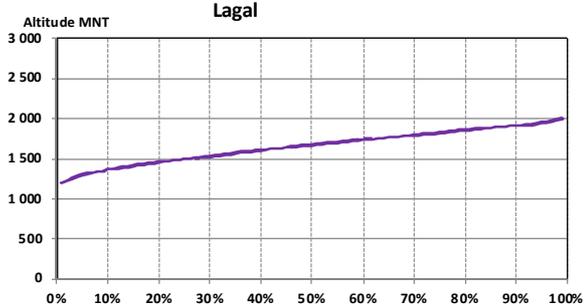
Débit réservé (l/s)	5	10	5
Date	1 janv	1 juin	16 oct
Qr / Qm	1 / 40	1 / 20	1 / 40

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 *Luzenac*



Usine : *Aston*

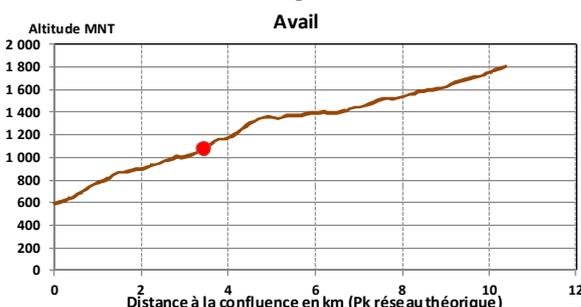
Altitude (m) : 1075
BV (km²) - % BV total: 19.4 - 80 %
Année de création : 1980

Module (l/s) : 830
Débit de dérivation (l/s) : 4 000
Longueur TCC (Km) : 12.5

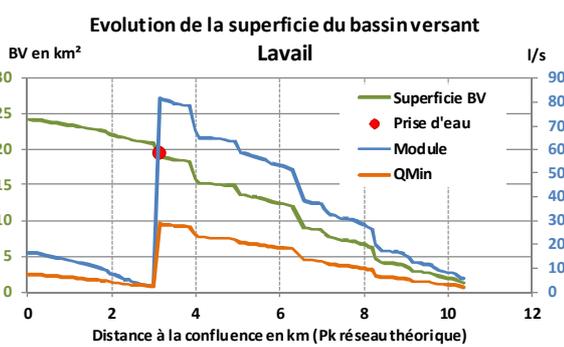
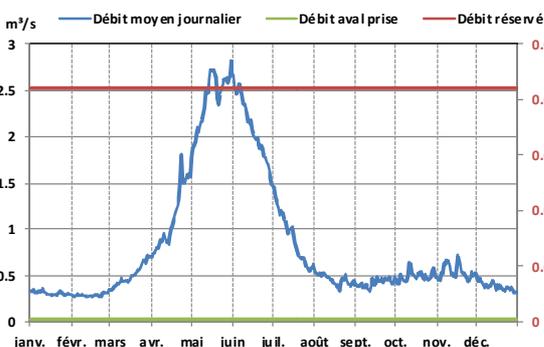
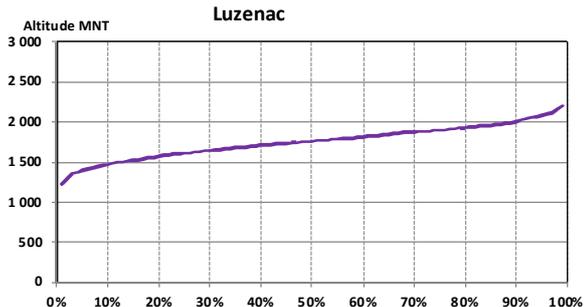
Débit réservé (l/s)	21	21	
Date	1 janv	31 déc	
Qr / Qm	1 / 40	1 / 40	

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 *Mourègnes*



Usine : *Aston*

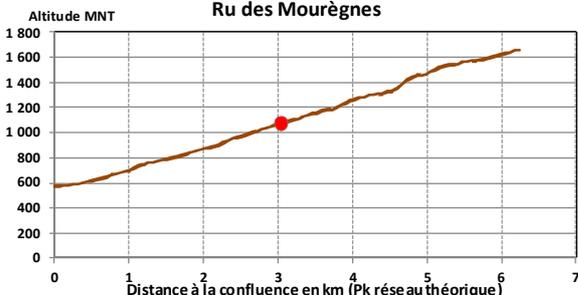
Altitude (m) : 1073
BV (km²) - % BV total: 6.7 - 64 %
Année de création : 1983

Module (l/s) : 290
Débit de dérivation (l/s) : 1 000
Longueur TCC (Km) : 9.3

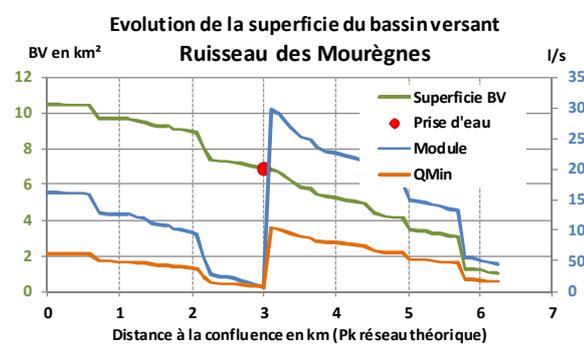
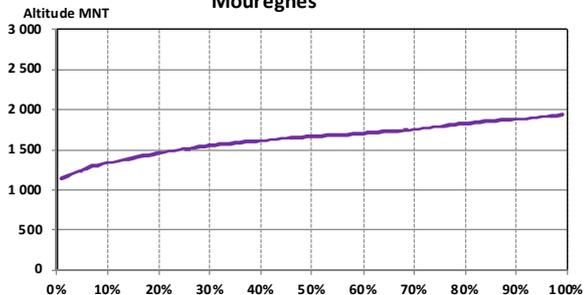
Débit réservé (l/s)	7	7	
Date	1 janv	31 déc	
Qr / Qm	1 / 41	1 / 41	

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 Mourègnes



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



Usine : *Aston*

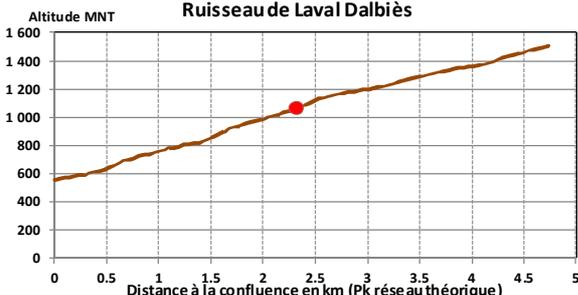
Altitude (m) : 1069
BV (km²) - % BV total: 6.5 - 74 %
Année de création : 1991

Module (l/s) : 280
Débit de dérivation (l/s) : 1 000
Longueur TCC (Km) : 6

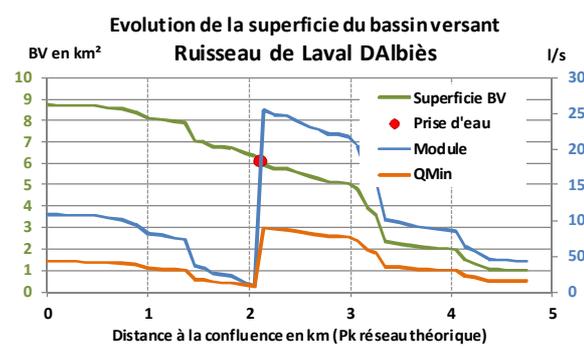
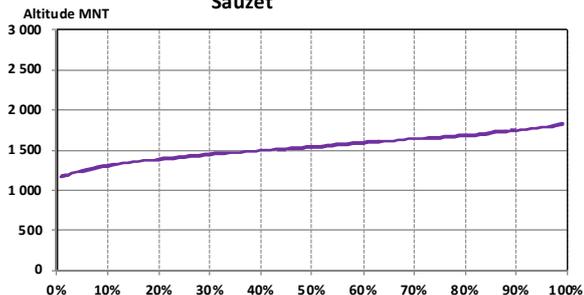
Débit réservé (l/s)	7	20	7
Date	1 janv	1 juin	1 oct
Qr / Qm	1 / 40	1 / 14	1 / 40

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 Sauzet



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



Usine : *Aston*

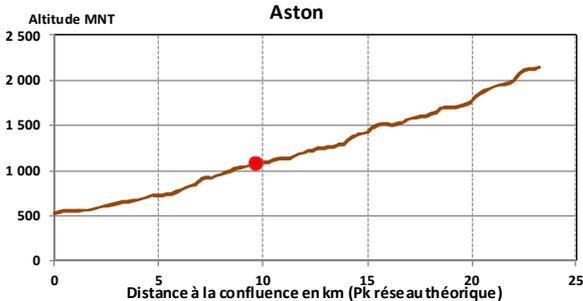
Altitude (m) : 1085
BV (km²) - % BV total: 105.7 - 15 %
Année de création : 1990

Module (l/s) : 4 540
Débit de dérivation (l/s) : 10 000
Longueur TCC (Km) : 8.8

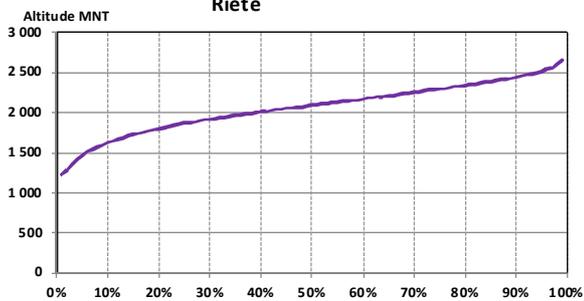
Débit réservé (l/s)	114	114	
Date	1 janv	31 déc	
Qr / Qm	1 / 40	1 / 40	

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

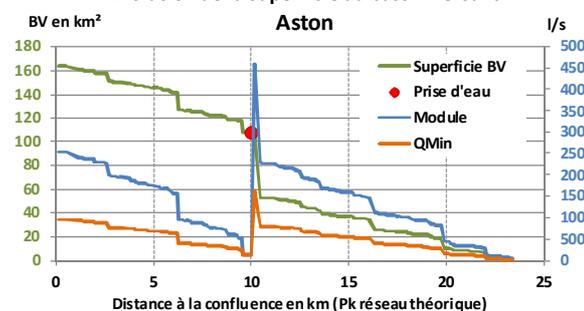
Profil en long de la vallée



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



Evolution de la superficie du bassin versant



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



Usine : *Aston*

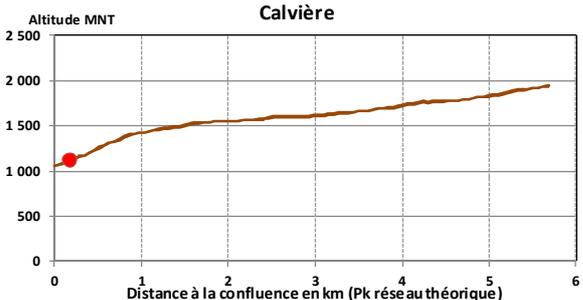
Altitude (m) : 1116
BV (km²) - % BV total: 8.7 - 93 %
Année de création : 1967

Module (l/s) : 370
Débit de dérivation (l/s) : 3 000
Longueur TCC (Km) : 9.1

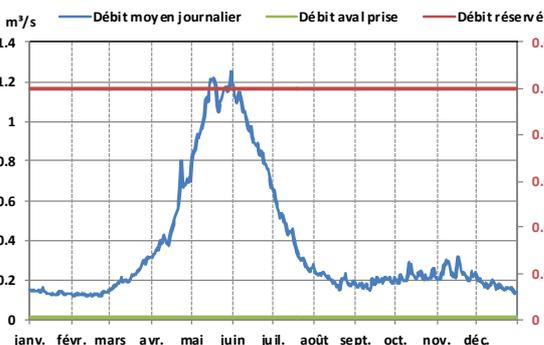
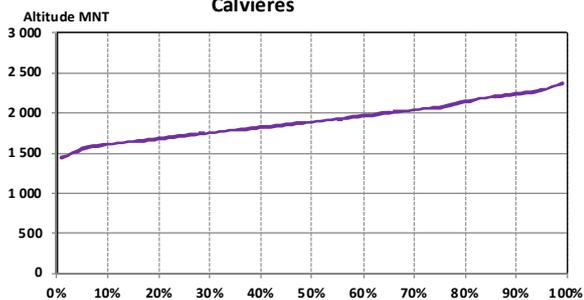
Débit réservé (l/s)	10	10	
Date	1 janv	31 déc	
Qr / Qm	1 / 37	1 / 37	

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

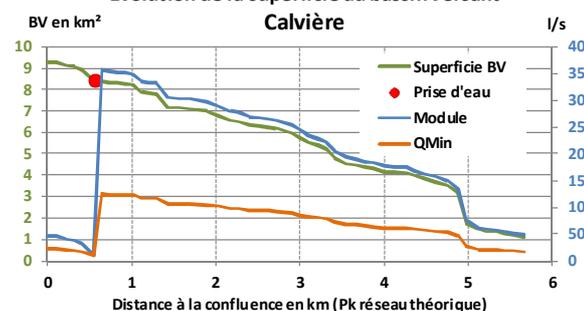
Profil en long de la vallée



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



Evolution de la superficie du bassin versant



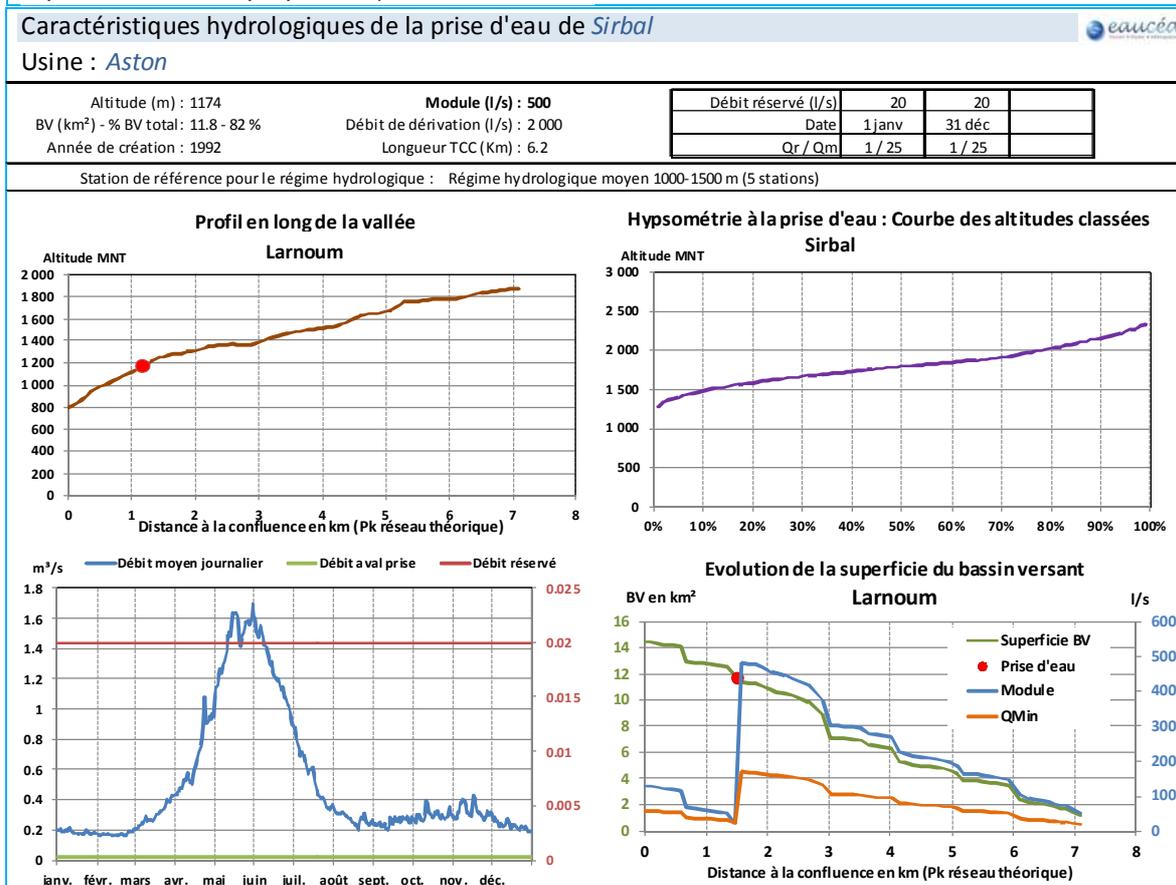
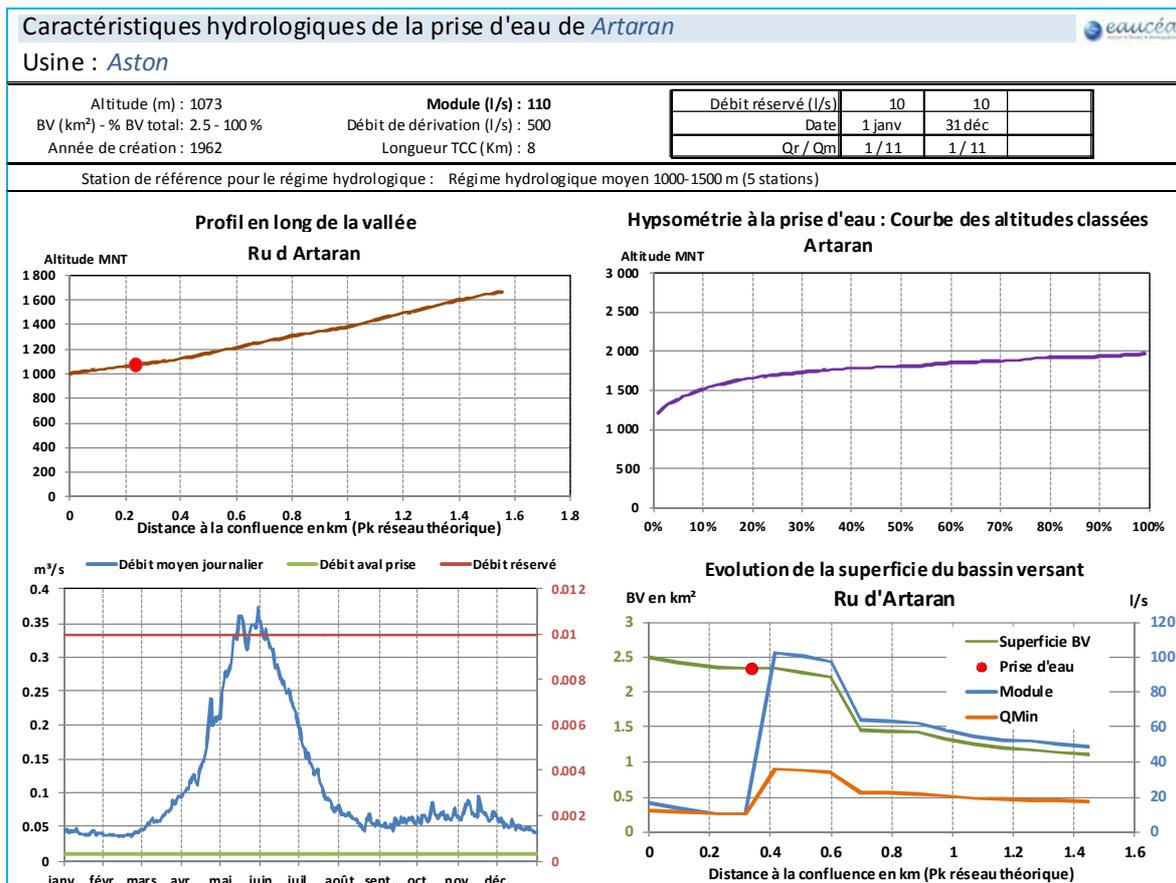


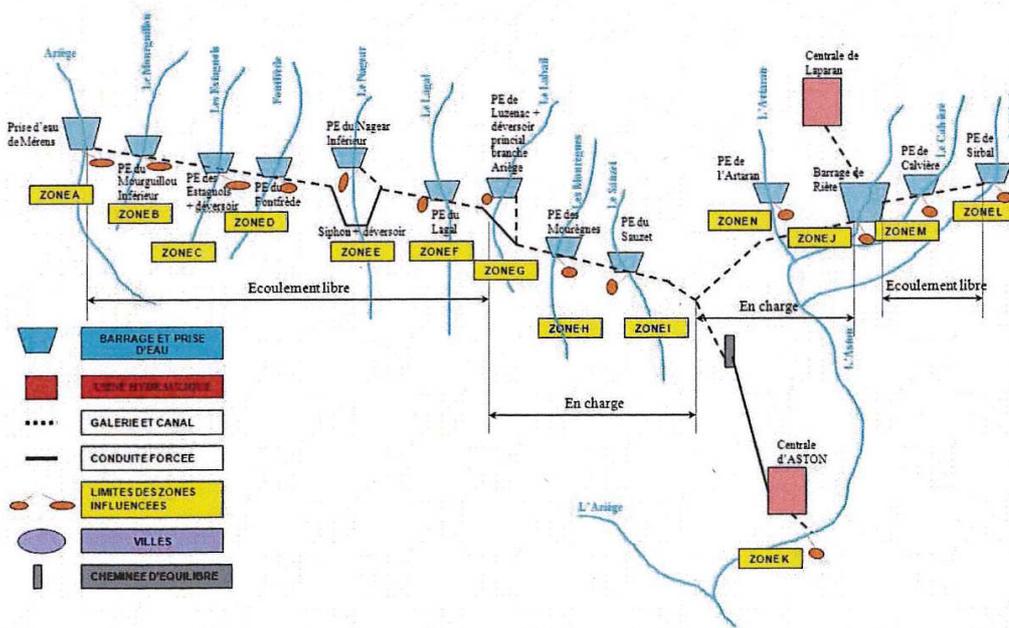
Figure 4 - Caractéristiques hydrologiques des prises d’eau du groupement d’usine d’Aston – Aménagement d’Aston

3.2 INFLUENCE DES PRISES D'EAU SUR L'HYDROLOGIE EN AVAL

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 5 représente le schéma hydraulique de l'usine d'Aston et des prises d'eau associées.



Synoptique hydraulique de l'aménagement d'Aston

Figure 5- Schéma hydraulique de l'usine d'Aston

Les conduites forcées de l'usine d'Aston sont séparées en deux branches, la première, d'une capacité de 15 m³/s, récolte l'eau de l'Ariège et de certains de ses affluents, et la deuxième, d'une capacité de 10 m³/s, récolte l'eau de l'Aston et de ses affluents. Pour chacune des deux branches, des déversoirs sont aménagés permettant d'écouler le trop-plein de débit s'écoulant vers la conduite forcée.

Dans la suite de l'étude, l'hypothèse suivante est faite : si le débit au niveau d'un déversoir est supérieur au débit maximal d'écoulement de la conduite forcée alors le surplus d'écoulement déverse à ce niveau (Tableau 3 pour un exemple). Les périodes où le débit à l'aval de chaque prise d'eau dépasse le débit réservé dépendent fortement de l'aménagement hydraulique de la prise d'eau et du canal, galerie ou conduite d'aménagé vers l'usine.

Le tableau ci-dessous contient pour chaque prise d'eau le débit qui serait prélevé dans la situation hydrologique à partir de laquelle les conduites forcées de l'usine d'Aston atteignent leur débit maximal. Dans cette situation, un débit pourrait déverser par les déversoirs de Luzenac et Riète.

La méthode de construction de ce tableau est la suivante en partant de l’amont et en allant vers l’aval :

- Le débit écoulé est donné jour par jour par la fiche hydrologique de chronique moyenne des débits moyens journaliers (Figure 4) ;
- Le débit prélevé est, au maximum, le débit écoulé, plafonné par le débit maximal prélevable (le débit réservé est ignoré pour l’exercice) ;
- La colonne suivante indique le cumul des débits s’écoulant dans la galerie d’aménée vers la conduite forcée ;
- Après la colonne indiquant la capacité de débit maximal pouvant s’écouler par la conduite forcée, la colonne suivante indique le débit déversé par prise d’eau. Ce débit est positif uniquement si le débit d’écoulement est supérieur au débit maximal prélevable par prise d’eau ;
- Enfin, la dernière colonne indique le débit s’écoulant par les déversoirs aménagés le long de la galerie d’aménée vers les conduites forcées. L’hypothèse de déversement ici est que *le débit cumulé ne peut excéder le débit maximum de la conduite forcée* (ce n’est peut-être pas la réalité mais aucune information plus précise n’est disponible à ce jour).

Dans cet exemple, la branche « Ariège » déverse au niveau de Luzenac et la branche « Aston » déverse au niveau de Riète.

Tableau 3 - Débits cumulés et déversements le long des galeries d’aménée

Usine d’Aston : les déversoirs de crue sont indiqués en couleur						
Prise d’eau (PE)	Débit max prélevable (m ³ /s)	Débit au niveau PE (m ³ /s)	Cumul max prélevé (m ³ /s)	Capacité galerie (m ³ /s)	débit déversé par prise (m ³ /s)	Débit aux déversoirs (m ³ /s)
Mérens	12	7.7	7.7		0	
Mourgouillou inférieur	5	1.7	9.4		0	
Estagnols	1	0.62	10.02		0	0
Fontfrède		0	10.02		0	
Nagear Inférieur	6	2.88	12.9		0	0
Lagal	0.5	0.4	13.3		0	
Luzenac	4	1.66	14.96		0	1.1
Mourègnes	1	0.58	15.54		0	
Sauzet	1	0.56	16.1	15	0	
Sirbal	2	1	1		0	
Calvière	3	0.74	1.74		0	
Riète	10	9.08	10.82		0	1.04
Artaran	0.5	0.22	11.04	10	0	

Cet exemple de déversement est indiqué par le niveau rouge sur la Figure 6. Si le débit est supérieur, alors les déversements augmentent au niveau des déversoirs de crues, puis éventuellement au niveau des prises d’eau si l’écoulement dépasse leur capacité d’entonnement.

Inversement, pour des débits inférieurs au niveau indiqué en rouge (200% du module), les déversements ne se font pas et les écoulements en aval des prises d’eau sont considérés comme ayant une valeur de débit égale au débit réservé.

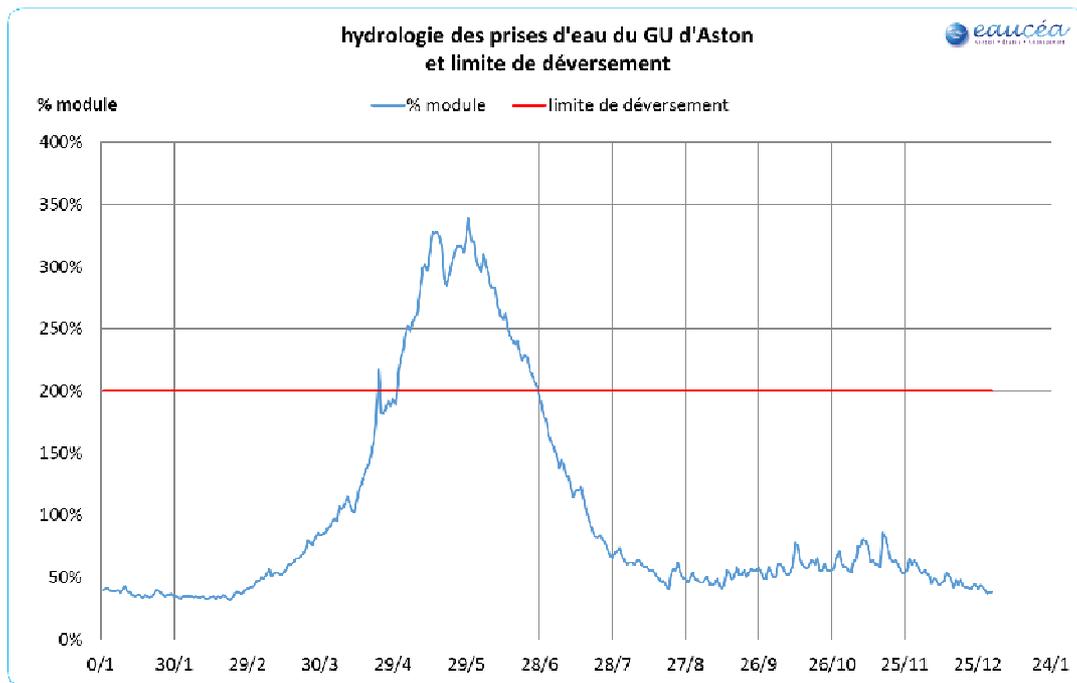


Figure 6 - Hydrologie moyenne et limite de déversement

Cet exercice théorique montre qu’en dehors de la période de fonte des neiges, les débits en aval des prises d’eau sont égaux aux débits réservés respectifs de chacune d’elle.

3.3 INFLUENCE DES DEBITES RESERVES DES AFFLUENTS SUR L’HYDROLOGIE DE L’ARIEGE

A partir des modules spécifiques interpolés le long de l’Ariège (Chapitre 3.4), l’évolution du module naturel en fonction de la distance à la source est calculée pour l’Ariège. Cette influence des prises d’eau des affluents de l’Ariège est calculée de la manière suivante :

- Pour chacun des affluents comportant une prise d’eau, le module au niveau de leur confluence avec l’Ariège est calculé à l’aide des modules spécifiques (Tableau 6). Le module ainsi obtenu est un module naturel, noté M_c ;
- Faisant l’hypothèse que les prises d’eau fonctionnent toute l’année et ne laissent passer que le débit réservé, noté Q_r , leur influence sur le module de l’Ariège est simplement calculé en retranchant la différence $M_c - Q_r$ au module de l’Ariège.

L’influence des prises d’eau sur la rivière Ariège est aussi calculée en retranchant au niveau considéré le débit réservé au module de l’Ariège.

La Figure 7 représente ainsi le résultat sous la forme de courbes évoluant en fonction de la distance à la source.

Avant la confluence avec l’Aston, le cumul des influences des prises d’eau sur le module de l’Ariège est de $5,36 \text{ m}^3/\text{s}$ soit près de 31% du module. Toutefois, dans l’hypothèse d’un passage de tous les débits réservés du 1/40^{ème} du module au 1/10^{ème} du module, le cumul des influences des prises d’eau des affluents de l’Ariège sur son module propre serait alors de $4,91 \text{ m}^3/\text{s}$, soit un gain net négligeable, inférieur à 2,5%.

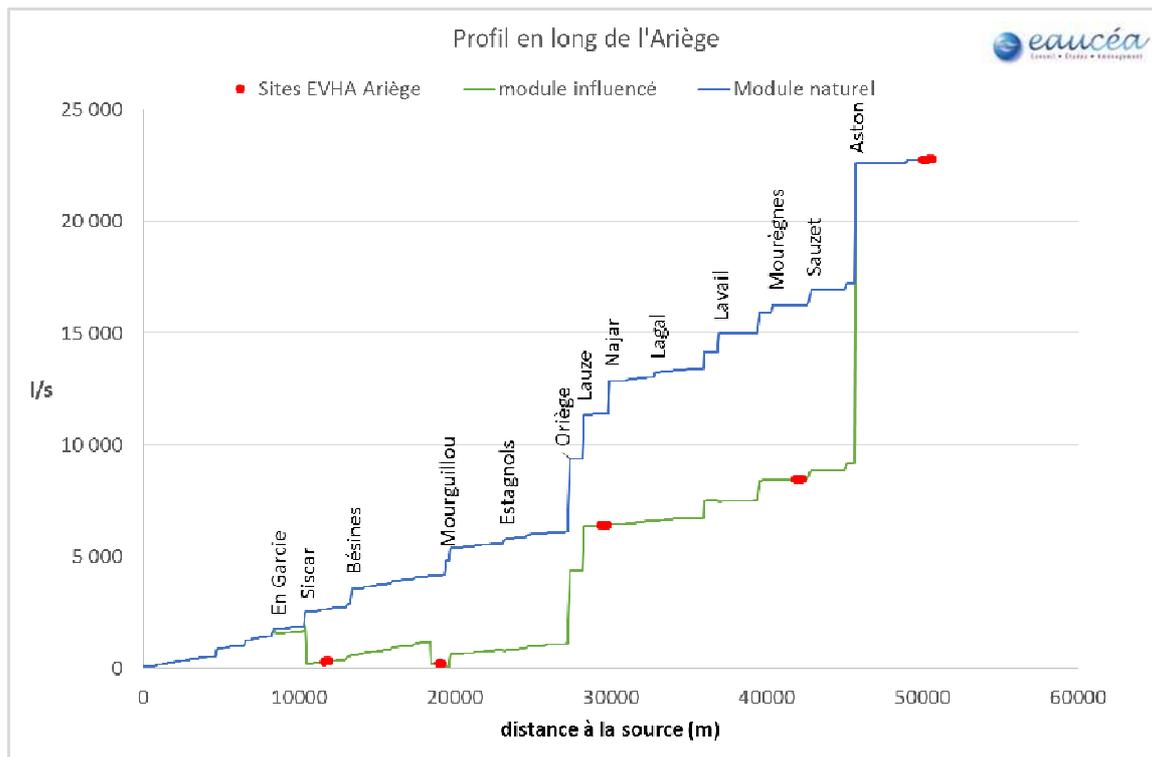


Figure 7 - profil en long du module naturel et influencé de l'Ariège

Les influences cumulées au niveau des confluences de chacun des affluents de l'Ariège sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 - Influences cumulées sur l'Ariège des débits réservés avec des scénarii au 1/40ème et au 1/10ème du module

Nom affluent	module à la confluence Ariège (m ³ /s)	Influence cumulée (m ³ /s) avec Qr actuel	influence cumulée (m ³ /s) si Qr = 1/10 Module
Rec d'en Garcia	0.215	0.21	0.195
Siscar	0.413	0.611	0.544
Ruisseau des besines	0.624	1.22	1.108
Ruisseau du Mourguillou	0.848	2.053	1.871
Ruisseau des Estagnols	0.226	2.279	2.066
Ruisseau du Najjar	1.454	3.703	3.376
Ruisseau Lagal	0.232	3.93	3.588
Lavail (Luzenac)	0.891	4,8	4.396
Ruisseau des Mourègnes	0.3	5.093	4.667
Ruisseau de Laval Dalbiès (Sauzet)	0.275	5.361	4.914

Durant la période d'étiage et en l'absence de données hydrologiques, l'influence des prises d'eau sur l'Ariège peut être analysée de la manière suivante.

Au niveau de Mérens-les-Vals, l'hypothèse choisie est que le débit d'étiage est donné par le débit réservé de la prise d'eau : 0.2 m³/s. Entre Mérens et la confluence Ariège-Aston, les prises d'eau des affluents de l'Ariège ne délivrent, en période d'étiage, que le débit réservé de chacune d'elles.

Le tableau ci-dessous indique les débits réservés et leur cumul (dans le cas de la présence de plusieurs prises d'eau sur une rivière, c'est le débit réservé aval qui est retenu).

Tableau 5 - Prises d'eau des affluents de l'Ariège et débits réservés

Prise d'eau	BV (km ²)	Qr avant 2014 (m ³ /s)
Mérens	112	0.2
Estagnols	7.1	0
Nagear Inférieur	33.6	0.03
Lagal	4.6	0.01
Luzenac	19.4	0.021
Mourègnes	6.7	0.007
Sauzet	6.5	0.02
Total	77.9	0.088

- La somme des débits réservés des affluents est de 0,088 m³/s pour un bassin versant cumulé de 77.9 km².
- L’Ariège, au niveau de sa confluence avec l’Aston, a un bassin versant d’environ 500 km².
- Les apports pour l’Ariège hors prise d’eau au niveau de cette confluence avec l’Aston sont d’environ 500 – 78 = 422 km².

A partir des données des stations hydrométriques de référence (cf. Tableau 9) l’estimation des apports en débit spécifique est de l’ordre de 5 à 10 l/s/km². Pour la superficie de bassin versant de 422 km², le débit correspondant apporté est donc compris entre 2.11 et 4.22 m³/s.

En étiage la part des débits réservés des prises d’eau sur l’Ariège en entre Mérens et la confluence avec l’Aston est entre $0.088/4.22 = 2\%$ et $0.088/2.11 = 4\%$ des apports provenant du bassin versant complémentaire hors prise d’eau.

Conclusions :

- L’influence totale des prélèvements des prises d’eau sur les affluents de l’Ariège représente un cumul de 5.36 m³/s avant confluence avec l’Aston, sachant que le module naturel de l’Ariège au même niveau est de 17.24 m³/s ;
- Un scénario proactif d’un passage au 1/10^{ème} du module de toutes ces petites prises d’eau, au lieu du niveau bas réglementaire au 1/20^{ème}, n’aurait qu’un impact négligeable sur l’hydrologie déjà influencée de l’Ariège ;
- La part des débits réservés des prises d’eau sur la part apportée par le bassin versant complémentaire sur l’Ariège à la confluence avec l’Aston est de l’ordre de quelques pourcents.

La variation du débit réservé sur les petits affluents de l’Ariège n’impacte pas significativement l’hydrologie de la rivière Ariège. L’analyse des débits biologiques des affluents sera donc menée séparément et individuellement sur chacun de ces affluents.

3.4 ESTIMATION DU MODULE AU NIVEAU DES SITES DE MESURE DE DEBITS BIOLOGIQUES

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

La Figure 8 représente les bassins versant des prises d’eau du secteur d’étude. Tous ces bassins versant se situent à une altitude assez voisine et sont soumis à une même zone d’influence climatique.

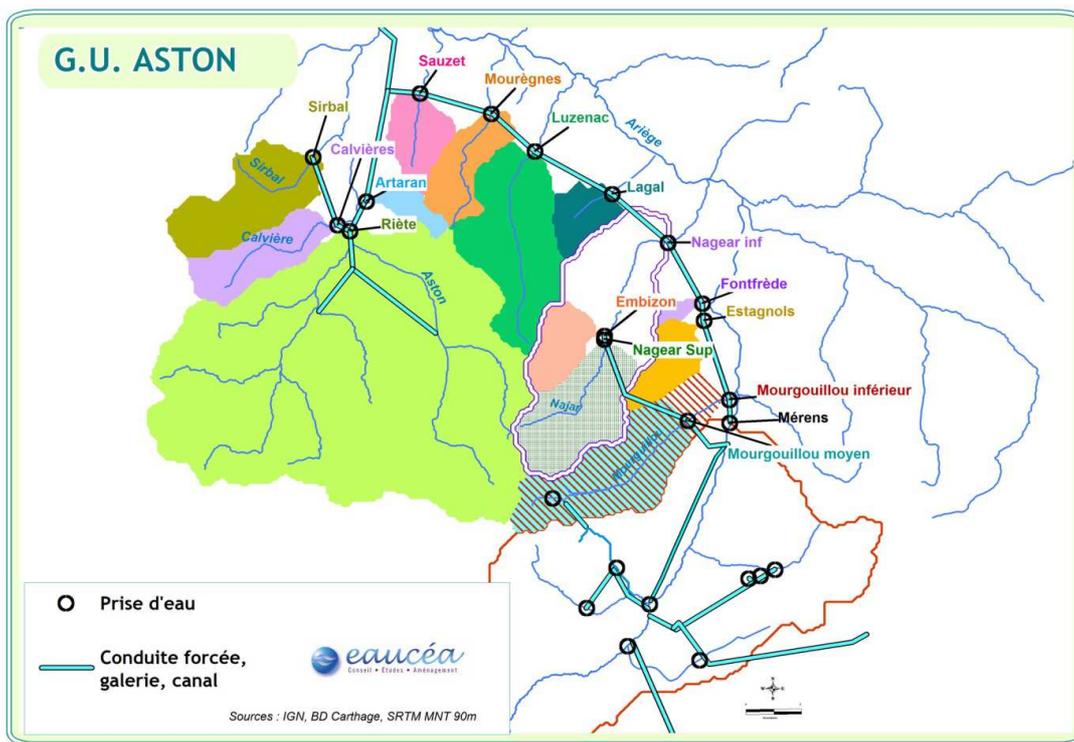


Figure 8 - Bassins versant au niveau des prises d'eau du secteur

Le Tableau 6 contient le module spécifique des prises d’eau concernées ainsi que l’aire de leur bassin versant respectif.

Tableau 6- Modules spécifiques au niveau des prises d'eau

Prise d'eau	Cours d'eau	BV (km ²)	Module spécifique (l/s/km ²)
Artaran	Artaran	2.5	44
Calvières	Calvières	8.7	43
Estagnols	Estagnols	7.1	44
Lagal	Lagal	4.6	43
Luzenac	Lavail	19.4	43
Mérens	Ariège	110	35
Mourègnes	Mourègnes	6.7	43
Mourgouillou inférieur	Mourguillou	17.9	47
Nagear inf	Nagear	33.6	43
Riète	Aston	105.7	43
Sauzet	Ruisseau de Laval Dalbiès	6.5	43
Sirbal	Larnoum	11.8	42

Au niveau des sites d’analyse, les modules spécifiques des bassins versant des prises d’eau 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.

Pour l’Ariège :

- 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 ci-dessous 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.

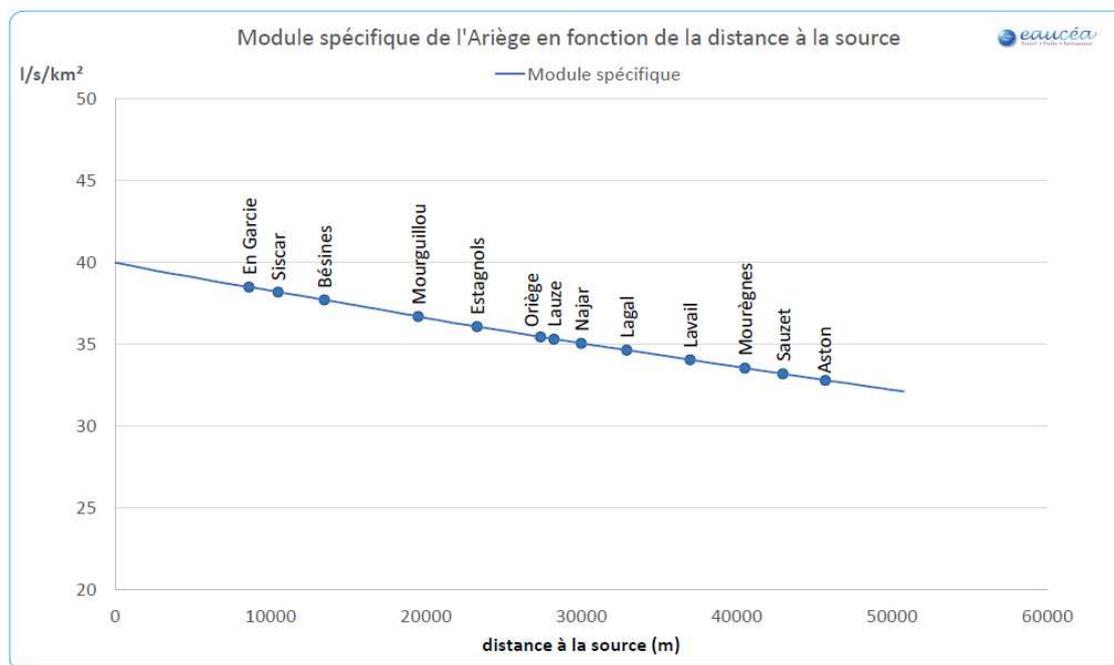


Figure 9 - Module spécifique de l’Ariège et points de confluence

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

$$M - M_s = A/1000$$

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 7 - Modules naturels calculés au 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)
Albiès amont	Ruisseau de Laval	5.8	43.1	0.250
Albiès aval	Ruisseau de Laval	6.5	43.1	0.280
Ariège amont confluence Aston	Ariège	488.5	33.3	16.267
Ariège aval confluence Aston	Ariège	708.9	32.2	22.791
Ariège aval Oriège	Ariège	325.0	35.1	11.408
Artaran aval	Artaran	2.6	44.0	0.113
Calvières amont	Calvières	9.3	42.5	0.396
Calvières aval	Calvières	9.6	42.5	0.407
Estagnols aval	Estagnols	7.1	43.7	0.310
Lagal aval	Lagal	5.5	43.5	0.238
Luzenac aval	Ruisseau de Lavail	22.6	42.8	0.966
Mérens aval	Ariège	112.8	35.0	3.949
Mourègnes amont	Mouregnes	6.7	43.3	0.290
Mourègnes aval	Mouregnes	7.3	43.3	0.315
Mourègnes aval confluence	Mouregnes	9.2	43.3	0.398
Mourgouillou inférieur amont	Ruisseau du	15.8	47.5	0.752
Mourgouillou inférieur aval	Ruisseau du	18.2	47.5	0.866
Nagear inférieur aval	Najar	34.7	42.9	1.488
Riète amont usine Aston	Aston	160.2	43.0	6.888
Riète aval immédiat	Aston	119.4	43.0	5.128
Sirbal aval	Sirbal	12.9	42.4	0.547

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

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

La cartographie des débits caractéristiques (Modules et QMNA5) réalisée à l’échelle nationale par l’IRSTEA et l’ONEMA³ permet toutefois 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 plus de préciser la fiabilité du calcul de QMNA5 effectué.

Le Tableau 8 contient, pour chaque station de mesure des débits biologiques, les valeurs de QMNA5 utilisées dans le cadre de notre étude ainsi que les intervalles de confiance à 80%.

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.

Tableau 8 - 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%)
Albiès amont	Ruisseau de Laval Dalbiès	5.8	0.03	0.024
Albiès aval	Ruisseau de Laval Dalbiès	6.5	0.03	0.024
Ariège amont confluence Aston	Ariège	488.5	3.89	2.49
Ariège aval confluence Aston	Ariège	708.9	5.999	3.738
Ariège aval Oriège	Ariège	325.0	2.301	1.562
Artaran aval	Artaran	2.6	0.014	0.011
Calvières amont	Calvières	9.3	0.054	0.038
Calvières aval	Calvières	9.6	0.061	0.043
Estagnols aval	Estagnols	7.1	0.025	0.017
Lagal aval	Lagal	5.5	0.031	0.022
Luzenac aval	Ruisseau de Lavail	22.6	0.165	0.109
Mérens aval	Ariège	112.8	0.646	0.49
Mourègnes amont	Mouregnes	6.7	0.029	0.022
Mourègnes aval	Mouregnes	7.3	0.043	0.032
Mourègnes aval confluence	Mouregnes	9.2	0.043	0.032
Mourgouillou inférieur amont	Ruisseau du Mourgouillou	15.8	0.112	0.076
Mourgouillou inférieur aval	Ruisseau du Mourgouillou	18.2	0.129	0.088
Nagear inférieur aval	Nagear	34.7	0.305	0.19
Riète amont usine Aston	Aston	160.2	1.234	0.805
Riète aval immédiat	Aston	119.4	0.91	0.596
Sirbal aval	Sirbal	12.9	0.075	0.052

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.

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 9 - 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 GAVE 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.

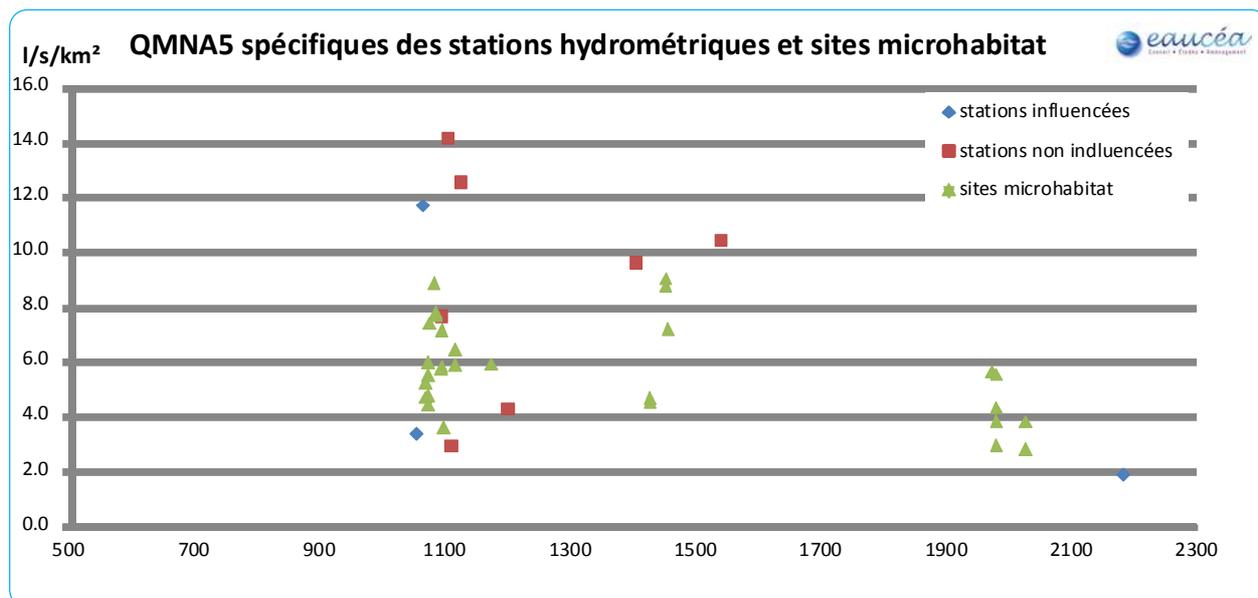


Figure 10 - QMNA5 spécifiques des stations hydrométriques et des sites microhabitat de l’Ariège en fonction de leur altitude

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.

La durée totale des mesures s’étale sur plus d’un an (octobre 2012 à avril 2014 – durée variable selon la sonde), avec un relevé de température toute les heures, ce qui permet de suivre les variations annuelles et les températures maximum et minimum.

- 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 en aval de la prise d’eau (dans le TCC). 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 ;
- 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 en amont immédiat de la prise d’eau (débit naturel). Cette sonde a permis de décrire globalement les conditions thermiques pour les cours d’eau de cette gamme d’altitude (1000 à 1500 m) ;
- Sonde thermique de l’Ariège en amont de la confluence avec l’Aston - Une dernière sonde 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 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.

Les amplitudes journalières en période estivale ne sont pas négligeables et il convient de prendre en compte que la réduction des débits dans les portions court-circuitées peut être un facteur aggravant de variabilité. Toutefois, il convient de relativiser ce point dans la mesure où ces amplitudes, en montagne en général, en portion non-court-circuitée en particulier, sont dans tous les cas très importantes.

Les conditions en moyenne et haute altitude sont logiquement très limitantes pour le compartiment biologique. L’alimentation et la croissance des Truites ont lieu pour des températures comprises entre 4 et 9°C avec un optimum thermique de croissance entre 13 et 14°C. Sur ces zones, les très faibles températures hivernales et la courte période au-dessus de 10°C (4 mois en moyenne altitude et 2 mois en haute altitude) limitent la croissance des êtres vivants et imposent une résistance et une certaine spécialisation de ceux-ci. En revanche, dans la vallée (sur la période analysée), les températures semblent presque toujours supérieures au seuil minimal de nutrition.

Sur les prises d’eau de moyenne altitude, les espèces supportant principalement le froid vont donc être présentes. La question thermique interroge donc le calendrier des débits en interaction avec la biologie et les exigences écologiques.

Au-delà de 19-20°C, la Truite cesse de se nourrir et se trouve dans un état de stress important. A la vue des différentes mesures thermiques, ce seuil ne semble pas être atteint sur ces prises d’eau. Il convient toutefois de faire attention à ce seuil car ce seuil pourrait être potentiellement atteint en cas de trop faible débit sur les petits cours d’eau à l’approche de leur confluence avec l’Ariège.

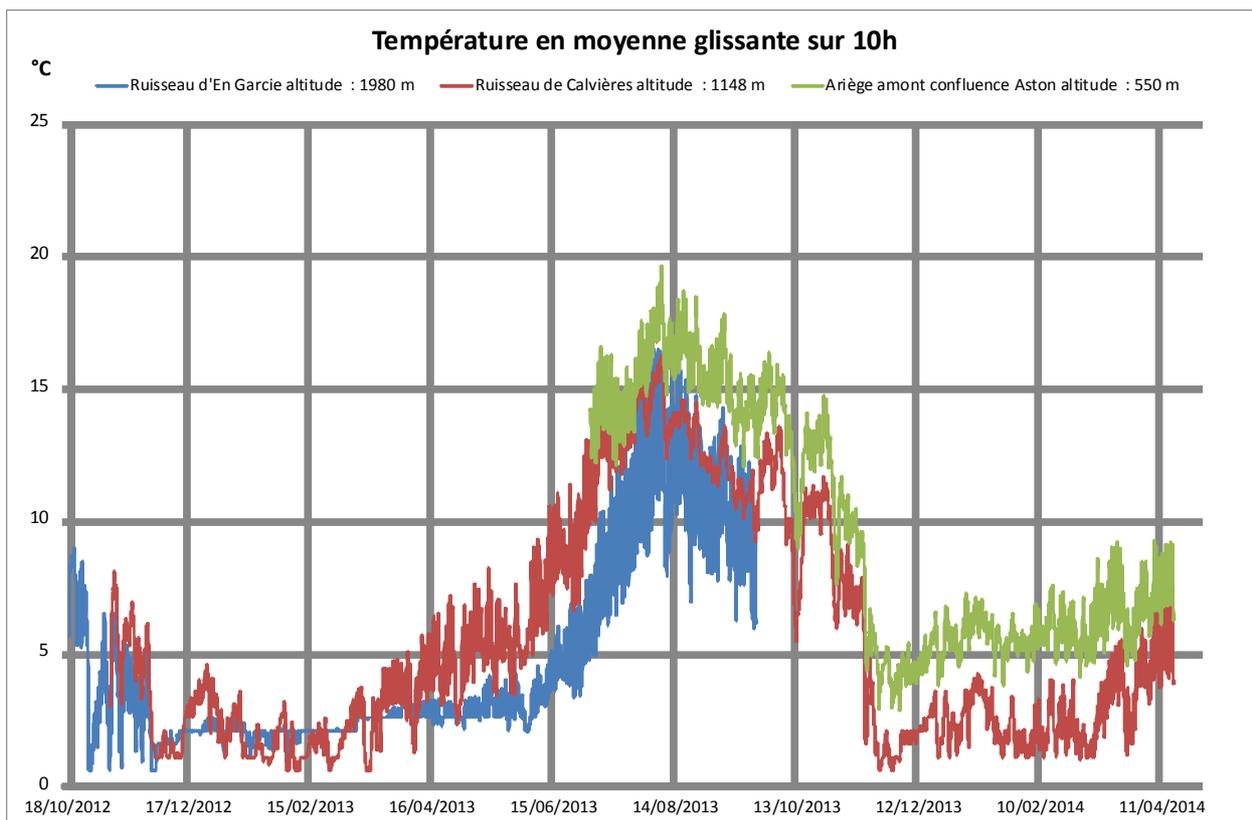


Figure 11 – Suivi de l’évolution de la température

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 pour la plupart 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. Les tronçons sont également fréquentés par le Desman des Pyrénées, la Loutre, l’Euprocte des Pyrénées, le Triton palmé, toutes des espèces patrimoniales très importantes d’un point de vue de la Conservation.

Toutefois, le Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles (PDPG) de l’Ariège qualifie l’état fonctionnel des deux contextes « Ariège amont » et « Aston » comme « perturbés » 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).

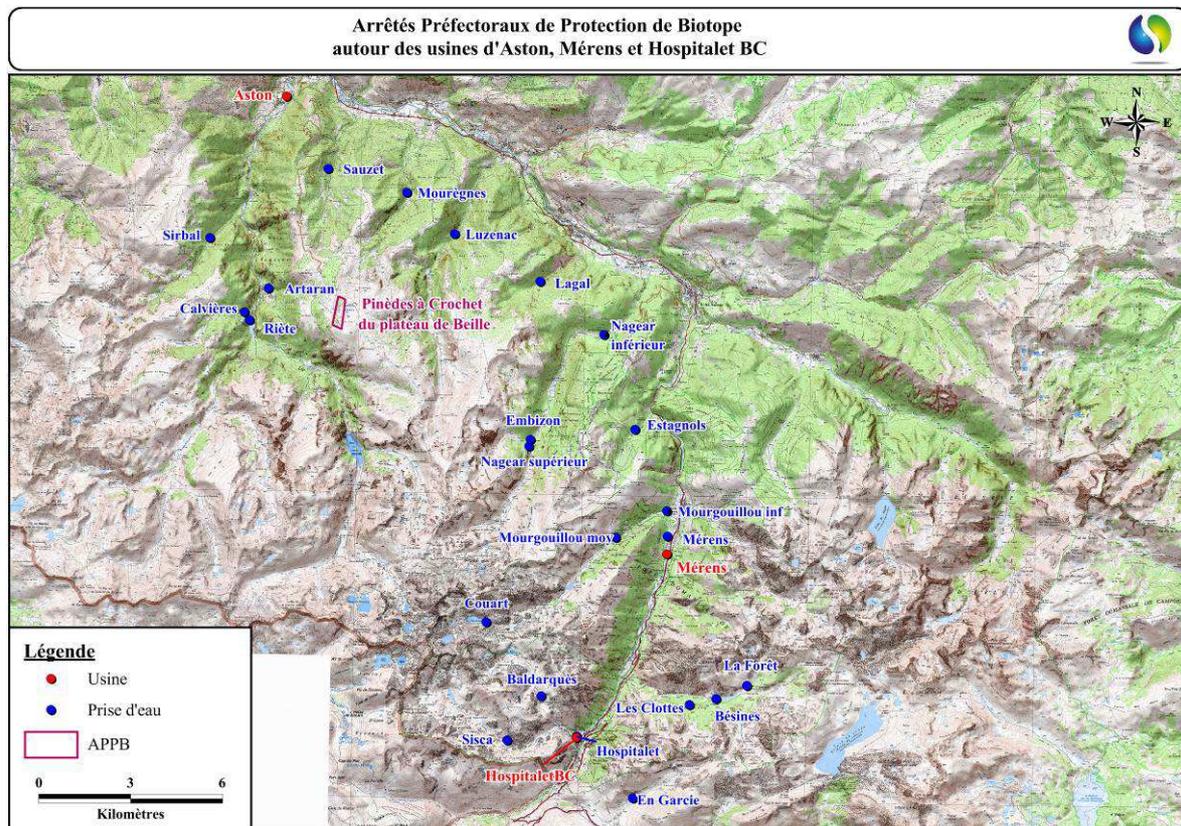


Figure 12 - Cartographie des APPB au voisinage du complexe hydroélectrique d'Aston

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).

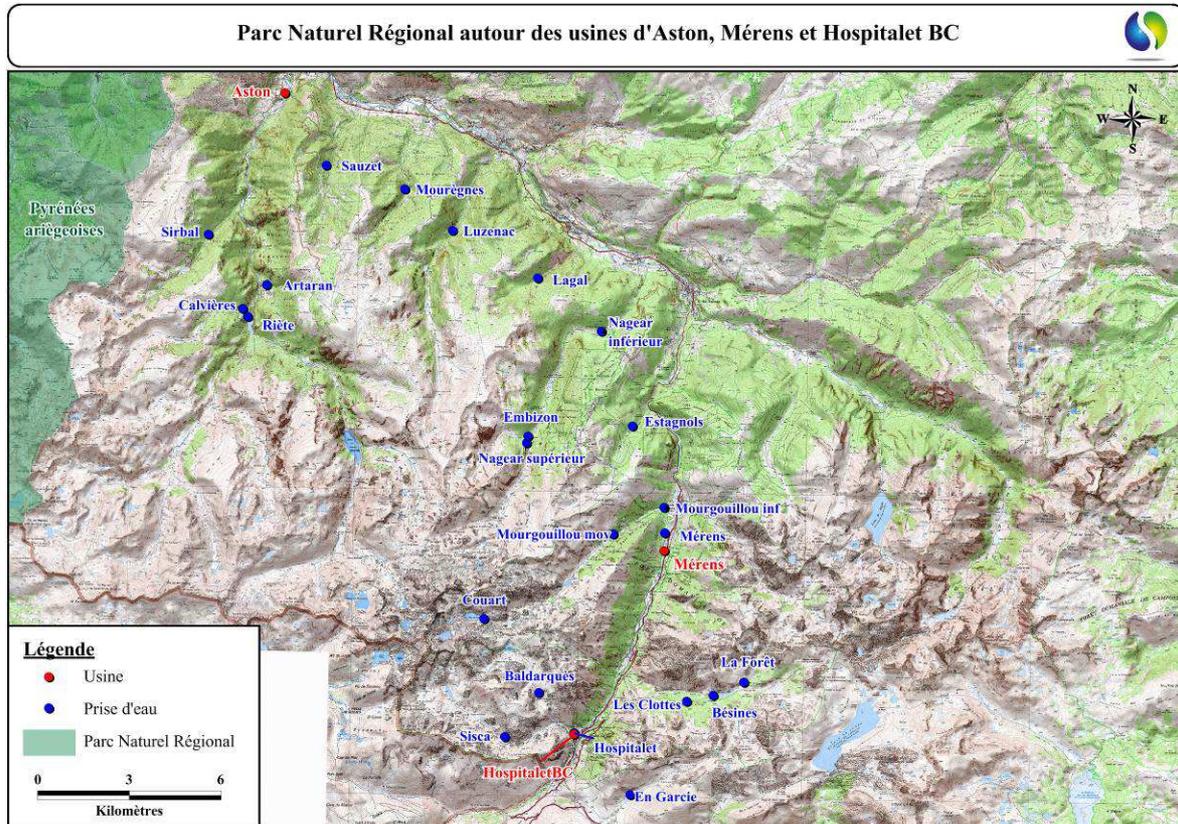


Figure 13 - Cartographie du Parc Naturel Régional des Pyrénées ariégeoises au voisinage du complexe hydroélectrique d’Aston

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’Aston appartient à la ZNIEFF de type 2 « Massif de l’Aston et haute-vallée de l’Ariège » et est surtout directement concernée par la ZNIEFF de type 1 « Vallée de l’Aston » ;
- 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-Thermes ».

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 (confirmée lors de cette étude par identification sur site), du Saumon atlantique, de la Loutre, ainsi que d’une grande diversité des habitats qui entraîne une grande diversité biocénotique (oiseaux, mammifères, insectes).



Euproctes identifiés sur l’Estagnols



Euprocte sur l’Aston -2 observations validées

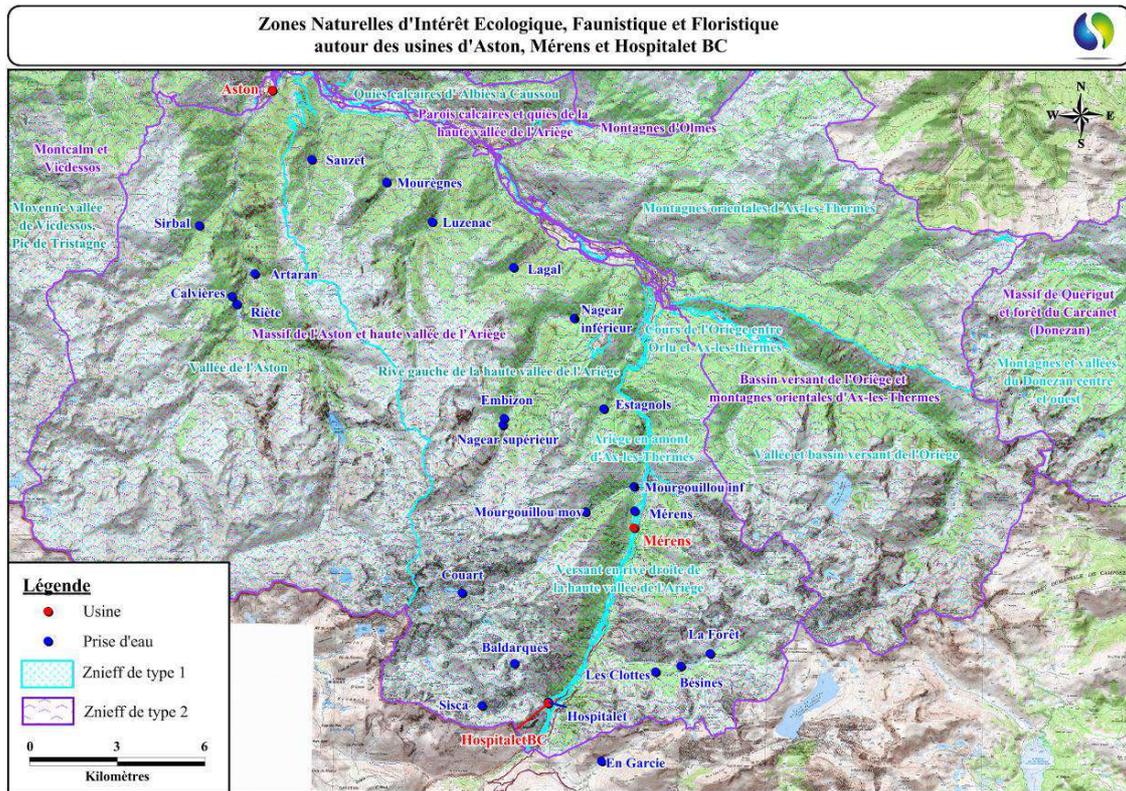


Figure 14 - Cartographie des ZNIEFF à proximité du complexe hydroélectrique d'Aston

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 97/62/CEE dite « Directive Habitats Faune Flore » qui établit un cadre pour les actions communautaires de conservation d’espèces de faune et de flore sauvages ainsi que de leur habitat. Cette directive répertorie plus de 200 types d’habitats naturels, 200 espèces animales et 500 espèces végétales présentant un intérêt communautaire et nécessitant une protection. Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) et/ou Sites d’Intérêt Communautaire (SIC), actuellement plus de 20 000 pour 12% du territoire européen, permettent une protection de ces habitats et espèces menacées.

Au niveau du secteur de l’étude, la vallée de l’Aston et ses affluents sont quasi-intégralement (à l’exception de la zone urbanisée à l’aval juste avant la confluence avec l’Ariège) situés au sein même ou à proximité immédiate de sites patrimoniaux naturels référencés dans le réseau Natura 2000 (Figure 15) :

- Tout ce bassin versant englobant le SIC-Directive Habitats FR7300827 « Vallée de l’Aston » dont le DOCOB a été validé en avril 2010.

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

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

L’intérêt principal en faune aquatique ou inféodée directement aux milieux humides réside dans la présence de Desmans et de Chabots.

Outre sur la protection des espèces, les attentions particulières recensées dans le cadre du DOCOB sont à porter sur les pratiques pastorales, sylvicoles et hydroélectriques qui peuvent induire une dégradation potentielle de la qualité des eaux et une fragmentation des habitats.

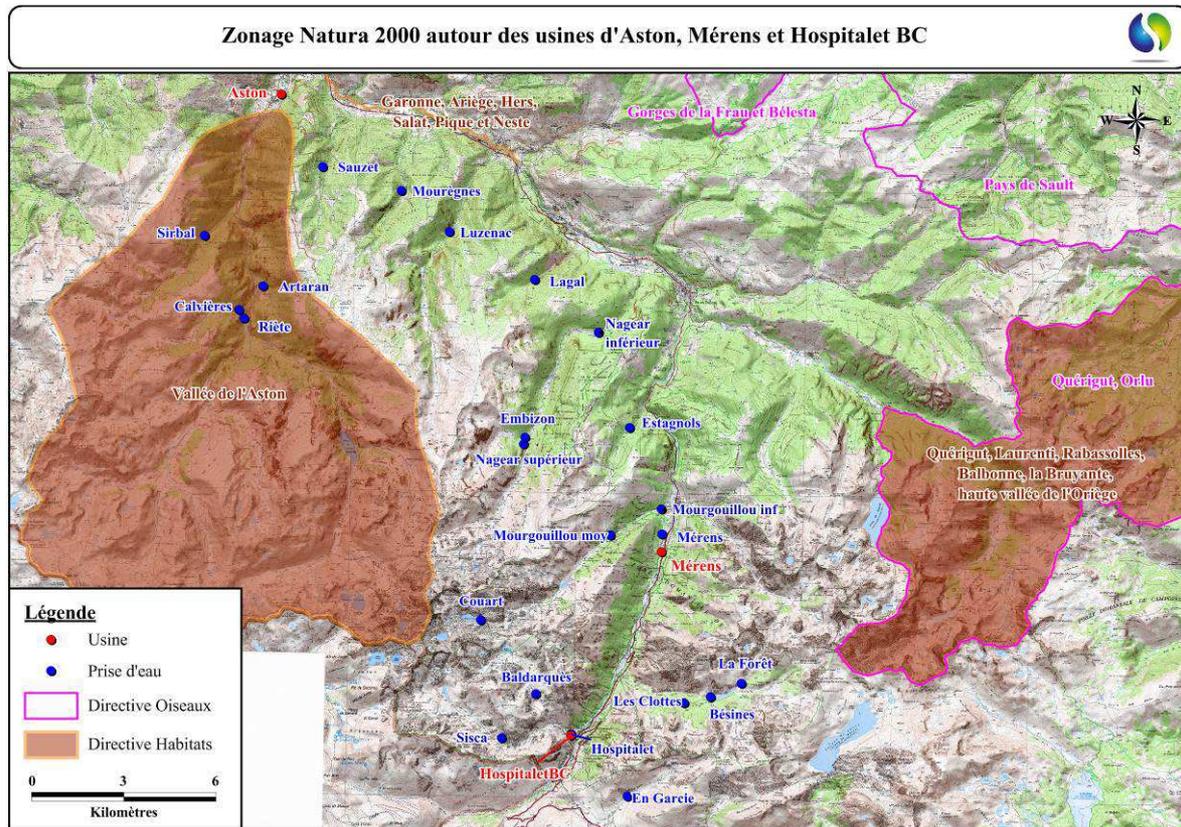


Figure 15 - Cartographie des zonages Natura 2000 à proximité du complexe hydroélectrique d'Aston

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 :

- Les prises d'eau de Mérens, de Riète, d'Estagnols et du Mourguillou inférieur ne sont pas classées en liste 1 ;
- Les prises d'eau d'Artaran, du Lagal, de Mourègnes, de Sauzet et du Sirbal constituent les limites aval de tronçons classés en liste 1 ;
- Les prises d'eau de Luzenac, de Calvières et du Nagear inférieur 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 d'Aston n'est concernée par ce classement en liste 2

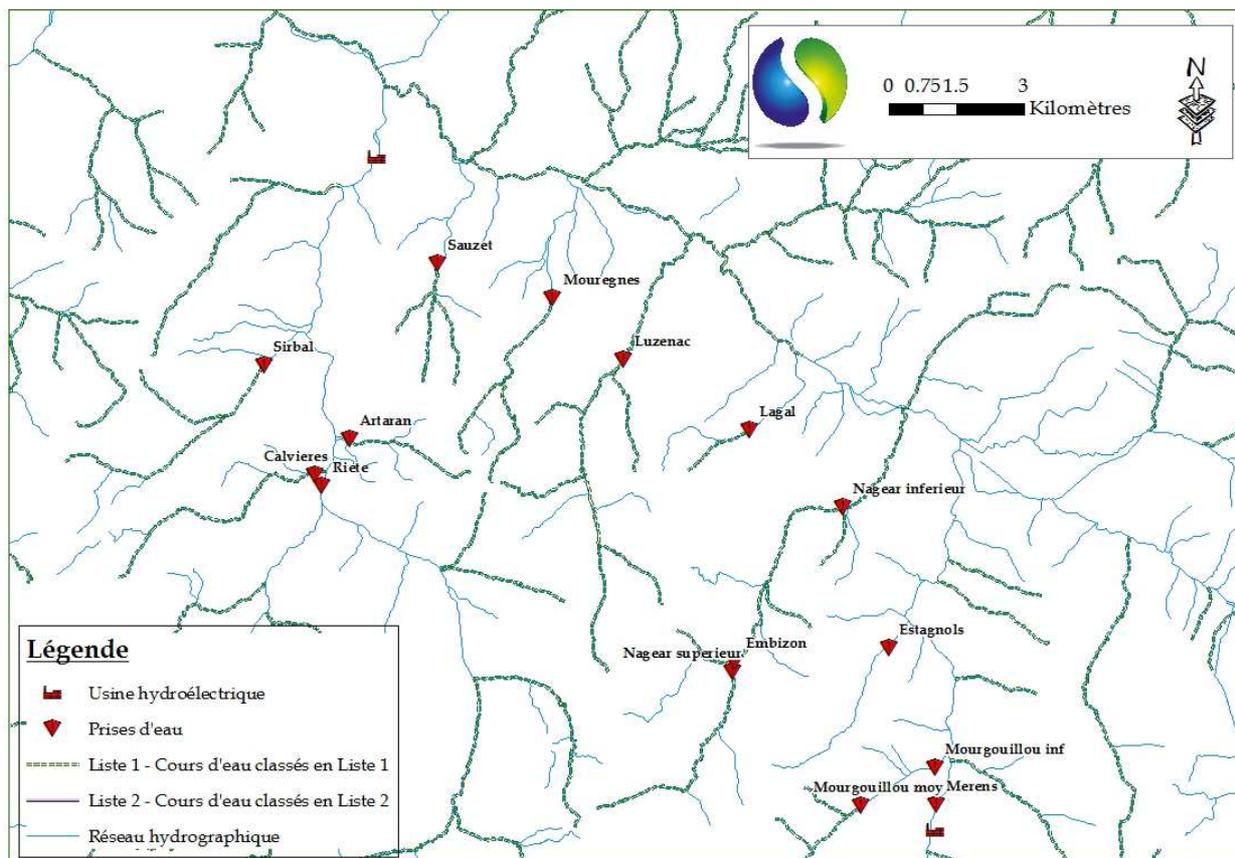


Figure 16 - Cours d'eau « classés » sur la zone d'étude

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, 7 grandes masses d'eau sont recensées (sur 13 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 du Mourguillou ;
- FRFR905C, L'Ariège du confluent de l'Aston au confluent du Vicdessos (Soulcem) ;
- FRFR166_8, Le ruisseau du Nagear ;

- FRFR166_7, Le ruisseau de Lavail-Luzenac ;
- FRFR167, L'Aston du confluent du Quioulès au confluent de l'Ariège ;
- FRFR167_3, Le ruisseau Sirbal.

NB. Les ruisseaux de Calvières, d'Artaran, de Sauzet, de Mourègnes, du Lagal et d'Estagnols ne sont pas référencés comme masses d'eau superficielles individuelles.

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 en amont de la confluence de l'Aston (Figure 18), ruisseau du Mourguillou (Figure 19), Ariège en aval de la confluence de l'Aston (Figure 20), ruisseau du Nagear (Figure 21), ruisseau de Lavail-Luzenac (Figure 22), Aston du confluent du Quioulès au confluent de l'Ariège (Figure 23), ruisseau Sirbal (Figure 24).

Il est toutefois à considérer que pour l'Etat Ecologique de l'ensemble de ces masses d'eau, à l'exception de l'Ariège amont, 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 masses d'eau recensées du secteur de l'étude est en Bon Etat Chimique.

En revanche, concernant l'Etat Ecologique, plusieurs paramètres sont responsables d'un déclassement de l'Aston et de l'Ariège, les deux axes principaux : 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'Aston en Etat Ecologique Moyen et même l'Ariège en Etat Ecologique Mauvais (avec des pressions domestiques qui se cumulent sur la portion amont).

