

**DESTINATAIRES :**

**EDF - UPSO**

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



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

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

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

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

---

### **GROUPEMENT D'USINE DE VALLEE D'AX AMENAGEMENT D'HOSPITALET-BASSE CHUTE**



*Source photographique – EAUCEA*

**Contact**

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

Hervé LIEBIG

Tél. 05.61.92.31.59

Fax : 05.17.47.51.62

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

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

Bruno COUPRY

Tél. 05.61.62.50.68

Fax : 05.61.62.65.68

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

## Table des matières

<b>1</b>	<b>PREAMBULE</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>CONTEXTE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE ETUDIEE</b>	<b>9</b>
3.1	Régime hydrologique moyen au niveau des prises d’eau	11
3.2	Influence des débits réservés des affluents sur l’hydrologie de l’Ariège	16
3.3	Estimation du module au niveau des sites de mesure de débits biologiques	17
3.4	Estimation du QMNA5 naturel au niveau des sites de mesure des débits biologiques	18
<b>4</b>	<b>CONTEXTE THERMIQUE</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>LES ENJEUX ECOLOGIQUES</b>	<b>23</b>
5.1	Zonages naturels et espèces patrimoniales	24
5.2	Qualité des milieux et contexte réglementaire	29
<b>6</b>	<b>LE CONTEXTE PHYSIQUE</b>	<b>37</b>
6.1	Taille et Typologie de cours d’eau	39
6.2	Contexte hydromorphologique du secteur	41
6.3	Contexte d’occupation des sols	43
<b>7</b>	<b>SECTORISATION AFFINEE SUR LE SECTEUR RAPPROCHE</b>	<b>46</b>
7.1	Ruisseau d’En Garcie	48
7.2	Ruisseau du Siscar	50
7.3	Ruisseau du Val d’Arquès	53
7.4	Ruisseau de Bésines	55
7.5	Prises d’eau atypiques et hors périmètre d’étude	57
<b>8</b>	<b>METHODOLOGIE D’ANALYSE DES DEBITS BIOLOGIQUES</b>	<b>58</b>
8.1	Méthode TeauRRENT	58
<b>9</b>	<b>RESULTATS PAR PRISE D’EAU</b>	<b>78</b>
9.1	Prise d’eau d’En Garcie	78
9.2	Prise d’eau de Sisca (Siscar)	86
9.3	Prise d’eau de Baldarquès (Val d’Arquès)	94
9.4	Prise d’eau des Bésines	102
<b>10</b>	<b>SYNTHESE DES RESULTATS POUR LE GROUPEMENT D’USINE DE VALLEE D’AX – AMENAGEMENT D’HOSPITALET-BASSE-CHUTE</b>	<b>110</b>
<b>11</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>112</b>
11.1	Annexe 1 - Classification granulométrique	112
11.2	Annexe 2 - Clé de détermination des faciès de courant (MALAVOI et SOUCHON, 2002)	113
11.3	Annexe 3 – Classification de faciès « TeauRRENT »	114

## 11.4 Annexe 4 - Représentation imagée du protocole de mesure du colmatage du substrat selon ARCHAMBAUD, GIORDANO et DUMONT (2005) \_\_\_\_\_ 119

### Tableaux

Tableau 1 - Données hydrologiques des prises d'eau. Donnée EDF .....	10
Tableau 2 - Modules spécifiques au niveau des prises d'eau.....	17
Tableau 3 - Modules naturels calculés aux niveau des sites d’analyse .....	18
Tableau 4 - QMNA5 calculés selon la cartographie IRSTEA-ONEMA au niveau des sites d’analyse .....	19
Tableau 5 - Stations hydrométriques de référence - Module et QMNA5 (Source Banque Hydro) .....	19
Tableau 6 - Limites d'utilisations de la méthode EVHA .....	58
Tableau 7 - Limites d'utilisations de la méthode Estimhab .....	58
Tableau 8 - Résumé rapide de la classification des écoulements utilisées pour TeauRRENT61	
Tableau 9 – En-tête de la fiche de relevé des caractéristiques des faciès .....	62
Tableau 10 – En-tête de la fiche de relevé des données par point.....	62
Tableau 11 - Taxons benthiques cibles sur les grands secteurs typologiques étudiés .....	64
Tableau 12 - Classes de vitesses établies dans le cadre du protocole TeauRRENT sur la base de justifications écologiques ou hydromorphologiques.....	64
Tableau 13 - Classes de profondeurs établies dans le cadre du protocole TeauRRENT sur la base de justifications écologiques ou hydromorphologiques.....	65
Tableau 14 - Affinités aux classes de substrat et de vitesse pour les taxons benthiques ciblés et pour chaque grand secteur typologique .....	69
Tableau 15 - Tableaux de Chab adaptés à la typologie d'analyse dans le cadre du protocole TeauRRENT (Annexe 10.1) .....	70
Tableau 16 - Habitabilité optimale sur la base de l'indice d'habitabilité adapté pour la méthodologie TeauRRENT (Optimal au sein du cercle bleu / Situation défavorable à l'extérieur du cercle vert).....	76
Tableau 17 - Valeurs de synthèse des DMB théoriques proposés en aval immédiat de chaque prise d'eau du groupement de Vallée d’Ax – Aménagement d’Hospitalet-Basse-Chute.....	111

### Figures

Figure 1 - Carte du réseau hydraulique du GU d’Hospitalet BC avec les modules .....	9
Figure 2 - Stations d'évaluation des débits biologiques.....	10
Figure 3 - Hydrologie de la Neste de Cap-de-Long à Aragnouet .....	11
Figure 4 - Caractéristiques hydrologiques des prises d’eau du groupement d’usine de Vallée d’Ax – Aménagement d’Hospitalet-Basse-Chute .....	15
Figure 5- Schéma hydraulique de l'usine d’Hospitalet BC .....	16
Figure 6 - Bassins versant au niveau des prises d'eau du secteur .....	17
Figure 7 - QMNA5 spécifiques des stations hydrométriques et des sites microhabitat de l'Ariège en fonction de leur altitude .....	20
Figure 8 – Suivi de l'évolution de la température .....	22
Figure 9 - Cartographie des APPB au voisinage du complexe hydroélectrique d’Hospitalet-BC .....	24
Figure 10 - Cartographie du Parc Naturel Régional des Pyrénées ariégeoises au voisinage du complexe hydroélectrique d’Hospitalet-BC.....	25
Figure 11 - Cartographie des ZNIEFF à proximité du complexe hydroélectrique d’Hospitalet-BC .....	26

Figure 12 - Cartographie des zonages Natura 2000 à proximité du complexe hydroélectrique d’Hospitalet-BC .....	28
Figure 13 - Cours d’eau « classés » sur la zone d’étude .....	30
Figure 14 - Evaluation d’Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne) .....	33
Figure 15 - Caractéristiques d’évaluation de la masse d’eau FRFR166, L’Ariège de sa source au confluent de l’Aston (source - AE Adour-Garonne).....	34
Figure 16 - Caractéristiques d’évaluation de la masse d’eau FRFR166_2, Le ruisseau du Siscar (source - AE Adour-Garonne).....	34
Figure 17 - Caractéristiques d’évaluation de la masse d’eau FRFR166_3, Le ruisseau des Bésines (source - AE Adour-Garonne).....	35
Figure 18 -Echéance d’atteinte du Bon Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne) .....	36
Figure 19 - Carte de représentation de la typologie des cours d’eau s’écoulant au sein des Hydroécorigions .....	40
Figure 20 - Indicateurs de contextualisation hydromorphologique du réseau hydrographique (source - SYRAH-CE) .....	42
Figure 21 - 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) .....	44
Figure 22 - 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.....	45
Figure 23 - Formule de calcul de l’indice Chab.....	69
Figure 24 - 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 .....	75
Figure 25 - Représentation graphique des valeurs de l’indice d’habitabilité en rapport avec le relatif à son module pour chaque site TeauRRENT.....	76
Figure 26 - Evolution des positionnement des couples substrat/vitesse à partir du pool de sites disponibles dans l’étude.....	77



## 1 PREAMBULE

---

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

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

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

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

### **Méthode « micro-habitats »**

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

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

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

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

### **Méthode TeauRRENT**

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

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

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

### **Résultats de l'étude**

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

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

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

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

Le secteur du bassin versant de l'Ariège amont et notamment les prises d'eau de l'usine hydroélectrique d'Hospitalet-Basse-Chute 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'Hospitalet-Basse-Chute. Elle concernera donc l'ensemble du périmètre hydrographique de la concession correspondante et, dans le cadre spécifique du bassin de l'Ariège amont, les liens éventuels avec les autres aménagements qui font l'objet du même type d'analyse, à savoir Aston et Mérens.

---

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

## 2 INTRODUCTION

---

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

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

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

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

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

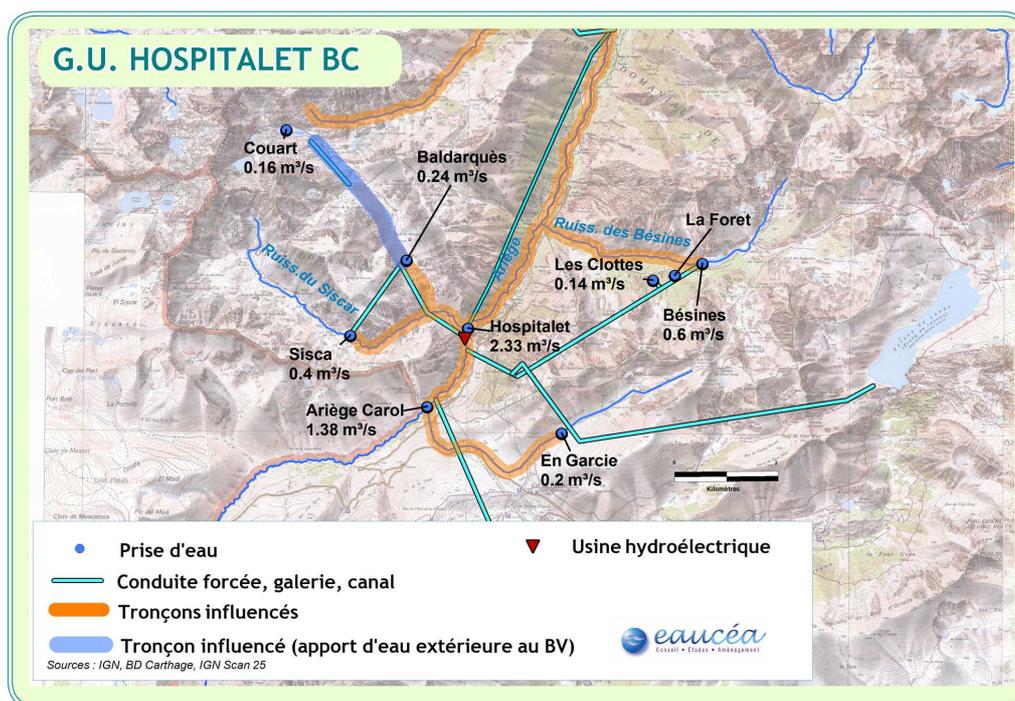
Dans le cadre de ces études, il est donc important de définir préalablement les enjeux écologiques locaux prioritaires et rassembler tous ces éléments indispensables à la définition fiable et pertinente des DMB :

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

### 3 CONTEXTE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE ETUDIEE

Les prises d'eau de l'aménagement d'Hospitalet-Basse-Chute sont situées sur des affluents de l'Ariège en tête de bassin versant.

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



**Figure 1 - Carte du réseau hydraulique du GU d'Hospitalet BC avec les modules**

#### Cas particuliers de certaines prises d'eau :

- Ariège Carol restitue les volumes détournés depuis le barrage de Lanoux vers l'Espagne. La prise d'eau d'Ariège Carol ne fait pas partie de cette présente étude DMB.
- La prise d'eau de l'étang de Couart détourne l'intégralité de l'eau de son bassin versant vers le Val d'Arquès sans aucun débit réservé coulant vers le ruisseau de Mourguillou. Aucun site d'évaluation de débit biologique n'a donc été réalisé pour ce cas.
- Les prises d'eau des Clottes et de la Forêt captent, conformément à l'arrêté préfectoral du 10 juillet 2013, tout l'écoulement par une grille, sans aucune obligation de débit réservé. Aucune mesure n'a donc été réalisée.

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

Les tronçons court-circuités (TCC), c'est-à-dire de la prise d'eau à la restitution des débits captés, ont des longueurs comprises entre 2 et 8 km.

Les prises d'eau de l'usine d'Hospitalet-Basse-Chute sont principalement situées en haute altitude, entre 1900 m et 2230 m.

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

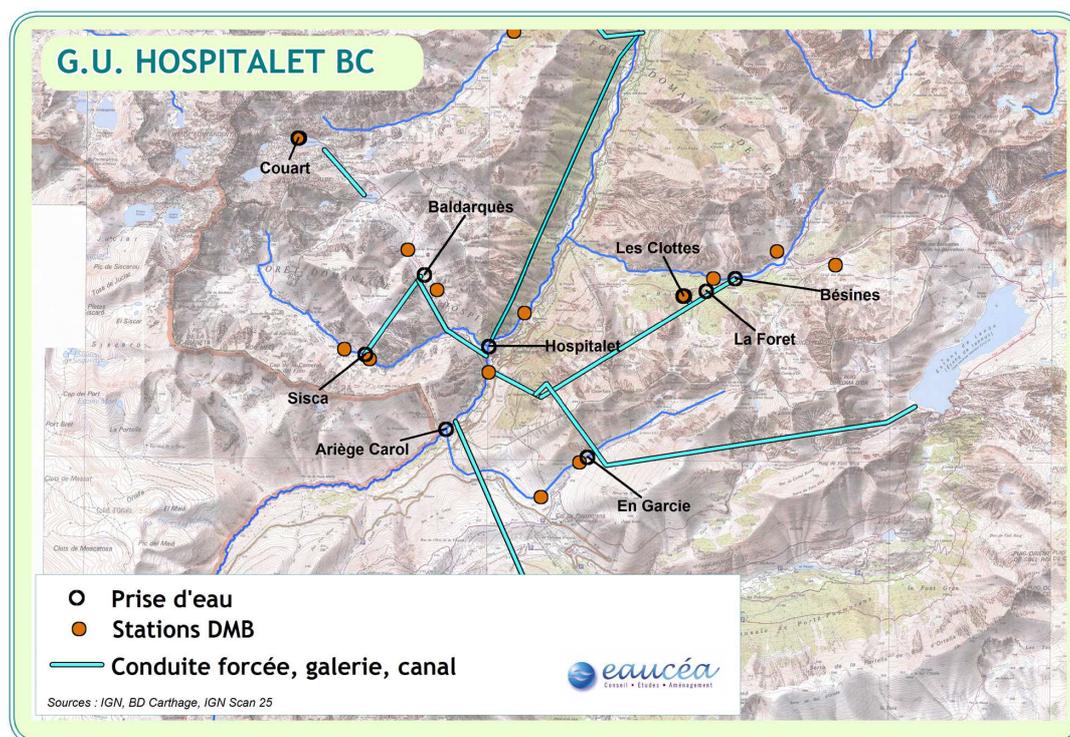
Les valeurs de QMNA5 au niveau de ces prises d'eau ne sont pas connues. La méthode de reconstitution des QMNA5 est expliquée dans le paragraphe 0

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

Prise d'eau	Cours d'eau	Altitude (m)	BV (km <sup>2</sup> )	Module (l/s)	QMNA5 (l/s)
Baldarqués	Val d'Arques	1980	4.7	240	?
Bésines	Bésines	1973	11.9	600	?
Couart	Couart	2228	3.2	16	?
En Garcie	En Garcie	1980	4.1	200	?
La Forêt	Soula Couloumé	2000	?	13	?
Les Clottes	Les Clottes	2120	4.3	10	?
Sisca	Siscar	2026	8.1	400	?

Pour chacune des prises d'eau, hors celles d'Ariège Carol, de Couart, La Forêt et les Clottes, une ou plusieurs stations de mesures permettant l'évaluation des débits biologiques ont été définies selon le contexte hydromorphologique des cours d'eau.

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



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

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

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

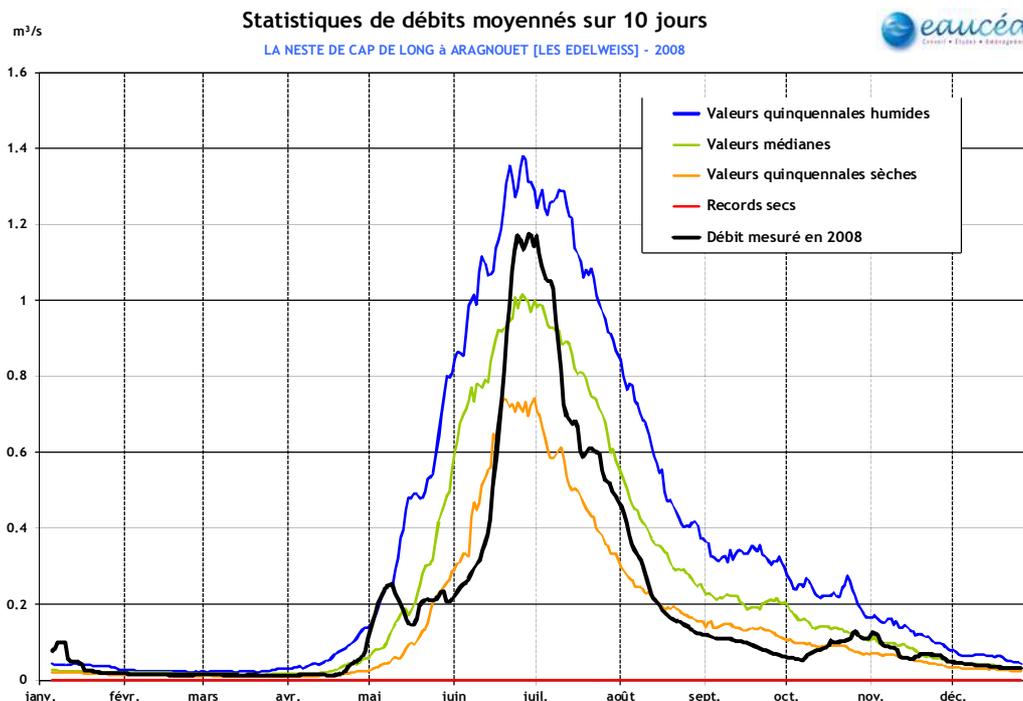
- L’hydrologie moyenne des stations hydrométriques de référence est représentée en pourcentage du module pour une année moyenne sous forme d’une chronique au pas de temps journalier ;
- Pour chaque prise d’eau, le module calculé par EDF est appliqué à une ou une combinaison de stations de références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

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

La seule station disponible en altitude suffisamment élevée est celle de la Neste de Cap-de-Long à Aragnouet [Les Edelweiss], située à 2182 m et dont la superficie du bassin versant égal à 5 km<sup>2</sup> est du même ordre avec celles des prises d’eau de même altitude.

Le régime nival de l’hydrologie de cette station est marqué, comme l’indique la figure ci-dessous représentant des débits moyennés sur 10 jours (moyennes glissantes).

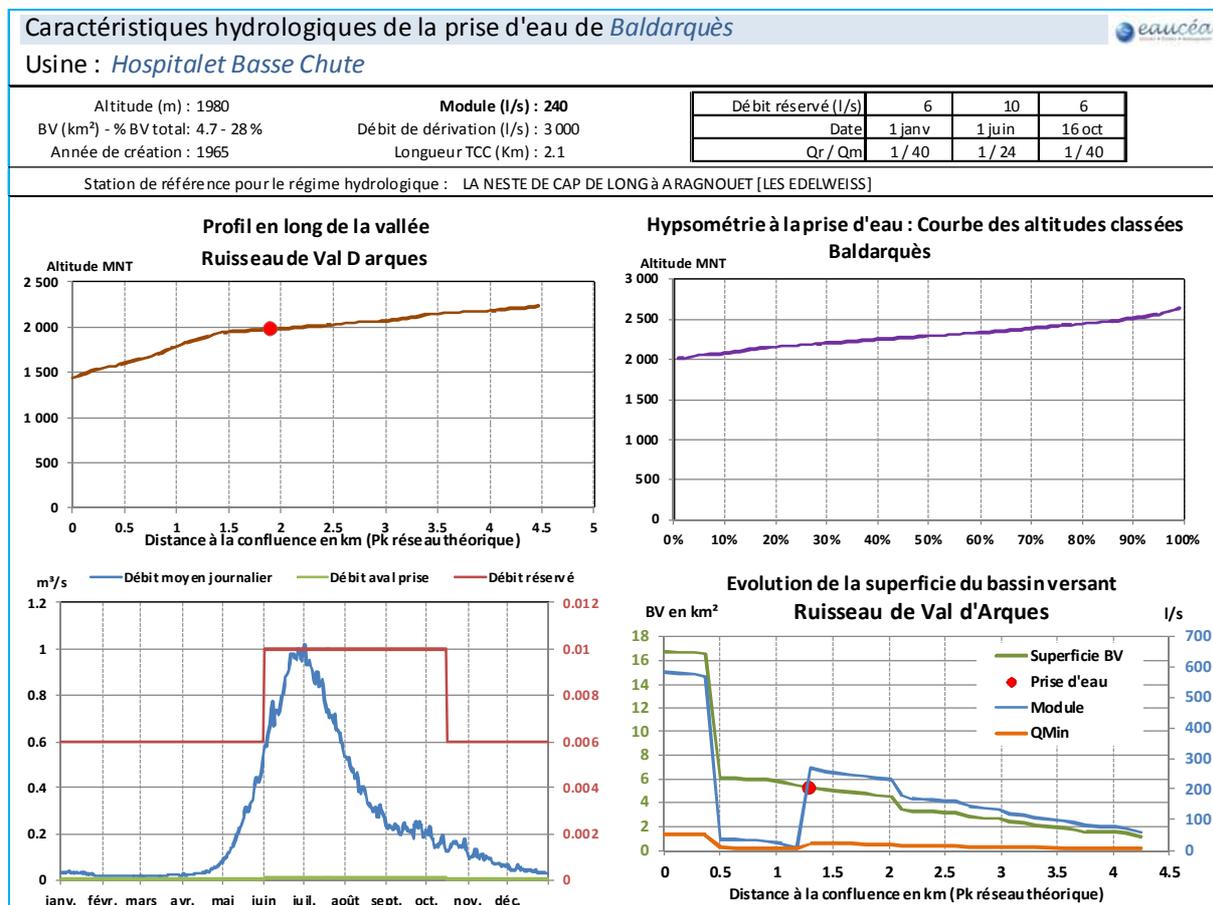
La période de hautes eaux se retrouve principalement aux mois de mai-juin durant la fonte des neiges, tandis que la période d’étiage se situe principalement en hiver de janvier à avril. Une période intermédiaire correspondant à la période pluviométrique automnale est faiblement marquée.



**Figure 3 - Hydrologie de la Neste de Cap-de-Long à Aragnouet**

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 *Bésines*



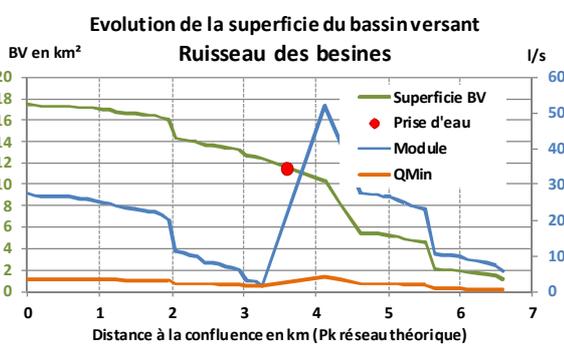
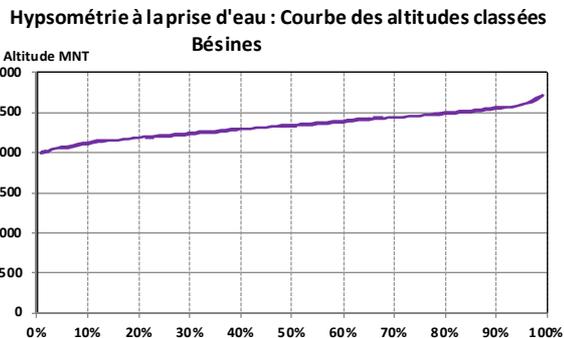
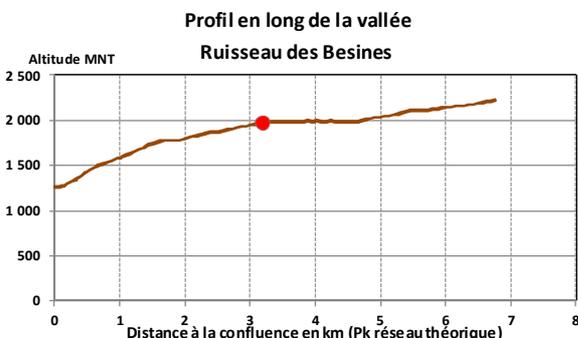
Usine : *Hospitalet Basse Chute*

Altitude (m) : 1973  
BV (km<sup>2</sup>) - % BV total : 11.9 - 68 %  
Année de création : 1966

Module (l/s) : 600  
Débit de dérivation (l/s) : 4 000  
Longueur TCC (Km) : 3.5

Débit réservé (l/s)	15	Qnat	15
Date	1 janv	1 juil	16 sept
Qr / Qm	1 / 40		1 / 40

Station de référence pour le régime hydrologique : LA NESTE DE CAP DE LONG à RAGNOUET [LES EDELWEISS]



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



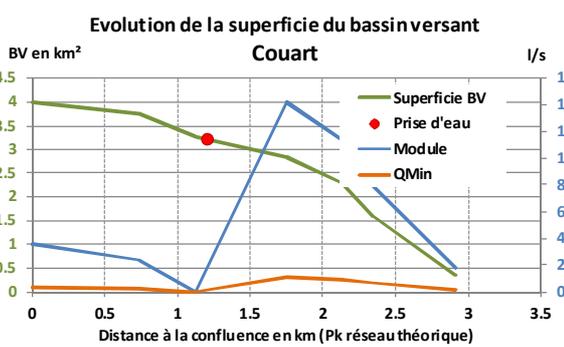
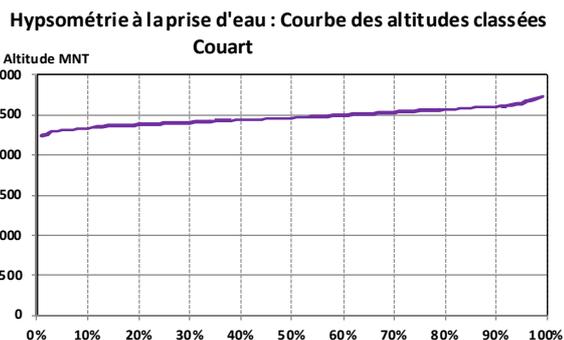
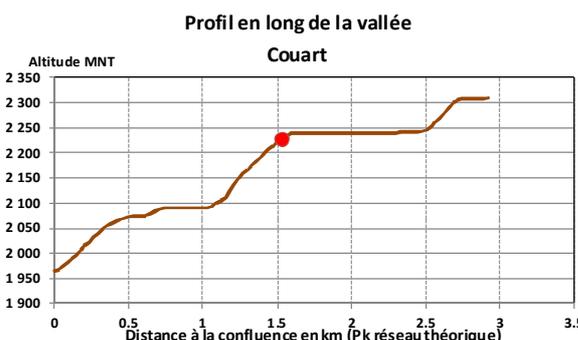
Usine : *Hospitalet Basse Chute*

Altitude (m) : 2228  
BV (km<sup>2</sup>) - % BV total : 3.2 - 80 %  
Année de création : 1969

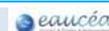
Module (l/s) : 16  
Débit de dérivation (l/s) : 2 000  
Longueur TCC (Km) : 8

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

Station de référence pour le régime hydrologique : LA NESTE DE CAP DE LONG à RAGNOUET [LES EDELWEISS]



Caractéristiques hydrologiques de la prise d'eau de *En Garcia*



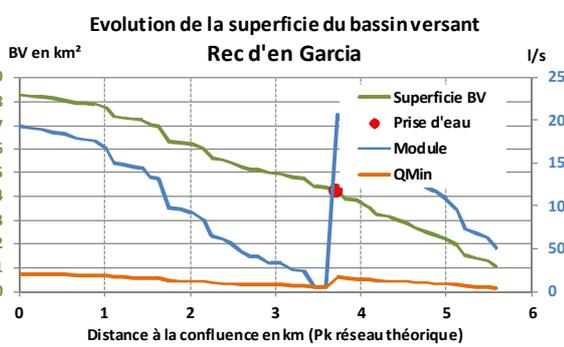
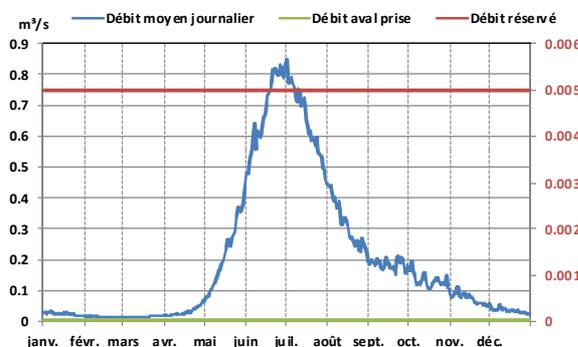
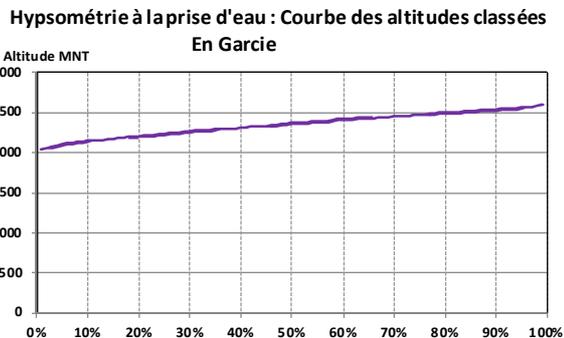
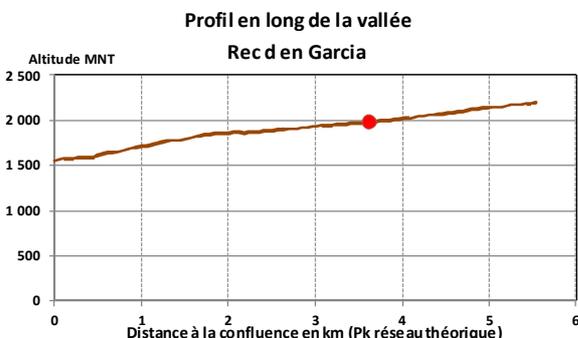
Usine : *Hospitalet Basse Chute*

Altitude (m) : 1980  
BV (km<sup>2</sup>) - % BV total: 4.1 - 50%  
Année de création : 1971

Module (l/s) : 200  
Débit de dérivation (l/s) : 1 000  
Longueur TCC (Km) : 5.6

Débit réservé (l/s)	5	5	
Date	1 janv	31 déc	
Qr / Qm	1 / 40	1 / 40	

Station de référence pour le régime hydrologique : LA NESTE DE CAP DE LONG à RAGNOUET [LES EDELWEISS]



Caractéristiques hydrologiques de la prise d'eau de *La Foret*



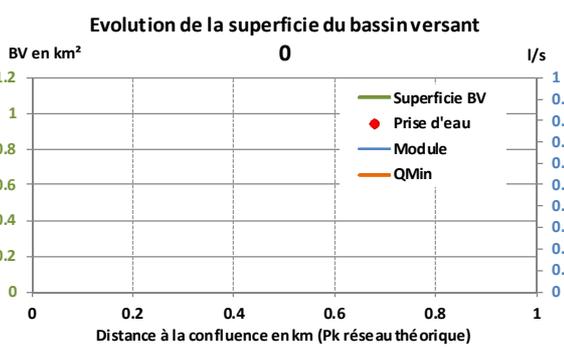
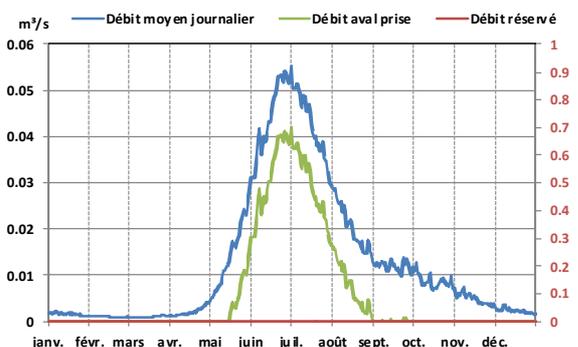
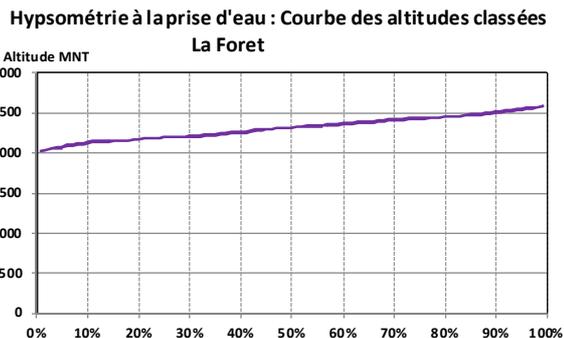
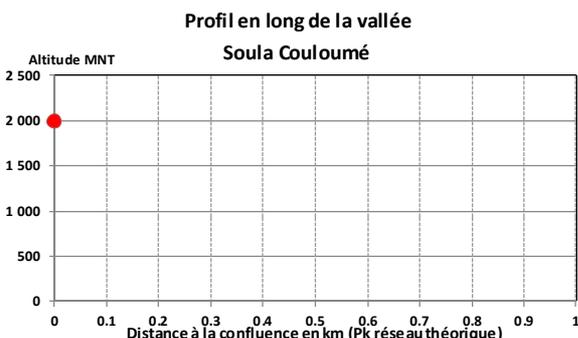
Usine : *Hospitalet Basse Chute*

