

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 GOLFECH



Source photographique - malause.fr

Contact

ECCEL Environnement
8, Avenue de Lavour
31590 VERFEIL
Hervé LIEBIG
Tél. 05.61.92.31.59
Fax : 05.17.47.51.62
eccel.environnement@wanadoo.fr

EAUCEA
72 rue Pierre Paul Riquet, bât A
31000 TOULOUSE
Bruno COUPRY
Tél. 05.61.62.50.68
Fax : 05.61.62.65.68
eaucea@eaucea.fr

TABLE DES MATIERES

1	Introduction	7
2	Présentation de l’aménagement	8
3	Les enjeux écologiques	10
3.1	Zonages naturels et espèces patrimoniales	11
3.2	Qualité des milieux et contexte réglementaire	15
4	Le contexte physique de la Garonne	21
4.1	Taille et Typologie de cours d’eau	22
4.2	Contexte hydromorphologique du secteur	23
4.3	Contexte d’occupation des sols	25
5	Description physique de l’aménagement et du TCC	27
6	Hydrologie : Débits mesurés, débits naturels et débits futurs	32
6.1	Présentation de la problématique	32
6.2	Situation de référence	32
6.3	Débits naturalisés	36
6.4	Prospective climatique : Evolution de la ressource	41
7	Interaction entre la ressource et les aménagements du site	42
7.1	Débit réservé et débit déversant dans le secteur court-circuité	42
7.2	Bilan hydrologique du secteur court-circuité : prélèvements et apports par bief	44
7.3	Source de pollution locale : Distribution et importance des rejets	45
8	Physico chimie	47
8.1	Caractéristique thermique du TCC	47
8.2	Paramètres généraux mesurés lors des campagnes terrains 2013	51
9	Hydrobiologie	54
9.1	Ichtyologie	54
9.2	Diatomées	58
9.3	Macroinvertébrés	60
9.4	Divers éléments hydroécologiques connus	63
9.5	Peuplement de référence	63
10	Modélisation hydraulique du TCC du barrage de Malause	64
10.1	Données utilisées pour chaque seuil : protocole de mesures	64
10.2	Interprétation hydraulique	67
10.3	Géométrie et vitesses	69
11	Habitats aquatiques	76
11.1	Habitats benthiques	76
11.2	Habitat piscicole	79
12	Conclusion	83



TABLEAUX

Tableau 1 - Indicateurs hydrologiques estimés à Lamagistère sur la base BdCarthage (source IRSTEA-ONEMA).....	37
Tableau 2 - Débit moyen du secteur court-circuité en m ³ /s en fonction du DR moyenne 1983/2010	43
Tableau 3 - Données de prélèvement AEP sur le TCC	44
Tableau 4 - Données de rejets domestiques locaux / STEP	45
Tableau 5 - Données des rejets industriels.....	46
Tableau 6 - Données thermiques moyennes sur chaque bief du TCC.....	47
Tableau 7 - Données de mesures physico-chimiques spécifiques à cette étude	52
Tableau 8 - Données de pêches des années 2009-2011 dans le cadre du suivi local (source ENSAT).....	55
Tableau 9 - Données d'inventaires piscicoles en aval du seuil V, zone la plus proche du TCC concerné par l'étude (source ENSAT)	57
Tableau 10 - Données des indicateurs relatifs aux Diatomées (source ENSAT-Université Toulouse 3) (plusieurs inventaires pour l'année 2011)	58
Tableau 11 - Résultats IBGN 2009 et 2010	60
Tableau 12 - Récapitulatif des valeurs IBGN depuis 2003	60
Tableau 13 - Résultats IBGN 2011	61
Tableau 14 - Taxons cibles privilégiés dans l'étude du relèvement du débit réservé	62
Tableau 15 - Pourcentage d'occurrences de chaque classe de vitesse pour chaque débit....	72
Tableau 16 - Pourcentage d'occurrences de chaque classe de contrainte de cisaillement pour chaque débit.....	77
Tableau 17 – tiré de « Couplage des modèles biologiques et hydrauliques - S. Mérigoux-Lhopital* & N. Lamouroux – 2007 ».....	78

FIGURES

Figure 1 - Cartographie des APPB au voisinage du complexe hydroélectrique de Malause... 11	11
Figure 2 - Cartographie des ZNIEFF à proximité du complexe hydroélectrique de Malause.. 12	12
Figure 3 - Cartographie des zonages Natura 2000 à proximité du complexe hydroélectrique de Malause..... 14	14
Figure 4 - Cartographie des cours d’eau « liste 1 et 2 » sur la zone d’étude du complexe hydroélectrique de Malause..... 16	16
Figure 5 – Evaluation d’Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne)..... 18	18
Figure 6 – Caractéristiques d’évaluation de la masse d’eau FRFR300C, La Garonne du confluent du Tarn au confluent de la Barguelonne (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne) 19	19
Figure 7 – Données relevées sur le site de mesure de qualification de la masse d’eau FRFR300C 19	19
Figure 8 –Echéance d’atteinte du Bon Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne) 20	20
Figure 9 - Carte de représentation de la typologie des cours d’eau s’écoulant au sein des Hydroécórégions..... 22	22
Figure 10 – Indicateurs de contextualisation hydromorphologique du réseau hydrographique (source – SYRAH-CE)..... 24	24
Figure 11 - Carte de représentation des postes CORINE Land cover de la zone d’étude 25	25
Figure 12 - Cartes 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..... 26	26
Figure 13 - Profil en long du TCC à 20 m ³ /s. La cote est en m NGF IGN69 27	27
Figure 14 : exemple de bathymétrie - T1 bief 2 28	28
Figure 15 : exemple de bathymétrie - T2 bief 2 28	28
Figure 16 : exemple de bathymétrie - T3 bief 2 28	28
Figure 17 : exemple de bathymétrie - T4 bief 2 28	28
Figure 18 : exemple de bathymétrie - T5 bief 2 29	29
Figure 19 : exemple de bathymétrie - T6 bief 2 29	29
Figure 20 : exemple de bathymétrie - T7 bief 2 29	29
Figure 21 : exemple de bathymétrie - T8 bief 2 29	29
Figure 22 - Berge de l'annexe hydraulique sur le bief 1..... 30	30
Figure 23 - Connexion aval de l'annexe hydraulique du bief 1 31	31
Figure 24 - Confluence entre la Garonne et l'Arrats..... 31	31
Figure 25 - Positionnement des stations hydrométriques de référence sur le secteur 32	32
Figure 26 - Données hydrologiques de l'Arrats..... 33	33
Figure 27 - Données hydrologiques de la Barguelonne..... 34	34
Figure 28 - Données hydrologiques de la Garonne à Lamagistère..... 34	34
Figure 29 : Quantiles caractéristiques des débits de la Garonne à Lamagistère 35	35
Figure 30 - Evolution du module à Lamagistère depuis 50 ans 36	36
Figure 31 - Influences JJASO à Lamagistère 36	36
Figure 32 - Les précipitations sur les principaux bassins hydroélectriques Français Source EDF DTG/2009 38	38
Figure 33 - Module observé et naturalisé à Lamagistère..... 39	39
Figure 34 : Régime moyen de la Garonne à Lamagistère..... 40	40
Figure 35 : Etude de probabilisation des VCN10 à Lamagistère..... 40	40
Figure 36 - Bilan type de répartition des débits au niveau du TCC..... 42	42
Figure 37 – Histogramme des débits moyens du secteur court-circuité en m ³ /s en fonction du DR..... 43	43
Figure 38 - Apports/Prélèvements hydrologiques sur le TCC 44	44
Figure 39 - Cartographie des rejets 45	45
Figure 40 : thermographie aérienne de l’aval du secteur court-circuité..... 47	47
Figure 41 - Comparaison des T° moyennes journalières de l’eau et de l’air 48	48
Figure 42 - Comparaison moyennée journalière sur la période estivale 49	49

Figure 43 - Comparaison moyennée journalière sur la période automnale.....	50
Figure 44 - Evolution des teneurs d'oxygène de l'eau en 2011 (source ENSAT).....	51
Figure 45 - Profil vertical de mesures physico-chimiques au niveau de la « fosse d'Auvillar »	53
Figure 46 - Analyse saprobique sur les différents sites suivis en 2011 (ENSAT).....	59
Figure 47 - Position des profils en travers réalisés et exemples de bathymétrie avec champs de vitesses mesurés.....	64
Figure 48 - Photographie explicative de l'ADCP	65
Figure 49 - Exemple de bathymétrie et de vitesses mesurées par l'ADCP.....	66
Figure 50 - Variation de la lame d'eau déversante sur chaque seuil en fonction du débit....	67
Figure 51 - Profil en long du TCC à 20 m ³ /s.....	68
Figure 52 - Distribution des profondeurs à 20 m ³ /s.....	69
Figure 53 - Profil en long du bief 4 à 20 et 40 m ³ /s	70
Figure 54 - Evolution des profondeurs avec le débit sur les 5 biefs.....	70
Figure 55 - Exemple de profil de vitesses mesuré et modélisé.....	71
Figure 56 - Exemple de profil des vitesses modélisé à deux débits.....	71
Figure 57 - Evolution des vitesses avec le débit sur les 5 biefs	72
Figure 58 - Distributions des vitesses en fonction du débit.....	72
Figure 59 - Distribution des vitesses classées en fonction du débit.....	73
Figure 60 - Exemple de profil en travers des vitesses au fond (mesurées pour la dernière cellule et extrapolées).....	74
Figure 61 - Distribution des valeurs de cisaillement (Bleu = Limnobiones ; Vert = Limnophiles ; Orange = Rhéophiles ; Rouge = Rhéobiontes)	77
Figure 62 - Courbes des valeurs d'habitats des espèces cibles issues des modèles grands cours d'eau (Lamouroux et al. 1999)	79
Figure 63 - Exemple d'analyse de l'évolution potentielle en VHA en fonction de la variation des vitesses moyennes suivant le débit.....	80
Figure 64 - Evolution des Valeurs d'Habitat des espèces cibles avec le débit réservé dans le TCC.....	81
Figure 65 - Evolution des distributions des VHA sur le paramètre « vitesse » pour 3 espèces cibles entre 20 et 40 m ³ /s, valeurs exemples	81
Figure 66 - Cartographie d'évolution des vha pour l'Ablette entre 20 et 100 m ³ /s pour le paramètre des vitesses.....	82

1 INTRODUCTION

La loi sur l’eau et les milieux aquatiques (article L214-18-IV) prévoit qu’au plus tard le 1er janvier 2014, tout ouvrage construit dans le lit d’un cours d’eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimum garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans l’eau. Ce débit minimal ne doit pas être inférieur à une valeur « plancher » qui dépend des caractéristiques de l’installation et du type de cours d’eau. Par ailleurs, les valeurs de ce débit minimal peuvent être différentes suivant les périodes de l’année.

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.

L’étude « Inventaire des études existantes et prise en compte des secteurs à enjeux pour la fixation des débits minimum biologiques des ouvrages hydroélectriques » 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, notamment le secteur du barrage de Malause (usine hydroélectrique de Golfech).

Les quatre chapitres suivants présentent le barrage de Malause, les enjeux écologiques identifiés sur les territoires impactés par cet aménagement, le contexte physique de la Garonne et la description physique du domaine d’étude.

Les chapitres 6 à 10 présentent les différents paramètres impliqués dans la détermination du débit minimum biologique sur le tronçon court-circuité du barrage de Malause : l’hydrologie, l’interaction entre la ressource et les aménagements, les paramètres physico-chimiques et l’hydrobiologie.

Ensuite une modélisation hydraulique du TCC du barrage de Malause est présentée et son interprétation pour une gamme de débits simulés allant de 10 m³/s à 100 m³/s.

Le chapitre 11 décrit les habitats aquatiques actuels sur le TCC du barrage de Malause et leurs évolutions potentielles en fonction des données calculées par les simulations hydrauliques selon les différentes valeurs de débit.

Les conclusions de chaque chapitre sont reprises pour la synthèse de l’étude en fin de document.

2 PRESENTATION DE L'AMENAGEMENT

Nom du site	Aménagement	Coordonnées X Lambert II étendu (m)	Coordonnées Y Lambert II étendu (m)	Altitude NGF (m)	Hauteur de l'aménagement	BV (km ²)	Q _r actuel (m ³ /s)	Q _r 2014 (m ³ /s)	Q _{max} dérivé (m ³ /s)
Malause	Golfech	491272,270	1898672,820	64,5	14,2 Dont 8 m au barrage	30900	10 du 01/11 au 31/03 ; 20 du 01/04 au 31/10	23	540

L'usine hydroélectrique comprend 3 groupes de 170 m³/s chacun soit 510 m³/s.

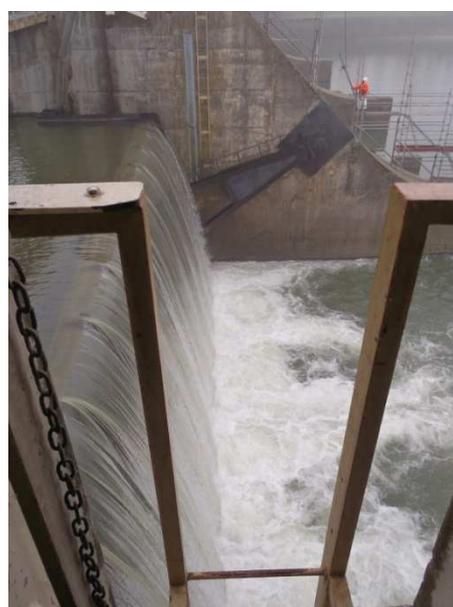
Le débit maximum turbiné serait pourtant de 540 m³/s (valeur retenue dans les simulations).

La puissance max installée est de 75000 kW.

1 groupe de restitution au barrage de 10 m³/s.

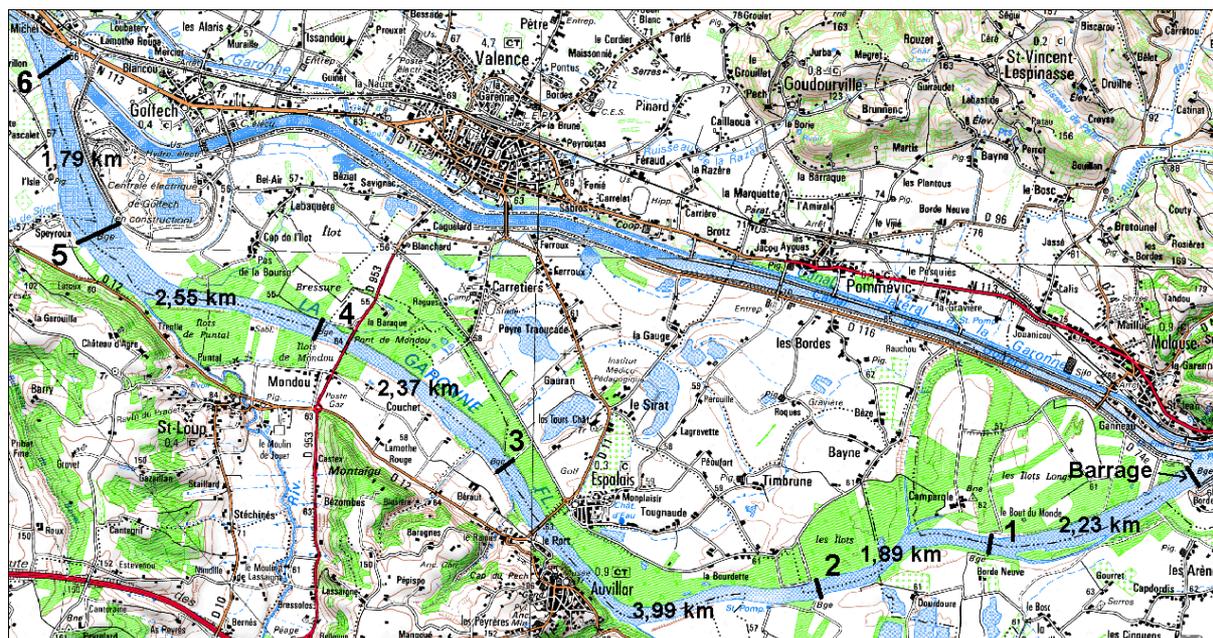
Un projet consiste à établir une passe à poissons en rive droite avec un débit d'alimentation de 1,8 m³/s + débit d'attrait complémentaire (pour aller à 23 m³/s max soit 10+1,8+11,2 de débit d'attrait complémentaire).

Dans l'hypothèse d'un débit réservé plus élevé il faudra mobiliser les vannes avec un déversement au barrage.



Le tronçon court-circuité du barrage de Malause s'étend sur pratiquement 15 km. Il est équipé de cinq seuils transversaux et d'un sixième seuil juste en aval de la confluence

avec le canal de fuite de l'usine hydroélectrique de Golfech. La carte ci-dessous représente le tronçon court-circuité avec les biefs séparés par les seuils.



Le CCTP de l'étude présente la situation générale comme suit :

« Ce tronçon fait partie de la masse d'eau FRFR300C, qui correspond à la Garonne depuis la confluence du Tarn au confluent de la Barguelonne. Elle présente un linéaire de 20 km, et est en fait composée du plan d'eau de Malause pour 5 km et du tronçon court-circuité de 15 km. Compte tenu de son état écologique mesuré qualifié de médiocre et du niveau de pression sur l'hydromorphologie, cette masse d'eau a été classée MEFM avec un objectif de bon potentiel en 2015. L'état physico chimique est moyen, en particulier en raison du paramètre oxygène. Parmi les paramètres, la température et l'oxygène dissous sont les plus sensibles à une diminution des débits et corrélativement à celle des vitesses d'écoulement. L'atteinte des valeurs critiques sont très dépendantes du « temps de séjour » de l'eau dans les biefs créés en amont de chaque seuil.

L'ouvrage de Malause, un des obstacles les plus en aval pour la continuité écologique du bassin de la Garonne, permet via un canal d'amenée d'alimenter l'usine hydroélectrique EDF de Golfech. Le tronçon de Garonne court-circuité par cette dérivation est de 15 km.

Plusieurs dispositifs de franchissement du complexe Malause/Golfech sont en place :

- Ascenseur à poissons au niveau de l'usine de Golfech pour le chenal de restitution qui présente la plus grande attractivité compte tenu des débits dérivés,
- Dispositif actuel de franchissement du barrage de Malause jugé inadapté et inefficace (écluse Borland). Suivant les conditions hydrologiques, notamment en période de crue ou de fortes eaux, ce tronçon peut se révéler plus attractif que le chenal de restitution de l'usine. Il est prévu d'installer une passe à poissons au barrage de Malause à l'horizon 2015 pour assurer la continuité pendant ces périodes de fortes eaux.
- Cinq seuils installés dans le TCC pour relever la ligne d'eau, équipés de passes à bassins successifs,
- Pas de dispositif particulier pour la dévalaison. »

3 LES ENJEUX ECOLOGIQUES

L’analyse bibliographique indirecte menée 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 ».

3.1 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.

3.1.1 Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope



Figure 1 - Cartographie des APPB au voisinage du complexe hydroélectrique de Malause

Le TCC est donc concerné par deux Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope (APPB) :

- APPB Iles de Merles-Montardou, sur la commune de Merles, en date du 22 avril 1987, concernant la préservation des conditions de reproduction de plusieurs espèces protégées, notamment le Héron bihoreau.
- APPB Sections du cours de la Garonne, du Tarn, de l'Aveyron et du Viaur, en date du 1 avril 1988, la section concernée est « du seuil n°5 de l'aménagement hydroélectrique de Golfech jusqu'à la limite du département du Lot et Garonne ». Cet arrêté fut pris dans le but d'assurer la protection des biotopes nécessaires à la reproduction, à l'alimentation, au repos et à la survie des espèces de poissons migrateurs protégées suivantes : Saumon Atlantique, Aloses (feinte, grande alose), Truite de mer et Lamproies (marine et fluviatile).

3.1.2 ZNIEFF

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

Il existe deux générations de ZNIEFF : les ZNIEFF de première génération et celles de seconde génération.

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

La zone d'étude comprend des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) des deux types (Figure 2) :

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

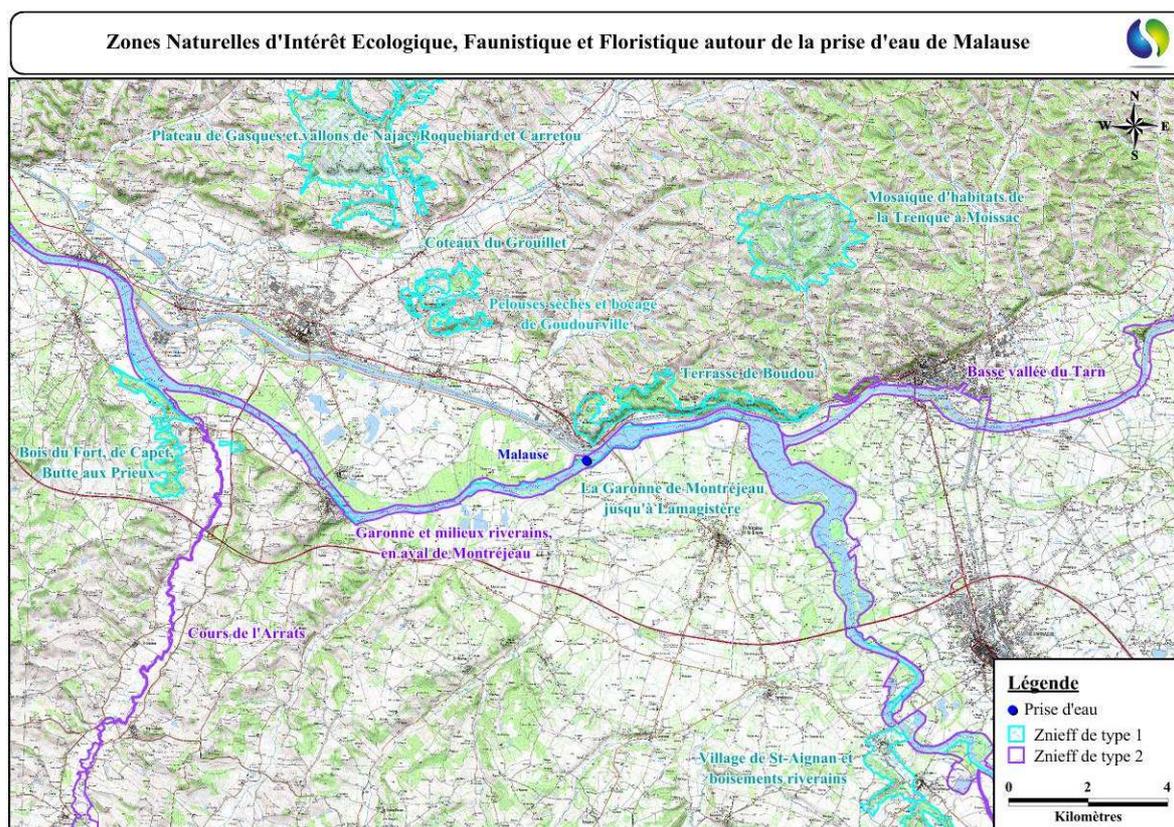


Figure 2 - Cartographie des ZNIEFF à proximité du complexe hydroélectrique de Malause

Le TCC est donc concerné par un grand ensemble comprenant des ZNIEFF de types à la fois 1 & 2 :

- La Garonne et ses milieux riverains en aval de Montréjeau (type 2) ;
- L'Arrats qui conflue dans la portion aval du TCC (type 2) ;

- La Garonne de Montréjeau jusqu'à Lamagistère (type 1) ;
- Et sur les hauteurs, les « bois du Fort, de Capet, la Butte aux Prioux », en rive gauche du TCC, ainsi que la « terrasse de Boudou », en amont rive droite du TCC (type 1).

3.1.3 Natura 2000

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

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

- La Directive 79/409/CEE, dite « Directive Oiseaux » qui propose la conservation à long terme des espèces d'oiseaux sauvages de l'Union Européenne en ciblant 181 espèces et sous-espèces menacées qui nécessitent une attention particulière. Plus de 3 000 sites ont été classés par les Etats de l'Union en tant que Zones de Protection Spéciales (ZPS) ;
- La Directive 97/62/CEE dite « Directive Habitats Faune Flore » qui établit un cadre pour les actions communautaires de conservation d'espèces de faune et de flore sauvages ainsi que de leur habitat. Cette directive répertorie plus de 200 types d'habitats naturels, 200 espèces animales et 500 espèces végétales présentant un intérêt communautaire et nécessitant une protection. Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) et/ou Sites d'Intérêt Communautaire (SIC), actuellement plus de 20 000 pour 12% du territoire européen, permettent une protection de ces habitats et espèces menacées.

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

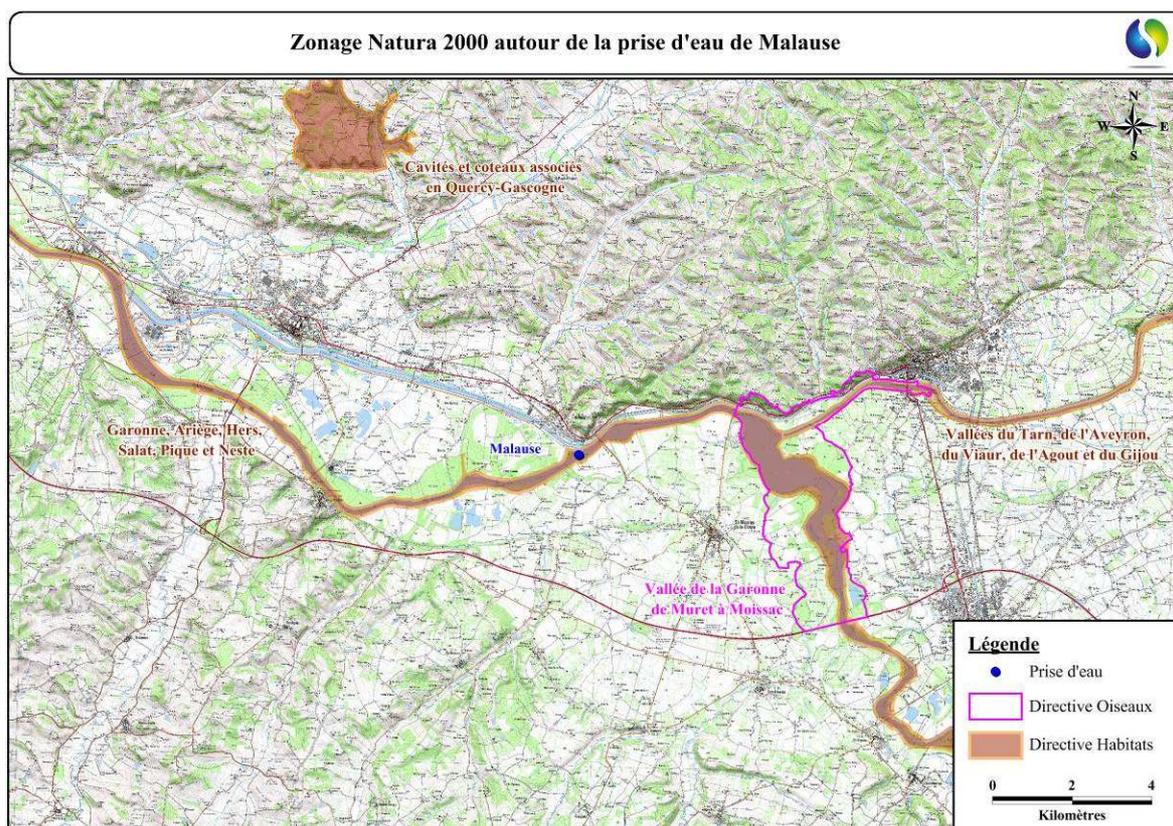


Figure 3 - Cartographie des zonages Natura 2000 à proximité du complexe hydroélectrique de Malause

- Concernant la SIC (Directive habitat) « FR7301822 - Garonne, Ariège, Hers, Salat, Pique et Neste », elle est découpée en plusieurs zones pour la réalisation des DOCOB ;

Sur la zone concernant le site d'étude, le DOCOB est en cours de réalisation. Les données relatives aux espèces présentes provenant de l'INPN, concernent l'ensemble du site Natura 2000. La liste d'espèces n'est donc pas représentative de ce qui se trouve réellement sur le site d'étude.

Cependant, d'après cette liste d'espèces et les résultats des pêches électriques réalisées sur la zone, il est possible de prendre en compte les espèces suivantes : le Saumon Atlantique (*Salmo salar*), la Lamproie marine (*Petromyzon marinus*), la Grande Alose (*Alosa alosa*), la Bouvière (*Rhodeus amarus*) et le Toxostome (*Parachondrostoma toxostoma*). Toutes ces espèces sont concernées par l'annexe II de la Directive habitat.

- La ZPS (Directive Oiseaux) « FR7312014 - Vallée de la Garonne de Muret à Moissac », n'est pas directement liée au TCC, mais les espèces de l'avifaune concernées par l'annexe I de la Directive Oiseaux, peuvent également être présentes au niveau du TCC. Il s'agit notamment de plusieurs espèces d'Ardéidés, de rapace, de Laridés et le Martin-pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis*).

3.2 QUALITE DES MILIEUX ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE

3.2.1 Classements en liste 1 et 2

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 (liste 1 et 2), qui ont remplacé les anciens classements réglementaires (« cours d'eau réservés » et « cours d'eau classés à migrateurs »).

Ces nouveaux classements de cours d'eau (ou tronçon de cours d'eau), en liste 1 et 2, sont faits au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement. Ils ont été arrêtés 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.

Liste 1 :

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

- en très bon état écologique ou nécessitant une protection complète des poissons migrateurs amphihalins.
- identifiés par le SDAGE comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant.

La Garonne est classée en liste 1.

Sur ce 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 est subordonné à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique des eaux, de maintenir ou d'atteindre le bon état 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 qui concernent des cours d'eau déjà en bon état, sont de préserver la qualité et les habitats de ces cours d'eau 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.

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).

La Garonne est classée en liste 2.

Tout ouvrage existant concerné doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant, dans un délai de cinq ans après la publication des listes. Les classements ont été publiés en novembre 2013, les mises aux normes des ouvrages devront être effectuées avant novembre 2018. La délimitation de la liste tient compte des objectifs environnementaux du SDAGE et des objectifs portés par le PLAN de Gestion des POissons MIGrateurs (PLAGEPOMI) et par le volet Garonne du plan national Anguille.

Le document technique d’accompagnement de l’arrêté de classement définit de façon limitative la liste des espèces amphihalines concernées par le classement. La liste des espèces holobiotiques est en revanche non limitative, les exigences d’équipement seront adaptées à la réalité locale en termes de limites de répartition des espèces et à l’état de l’art en termes de dispositifs de franchissement multi-espèces.

La liste d’espèces amphihalines associée au classement en liste 2 pour la Garonne concerne l’Anguille Européenne (*Anguilla anguilla*), la Grande Alose (*Alosa alosa*), la Lamproie marine (*Petromyzon marinus*), la Lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*), le Saumon Atlantique (*Salmo salar*) et la Truite de mer (*Salmo trutta trutta*). Il n’y a pas d’espèces holobiotique citées sur cette liste.