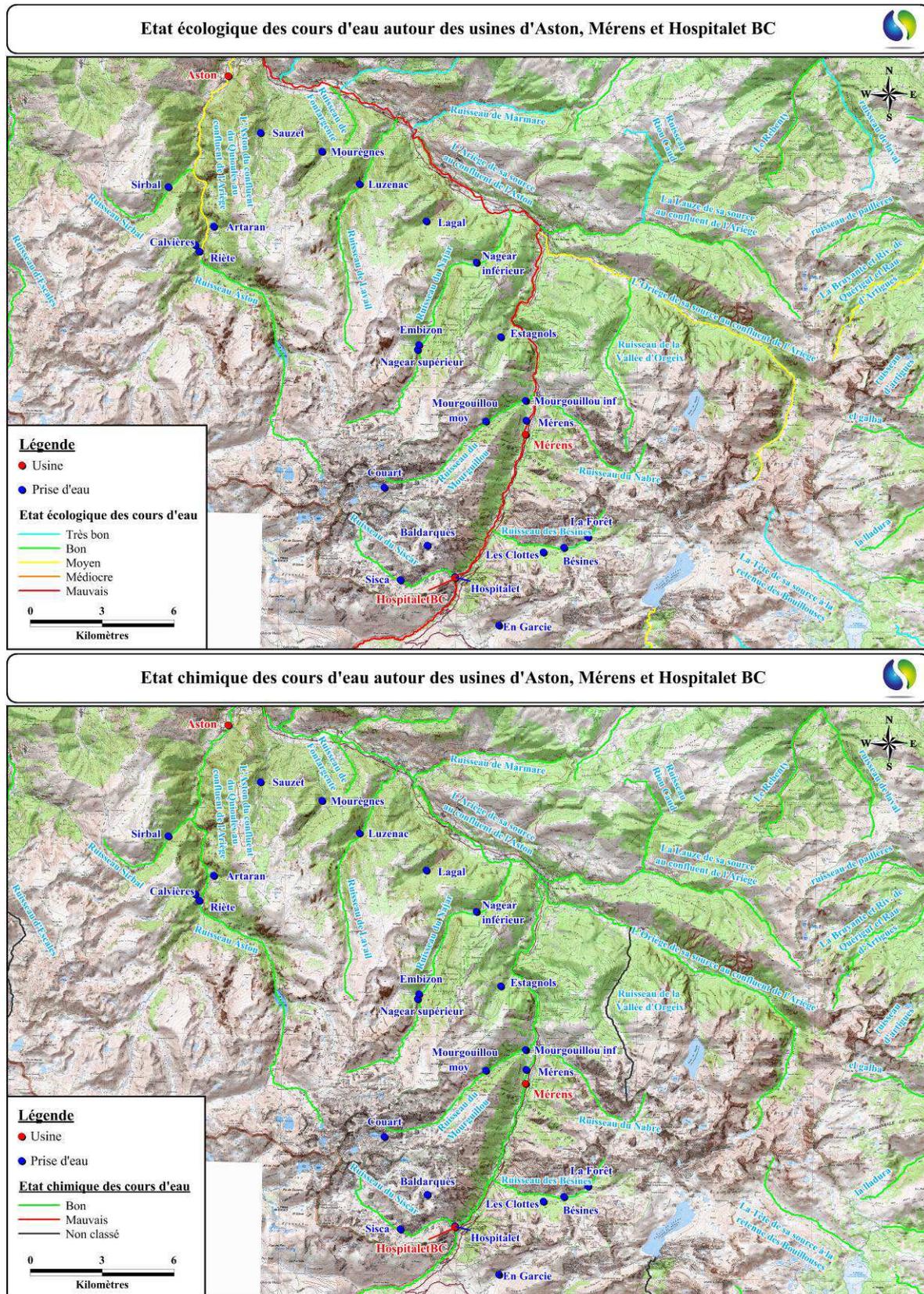


Figure 17 – Evaluation d’Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne)



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)

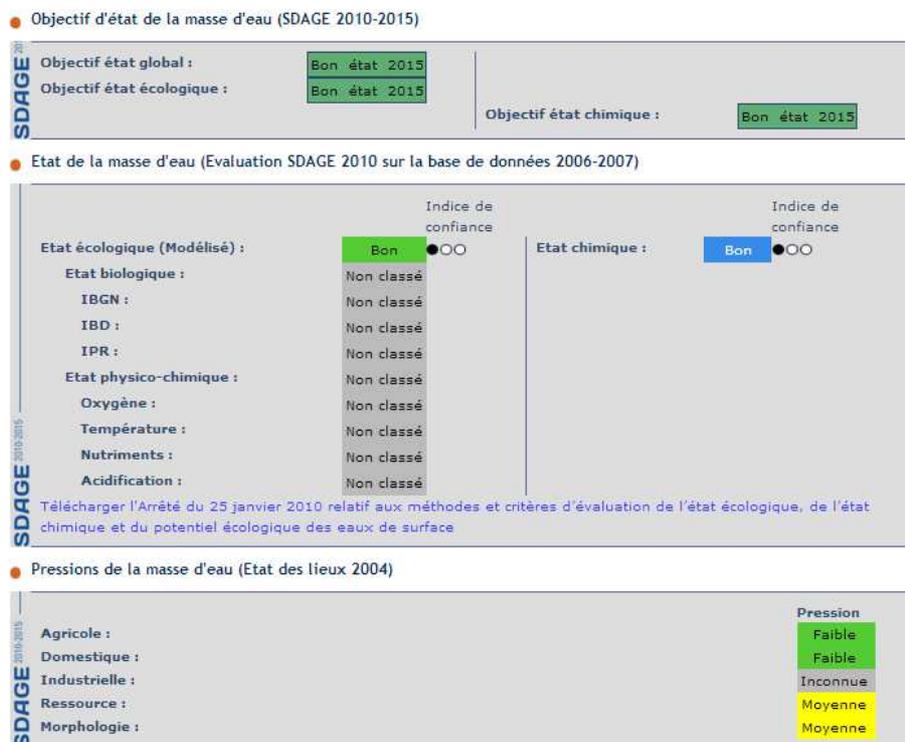


Figure 19 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166_5, Le ruisseau du Mourguillou (source - AE Adour-Garonne)

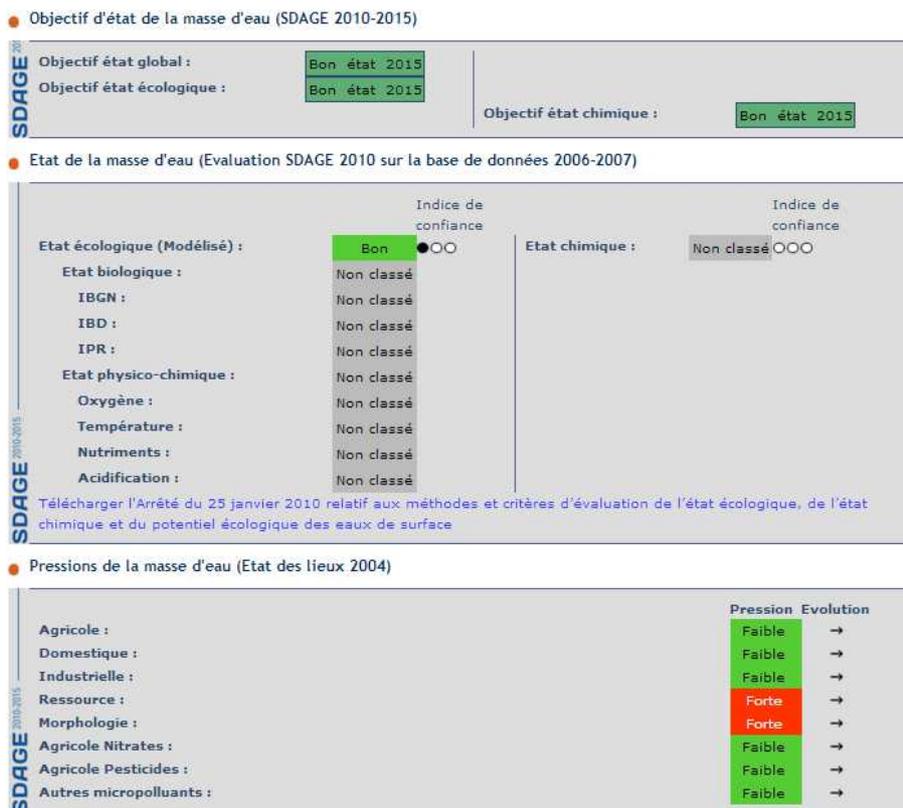


Figure 20 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR905C, L'Ariège du confluent de l'Aston au confluent du Vicdessos (Soulcem) (source - AE Adour-Garonne)

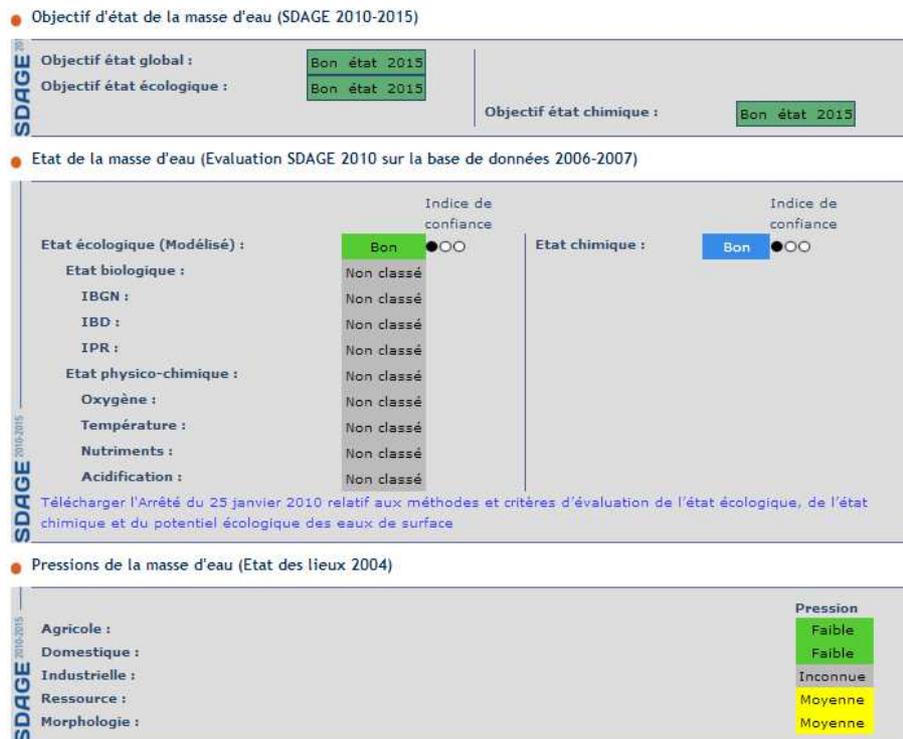


Figure 21 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166_8, Le ruisseau du Nagear (source - AE Adour-Garonne)

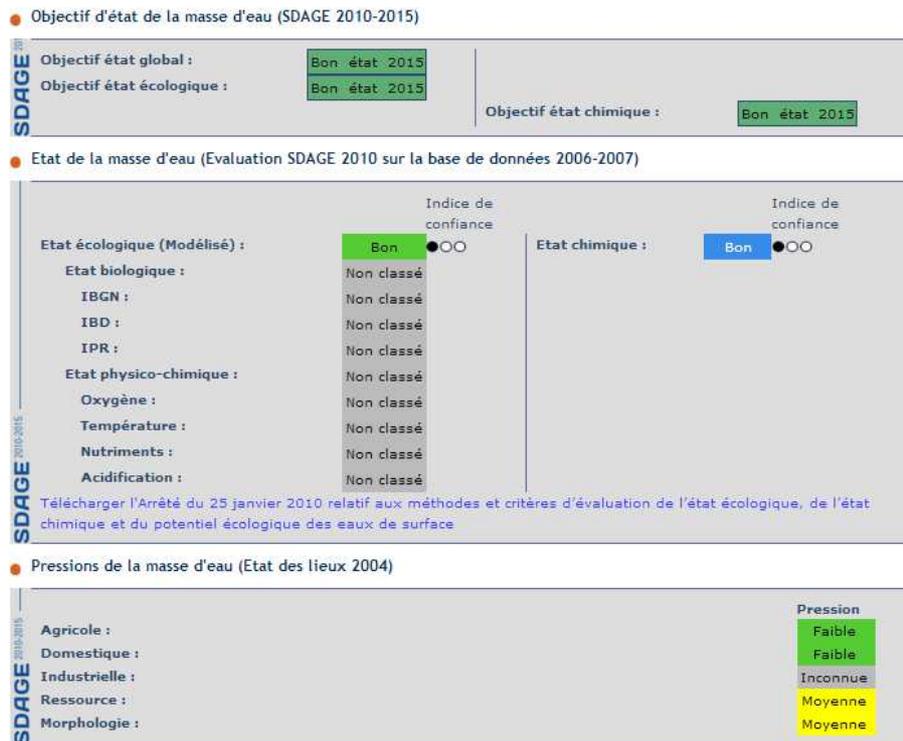


Figure 22 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166_7, Le ruisseau de Lavail-Luzenac (source - AE Adour-Garonne)

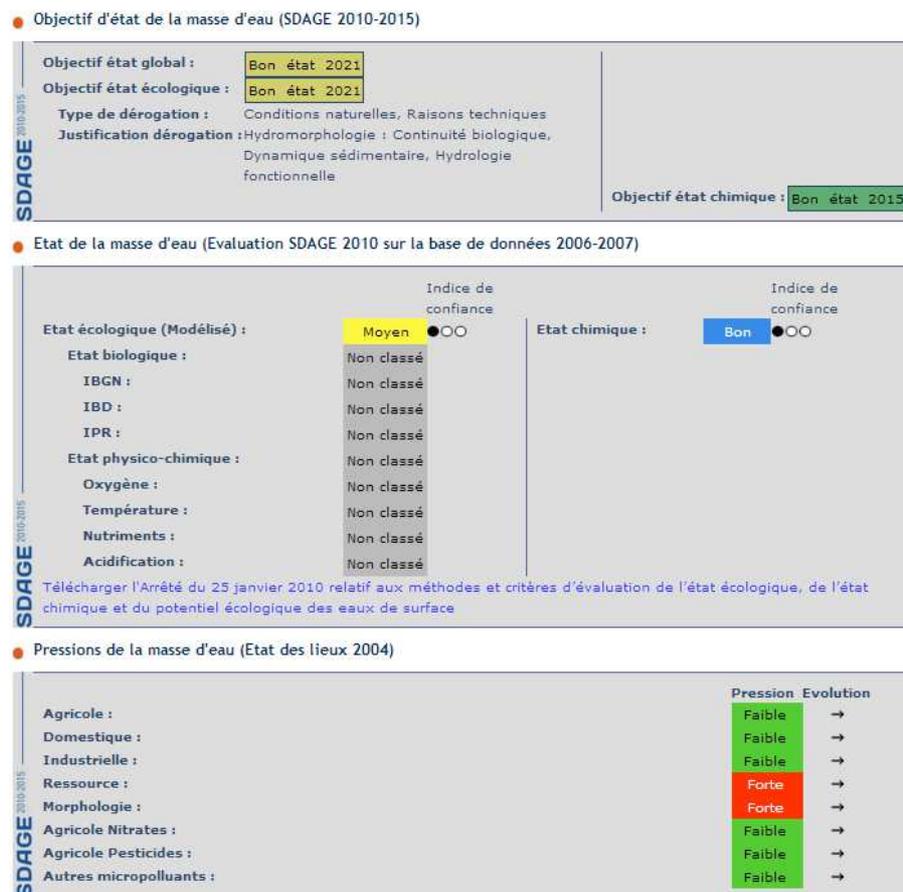


Figure 23 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR167, L'Aston du confluent du Quioulès au confluent de l'Ariège (source - AE Adour-Garonne)

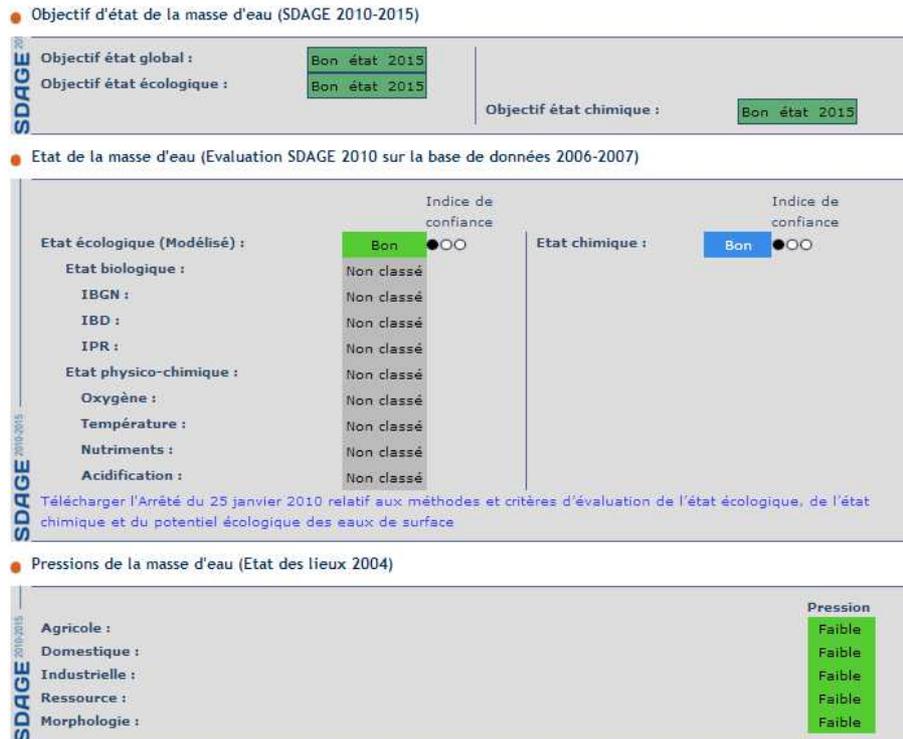


Figure 24 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR167_3, Le ruisseau Sirbal (source - AE Adour-Garonne)

5.2.2.2 Objectifs d’Etat DCE

La Figure 25 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 pour les deux masses d’eau concernées par l’étude et pour l’ensemble des masses d’eau affluentes également identifiées.

Seule la masse d’eau sur l’Aston bénéficie d’un report d’objectif d’atteinte du Bon Etat jusqu’en 2021 en raison des problématiques majeures sur l’hydromorphologie liées principalement à l’hydroélectricité.

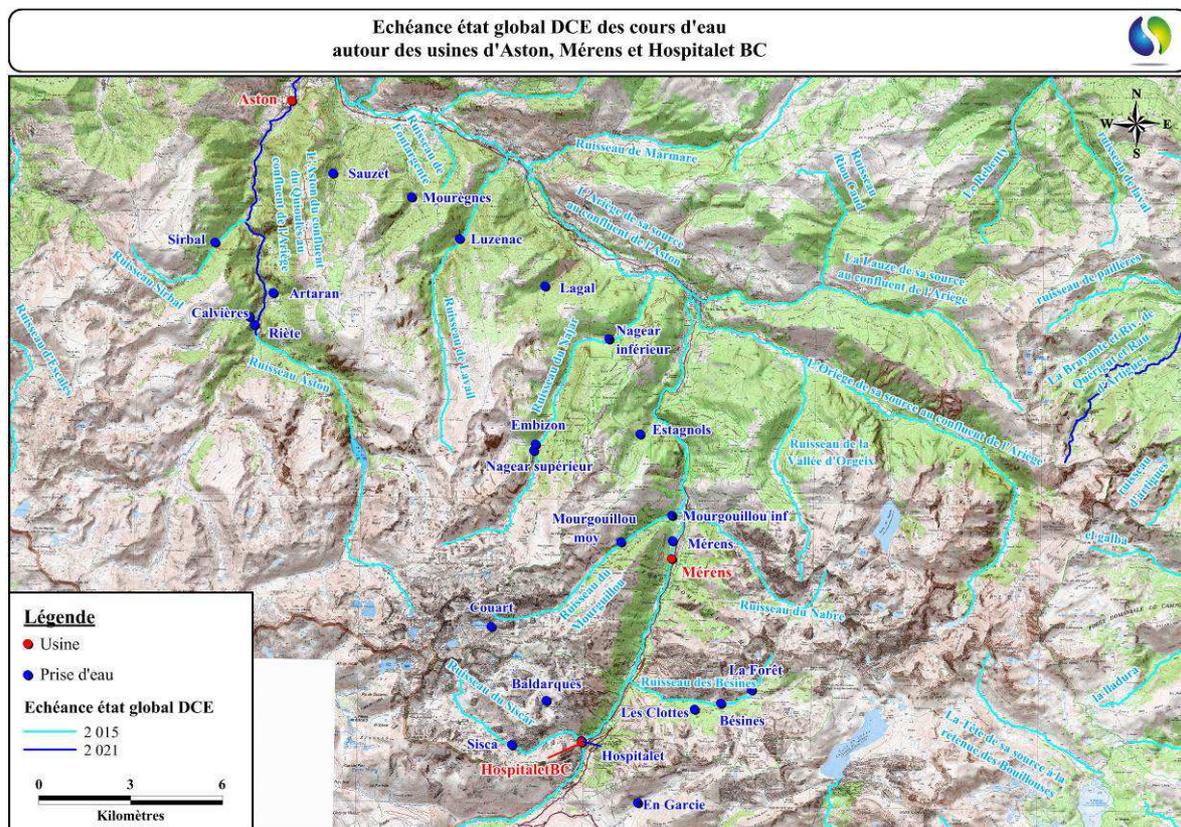


Figure 25 – Echéance d’atteinte du Bon Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne)

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’égales à égales des mêmes pressions s’exerçant sur un cours d’eau coulant dans une gorge à forte pente avec un transit sédimentaire important et un petit cours d’eau de plaine à faible énergie.

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

Le projet national SYRAH-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. Hormis l’Aston et l’Ariège de rang 3 (sauf l’Ariège en rang 4 après la confluence avec l’Oriège), tous les autres cours d’eau sont de taille modeste, torrents de montagne en rang 1 ou 2.

L’ensemble des cours d’eau du secteur sont endogènes des Pyrénées, d’où leur classification officielle de « Très petits cours d’eau de l’HER1 » à « Moyens cours d’eau de l’HER1 ».

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

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

- Sur la portion amont du réseau drainant, les « Pyrénées centrales, étages alpins et subalpins (n°95) » 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 ;
- Sur la portion aval de chaque drain ou sur l’axe principal de l’Ariège, les « Pyrénées à l’étage montagnard (n°96) » sont une zone intermédiaire entre la haute montagne au régime nival et les reliefs moins élevés plus au Nord. Géologiquement très hétérogène, cette zone est marquée par un relief accidenté et des fortes pentes. Le climat est montagnard froid et humide sous influence océanique.

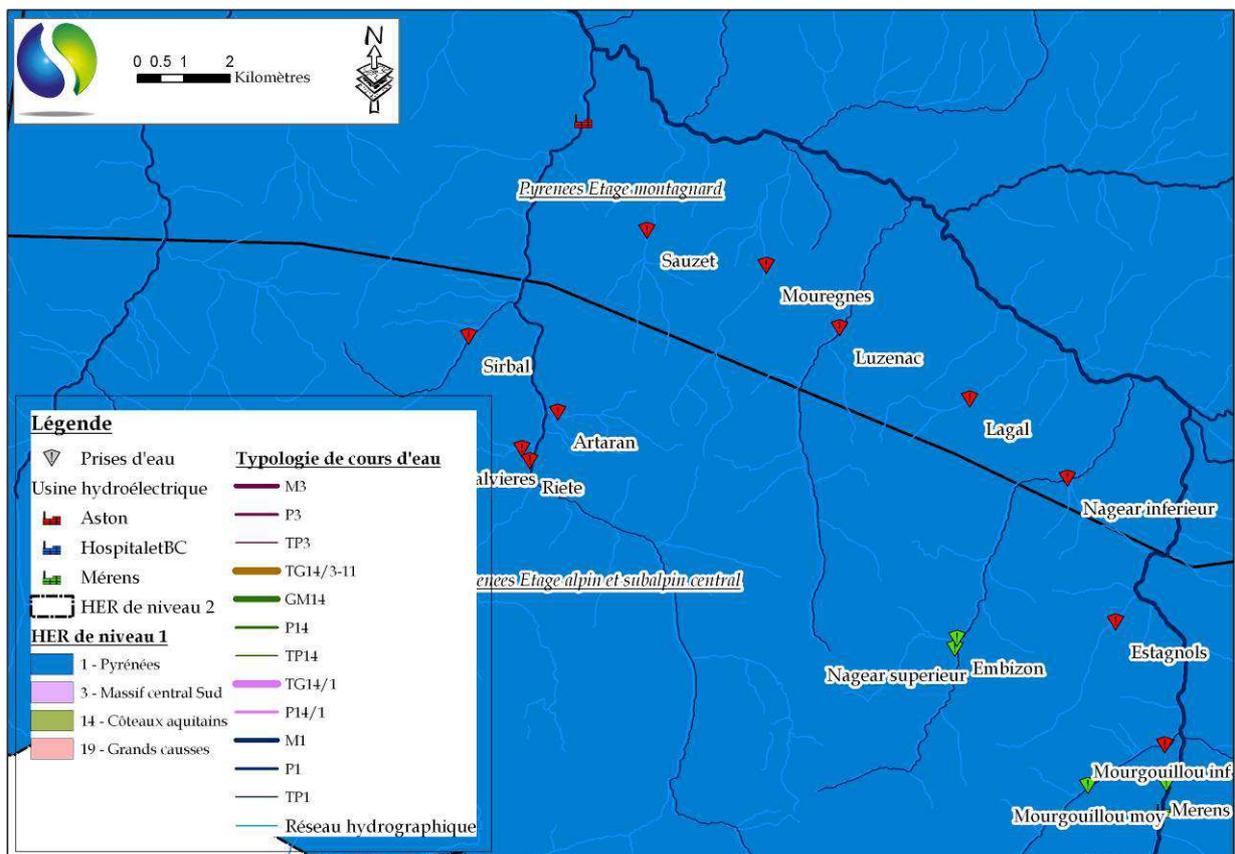
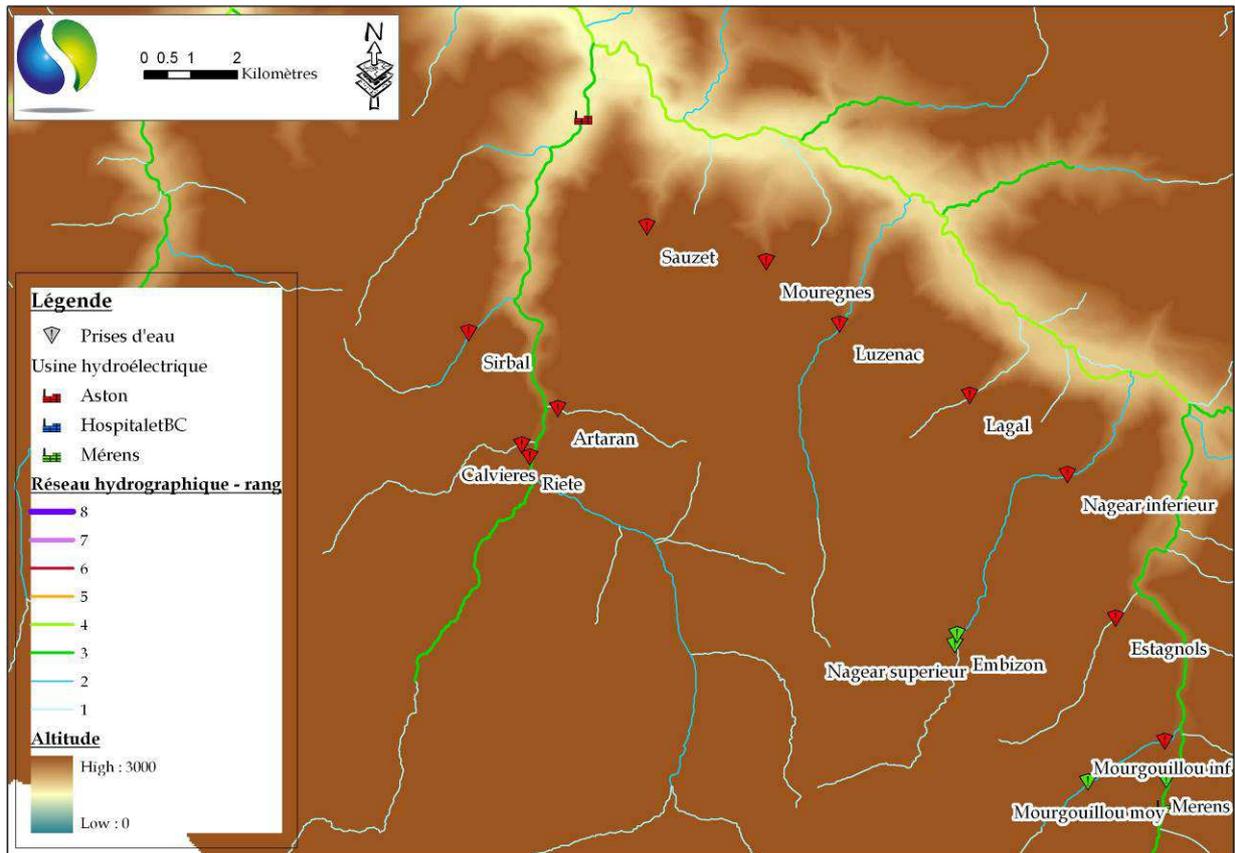


Figure 26 - Carte de représentation de la typologie des cours d'eau s'écoulant au sein des Hydroécotones

6.2 CONTEXTE HYDROMORPHOLOGIQUE DU SECTEUR

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

- Globalement, les petits drains se situent dans des vallées très fortement encaissées. Les axes légèrement plus importants sont dans des vallées étroites également. Enfin, seule l’Ariège après la confluence avec l’Oriège circule dans une vallée beaucoup plus large avec un changement très notable du contexte typologique ;
- De la même manière les torrents présentent des pentes de lit extrêmement fortes (>10%). Elles sont fortes pour les petits cours d’eau (5-10%). Seule l’Ariège serpente en pente douce avant la confluence avec l’Oriège et même avec de faibles pentes par la suite (<2.5%) ;

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

- Les cours d’eau concernés par l’étude présente ainsi des rapports d’encaissement moyens. Seul l’Aston sur la portion à l’aval immédiat du barrage de Riète présente un encaissement de vallée très élevé. A l’inverse, l’Ariège à l’aval immédiat de la confluence avec l’Oriège présente un espace théorique de mobilité élevé ;

*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 mais surtout la largeur d’un cours d’eau sont des variables de réponse et non de contrôle, donc facilement modifiables par l’Homme.*

- Naturellement en montagne et en début de bassin versant, nous sommes en présence de cours d’eau à la puissance spécifique potentielle élevée, voire très élevée.

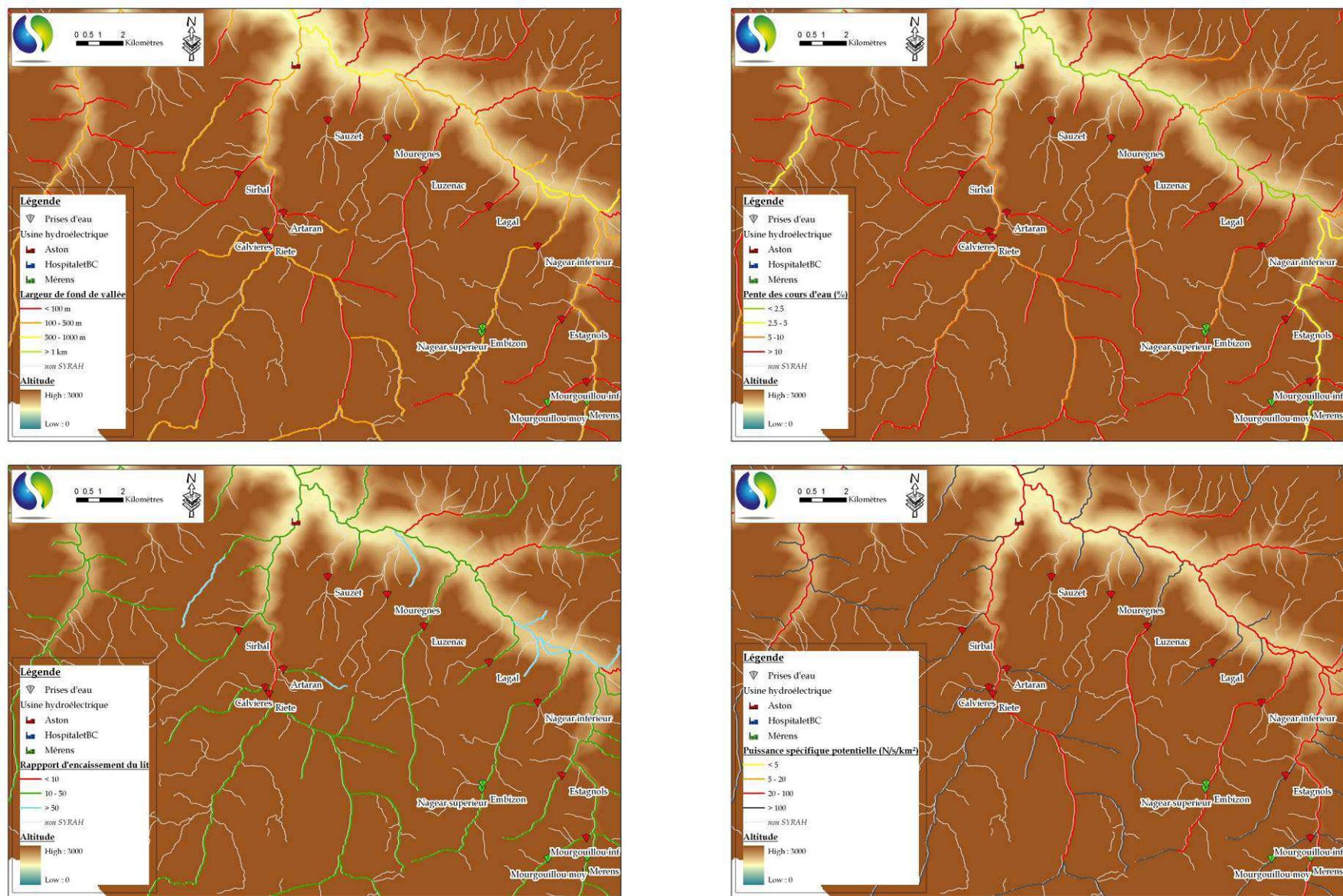


Figure 27 – Indicateurs de contextualisation hydromorphologique du réseau hydrographique (source – SYRAH-CE)

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 évidemment très fortement dominée par les postes d’origines naturelles. Elle 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 ».

Toutefois, la fin de la vallée de l’Aston ainsi que l’axe Ariège, et particulièrement à l’aval de la confluence avec l’Oriège, présentent des risques notables d’impact des activités humaines. La majorité des zones sont recensées comme « agricoles » avec essentiellement 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. L’ensemble de ces postes ont donc potentiellement un très faible impact morphologique sur des cours d’eau d’une telle puissance spécifique potentielle. En revanche, localement sur 5-6 portions, la pression urbaine peut être potentiellement plus forte mais le risque relatif sur la dynamique d’un cours d’eau de forte puissance est encore une fois relativement

faible. Il peut être éventuellement plus probable sur les très petits affluents latéraux de l'Ariège, en traversée de village lors de leur arrivée dans la vallée.

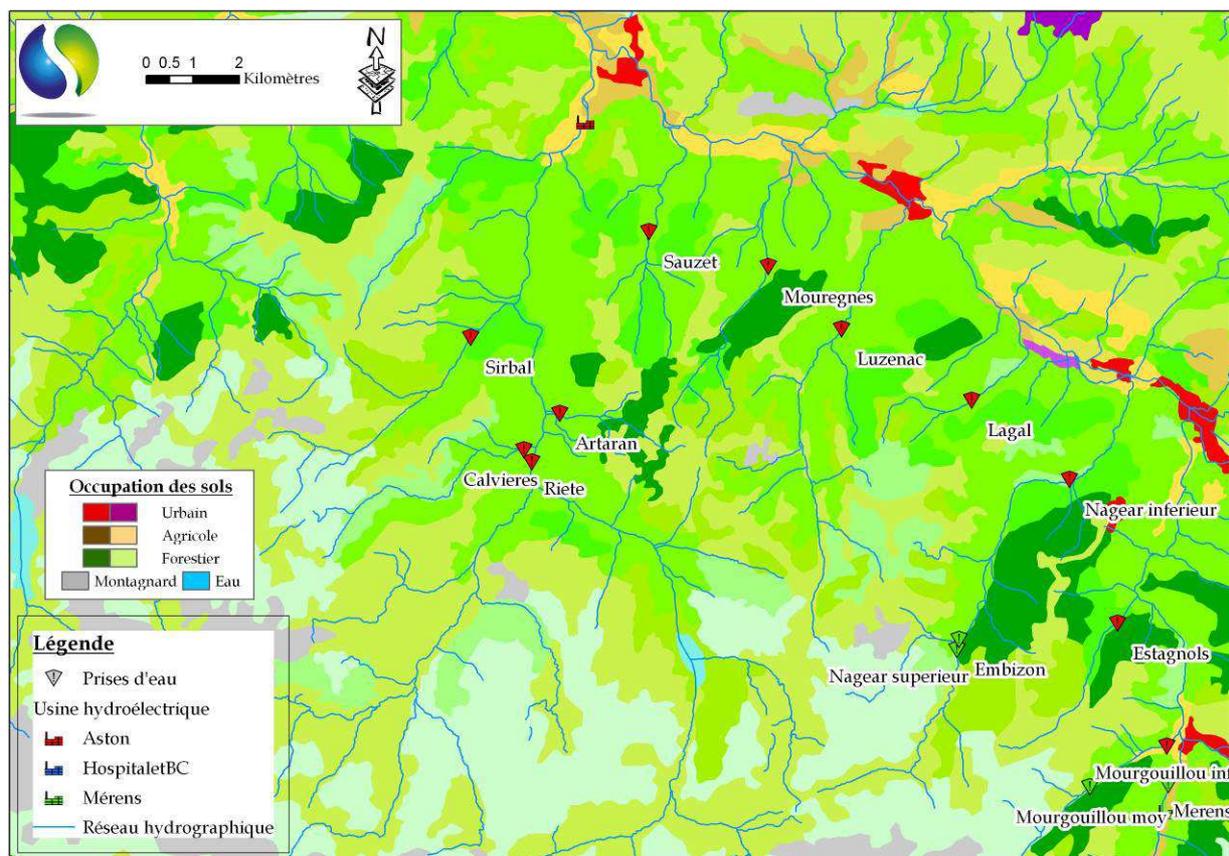


Figure 28 - Carte de représentation des postes CORINE Land cover de la zone d'étude (les multi-codes de certains types sont liés à la différence d'intensité)

6.3.2 Voies de communication en lit majeur et Ouvrages en lit mineur

L'ensemble des prises d'eau spécifiques à cette étude sont dorénavant inventoriées dans les données du Référentiel Obstacles à l'Écoulement (ROE), avec parfois un positionnement imprécis qui a donc été vérifié via la base ouvrage de l'Agence de l'Eau. De plus, au moins une dizaine d'autres ouvrages est recensée sur les deux axes principaux que sont l'Ariège et l'Aston confirmant ainsi le fort équipement hydroélectrique du secteur.

Comme pour l'occupation globale des sols et hormis pour l'axe Ariège, les voies de communication ne semblent pas être un impact majeur à la dynamique latérale des rivières. En effet, on ne note la présence d'une route de taille importante que dans la vallée principale de l'Ariège, ainsi qu'une voie ferrée.

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 et donc déconnectées du lit majeur) ne semble donc pas être un élément déterminant sur la mobilité naturelle de la rivière, à l'exception de l'Ariège en aval de la confluence avec l'Oriège.

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.

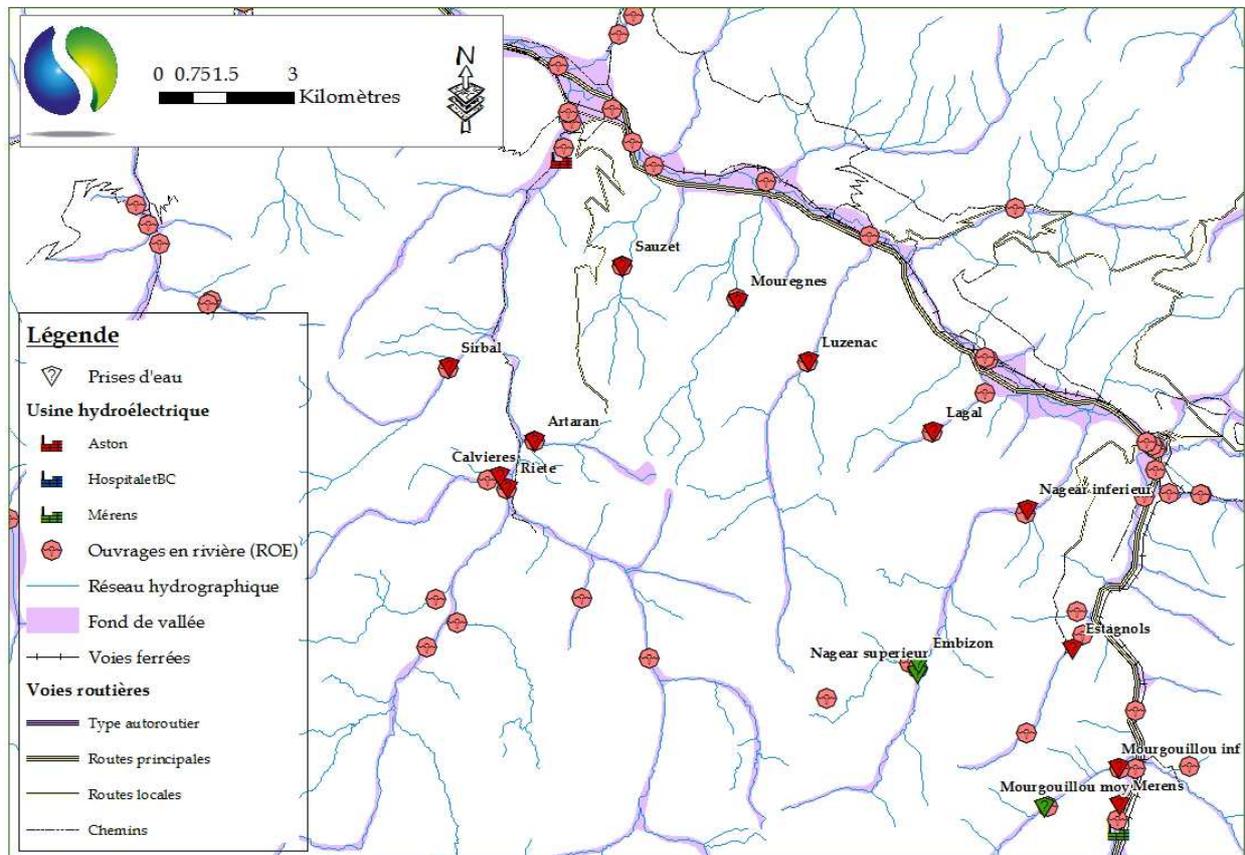


Figure 29 - Carte de représentation des ouvrages transversaux en rivière et des voies de communication sur le secteur de l'étude à mettre en relation avec leur présence éventuelle au sein du fond de vallée

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).

De même, l'axe principal de l'Ariège semble susceptible d'être morphologiquement impacté de par l'occupation du fond de vallée plus prégnant.

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 la sortie du système influencé (aval de la confluence avec l’Aston), l’Ariège est le cours d’eau principal du périmètre de l’étude.

Concernant l’aménagement d’Aston, le cours d’eau est directement influencé par la prise d’eau de Mérens mais également de manière indirecte dans la mesure où nombre de ses affluents rive gauche sont prélevés et que les apports latéraux sont donc réduits.

Deux grands secteurs peuvent être identifiés sur l’intégralité du périmètre d’étude, à savoir le premier en amont de la confluence avec l’Oriège (Chapitre 7.1.1) et le deuxième en aval qui subit, de surcroît, des modifications majeures dues au fonctionnement par éclusées de l’Oriège (Chapitre 7.1.2).

7.1.1 Secteur amont Ax-les-Thermes

La prospection a permis de repérer, sur ce premier grand secteur, 8 entités distinctes aux fonctionnements hydromorphologiques variables.

La localisation des différents tronçons ainsi que leurs principales caractéristiques sont représentées dans la Figure 30 et le Tableau 10 ci-dessous.

Le secteur comprenant les six premiers tronçons amont n'est pas traité ici, du fait que seules ces deux dernières portions, comprenant les prises d’eau de Mérens et du ruisseau d’Estagnols, affluent rive gauche de l’Ariège sur ce secteur, sont directement comprises dans le périmètre d’influence de cet aménagement.

7.1.1.1 Tronçon T7

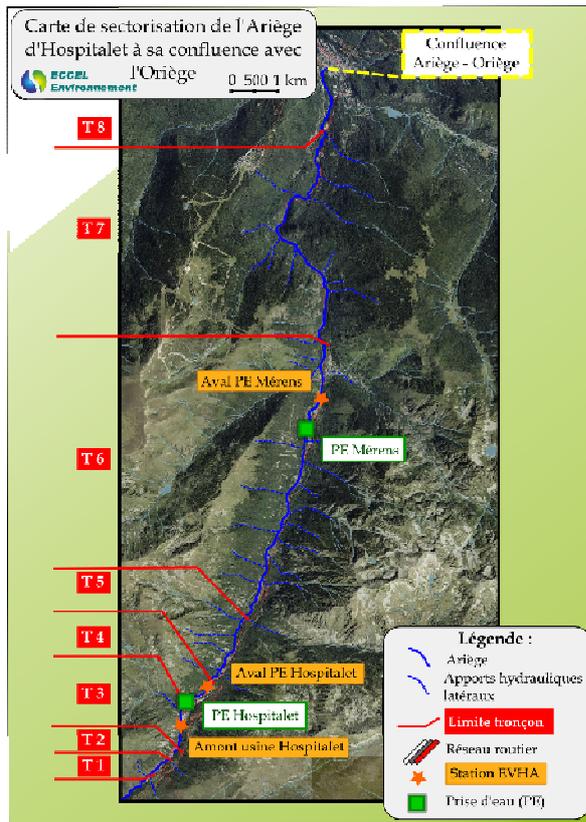
Ce secteur encaissé présente des caractéristiques torrentielles avec une granulométrie très grossière, des alternances cascades/fosses et quelques obstacles naturellement infranchissables à la montaison.



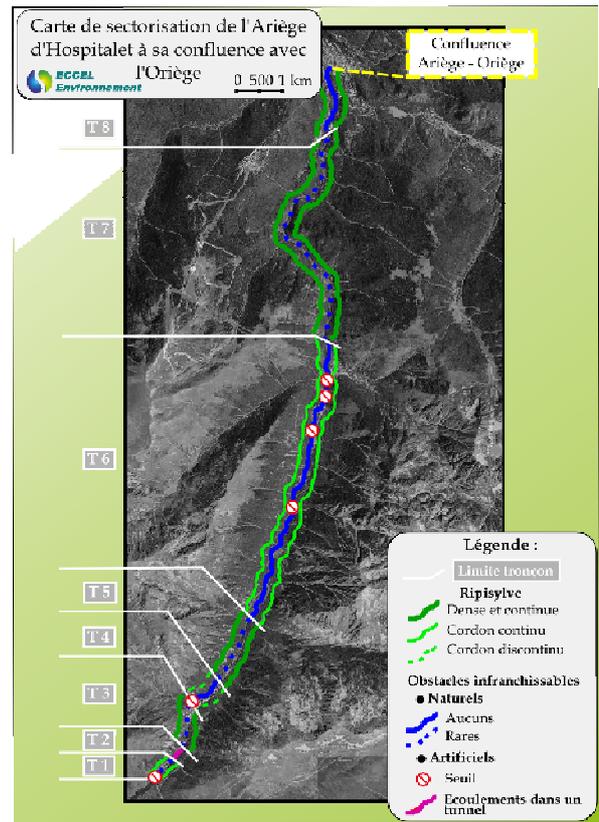
7.1.1.2 Tronçon T8

La dernière portion de ce secteur présente elle un encaissement moindre avec des écoulements majoritairement lotiques et une préservation de la continuité longitudinale.

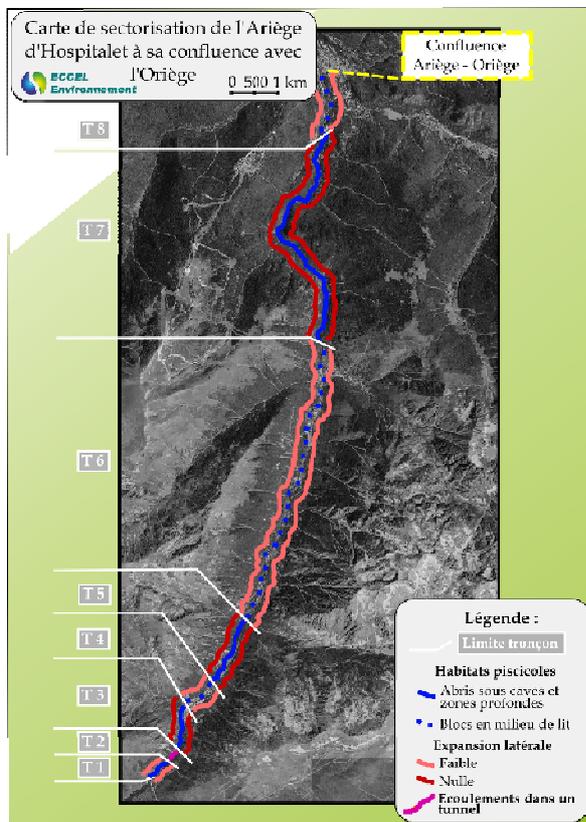




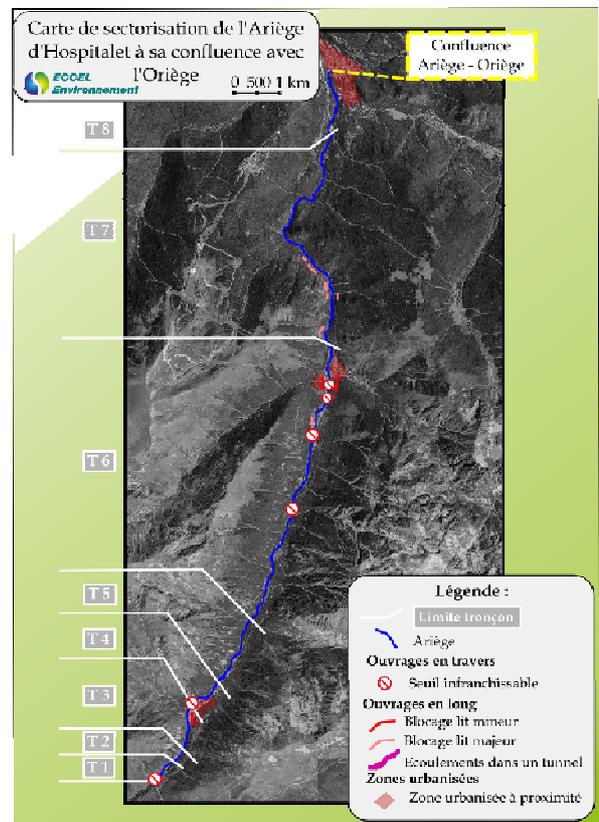
Tronçons identifiés



Ripisylve et discontinuité



Habitats et Gain potentiel



Occupation des sols

Figure 30 - Cartes de sectorisation de l'Ariège en amont d'Ax-les-Thermes

Tableau 10 - Caractéristiques hydromorphologiques principales 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’habitats 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/GG	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
			Amont confluence 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
	Usine d’Aston	Moyennement encaissée	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
			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
			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	Faible

Sous la forme
Grossier -
Dominant1 -
Dominant2 -
Accessoire

Eléments remarquables pour le milieu

7.1.2 Secteur aval à Ax-les-Thermes

Dans ce secteur, l'Ariège s'écoule dans une vallée plus large avec une espace de liberté potentiel bien plus élevé. Toutefois, les aménagements anthropiques sont plus présents et contraignent considérablement cette dynamique latérale.

De par la conformation naturelle de la vallée (moins encaissée et moins de pente notamment) et grâce aux apports de plusieurs affluents important comme l'Oriège, son lit s'élargit.

Quatre grands tronçons peuvent être distingués entre Ax-les-Thermes et la sortie du système (Figure 31).

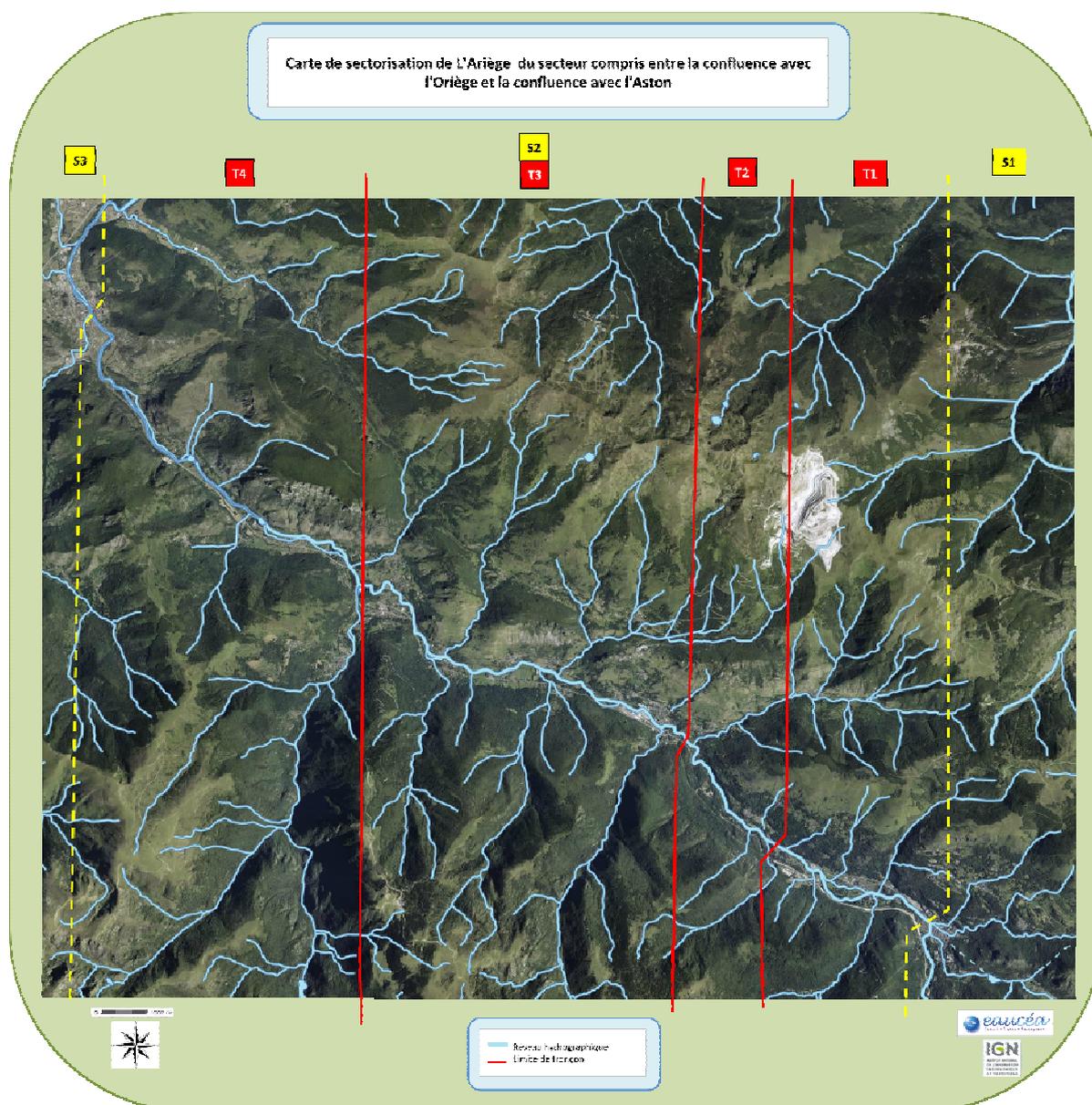


Figure 31 - Sectorisation globale de l'Ariège en aval d'Ax-les-Thermes

7.1.2.1 Tronçon T1

Ce premier tronçon T1 est marqué par l'élargissement du lit de l'Ariège dû aux apports d'affluents importants (l'Oriège et la Lauze).

Le fond de vallée est également plus large, avec moins de contraintes naturelles latérales sur le cours d'eau mais de nombreuses contraintes anthropiques (protections de berges, digues...) dans la traversée des zones urbaines qui restreignent l'espace naturel de mobilité latérale.

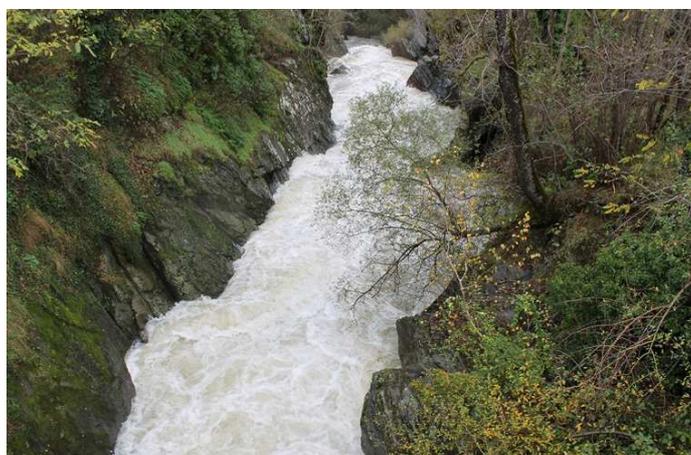
Les faciès dominants sont les rapides, les radiers et les plats lotiques, avec une présence notables de zones plus profondes. La granulométrie reste grossière avec des blocs et des pierres. Les blocs en milieu de lit, les sous-berges et les mouilles créent une potentialité d'habitats très intéressante pour les peuplements aquatiques.



7.1.2.2 Tronçon T2

Le début du deuxième tronçon est marqué par un verrou hydraulique. Le lit de la rivière se restreint, sa largeur devenant inférieure à 10 m. Le fond de la vallée est marqué par des falaises rocheuses qui contraignent latéralement le cours d'eau. Sa dynamique latérale potentielle devient alors nulle, la pente s'accroît légèrement.

Les faciès restent similaires avec de nombreux rapides. La présence de falaises permet également un approvisionnement granulométrique par grattage latéral grâce à l'énergie puissante de la rivière.



7.1.2.3 Tronçon T3

Autour de Luzenac sur ce troisième tronçon, l'Ariège retrouve un fond de vallée plus large avec des conditions morphodynamiques similaires au tronçon T1 mais avec moins de contraintes latérales.



7.1.2.4 Tronçon T4

Enfin, en sortie de système, la rivière s'élargit encore (notamment grâce à l'apport de l'Aston).

Les faciès et les groupes granulométriques restent semblables mais on note, via la réduction de la pente de ligne d'eau, une dominance des radiers et des plats lotiques et une progression des classes intermédiaires au détriment des blocs et rochers.

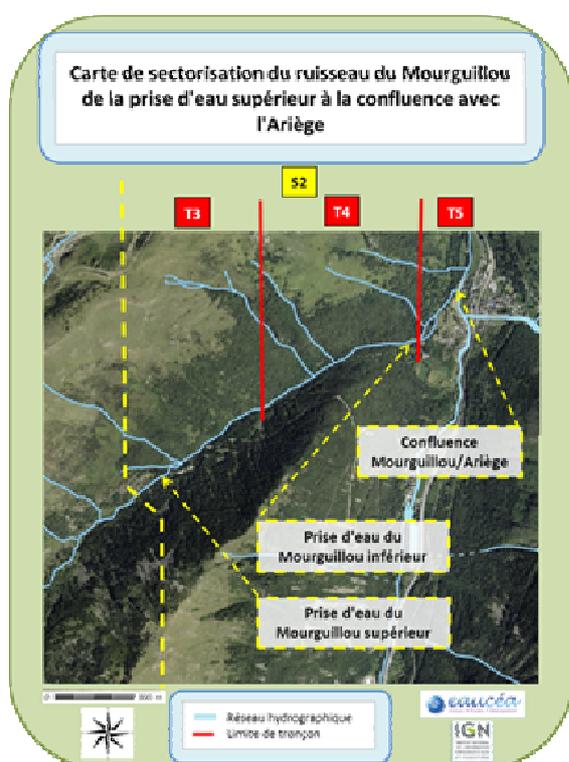
Les premières marques d'anthropisation au sein-même du lit mineur deviennent visibles (anciennes extractions).



7.2 LE MOURGUILLOU

Le ruisseau du Mourguillou est un affluent important de l'Ariège sur la zone d'étude. Il s'écoule sur presque 7 km dans une vallée à conformations diversifiées.

Ce cours d'eau peut être scindé en deux secteurs, un sur la zone amont représenté par des pentes moyennes avec des successions marécageuses de haute-montagne, en alternance avec des portions plus lotiques, et le second, dans la partie la plus encaissée de la vallée. Le secteur amont, comprenant les deux premiers tronçons, n'est pas traité ici, du fait que seule la prise d'eau la plus en aval est concernée par l'usine d'Aston.



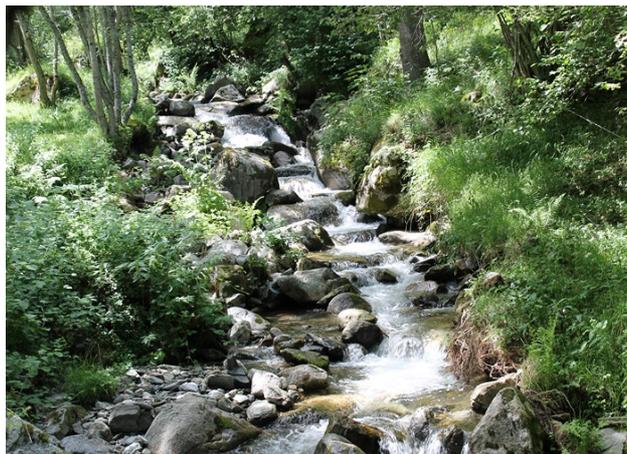
Tronçon T3

7.2.1 Tronçon T3

Ce tronçon, qui comprend la prise d'eau « Mourguillou supérieur » 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 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 vers l'amont impossible.

7.2.2 Tronçon T4

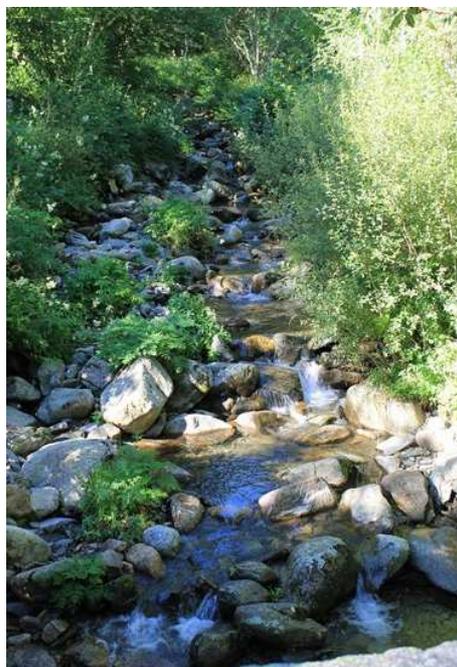
Sur ce tronçon, le fond de vallée contraint latéralement le cours d'eau mais la pente du lit est néanmoins plus faible que précédemment. Les faciès présentent les mêmes caractéristiques mais on note moins de chutes infranchissables. La granulométrie est également moins grossière avec un peu moins d'affleurements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



7.2.3 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 dépendantes des activités anthropiques sur les parcelles adjacentes (pâturages, urbanisation...). Les écoulements sont toujours torrentiels mais essentiellement sous la forme d'escaliers, avec de moins en moins d'infranchissables. La granulométrie est relativement similaire au T4 mais on n'observe plus de fraction très grossière. La présence de blocs au milieu du lit et de sous-berges est positive en termes d'habitats aquatiques.

La configuration du lit permettrait un gain relatif d'habitats potentiels avec l'augmentation du lit, grâce à une possibilité d'expansion latérale au sein même du lit mais également grâce à la présence d'annexes hydrauliques.

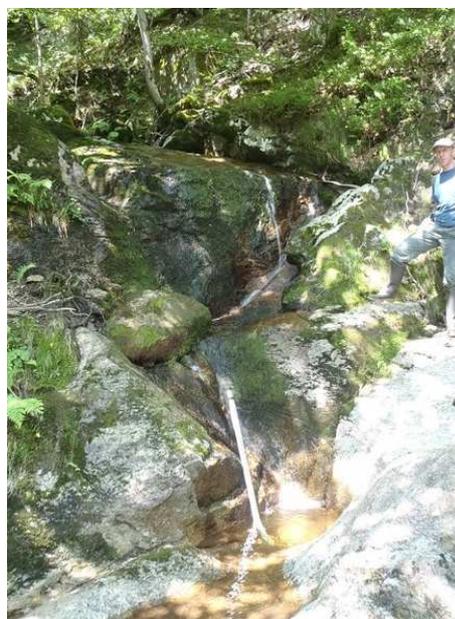


7.3 RUISSEAU D'ESTAGNOLS

Le ruisseau d'Estagnols sur le secteur de la prise d'eau, s'écoule dans une vallée très encaissée avec de très fortes pentes. La morphologie y est très similaire en amont et en aval du seuil, et ce, jusqu'à la confluence avec l'Ariège.

Les écoulements sont torrentiels, de type chute, escalier, fosse et bassine. Les chutes, obstacles naturellement infranchissables en montaison, sont nombreuses et possèdent des hauteurs importantes. La continuité piscicole par montaison y est donc naturellement restreinte avec une forte fragmentation des habitats. La granulométrie est essentiellement constituée par des dalles, des rochers et des blocs. La dynamique latérale du cours d'eau est naturellement très limitée du fait de l'encaissement de la vallée, de la pente et des écoulements sur dalles.

Les écoulements sont majoritairement interstitiels. Le gain potentiel d'habitats latéraux avec une augmentation de débit semble nul.



Il faut noter que ce cours d'eau représente une zone d'intérêt avérée (observation d'un couple sur site) pour l'Euprocte des Pyrénées (*Calotriton asper*).



7.4 LE 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 entités distinctes aux fonctionnements hydromorphologiques variables, par les variations morphodynamiques locales.

La localisation des différents tronçons et secteurs ainsi que leurs principales caractéristiques sont représentées dans la Figure 32 et le Tableau 11 ci-dessous.

Le secteur amont, comprenant les six premiers tronçons, n'est pas traité ici, du fait que seule la prise d'eau la plus en aval est concernée par l'usine d'Aston.

On observe, à partir de ce secteur, de nombreux dépôts de sables entre les rochers dans les zones lenticulaires ou sur les plages marginales. Cette granulométrie fine, non observée sur les portions amont et peu conforme à la typologie naturelle de fonctionnement du cours d'eau peut avoir une influence non-négligeable sur la configuration des habitats aquatiques et la vie aquatique induite, essentiellement par rapport à l'efficacité réduite des zones de fraie.

Après prise d'information auprès des experts locaux⁶, s'est produit en juin 2004 « un éboulement de versant vers la conduite forcée qui traverse le ruisseau, en aval de la prise d'eau en rive droite...avec apport d'une masse importante de matériaux et d'arbres (résineux de plantation) ; le plus gros des matériaux est resté sur place et le sable s'est lessivé plus vers l'aval. ». De plus, s'est déroulée en juillet 2006 une forte crue « sur un des affluents rive droite du Nagear, le ruisseau de la Crémade... : ce ruisseau a apporté beaucoup de matériaux, à la confluence sur la Jasse et en aval par lessivages successifs, en particulier du sable en grande quantité ».

Cet apport de sable colmatant a donc été temporaire et localisé. Il apparaît cependant certain, au moins en partie, qu'en raison des faibles débits restitués (hors déversements), son lessivage jusqu'à l'Ariège et un retour à la situation naturelle s'en trouve ralenti pour le moment.

En aucun cas toutefois, la « gestion » de ces sables ne peut être réglée par le seul biais d'une modification des valeurs de débits réservés qui pourraient découler de cette étude, le niveau des débits considérés n'étant absolument pas suffisant pour assurer un emport complet de ces fractions.

7.4.1 Tronçon T7

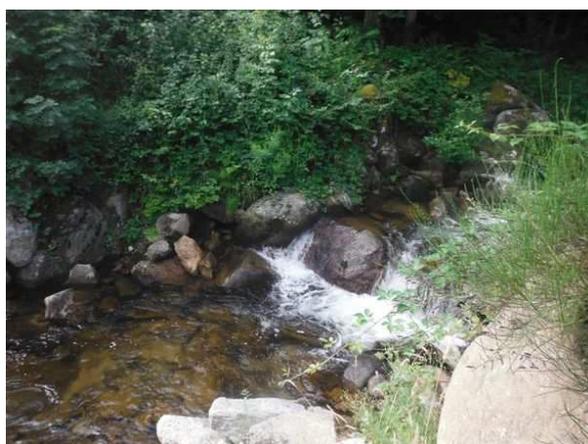
La prise d'eau « Nagear inférieure » se situe dans une portion relativement encaissée. Le milieu est boisé et les écoulements sont plutôt torrentiels avec une fragmentation longitudinale notable, essentiellement due, en dehors de la prise d'eau elle-même, à quelques chutes d'eau naturelles. La granulométrie est majoritairement grossière, favorable aux abris piscicoles mais peu propice à la reproduction salmonicole, essentiellement en raison de ces dépôts importants de sables.

⁶ Source : Syndicat Mixte d'aménagement des Rivières : Haute Ariège. Vicdessos. Pays de Foix & EDF CIH



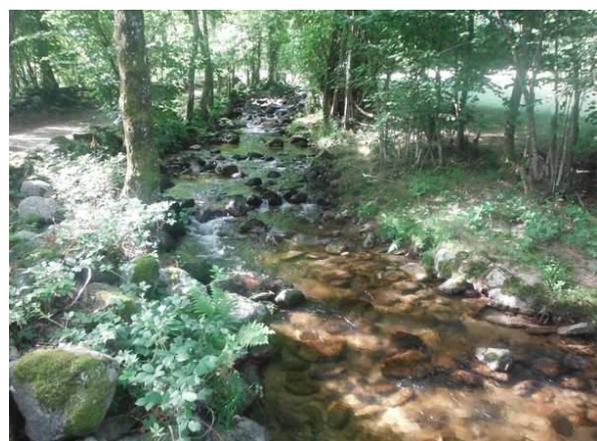
7.4.2 Tronçon T8

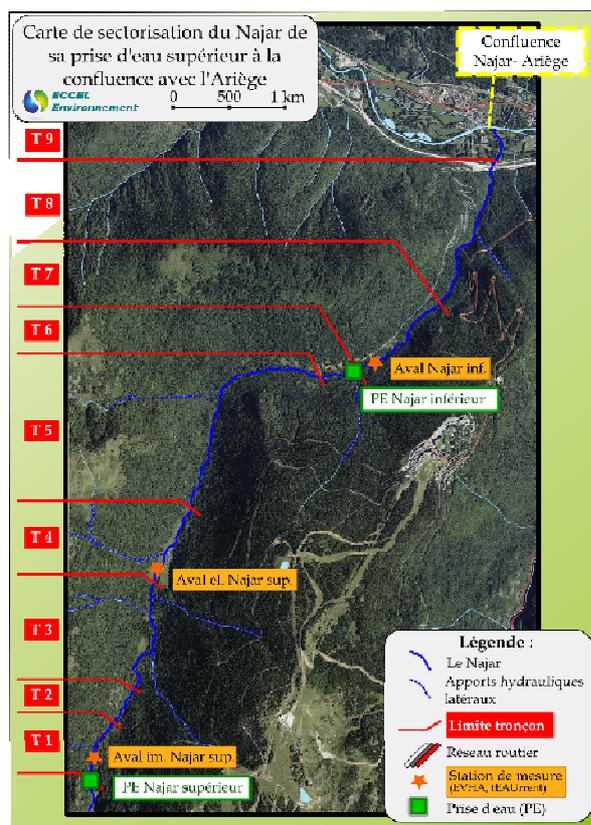
Les conditions morphodynamiques sont relativement similaires au tronçon précédent mais l'accroissement de la pente est certainement la raison d'une granulométrie extrêmement grossière et d'infranchissables nombreux. On note toujours la présence de sables, mais essentiellement dans les zones de ralentissement dynamique et en quantité bien moindre que sur le tronçon précédent.



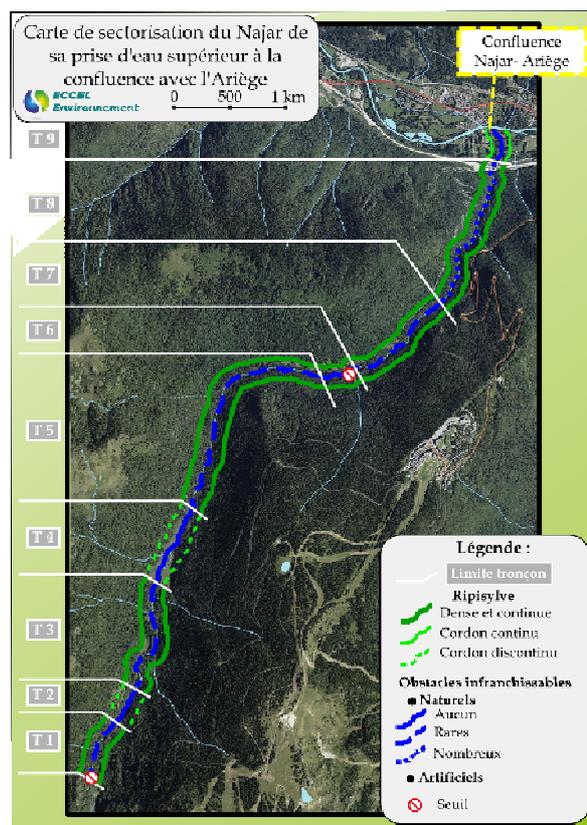
7.4.3 Tronçon T9

Cette courte portion terminale, à l'arrivée dans la plaine de l'Ariège, présente des pentes de thalwegs et du lit beaucoup moins prononcées. L'énergie relative s'en ressent et la granulométrie, certes toujours grossière, présente moins de rochers, et on ne note plus d'infranchissables.

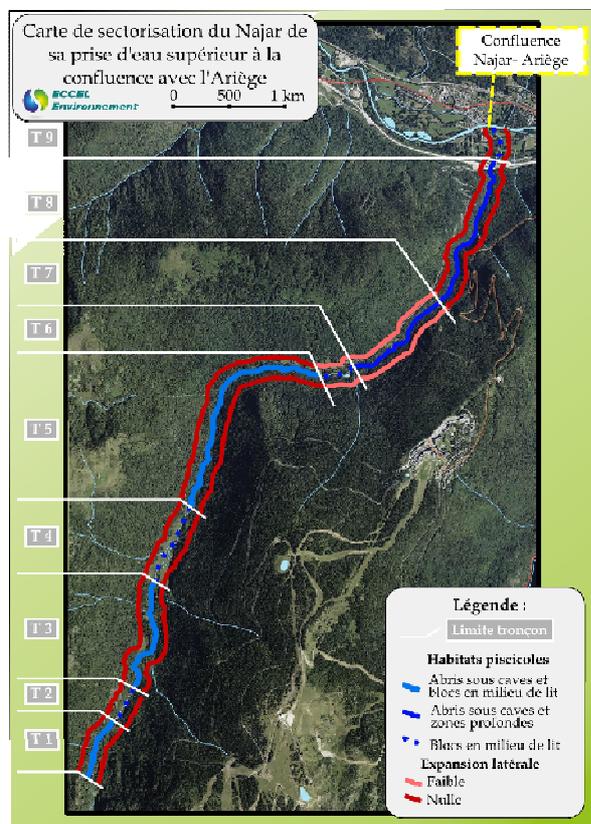




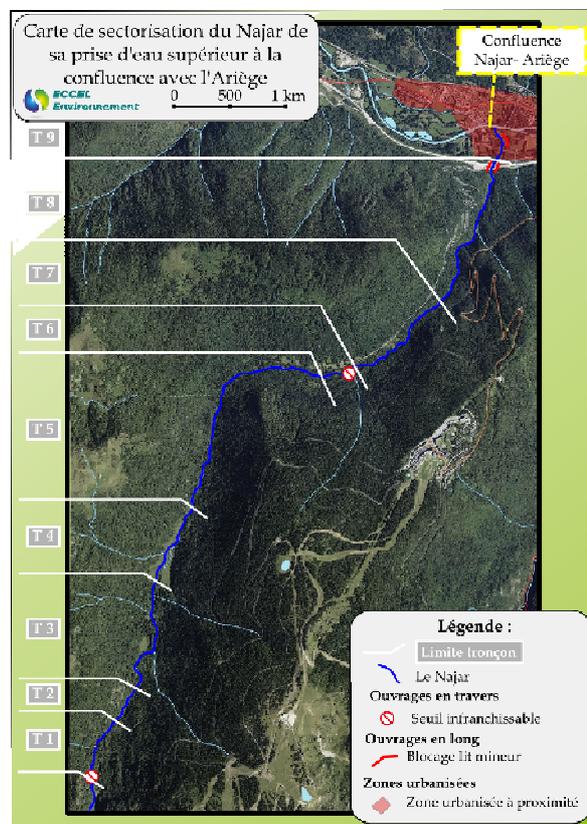
Tronçons identifiés



Ripisylve et discontinuité



Habitats et Gain potentiel



Occupation des sols

Figure 32 - 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

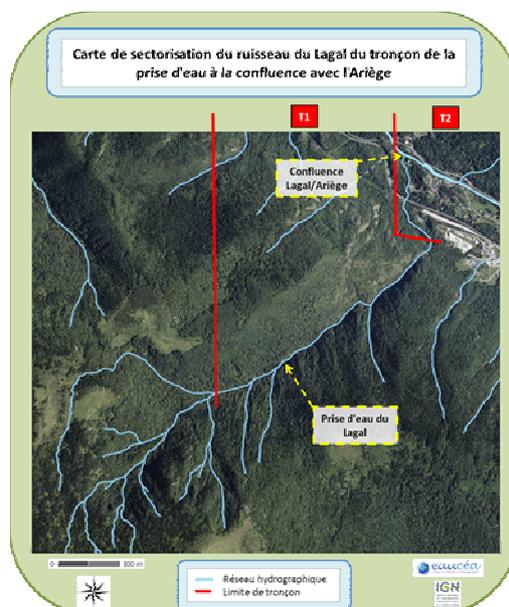
Eléments remarquables pour le milieu

Tableau 11 - Caractéristiques hydromorphologiques principales du Najear

7.5 RUISSEAU DE LAGAL

Le ruisseau de Lagal sur le secteur amont et aval de la prise d'eau possède une morphologie homogène. Il s'écoule dans une vallée encaissée avec de fortes pentes. La majeure partie du cours d'eau est alors très difficilement accessible.

On note toutefois une distinction morphologique lors de l'arrivée du ruisseau dans la plaine de l'Ariège qui nous fait sectoriser ce cours d'eau en deux tronçons distincts.



Du fait des fortes pentes, les faciès dominant sont des escaliers, des chutes et des bassines, avec la présence de quelques rapides. Les chutes ont des hauteurs importantes de plusieurs mètres, ce qui rend la continuité piscicole par montaison naturellement impossible et la fragmentation des habitats forte.

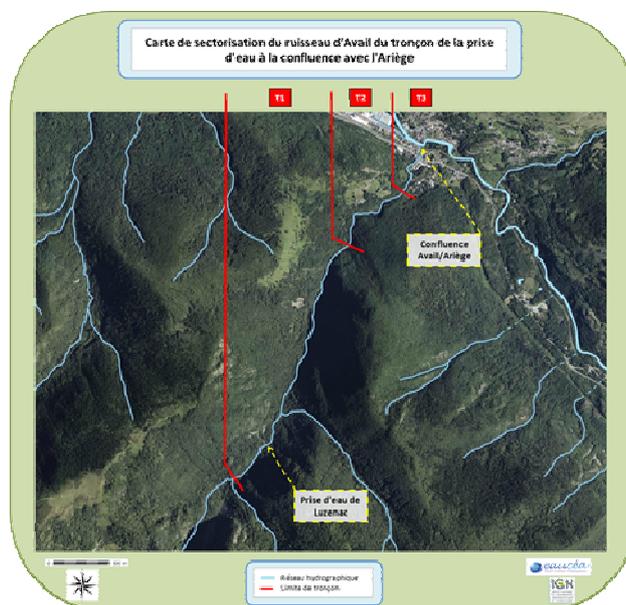


La granulométrie y est assez grossière, dominée par des rochers et des blocs. Toute fois la présence de pierres et même de sables dans les faciès plus calmes, permet une diversification du substrat. Des blocs en milieu de lit et des sous berges sont présents, ce qui crée un potentiel d'habitats aquatiques plus important.

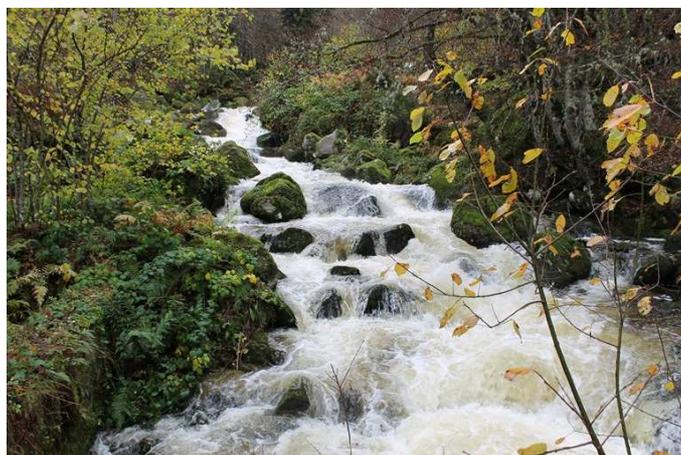
A son arrivée dans la plaine de l'Ariège la morphologie du cours d'eau devient différente. La pente est plus faible, son lit possède une conformation plus adapté à la vie piscicole. Toutefois, l'anthropisation y est forte, certains ouvrages participant notamment à la fragmentation du milieu.

7.6 RUISSEAU DE LAVAIL (L’ABAIL) – PRISE D’EAU DE LUZENAC

Le ruisseau de l'Abail est un affluent important du secteur. Il s'écoule sur environ 10.5 km et entre la prise d'eau et la confluence avec l'Ariège, on peut distinguer trois grands tronçons morphodynamiques distincts.



La portion autour de la prise d'eau est marquée par une pente forte à moyenne avec des faciès dominants de type escaliers, chutes, bassines et rapides. La granulométrie est assez grossière avec des dalles, des rochers et des blocs. Le cours d'eau est peu contraint naturellement, ce qui lui permet d'avoir une certaine dynamique latérale visible par la présence de quelques annexes hydrauliques.



Le deuxième tronçon correspond à la descente du cours d'eau vers la plaine de l'Ariège. La pente s'accroît et la vallée devient localement très encaissée. La dynamique latérale est donc nulle, la granulométrie est plus portée sur les fractions grossières mais les faciès restent similaires, malgré une augmentation de leur pente.

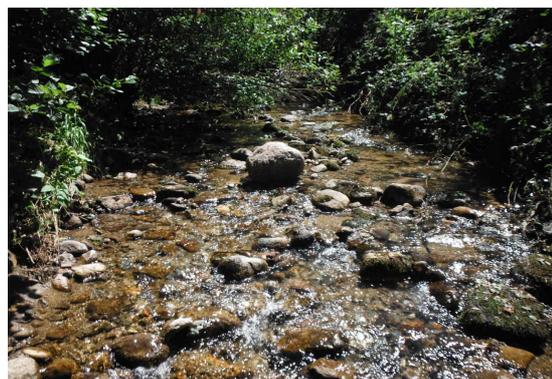
Sur la dernière portion, le ruisseau serpente dans la plaine de l'Ariège. La pente devient plus faible. Les faciès sont représentés majoritairement par des rapides et des escaliers. La granulométrie reste assez grossière. L'anthropisation peut localement être importante du fait de la traversée de Luzenac.

7.7 RUISSEAU DE MOUREGNES

Le ruisseau des Mourègnes, en amont et en aval de la prise d’eau est caractérisé par une forte pente (encaissement de la vallée et profil du lit mineur). Cet encaissement important du talweg ne permet pas de dynamique latérale. La ripisylve est dense et de bonne qualité. Les faciès observés sont des cascades et des chutes, alternées avec des fosses de dissipations. La présence de chutes infranchissables en montaison par les espèces piscicoles diminue naturellement la continuité biologique et augmente la fragmentation des habitats. La granulométrie est grossière. Le colmatage par les « fines » est très faible mais la présence de sables dans les interstices est observée.



Plus en aval (portion terminale uniquement), le fond de vallée est ouvert et la pente du cours d’eau diminue. La ripisylve est alors composée d’un cordon arboré continu. Le long de ce secteur, le ruisseau présente des successions de radiers et de plats lotiques. La granulométrie est plus fine et le colmatage plus présent. Les abris piscicoles sont alors limités aux quelques caches derrière les éléments grossiers présents dans le lit.



7.8 RUISSEAU DU SAUZET – PRISE D’EAU D’ALBIÈS

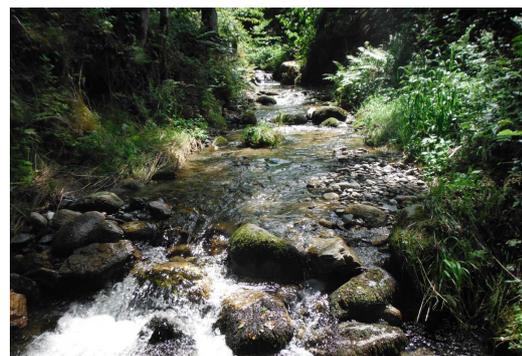
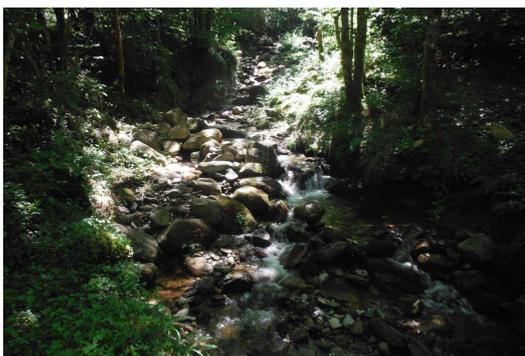
Le ruisseau du Sauzet, en amont de la prise d’eau d’Albiès s’écoule dans une vallée fortement encaissée et au milieu d’un environnement forestier. La pente du lit est forte et se caractérise par des successions de cascades et de fosses ainsi que quelques chutes naturellement infranchissables par montaison (écoulements torrentiels). La granulométrie est majoritairement grossière et composée secondairement de sables dans les interstices et les zones profondes lentiques.



En aval de la prise d’eau et jusqu’au pont de la N20, le ruisseau possède les mêmes caractéristiques globales qu’en amont. Les écoulements typiques offrent ainsi des abris piscicoles principalement en sous-caves et au niveau des zones profondes. La présence de chutes limite naturellement la continuité biologique du cours d’eau. Comme sur l’amont, le colmatage par les fines (hors sables) est très faible.



Sur la portion terminale, les 500 m en amont de la confluence avec l’Ariège, le milieu s’ouvre fortement pour laisser place à des terrains agricoles séparés du ruisseau par un cordon rivulaire continu. La pente du lit est moins forte et le cours d’eau présente des successions de rapides et de plats lotiques. La granulométrie est légèrement plus fine mais les éléments grossiers de types blocs sont toujours présents et offrent toujours des caches. Le colmatage n’est que légèrement plus présent.



7.9 L’ASTON

Ce cours d’eau sur le secteur étudié représente un linéaire de 11 kilomètres environ (entre le barrage de Riète et la confluence avec l’Ariège).

La sectorisation a permis de repérer 9 entités distinctes aux fonctionnements hydromorphologiques variables, réparties sur 2 grands secteurs différents.