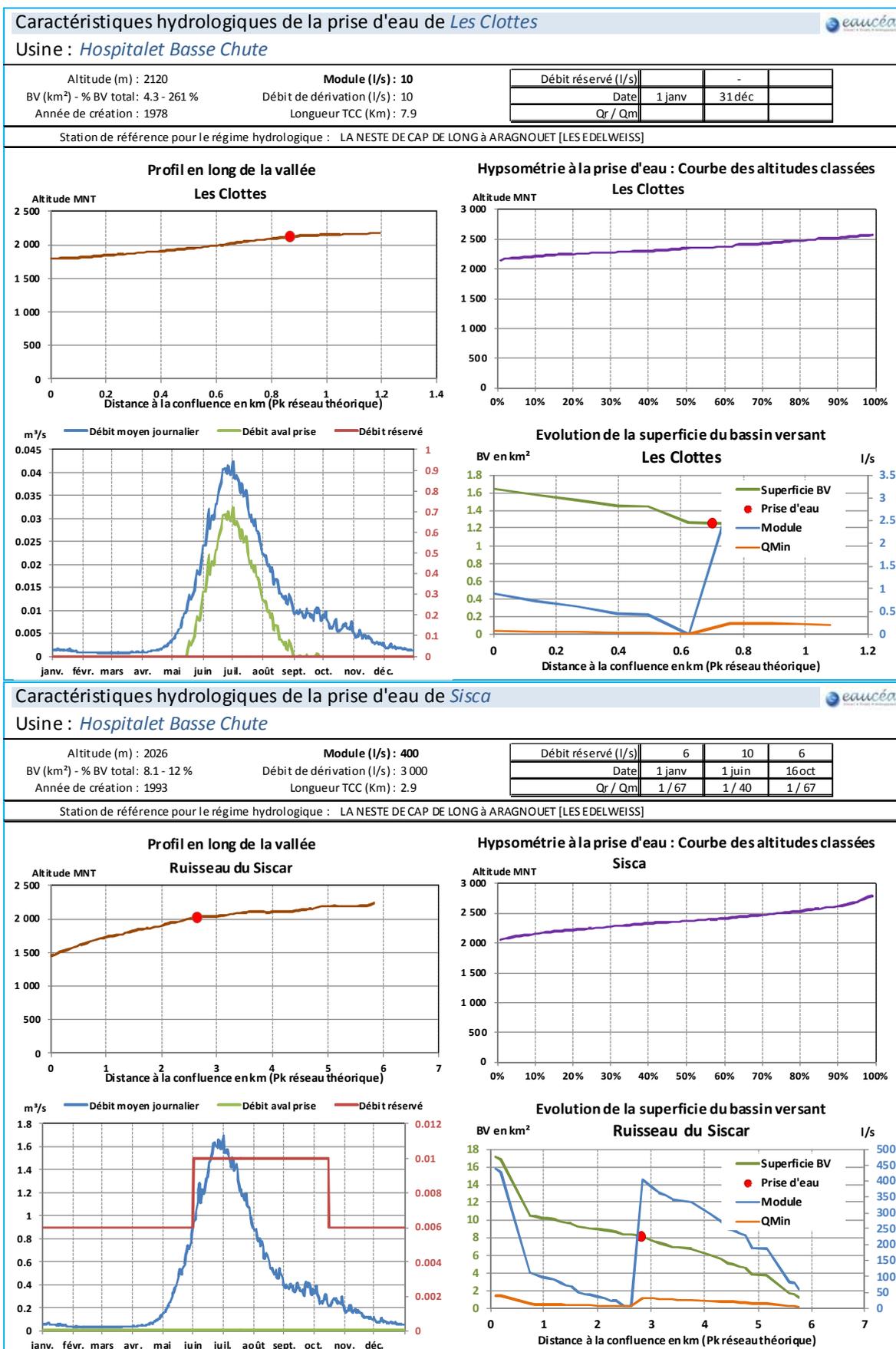
Altitude (m) : 2000  
BV (km<sup>2</sup>) - % BV total: #VALEUR!  
Année de création : 1976

Module (l/s) : 13  
Débit de dérivation (l/s) : 13  
Longueur TCC (Km) : 3.5

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

Station de référence pour le régime hydrologique : LA NESTE DE CAP DE LONG à RAGNOUET [LES EDELWEISS]





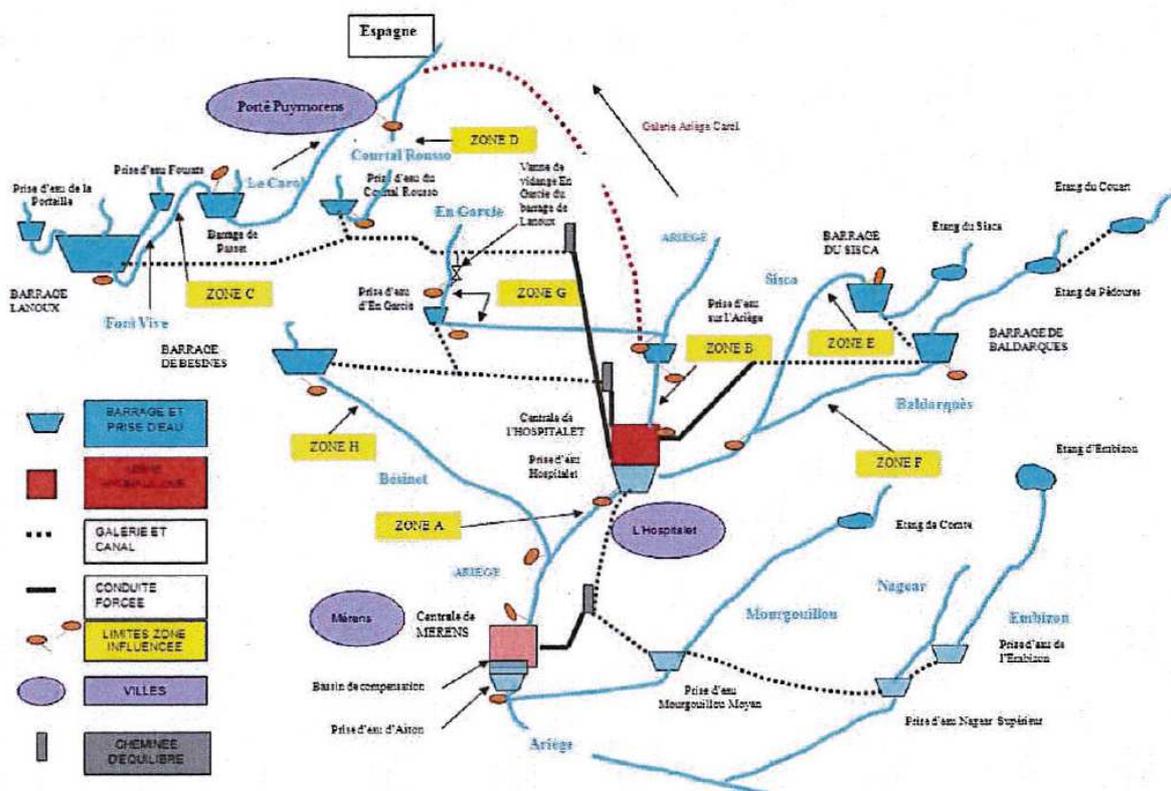
**Figure 4 - Caractéristiques hydrologiques des prises d'eau du groupement d'usine de Vallée d'Ax – Aménagement d'Hospitalet-Basse-Chute**

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

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

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

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



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

**Figure 5- Schéma hydraulique de l’usine d’Hospitalet BC**

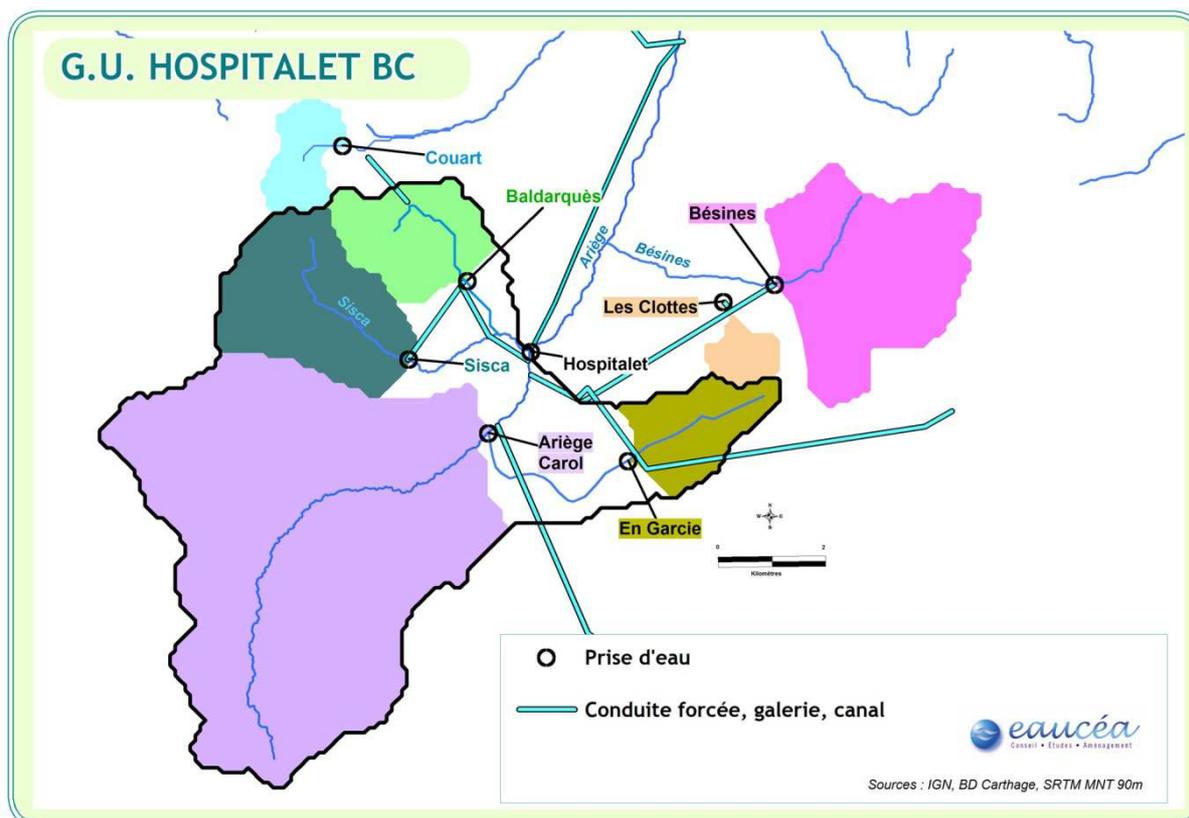
La zone B située sur l’Ariège en amont de l’usine d’Hospitalet Basse Chute est le seul tronçon de l’Ariège pouvant être influencé par la prise d’eau d’En Garcie, ainsi que celle d’Ariège Carol. L’influence de la prise d’eau d’En Garcie est négligeable par rapport à celle d’Ariège Carol. La zone B en amont de l’usine d’Hospitalet Basse Chute n’est donc pas étudiée spécifiquement, dans le cadre de cette étude

La prise d’eau de Bésines n’a pas d’influence directe sur l’Ariège car la restitution de l’usine se fait en amont de la confluence des deux cours d’eau, c’est la prise d’eau d’Hospitalet qui influence directement le tronçon zone A. Il en est de même pour les prises d’eau en rive gauche de l’Ariège. L’influence de la prise d’eau d’Hospitalet est étudiée dans le rapport associé à l’aménagement de Mérens.

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

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

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



**Figure 6 - Bassins versant au niveau des prises d'eau du secteur**

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

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

Prise d'eau	Cours d'eau	BV (km <sup>2</sup> )	Module spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )
Baldarquès	Val d'Arques	4.7	51
Bésines	Bésines	11.9	50
Couart	Couart	3.2	5
En Garcie	En Garcie	4.1	49
La Foret	Soula Couloumé	?	
Les Clottes	Les Clottes	4.3	2
Sisca	Siscar	8.1	49

Au niveau des sites d’analyse, les modules spécifiques des bassins versant des prises d’eau sont pris comme constants. Seules les prises d’eau de Baldarquès, Bésines, En Garcie et Sisca sont étudiées.

Le calcul du module M (en  $\text{m}^3/\text{s}$ ) en chacun des points de mesure des stations de débits biologiques est donné par l’expression

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

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

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

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

Nom site de mesure	cours d'eau	Aire du bassin versant ( $\text{km}^2$ )	module spécifique ( $\text{l/s/km}^2$ )	Module ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
Baldarquès amont	Ruisseau de Val d'Arquès	3.5	51.1	0.180
Baldarquès aval	Ruisseau de Val d'Arquès	5.1	51.1	0.262
Bésines amont	Bésines	5.4	50.4	0.273
Bésines aval	Bésines	13.5	50.4	0.682
En Garcie amont	Ruisseau d'En Garcia	4.4	48.8	0.215
En Garcie aval	Ruisseau d'En Garcia	5.5	48.8	0.267
Sisca amont	Ruisseau de Siscar	7.0	49.4	0.343
Sisca aval	Ruisseau de Siscar	8.8	49.4	0.435

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

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

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

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

<sup>3</sup> 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 4 - QMNA5 calculés selon la cartographie IRSTEA-ONEMA au niveau des sites d’analyse**

Nom site de mesure	cours_eau	aire du bassin versant (km <sup>2</sup> )	m3/s	
			QMNA5	IC(80%)
Baldarquès amont	Ruisseau de Val d'Arquès	3.5	0.015	0.013
Baldarquès aval	Ruisseau de Val d'Arquès	5.1	0.028	0.023
Bésines amont	Bésines	5.4	0.03	0.023
Bésines aval	Bésines	13.5	0.075	0.056
En Garcie amont	Ruisseau d'En Garcia	4.4	0.01	0.009
En Garcie aval	Ruisseau d'En Garcia	5.5	0.018	0.017
Sisca amont	Ruisseau de Siscar	7.0	0.019	0.017
Sisca aval	Ruisseau de Siscar	8.8	0.033	0.032

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.

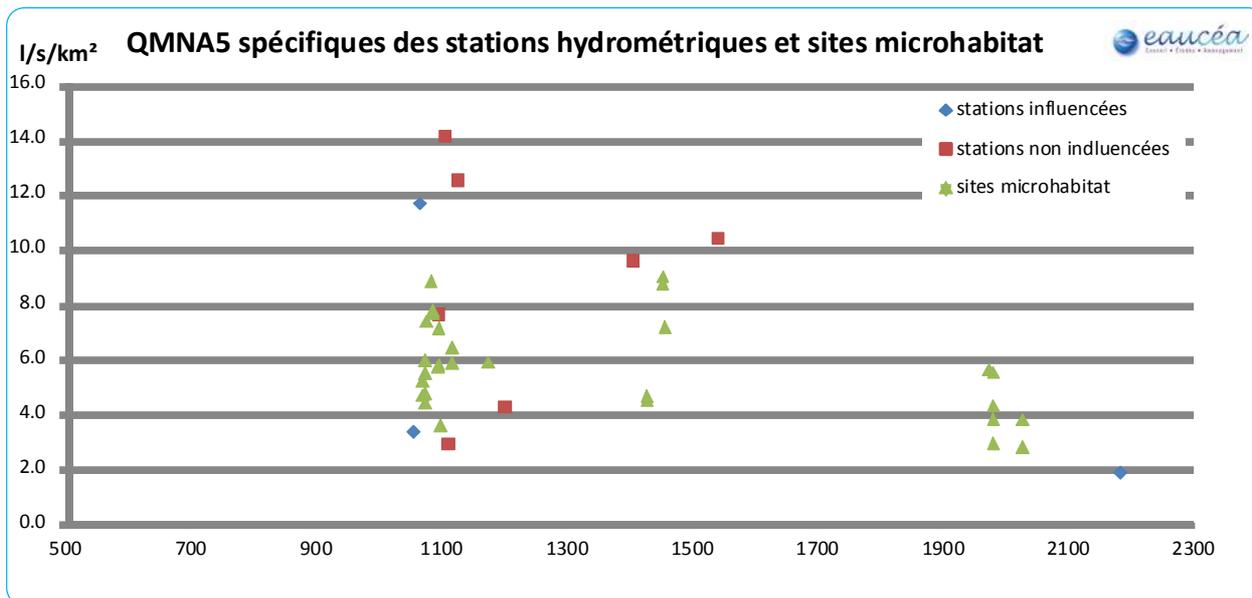
En complément de ces données, les stations hydrométriques de référence retenues dans cette étude indiquent un ordre de grandeur de QMNA5, calculés sur des périodes hétérogènes, pas totalement sans influence des installations hydroélectriques.

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 5 - Stations hydrométriques de référence - Module et QMNA5 (Source Banque Hydro)**

	Nom station	altitude (m)	BV (km <sup>2</sup> )	période d'analyse	Module (m <sup>3</sup> /s)	QMNA5 (m <sup>3</sup> /s)	QMNA5 / Module	Module spec (l/s/km <sup>2</sup> )	QMNA5 spec (l/s/km <sup>2</sup> )
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
	L'ARTIGUE à AUZAT [CIBELLE]	1200	23.8	1961 - 2009	1.26	0.1	8%	53	4.2
stations non influencées	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 7 - QMNA5 spécifiques des stations hydrométriques et des sites microhabitat de l’Ariège en fonction de leur altitude**

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

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

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

## 4 CONTEXTE THERMIQUE

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

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

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

- Sonde thermique d’En Garcie

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

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

- Sonde thermique du ruisseau de Calvières

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

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

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

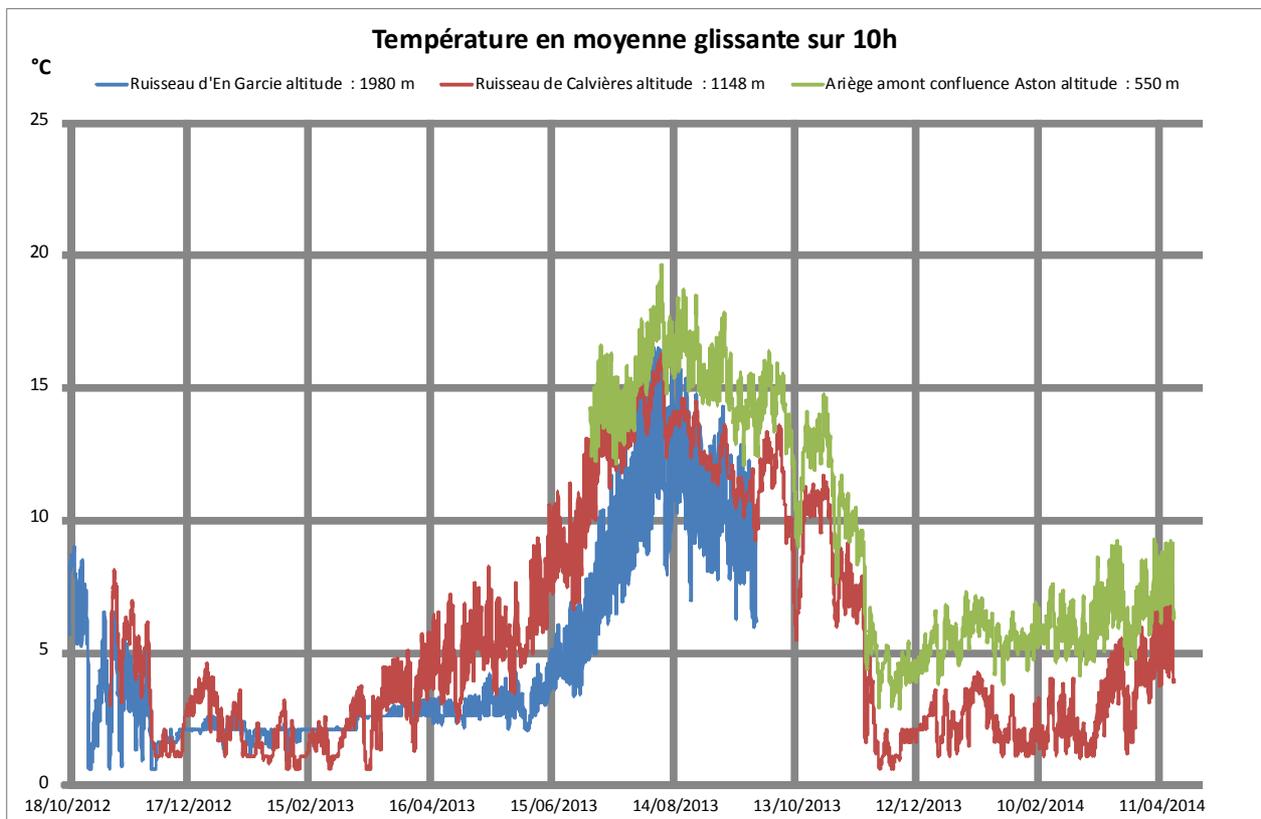
- Sonde thermique de l’Ariège en amont de la confluence avec l’Aston

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

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

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

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



**Figure 8 – Suivi de l'évolution de la température**

## 5 LES ENJEUX ECOLOGIQUES

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

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

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

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

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

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

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

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

## 5.1 ZONAGES NATURELS ET ESPECES PATRIMONIALES

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

### 5.1.1 Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope

Le seul APPB présent sur la zone large concerne une pinède sur le Plateau de Beille et donc pas directement les milieux aquatiques considérés par notre étude (Figure 9).

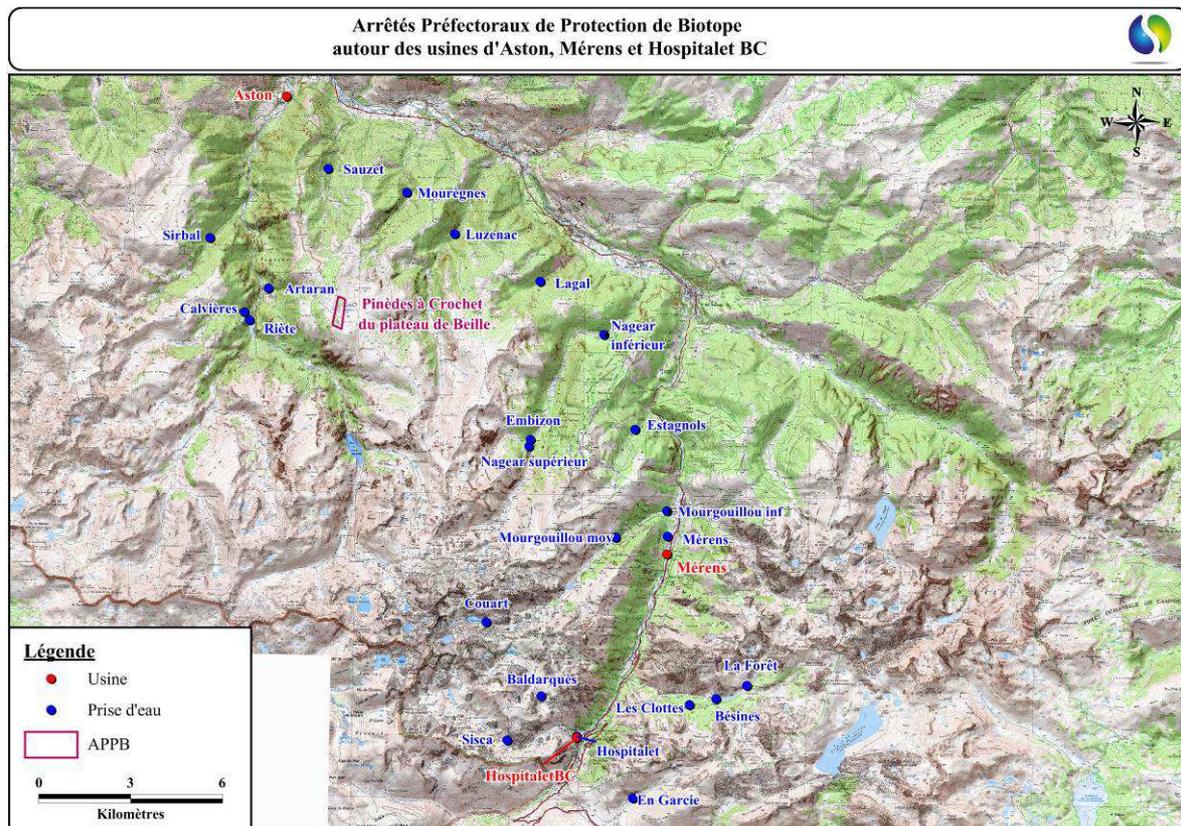
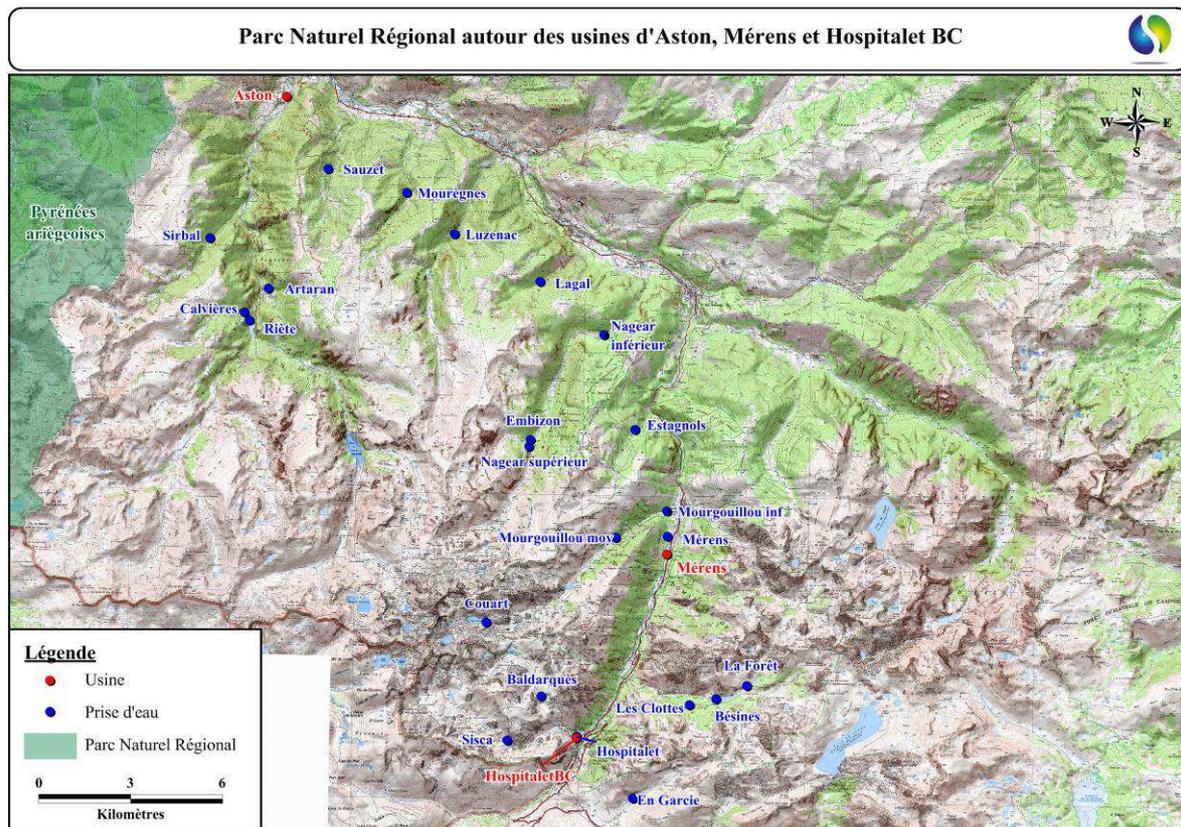


Figure 9 - Cartographie des APPB au voisinage du complexe hydroélectrique d’Hospitalet-BC

### 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 9).



**Figure 10 - Cartographie du Parc Naturel Régional des Pyrénées ariégeoises au voisinage du complexe hydroélectrique d’Hospitalet-BC**

### 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.

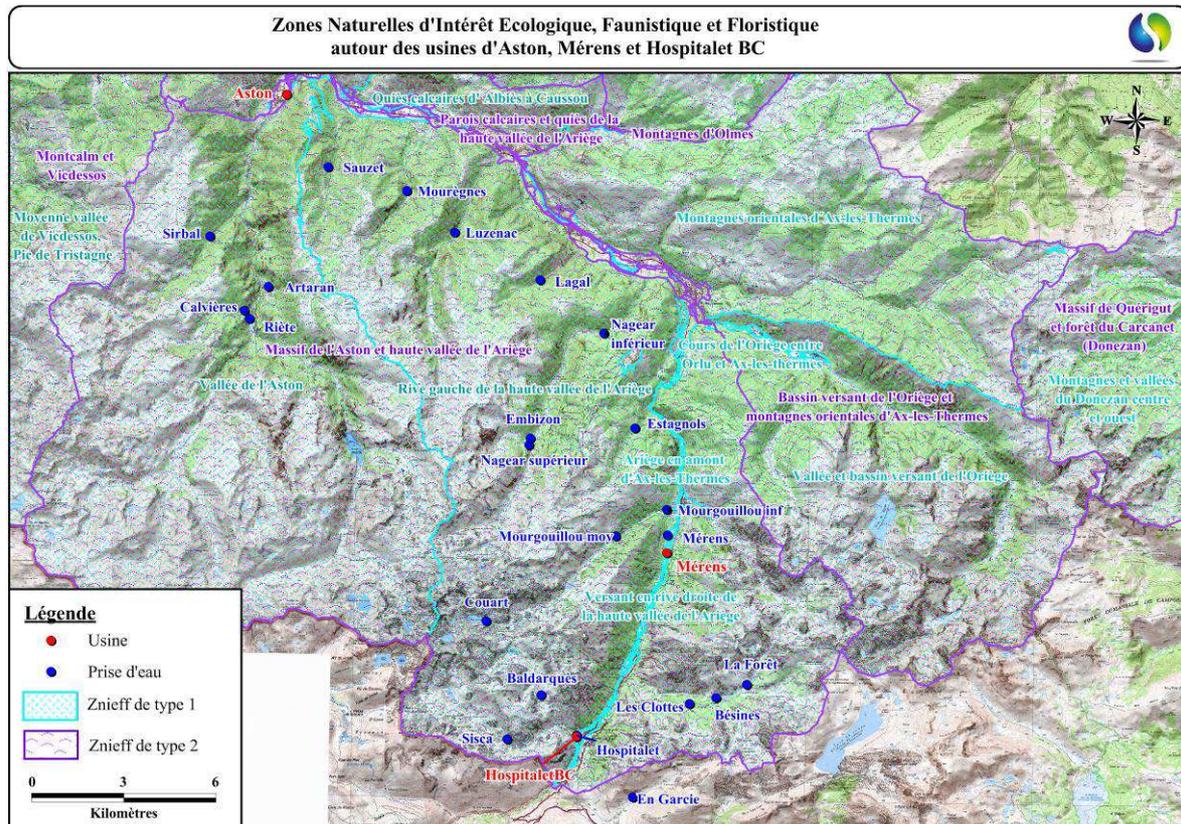
L’inventaire ZNIEFF est un outil de connaissance et il ne constitue pas une mesure de protection juridique directe. Toutefois l’objectif principal de cet inventaire réside dans l’aide à la décision en matière d’aménagement du territoire vis à vis du principe de la préservation du patrimoine naturel.

La zone d’étude comprend de nombreuses Zones Naturelles d’Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) des deux types dont les principales sont (Figure 11) :

- 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-Themes ».

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

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



**Figure 11 - Cartographie des ZNIEFF à proximité du complexe hydroélectrique d’Hospitalet-BC**

#### 5.1.4 Natura 2000

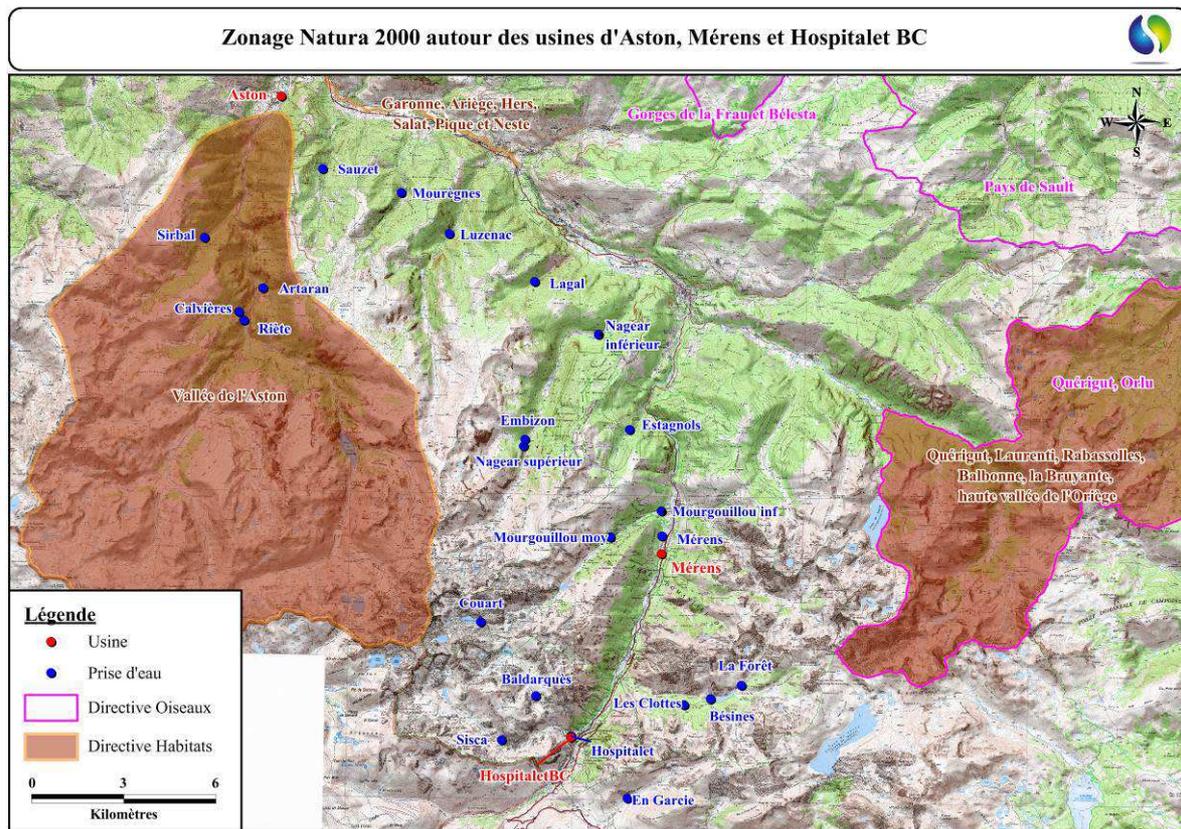
La Commission européenne, en accord avec les Etats membres a fixé, le 21 mai 1992, le principe d’un réseau européen de zones naturelles d’intérêt communautaire. Ce réseau a été nommé « Natura 2000 ». Les objectifs sont de préserver la diversité biologique et valoriser le patrimoine culturel de nos territoires.