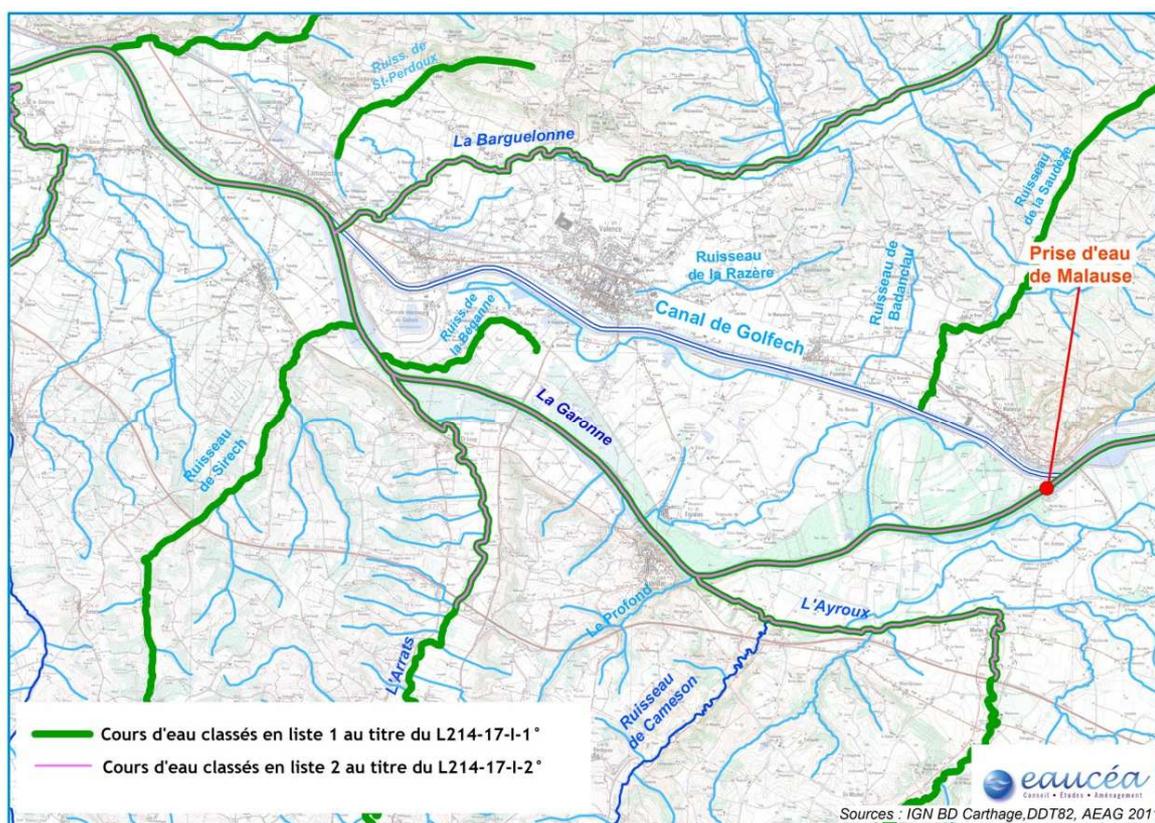


Figure 4 - Cartographie des cours d'eau « liste 1 et 2 » sur la zone d'étude du complexe hydroélectrique de Malause

3.2.2 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.

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...

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

La zone d'étude est concernée par une masse d'eau qui est caractérisée et fait l'objet, à la fois, de mesures de suivis, d'évaluations qualitatives et quantitatives et d'objectifs de résultats d'état :

- FRFR300C, La Garonne du confluent du Tarn au confluent de la Barguelonne (**site de mesure de qualification à St-Nicolas-de-la-Grave situé dans le plan d'eau de Malause, en amont du TCC**).

L'ensemble des informations concernant la masse d'eau peut être récupéré sur le site internet <http://adour-garonne.eaufrance.fr/>. Le tableau Figure 7 présente l'état de la masse d'eau au niveau du site de qualification de St-Nicolas-de-la-Grave entre 2006 et 2012.

La Figure 5 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).

La Garonne est en Bon Etat Chimique.

En revanche, concernant l'Etat Ecologique, deux compartiments sont responsables d'un déclassement :

- **Les diatomées évaluées par l'IBD, qui est classé en état moyen**
- **L'oxygène vis-à-vis du paramètre DBO₅ classé en état moyen (tous les autres paramètres liés à l'oxygène étant classés en très bon état)**

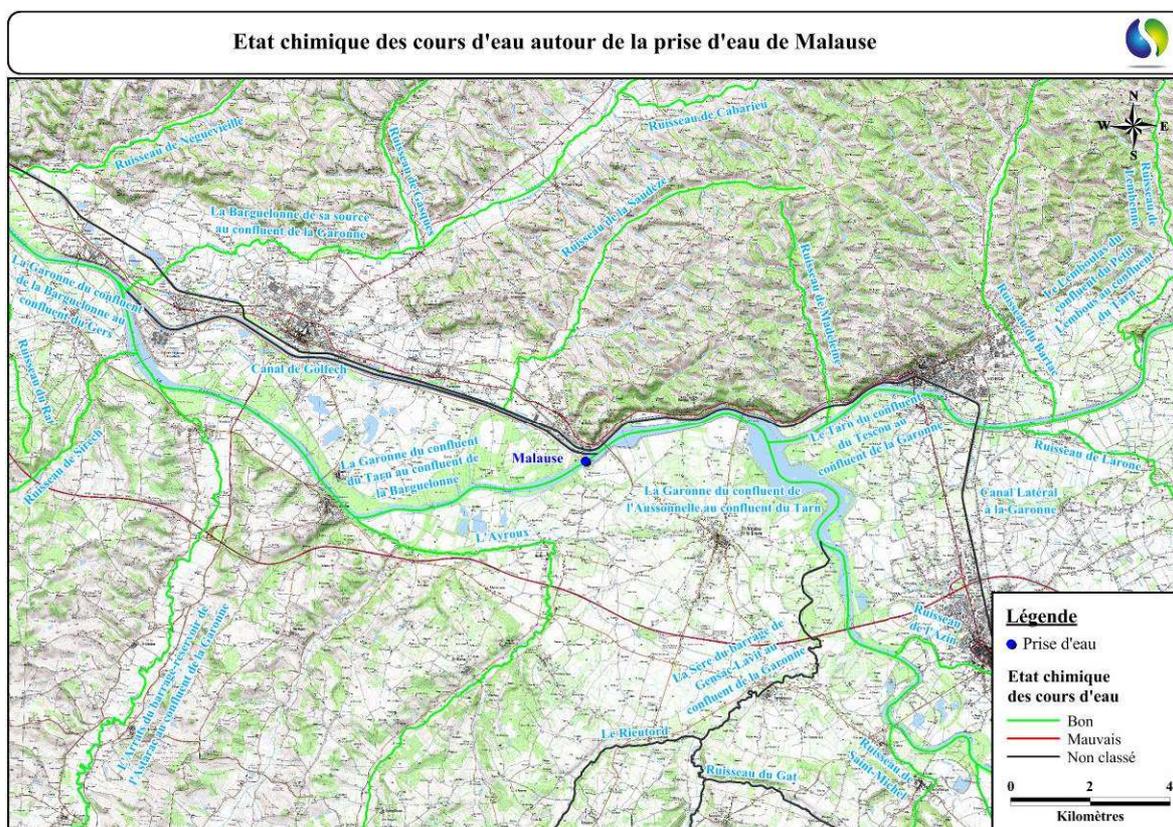


Figure 5 – Evaluation d’Etat des Masses d’Eau superficielles du territoire de l’étude (source - Agence de l’Eau Adour-Garonne)

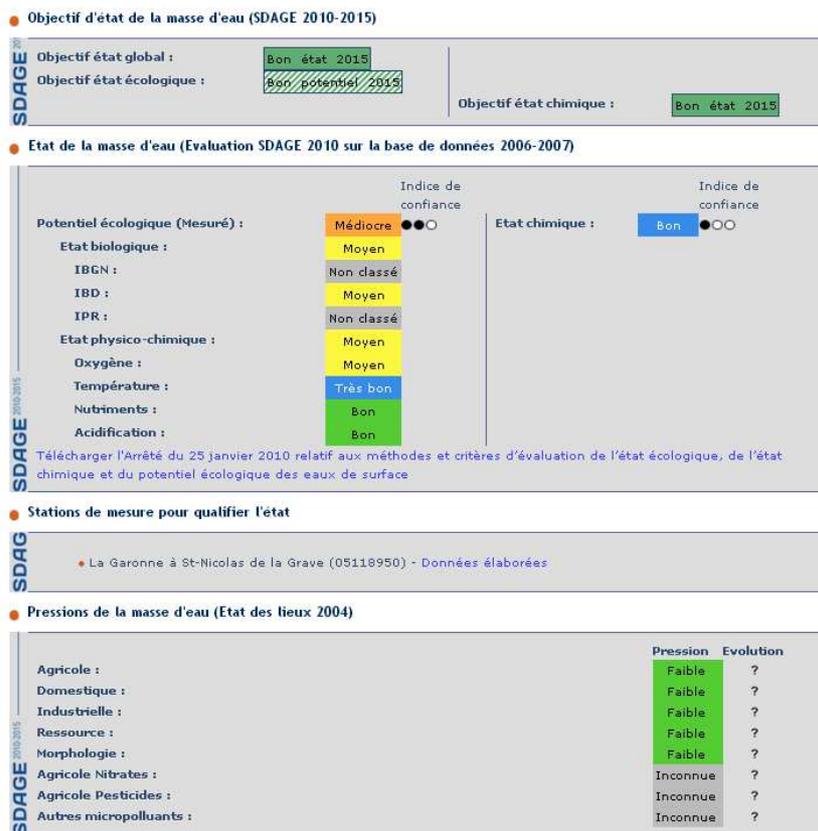


Figure 6 – Caractéristiques d'évaluation de la masse d'eau FRFR300C, La Garonne du confluent du Tarn au confluent de la Barguelonne (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne)

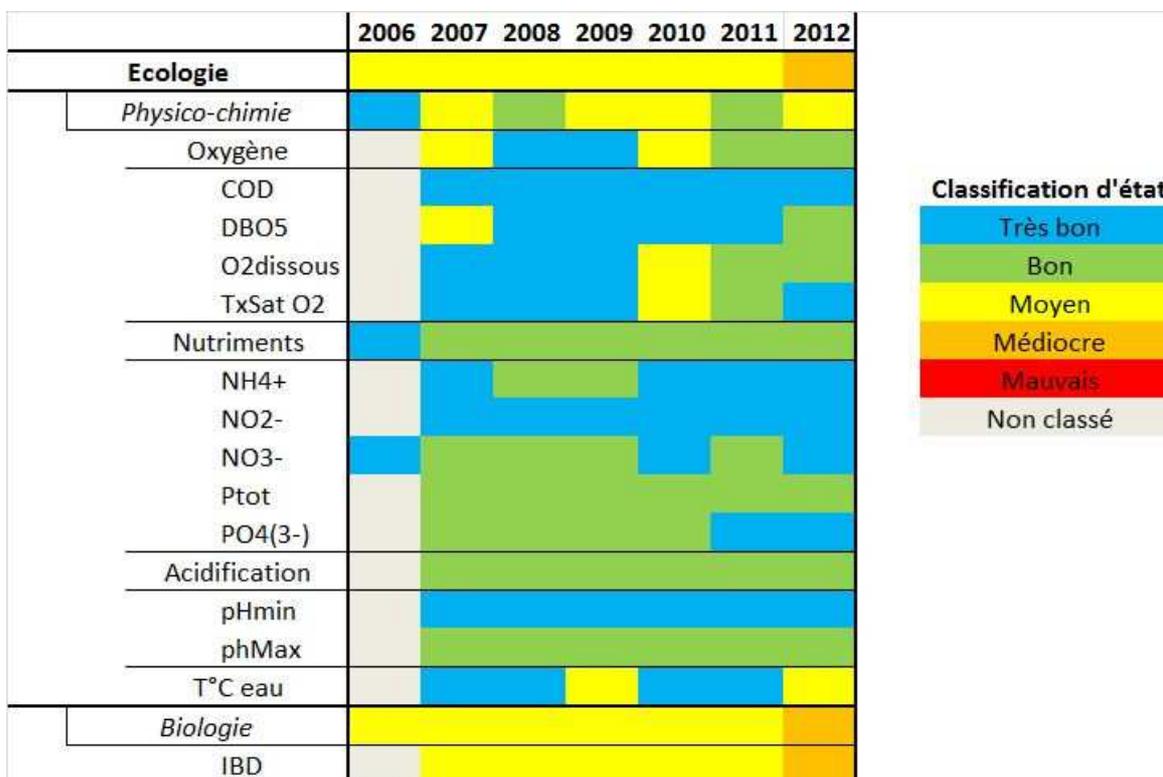


Figure 7 – Données relevées sur le site de mesure de qualification de la masse d'eau FRFR300C

3.2.2.2 Objectifs d'Etat DCE

La Figure 8 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.

L'échéance d'atteinte du Bon Etat global est fixée à 2015, sans report d'objectif.

En revanche, eu égard à la classification en masse d'eau fortement modifiée (MEFM – « masse d'eau de surface qui, par suite d'altérations physiques dues à l'activité humaine, est fondamentalement modifiée quant à son caractère »), l'objectif d'atteinte de l'état écologique n'est pas le Bon Etat mais le Bon Potentiel.

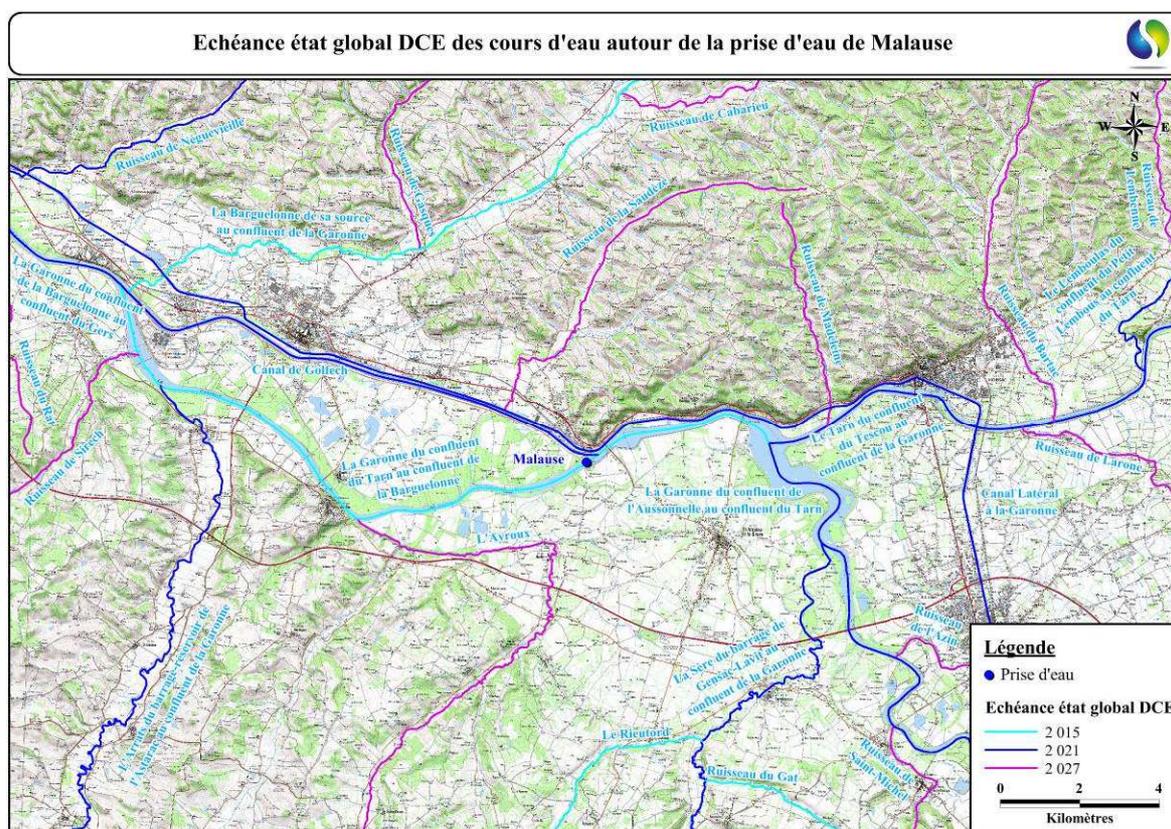


Figure 8 – Echéance d'atteinte du Bon Etat des Masses d'Eau superficielles du territoire de l'étude (source - Agence de l'Eau Adour-Garonne)

4 LE CONTEXTE PHYSIQUE DE LA GARONNE

Il est apparu pertinent également, outre la contextualisation générale du secteur sur le plan environnemental, de faire le même type d’exercice vis-à-vis du contexte typologique et morphodynamique. 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.

Les structures géomorphologiques naturelles déterminent les paramètres qui influencent la dynamique fluviale et ses altérations. Le projet national SYRAH-CE¹ 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, 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 hydroécotémoins (HER²) de niveau 1 et 2, construites pour la mise en place du cadre de régionalisation pour la 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 ;
- 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, 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 HER/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...).

¹ Chandesis, 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

² Wasson, J.G., Chandesis, A., Pella, H. & Blanc, L. - (2003) : Les hydro-écotémoins de France métropolitaine - Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d’invertébrés. - Rapport CEMAGREF

4.1 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. Le fleuve Garonne est un cours d’eau de rang 7 et dans la classification nationale, le secteur d’étude est intégralement inscrit dans l’HER14.

La Garonne, localement, est donc classifiée comme TG14/1 : Très Grands Cours d’Eau des Coteaux Aquitains, sous influence persistante des Pyrénées.

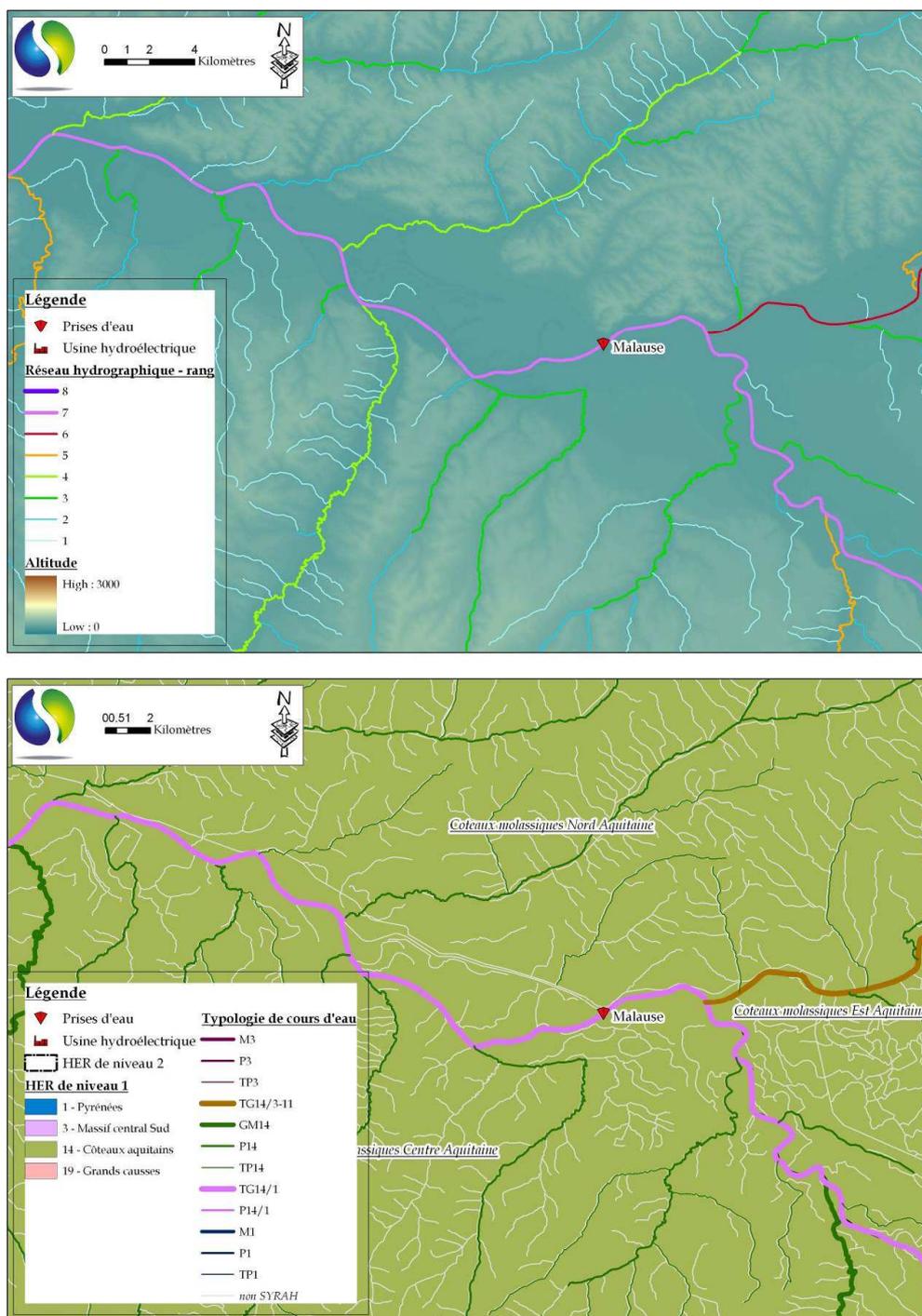


Figure 9 - Carte de représentation de la typologie des cours d’eau s’écoulant au sein des Hydroécocorégions

4.2 CONTEXTE HYDROMORPHOLOGIQUE DU SECTEUR

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

- La vallée de la Garonne, logiquement eu égard à sa typologie de très grand cours d'eau de plaine, est extrêmement large (>1km) ;
- De la même manière la pente est faible (<2.5%) mais il conviendra de relativiser cette information dans la mesure où le contexte local avec la présence de seuils successifs crée un fonctionnement artificiel en biefs, à la pente nulle ;

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. Il convient donc de prendre cet indicateur avec toute la prudence nécessaire.

- La Garonne présente des rapports d'encaissement moyens, avec une mobilité latérale théorique potentielle mais qui est très fortement réduite par les pressions anthropiques s'exerçant sur le TCC ;

*La « Puissance potentielle » du cours d'eau est obtenue par le produit de la pente de la vallée (en m/m) par le débit spécifique^{0.99} (débit non dépassé 99% du temps sur la courbe des débits classés, en m³/s/km²) et par le poids volumique de l'eau (9810 N/m³). Cette puissance potentielle est préférable à la puissance spécifique « classique » ((pente du cours d'eau * débit de fréquence biennale * 9810) / largeur), pour s'affranchir de la forte incertitude qui pèse encore sur les largeurs de cours d'eau disponibles de manière indirecte par SIG. De plus, la pente et la largeur d'un cours d'eau sont des variables de réponse et non de contrôle, donc facilement modifiables par l'Homme.*

- La puissance spécifique potentielle estimée de la Garonne n'est pas considérée dans la catégorie la plus basse, certainement en raison de l'influence considérable des Pyrénées, plus en amont mais encore présente, et des affluents du Massif Central également.

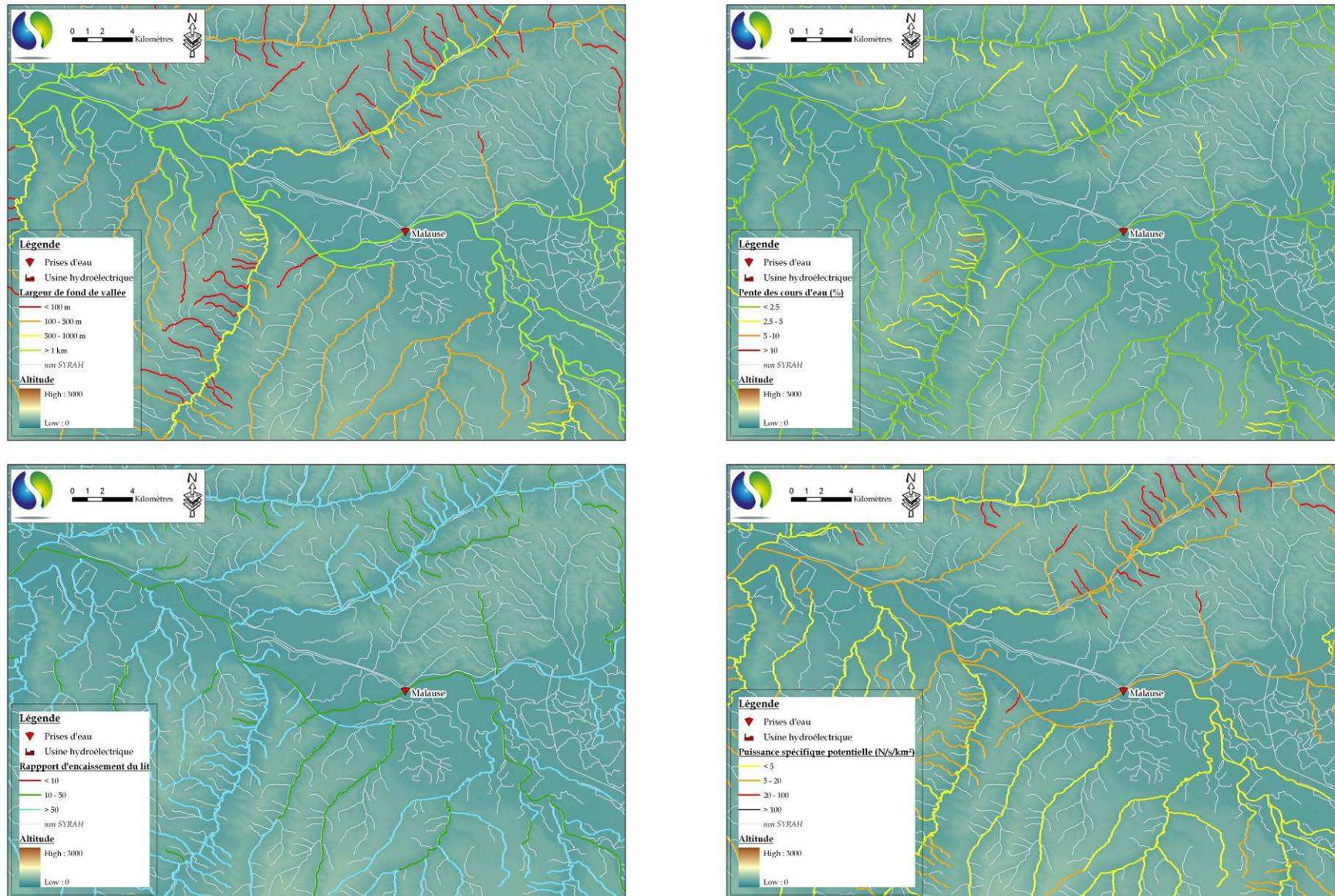


Figure 10 – Indicateurs de contextualisation hydromorphologique du réseau hydrographique (source – SYRAH-CE)

4.3 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.

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 ;
- 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 ;
- Données cartographiques pour visualiser les principales infrastructures exerçant une pression sur les cours d’eau, leur lit mineur et majeur (routes, voies ferrées...).

4.3.1 Corine Land Cover

L’occupation des sols de la zone d’étude est fortement dominée par le contexte agricole majoritairement sur une production de maïs et par des parcelles en peuplier.

On note également la présence de quelques zones urbanisées, mais principalement sur les hauteurs du lit majeur (Auvillar...) ou bien concernant la centrale nucléaire de Golfech en fin de TCC.

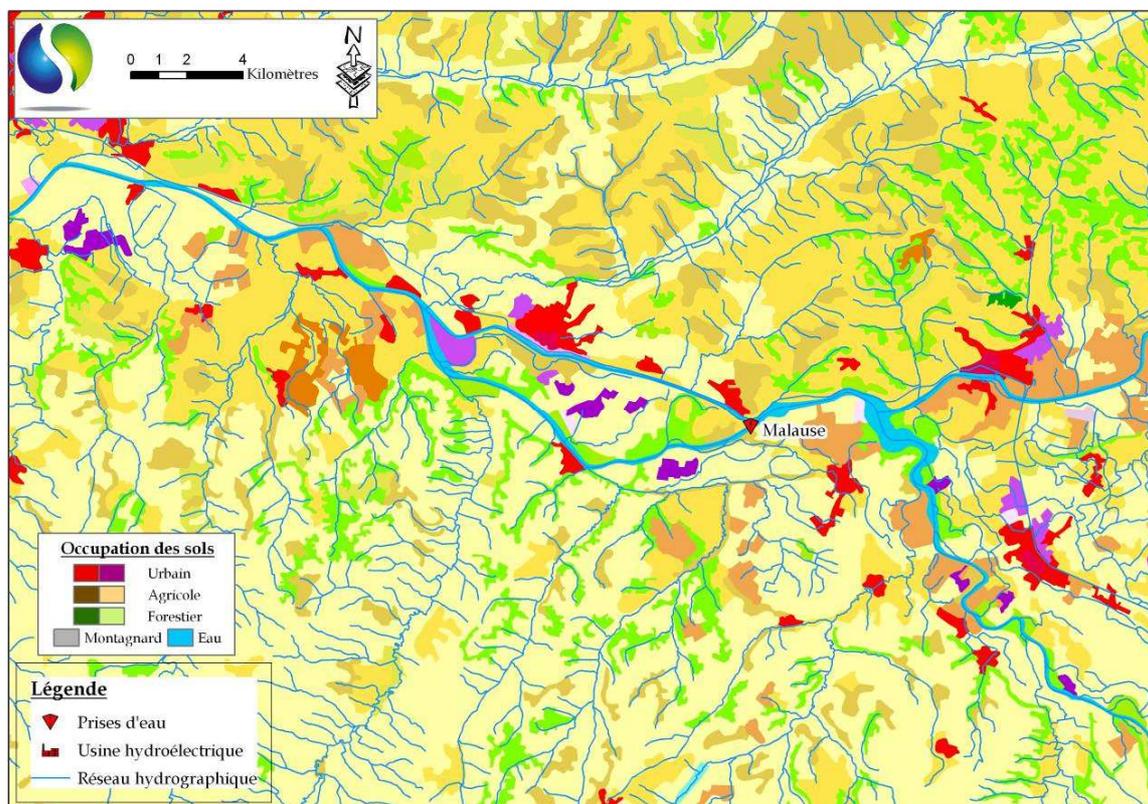


Figure 11 - Carte de représentation des postes CORINE Land cover de la zone d’étude

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

Sur le TCC, tous les seuils de tenue de la ligne d’eau sont recensés dans la base ROE. Concernant les voies de communication, quelques routes secondaires sont présentes au sein du lit majeur mais, à la vue du fonctionnement actuel de la Garonne, elles ne peuvent être un obstacle à la dynamique latérale du fleuve.

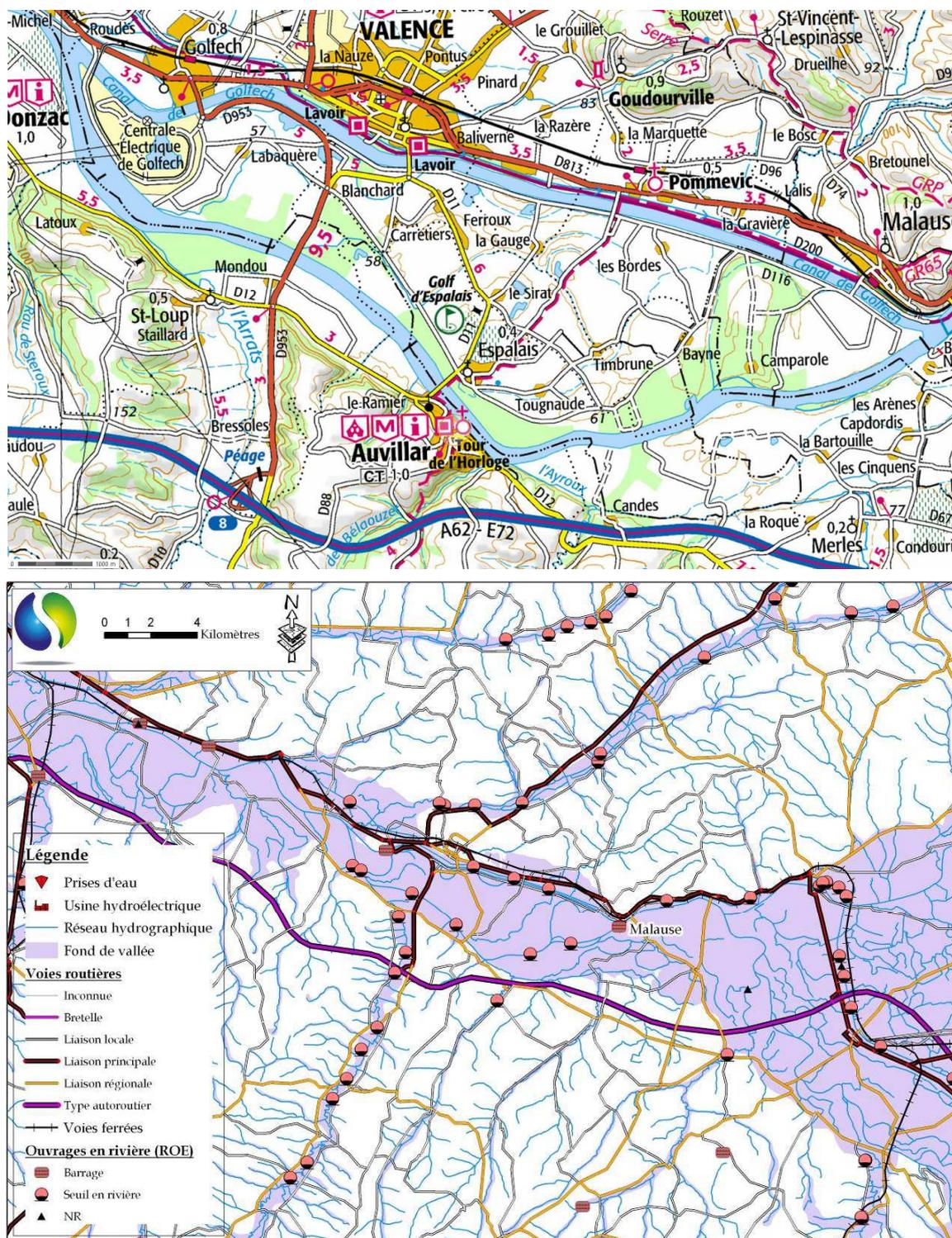


Figure 12 - Cartes de représentation des ouvrages transversaux en rivière et des voies de communication sur le secteur de l’étude à mettre en relation avec leur présence éventuelle au sein du fond de vallée

5 DESCRIPTION PHYSIQUE DE L'AMENAGEMENT ET DU TCC

Cette partie s'attache avant tout à donner une description générale du TCC de Malause. Cela permet d'identifier les points sensibles aux débits influencés du tronçon concerné.