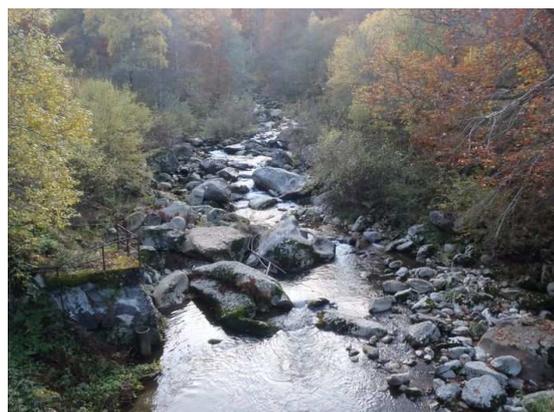
La localisation des différents tronçons et secteurs ainsi que leurs principales caractéristiques sont représentées dans la Figure 33 et le Tableau 12 ci-dessous.

7.9.1 Secteur 1 – Aval du barrage de Riète

Ce secteur présente une vallée moyennement encaissée à la pente prononcée avec une occupation du sol principalement naturelle et boisée. Il faut noter que ce cours d’eau représente une zone d’intérêt avérée pour l’Euprocte des Pyrénées (*Calotriton asper*), observé deux fois sur site.

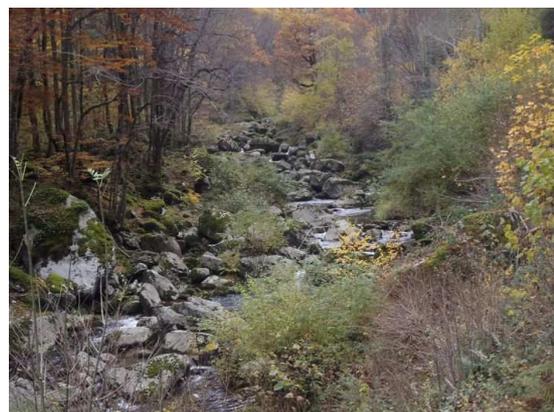
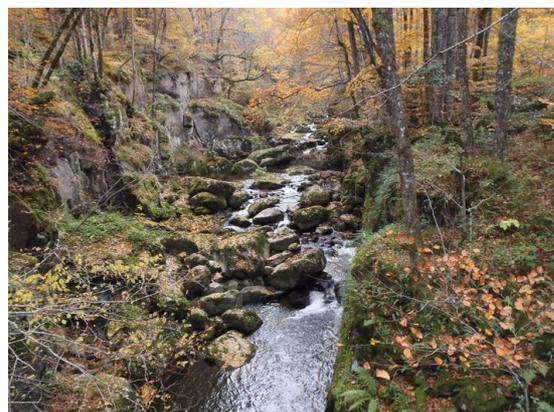
7.9.1.1 Tronçon T1

Sur cette portion à pente moyenne directement impactée par le barrage, la végétation rivulaire est malgré tout dense et continue. Les écoulements sont principalement lotiques, voire torrentiels, avec une granulométrie grossière.



7.9.1.2 Tronçon T2

Les caractéristiques sont similaires mais avec un encaissement encore plus prononcé de la vallée. On note un rétrécissement du lit, des écoulements encore plus torrentiels et surtout une granulométrie extrêmement grossière.



7.9.1.3 Tronçon T3

On retrouve ici des conditions similaires au premier tronçon avec un encaissement moindre, un élargissement relatif du lit, une granulométrie plus diversifiée. Sur cette portion, on note également un potentiel de dynamique latérale au sein même du lit mineur relativement intéressant avec un ennoisement non-négligeable de certaines zones favorables aux peuplements aquatiques moyennant une faible hausse de débit.



7.9.1.4 Tronçon T4

Cette portion présente des conditions tout à fait similaires au deuxième tronçon avec une vallée à nouveau très encaissée et des écoulements torrentiels.



7.9.1.5 Tronçon T5

De par la forte réduction de la pente et de l’encaissement, ce tronçon présente une diversité granulométrique plus forte et des écoulements plus lotiques que torrentiels. L’expansion latérale théorique avec la hausse du débit est également à nouveau présente, ainsi que les zones de fraie potentielle pour les salmonidés.

7.9.1.6 Tronçon T6

Avec des conditions globalement semblables, ce dernier tronçon de ce secteur présente néanmoins une dominance des radiers et des plats sur les rapides et une réduction des fractions granulométriques les plus grossières avec la baisse de la pente et de l’encaissement.



Tronçon T5



Tronçon T6

7.9.2 Secteur 2 – Zone aval, avant la confluence avec l’Ariège

La vallée est ici beaucoup plus ouverte avec une pente de lit faible. De fait, les pressions d’occupation anthropique sont plus élevées et influencent directement le milieu aquatique.

7.9.2.1 Tronçon T7

Ce tronçon correspond à la traversée de la zone urbaine du village d’Aston. On observe par ailleurs la séparation de la rivière en deux bras asymétriques avec des protections de berges importantes. La dynamique latérale de la rivière est donc réduite et la ripisylve est discontinue.

Des seuils transversaux sont également présents sur les deux bras et occasionnent un étalement local de la lame d’eau. Mais ils sont facilement franchissables, l’un étant d’ailleurs équipé d’une passe à poissons.

A noter également que le colmatage par les « fines » est à partir d’ici, élevé.



7.9.2.2 Tronçon T8

Les conditions morphodynamiques (colmatage élevé, plats lotiques/radiers, fractions granulométriques intermédiaires dominantes, végétation rivulaire discontinue...) sont similaires. Les protections de berges et l’endiguement sont maintenant omniprésents et la dynamique latérale est impossible.

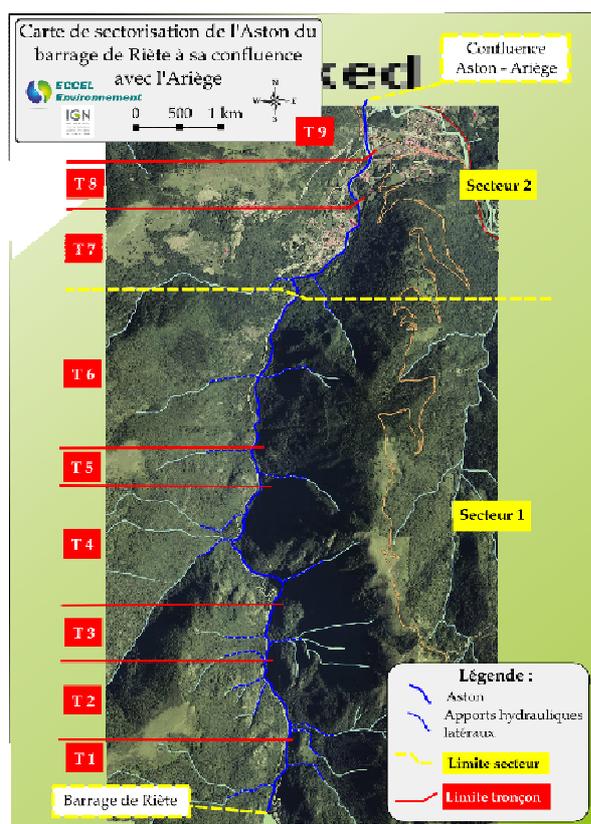
En fin de tronçon, un seuil (pour la pisciculture) crée un obstacle à la continuité longitudinale mais il reste franchissable pour les espèces piscicoles.



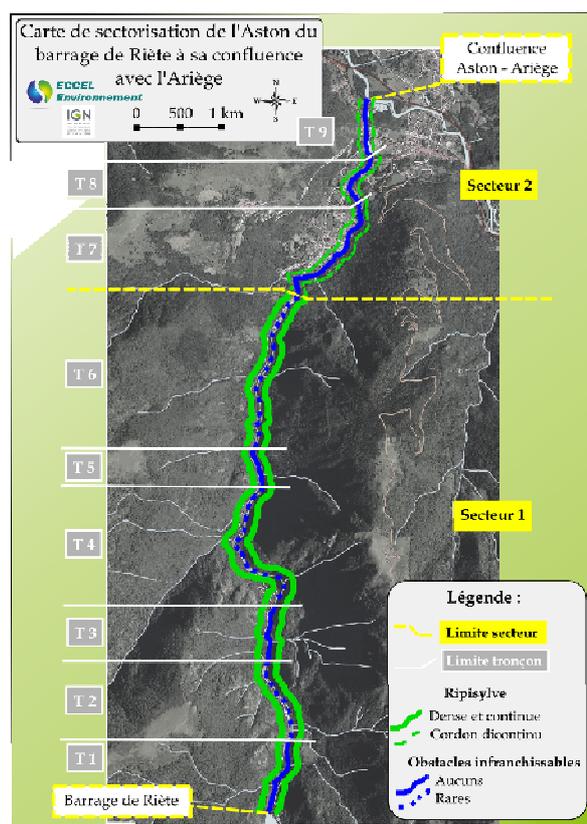
7.9.2.3 Tronçon T9

Les conditions hydromorphologiques sont similaires au tronçon précédent avec toutefois, une dynamique latérale potentielle légèrement plus forte via une pression anthropique moindre dans le lit majeur. Une portion du tronçon est toutefois en débit réservé, étant influencée et court-circuitée pour l’alimentation de la pisciculture.

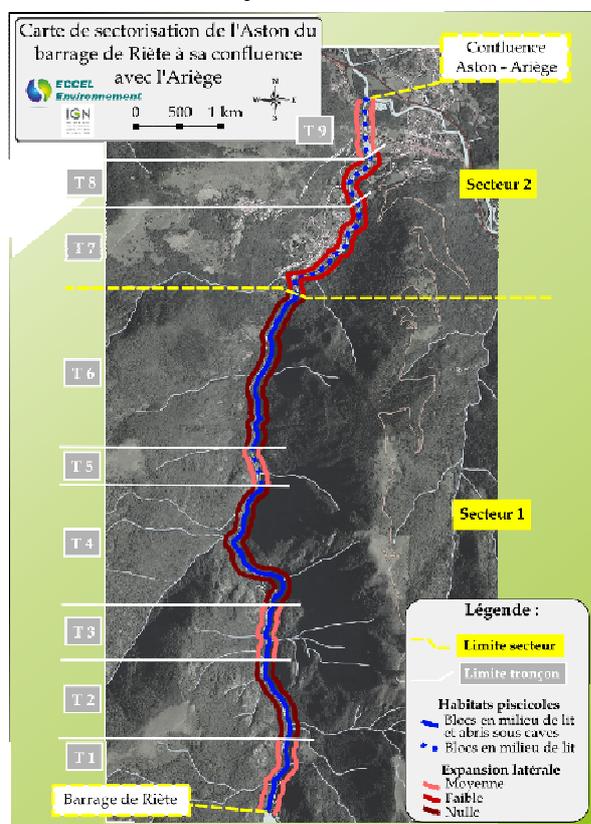




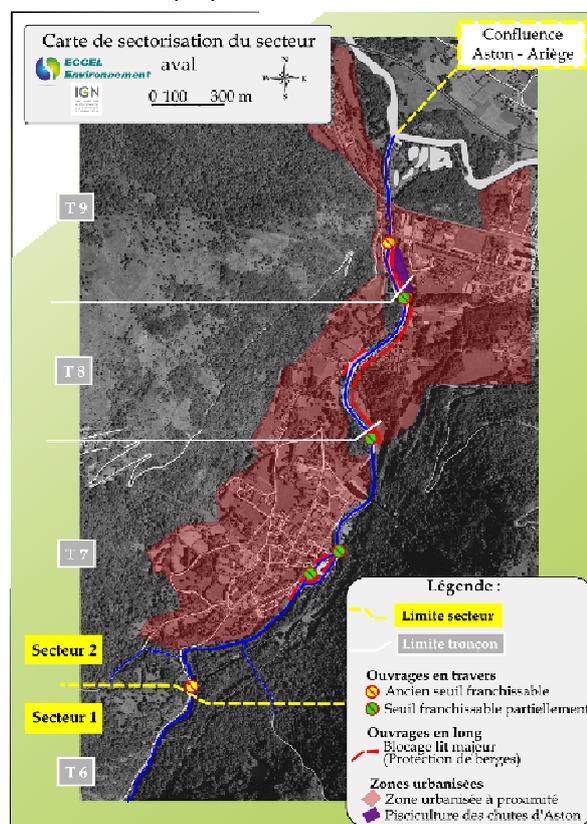
Tronçons identifiés



Ripisylve et discontinuité



Habitats et Gain potentiel



Zoom sur l'occupation des sols en secteur aval

Figure 33 - Cartes de sectorisation de l'Aston

Secteur	Conformation vallée	Tronçon	Code	Longueur (m)	Pente du lit	Largeur moyenne (m)	Type Faciès	Granulométrie moyenne	Ripisylve	Colmatage	Abris & habitats piscicoles	Zones de fraie potentielles	Dynamique de la rivière	Obstacles infranchissables	Expansion latérale potentielle avec hausse du débit
Secteur amont	Fond de vallée moyennement encaissé ; Pente du lit moyenne et occupation des sols naturelle	Aval immédiat barrage de Riète	T1	1000	Moyenne	10	Rapides / Cascades / Plats lotiques	R/R/B/PG	Dense et continue	Moyen	Blocs en milieu de lit et abris sous caves	Quelques zones	Naturellement faible	Aucun	Faible
		Aval confluence Ru. d'Artaran	T2	1100	Moyenne	8	Cascades / Rapides / Fosses	R/R/B/PG	Dense et continue	Moyen	Blocs en milieu de lit et abris sous caves	Aucune (mais typologie peu propice)	Naturellement nulle	Rares et naturels	Naturellement nulle
		Pont de Rieubel	T3	800	Moyenne	15	Rapides / Cascades / Plats lotiques	R/B/PG/CG	Dense et continue	Moyen	Blocs en milieu de lit et abris sous caves	Quelques zones	Naturellement faible	Aucun	Moyenne
		Grange de Sigueille	T4	2000	Moyenne	10	Cascades / Rapides / Fosses	R/R/B/PG	Dense et continue	Moyen	Blocs en milieu de lit et abris sous caves	Aucune (mais typologie peu propice)	Naturellement nulle	Rares et naturels	Naturellement nulle
		Pont de réglat	T5	500	Faible	6	Rapides / Cascades / Plats lotiques	R/B/PG/GG	Dense et continue	Moyen	Blocs en milieu de lit	Quelques zones	Naturellement faible	Aucun	Moyenne
		Pont de Sicard	T6	2200	Faible	10	Rapides / Plats lotiques / Radiers	R/B/PG/CG	Dense et continue	Moyen	Blocs en milieu de lit et abris sous caves	Quelques zones	Naturellement nulle	Rares et naturels	Naturellement nulle
Secteur aval	Fond de vallée faiblement encaissé ; Pente du lit faible et entrée en zone urbanisée	Piscine d'Aston	T7	1600	Faible	15	Rapides / Radiers / Plats lotiques	R/B/PG/SG	Cordon discontinu	Fort	Blocs en milieu de lit	Quelques zones	Faible	Aucun*	Faible
		Amont seuil de la pisciculture	T8	750	Faible	15	Plats lotiques / Rapides / Radiers	R/B/PG/GG	Cordon discontinu	Fort	Blocs en milieu de lit	Quelques rares zones	Aucune	Aucun*	Faible
		Aval seuil de la pisciculture	T9	750	Faible	15	Rapides / Radiers / Plats lotiques	R/B/PG/CG	Cordon discontinu	Fort	Blocs en milieu de lit	Quelques rares zones	Faible	Aucun	Moyenne

Elément marquant pour le milieu

Sous la forme: Grossier / Dominant1 / Dominant2 / Accessoire

*seuil franchissable

Tableau 12 - Caractéristiques hydromorphologiques principales de l’Aston

7.10 RUISSEAU DE CALVIÈRES

Le ruisseau de Calvières présente des configurations morphodynamiques en amont et en aval de la prise d’eau relativement similaires.



La pente du lit est dans les deux cas très fortement prononcée et les faciès observés sont une succession rapprochée de chutes ou de cascades avec des fosses de dissipation. La granulométrie grossière, dominée par une sorte de chaos rocheux, offre de nombreux abris piscicoles derrière ceux-ci ainsi qu’en sous caves au niveau des berges. En revanche, le long du linéaire prospecté, il existe un grand nombre d’obstacles naturellement infranchissables par montaison compromettant la continuité biologique du cours d’eau. En moyenne, un obstacle est dénombré tous les 15 m.



Le ruisseau de Calvières s’écoule dans une vallée possédant une conformation très encaissée, ce paramètre contraignant grandement la dynamique latérale du cours d’eau. Sur l’ensemble du secteur l’expansion latérale du cours d’eau à un débit supérieur semble très restreinte, voire impossible en dehors de son lit.

En revanche, la fragmentation des habitats est nettement accrue par la réduction artificielle des débits dans le tronçon court-circuité, et ce, jusqu’à la confluence avec l’Aston. Surtout, ce passage au débit réservé semble accentuer le dépôt de fines dans les fosses de dissipation par manque de remobilisation.

7.11 RUISSEAU D’ARTARAN

Le cours d'eau de l'Artaran possède des caractéristiques hydromorphologiques quasi-similaires depuis sa prise d'eau jusqu'à sa confluence. L'amont du bassin de la prise d'eau est en revanche totalement inaccessible pour cause de chute importante.



La pente de la zone à l’aval immédiat de la prise d’eau étant très fortement prononcée, les faciès observés sont une succession rapprochée de chutes ou de cascades avec des fosses de dissipation.



La granulométrie est relativement grossière surtout en partie amont où on note la présence de dalles affleurantes. Quant au reste du linéaire la granulométrie est dominée par les rochers et blocs ; on note toutefois, la présence d'une fraction granulométrie fine (SG) dans les interstices de ces derniers.



Il a été constaté, tout le long du linéaire un grand nombre d'obstacles naturellement infranchissables par montaison compromettant la continuité biologique du cours d'eau. En moyenne, un obstacle est dénombré tous les 20 m.



Le ruisseau d'Artaran s'écoule dans une vallée possédant une conformation très encaissée, ce paramètre contraignant grandement la dynamique latérale du cours d'eau. Sur l'ensemble du secteur l'expansion latérale du cours d'eau à un débit supérieur semble très restreinte, voire impossible.

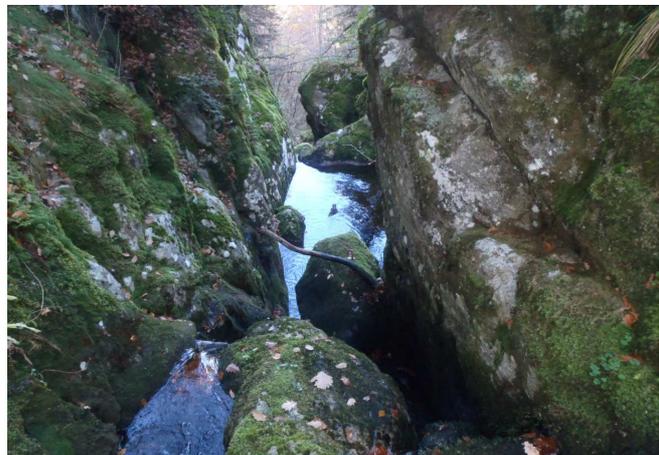


7.12 RUISSEAU DE SIRBAL

Le cours d’eau du Sirbal autour de sa prise d’eau et jusqu’à la confluence avec l’Aston possède des caractéristiques hydromorphologiques similaires sur l’ensemble du secteur. La pente du lit est très fortement prononcée et les faciès observés sont une succession rapprochée de chutes ou de cascades avec des fosses de dissipation.



La granulométrie grossière, dominée par des rochers, offre quelques abris piscicoles derrière ceux-ci ainsi qu’en sous caves au niveau des berges. En revanche, le long du linéaire prospecté, il existe un grand nombre d’obstacles naturellement infranchissables par montaison compromettant la continuité piscicole du cours d’eau. En moyenne, un obstacle est dénombré tous les 30 m.



Le Sirbal s’écoule dans une vallée possédant une conformation très encaissée, ce paramètre contraignant grandement la dynamique latérale du cours d’eau. Sur l’ensemble du secteur l’expansion latérale du cours d’eau à un débit supérieur semble très restreinte, voire impossible.

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 débit⁷ : *« 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.

⁷ 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 0).

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, au moins dans le cadre des sites sur l'Aston et le Najar sur lesquels la méthodologie EVHA peut être appliquée. 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.

Sur les secteurs de l'Ariège en aval de l'Oriège, des données d'inventaires des réseaux nationaux indiquent que, outre la présence de la Truite, des Chabots et des Vairons

sont potentiellement présents. Les espèces accompagnatrices classiques (Chabots, Vairons, Goujons & Loches) seront donc également ciblées dans l’analyse EVHA et la détermination des DMB pour ces sites, en gardant la priorité à la Truite, cette dernière étant également analysée via les modèles « grands individus » de Hayes qui comportent une forte incertitude mais qui sont cohérents avec les tailles d’individus potentiellement présents sur ces portions.

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 »⁸. Toutefois, les espèces cibles biologiques ne sont pas toujours identiques et, dans le cas de la rivière Ariège, par exemple, un modèle biologique « Grosses Truites » de Hayes, correspondant aux gros individus de plus de 40 cm, susceptibles d'être présents localement a également été déployé (cf. Chapitre 8.1.2.1). Il en est de même pour les modèles des espèces accompagnatrices développés selon les peuplements effectivement ou théoriquement présents sur site.

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.

⁸ 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

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.

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 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.

8.2 METHODE TEAURRENT⁹

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 13 & Tableau 14). 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 13 - 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 14 - 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 récente¹⁰ 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 ;

⁹ 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

¹⁰ Débits minima, Débits biologiques, Débits objectifs d’étiage, 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 15 - 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 16 & Tableau 17).

Tableau 16 – 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 17 – 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 disponible¹¹, une trentaine de taxons appartenant à différents grands groupes ont donc été sélectionnés, spécifiquement à chaque grand ensemble typologique, Pyrénées ou Massif Central (Tableau 18).

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 18 - 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	+	+

¹¹ Cayrou et al., 2000. Associations spécifiques chez les macroinvertébrés benthiques et leur utilisation pour la typologie des cours d’eau. Cas du réseau hydrographique Adour-Garonne (Fance). *Annls Limnol.* 36(3) : 189-202.

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 19 - 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 20 - 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

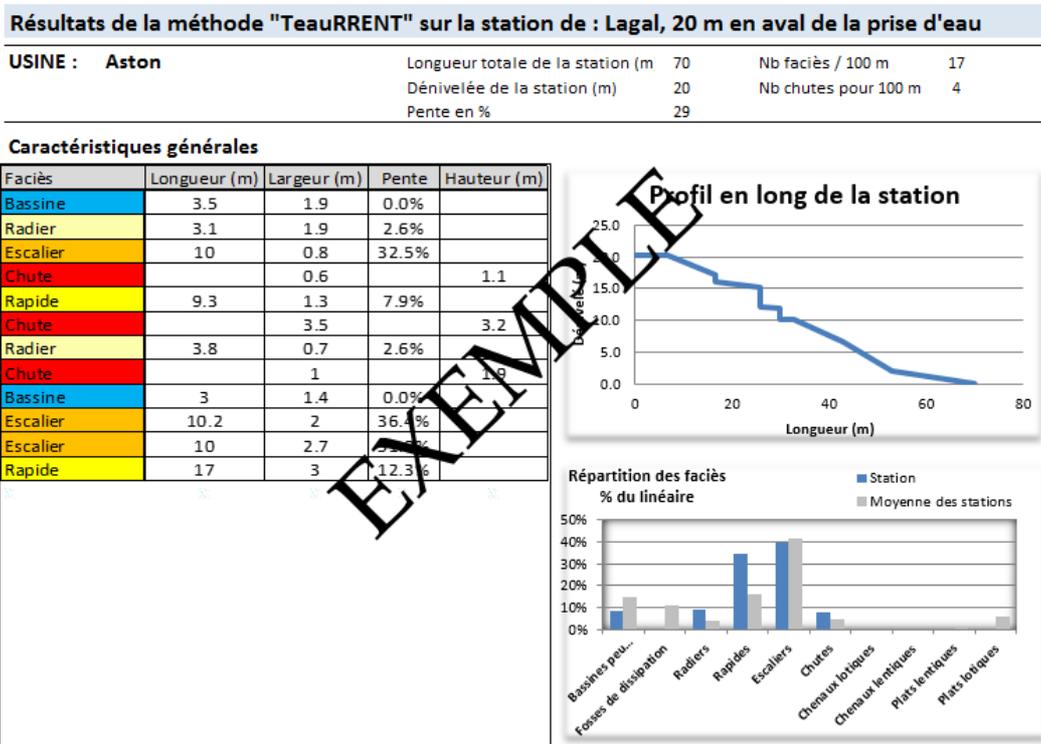
Les différents indicateurs que l’on peut tirer de cette méthodologie sont présentés ci-dessous. Cette partie s’articule selon trois étapes permettant d’arriver à un résultat global, pour l’ensemble des stations, qui doit être ensuite affiné au contexte local de chaque station :

- 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



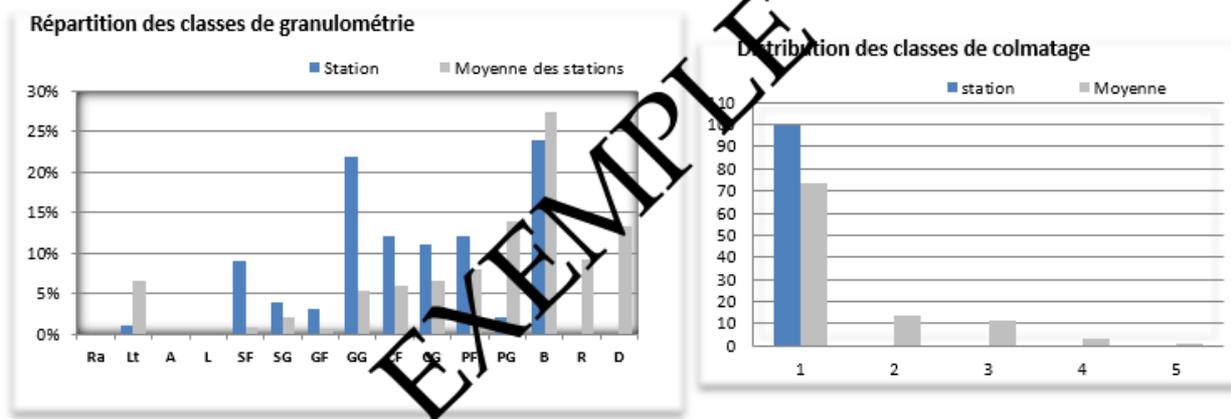
Cette fiche présente, outre les caractéristiques globales de la station, les différents faciès relevés.

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

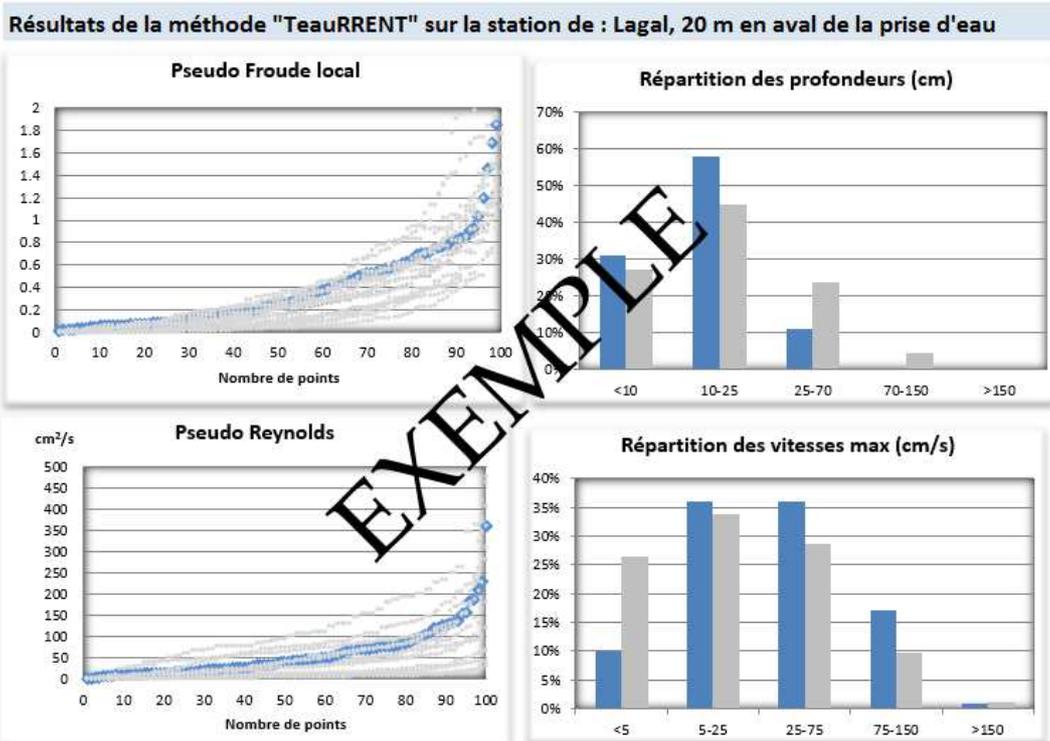


Cette fiche présente deux histogrammes sur les éléments principaux liés au tapis granulométrique et plus globalement à une approche de la qualité de l'habitat.

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



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 »¹².

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, 1995¹³ sur ce même coefficient morphodynamique développé à partir du plan d'échantillonnage IBGN NFT90-350, et des travaux de Verneaux *et al.*, 1982¹⁴ 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.

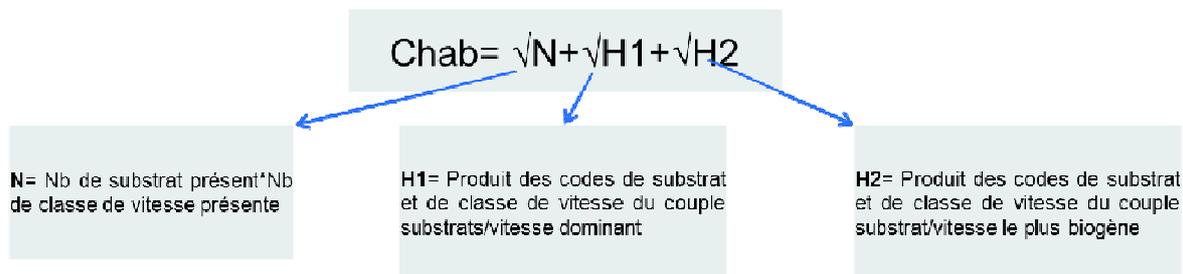


Figure 34 - Formule de calcul de l'indice Chab

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

¹² *Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie et écologie - d'Henri TACHET, de P. Richoux, de M. Bourneaud et de P Usseglio-Polatera - 2010*

¹³ *Bouchareyras, 1995. Mesure de la qualité des cours d'eau. Résultats hydrobiologiques. R.N.B. Agence de l'Eau Loire-Bretagne.*

¹⁴ *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 21 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 21 - 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 22).

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 22 - 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/vitesse

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.

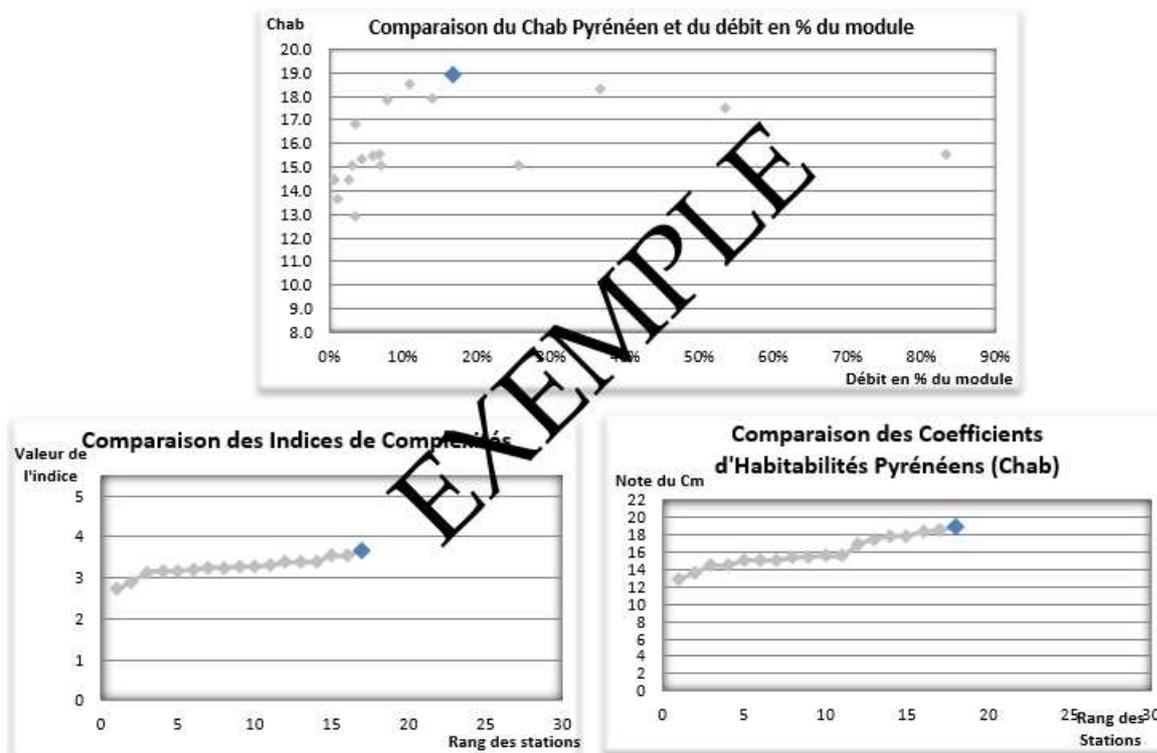
L’adaptation typologique sélective a rendu possible le calcul de ces indicateurs pour chacun des sites d’étude TeauRRENT. Cette fiche présente la grille d’analyse de l’indice Chab pour une station, avec la distribution de tous les couples substrat/vitesse échantillonnés. Elle indique aussi la note obtenue 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	0
CG	9	0	4	7	0	0
PF	9	1	3	3	0	0
PG	8	0	0	0	1	1
Br	7	0	0	5	6	1
Lt	6	1	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	0	11	9	2	0
GF	6	0	2	1	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	2	2	0	0	0
SF	4	1	7	1	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	0	0	0	0	0
B	3	0	4	5	3	0
D	2	0	0	0	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		18.89 /20			Indice de 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 tel que la continuité piscicole, ils ne sont donc qu’informatifs et se doivent donc d’être reliés à l’ensemble des éléments d’expertise disponibles.

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

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

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.

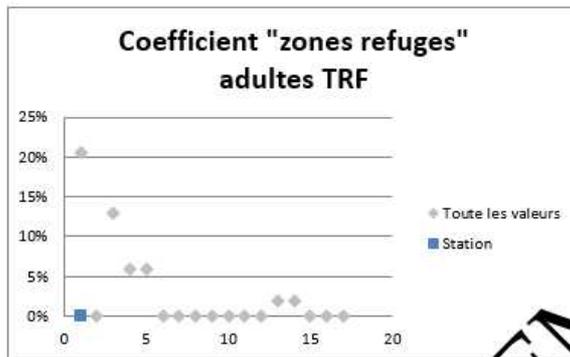
$$\text{C_fraie} = \frac{\text{Nb Pts (clProf3 \& clVit3 \& clSub[7,8,9,10\&11])}}{\text{Nb Pts totaux}} * 100$$

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.

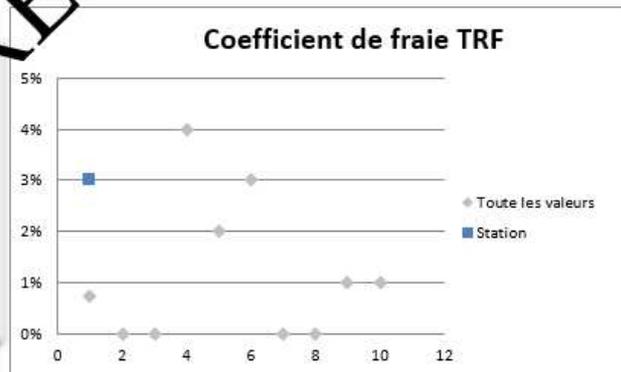
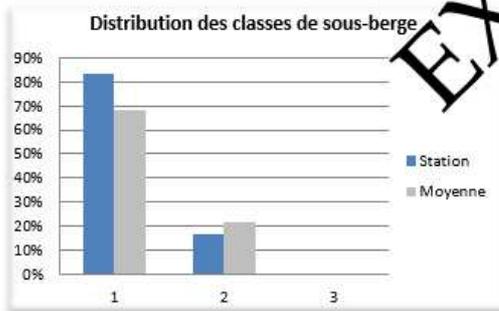
Sur cette fiche, aux résultats des indicateurs spécifiquement piscicoles, s’ajoutent des notions d’habitabilité via les sous-berges disponibles (en trois classes croissantes) mais également de cloisonnement du milieu avec les données sur les chutes/cascades.

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 35).

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 36).

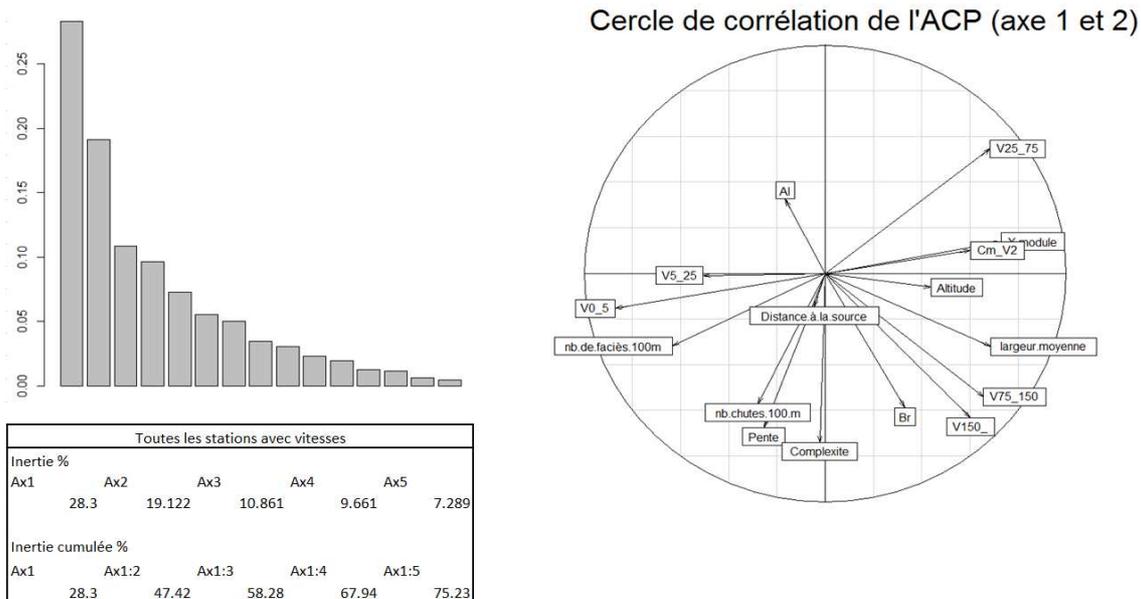


Figure 35 - Exemple d'analyse (ACP) présentant la corrélation forte entre l'indice d'habitabilité (Chab = cm_V2) et le ratio au module (X_module) sur le jeu de données propre à cette étude

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 36 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.

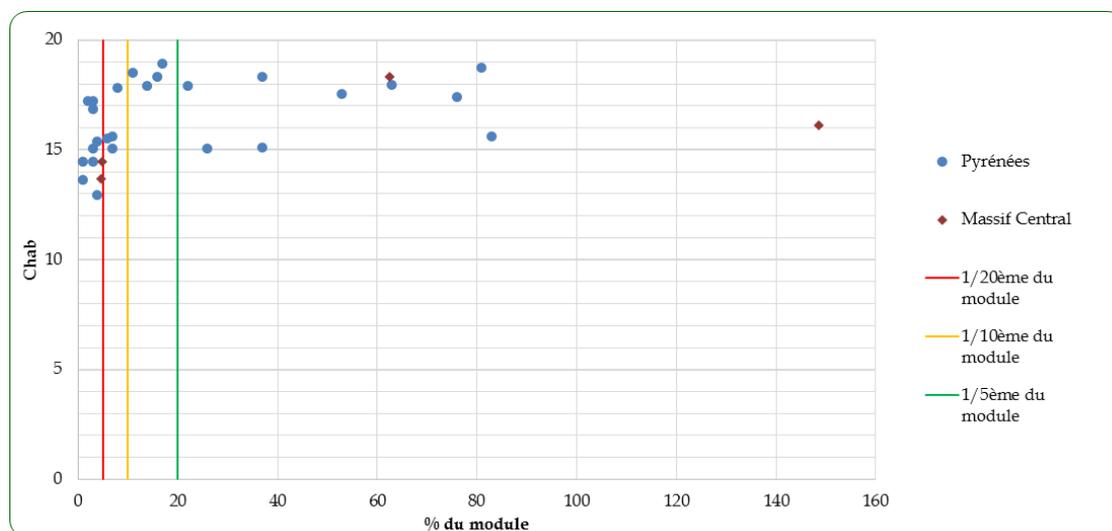


Figure 36 - Représentation graphique des valeurs de l'indice d'habitabilité en rapport avec le relatif à son module pour chaque site TeauRENT

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 23 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 23 - Habitabilité optimale sur la base de l'indice d'habitabilité adapté pour la méthodologie TeauRENT (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 sous-échantillons de sites construits sur la base des Chab et %module moyens tirés des données de l’étude, la Figure 37 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.

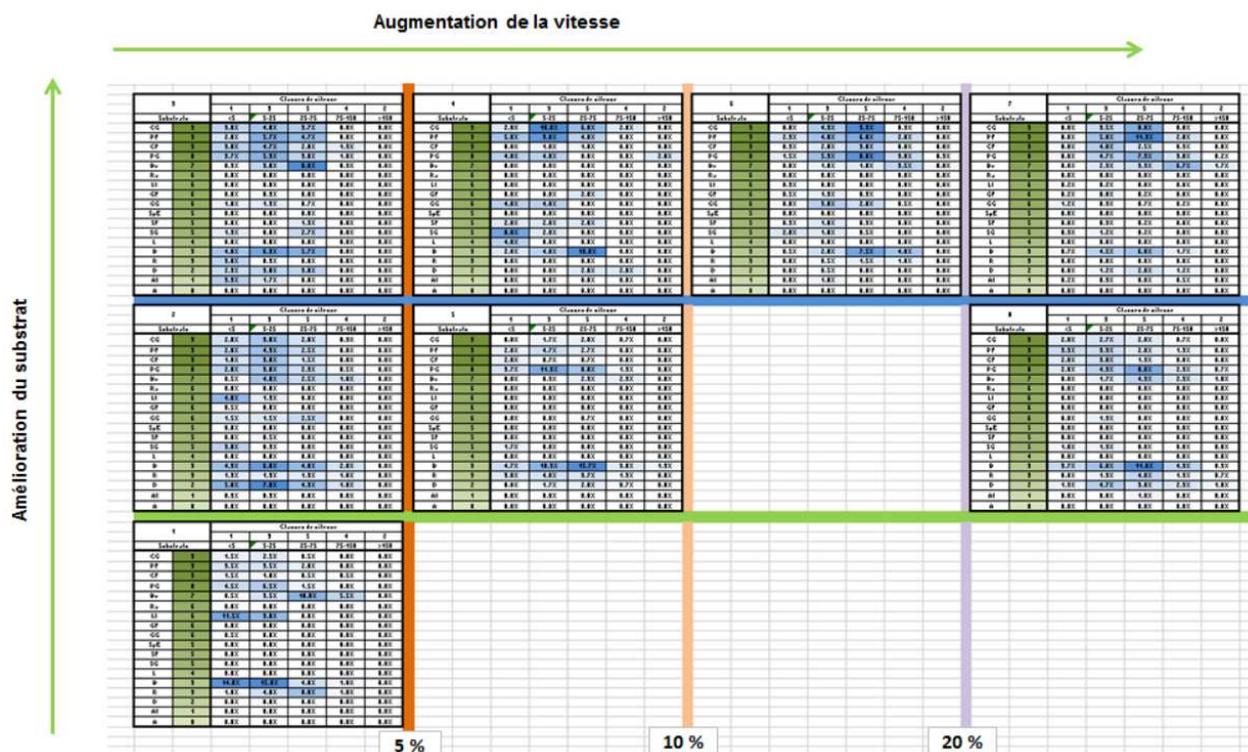


Figure 37 - Evolution des positionnement des couples substrat/vitesse à partir du pool de sites disponibles dans l'étude

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 DE MERENS SUR L'ARIEGE

Quatre sites permettant l'application du protocole EVHA ont été sélectionnés sur l'Ariège dans le cadre de l'analyse des potentialités d'habitat en aval de la prise d'eau de Mérens sur l'Ariège et de l'étude sur l'aménagement d'Aston.

Un site concerne directement l'aval de cette prise d'eau et a été implanté directement en aval proximal de cet aménagement, sur l'Ariège (Figure 38).

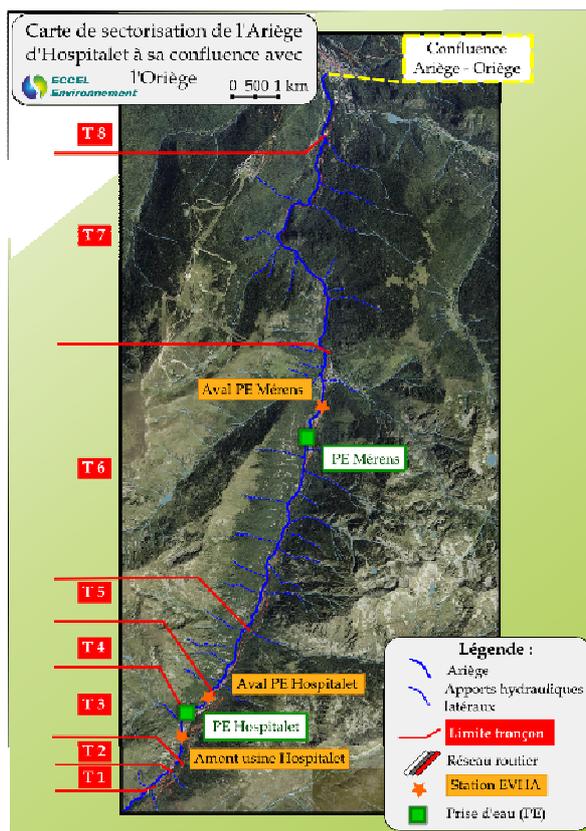


Figure 38 - Positionnement des stations EVHA correspondantes (site Aval PE Mérens expertisé dans le cadre du GU d'Aston)

Les trois autres sites, qui sont utilisés comme « sites témoins », se trouvent sur la partie comprise entre la confluence avec l'Oriège (Ax-les-Thermes) et la confluence avec le Vicdessos (Tarascon sur Ariège) qui correspond à la sortie du système influencé de l'Ariège dans le cadre de ces études DMB.

Sur ce secteur, l’Ariège s’élargit nettement au fil des confluences avec des affluents importants, de même que sa vallée. L’espace de mobilité naturelle devient ici important mais les aménagements anthropiques bien présents limitent cet espace.

Dans le cadre de l’analyse globale des influences hydrologiques de toutes les prises d’eau destinées à l’alimentation de l’usine d’Aston et, à la vue des influences locales, il apparaissait en effet indispensable de disposer de sites d’étude permettant de comparer l’expertise propre au site immédiatement en aval de Mérens à la situation plus aval.

Ces trois sites ne permettent pas de définir directement des débits biologiques pour ces prises d’eau mais servent de support adéquat et pertinent pour disposer de l’ensemble des éléments indispensable à une analyse globale.

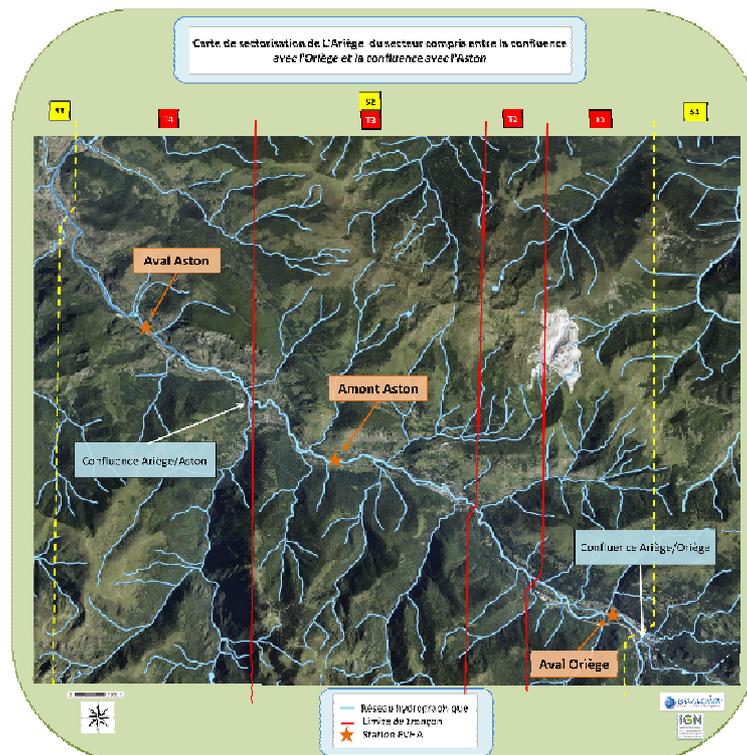


Figure 39 : Positionnement des stations EVHA en aval de l’Oriège pour disposer d’un cadre de référence

Ces trois sites ont ainsi été choisis suivant leurs positions dans le système.

- La station « aval Oriège » est positionnée à l’amont du secteur 2, en aval de la confluence entre l’Ariège, la Lauze et l’Oriège. Cette station se situe donc sur une zone recevant le débit réservé de l’usine de Mérens et les débits de la Lauze et de l’Oriège ;
- La station « amont Aston », positionnée au milieu du secteur, reçoit les eaux provenant de l’amont (station aval Oriège) et les eaux de plusieurs affluents, notamment le Najear, le Caussou, le Lavail, le Mourègues ou encore l’Axiat ;
- La station « aval Aston », correspond à la sortie du système du fait qu’elle se situe en aval de la confluence Ariège/Aston et donc elle bénéficie théoriquement de tout le débit de l’Ariège en ce point, sans débit réservé mais avec néanmoins un signal hydrologique influencé.

9.1.1 Résultats bruts d’analyse pour le site aval Prise d’eau de Mérens

9.1.1.1 Présentation du site d’étude

9.1.1.1.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

La station mesure près de 115 mètres de longueur pour une largeur moyenne de 7.8 m au débit de mesure (375 l/s le 02/09/2013). 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 110 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).

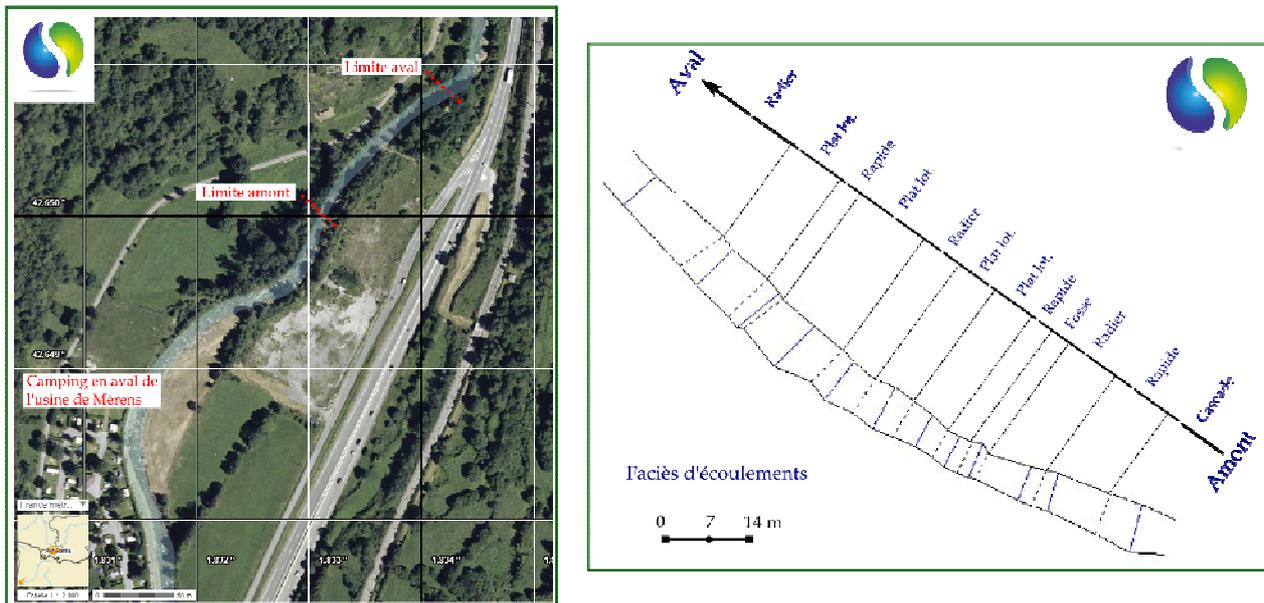


Figure 40 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Mérens Aval

La pente, proche de 18‰, se situe dans la gamme de modélisation idéale pour EVHA (Figure 41). La modélisation hydraulique des débits n’a, vis-à-vis de ce paramètre, posé aucun problème majeur, même avec une granulométrie relativement grossière.

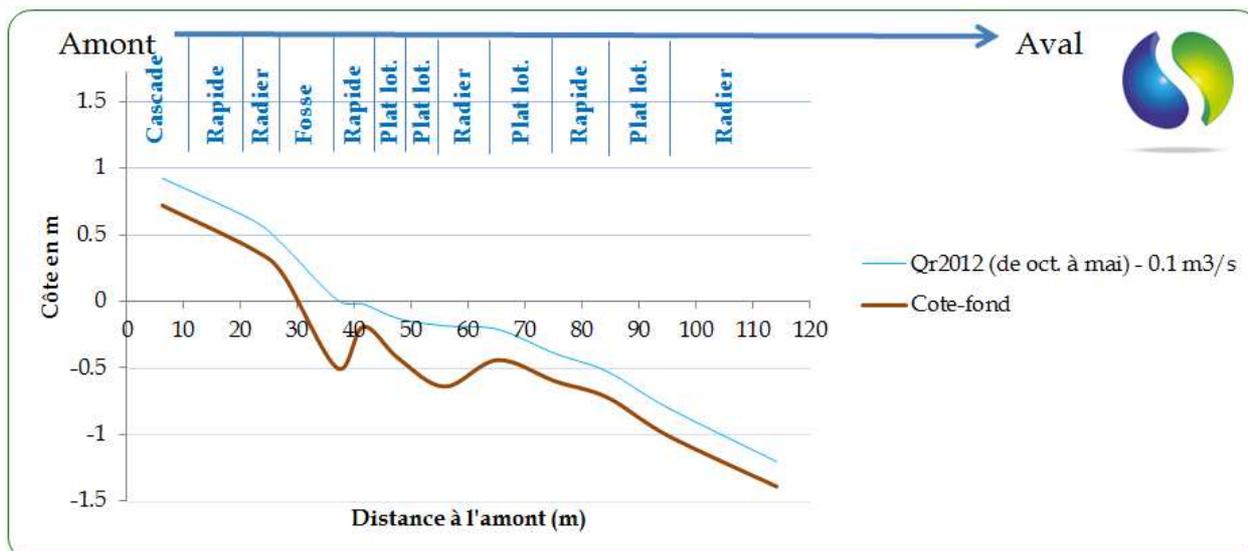


Figure 41 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Mérens Aval

La granulométrie est, même si les fractions grossières sont dominantes, assez bien diversifiée avec toutes les classes représentées, à l’exception des « fines » et des moins biogènes comme les dalles. De nombreux patches de fraction intermédiaire, généralement favorable à la biodiversité, la reproduction piscicole ou aux jeunes stades, sont régulièrement réparties sur l’ensemble de la station. Les zones « Argiles-Terre » correspondent essentiellement aux bordures latérales exondées dans la gamme des débits courants.

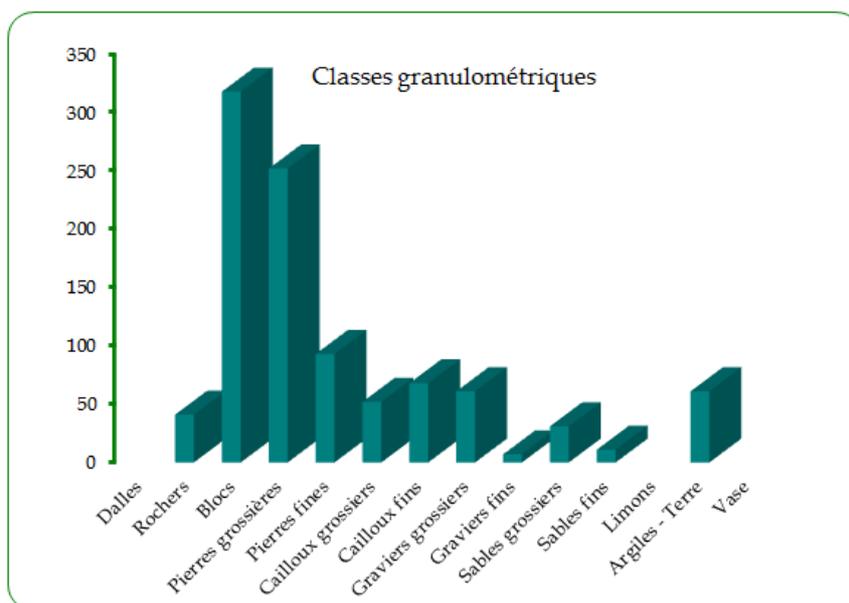


Figure 42 – Occurrence granulométrique sur la station Mérens Aval

La végétation arborée est dense et en bon état procurant au milieu un effet de tampon thermique efficient et des caches racinaires lorsque le lit mineur est ennoyé jusqu’aux bordures.

Le bon potentiel de caches piscicoles est cependant essentiellement centré sur la présence d’une granulométrie très grossière avec beaucoup d’abris hydrauliques.

Sur l'ensemble de la station, les talus des berges sont généralement peu prononcés et permettent ainsi un étalement relatif régulier de la lame d'eau.

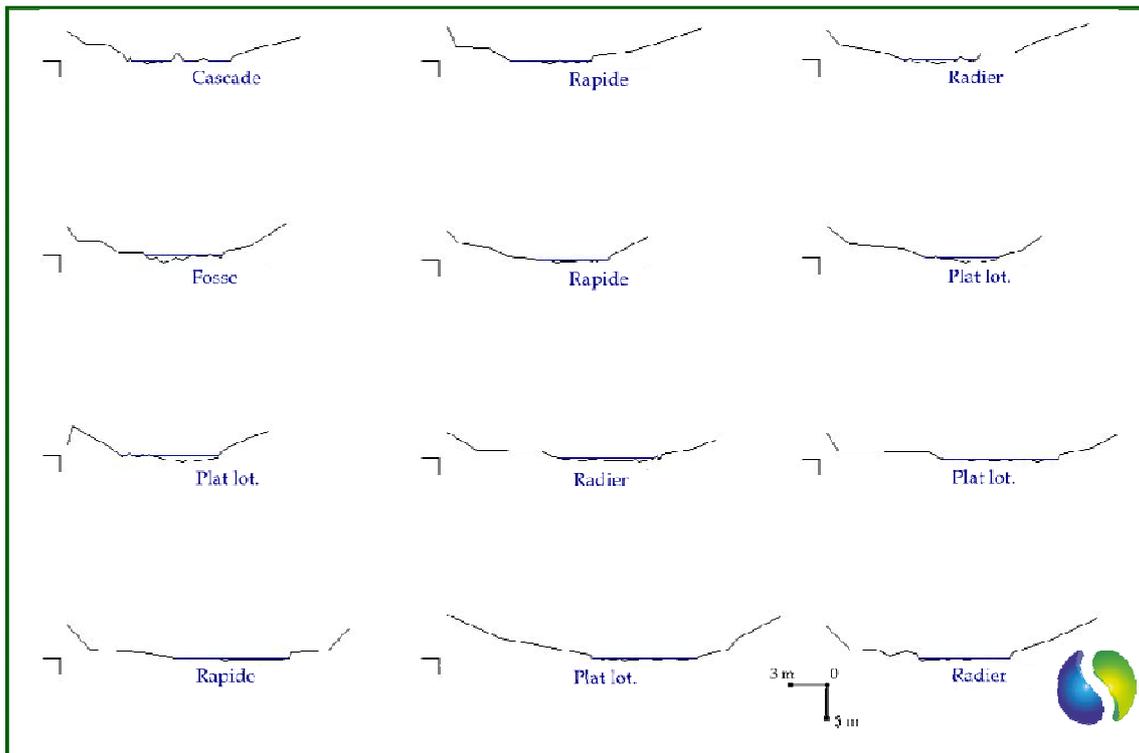
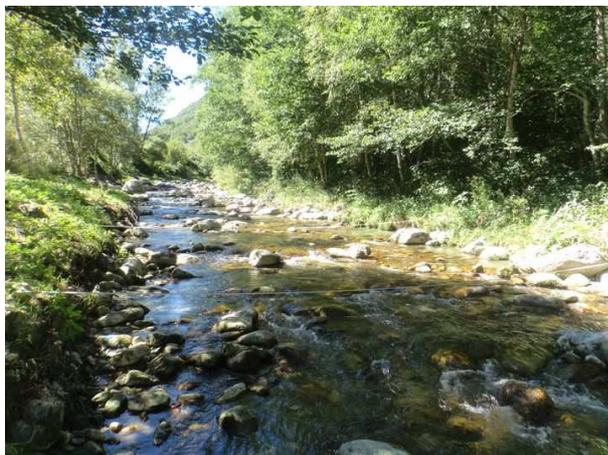


Figure 43 – Vue aval des profils en travers et ligne d'eau des différents faciès observés au débit de mesure (de l'amt vers l'avl : de G à D et de H en B) sur la station Mérens Aval



Zone amont



Zone aval

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

Afin d'évaluer une valeur d'habitat en fonction du débit, il faut estimer les paramètres physiques, hauteur d'eau et vitesse d'écoulement, pour une gamme de débit choisie. C'est le modèle hydraulique d'EVHA qui nous permet de calculer ces paramètres.

Les paramètres du modèle hydraulique, c'est-à-dire les valeurs du coefficient de frottement en chaque section de modélisation, sont déterminés à l'aide des mesures. Cette étape de calage nécessite une réelle expertise hydraulique car la modélisation en basses eaux est un exercice des plus complexes.

Le profil en altitude relative de la ligne d'eau pour le modèle calé est représenté ci-dessous. Il illustre l'évolution des pentes.

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 50 l/s et 3 m³/s, pour bien identifier la diversité des écoulements.

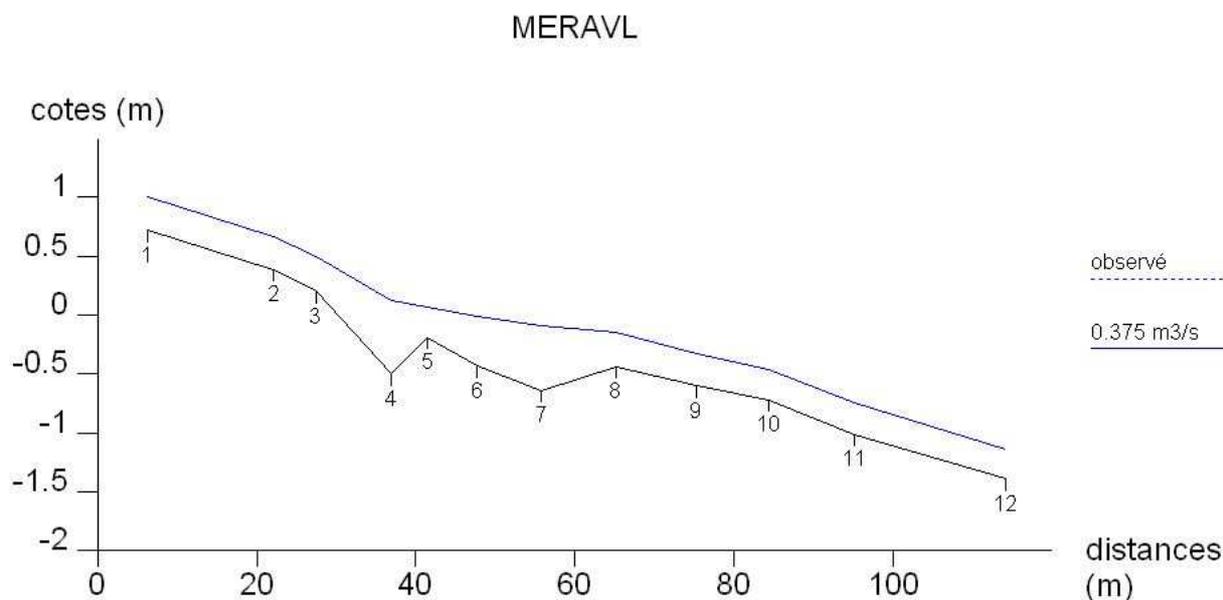


Figure 44 - Résultat du calage hydraulique pour la station Aston Aval

9.1.1.1.2.1 Surface en eau

Avec l'augmentation des débits, les gains « horizontaux » sont nettement visibles jusqu'à 400 l/s environ (près de 50% de gains surfaciques) puis la croissance persiste mais est beaucoup moins forte (moins de 10% de gains jusqu'à 3 m³/s).

Cette courbe montre un certain encaissement relatif du lit mineur avec des berges relevés qui restreignent le gain potentiel complémentaire dès 400 l/s.

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.

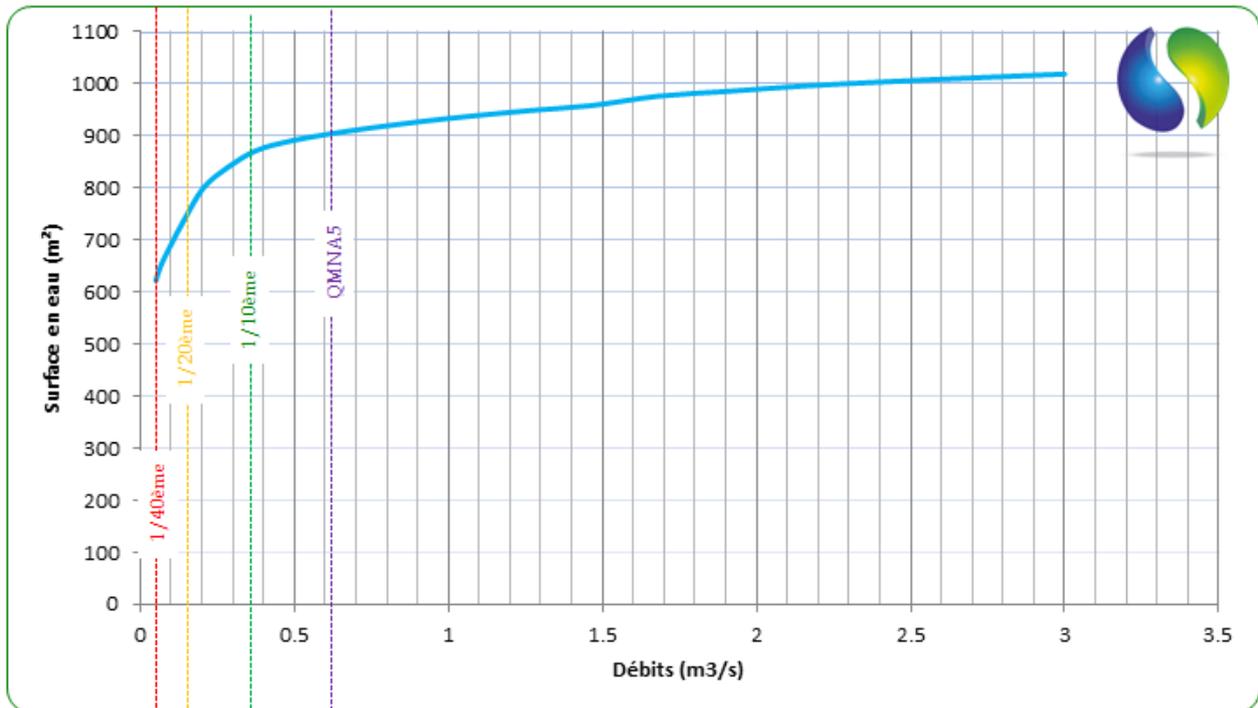


Figure 45 – Evolution de la surface en eau de la station Mérens Aval avec l'augmentation des débits modélisés

La conformation du lit mineur permet un élargissement initial du lit mouillé maximal jusqu'au 1/10^{ème} du module puis une croissance plus axée vers les hauteurs d'eau moyennes au-delà.

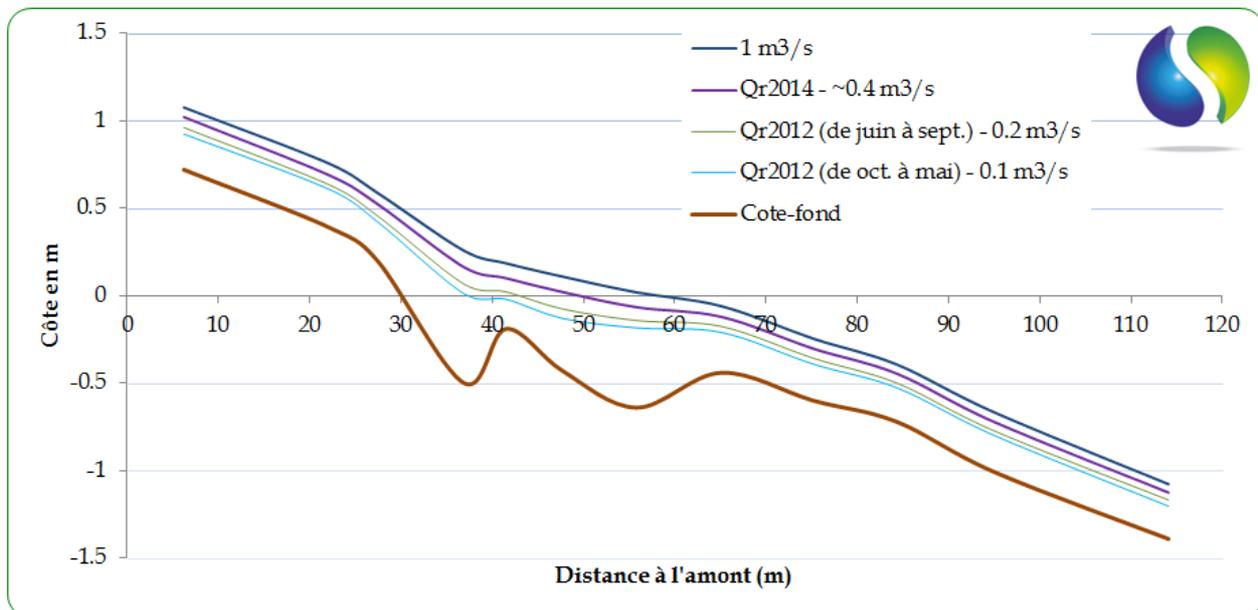


Figure 46 – Evolution de la ligne d'eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Mérens Aval

9.1.1.1.2.2 Variation des vitesses

La Figure 48 montre l’évolution des vitesses entre trois débits grâce à une vue en plan de l’ensemble du lit.

En dehors de quelques zones localisées, on note que les vitesses sont déjà conséquentes. A partir d’une valeur légèrement supérieure au 1/10^{ème} du module, les vitesses lotiques sont majoritaires et à des débits plus élevés (1.5 m³/s), elles deviennent même très importantes, les zones d’abris étant à cet instant quasiment absentes. Il est probable alors que ce facteur soit limitant pour les plus jeunes stades piscicoles qui sont sensibles à cette gamme de vitesse.

9.1.1.1.2.3 Variations des profondeurs

La Figure 49 montre, pour les mêmes débits, l’évolution des profondeurs sur l’ensemble du lit.

Aux débits très bas, la continuité biologique longitudinale, en dehors du chenal de la zone médiane, semblerait, à première vue, problématique à cause des profondeurs très faibles. Le risque de fragmentation des habitats est moindre à partir de 500 l/s avec des profondeurs convenables sur une bonne partie de la station.

Par la suite, la quasi-intégralité du lit mineur semble envoyée et on ne note que très peu de gain surfacique au-delà avec, en revanche, un gain notable des profondeurs et des zones refuges potentielles pour les gros individus.

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. Pour les espèces ciblées dans le cadre de cette étude (salmonidés), la littérature¹⁵ mentionne 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 individus et de l’ordre de 5 cm pour les petites truites communes (Lp<30 cm). Pour un linéaire plus long, des tirants d’eau de 10 à 25 cm sont nécessaires au respect de cette continuité.

La Figure 47 représente les lignes d’eau pour 3 débits différents pour le transect le moins profond et donc, potentiellement le plus problématique pour la continuité biologique.

On note que même au débit le plus bas, les déplacements, y compris pour les individus les plus gros, est préservée avec une profondeur supérieure à 25 cm, à minima sur une veine unique de ce transect. Au débit minimal réglementaire (1/20^{ème} du module –

¹⁵ Comprendre pour Agir – Informations sur la continuité écologique ; évaluer le franchissement des obstacles par les poissons – Principes et méthodes. Rapport ONEMA – mai 2014

200 l/s), la continuité pour les espèces vis-à-vis de la contrainte hydraulique au sein du lit courant ne semble donc plus être une problématique sur ce tronçon même s'il convient de faire attention à la succession d'obstacles sur ce secteur, naturels mais fréquents.

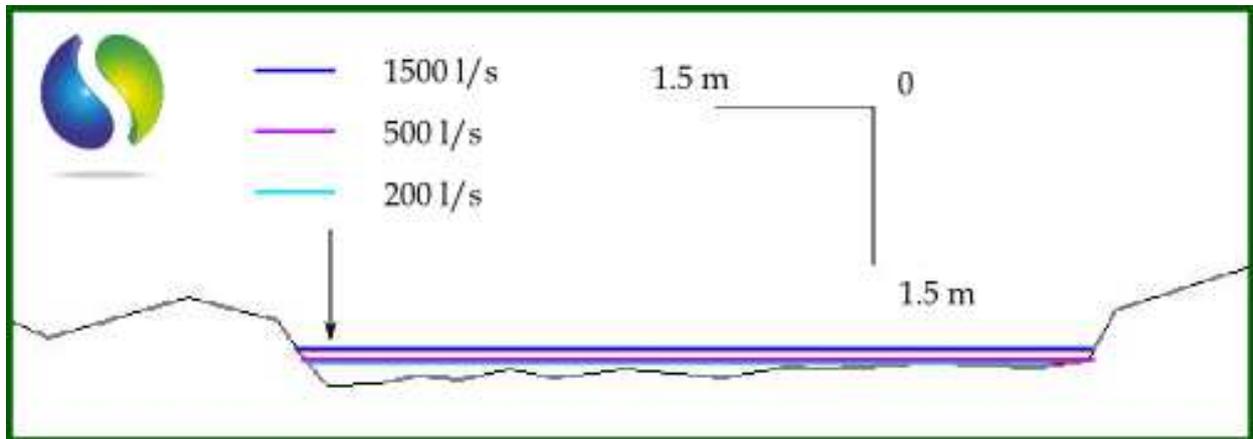


Figure 47 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station

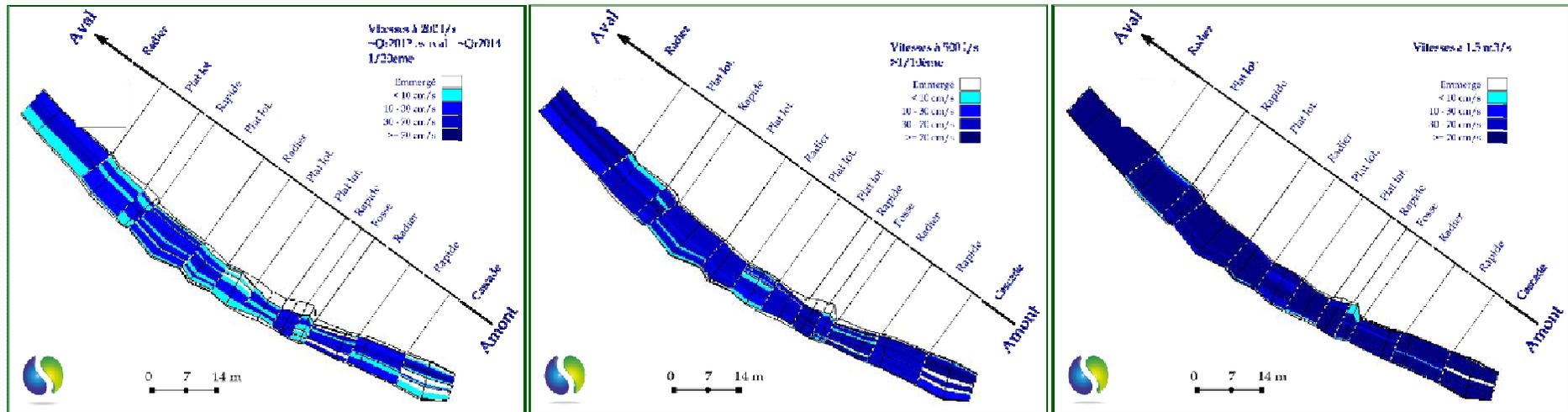


Figure 48 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Mérens Aval à 3 débits modélisés (200 l/s - 1/20^{ème} du module, 500 l/s et 1.5 m³/s)

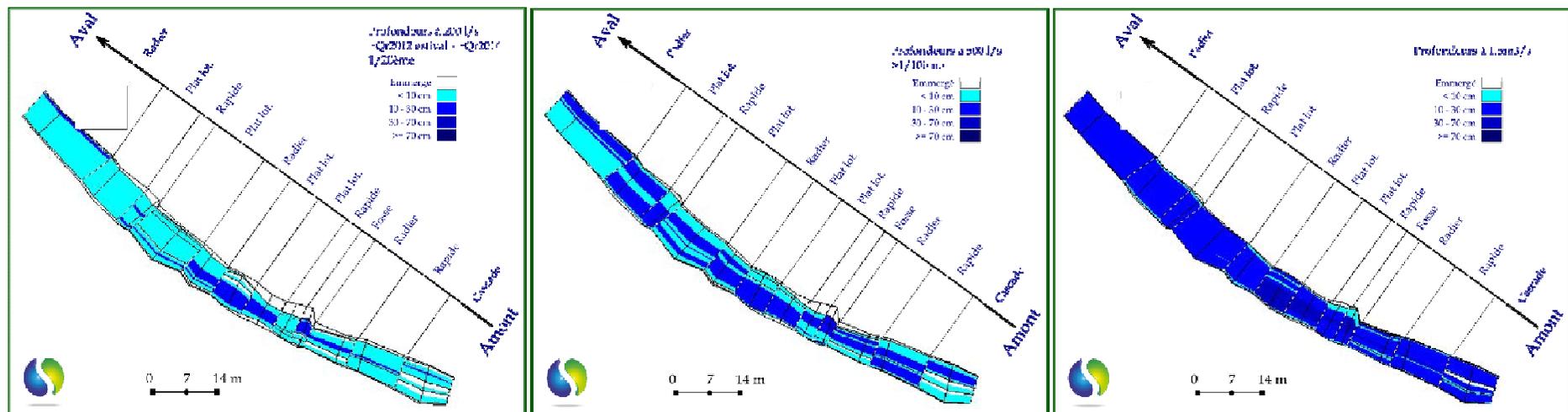


Figure 49 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Mérens Aval à 3 débits modélisés (200 l/s - 1/20^{ème} du module, 500 l/s et 1.5 m³/s)

9.1.1.2 Valeurs d’habitat

La Figure 50 présente les variations de Valeurs d’Habitat (VHA) pour les quatre stades de la *Truite fario*, espèce cible préférentielle du secteur, sur la gamme des débits modélisés.

- Le potentiel théorique de zones de reproduction croît régulièrement jusqu’à des valeurs d’environ 1 m³/s et dispose ensuite d’un plateau optimal jusqu’à 2 m³/s environ avant de décroître en raison de la dégradation des valeurs individuelles des paramètres hydrauliques ;
- Pour les jeunes stades de la Truite, la forme des courbes de VHA est globalement comparable avec une croissance rapide du potentiel avec les débits, l’atteinte d’un optimum pour des valeurs de l’ordre de 250 l/s et une forte baisse du potentiel au-delà de 500-600 l/s ;
- Pour les adultes, le plateau du potentiel optimal démarre légèrement au-delà de 450 l/s mais se poursuit jusqu’à des valeurs supérieures à 1.5 m³/s avant de décroître progressivement par la suite. Toutefois, le potentiel reste toujours très faible (VHA<0.1).