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

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

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

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



**Figure 12 - Cartographie des zonages Natura 2000 à proximité du complexe hydroélectrique d'Hospitalet-BC**

## 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.

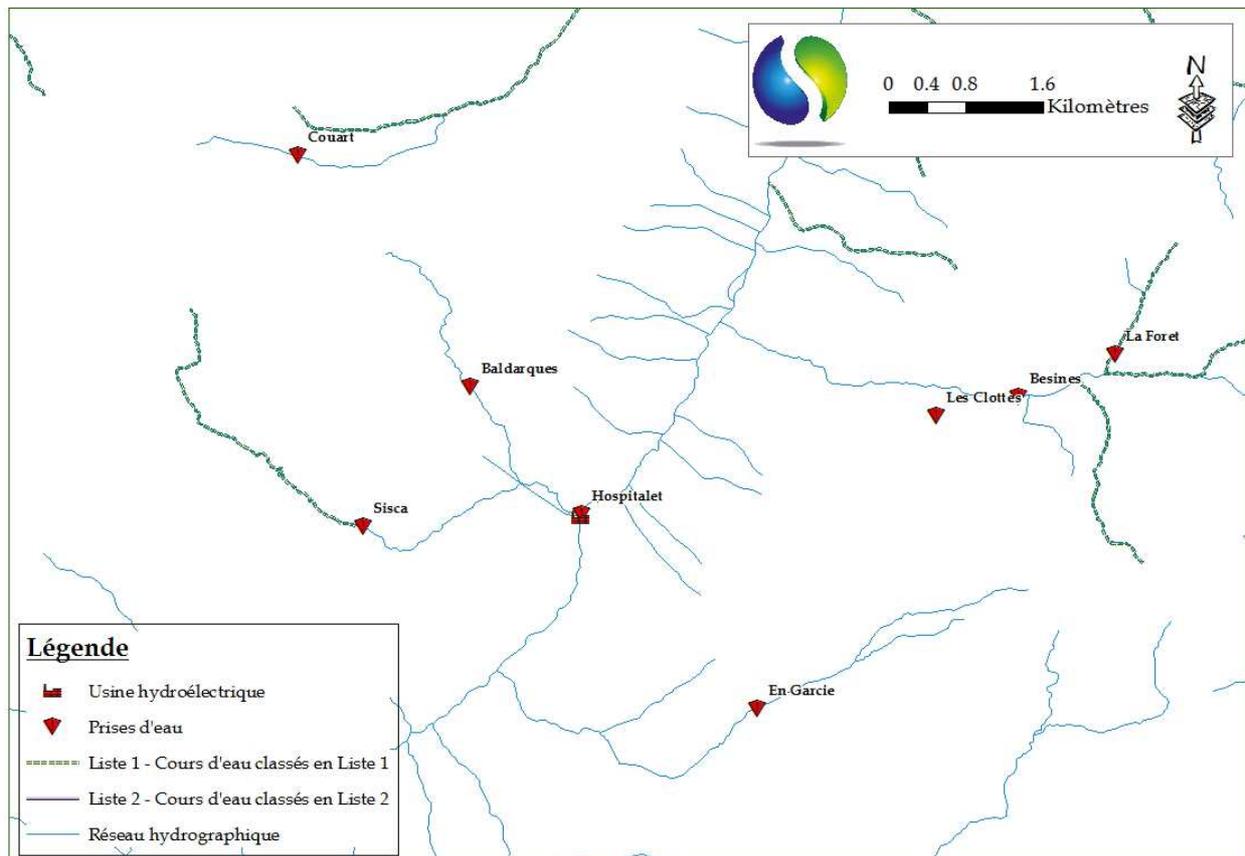
Sur le secteur de l’étude :

- Les prises d'eau de Baldarquès, d'En Garcie et des Clottes ne sont pas classées en liste 1 ;
- Les prises d'eau de Sisca, de Bésines et de la Forêt constituent globalement les limites aval de 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'Hospitalet-Basse-Chute n'est concernée par ce classement en liste 2



**Figure 13 - Cours d’eau « classés » sur la zone d’étude**

## 5.2.2 Etat des Lieux DCE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ainsi, sur le territoire de l'étude, 3 masses d'eau sont recensées (sur 7 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\_2, Le ruisseau du Siscar ;
- FRFR166\_3, Le ruisseau des Bésines ;

*NB. Les ruisseaux d'En Garcie, du Val d'Arquès, des Clottes ou du Couart 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 14 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 (Figure 15), ruisseau du Siscar (Figure 16) et ruisseau des Bésines (Figure 17).

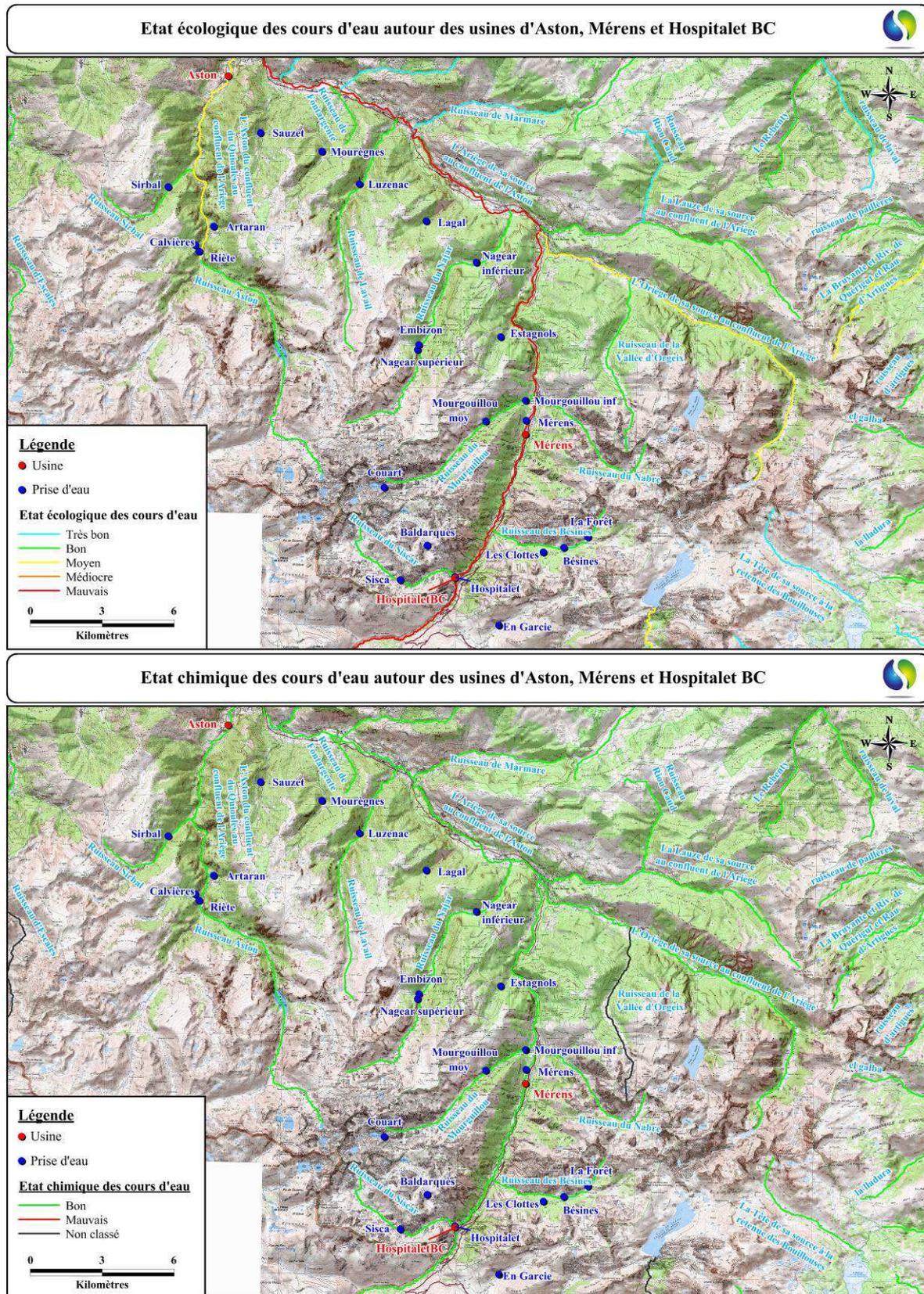
Il est toutefois à considérer que pour l’Etat Ecologique de l’ensemble de ces masses d’eau, à l’exception de l’Ariège amont, les indices n’ont fait l’objet que d’une classification par modélisation (sans mesure directe) et donc, avec une incertitude plus élevée.

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

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

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

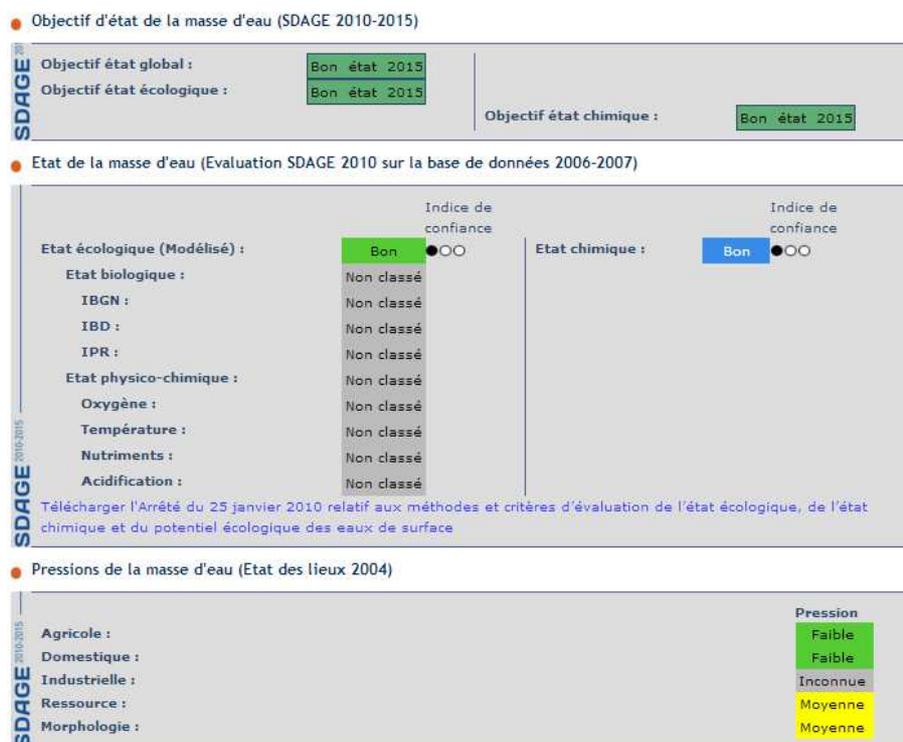
Ces pressions déclassent ainsi l’Ariège en Etat Ecologique Mauvais (avec des pressions domestiques qui se cumulent sur la portion amont).



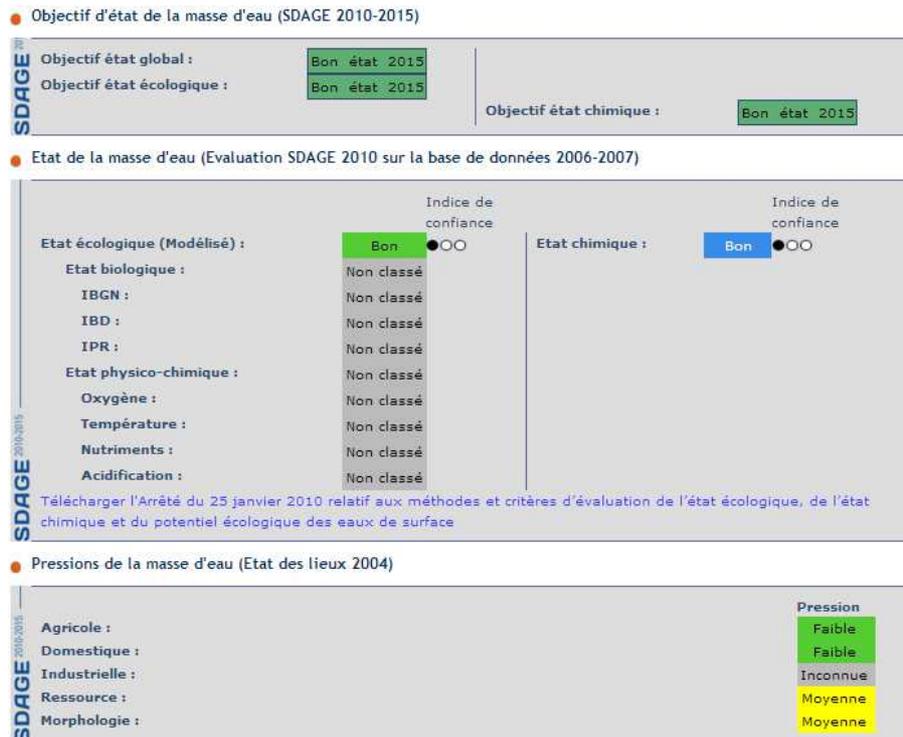
**Figure 14 – Evaluation d’Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne)**



**Figure 15 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166, L'Ariège de sa source au confluent de l'Aston (source - AE Adour-Garonne)**



**Figure 16 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166\_2, Le ruisseau du Siscar (source - AE Adour-Garonne)**

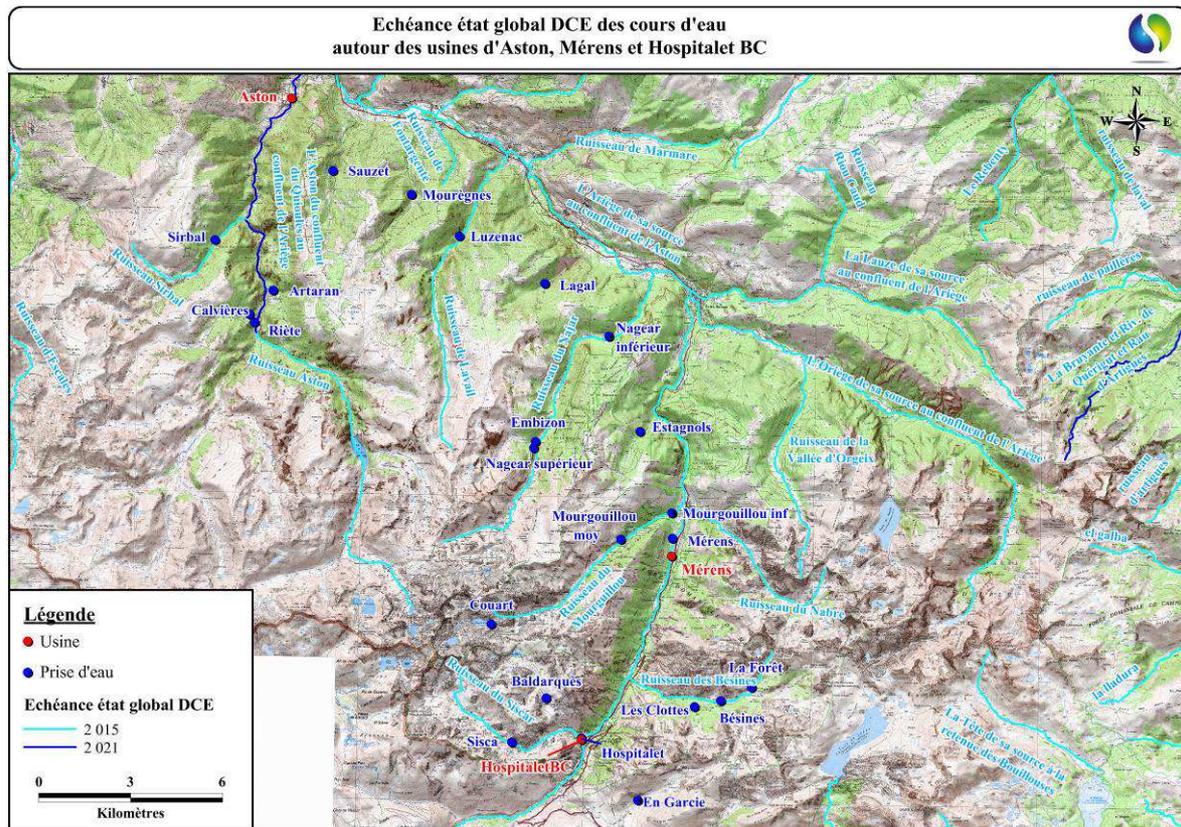


**Figure 17 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR166\_3, Le ruisseau des Bésines (source - AE Adour-Garonne)**

### 5.2.2.2 Objectifs d’Etat DCE

La Figure 18 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 et il en est de même pour l’ensemble des masses d’eau affluentes également identifiées.



**Figure 18 –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-CE<sup>4</sup> a développé une sectorisation hydromorphologique afin de disposer d’un cadre d’analyse adapté, consistant à créer un réseau de tronçons élémentaires sur une très grande partie du réseau hydrographique national. Cette sectorisation est basée sur les lois de la géomorphologie fluviale afin de présenter des caractéristiques géomorphologiques homogènes sur l’ensemble du linéaire de chacun de ces tronçons (géométrie du lit, pente, sinuosité, largeur de fond de vallée, style fluvial...).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 6.1 TAILLE ET TYPOLOGIE DE COURS D’EAU

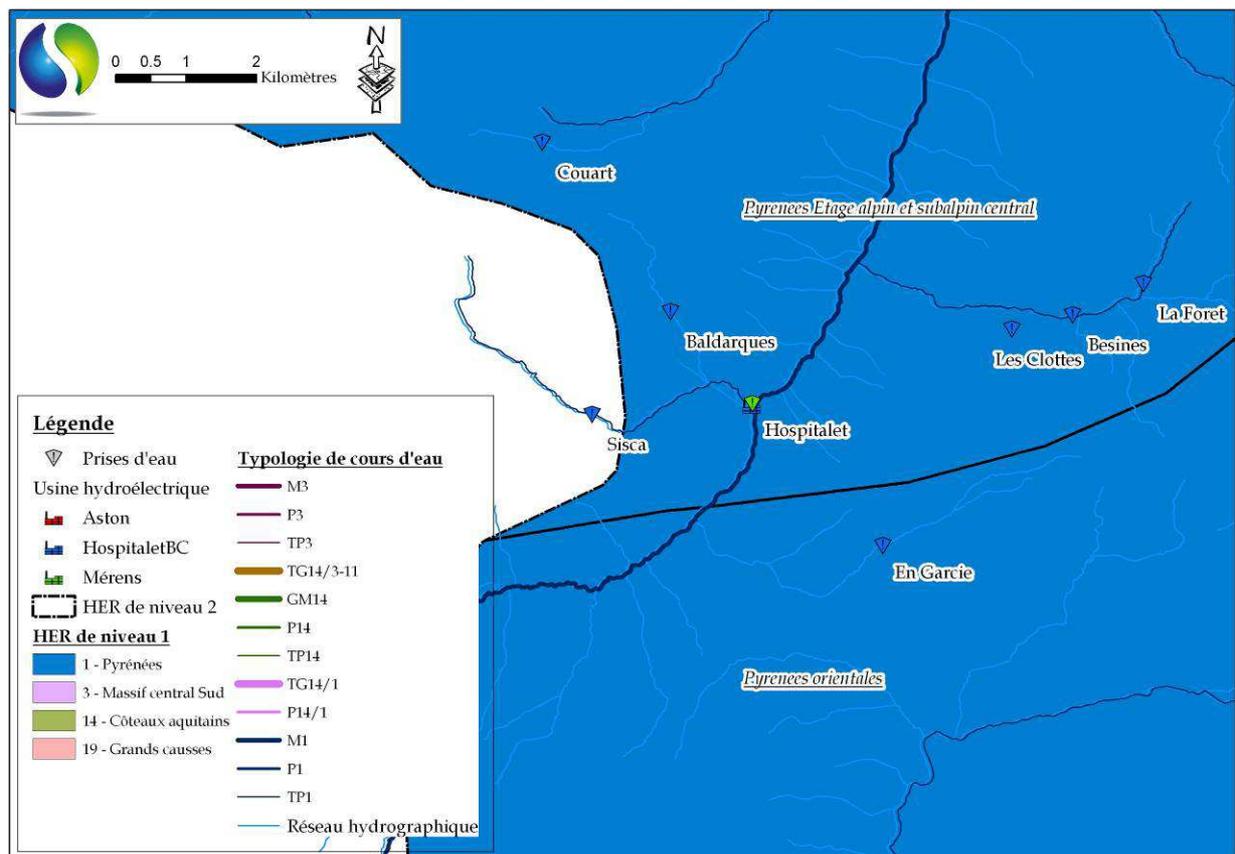
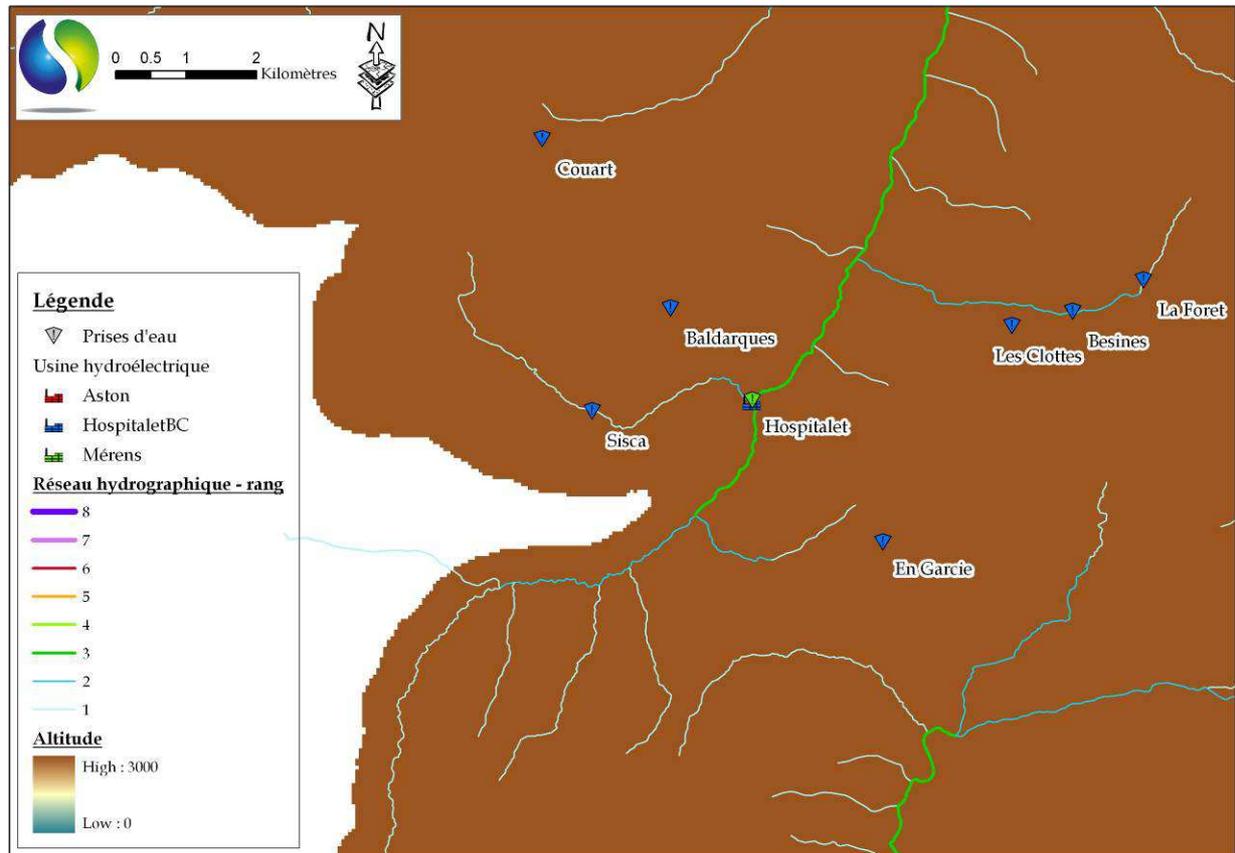
La représentation des cours d’eau par leur rang de Strahler permet par cette première approche de visualiser la taille des cours d’eau. Hormis la prise d’eau d’Hospitalet sur l’Ariège de petite taille (rang 3), les autres cours d’eau sont des ruisseaux de montagne de très petite taille, voire des torrents pour la plupart d’entre eux (rang 1 à rang 2).

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

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

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

- Sur la portion amont, pour l’axe Ariège ainsi que pour le ruisseau d’En Garcie, les « Pyrénées orientales (n°24) » où les altitudes sont très élevées (jusqu’à 2800 m) et les pentes très fortes. Le climat est ici soumis à des influences méridionales (contraste saisonnier important des précipitations et déficit hydrique estival avec une correction relative grâce aux altitudes et aux températures plus basses) ;
- Enfin, tous les autres petits affluents captés appartiennent aux « Pyrénées centrales à l’étage alpin et subalpin (n°95) » qui correspondent, comme leur nom l’indique, à la partie centrale de la chaîne des Pyrénées avec des altitudes élevées et un relief découpé. Le climat est montagnard, froid et humide avec un étage nival.



**Figure 19 - Carte de représentation de la typologie des cours d’eau s’écoulant au sein des Hydroécotérritoires**

## 6.2 CONTEXTE HYDROMORPHOLOGIQUE DU SECTEUR

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

- Tous les torrents pour lesquels nous disposons de données présentent des encaissements de vallée très élevés à l’exception de l’axe principal, l’Ariège, pour lequel l’encaissement est tout de même fort ;
- Tous les cours d’eau renseignés présentent des pentes de lit supérieures à 5%, voire 10% sauf pour l’Ariège et le ruisseau du Siscar sur la portion amont, affluent rive gauche de l’Ariège ;

*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 et pour lesquels on dispose de données présentent des rapports d’encaissement moyens à l’exception du ruisseau du Siscar qui semble avoir un rapport d’encaissement très élevé. La dynamique potentielle latérale de la plupart des cours d’eau semble donc permise même si la moindre pression anthropique et notamment la présence de voies de communication au sein du lit majeur est susceptible de restreindre la dynamique naturelle (assez peu probable compte tenu du contexte montagnard) ;

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

- Naturellement en montagne et en début de bassin versant, nous sommes en présence de cours d’eau à la puissance spécifique potentielle élevée. Toutefois, on distingue dès à présent une différence entre la plupart des torrents à la puissance très élevée, de l’Ariège et du ruisseau du Siscar, à la pente plus faible et d’une puissance « uniquement » forte.

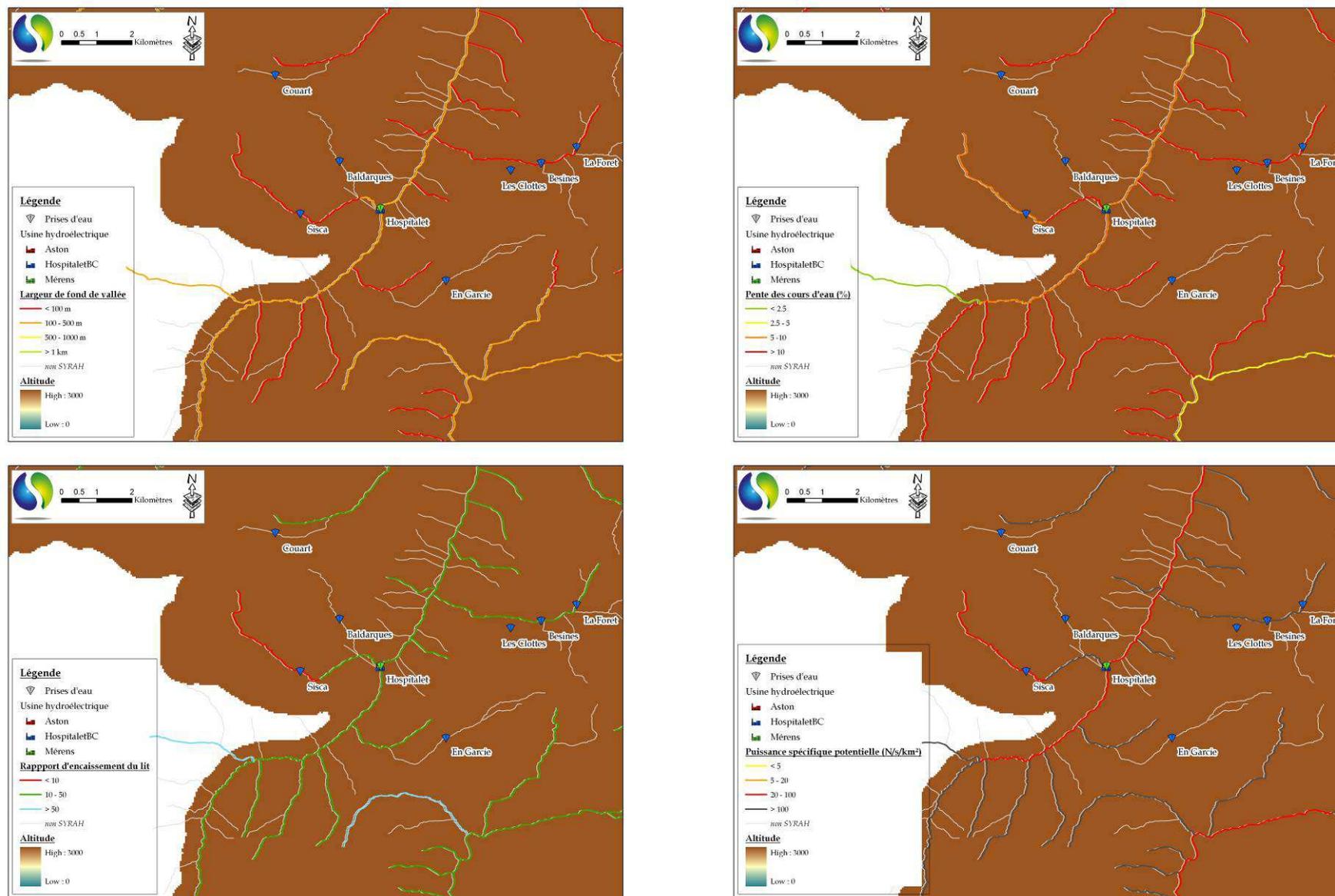


Figure 20 – Indicateurs de contextualisation hydromorphologique du réseau hydrographique (source – SYRAH-CE)

## 6.3 CONTEXTE D’OCCUPATION DES SOLS

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

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

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

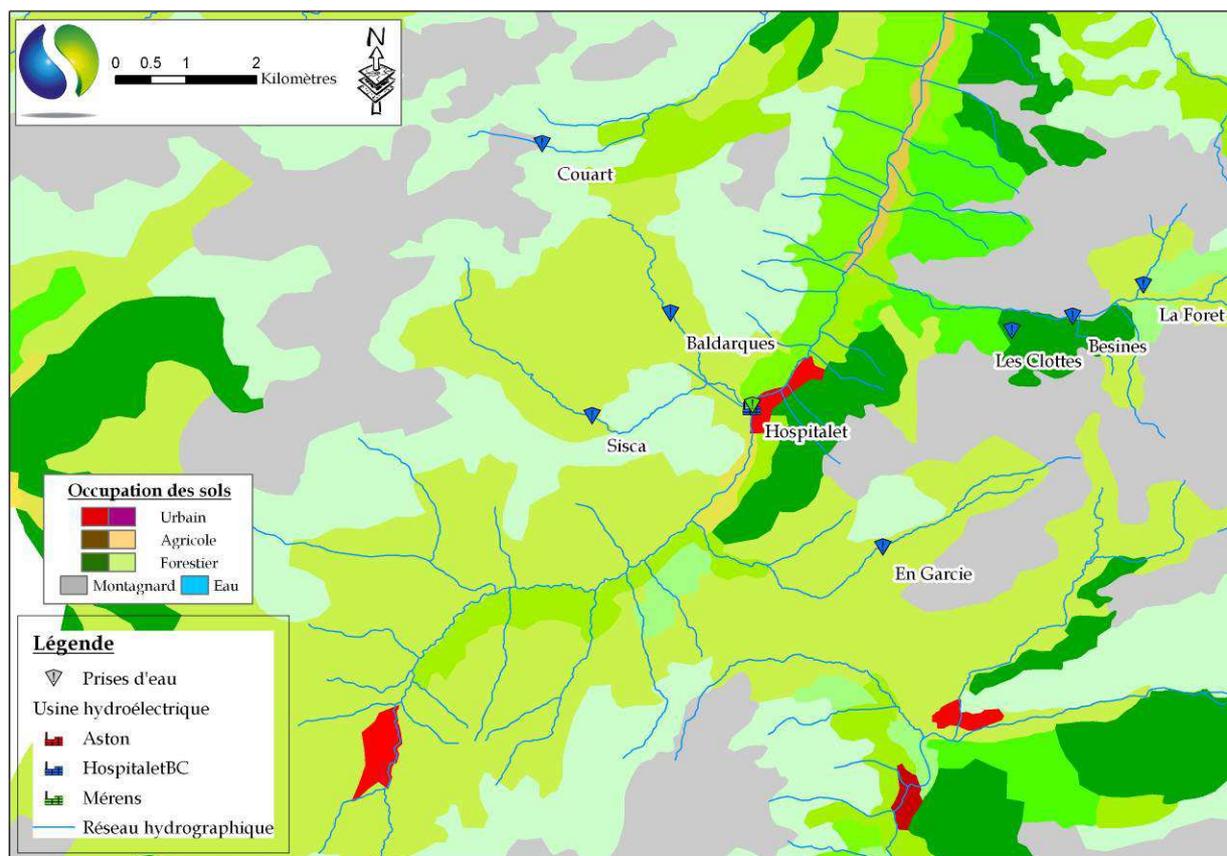
- Postes CORINE Land Cover (IFEN), inventaire biophysique de l’occupation des sols décrite à l’échelle 1/100000 avec un seuil minimal de 25Ha. Les postes d’occupation des sols concernant les territoires artificialisés ou anthropiques sont analysés car souvent synonymes de consolidation des berges pour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

### 6.3.1 Corine Land Cover

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

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

L’impact des activités humaines sur la partie amont de notre zone d’étude semble extrêmement faible. Seule la présence des zones habitées du village d’Hospitalet-près-l’Andorre est notable. De même, quelques zones sont recensées comme « agricoles » en fond de vallée de l’Ariège dans le TCC mais elles ne sont représentées que par des « prairies » ou de « systèmes culturels et parcellaires complexes » qui sont constitués d’une juxtaposition de petites parcelles de cultures annuelles diversifiées, de prairies et/ou de cultures permanentes complexes. Ces postes ont donc potentiellement un très faible impact morphologique sur des cours d’eau d’une telle puissance spécifique potentielle.