Le TCC de Malause est composé d'un ensemble de biefs tenu par des seuils. Il y a cinq seuils et cinq biefs (sans la prise en compte de l'aval du seuil V), ces biefs pouvant être assimilés à des plans d'eau.

Ce tronçon est donc très homogène d'un point de vue des écoulements. En effet, les faciès d'écoulements sont similaires entre les différents biefs, il s'agit de chenaux lents, peu favorables aux espèces rhéophiles.

Concernant la profondeur, les différents biefs ont une structure semblable. Leur profondeur augmente de l'amont vers l'aval, puis diminue en se rapprochant des seuils aval.

La figure ci-dessous présente le profil en long bathymétrique du secteur court-circuité. Chaque rupture correspond à un seuil artificiel.

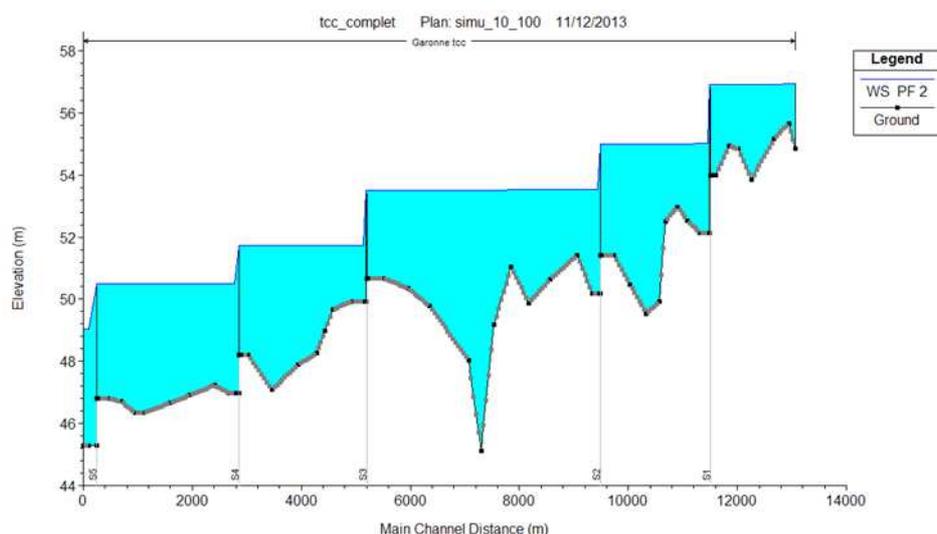


Figure 13 - Profil en long du TCC à 20 m³/s. La cote est en m NGF IGN69

Il faut aussi noter la présence d'une fosse importante dans le bief 3, en face du village d'Auvillar, à cet endroit la Garonne a une profondeur maximale de 10 m.

Les figures ci-dessous représentent les bathymétries typiques relevées le long d'un bief entre deux seuils. Les profils en travers sont numérotés de T1 à T8 en partant de l'amont vers l'aval le long du bief 2 (compris entre les seuils S1 et S2).

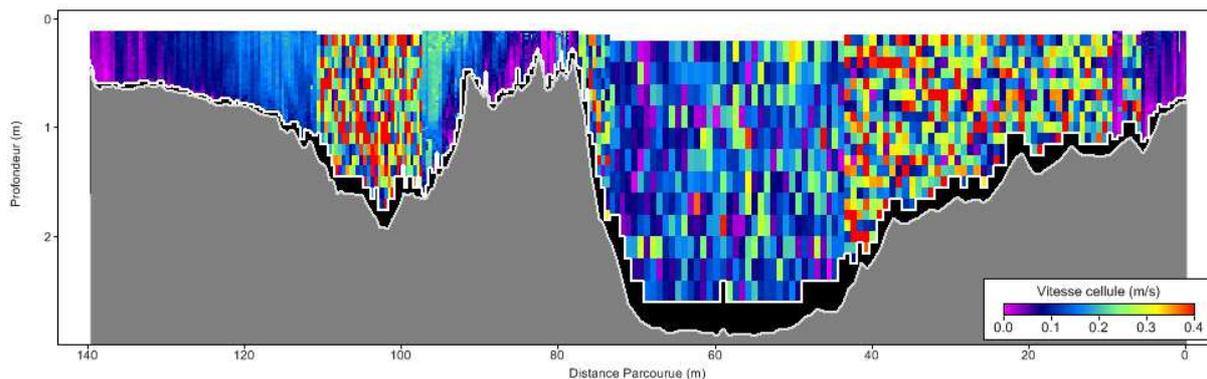


Figure 14 : exemple de bathymétrie - T1 bief 2

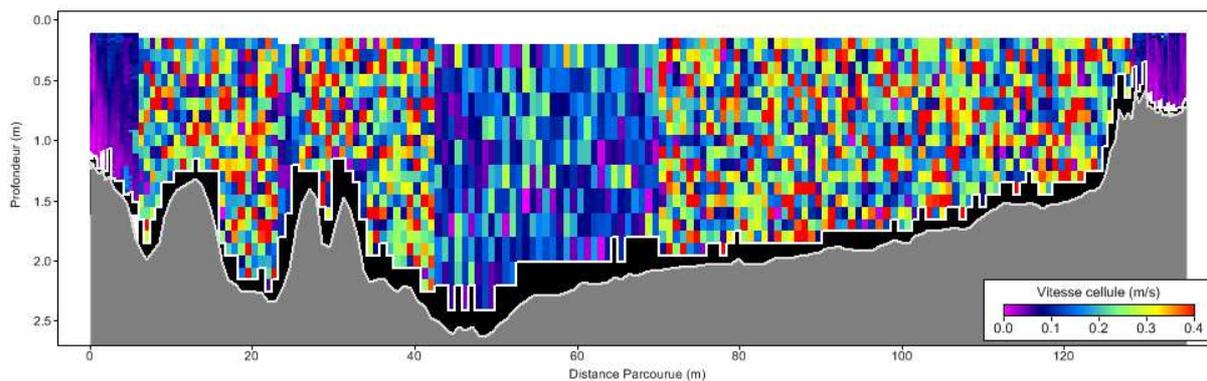


Figure 15 : exemple de bathymétrie - T2 bief 2

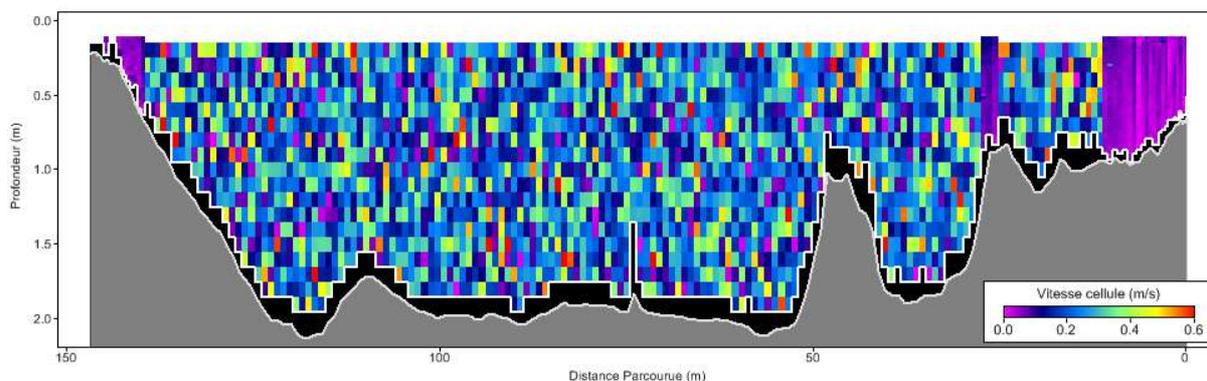


Figure 16 : exemple de bathymétrie - T3 bief 2

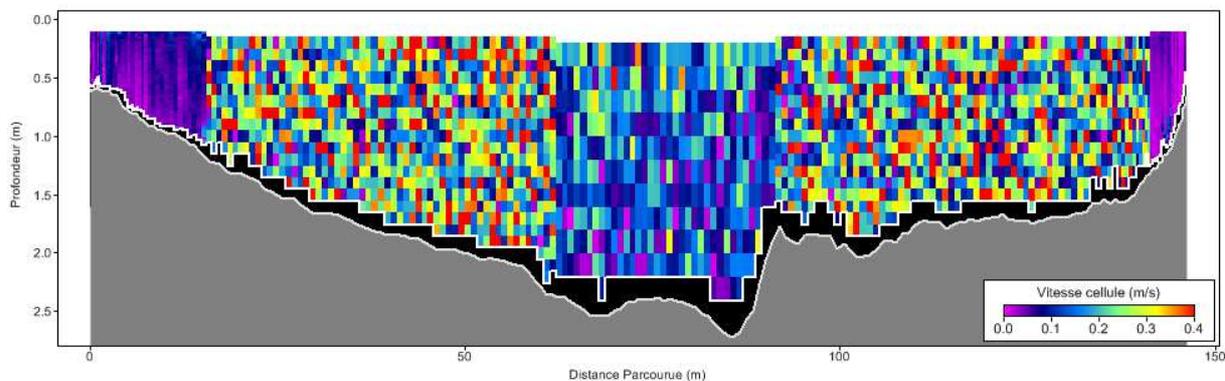


Figure 17 : exemple de bathymétrie - T4 bief 2

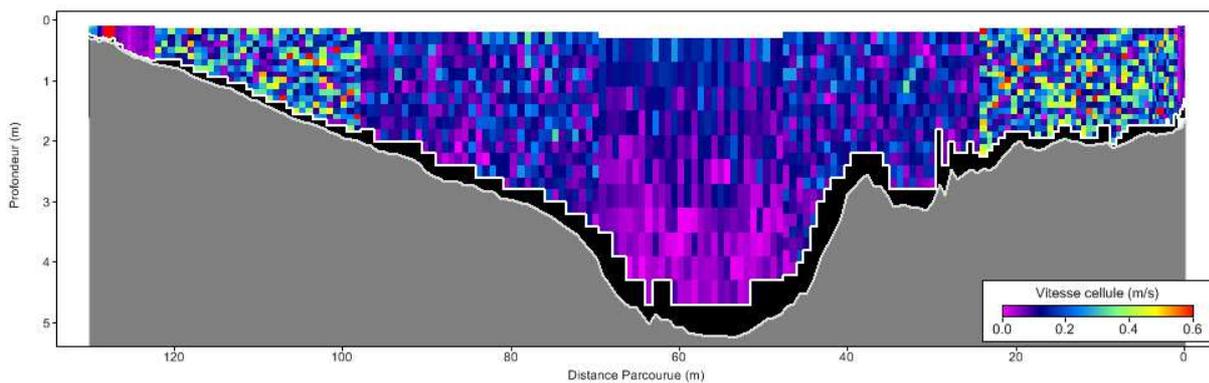


Figure 18 : exemple de bathymétrie - T5 bief 2

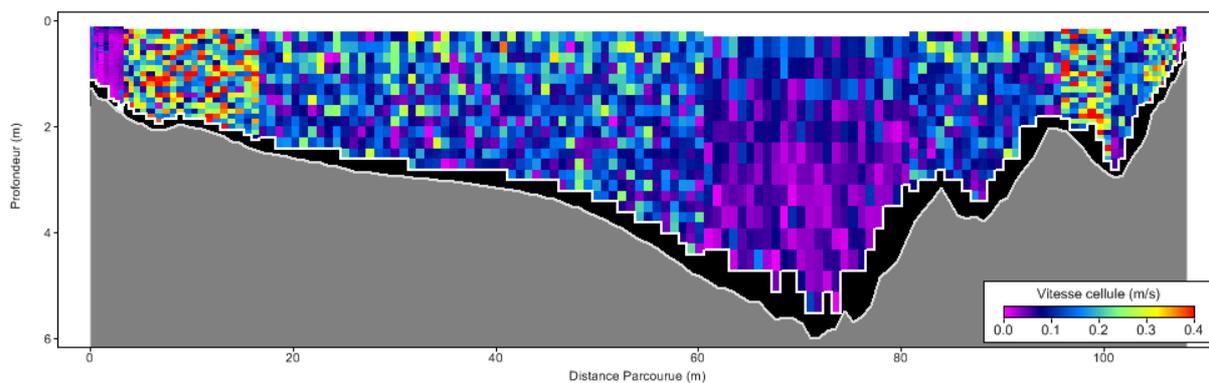


Figure 19 : exemple de bathymétrie - T6 bief 2

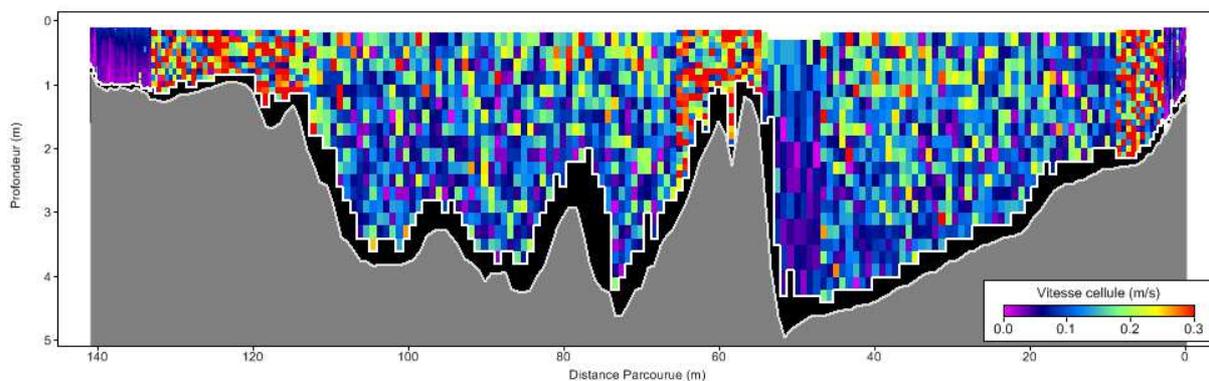


Figure 20 : exemple de bathymétrie - T7 bief 2

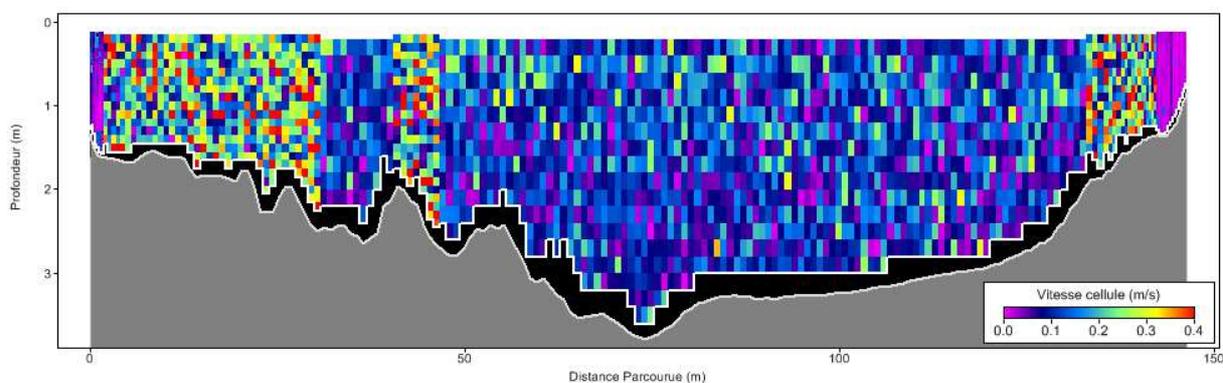


Figure 21 : exemple de bathymétrie - T8 bief 2

L'échelle de ces profils n'est pas fixée, mais l'évolution des profondeurs montre que le lit se creuse en allant vers l'aval puis remonte avant le seuil suivant.

La granulométrie est elle aussi homogène, composée principalement de la roche mère caractérisée par des marnes. Quelques bancs de galets (pierres/cailloux) ont été repérés.

Des zones sablo/vaseuses sont présentes en bordure de berge, elles sont souvent colonisées par des hydrophytes durant la période estivale.

Plusieurs espèces ont été répertoriées durant les mesures de champ de vitesses (aucun relevé spécifique et exhaustif n'a été mené), il s'agit notamment de : *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *Vallisneria sp.*, *Myriophyllum sp.*, *Potamogeton sp.*, *Ranunculus sp.*, *Ludwigia sp.*, ...Plusieurs de ces espèces sont des invasives. Globalement les caractéristiques de ces plantes les rendent adaptées à : une eau eutrophe, un substrat riche en matière organique, de faibles vitesses de courant...

Quelques atterrissements et même des îlots de galets sont présents dans différents biefs. Ces îlots sont pour la plupart peu végétalisés. Ce type d'îlot peu ou pas végétalisé, représente des zones favorables à différentes espèces de l'avifaune (laridés et limicoles notamment). Ils ne représentent qu'une petite partie de la composition du lit de la Garonne sur le TCC. Deux îles sont présentes : une en amont du seuil 5 et une en aval ; elles résultent certainement de l'élargissement artificiel de la Garonne.

Les berges sont composées de différents matériaux allant des galets au sables/limons qui sont majoritaires. Leurs déclivités importantes sur la majeure partie du TCC et leur nature permettent une présence notable de sous-berges, offrant de multiples abris à la faune piscicole.

La ripisylve est fortement dépendante de l'occupation des sols adjacents. Elle se trouve sous forme d'un cordon plus ou moins continu en bordure de parcelle agricole ou de peupleraie, et plus large et plus dense au contact de zone plus "naturelle". Sa composition varie entre des espèces adaptées (*Salix alba*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*,...) et des espèces invasives et/ou inadaptées (*Acer negunda*, *Populus*, *Robinia pseudoacacia*,...). Sur les zones où elle est plus large et plus dense, sa composition est souvent meilleure du fait qu'elle possède une meilleure dynamique. Plusieurs arbres et embâcles sont présents, ce qui permet de créer quelques abris pour la faune piscicole.

Une annexe hydraulique est présente sur le bief 1, elle est en lien avec un petit affluent (et avec l'île de Merles-Montardou protégée par un APPB). Cette annexe est comprise dans un contexte boisé, elle est donc ombragée. Sa largeur est faible et ses berges ont une forte déclivité avec une composition de type limoneuse (cf. photo ci-dessous).



Figure 22 - Berge de l'annexe hydraulique sur le bief 1



Figure 23 - Connexion aval de l'annexe hydraulique du bief 1

La figure précédente montre la connexion aval de cette annexe, un bourrelet alluvionnaire est nettement visible, avec une encoche liée aux écoulements de l'affluent.

Enfin un dernier point peut être noté, au niveau du bief en amont du seuil V, un affluent, l'Arrats, se jetant dans la Garonne, voit sa partie avale nettement influencée par le niveau de la Garonne.



Figure 24 - Confluence entre la Garonne et l'Arrats

6 HYDROLOGIE : DEBITS MESURES, DEBITS NATURELS ET DEBITS FUTURS

6.1 PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE

Le barrage de Malause se situe sur un nœud hydrographique majeur du bassin de la Garonne. En effet, le Tarn et la Garonne confluent dans le plan d’eau créé par le barrage.

Les chroniques hydrologiques de la Garonne à Malause sont historiquement bien suivies grâce à la station de Lamagistère et permettent une analyse tendancielle intéressante. Le bassin de la Garonne est en effet soumis aux effets de l’aménagement humain et aussi aux tendances climatiques lourdes qui s’observent sur le sud-ouest de la France. Cette double influence est un élément important du diagnostic hydrologique de ce site.

Lamagistère est par ailleurs un point nodal du SDAGE qui oriente les modalités de gestion quantitative en période d’étiage. Le DOE est fixé par le SDAGE à 85 m³/s et le débit de crise à 31 m³/s.

6.2 SITUATION DE REFERENCE

Le site est bien connu sur le plan hydrologique avec trois stations principales présentées dans la carte ci-dessous. Des fiches de synthèses (Figure 26 à Figure 28) présentent les valeurs caractéristiques des débits mesurés sur chacune de ces stations.

Lamagistère (32 350 km²) constitue une station de référence évidente pour le site de Malause (30900 km² à la prise d’eau) même si elle majore le débit à la prise d’eau ; Le bassin versant intermédiaire entre la prise d’eau et cette station ne représente que 4,5% du bassin contrôlé à Lamagistère.

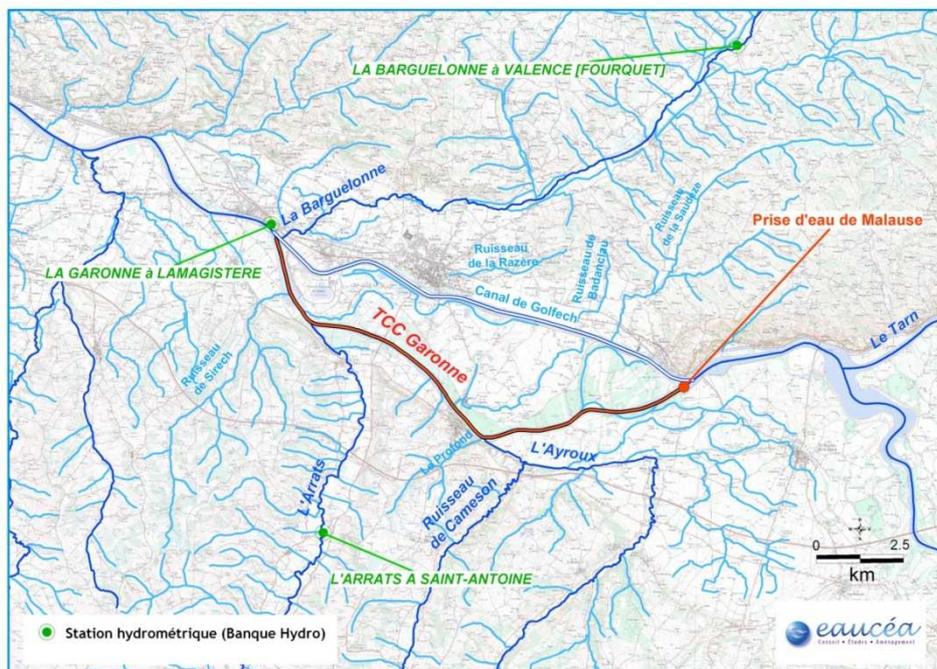


Figure 25 - Positionnement des stations hydrométriques de référence sur le secteur

En proportion ce bassin versant complémentaire peut sembler peu significatif ; cependant quelques rivières viennent renforcer le débit du secteur court-circuité et doivent donc être intégrées dans la réflexion :

- L'Arrats en rive droite, draine un peu plus de 600 km². Son module est de 2,7 m³/s à Saint Antoine et un débit spécifique de l'ordre de 4,5 l/s/km² (Figure 26) ;
- L'Ayroux avec environ 150 km² de bassin versant représente donc environ 0,25 fois la surface de l'Arrats ;
- La Barguelonne vient renforcer le débit en aval immédiat de la restitution en rive droite pour un module d'environ 3,1m³/s et un débit spécifique de l'ordre de 6,6 l/s/km² (Figure 27) ;
- Le module donné par la banque hydro de la Garonne à Lamagistère calculé sur la période 1967/2012 s'établirait à 391 m³/s pour un débit spécifique de 12,1 l/s/km² (Figure 28).

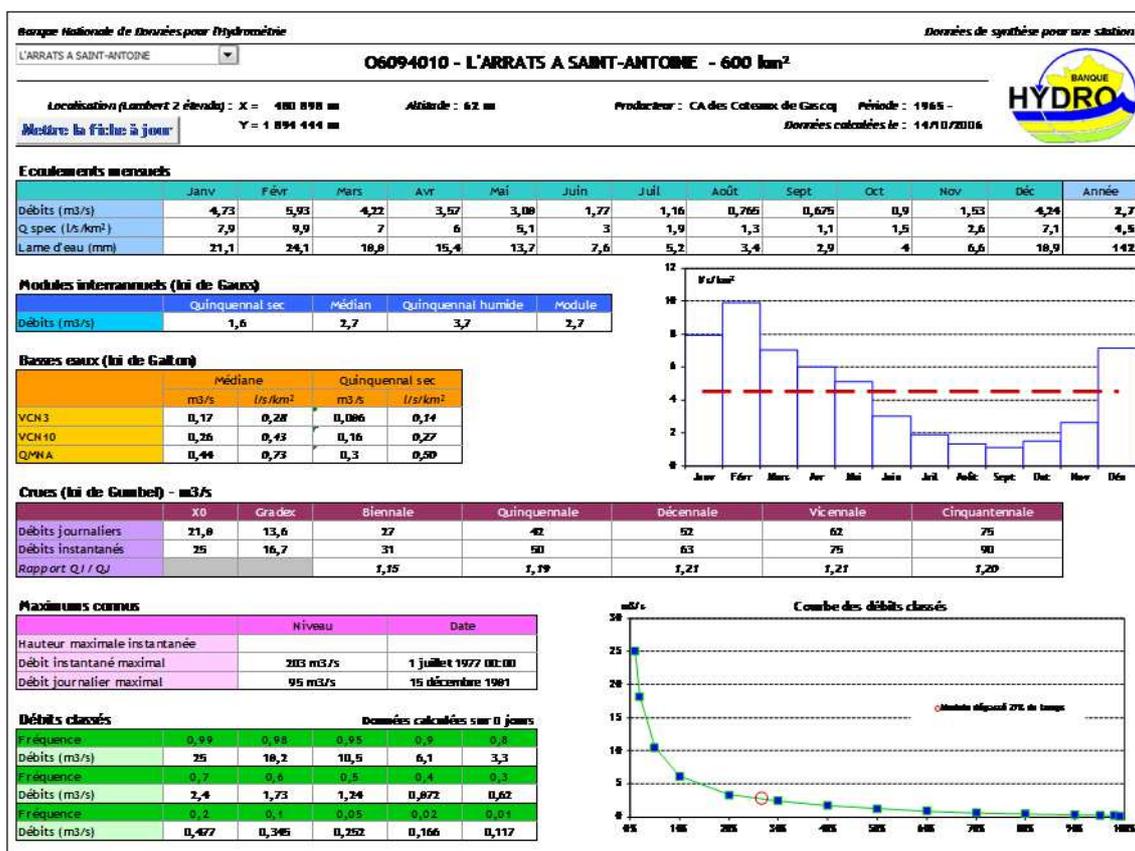


Figure 26 - Données hydrologiques de l'Arrats

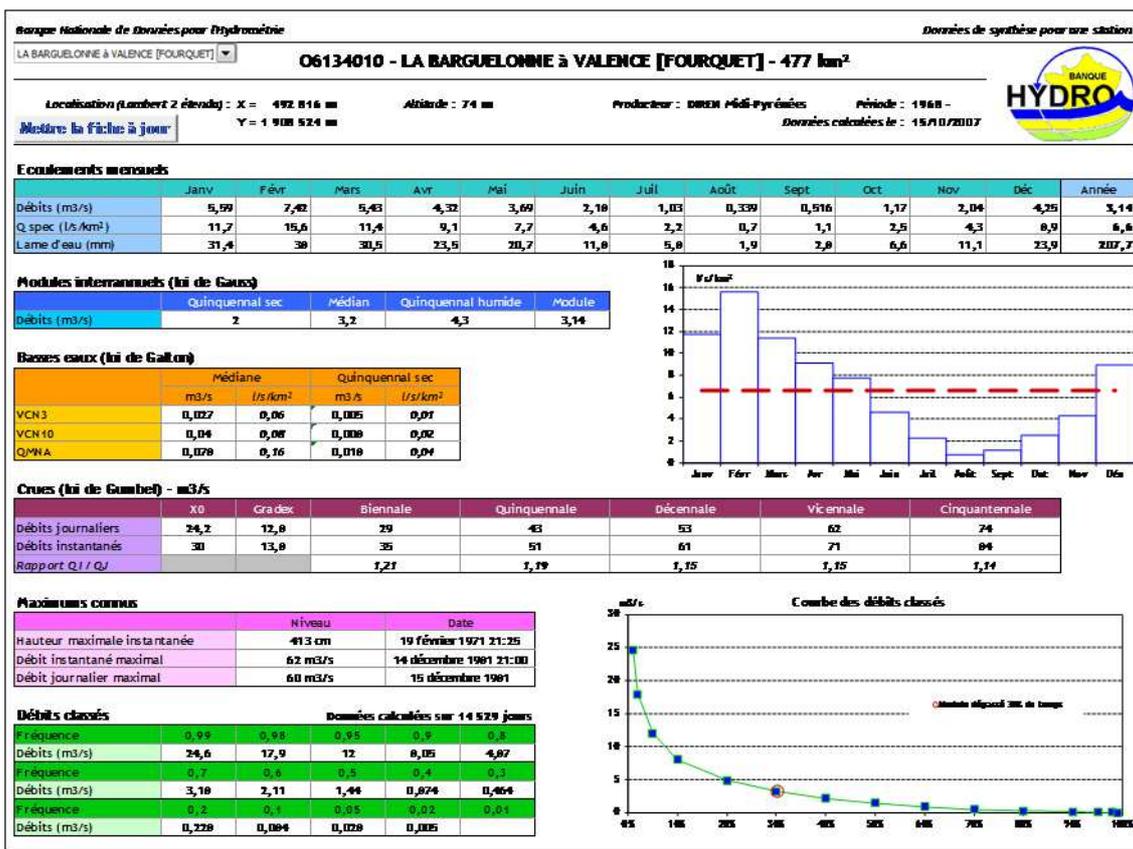


Figure 27 - Données hydrologiques de la Barguelonne

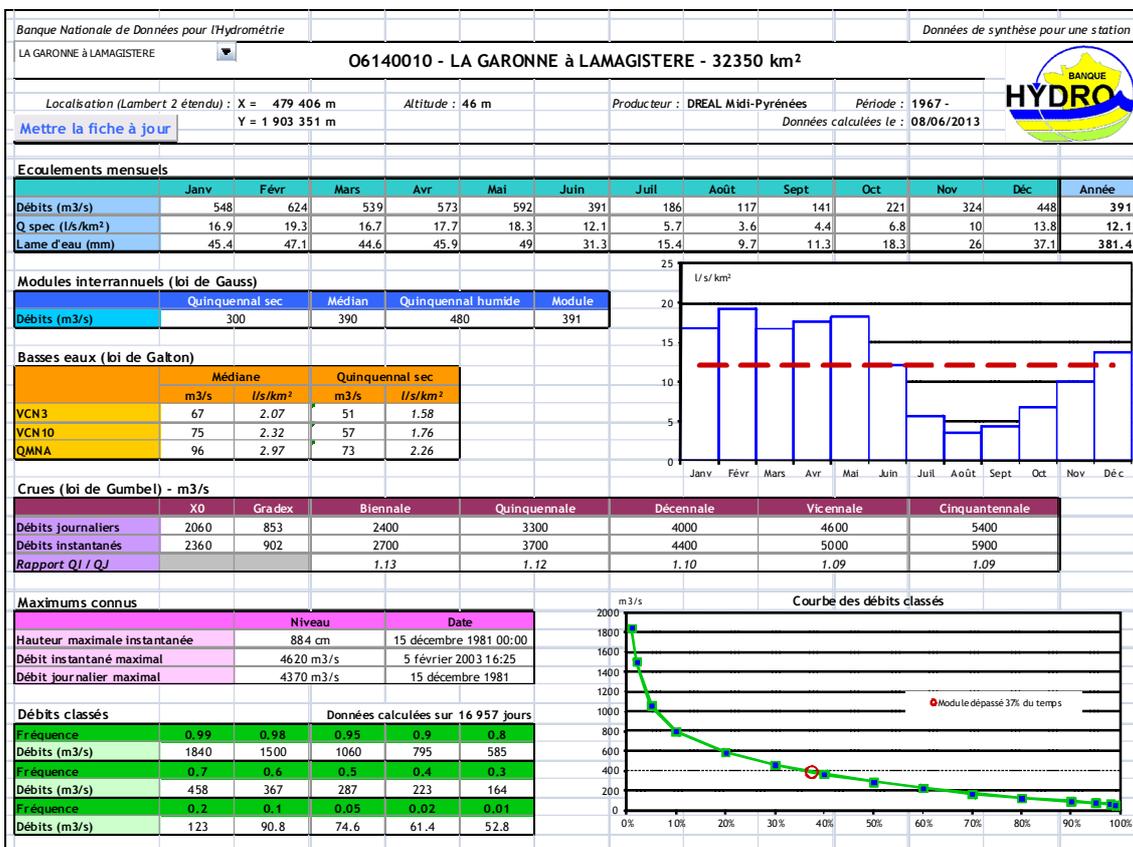


Figure 28 - Données hydrologiques de la Garonne à Lamagistère

Le régime hydrologique de la Garonne et ses quantiles caractéristiques sont représentés sur la Figure 29.