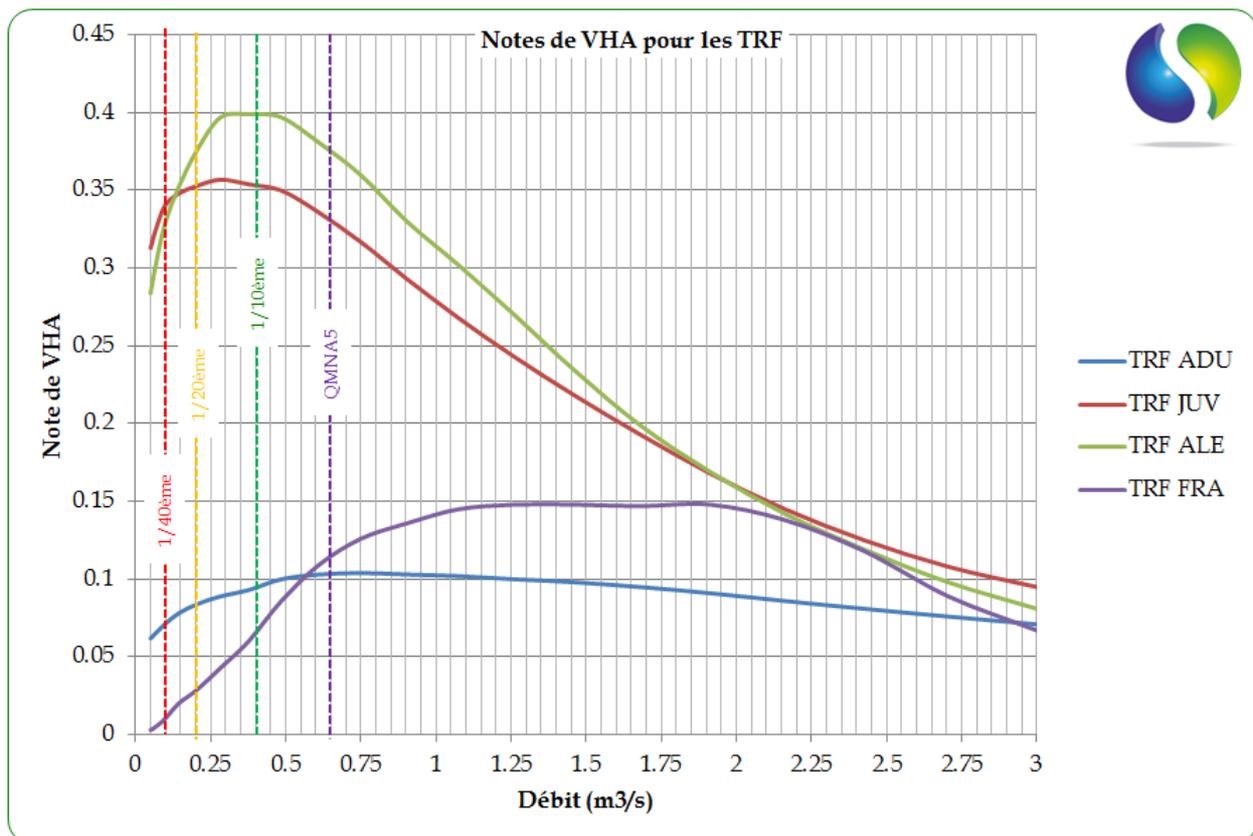


Figure 50 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Mérens Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.1.1.3 Surfaces pondérées utiles

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

- On observe que les SPU concernant la fraie, tout comme les VHA, progressent régulièrement et rapidement jusqu’à des valeurs proches de 1 m³/s avec, à l’inverse, des pertes très rapides en-deçà de 550 l/s. Par ailleurs, et conformément à l’analyse visuelle des patches de granulométrie favorable, le potentiel théorique semble considérable au regard d’autres sites similaires sur des cours d’eau du même type ;
- Pour les adultes, le potentiel optimal semble atteint légèrement au-delà de 500 l/s et il semble relativement préservé avec la hausse des débits (les caches conséquentes semblent être des abris suffisants pour ce stade malgré la hausse des vitesses) alors qu’il baisse considérablement en dessous de 250 l/s ;
- Pour les juvéniles et les alevins, les courbes de SPU montrent un optimal autour de 450 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 régulièrement et rapidement au-delà de 600 l/s. Il baisse par ailleurs très rapidement en dessous de 250 l/s.

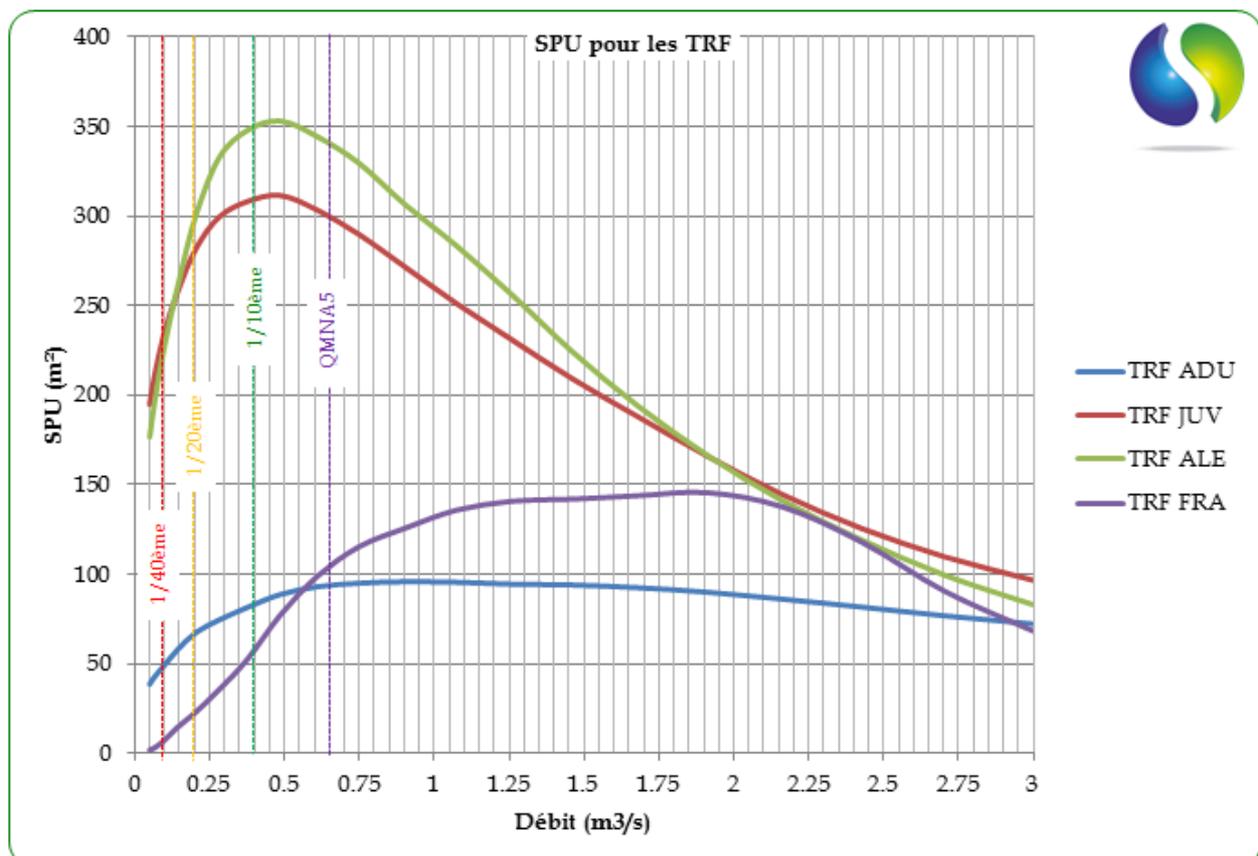


Figure 51 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Mérens Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.1.2 Résultats bruts d’analyse pour la station aval Oriège

9.1.2.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

Le site EVHA aval Oriège a été choisi en aval d’Ax les Thermes et donc en aval de la confluence entre l’Ariège, l’Oriège et la Lauze, mais à l’amont de la confluence avec le Najear.

La longueur de la station est de près de 200 m et est échantillonnée en 14 sections en travers sur lesquels ont été mesurées la cote de la ligne d’eau, la bathymétrie, le substrat et les vitesses d’écoulement. Les limites des sections en travers sont représentées sur la carte ci-dessous.

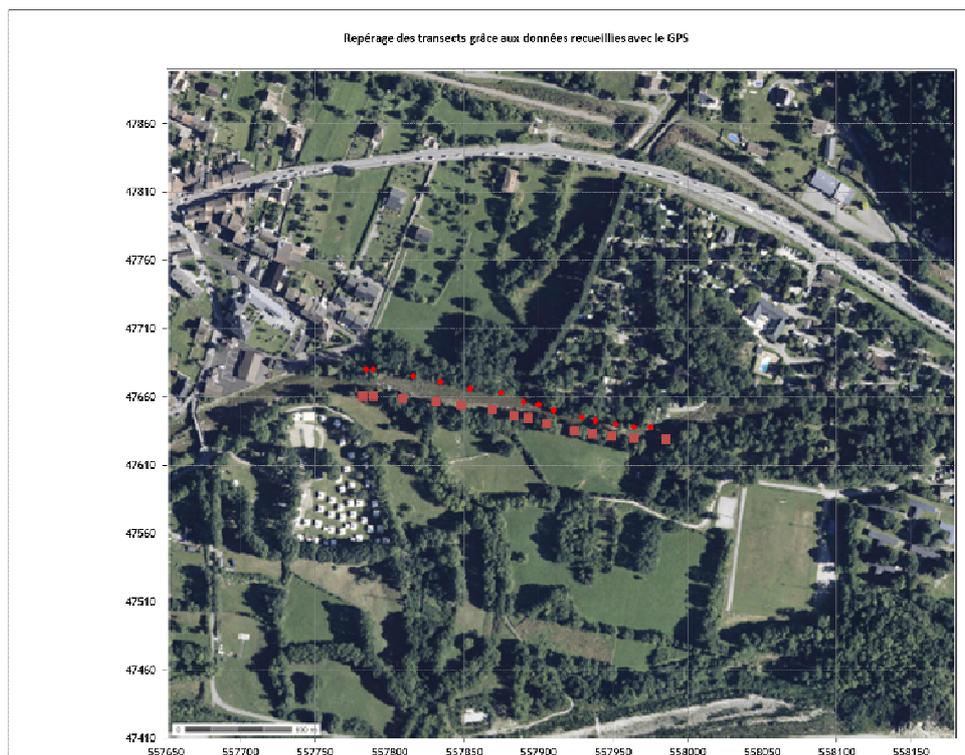


Figure 52 - Carte de la station EVHA aval Oriège

Le relevé topographique effectué le 10/09/2013 permet de visualiser ci-dessous les faciès d’écoulements avec le profil en long de la rivière. La sectorisation des écoulements s’est faite sur la base de la classification de Malavoi & Souchon.

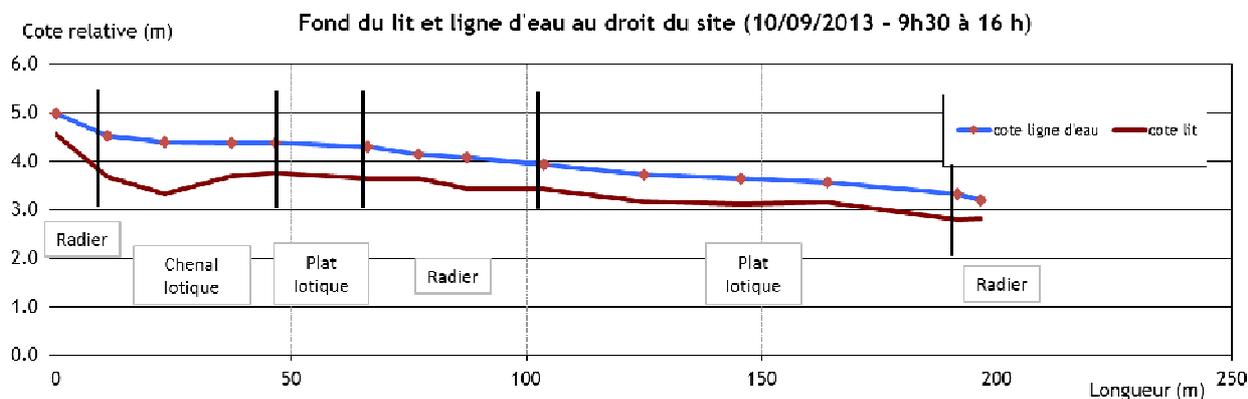


Figure 53 - Profil en long de la station EVHA aval Oriège



Vue générale du site EVHA aval Oriège

Ces faciès lotiques sont typiques de ce secteur de l'Ariège. Les profondeurs sont bien diversifiées, offrant des refuges à divers stades ontogéniques. Il apparaît que l'habitat semble propice à la Truite fario et à ces espèces accompagnatrices.

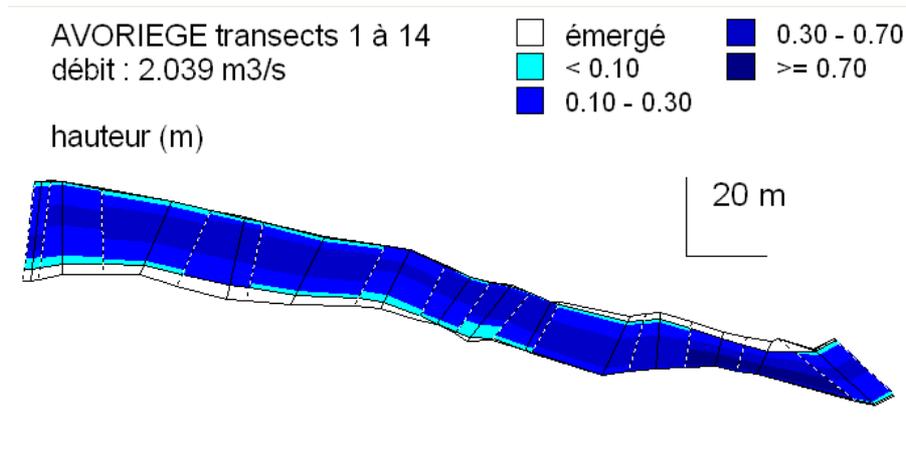


Figure 54 - Vue en plan des hauteurs d'eau sur la station aval Oriège au débit observé

Concernant les vitesses, elles sont assez homogènes sur les divers faciès, avec une gamme de vitesse moyenne inférieure à 70 % de la vitesse maximum enregistrée.

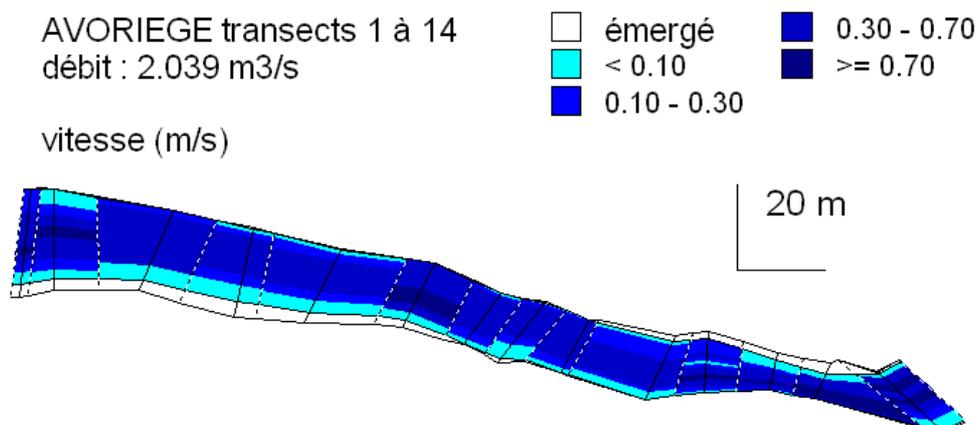


Figure 55 - Vue en plan des vitesses sur la station aval Oriège au débit observé

La granulométrie relevée est très portée sur les substrats relativement grossiers (blocs, pierres) avec, toutefois, un peu de substrats fins tels des sables et des graviers. On ne note toutefois pas, contrairement à la portion en amont de l'Oriège, de présence de rochers, les fractions les plus importantes.

Des bancs latéraux de substrats majoritairement pierreux sont présents, montrant une certaine dynamique sédimentaire. Ces bancs latéraux sont colonisés par des herbacés en période estivale, d'où la forte proportion de litière (qui regroupe en fait la végétation herbacée et la litière en bordure de lit mineur).

Cette distribution granulométrique semble typique du cours d'eau à ce niveau longitudinal.

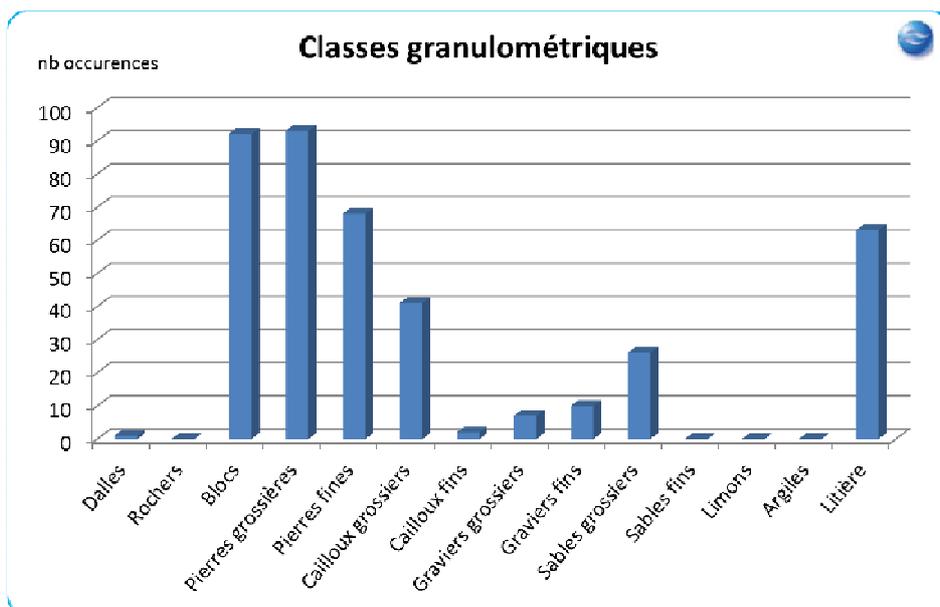


Figure 56 - Répartition des classes granulométriques majoritaires - Site aval Oriège

La ripisylve est dense et boisée, octroyant au milieu un potentiel de résistance non-négligeable.



Radier



Plat lotique

Figure 57 - Représentations photographiques de la station aval Oriège

9.1.2.2 Construction du modèle hydraulique

Le profil en altitude relative de la ligne d'eau pour le modèle calé est représenté ci-dessous. Il illustre l'évolution des pentes.

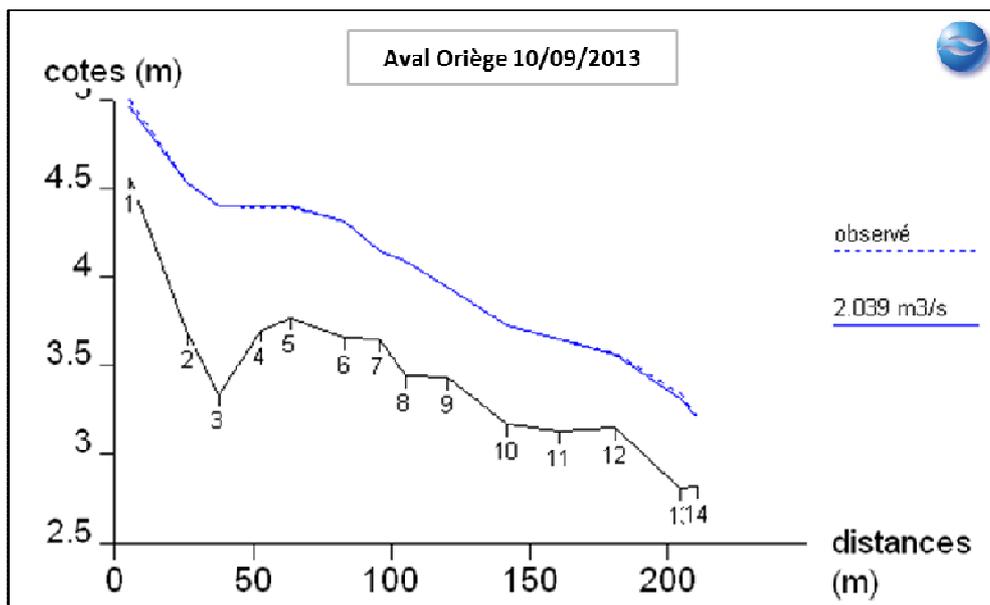


Figure 58 - Profil en long avec les cotes de ligne d'eau observées et simulées. Site aval Oriège

Une fois construit le modèle hydraulique, il est maintenant possible d'évaluer pour une gamme de débits l'évolution des paramètres hydrauliques du tronçon. Le graphe ci-dessous représente la surface mouillée en fonction du débit.

Naturellement toute augmentation de débit se traduit par une augmentation de la surface qui correspond au remplissage du lit mineur. A partir d'un certain niveau, le lit mineur est plein et la surface n'évoluera pas beaucoup jusqu'aux débits de crue qui feront déborder le cours d'eau. Les débits d'étiage sont généralement situés dans un domaine où une petite variation de débit peut avoir des effets importants.

L'augmentation rapide de surface mouillée dans les valeurs de débits faibles est à mettre en lien avec la présence de nombreux atterrissements latéraux, hors d'eau en période d'étiage, mais dès que le débit augmente, ils sont ennoyés et participent ainsi grandement à l'augmentation de la surface mouillée.

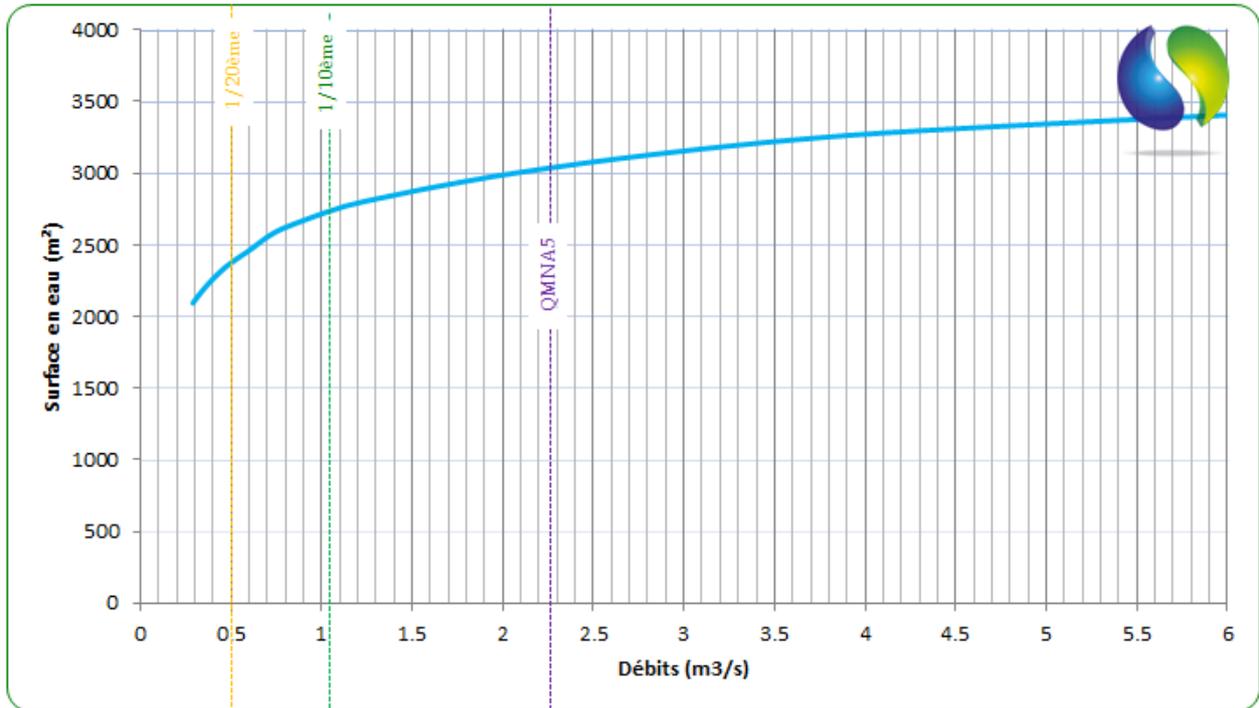


Figure 59 - Evolution de la surface mouillée en fonction du débit - aval Oriège



Bancs latéraux en rive gauche

9.1.2.3 Analyse de l'habitat potentiel

Le graphique ci-dessous permet de voir l'évolution de valeur de l'habitat en fonction du débit. Ces valeurs d'habitats sont évaluées pour la truite à deux stades ontogéniques et pour ses espèces accompagnatrices au stade adulte.

Globalement, une valeur de débit égale au 1/10^{ème} du module (1.15 m³/s) permet d'obtenir les maximums en valeur d'habitat pour toutes les espèces.

Seuls les juvéniles de la Truite, le Vairon et le Goujon obtiennent leur maximum à des débits plus faibles.

Les valeurs d'habitat au débit observé étaient globalement équivalentes aux valeurs de ce 1/10^{ème} du module.

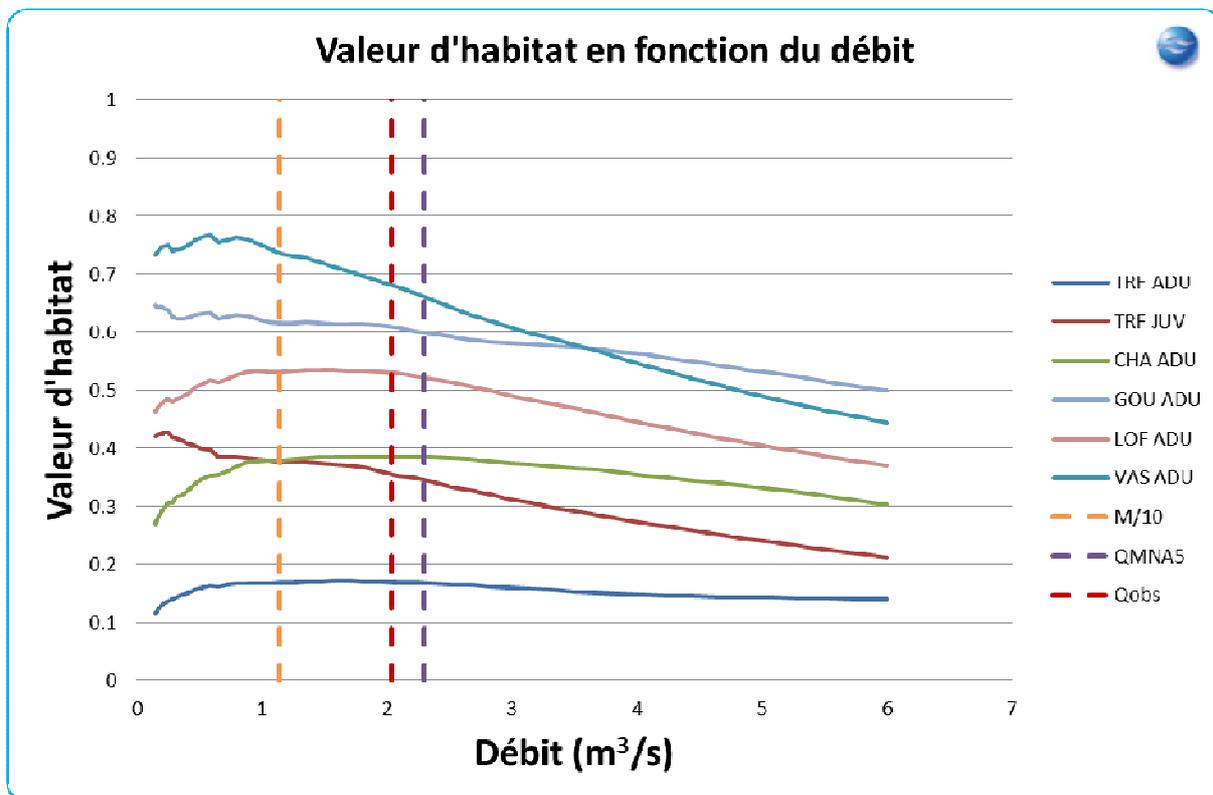


Figure 60 - Evolution de la valeur habitat en fonction du débit pour la Truite et les espèces accompagnatrices - aval Oriège

Le graphique ci-dessous présente la SPU pour les différents stades et activités de la Truite, espèce prioritaire du secteur.

Comme cela est visible, une valeur de débit légèrement au-delà du 1/10^{ème} du module, aux environs de 1.2 m³/s, correspond presque à la valeur de débit où la SPU est optimale pour la majorité de ces stades, seul le potentiel de reproduction progressant encore légèrement.

En termes de débit critique, on peut estimer une valeur de 650 l/s (1/17^{ème} du module) comme étant le débit en dessous duquel les potentiels théoriques d'habitabilité chutent considérablement.

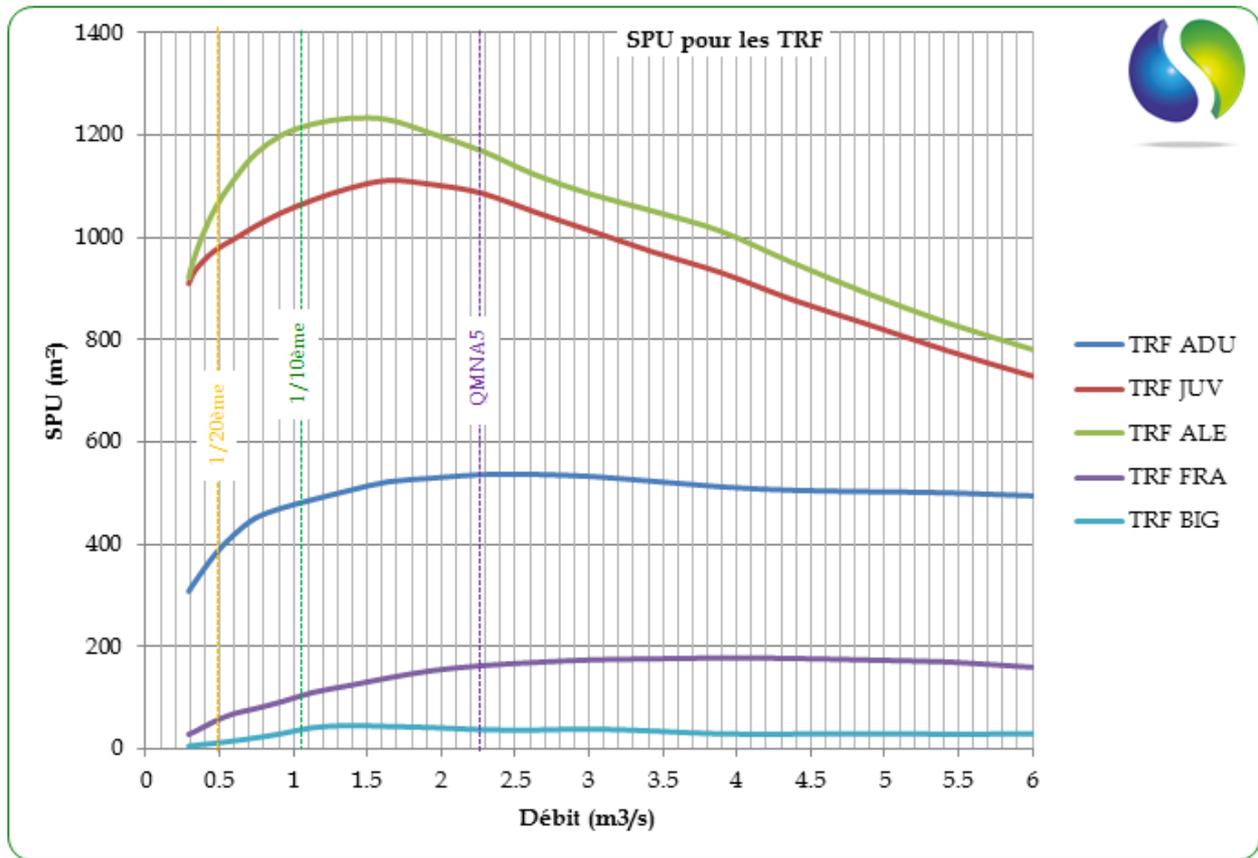


Figure 61 - Evolution de la SPU pour la Truite - aval Oriège

9.1.3 Résultats bruts d’analyse pour le site Amont Aston

9.1.3.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

Le site EVHA amont Aston a été choisi pour sa position centrale dans le système, il permet la comparaison avec la station aval Aston qui représente la sortie du système.

La longueur de la station est de près de 180 m et est échantillonnée en 13 sections en travers sur lesquels ont été mesurées la cote de la ligne d’eau, la bathymétrie, le substrat et les vitesses d’écoulement. Les limites des sections en travers sont représentées sur la carte ci-dessous.

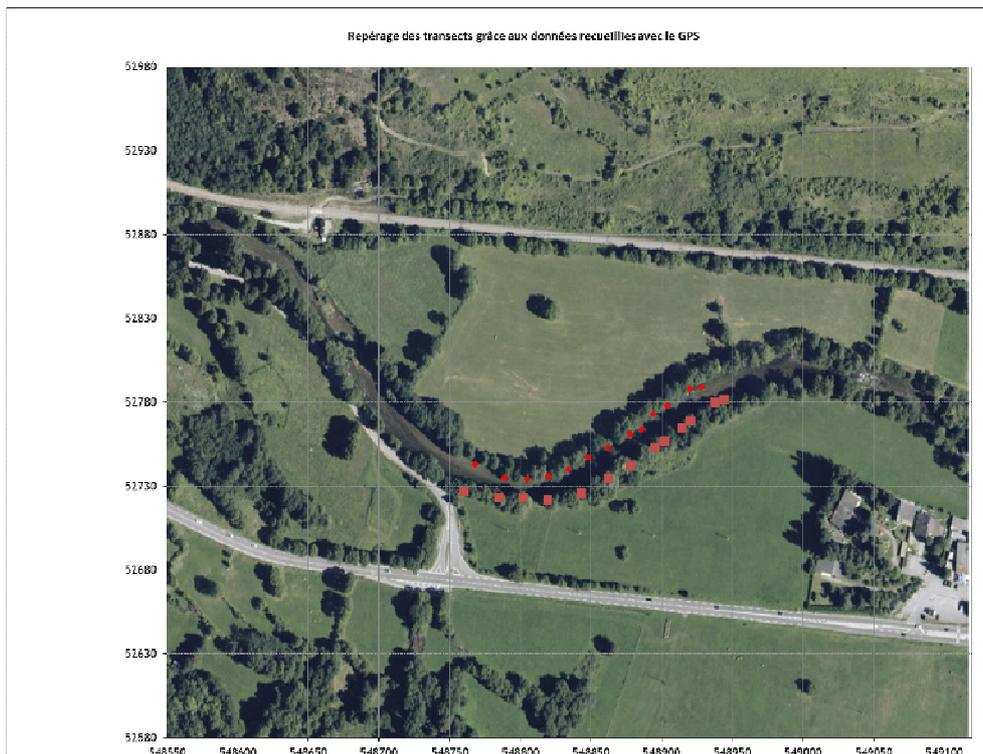


Figure 62 - Carte de la station EVHA amont Aston

Le relevé topographique effectué le 06/09/2013 permet de visualiser ci-dessous les faciès d’écoulements avec le profil en long de la rivière. La sectorisation des écoulements s’est faite sur la base de la classification de Malavoi & Souchon.

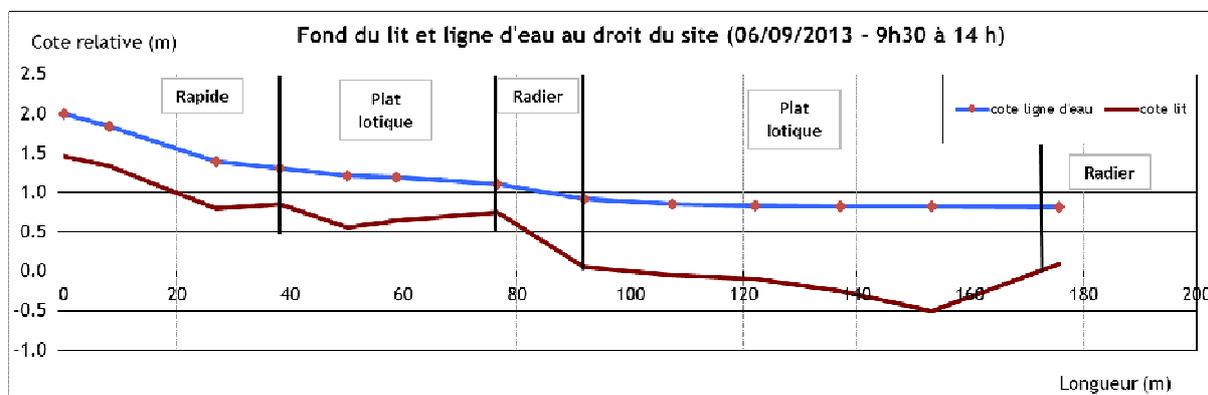


Figure 63 - Profil en long de la station EVHA amont Aston



Vue générale du site EVHA amont Aston

Les mêmes faciès lotiques que sur le secteur précédent sont typiques de cette portion de l'Ariège mais on note que la présence de grands plats lotiques est plus importante qu'en amont. Ces faciès, plats lotiques et radiers, sont théoriquement propices à la Truite fario.

Ce tronçon de l'Ariège est plus étroit que la zone aval ou amont du secteur 2 (Chapitre 7.1.2) et les atterrissements latéraux y sont aussi moins nombreux.

La portion aval de la station possède une zone profonde en rive gauche, où ont pu être observées plusieurs truites de belle taille. En effet, ces profonds sont des zones refuges pour les truites adultes.

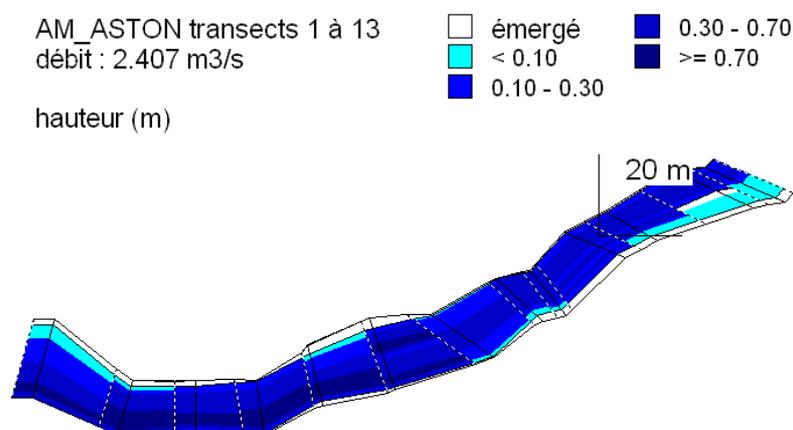


Figure 64 - Vue en plan des hauteurs d'eau sur la station amont Aston au débit observé

Concernant les vitesses, elles sont bien diversifiées, avec une bonne représentation des différentes gammes.

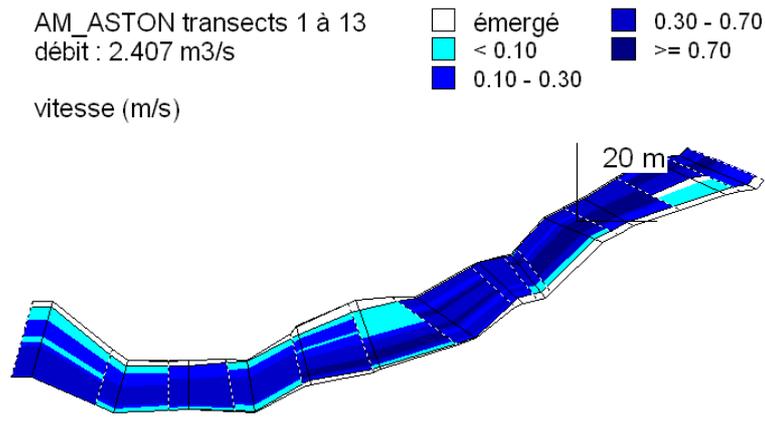


Figure 65 - Vue en plan des vitesses sur la station amont Aston au débit observé

La granulométrie relevée est majoritairement grossière. Elle comporte assez peu de substrats fins tels que les sables et des graviers.

Comme pour le site précédent, les portions en « litière » sont en fait à la fois des zones de bordure et de dépôts mais surtout les portions hors d'eau, enherbées, en lit majeur.

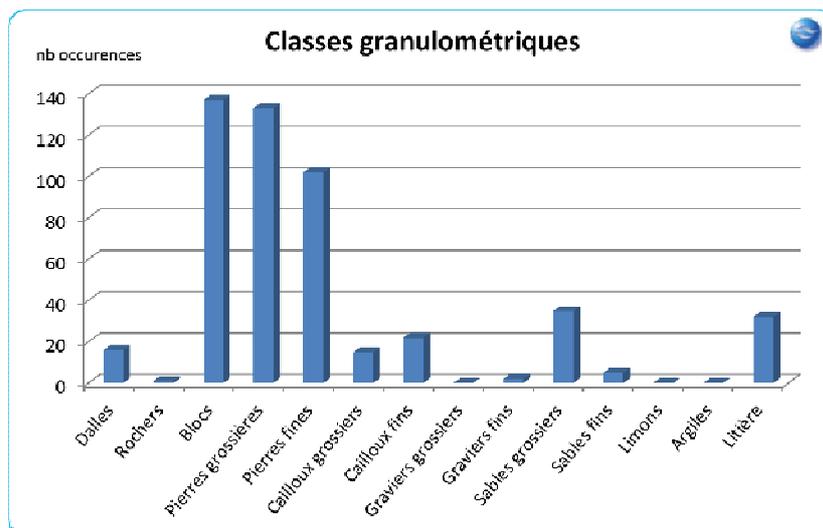


Figure 66 - Répartition des classes granulométriques majoritaires - Amont Aston



Radier



Plat lotique

Figure 67 - Représentations photographiques de la station amont Aston

9.1.3.2 Construction du modèle hydraulique

Le profil en altitude relative de la ligne d'eau pour le modèle calé est représenté ci-dessous. Il illustre l'évolution des pentes.

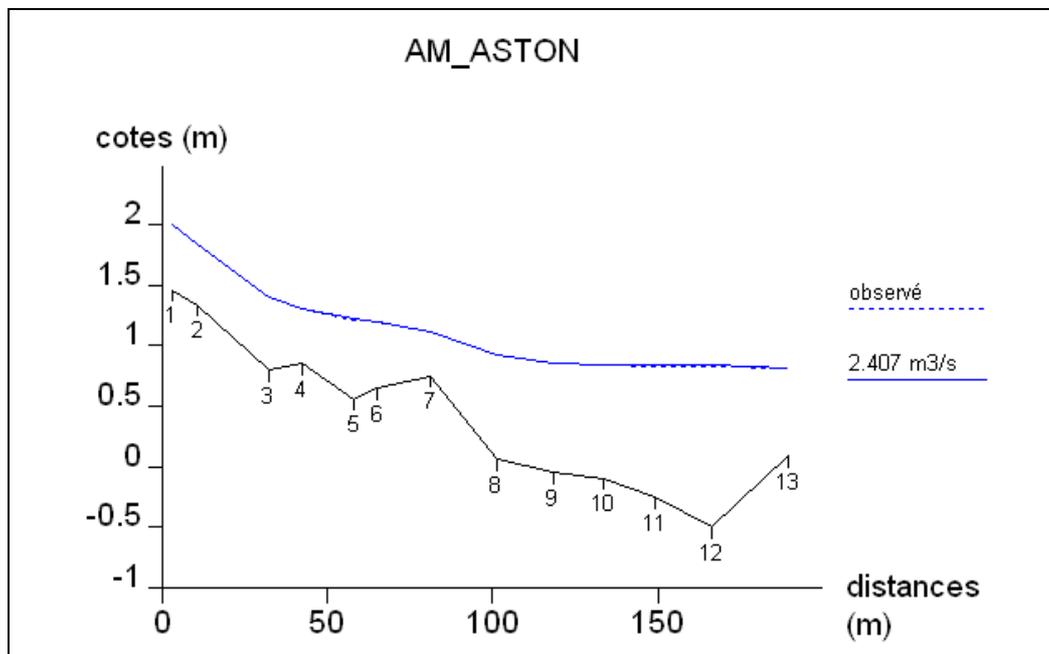


Figure 68 - Profil en long avec les cotes de ligne d'eau observées et simulées. Site amont Aston

Une fois construit le modèle hydraulique, il est maintenant possible d'évaluer pour une gamme de débits l'évolution des paramètres hydrauliques du tronçon. Le graphe ci-dessous représente la surface mouillée en fonction du débit.

Ici l'augmentation de surface mouillée est plus progressive que sur le site précédent, du fait que l'on note peu de bancs latéraux de galets susceptibles d'être rapidement ennoyés avec l'augmentation du débit.

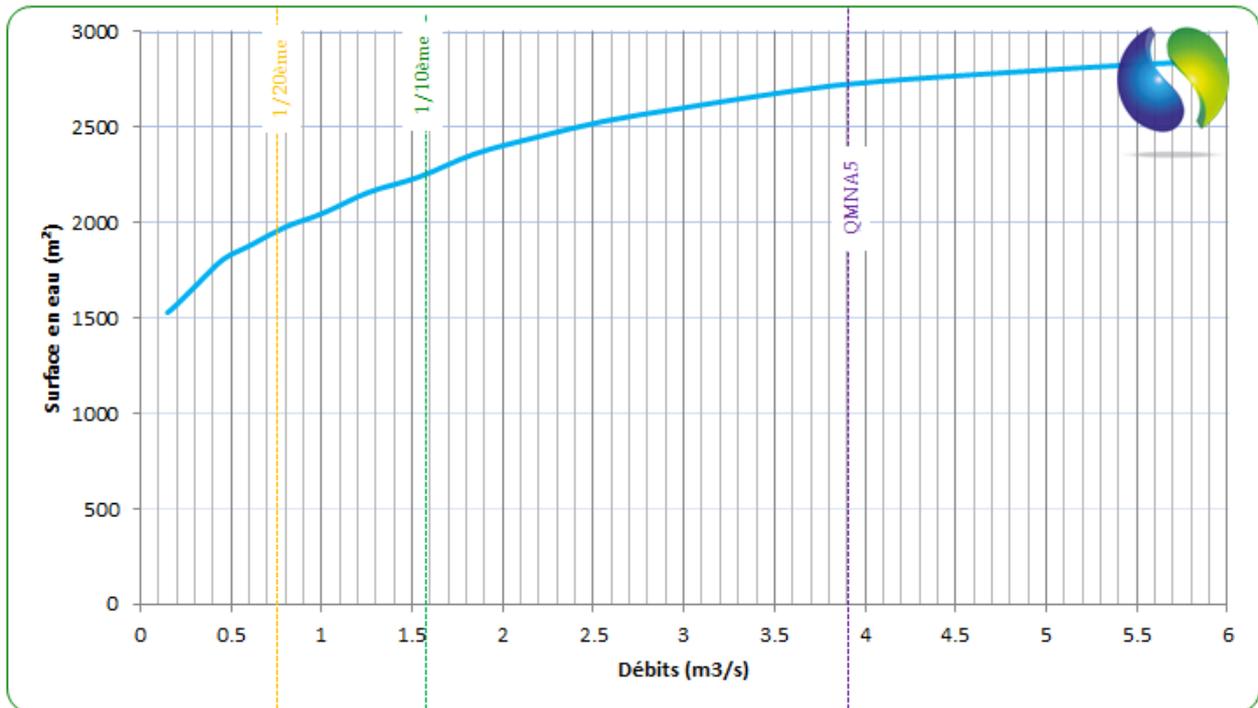


Figure 69 - Evolution de la surface mouillée en fonction du débit - amont Aston



Bordures des berges bien établies

9.1.3.3 Analyse de l'habitat potentiel

Le graphique ci-dessous permet de voir l'évolution de valeur de l'habitat en fonction du débit. Ces valeurs d'habitats sont évaluées pour la Truite à deux stades ontogéniques et pour ses espèces accompagnatrices au stade adulte.

Pour la majeure partie des espèces, une valeur de débit inférieure au 1/10^{ème} du module (1.6 m³/s) semble être une condition adéquate pour l'habitabilité théorique.

La valeur de débit observé est, elle, préférée par le chabot, même si la différence de valeur d'habitat est minime.

Il apparaît donc que dans le contexte stationnel, les valeurs de débit faibles à intermédiaires offrent globalement des conditions de vie plus favorables à la faune piscicole.

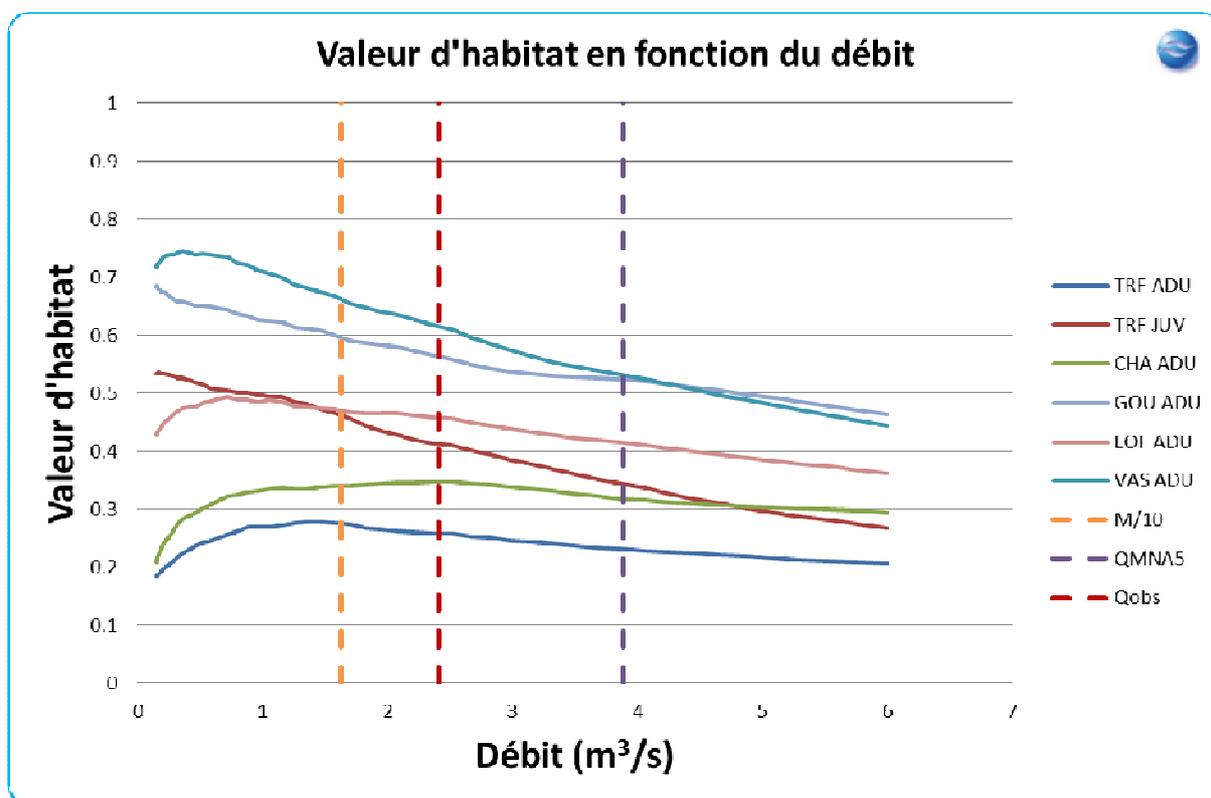


Figure 70 - Evolution de la valeur habitat en fonction du débit pour la Truite et les espèces accompagnatrices - amont Aston

Le graphique ci-dessous présente la SPU pour les différents stades et activités de la Truite, espèce prioritaire du secteur.

Une valeur de débit légèrement inférieure au 1/10^{ème} du module, aux environs de 1.25 m³/s, correspond à la valeur de débit où la SPU est optimale pour la majorité de ces stades, seul le potentiel de reproduction progressant encore en continu sur la gamme des débits modélisés mais un potentiel basal plus restreint qu'au niveau des sites précédents, certainement en raison de l'absence de bancs latéraux sur des faciès favorables et de granulométrie efficace.

En termes de débit critique, on peut estimer une valeur de 850 l/s ($\sim 1/20^{\text{ème}}$ du module) comme étant le débit en dessous duquel les potentiels théoriques d'habitabilité chutent considérablement.

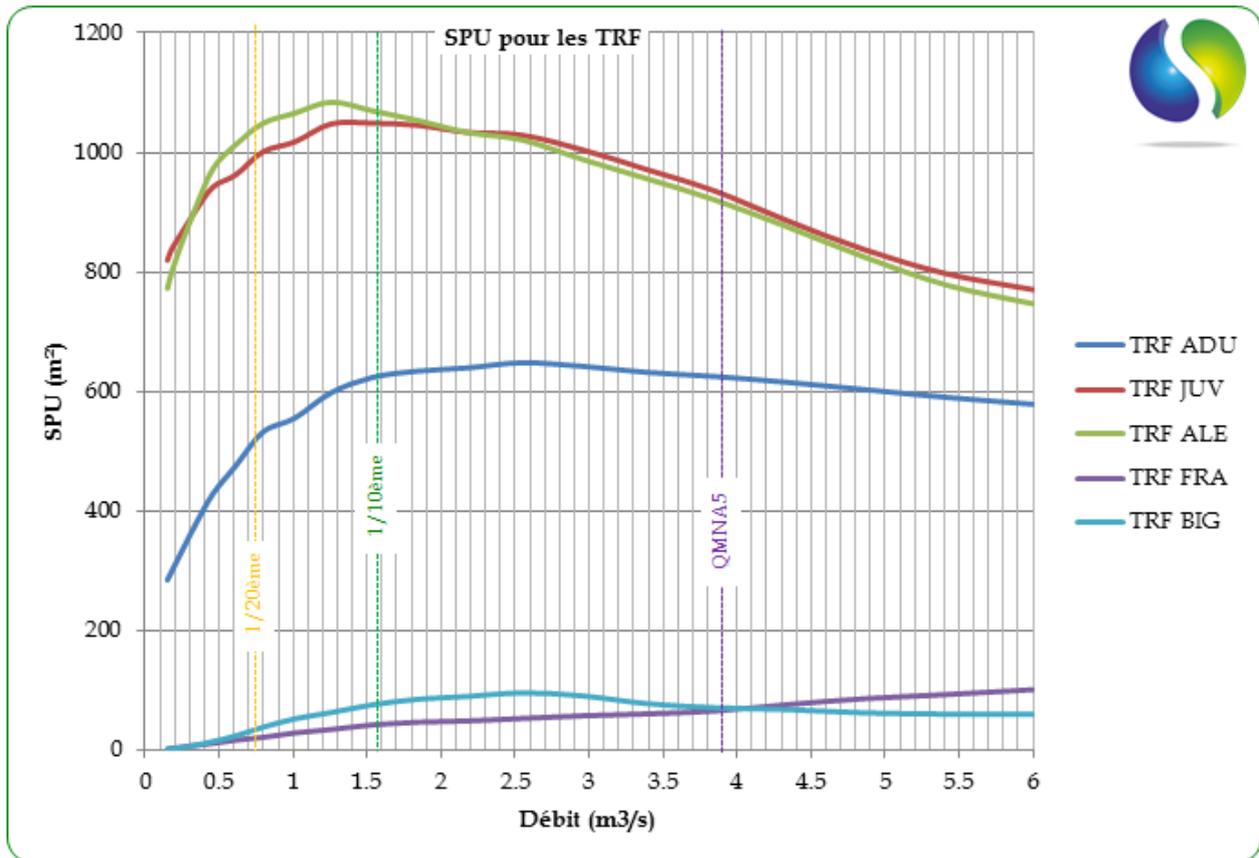


Figure 71 - Evolution de la SPU pour la Truite - amont Aston

9.1.4 Résultats bruts d’analyse pour le site de sortie du système : station Aval Aston

9.1.4.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

Le site EVHA aval Aston a été choisi car il représente la sortie du système. Il est situé en aval de la confluence Ariège/Aston, donc en aval de la restitution de l’usine d’Aston.

La longueur de la station est de près de 500 m et est échantillonnée en 12 sections en travers sur lesquels ont été mesurés la cote de la ligne d’eau, la bathymétrie, le substrat et les vitesses d’écoulement. Les limites des sections en travers sont représentées sur la carte ci-dessous.

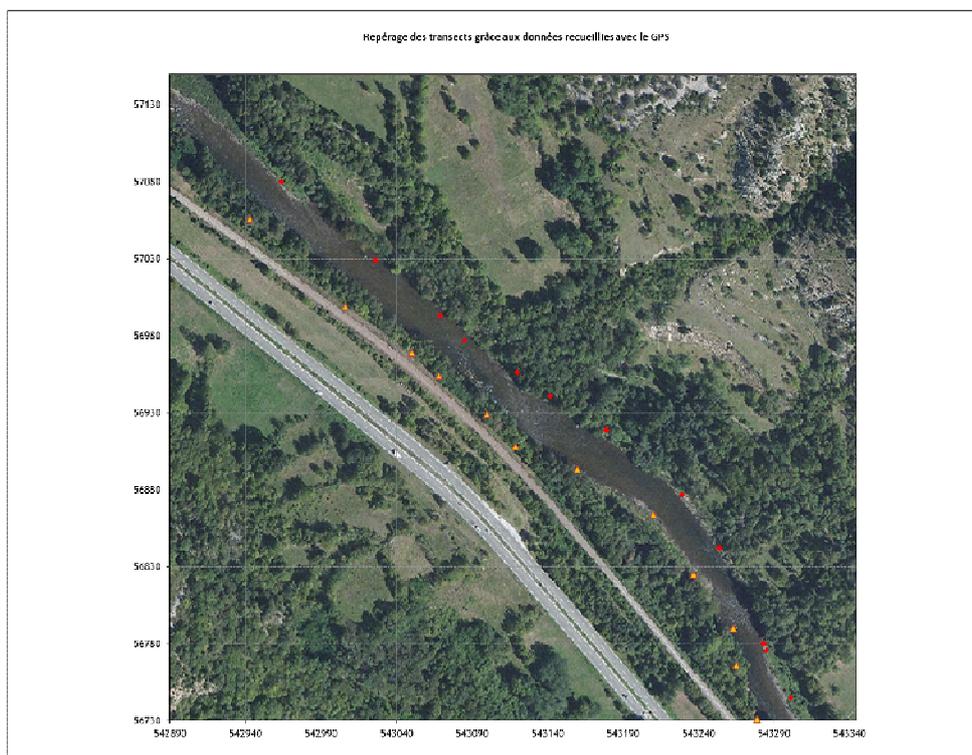


Figure 72 - Carte de la station EVHA aval Aston

Le relevé topographique effectué le 05/09/2013 permet de visualiser ci-dessous les faciès d’écoulements avec le profil en long de la rivière. La sectorisation des écoulements s’est faite sur la base de la classification de Malavoi & Souchon.

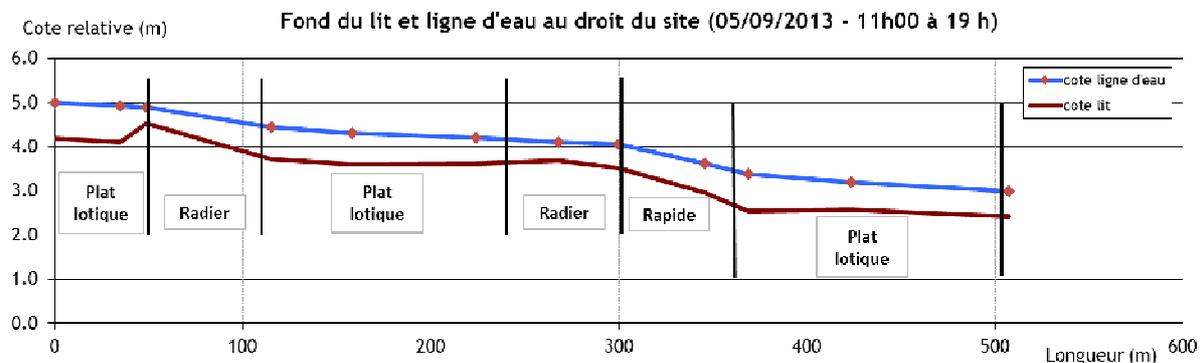


Figure 73 - Profil en long de la station EVHA aval Aston



Vue générale du site EVHA aval Aston

Ces faciès généralement lotiques sont typiques de ce secteur de l'Ariège. Les faciès de type « plat lotiques » sont bien présents du fait de la réduction de la pente s'opérant sur le gradient longitudinal.

Les profondeurs sont assez homogènes, peu de zone profonde pouvant servir de refuges étant présentes. Une zone plus profonde est toutefois présente au niveau d'un rapide en rive gauche, mais les vitesses y sont assez importantes.

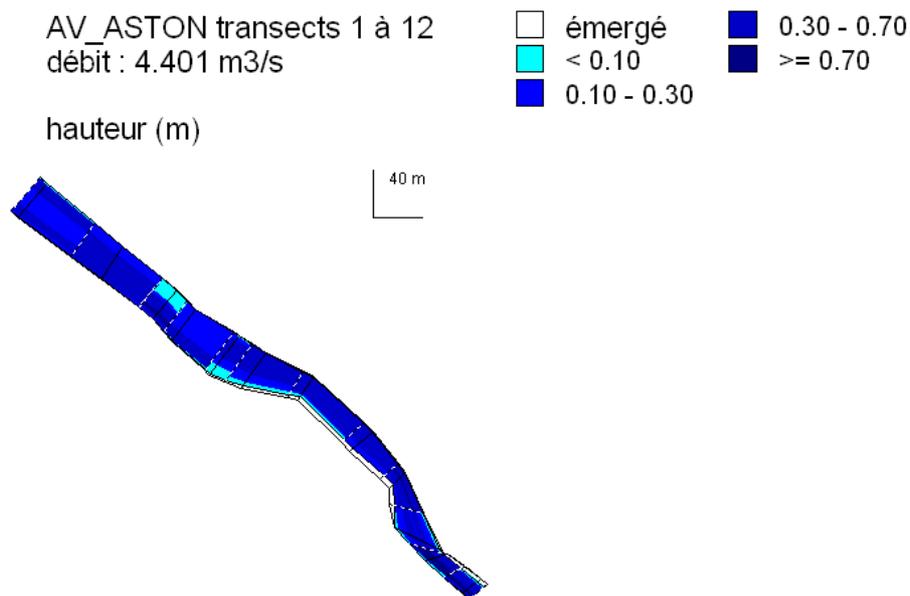


Figure 74 - Vue en plan des hauteurs d'eau sur la station aval Aston au débit observé

Concernant les vitesses, elles sont assez homogènes sur les divers faciès.

La largeur importante du lit au niveau de la station participe à ces conditions de profondeurs et des vitesses limitées en condition d'étiage et/ou de débit réduit.

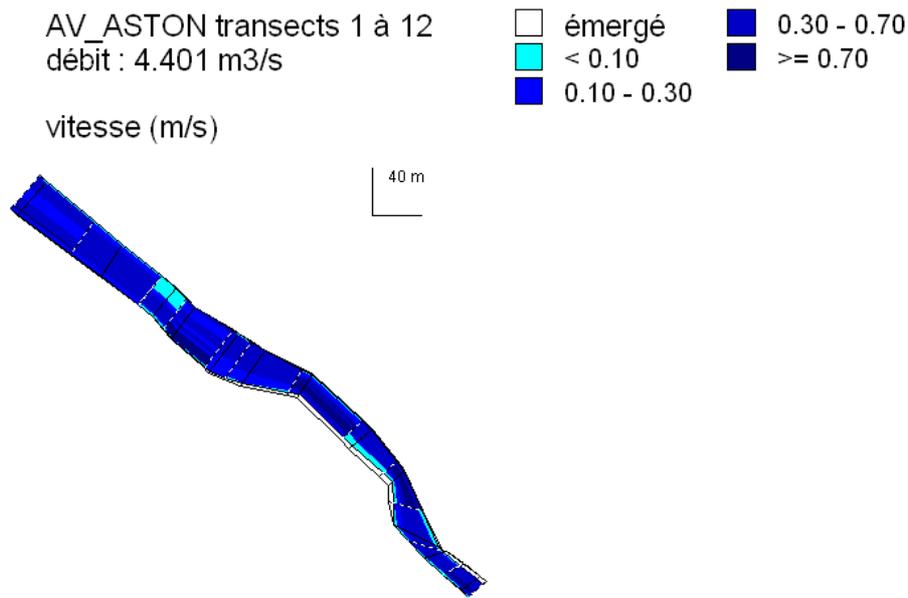


Figure 75 - Vue en plan des vitesses sur la station aval Aston au débit observé

La granulométrie dominante relevée est peu diversifiée : elle est dominée par les pierres, avec une bonne présence de blocs.

Toutefois, quelques rochers se trouvent en milieu de lit, ce qui offre des possibilités d'abris pour la faune piscicole.

Cette granulométrie semble typique du cours d'eau à ce niveau longitudinal.

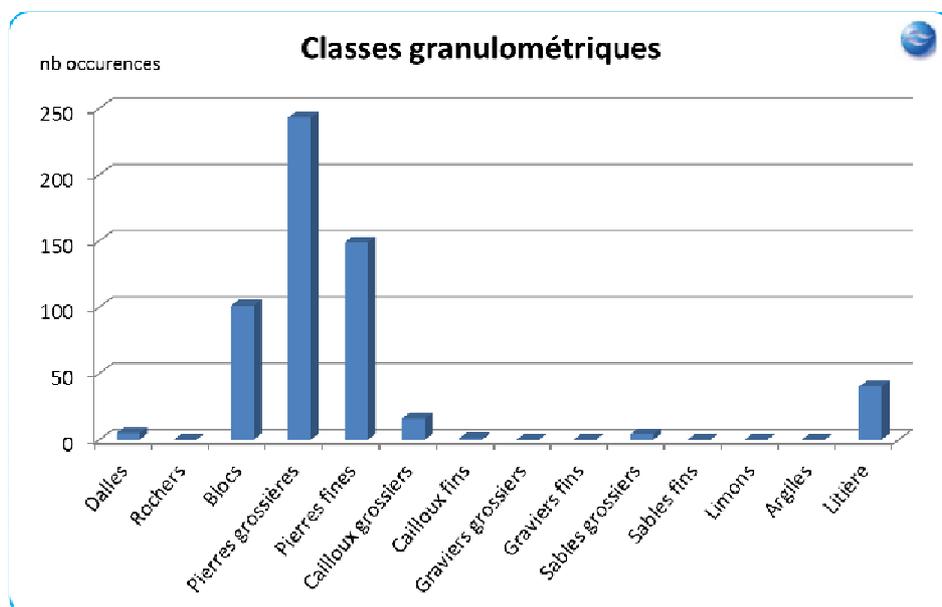


Figure 76 - Répartition des classes granulométriques majoritaires - Site aval Aston



Radier



Plat lotique

Figure 77 - Représentations photographiques de la station aval Aston

9.1.4.2 Construction du modèle hydraulique

Le profil en altitude relative de la ligne d’eau pour le modèle calé est représenté ci-dessous. Il illustre l’évolution des pentes.

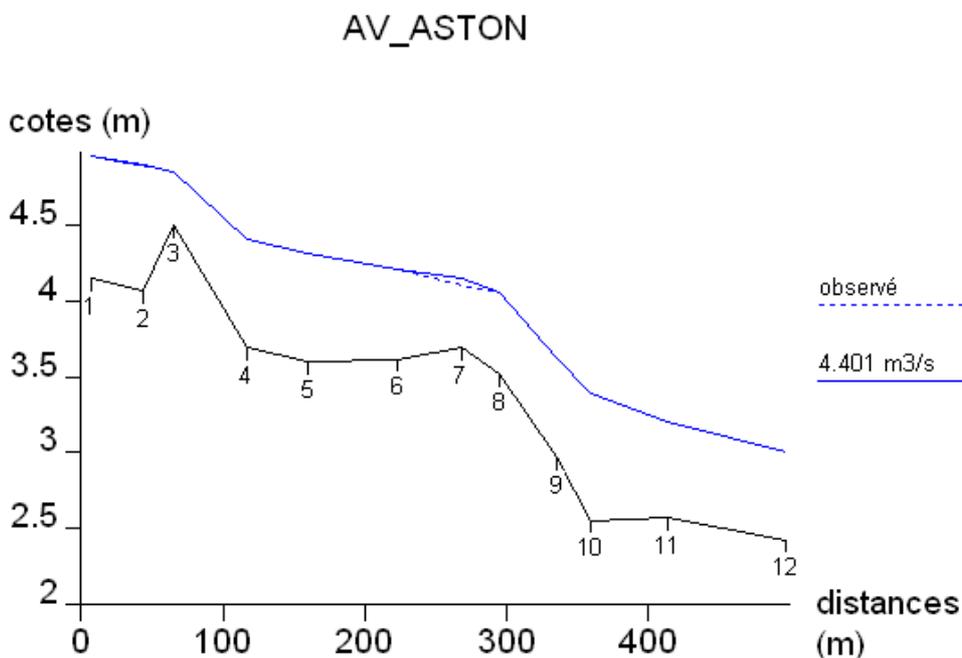


Figure 78 - Profil en long avec les cotes de ligne d'eau observées et simulées. Site aval Aston

Il est maintenant possible d’évaluer pour une gamme de débits l’évolution des paramètres hydrauliques du tronçon. Le graphe ci-dessous représente la surface mouillée en fonction du débit.

L’augmentation rapide de surface mouillée dans les valeurs de débits faibles est à mettre en lien avec la présence de nombreux atterrissements latéraux, hors d’eau en période de basses eaux, mais ennoyés rapidement dès que le débit augmente et participant ainsi grandement à l’augmentation de la surface mouillée. Après cette augmentation rapide de la surface mouillée, la croissance devient plus progressive,

principalement à cause de la conformation des berges et des pieds de berges qui limitent la mise en eau.

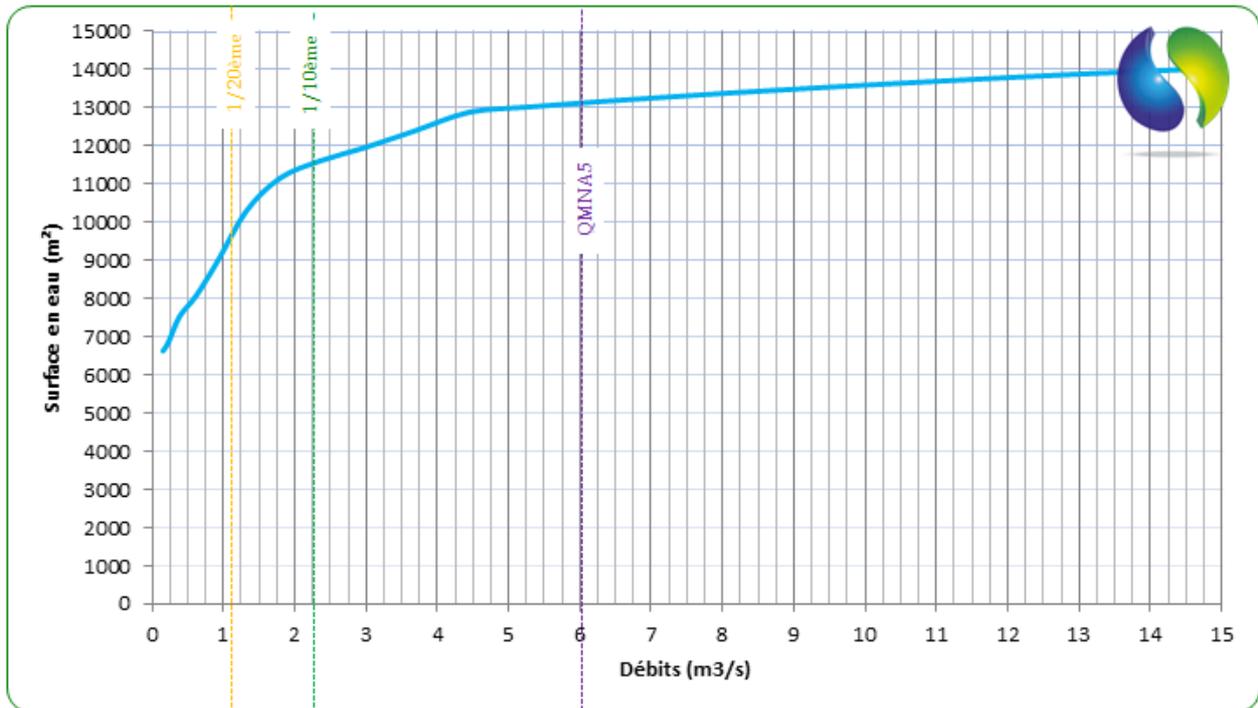


Figure 79 - Evolution de la surface mouillée en fonction du débit - aval Aston



Petit atterrissement encore à sec

9.1.4.3 Analyse de l'habitat potentiel

Le graphique ci-dessous permet de voir l'évolution de valeur de l'habitat en fonction du débit. Ces valeurs d'habitats sont évaluées pour la Truite à deux stades ontogéniques et pour ses espèces accompagnatrices au stade adulte.

Le débit observé correspondait était inférieur au QMNA5. La valeur d'habitat pour ce débit n'est pas le maximum possible sur la station pour la Truite juvénile, le Goujon et le Vairon, mais il reste élevé pour ces espèces. Toutefois, pour la Loche franche, le Chabot et la Truite adulte ce débit correspond quasiment à l'optimum en valeur d'habitat d'après les résultats de la modélisation.

Il est bien visible aussi que cette station semble plus propice en valeur absolue aux Truites juvéniles et aux espèces telles la Loche franche ou le Vairon, plutôt qu'à la Truite adulte. Cela peut s'expliquer par les faciès en présence et le manque de profonds pouvant servir de zones refuges.

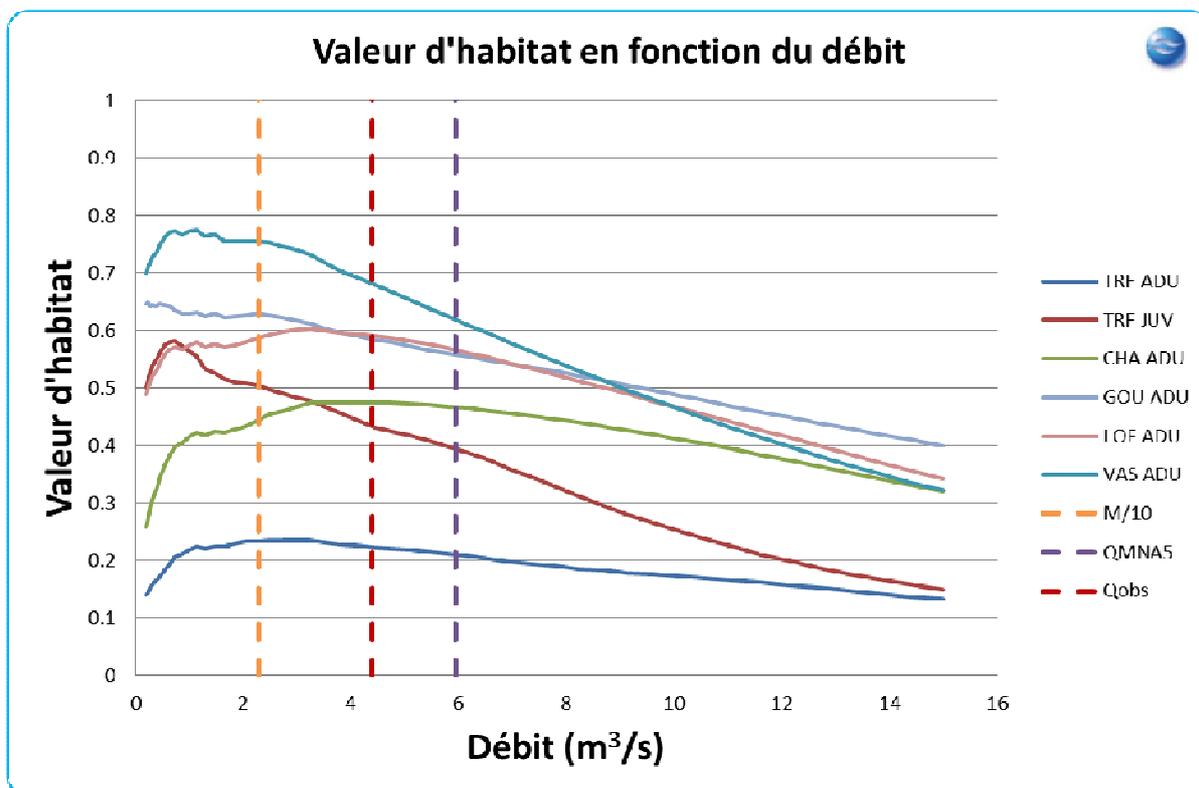


Figure 80 - Evolution de la valeur habitat en fonction du débit pour la Truite et les espèces accompagnatrices - aval Aston

Le graphique ci-dessous présente la SPU pour les différents stades et activités de la Truite, espèce prioritaire du secteur.

Une valeur de débit du 1/10^{ème} du module (2.25 m³/s) correspond presque à la valeur de débit où la SPU est optimale pour les adultes alors que le potentiel est déjà à son maximum pour les jeunes stades, seul le potentiel de reproduction progressant jusqu'à des valeurs très élevées grâce à l'ennoisement progressif des bancs latéraux.

En termes de débit critique, on peut estimer une valeur de 1.25 m³/s (~1/20^{ème} du module) comme étant le débit en dessous duquel les potentiels théoriques d'habitabilité chutent considérablement.

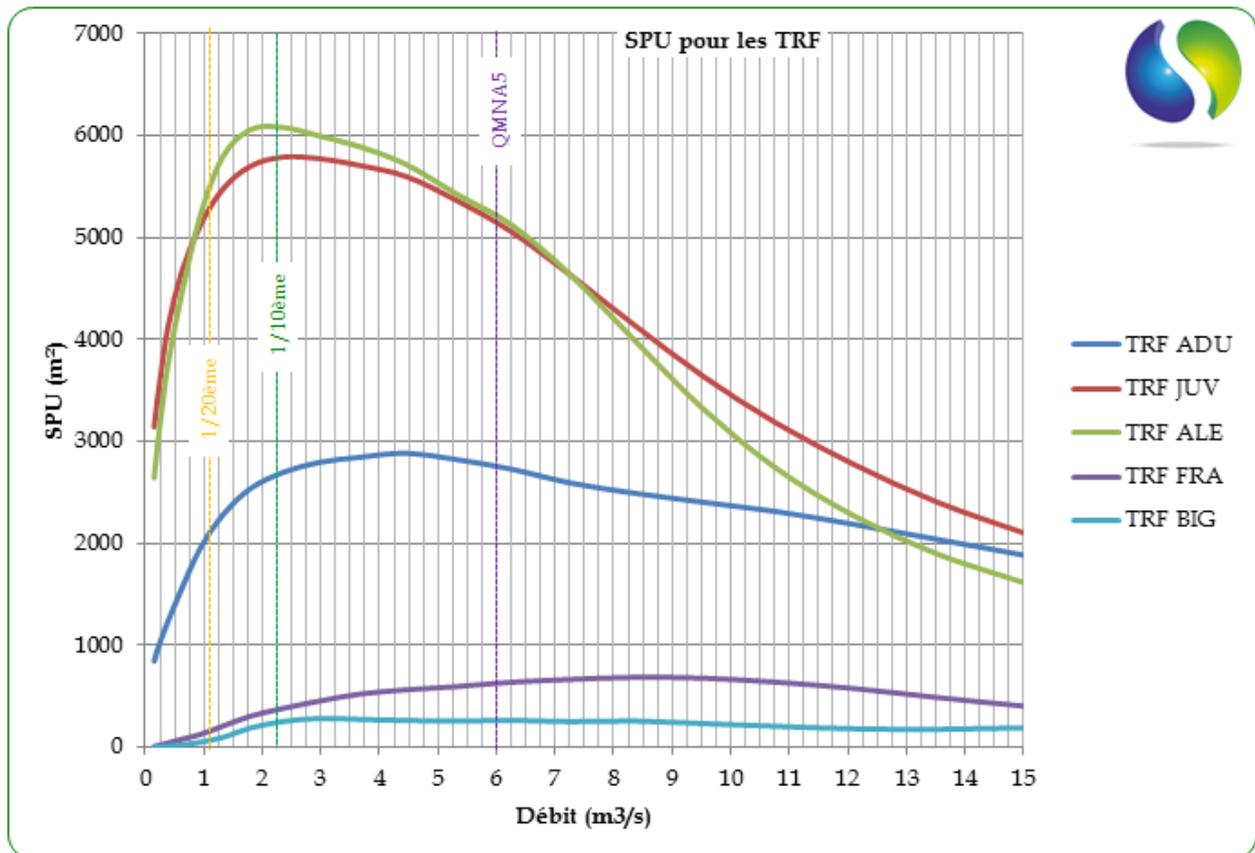


Figure 81 - Evolution de la SPU/100 m pour la Truite - aval Aston

9.1.5 Synthèse pour la prise d’eau de Mérens sur l’Ariège

Les analyses présentées dans les chapitres précédents (analyses brutes du site en aval immédiat de la prise d’eau de Mérens et sites témoins pour l’axe Ariège) 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.

9.1.5.1 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. L’habitat est aussi représenté en fonction du ratio du module au droit du site d’analyse en aval immédiat de la prise d’eau (3.95 m³/s).

Le tableau de la Figure 82 présente ainsi, pour ce secteur, 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
95	Qr2012 hivernal	~1/40ème	54%	74%	5%	68%	79%	8%
150	Qr2012 estival & Qr2014	~1/20ème	66%	84%	11%	83%	89%	17%
193			72%	89%	16%	91%	95%	24%
250			80%	94%	23%	100%	100%	35%
300			86%	98%	31%	109%	104%	48%
350			91%	100%	38%	114%	106%	58%
400			93%	101%	42%	117%	107%	65%
500			100%	101%	59%	126%	107%	91%
550	~1/10ème	~1/10ème	102%	100%	65%	128%	106%	100%
800			106%	93%	87%	134%	99%	135%
1000			107%	84%	100%	134%	89%	155%
1500	~1/5ème	~1/5ème	105%	68%	107%	132%	72%	166%

Figure 82 – Comparaison d’habitat potentiel relatif suivant les débits par rapport à une situation de Qcrit ou de Qopt pour chaque stade de la Truite – site aval Mérens

De manière beaucoup plus synthétique, le Tableau 24 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)**¹⁶ :

- 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 aux alentours de 33% par rapport à l’ancienne valeur du 1/40^{ème} du module. Le gain à attendre en montant du 1/20^{ème} au 1/10^{ème} serait proche de 30% supplémentaires ;

¹⁶ Pour information et compléments d’expertise, les informations d’analyse propre aux sites sur l’axe Ariège sont également présentées afin de disposer d’un maximum d’information, l’ensemble de ces éléments étant ainsi à notre disposition dans la synthèse finale (Chapitre 8).