**Figure 21 - 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

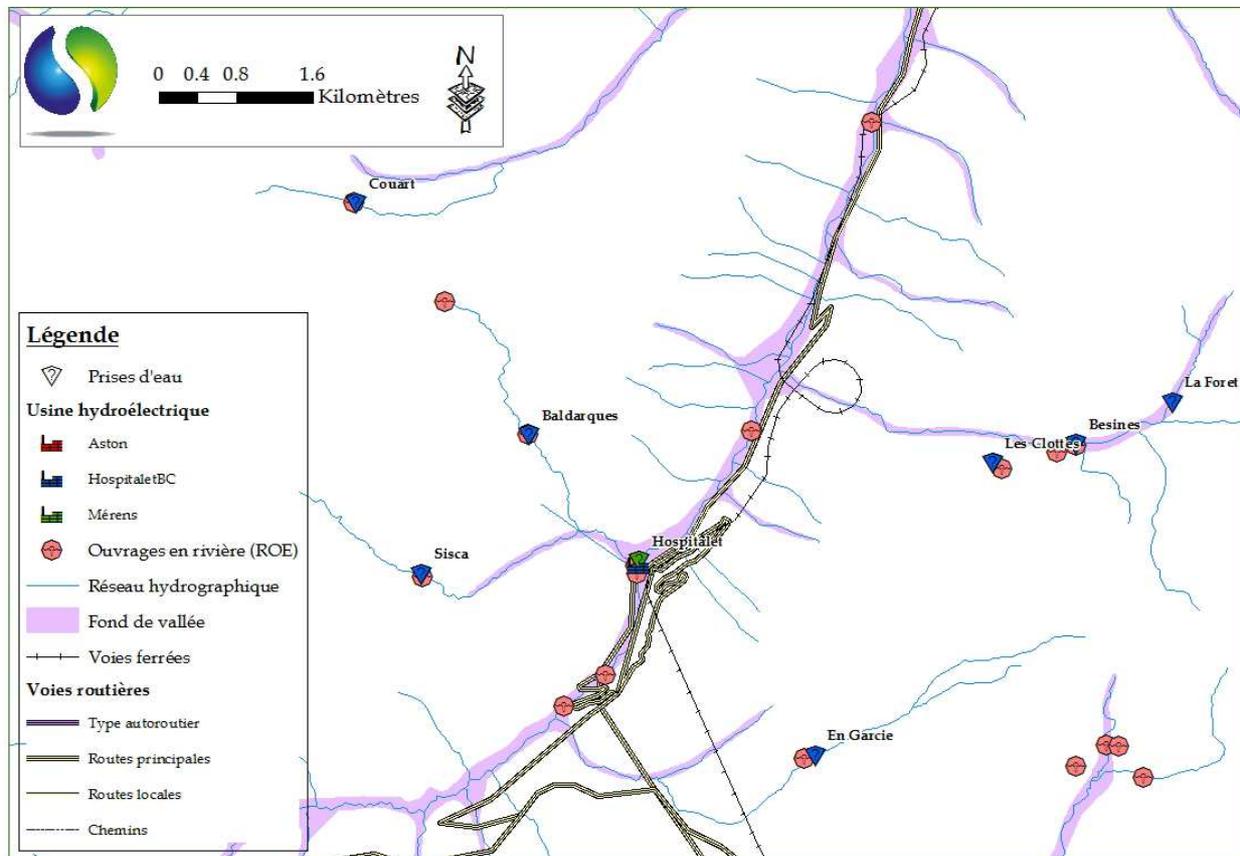
L'ensemble des prises d'eau spécifiques à cette étude sont dorénavant inventoriées dans les données du Référentiel Obstacles à l'Écoulement (ROE), avec parfois un positionnement imprécis qui a donc été vérifié via la base ouvrage de l'Agence de l'Eau.

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

Comme pour l'occupation globale des sols, les voies de communication ne semblent pas être un impact majeur à la dynamique latérale des affluents de l'Ariège. En effet, on ne note aucune présence de route de taille importante à proximité immédiate de ces axes. Seul l'axe principal de l'Ariège présente une route principale à proximité immédiate du fond de vallée 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) ne semble donc pas être un élément déterminant sur la mobilité naturelle de la rivière.

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



**Figure 22 - Carte de représentation des ouvrages transversaux en rivière et des voies de communication sur le secteur de l'étude à mettre en relation avec leur présence éventuelle au sein du fond de vallée**

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

## 7 SECTORISATION AFFINEE SUR LE SECTEUR RAPPROCHE

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

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

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

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

- La morphologie globale de la vallée et les pressions ponctuelles ou diffuses s’exerçant sur le cours d’eau et son lit majeur ;
- La structure sommaire de la ripisylve avec estimation de son intérêt écologique et de son fonctionnement comme annexe hydraulique secondaire ;
- La granulométrie moyenne observée selon l’échelle de WENTWORTH modifiée (Annexe 11.1) ;
- La succession globale des faciès morphodynamiques est relevée selon une clé de détermination empirique propre (Annexe 11.2) ;
- Les paramètres généraux d’écoulement du lit (largeur, pente, dynamique latérale...) ;
- La présence d’obstacle à l’écoulement des flux solides et liquides ;
- La présence d’obstacles à la continuité biologique ;
- Les zones d’habitat piscicoles singulières (obstacles, abris, caches, frayères potentielles....) ;
- Enfin, les secteurs soumis à des désordres fonctionnels de type colmatage interstitiel ou de surface, susceptibles d’avoir un impact fort sur la vie aquatique (Annexe 11.4).

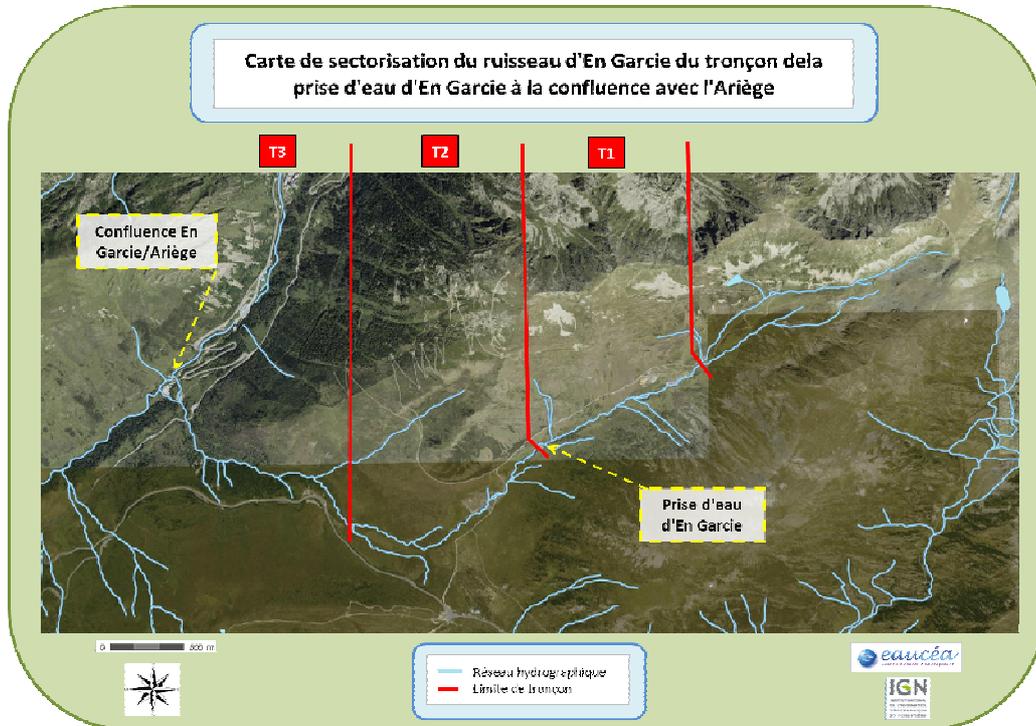
Ce volet est avant tout orienté sur les notions principales liées aux débits influencés :

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

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

## 7.1 RUISSEAU D'EN GARCIE

Le ruisseau d'En Garcia peut être découpé en trois tronçons morphologiquement distincts.



### 7.1.1 Tronçon T1

Il s'agit du tronçon le plus amont. La conformation du fond de vallée est assez large et relativement peu encaissée, comparé aux autres cours d'eau de la zone. La granulométrie est diversifiée sur ce ruisseau avec la présence de fractions allant des dalles/rochers aux cailloux. Les faciès sont majoritairement de type escaliers et rapides, les zones profondes étant toutefois relativement peu nombreuses. De nombreuses zones d'érosion latérale sont présentes, ce qui est facilité par la nature des berges (roches assez friables) et l'énergie du cours d'eau.



### 7.1.2 Tronçon T2

Ce tronçon est relativement similaire au tronçon amont vis-à-vis de sa granulométrie moyenne et des faciès d'écoulement. La différence est principalement liée à l'élargissement du fond de vallée et à la diminution de la pente sur certaines zones.



### 7.1.3 Tronçon T3

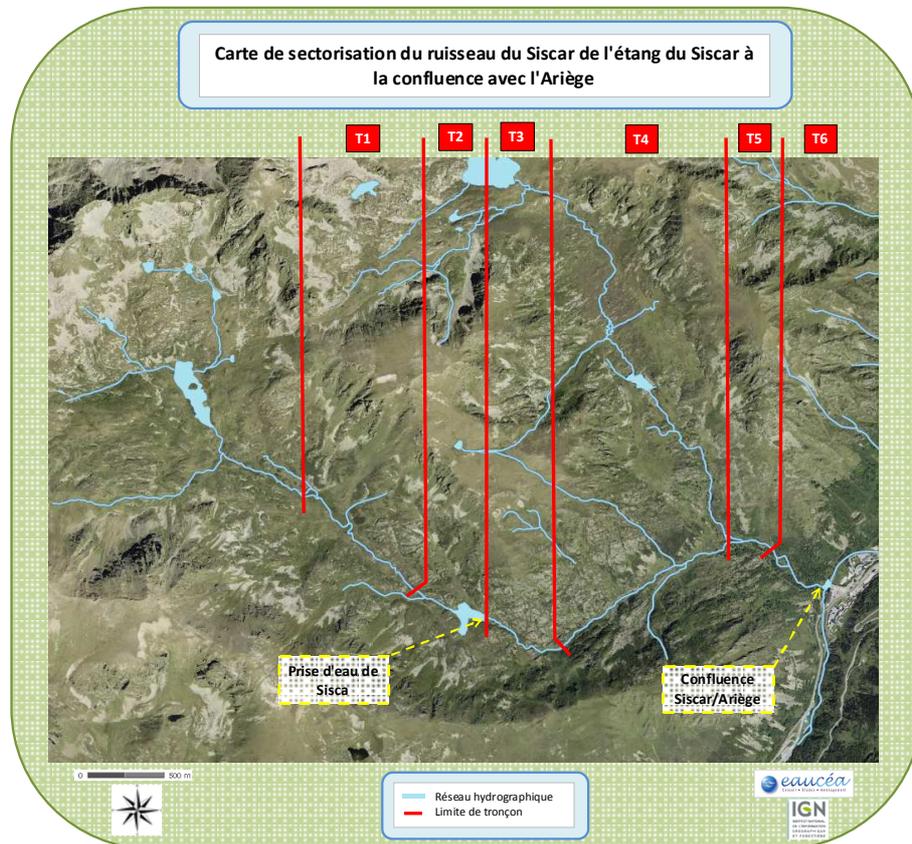
Il s'agit du tronçon terminal, avant sa confluence avec l’Ariège. La vallée est ici plus encaissée et la pente devient plus importante. Ce tronçon prend une conformation typique des cours d'eau du secteur, avec des écoulements torrentiels avant la confluence dans la vallée de l’Ariège.



## 7.2 RUISSEAU DU SISCAR

Le Siscar, comme plusieurs ruisseaux de la zone, possède une morphologie variée fortement liée à la pente et à la conformation de la vallée.

Jusqu'à sa confluence avec le ruisseau du Val d'Arques, il peut être découpé globalement en 6-7 tronçons distincts.



### 7.2.1 Amont Tronçon T1

C'est la partie la plus en amont du bassin versant, où se trouve l'étang naturel du Siscar. Cette zone possède une pente moyenne à forte, avec des faciès typiques du type escaliers, chutes, bassines et rapides. La granulométrie y est grossière avec des dalles, des rochers et des blocs. Des blocs au milieu du lit et des sous-berges sont présents, qui peuvent représenter des abris piscicoles. Toutefois, la présence de chutes naturelles infranchissables rend la continuité piscicole impossible, en tout cas à la montaison.

### 7.2.2 Tronçon T1

C'est une zone de « Jasse » (terminologie locale = zones planes où le ruisseau serpente et peut avoir une certaine connexion latérale avec de petits étangs et annexes hydrauliques). La pente y est faible et la largeur moyenne du cours d'eau est de 10 m. Le fond de vallée est assez large, permettant un certain méandrage du ruisseau. Cette configuration permet l'existence de zones humides périphériques (prairie humide, tourbière, ...) avec notamment la présence de Linaigrette engainée (*Eriophorum*

*vaginatum*) ou de Parnassie des marais (*Parnassia palustris*) ou encore de plusieurs Pipit spioncelle (*Anthus spinoletta*). Les faciès dominant sont des radiers et des plats lotiques, avec une granulométrie intermédiaire de type pierre, cailloux ou encore graviers. Peu de blocs sont présents au milieu du lit, quelques sous-berges étant toutefois présentes. Cependant, la profondeur moyenne reste faible.



Amont T1



Tronçon T1

### 7.2.3 Tronçon T2

Ce tronçon marque le début de la rupture de pente après la zone de Jasse. La pente moyenne du lit est donc plus forte et les faciès sont de types escaliers, radiers et chutes. La largeur du lit a fortement diminuée : elle n'est plus que de 3-4 m.

### 7.2.4 Tronçon T3

Ce tronçon, à l'aval immédiat de la prise d'eau, est marqué par de fortes pentes et un style torrentiel. Les faciès dominant sont les chutes, les fosses de dissipation et les escaliers. Le cours d'eau ne fait plus que 2 à 3 m de large, fortement contraint par l'encaissement de la vallée. Malgré la présence de blocs et de sous-berges, l'habitabilité piscicole est faible, notamment du fait de la forte discontinuité longitudinale. Cependant, il faut y noter la présence d'espèces patrimoniales, tel l'Euprocte des Pyrénées (*Calotriton asper*) dont des individus ont été repérés sur site.



Tronçon T2



Tronçon T3

### 7.2.5 Tronçon T4

Ce tronçon, situé en amont de la confluence avec le ruisseau de Val d'Arques, présente une vallée moins contrainte mais dont la dynamique latérale reste limitée. Les faciès restent similaires au tronçon précédent avec des chutes moins importantes mais toujours aussi présentes. Les conditions d'habitat pour la faune piscicole sont difficiles, notamment à cause de la forte discontinuité longitudinale naturelle, à minima à la montaison.



### 7.2.6 Tronçon T5

C'est le tronçon en aval immédiat de la confluence Siscar/Val d'Arques. La pente est forte avec des faciès de type escaliers, bassines et chutes. La granulométrie est grossière avec des écoulements sur dalles, des rochers et des blocs. Le cours d'eau est contraint par l'encaissement de la vallée. Il arrive ici dans un contexte forestier.

### 7.2.7 Tronçon T6

Ce tronçon est similaire au précédent mais les pentes sont encore supérieures et l'accès au cours d'eau est difficile de part la conformation de la vallée, très encaissée. La limite aval du tronçon est marquée par la confluence avec l'Ariège.



*Tronçon T5*

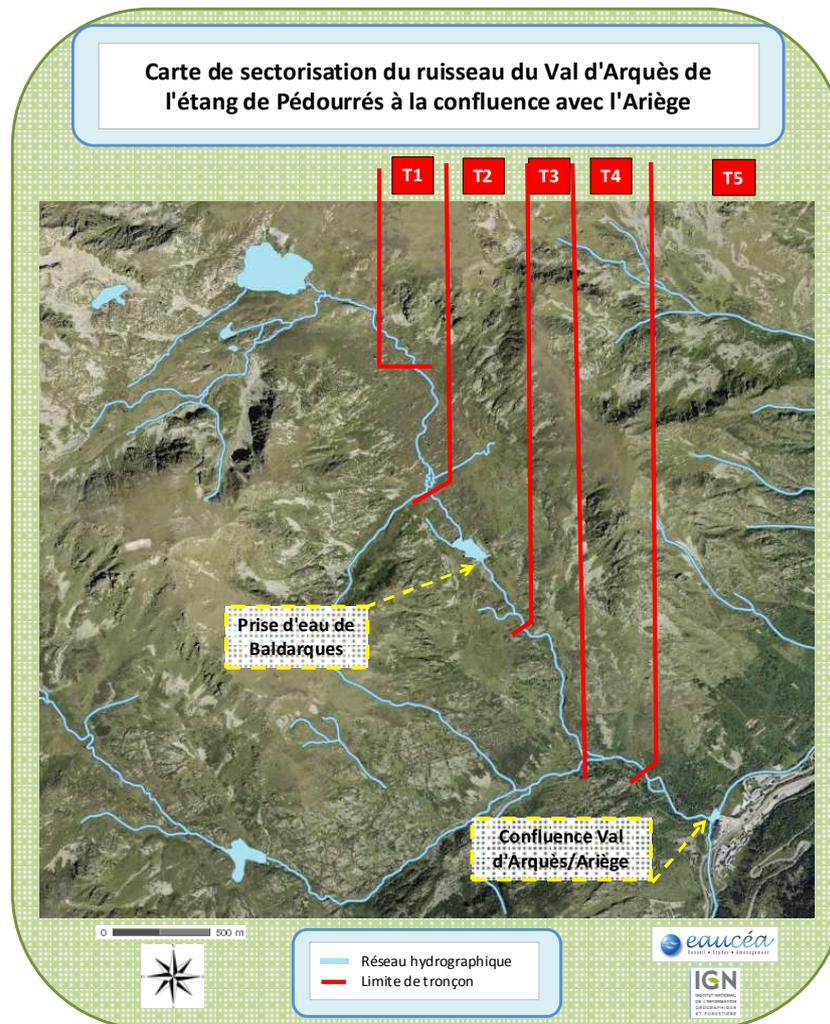


*Tronçon T6*

## 7.3 RUISSEAU DU VAL D'ARQUES

Ce cours d'eau se situe dans une vallée parallèle à celle du Siscar, les deux cours d'eau confluent avant de se jeter par la suite dans l'Ariège.

Cette vallée a une conformation et un contexte morphodynamique tout à fait similaire à celle du Siscar.



### 7.3.1 Amont Tronçon T1

C'est la partie la plus en amont où se situe l'étang de Pédourrés ; cet étang reçoit les eaux de la prise d'eau de l'étang de Couart (vallée du Mourguillou) par transfert de bassin versant. La pente est forte avec des faciès de types escaliers, rapides et chutes avec une forte fragmentation longitudinale. La granulométrie est grossière avec des dalles, des rochers et des blocs.

### 7.3.2 Tronçon T1

Ce tronçon est marqué par l'alternance de Jasses et une réduction de la pente. Les faciès dominant sont de type radiers, plats courant et rapides. La granulométrie est intermédiaire avec la présence majoritaire de pierres, cailloux et de graviers. La conformation du fond de vallée permet une certaine dynamique latérale du ruisseau et la présence de zones humides périphériques. Il faut noter ici aussi la présence de

tourbières actives avec des droséras à feuilles ronde (*Drosera rotundifolia*), des Linaigrettes engainées (*Eriophorum vaginatum*), des orchidées,... Ces milieux représentent des habitats patrimoniaux. Concernant l'habitat piscicole, la présence de blocs au milieu du lit et de sous-berges est positive mais les faibles hauteurs d'eau rendent surtout la zone théoriquement favorable à des stades jeunes.



### 7.3.3 Tronçon T2

Ce tronçon possède une pente plus hétérogène, moyenne à forte. Ceci permet la diversification des faciès (escaliers, rapides, chutes, plats courants). La granulométrie est assez grossière (dalles, blocs) avec toutefois la présence de granulométrie intersticielle plus fine de type pierres, cailloux. La dynamique latérale est ici faible, liée à un encaissement plus important que sur le tronçon amont. La prise d’eau se situe dans la portion intermédiaire de ce tronçon



### 7.3.4 Tronçon T3

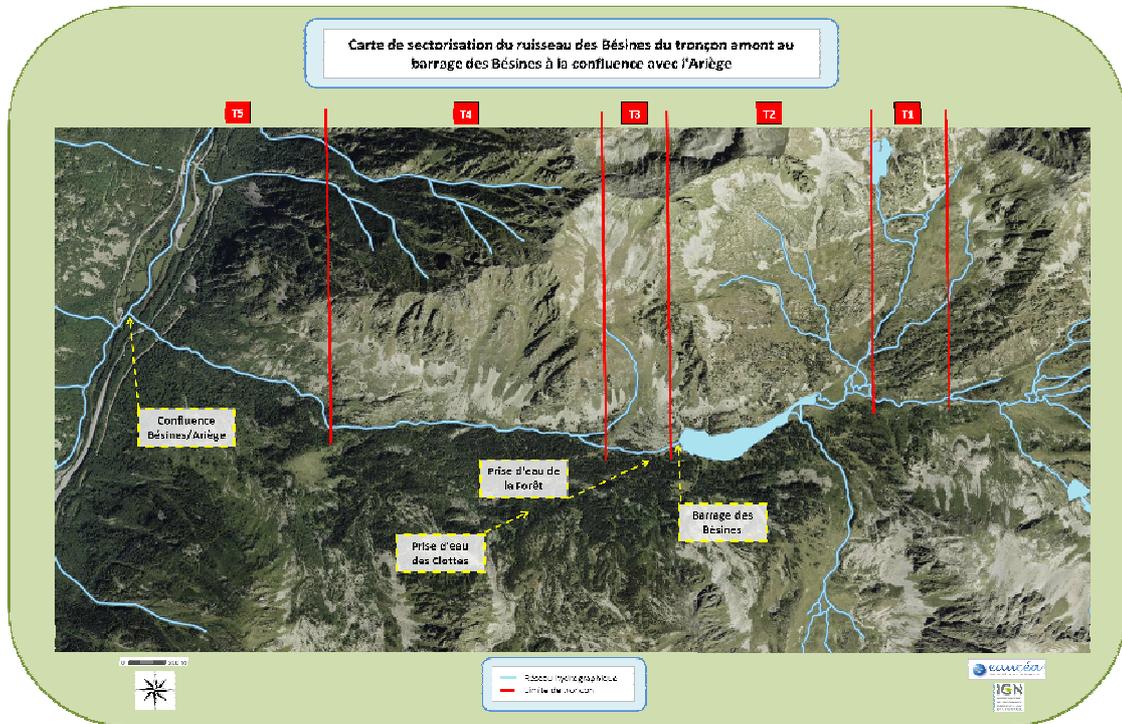
La limite aval de ce tronçon correspond à la confluence avec le ruisseau du Sisca. La pente est forte à très forte sur ce secteur à caractère torrentiel. Les chutes sont omniprésentes et alternent avec les escaliers. Le cours d'eau est latéralement contraint, avec une largeur moyenne de 1 à 2 m. Il n'y a pas d'habitat favorable au niveau piscicole. Il faut noter la présence d'une espèce en limite d'aire de répartition le Fadet de la Mélique (*Coenonympha glycerion*).

### 7.3.5 Tronçons T4 et T5

cf. Ruisseau du Siscar chapitres 7.2.6 & 7.2.7

## 7.4 RUISSEAU DE BESINES

Ce ruisseau à la particularité d'avoir plusieurs affluents qui confluent au niveau de l'étang des Bésines (prise d'eau). Pour la description hydromorphologique de l'amont de l'étang, l'expertise s'est portée sur l'affluent le plus important dont la morphologie est comparable au ruisseau des Bésines à l'aval immédiat de la prise d'eau.



### 7.4.1 Amont Tronçon T1

Zone la plus en amont, elle n'a pas été prospectée mais présentait des pentes extrêmement fortes.

### 7.4.2 Tronçon T1

Ce tronçon possède une pente assez forte. Les faciès dominants sont les escaliers, les chutes et les bassines. La granulométrie est grossière avec des dalles, des rochers et des blocs. Le ruisseau est contraint par l'encaissement de la vallée.



### 7.4.3 Tronçon T2

Cette zone possède une pente beaucoup plus faible. Il s'agit d'une Jasse où se trouve le plan d'eau de la prise d'eau. Les faciès sont de type radiers, plats courants avec une granulométrie intermédiaire, constituée de pierres et de cailloux. La présence de quelques blocs et de sous-berges est favorable à la faune piscicole mais les faibles hauteurs d'eau sont potentiellement limitantes.



### 7.4.4 Tronçon T3

Sur ce tronçon, en aval immédiat de la prise d'eau, le cours d'eau présente des conditions d'écoulements hyporhéiques.

### 7.4.5 Tronçon T4

Après la résurgence, le cours d'eau possède une pente forte avec des escaliers, des chutes et des bassines comme faciès majoritaires. La granulométrie redevient très grossière avec des dalles, des rochers et blocs. Le couvert forestier est plus important. Le cours d'eau est contraint par l'encaissement de la vallée et la dynamique latérale est faible.



### 7.4.6 Tronçon T5

Ce tronçon est similaire au précédent. La pente devient toutefois encore plus prononcée, augmentant ainsi la fragilité sur la continuité longitudinale.

## 7.5 PRISES D'EAU ATYPIQUES ET HORS PERIMETRE D'ETUDE

### 7.5.1 Ruisseau des Clottes

Cette prise d'eau est placée sur un très petit cours d'eau dont la confluence avec le ruisseau de Bésines se situe très près. Aucun moyen de restitution du débit réservé n'est présent conformément à l'arrêté préfectoral du 10/07/2013.

### 7.5.2 Ruisseau de La Forêt

Cette prise d'eau est placée sur un très petit cours d'eau dont la confluence avec le ruisseau de Bésines se situe très près. Aucun moyen de restitution du débit réservé n'est présent conformément à l'arrêté préfectoral du 10/07/2013.



### 7.5.3 Etang de Couart

Cette prise d'eau est en fait une dérivation d'eau du bassin du Mourguillou au bassin du Val d'Arques. Une canalisation située sous l'Etang de Couart dérive l'eau vers l'Etang de Pédourrés sans turbinage. La dérivation est effectuée suivant le maintien d'un niveau d'eau de l'étang de Couart.



## 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.

Toutefois, dans le cadre des prises d’eau expertisées pour cet aménagement, aucune ne correspond à la gamme d’application de ces méthodes dites « classiques ».

### 8.1 METHODE TEAURENT<sup>6</sup>

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

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

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

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

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

Une étude récente<sup>7</sup> fait le point sur les méthodologies existantes adaptées à la définition des DMB dans les torrents de montagne. Cette étude conclue à l’absence de méthode satisfaisante sur cette question.

<sup>6</sup> Méthode propre à l’étude des habitats en montagne pour la définition des DMB - développée en 2013 par les bureaux d’études EAUCEA & ECCEL Environnement

<sup>7</sup> 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

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 ;
- 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.

### **8.1.1 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.

### **8.1.2 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 8 - Résumé rapide de la classification des écoulements utilisées pour TeauRRENT**

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

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

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

- Faciès sur lequel le point est réalisé ;
- Profondeur en cm ;
- Vitesse maximum à 5 cm du fond ;
- Vitesse moyenne à 5 cm du fond ;
- Granulométrie selon la classification de Wentworth, 1922 (Annexe 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 9 & Tableau 10).

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

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

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

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

### 8.1.3 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.

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

#### 8.1.3.1.1 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 dont la présence est signe de bonne qualité des eaux.

Sur une base bibliographique disponible<sup>8</sup>, une trentaine de taxons appartenant à différents grands groupes ont donc été sélectionnés, spécifiquement à chaque grand ensemble typologique, Pyrénées ou Massif Central (Tableau 11).

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

---

<sup>8</sup> Cayrou et al., 2000. Associations spécifiques chez les macroinvertébrés benthiques et leur utilisation pour la typologie des cours d’eau. Cas du réseau hydrographique Adour-Garonne (Fance). *Annls Limnol.* 36(3) : 189-202.

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

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

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

### 8.1.3.1.2 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.

### 8.1.3.2 Mise en classe

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

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

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

vitaux

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

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

### 8.1.4 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.

#### 8.1.4.1 Caractéristiques descriptives de la station

##### 8.1.4.1.1 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.

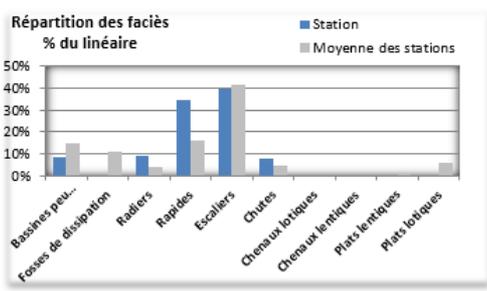
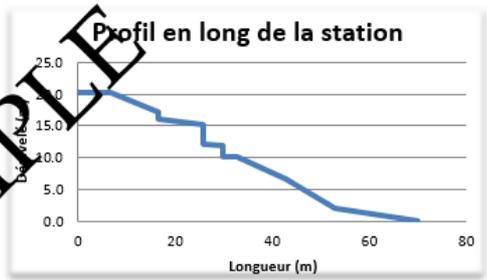
**Résultats de la méthode "TeuURRENT" sur la station de : Lagal, 20 m en aval de la prise d'eau**

**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		

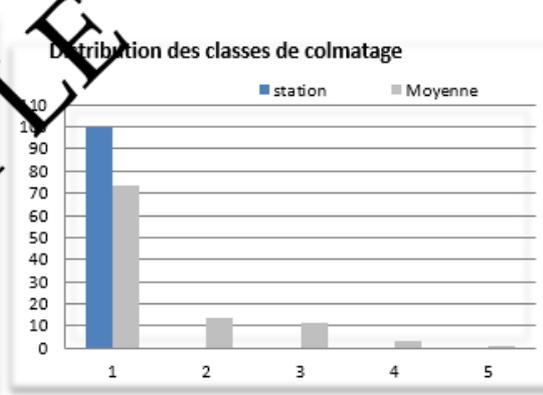
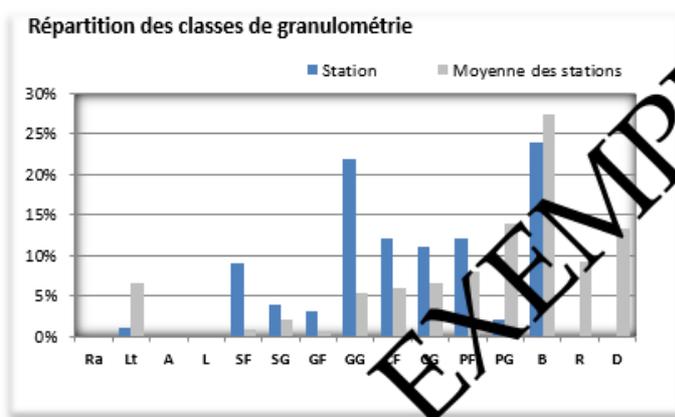
**Caractéristiques générales**

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	36.3%	
Escalier	10	2.7	32.3%	
Rapide	17	3	12.3%	



8.1.4.1.2 Substrats

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

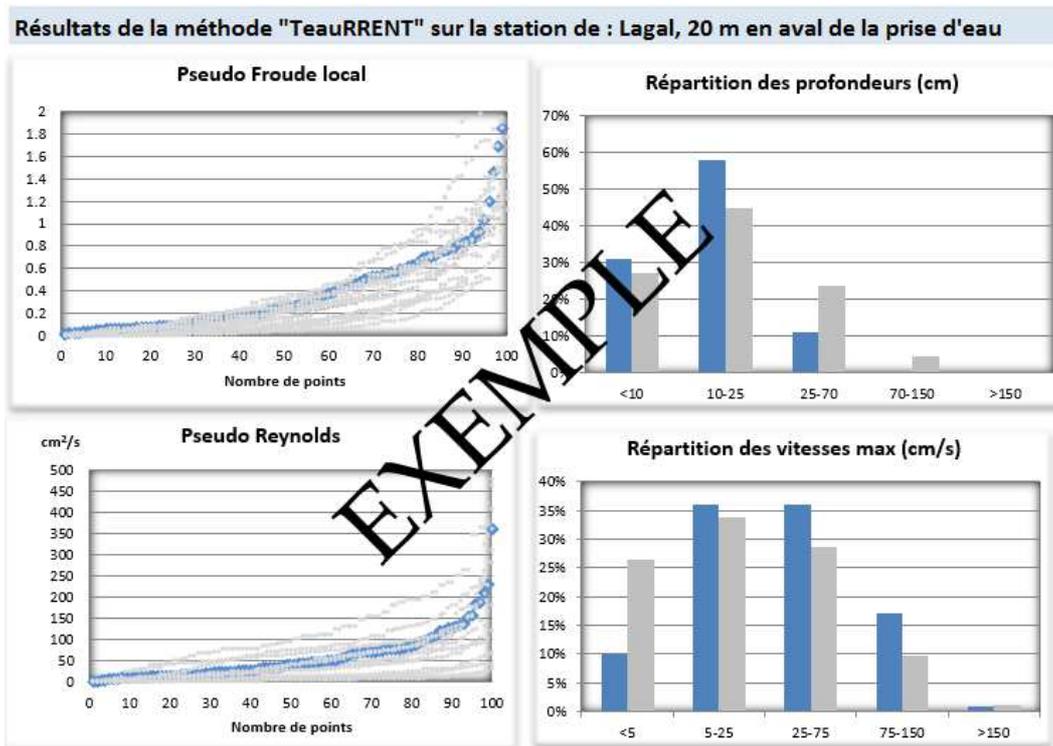


Cette fiche présente deux histogrammes sur les éléments principaux liés au tapis granulométrique et plus globalement à une approche de la qualité de l’habitat.

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.

### 8.1.4.1.3 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 ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )
- $h$  - hauteur d’eau

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

avec

- $V$  - vitesse caractéristique du fluide [m/s]
- $L$  - dimension caractéristique [m]
- $\rho$  - masse volumique du fluide [ $\text{kg/m}^3$ ]
- $\mu$  - viscosité dynamique du fluide [ $\text{Pa}\cdot\text{s}$  ou  $\text{kg/m}\cdot\text{s}$  ou poiseuille P]

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.