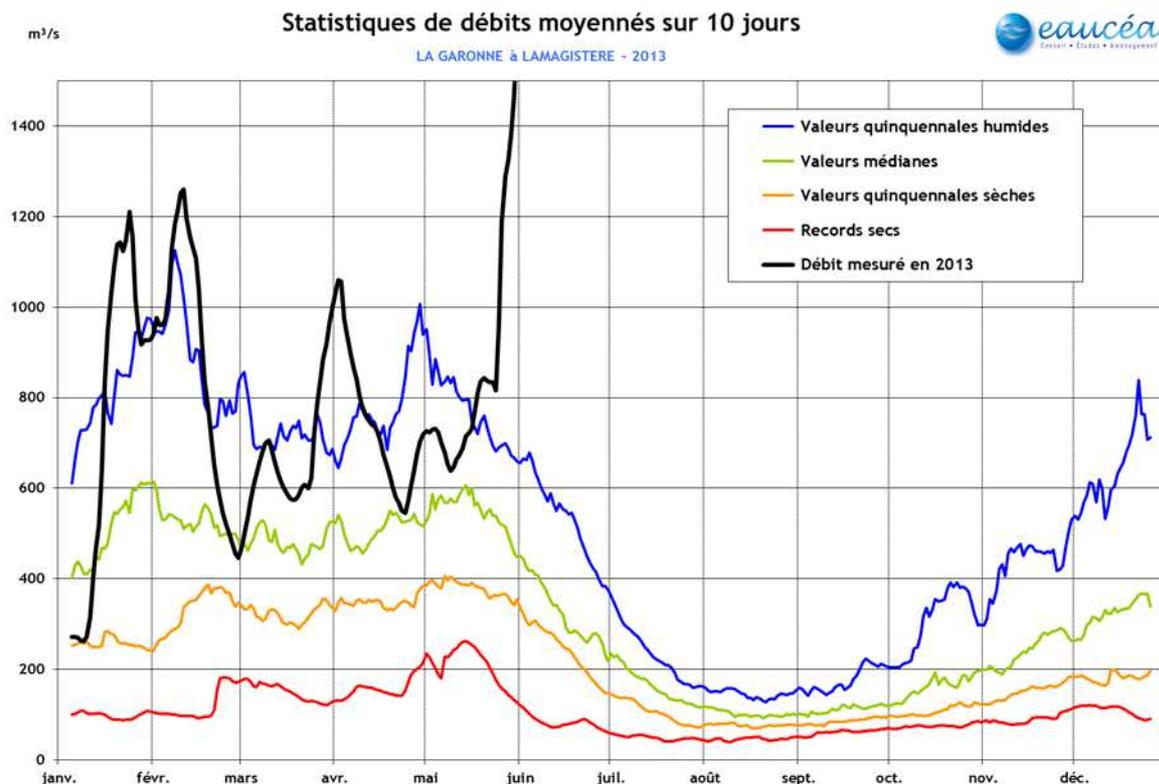


Figure 29 : Quantiles caractéristiques des débits de la Garonne à Lamagistère

Le bassin versant intermédiaire (BVI) entre la prise d'eau (3900 km²) et les trois stations précédentes est de 373 km².

Le module reconstitué à la prise d'eau en se fondant sur les seules données mesurées et inscrites dans la banque hydro serait donc de :

M Lamagistère-M Barguelonne-M Arrats- M BVI \approx 385 m³/s –MBVI

Le débit spécifique de ce secteur de plaine est sans doute une moyenne entre celui de l'Arrats et celui de la Barguelonne, soit environ 5,5 l/s/km². Le module du BVI serait donc de 2m³/s environ.

Le module à la prise d'eau sur la longue période peut donc être estimé à 383 m³/s environ.

Ce module a tendanciellement décliné sur la longue période (Figure 30).

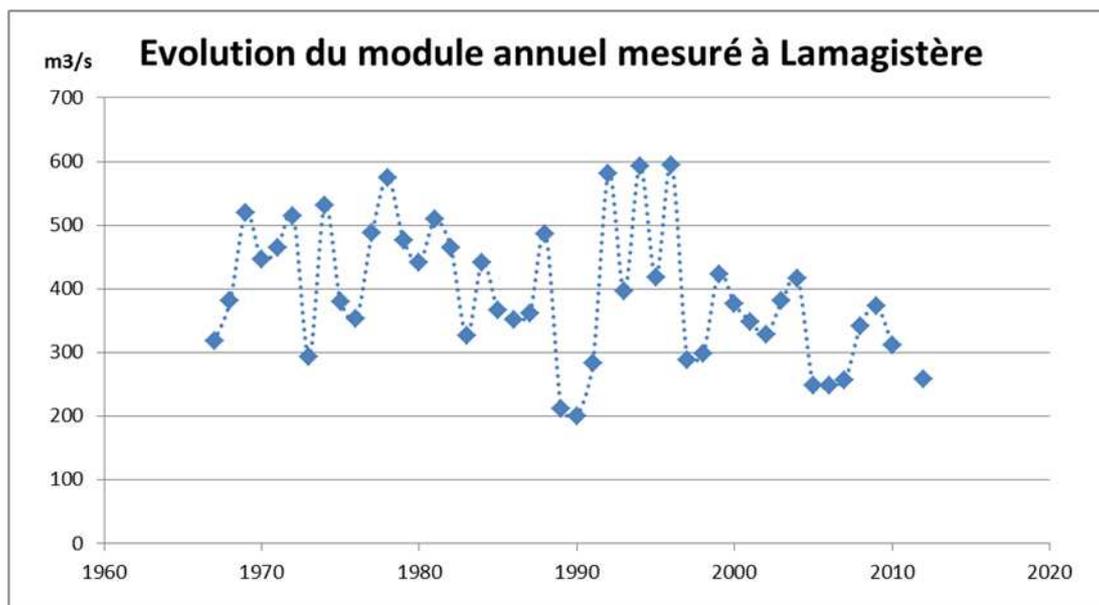


Figure 30 - Evolution du module à Lamagistère depuis 50 ans

6.3 DEBITS NATURALISES

Le module de référence réglementaire est le module naturel. Son appréciation passe par des hypothèses de calcul des influences.

Pour la Garonne à Lamagistère, des débits « naturalisés hors influence hydroélectrique pure » ont été obtenus dans le cadre des PGE Garonne et Tarn en soustrayant l'incidence cumulée sur le bassin versant amont des prélèvements, restitutions, soutien d'étiage et transferts. Néanmoins, cette chronique ne concerne que la période estivale (juin à octobre). Sur cette période la plus sollicitée en terme agricole, les influences moyennes sont de $-26,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

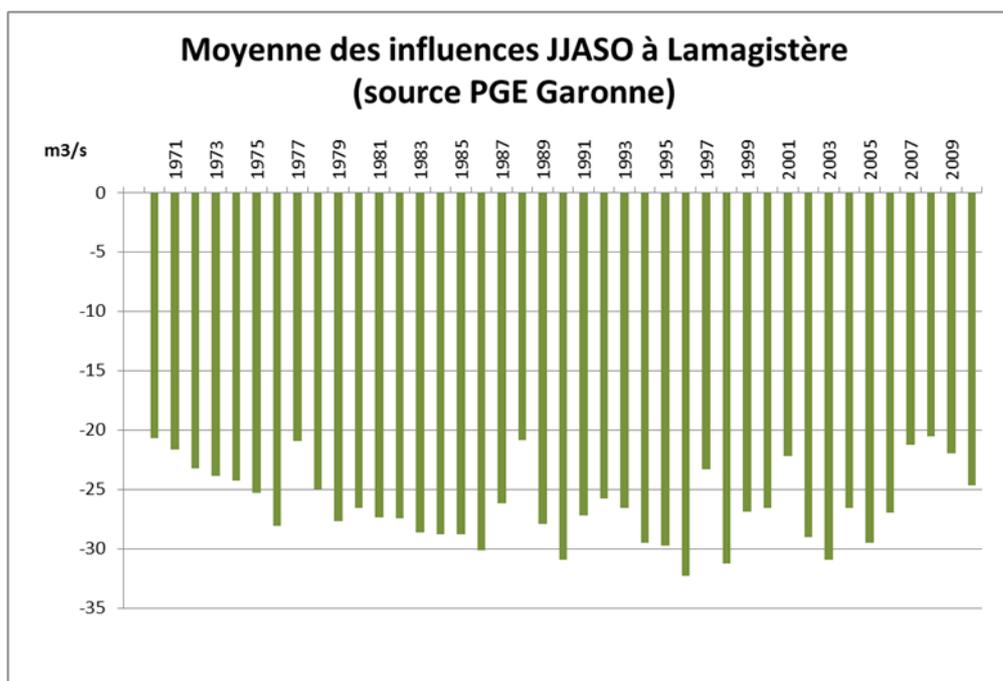


Figure 31 - Influences JJASO à Lamagistère

D’autres approches fondées sur des modélisations pluie débit aboutissent à des estimations de régime naturel qui confirment les ordres de grandeurs précédents. Ces modèles permettent des projections climatiques en modulant le régime des précipitations et de l’évapotranspiration.

Une approche multi-modèle dans le cadre de l’étude IRSTEA-ONEMA³ a abouti à une carte nationale des modules et QMNA5 calculés sur une grande partie des tronçons de la BD Carthage. Les débits obtenus par cette méthode à Lamagistère sont donnés dans le tableau ci-dessous

Tableau 1 - Indicateurs hydrologiques estimés à Lamagistère sur la base BdCarthage (source IRSTEA-ONEMA)

	Limite basse (IC 80%)	Estimation	Limite haute (IC 80%)
Module (m ³ /s)	333	442	585
QMNA5 (m ³ /s)	56	101	160

Notons que l’intervalle de confiance à 80% pour l’estimation du module et du QMNA5 est respectivement de 252 et 104 m³/s.

D’autre part une note de robustesse du calcul est donnée à chaque résultat (‘fragile’, ‘prudence’ et ‘robuste’), dans le cas de la Garonne à Lamagistère, cette note est qualifiée de ‘prudence’.

Dans cette approche aucune influence d’une évolution climatique n’a été prise en compte.

Nous nous appuyerons dans la suite sur le travail réalisé par la DTG dans le cadre du *bilan d’expérience des soutiens d’étiages*, et dont nous avons extrait les principales conclusions concernant le régime de la Garonne moyenne.

La question de l’évolution climatique est complexe. Une analyse historique sur plus de 50 ans permet ainsi de montrer une hétérogénéité au niveau national quant aux fluctuations des précipitations sur les principaux bassins montagnards (et donc hydroélectriques) français.

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

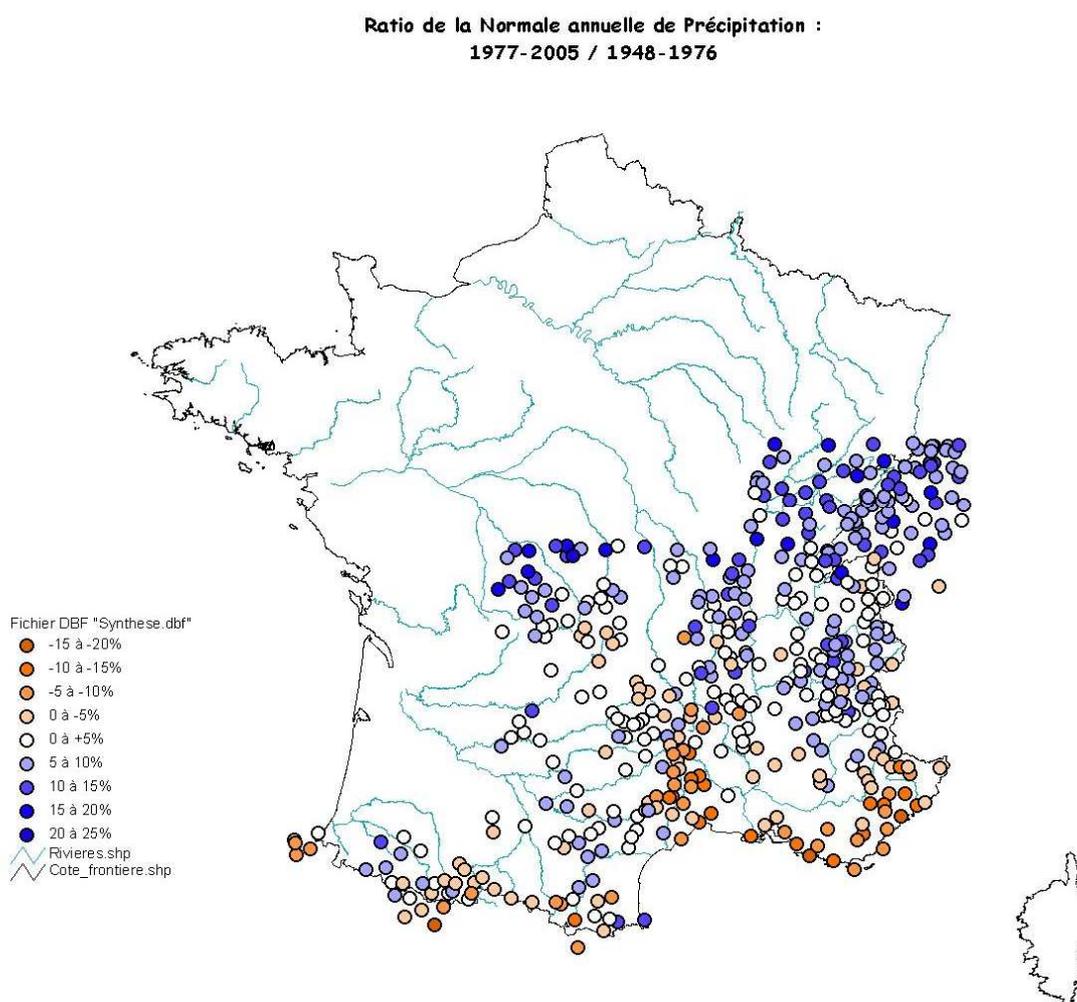


Figure 32 - Les précipitations sur les principaux bassins hydroélectriques Français Source EDF DTG/2009

La diversité des évolutions locales restera probable dans le futur, avec des réponses très variables aux évolutions globales. La baisse des précipitations dans le sud-ouest, a induit très logiquement sur le bassin Adour Garonne une aggravation de l'intensité et de la fréquence des étiages.

L'étude Imagine 2030 (Cemagref, Edf, Aeag, Etat- 2009) a couvert un champ important du bassin versant de la Garonne, décrivant bien les deux grands systèmes hydrologiques issus des Pyrénées et du massif Central.

Cette étude a notamment inventorié les influences liées aux prélèvements de toutes natures ce qui a conduit par modélisation à la production de séries de débits désinfluencés sur différents points nodaux. Cette étape, préalable obligatoire au calage de modélisation à vocation prospective, reprend donc les travaux engagés au travers des différents PGE du bassin qui se sont tous fondés sur une « naturalisation » des débits, seuls moyens de connaissance de la ressource brute.

Les données d'entrée utilisées sont multiples et permettent de reconstituer des chroniques longue période pouvant être interprétées.

- [S1] Débits observés (QJ) à Lamagistère (Source IMAGINE 2030) de 1971 à 2005

- [S2] Débits observés (QJ) à Lamagistère (Source DTG et Banque Hydro) de 1967 à 2008
- [S3] Débits ANR naturel (QJ) à Lamagistère (Source Imagine 2030) de 1971 à 2005.

Cette série tient compte des :

- Prélèvements estimés selon la méthode IMAGINE (Agricoles, AEP et Industrie) ;
- Des variations des réserves sur le territoire ;
- Des exportations et importations de volumes sur le bassin (Canal latéral, canal de la Neste, Aménagements EDF...).

6.3.1 L'évolution du module à Lamagistère (32 250 km²)

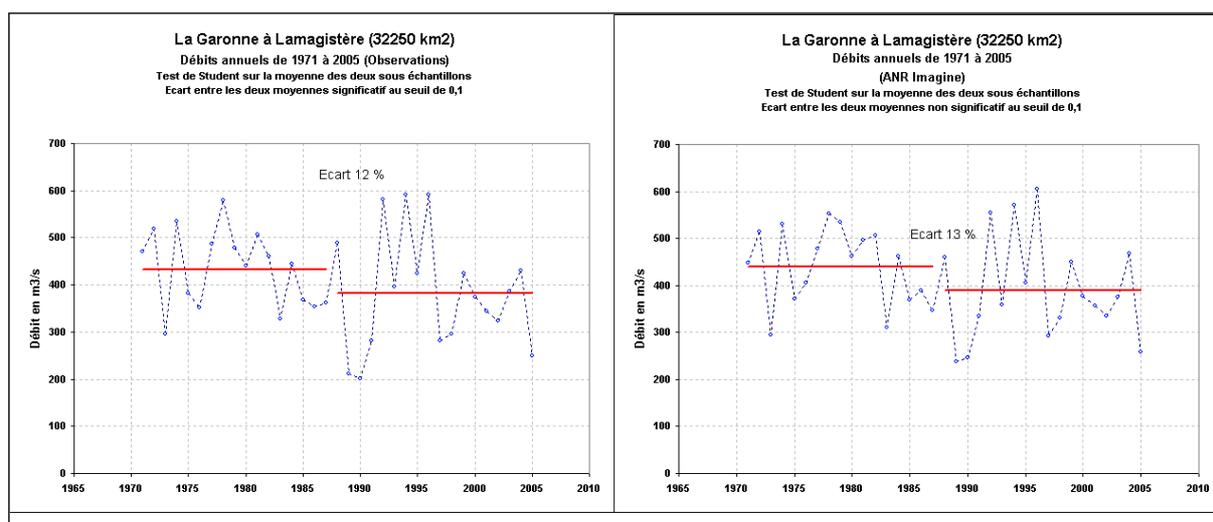


Figure 33 - Module observé et naturalisé à Lamagistère

Le module de la Garonne à Lamagistère (32250 km²) calculé à partir de la série S1 vaut 406,8 m³/s :

- entre 1971 et 1987 il vaut 433,1 m³/s ;
- entre 1988 et 2005 il vaut 382,0 m³/s⁴.

L'écart des moyennes des deux sous périodes vaut 12% mais il n'est pas considéré comme significatif par le test de Student au seuil 0.1.

Le module de la Garonne à Lamagistère calculé à partir de la série S3 vaut 411,5 m³/s :

- entre 1971 et 1987 il vaut 439,4 m³/s ;
- entre 1988 et 2005 il vaut 389,9 m³/s.

⁴ Nota ce module a encore tendancielllement diminué depuis 2005

L'écart des moyennes des deux sous périodes vaut 13% mais il n'est pas considéré comme significatif par le test de Student au seuil 0.1.

On observe que les modules naturels reconstitués et observés sont peu différents. Ce constat relativiserait l'impact annuel des consommations d'eau, des transferts entre bassins et de la gestion des réservoirs qui est annuelle dans la grande majorité des cas.

6.3.2 Régime hydrologique mensuel

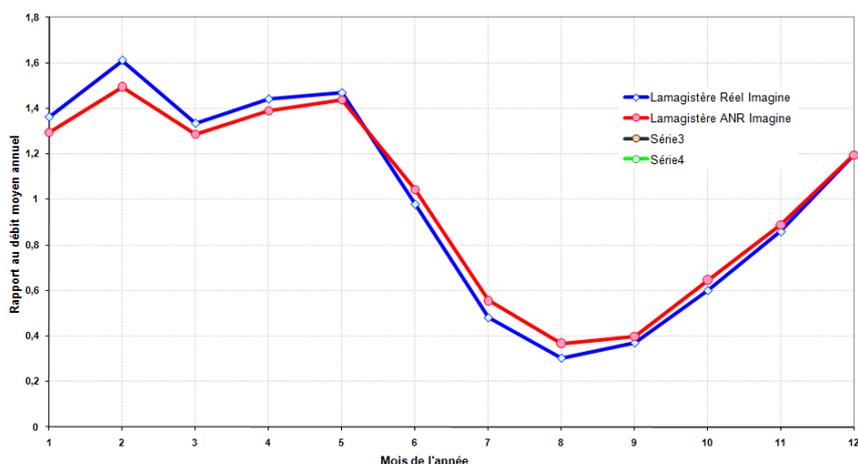


Figure 34 : Régime moyen de la Garonne à Lamagistère

Ce graphe EDF DTG présente l'intérêt de réintégrer le niveau d'influence des transferts hydroélectriques saisonniers ainsi que le couplage avec la pression de prélèvement agricole estivale. La courbe naturelle est ainsi plus basse que les débits mesurés en hiver, cette situation s'inversant en été mais amortie par le soutien d'étiage.

6.3.3 L'évolution du VCN10 à Lamagistère

Le VCN10 constitue l'outil de vérification du respect du Débit Objectif d'Étiage. Il est donc intéressant d'étudier son évolution sur la période considérée.

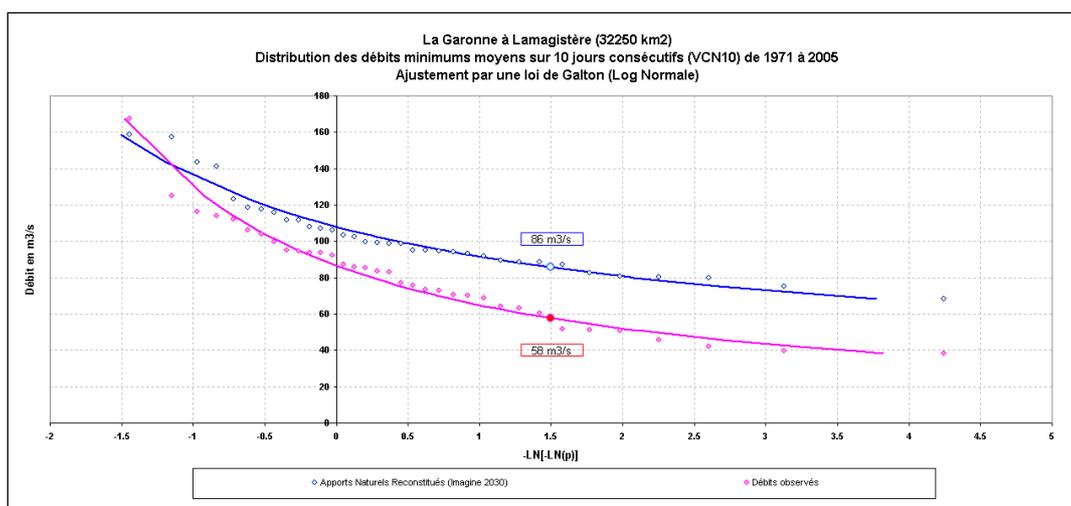


Figure 35 : Etude de probabilisation des VCN10 à Lamagistère

Le VCN10 de période de retour 5 ans pour les débits réels vaut 58 m³/s.

Le VCN10 de période de retour 5 ans pour les débits naturels reconstitués vaut 86 m³/s quasiment égal au DOE. L'hypothèse d'une incidence sensible des usages sur les débits d'étiage est donc confirmée.

6.4 PROSPECTIVE CLIMATIQUE : EVOLUTION DE LA RESSOURCE

Globalement, sur le bassin Adour Garonne, l'Agence de l'eau en collaboration avec le CNRM a engagé une réflexion prospective sur les étiages sous changement climatique (Caballero et al., 2007). Selon les modèles utilisés, une réduction de 11% des débits d'étiage est annoncée à horizon 2050, conséquence d'une diminution des précipitations et d'une augmentation des températures de l'air marquée en été.

Les conclusions de cette étude prospective confirme voire aggrave les premières analyses hydrologiques projetant un climat simulé dans le futur avec les hypothèses du GIEC.

« L'augmentation des températures en moyenne de +2°C en été, induit une diminution marquée des débits estivaux (sur les moyennes saisonnières et sur les extrêmes) et un allongement des événements sous le seuil actuel de référence QMNA5. Ce résultat est cohérent avec ceux issus des études récentes exploitant la même base de données de l'IPCC mais désagrégée de manière différente. Les bassins sous influence méditerranéenne ont une sensibilité distincte des bassins pyrénéens aux évolutions climatiques. Les modèles hydrologiques et le grand nombre de scénarios climatiques considérés permettent de quantifier en partie les incertitudes pesant sur le futur du bassin. »

Ces scénarios décrivent un futur avec des étiages plus intenses.

7 INTERACTION ENTRE LA RESSOURCE ET LES AMENAGEMENTS DU SITE

7.1 DEBIT RESERVE ET DEBIT DEVERSANT DANS LE SECTEUR COURT-CIRCUITE

Les débits du secteur court-circuité sont soumis à plusieurs influences.

La principale est liée à la dérivation d'eau pour l'exploitation hydroélectrique. Celle-ci dépend :

- Du débit maximum turbinable avec l'hypothèse que ce débit est équivalent au débit dérivable par le canal d'amenée ;
- Du débit réservé ;
- Du débit minimum turbinable (débit de démarrage de la plus petite turbine) ;
- Et bien sur des apports amont.

Le graphe ci-dessous illustre sur une année les bilans enregistrés par EDF sur la répartition des débits. Nous constatons des phases fréquentes de déversement qui s'ajoutent au débit réservé.