- Pour les jeunes stades de cette espèce, l’essentiel du gain a déjà été atteint grâce au passage au 1/20^{ème} du module (20% 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 limitent ce gain ;
- Concernant le potentiel de reproduction, son analyse doit être relativisée à l’incertitude de modélisation pour cette activité. Toutefois, un gain considérable semble avoir déjà été atteint grâce au passage au nouveau débit réservé, même s’il pourrait théoriquement être plus conséquent encore.

Tableau 24 – Analyse synthétique du potentiel d’habitat pour les Truites sur le site EVHA en aval immédiat de Mérens – variations entre les seuils symboliques (ancien Qr, nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal)

		Truites		
		Adultes	Juveniles	Zones de fraie*
MERENS AVAL	Ancien Qr hivernal (1/40 ^{ème} + Bvi)	0.100		
	Ancien Qr estival (01/06 au 30/09)	0.210		
	Seuil mini Qr 2014 (1/20 ^{ème} + Bvi)	0.193		
	Seuil critique brut (m3/s)	0.250	0.200	0.550
	Seuil optimal brut (m3/s)	0.500	0.350	1.000
	Variation d’habitat entre l’ancien Qr et le 1/20 ^{ème}	33%	20%	221%
	Variation d’habitat entre le 1/20 ^{ème} et le Qcritique	10%	6%	314%
	Variation d’habitat entre Qcritique et Qoptimal	26%	6%	186%
* incertitude forte				

Les gains théoriques potentiellement obtenus grâce à l’augmentation de débit sur l’axe Ariège semblent être grandement comparables à ceux en aval de Mérens, malgré le fonctionnement morphodynamique différent et le caractère uniquement de référence que l’on doit porter à ces sites à la vue des éléments hydrologiques (Chapitre 3.3).

Ainsi, ces gains potentiels entre le 1/20^{ème} du module et le seuil de débit critique semblent restreints, à l’exception de gains importants pour l’activité de reproduction, avec une incertitude non-négligeable. Le gain potentiel semble bien plus réduit entre le débit critique et le débit optimal.

Tableau 25 - Analyse synthétique du potentiel d’habitat pour les Truites sur les sites EVHA de l’axe principal Ariège – variations entre les seuils symboliques (nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal)

		Truites		
		Adultes	Juveniles	Zones de fraie*
ARIEGE Aval Oriège - Information de référence	Seuil critique brut (m3/s)	0.700	0.600	1.500
	Seuil optimal brut (m3/s)	1.500	1.000	2.000
	Variation d’habitat entre le 1/20 ^{ème} et le Qcritique	5%	0%	99%
	Variation d’habitat entre Qcritique et Qoptimal	18%	9%	16%
ARIEGE Amont Aston - Information de référence	Seuil critique brut (m3/s)	1.000	0.500	
	Seuil optimal brut (m3/s)	1.500	1.000	
	Variation d’habitat entre le 1/20 ^{ème} et le Qcritique	7%	-7%	
	Variation d’habitat entre Qcritique et Qoptimal	10%	10%	
ARIEGE Aval Aston - Information de référence	Seuil critique brut (m3/s)	1.500	1.250	2.500
	Seuil optimal brut (m3/s)	3.000	1.750	5.000
	Variation d’habitat entre le 1/20 ^{ème} et le Qcritique	14%	3%	122%
	Variation d’habitat entre Qcritique et Qoptimal	20%	9%	52%
* incertitude forte				
* incertitude beaucoup trop forte pour une analyse EVHA pertinente				

Le tableau précédent présente les éléments principaux tirés des analyses des habitats aquatiques sur l’axe principal Ariège en aval de la confluence avec l’Oriège. Appuyés sur les analyses hydrologiques disponibles au Chapitre 3, et notamment sur les valeurs d’étiage estimées, il est évident que les seuils biologiques estimés (critiques ou optimaux) sont toujours largement atteints, y compris en situation influencée, à l’exception de l’influence des éclusées de l’Oriège qui apparaît, sur ce linéaire, plus problématique que les valeurs de débits réservés.

9.1.5.2 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 a donc fait 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 de Mérens que l’habitat potentiel disponible pour les salmonidés est grandement conservé au débit minimal réglementaire du 1/20^{ème} du module (200 l/s au droit du site d’analyse). A cette valeur, près de 90-95% du potentiel modélisé au débit critique est encore disponible pour les adultes et pour les jeunes. La présence d’une ripisylve relativement fournie renforce d’autant plus cette minimisation du risque.

Toutefois, ce potentiel préservé, pour cette valeur minimale réglementaire du 1/20^{ème} du module, tombe à 25% vis-à-vis de l’activité de reproduction, dans un secteur qui semble particulièrement propice. Le gain à attendre avec une légère augmentation de débit pourrait ainsi être extrêmement pertinent.

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

Ces éléments nous amènent à proposer comme débit minimum biologique une valeur de débit restitué de 265 l/s (1/15^{ème} du module), valeur qui permettrait de concilier circulation piscicole, respect des débits critiques pour les adultes mais également des exigences écologiques des jeunes stades et tout ceci en minimisant le risque sur la reproduction salmonicole, dans l’esprit de détermination des débits minimum biologiques.

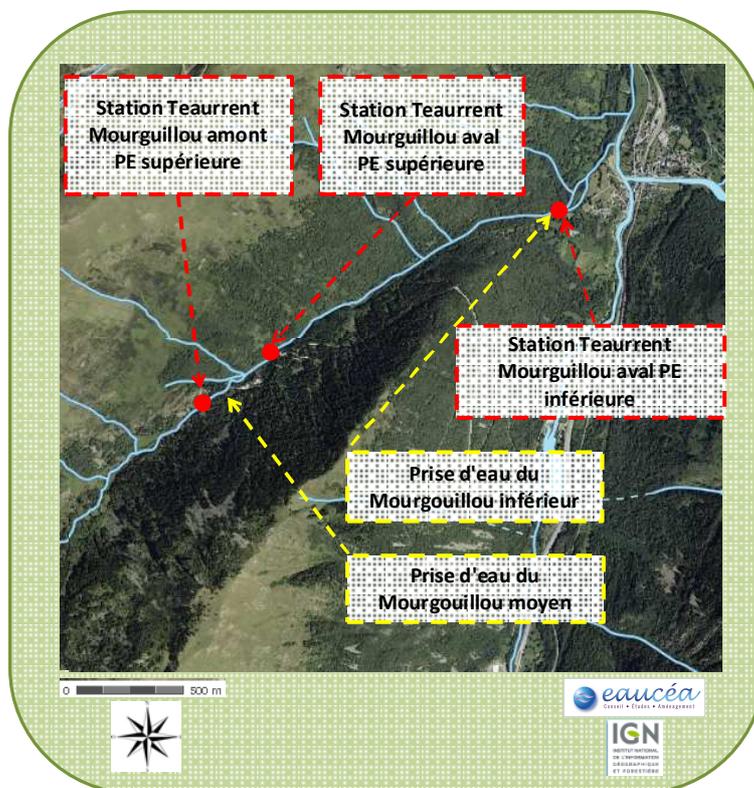
Site	Module (l/s)	débit critique (l/s)	débit optimal (l/s)	DMB proposé
				en l/s
station DMB Mérens aval	3950	265	450	265
Prise d'eau Mérens	3850	265	450	265

9.2 PRISE D’EAU INFÉRIEURE DU MOURGUILLOU

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.

Dans le cadre de l’analyse des débits biologiques à respecter en aval des prises d’eau de l’aménagement d’Aston nous nous intéressons ici uniquement à la station TeauRRENT la plus en aval, qui illustre les conditions de débit réservé en aval de la prise d’eau « Mourguillou inférieure ». Les deux stations plus en amont sont en effet concernées principalement par la prise d’eau « Mourguillou moyen-supérieure » qui alimente l’usine de Mérens.



9.2.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 01/08/2013 pour un débit équivalent à 4% du module (38 l/s pour 866 l/s) au droit du site TeauRRENT.

Cette station possède une pente importante (14%) associée à la présence de plusieurs chutes (plus ou moins hautes) et de nombreux escaliers (7/100m). La continuité piscicole naturelle, notamment en montaison, semble donc particulièrement difficile dans ce contexte, même à des débits moyens.

La largeur des différents faciès est variable du simple au double. En plus des nombreux escaliers, la station propose un grand nombre de « bassines » qui sont susceptibles de

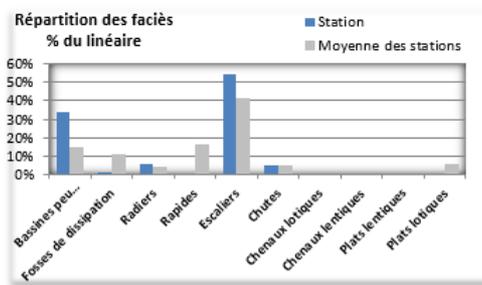
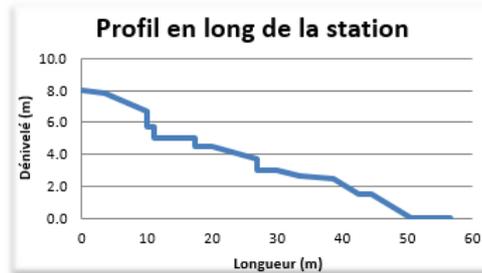
voir leur surface en eau varier avec l’augmentation des débits et de quelques annexes hydraulique.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourguillou 20 m aval PE inférieur

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	57	Nb faciès / 100 m	30
	Dénivelée de la station (m)	8	Nb chutes pour 100 m	7
	Pente en %	14		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Radier	3.4	2.7	5.2%	
Escalier	6.65	4.1	17.6%	
Chute		1.15		1
Fosse de dissipat	1	1	0.0%	
Chute		2		0.7
Bassine	6.3	2.4	0.0%	
Chute		0.3		0.5
Bassine	2.7	4.8	0.0%	
Escalier	6.8	3.4	12.3%	
Chute		0.5		0.7
Bassine	3	3	0.0%	
Escalier	3.5	2.8	10.5%	
Escalier	5.2	4	3.5%	
Escalier	4	2.2	23.1%	
Bassine	2	2	0.0%	
Escalier	6	4.2	26.8%	
Bassine	6	5	0.0%	



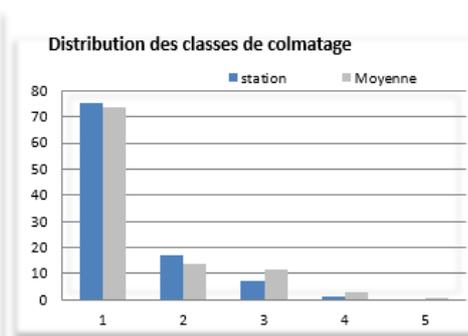
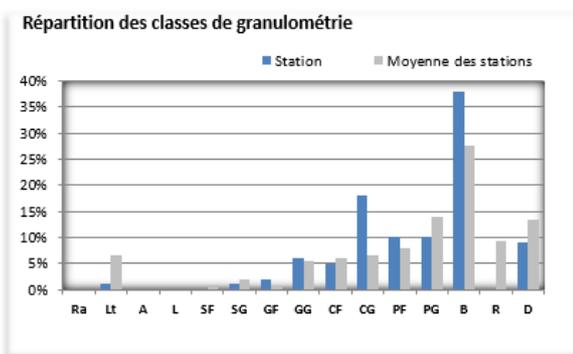
9.2.2 Substrats

La granulométrie de la station est majoritairement grossière avec une présence importante de blocs.

Toutefois, on peut observer une certaine diversité avec la présence notable de substrats de taille inférieure (Pierres, Cailloux...), créant une mosaïque intéressante.

Le colmatage est relativement faible avec une très nette majorité de classes 1.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourguillou 20 m aval PE inférieur

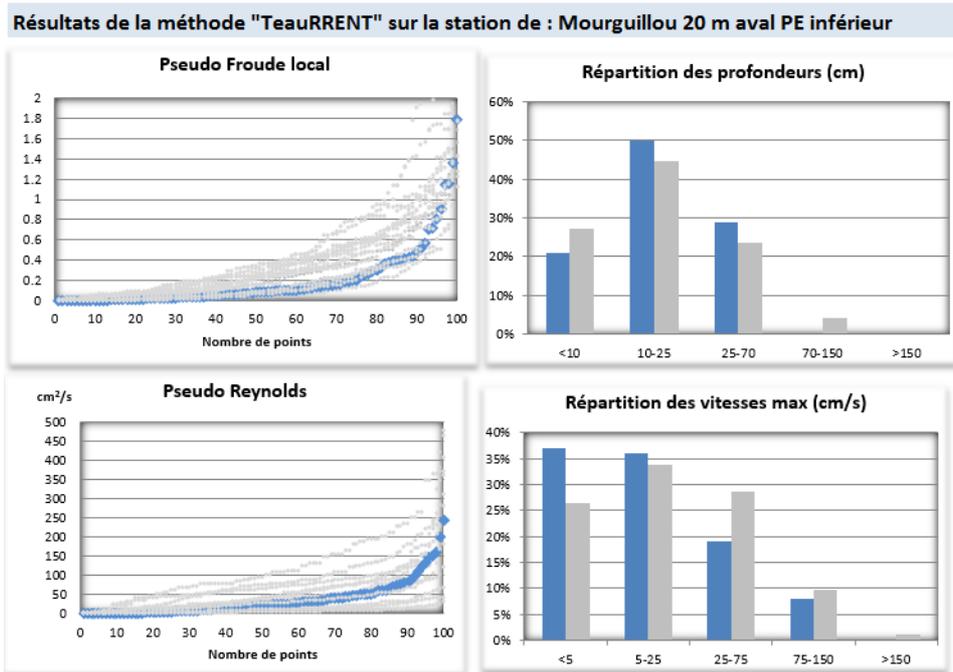


9.2.3 Hydraulique

Les pseudos Froude et Reynolds sont faibles comparés aux autres stations de la zone, ce qui peut être lié au fait, qu’avec ce faible ratio de module (4%), les écoulements circulent souvent entre les interstices des blocs qui facilitent des conditions de ralentissement hydraulique. Ceci est d’ailleurs visible par la présence d’une majorité de faibles vitesses sur la station.



Toutefois, les profondeurs restent propices avec près de 30% de points supérieurs à 25 cm, le nombre non-négligeable de bassines étant aussi un facteur positif.



9.2.4 Indices d'habitabilité

La distribution des couples substrat/vitesse dans des gammes de faibles vitesses et de granulométrie dominée par les blocs est nettement visible.

Une certaine diversité de couples existe cependant ce qui est bénéfique à la présence d'une mosaïque d'habitat résiduelle. De fait, la note de Chab est bonne. Toutefois, la présence d'un plus grand nombre de couples dans des gammes de vitesses plus favorables (25-75 ou 75-150 cm/s) devrait logiquement être bénéfique à l'augmentation globale de la note avec des habitats encore plus biogènes.

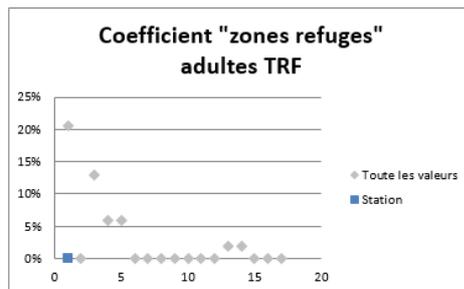
Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourguillou 20 m aval PE inférieur

Mourguillou PE inf aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	2	2	1	0	0
CG	9	4	7	5	1	0
PF	9	3	5	2	0	0
PG	8	4	4	2	0	0
Br	7	0	0	0	1	0
Lt	6	0	1	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	4	1	1	0	0
GF	6	2	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	0	0
B	3	11	15	8	4	0
D	2	3	2	0	2	0
Al	1	1	1	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		15.37 /20			Indice de compléxité 3.41	

Les deux coefficients (« refuges » et « fraie ») mis en place pour la Truite fario montrent le faible potentiel piscicole de la station, conforme à la sectorisation morphodynamique. La fragmentation du milieu est forte, ce qui limite encore cet intérêt. Les sous-berges sont également peu représentées, à part sur quelques faciès.

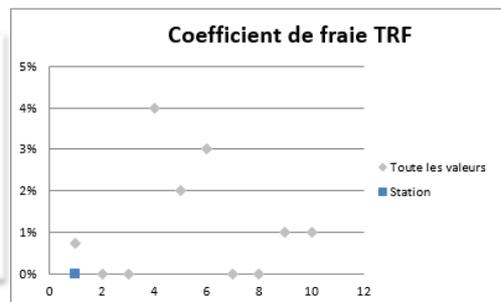
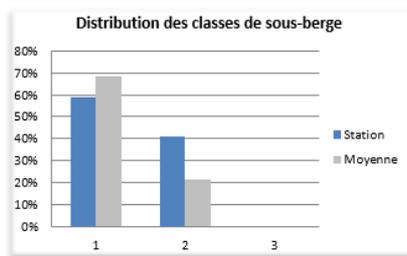
Il faut toutefois noter que le tronçon en aval de celui-ci dispose de caractéristiques plus favorables pour la truite, notamment par sa pente plus faible, par la faible présence de chutes et par sa connexion directe à l'Ariège.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourguillou 20 m aval PE inférieur



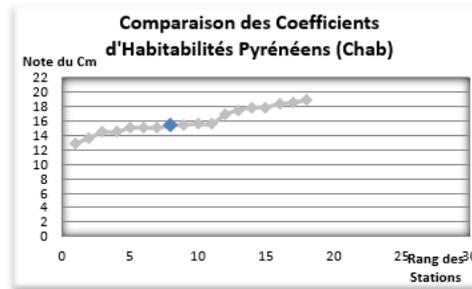
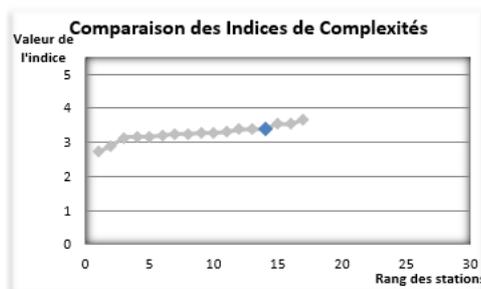
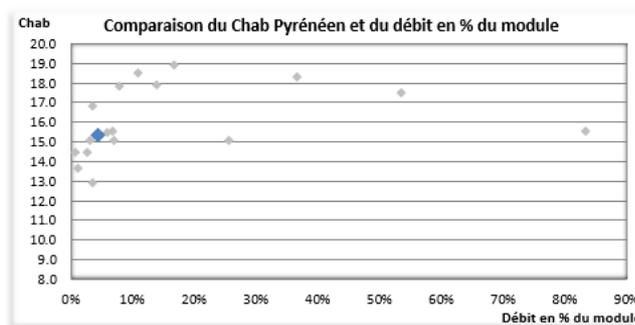
Cloisonnement

Nombre de chute supérieur à 30 cm	4
Nombre de chute supérieur à 80 cm	1
Hauteur de chute maximum (m)	1
Hauteur de chute cumulée (m)	2.9
Nombre de chute / 100 m	7.1



Le débit mesuré le jour de l'échantillonnage (4% du module) place la station en condition peu favorable au maintien des conditions biotiques positives.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourguillou 20 m aval PE inférieur



Malgré ce faible débit, les conditions résiduelles (mosaïque d'habitats) semblent bonnes, ce qui peut laisser penser qu'une légère augmentation suffirait à amener le milieu dans des conditions plus stables, plus favorables et améliorerait significativement la qualité. Cela amènerait notamment une augmentation non-négligeable de la surface mouillée via l'ennoisement des bassines et par submersion de blocs et grâce à la reconnexion des quelques annexes hydrauliques.

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

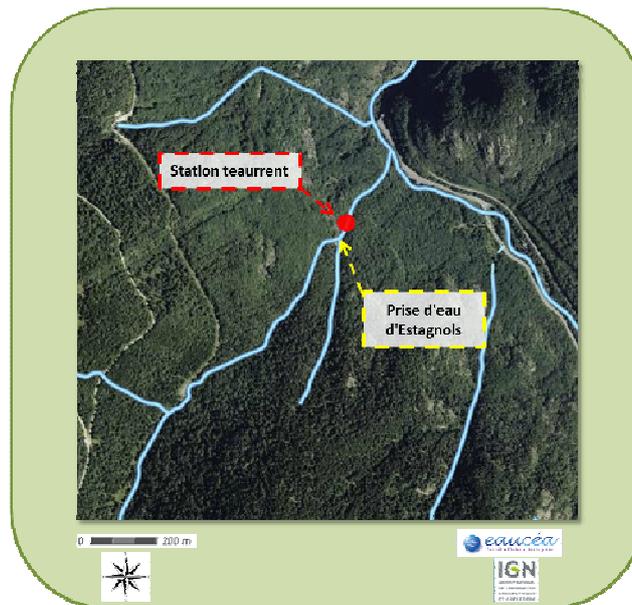
Un débit minimum biologique équivalent au débit critique défini dans le paragraphe 8.2.5.2 pour la méthodologie TeauRRENT, c'est-à-dire de 57 l/s (1/15^{ème} du module), semble être un premier pas et devrait permettre un gain écologique non-négligeable.

En cohérence avec la prise d'eau en amont et dans la mesure où il convient de limiter au maximum le risque de dégradation sur la portion terminale du ruisseau qui présente des qualités habitationnelles intéressantes, en connexion directe avec l'Ariège, l'atteinte du seuil méthodologique optimal (85 l/S - 1/10^{ème} du module) pourrait être pertinente et même, à la vue de la comparabilité avec le site amont, permettrait d'améliorer de manière plus importante la situation actuelle.

9.3 PRISE D’EAU D’ESTAGNOLS

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 cela est présenté dans la partie 7.3, le cours d’eau est très similaire entre l’amont de la prise d’eau et l’aval. Toutefois, l’amont de la prise d’eau n’est pas directement accessible du fait des très fortes pentes et de la conformation de la vallée (falaise). Une seule station TeauRRENT a donc pu être analysée en aval immédiat de la prise d’eau.



9.3.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 23/07/2013 pour un débit très faible, équivalent à ~1% du module (2 l/s pour 310 l/s) au droit du site TeauRRENT.

Cette station possède une pente très forte (42%) associée à la présence de chutes fréquentes et importantes.

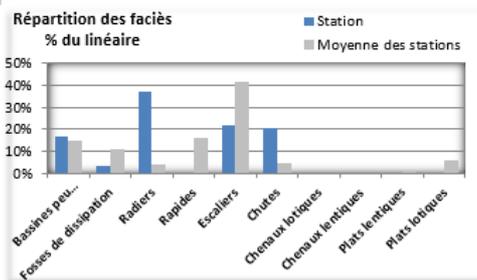
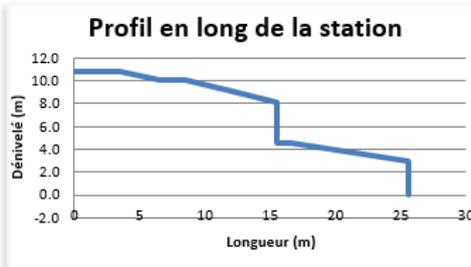
Globalement tous les faciès lotiques possèdent de fortes pentes. Il convient également de noter que les deux radiers sont plus des écoulements sur dalle peu biogènes que des radiers à granulométrie intermédiaire classique.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Estaguiou 20 m aval PE inférieur

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	26	Nb faciès / 100 m	35
	Dénivelée de la station (m)	11	Nb chutes pour 100 m	8
	Pente en %	42		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Bassine	3.5	3.4	0.0%	
Escalier	3	1.2	24.9%	
Bassine	2	2	0.0%	
Escalier	4	1	28.7%	
Radier	3	1.3	26.8%	
Chute		1		3.6
Fosse de dissipat	1.12	0.61	0.0%	
Radier	9	0.4	17.6%	
Chute		4		3

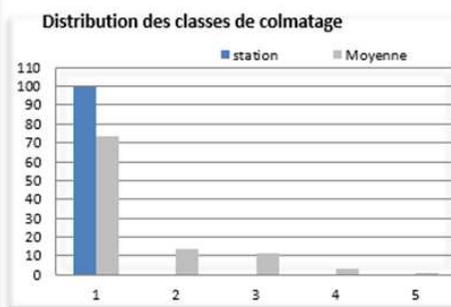
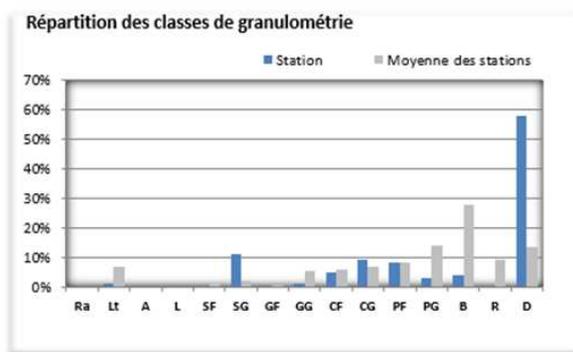


9.3.2 Substrats

Les dalles constituent la granulométrie ultra-dominante, ce substrat étant peu biogène. Les autres substrats présents se retrouvent essentiellement dans les bassines ou dans les interstices des dalles.

Rare point positif pour la qualité du milieu, le colmatage du substrat est nul.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Estagnols, 40 m en aval de la prise d'eau

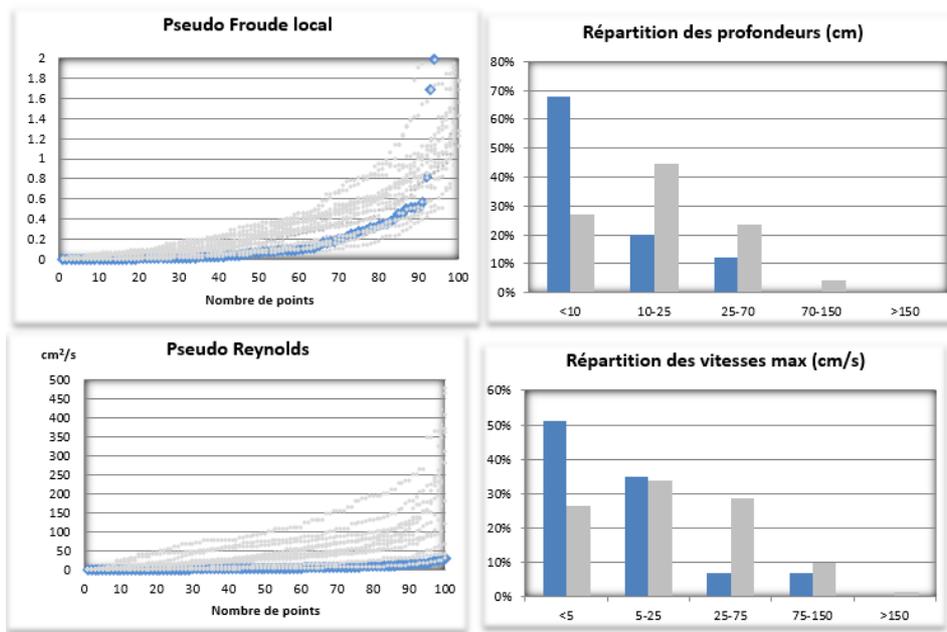


9.3.3 Hydraulique

Les indicateurs hydrauliques sont globalement bas comparé aux autres cours d'eau de la zone mais, en relation avec le débit de mesure, la situation aurait pu être plus critique. En effet, les écoulements sont réduits mais essentiellement sur des dalles et donc, sans turbulences.

Comme cela est visible sur les histogrammes, les vitesses et les profondeurs sont majoritairement faibles à très faibles.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Estagnols, 40 m en aval de la prise d'eau



9.3.4 Indices d’habitabilité

L’ensemble des couples substrat/vitesse échantillonnés met nettement en évidence la présence majoritaire de couples peu biogènes. Toutefois, une certaine diversité persiste principalement dans les bassines (faibles vitesses) et dans les zones d’interstices.

Cette diversité partielle permet certainement l’atteinte d’une note de Chab « haute », relativement au très faible débit d’observation.

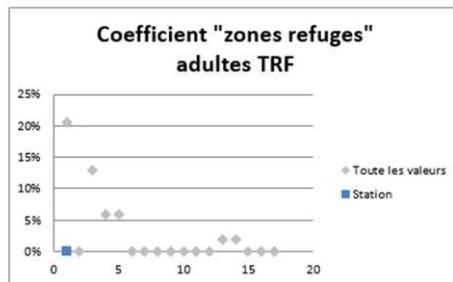
Ce « bon état » pourrait être étayé par la présence de trois Euproctes des Pyrénées sur la station lors des relevés, dont un couple en amplexus (reproduction), ces urodèles ayant des larves aquatiques qui se nourrissent de macro-invertébrés benthiques qui sont donc bien présents eux-aussi.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Estagnols, 40 m en aval de la prise d'eau

Estagnols aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	3	1	0	0	0
CG	9	4	4	1	0	0
PF	9	4	4	0	0	0
PG	8	3	0	0	0	0
Br	7	2	3	1	4	0
Lt	6	1	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	1	0	0	0	0
GF	6	0	0	0	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	11	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	3	1	0	0	0
D	2	17	23	5	4	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		14.45 /20			Indice de complexité 3.25	

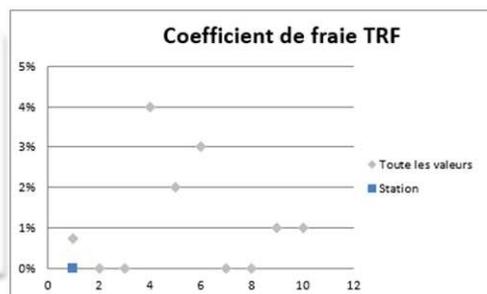
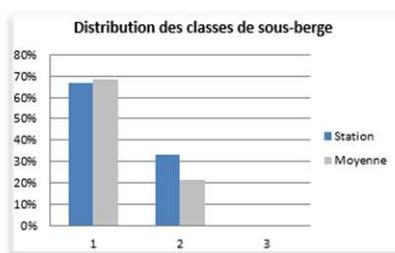
Les indicateurs « piscicoles » montrent le caractère très faiblement attractif de ce ruisseau pour ces peuplements, notamment par la très grande fragmentation. Les sous-berges, peu présentes, sont en fait des abris sous blocs localisées uniquement en bordure des bassines.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Estagnols, 40 m en aval de la prise d'eau



Cloisonnement

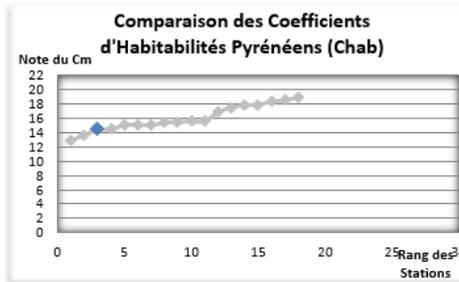
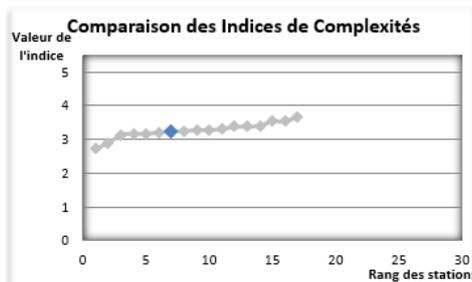
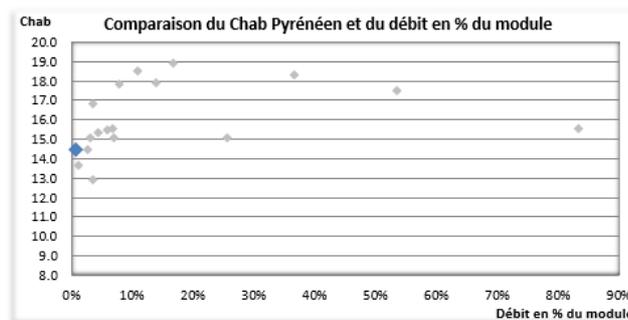
Nombre de chute supérieur à 30 cm	2
Nombre de chute supérieur à 80 cm	2
Hauteur de chute maximum (m)	3.6
Hauteur de chute cumulée (m)	6.6
Nombre de chute / 100 m	7.8



La description stationnelle effectuée précédemment confirme la position de cette station sur les courbes inter-sites.

Les faibles débits mesurés (faibles vitesses et profondeurs) mais surtout les substrats, peu biogènes et naturellement présents, créent des conditions instables pour la macrofaune benthique.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Estagnols, 40 m en aval de la prise d'eau



Au vu des très fortes pentes et des faciès présents (écoulements sur dalles), une augmentation de débit devrait permettre d'obtenir une amélioration des vitesses mais



la configuration des écoulements sur ces substrats peu biogènes fait qu'elle ne pourrait avoir que peu d'intérêt sur le gain écologique potentiel.

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

Dans ce contexte, un débit minimum biologique compris entre le minimum réglementaire, 16 l/s (1/20^{ème} du module), et 21 l/s (1/15^{ème} du module débit critique établi dans la méthodologie TeauRRENT) semble suffisant.

Autant l'atteinte du seuil de débit critique peut laisser penser à une amélioration légère de la valeur de l'indice d'habitabilité, autant une valeur de débit plus élevée n'aurait que peu d'effet supplémentaire dans la mesure où les conditions naturelles du cours d'eau ne permettent pas une amélioration notable du milieu.

9.4 PRISE D’EAU DU NAGEAR INFÉRIEUR

Sur cette portion aval du Nagear, influencée par la prise d’eau « Nagear inférieure », les différents éléments de contextualisation nous ont permis de valider la possibilité et la pertinence de l’application de la méthode normalisée « EVHA ».

Dans le cadre de l’analyse des débits biologiques à respecter en aval des prises d’eau de l’aménagement d’Aston nous nous intéressons ici uniquement à la station EVHA en aval immédiat de cette prise d’eau, qui illustre les conditions de débit réservé en aval. Les deux stations TeauRRENT plus en amont sont en effet concernées principalement par la prise d’eau « Nagear supérieure » qui alimente l’usine de Mérens.

Sur ce site, à la vue de la sectorisation morphodynamique et des éléments bibliographiques disponibles, l’espèce piscicole ciblée prioritairement dans l’analyse des microhabitats sera la Truite commune.

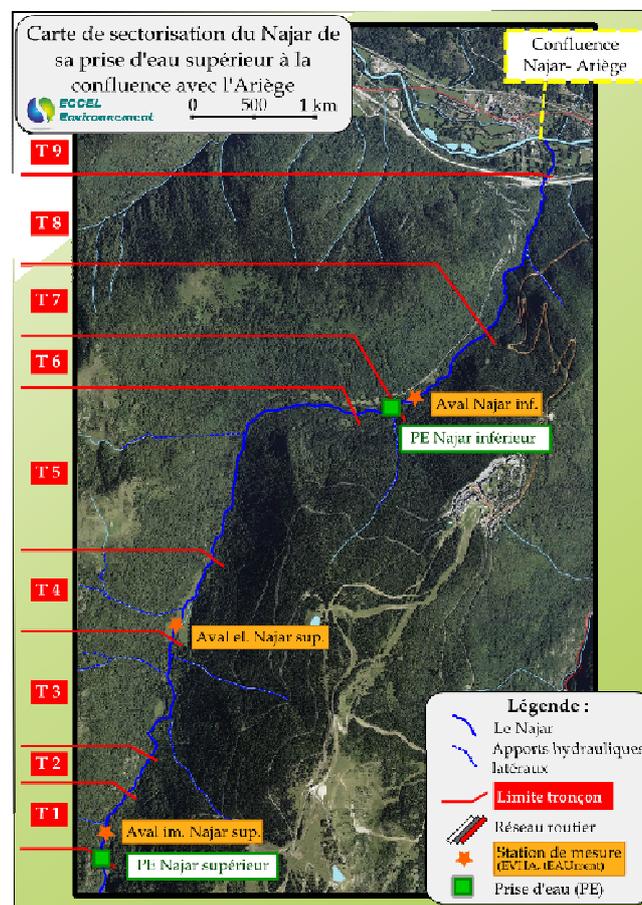


Figure 83 – Positionnement des sites d’analyse EVHA sur le Nagear

9.4.1 Résultats bruts d’analyse pour le site Nagear

9.4.1.1 Présentation du site d’étude

9.4.1.1.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

La station mesure près de 50 mètres de longueur pour une largeur moyenne de 3.6 m au débit de mesure (95 l/s le 17/09/2013). 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 84 présente ainsi 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).

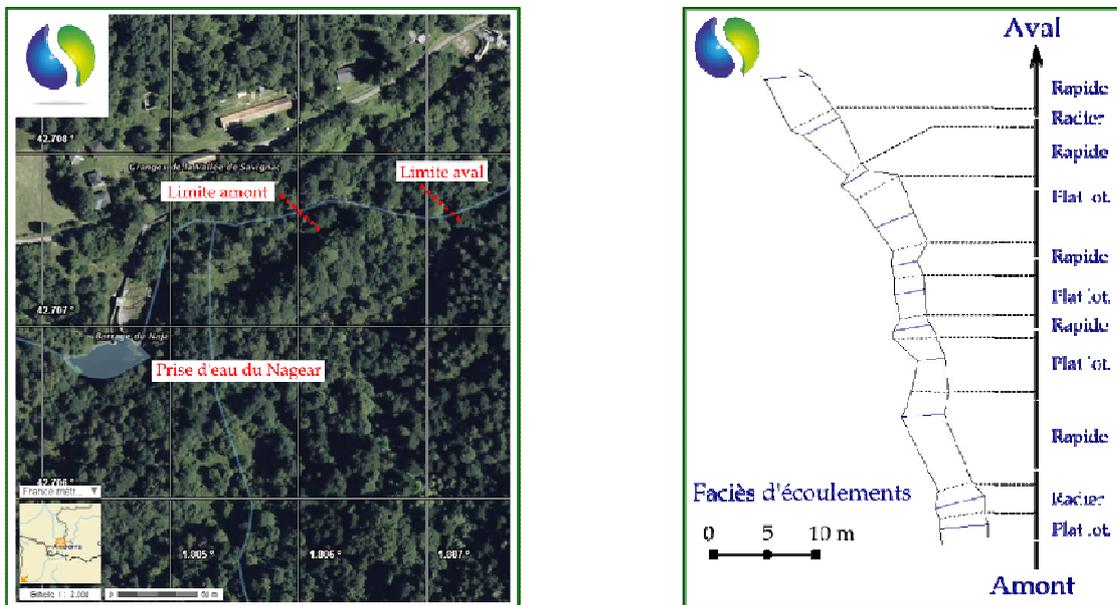


Figure 84 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Nagear inférieure

La pente, proche de 45‰, est très forte et en limite de la gamme de modélisation acceptée par EVHA (Figure 85). Ces 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.

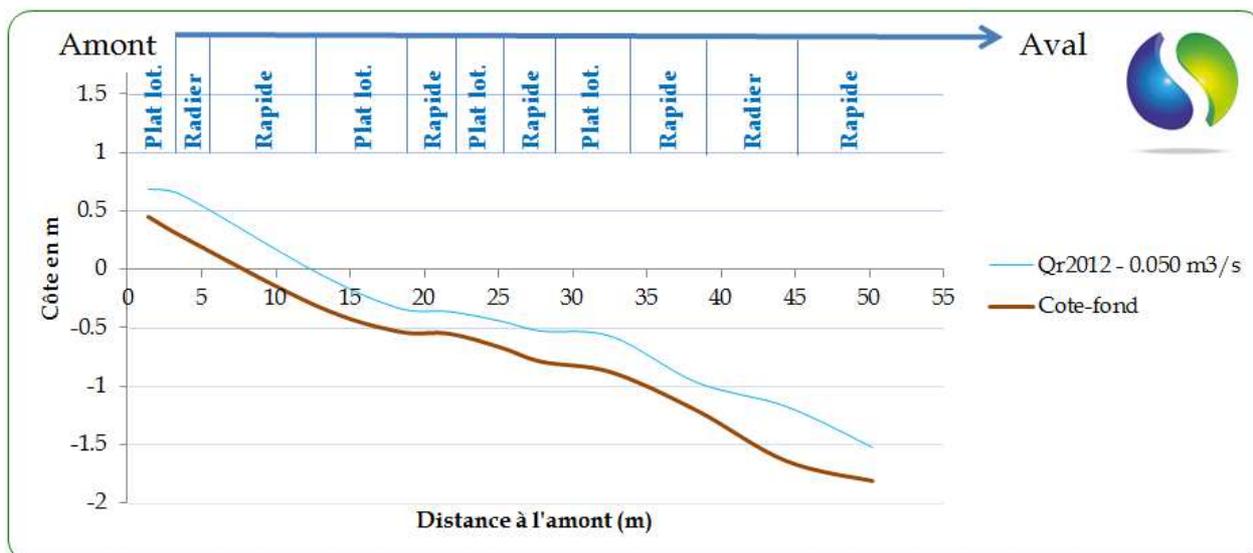


Figure 85 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Nagear inférieure

La granulométrie est très diversifiée avec toutefois une large domination des fractions grossières (blocs et rochers). On note ainsi la présence de toutes les classes et ce site semble donc disposer d’une habitabilité potentielle forte vis-à-vis de ce paramètre.

Comme ce que l’on avait pu observer lors de la phase de sectorisation hydromorphologique sur ce tronçon, les sables sont particulièrement présents sur ce site (~15%) à la fois au sein du lit, en dépôts sur les plages latérales, dans les zones de ralentissement dynamique mais également et surtout sur les zones de radier. Cette proportion s’avère peu conforme aux valeurs auxquelles on pourrait s’attendre.

Quant aux zones « Argiles-Terre », elles correspondent essentiellement aux bordures latérales exondées dans la gamme des débits courants (hauts de berges).

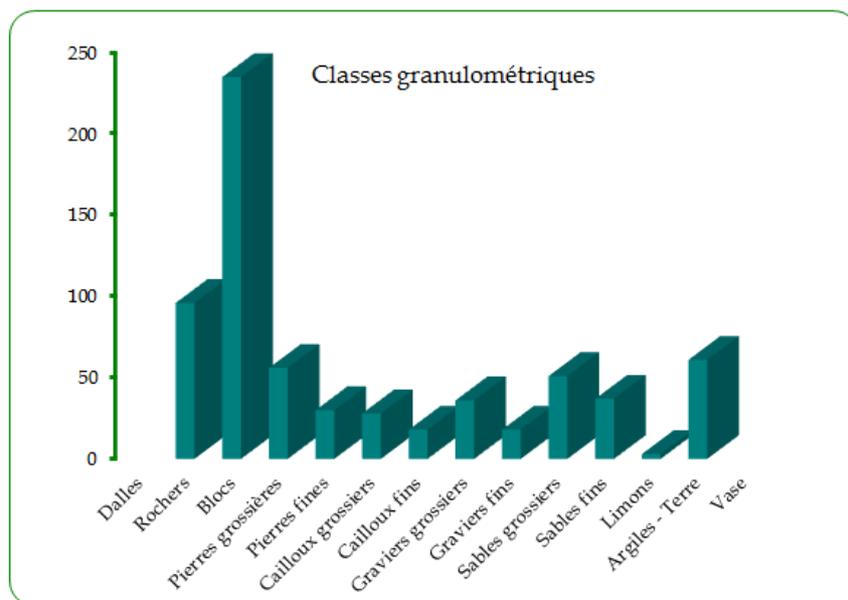


Figure 86 – Occurrence granulométrique sur la station Nagear inférieure

La végétation arborée est très dense, boisée et en bon état mais les caractéristiques « pseudo-torrentielles » du Nagear.

Le fort potentiel d’habitats piscicoles se présente ainsi sous la forme de sous-caves, de chevelus racinaires, d’abris hydrauliques à proximité des gros blocs au sein du lit mais également grâce à l’ennoiement progressif de larges zones latérales plus ou moins perchées, favorables aux jeunes stades, voie à la reproduction. Toutefois, pour cette dernière activité, la forte représentation de sables, y compris sur les zones de radiers, risquent de limiter l’efficacité des zones de fraie.

Nous rapportons une fois encore (cf. Chapitre 7.4) que la présence de ces sables s’explique par un apport temporaire et localisé au milieu des années 2000, cette présence ne pouvant être imputée directement et seulement à la présence des prises d’eau. Le lessivage de ces fractions vers l’aval est certainement ralenti par les faibles débits restitués (hors déversements) mais sa « gestion » ne peut absolument pas être réglée par le seul biais d’une modification des valeurs de débits réservés qui pourraient découler de cette étude, le niveau des débits considérés n’étant en aucun cas suffisant pour assurer un emport complet de ces fractions. (cf. Chapitre 7.4).

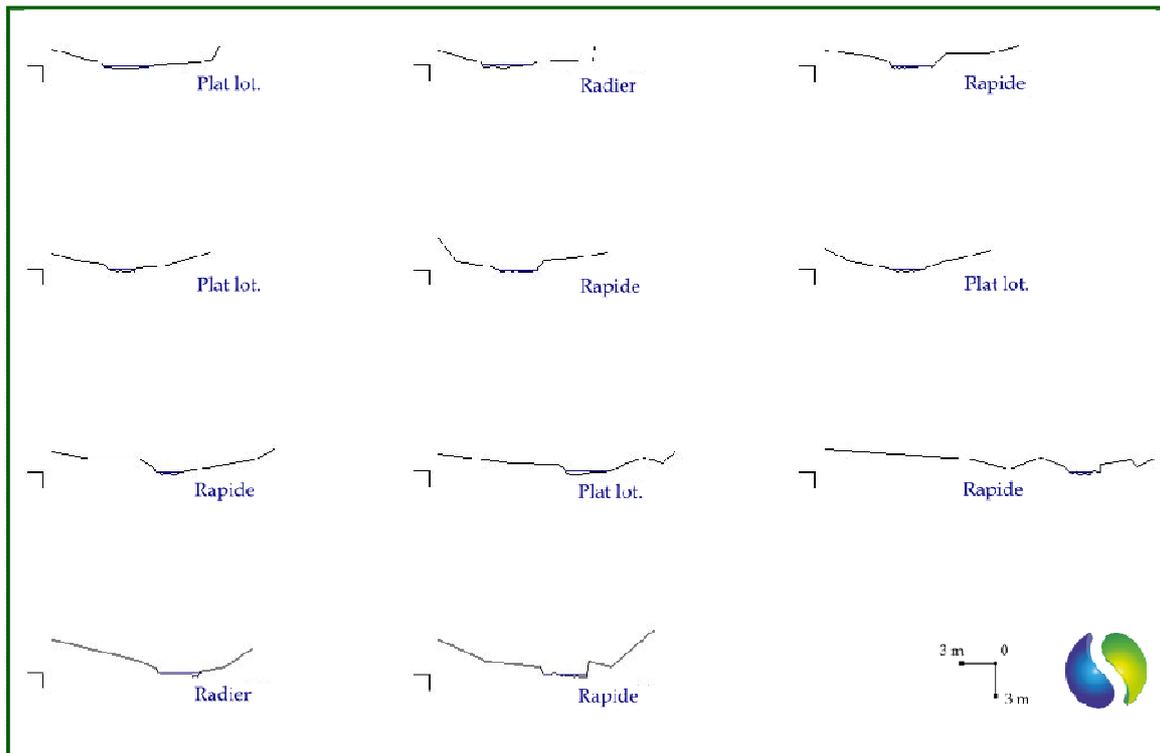


Figure 87 – Vue aval des profils en travers et ligne d’eau des différents faciès observés au débit de mesure (de l’amt vers l’avl : de G à D et de H en B) sur la station Nagear inférieure



Zone amont



Zone aval

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

La granulométrie très grossière mais surtout, les pentes importantes 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 60 l/s et 2 m³/s, pour bien identifier la diversité des écoulements car l’extrapolation aux débits inférieurs (1/30^{ème} du module), en dehors des courbes d’habitats, nécessitait trop d’ajustement avec une incertitude beaucoup trop forte.

NAJINF

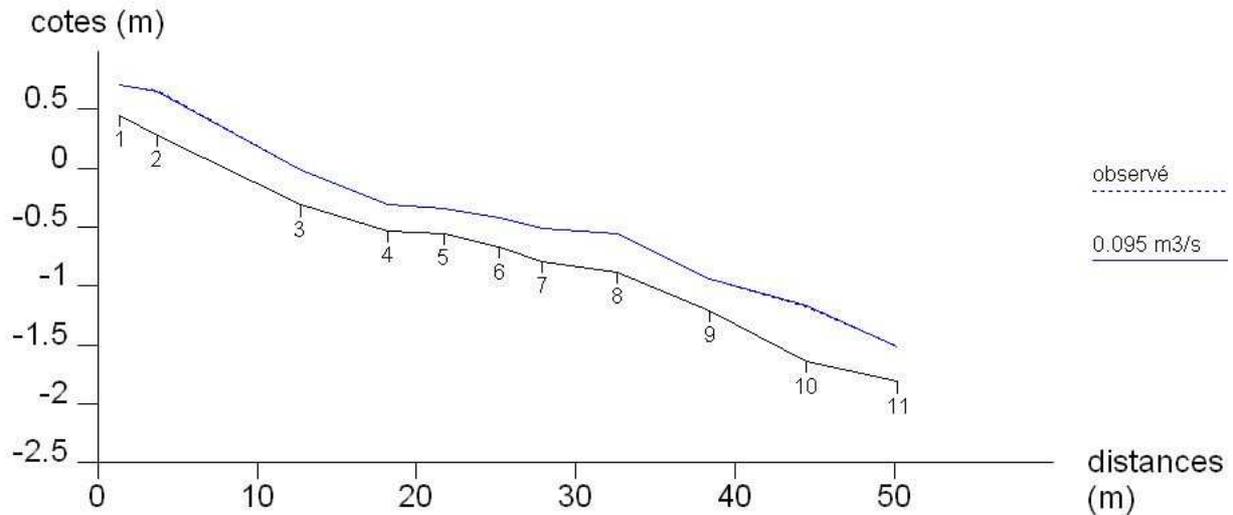


Figure 88 - Résultat du calage hydraulique pour la station Nagear inférieure

9.4.1.1.2.1 Surface en eau

La Figure 89 présente des bénéfices « horizontaux » lents mais réguliers tout au long de la gamme des débits modélisés.

Cette courbe montre que le lit mineur n'est pas réellement encaissé entre les thalwegs, et qu'il existe un potentiel important de mise en eau de plages latérales complémentaires, potentiel 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, pourraient donc être potentiellement élevés.

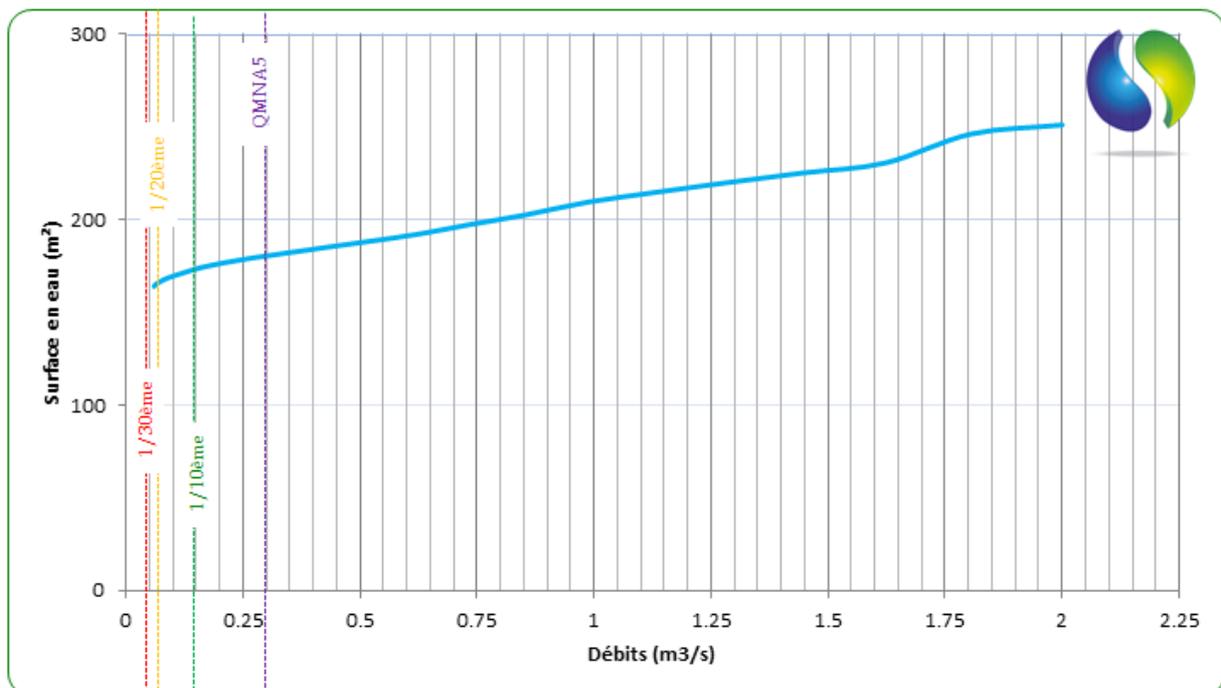


Figure 89 - Evolution de la surface en eau de la station Nagear inférieure avec l'augmentation des débits modélisés

La conformation du lit mineur permet un élargissement continu du lit mouillé, mais relativement lentement et donc une croissance axée vers les hauteurs d'eau moyennes non-négligeable (Figure 90).

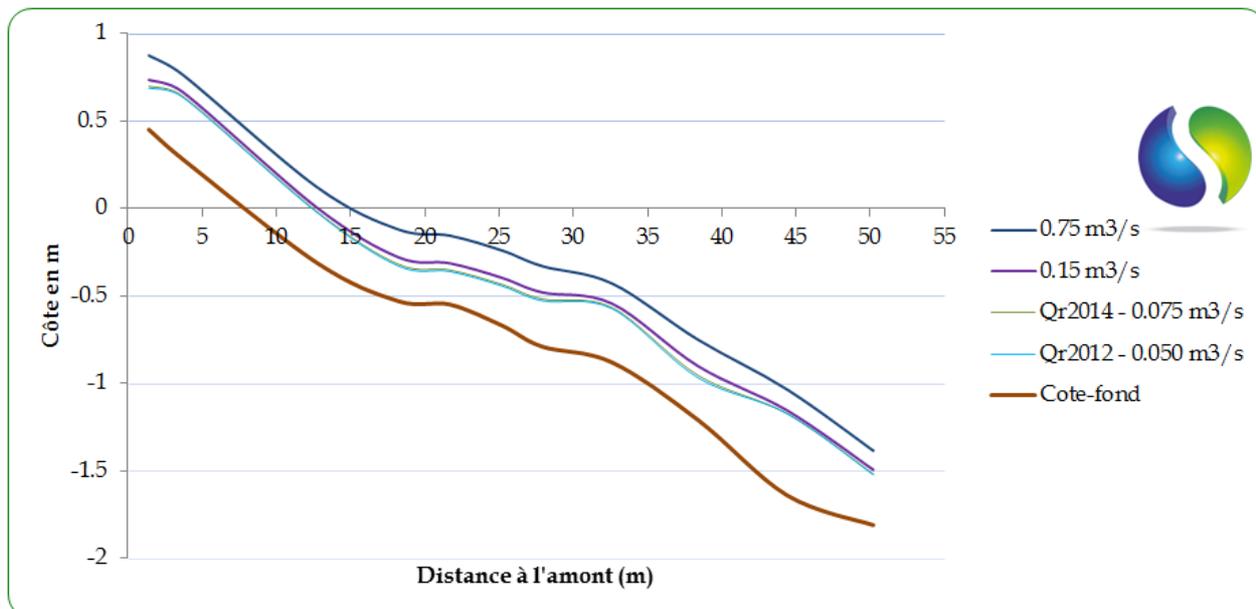


Figure 90 – Evolution de la ligne d'eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Nagear inférieure

9.4.1.1.2.2 Variation des vitesses

La Figure 91 montre l’évolution des vitesses entre quatre débits grâce à une vue en plan de l’ensemble du lit.

En premier lieu, même à des débits relativement bas (150 l/s), les portions lotiques sont bien réparties sur l’ensemble du site, confirmant ainsi son caractère torrentiel dominant. Seule la valeur de 75 l/s présente des zones lenticules importantes.

Dès 300 l/s, les vitesses sont mêmes importantes, facteur qui pourrait être limitant pour les jeunes stades piscicoles. Toutefois, de nombreuses zones latérales restent abritées, ce qui ne semble plus être le cas à des débits proches du m^3/s .

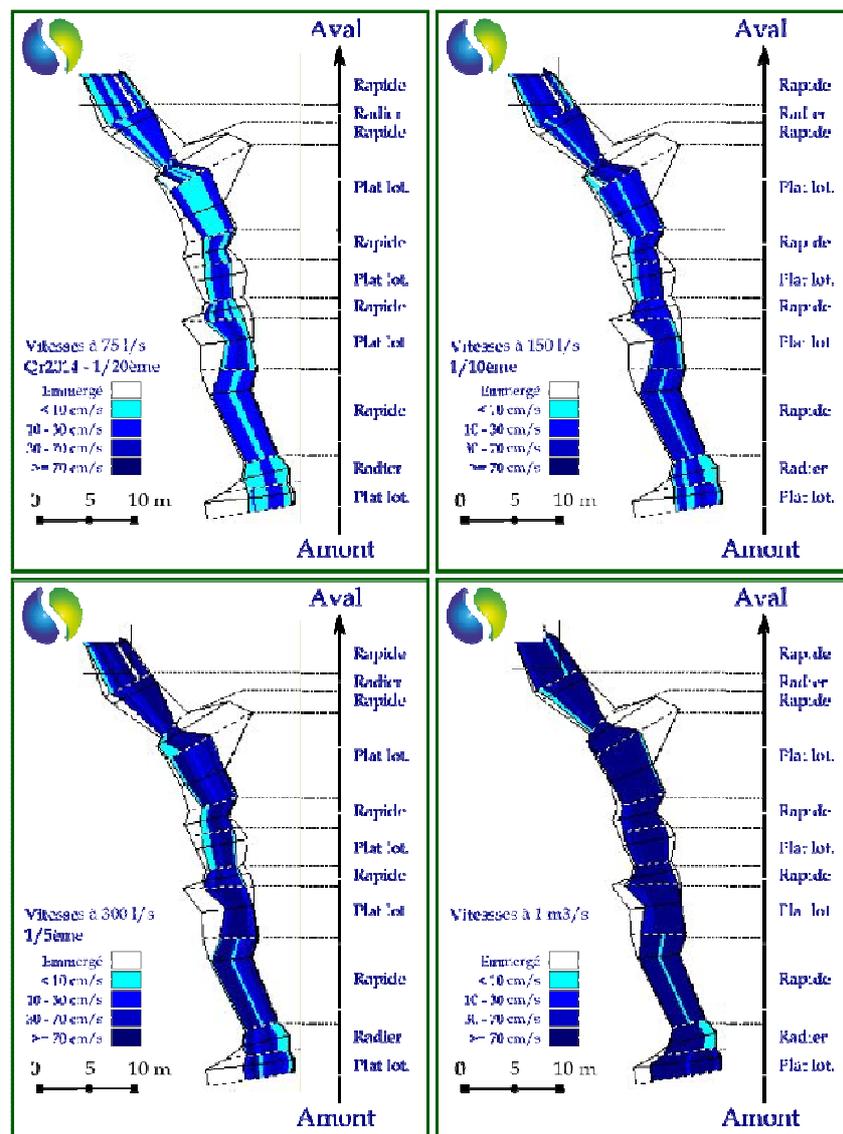


Figure 91 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Nagear inférieure à 4 débits modélisés (1/20^{ème} du module, 1/10^{ème} du module, 1/5^{ème} du module et 1 m³/s)

9.4.1.1.2.3 Variations des profondeurs

La Figure 92 montre l'évolution des profondeurs entre ces deux débits grâce à une vue en plan de l'ensemble du lit.

Concernant ces profondeurs, seuls les plus forts débits présentent de vastes portions avec des tirants d'eau importants, ou, pour le moins, efficient pour la continuité piscicole. En effet, en dessous du 1/5^{ème} du module, les écoulements sembleraient présenter un risque non-négligeable quant à une fragmentation longitudinale potentielle, surtout dans les portions torrentielles.

Conformément à ce que l'on avait pu observer visuellement et cerner dans l'expertise sur les surfaces en eau, le gain surfacique est lent et progressif avec de vastes zones latérales encore disponibles, même au plus fort débit modélisé.

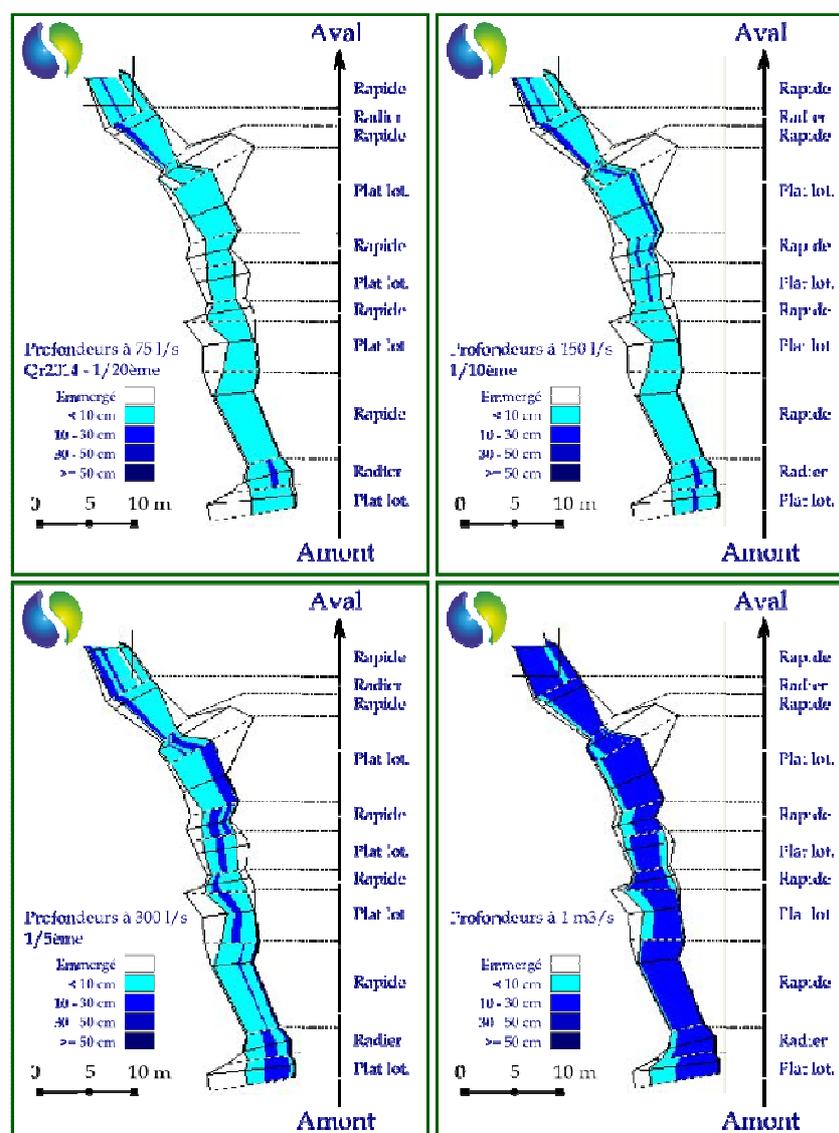


Figure 92 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Nagear inférieure à 4 débits modélisés (1/20^{ème} du module, 1/10^{ème} du module, 1/5^{ème} du module et 1 m³/s)

Comme cela avait été réalisé pour la station en aval de la prise d'eau de Mérens sur l'Ariège (cf. Chapitre 9.1.1.1.2.3), la Figure 93 représente les lignes d'eau à plusieurs débits pour le transect le moins profond et donc, potentiellement le plus problématique pour la continuité biologique.

Pour le débit figuré de 75 l/s (1/20^{ème} du module), la profondeur de la veine principale sur ce transect est limitée à 20 cm, garantissant à priori le déplacement ponctuel des grands individus.

Toutefois, dès le 1/10^{ème} du module (150 l/s), les profondeurs sont supérieures à 25 cm, minimisant ainsi le risque de discontinuité biologique sur ce secteur, quelle que soit les individus avec un reste d'incertitude liée à la succession fréquente d'obstacles naturels sur cette portion.

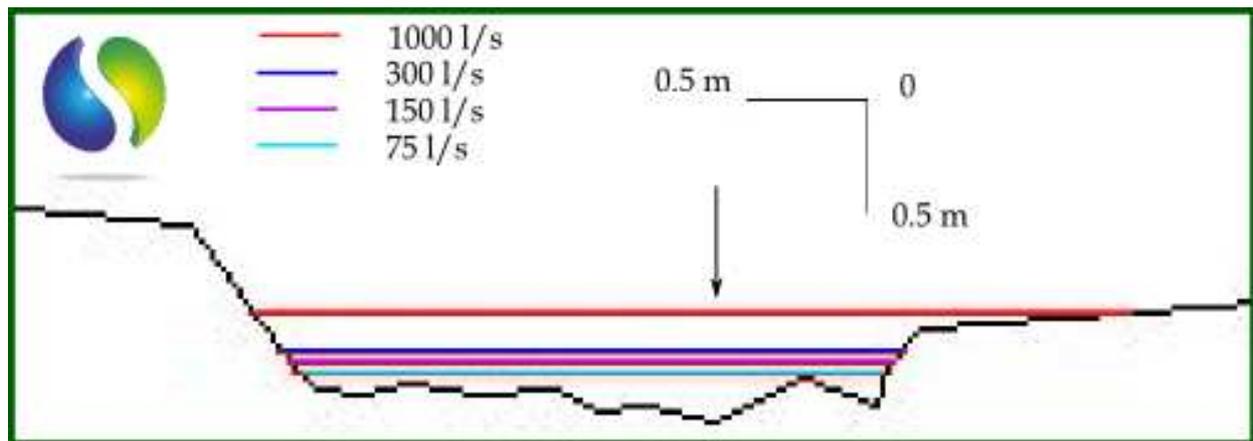


Figure 93 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station

9.4.1.2 Valeurs d’habitat

La Figure 94 présente les variations de Valeurs d’Habitat (VHA) pour les quatre stades de la *Truite fario*, espèce cible préférentielle du secteur, sur la gamme des débits modélisés.

- Le potentiel théorique de zones de reproduction croît régulièrement jusqu’à des valeurs proches de 500 l/s avant de décroître par la suite ;
- Pour les jeunes stades pour la Truite, la forme des courbes de VHA est semblable mais avec un optimum entre le 1/15^{ème} et le 1/10^{ème} du module puis une baisse constante et rapide du potentiel avec la hausse des débits ;
- Pour les adultes, le potentiel atteint rapidement son optimal autour du 1/10^{ème} du module avant de décroître sur l’ensemble de la gamme des débits mais très faiblement. Toutefois, le potentiel reste toujours très faible (VHA<0.1).

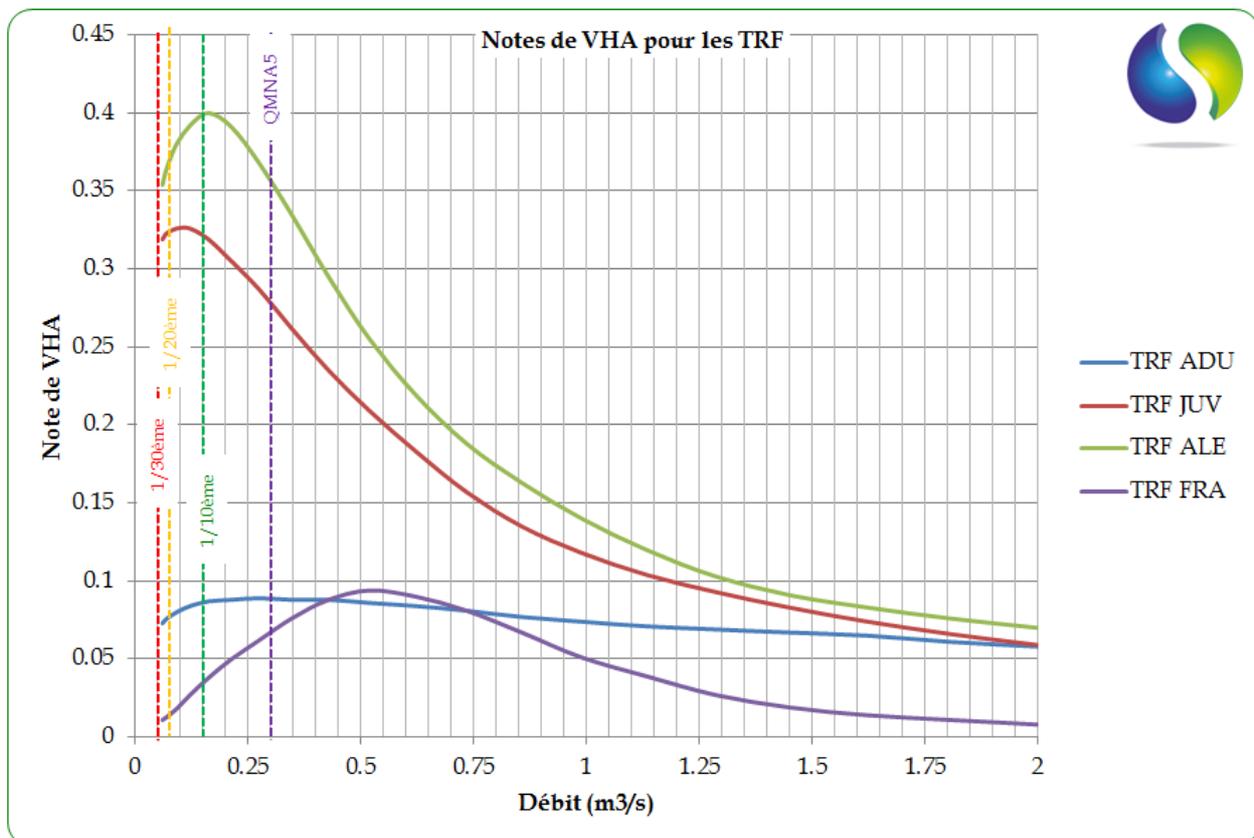


Figure 94 – Evolution des Valeurs d’Habitat sur l’ensemble de la station Nagear inférieure en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.4.1.3 Surfaces pondérées utiles

La Figure 95 présente les variations de Surface Pondérée Utile (SPU = VHA rapportée à la surface disponible) pour les quatre stades de la *Truite fario*, espèce cible préférentielle du secteur, sur la gamme des débits modélisés :

- On observe que les SPU concernant la fraie sont faibles en valeur absolue et, tout comme les VHA, avec un optimal tout relatif autour de 500 l/s. Il est évident que la forte proportion de sables n'est pas un facteur favorable à cette activité sur le secteur ;
- Pour les adultes, le potentiel optimal semble atteint dès 200 l/s et préservé avec la hausse des débits au-delà de l'optimal (les caches conséquentes semblent être des abris suffisants pour ce stade malgré la hausse des vitesses). En revanche, sa baisse est prononcée en dessous de 125 l/s ;
- Pour les juvéniles et les alevins, les courbes de SPU montrent un optimal autour de 150 l/s et une baisse très rapide en-deçà de 100 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 régulièrement.

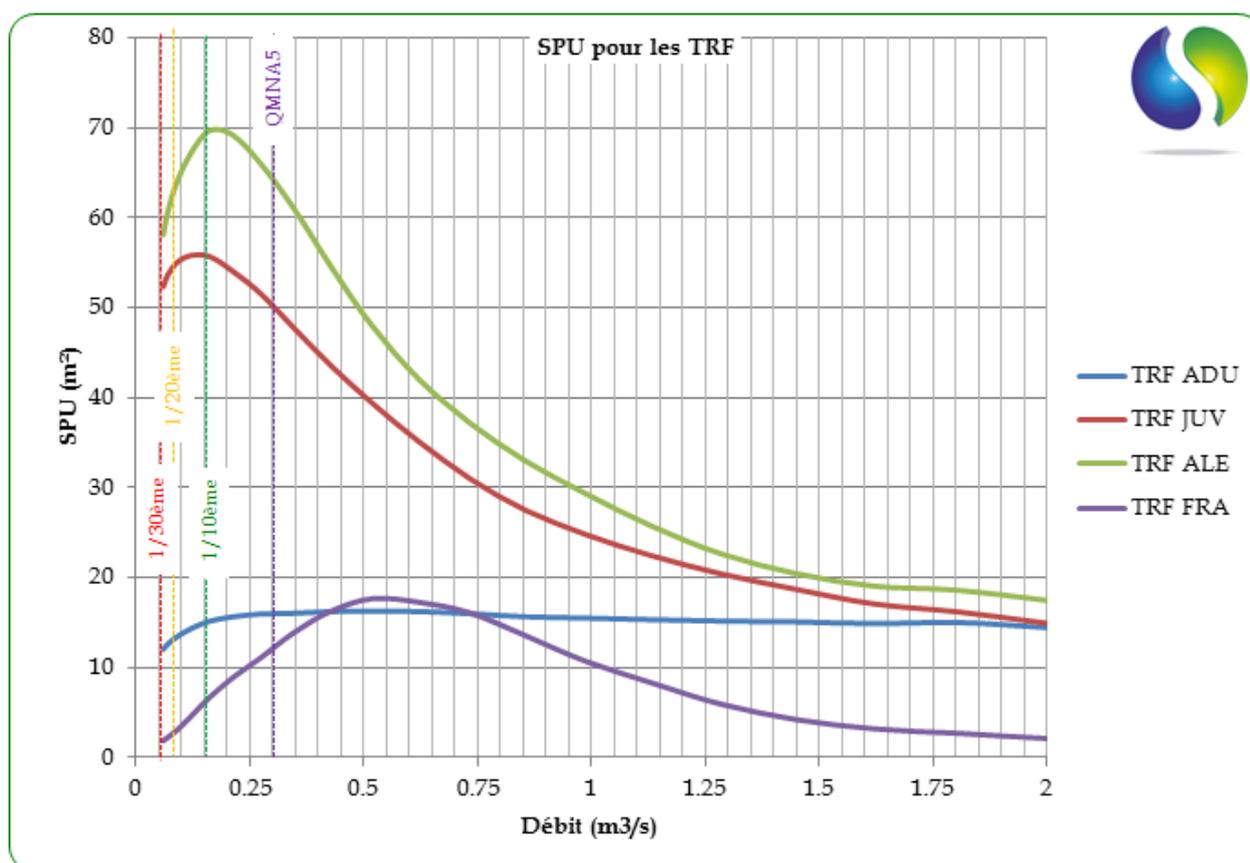


Figure 95 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l'ensemble de la station Nagear inférieure en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.4.2 Synthèse pour la prise d’eau inférieure du Nagear

Les analyses présentées dans les chapitres précédents (analyses brutes du site en aval immédiat de la prise d’eau de Najar) 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.

9.4.2.1 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 site d’analyse ($\sim 1.5 \text{ m}^3/\text{s}$).

Le tableau de la Figure 96 présente ainsi, pour ce secteur, 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	Qr2012	1/30ème	77%	84%	9%	85%	89%	11%
75	Qr2014	1/20ème	82%	89%	14%	90%	94%	18%
100			88%	95%	22%	96%	100%	29%
125	~1/10ème		91%	97%	27%	100%	103%	36%
150			95%	100%	36%	104%	106%	48%
200			100%	101%	50%	110%	107%	66%
300	~1/5ème		105%	95%	75%	115%	100%	100%
400			106%	84%	94%	116%	89%	125%
450	1/3		105%	78%	100%	116%	83%	133%
500			105%	73%	104%	115%	77%	138%
750			102%	52%	96%	112%	55%	127%
1000			101%	43%	64%	111%	45%	85%

Figure 96 – 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 26 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 apparaît restreint et peut être estimé aux alentours de 6% par rapport à l’ancienne valeur. Une valeur équivalente au débit critique pour ce stade permettrait un gain légèrement plus conséquent ;
- Pour les jeunes stades de cette espèce, les gains relatifs sont limités entre ces différentes valeurs seuils. 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 est forte mais un bénéfice non-négligeable a déjà été permis avec le changement de débit réservé dans un contexte peu favorable à cause de ces dépôts temporaires de sables exogènes et aucune information bibliographique ne permet de dire à l’heure actuelle que cette activité spécifique et le recrutement lié sont mis en défaut.

Tableau 26 – Analyse synthétique du potentiel d’habitat pour les Truites sur le site EVHA du Nagear – variations entre les seuils symboliques (ancien Qr, nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal)

		Truites		
		Adultes	Juveniles	Zones de fraie*
NAGEAR INFERIEUR	Ancien Qr (1/40ème)	0.038		
	Seuil mini Qr 2014 (1/20ème)	0.075		
	Seuil critique brut (m3/s)	0.125	0.100	0.300
	Seuil optimal brut (m3/s)	0.200	0.150	0.450
	Variation d’habitat entre l’ancien Qr et le 1/20ème	6%	6%	58%
	Variation d’habitat entre le 1/20ème et le Qcritique	11%	6%	452%
	Variation d’habitat entre Qcritique et Qoptimal	10%	6%	33%
	* incertitude forte			

9.4.2.2 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 planchers 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 que l’habitat potentiel disponible pour les salmonidés est convenablement conservé au débit minimal réglementaire du 1/20^{ème} du module (75 l/s au droit du site d’analyse). A cette valeur, près de 90-95% du potentiel modélisé est encore disponible pour les adultes et pour les jeunes. La présence d’une ripisylve relativement fournie renforce d’autant plus cette minimisation du risque.

Le potentiel brut de reproduction apparaît élevé sur le secteur et, même si des gains théoriques pourraient être supérieurs, un gain théorique conséquent a déjà été atteint avec la modification du débit réservé et aucune information bibliographique ne permet de dire à l’heure actuelle que cette activité spécifique et le recrutement lié sont mis en défaut.

Il convient donc de relativiser cette analyse aux incertitudes fortes des modèles biologiques sur l’activité de reproduction et aux fractions granulométriques fines déposées dont la problématique particulière sur cette activité ne peut être réglée uniquement via une expertise sur des gammes de débits réduits.

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

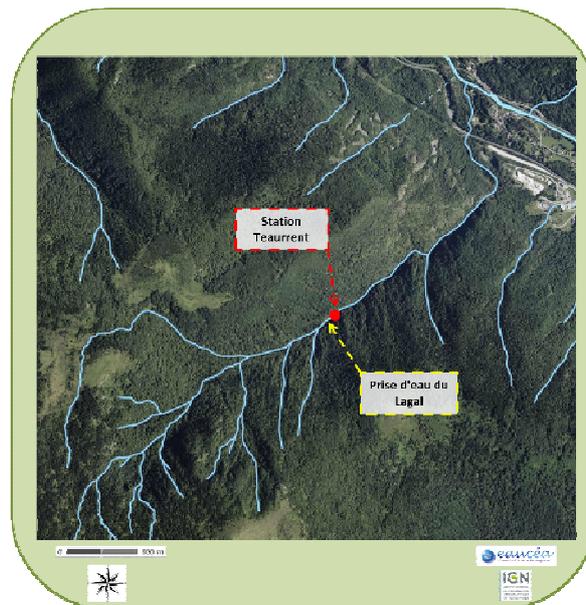
Ces éléments nous amènent à estimer que 100 l/s (1/15^{ème} du module au droit du site d'analyse) sont parfaitement compatibles avec le maintien de la vie aquatique.

Site	Module (l/s)	débit critique (l/s)	débit optimal (l/s)	DMB proposé
				en l/s
Station DMB Nagear inférieur	1490	100	175	100
Prise d'eau Nagear inf	1440	100	175	100

9.5 PRISE D’EAU DU LAGAL

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.

Ce ruisseau s’écoule dans une vallée très encaissée avec des faciès torrentiels et de nombreuses chutes de hauteur importante, ce qui rend la continuité piscicole par montaison impossible.



9.5.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 22/07/2013 pour un débit équivalent à 17% du module (40 l/s pour 238 l/s) au droit du site TeauRRENT.

La pente de la station est très importante (29%). Les chutes sont elles aussi nombreuses avec des fortes hauteurs.

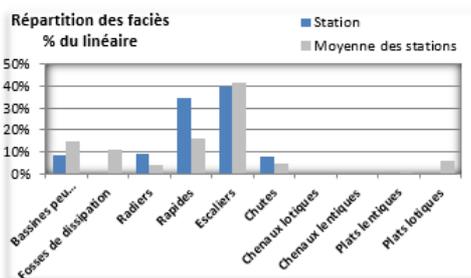
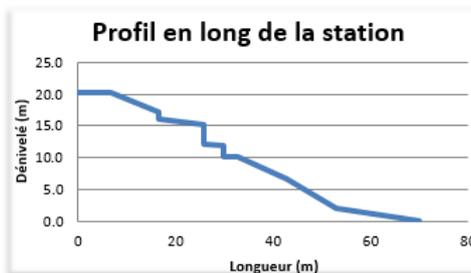
Les faciès sont principalement des escaliers très pentus et des rapides. La largeur des faciès est relativement faible.