### **8.1.4.2 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.

#### **8.1.4.2.1 Ciblés sur la faune benthique**

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

Pour bien décrire les habitats favorables aux espèces cibles potentiellement disponibles sur chaque site, les affinités à la température, aux vitesses de courant, aux substrats et à la distribution longitudinale ont été évaluées à partir des Traits Biologiques et Ecologiques d’après la dernière version du « Tachet »<sup>9</sup>.

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

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

Pour ce faire, nous avons réalisé une adaptation de l’indice d’habitabilité qui permet cette échelle de valeur, tirée des travaux de Bouchareyras, 1995<sup>10</sup> sur ce même coefficient morphodynamique développé à partir du plan d’échantillonnage IBGN NFT90-350, et des travaux de Verneaux *et al.*, 1982<sup>11</sup> sur le Coefficient d’Aptitude Biogène. Ces indices ont été créés dans le but de constituer une appréciation du caractère biogène de la mosaïque d’habitats d’un site d’eau courante quelconque par rapport à une situation optimale. Par ailleurs, les nombreuses vérifications effectuées par les auteurs permettent d’estimer que les résultats obtenus par le protocole Cb2 sont conformes aux réalités de terrain et que le coefficient proposé exprime bien une aptitude globale biogène qualitative.

Cette variation de l’indice peut donc être considérée comme un « indice d’habitat potentiel », donnant la capacité théorique d’une station à accueillir la macrofaune benthique d’après les paramètres physiques que sont les couples substrats/vitesses. De

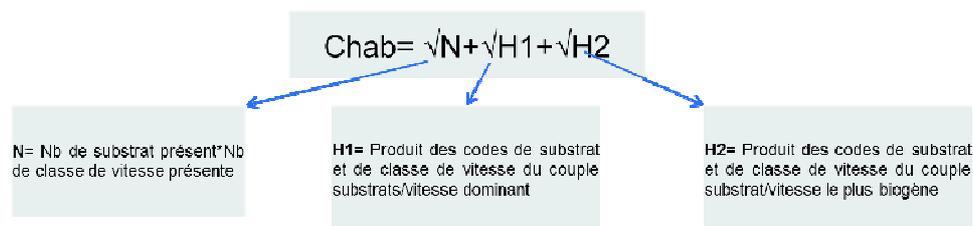
---

<sup>9</sup> *Invertébrés d’eau douce, systématique, biologie et écologie - d’Henri TACHET, de P. Richoux, de M. Bourneaud et de P Usseglio-Polatera - 2010*

<sup>10</sup> *Bouchareyras, 1995. Mesure de la qualité des cours d’eau. Résultats hydrobiologiques. R.N.B.Agence de l’Eau Loire-Bretagne.*

<sup>11</sup> *VERNEAUX et coll. (1982) - Expression biologique, qualitative et pratique de l’aptitude des cours d’eau au développement de la faune benthique. Un coefficient d’aptitude biogène ; le Cb2. Annls. Univ. Besançon, Biol. Anim., 20 p.*

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

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

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

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

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

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

Par exemple, les « Spermaphytes immergés, racines, spermaphytes émergents de la strate basse et vases » se voient retirés de la liste normative pyrénéenne de l’indice car ce sont des substrats non rencontrés dans les Pyrénées dans le cadre de TeauRRENT. De même nous avons imposé une séparation de certains supports pour disposer du même nombre de classes au final et ne pas biaiser le calcul originel de l’indicateur.

**Tableau 15 - Tableaux de Chab adaptés à la typologie d’analyse dans le cadre du protocole TeauRRENT (Annexe 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	Racines					
4	GG, GF					
3	SG, SF					
2	Limons					
1	B, D, R, Algues					
0	A					

### Indice de complexité

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

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

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

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

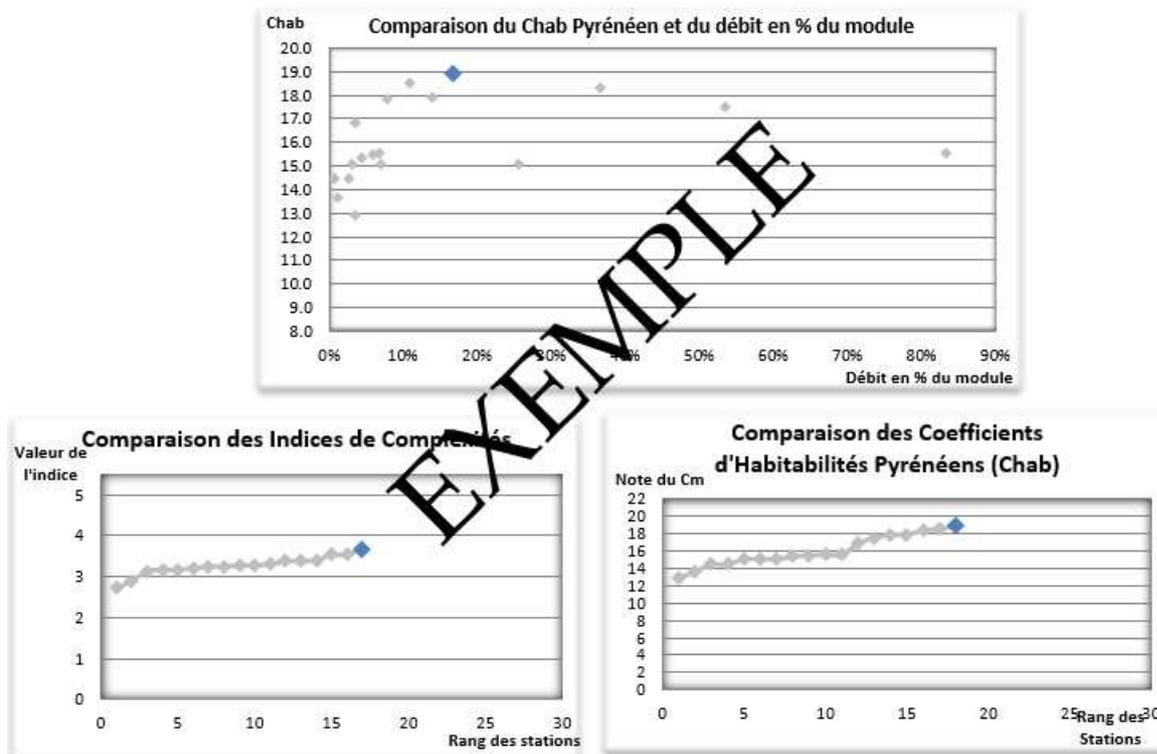
L’adaptation typologique sélective a rendu possible le calcul de ces indicateurs pour chacun des sites d’étude TeauRRENT. Cette fiche présente la grille d’analyse de l’indice Chab pour une station, avec la distribution de tous les couples substrat/vitesse échantillonnés. Elle indique aussi la note obtenue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

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

Lagal aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
<b>Substrats</b>		1	3	5	4	2
CF	9	0	4	6	2	0
CG	9	0	4	7	0	0
PF	9	1	3	3	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	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



### 8.1.4.2.2 Ciblés sur la faune piscicole

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

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

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

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

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

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

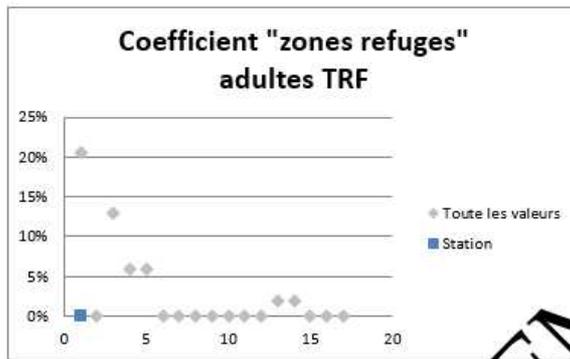
$$\text{C\_fraie} = \frac{\text{Nb Pts (clProf3 \& clVit3 \& clSub[7,8,9,10\&11])}}{\text{Nb Pts totaux}} * 100$$

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

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

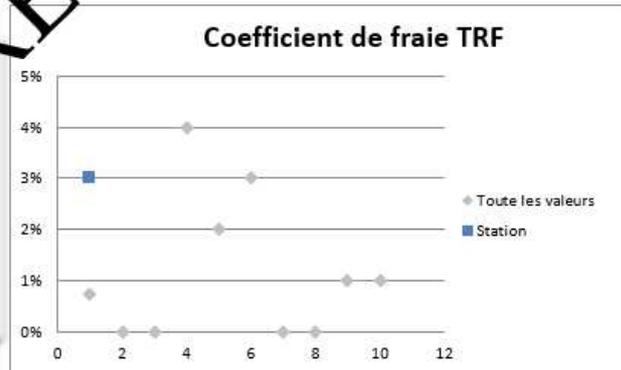
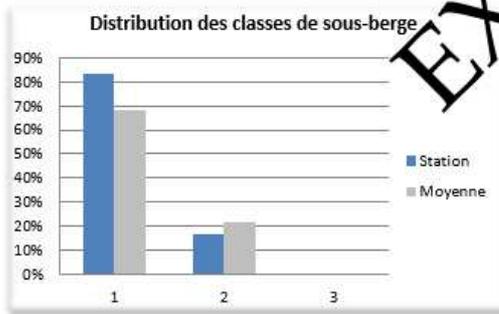
Sur cette fiche, aux résultats des indicateurs spécifiquement piscicoles, s’ajoutent des notions d’habitabilité via les sous-berges disponibles (en trois classes croissantes) mais également de cloisonnement du milieu avec les données sur les chutes/cascades.

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



Cloisonnement

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



EXEMPLE

### **8.1.5 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.

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

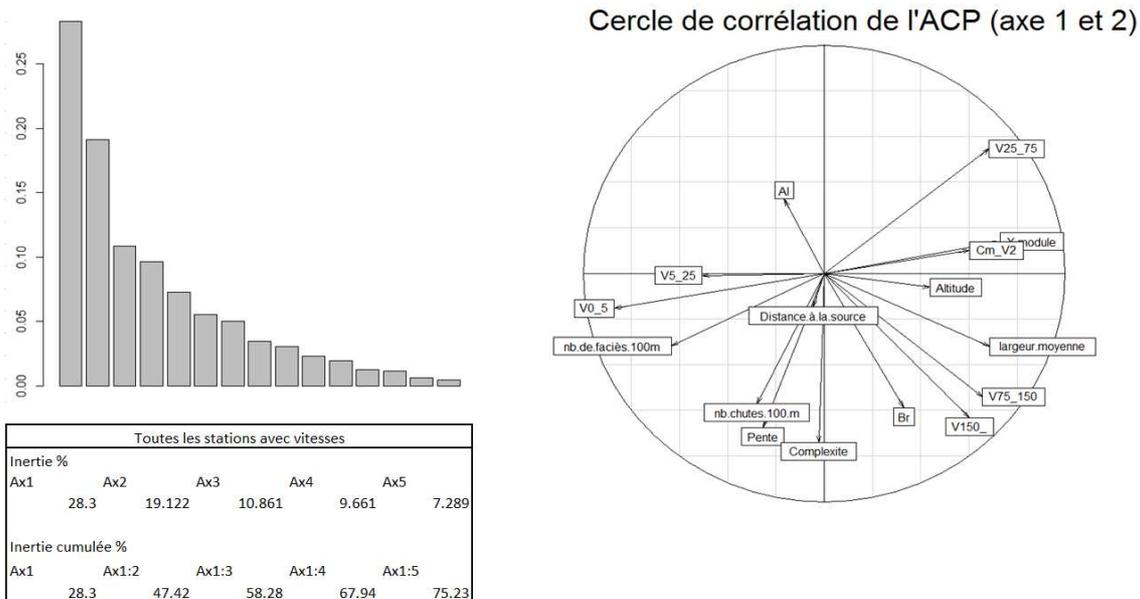
La relation entre diversité des écoulements (objectif écologique) et le pourcentage du module associé définit un référentiel qui doit être suffisant pour corriger, par une proposition d’ajustement du débit, des situations anormalement médiocres.

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 24).

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 25).



**Figure 24 - 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**

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

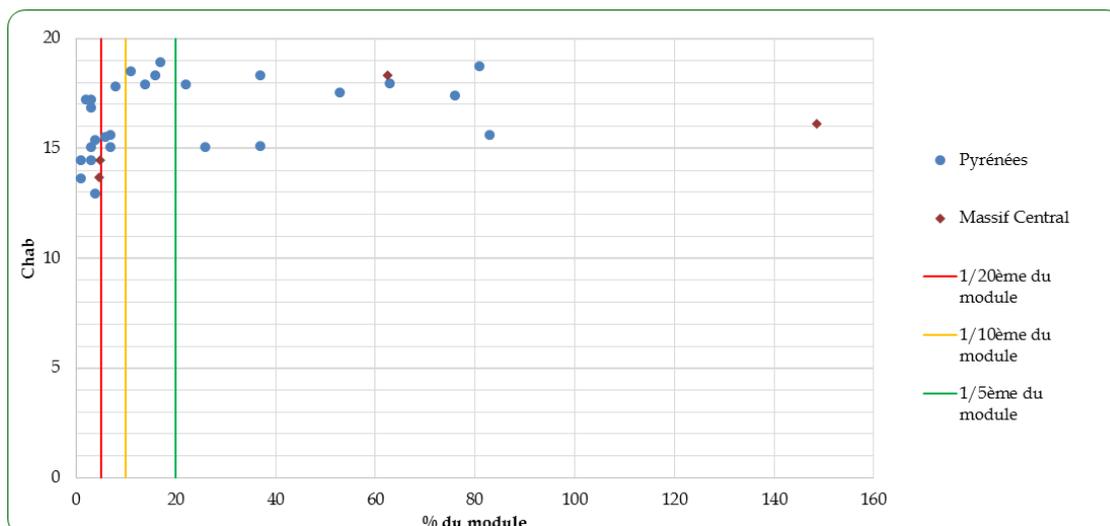
L'analyse de corrélation nous a orientés vers la réalisation de la Figure 25 qui présente la valeur de notre indice d'habitabilité par rapport au ratio au module pour chacun des sites étudiés dans le cadre de l'application TeauRRENT.

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

Par contre, au-delà de 10-15% du module, il semble que l'indice atteigne un plateau. Toutefois, l'incertitude sur ce plateau est plus forte, de la même manière que dans le cadre des méthodes classiques d'analyse des microhabitats pour lesquelles, au-delà d'un certain seuil de débit, le bruit inhérent aux perturbations hydrauliques devient prépondérant sur la pertinence de l'habitabilité locale. Cependant, il semble possible de définir ce seuil de 10-15% comme étant similaire à un débit optimal, comme on peut l'expertiser dans le cadre des méthodologies classiques.

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

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



**Figure 25 - Représentation graphique des valeurs de l'indice d'habitabilité en rapport avec le relatif à son module pour chaque site TeauRRENT**

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

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

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

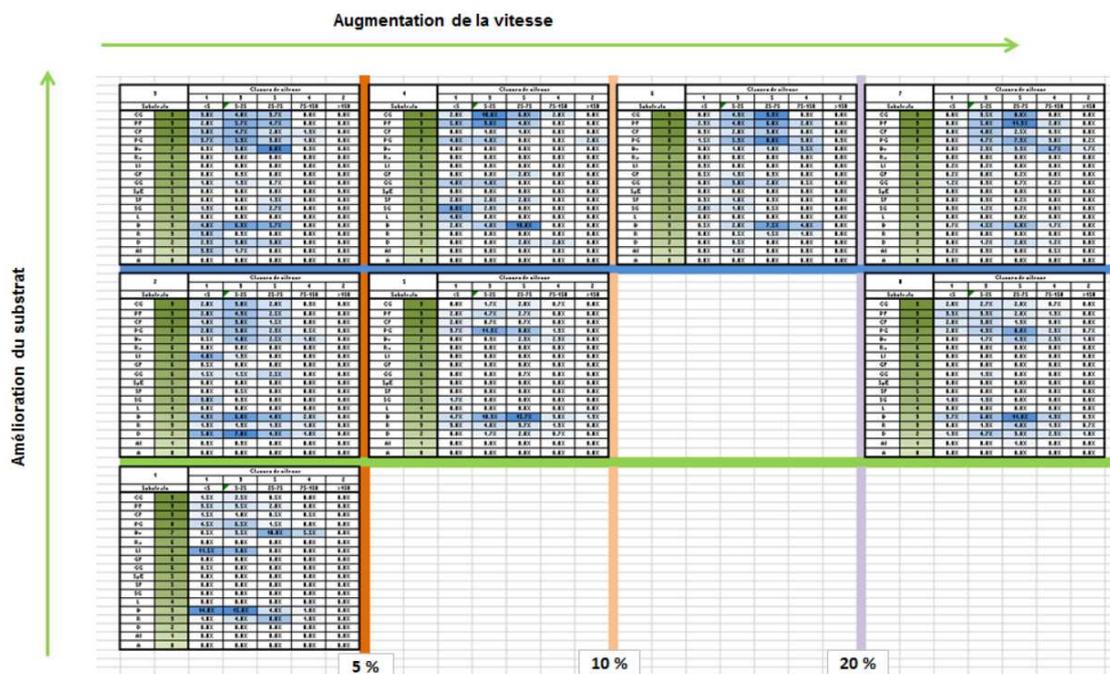
**Tableau 16 - Habitabilité optimale sur la base de l'indice d'habitabilité adapté pour la méthodologie TeauRRENT (Optimal au sein du cercle bleu / Situation défavorable à l'extérieur du cercle vert)**

Théorique	Substrats	Classes de vitesse				
		1	3	5	4	2
		<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 26 présente la variation des couples substrat/vitesse moyens du tableau d’habitabilité en fonction du ratio au module

(barres seuils indicatives pour le 1/20<sup>ème</sup>, le 1/10<sup>ème</sup> et le 1/5<sup>ème</sup> du module) sur l’axe horizontal et de la note de Chab sur l’axe vertical (barres seuils indicatives sur la base théorique des seuils optimaux et défavorables définis précédemment).

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



**Figure 26 - 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<sup>ème</sup> du module pourrait être assimilée à un seuil en-dessous duquel la situation du milieu aquatique se dégrade rapidement. On peut donc l’envisager comme un seuil critique, plage inférieure des débits étant incompatible avec la vie, la circulation et la reproduction des espèces.

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

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

## 9 RESULTATS PAR PRISE D’EAU

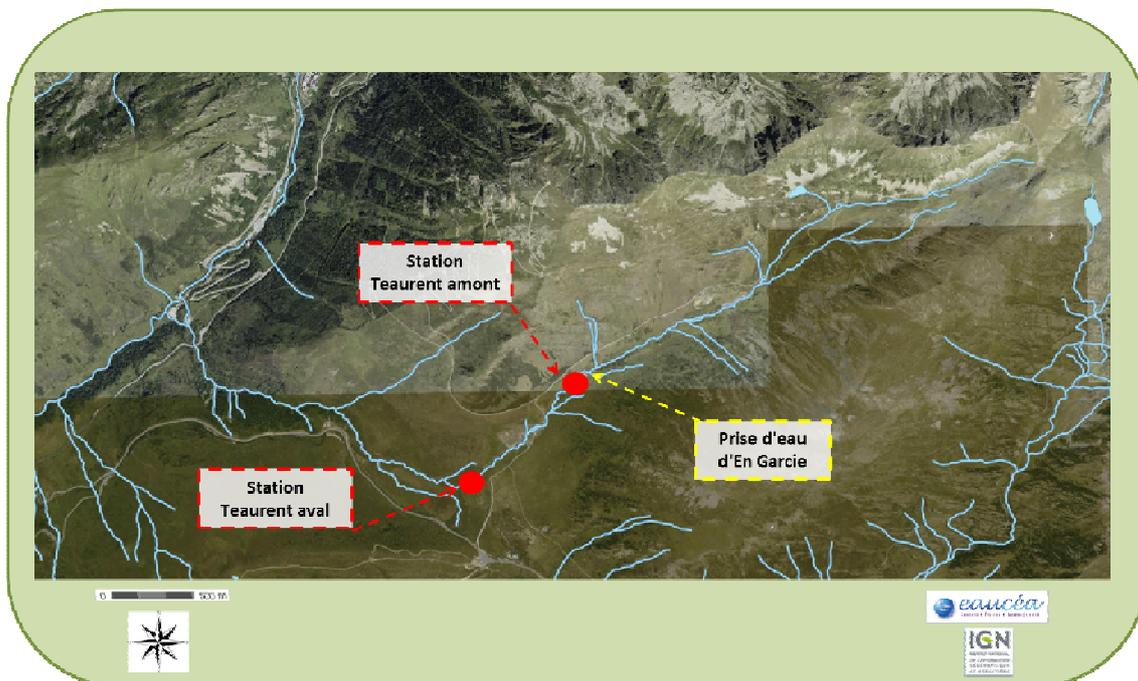
Les valeurs hydrologiques seuils (M/10, QMNA5...) présentées dans tous les graphiques d’analyse des habitats sont les valeurs estimées au niveau des stations de détermination de DMB et peuvent être différents des valeurs connues au droit des prises d’eau.

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

### 9.1 PRISE D’EAU D’EN GARCIE

Au vu des caractéristiques hydromorphologiques présentées dans la sectorisation affinée de ce cours d’eau, seule la méthode TeauRRENT était applicable.

Comme cela est présenté dans la sectorisation du cours d’eau, les deux tronçons amont sont similaires mais la portion terminale est morphologiquement très différente, beaucoup plus pentue et peu propice à la vie piscicole. Ainsi, afin de représenter au mieux les différentes conditions morphodynamiques, deux stations ont été analysés via la méthode TeauRRENT, la première en aval immédiat de la prise d’eau et la seconde sur une partie transitoire entre les profils amont et aval.



#### 9.1.1 Station amont : en aval immédiat de la PE

##### 9.1.1.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 16/10/2012 pour un débit équivalent à ~18% du module (37 l/s pour 200 l/s) au droit du site TeauRRENT.

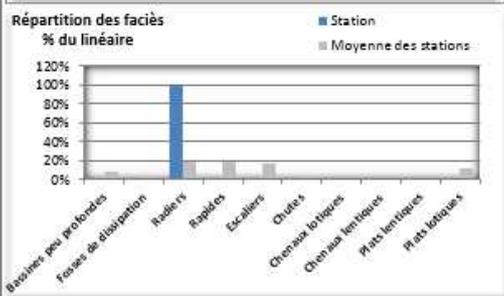
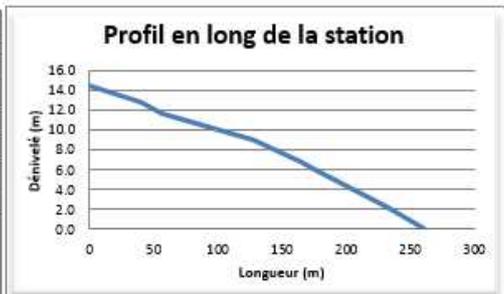
Cette station possède une pente faible mais conforme au tronçon étudié (6%). Les faciès en présence sont uniquement une succession homogène de radiers, sans réelle zone refuges pour la faune aquatique qu’elles soient latérales ou profondes.

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

<b>USINE :</b> Hospitalet Basse Chute	Longueur totale de la station (m) :	261	Nb faciès / 100 m :	3
	Dénivelée de la station (m) :	15	Nb chutes pour 100 m :	0
	Pente en % :	6		

**Caractéristiques générales**

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Radier	40		4.4%	
Radier	16.4		7.0%	
Radier	71.5		3.7%	
Radier	35		6.1%	
Radier	12		7.0%	
Radier	57		6.6%	
Radier	29		7.9%	

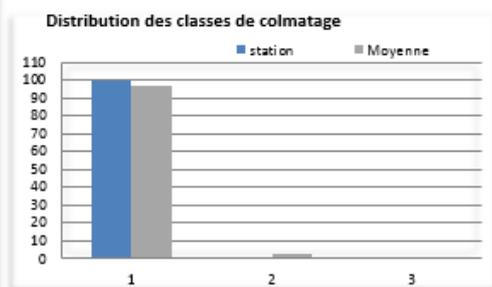
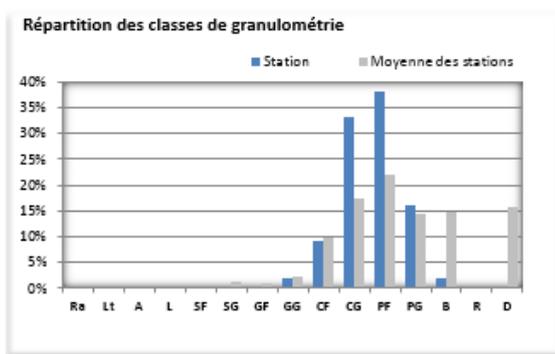


**9.1.1.2 Substrats**

Les faibles pentes et les faciès de type radiers permettent la subsistance d’une granulométrie relativement fine pour ce type de cours d’eau. En effet, la granulométrie dominante est représentée par des cailloux et des pierres fines. Cette granulométrie est relativement monotone et peu diversifiée, sans réels abris hydrauliques.

Le colmatage de la station, même en aval de la prise d’eau, est très faible.

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



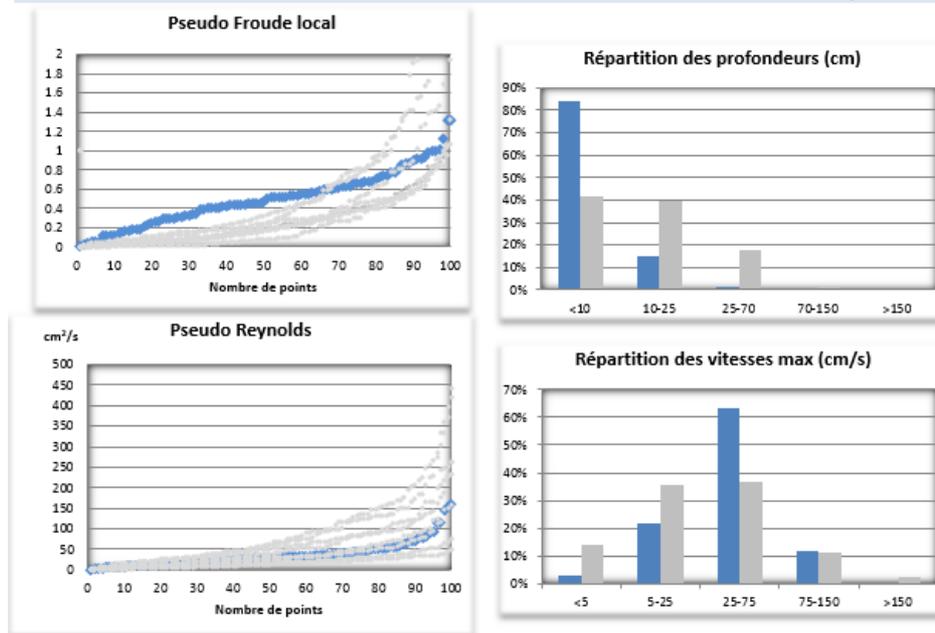
**9.1.1.3 Hydraulique**

Comme le montre les graphiques ci-dessous, la lame d’eau est globalement de faible profondeur, en lien avec des petites valeurs de Reynolds.

En revanche, les vitesses sont bien lotiques, conformes aux écoulements et sans valeurs fortes de débit. Les Froude sont ainsi dans la gamme haute du pool de sites disponibles.



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



### 9.1.1.4 Indices d’habitabilité

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

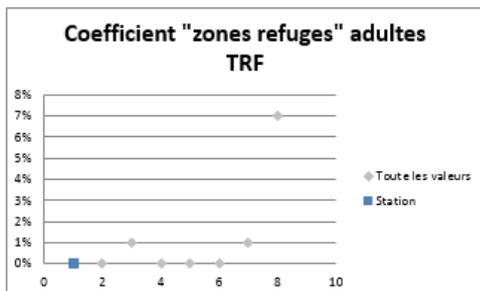
Toutefois, comme les couples présents sont essentiellement dans les classes les plus biogènes, la note d’habitabilité est élevée malgré la très faible note de l’indice de complexité.

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

En Garcie amont		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
<b>Substrats</b>		1	3	5	4	2
CF	9	0	5	2	1	0
CG	9	0	7	25	1	0
PF	9	0	7	24	6	0
PG	8	1	2	8	4	0
Br	7	0	0	0	0	0
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	0	0	2	0	0
GF	6	0	0	0	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	0	0	0	0	0
SF	5	0	0	0	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	0	0	0	0	0
B	3	0	0	2	0	0
D	2	0	0	0	0	0
Al	1	1	2	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		17.89 /20			Indice de complexité 2.06	

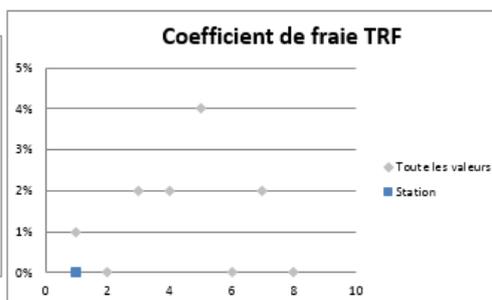
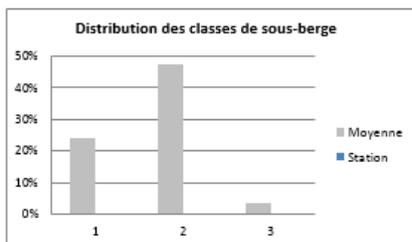
Au niveau piscicole, les faibles hauteurs d’eau et donc le manque de zones profondes, l’absence de sous-berges et de zones favorables à la reproduction créent des conditions peu adéquates à la présence de Truites sur ce secteur, malgré l’absence de chutes.

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



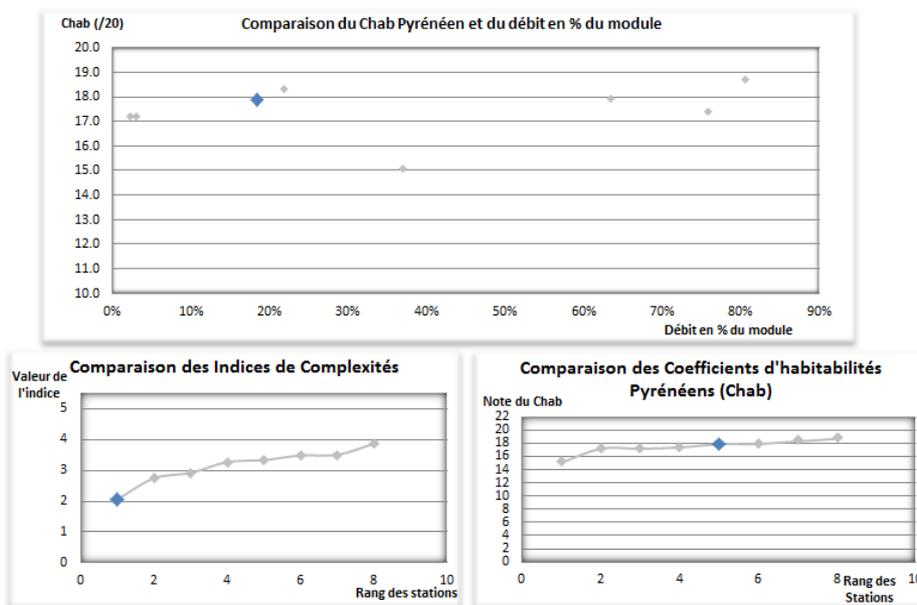
**Cloisonnement**

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



Malgré la faible diversité de couples substrat/vitesse visible par la très faible valeur de complexité, la note d’habitabilité est bonne. Au vu des caractéristiques de la station, cette note semble justifiée par la dominance résiduelle des couples les plus biogènes.

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



Ce contexte semble, malgré le bon potentiel, assez fragile et largement dépendant du débit, essentiellement à cause des faibles hauteurs d’eau.

La conclusion suivante est proposée au droit de la station DMB, et donc en aval immédiat de la prise d’eau :

En notant que nous n’avons pu observer la situation du milieu à des débits faibles et à la vue de ces éléments il apparaît indispensable de préconiser un seuil minimal au moins équivalent au seuil critique défini dans la méthodologie TeauRRENT, soit 13 l/s (1/15<sup>ème</sup> du module).

Afin de minimiser le risque de dégradation avec des débits trop bas, surtout sur un secteur où les zones refuges sont peu présentes et l’homogénéité des habitats forte, une plage raisonnable de DMB peut être proposée, comprise entre ce seuil critique et le seuil méthodologique optimal (1/10<sup>ème</sup> du module).

## 9.1.2 Station en aval éloigné

### 9.1.2.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 16/10/2012 pour un débit équivalent à 22% du module (51 l/s pour 234 l/s) au droit du site TeauRRENT.

Cette station possède des faciès lotiques caractérisés par des enchaînements de radiers/rapides. La pente moyenne est légèrement plus importante que sur la station précédente et tend à se rapprocher des écoulements torrentiels que l’on peut observer sur le tronçon terminal de ce ruisseau.

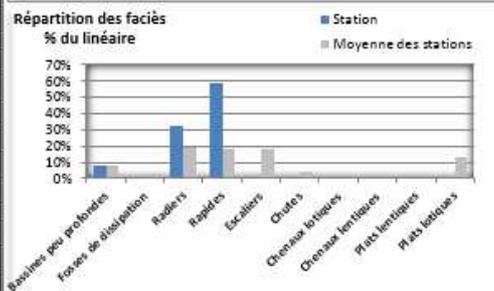
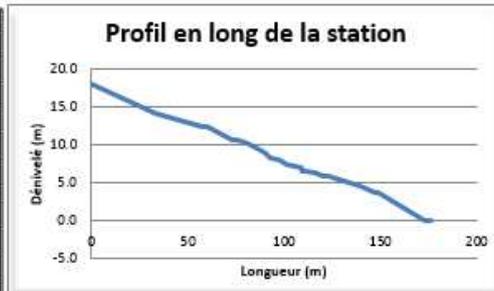
Des bassines sont aussi présentes, ces faciès créant des zones refuges potentielles lors de conditions difficiles, facteur de résistance non négligeable dans un secteur de haute altitude où l’absence naturelle de ripisylve ne permet pas d’avoir un ombrage qui limite l’échauffement de l’eau.

#### Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : En Garcie, 900 m aval prise d'eau

USINE : Hospitalet Basse Chute	Longueur totale de la station (m) : 177	Nb faciès / 100 m : 13
	Dénivelée de la station (m) : 18	Nb chutes pour 100 m : 1
	Pente en % : 10	

#### Caractéristiques générales

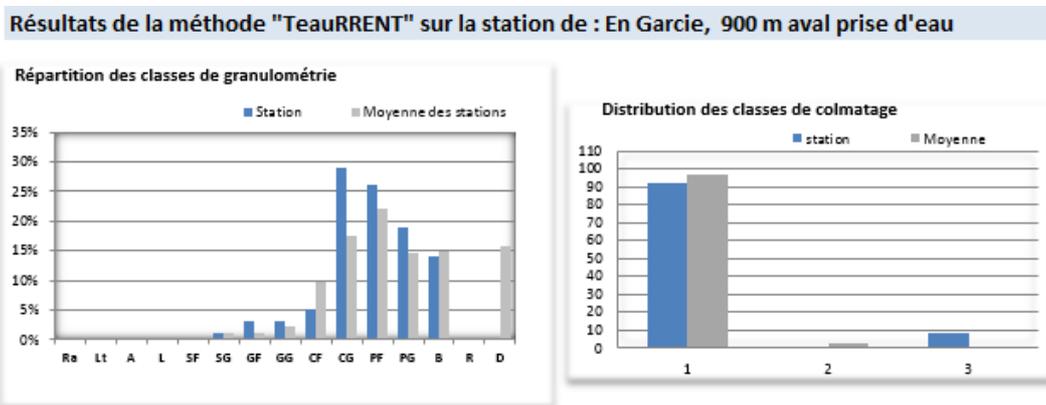
Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Rapide	33		11.4%	
Radier	12		7.0%	
Rapide	12		8.7%	
Bassine	2.6		0.0%	
Rapide	13		13.2%	
Bassine	2.6		0.0%	
Radier	5.5		7.0%	
Rapide	2		14.1%	
Radier	7		14.1%	
Rapide	3		21.3%	
Radier	4		7.9%	
Rapide	5		14.1%	
Radier	7.5		5.2%	
Chutes				0.4
Bassine	1.8		0.0%	
Radier	5		4.4%	
Rapide	4.5		8.7%	
Bassine	2		0.0%	
Radier	17		7.9%	
Rapide	7		12.3%	
Bassine	2		0.0%	
Rapide	24		15.8%	
Bassine	4		0.0%	



### 9.1.2.2 Substrats

La granulométrie est plus grossière que sur la station en aval immédiat de la PE, les pierres grossières et les blocs étant notamment bien représentés. Une certaine diversité est présente ce qui permet d’avoir une mosaïque plus intéressante.

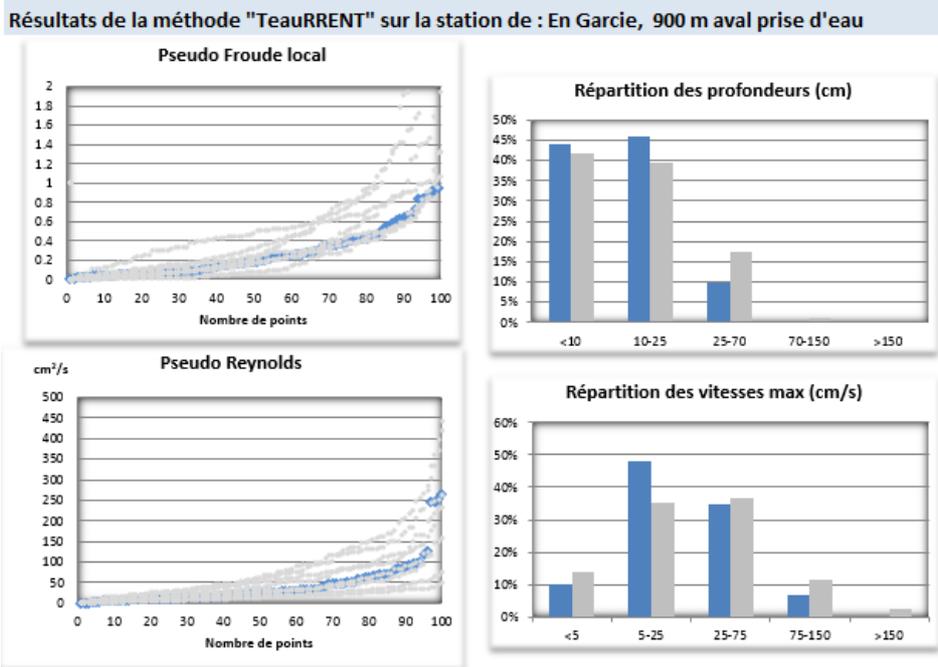
Le colmatage est majoritairement très faible.



### 9.1.2.3 Hydraulique

La répartition des profondeurs est plus proche de la moyenne des sites de haute altitude et c’est un facteur bénéfique à des conditions plus biotiques du milieu.

La présence de bassines, faciès lentiques, occasionne une répartition des vitesses vers les gammes plus faibles et des Froude moins élevés malgré la pente plus forte.



### 9.1.2.4 Indices d’habitabilité

La mosaïque de couples substrat/vitesse (qui s’abstrait des notions de profondeur) est aussi diversifiée que sur le site précédent, ce qui est intéressant pour les conditions de vie de la faune aquatique.

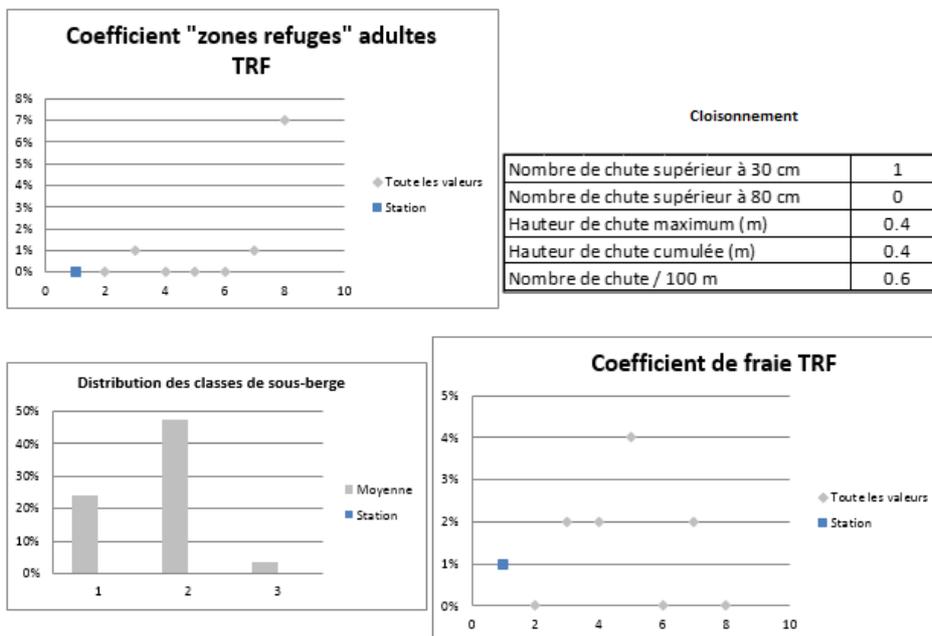
Les couples les plus biogènes sont là aussi bien représentés, ce qui permet d’obtenir une note illustrant une très bonne qualité de la station en terme d’habitabilité.

**Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : En Garcie, 900 m aval prise d'eau**

En Garcie aval		Classes de vitesses (cm/s)					
		<5	5-25	25-75	75-150	>150	
<b>Substrats</b>		1	3	5	4	2	
CF	9	1	2	1	1	0	
CG	9	2	8	18	1	0	
PF	9	2	13	7	2	0	
PG	8	1	8	9	1	0	
Br	7	0	0	0	0	0	
Lt	6	0	0	0	0	0	
Ra	6	0	0	0	0	0	
GG	6	1	2	0	0	0	
GF	6	0	3	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	0	3	7	2	0	
D	2	0	0	0	0	0	
Al	1	0	4	0	0	0	
A	0	0	0	0	0	0	
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		18.32 /20			Indice de complexité		2.75

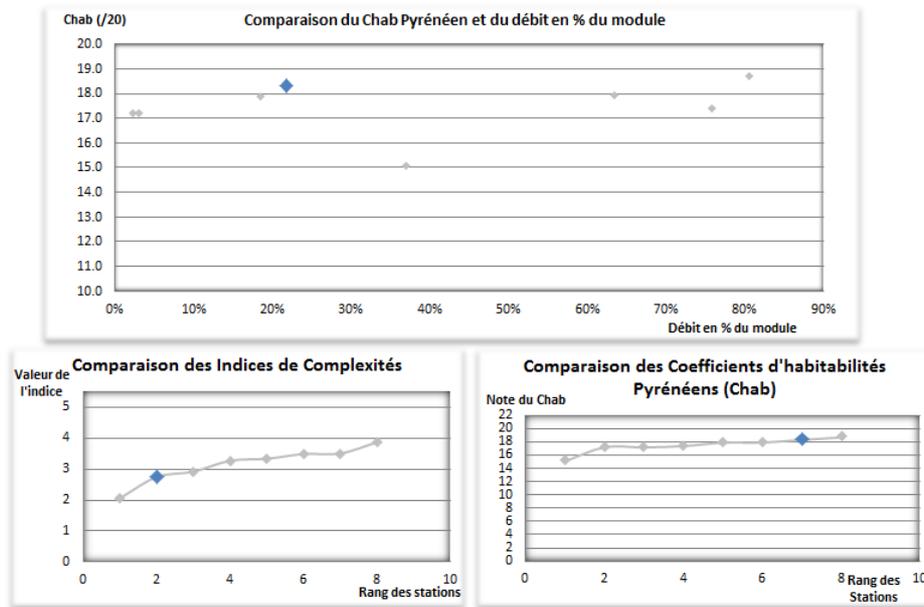
D’un point de vu piscicole, malgré une granulométrie légèrement plus diversifiée et la présence de bassines (peu profondes), cette station reflète encore un contexte défavorable à la présence de Truites sur ce cours d’eau, sans compter la discontinuité forte depuis la portion aval du cours d’eau à cause de l’augmentation forte des pentes et la présence de ruptures naturelles.

**Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : En Garcie, 900 m aval prise d'eau**



La plus grande présence des couples substrat/vitesse les plus biogènes permet d’obtenir une meilleure note du Chab pour un pourcentage de module à peine plus faible que sur la station plus en amont.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : En Garcie, 900 m aval prise d'eau



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

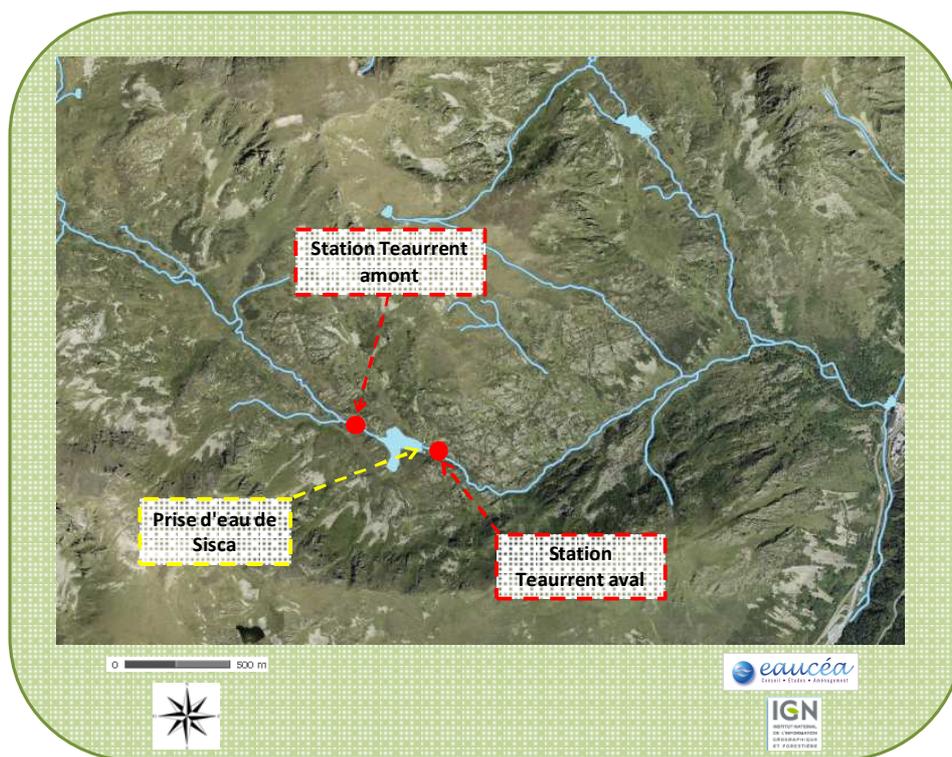
Ces résultats sur ce deuxième site confirment l’expertise du site précédent : en l’absence de mesures lors des bas débits, la situation semble bonne mais afin d’éviter toute défaillance du milieu et de minimiser le risque de dégradation avec des débits trop bas, il convient de préconiser une plage de débits comprise entre le seuil critique défini dans la méthodologie TeauRRENT (17.5 l/s - 1/15<sup>ème</sup> du module) et le seuil optimal (26.5 l/s - 1/10<sup>ème</sup> du module).

## 9.2 PRISE D’EAU DE SISCA (SISCAR)

Au vu des caractéristiques hydromorphologiques présentées dans la sectorisation affinée de ce cours d’eau, seule la méthode TeauRRENT était applicable.

L’amont de la prise d’eau est prospectable. Dans un objectif d’autocalibration, 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.

Il convient de noter que pour le site amont, nous ne sommes pas en présence de zones d’écoulements de type « Jasse » comme on peut l’observer sur ce même tronçon légèrement plus en amont. L’objectif était bien de disposer d’un site typologiquement comparable au site aval. La dynamique latérale et les nombreuses annexes humides que l’on peut trouver plus haut ne permettaient pas d’y répondre correctement. C’est toutefois sans dommage pour l’expertise dans la mesure où la présence de cette forte connectivité latérale en lien avec les débits n’est pas un point primordial sur ce cours d’eau en aval de la prise d’eau.



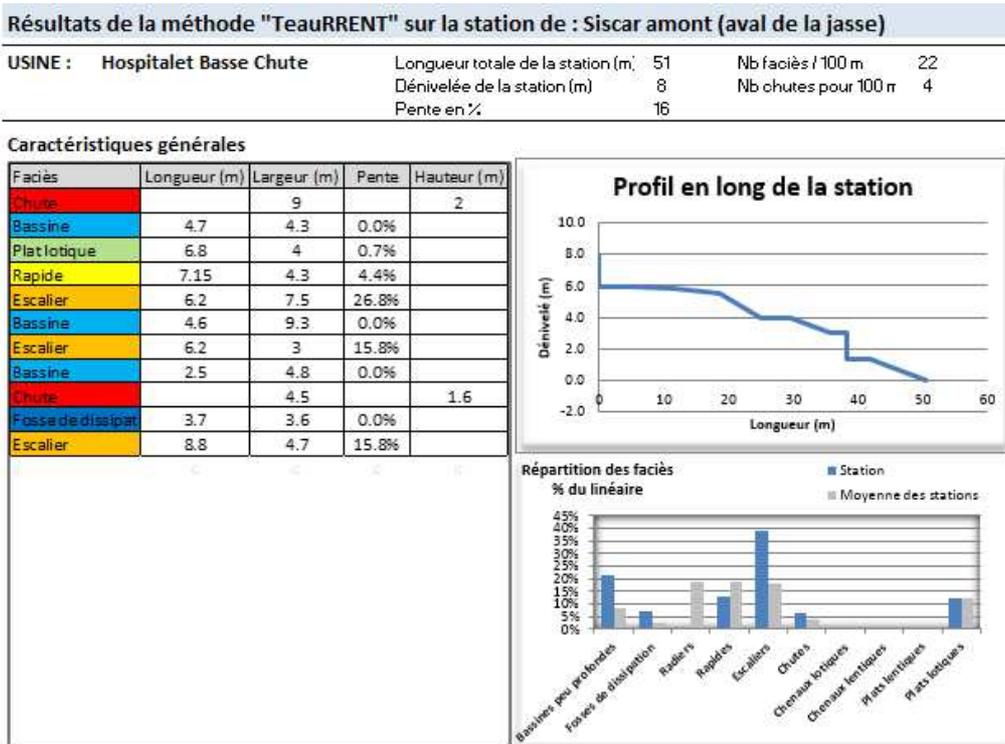
### 9.2.1 Station Siscar amont

#### 9.2.1.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 14/08/2013 pour un débit équivalent à environ 40% du module (127 l/s pour 343 l/s) au droit du site TeauRRENT.

Cette station possède une pente moyenne élevée. On observe une bonne diversité de faciès. Des chutes sont régulièrement présentes sur la zone avec des hauteurs

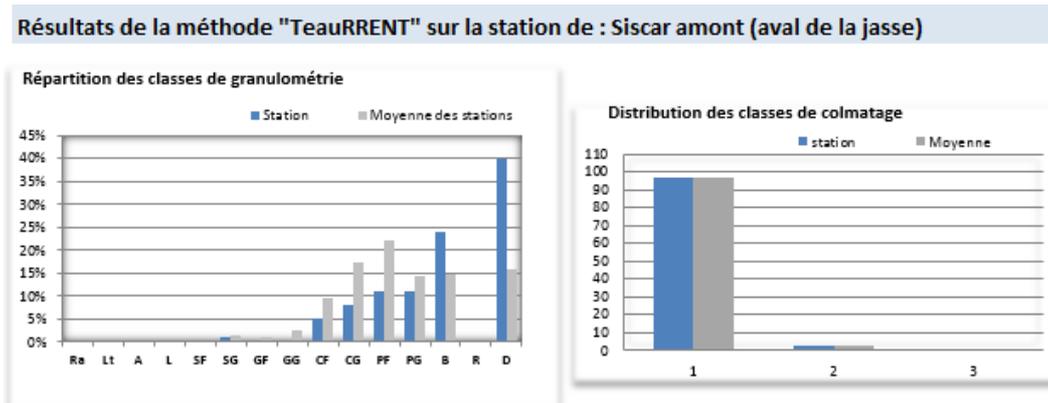
importantes. Des zones plus profondes et lenticques (bassines et fosses) sont disponibles comme zones refuges.



### 9.2.1.2 Substrats

Les pentes et les faciès en présence conduisent à une granulométrie globalement grossière mais on note surtout les écoulements sur dalles, peu biogènes, fortement majoritaires. Cependant, dans les bassines et les fosses, du substrat plus fin est présent et diversifie quelque peu la granulométrie.

Le colmatage par les « fines » est absent ou très faible.

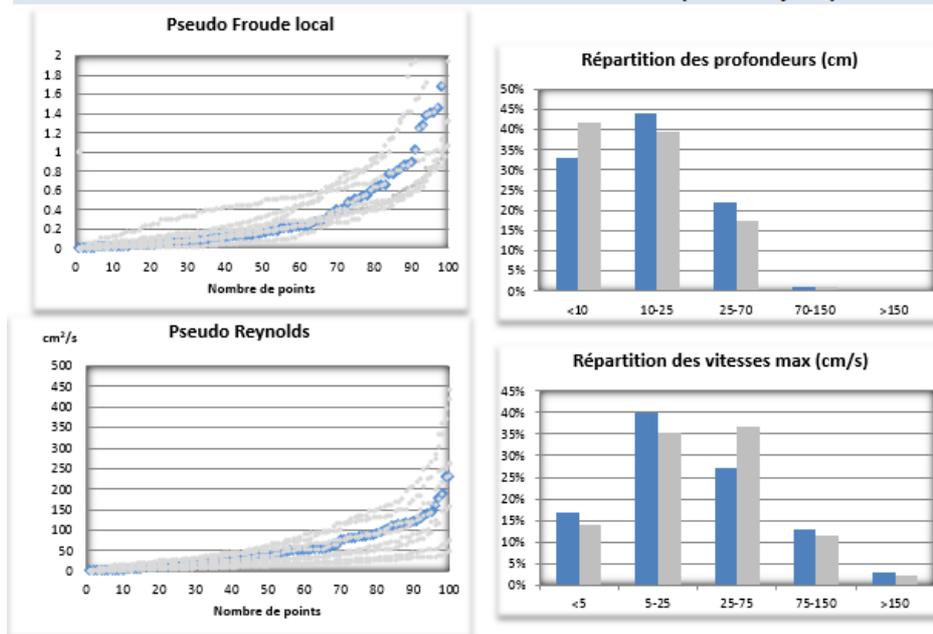


### 9.2.1.3 Hydraulique

Malgré la pente moyenne assez élevée, la présence de nombreuses bassines et fosses permet d’avoir une gamme de vitesse faible et moyenne bien représentée. Il en est de même pour les profondeurs supérieures à 10 cm.

De fait, les indicateurs hydrauliques se trouvent dans la moyenne station des sites disponibles pour ce pool typologique.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Siscar amont (aval de la jasse)



9.2.1.4 Indices d’habitabilité

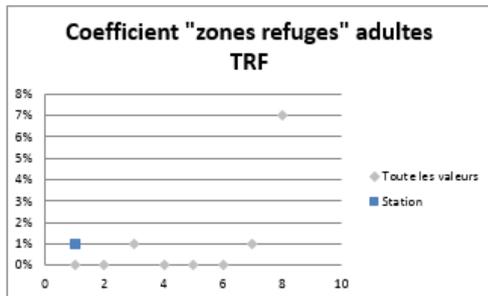
Les couples substrat/vitesse sont moyennement diversifiés et surtout, présents dans les classes peu biogènes. La note d’habitabilité s’en ressent et est faible malgré un ratio au module important. On peut évidemment incriminer la présence majoritaire des écoulements sur dalles, peu favorables au peuplement benthique. L’indice de complexité reste en revanche très bon.

Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Siscar amont (aval de la jasse)

Siscar amont		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
<b>Substrats</b>		1	3	5	4	2
CF	9	2	3	0	0	0
CG	9	6	0	2	0	0
PF	9	4	4	2	0	0
PG	8	0	4	3	1	0
Br	7	0	3	5	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
SpÉ	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	1	9	5	3	0
D	2	4	14	9	7	3
Al	1	0	0	3	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		15.07 /20			Indice de complexité 3.51	

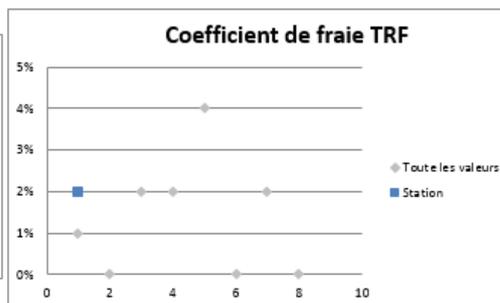
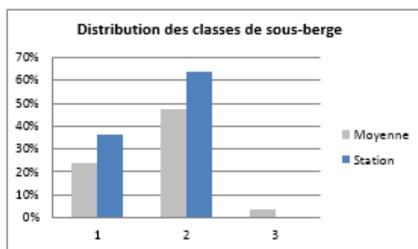
Comme la majorité des sites de haute altitude, la fragmentation du milieu est importante ce qui crée des conditions très peu propices à la vie piscicole, malgré la présence notable d’habitats latéraux favorables.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Siscar amont (aval de la jasse)



Cloisonnement

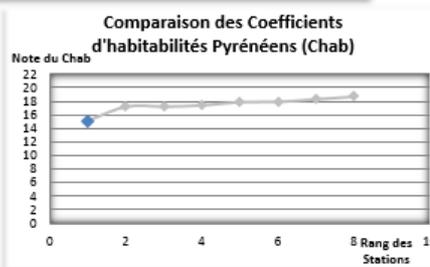
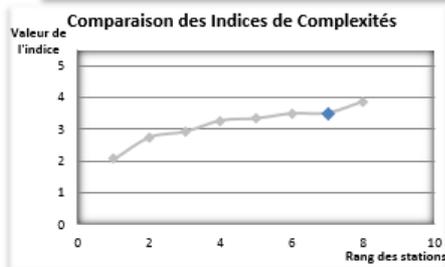
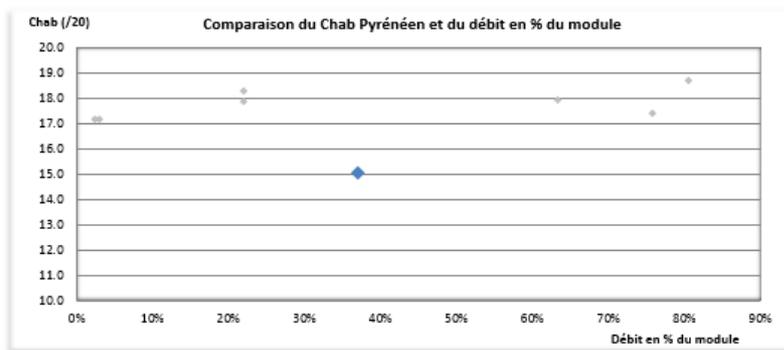
Nombre de chute supérieur à 30 cm	2
Nombre de chute supérieur à 80 cm	2
Hauteur de chute maximum (m)	2
Hauteur de chute cumulée (m)	3.6
Nombre de chute / 100 m	3.9



Malgré une certaine diversité du substrat, les écoulements sur dalles rendent la station moins biogène pour la macrofaune benthique. Ainsi la note d’habitabilité est la moins bonne des stations de haute altitude. La description stationnelle effectuée précédemment explique donc la position de cette station sur les courbes inter-sites.

Au vu des pentes et des faciès présents (écoulements sur dalles), la configuration des écoulements sur ces substrats peu biogènes fait que la hausse des débits n’améliore pas considérablement la qualité des habitats.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Siscar amont (aval de la jasse)



## 9.2.2 Station Siscar aval

### 9.2.2.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 14/08/2013 pour un débit très faible, équivalent à environ 2% du module (10 l/s pour 435 l/s) au droit du site TeauRENT.

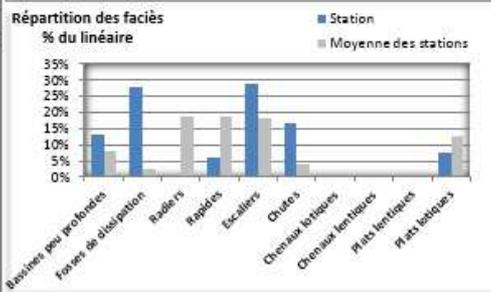
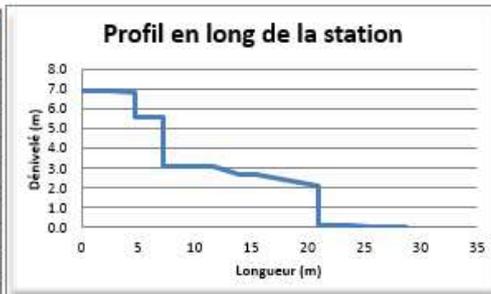
Cette station possède une pente moyenne encore supérieure à la station amont et on note la présence d’escaliers et de chutes importantes, responsables de la fragmentation longitudinale importante. Plusieurs faciès de type bassine et fosse sont également présents créant des zones refuges potentielles (un Euprocte identifié en bordure d’une de ces fosses).

#### Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Siscar aval en amont du pont du GR

USINE : Hospitalet Basse Chute	Longueur totale de la station (m)	29	Nb faciès / 100 m	45
	Dénivelée de la station (m)	7	Nb chutes pour 100 m	10
	Pente en ‰	24		

#### Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Plat lotique	2.6	1.5	0.3%	
Rapide	2.1	3	3.5%	
Chute		2.6		1.2
Fosse de dissipation	2.5	1.5	0.0%	
Chute		1.3		2.5
Fosse de dissipation	4.4	4.5	0.0%	
Escalier	2.3	2	17.6%	
Bassine	1.5	2.7	0.0%	
Escalier	5.6	1.5	10.5%	
Chute		0.5		2
Fosse de dissipation	2.7	1.6	0.0%	
Escalier	2	1.5	6.1%	
Bassine	3	2	0.0%	

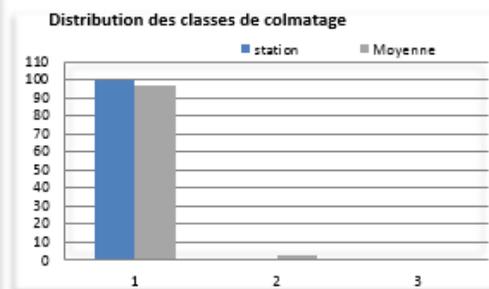
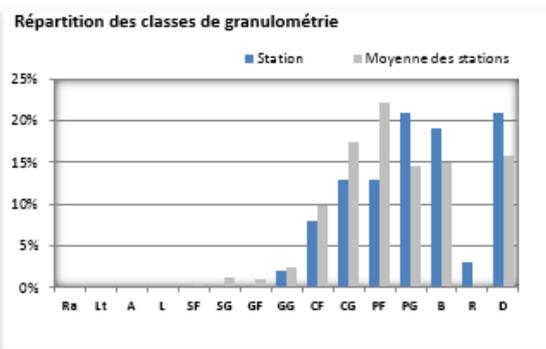


### 9.2.2.2 Substrats

Cette station possède une granulométrie bien diversifiée, surtout, plus équitablement répartie que sur la station amont. Cela offre une meilleure diversité de substrats et une meilleure habitabilité potentielle.

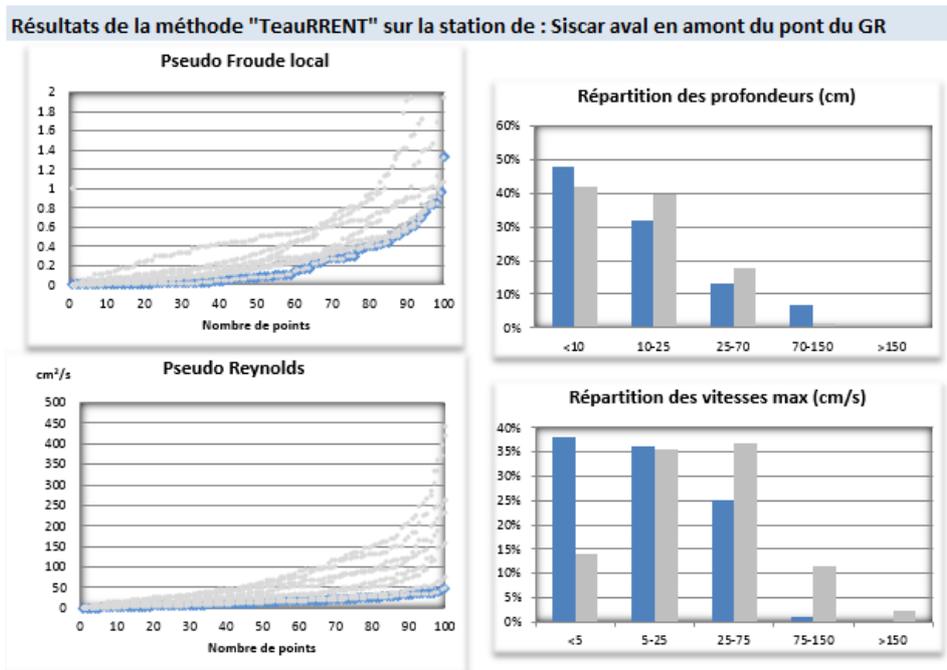
Le colmatage est nul.

#### Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Siscar aval en amont du pont du GR



### 9.2.2.3 Hydraulique

Malgré la plus forte pente que sur la station amont, la présence importante de faciès de type bassine/fosse rend les écoulements globalement moins turbulents. La répartition des vitesses se fait majoritairement dans les classes les plus faibles. Les profondeurs sont, elles aussi, globalement plus faibles mais il faut noter que les fosses ont des profondeurs importantes (>70 cm).