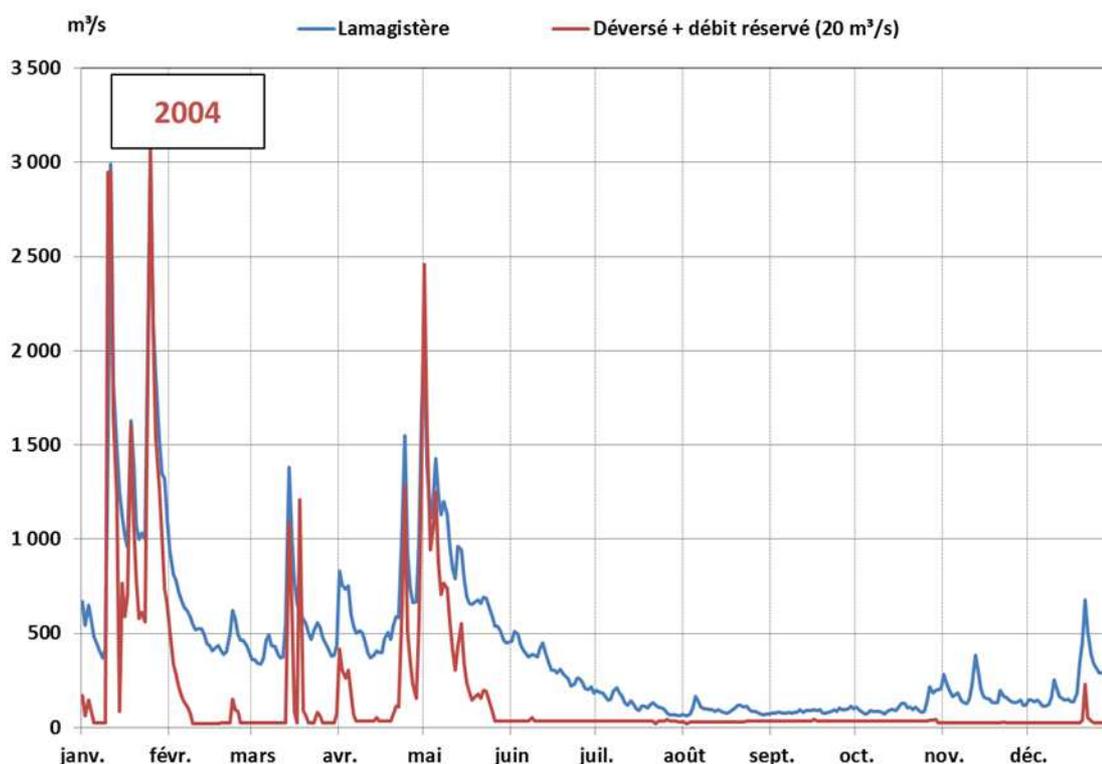


Figure 36 - Bilan type de répartition des débits au niveau du TCC

Des simulations selon les hypothèses suivantes ont été effectuées afin d'apprécier la sensibilité de ce phénomène à la valeur de débit réservé :

- Débit turbinable mini : 56,7 m³/s
- Débit turbinable maxi : 540 m³/s
- Débit réservé : variable

Débit des apports = débits mesurés à Lamagistère (sans correction)

Tableau 2 - Débit moyen du secteur court-circuité en m³/s en fonction du DR moyenne 1983/2010

Débit moyen du secteur court-circuité en m³/s en fonction du DR
Scénario Débit réservé m³/s

	10	20	31	40
Janvier	143	150	158	165
Février	158	165	172	178
Mars	92	100	108	115
Avril	137	143	150	156
Mai	126	132	139	144
Juin	57	67	77	85
Juillet	23	34	46	55
Août	20	35	50	58
Septembre	24	39	54	67
Octobre	32	43	58	69
Novembre	74	83	94	101
Décembre	108	116	126	133
Année	82	92	102	110

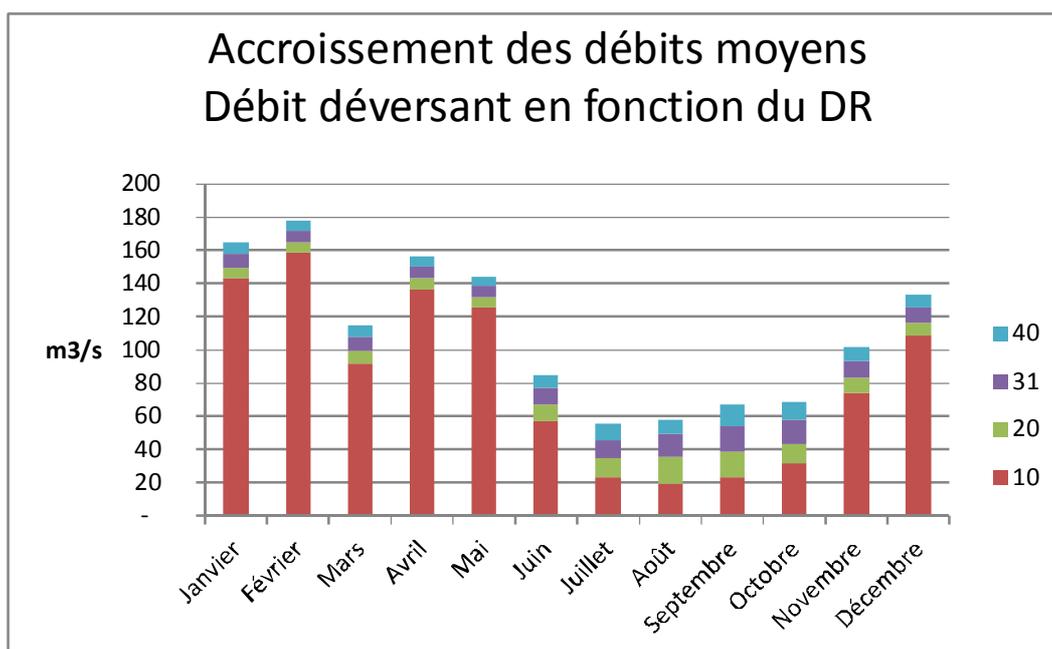


Figure 37 – Histogramme des débits moyens du secteur court-circuité en m³/s en fonction du DR

7.2 BILAN HYDROLOGIQUE DU SECTEUR COURT-CIRCUITE : PRELEVEMENTS ET APPORTS PAR BIEF

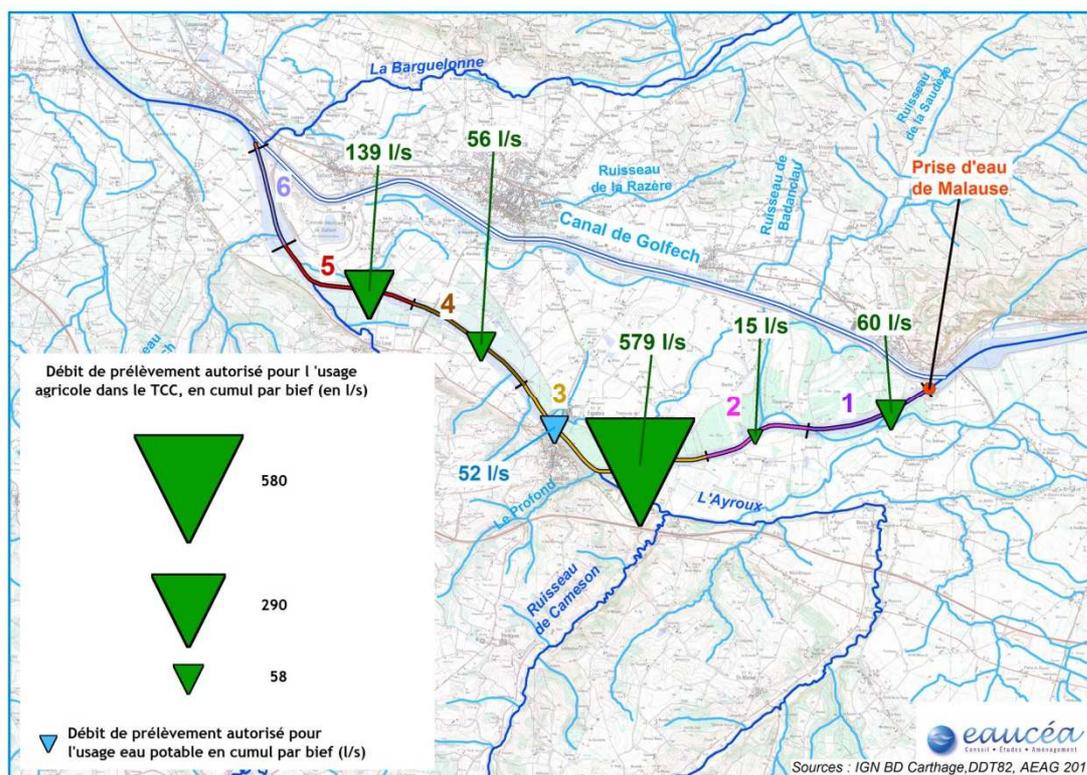


Figure 38 - Apports/Prélèvements hydrologiques sur le TCC

Les débits de prélèvement pour l’eau potable sont estimés comme suit :

Tableau 3 - Données de prélèvement AEP sur le TCC

Nom intervenant	Numéro de la commune	Nom de la commune	volume estimé (m ³ /an)	Débit moyen estimé (l/s)
SYNDICAT MIXTE DES EAUX D'AUVILLAR ET LAVIT	82054	ESPALAIS	813346	26
SAUR FRANCE	82101	MALAUSE	824327	26
Total			1637673	52

Les débits de prélèvements d’irrigation représentent un cumul autorisé de 850 l/s et un volume de 2,77 Mm³ qui dépassent en période estivale les apports naturels des cours d’eau affluents.

Sur les deux biefs les plus concernés le bilan est le suivant :

- Bief 3 : Prélèvements autorisés 579 l/s plus prélèvement amont => cumul des prélèvements 850 l/s ; apports du ruisseau l’Ayroux ≈ environ 75 l/s en QMNA5.
- Bief 5 : prélèvements autorisés = 139 l/s plus prélèvement amont => cumul des prélèvements 850 l/s ; apports cumulés des affluents ≈ environ 380 l/s en QMNA5

7.3 SOURCE DE POLLUTION LOCALE : DISTRIBUTION ET IMPORTANCE DES REJETS

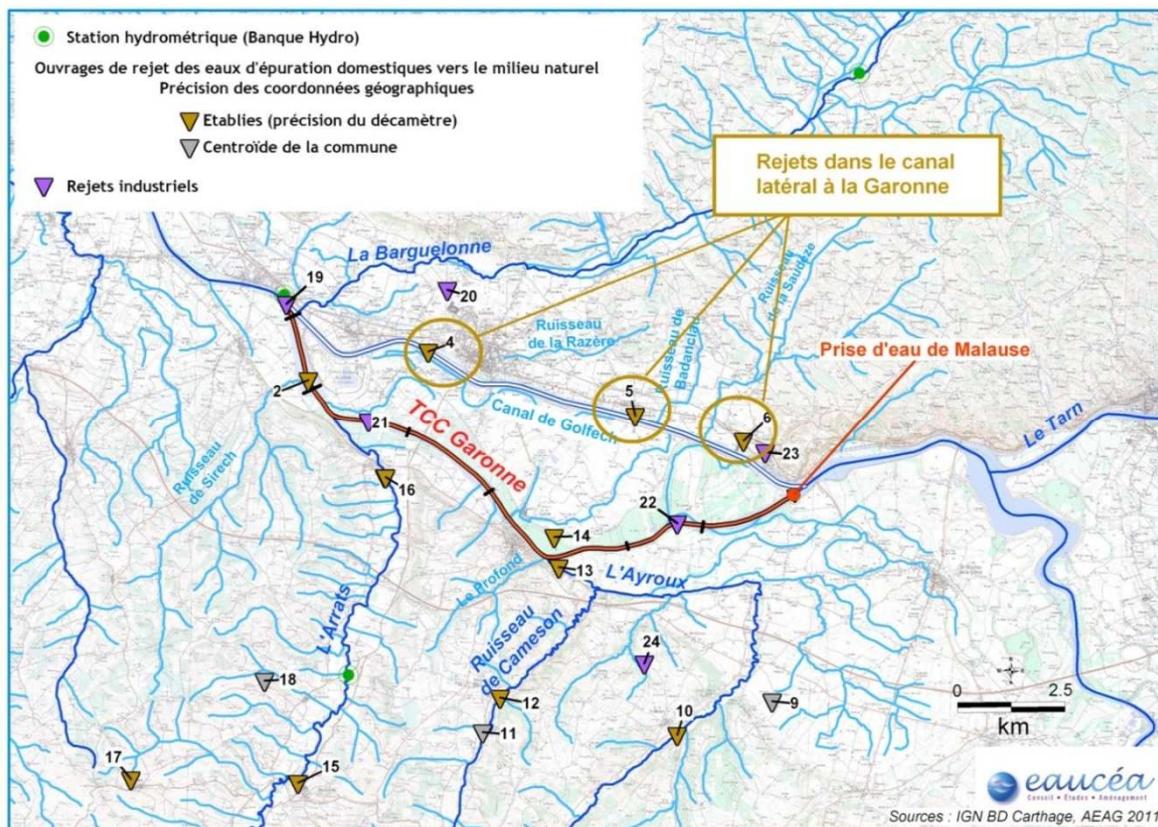


Figure 39 - Cartographie des rejets

7.3.1 Rejets domestiques

Tableau 4 - Données de rejets domestiques locaux / STEP

numéro rejet	code	nom STEP	capacité DDT (en EH)	commune
1	RJ_0582072V0061	GOLFECH (COMMUNALE n°2)	1800	GOLFECH
2	RJ_0582072V0051	GOLFECH (L DIT LABAGUER)	200	GOLFECH
3	RJ_0582089V0031	Lamagistère (Hameau Roudhes)	150	LAMAGISTERE
4	RJ_0582186V0031	VALENCE D AGEN (COMMUNALE)	7500	GOLFECH
5	RJ_0582141V0011	POMMEVIC (COMMUNALE)	300	POMMEVIC
6	RJ_0582101V0011	MALAUSE (COMMUNALE)	750	MALAUSE
7	RJ_0582054V0011	ESPAIS (COMMUNALE)	350	AUVILLAR
8	RJ_0582089V0021	Lamagistère	1990	LAMAGISTERE
9	RJ_0582139V0011	Le Pin	100	LE PIN
10	RJ_0582166V0011	ST MICHEL (COMMUNALE)	100	SAINT-MICHEL
11	RJ_0582010V0021	BARDIGUES (Lotissement Mareil)	45	BARDIGUES
12	RJ_0582010V0011	BARDIGUES (COMMUNALE)	250	BARDIGUES
13	RJ_0582008V0021	AUVILLAR (COMMUNALE)	1200	ESPAIS
14	RJ_0582169V006	ST Nicolas (ASF)	350	SAINT-NICOLAS
15	RJ_0582102V0011	MANSONVILLE (comunale)	350	MANSONVILLE
16	RJ_0582165V0011	ST LOUP (COMMUNALE)	400	SAINT-LOUP
17	RJ_0532131V0011	FLAMARENS	75	FLAMARENS
18	RJ_0532358V0011	SAINT ANTOINE (Communale)	100	SAINT-ANTOINE
19	RJ_0582169V005	ST NICOLAS DE LA GRAVE (Communale)	2000	SAINT-NICOLAS
20	RJ_0582141V0021	POMMEVIC fpr	600	POMMEVIC
TOTAL			18 610	

Sur le plan quantitatif, un équivalent habitant représente environ 150 l/jour soit pour l’ensemble des rejets identifiés dans le périmètre proche du secteur court-circuité environ 18 600 EH correspondant à un débit cumulé de rejet instantané de 32 l/s.

7.3.2 Rejets industriels directs (source Agence de l’eau) Agence de l’eau

Tableau 5 - Données des rejets industriels

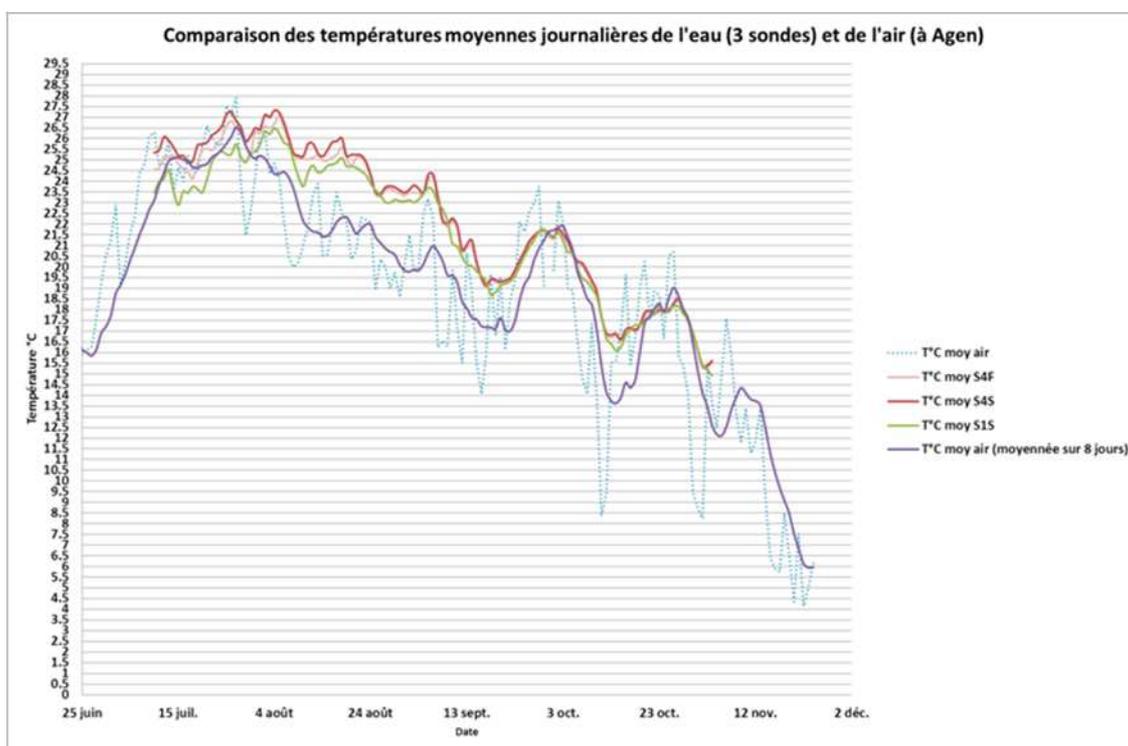
numéro	code	libelle	activite	libellé point	commune
19	EI82072101	EDF C.N.P.E. GOLFECH	Production d’électricité	EDF C.N.P.E. GOLFECH	DONZAC
20	EI82186103	VILLEROY ET BOCH S.A.	Fabrication d’appareils sanitaires en céramique	VILLEROY ET BOCH S.A.	VALENCE
21	EI82165100	sablières du val d’agenais	Exploitation de gravières et sablières, extraction d’argiles et de kaolin	ENTREPRISE LAGARDE	GOLFECH
22	EI82109101	SOC EXPLOITATION DES GRAVIERES DE MERLES	Exploitation de gravières et sablières, extraction d’argiles et de kaolin	SOC EXPLOITATION DES GRAVIERES DE MERLES	MALAUSE
23	EI82101001	SYNDICAT MIXTE MOISSAC VALENCE PUYMIROL STATION DE MALAUSE	Captage, traitement et distribution d’eau	SYNDICAT MIXTE MOISSAC VALENCE PUYMIROL STATION DE MALAUSE	MALAUSE
24	EI82166003	SYND MIXTE EAUX D’AUVILLAR ET LAVIT STATION DE CANDES	Captage, traitement et distribution d’eau	SYND MIXTE EAUX D’AUVILLAR ET LAVIT STATION DE CANDES	SAINT-MICHEL

Trois sondes ont été placées sur le TCC :

- Une au niveau du seuil I en rive gauche, notée **S1S**, à 5 m de la berge, en surface (10 cm sous la surface). La profondeur étant inférieure à 1 m, aucune sonde n'a été placée au fond.
- Deux sondes ont été placées au niveau du seuil IV en rive gauche, à 5 m de la berge. Une sonde fut placée en surface (10 cm sous la surface), notée **S4S**, et une sonde fut placée au fond (1,7 m), notée **S4F**.

Les sondes ont enregistré des données continues horaires (toutes les heures) sur une période du 10 juillet au 3 novembre.

Le graphique ci-dessous présente les résultats des trois sondes, couplés avec les relevés de la température de l'air à Agen (donnée météo France) représentés en moyennes journalières et en valeurs moyennées sur huit jours. Il faut noter un point important, le débit du TCC durant cette période est le même, il est égal au débit réservé (20 m³/s).



	S4S/T°C air	S4F/T°C air	S1S/T°C air
Coefficient de corrélation	0.93	0.93	0.91

Figure 41 - Comparaison des T° moyennes journalières de l'eau et de l'air

Globalement la température de l'eau répond bien aux variations de la température de l'air. Cela est d'autant plus vrai si l'on considère la température moyennée sur les huit jours précédents. Ceci s'explique par l'inertie des volumes d'eau issus de la retenue de Malause. Les variations de température de l'air (hausse et baisse) se répercutent sur la température de l'eau mais sont amorties. Les coefficients de corrélations réalisés entre les valeurs de température de l'eau et les valeurs moyennées sur huit jours de la température de l'air, montrent très bien cette liaison.

Concernant les courbes de température de l'eau, il peut être identifié deux ensembles. Le premier correspond à la période estivale (juillet/août) et le second correspondant à la période automnale (fin septembre/octobre).

Sur la période estivale, la température augmente dans le secteur court-circuité. La différence maximum enregistrée sur la période est de 2,3°C le 15 juillet entre le seuil 1 et le seuil 4. Cet épisode fait suite à un fort contraste thermique de l’air.

Concernant le seuil IV, la courbe de température au fond possède des valeurs inférieures à celle de surface sur toute la période également. La différence maximum est de 0,9 °C, au minimum ces deux valeurs sont égales.

La période automnale, correspond à un abaissement continu de la température (avec des réchauffements suivis d’abaissements), les trois courbes sont sensiblement superposées. L’effet de rééquilibrage thermique du secteur court-circuité disparaît.

Pour affiner la description du comportement de la température sur les deux périodes, les graphiques ci-après représentent les moyennes horaires au seuil I et IV sur une période de un mois centrée sur les deux ensembles, à savoir, du 15/07 au 15/08 et du 01/10 au 31/10.

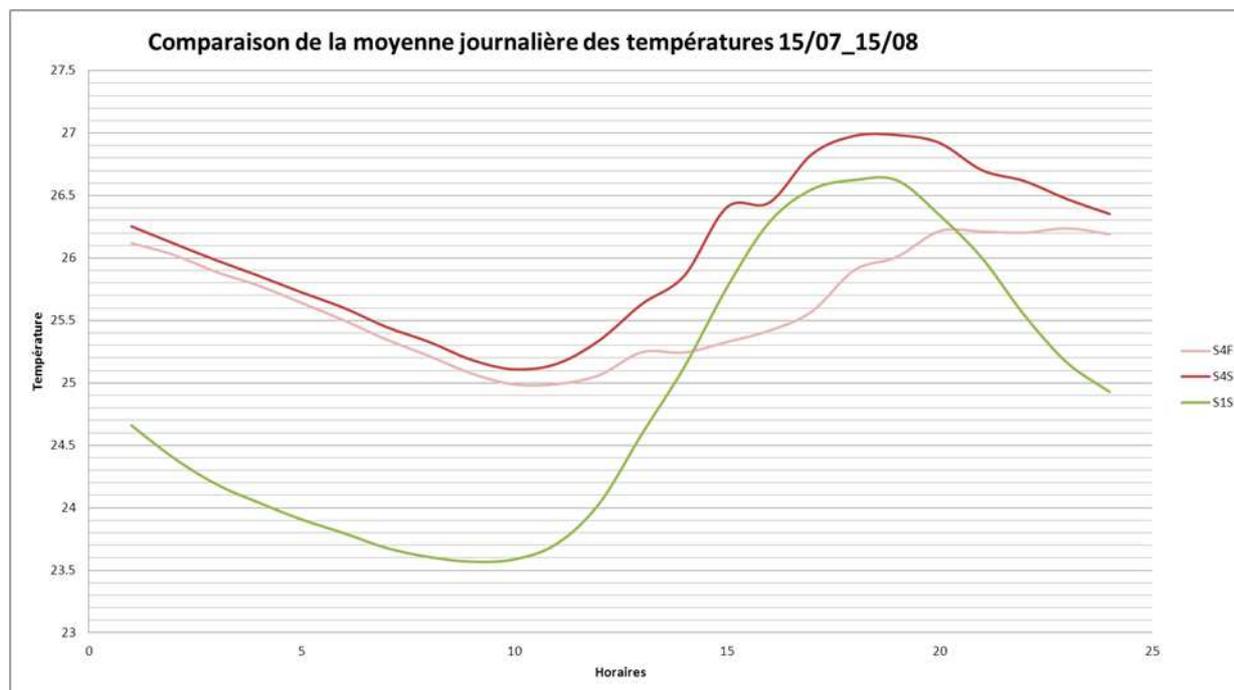


Figure 42 - Comparaison moyennée journalière sur la période estivale

L’amplitude journalière la plus importante concerne le seuil I (S1), où en moyenne il y a 3 °C d’écart entre 9h et 19h.

Pour le seuil IV (S4) en surface, cette amplitude thermique n’est que de 1,9 °C entre 10h et 19h, et pour le fond elle est de 1,24 °C.

Cette situation s’explique probablement par le mode de restitution des eaux au barrage avec une lame déversante apportant les eaux de surface du lac de Malause et des apports plus tamponés et plus froids d’eau de fond. La température moyenne est donc abaissée mais les fluctuations dans le secteur court circuité traduisent les fluctuations de la surface de Malause. Cette condition initiale est donc importante pour le régime thermique du secteur court-circuité.

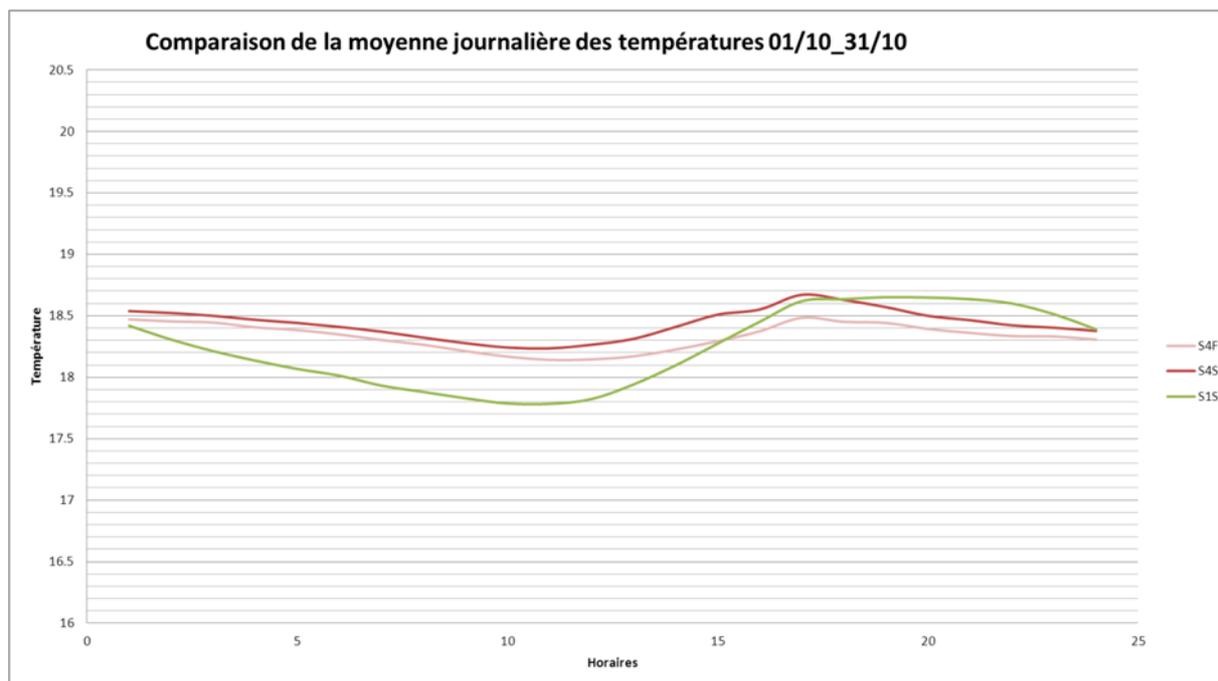


Figure 43 - Comparaison moyennée journalière sur la période automnale

Pour la période automnale, l'amplitude journalière est très limitée comparée à la précédente. En effet, pour S1 cette amplitude n'est plus que de 0,86 °C et pour S4 (surface) elle n'est plus que de 0,43 °C. Il faut noter qu'à partir de 18h et jusqu'à minuit, en moyenne, la température en S1 est supérieure à celle de S4.

La différence de température maximum entre S1 et S4 est de 1,8 °C (en moyenne), elle se produit le matin.

Ces données montrent que la période où le TCC influe le plus sur la température de la Garonne est la période estivale (sachant qu'aucune mesure n'est effectuée en hiver et au printemps).

Une augmentation du débit dans le secteur court-circuité aura des effets sur la température difficiles à anticiper précisément car :

- **Le mode de restitution de l'eau sur le barrage (eau de surface ou de fond) est déterminant.**
- **L'augmentation de débit devrait réduire le rééquilibrage avec la température de l'air (amplitude et valeur moyenne) dans des proportions dépendant de la réponse précédente, c'est-à-dire l'impact des variations de la température de l'air sur celle de la Garonne.**
- **Les déversements sur chaque seuil favorisent ce rééquilibrage.**

8.2 PARAMETRES GENERAUX MESURES LORS DES CAMPAGNES TERRAINS 2013

Les suivis annuels effectués par l'ENSAT pour EDF/CNPE permettent une description du contexte local de la qualité des eaux de la Garonne.

En 2011, il est constaté les données suivantes « *Les teneurs en oxygène (Figure 44) sont généralement proches des valeurs de l'état de saturation à l'air en saison froide. En revanche, pendant la saison dite chaude (période de croissance des alevins), la Garonne, aussi bien en amont qu'en aval de la prise d'eau de Golfech, se trouve dans un état de sous-saturation pratiquement continu conformément à l'appartenance typologique d'un tel cours d'eau (potamon), sans toutefois atteindre un niveau critique* ».

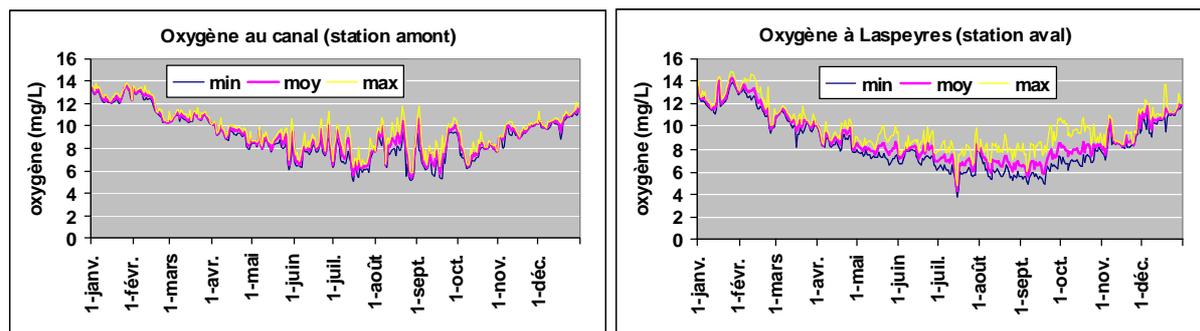


Figure 44 - Evolution des teneurs d'oxygène de l'eau en 2011 (source ENSAT)

Tableau 7 - Données de mesures physico-chimiques spécifiques à cette étude

Date	heure	localisation		Profondeur	Température (°C)	O2 (mg/l)	Tx saturation (%)	conductivité (µS/cm)		
08-juil-13	17h50	Amont	Seuil 1	RD	Surface (0,2 m)	22.6	9.15	106.7	-	
		Aval			Surface (0,2 m)	23.2	8.86	104.8	-	
	17h10	Amont	Seuil 2	RD	Surface (0,2 m)	22.1	8.74	100.9	-	
		Aval			Surface (0,2 m)	23.4	8.64	102.2	-	
	16h30	Amont	Seuil 3	RD	Surface (0,2 m)	24.4	9.57	115.2	-	
		Aval			Surface (0,2 m)	25.5	8.87	109.3	-	
	15h00	Amont	Seuil 4	Profil	RD	Surface (0,2 m)	22.3	8.63	100.1	-
					Surface (0,2 m)	24.6	11.22	135.7	-	
					Fond (2 m)	23	9	105.7	-	
					Surface (0,2 m)	24.9	9.51	115.8	-	
					Fond (3 m)	22.4	8.18	95	-	
					Surface (0,2 m)	24.7	9.57	116	-	
					Fond (3 m)	22.1	8.48	97.9	-	
					Surface (0,2 m)	24.2	9.85	118.3	-	
Fond (3 m)					22.2	8.49	98.4	-		
Surface (0,2 m)					23.7	9.53	113.4	-		
09-juil-13	13h00	Amont	Seuil 5	RG	Surface (0,2 m)	24.3	9.56	115	-	
					Fond (3,5 m)	22	8.53	98.4	-	
06-aout-13	11h00	Amont	Seuil 1	Transect	Fond (2,5 m)	25	8.68	106.1	272	
					1,5 m	25.5	9.74	120	268	
					Surface (0,2 m)	25.8	10.06	124.8	255	
					Fond (1.9 m)	25.8	9.36	117.9	259	
	14h00	Aval			0,9 m	26.1	9.95	124.6	258	
					Surface (0,2 m)	26.2	10.27	128.7	257	
					Fond (5,5 m)	24.6	8.71	106	378	
					3,5 m	25.5	9.88	122.3	270	
09-aout-13	11h00	Amont	Seuil 3	Transect	Surface (0,2 m)	26.1	10.81	135.3	258	
					Fond (2,7 m)	24.1	8.17	97	275	
					1,7 m	24.1	8.24	98.1	275	
					Surface (0,2 m)	24.3	8.29	98.8	275	
					Fond (4 m)	23.9	7.86	93.3	332	
	12h00				2 m	24.5	8.23	98.9	272	
					Surface (0,2 m)	24.7	8.21	98.9	273	
					Fond (10 m)	17.1	0.27	2.8	386	
	12h30				8 m	23.5	7.7	91	95.4	
					6 m	23.9	8.02	95.4	174	
Surface (0,2 m)		24.5	8.32	99.7	272					
Fond (2,8 m)		24.1	7.59	90.2	175					
13h00	1,8 m	24.4	-	97.5	273					
	Surface (0,2 m)	24.7	8.26	99.5	273					

Ces données sont des mesures ponctuelles réalisées lors des différentes campagnes de terrains de l'été 2013. Elles ne peuvent être analysées et comparées finement entre elles du fait de la divergence des dates et des horaires auxquelles elles ont été effectuées.

Sur l'ensemble des mesures (hors fosse de 10 m), les températures vont de 22 °C à 26,2°C et la saturation en oxygène de 90 % à 135,7 %. Ces sursaturations en surface liées à l'activité photosynthétique durant la journée traduisent un phénomène d'eutrophisation évident et un risque de baisse de l'oxygène en fin de période nocturne.

La surface est plus chaude que le fond et aussi plus saturée en oxygène.



Les couches profondes avec une saturation supérieure à 90 % sont bien oxygénées, ce qui est favorable à la vie sur l'ensemble de la colonne d'eau. Il ne semble pas y avoir de différence d'oxygénation entre les biefs amont et aval.

Globalement ces mesures ne font pas ressortir une stratification thermique très marquée dans le TCC. Cependant au niveau de la fosse, dans le bief entre S2 et S3, il semble se produire localement et en dessous de 8 m de profondeur une stratification relativement importante (Figure 45), liée à la topographie singulière de cette fosse.