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

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	70	Nb faciès / 100 m	17
	Dénivelée de la station (m)	20	Nb chutes pour 100 m	4
	Pente en %	29		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Bassine	3.5	1.9	0.0%	
Radier	3.1	1.9	2.6%	
Escalier	10	0.8	32.5%	
Chute		0.6		1.1
Rapide	9.3	1.3	7.9%	
Chute		3.5		3.2
Radier	3.8	0.7	2.6%	
Chute		1		1.9
Bassine	3	1.4	0.0%	
Escalier	10.2	2	36.4%	
Escalier	10	2.7	51.0%	
Rapide	17	3	12.3%	

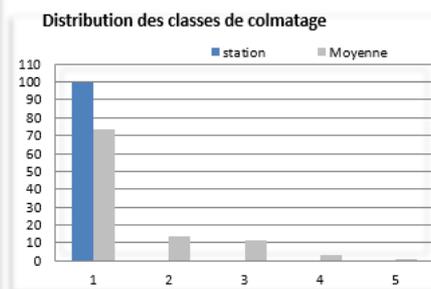
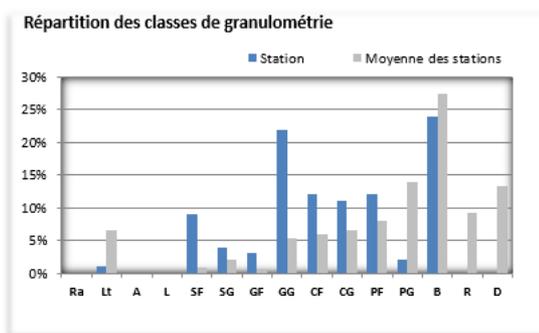


9.5.2 Substrats

Sur cette station, malgré la présence majoritaire de blocs, il y a une bonne diversité avec proportion notable de substrats intermédiaires et fins.

Tout ceci est globalement favorable à une diversité des communautés biologiques, d'autant que le colmatage est nul sur ce site.

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



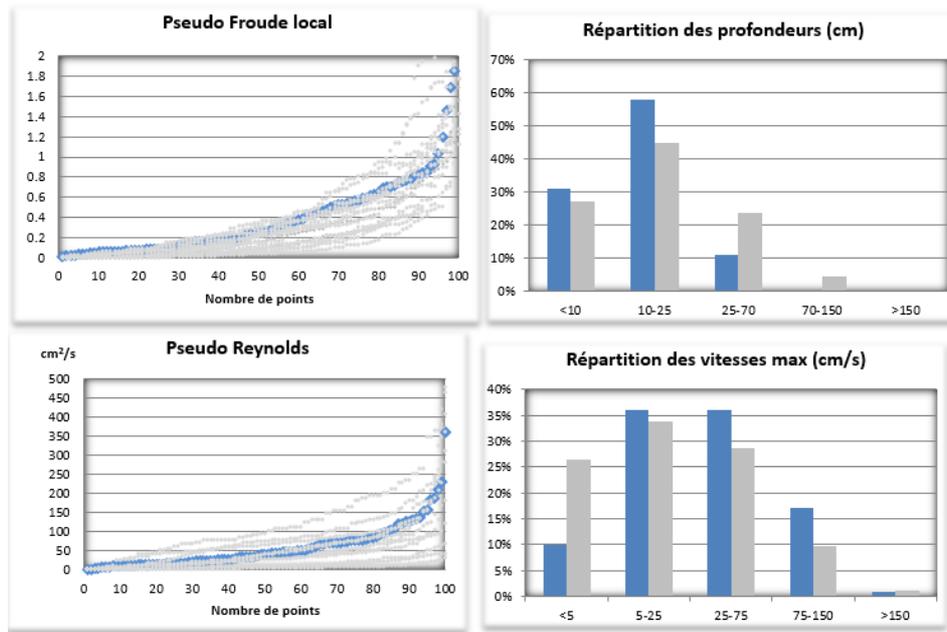
9.5.3 Hydraulique

D'un point de vue des indicateurs hydrauliques, la station se place dans la moyenne haute, comparée aux autres sites.

Ceci s'explique notamment par la proportion importante de vitesses >25 cm/s, en lien avec les fortes pentes du secteur. La gamme de vitesse 25-75 cm/s est également bien représentée, élément favorable pour le caractère biogène du site.

Les rapides/escaliers dominent nettement sur les autres types d'écoulements. Concernant les profondeurs, elles sont donc logiquement plutôt faibles, mais la gamme 10-25 cm, tirant d'eau efficace pour la continuité écologique, est la plus représentée.

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



9.5.4 Indices d’habitabilité

Les couples substrat/vitesse les plus biogènes sont bien représentés. Il existe également une bonne diversité de couples dans toutes les gammes.

Il en résulte de très bonnes notes d’habitabilité et de complexité pour cette station.

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

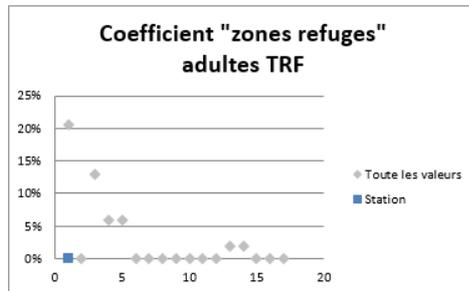
Lagal aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	0	4	6	2	0
CG	9	0	4	7	0	0
PF	9	1	3	5	3	0
PG	8	0	0	0	1	1
Br	7	0	0	5	6	1
Lt	6	1	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	0	11	9	2	0
GF	6	0	2	1	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	2	2	0	0	0
SF	5	1	7	1	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	0	0	0	0	0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

Le potentiel en zones de reproduction piscicole est comparativement fort, grâce à la bonne diversité des substrats et la présence notable de patches favorables.

Toutefois, l’indice « zone refuge » et la distribution des sous-berges montrent le faible potentiel piscicole de la zone. De plus la fragmentation du milieu, comme l’a montré la sectorisation morphodynamique, est très importante, la continuité piscicole par

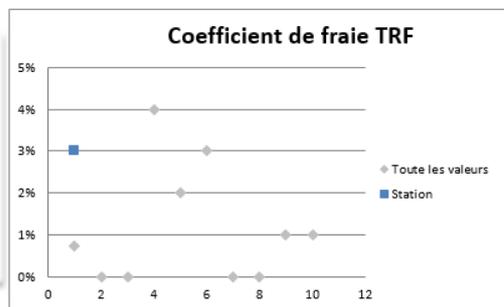
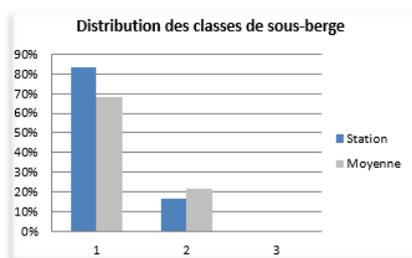
montaison est impossible, limitant de fait l’accessibilité à ces zones potentielles de reproduction.

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



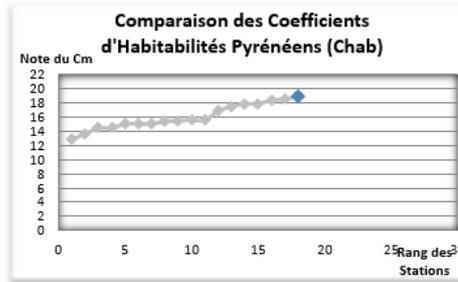
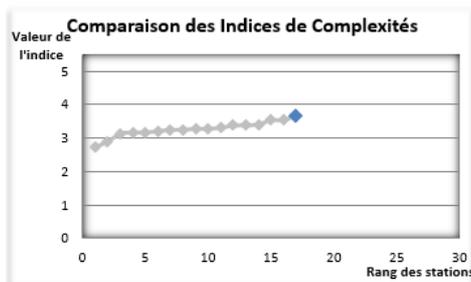
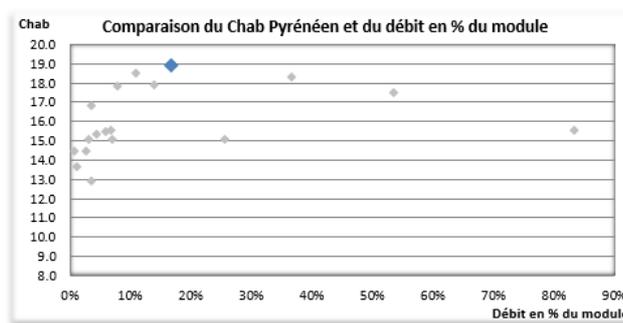
Cloisonnement

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



La station du Lagal est celle qui possède la meilleure note Chab du pool de sites disponibles. Ceci s’explique très certainement par une bonne valeur de débit d’observation mais également par une forte diversité granulométrique résiduelle et donc des couples substrat/vitesse biogènes.

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



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

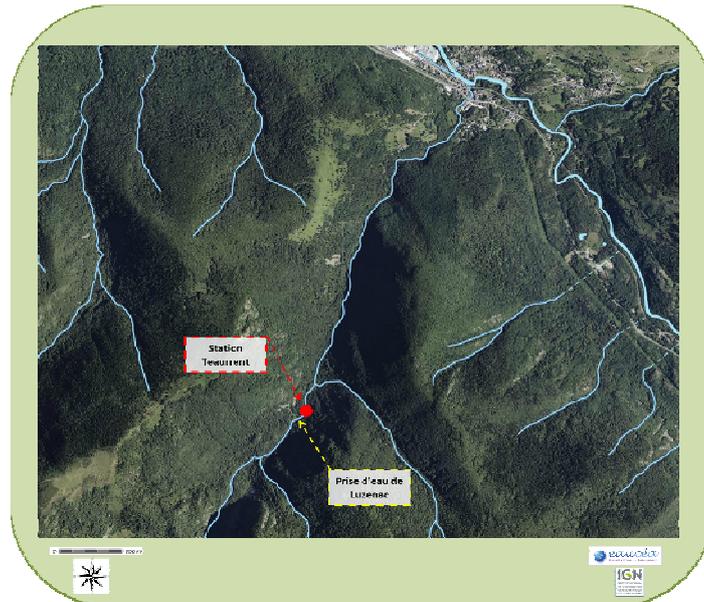
D'après la méthodologie TeauRRENT d'auto-calibration, le débit théorique critique de 16 l/s, équivalent au 1/15^{ème} du module au droit de ce site d'analyse, semblerait déjà suffisant comme débit minimum biologique et sans risque de dégradation majeure du milieu dans un contexte déjà influencé et fortement fragmenté.

En appliquant une homothétie avec le rapport des modules Prise d'eau (200 l/s) / Station DMB (238 l/s), le débit minimum biologique proposé au droit de la prise d'eau est donc de 14 l/s.

9.6 PRISE D’EAU DE LUZENAC SUR LE LAVAIL

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

La partie immédiatement en aval de la prise d’eau est caractérisée par des chutes importantes qui rendent impossible la continuité piscicole par montaison. Plus en aval les conditions d’habitat piscicole s’améliorent, plusieurs truites ayant d’ailleurs été observées lors de la prospection pour la sectorisation morphodynamique.



9.6.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 10/10/2012 pour un débit équivalent à 4% du module (35 l/s pour 966 l/s) au droit du site TeauRENT.

Il convient avant tout de préciser que cette station a servi de test à la mise en place du protocole de récupération des données de terrains (fin 2012). Ainsi la description des faciès est-elle légèrement différente de celle des autres sites : une bonne moitié des rapides présentés ici sont en fait des escaliers, pris en compte dans la deuxième version du protocole d’acquisition. L’histogramme de présentation des faciès devrait donc présenter une distribution des rapides et des escaliers relativement comparables aux autres secteurs.

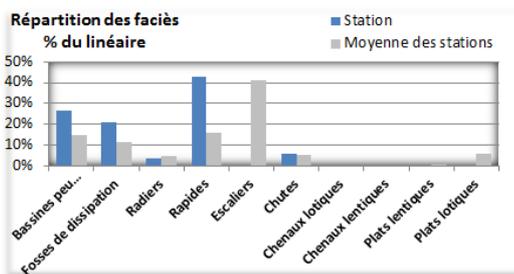
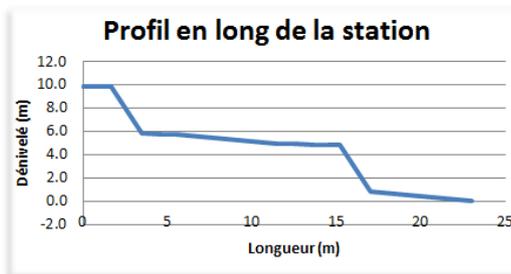
Globalement les faciès ont une pente importante (pente moyenne de la station de 16%) et on note une alternance régulière entre escaliers et zones de dissipation énergétique (fosses et bassines), les zones profondes étant bien représentées.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Luzenac, aval immédiat prise d'eau

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	79	Nb faciès / 100 m	17
	Dénivelée de la station (m)	13	Nb chutes pour 100 m	4
	Pente en %	16		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Fosse de dissipation	5		0.0%	
Chute				1.8
Rapide	9.6		34.4%	
Chute				1.7
Bassine	8.2		0.0%	
Rapide	9.3		21.3%	
Bassine	9		0.0%	
Rapide	7.8		19.4%	
Chute				1.5
Rapide	9		10.5%	
Bassine	5		0.0%	
Radier	3		1.7%	
Fosse de dissipation	12.6		0.0%	

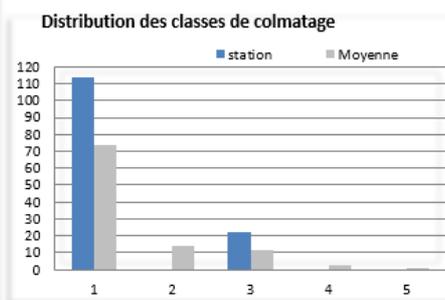
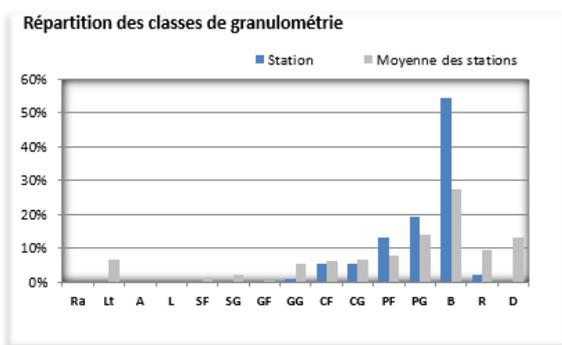


9.6.2 Substrats

La granulométrie est très grossière avec une forte domination des blocs et la présence de quelques zones de pierres. La granulométrie apparaît donc peu diversifiée.

Le colmatage est globalement nul avec seulement quelques patches de dépôts de « fines » au niveau de quelques zones de dissipation énergétique.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Luzenac, aval immédiat prise d'eau



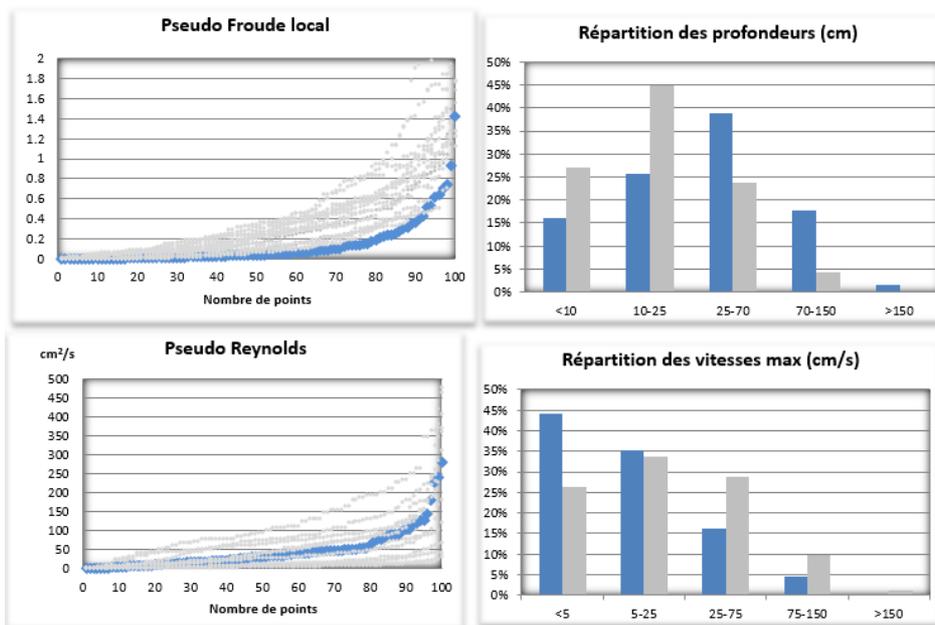
9.6.3 Hydraulique

Les écoulements sont, en comparaison inter-sites, dans la moyenne basse, surtout vis-à-vis des pseudo-Froude, peut-être liés à la pente plus réduite que sur beaucoup d'autres secteurs.

Les vitesses faibles et les profondeurs relativement importantes sont à mettre en lien avec l'importance des zones de bassines et de fosses mais également avec les faibles débits observés (4% du module).



Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Luzenac, aval immédiat prise d'eau



9.6.4 Indices d’habitabilité

Les couples substrat/vitesse sont principalement positionnés dans les gammes de vitesses faibles et principalement vers les blocs, peu biogènes, ce qui est cohérent avec les expertises précédentes.

La faible diversité de substrats et les gammes basses de vitesses créent des conditions peu biogènes et donc une faible note du Chab.

De même, l’habitabilité résiduelle du milieu, du fait de la faible diversité granulométrique, semble faible.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Luzenac, aval immédiat prise d'eau

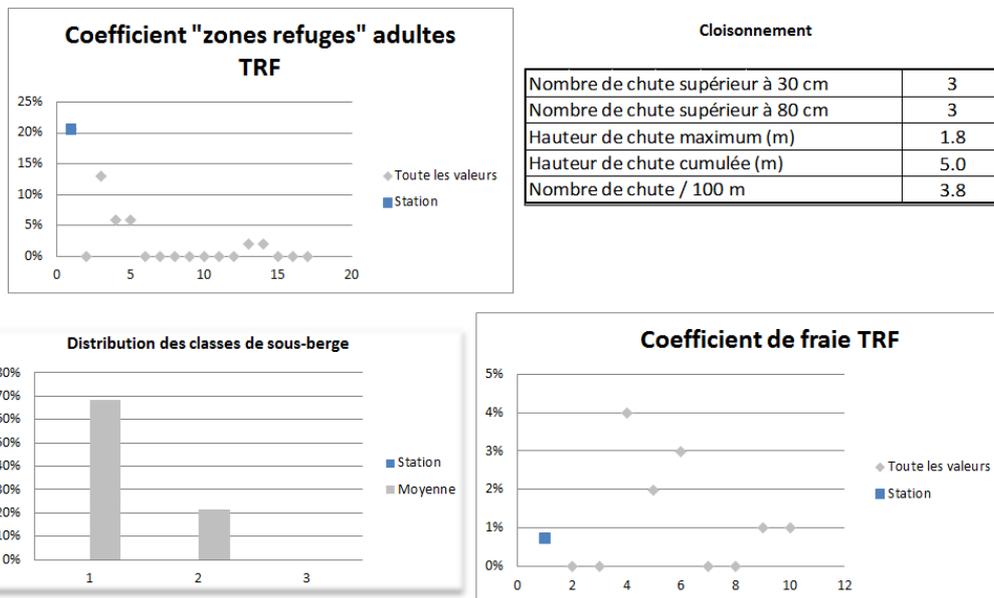
Luzenac		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	3	2	1	1	0
CG	9	3	4	0	0	0
PF	9	7	7	4	0	0
PG	8	9	11	3	0	0
Br	7	1	4	12	2	0
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	1	0	0	0	0
GF	6	0	0	0	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	0	0	0	0	0
SF	5	0	0	0	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	1	0	0	1	0
B	3	28	23	6	2	0
D	2	0	0	0	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		12.91 /20			Indice de compléxité 3.20	

Le coefficient « zones refuges » est bon grâce à la présence relative forte des zones profondes et leur bonne répartition.

Toutefois, les autres habitats piscicoles sur la station sont peu présents avec peu de zones de fraie potentielle.

De plus, le cloisonnement est très important sur ce secteur et la continuité piscicole par montaison y est naturellement nulle.

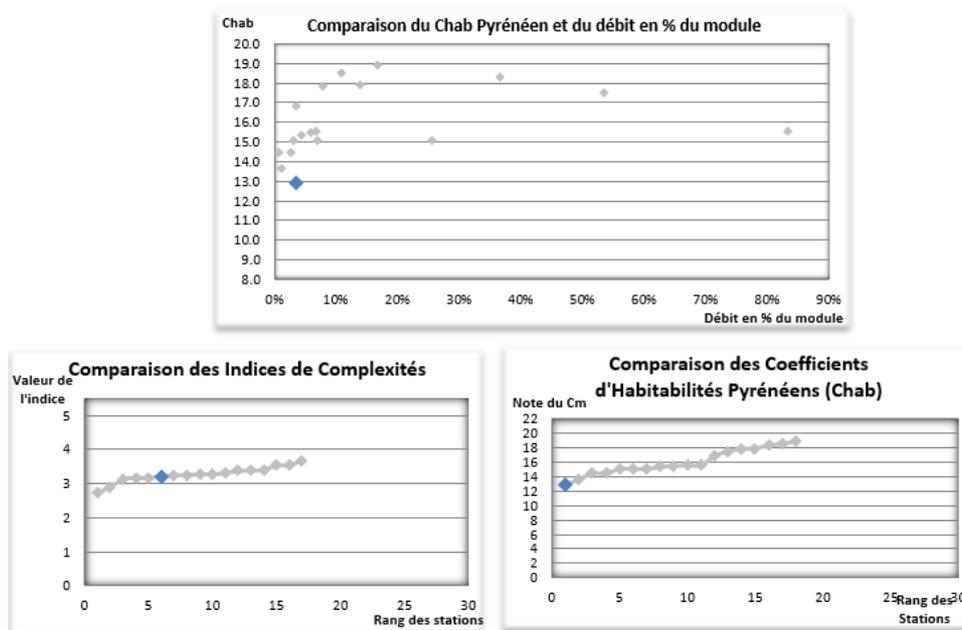
Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Luzenac, aval immédiat prise d'eau



La description stationnelle effectuée précédemment confirme la position très basse de cette station sur les courbes inter-sites.

Les faibles débits mesurés (vitesses très faibles), combinés à la faible diversité des substrats, créent des conditions peu favorables à la macrofaune benthique.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Luzenac, aval immédiat prise d'eau



L'augmentation de débit devrait permettre d'obtenir une amélioration des vitesses mais la configuration des écoulements (zones de dissipation et chutes importantes) sur ces substrats peu biogènes fait qu'elle ne devrait avoir qu'un intérêt limité sur le gain écologique potentiel, au moins au-delà du seuil critique.

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

L'intervalle de débit minimum biologique proposé se situe entre 48 l/s (seuil minimal réglementaire) et 64 l/s (1/15^{ème} du module - valeur de débit critique estimée dans la méthodologie TeauRRENT).

Autant l'atteinte du seuil de débit critique peut laisser penser à une amélioration légère de la valeur de l'indice d'habitabilité, autant une valeur de débit plus élevée n'aurait que peu d'effet supplémentaire dans la mesure où les conditions naturelles du cours d'eau ne permettent pas une amélioration notable du milieu.

En appliquant une homothétie avec le rapport des modules Prise d'eau (830 l/s) / Station DMB (966 l/s), l'intervalle de débit biologique théorique proposé au droit de la prise d'eau est donc entre 42 l/s et 55 l/s.

9.7 PRISE D’EAU DE MOUREGNES

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 est prospectable et relativement comparable à l’aval de cette même prise d’eau. Dans un objectif d’auto-calibration déjà longuement évoqué, nous avons donc réalisé des mesures sur un site TeauRRENT en amont de la prise d’eau mais également en aval. En aval, nous avons d’ailleurs appliqué le protocole sur deux sites car l’aval immédiat ne propose pas des conditions morphodynamiques identiques à la portion légèrement plus lointaine et plus comparable à la situation amont et au fonctionnement morphodynamique du ruisseau de Mourègnes dans son ensemble.



9.7.1 Station amont

9.7.1.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 31/07/2013 pour un débit équivalent à 26% du module (74 l/s pour 290 l/s) au droit du site TeauRRENT.

La pente globale de la station est forte (14%) mais elle est relativement régulière et assez peu de chutes sont observées, la continuité longitudinale étant assez préservée malgré le caractère torrentiel du cours d’eau.

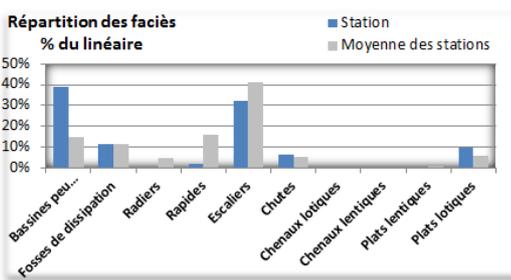
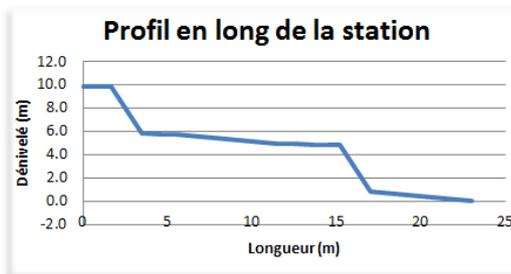
On note une alternance régulière des faciès lotiques et des zones larges de dissipation énergétique, ces dernières disposant d’un potentiel de gain surfacique en eau non-négligeable mais d’une profondeur réduite, limitant ainsi l’intérêt pour la faune piscicole.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourègnes amont

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	54	Nb faciès / 100 m	28
	Dénivelée de la station (m)	8	Nb chutes pour 100 m	4
	Pente en %	14		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Bassine	4.3	2.8	0.0%	
Escalier	2.9	2.7	24.9%	
Bassine	3.5	3.1	0.2%	
Rapide	1	4.2	19.4%	
Plat lotique	4.6	3.8	1.0%	
Chute	3	6	44.5%	1.2
Bassine	3	2.3	0.0%	
Chute	5	6	40.4%	1.9
Fosse de dissipation	2	1.5	0.0%	
Escalier	8.9	3	32.5%	
Bassine	5.4	2.9	0.0%	
Escalier	1	1	26.8%	
Bassine	2.7	3.5	0.0%	
Escalier	3	1	24.9%	
Fosse de dissipation	3.5	3.8	0.0%	

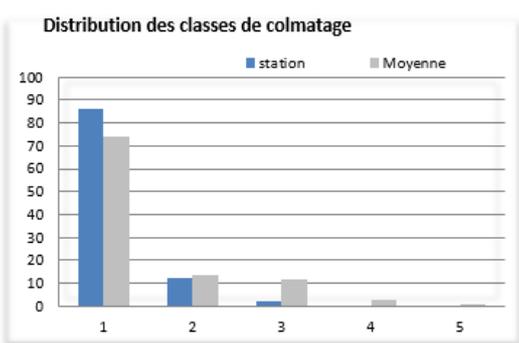
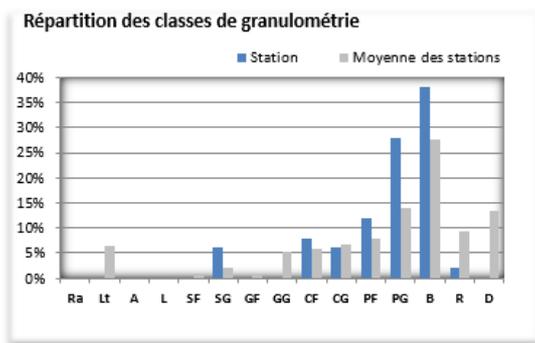


9.7.1.2 Substrats

La granulométrie locale est très grossière. On note la présence de fractions intermédiaires, potentiellement plus biogènes, mais la très grande majorité des substrats est composée de blocs et de pierres grossières.

Le colmatage par les fines est globalement nul à très faible, limité aux zones de bordures des faciès lenticles.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourègnes amont



9.7.1.3 Hydraulique

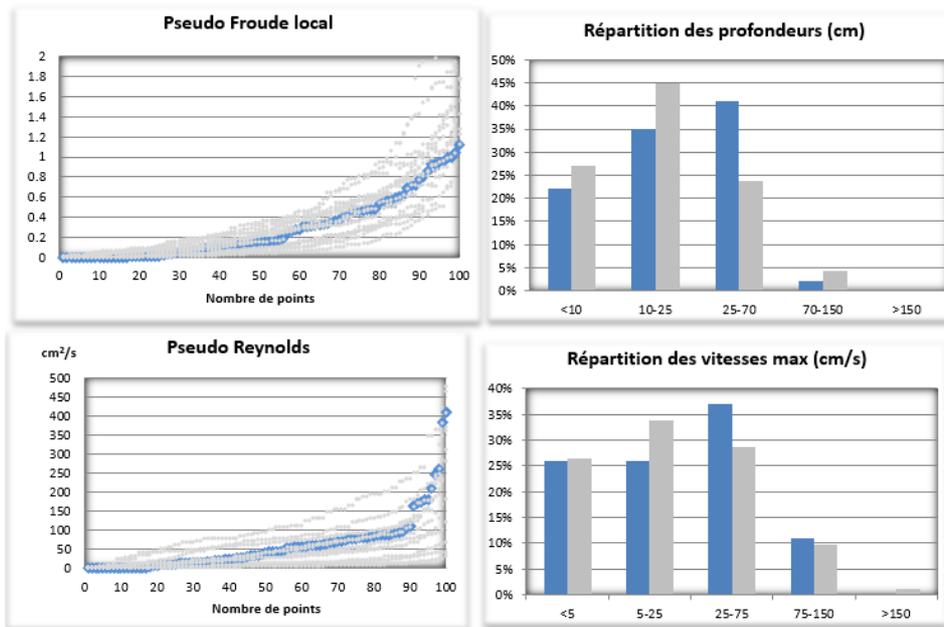
Les paramètres analysés situent cette station dans une moyenne haute des conditions hydrauliques inter-sites.

On notera toutefois la bonne représentation des vitesses intermédiaires les plus biogènes, certainement grâce à un débit bien établi.

De même, les zones profondes et efficaces pour le refuge et pour la continuité sont également bien représentées.



Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourègnes amont



9.7.1.4 Indices d’habitabilité

Certains couples substrat/vitesse les plus biogènes sont bien représentés mais la granulométrie très grossière limite la note d’habitabilité. L’importance de la proportion relative des ces substrats grossiers, peu favorables à la faune benthique risque par ailleurs de limiter l’attractivité résiduelle de la station, même avec des débits supérieurs.

En revanche la diversité relative de ces couples permet de disposer d’une note de complexité élevée pour cette station.

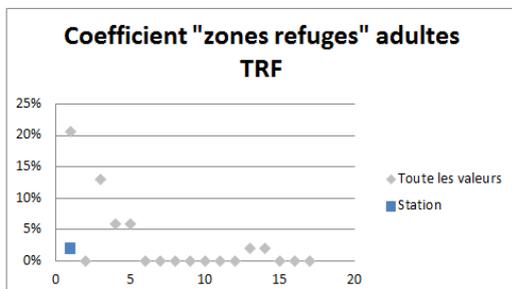
Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourègnes amont

Mourègnes amont		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	2	6	0	0	0
CG	9	0	4	2	0	0
PF	9	6	4	2	0	0
PG	8	6	5	11	0	0
Br	7	0	0	5	3	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	3	3	0	0	0
SF	5	0	0	0	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	0	0	2	0	0
B	3	8	3	17	8	0
D	2	0	0	0	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		15.05 /20			Indice de complexité 3.38	

Le potentiel en zones de reproduction piscicole est comparativement très faible. Cet élément est logique à la vue de la granulométrie très peu favorable car trop grossière pour cette activité.

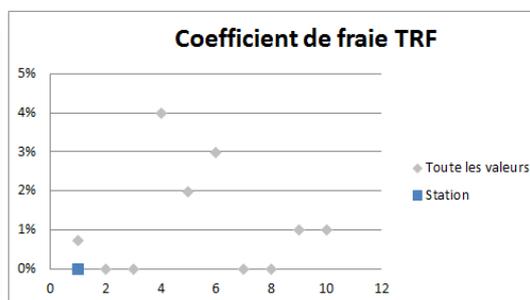
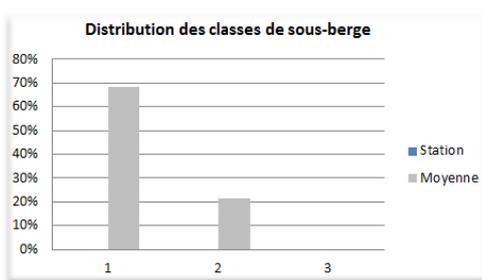
De par la faible présence de zones profondes connectées, l'indice « zones refuges » et la distribution des sous-berges montrent le faible potentiel piscicole de la zone. Même si elle est plus réduite que sur d'autres sites, la fragmentation du milieu n'est pas négligeable et la continuité piscicole semble réduite.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourègnes amont



Cloisonnement

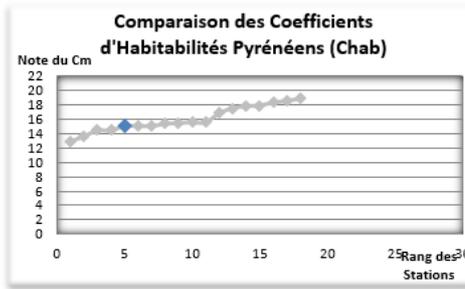
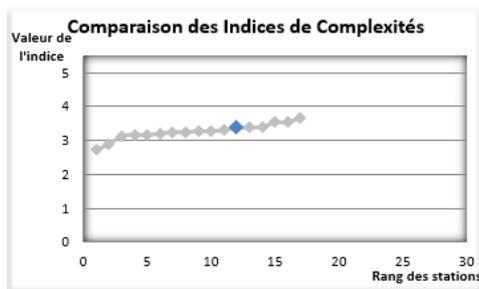
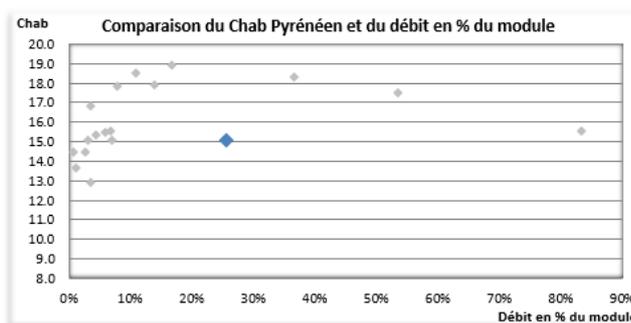
Nombre de chute supérieur à 30 cm	2
Nombre de chute supérieur à 80 cm	2
Hauteur de chute maximum (m)	1.9
Hauteur de chute cumulée (m)	3.1
Nombre de chute / 100 m	3.7



Cette station en amont de la prise d'eau de Mourègnes possède une note Chab très faible en comparaison du pool de sites disponibles et de son débit d'observation en rapport avec son module.

Ceci s'explique très certainement par une granulométrie extrêmement grossière qui confère à la station un caractère biogène résiduel peu favorable malgré la diversité relative des couples substrat/vitesse mais surtout, en dépit de l'augmentation de débit.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourègnes amont



9.7.2 Station en aval immédiat

9.7.2.1 Conditions d’écoulements :

Les prospections et mesures se sont réalisées le 31/07/2013 pour un débit équivalent à 3% du module (11 l/s pour 315 l/s) au droit du site TeauRRENT.

La station présente des pentes extrêmement fortes (43% de moyenne), essentiellement présentes sur les chutes et les escaliers.

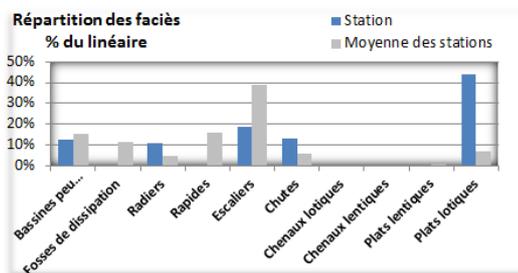
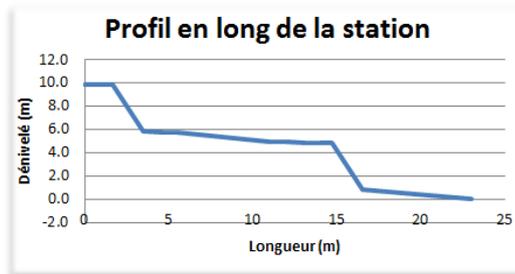
Des plats lotiques, radiers et bassines peu profondes diversifient quelque peu les écoulements mais on note surtout l’absence de faciès profonds.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourègnes Aval immédiat

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	23	Nb faciès / 100 m	52
	Dénivelée de la station (m)	10	Nb chutes pour 100 m	9
	Pente en %	43		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Plat lotique	1	0.4	0.0%	
Radier	0.7	0.3	0.2%	
Plat lotique	1.8	0.6	0.0%	
Escalier	1.2	0.3	8.7%	
Bassine	0.8	0.6	0.0%	
Chute	5.5	1.5	12.3%	0.8
Plat lotique	1	0.4	0.0%	
Escalier	1.2	0.3	8.7%	
Bassine	0.8	0.6	0.0%	
Radier	0.7	0.3	0.2%	
Plat lotique	1.8	0.6	0.0%	
Chute	6.5	1.3	15.8%	0.8

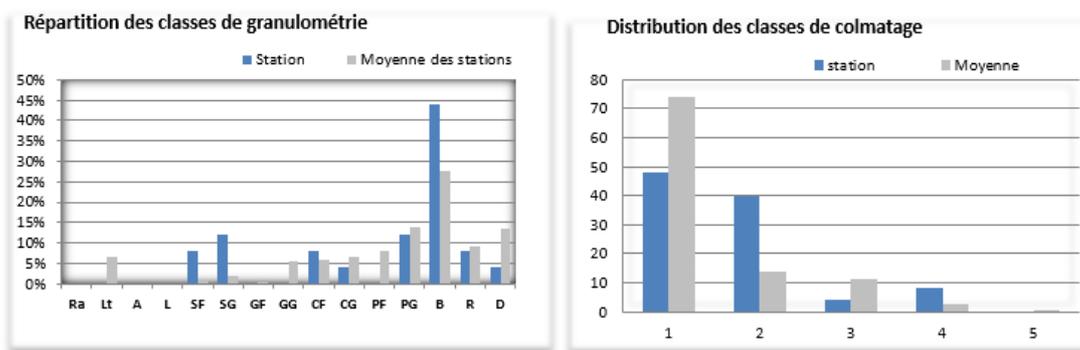


9.7.2.2 Substrats

La granulométrie est majoritairement grossière (Blocs avec quelques rochers, dalles et pierres) mais on observe quelques patches localisés de sables et de cailloux.

Le colmatage est nul à faible avec, toutefois, quelques points qui présente une fraction de fines importante, essentiellement dans les zones marginales des bassines peu profondes.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourègnes Aval immédiat



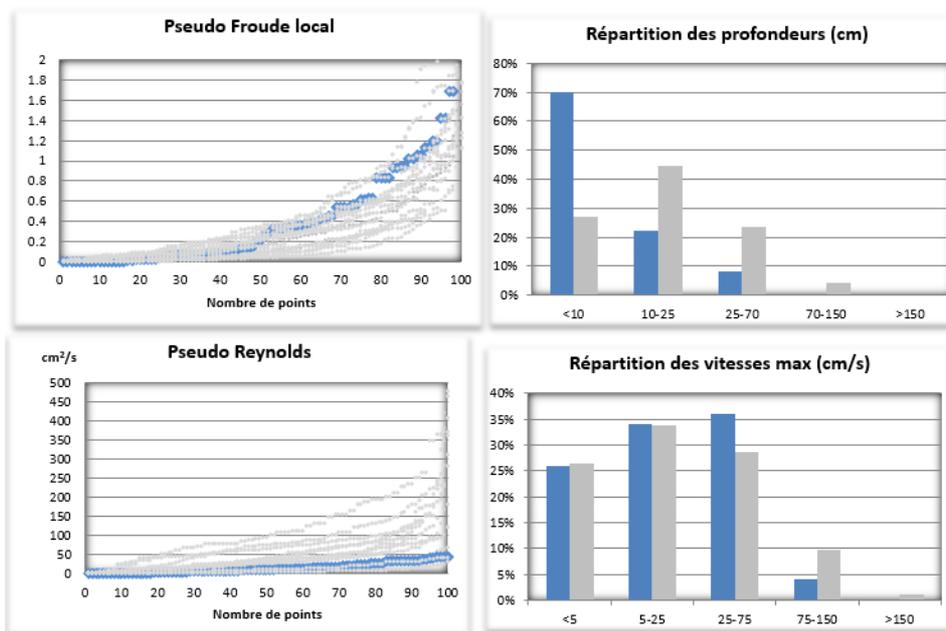
9.7.2.3 Hydraulique

Les valeurs de l'indicateur pseudo-Froude semblent élevées comparativement aux autres sites. Ceci s'explique aisément par la très forte pente retrouvée sur ce secteur.

A l'inverse les valeurs de Reynolds sont faibles car les profondeurs sont principalement réparties dans les classes basses.

Nous sommes ici en présence d'un cours d'eau typique, torrent de montagne avec des vitesses élevées, beaucoup d'écoulements en escalier et assez peu de zones profondes de ralentissement dynamique.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourègnes Aval immédiat



9.7.2.4 Indices d'habitabilité

La distribution des couples substrat/vitesse est bien diversifiée. On note surtout que contrairement à beaucoup de sites précédents, la présence de couples dans les granulométries de cailloux et de sables permet d'atteindre une note de Chab très élevée par rapport à la valeur de débit observée, en regard de son faible ratio au module.

La présence d'un plus grand nombre de couples dans des gammes de vitesses plus favorables (25-75 cm/s) devrait même être encore plus bénéfique à l'augmentation globale de la note, avec des habitats encore plus biogènes.

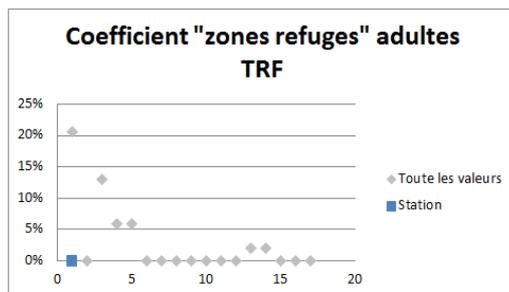
Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourègnes Aval immédiat

Mourègnes aval imm		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	4	0	0	4	0
CG	9	4	0	0	0	0
PF	9	0	0	0	0	0
PG	8	0	12	0	0	0
Br	7	0	6	14	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	4	0	8	0	0
SF	5	0	0	4	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	8	0	0	0	0
B	3	4	10	14	0	0
D	2	0	4	0	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		16.82 /20			Indice de compléxité 3.28	

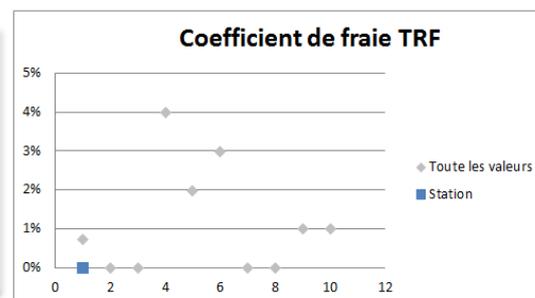
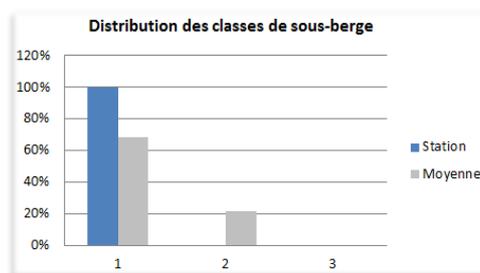
Les indicateurs piscicoles confirment le faible potentiel d'accueil de ce secteur pour ces peuplements avec une absence de zones refuges ou de zones de fraie potentielle.

De même, les sous-berges sont absentes et le fort cloisonnement du milieu réduit encore l'habitabilité pour les poissons.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourègnes Aval immédiat

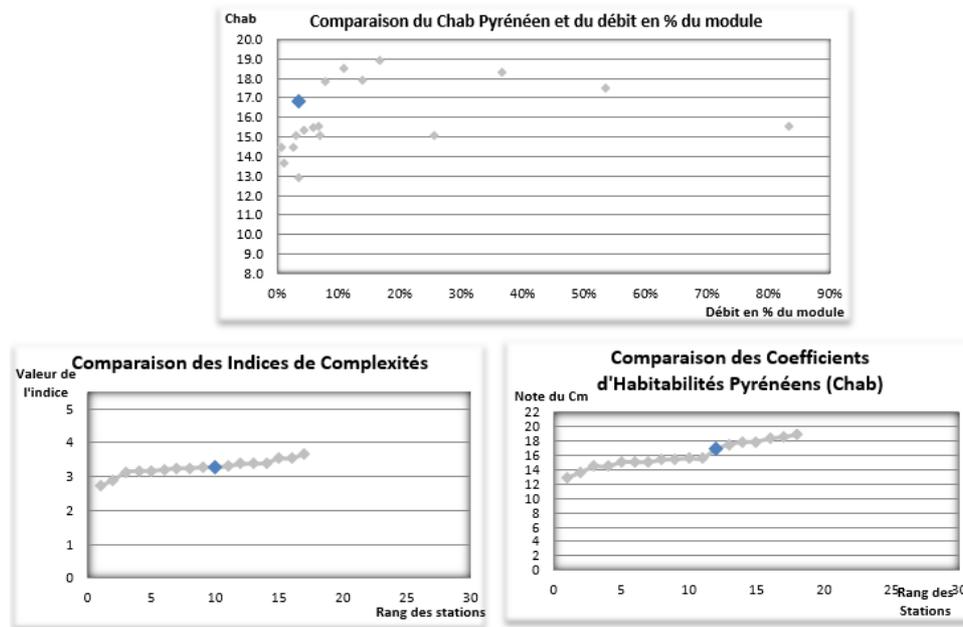


Cloisonnement	
Nombre de chute supérieur à 30 cm	2
Nombre de chute supérieur à 80 cm	2
Hauteur de chute maximum (m)	0.8
Hauteur de chute cumulée (m)	1.7
Nombre de chute / 100 m	8.7



La description stationnelle effectuée précédemment confirme la position intermédiaire de cette station sur les courbes inter-sites.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Mourègnes Aval immédiat



Les faibles débits mesurés ne semblent pas limiter l'habitabilité potentielle pour la macrofaune benthique, certainement grâce à la diversité résiduelle des substrats.

L'augmentation de débit devrait être susceptible d'améliorer les vitesses de courant sur les substrats biogènes, même si la granulométrie dominante est grossière et peu favorable.

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

Dans ce contexte, un débit proche du seuil minimal réglementaire (16 l/s - 1/20^{ème} du module) semble déjà suffisant, les conditions naturelles du cours d'eau, a priori proches de l'optimal, ne justifiant pas un DMB plus élevé pour ce secteur.

9.7.3 Station en aval éloigné

9.7.3.1 Conditions d'écoulements :

Les prospections et mesures se sont réalisées le 31/07/2013 pour un débit équivalent à 3% du module (12 l/s pour 400 l/s) au droit du site TeuRRENT.

La station présente des pentes non-négligeables mais bien moindres qu'immédiatement en aval de la prise d'eau (11% de moyenne), essentiellement présentes sur les chutes et les escaliers.

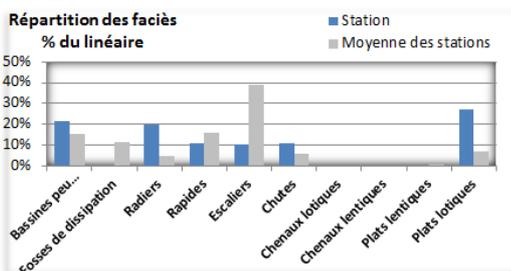
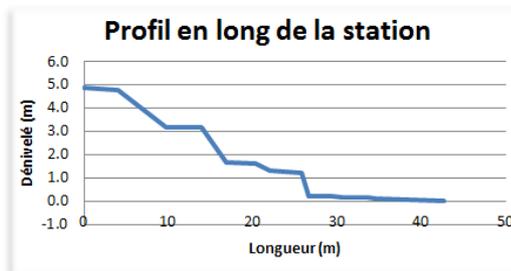
Les faciès lotiques sont ultra-dominants mais on note la présence de quelques bassines peu profondes. On observe, comme pour tous les secteurs de ce ruisseau la faible représentation, voire l'absence totale, des faciès profonds.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourègnes Aval confluence

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	43	Nb faciès / 100 m	33
	Dénivelée de la station (m)	5	Nb chutes pour 100 m	7
	Pente en %	11		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Rapide	4	1.2	2.1%	
Chute	5.8	3	28.7%	1.6
Bassine	2.1	2.3	0.0%	
Plat lotique	2	1.8	0.2%	
Chute	3	4.5	57.7%	1.5
Radier	3.5	1	1.4%	
Escalier	1.6	0.6	21.3%	
Radier	3.8	0.7	2.4%	
Chute	0.8	0.3		1.0
Bassine	2.8	2.5	0.0%	
Escalier	1.2	0.5	3.7%	
Bassine	3	2.8	0.3%	
Escalier	1	0.2	4.4%	
Plat lotique	8	3.2	1.4%	

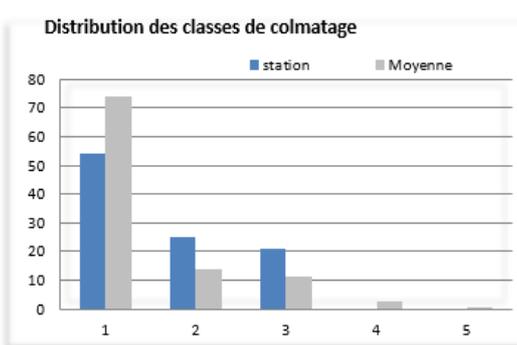
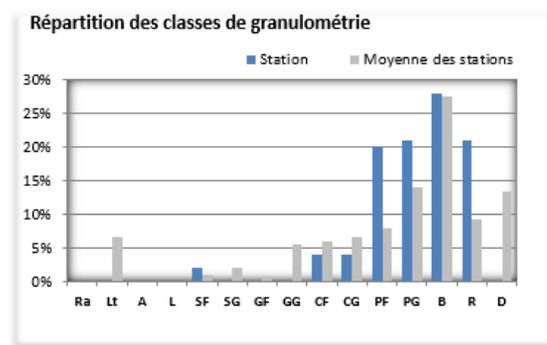


9.7.3.2 Substrats

La granulométrie locale est extrêmement grossière (rochers, blocs et pierres). Quelques patches de fractions potentiellement plus biogènes sont disponibles mais très localement.

Le colmatage par les fines est majoritairement nul mais on peut trouver des zones restreintes avec un colmatage faible/moyen, essentiellement limité aux zones de bordures des faciès lentiques.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourègnes Aval confluence



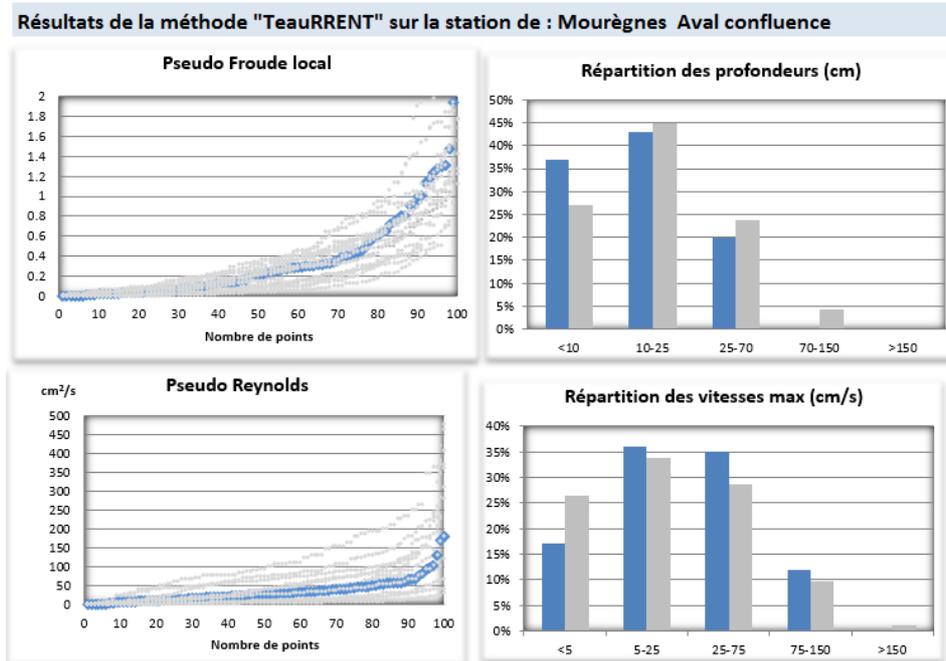
9.7.3.3 Hydraulique

Les pseudos Froude et Reynolds sont dans une gamme moyenne comparée aux autres stations de la zone, et ce malgré le faible ratio au module (3%).

Les écoulements circulent souvent sur la surface même des classes grossières et présentent ainsi des vitesses qui sont limitée mais non nulles.



De même, les profondeurs sont globalement réduites mais ponctuellement, certaines zones présentes des tirants d'eau plus favorables aux différents peuplements (plus de 30% de points supérieurs à 25 cm).



9.7.3.4 Indices d'habitabilité

On observe une bonne diversité relative des couples substrat/vitesse mais les couples les plus biogènes sont assez peu représentés et beaucoup sont identifiés sur des substrats peu favorables pour la faune benthique.

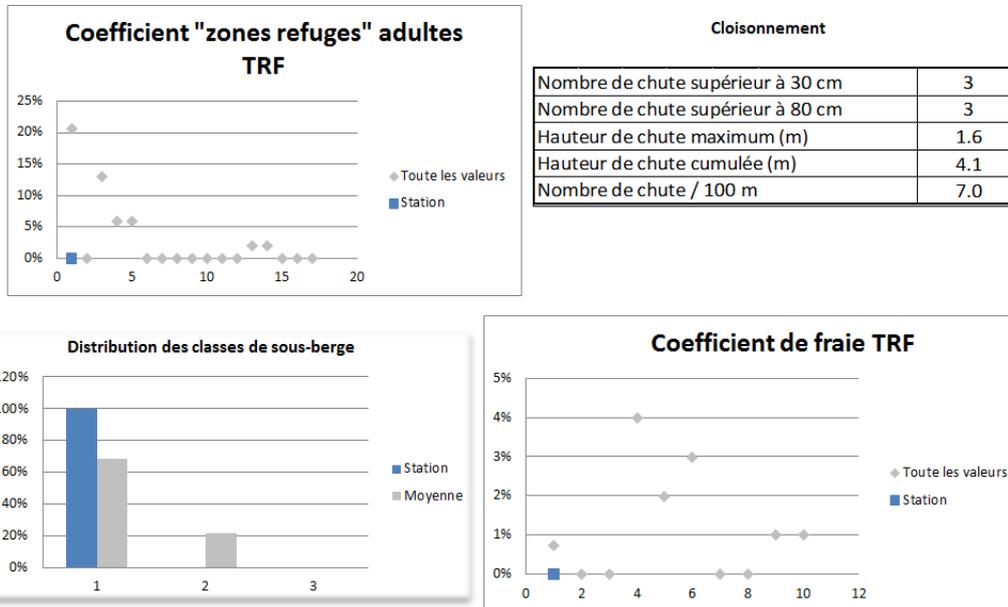
Ceci explique sans doute des valeurs d'indice d'habitabilité dans la moyenne des sites de ce secteur typologique, mais avec un ratio au module relativement faible.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Mourègnes Aval confluence

Mourègnes aval conf		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	1	3	0	0	0
CG	9	0	2	2	0	0
PF	9	4	8	8	0	0
PG	8	4	8	7	2	0
Br	7	0	0	4	2	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	0	0	0	0	0
SF	5	0	2	0	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	5	5	5	4	0
B	3	1	8	11	4	0
D	2	0	0	0	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		15.05 /20			Indice de compléxité 3.25	

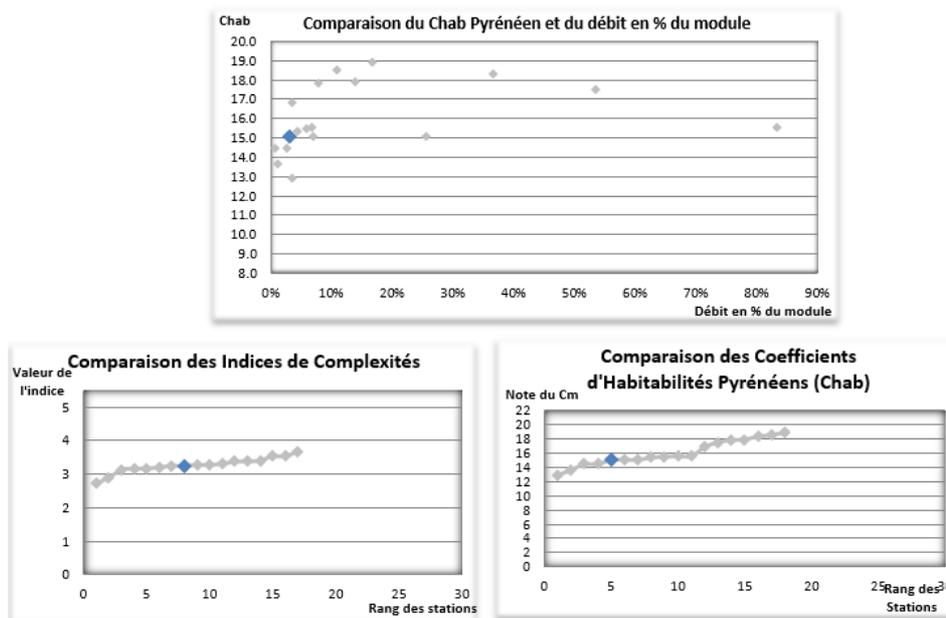
Concernant les indicateurs plus spécifiquement piscicoles, comme pour les autres sites de ce ruisseau, le potentiel est quasiment absent que cela soit vis-à-vis des zones refuges, des zones de reproduction potentielle, des sou-berges ou du fort cloisonnement des mosaïques d’habitat.

Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Mourègnes Aval confluence



La comparason inter-sites des indicateurs d’habitabilité confirme l’analyse préalable avec toutefois, pour ce secteur, une situation légèrement plus basse de ce site pour les indices de complexité ou d’habitabilité malgré un ratio au module équivalent lors des mesures.

Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Mourègnes Aval confluence



Les faibles débits mesurés ne semblent toutefois pas limiter l’habitabilité potentielle pour la macrofaune benthique et ce, malgré la présence majoritaire des substrats

grossiers. Cette limite tient a priori plutôt aux vitesses observées qui pourraient se rapprocher des classes biogènes, moyennant une légère augmentation de débit

Par la suite, en revanche, la granulométrie grossière peu biogène et les différents facteurs de cloisonnement risquent d'être un facteur limitant pour l'habitabilité globale du secteur.

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

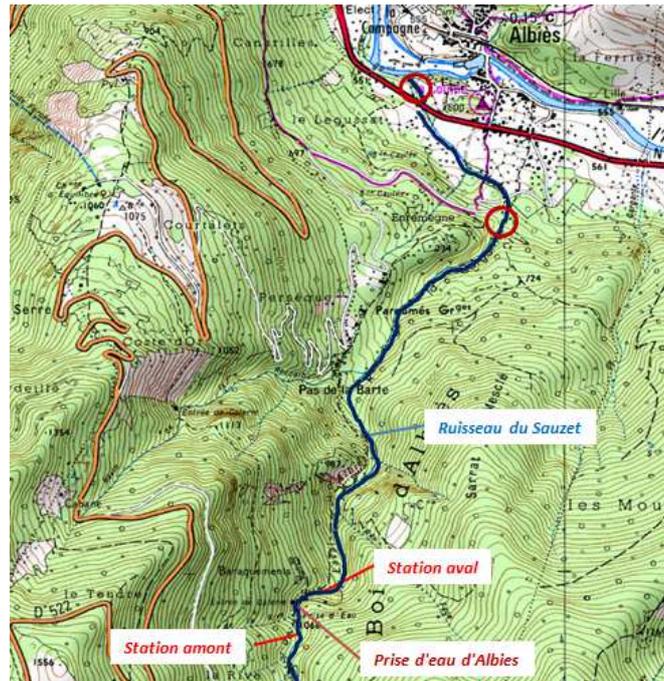
Dans ce contexte, et en toute logique avec les préconisations effectuées pour l'aval immédiat de la prise d'eau, un débit minimum biologique de 20 l/s (1/20^{ème} du module) semble suffisant, les conditions étant déjà satisfaisantes aux débits de mesure bas et en estimant, à la vue des conditions naturelles du cours d'eau, qu'une valeur supplémentaire de débit ne permettrait pas une augmentation notable.

En appliquant une homothétie avec le rapport des modules Prise d'eau (290 l/s) / Station DMB (400 l/s), le débit biologique théorique proposé au droit de la prise d'eau est donc de 15 l/s.

9.8 PRISE D’EAU D’ALBIÈS SUR LE SAUZET

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 est prospectable et relativement comparable à l’aval de cette même prise d’eau. Dans un objectif d’auto-calibration, nous avons donc réalisé des mesures sur un site TeauRRENT en amont de la prise d’eau mais également sur un site en aval.



9.8.1 Station Albiès amont

9.8.1.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 30/07/2013 pour un débit équivalent à 14% du module (35 l/s pour 250 l/s) au droit du site TeauRRENT.

Les éléments d’analyse des écoulements montrent que ce secteur présente des alternances classiques de torrent de montagne avec des escaliers/rapides/chutes suivies régulièrement de bassines, zones de ralentissement dynamique avec peu de profondeur. Les pentes stationnelles sont donc globalement fortes (26% de moyenne).

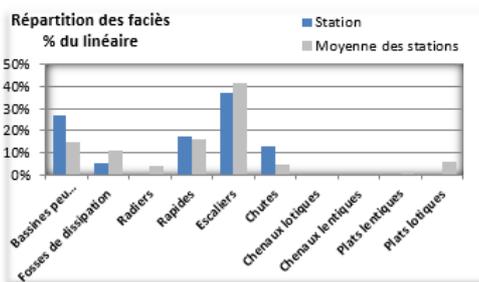
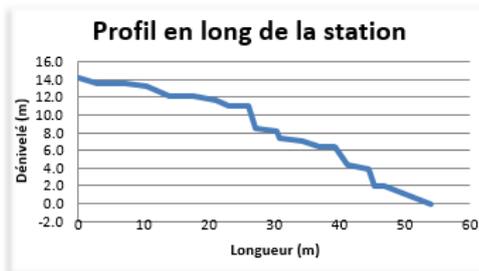
On note, comme pour beaucoup de sites, un grand nombre de chutes sur le site qui limitent considérablement la continuité écologique et particulièrement piscicole.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Albiès amont

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	54	Nb faciès / 100 m	35
	Dénivelée de la station (m)	14	Nb chutes pour 100 m	7
	Pente en %	26		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Escalier	2.8	0.5	23.1%	
Bassine	4.4	1.2	0.3%	
Rapide	3.3	3	9.1%	
Escalier	3.4	3.4	32.5%	
Bassine	3.8	2.6	0.0%	
Rapide	3.3	3.4	14.1%	
Escalier	2	1.4	32.5%	
Fosse de dissipat	3.1	1.9	0.5%	
Chute	1	3		2.5
Rapide	3.3	2.5	12.8%	
Chute	0.5	4		0.8
Bassine	3.3	2.7	8.7%	
Escalier	2.6	1.3	23.1%	
Bassine	2.4	2.6	0.3%	
Chute	2	1.7	#####	2
Escalier	3.2	1.4	15.8%	
Chute	1	2.5		2
Bassine	1.5	2.5	0.0%	
Escalier	7	2.4	28.7%	

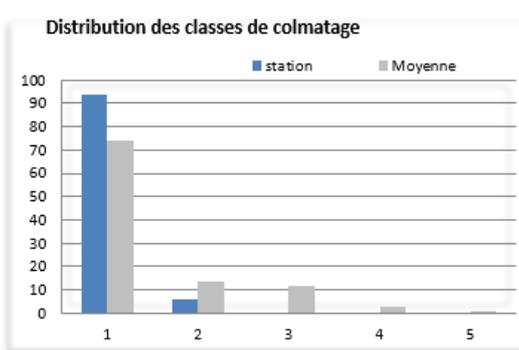
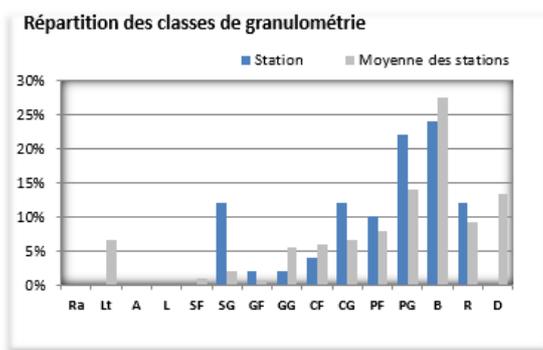


9.8.1.2 Substrats

La granulométrie est essentiellement grossière avec une prédominance des rochers, des blocs et des pierres. Quelques patches localisés de sables et de cailloux permettent une certaine diversification, en comparaison avec certains sites analysés.

Le colmatage est globalement nul.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Albiès amont

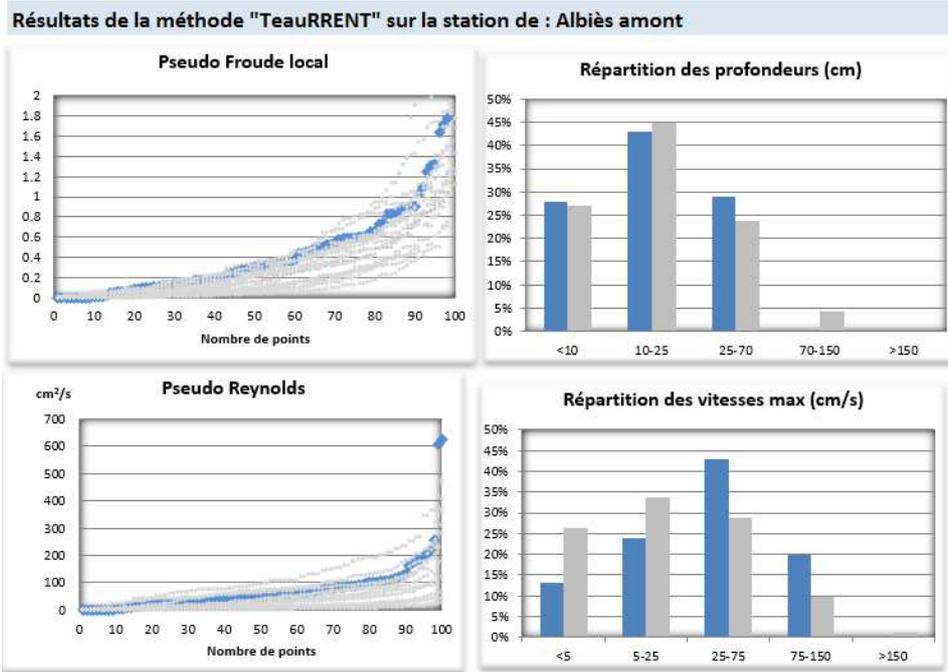


9.8.1.3 Hydraulique

Les indicateurs hydrauliques utilisés dans cette étude montrent des valeurs fortes pour ce site, principalement par les fortes pentes qui permettent une mise en vitesse assez élevée.

De même, malgré des profondeurs globalement faibles, les fosses de dissipation et quelques bassines permettent de disposer de secteur avec des tirants d’eau plus importants.





9.8.1.4 Indices d’habitabilité

Les couples substrat/vitesse, même s’ils sont peu diversifiés, se situent tout de même dans les valeurs les plus biogènes.

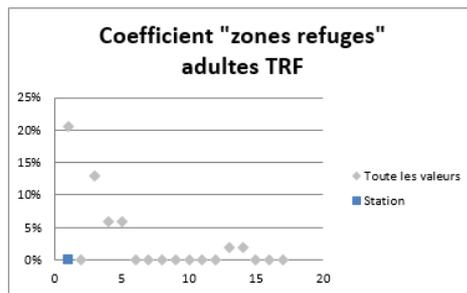
Ainsi, ce site bénéficie d’une très bonne note de son coefficient d’habitabilité, son indice de complexité restant modeste mais dans une gamme moyenne, au regard des autres sites.

Résultats de la méthode "TeaURRENT" sur la station de : Albiès amont

Albiès amont		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	0	0	4	0	0
CG	9	0	2	10	0	0
PF	9	0	3	7	0	0
PG	8	5	6	9	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	2	0	0	0
GF	6	2	0	0	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	6	4	2	0	0
SF	5	0	0	0	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	0	2	6	4	0
B	3	0	2	8	14	0
D	2	0	0	0	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		17.89 /20			Indice de complexité 3.17	

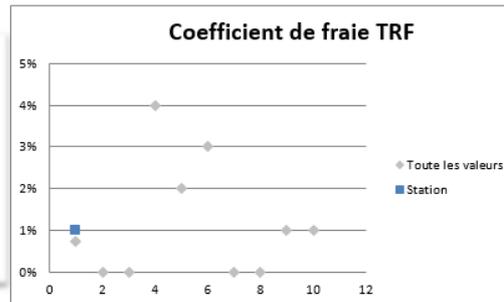
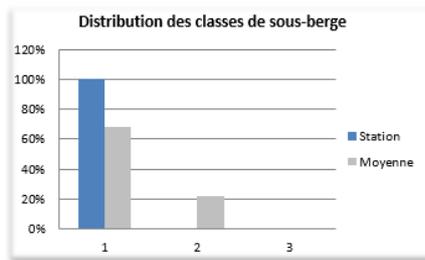
Les indicateurs plus spécifiquement piscicoles confirment la très faible habitabilité locale pour ces peuplements avec des zones refuges absentes, des sous-berges inexistantes, un cloisonnement excessif et très très peu de zones potentiellement favorables à leur reproduction.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Albiès amont



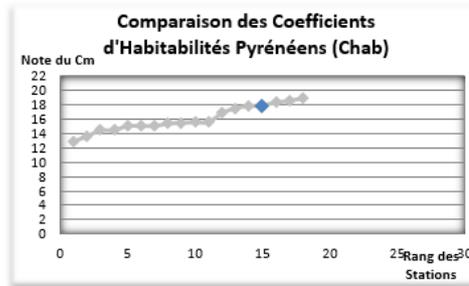
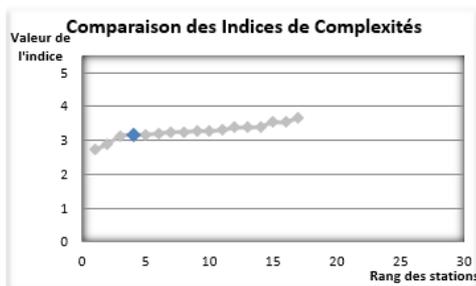
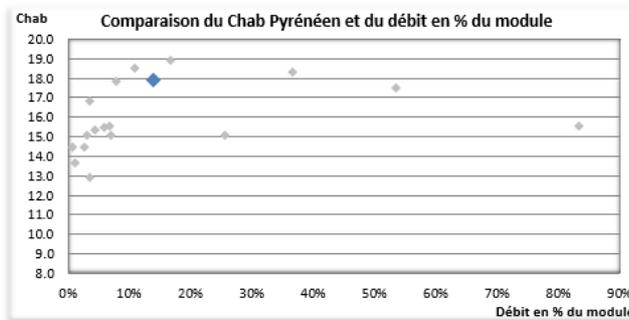
Cloisonnement

Nombre de chute supérieur à 30 cm	4
Nombre de chute supérieur à 80 cm	4
Hauteur de chute maximum (m)	2.5
Hauteur de chute cumulée (m)	7.3
Nombre de chute / 100 m	7.4



Cette station dispose d’une relativement bonne note de Chab comparativement au pool de sites disponibles. Ceci s’explique très certainement par une bonne valeur de débit d’observation et par la présence de couples substrat/vitesse assez biogènes.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Albiès amont



9.8.2 Station Albiès aval

9.8.2.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 30/07/2013 pour un débit équivalent à 7% du module (19 l/s pour 280 l/s) au droit du site TeauRRENT.

Les conditions d’écoulement sont très similaires quantitativement, comme l’indiquait la sectorisation morphodynamique, à celles du site en amont de la prise d’eau. La comparaison des différents indicateurs TeauRRENT n’est que plus pertinente.

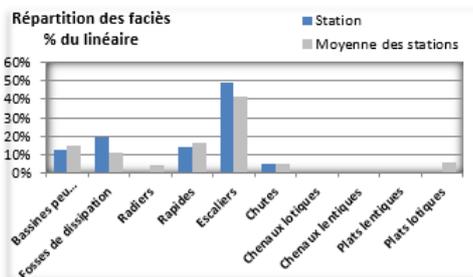
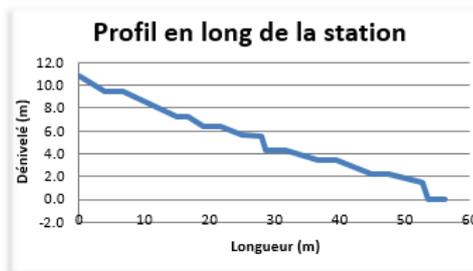
On note une succession régulière de faciès en escaliers et de bassines peu profondes sur la portion amont. Sur la deuxième moitié, l’aval des chutes est plutôt suivi de fosses un peu plus profondes et la continuité est plus limitée.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Albiès aval immédiat

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	56	Nb faciès / 100 m	30
	Dénivelée de la station (m)	11	Nb chutes pour 100 m	4
	Pente en %	19		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Escalier	3.9	2.21	34.4%	
Bassine	2.9	1.75	2.1%	
Escalier	8.2	1.6	28.7%	
Bassine	1.8	1.2	0.0%	
Escalier	2.4	1	38.4%	
Bassine	2.6	2.4	0.0%	
Escalier	3.2	1.5	21.3%	
Rapide	2.9	1.3	4.5%	
Chute	0.8	0.3		1.2
Fosse de dissipat	3	2.6	0.0%	
Escalier	4.9	2.3	19.4%	
Fosse de dissipat	2.9	2.8	0.0%	
Escalier	5.3	1.2	23.1%	
Fosse de dissipat	2.6	2	0.0%	
Rapide	5.2	3.6	14.1%	
Chute	1	2.3		1.5
Fosse de dissipat	2.5	2	0.0%	

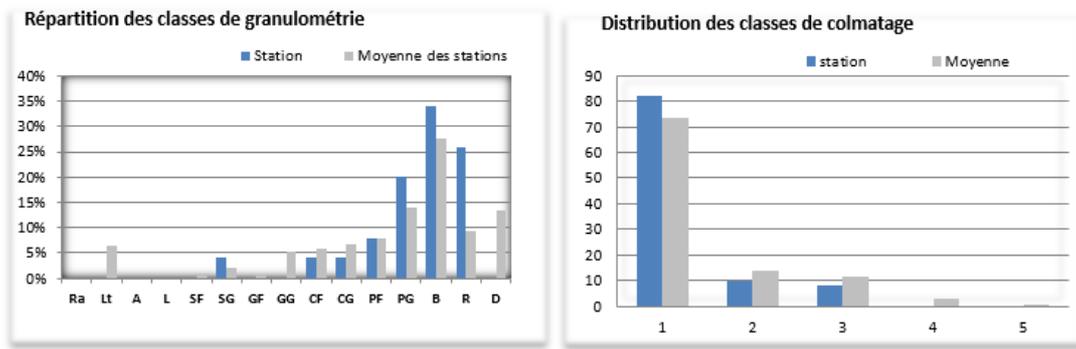


9.8.2.2 Substrats

La granulométrie est également comparable à celle observée sur le site amont avec des classes grossières (rochers, blocs et pierres) dominantes.

Quelques zones de fractions intermédiaires sont également observées localement mais le sable s’y trouve en plus petite quantité qu’en amont de la prise d’eau. Le colmatage est là aussi nul ou faible.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Albiès aval immédiat

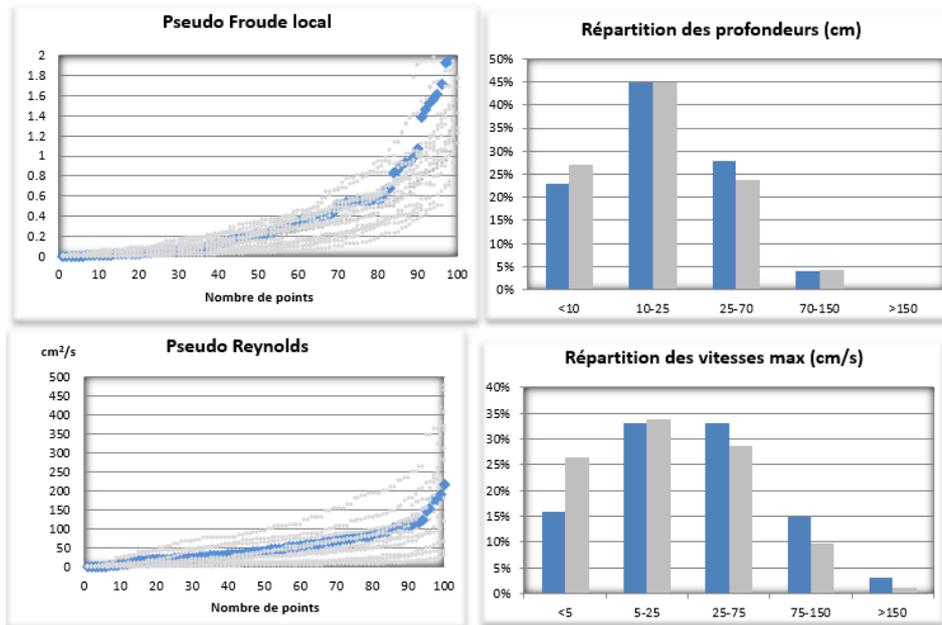


9.8.2.3 Hydraulique

Les indicateurs hydrauliques sont cohérents, d’autant plus si on les compare à ceux du site amont : les valeurs de Froude se situent dans la moyenne haute du pool analysé mais, tout comme pour la répartition des classes de vitesse, elles sont légèrement inférieures à celles mesurées sur le site en hydrologie naturelle.

De même, les distributions des profondeurs sont comparables. En effet, la profondeur varie peu avec le débit dans les zones de dissipation énergétique (bassines ou fosses) mais également sur les écoulements sur rochers/blocs dans les faciès les plus lotiques et torrentiels.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Albiès aval immédiat



9.8.2.4 Indices d’habitabilité

Le tableau d’identification des couples substrat/vitesse au débit d’observation présente une forte diversification des blocs disponibles, confirmée par un indice de complexité relativement élevé, paradoxalement plus fort que sur le site amont, malgré la moindre présence de patches de granulométrie faible à intermédiaire.

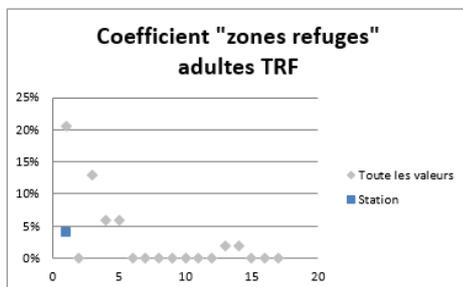
La note d’habitabilité est correcte, conforme aux autres éléments d’analyse.

Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Albiès aval immédiat

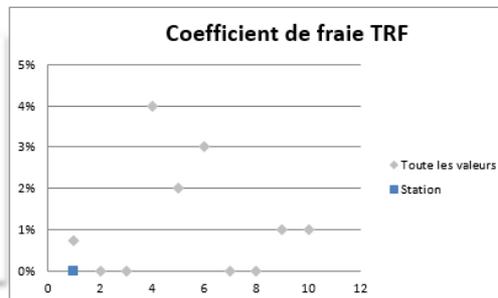
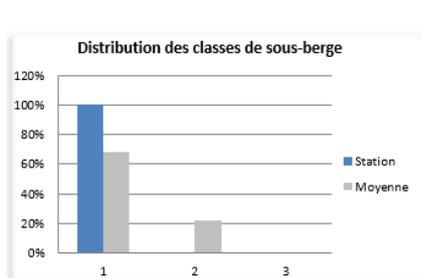
Albiès aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	2	2	0	0	0
CG	9	0	0	2	2	0
PF	9	2	2	4	0	0
PG	8	0	12	6	2	0
Br	7	0	0	2	6	0
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	0	0	0	0	0
GF	6	0	0	0	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	4	0	0	0	0
SF	5	0	0	0	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	1	12	7	2	0
B	3	7	5	12	2	4
D	2	0	0	0	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		15.58 /20			Indice de compléxité 3.38	

Les indicateurs ciblés sur les poissons précisent, comme ils l'ont fait sur de nombreux sites étudiés dans le cadre de TeauRENT, une très faible habitabilité pour ces peuplements, qui ne pourrait être améliorée via une augmentation de débit (trop forte fragmentation naturelle des habitats, peu de zones favorables spécifiques...).

Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Albiès aval immédiat

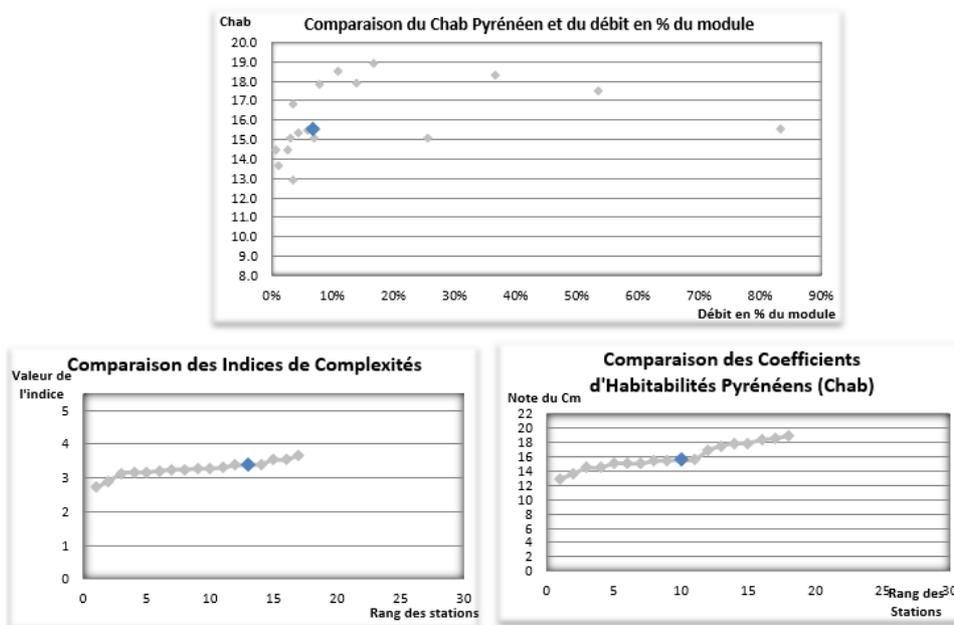


Cloisonnement	
Nombre de chute supérieur à 30 cm	2
Nombre de chute supérieur à 80 cm	2
Hauteur de chute maximum (m)	1.5
Hauteur de chute cumulée (m)	2.7
Nombre de chute / 100 m	3.6



La note d'habitabilité est assez bonne malgré la forte proportion de granulométrie grossière qui apparaît assez peu biogène.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Albiès aval immédiat



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

Au regard de l’ensemble des éléments, la préconisation du 1/15^{ème} du module (19 l/s – seuil critique méthodologique) semble pertinente comme valeur de débit biologique théorique afin de minimiser le risque de dégradation sur le milieu aquatique.

9.9 PRISE D’EAU DE RIÈTE SUR L’ASTON

Sur cette portion de l’Aston, influencée par la barrage de Riète, les différents éléments de contextualisation nous ont permis de valider la possibilité et la pertinence de l’application de la méthode normalisée « EVHA » sur deux sites différents.

Un site a été implanté immédiatement à l’aval du barrage et l’autre, en aval plus éloigné, à la fois en raison d’une distinction morphodynamique entre les deux secteurs mais également pour des raisons hydrologiques, de par les apports intermédiaires conséquents mais également de par les affluents influencés par d’autres prises d’eau qui pourront être pris en compte par la suite dans les futures modalités de gestion proposées.

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’Aston en aval de Riète¹⁷. Seuls quelques Vairons sont pêchés en aval immédiat du barrage mais ils proviennent directement de la retenue.

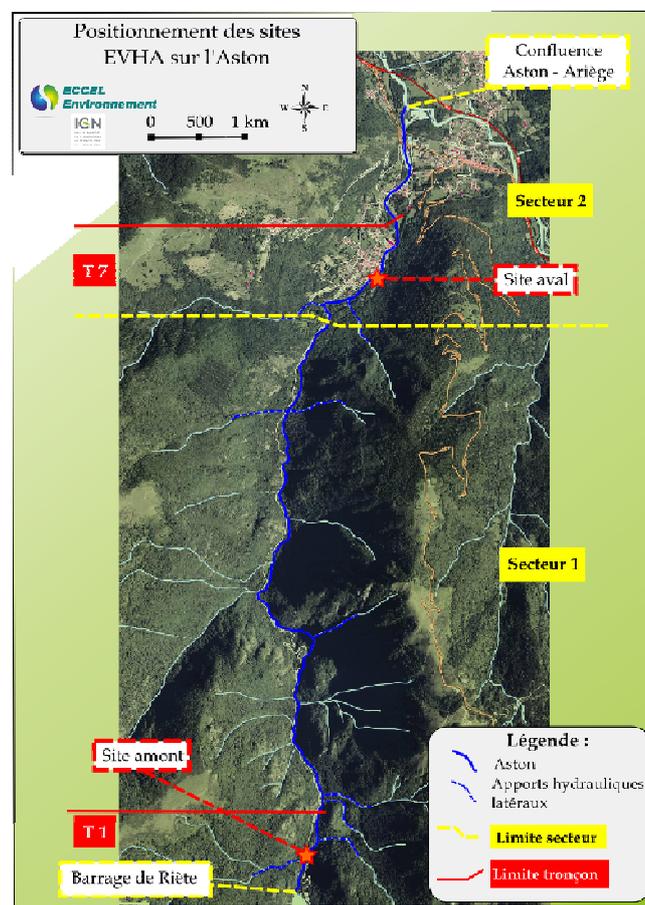


Figure 97 – Positionnement des sites d’analyse EVHA sur l’Aston

¹⁷ Opération de chasse du barrage de Riète – Suivi des volets physique et biologique – Campagne annuelle ; Rapport d’étude annuel ECCEL Environnement pour EDF GEH Aude/ Ariège

9.9.1 Résultats bruts d’analyse pour le site amont

9.9.1.1 Présentation du site d’étude

9.9.1.1.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

La station mesure près de 60 mètres de longueur pour une largeur moyenne de 6 m au débit de mesure (215 l/s le 26/08/2013). La limite aval de la station doit se trouver impérativement en amont du pont de Coudènes 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 donc un peu juste par rapport aux conseils méthodologiques mais sa représentativité est toutefois assurée grâce à la très forte diversité des successions d’écoulements. De par les écoulements turbulents, la distinction entre les faciès s’est parfois faite plus sur des considérations de conformation latérale des écoulements que sur une dichotomie longitudinale.

La Figure 98 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).

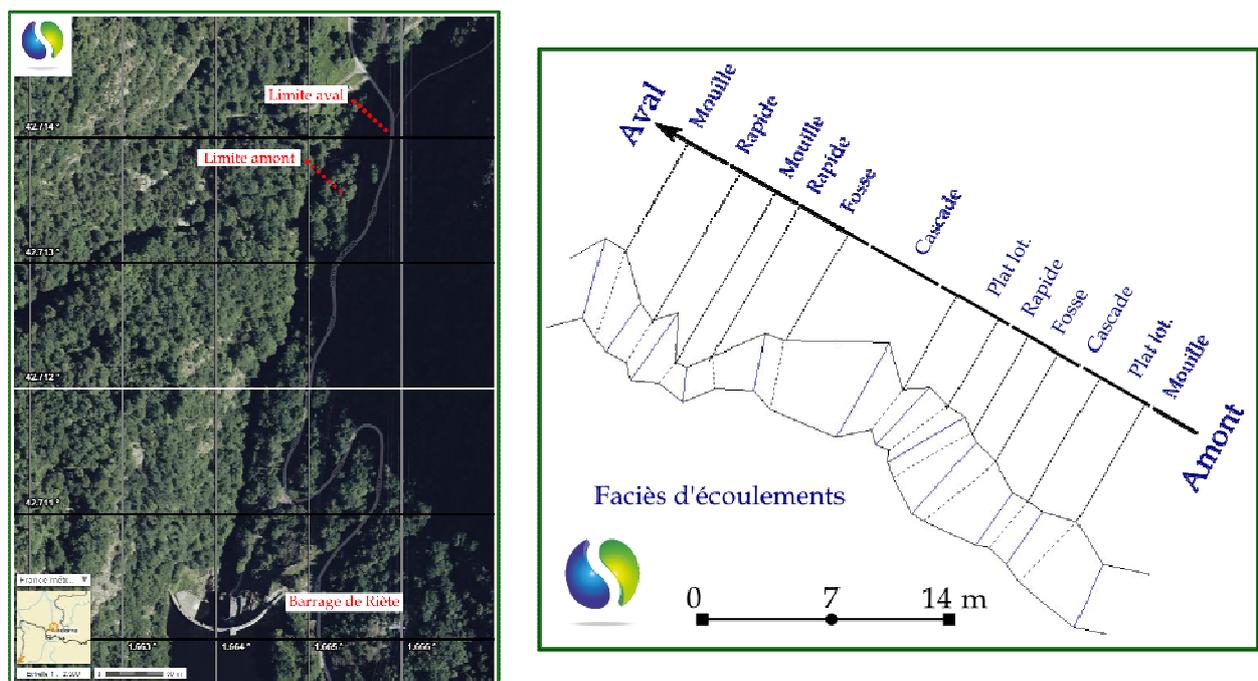


Figure 98 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Aston Amont

La pente, proche de 50‰, est très forte et en limite de la gamme de modélisation acceptée par EVHA (Figure 99). 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 basse, ne sont pas extrapolables.

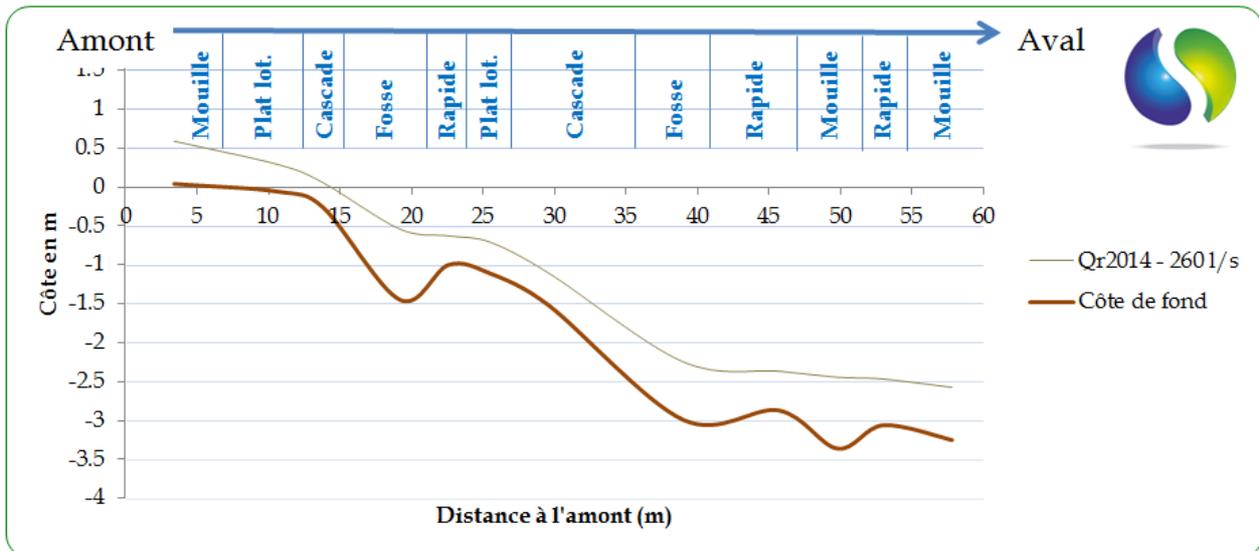


Figure 99 – Evolution globale de la ligne d'eau et des profondeurs à bas débit sur la station Aston Amont

La granulométrie est assez peu diversifiée avec une large domination des fractions grossières (blocs et rochers). On note la présence ponctuelle de patches de pierres et de quelques affleurements de dalles dans les zones torrentielles à vitesses extrêmes. Les zones « Argiles-Terre » correspondent essentiellement aux bordures latérales exondées dans la gamme des débits courants.

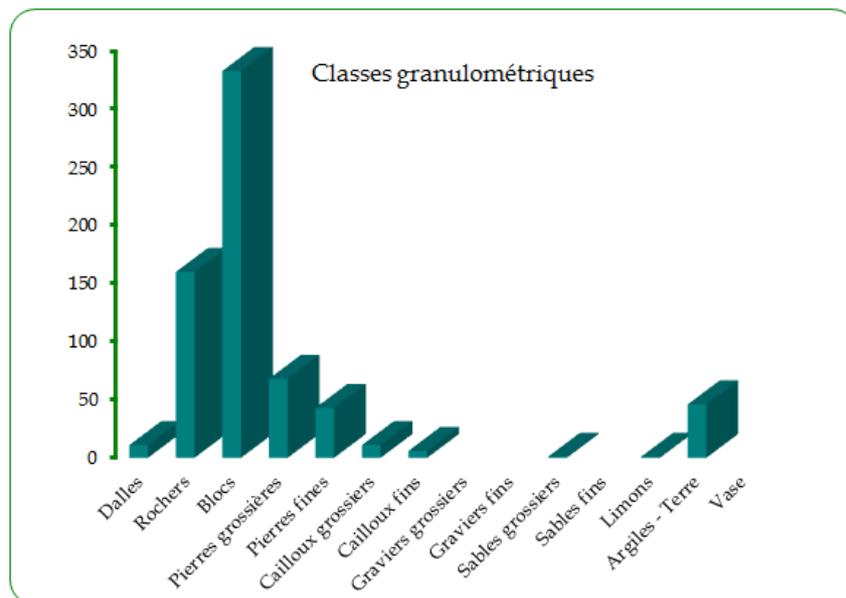


Figure 100 – Occurrence granulométrique sur la station Aston Amont

La végétation arborée est dense et en bon état mais les caractéristiques « pseudo-torrentielles » de l'Aston 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 arbustive occupe ainsi les îlots perchés au sein du lit mineur (Figure 101).

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.

Les parties amont et aval de la station sont légèrement moins pentues et permettent un étalement relatif de la lame d'eau alors que sur la portion intermédiaire, l'encaissement plus important des thalwegs et l'augmentation de la pente du lit accroît les vitesses mais réduit l'étalement du cours d'eau.

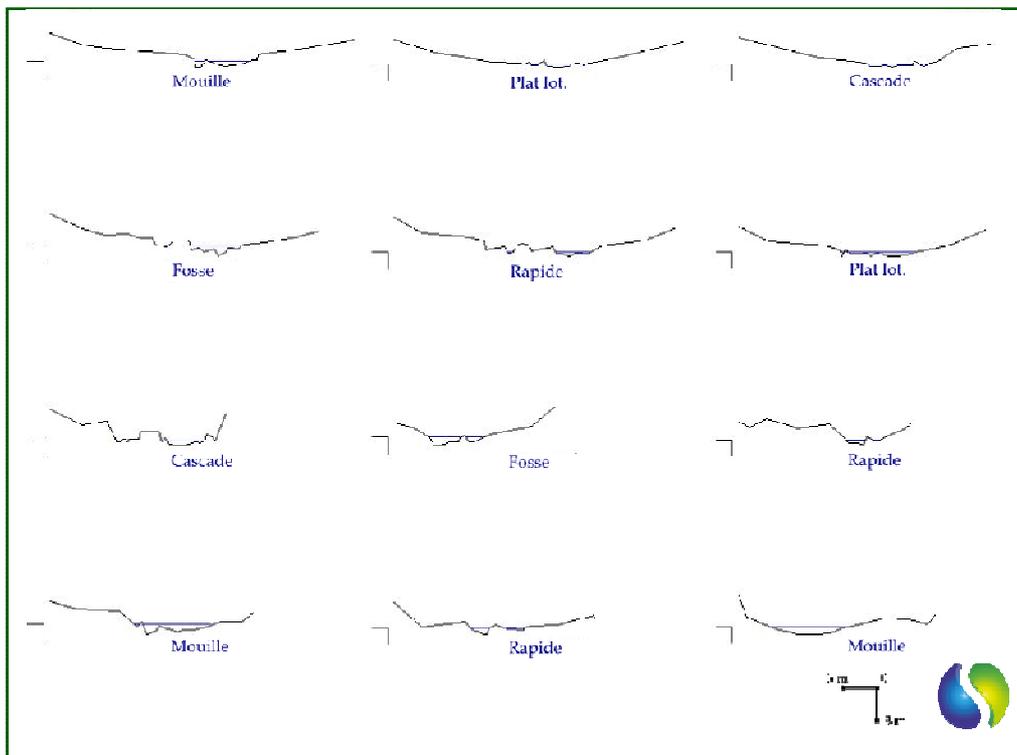


Figure 101 – Vue aval des profils en travers et ligne d'eau des différents faciès observés au débit de mesure (de l'amt vers l'avl : de G à D et de H en B) sur la station Aston Amont



Zone amont la moins pentue (mouille & lotiques)



Granulométrie extrêmement grossière dans les zones torrentielles



Approfondissements en aval des rapides



Zone aval avec pont de Coudènes

9.9.1.1.2 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 200 l/s et 3 m³/s, pour bien identifier la diversité des écoulements car l'extrapolation aux débits inférieurs à 200 l/s, en dehors des courbes d'habitats, nécessitait trop d'ajustement avec une incertitude beaucoup trop forte.

RIEAMT

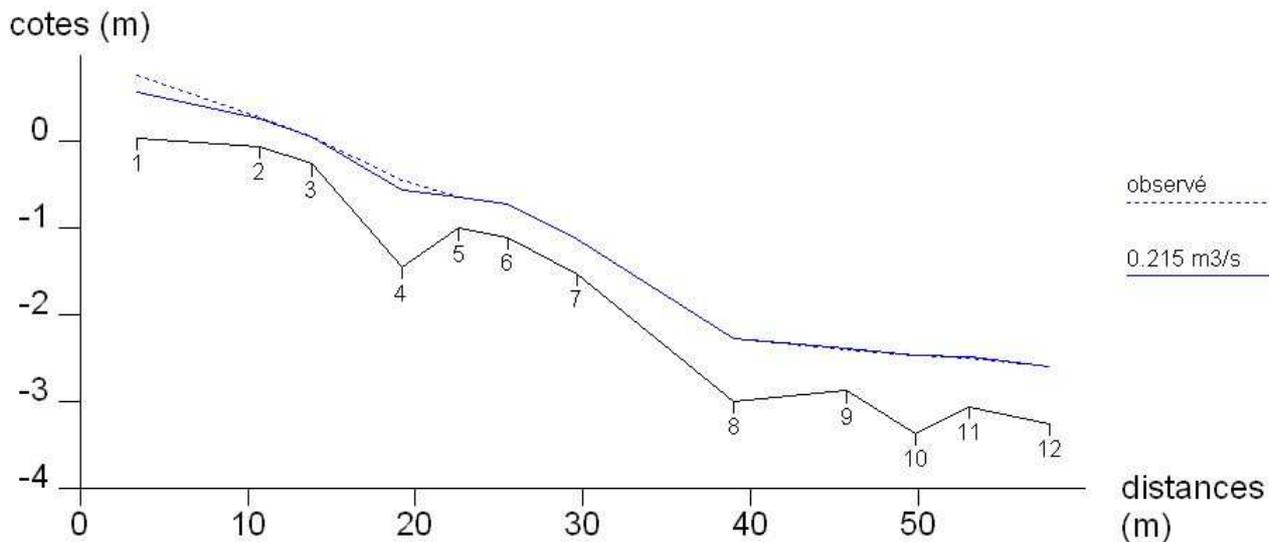


Figure 102 - Résultat du calage hydraulique pour la station Aston Amont

9.9.1.1.2.1 Surface en eau

La Figure 103 nous présente des bénéfices essentiellement « horizontaux » (50% de gains surfaciques) jusqu'à 1 m³/s environ puis plutôt « 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 intermédiaire, 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, essentiellement jusqu'à $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

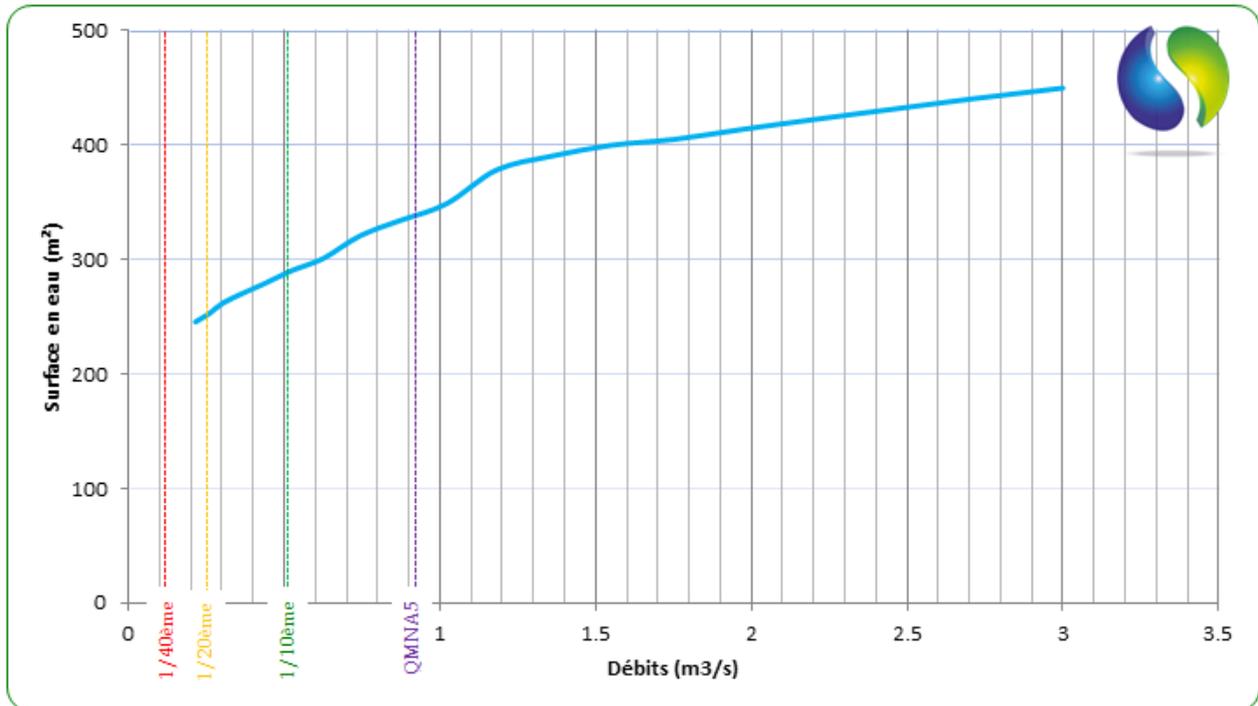


Figure 103 – Evolution de la surface en eau de la station Aston Amont avec l'augmentation des débits modélisés

La conformation du lit mineur permet un élargissement initial du lit mouillé maximal jusqu'à $1 \text{ m}^3/\text{s}$ puis une croissance plus axée vers les hauteurs d'eau moyennes au-delà (Figure 104).

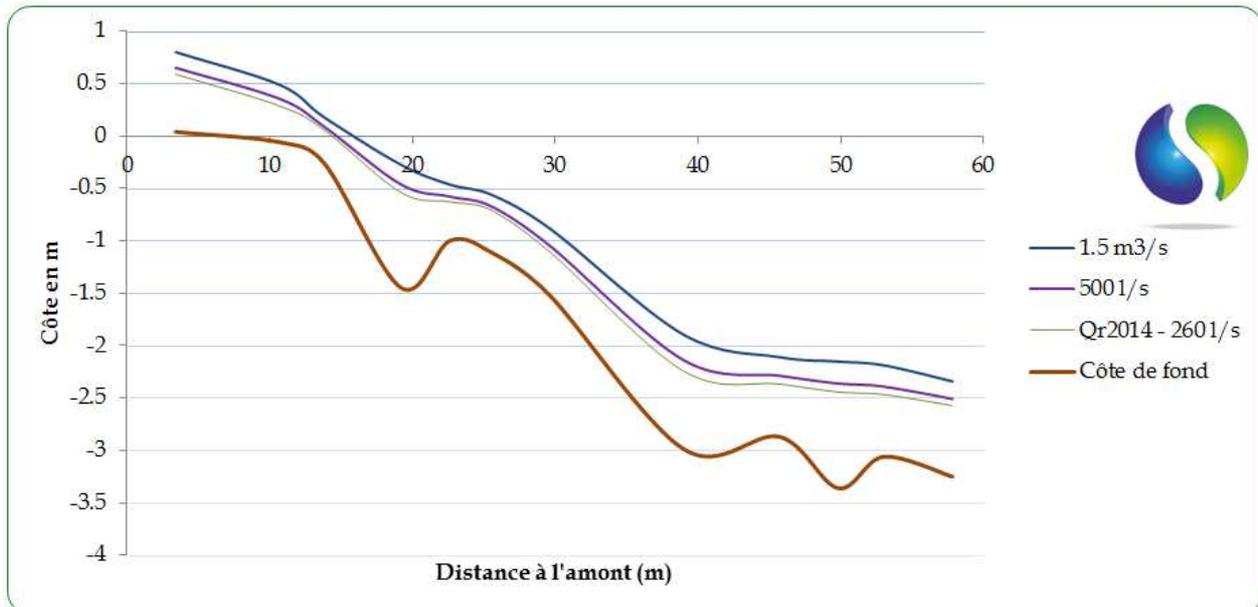


Figure 104 – Evolution de la ligne d'eau et des profondeurs à 3 débits modélisés sur la station Aston Amont (N.B. modélisation impossible de la ligne d'eau en dessous de 200 l/s : trop de pente, de chutes et granulométrie très grossière)

9.9.1.1.2.2 Variation des vitesses

La Figure 105 montre l'évolution des vitesses entre quatre débits grâce à une vue en plan de l'ensemble du lit.

En premier lieu, même à des débits relativement bas (230 l/s), les portions lotiques sont bien réparties sur l'ensemble du site, confirmant ainsi son caractère torrentiel dominant.

A des débits très supérieurs (1.5 m³/s), On note particulièrement la mise en vitesse des portions directement contiguës au chenal central déjà lotiques mais de nombreuses zones restent encore avec des vitesses faibles, particulièrement les zones profondes refuges.

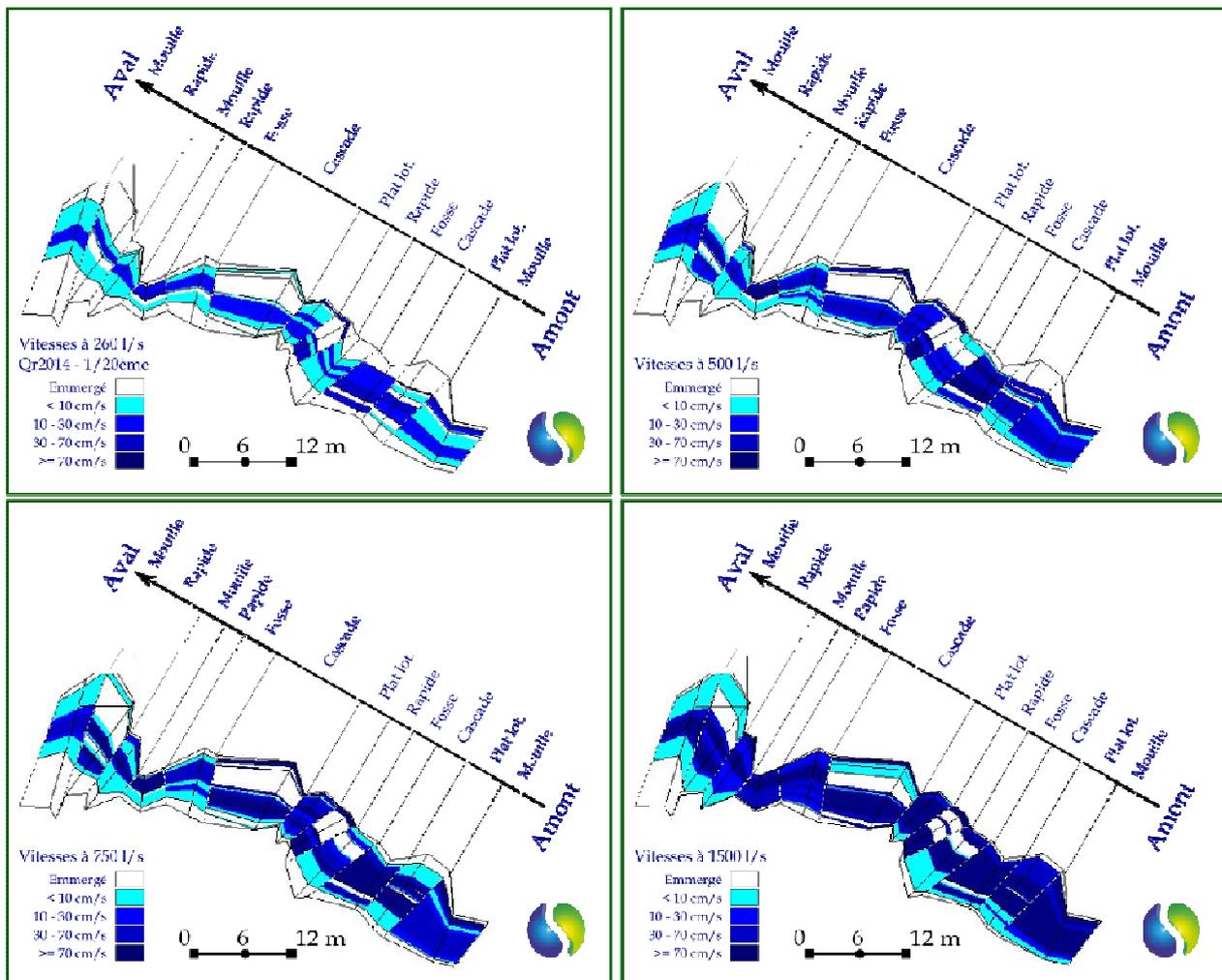


Figure 105 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Aston Amont à 4 débits modélisés (1/20^{ème} du module, 500 l/s, 750 l/s et 1.5 m³/s)

9.9.1.1.2.3 Variations des profondeurs

La Figure 106 montre l’évolution des profondeurs entre ces deux débits grâce à une vue en plan de l’ensemble du lit.

Comme pour les vitesses, même à des débits très bas de l’ordre du 20^{ème} du module, des cellules dont la profondeur est déjà conséquente sont présentes tout au long de la station. Bien évidemment, les plages latérales présentent des profondeurs restreintes sur cette gamme mais le chenal principal présente assez peu de risque quant à une fragmentation longitudinale potentielle, y compris dans les portions torrentielles.

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 rapidement mises en eau, avec, de surcroît, des hauteurs de lame d’eau efficaces pour tous les stades ou activités de la Truite.

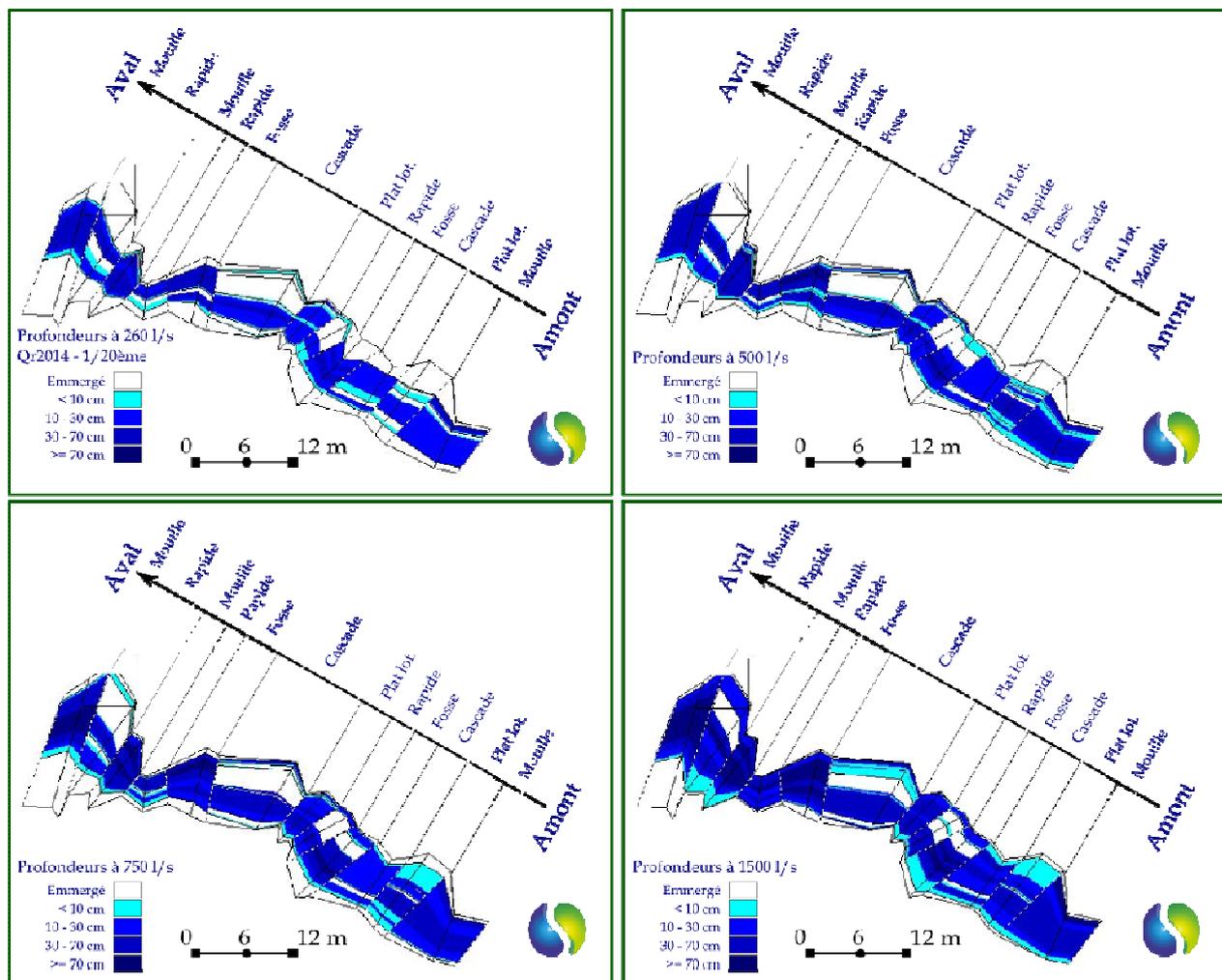


Figure 106 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Aston Amont à 4 débits modélisés (1/20^{ème}, 10^{ème} du module, 750 l/s et 1.5 m³/s)

Comme cela avait été réalisé pour la station en aval de la prise d’eau de Mérens sur l’Ariège (cf. Chapitre 9.1.1.1.2.3), la Figure 107 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 minimal figuré de 260 l/s, la profondeur de la veine principale sur ce transect est déjà de 25 cm, garantissant le déplacement des poissons, y compris des grands individus. Dès le 1/10^{ème} du module (~500 l/s), les profondeurs sont supérieures à 30 cm, minimisant ainsi le risque de discontinuité biologique sur ce secteur, quelle que soit le stade piscicole. Il convient toutefois de tenir compte de la forte fragmentation du milieu avec la succession fréquente d'obstacles naturels sur ce secteur.

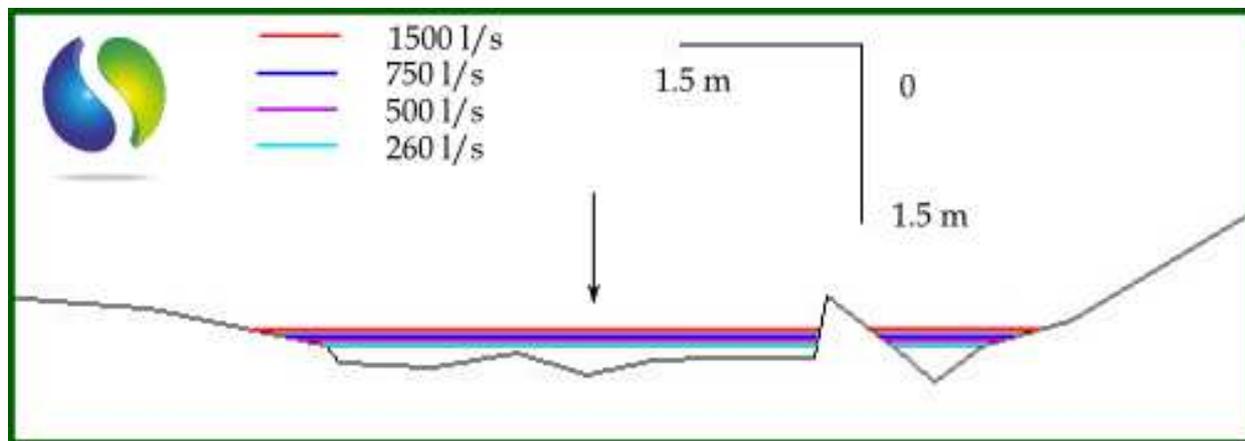


Figure 107 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station

9.9.1.2 Valeurs d'habitat

La Figure 108 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 constant sur toute la gamme de débits modélisés mais sur des valeurs quasiment nulles ;
- Pour les jeunes stades pour la Truite, la forme des courbes de VHA est semblable mais avec une baisse constante et régulière du potentiel avec la hausse des débits ;
- Pour les adultes, la situation est légèrement différente avec un plateau optimal entre 200 et 500 l/s mais toujours avec une dégradation progressive du potentiel par la suite. A noter également que cette rivière est une des seules analysées qui propose des VHA supérieures à 0.1 pour ce stade.

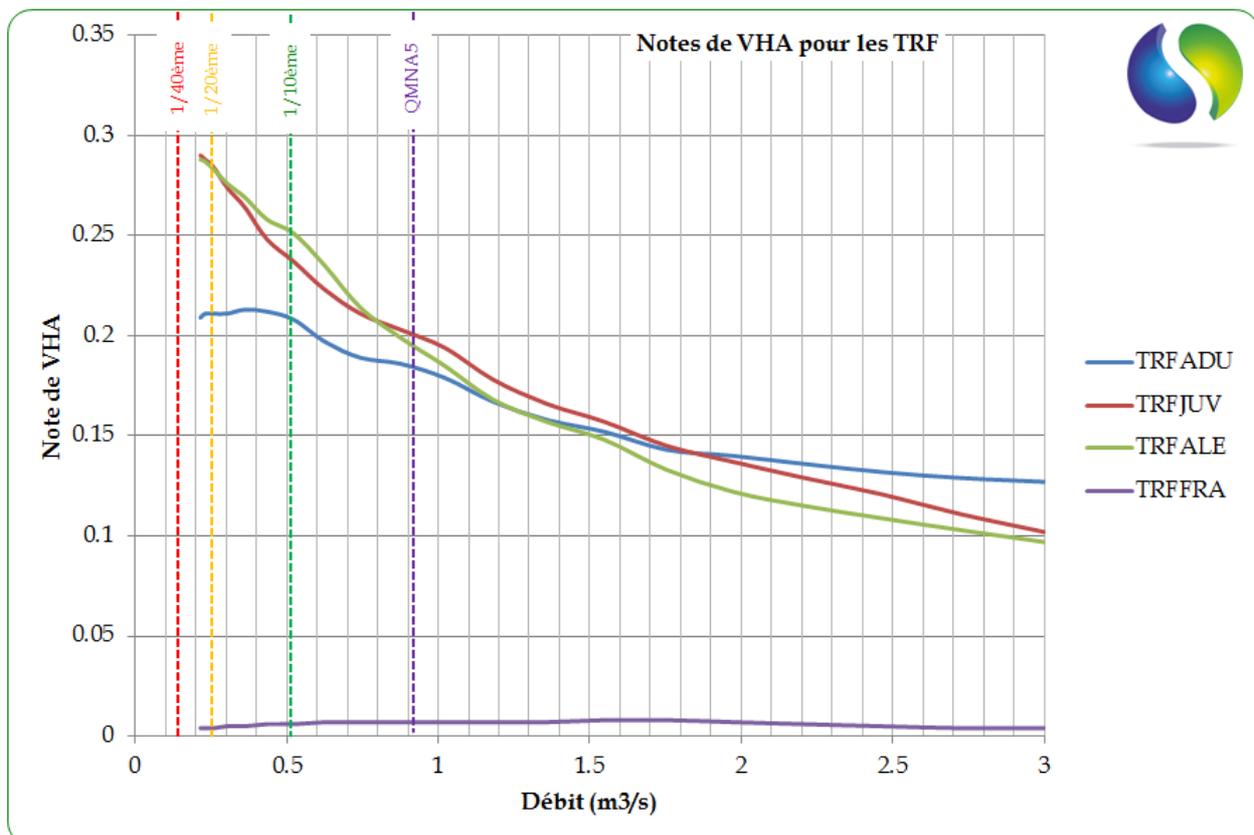


Figure 108 - Evolution des Valeurs d'Habitat sur l'ensemble de la station Aston Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.9.1.3 Surfaces pondérées utiles

La Figure 109 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 extrêmement faibles. Il est évident que la granulométrie très grossière n'est pas un facteur favorable à cette activité sur le secteur ;
- Pour les adultes, le potentiel optimal semble atteint légèrement au-delà du m³/s mais il est conséquent dès 350 l/s et préservé avec la hausse des débits au-delà de l'optimal (les caches conséquentes semblent être des abris suffisants pour ce stade malgré la hausse des vitesses). Sa baisse est très marquée en dessous de 400 l/s ;
- Pour les juvéniles et les alevins, les courbes de SPU montrent un optimal en dessous de 500 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 régulièrement.

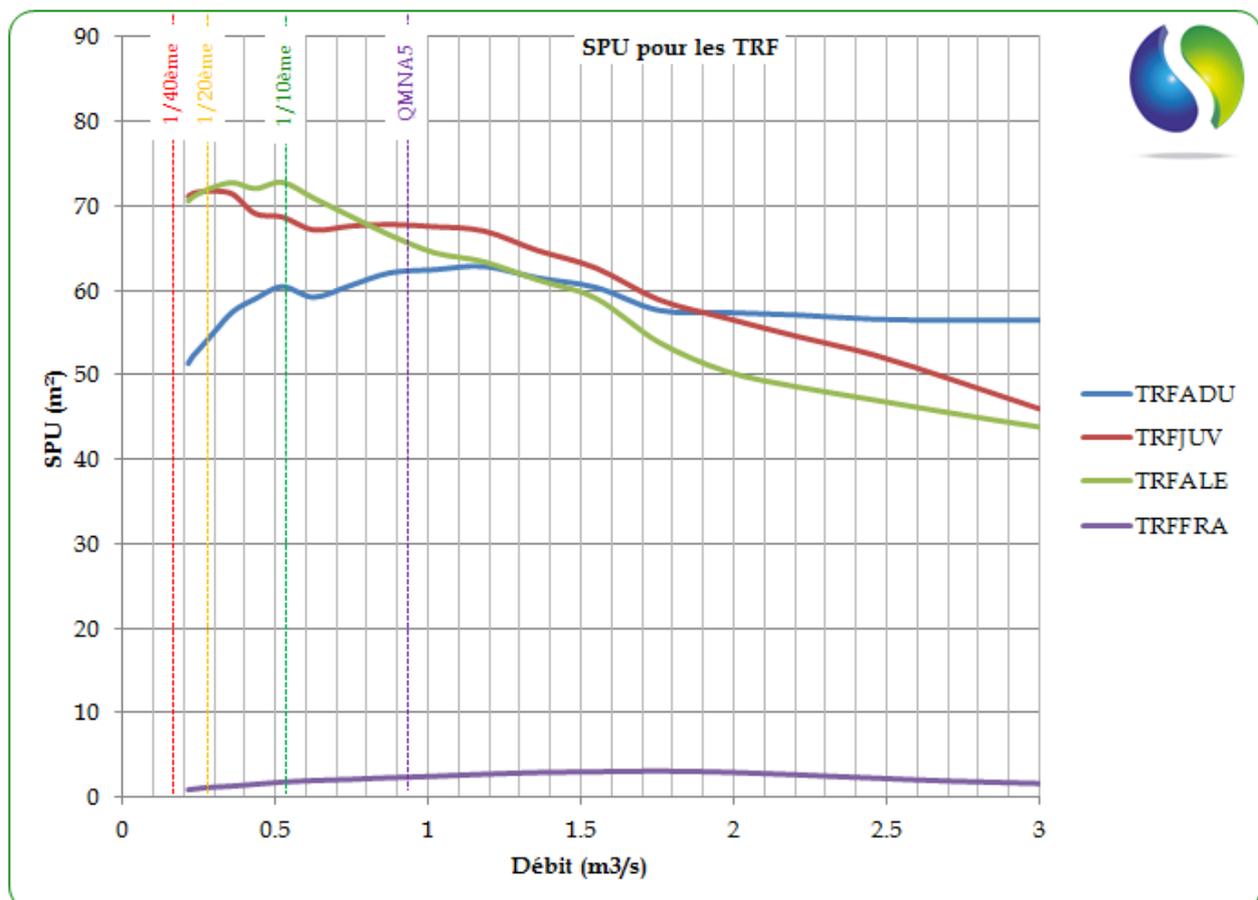


Figure 109 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l'ensemble de la station Aston Amont en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.9.2 Résultats bruts d’analyse pour le site aval

9.9.2.1 Présentation du site d’étude

9.9.2.1.1 Cartographie du site et caractéristiques principales

La station mesure plus de 130 mètres de longueur pour une largeur moyenne de 10 m au débit de mesure (500 l/s le 27/08/2013). 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 110 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).

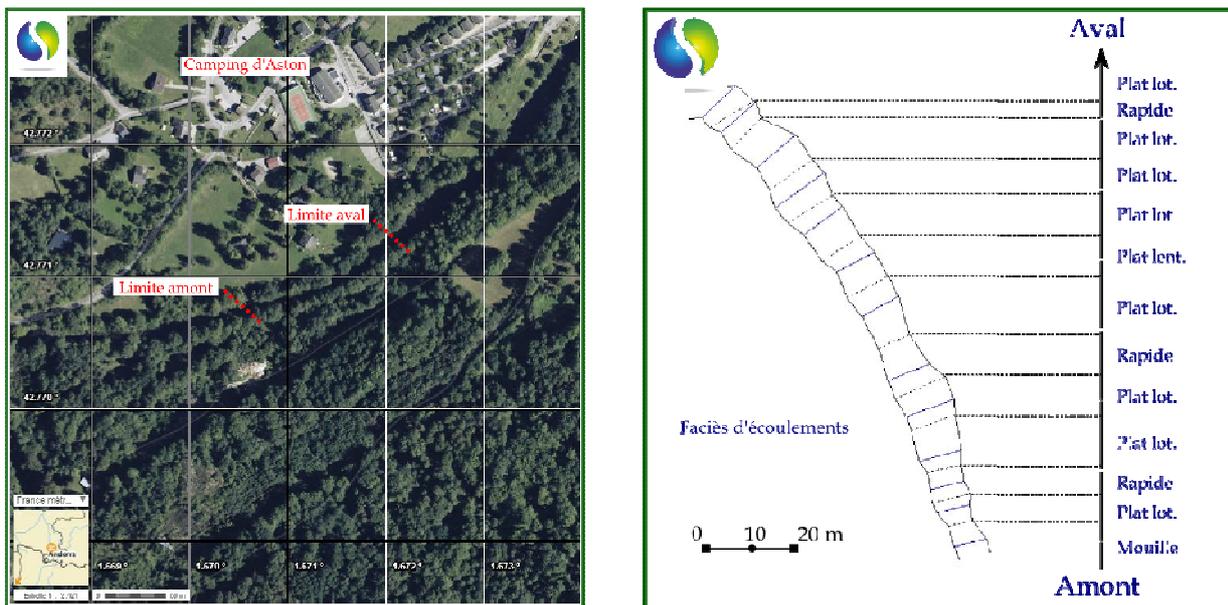


Figure 110 – Positionnement géographique, vue en plan du lit mineur et successions d’écoulements de la station Aston Aval

La pente, proche de 15‰, est bien moindre que sur la station amont et tout à fait dans la gamme de modélisation idéale pour EVHA (Figure 111). Contrairement au site amont, la modélisation hydraulique des débits n’a pas posé de problème majeur, même avec une granulométrie toujours grossière.

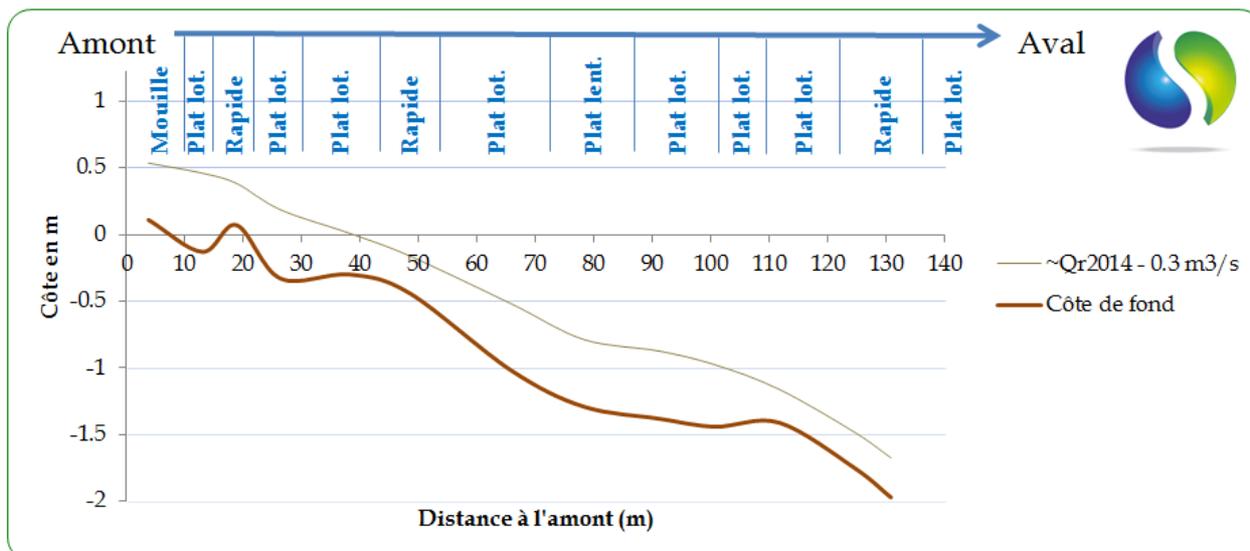


Figure 111 – Evolution globale de la ligne d’eau et des profondeurs à bas débit sur la station Aston Aval

La granulométrie est peu diversifiée avec une large domination des fractions grossières (blocs, rochers et pierres grossières). Toutefois, on peut noter la présence ponctuelle de patches de toutes les classes de substrats, avec notamment les affleurements de dalles dans les zones torrentielles, les fines dans les zones lenticules de dépôt et les fractions intermédiaires souvent à l’abri des blocs au sein du lit. Les zones « Argiles-Terre » correspondent essentiellement aux bordures latérales exondées dans la gamme des débits courants.

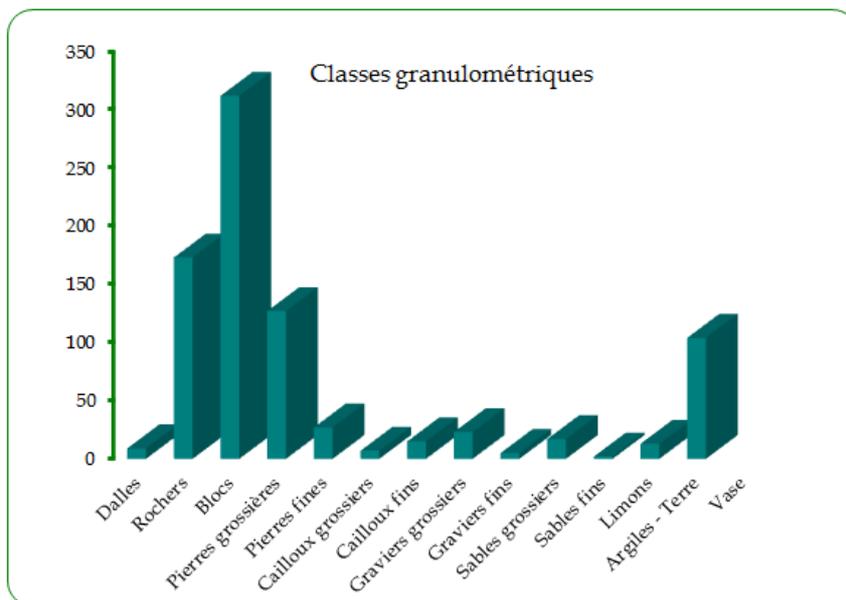


Figure 112 – Occurrence granulométrique sur la station Aston Aval

La végétation arborée est dense et en bon état. Quelques îlots perchés sont parfois présents à proximité immédiate du site et sont occupés par une végétation pionnière arbustive soumise aux crues (Figure 113).

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

Sur la portion amont, les talus des berges sont prononcés des deux côtés alors que, dès la portion médiane, la rive gauche est plus plane et permet un étalement relatif de la lame d'eau.

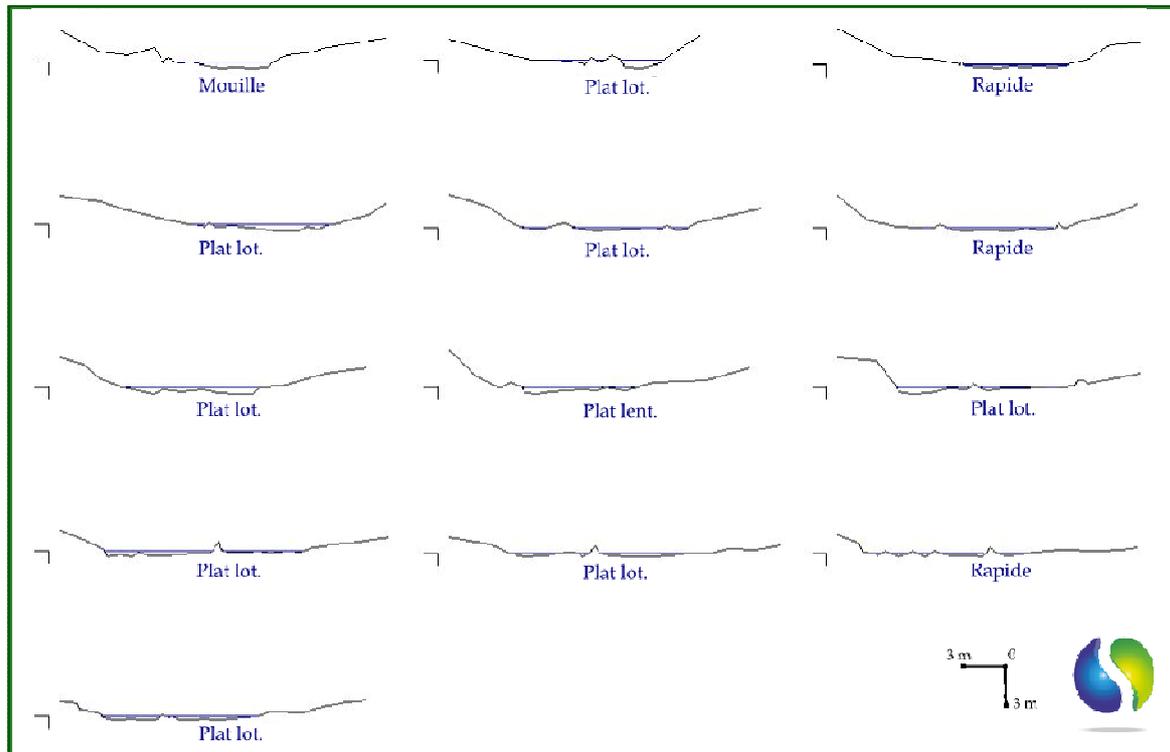


Figure 113 – Vue aval des profils en travers et ligne d'eau des différents faciès observés au débit de mesure (de l'amont vers l'aval : de G à D et de H en B) sur la station Aston Aval



Zone amont



Ripisylve dense et boisée



Granulométrie majoritairement grossière avec dépôts de fines et de classes intermédiaires dans les zones abritées et plus lenticues

9.9.2.1.2 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 150 l/s et 3 m³/s, pour bien identifier la diversité des écoulements.

RIEAVL

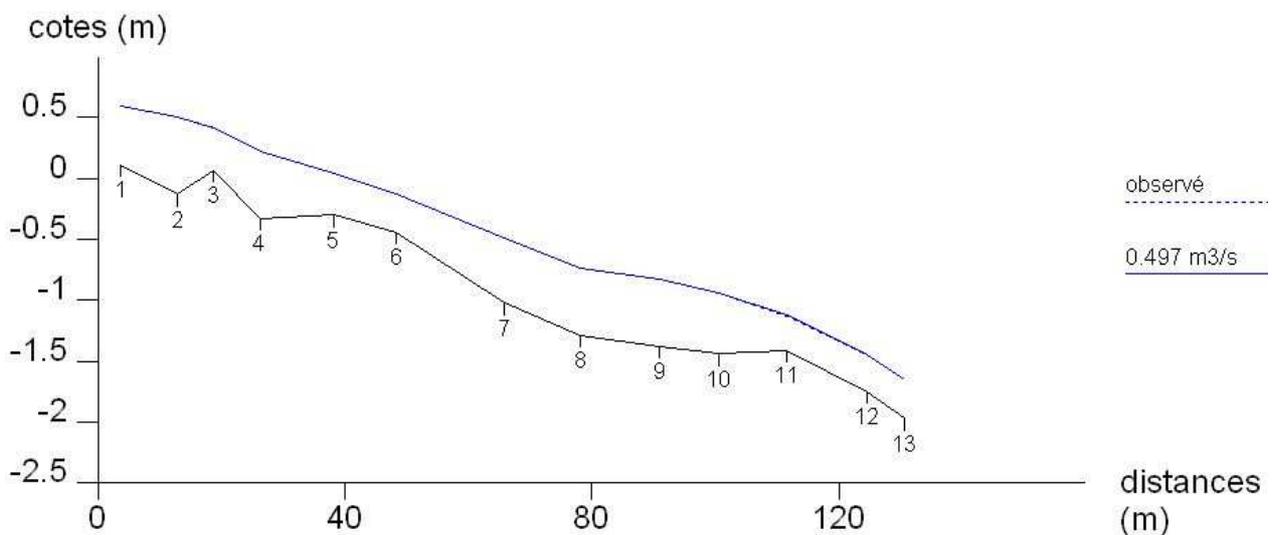


Figure 114 - Résultat du calage hydraulique pour la station Aston Aval

9.9.2.1.2.1 Surface en eau

Avec l'augmentation des débits, les gains « horizontaux » sont visibles jusqu'à 600 l/s environ (près de 25% 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 25% de gains jusqu'à 3 m³/s).

Cette courbe montre que l'encaissement relatif du lit (flanc de vallée sur la rive droite et thalweg prononcé en rive droite, en tout cas sur la gamme des débits modélisée) restreint le gain potentiel complémentaire dès 600 l/s.

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.

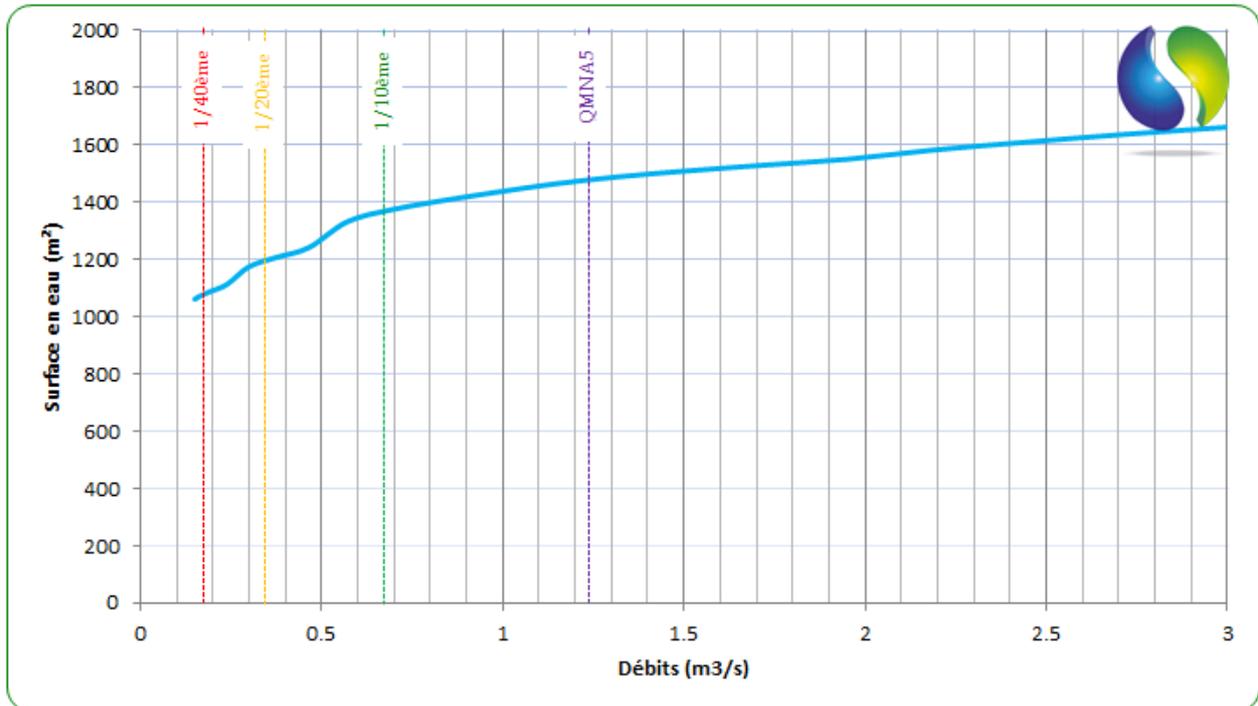


Figure 115 – Evolution de la surface en eau de la station Aston Aval avec l'augmentation des débits modélisés

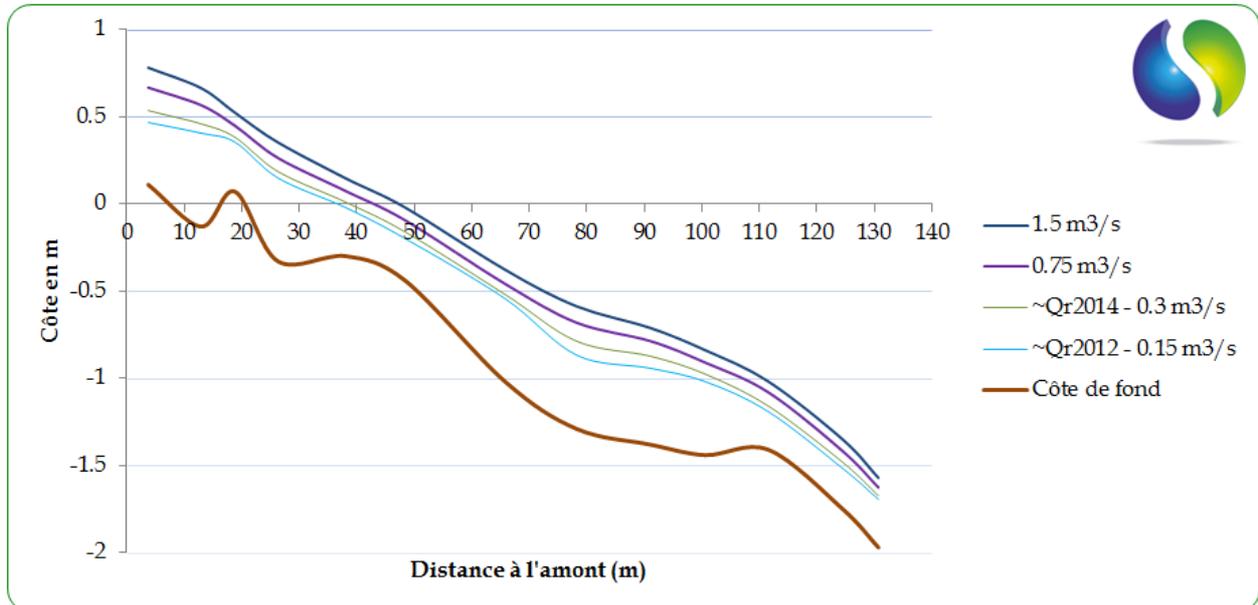


Figure 116 – Evolution de la ligne d'eau et des profondeurs à 4 débits modélisés sur la station Aston Aval

9.9.2.1.2.2 Variation des vitesses

La Figure 117 montre l'évolution des vitesses entre quatre débits grâce à une vue en plan de l'ensemble du lit. En premier lieu, la relative homogénéité des successions montre que les valeurs modélisées des vitesses ne correspondent pas toujours à la description qualitative des faciès observés à un autre débit (exemple des « plats lenticques » avec des vitesses modélisées parfois supérieures aux « plats lotiques »).

Toutefois, on peut considérer que jusqu'à 300 l/s environ, la quasi-totalité des écoulements est lentique avec des valeurs de vitesses inférieures à 10 cm/s en dehors de quelques rares zones. A partir de 300 l/s, on observe une mise en vitesse qui peut être considérée comme plus biogène. A partir de 1.5 m³/s, la majorité des vitesses est supérieure à 30 cm/s et même 70 cm/s mais de nombreuses plages latérales sont encore disponibles avec des vitesses lentiques pour abriter les plus jeunes stades.

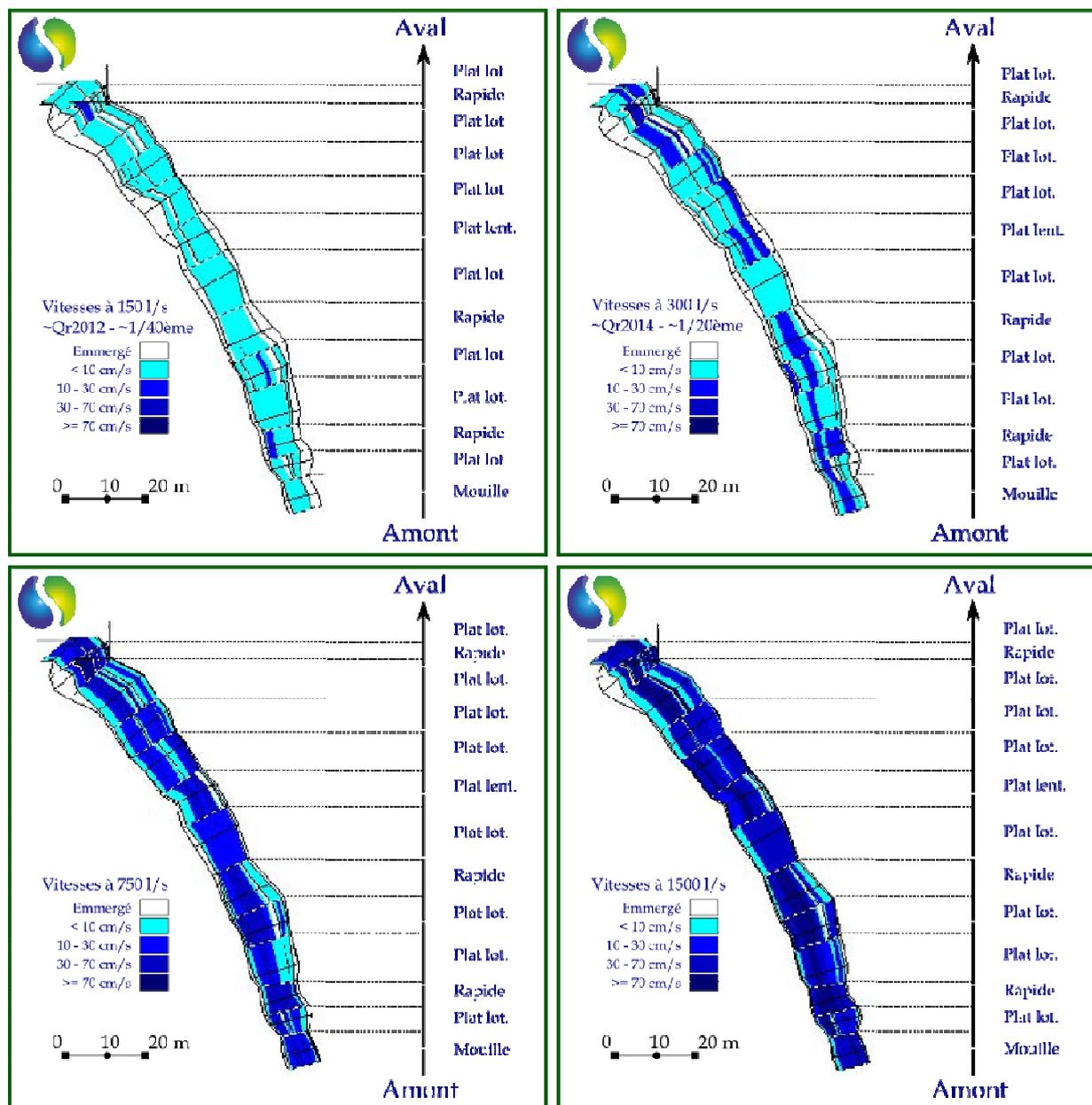


Figure 117 - Vue en plan des variations de vitesse sur la station Aston Aval à 4 débits modélisés (1/40^{ème} + évaluation des apports intermédiaires, 1/20^{ème} du module + évaluation des apports intermédiaires, 750 l/s et 1.5 m³/s)

9.9.2.1.2.3 Variations des profondeurs

La Figure 118 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 est moindre à partir de 300 l/s avec des profondeurs convenables sur une bonne partie du chenal central sur la totalité de la station.

Par la suite, la quasi-intégralité du lit mineur semble ennoyée dès 750 l/s et on ne note que très peu de gain surfacique au-delà avec, en revanche, un gain notable des profondeurs et des zones refuges potentielles pour les gros individus.

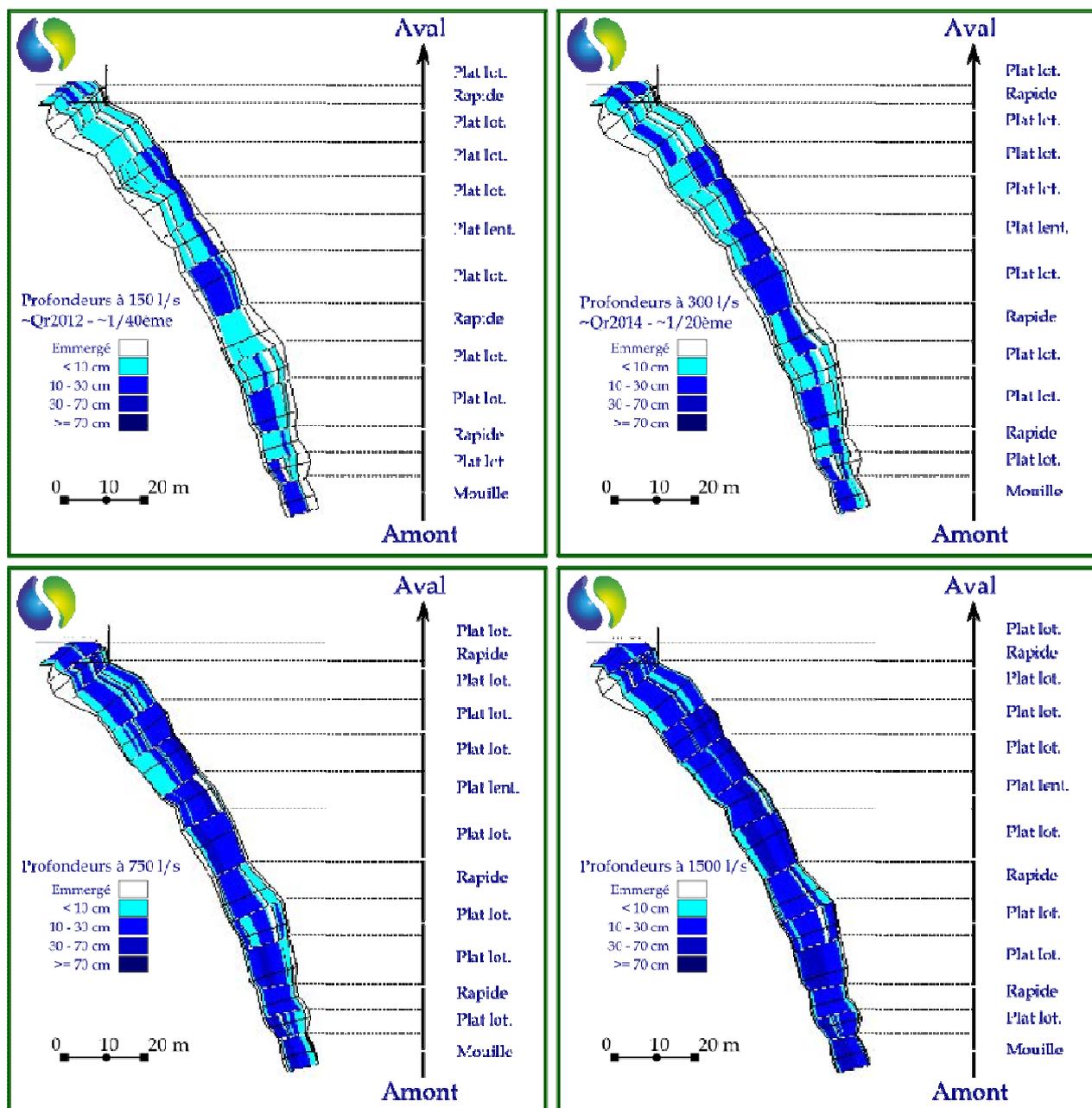


Figure 118 - Vue en plan des variations de profondeur sur la station Aston Aval à 4 débits modélisés (1/40^{ème} + évaluation des apports intermédiaires, 1/20^{ème} du module + évaluation des apports intermédiaires, 750 l/s et 1.5 m³/s)

La Figure 119 représente les lignes d'eau à plusieurs débits pour le transect le moins profond et donc, potentiellement le plus problématique pour la continuité biologique.

Dès le 1/40^{ème} du module, débit figuré de 150 l/s, la profondeur de la veine principale sur ce transect est déjà de 27 cm, garantissant le déplacement des poissons, y compris pour les grands individus. Le risque de discontinuité biologique sur ce secteur est d'autant plus limité que les faciès de type « escalier » sont peu nombreux.

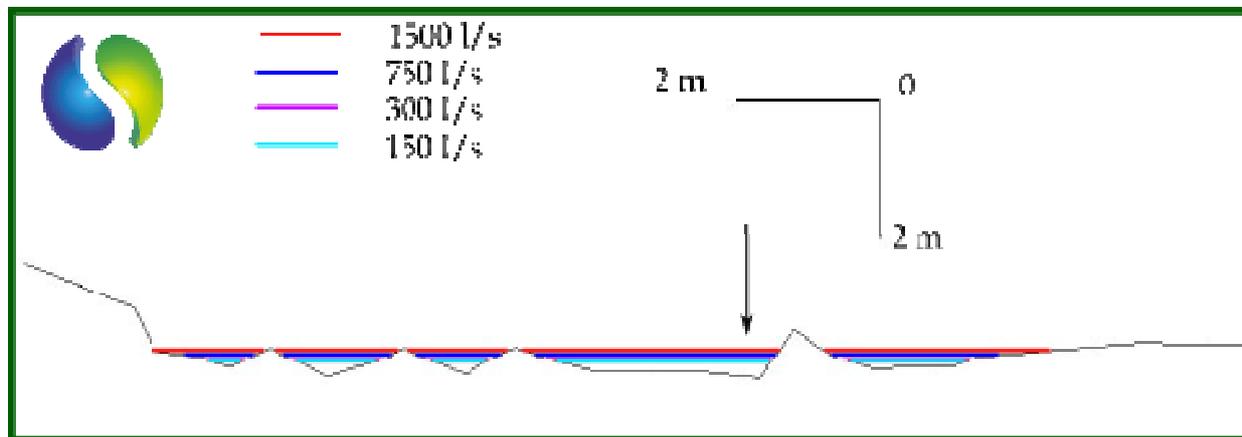


Figure 119 - Profil en travers au niveau du transect le moins profond de la station

9.9.2.2 Valeurs d'habitat

La Figure 120 présente les variations de Valeurs d'Habitat (VHA) pour les quatre stades de la *Truite fario*, espèce cible préférentielle du secteur, sur la gamme des débits modélisés.

- Le potentiel théorique de zones de reproduction croît régulièrement jusqu'à des valeurs d'environ 2 m³/s et il est également à noter que le potentiel théorique, même s'il reste relativement faible, est supérieur à celui du site amont ;
- 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 450 l/s et une forte baisse du potentiel par la suite, même si les très faibles débits ne semblent pas affecter le stade des juvéniles en deçà de cette valeur optimale ;
- Pour les adultes, le plateau du potentiel optimal démarre légèrement au-delà de 500 l/s mais se poursuit jusqu'à des valeurs supérieures à 1.5 m³/s avant de décroître progressivement par la suite.

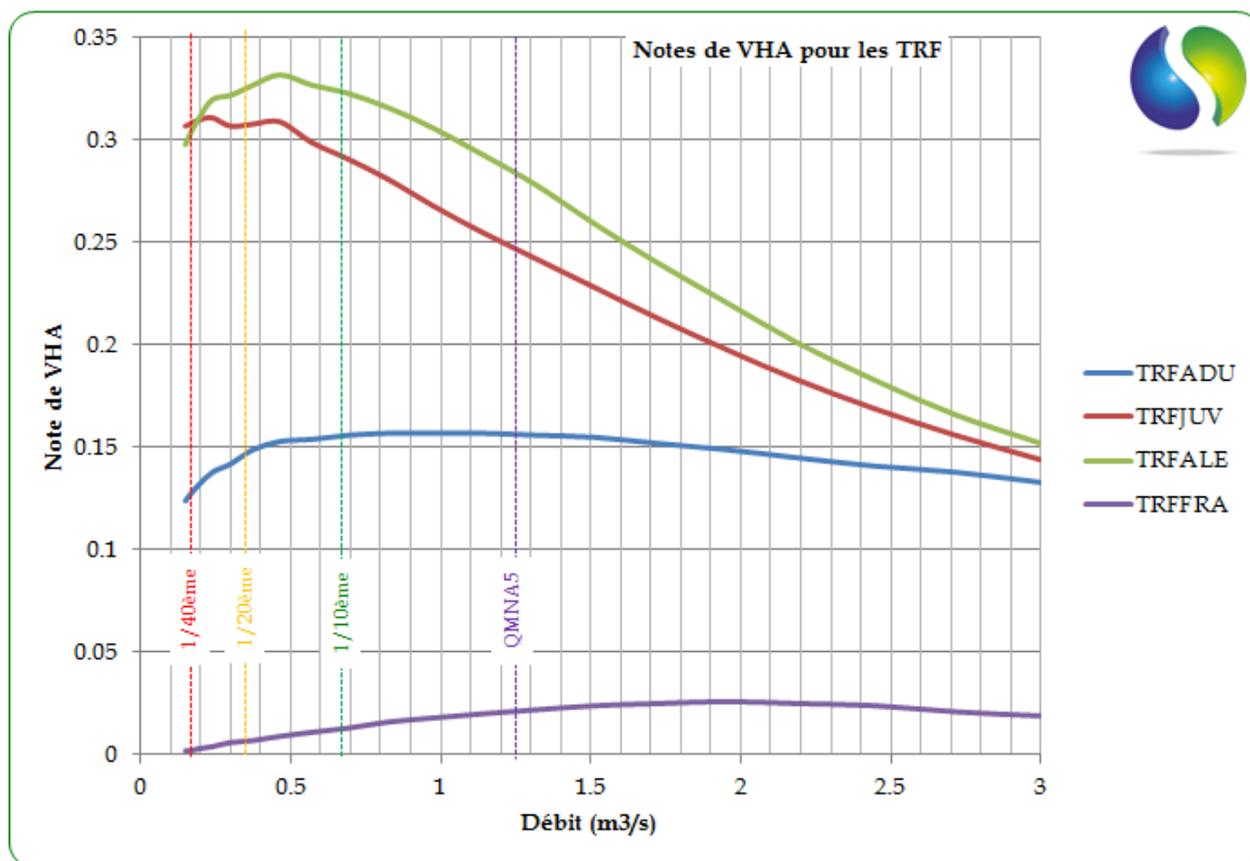


Figure 120 – Evolution des Valeurs d'Habitat sur l'ensemble de la station Aston Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.9.2.3 Surfaces pondérées utiles

La Figure 121 présente les variations de Surface Pondérée Utile (SPU = VHA rapportée à la surface disponible) pour les quatre stades de la *Truite fario*, espèce cible préférentielle du secteur, sur la gamme des débits modélisés :

- On observe que les SPU concernant la fraie, tout comme les VHA, progressent régulièrement jusqu’à des valeurs proches de 2 m³/s avant de décroître par la suite. Par ailleurs, à l’optimal, le potentiel théorique est très supérieur à celui observé sur le site amont (30 m²/100 ml contre 5 sur le site en aval immédiat du barrage de Riète). Il est évident que la granulométrie est un facteur plus favorable à cette activité sur le secteur, même si le potentiel absolu reste limité ;
- Pour les adultes, le potentiel optimal semble atteint légèrement au-delà du m³/s mais la progression est très nette jusque 600 l/s et le potentiel est préservé avec la hausse des débits au-delà de l’optimal (les caches conséquentes semblent être des abris suffisants pour ce stade malgré la hausse des vitesses) ;
- Pour les juvéniles et les alevins, les courbes de SPU montrent un optimal autour de 600 l/s avec, à l’inverse, une baisse rapide en-deçà de 500 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 régulièrement au-delà du m³/s.