### 9.2.2.4 Indices d’habitabilité

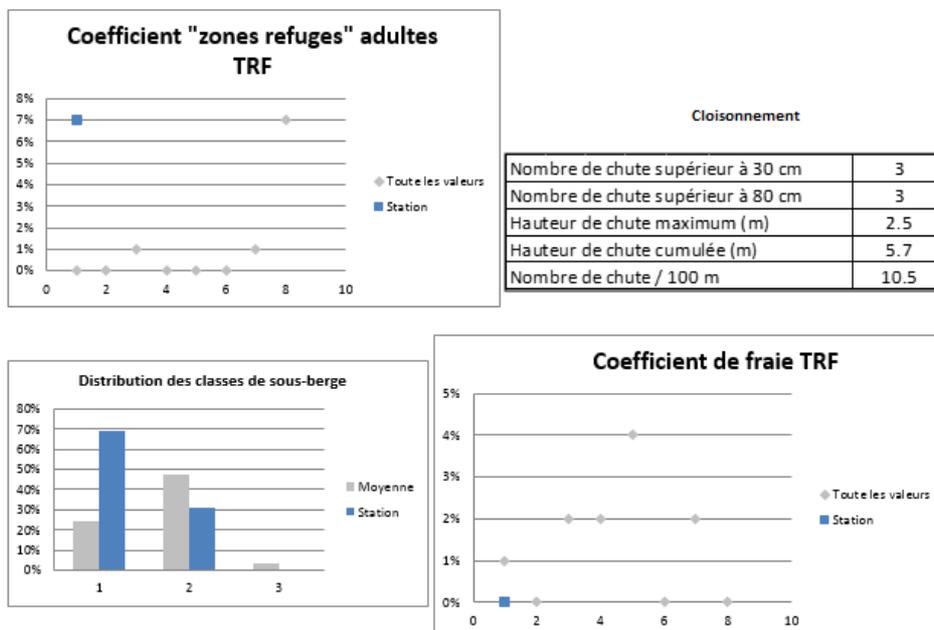
La bonne diversité granulométrique permet de disposer de couples substrat/vitesse variés, offrant une mosaïque d’habitat intéressante pour la faune benthique et un indice de complexité toujours élevé. Malgré des vitesses plutôt faibles mais grâce à la moindre présence des dalles, la note d’habitabilité est bonne.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Siscar aval en amont du pont du GR

Siscar aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
Substrats		1	3	5	4	2
CF	9	3	4	1	0	0
CG	9	3	6	4	0	0
PF	9	5	6	2	0	0
PG	8	10	4	5	0	0
Br	7	1	3	8	1	0
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	1	0	1	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	1	0	0	0
B	3	7	7	1	0	0
D	2	6	3	5	0	0
Al	1	0	1	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		17.20 /20			Indice de complexité 3.34	

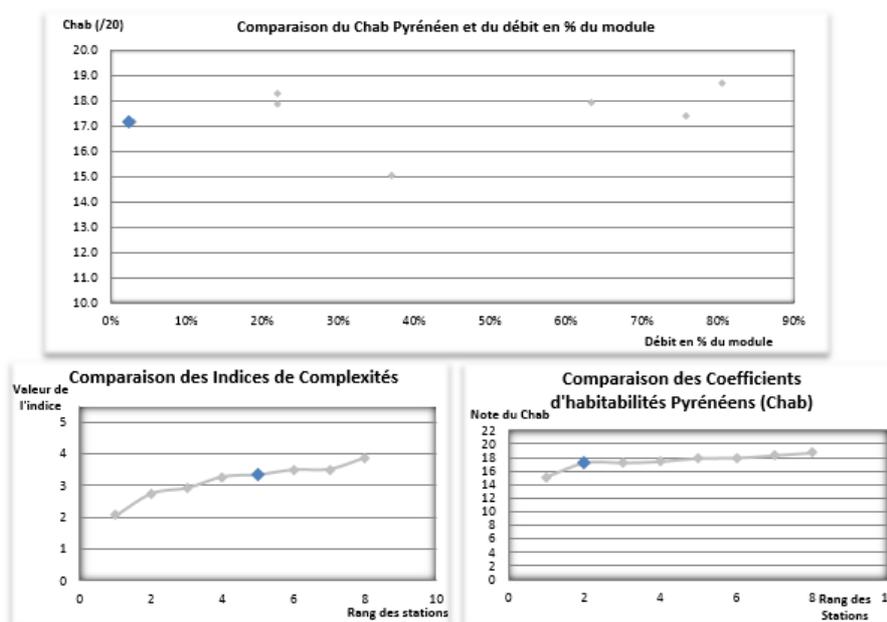
D’un point de vue piscicole, malgré la présence de profondeurs importantes liées aux fosses, la forte fragmentation du milieu rend la station défavorable pour ces espèces.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Siscar aval en amont du pont du GR



Malgré un débit mesuré très faible, la note d’habitabilité pour les autres peuplements est bonne grâce à la diversité de faciès et de substrats. Un débit supérieur permettrait de minimiser le risque de dégradation lié au débit réservé mais sans aucune garantie sur des gains écologiques supplémentaires, notamment à la vue de la forte fragmentation longitudinale.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Siscar aval en amont du pont du GR



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

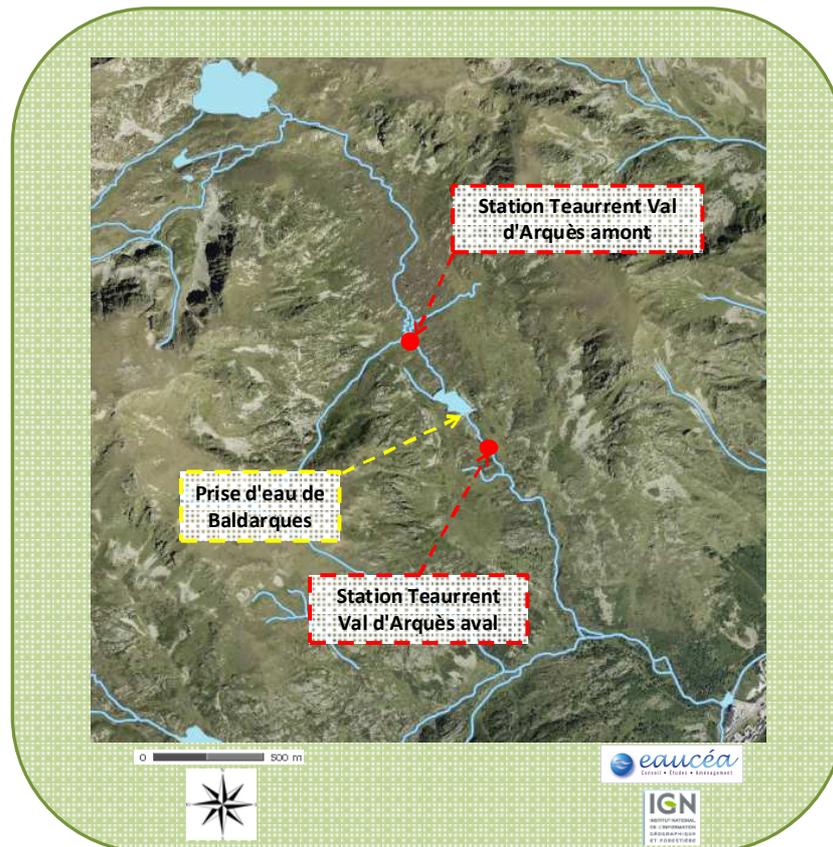
Au regard de ces éléments, la préconisation d’une gamme entre 10 l/s (1/40<sup>ème</sup> du module) et 20 l/s (1/20<sup>ème</sup> du module) semble suffisante comme valeur théorique de débit minimum biologique : les valeurs d’habitabilité benthique sont bonnes pour des débits très faibles et de plus, la forte fragmentation longitudinale n’améliorait visiblement pas la situation globale avec des débits supérieurs.

La détermination du débit réservé n’est pas l’objectif de cette étude mais il paraît évident que ces conditions propices devraient être préservées pour la valeur minimale réglementaire du 1/20<sup>ème</sup> du module.

## 9.3 PRISE D’EAU DE BALDARQUES (VAL D’ARQUES)

Au vu des caractéristiques hydromorphologiques présentées dans la sectorisation affinée de ce cours d’eau, seule la méthode TeauRRENT était applicable.

L’amont de la prise d’eau est prospectable. Dans un objectif d’autocalibration, 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.



### 9.3.1 Station Val d’Arques amont

#### 9.3.1.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 13/08/2013 pour un débit équivalent à environ 80% du module (145 l/s pour 180 l/s) au droit du site TeauRRENT.

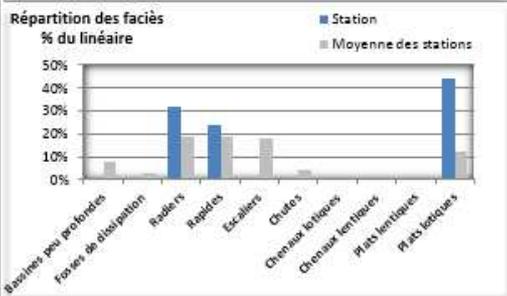
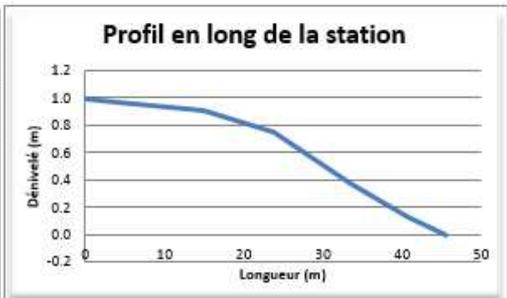
Cette station possède une pente moyenne faible mais représentative du tronçon étudié. Les faciès sont composés de radiers et de plats lotiques majoritaires. La fragmentation longitudinale est faible avec l’absence de chutes ou d’escaliers.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Baldarques amont zone de jasse

USINE : Hospitalet Basse Chute	Longueur totale de la station (m) : 46	Nb faciès / 100 m : 13
	Dénivelée de la station (m) : 1	Nb chutes pour 100 m : 0
	Pente en % : 2	

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Radier	4	3.8	0.9%	
Platlotique	11	3.5	0.5%	
Radier	8.8	2.5	1.7%	
Rapide	9.8	3	3.8%	
Platlotique	7	3.5	3.5%	

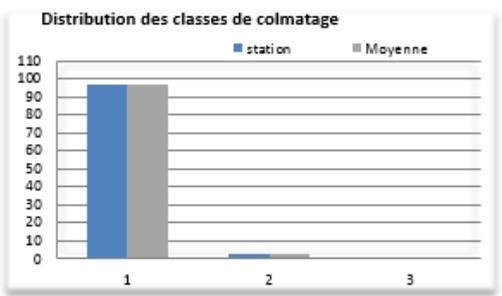
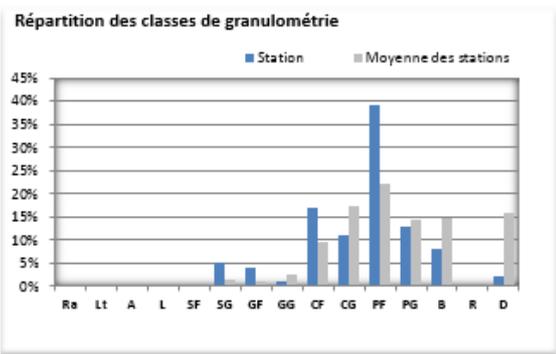


9.3.1.2 Substrats

La distribution granulométrique est relativement diversifiée avec une majorité de fractions intermédiaires (cailloux/pierres). On note toutefois la présence de blocs, abris hydrauliques, et de substrats sableux dans les interstices des fractions grossières ou sur les zones abritées.

Le colmatage est globalement nul.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Baldarques amont zone de jasse



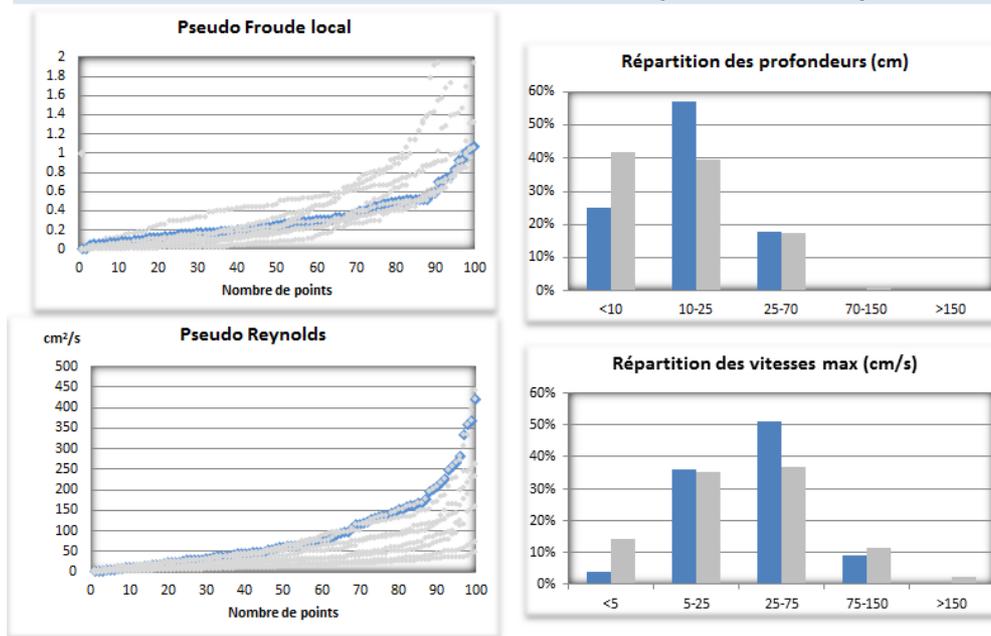
9.3.1.3 Hydraulique

Les profondeurs restent faibles malgré le fort ratio au module mais les valeurs de Reynolds sont les plus élevées du pool.

Les vitesses intermédiaires sont majoritaires mais on note l’absence des classes les plus hautes, ce qui est certainement lié aux faibles pentes de la station.



Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Baldarques amont zone de jasse



9.3.1.4 Indices d’habitabilité

La diversité des couples substrat/vitesse est faible (note de complexité basse) mais les couples les plus biogènes sont les mieux représentés ce qui, associé aux débits forts, permet à la note d’habitabilité d’être très bonne.

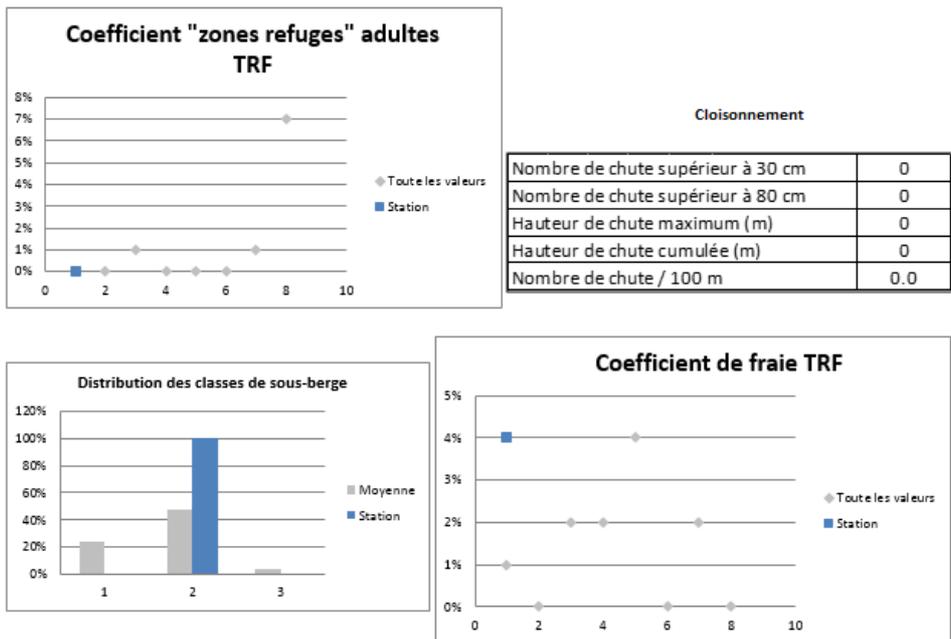
Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Baldarques amont zone de jasse

Baldarques amont		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
<b>Substrats</b>		1	3	5	4	2
CF	9	1	10	6	0	0
CG	9	0	5	6	0	0
PF	9	0	13	23	3	0
PG	8	0	1	6	3	0
Br	7	0	0	0	0	0
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	1	0	0	0	0
GF	6	1	2	1	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	0	4	1	0	0
SF	5	0	0	0	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	0	0	0	0	0
B	3	0	1	3	3	0
D	2	0	0	2	0	0
Al	1	0	0	3	1	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		18.71 /20		Indice de complexité		2.92

Les faciès potentiellement intéressants pour la Truite sont présents. Malgré les faibles hauteurs d’eau moyennes mais certainement en rapport avec le faible risque de fragmentation longitudinale, des truites ont d’ailleurs pu être observées in situ.

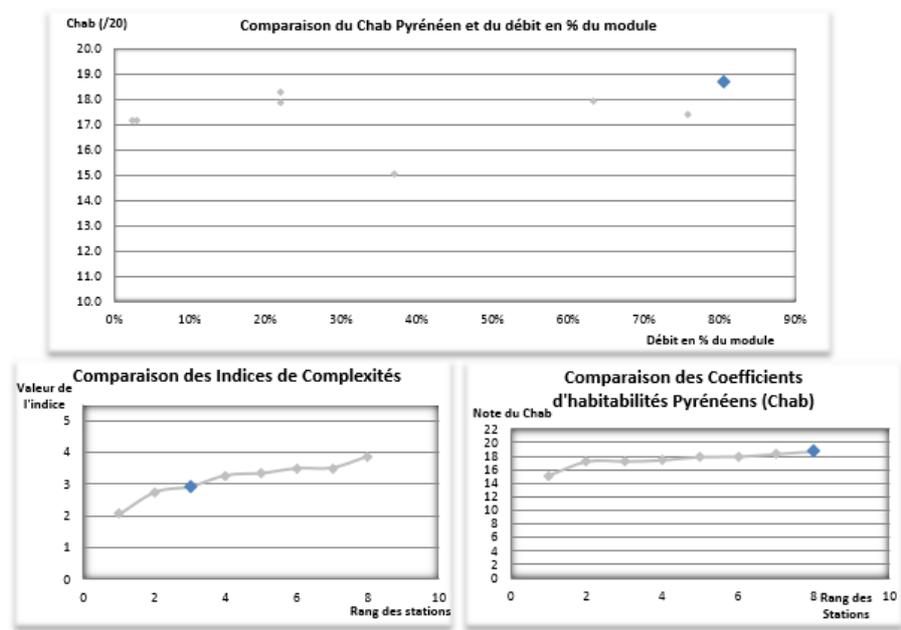
Toutefois, les tronçons plus en aval sont riches en chutes infranchissables par montaison et les contacts inter-populations sont donc réduits.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Baldarques amont zone de jasse



La présence en grand nombre des couples substrat/vitesse les plus biogènes permet de noter d’habitabilité d’être la plus élevée des stations du secteur et ce, malgré la faible diversité relative de couples.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Baldarques amont zone de jasse



### 9.3.2 Station Val d’Arques aval

#### 9.3.2.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 13/08/2013 pour un débit très faible, équivalent à environ 3% du module (8 l/s pour 262 l/s) au droit du site TeauRENT.

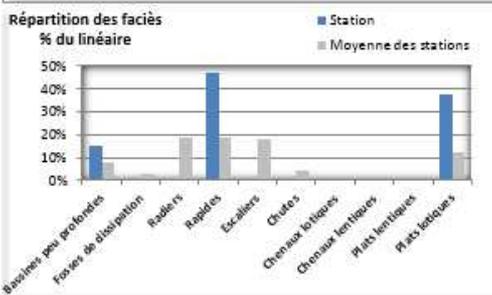
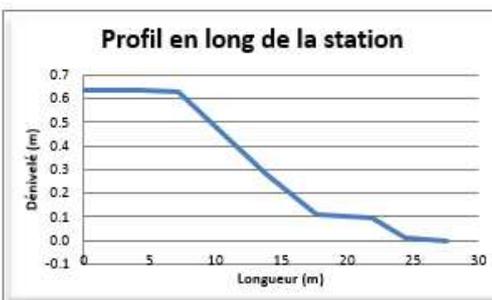
Comme sur le secteur précédent, cette station possède une faible pente comparable mais, ici, ce sont les rapides et les plats lotiques qui dominent et non les radiers.

#### Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Baldarques aval zone plane

<b>USINE :</b> Hospitalet Basse Chute	Longueur totale de la station (m): 28	Nb faciès / 100 m: 25
	Dénivelée de la station (m): 1	Nb chutes pour 100 m: 0
	Pente en %: 2	

#### Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Bassine	4.2	2.5	0.0%	
Platlotique	3	2.3	0.2%	
Rapide	6.6	1.2	5.2%	
Rapide	3.9	1.3	4.4%	
Platlotique	4.2	1.4	0.3%	
Rapide	2.5	1.5	3.5%	
Platlotique	3.2	1.5	0.3%	

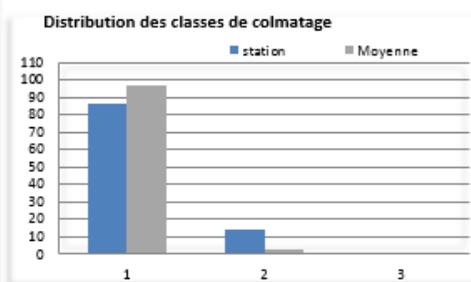
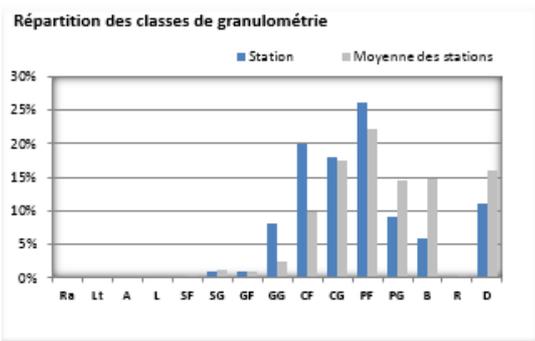


#### 9.3.2.2 Substrats

La distribution granulométrique est sensiblement similaire à celle observée sur le site amont avec toutefois, une forte présence d’écoulements sur dalle en aval de la prise d’eau que l’on n’observait pas précédemment.

Le colmatage est globalement faible, même si on note environ 15% de points avec un dépôt de « fines » bien identifié, et donc supérieur au site amont.

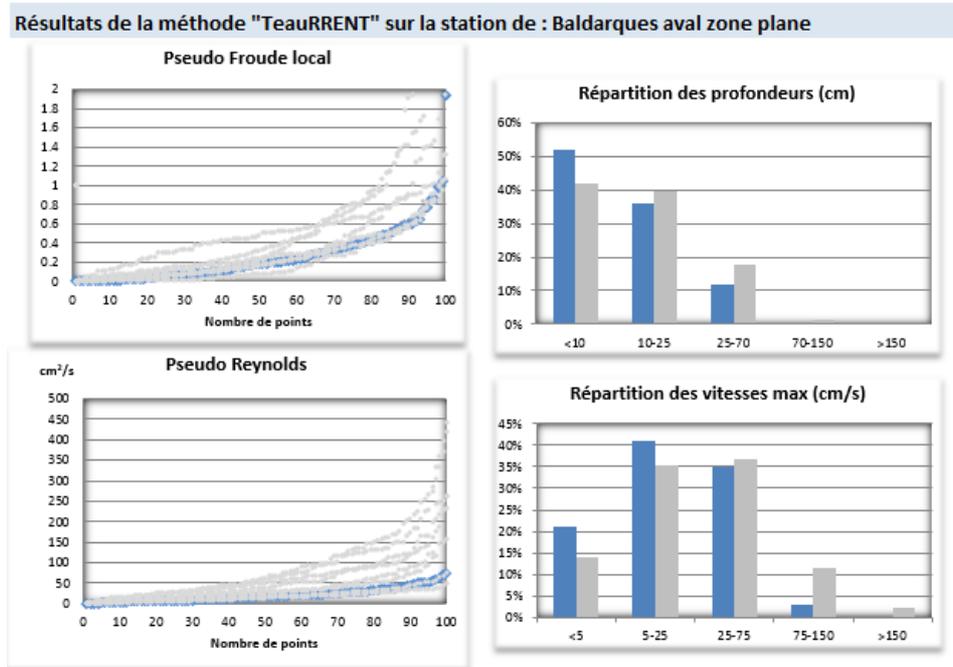
#### Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Baldarques aval zone plane



### 9.3.2.3 Hydraulique

Les profondeurs sont encore majoritairement faibles, les vitesses étant, elles aussi, assez réduites mais bien représentées dans les classes biogènes.

Les valeurs de Froude et de Reynolds, en lien avec le faible débit, se situent dans la gamme basse des sites disponibles pour ce secteur.



### 9.3.2.4 Indices d'habitabilité

Il y a une certaine diversité des couples substrat/vitesse, les couples les plus biogènes étant de plus, les mieux représentés. Cela permet à la station d'obtenir de bonnes notes d'habitabilité et de complexité.

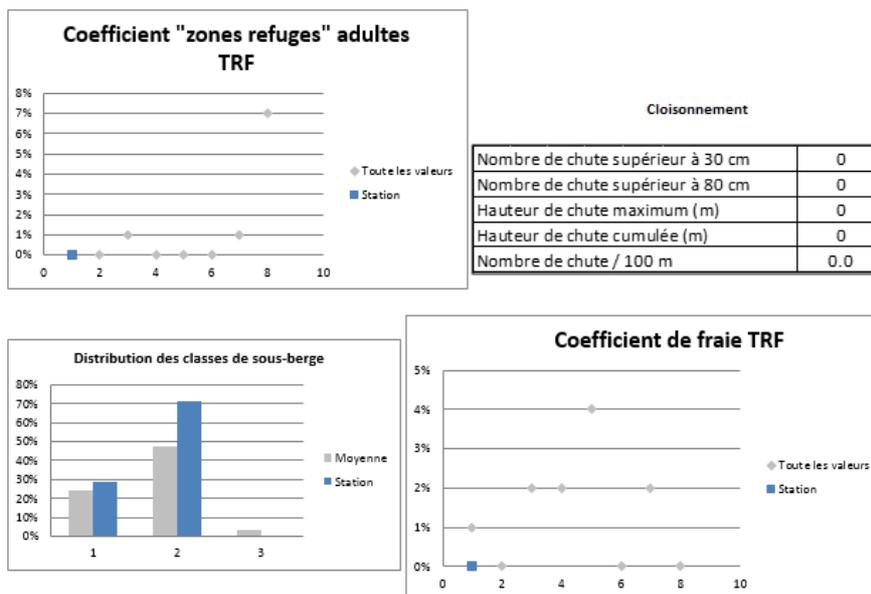
Il faut cependant faire observer la forte proportion d'algues (14%) pouvant être due à un apport de nutriments important et aux faibles vitesses, en lien avec les très faibles débits. 50% des habitats lenticques sont occupés par des algues.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Baldarques aval zone plane

Baldarques aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
<b>Substrats</b>		1	3	5	4	2
CF	9	2	10	5	0	0
CG	9	2	6	7	0	0
PF	9	1	11	12	0	0
PG	8	1	0	4	3	0
Br	7	0	0	2	0	0
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	2	4	1	0	0
GF	6	0	1	0	0	0
SpE	5	0	0	0	0	0
SG	5	0	0	0	0	0
SF	5	0	0	0	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	0	0	0	0	0
B	3	1	2	2	0	0
D	2	1	2	4	0	0
Al	1	10	4	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		17.20 /20			Indice de complexité 3.27	

Cette station, malgré la présence de faciès intéressants, ne possède pas des caractéristiques propices à la vie piscicole. Ce secteur est par ailleurs cerné par des zones à forte fragmentation longitudinale et la dimension du cours d’eau y est réduite.

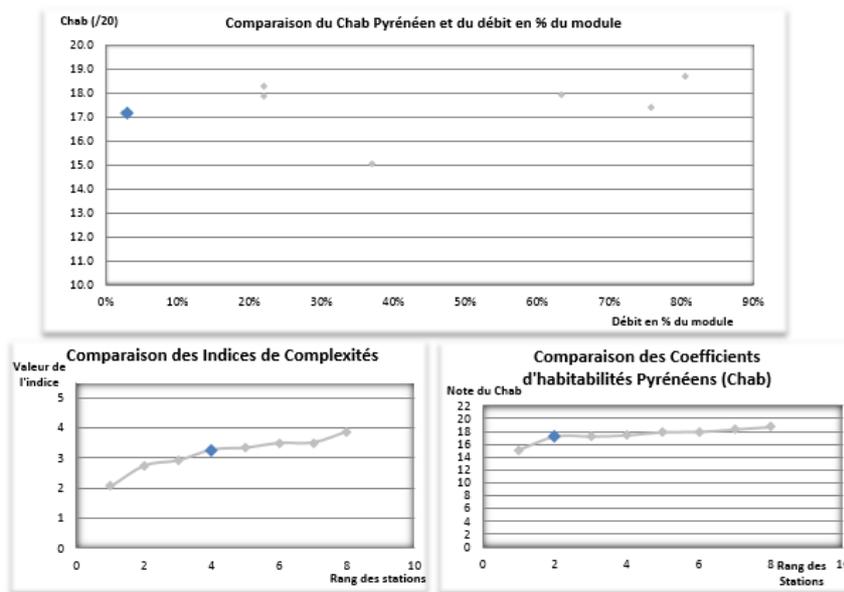
Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Baldarques aval zone plane



Malgré le faible débit mesuré, la station possède une note d’habitabilité bonne pour les peuplements benthiques, principalement due à la forte présence des couples substrat/vitesse les plus biogènes.

Un débit supérieur devrait théoriquement permettre d’améliorer la situation, de minimiser le risque de dégradation en réduisant notamment la présence des algues observées sur site. On peut en effet espérer que cette augmentation de débit permettrait d’accroître les vitesses de courant et ainsi de réduire la possibilité de croissance du film algal et le dépôts des fines, toutefois sans pouvoir quantifier cette amélioration potentielle à ce stade.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Baldarques aval zone plane



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

Au faible débit d’observation (3% du module), les conditions biotiques semblent correctes, à l’exception de la présence avérée d’algues dans les zones lenticues et de dépôts de fines colmatantes.

Au regard de ces éléments, la préconisation de 17 l/s (1/15<sup>ème</sup> du module), seuil critique identifié dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT, semble pertinente comme valeur théorique de débit minimum biologique, seuil minimal à atteindre pour préserver ces bonnes conditions d’écoulements en réduisant probablement le développement algal et le colmatage.

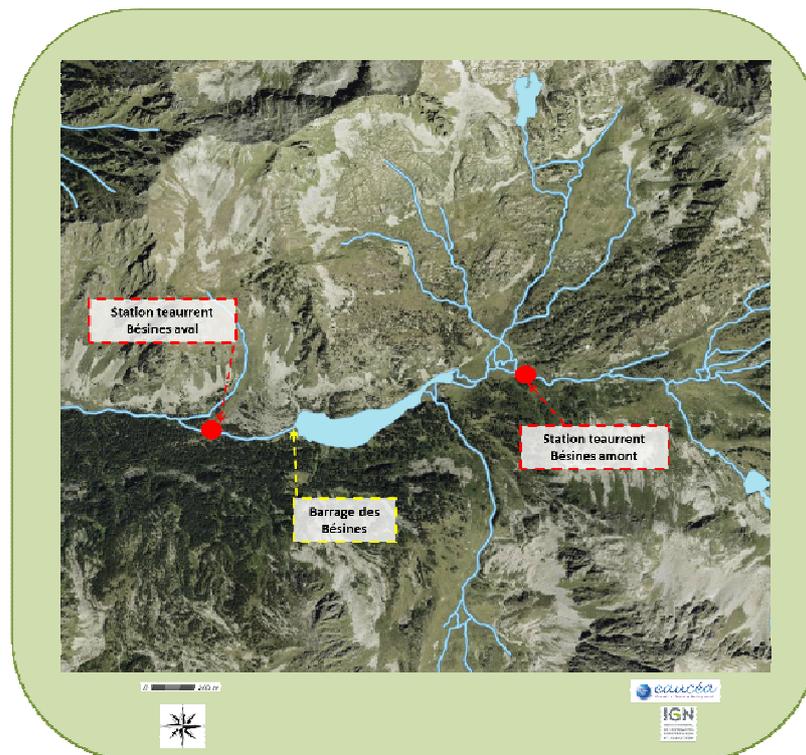
L’atteinte d’une valeur supérieure, proche du seuil méthodologique optimal (1/10<sup>ème</sup> du module) ne saurait être un gage d’amélioration des conditions aquatiques, pourrait éventuellement être un facteur supplémentaire de réduction des dépôts algaux et colmatant mais sans aucune garantie à ce stade.

## 9.4 PRISE D’EAU DES BESINES

Au vu des caractéristiques hydromorphologiques présentées dans la sectorisation affinée de ce cours d’eau, seule la méthode TeauRRENT était applicable.

L’amont de la prise d’eau est prospectable. Dans un objectif d’autocalibration, nous avons donc réalisé des mesures sur un site TeauRRENT en amont de la prise d’eau, sur l’affluent le plus comparable au ruisseau en aval de la prise d’eau (cf Chapitre 7.4).

Pour la station aval, pour être analysable et rester dans un contexte morphodynamique sensiblement similaire à l’amont, un seul lieu était possible, en aval immédiat de la résurgence, quelques dizaines de mètres en aval de la prise d’eau et en aval de la zone d’écoulements hyporhéiques (au début du tronçon T4).



### 9.4.1 Station Bésines amont

#### 9.4.1.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 06/08/2013 pour un débit équivalent à environ 75% du module (207 l/s pour 273 l/s) au droit du site TeauRRENT.

Cette station possède une bonne diversité de faciès. Il faut toutefois noter la présence de nombreuses chutes de hauteur importante rendant la continuité piscicole en montaison impossible. De plus, la pente moyenne de la station est relativement importante.

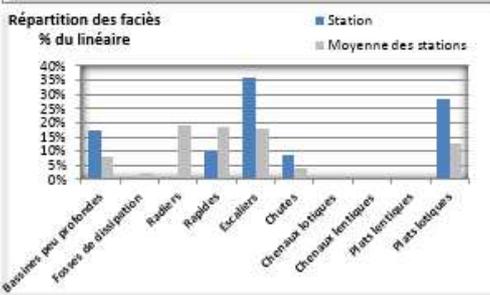
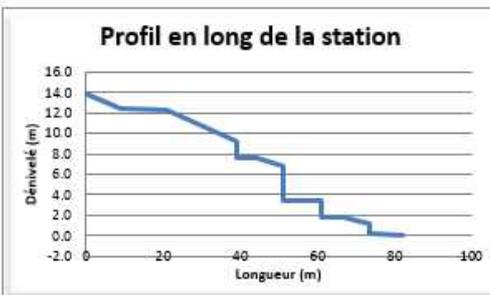
L’alternance régulière de faciès à forte énergie (escalier/rapide) et à faible énergie (bassine/plat) est cependant bénéfique à la faune aquatique.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Bésines amont de la Jasse

USINE : Hospitalet Basse Chute	Longueur totale de la station (m)	82	Nb faciès / 100 m	16
	Dénivelée de la station (m)	14	Nb chutes pour 100 m	5
	Pente en %	17		

Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Rapide	9	3	15.8%	
Platlotique	12	3.2	1.7%	
Escalier	18	2.5	17.6%	
Chute		3.5		1.5
Platlotique	5	3.5	0.9%	
Escalier	7	3.5	10.5%	
Chute		3.5		3.5
Bassine	10	8.5	0.0%	
Chute		8.6		1.5
Bassine	5.5	7.5	0.0%	
Escalier	7	5	10.5%	
Chute		7		1
Platlotique	8.5	8	1.7%	

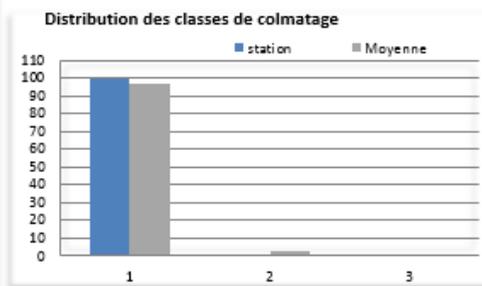
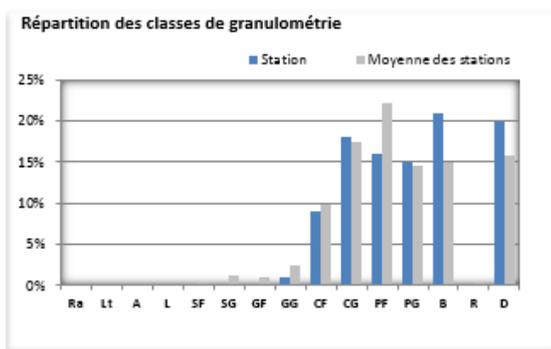


9.4.1.2 Substrats

La granulométrie est diversifiée mais principalement dans la gamme de taille supérieure aux cailloux, les fractions les plus fines étant absentes. Cette prédominance de substrats grossiers (y compris des écoulements sur dalles) est comparable à toutes les stations de la zone.