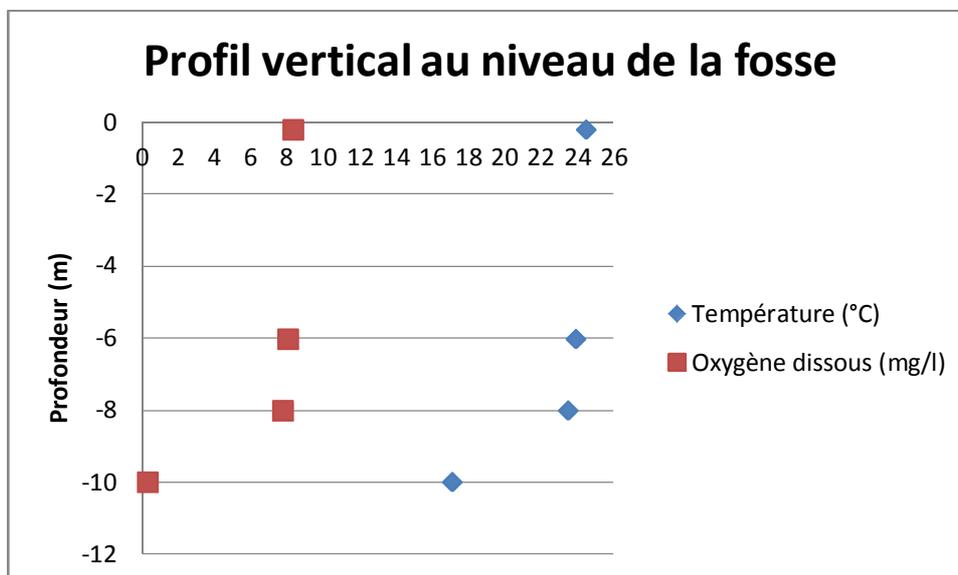


Figure 45 - Profil vertical de mesures physico-chimiques au niveau de la « fosse d'Auvillar »

Comme cela est visible, au fond de la fosse, la concentration en oxygène dissous est quasiment nulle ; cette zone en anoxie est défavorable à la vie benthique et piscicole. La conductivité augmente aussi de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ par rapport à la surface. L'ensemble de ces observations traduit une situation de quasi stagnation des eaux au fond de cette fosse alors que partout ailleurs le brassage naturel pour le débit de 20 m^3/s est suffisant pour homogénéiser la colonne d'eau.

9 HYDROBIOLOGIE

Aucun inventaire biologique direct n'étant prévu dans le cadre de cette étude, les données bibliographiques disponibles ont été recherchées et valorisées le cas échéant.

Les informations sont principalement issues des suivis mis en place dans le cadre du suivi du CNPE, axés sur une comparaison entre les résultats de sites dits « de référence » (sur la Garonne courante en amont de Malause ou directement dans la retenue de Malause et donc, dans des typologies totalement différentes de celles qui nous intéressent) et des sites aval, soit en aval immédiat des rejets de la centrale ou du canal de fuite, soit en aval plus éloigné (là aussi, dans des portions typologiquement différentes du TCC).

Aucune information d'inventaire biologique n'est directement disponible au sein-même du TCC.

9.1 ICTHYOLOGIE

La faune piscicole est abordée au travers des données de pêches électriques par EPA de l'ENSAT. Les données utilisables (ayant un protocole de pêche similaire) proviennent des années 2009 à 2011. Elles sont présentées dans le Tableau 8. Les zones de pêches correspondantes sont :

- R : Zone directement exposée et située à proximité immédiate (de 0 à 300 m) des rejets.
- HR RD : Zone située hors influence des rejets thermiques en rive droite de la Garonne pour caractériser l'effet de la Barguelonne.
- HR RG : Zone située hors influence des rejets thermiques en rive gauche de la Garonne.
- LAM : Zone située au niveau de Lamagistère, comprise de 1600 à 1800 m à l'aval des rejets (zone correspondant à la frayère à Alose de Lamagistère) prospectée en rive droite et rive gauche de la Garonne.
- LAS : Zone située à 5 km des rejets : Saint-Sixte – Laspeyres, prospectée en rive gauche de la Garonne.

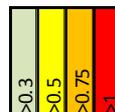
Ces résultats montrent la variabilité des peuplements piscicoles selon les années et les zones de prospections. Cette variabilité tient majoritairement compte des différences hydro-climatiques d'une année à l'autre et leurs répercussions sur les effectifs de reproductions, ceux-ci expliquant une part de la variabilité interannuelle des effectifs totaux.

Au niveau de Golfech, cette variabilité tient aussi compte d'un autre élément, à savoir la position longitudinale du tronçon de Garonne, considéré dans la zonation de Huet. En effet, ce secteur de la Garonne se situe naturellement à la jonction entre la zone à barbeau et la zone à brème (ENSAT, 2011). Cette zonation ne traduit pas exactement la réalité, du fait de démarcation souvent floue.

C'est pourquoi une autre zonation, permet de caractériser 9 assemblages d'espèces piscicoles caractéristiques à l'échelle française (qui reprennent les grandes lignes de la zonation de Huet de façon plus développée). Ces assemblages ont été réalisés à partir des données de pêches de l'ONEMA (Keith *et al.*, les poissons d'eau douce de France). Selon ces assemblages, les stations d'EPA citées précédemment varient d'une année à l'autre d'assemblage C à D (grossièrement de la zone à barbeaux à la zone à brème).

Tableau 8 - Données de pêches des années 2009-2011 dans le cadre du suivi local (source ENSAT)

	R			HR_RD			HR_RG			LAM			LAS		
	2011	2010	2009	2011	2010	2009	2011	2010	2009	2011	2010	2009	2011	2010	2009
Abrette	0.66	0.32	0.609	2.06	0.09	0.711	2	0.34	1.157	2.33	0.02	0.105	2.8	0.08	0.3
Anguille	0.23	0.48	0.39	0.46	0.23	0.308	0.63	0.38	1	0.88	0.43	0.771	0.42	1.18	0.517
Barbesu	0.28	0.23	0.024	0.75	0.14	0.962	0.32	0.42	0.49	0.94	0.02	1.086	1.03	0.48	1.4
Black bass	0	0	0.012	0	0	0.058	0	0.03	0.02	0	0	0.09	0	0	0
Bouvière	0.45	0.03	0	1.03	0.32	0.212	4.85	0.46	0	0.15	0.02	0.057	0.14	0.03	0
Bleynie	0	0	0.012	0	0	0	0.02	0	0	0.02	0	0	0.02	0	0
Breme	0.02	0.36	0.073	0.54	0.38	0.154	0.48	0.77	0	0.65	0.08	0.029	0.09	1.05	0.017
Carrassin	0.03	0.03	0.012	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0.017
Carpe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0
Chevetine	0.52	0.37	0.036	2.94	0.94	0.5	2.86	0.63	0.157	3.02	0.86	1.124	0.83	0.83	0.667
Gardon	0	0.03	0.024	0	0.02	0.423	0	0	0	0.06	0.05	0.029	0.75	0.05	0.033
Goujon	0.08	0.03	0.097	0.28	0.14	0.385	0.29	0.05	0.02	0.03	0.03	0.029	0.26	0.05	0.1
Grémille	0	0	0	0	0.02	0.058	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0
Loche	0	0	0	0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0	0	0.02	0	0
Mulet	0	0.05	0	0	0	0.115	0.05	0	0	0	0	0	0	0.03	0.083
Perche sole	0.15	0.02	0	0.71	0.45	0.173	0.34	0.16	0.02	0.09	0.18	0.029	0	0.08	0
Pseudorasbora	0.02	0.03	0.036	0.58	0.17	0.212	1.35	0.26	0	0.02	0	0.009	0.06	0.08	0.017
Rotengle	0.02	0	0	0.05	0	0.058	0	0	0	0.02	0	0	0.02	0	0
Sandre	0	0	0.012	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silure	0.02	0	0	0	0.03	0	0.02	0	0	0.03	0.02	0	0	0	0
Wainon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0
\$	12	12	12	12	13	14	12	13	8	13	11	11	13	11	10
		17			16			16			16		16		16



Le Tableau 9 reprend les données de 2009 à 2011 concernant les pêches d'inventaires en aval du seuil V, site le plus proximal du TCC, directement étudié ici.

Cependant, pour cette zone il faut bien noter l'aspect de barrière du seuil V, qui est le premier obstacle sur la Garonne au niveau de Golfech et qui conduit un certain nombre de poissons à se rassembler et à se concentrer à son pied, biaisant ainsi les effectifs réels.

De plus, cette partie est considérée comme une zone plus « limnophile », avec des faibles hauteurs d'eau et une température assez élevée, peu comparable avec les biefs étudiés dans le TCC. Cette configuration rend cette zone favorable au grossissement des alevins de plusieurs espèces, qui ont une croissance supérieure sur cette zone comparée aux autres zones échantillonnées (ENSAT).

« Au vu des difficultés d'échantillonnage, ces données ne sont donc qu'informatives » (dixit ENSAT), mais elles donnent de bonnes indications sur les cibles biologiques à prioriser dans le cadre de notre étude.

Les espèces dominantes (***et suffisamment intégratrices pour que l'on puisse idéalement analyser leurs préférences afin d'identifier des gains potentiels d'habitats avec la hausse du débit réservé***) varient au cours des années, ce qui correspond aux résultats des autres points d'échantillonnages, mais globalement, on peut identifier les espèces principales, que l'on retrouve certainement au sein du TCC :

- les **Ablettes**, espèce présente à la fois en lac et en rivière à faible courant, plutôt pélagique qui se reproduisent en eau profonde sur hydrophytes ou lit de graviers ;
- les **Anguilles**, migrateur amphihalins relativement résistant et souple dans ses capacités à s'adapter à son milieu ;
- les **Barbeaux** qui devraient être l'espèce repère mais qui ne trouvent pas des conditions d'habitat adéquates de par les très faibles vitesses de courant dans le TCC notamment et l'absence relative de tapis granulométrique favorable ;
- les **Bouvières**, cyprinidé benthopélagique présent en lac ou dans les fleuves à faible courant ;
- les **Brêmes** qui vivent dans les eaux calmes à fond vaseux-limoneux et donc dans des cours d'eau larges et lents ou dans les lacs ;
- les **Chevesnes** qui s'adaptent à la situation locale mais qui préfèrent les eaux plus courantes ;
- les **Gardons**, affectionnent des eaux calmes mais qui privilégient surtout les zones d'herbiers, assez peu fréquentes dans le TCC ;
- les **Goujons**, dont les préférences sont bien connues et que l'on a très peu de chance de retrouver au sein-même du TCC, principalement en raison du tirant d'eau trop élevé ;

Tableau 9 - Données d'inventaires piscicoles en aval du seuil V, zone la plus proche du TCC concerné par l'étude (source ENSAT)

	Nb/EPA		
	2011	2010	2009
Ablette	2,55	1,1	6,04
Anguille	0,66	0,65	2,04
Barbeau 0+	0,21	0,52	0,171
Barbeau adulte	0,1		
Black bass	0	0,03	0,37
Blennie	0	0,06	0,17
Bouvière	3,55	0,48	2,42
Brème	2	0,32	0,5
Carassin	0	0,06	0,25
Carpe	0,1	0,03	0,08
Chevesne 0+	3,45	0,39	0,79
Chevesne adulte	0,1		
Gardon	0	0	4,29
Goujon	0,66	0,1	1,12
Loche franche	0	0,03	0
Mulet	0,17	0,42	0,25
Perche soleil	0,34	0,32	0,33
Pseudorasbora	3,97	1,81	0,46
Rotengle	0	0	0,04
Sandre	0	0,03	0
Silure	0,03	0,13	0,08

>0.3
>0.5
>0.75
>1

9.2 DIATOMÉES

Les résultats (et le texte associé) sont directement issus des documents de l’ENSAT et de l’Université Toulouse 3, dans le cadre du suivi CNPE et seuls les éléments transposables partiellement ou totalement à notre problématique sont repris ici.

9.2.1 Indicateurs normalisés

Tableau 10 - Données des indicateurs relatifs aux Diatomées (source ENSAT- Université Toulouse 3) (plusieurs inventaires pour l’année 2011)

cours d'eau	Station	août-08	sept.-08	juil.-09	oct.-09	nov.-09	juil.-10	sept.-10	nov.-10	juin-11	juil.-11	août-11
Garonne	Bourret	12,2	12,1	12,3	13,0	14,5	13,8	12,5	13,9	13,7	14,7	8,4
	Golfech	11,4	12,2	12,6	12,6	12,7	9,0	11,6	15,0	15,4		11,1
	Lamagistère	12,6	12,7	13,6	13,5	13,3	11,9	11,7	13,6		13,7	11,4
	St Nicolas de la Balerne	12,6	11,9	12,5	14,6	14,2	11,4	12,2	15,6	16,0	17,0	11,2

Cours d'eau	Station	date de prélèvement	N° préparation omnidia	IBD	IPS
GARONNE	Bourret	juin-11	2011-2040	13,7	13,0
		juil.-11	2011-2043	14,7	13,0
		août-11	2011-2046	8,4	4,3
	Golfech	juin-11	2011-2041	15,4	14,6
		juil.-11			
		août-11	2011-2047	11,1	9,5
	Lamagistère	juin-11			
		juil.-11	2011-2044	13,7	12,6
		août-11	2011-2048	11,4	10,6
	St Nicolas	juin-11	2011-2042	16,0	16,2
		juil.-11	2011-2045	17,0	15,6
		août-11	2011-2049	11,2	9,4

	qualité très bonne
	qualité bonne
	qualité moyenne
	qualité médiocre
	qualité mauvaise

« Les classes de qualité au cours du temps pour les périodes considérées restent globalement moyennes. Les notes les plus faibles apparaissent essentiellement aux mois de juillet et d’août, notamment dans les stations de « Bourret » en 2011, station à de référence amont et de « Golfech » en 2010, station à l’aval immédiat du complexe.

Les impacts du complexe hydroélectrique et nucléaire de Golfech sur la communauté diatomique sont donc relativement discrets. Les effets se ressentent essentiellement au niveau de l’hydrologie et de l’hydromorphologie du cours d’eau. Le déficit en eau (période d’été) associé au fonctionnement de l’ouvrage a tendance à concentrer les pollutions et participe au maintien d’une qualité biologique globale moyenne.

Les impacts directement dus à l’activité nucléaire sont plus difficilement quantifiables.

On notera que la station de « référence » située en amont « Bourret » est de qualité moyenne voire médiocre au cours de l’été 2011. Cette station semble indiquer que le milieu est déjà partiellement perturbé. Cette dernière héberge majoritairement des taxons résistants à la matière organique et minérale. »

9.2.2 Analyse des Traits

« **La saprobie** traduit la tolérance des taxons à la dégradation de la qualité chimique, principalement organique, de l’eau. On obtient ainsi des niveaux de tolérances vis à vis du degré d’oxydation de la matière organique.

Le stade polysaprobe correspond à l’étape où l’on observe des fermentations anaérobies ; les stades α -saprobie et β -saprobie correspondent à une augmentation de l’état d’oxydation ; celui d’oligosaprobe correspond aux eaux naturelles peu ou pas chargées en matières organiques fermentescibles et qui, de ce fait, présentent un taux d’oxygène dissous voisin ou égal à la saturation.

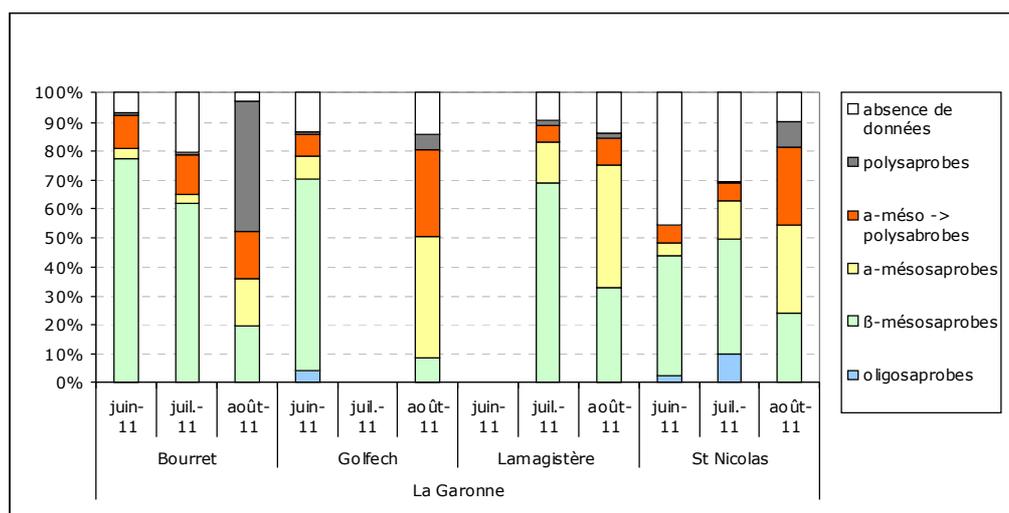


Figure 46 - Analyse saprobique sur les différents sites suivis en 2011 (ENSAT)

La zone d'étude semble être soumise à une contamination d'origine organique plus ou moins importante qui se traduit par la présence de diatomées polluo-résistantes dans les prélèvements surtout au mois d'août. »

9.2.3 N-Hétérotrophie

« Les taxons N-autotrophes sensibles utilisent seulement la matière minérale comme source de nutriments et sont sensibles (régression immédiate) à la présence de faibles quantités d'azote organique. Les taxons N-autotrophes tolérants supportent la présence de fortes quantités d'azote organique (pas de régression importante si la présence d'azote organique n'est pas permanente). Les taxons N-hétérotrophes facultatifs utilisent la matière minérale comme source de nutriment pour se développer mais ont besoin aussi de l'azote organique de façon intermittente. Les taxons N-hétérotrophes obligatoires se développent en présence de fortes quantités d'azote organique de façon permanente. »

9.2.4 Conclusions sur le volet diatomique établi par l'ENSAT

« L'analyse des caractéristiques écologiques des peuplements indique que la zone d'étude est sous l'influence d'une perturbation d'origine organique. C'est également le cas pour la station de référence (Bourret) située en amont de l'ouvrage.

Ces conditions rendent plus difficile la mesure d'un éventuel impact du CNPE de Golfech, au niveau des autres stations.

L'eutrophisation de la Garonne, dans la portion considérée, est avérée et constante.

Il semblerait cependant qu'un impact se fasse ressentir sur le milieu avec pour conséquence une baisse de la qualité biologique. Ce dernier paraît lié aux conditions hydrologiques et semble plus important en période d'étiage.

Les impacts d'un éventuel rejet de la Centrale, sont difficilement perceptibles sur les communautés benthiques. »

L'étude des Diatomées démontre l'altération de la qualité de l'eau dans toutes les stations durant la période estivale. Toutefois, L'origine de cette dégradation serait d'ordre organique endogène : vieillissement prématuré des peuplements par réduction du débit sur une longue période avec réchauffement brutal des eaux fin août, effet de concentration des substances issues de la décomposition du matériel végétal.

La qualité de l'eau reste cependant considérée comme globalement « moyenne ».

9.3 MACROINVERTEBRES

Les valeurs d’IBGN obtenues en 2009 et 2010 pour les quatre stations d’échantillonnage et pour les deux campagnes sont très homogènes et indiquent une « bonne » qualité biologique du milieu (source ENSAT – Université Toulouse 3).

Tableau 11 - Résultats IBGN 2009 et 2010

22 juillet 2009				
Stations	BOURRET	GOLFECH	LAMAGISTERE	ST NICOLAS DE LA BALERME
Note IBGN	14	12	15	14

1 octobre 2009				
Stations	BOURRET	GOLFECH	LAMAGISTERE	ST NICOLAS DE LA BALERME
Note IBGN	13	15	14	13

15 juillet 2010				
Stations	BOURRET	GOLFECH	LAMAGISTERE	ST NICOLAS DE LA BALERME
Nb taxons	27	32	31	29
Taxon indicateur	Brachycentridae	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae
Groupe indicateur	8	7	7	7
Classe de variété	8	9	9	9
Note IBGN	15	15	15	15

28 septembre 2010				
Stations	BOURRET	GOLFECH	LAMAGISTERE	ST NICOLAS DE LA BALERME
Nb taxons	32	35	31	34
Taxon indicateur	Leptophlebiidae	Hydroptilidae	Hydroptilidae	Hydroptilidae
Groupe indicateur	7	5	5	5
Classe de variété	9	10	9	10
Note IBGN	15	14	13	14

Cette situation est nouvelle (Tableau 12) et semble montrer une amélioration générale de la qualité biologique de ce tronçon de Garonne.

Tableau 12 - Récapitulatif des valeurs IBGN depuis 2003

	BOURRET	GOLFECH	LAMAGISTERE	ST NICOLAS DE LA BALERME
01/06/2003	11	11	11	13
15/06/2004	12	10	9	9
15/09/2004	12	13	9	9
15/07/2005	14	13	12	9
05/10/2005	11	9	5	
21/07/2006	13	14	15	14
17/08/2006	11	12	8	6
26/07/2007	11	12	12	12
27/09/2007	13	13	14	13
23/07/2008	12	14	14	15
06/10/2008	10	9	13	12
22/07/2009	14	12	15	14
01/10/2009	13	15	14	13
15/07/2010	15	15	15	15
28/09/2010	15	14	13	14

Outre les bonnes valeurs d'indice IBGN, on note une diversité taxonomique importante. De nouvelles familles (Capnidae, Crambidae, Aphelocheiridae) apparaissent dans les inventaires les plus récents. Ces représentants de l'ordre des Plécoptères sont typiques des milieux courants de bonne qualité. De plus, pour plusieurs familles (niveau de détermination retenu pour le calcul de l'IBGN), de nombreux genres sont également nouvellement inventoriés.

Enfin, en 2011, les notes IBGN caractérisent toujours une situation hydrobiologique de classe 1B (BONNE).

Tableau 13 - Résultats IBGN 2011

		Bourret	Gofech	Lamagistère	Saint-Nicolas
nombre d'ind./m ²	C1	4567	2566	3330	2655
	C2	1865	7247	2827	2310
	C3	2450	2345	3880	7112
taxons totaux	C1	28	26	27	27
	C2	33	28	31	35
	C3	28	29	31	30
groupe indicateur	C1	<i>Brachycentridae</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Glossosomatidae</i>	<i>Heptageniidae</i>
	C2	<i>Brachycentridae</i>	<i>Brachycentridae</i>	<i>Psychomyidae</i>	<i>Heptageniidae</i>
	C3	<i>Brachycentridae</i>	<i>Heptageniidae</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Heptageniidae</i>
IBGN	C1	15	14	14	12
	C2	16	15	12	14
	C3	15	13	15	13

Globalement (en moyenne), la valeur de l'IBGN est légèrement supérieure à 12/20 sur chaque station.

Du point de vue des macroinvertébrés, l'appréciation de la qualité de l'eau selon l'IBGN indique une qualité moyenne pour la période estivale pour la totalité des stations de « classe 1B : Bonne » (valeurs moyennes comprises entre 13/20 à Saint-Nicolas et 15,3/20 à Bourret ; 14/20 à Golfech ; 13,7/20 à Lamagistère).

Les notes sont supérieures ou égales à 13/20 (classe 1B : Bonne), en toutes stations et toutes campagnes, à l'exception des stations Lamagistère en juillet (C2) et Saint-Nicolas en juin (C1) qui présentent une situation de qualité Passable avec toutefois une note de 12/20.

De la même manière que pour les peuplements piscicoles, certains taxons ont été particulièrement ciblés pour l'analyse des évolutions avec le relèvement du débit réservé.

De 2009 à 2011 (données les plus récentes), la station de Castelsarasin a été choisie pour l'amont et la station de Saint Nicolas de Balerme a été choisie pour l'aval car les faciès de ces stations s'apparentent le plus au canal de Golfech (majoritairement plat courant).

En 2011, les données ne sont pas disponibles sur Castelsarasin, par conséquent la station de Bourret a été utilisée. Cependant, les faciès de type radiers caractérisent davantage cette station.

Sur chacune de ces stations, les groupes indicateurs les plus polluosensibles ont été relevés (Tableau 14).

Tableau 14 - Taxons cibles privilégiés dans l'étude du relèvement du débit réservé

	Amont	Aval
2009	<i>Castelsarasin</i> Heptageniidae GI 5 Polymitarcidae GI 5	<i>St Nicolas de la Balerme</i> Leptophlebiidae GI 7 Heptageniidae GI 5 Polymitarcidae GI 5
2010	<i>Castelsarasin</i> Hydroptilidae GI 5	<i>St Nicolas de la Balerme</i> Hydroptilidae GI 5 Heptageniidae GI 5
2011	<i>Bouret</i> Brachycentridae GI 8 Heptageniidae GI 5 Polymitarcidae GI 5	<i>St Nicolas de la Balerme</i> Hydroptilidae GI 5 Heptageniidae GI 5

Nom des stations

9.4 DIVERS ELEMENTS HYDROECOLOGIQUES CONNUS

Les plus fortes teneurs pour la plupart des substances dissoutes ont été enregistrées à la station Golfech (aval rejet CNPE) en février (campagne C1) en période d'activité biologique réduite. C'est le cas des nitrites, nitrates, des anions forts (TAC, chlorures, sulfates) et des cations forts (calcium, magnésium, sodium et potassium).

Les différences entre amont et aval rejet CNPE recherchées en période estivale font apparaître que seuls la conductivité et les nitrates à la station Golfech (aval rejet CNPE) présentent des valeurs supérieures, de l'ordre de 5%, à celles de la station canal (amont rejet CNPE). Ces différences ne sont donc pas significatives.

L'appréciation de la qualité biologique des sédiments par l'indice Oligochètes (IOBS) indique un niveau de qualité « bon » (Golfech et Saint-Nicolas) à « très bon » (Bourret et Lamagistère). Cette qualité traduit l'existence de conditions favorisant le bon état biologique des sédiments en été 2011 (faible profondeur, faible turbidité, débits de juillet, teneurs en oxygène).

9.5 PEUPLEMENT DE REFERENCE

Aucun inventaire biologique n'étant disponible au sein même du TCC, l'analyse de ces données bibliographiques doit nous orienter vers des espèces cibles, susceptibles de nous permettre d'étudier les variations écologiques potentielles avec le relèvement du débit réservé :

- Il s'agira pour les espèces piscicoles des espèces dominantes mais suffisamment intégratrices pour que l'on puisse idéalement analyser leurs préférences afin d'identifier des gains potentiels d'habitats avec la hausse du débit réservé (**Ablettes, Anguilles, Barbeaux, Brêmes, Chevesnes & Gardons**)
- Pour la macrofaune benthique, les taxons polluosensibles le plus souvent présents sur les sites pouvant s'apparenter, dans une certaine mesure, aux écoulements du TCC sont : **Heptageniidae, Hydroptilidae** et **Polymitarcidae**.

10 MODELISATION HYDRAULIQUE DU TCC DU BARRAGE DE MALAUSE

10.1 DONNEES UTILISEES POUR CHAQUE SEUIL : PROTOCOLE DE MESURES

Les mesures ont été réalisées en juillet 2013 au débit réservé, soit 20 m³/s pour les biefs compris entre les seuils 5 et le barrage amont.

Le bief aval en amont du seuil 6 n'a pas été exploré pour des questions de sécurité liées à la proximité des installations nucléaires.

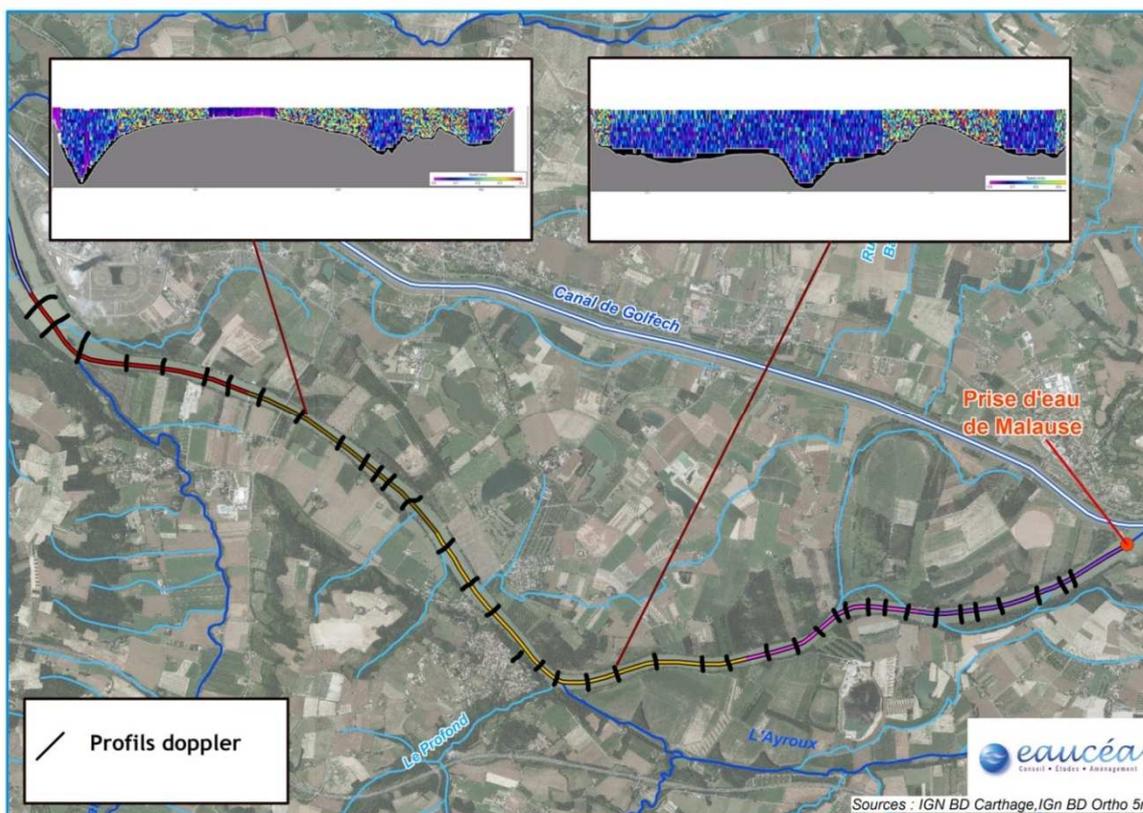


Figure 47 - Position des profils en travers réalisés et exemples de bathymétrie avec champs de vitesses mesurés

Pour cette étude 40 profils en travers ont été réalisés en 4 jours de mesures. La bathymétrie, la hauteur d'eau, les vitesses et le débit ont été mesurés.

Sur chaque profil en travers une mesure Doppler est réalisée grâce à :

- Un bateau à moteur et son équipement de sécurité ;
- Un ADCP de marque SONTEK de type S5 ;
- Un PC portable pour le suivi des mesures ;
- Un Logiciel d'acquisition des données Riversurveyor-Live® ;
- Des Programmes de post traitement des données développés par Eaucéa.

Le profileur de courant à effet doppler (ADCP) est l'outil de mesure des hauteurs et vitesses utilisé pour chaque profil en travers. Il est capable de déterminer simultanément le profil bathymétrique du cours d'eau et le profil vertical des vitesses d'écoulement, tout en considérant la vitesse avec laquelle l'appareil lui-même traverse le cours d'eau.

Les matières en suspension transportées par le cours d’eau se déplacent à la même vitesse que le courant. Une impulsion d’ultrasons émise par le capteur est réfléchiée par les matières en suspension puis retournée au capteur avec une fréquence décalée proportionnelle à la vitesse d’écoulement. Le temps écoulé entre l’aller et le retour de l’impulsion permet de définir la profondeur et le décalage de fréquence. La vitesse moyenne en est déduite en chaque cellule. La dimension d’une cellule peut aller de 2 cm à 40 cm de côté selon les conditions d’acquisition de la donnée.