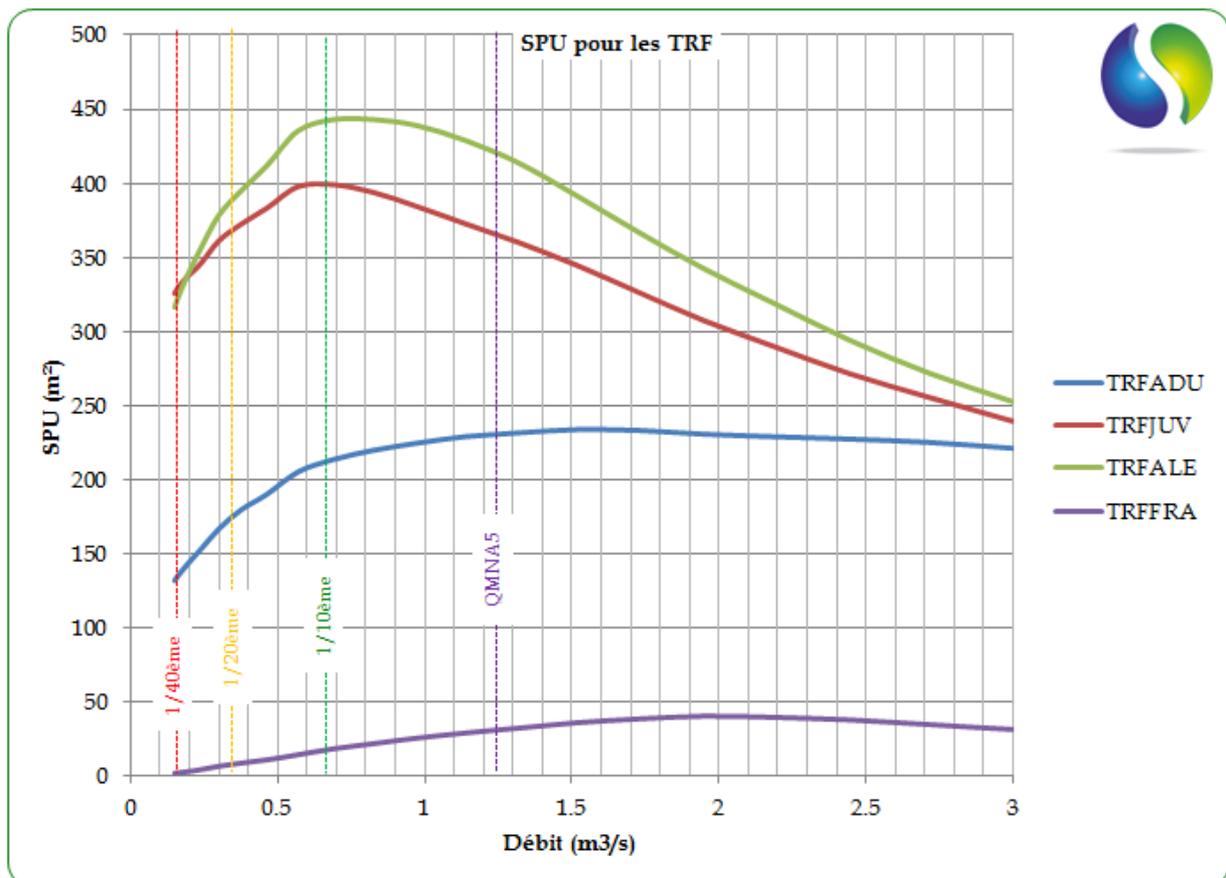


Figure 121 – Evolution des Surface Pondérées Utiles sur l’ensemble de la station Aston Aval en fonction des débits modélisables pour chaque stade de la Truite (Adultes, Juvéniles, Alevins et Fraie)

9.9.3 Synthèse pour la prise d’eau de Riète sur l’Aston

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.

9.9.3.1 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 5.1 et 6.9 m³/s pour les deux sites étudiés).

Les tableaux de la Figure 122 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	ADU	JEU
130	Qr2012	~1/40ème + apports latéraux	76%	93%	82%	96%
150			79%	95%	85%	98%
175			80%	96%	86%	99%
200			82%	97%	89%	100%
225	Qr2014	~1/20ème + apports latéraux	85%	98%	91%	101%
260			87%	99%	93%	102%
300			89%	100%	96%	103%
400			93%	101%	100%	104%
450			95%	100%	102%	103%
500	QMNA5	~1/10ème + apports latéraux	96%	100%	103%	103%
600			98%	98%	106%	101%
700			99%	96%	107%	99%
800			100%	94%	108%	97%
900			100%	92%	108%	95%
1000			101%	91%	108%	93%
1250			100%	86%	108%	89%
1500			98%	82%	106%	84%

Habitat potentiel au site amont – le potentiel de reproduction est trop faible pour pouvoir être analysé avec pertinence et avec une incertitude faible

Débit (l/s)	Valeur	Ratio au module	1/%SPU/SPU_Qopt			2/%SPU/SPU_Qcrit				
			ADU	JEU	REP	ADU	JEU	REP		
170	~Qr2012	~1/40ème + apports latéraux	61%	85%	6%	70%	85%	9%		
250			69%	91%	12%	80%	91%	19%		
300			74%	94%	17%	86%	94%	26%		
350	~Qr2014	~1/20ème + apports latéraux	78%	96%	20%	90%	96%	30%		
400			80%	97%	23%	93%	97%	35%		
450			84%	99%	28%	98%	99%	42%		
500			86%	100%	31%	100%	100%	47%		
550			89%	101%	35%	103%	101%	54%		
650	~1/10ème + apports latéraux	~1/10ème + apports latéraux	93%	102%	43%	108%	102%	65%		
700			94%	102%	45%	109%	102%	70%		
800			97%	102%	52%	112%	102%	80%		
900			99%	101%	60%	115%	101%	92%		
1000			100%	100%	65%	116%	100%	100%		
1370			~QMNA5	~QMNA5	103%	92%	85%	119%	92%	130%
1500					103%	89%	90%	119%	89%	139%
1750	103%	83%			97%	119%	83%	150%		
1900	102%	81%			100%	119%	81%	154%		

Habitat potentiel au site aval

Figure 122 – 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 27 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 (par rapport à l’ancienne valeur du 1/40ème du module) est déjà conséquent et peut être estimé entre 15%, en aval immédiat du barrage, et

30%, pour la portion aval de l’Aston. Une valeur équivalente au débit critique pour ce stade ne permettrait qu’un gain complémentaire très léger (7 à 11%) ;

- Pour les jeunes stades de cette espèce, l’essentiel du gain a déjà été atteint grâce au passage au 1/20^{ème} du module (~10% 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, son analyse pour la portion amont n’a pas de sens via cette méthodologie dans la mesure où le potentiel de base apparaît tellement réduit que l’incertitude de modélisation est trop forte. Pour la portion aval, l’incertitude est également forte mais un gain considérable, même s’il pourrait être encore supérieur, a déjà été atteint grâce au passage au nouveau débit réservé.

Tableau 27 – Analyse synthétique du potentiel d’habitat pour les Truites sur les deux sites EVHA de l’Aston – variations entre les seuils symboliques (ancien Qr, nouveau Qr, Qcritique, Qoptimal)

		Truites		
		Adultes	Juveniles	Zones de fraie*
ASTON AMONT	Ancien Qr (1/40ème + Bvi)	0.130		
	Seuil mini Qr 2014 (1/20ème + Bvi)	0.260		
	Seuil critique brut (m3/s)	0.400	0.200	
	Seuil optimal brut (m3/s)	0.800	0.300	
	Variation d’habitat entre l’ancien Qr et le 1/20ème	14%	7%	
	Variation d’habitat entre le 1/20ème et le Qcritique	7%	-2%	
	Variation d’habitat entre Qcritique et Qoptimal	8%	3%	
ASTON AVAL	Ancien Qr (1/40ème + Bvi)	0.170		
	Seuil mini Qr 2014 (1/20ème + Bvi)	0.350		
	Seuil critique brut (m3/s)	0.500	0.500	1.000
	Seuil optimal brut (m3/s)	1.000	0.650	1.900
	Variation d’habitat entre l’ancien Qr et le 1/20ème	29%	12%	238%
	Variation d’habitat entre le 1/20ème et le Qcritique	11%	5%	229%
	Variation d’habitat entre Qcritique et Qoptimal	16%	0%	54%
* incertitude beaucoup trop forte pour une analyse EVHA pertinente				
* incertitude forte				

9.9.3.2 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 que l’habitat potentiel disponible pour les salmonidés est grandement conservé au débit minimal réglementaire du 1/20^{ème} du module (260 l/s au droit du site d’analyse – site amont). A cette valeur, près de 90-95% du potentiel

modélisé est encore disponible pour les adultes et pour les jeunes et il en est de même pour toute la portion aval de l’Aston. La présence d’une ripisylve relativement fournie renforce d’autant plus cette minimisation du risque, surtout en période estivale.

Pour l’activité de reproduction, un gain supplémentaire pourrait être atteint avec une augmentation de débit mais sans aucune garantie d’efficacité. En effet, le fonctionnement local de la reproduction piscicole apparaît être un fonctionnement par « patches » diffus et une optimisation des surfaces granulométriques favorables entre les fractions grossières. A la vue des résultats des études en cours¹⁸, le recrutement semble naturellement faible car ce déficit est clairement lié principalement à la conformation hydromorphologique du lit et non aux débits. Il pourrait théoriquement être supérieur pour la deuxième moitié de l’Aston, plus propice à cette activité piscicole.

De plus, nous avons vu, dans le cadre de l’analyse hydrologique (Chapitre 3), que la restitution du 1/20^{ème} du module au droit de la prise d’eau, complémentée des autres petites prises d’eau et des apports du bassin versant intermédiaire permettait (entre 300 et 500 l/s), dans tous les cas et même en étiage sévère, de largement dépasser la valeur de 500 l/s sur la portion aval de l’Aston, seuil biologique critique identifié sur ce secteur, en se rapprochant de la valeur optimale.

La conclusion suivante est donc proposée :

Ces éléments nous amènent à proposer comme débit minimum biologique une valeur de 300 l/s (1/17^{ème} du module) qui permettrait de concilier les exigences écologiques des jeunes stades, de garantir l’atteinte du seuil critique sur l’ensemble du linéaire tout en minimisant le risque sur le potentiel actuel de reproduction salmonicole, notamment sur la portion aval de l’Aston grâce aux apports intermédiaires garantis.

En soustrayant le débit délivré par la prise d’eau de Calvières dont la confluence est à l’amont immédiat de la station EVHA, le débit minimum biologique proposé au droit de la prise d’eau est donc de 270 l/s.

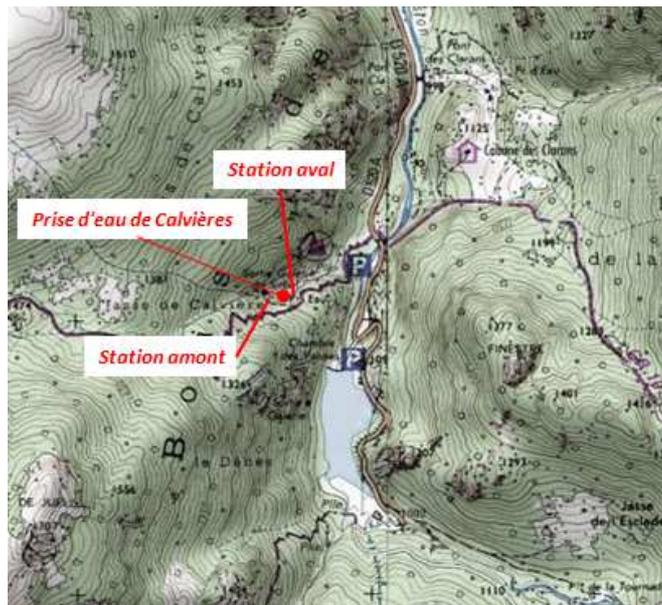
Site	Module (l/s)	débit critique (l/s)	débit optimal (l/s)	DMB proposé
				en l/s
station EVHA Aston amont	5100	300-400	500	300
station EVHA Aston aval	6900	500	800	
Prise d'eau Riète	4540	270-350	450	270

¹⁸ Etudes écologiques de suivi des gestion par Transparence de l’ouvrage de Riète sur l’Aston – Suivis ECCEL depuis plus de 5 ans.

9.10 PRISE D’EAU DE CALVIÈRES

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 est prospectable et relativement comparable à l’aval de cette même prise d’eau. Dans un objectif d’auto-calibration, nous avons donc réalisé des mesures sur un site TeauRRENT en amont immédiat de la prise d’eau mais également sur un site en aval immédiat, hors son influence morphologique propre bien évidemment.



9.10.1 Station Calvières amont

9.10.1.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 07/11/2012 pour un débit équivalent à 83% du module (330 l/s pour 396 l/s) au droit du site TeauRRENT.

Ce site amont présente un profil assez régulier composé principalement d’escaliers dont la seule distinction visuelle tient dans la largeur plus importante sur l’amont de la station. Seul un rapide et une fosse en fin de site diversifie très légèrement les écoulements.

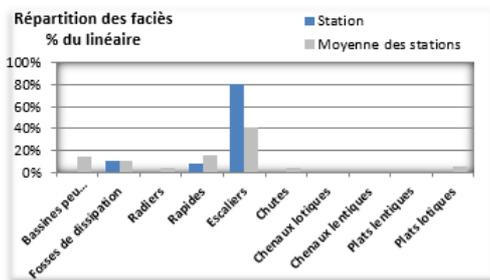
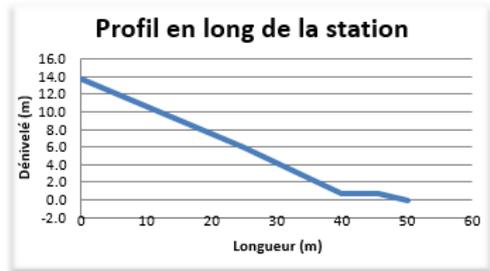
La pente est très forte (27% de moyenne) et la fragmentation également, même si elle ne ressort pas dans nos indicateurs puisque seules les chutes sont directement prises en compte et qu’il s’agit ici d’escaliers difficilement franchissables pour un poisson.

Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Calvières, amont immédiat de la prise d'eau

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	50	Nb faciès / 100 m	8
	Dénivelée de la station (m)	14	Nb chutes pour 100 m	0
	Pente en %	27		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Escalier	2.5	16	32.5%	
Escalier	1.5	6.6	36.4%	
Fosse de dissipat	5.5	6	0.0%	
Rapide	4.5	6	17.6%	



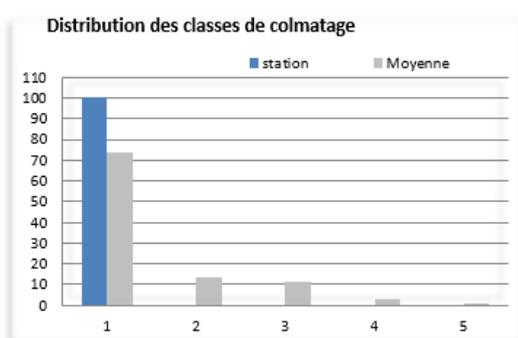
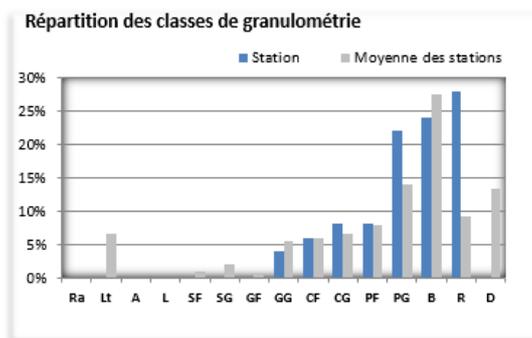
9.10.1.2 Substrats

La granulométrie est très grossière avec une majorité de rochers, blocs et pierres.

Quelques zones de graviers et de cailloux sont toutefois observables dans les vasques identifiables très localement à l’abri des rochers.

Le colmatage par les « fines » est totalement absent.

Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Calvières, amont immédiat de la prise d'eau



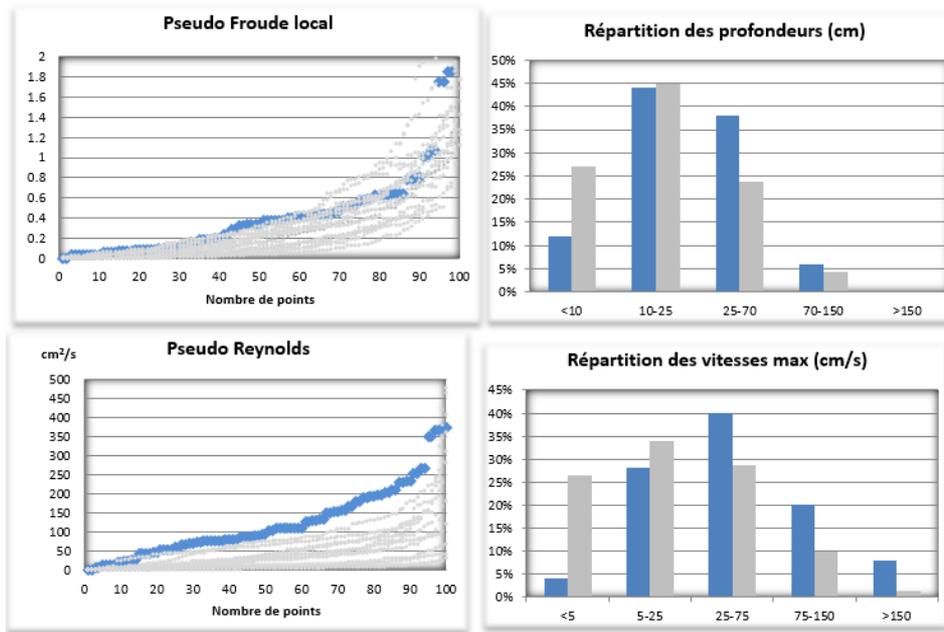
9.10.1.3 Hydraulique

Les indicateurs hydrauliques situent ce site dans les valeurs les plus fortes, que ce soit vis-à-vis des pseudo-Froude, grâce à de très fortes pentes et des vitesses élevées mais également sur les Reynolds, de par les distributions des profondeurs portées, non seulement sur les classes faibles mais aussi intermédiaires, justement au niveau des vasques intermédiaires dans les escaliers ou de la fosse terminale.

La valeur élevée de débit (83% du module) est très certainement responsable de ces valeurs d’indicateurs.



Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Calvières, amont immédiat de la prise d'eau



9.10.1.4 Indices d’habitabilité

Les couples substrat/vitesse sont les premiers de tous les sites observés dans des positions « latérale droite » aussi marquées. Ceci est conforme aux classes de vitesse observées.

L’indice de complexité, également de par la diversité relative des granulométries, est ainsi très élevé. En revanche, l’indice d’habitabilité est bon mais ne progresse pas avec la distribution relative des vitesses. Ces dernières sont peut-être effectivement « trop » élevées et définissent ainsi des couples qui sont moins biogènes qu’avec des vitesses légèrement moindres.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Calvières, amont immédiat de la prise d'eau

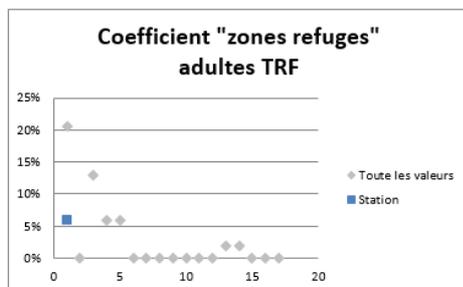
Calvières amont		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	2	0	4	0	0
CG	9	0	4	2	2	0
PF	9	0	2	2	4	0
PG	8	0	4	10	6	2
Br	7	0	2	3	2	3
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	0	4	0	0	0
GF	6	0	0	0	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	0	0	0	0	0
SF	5	0	0	0	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	0	4	10	4	2
B	3	2	6	11	2	1
D	2	0	0	0	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		15.58 /20			Indice de complexité 3.54	

Les indicateurs « piscicoles » sont conformes à l’expertise visuelle avec la présence légère mais notable de zones légèrement plus profondes dans quelques vasques et dans

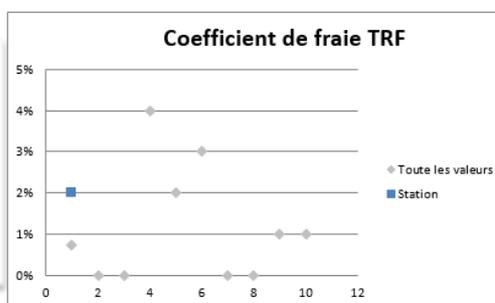
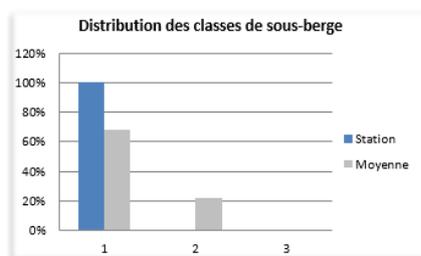
la fosse terminale ainsi que de zones à granulométrie favorable grâce aux fractions intermédiaires.

Le cloisonnement apparaît comme nul avec les indicateurs quantitatifs utilisés mais l'expertise de terrain permet de le définir comme relativement élevé car les escaliers apparaissent comme difficilement franchissables et certains pourraient même être apparentés à des chutes.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Calvières, amont immédiat de la prise d'eau

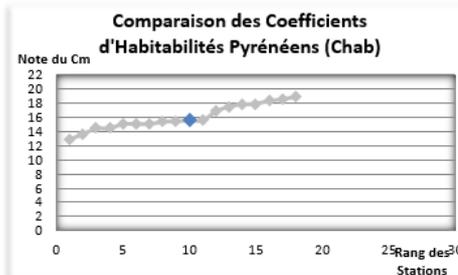
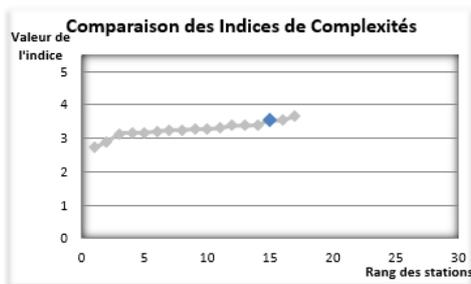
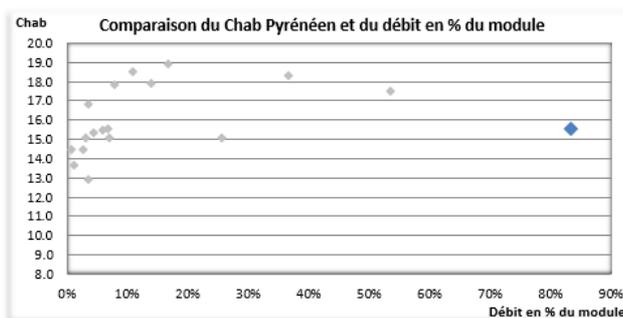


Cloisonnement	
Nombre de chute supérieur à 30 cm	0
Nombre de chute supérieur à 80 cm	0
Hauteur de chute maximum (m)	0
Hauteur de chute cumulée (m)	0
Nombre de chute / 100 m	0.0



La 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 moindre qu'avec des ratios au module plus bas. Il est probable que les fortes vitesses engendrées par ces débits aient tendance à réduire le potentiel disponible.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Calvières, amont immédiat de la prise d'eau



9.10.2 Station Calvières aval

9.10.2.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 07/11/2012 pour un débit équivalent à 6% du module (24 l/s pour 407 l/s) au droit du site TeauRRENT.

La pente moyenne est relativement similaire à celle mesurée sur le site amont et est très élevée.

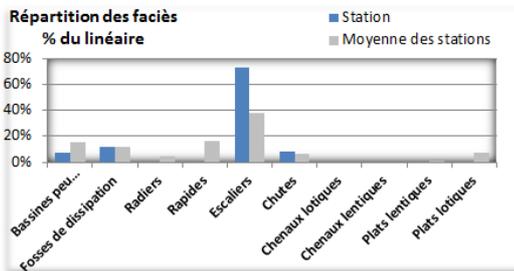
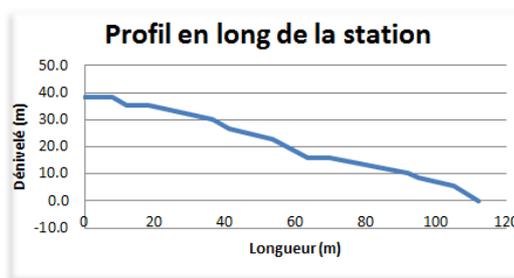
Les écoulements sont également comparables avec une très forte proportion d’escaliers (à pente extrême !), quelques zones profondes et on observe ici, des faciès qui sont clairement identifiés comme des chutes.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Calvières, 10 m en aval de la prise d'eau

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	112	Nb faciès / 100 m	11
	Dénivelée de la station (m)	38	Nb chutes pour 100 m	2
	Pente en %	34		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Bassine	8	4.5	1.4%	
Escalier	4	5	113.4%	
Fosse de dissipation	6.5	6	0.7%	
Escalier	18	1.7	28.7%	
Chute	4.5	1.4	123.8%	3.5
Escalier	12.5	1.7	32.5%	
Escalier	10	0.65	98.0%	
Fosse de dissipation	6.5	6	0.3%	
Escalier	22	1.7	24.9%	
Escalier	3	1.4	89.4%	
Escalier	10	1.7	31.3%	
Chute	7	0.65	127.0%	5.5



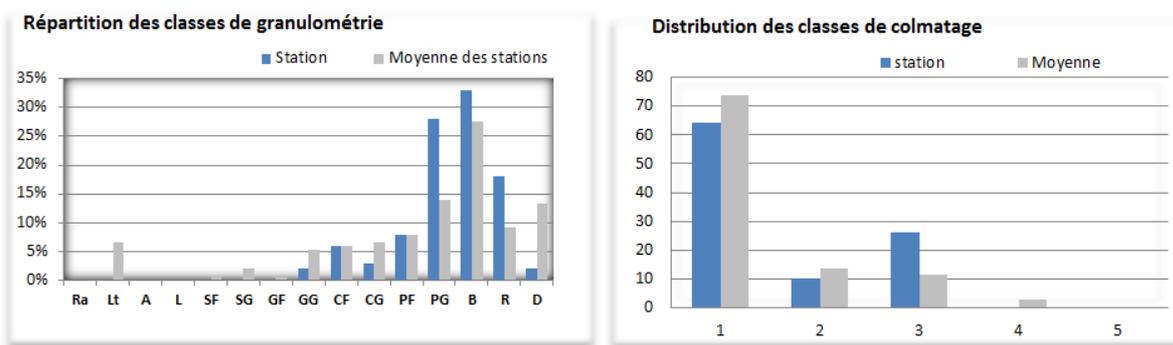
9.10.2.2 Substrats

De la même manière, les fractions granulométriques sont très comparables au site amont avec une forte majorité de classes grossières (rochers, blocs et pierres) et quelques zones localisées avec des substrats intermédiaires.

En revanche, contrairement au site amont, le colmatage est ici présent sur 10% des points et même nettement visible sur près du quart des zones analysées.

Comme déjà identifié lors de la sectorisation morphodynamique, la réduction artificielle des débits semble accentuer le dépôt de fines dans les fosses de dissipation par manque de remobilisation.

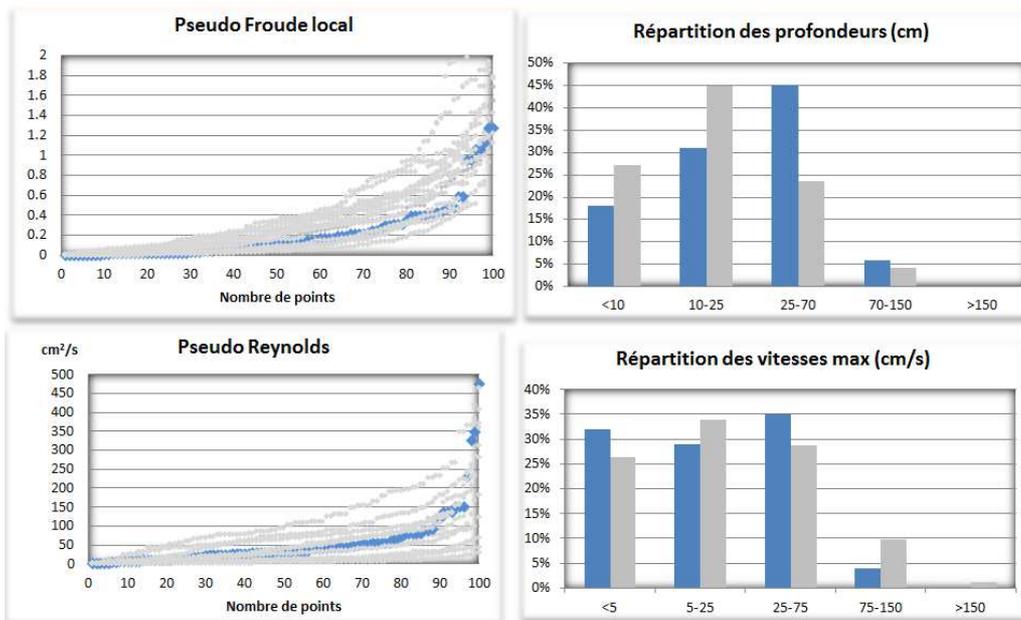
Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Calvières, 10 m en aval de la prise d'eau



9.10.2.3 **Hydraulique**

Les indicateurs hydrauliques réagissent instantanément à la baisse de ce débit en comparaison du site amont : les valeurs de ces indicateurs sont relativement basses et, même si on observe une bonne proportion de points dans des zones profondes (à noter toutefois les zones de faible profondeur qui passent dans la classe très faible, surtout pour les portions lotiques), les vitesses nulles ou faibles sont ici bien visibles.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Calvières, 10 m en aval de la prise d'eau



9.10.2.4 **Indices d'habitabilité**

L'absence de couples substrat/vitesse dans la partie droite du tableau se fait essentiellement sentir sur la note de complexité qui apparaît bien moindre que sur le site amont.

En revanche, le manque de points sur ces vitesses, moins biogènes, n'est pas réellement préjudiciable à l'indice d'habitabilité puisque la note est quasi-équivalente à celle du site amont, justement pénalisé par des vitesses trop élevées.

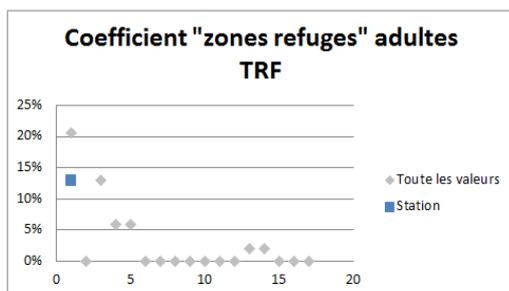
Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Calvières, 10 m en aval de la prise d'eau

Calvières aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	4	0	2	0	0
CG	9	0	3	0	0	0
PF	9	2	6	0	0	0
PG	8	8	13	7	0	0
Br	7	0	1	5	1	0
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	0	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	8	0	4	1	0
B	3	2	14	14	2	0
D	2	0	0	1	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		15.48 /20			Indice de compléxité 3.14	

Les indicateurs piscicoles sont sensiblement comparables avec une proportion non-négligeable de zones refuges (dans les vasques au sein des escaliers ou dans les fosses) et de zones de fraie potentielle grâce à la présence de patches de granulométrie favorable.

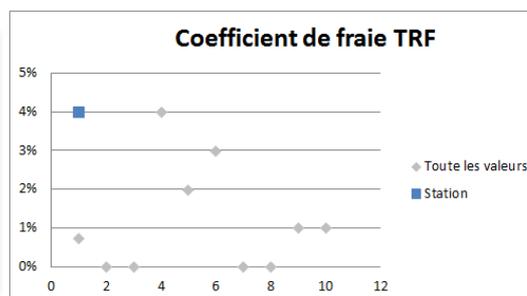
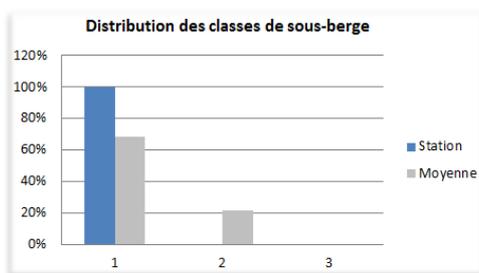
En revanche, la fragmentation des habitats et la rupture forte de continuité limitent considérablement l’habitabilité de ce secteur pour les Truites.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Calvières, 10 m en aval de la prise d'eau



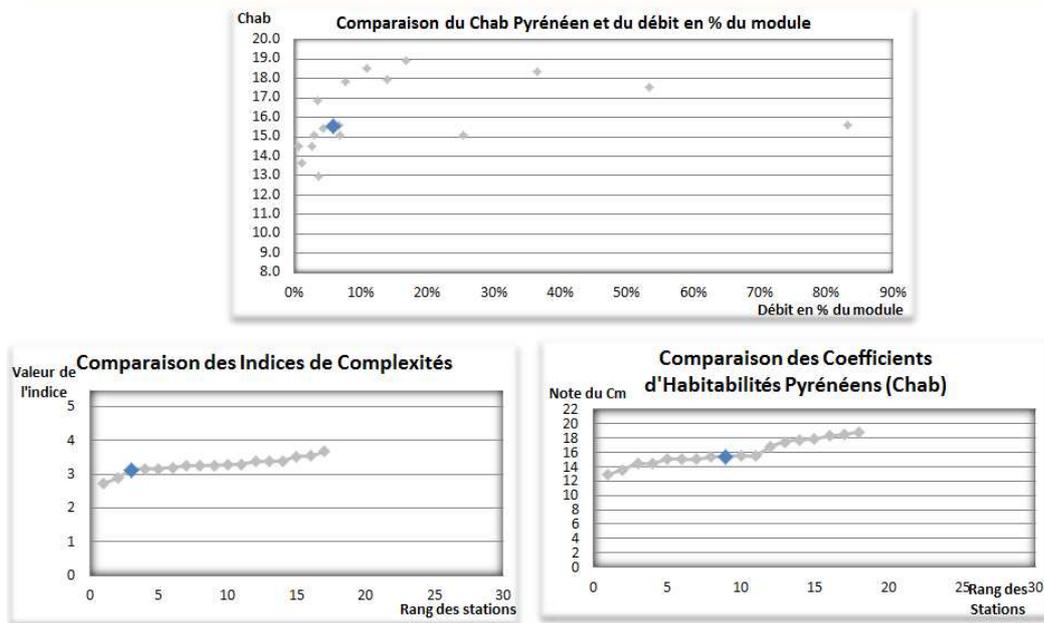
Cloisonnement

Nombre de chute supérieur à 30 cm	2
Nombre de chute supérieur à 80 cm	2
Hauteur de chute maximum (m)	5.5
Hauteur de chute cumulée (m)	9.0
Nombre de chute / 100 m	1.8



Au débit d’observation (supérieur au 1/20^{ème} du module), la note d’habitabilité est correcte mais, conformément aux expertises méthodologiques, pourrait certainement être légèrement améliorée.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Calvières, 10 m en aval de la prise d'eau



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

Au regard de ces éléments, la préconisation de 25 l/s (1/15^{ème} du module), seuil critique identifié dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT, semble pertinente comme valeur de débit biologique théorique, cette légère augmentation par rapport au débit de mesure devant permettre une légère amélioration des conditions en sachant qu’un débit encore supérieur ne serait que peu efficace compte tenu des substrats résiduels présents et de la forte fragmentation.

9.11 PRISE D’EAU D’ARTARAN

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.

Le cours d’eau est très différent entre l’amont de la prise d’eau et l’aval. En effet, la zone amont est inaccessible du fait des très fortes pentes et de la conformation de la vallée (falaise).

Une seule station TeauRRENT a donc pu être analysée en aval proximal de la prise d’eau.



9.11.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 13/11/2012 pour un débit équivalent à 3% du module (3 l/s pour 113 l/s) au droit du site TeauRRENT.

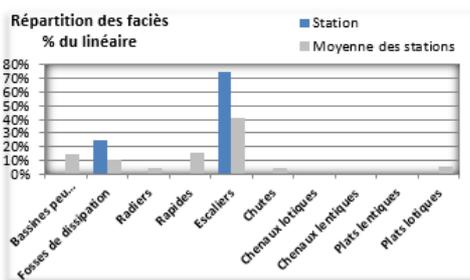
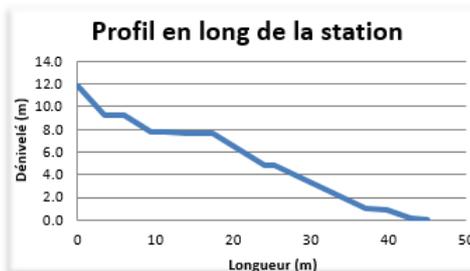
La pente de la station est très importante (26%). Les écoulements sont une succession régulière d’escaliers et de fosses de dissipation de plus forte profondeur.

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

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	45	Nb faciès / 100 m	27
	Dénivelée de la station (m)	12	Nb chutes pour 100 m	0
	Pente en %	26		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Escalier	3.5	0.7	102.1%	
Fosse de dissipat	2.5	2.5	0.0%	
Escalier	3.5	1.5	47.4%	
Fosse de dissipat	1.8	1.3	0.0%	
Escalier	2.6	0.8	7.7%	
Bassine	3.5	1.4	0.0%	
Escalier	6.6	0.1	46.9%	
Fosse de dissipat	1.4	1.6	0.0%	
Escalier	11.7	0.7	34.4%	
Fosse de dissipat	2.7	1	3.7%	
Escalier	3.1	0.8	26.8%	
Fosse de dissipat	2.1	1.2	4.8%	

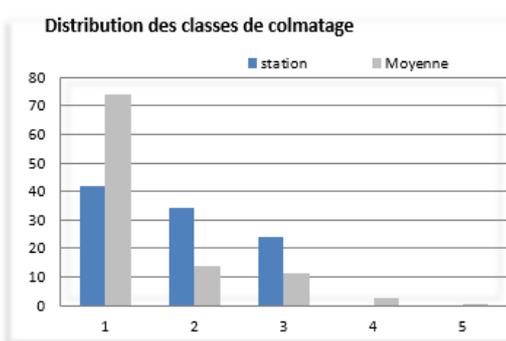
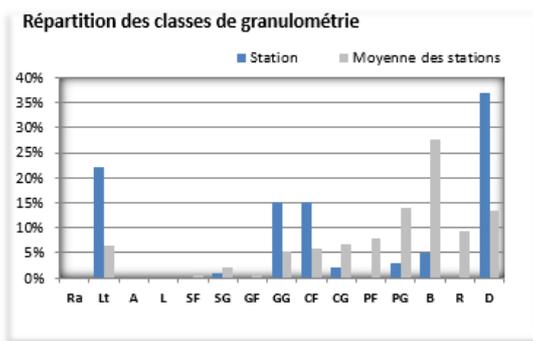


9.11.2 Substrats

Les classes granulométriques sont principalement composées d’écoulements sur dalle, très peu biogène, de portions non-négligeables de dépôts de litières et de patches localisés de fraction intermédiaires.

Le colmatage apparaît comme bien présent avec près de 60% des points qui présente un colmatage visible ou moyen. Les très faibles débits observés sont certainement la cause de ces dépôts importants de fines.

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



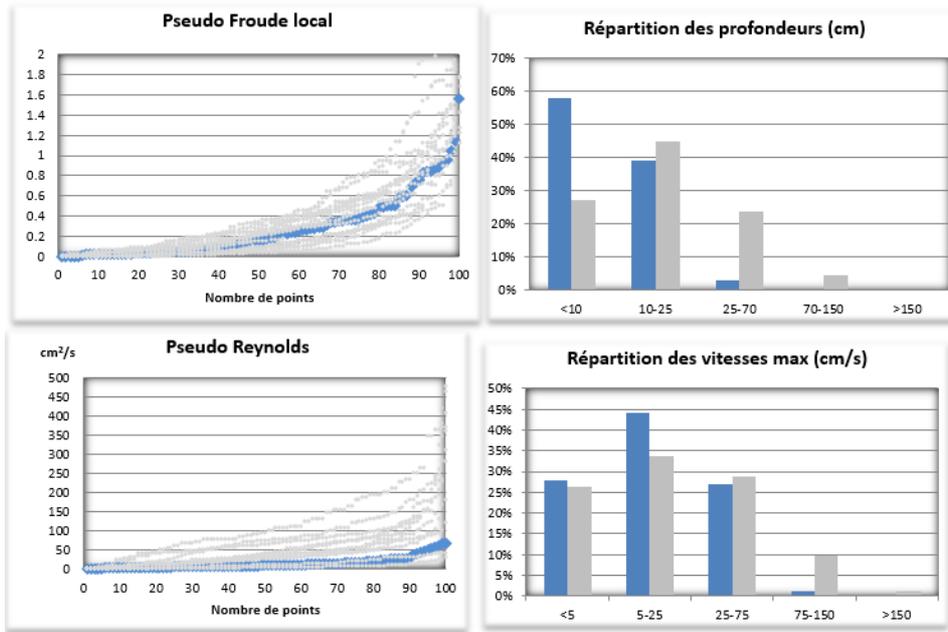
9.11.3 Hydraulique

Les indicateurs hydrauliques indiquent tout naturellement une position comparative très basse de ce site par rapport au pool disponible.

Les valeurs de Reynolds surtout sont extrêmement faibles et les classes de profondeur sont trouvées dans les valeurs très basses, les écoulements sur dalle majoritaires prêtant à cet effet.



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



9.11.4 Indices d’habitabilité

Les vitesses relativement faibles et les substrats assez peu biogènes réduisent considérablement la note d’habitabilité. La présence de litière permet au milieu de disposer de facteurs positifs pour la faune benthique et doit permettre à cet indice de résister aux faibles valeurs de débits.

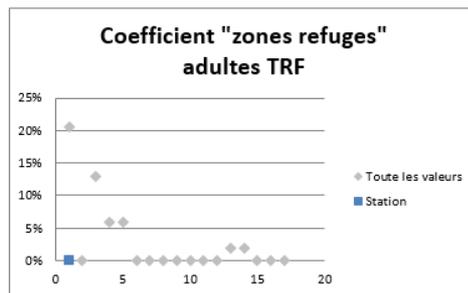
L’indice de complexité se situe dans la gamme intermédiaire des notes du pool disponible.

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

Artaran		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	1	9	5	0	0
CG	9	0	2	0	0	0
PF	9	0	0	0	0	0
PG	8	0	3	0	0	0
Br	7	0	13	5	0	0
Lt	6	18	4	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	1	5	9	0	0
GF	6	0	0	0	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	0	1	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	3	0	0	0
D	2	0	6	12	1	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		14.45 /20			Indice de compléxité 3.28	

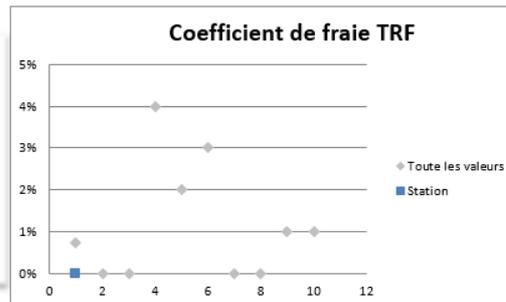
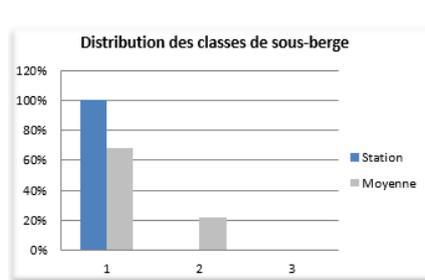
Les indices plus spécifiquement piscicoles présentent une situation très peu favorable aux poissons avec des profondeurs bien trop basses pour être utilisables par ces espèces. De plus les écoulements sur dalle limitent d’autant plus l’attractivité de ce milieu.

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



Cloisonnement

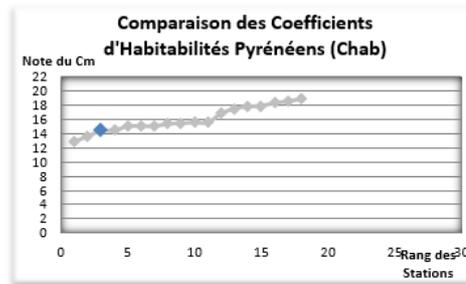
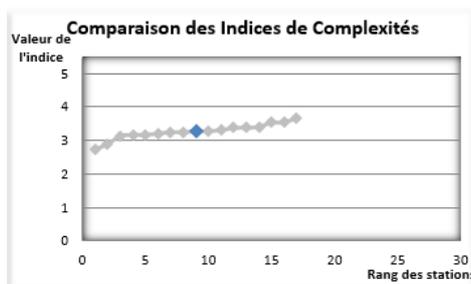
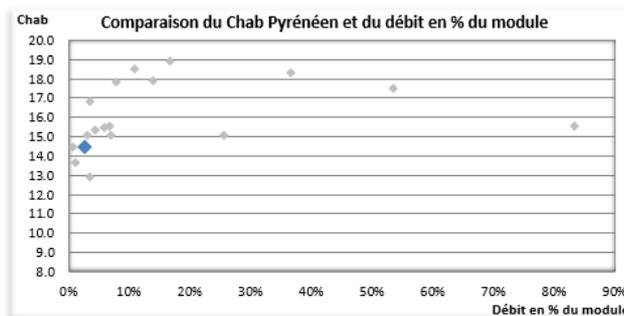
Nombre de chute supérieur à 30 cm	0
Nombre de chute supérieur à 80 cm	0
Hauteur de chute maximum (m)	0
Hauteur de chute cumulée (m)	0
Nombre de chute / 100 m	0.0



Les valeurs des indices d'habitabilité et de complexité sont relativement basses, en comparaison des autres sites, surtout pour le Chab.

Même si certains éléments permettent de limiter la baisse engendrée par les très faibles débits, les dépôts de fines sont importants et certainement liés aux très faibles débits observés (3% du module pour un débit réservé à 10%).

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



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

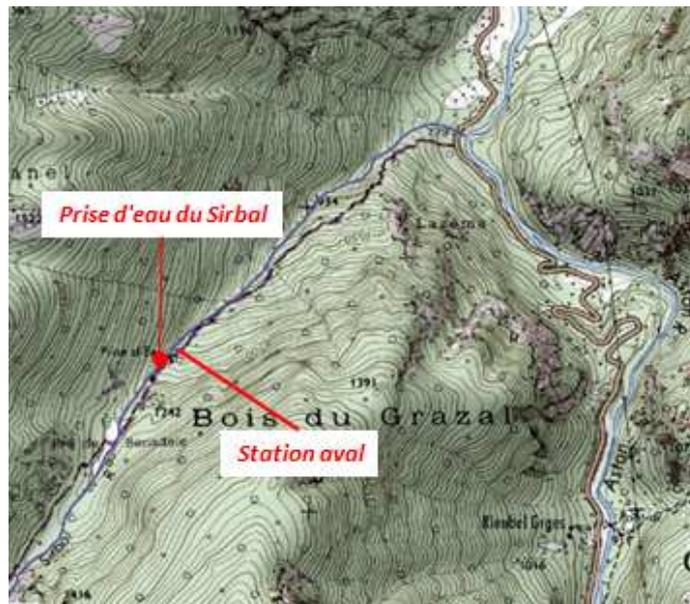
A la vue de ces éléments, compte tenu notamment du faible niveau d'habitabilité au débit d'observation, il apparaît indispensable de préconiser un débit théorique biologique au moins équivalent au débit réservé actuel, correspondant de surcroît au seuil optimal méthodologique (10 l/s - $\sim 1/10^{\text{ème}}$ du module) tout en sachant que, comme pour le ruisseau d'Estagnols, le gain à attendre avec une augmentation supplémentaire ne serait que très limité à cause des substrats en place, très peu biogènes.

9.12 PRISE D’EAU DU SIRBAL

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.

Le cours d’eau est très différent entre l’amont de la prise d’eau et l’aval. En effet, la zone amont est inaccessible du fait des très fortes pentes et de la conformation de la vallée.

Une seule station TeauRRENT a donc pu être analysée en aval proximal de la prise d’eau.



9.12.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 13/11/2012 pour un débit équivalent à 1% du module (6 l/s pour 547 l/s) au droit du site TeauRRENT.

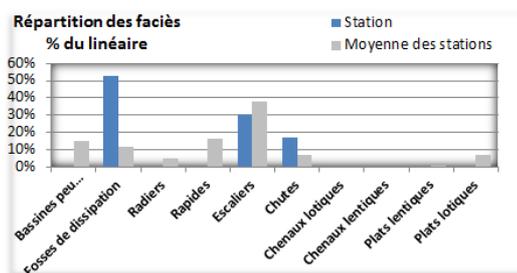
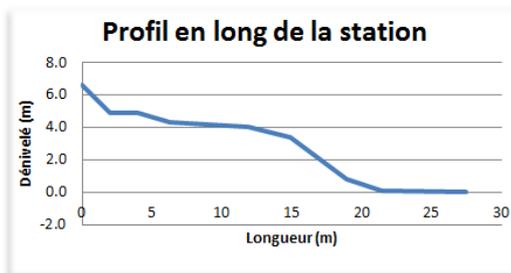
La pente de la station est très importante (24%). Les écoulements sont une succession régulière de chutes/escaliers et de fosses de dissipation de plus forte profondeur.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Sirbal, aval immédiat prise d'eau

USINE : Aston	Longueur totale de la station (m)	27	Nb faciès / 100 m	29
	Dénivelée de la station (m)	7	Nb chutes pour 100 m	7
	Pente en %	24		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Chute	2	0.53	161.4%	1.7
Fosse de dissipation	2	3.3	0.5%	
Escalier	2.3	0.1	26.8%	
Fosse de dissipation	5.6	2	5.2%	
Escalier	3	1.5	21.3%	
Chute	4	1.2	85.5%	2.6
Escalier	2.5	0.2	30.6%	
Fosse de dissipation	6	2.8	1.4%	

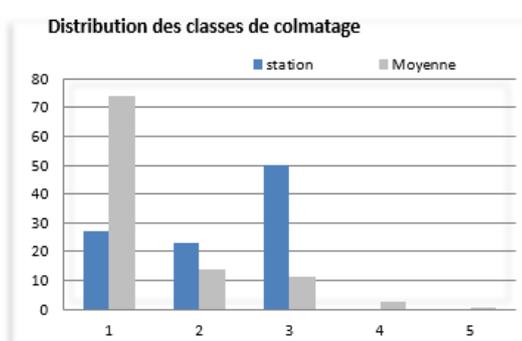
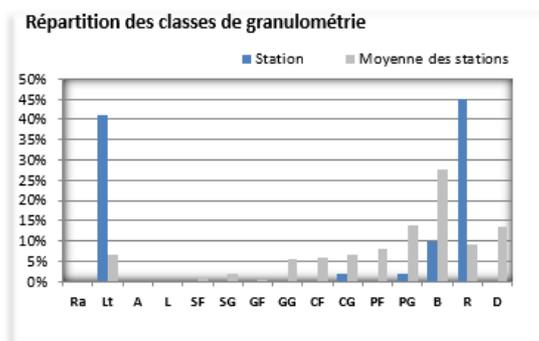


9.12.2 Substrats

Les fractions granulométriques sont assez homogènes et paradoxalement, diversifiées d’un point de vue de leur caractère biogène : les rochers et blocs présentent des surfaces assez lisses pour la faune benthique et donc assez peu propices alors que les zones de litière importantes permettent une habitabilité intéressante pour ces mêmes taxons.

Certainement en raison des très faibles débits, le colmatage n’est pas négligeable avec près des trois-quarts des points présentant des dépôts de fines et même la moitié identifiée dans la classe moyenne.

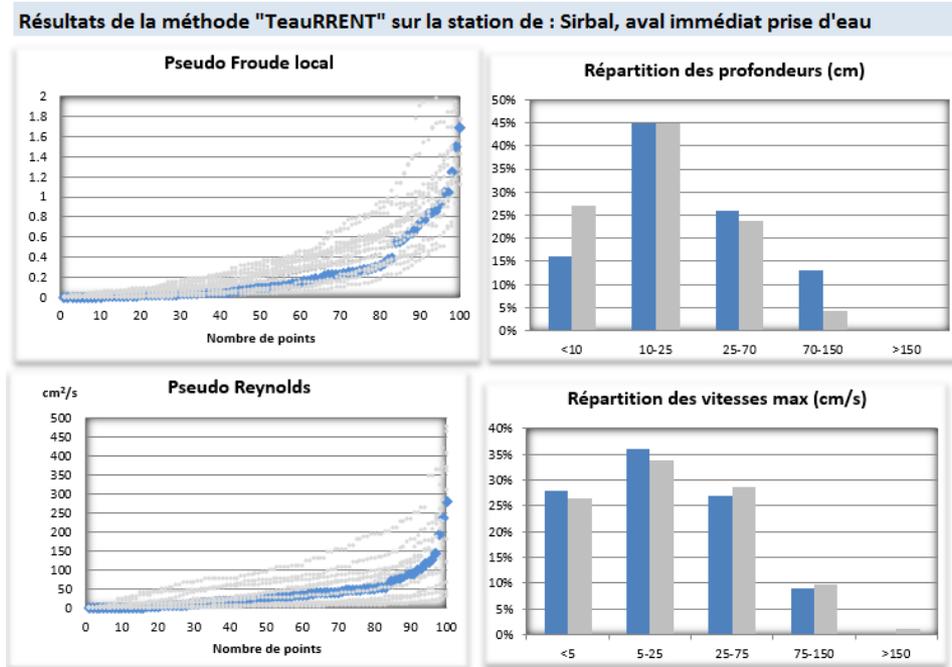
Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Sirbal, aval immédiat prise d'eau



9.12.3 Hydraulique

Les indicateurs hydrauliques reflètent une situation très basse, comparativement aux autres stations disponibles avec la méthodologie TeauRRENT.

Toutefois, la diversité des faciès assez opposés permet au site de disposer de zones profondes non-négligeables même si elles ne sont pas majoritaires ainsi que de vitesses parfois moyennes à importantes, malgré les débits très bas.



9.12.4 Indices d’habitabilité

La très faible diversité granulométrique impose une note de complexité très basse pour ce site.

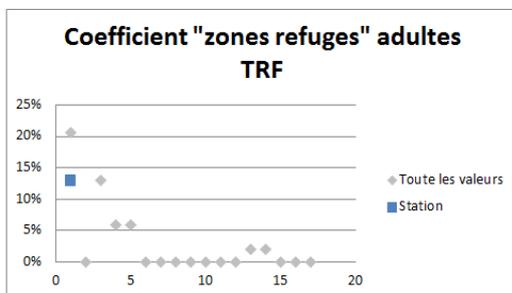
De la même manière, ici et contrairement au site sur Artaran, la présence de zones de litières ne permet pas de compenser les débits trop bas et le manque de couples substrat/vitesse dans les classes de vitesse plus biogènes. L’indice d’habitabilité est également très bas.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Sirbal, aval immédiat prise d'eau

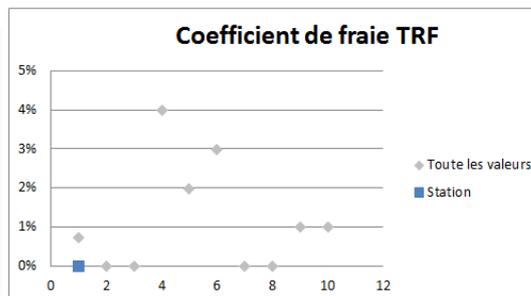
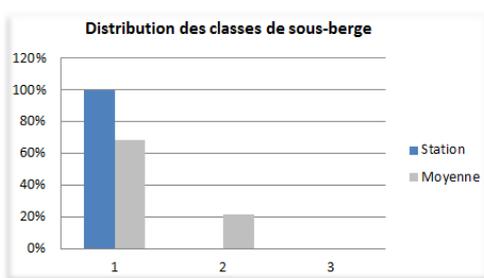
Sirbal		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	0	0	0	0	0
CG	9	0	1	1	0	0
PF	9	0	0	0	0	0
PG	8	0	2	0	0	0
Br	7	0	3	8	9	0
Lt	6	23	18	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	0	0	0	0	0
GF	6	0	0	0	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	0	0	0	0	0
SF	5	0	0	0	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	1	8	16	1	0
B	3	0	7	2	0	0
D	2	0	0	0	0	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		13.63 /20			Indice de complexité 2.90	

La présence de zones profondes régulièrement réparties permet au site de disposer d'un bon coefficient de « zones refuges » mais concernant les autres indicateurs (cloisonnement, fraie, abris), le milieu est très peu attractif pour les poissons.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Sirbal, aval immédiat prise d'eau

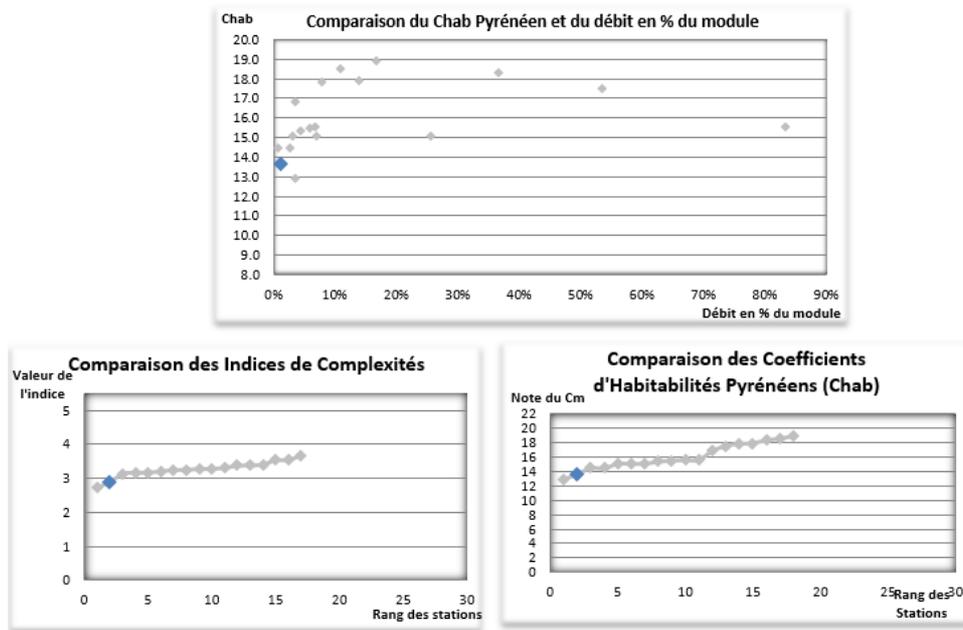


Cloisonnement	
Nombre de chute supérieur à 30 cm	2
Nombre de chute supérieur à 80 cm	2
Hauteur de chute maximum (m)	2.6
Hauteur de chute cumulée (m)	4.3
Nombre de chute / 100 m	7.3



Les valeurs des indices d'habitabilité et de complexité sont très basses, en comparaison des autres sites disponibles dans le pool TeauRRENT.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Sirbal, aval immédiat prise d'eau



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 peut être préconisé une gamme de débit minimum biologique comprise entre le seuil minimal réglementaire (25 l/s – 1/20^{ème} du module au droit du site d'analyse) et le seuil critique défini dans la méthodologie TeuRRENT (35 l/s - 1/15^{ème} du module).

Autant l'atteinte du seuil de débit critique peut laisser penser à une amélioration indispensable mais légère de la valeur de l'indice d'habitabilité, autant une valeur de débit plus élevée n'aurait que peu d'effet supplémentaire dans la mesure où les conditions naturelles du cours d'eau ne permettent pas une amélioration notable du milieu.

10 SYNTHÈSE DES RESULTATS POUR LE GROUPEMENT D’USINE D’ASTON – AMENAGEMENT D’ASTON

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

- Mérens

Les éléments d’analyse nous amènent à proposer comme débit minimum biologique une valeur de débit restitué de 265 l/s (1/15^{ème} du module), valeur qui permettrait de concilier circulation piscicole, respect des débits critiques pour les adultes mais également des exigences écologiques des jeunes stades et tout ceci en minimisant le risque sur la reproduction salmonicole, dans l’esprit de détermination des débits minimum biologiques.

- Mourguillou inférieure

Pour cette prise d’eau, un débit biologique théorique équivalent au débit critique méthodologique, c’est-à-dire 57 l/s (1/15^{ème} du module) semble être un premier pas et devrait permettre un gain écologique non-négligeable.

En cohérence avec la prise d’eau en amont (Usine de Mérens) et dans la mesure où il convient de limiter au maximum le risque de dégradation sur la portion terminale du ruisseau qui présente des qualités habitationnelles intéressantes, en connexion directe avec l’Ariège, l’atteinte du seuil méthodologique optimal (85 l/s – 1/10^{ème} du module) pourrait être pertinente et même, à la vue de la comparabilité avec le site amont, permettrait d’améliorer de manière plus importante la situation actuelle.

- Estagnols

Dans ce contexte, un débit minimum biologique en aval de la prise d’eau compris entre le minimum réglementaire, 16 l/s (1/20^{ème} du module), et 21 l/s (1/15^{ème} du module) débit critique établi dans la méthodologie TeauRENT) semble suffisant.

Autant l’atteinte du seuil de débit critique peut laisser penser à une amélioration légère de la valeur de l’indice d’habitabilité, autant une valeur de débit plus élevée n’aurait aucun effet supplémentaire dans la mesure où les conditions naturelles du cours d’eau ne permettent pas une amélioration notable du milieu.

- Nagear

Le potentiel brut de reproduction apparaît élevé sur le secteur et, même si des gains théoriques pourraient être supérieurs, un gain théorique conséquent a déjà été atteint avec la modification du débit réservé et aucune information bibliographique ne permet de dire à l’heure actuelle que cette activité spécifique et le recrutement lié sont mis en défaut.

Les éléments disponibles nous amènent donc à estimer que 100 l/s (1/15^{ème} du module au droit du site d’analyse, valeur supérieure au minimum réglementaire) sont parfaitement compatibles avec le maintien de la vie aquatique.

- Lagal

D’après la méthodologie TeauRRENT d’auto-calibration, le débit critique méthodologique de 14 l/s, équivalent au 1/15^{ème} du module en aval immédiat de la prise d’eau, semblerait déjà suffisant comme débit biologique théorique et sans risque de dégradation majeure du milieu dans un contexte déjà influencé et fortement fragmenté.

- Luzenac

L’intervalle de débit biologique théorique proposée en aval de cette prise d’eau se situe entre 42 l/s (seuil minimal réglementaire) et 55 l/s (1/15^{ème} du module - valeur de débit critique estimée dans la méthodologie TeauRRENT).

Autant l’atteinte du seuil de débit critique peut laisser penser à une amélioration légère de la valeur de l’indice d’habitabilité par rapport au seuil minimal réglementaire, autant une valeur de débit plus élevée n’aurait certainement aucun effet supplémentaire dans la mesure où les conditions naturelles du cours d’eau ne permettent pas une amélioration notable du milieu.

- Mourègnes

Dans ce contexte, une valeur de débit biologique théorique en aval de la prise d’eau de 15 l/s (1/20^{ème} du module) semble suffisante, les conditions étant déjà satisfaisantes aux débits de mesure bas et nous estimons, à la vue des conditions naturelles du cours d’eau, qu’une valeur supplémentaire de débit ne permettrait pas une augmentation notable.

- Albiès

Au regard des éléments disponibles, la préconisation du 1/15^{ème} du module (19 l/s – seuil critique méthodologique) semble pertinente comme valeur de débit biologique théorique afin de minimiser le risque de dégradation sur le milieu aquatique.

- Riète

Les éléments d’analyse nous amènent à proposer, comme débit minimum biologique en aval immédiat du barrage, une valeur de 270 l/s (1/17^{ème} du module) qui permettrait de concilier les exigences écologiques des jeunes stades, de garantir l’atteinte du seuil critique sur l’ensemble du linéaire tout en minimisant le risque sur le potentiel actuel de reproduction salmonicole, notamment sur la portion aval de l’Aston grâce aux apports intermédiaires garantis.

- Calvières

Au regard des éléments disponibles, la préconisation de 25 l/s (1/15^{ème} du module), seuil critique identifié dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT, semble pertinente comme valeur de débit biologique théorique pour l’aval de cette prise d’eau, cette légère augmentation par rapport au débit de mesure devant permettre une légère amélioration des conditions en sachant qu’un débit encore supérieur ne serait que peu efficace compte tenu des substrats résiduels présents et de la forte fragmentation.

- Artaran

Il apparaît indispensable de préconiser un débit théorique biologique au moins équivalent au débit réservé actuel, correspondant de surcroît au seuil optimal méthodologique (10 l/s - $\sim 1/10^{\text{ème}}$ du module) tout en sachant que, comme pour le ruisseau d'Estagnols, le gain à attendre avec une augmentation supplémentaire ne serait que très limité à cause des substrats en place, très peu biogènes.

- Sirbal

En aval immédiat de la prise d'eau, il peut être préconisé une gamme de débit minimum biologique comprise entre le seuil minimal réglementaire (25 l/s - $1/20^{\text{ème}}$ du module) et le seuil critique défini dans la méthodologie TeauRRENT (35 l/s - $1/15^{\text{ème}}$ du module)

Autant l'atteinte du seuil de débit critique peut laisser penser à une amélioration indispensable mais légère de la valeur de l'indice d'habitabilité, autant une valeur de débit plus élevée n'aurait que peu d'effet supplémentaire dans la mesure où les conditions naturelles du cours d'eau ne permettent pas une amélioration notable du milieu.

Tableau 28 - Valeurs de synthèse des DMB proposés en aval immédiat de chaque prise d'eau du groupement d'Aston - Aménagement d'Aston

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)
Mérens	3850	193	640	265
Mourguillou inférieure	850	43	110	57 à 85
Estagnols	310	16	25	16 à 21
Nagear	1440	72	300	100
Lagal	200	10	30	14
Luzenac	830	42	160	42 à 55
Mourègnes	290	15	40	15
Albiès	280	14	30	19
Riète	4540	227	850	270
Calvières	370	19	60	25
Artaran	110	6	14	10
Sirbal	500	25	70	25 à 35

*incertitude forte

11 ANNEXES

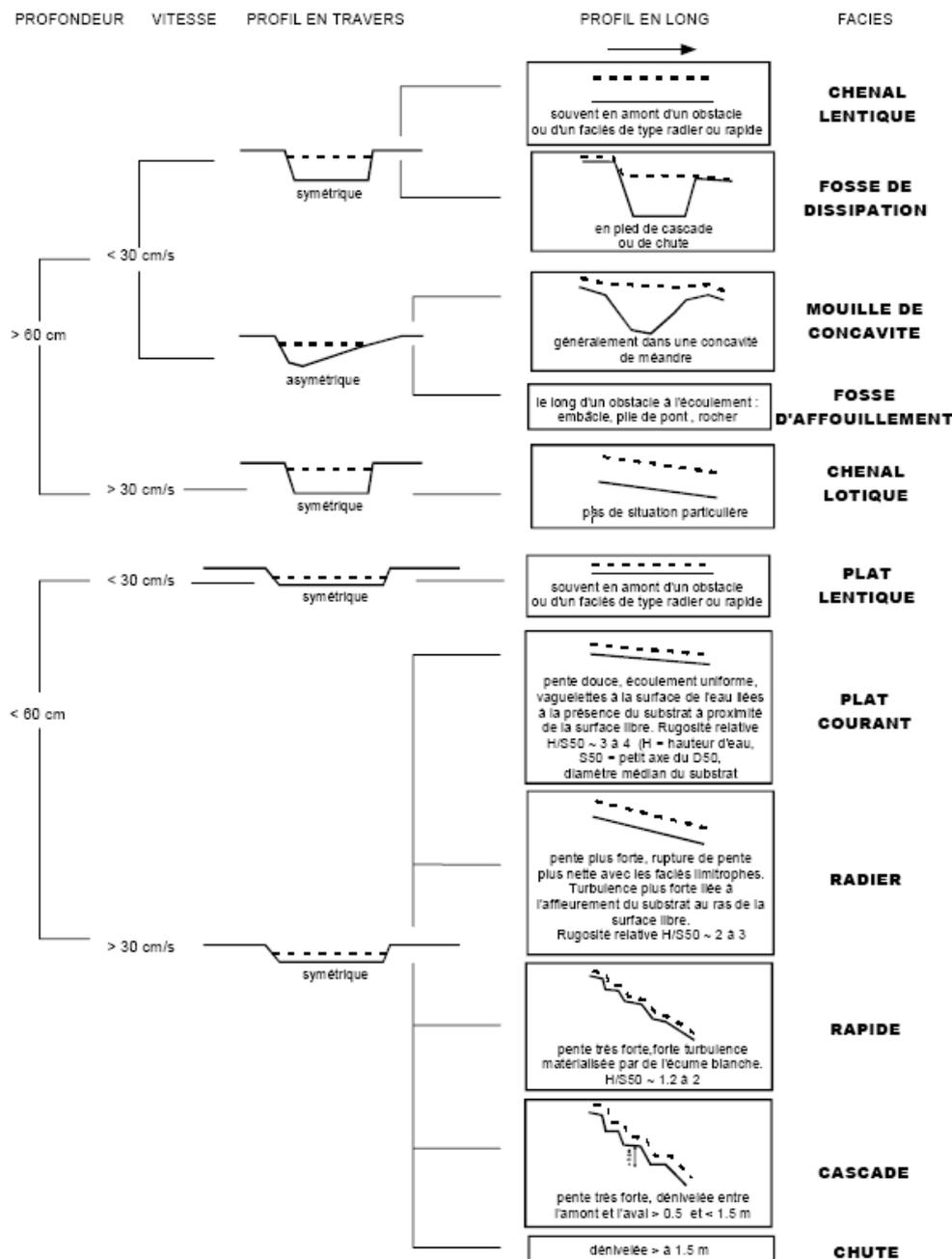
11.1 ANNEXE 1 - CLASSIFICATION GRANULOMETRIQUE

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

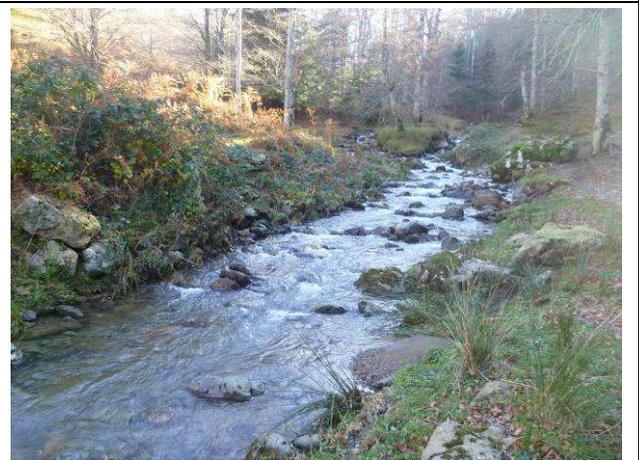
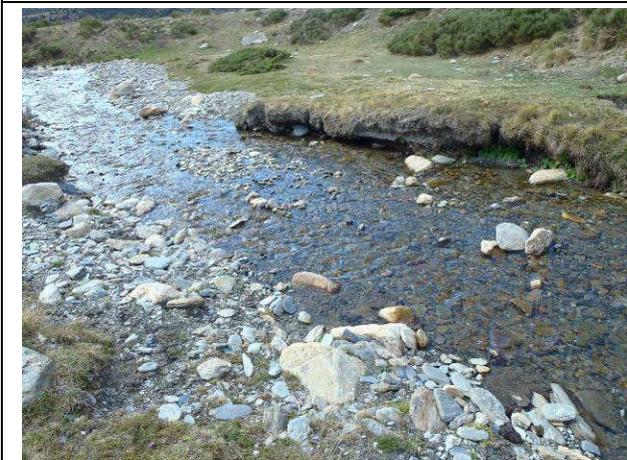
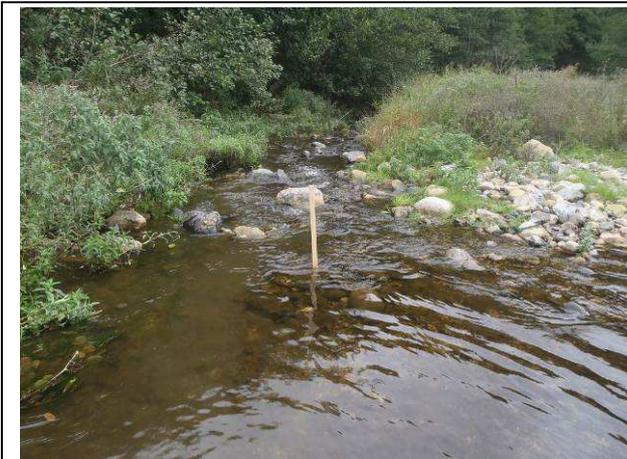
Turbulences nulles à faibles / Pente faible / Profondeurs faibles (à défaut, chenal) / Vitesses moyennes



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

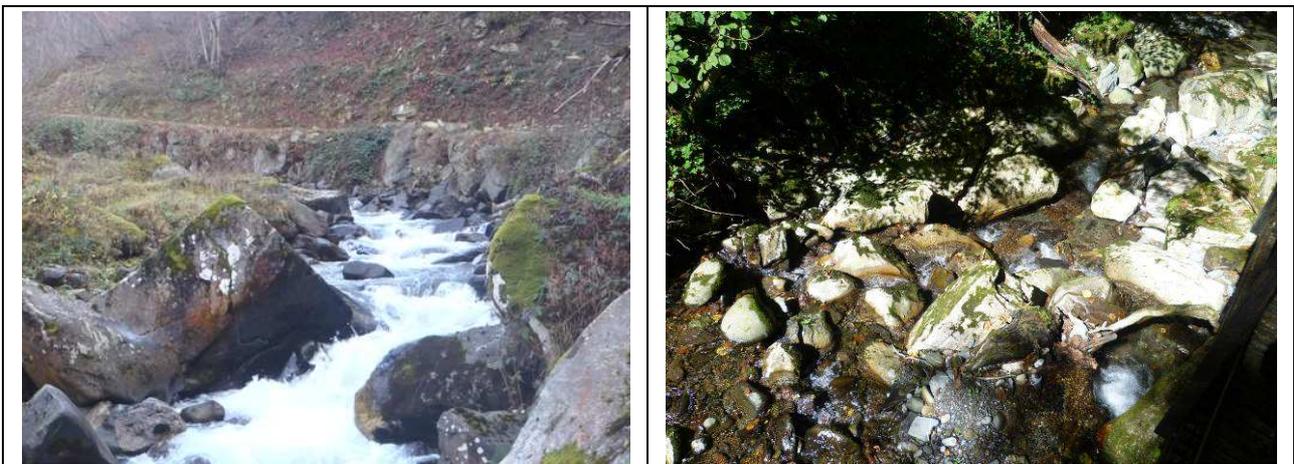
Moyennes à fortes turbulences / Pente moyenne à forte et homogène / Ecoulements entre blocs / Vitesses fortes



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

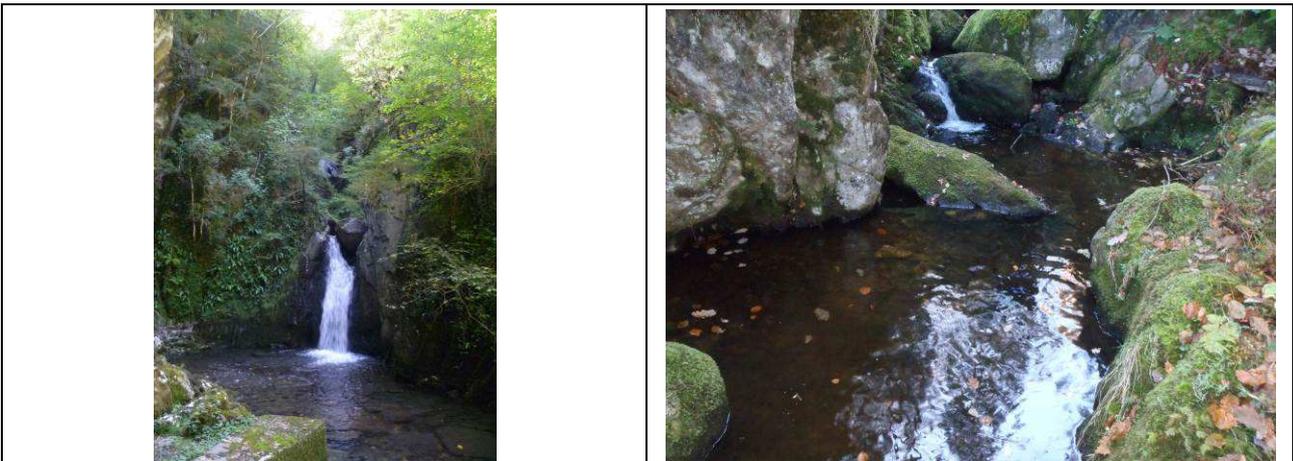
Fortes turbulences / Pente forte et par pallier



11.3.2.5 Profonds

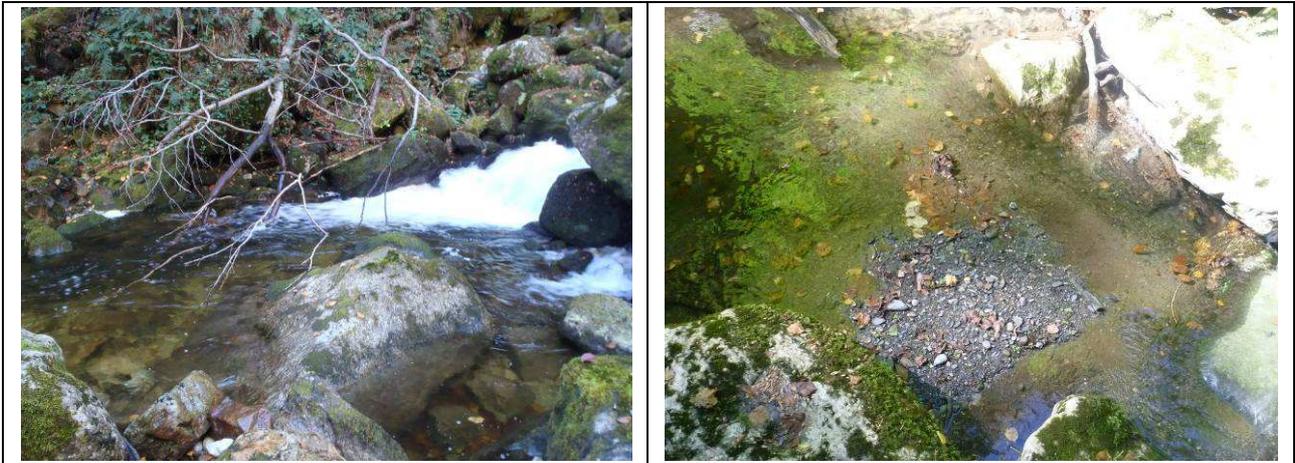
11.3.2.5.1 Fosses de dissipation

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



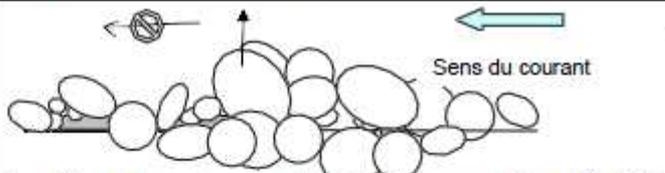
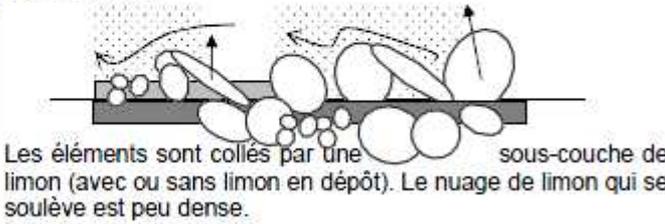
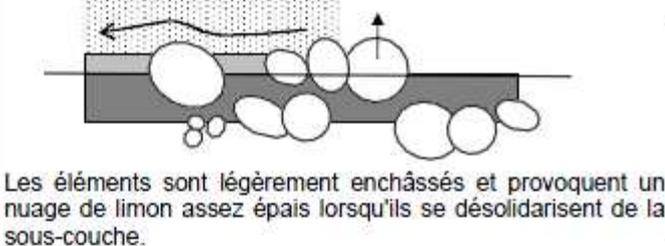
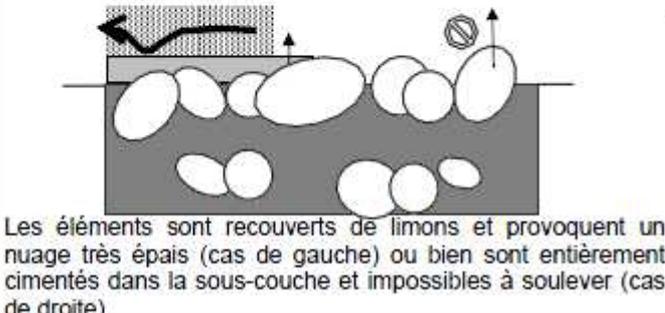
11.3.2.6 Chutes

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

11.5.2 Modèle TRF « BIG »

BIG Large brown trout (> 400mm)

Origine: John Hayes 1991 - Freshwater Catch 45.

\$1 ADU

0.00	0.00	
0.01	0.00	
0.02	0.00	70.00 0.12
0.03	0.00	80.00 0.00
0.04	0.00	90.00 0.10
0.05	0.00	100.00 0.00
0.06	0.00	110.00 0.00
0.07	0.00	120.00 0.00
0.08	0.00	130.00 0.00
0.09	0.00	140.00 0.00
10.00	0.00	150.00 0.00
20.00	0.01	160.00 0.00
30.00	0.01	170.00 0.00
40.00	0.02	180.00 0.00
50.00	0.25	0.00 0.00
60.00	0.12	0.26 0.09
70.00	0.42	0.52 0.16
80.00	0.31	0.77 0.24
90.00	0.54	1.03 0.30
100.00	1.00	1.29 0.32
110.00	0.85	1.55 0.34
120.00	0.42	1.81 0.35
130.00	0.00	2.06 0.37
140.00	0.00	2.32 0.41
150.00	0.00	2.58 0.45
160.00	0.00	2.84 0.51
170.00	0.00	3.10 0.60
180.00	0.00	3.36 0.70
190.00	0.00	3.61 0.87
200.00	0.00	3.87 1.00
210.00	0.00	4.13 1.00
220.00	0.00	4.39 1.00
0.00	0.02	4.65 1.00
0.01	0.02	4.90 1.00
0.02	0.03	5.16 1.00
0.03	0.03	5.42 1.00
0.04	0.03	5.68 1.00
0.05	0.04	5.94 1.00
0.06	0.04	6.19 0.90
0.07	0.04	6.45 0.77
0.08	0.04	6.71 0.64
0.09	0.05	6.97 0.52
10.00	0.05	7.23 0.38
20.00	0.32	7.48 0.26
30.00	0.49	7.74 0.13
32.00	0.59	8.00 0.00
34.00	0.69	
36.00	0.79	
38.00	0.89	
40.00	1.00	
50.00	0.25	
60.00	0.18	



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