De même, le colmatage par les fines colmatantes est nul.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Bésines amont de la Jasse



9.4.1.3 Hydraulique

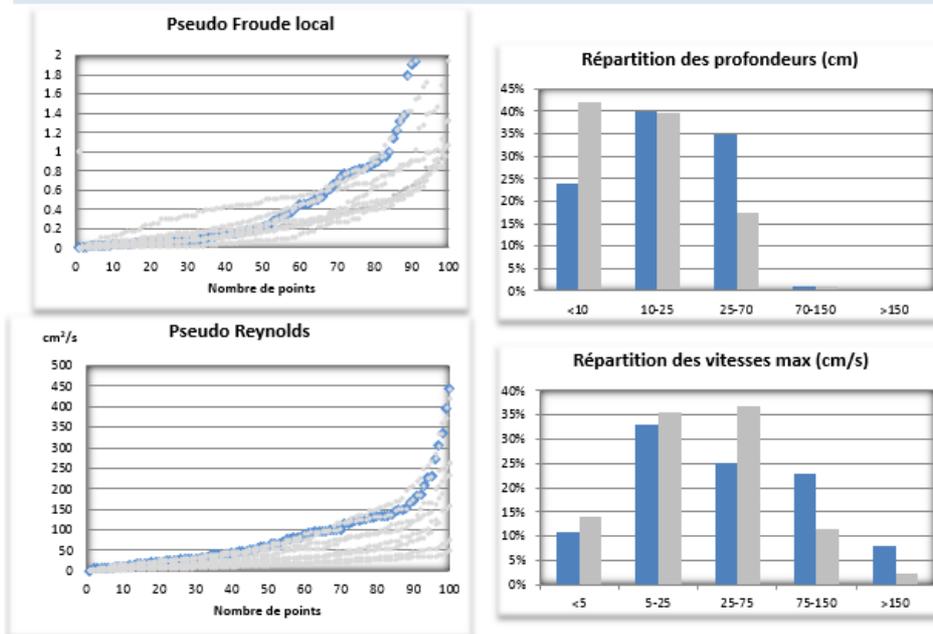
La répartition des profondeurs indique une gamme variée, avec même quelques points de forte profondeur pour cette typologie de cours d’eau.

La distribution des vitesses montre également une bonne diversité des écoulements avec des classes lotiques représentées de façon notable comparées à la moyenne des stations de la zone.

Cela est visible par les deux indices hydrauliques qui montrent le caractère turbulent et torrentiel des écoulements.



Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Bésines amont de la Jasse



### 9.4.1.4 Indices d’habitabilité

La diversité des couples substrat/vitesse est forte dans la gamme de granulométrie la plus biogène mais également sur des substrats grossiers qui le sont moins (blocs/dalles). L’indice d’habitabilité de la station est ainsi bon, tout comme la note de complexité.

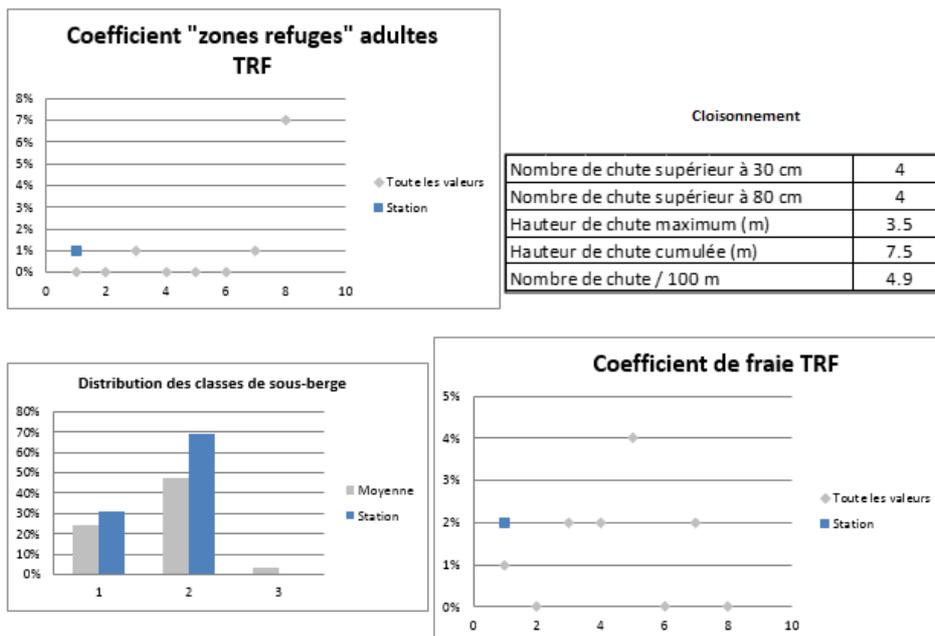
Résultats de la méthode "TeuRRENT" sur la station de : Bésines amont de la Jasse

Bésines amont		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
<b>Substrats</b>		1	3	5	4	2
CF	9	1	6	2	0	0
CG	9	1	6	8	3	0
PF	9	1	10	2	3	0
PG	8	2	4	5	3	0
Br	7	0	0	1	10	3
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	0	1	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	0	0	0	0
B	3	2	7	5	2	1
D	2	0	2	3	2	4
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		17.38 /20			Indice de compléxité 3.49	

Comme évoqué précédemment, la fragmentation du milieu est très importante au vu des hauteurs et du nombre de chutes rencontrées.

Globalement ce tronçon ne semble pas propice à la présence de la Truite.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Bésines amont de la Jasse

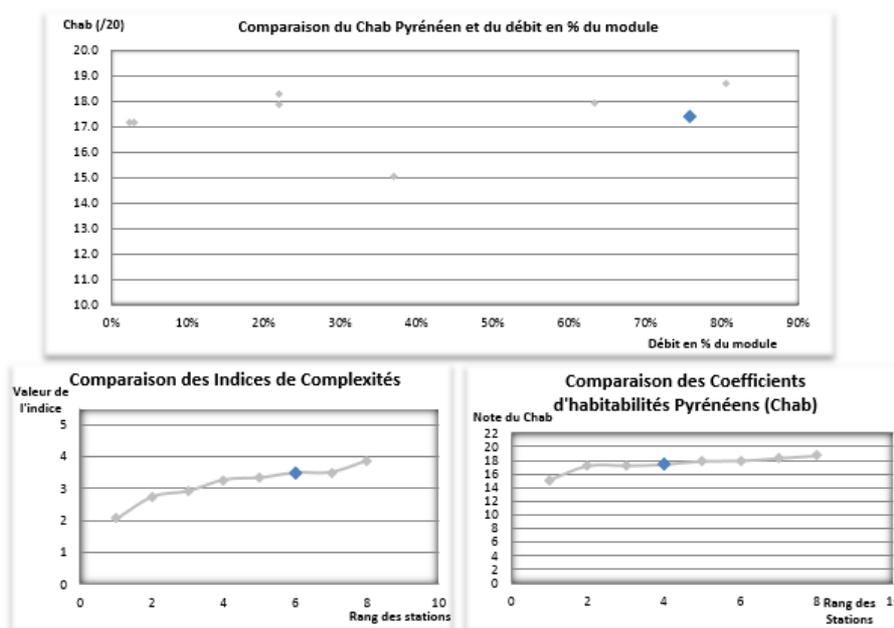


La diversité du substrat est présente mais les écoulements sur dalles rendent la station moins biogène pour la macrofaune benthique, surtout quand les débits et donc les vitesses sont plus élevés. Ainsi la note d’habitabilité est bonne mais légèrement inférieure à celle de certains sites qui disposent d’un ratio de module inférieur.

Au vu des pentes et des faciès présents (écoulements sur dalles), la configuration des écoulements sur ces substrats peu biogènes fait que la hausse des débits n’améliore plus la qualité des habitats.

Les observations identifiées sur ce site ont ainsi pu être valorisées dans l’expertise globale de détermination des DMB pour les fortes classes de débits.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Bésines amont de la Jasse



## 9.4.2 Station Bésines aval

### 9.4.2.1 Conditions d’écoulements

Les prospections et mesures se sont réalisées le 07/08/2013 pour un débit équivalent à environ 63% du module (432 l/s pour 682 l/s) au droit du site TeauRENT, donc dans des conditions hydrologiques comparables à celles du site amont mais très loin des conditions de débit réservé attendues.

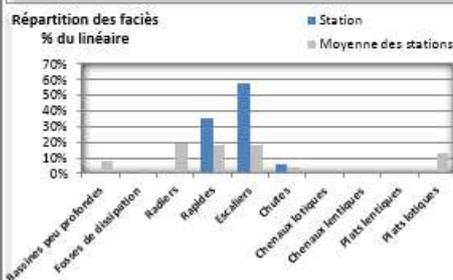
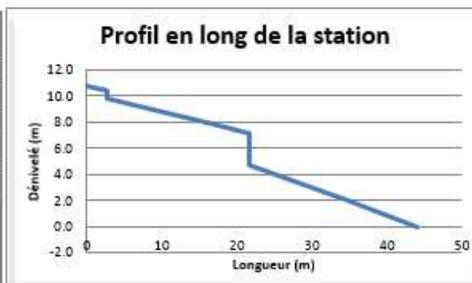
La pente de la station est importante, supérieure à celle du site amont, avec la présence de faciès à plus forte énergie, sans zones de dissipation (fosses/bassines). La comparaison typologique directe avec le site amont n’est donc pas aisée.

#### Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Bésines aval de la résurgence

USINE : Hospitalet Basse Chute	Longueur totale de la station (m)	44	Nb faciès / 100 m	16
	Dénivelée de la station (m)	11	Nb chutes pour 100 m	5
	Pente en %	24		

#### Caractéristiques générales

Faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente	Hauteur (m)
Rapide	2.77	4.5	10.5%	
Chute		4.5		0.65
Rapide	14	5	14.1%	
Escalier	4.8	3	15.8%	
Chute		4.5		2.4
Escalier	13	3.5	21.3%	
Escalier	9.5	3.8	21.3%	

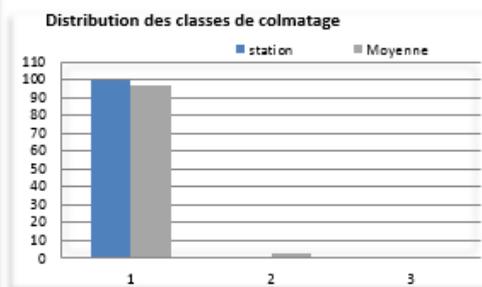
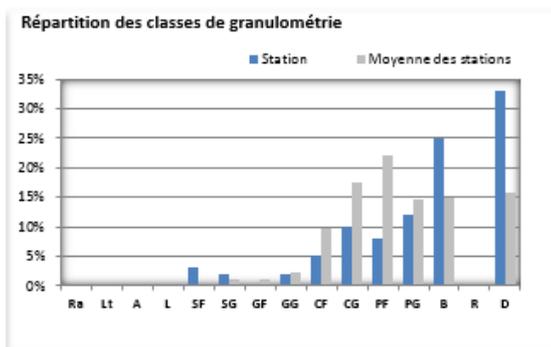


### 9.4.2.2 Substrats

La pente et les faciès en présence sont à mettre en lien avec la granulométrie très grossière dominée par les dalles. Des fractions de granulométrie plus fines sont toutefois présentes dans les interstices des substrats grossiers et sur les quelques zones calmes des escaliers.

Le colmatage est toujours nul ou très faible.

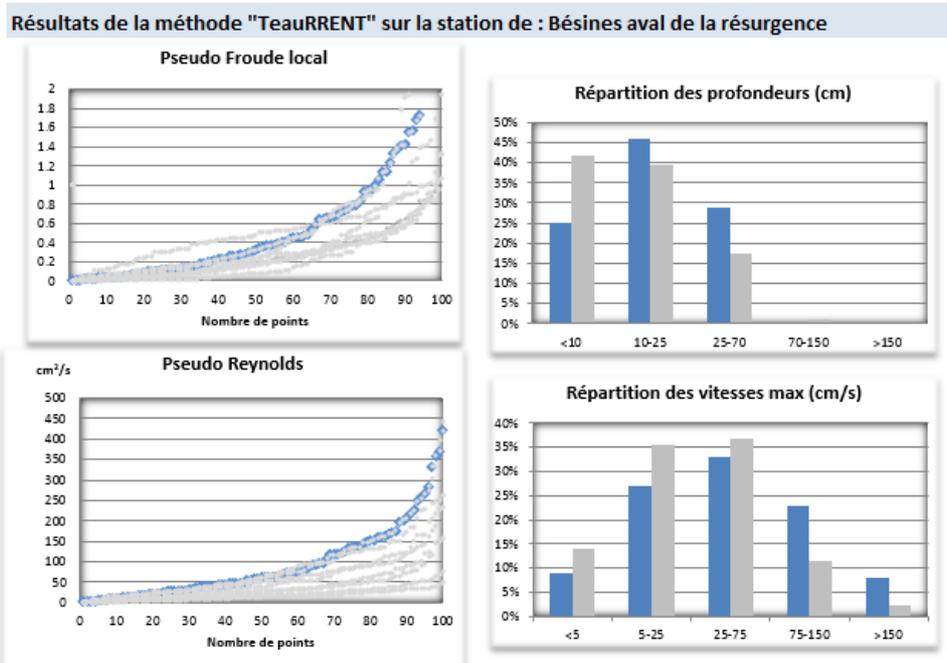
#### Résultats de la méthode "TeauRENT" sur la station de : Bésines aval de la résurgence



### 9.4.2.3 Hydraulique

D’un point de vue hydraulique, cette station apparaît comme la plus torrentielle avec des valeurs de Froude et de Reynolds très élevées, à relativiser toutefois par le fort ratio de module (63%) le jour des mesures.

Cela est notamment illustré par la répartition des vitesses, les gammes élevées étant bien représentées dans l’échantillon. Les profondeurs sont, elles aussi, relativement importantes en comparaison des autres stations.



### 9.4.2.4 Indices d’habitabilité

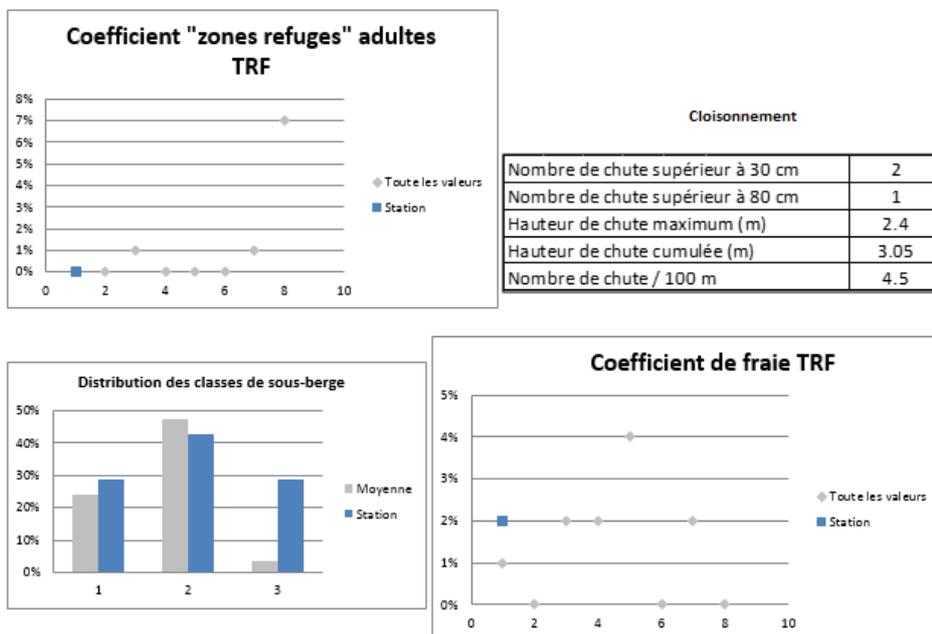
Les couples substrat/vitesse sont bien diversifiés (fort indice de complexité). Malgré les fortes vitesses, moins biogènes, fortement représentées, la note d’habitabilité est très bonne également.

Résultats de la méthode "TeaURRENT" sur la station de : Bésines aval de la résurgence

Bésines aval		Classes de vitesses (cm/s)				
		<5	5-25	25-75	75-150	>150
<b>Substrats</b>		1	3	5	4	2
CF	9	1	1	2	1	0
CG	9	4	3	3	0	0
PF	9	2	2	1	2	0
PG	8	0	2	4	1	0
Br	7	0	6	6	14	7
Lt	6	0	0	0	0	0
Ra	6	0	0	0	0	0
GG	6	0	0	1	1	0
GF	6	0	0	0	0	0
SpÉ	5	0	0	0	0	0
SG	5	1	1	0	0	0
SF	5	0	2	1	0	0
L	4	0	0	0	0	0
R	3	0	0	0	0	0
B	3	1	6	8	1	1
D	2	0	4	6	4	0
Al	1	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
Coefficient Habitabilité Pyrénéen		17.92 /20			Indice de complexité 3.87	

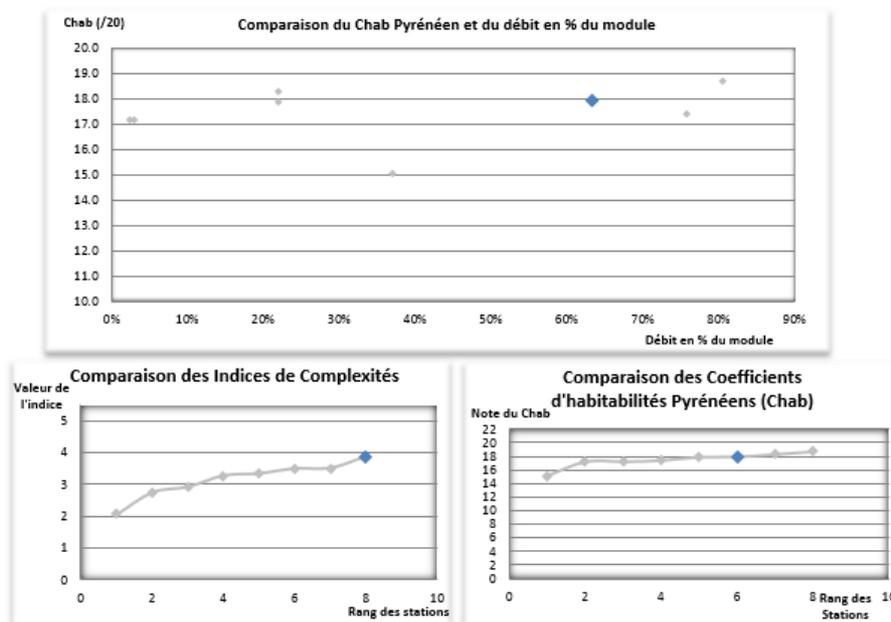
D’un point de vue piscicole, la très forte fragmentation du milieu n’offre pas des conditions adéquates. Ce cours d’eau n’est théoriquement pas adapté à la vie piscicole.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Bésines aval de la résurgence



La bonne mosaïque de couples substrat/vitesse permet une note d’habitabilité très bonne en comparaison des autres sites du même secteur. Le débit important mesuré et la pente moyenne de la station expliquent le régime torrentiel avec les fortes vitesses. Ce sont des conditions normales dans ce type de cours d’eau de haute altitude.

Résultats de la méthode "TeauRRENT" sur la station de : Bésines aval de la résurgence



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

En l’absence de mesures disponibles aux débits faibles mais à la vue de la forte comparabilité avec les autres sites du pool typologique disponible, la préconisation d’une valeur de 45 l/s (1/15<sup>ème</sup> du module - seuil critique identifié dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT) semble pertinente comme gamme théorique de DMB pour la réduction du risque de dégradation sur les habitats aquatiques et les peuplements benthiques.

En appliquant une homothétie avec le rapport des modules Prise d’eau (600 l/s) / Station DMB (682 l/s), la valeur théorique de DMB proposée au droit de la prise d’eau est donc de 40 l/s.

## 10 SYNTHÈSE DES RESULTATS POUR LE GROUPEMENT D’USINE DE VALLEE D’AX – AMENAGEMENT D’HOSPITALET-BASSE-CHUTE

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.

- En Garcie

Nous n’avons pu observer la situation du milieu à des débits proches du débit réservé et à la vue des éléments d’expertise, la situation semble bonne mais il apparaît indispensable de préconiser un seuil minimal au moins équivalent au seuil critique défini dans la méthodologie TeauRRENT, soit 13 l/s (1/15<sup>ème</sup> du module).

Afin de minimiser le risque de dégradation avec des débits trop bas, surtout sur un secteur où les zones refuges sont peu présentes et l’homogénéité des habitats forte, une plage raisonnable de DMB théorique peut être proposée, comprise entre ce seuil critique et le seuil méthodologique optimal (20 l/s - 1/10<sup>ème</sup> du module), en précisant qu’il est lui-même supérieur à l’indicateur hydrologique d’étiage estimé.

- Sisca

Au regard des éléments d’analyse, la préconisation d’une gamme entre 10 l/s (1/40<sup>ème</sup> du module) et 20 l/s (1/20<sup>ème</sup> du module) semble suffisante comme valeur théorique de débit minimum biologique : les valeurs d’habitabilité benthique sont bonnes pour des débits très faibles et de plus, la forte fragmentation longitudinale n’améliorait visiblement pas la situation globale avec des débits supérieurs.

La détermination du débit réservé n’est pas l’objectif de cette étude mais il paraît évident que ces conditions biotiques devraient être préservées pour la valeur minimale réglementaire du 1/20<sup>ème</sup> du module. Cette valeur serait inférieure à l’indicateur d’étiage estimé mais aucune garantie ne peut être apportée sur un gain écologique potentiel pour des débits supérieurs.

- Baldarquès

Au faible débit d’observation (3% du module), les conditions biotiques semblent correctes, à l’exception de la présence avérée d’algues dans les zones lenticules et de dépôts de fines colmatantes.

Au regard de ces éléments, la préconisation de 17 l/s (1/15<sup>ème</sup> du module), seuil critique identifié dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT, semble pertinente comme valeur théorique de débit minimum biologique, seuil minimal à atteindre pour préserver ces bonnes conditions d’écoulements en réduisant probablement le développement algal et le colmatage, d’autant plus que cette valeur est compatible avec les indicateurs d’étiage estimés. L’atteinte d’une valeur supérieure, proche du seuil méthodologique optimal (1/10<sup>ème</sup> du module) ne saurait être un gage d’amélioration des conditions aquatiques, pourrait en revanche être un facteur supplémentaire de réduction des dépôts algaux et colmatant mais sans garantie à ce stade.

- Bésines

La situation aux débits très faibles n’a pu être expertisée mais à la vue de la forte comparabilité avec les autres sites du pool typologique disponible, la préconisation d’un seuil minimal de 40 l/s au droit de la prise d’eau (1/15<sup>ème</sup> du module - seuil critique identifié dans le cadre de la méthodologie TeauRRENT) semble pertinente afin de minimiser le risque de dégradation du milieu.

**Tableau 17 - Valeurs de synthèse des DMB théoriques proposés en aval immédiat de chaque prise d'eau du groupement de Vallée d'Ax – Aménagement d'Hospitalet-Basse-Chute**

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)
En Garcie	200	10	18	13 à 20
Sisca	400	20	33	10 à 20
Baldaques	240	12	15	17
Bésines	600	30	75	40

\*incertitude forte

## 11 ANNEXES

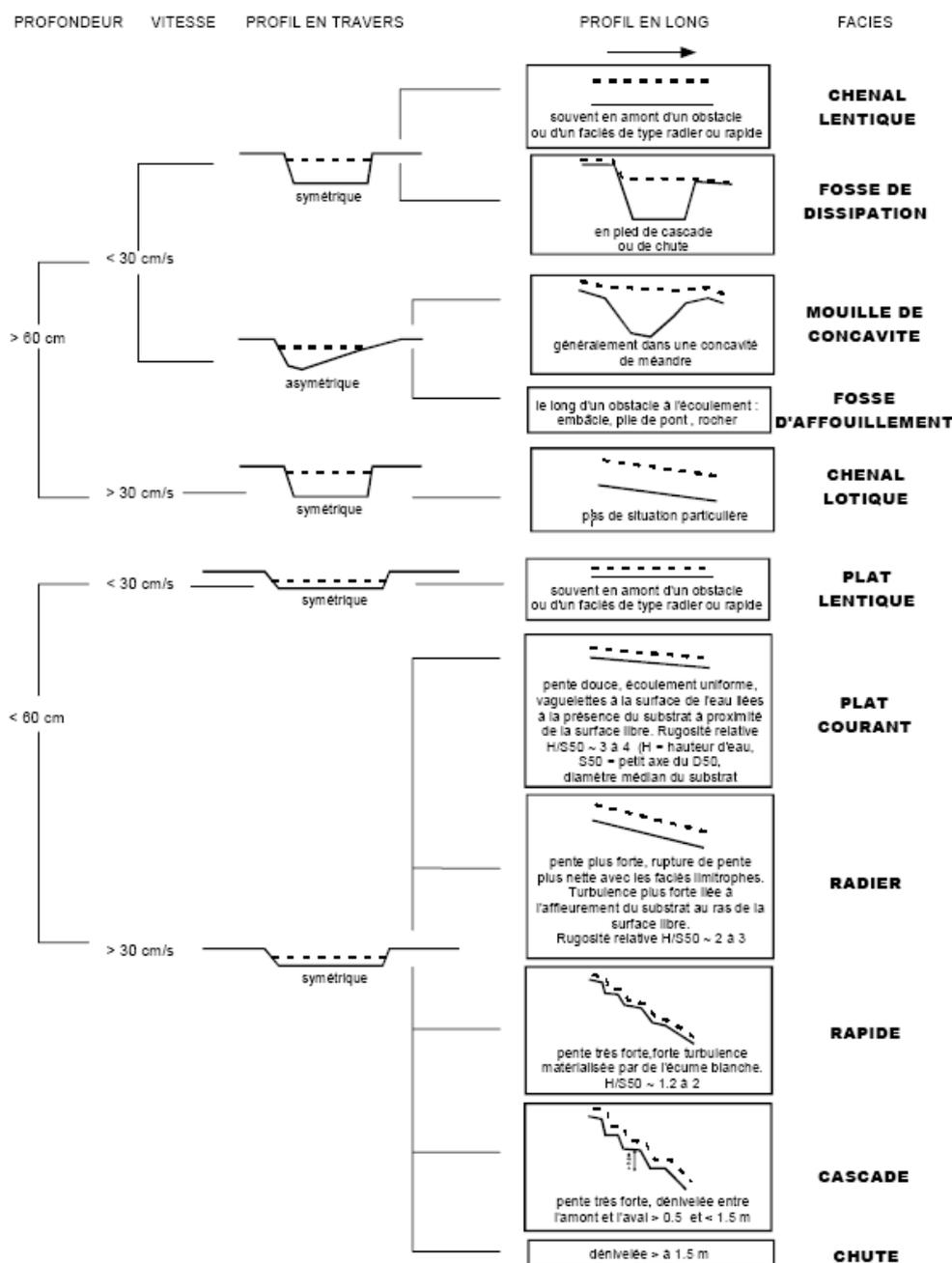
### 11.1 ANNEXE 1 - CLASSIFICATION GRANULOMETRIQUE

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

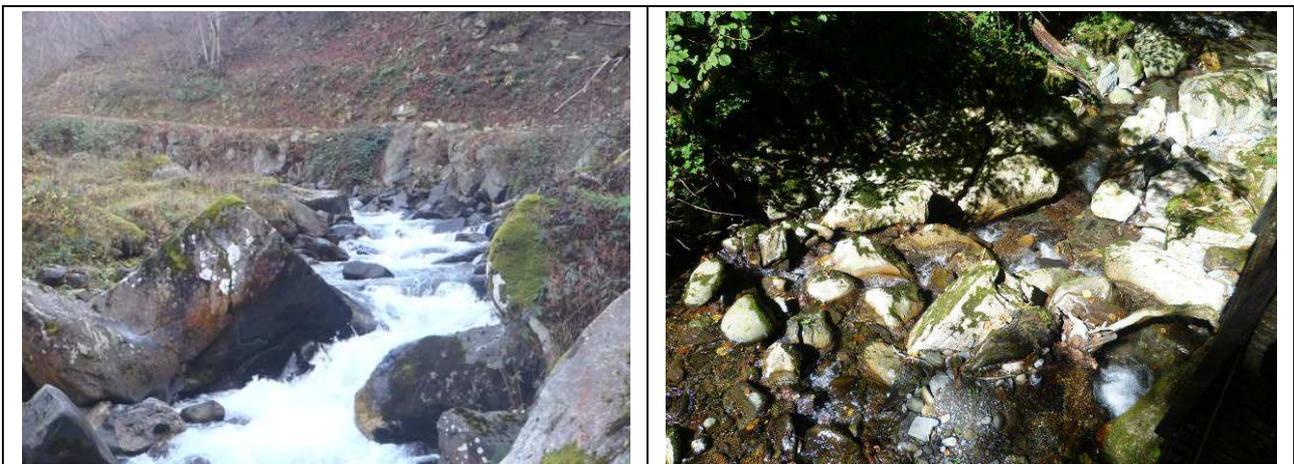
**Moyennes à fortes turbulences / Pente moyenne à forte et homogène / Ecoulements entre blocs / Vitesses fortes**



### 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

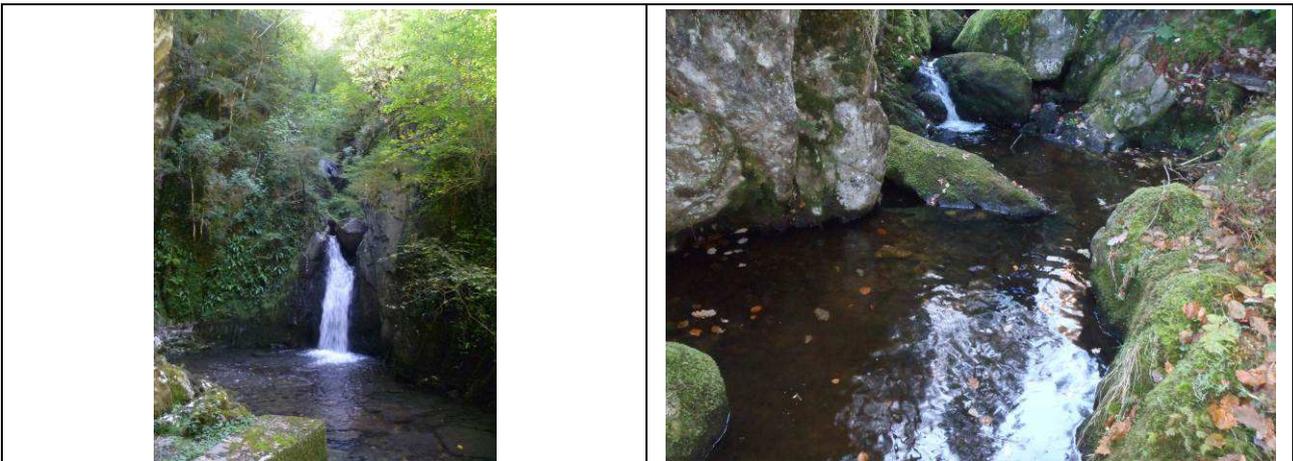
#### **Fortes turbulences / Pente forte et par pallier**



### 11.3.2.5 Profonds

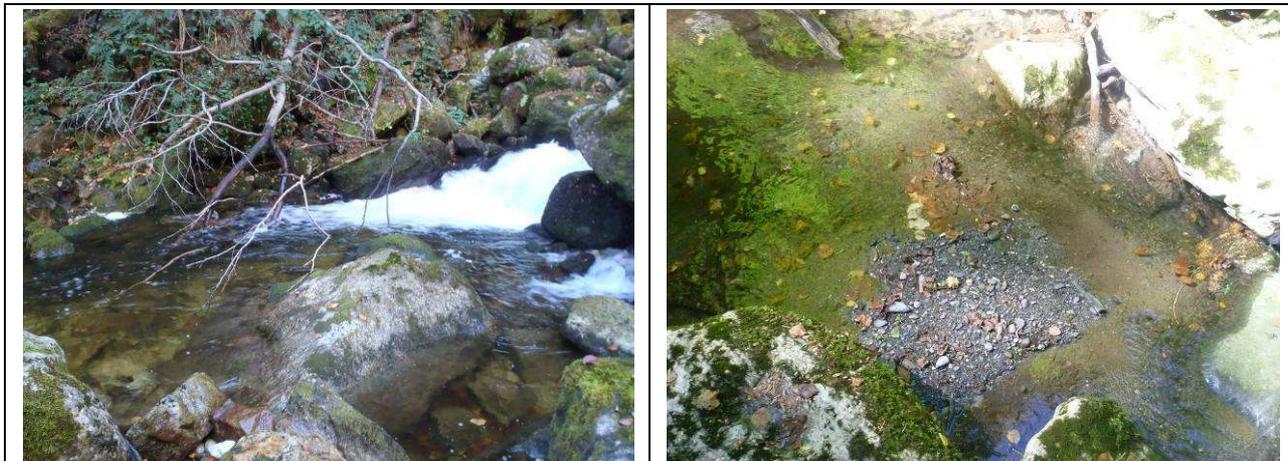
#### 11.3.2.5.1 Fosses de dissipation

#### **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**



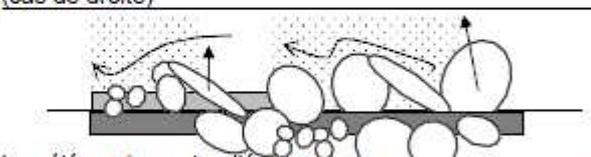
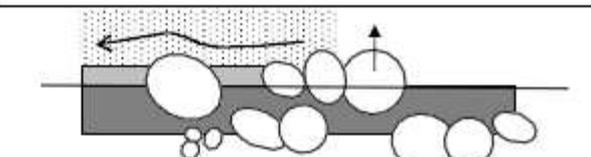
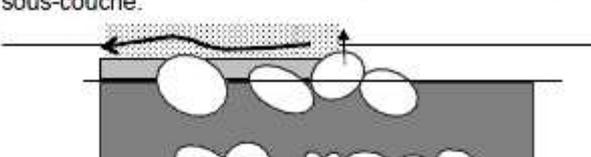
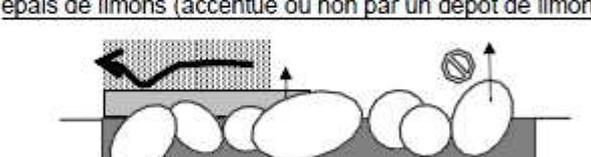
### 11.3.2.6 Chutes

#### 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>



**8 Avenue de Lavour - 31590 VERFEIL**

Tél : 05.61.92.31.59

Fax : 05.17.47.51.62

Mobile : 06.14.42.29.70

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



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

Tél : 05.61.62.50.68

Fax : 05.61.62.65.68

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