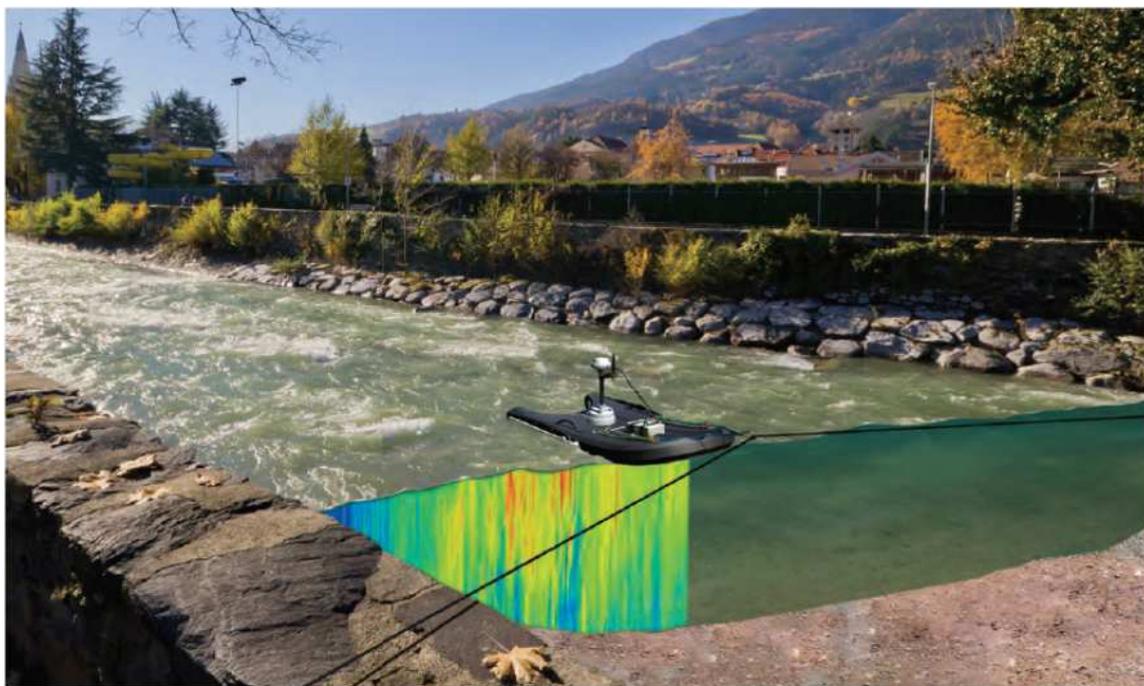


Figure 48 - Photographie explicative de l’ADCP

La photo ci-dessous représente l’ADCP à flanc de bateau lors d’une mesure sur la Garonne trop large pour permettre une installation à poste fixe sur corde.



Les résultats des mesures sont contrôlés en cours de réalisation à l’aide d’un logiciel dédié, dont le débit au droit du site, et le post-traitement des données permettra une restitution du profil des vitesses et de la bathymétrie le long de chaque section mesurée.

La Figure 49 représente un exemple de bathymétrie et de vitesses mesurées par l’ADCP et sur le secteur court-circuité de Malause. Le profil intermédiaire restitué le trajet exact du bateau dont les écarts à la perpendiculaire sont compensés pour l’analyse des débits. On relève sur le profil des vitesses, les différents champs de vitesse avec sur l’exemple une zone d’écoulement plus rapide à droite de la figure.

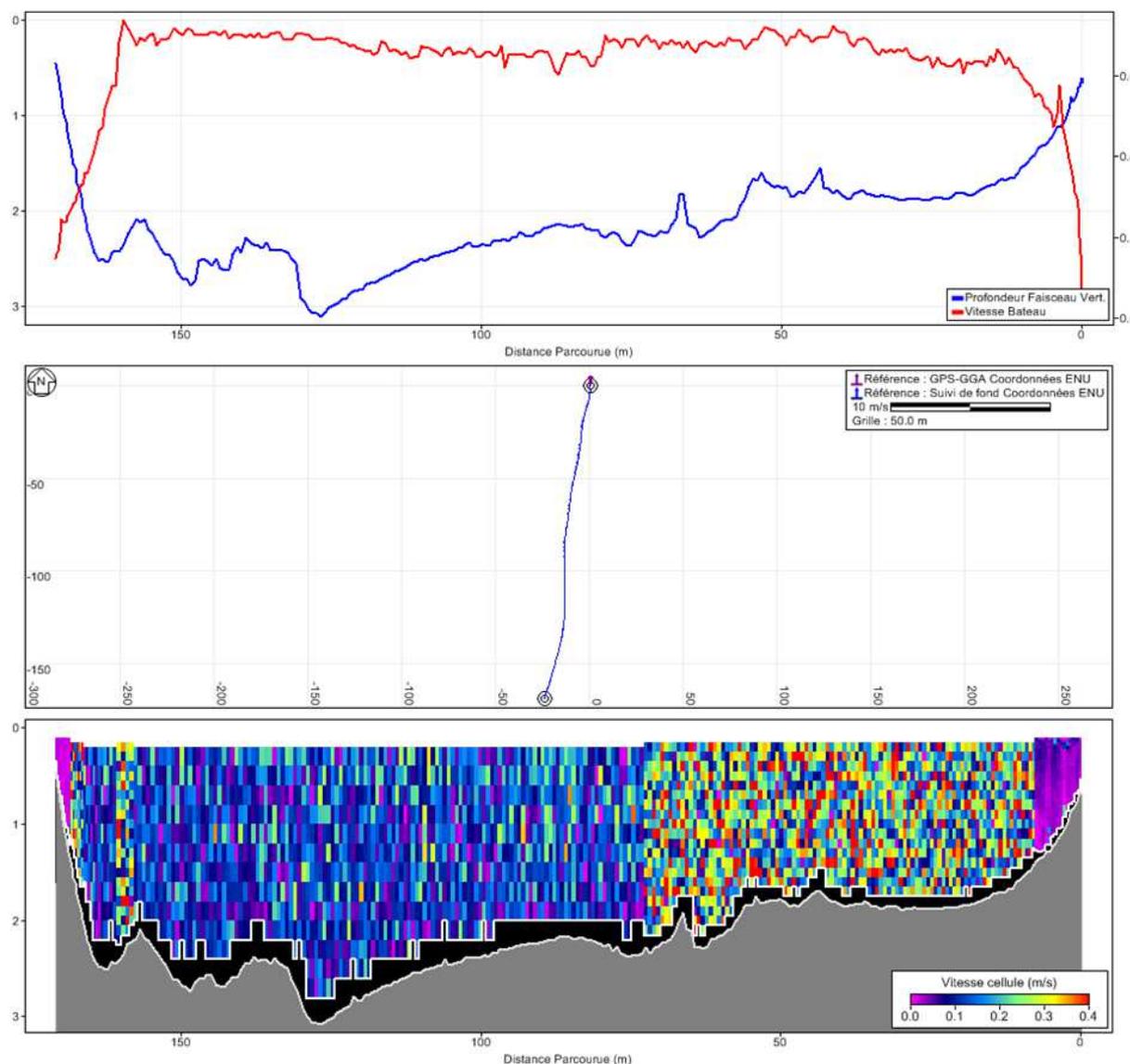


Figure 49 - Exemple de bathymétrie et de vitesses mesurées par l’ADCP

10.2 INTERPRETATION HYDRAULIQUE

Les mesures bathymétriques ont montré que l’écoulement dans chaque bief est caractéristique d’un plan d’eau dont la hauteur est contrôlée par le déversement au niveau de son seuil aval respectif. Les seuils sont perpendiculaires à l’axe du lit, d’une épaisseur de 8 m avec une longueur déversante comprise entre 150 m et 300 m selon les seuils.



Du point de vue hydraulique l’écoulement dans chaque bief est donc indépendant des biefs amont et aval, du moins hors débits de crue. Il est contrôlé en amont par la restitution du débit réservé et le débit déversant depuis les vannes du barrage de Malause.

Pour chaque bief, la ligne d’eau hors débits de crue, est contrôlée par la position et la géométrie respective du seuil aval.

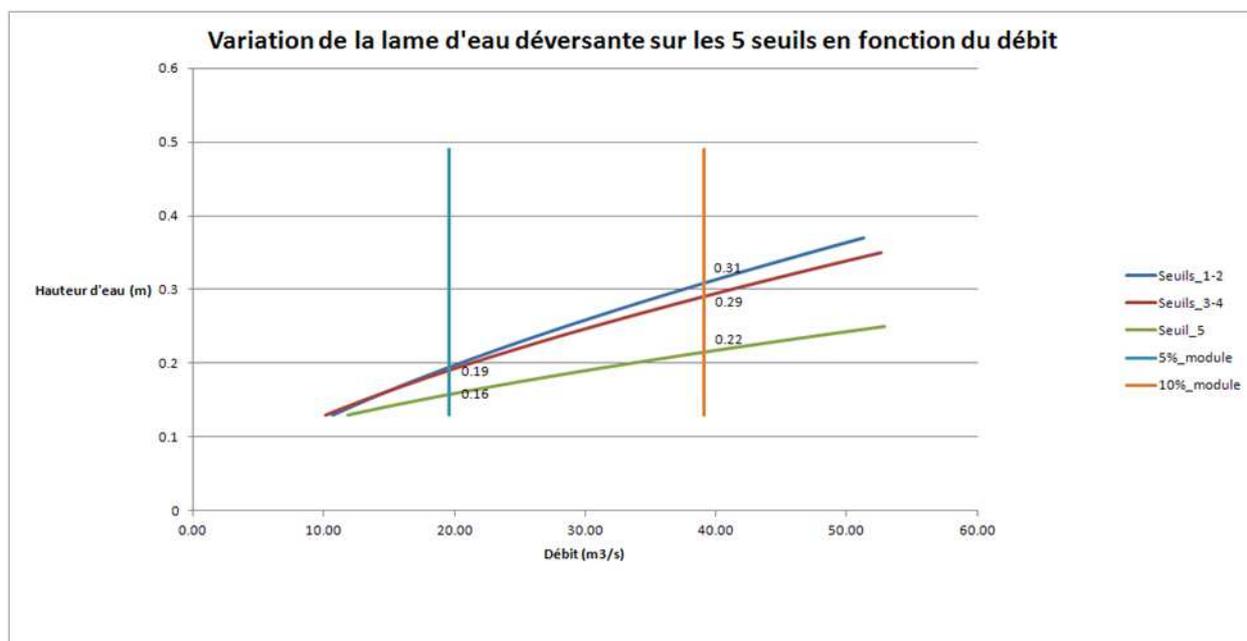


Figure 50 - Variation de la lame d'eau déversante sur chaque seuil en fonction du débit

Pour permettre une interprétation sous plusieurs débits, une modélisation a été réalisée à l’aide de HEC-RAS de chaque bief en amont des cinq seuils du TCC. Le calage du modèle est effectué à l’aide des mesures effectuées au débit réservé en recherchant au maximum à décrire la distribution latérale des vitesses. Ce modèle s’apparente donc à un pseudo 2D.

La hauteur d’eau a été mesurée sur chaque bief pour le débit réservé. Le calage des paramètres du modèle est donc optimisé sur chacun des biefs. La qualité des simulations pour la gamme de débits recherchés est assurée du fait de la faible variation des hauteurs d’eau et donc de la surface mouillée comme cela sera montré dans ce chapitre.

La Figure 51 représente le profil en long calculé à l’aide du modèle hydraulique et calé par rapport aux cotes de retenue normale des seuils pour le débit réservé de 20 m³/s.

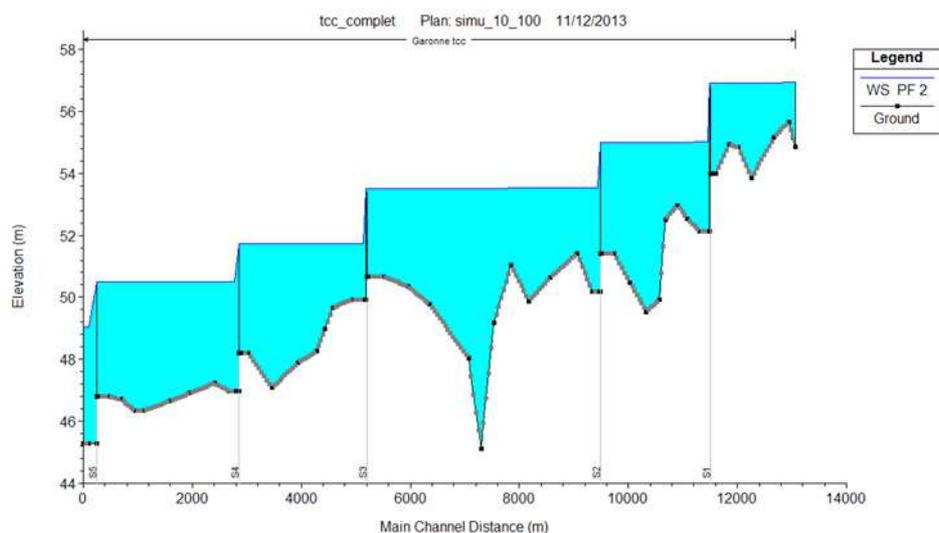


Figure 51 - Profil en long du TCC à 20 m³/s

10.3 GEOMETRIE ET VITESSES

10.3.1 Surface mouillée

La quasi-totalité des biefs est inscrite dans le lit mineur avec des profondeurs importantes. La largeur mouillée moyenne est d'environ 175 m et varie de 175 m à 176 m pour un passage du débit de 20 à 40 m³/s.

Le premier constat hydraulique est que le gain de largeur mouillée avec le débit est donc extrêmement faible.



10.3.2 Profondeur

Pour chaque bief, la bathymétrie du domaine de calcul a été construite à partir des profils en travers mesurés.

La courbe des profondeurs classées (pour un débit de 20 m³/s) est représentée ci-dessous indiquant que 80% des profondeurs sont supérieures à 1.4 m.

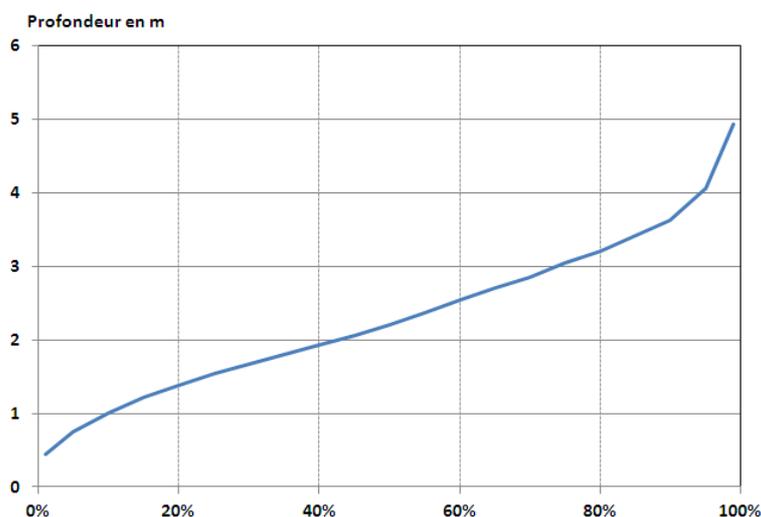


Figure 52 - Distribution des profondeurs à 20 m³/s

La Figure 53 représente le profil en long de l'écoulement pour les deux débits respectifs de 20 et 40 m³/s.

L'écoulement se fait vers la gauche où le seuil 4 est représenté.

La différence de côte entre les débits de 20 et 40 m³/s est de seulement +10 cm, pour une profondeur moyenne évoluant entre 2m et 5 m. La zone la plus profonde est une fosse de près de 10 m de fond au droit d'Auvillar dans le bief amont du seuil 3.

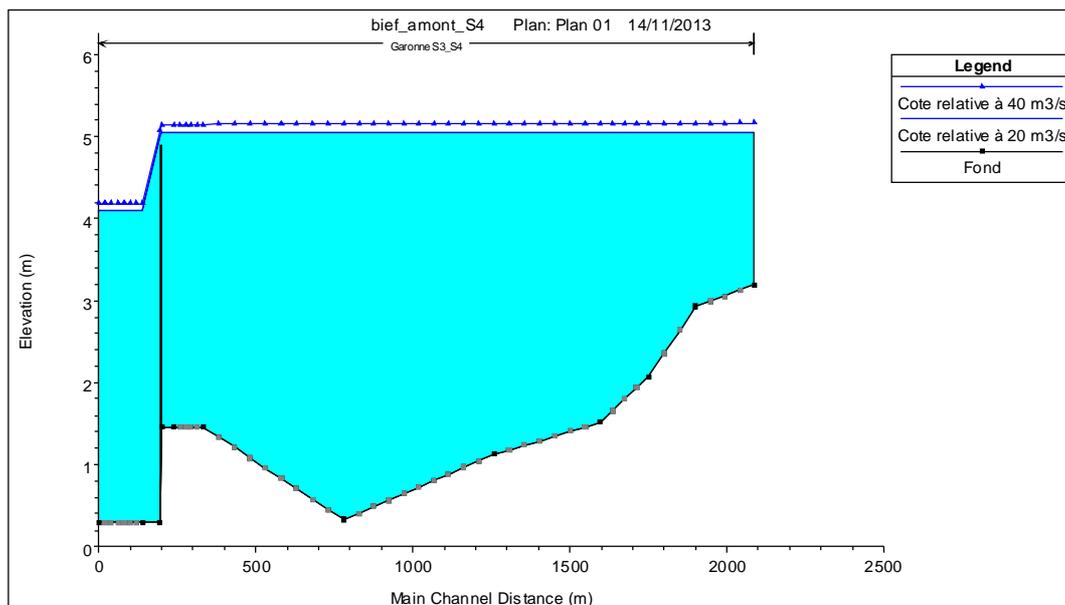


Figure 53 - Profil en long du bief 4 à 20 et 40 m³/s

Dans la Figure 54, plusieurs simulations sont effectuées aux débits allant de 10 à 100 m³/s avec un pas de 10 m³/s sur la totalité du secteur modélisé. Ces simulations permettent d’analyser l’évolution des écoulements à différents débits, en particulier la cote du niveau d’eau et les répartitions de vitesses dans chaque bief. La restitution de ces données est symbolisée par un boc diagramme qui représente sur le plan spatial la distribution des valeurs sélectionnées et modélisées.

Elle montre que les profondeurs moyennes sont importantes sur la majorité du linéaire avec souvent une remontée des fonds en tête de bief ou en bordure des îles du bief 5.

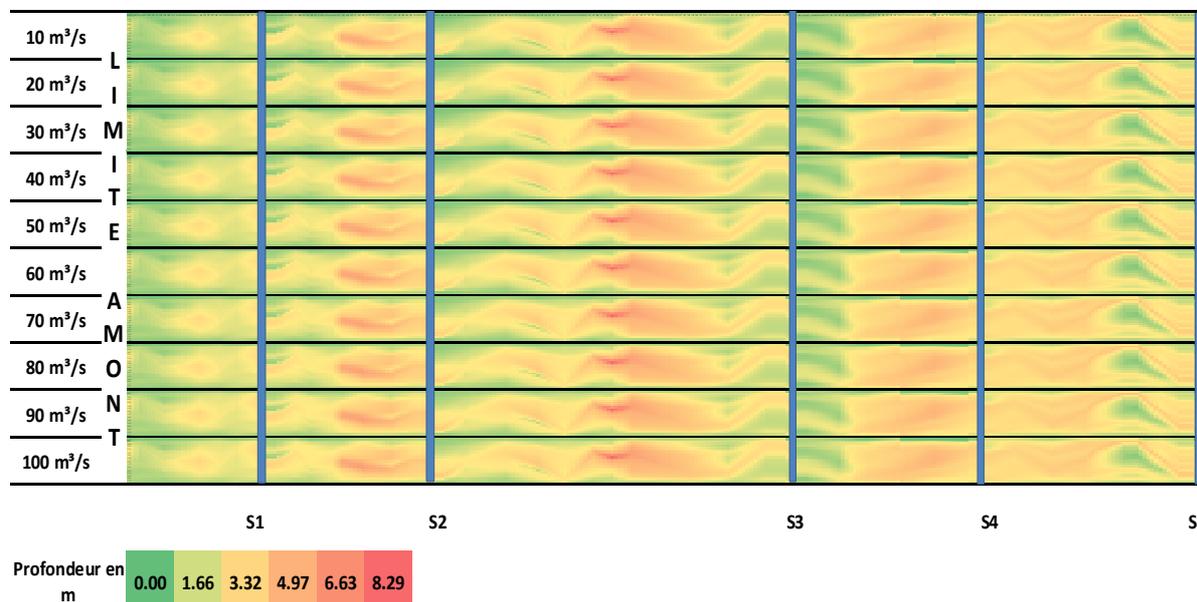


Figure 54 - Evolution des profondeurs avec le débit sur les 5 biefs

Le deuxième constat hydraulique est donc une dominance des faciès profonds et la très faible sensibilité du paramètre profondeur au débit.

10.3.3 Vitesse de la colonne d’eau

La distribution des vitesses est évaluée par HEC-RAS. La Figure 55 représente les vitesses moyennes sur une colonne d’eau pour des distances spécifiques de la rive gauche le long d’un profil en travers enregistré par la mesure Doppler et celle modélisée après calage.

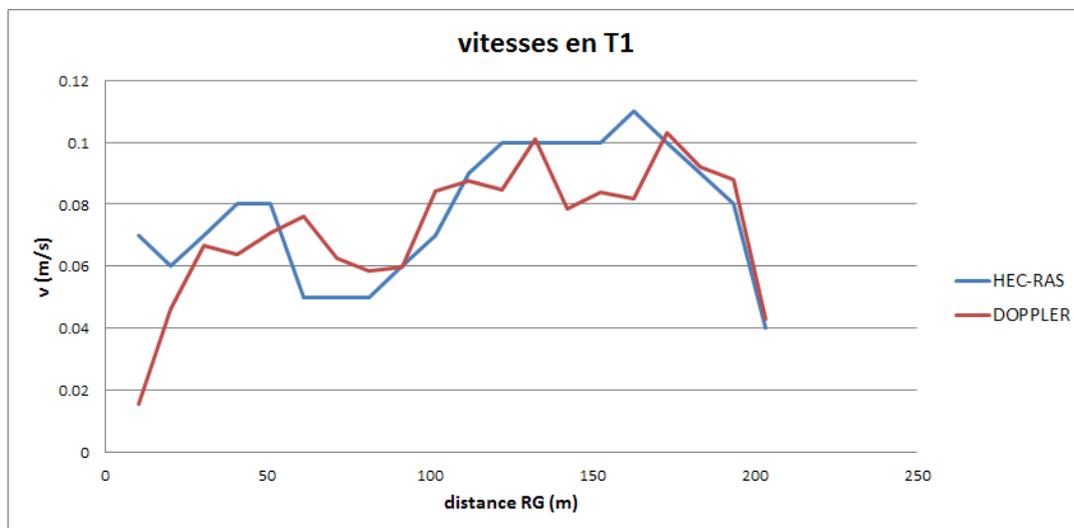


Figure 55 - Exemple de profil de vitesses mesuré et modélisé

La concordance des distributions de vitesses entre la modélisation et la donnée mesurée est satisfaisante et autorise des modélisations dans la gamme de débits sélectionnée (10 à 100 m³/s).

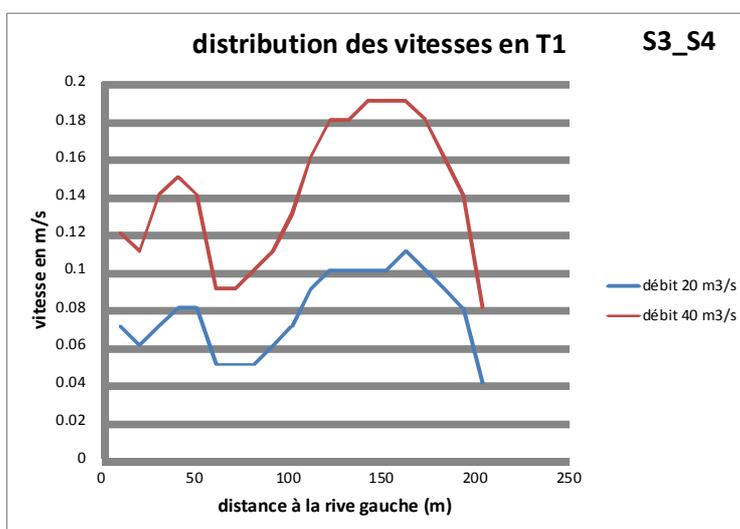


Figure 56 – Exemple de profil des vitesses modélisé à deux débits

Comme pour les profondeurs, plusieurs simulations sont effectuées aux débits allant de 10 à 100 m³/s avec un pas de 10 m³/s sur la totalité du secteur modélisé (Figure 57).

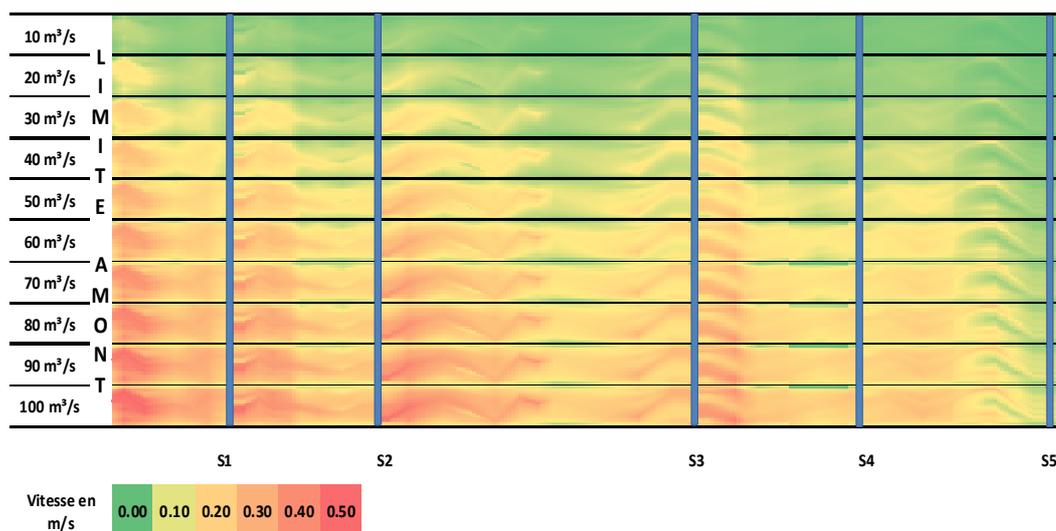


Figure 57 - Evolution des vitesses avec le débit sur les 5 biefs

La distribution des vitesses effectuée sur 1000 points de calcul sur l’ensemble des biefs (Figure 58 & Tableau 15) montre que pour un débit de 20 m³/s les vitesses sont très homogènes et centrées autour d’une valeur légèrement inférieure à 5 cm/s.

Avec l’augmentation des débits, la diversité s’accroît, certes, mais, même pour un débit de 100 m³/s, les vitesses supérieures à 25 cm/s sont peu représentées avec moins de 20% des points. Hormis l’étalement de la diversité des vitesses, il convient donc de relativiser la hausse des vitesses avec le débit.

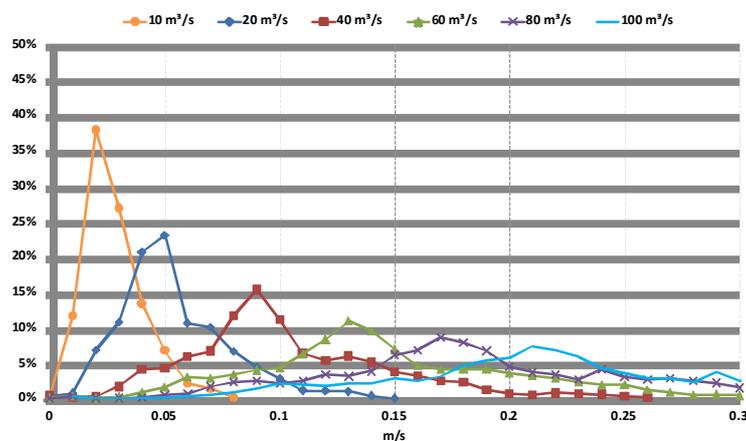


Figure 58 - Distributions des vitesses en fonction du débit

		Débits (m ³ /s)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Classes de vitesses (m/s)	0	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	0.1	95%	95%	77%	57%	30%	18%	12%	9%	6%	4%
	0.2	0%	4%	22%	39%	60%	63%	58%	52%	43%	30%
	0.3	0%	0%	0%	3%	9%	16%	25%	30%	36%	44%
	0.4	0%	0%	0%	0%	0%	2%	4%	7%	12%	18%
	0.5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	3%

Tableau 15 - Pourcentage d’occurrences de chaque classe de vitesse pour chaque débit

La distribution statistique en vitesse classées (Figure 59) confirme que la médiane des vitesses augmente un peu moins vite que le débit. Ainsi pour 20 m³/s la médiane est à 5 cm/s alors que pour 40 m³/s elle est de 8.6 cm/s, 13.5 cm/s pour 60 m³/s et seulement de 22.5 cm/s pour 100 m³/s.

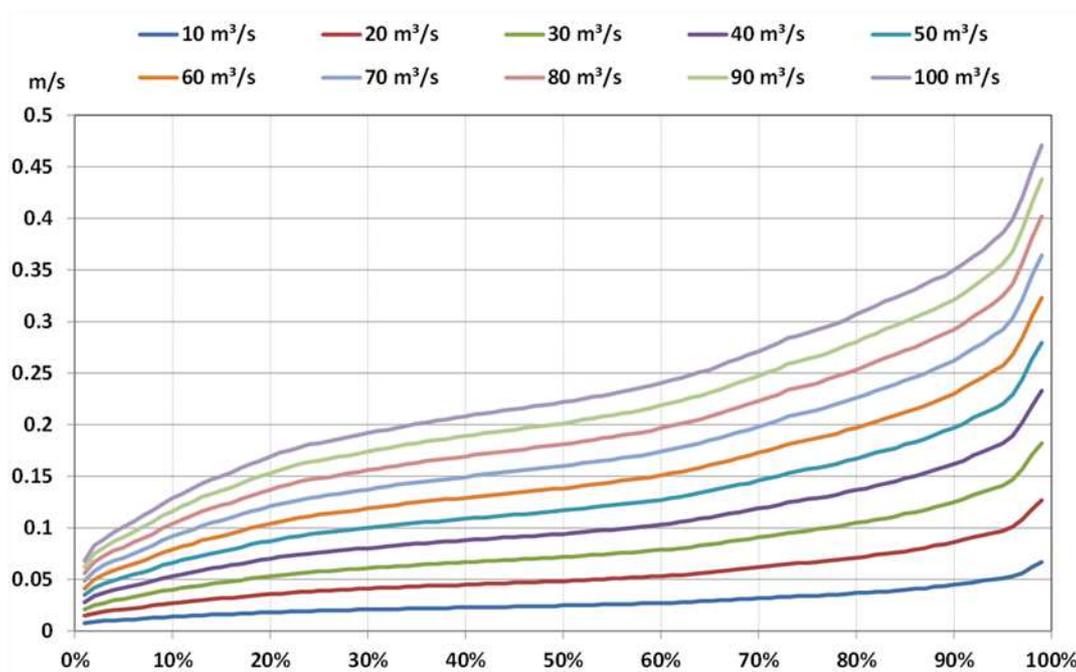


Figure 59 - Distribution des vitesses classées en fonction du débit

10.3.4 Vitesse au fond

Ce paramètre est souvent le plus difficile à décrire. Une extrapolation a été effectuée sur la base d’un module spécifique développé par Eaucéa ; nous observons que la vitesse au fond dans les derniers décimètres est significativement plus faible que la moyenne de la tranche d’eau mais est rarement nulle.

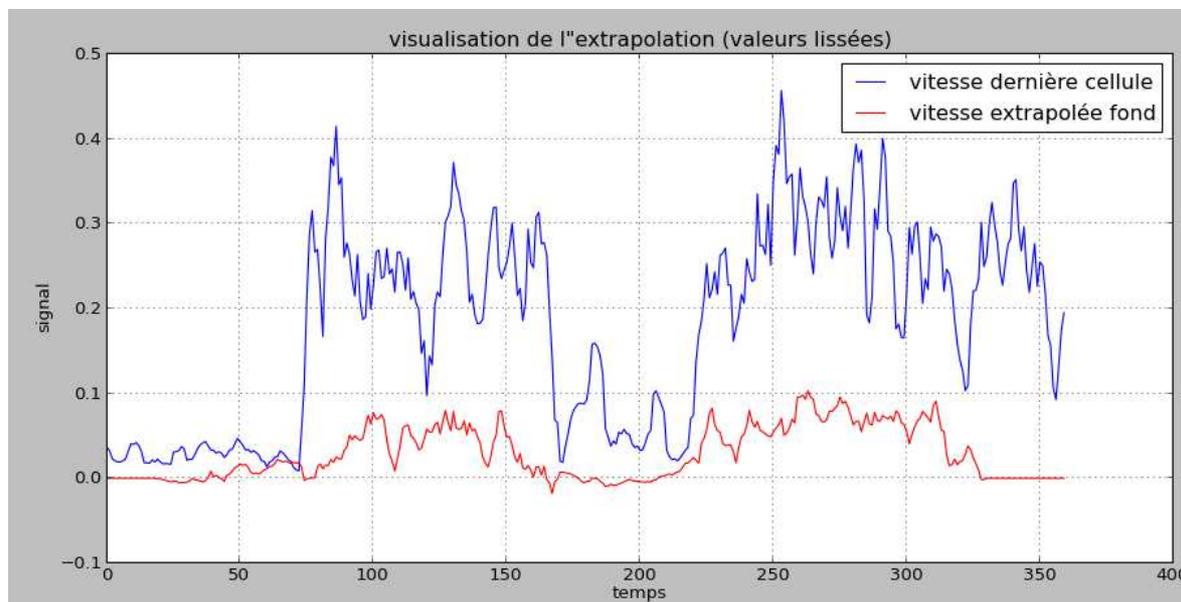


Figure 60 - Exemple de profil en travers des vitesses au fond (mesurées pour la dernière cellule et extrapolées).

10.3.5 Turbulence et diffusion

Ce critère de vitesse au fond nous a conduits à rechercher les facteurs de risque, d’une stratification telle qu’on peut l’observer dans des réservoirs peu renouvelés.

Un calcul est effectué sur la base du nombre de Reynolds, paramètre hydraulique sans dimension qui représente la proportion des forces d’inertie par rapport aux forces visqueuses, soit la nature du régime de l’écoulement. Il peut être laminaire, transitoire ou turbulent.

Son expression à l’échelle d’un grand cours d’eau (largeur grande devant la hauteur d’eau) est la suivante :

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

avec V la vitesse moyenne de l’écoulement, h la hauteur d’eau moyenne, ρ la densité volumique de l’eau et μ la viscosité dynamique de l’eau

Par définition, l’écoulement devient turbulent lorsque le nombre de Reynolds (Re) devient supérieur à 3000.

Les calculs effectués sur la base des données mesurées et modélisées montrent que dans la gamme modélisée, les conditions de vitesse et de hauteur d’eau sont telles que les mécanismes de mélange turbulent dominent les mécanismes de diffusion. Ce critère de brassage des eaux a pour principale conséquence que la colonne d’eau peut être considérée comme toujours mélangée ce qui évite des situations d’anoxie au fond.

Les mesures qualitatives effectuées en période de canicule estivale confirment cet état de fait même si l’on décèle un léger effet thermique et un léger gradient oxymétrique entre la surface et le fond.



10.3.6 Renouvellement des eaux

Un calcul a été effectué sur le bief 4. Le volume total d'eau s'écoulant en amont du seuil 4 dans le bief associé est d'environ 0.780 hm³ et 0.813 hm³ pour respectivement les débits de 20 et 40 m³/s.

En conséquence le temps de renouvellement de ces volumes est respectivement de 10h50 et 5h40, démontrant ainsi que le milieu est lentique certes, mais que le courant est a priori suffisamment présent pour limiter un risque très élevé d'eutrophisation notamment par stagnation des eaux.

11 HABITATS AQUATIQUES

11.1 HABITATS BENTHIQUES

11.1.1 Granulométrie

Des recherches de sédiments ont été régulièrement effectuées sur tous les biefs par sondage à la benne Eckman. Il apparaît, au vu de ces sondages, qu'en dehors de quelques îlots les fonds sont dominés par la roche mère (molasse) avec une quasi-absence de placage alluvionnaire sur de grandes surfaces. Ce constat a été confirmé par des plongeurs rencontrés sur site.

Ce contexte de déficit granulométrique, bien connu dans le contexte de la Garonne, et pas seulement sur le TCC de Malause, est très défavorable au développement de la faune benthique et piscicole.

11.1.2 Critère vitesse

Hypothèse : Le peuplement macrobenthique du TCC de Golfech est similaire à celui de la Garonne mesuré en amont (Castelsarrasin) et en aval du site (St Nicolas de la Balerne).

En croisant la distribution des taxons observés et de la sensibilité hydraulique des biefs du TCC, nous déduisons qu'un débit passant de 20 à 40 ou 60 m³/s (donc des vitesses restant inférieures à 15 cm/s) n'aura pas d'impact significatif sur la structure des populations de macro-invertébrés.

L'augmentation du débit peut néanmoins avoir un effet positif pour les individus polluosensibles mais la contrainte imposée par le substrat très peu diversifié est sans doute dominante.

11.1.3 Contraintes de cisaillement et modèle d'habitat statistique FSTress

« Les facteurs usuels descriptifs de l'habitat (vitesse, hauteur d'eau et taille du substrat) sont fortement corrélés entre eux (Statzner et al. 1988). Ils ne suffisent pas à prévoir complètement la structure diversifiée des peuplements (Jowett, 2003). Il a été montré (Mérigoux, 2004 ; Brooks, 2005) que d'autres paramètres hydrauliques plus complexes et obtenus par des méthodes de mesures indirectes, tels que le nombre de Reynolds, le nombre de Froude et la vitesse de cisaillement ont un effet significatif sur la répartition spatiale des invertébrés. »⁵

Le calcul de la contrainte de cisaillement permet d'expertiser la sensibilité du milieu benthique au critère débit. La contrainte de cisaillement au fond correspond à la contrainte d'arrachement de la matière exercée par une colonne d'eau au fond du lit.

Les contraintes de cisaillement au fond sont calculées par HEC-RAS, et distribuées à l'aide du modèle pseudo 2D.

⁵ Rapport bibliographique - V. Girard Polytech'Montpellier Décembre 2007

La Figure 61 représente les contraintes de cisaillement (ou contrainte tangentielle) au fond le long des biefs pour les débits testés et le Tableau 16 donne les occurrences de ces classes pour chaque débit.

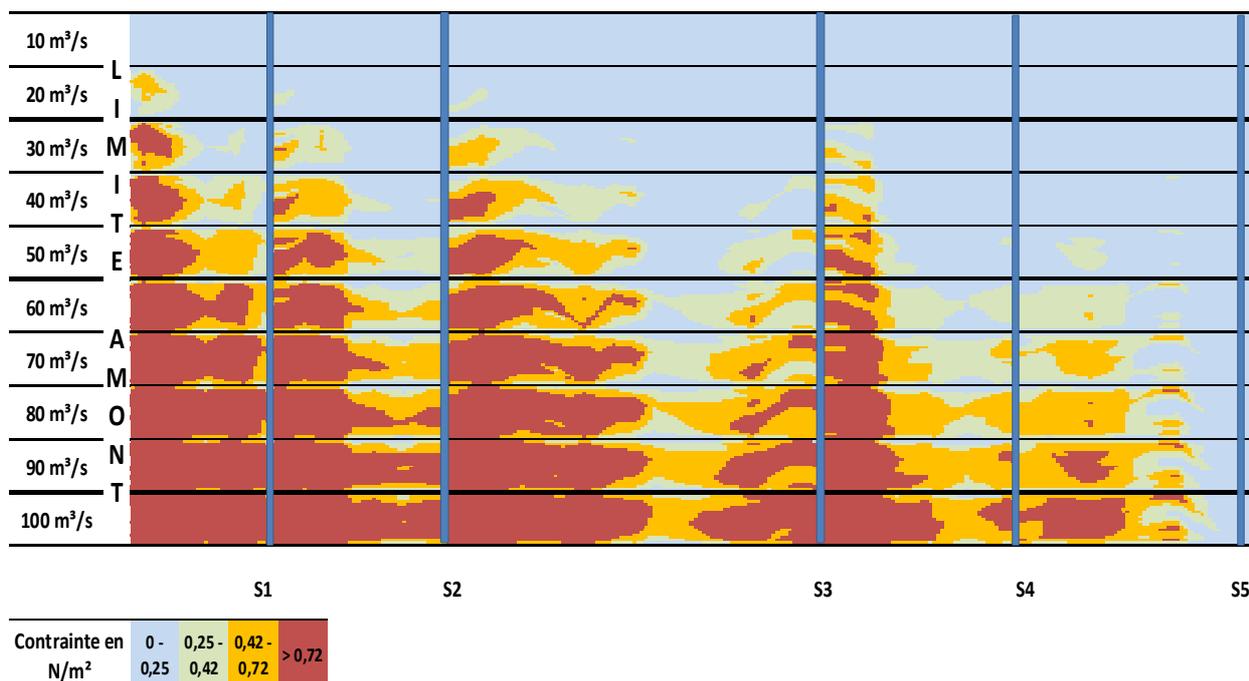


Figure 61 - Distribution des valeurs de cisaillement (Bleu = Limnobiones ; Vert = Limnophiles ; Orange = Rhéophiles ; Rouge = Rhéobiontes)

Classes de contraintes (N/m²)	Débits (m³/s)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0	41%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	
0.25	58%	90%	81%	63%	45%	24%	15%	10%	7%	42%	
0.42	0%	4%	12%	18%	21%	31%	24%	14%	9%	16%	
0.72	0%	0%	5%	12%	19%	20%	25%	32%	28%	18%	
>0.72	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Tableau 16 - Pourcentage d'occurrences de chaque classe de contrainte de cisaillement pour chaque débit

La valeur de la contrainte dépend de la profondeur et varie en fonction du carré de la vitesse, donc elle quadruple quand la vitesse double, c'est-à-dire pour un passage de débit de 20 à 40 m³/s.

Pour identifier un effet potentiel sur les peuplements benthiques nous avons mobilisé les données de référence acquises sur le Rhône⁶ et concernant les préférences d'habitat des taxons d'invertébrés benthiques :

⁶ Couplage des modèles biologiques et hydrauliques S. Méricoux-Lhopital* - N. Lamouroux*** UMR CNRS 5023 - Université Lyon1 Juillet 2007 Evaluation des effets des augmentations de débits réservés ** Cemagref Lyon

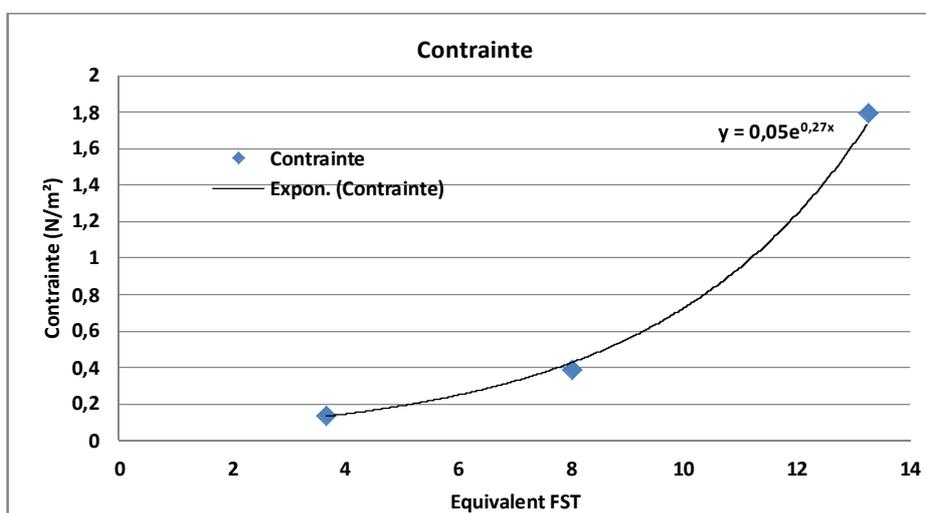
Tableau 17 – tiré de « Couplage des modèles biologiques et hydrauliques - S. Méricoux-Lhopital* & N. Lamouroux – 2007 »

Tableau 5 : Pourcentages de taxons sans préférences hydrauliques ou inféodés à des contraintes faibles (limnobiontes ou limnophiles) ou fortes (rhéophiles et rhéobiontes) dans les 3 secteurs d'étude. Ind. correspond aux % de taxons dont les préférences n'ont pas été modélisées.

Secteur	sans préf	limnobiontes	limnophiles	rhéophiles	rhéobiontes	Ind.
		FST<6	6<FST<8	8<FST<10	FST>10	
Chautagne	25.8	7.3	3.2	2.4	19.4	41.9
Belley	24.5	8.2	4.5	2.7	20.9	39.1
Brégnier Cordon	24.3	4.3	2.9	2.1	20	46.4

La fonction de passage entre les FST et la contrainte de cisaillement (N/m^2) a été évaluée au travers des références physiques présentées dans la même publication.

Ainsi les secteurs présentant un FST caractérisant des peuplements rhéophiles ou limnophiles ont pu être décrits sur l'ensemble du périmètre.



L'application de ces références au secteur court-circuité de Malause (Figure 61 & Tableau 16) montre qu'aucun changement majeur de faciès des habitats benthiques (passage d'habitats limnobiontes (-philes) à des habitats rhéophiles (-biontes) n'est à attendre dans la gamme des débits modélisés avant 60 m³/s pour les premiers biefs les plus amont et même très au-delà pour les derniers en aval.

11.2 HABITAT PISCICOLE

Le contexte hydraulique des biefs conduit l’analyse vers une interprétation centrée sur la sensibilité des espèces au seul critère vitesse dans la mesure où les paramètres profondeur et substrat sont invariants avec la hausse de débit (Chapitre 10.3.2).

11.2.1 Espèces cibles et modèles d’habitat

Les valeurs de référence retenues sont celles issues des modèles Lamouroux et al., 1999⁷, seuls modèles disponibles sur grands cours d’eau, s’apparentant au contexte typologique de la Garonne mais assez peu aux modalités d’écoulements. Ces modèles ont été réalisés grâce à des pêches électriques par EPA sur des grands cours d’eau du Sud de la France (Garonne, Ardèche, Rhône...) et sont donc relativement pertinents ici.

Dans le contexte d’un relèvement du débit réservé, des études récentes et des suivis réguliers sont disponibles, notamment sur les tronçons court-circuités du Rhône (IRSTEA & Université Lyon 1), mais le contexte est tout à fait différent dans la mesure où ces études traitaient de portions courantes de grands cours d’eau et non de fonctionnement en bief. Il est donc peu pertinent de s’y référer dans le cadre de notre étude.

Les données utilisées concernent des cibles biologiques susceptibles de fréquenter le tronçon court-circuité (Chapitre 9.5). La Figure 62 présente les modèles d’habitats utilisés sur le seul paramètre vitesse.

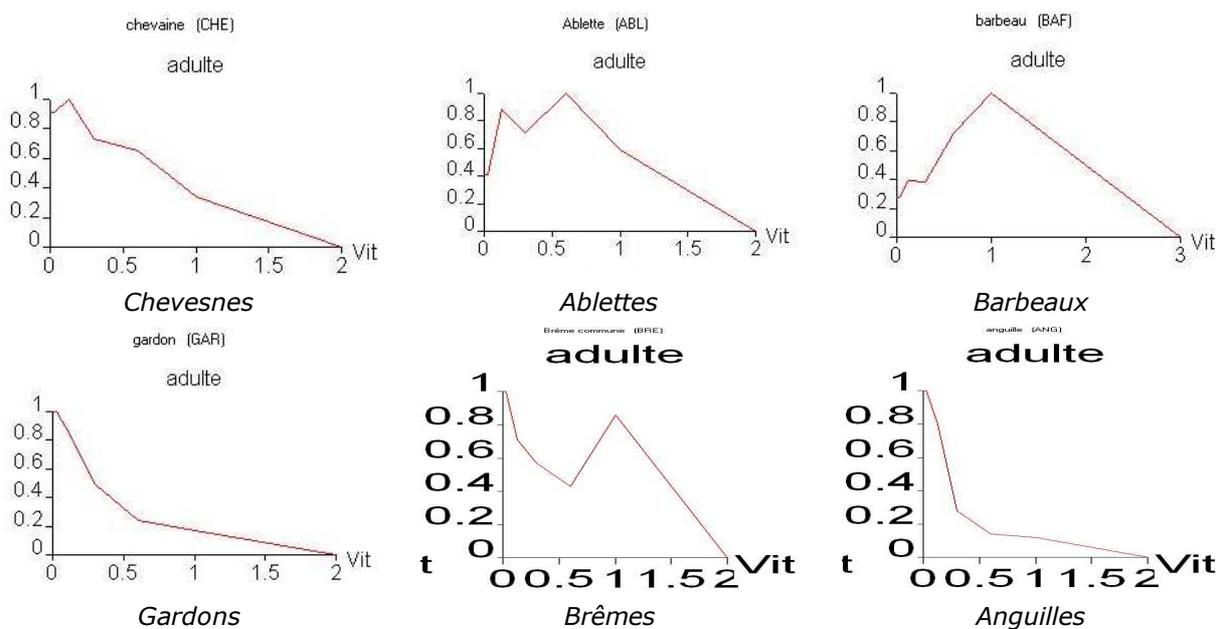


Figure 62 - Courbes des valeurs d’habitats des espèces cibles issues des modèles grands cours d’eau (Lamouroux et al. 1999)

⁷ Fish habitat preferences in large streams of southern France – N. LAMOUROUX, H. CAPRA, M. POUILLY & Y. SOUCHON - *Freshwater Biology* (1999) 42, 673-687

A l'aide de ces modèles, nous analysons le gain potentiel d'habitat à attendre avec le relèvement des débits et donc l'augmentation conjointe des vitesses moyennes de courant, grâce à la modélisation hydraulique spécifiquement développée dans le cadre de cette étude (Chapitre 10.3.3).

Un exemple d'analyse succincte est présentée ci-dessous (Figure 63).

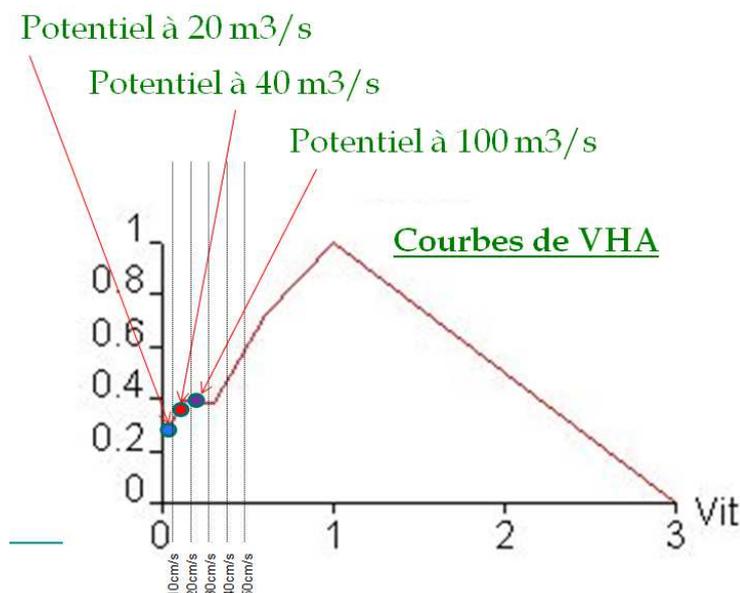


Figure 63 - Exemple d'analyse de l'évolution potentielle en VHA en fonction de la variation des vitesses moyennes suivant le débit

Il convient de noter que le même type d'exercice a tout de même été effectué pour le paramètre des profondeurs mais :

- D'une part, ce paramètre évolue très peu avec les débits (Chapitre 10.3.2) ;
- D'autre part, l'ensemble des espèces cibles disposent d'une valeur d'habitat maximal dès des valeurs proches de 1 m de profondeur, valeur que l'on atteint majoritairement sur tous les biefs et ce, quel que soit le débit.

11.2.2 Evolution du potentiel d'habitat avec le débit réservé

La Figure 64 présente une simulation des évolutions des valeurs d'habitats sur les cibles biologiques retenues avec la variation du débit sur l'ensemble des biefs dans le TCC.

Suite à ces analyses, les tendances générales concernant l'évolution de l'habitat avec le débit réservé entre 10 et 100 m³/s sont synthétisées comme suit :

- Gardons (Rru) – baisse relative du potentiel ;
- Brèmes (Aba) - baisse relative du potentiel ;
- Anguilles (Aan) – baisse du potentiel ;
- Ablettes (Aal) – augmentation notable du potentiel jusqu'à 50-60 m³/s ;
- Chevesnes (Lce) – potentiel inchangé ;
- Barbeaux (Bba) – augmentation très légère du potentiel.

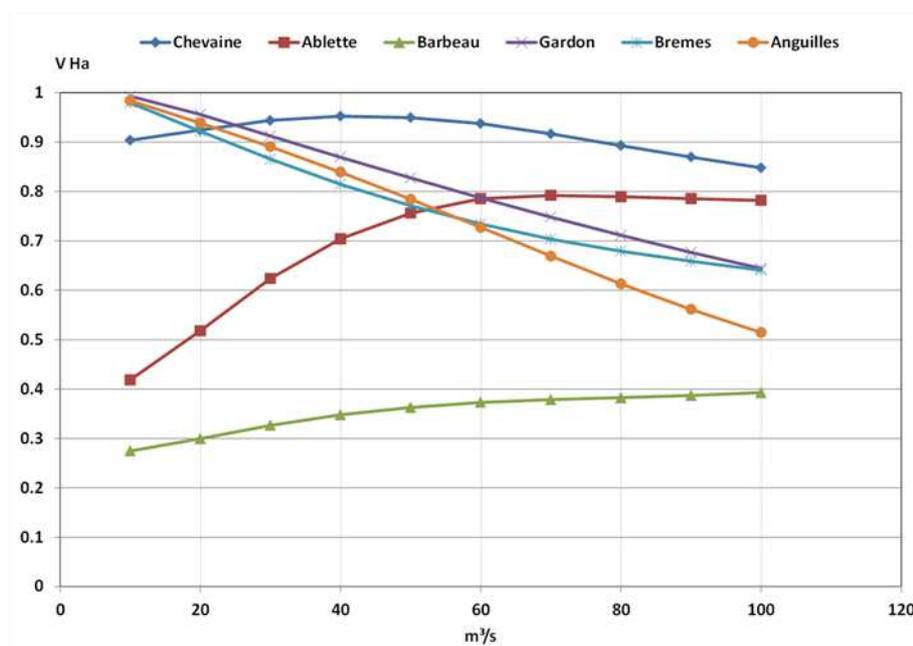


Figure 64 - Evolution des Valeurs d'Habitat des espèces cibles avec le débit réservé dans le TCC

On peut donc noter que, même si des variations théoriques sont observables à la hausse ou à la baisse, le potentiel d’habitat semble présent et relativement élevé pour la majorité des espèces à tous les débits modélisés.

La Figure 65 confirme ainsi la faible évolution de ces valeurs d’habitat par l’absence de variation des distributions, à l’exception des aables

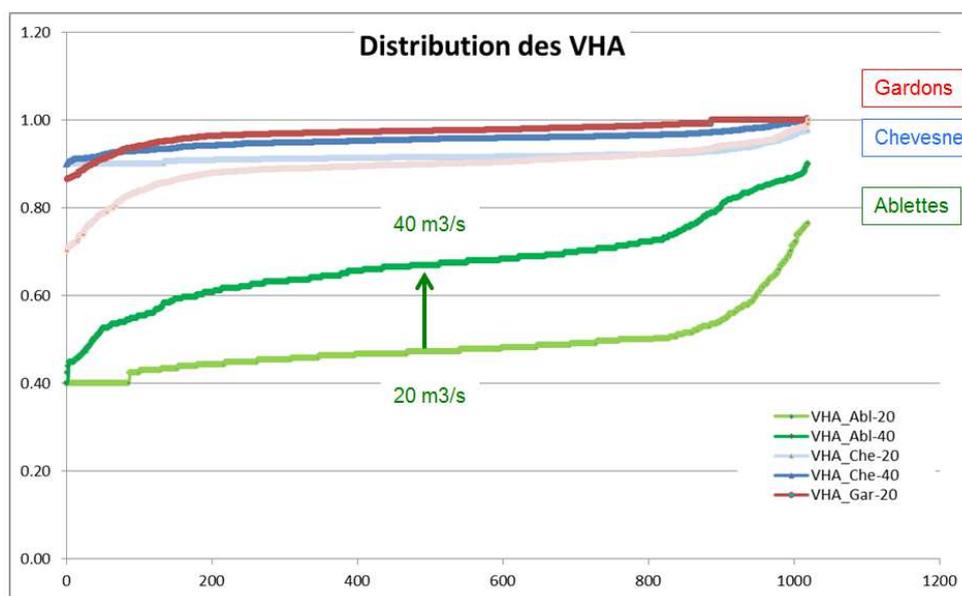


Figure 65 – Evolution des distributions des VHA sur le paramètre « vitesse » pour 3 espèces cibles entre 20 et 40 m³/s, valeurs exemples

Les seules distinctions notables concernent donc :

- Le Barbeau, pour lequel le potentiel est très peu modifié, mais qui semble relativement bas. En effet, pour cette espèce, il est fort probable, à la vue des courbes d’habitat qu’il voit son potentiel augmenter à des valeurs intéressantes pour des valeurs de débits très très au-delà de 100 m³/s (hors champ de modélisation hydraulique) ;

- L’Ablette, qui est la seule espèce qui voit son potentiel théorique augmenter de façon nette jusqu’à 50-60 m³/s puis qui ne semble plus progresser au-delà.

Afin d’affiner un peu l’analyse sur cette dernière espèce, la

Figure 66 présente en cartographie surfacique l’évolution des valeurs d’habitat sur l’ensemble du TCC vis-à-vis de ce paramètre des vitesses.

Ceci confirme ainsi l’augmentation relative du potentiel d’habitat, uniquement pour cette espèce et essentiellement dans les zones où la diversification des vitesses (vers les classes plus rapides) se présente avec l’augmentation des débits (bief amont et au pied des seuils).

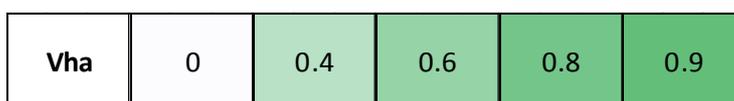
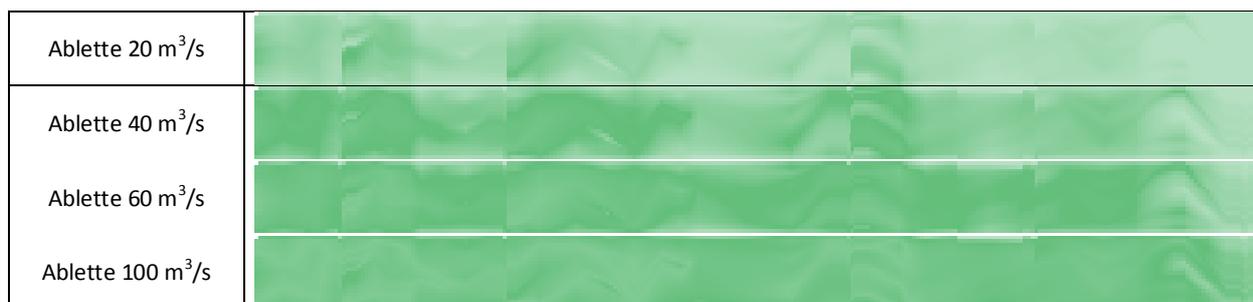


Figure 66 - Cartographie d’évolution des vha pour l’Ablette entre 20 et 100 m³/s pour le paramètre des vitesses

12 CONCLUSION

Avec une quinzaine de km de long, le tronçon de la Garonne court-circuité par l'aménagement hydroélectrique de Malause est un enjeu important pour la faune aquatique fluviale sédentaire et migratrice. La Garonne dans son parcours aquitain est un grand fleuve de plaine avec une largeur du lit mineur de l'ordre de 150 m. Le régime hydrologique est naturellement contrasté et de plus sensiblement impacté par les usages de l'eau sur son bassin versant ; Ce tronçon en aval immédiat du Tarn est caractérisé par un module d'environ 400 m³/s et un régime thermique marqué par des températures estivales naturellement élevées. La ripisylve est quasi continue dans ce secteur à fort contraste entre un paysage majoritairement rural et le complexe énergétique du CNE de Golfech et de l'usine hydroélectrique. La granulométrie est très peu diversifiée avec une dominance de la roche mère (molasse entaillée).

Sur le plan quantitatif et hydromorphologique ce tronçon est fortement modifié. Les écoulements sont totalement artificialisés en raison du débit réservé dominant 74% du temps et de l'aménagement de seuils consécutifs transformant ce secteur en une succession de biefs.

Conformément au cahier des charges, l'étude s'est donc attachée à vérifier l'ensemble des interactions entre ces spécificités physiques, le régime des débits et le potentiel écologique de ces secteurs.

Des prospections systématiques et une modélisation hydraulique permettent une présentation exhaustive de ce tronçon à l'exclusion du bief aval inaccessible pour des raisons de sécurité. Le diagnostic hydraulique conduit à :

- confirmer le caractère segmenté de ce tronçon ;
- mettre en évidence un mouvement certains de l'eau dans chaque bief dès le débit de 20 m³/s, avec des conséquences favorables pour la physicochimie ;
- montrer la grande homogénéité des écoulements avec une géométrie des biefs (profondeur et surface mouillée) peu influencée par les débits hors crue avec en corollaire une grande stabilité hydraulique de la seule annexe hydraulique identifiée.

Seules les données de suivi du complexe CNPE qui sont abondantes et suivies sur le long terme peuvent être valorisées dans ce cadre. Aucune donnée d'inventaire hydrobiologique spécifique au tronçon court-circuité n'est disponible. Il est cependant fortement probable que malgré la typologie différente des milieux, les espèces soient les mêmes.

En dépit des conditions lenticques, nous sommes en présence d'un milieu vivant malgré tout (pas de prolifération algale ou de végétaux invasifs ...) et stable. L'augmentation de débit réservé ne ferait que confirmer cet état de fait en conférant essentiellement au système du TCC une résistance accrue aux phases critiques (augmentation des températures), autrement dit en confirmant la pérennité des biocénoses qui n'apparaît pas aujourd'hui remise en question pour un débit d'au moins 20 m³/s.

Pour les habitats benthiques, il n'est pas démontré que les conditions et les peuplements liés seraient significativement modifiés avant d'atteindre des valeurs supérieures à 60 m³/s. On peut en attendre cependant une amélioration des conditions pour les taxons polluosensibles et une augmentation très localisée de la diversité des habitats, à travers un élargissement de la gamme des vitesses en pied de chacun des seuils. Compte tenu des taxons dominants supposés présents sur le site et des limites de variation des microhabitats benthiques, on ne peut toutefois espérer une modification

significative des peuplements par le seul jeu de la variable vitesse sur la distribution des couples substrat/vitesse. De plus, la localisation de ce gain de variabilité à des aires limitées aux zones de surverse au pied des seuils par rapport à l'extension des zones « invariantes » des biefs ne laisse envisager qu'un gain des plus limités, sans qu'il puisse être évalué quantitativement et scientifiquement à ce stade.

Concernant l'ichtyofaune, aucune évolution n'est à attendre sur 2 des 3 paramètres composant l'habitat des espèces, la profondeur et le substrat, qui demeurent invariants avec la hausse du débit.

La seule évolution proviendra du paramètre vitesse qui ne représente donc qu'une fraction de la variabilité potentielle.

Pour l'espèce théoriquement cible principale dans un contexte de Garonne « non perturbé », le barbeau, il n'est à attendre aucun gain écologique significatif, du fait de ses *preferenda* largement décalés vers des gammes de vitesses extrêmes vis-à-vis des conditions d'écoulement réellement envisageables dans le TCC.

Pour l'autre espèce cible principale dans un contexte Garonne « lentique » correspondant à l'amont du TCC, la brème, les conditions d'écoulement actuelles sont très proches de ses *preferenda*, et toute augmentation de débit, donc de vitesses d'écoulement, ne pourrait que dégrader son habitat.

Le constat est similaire pour deux espèces cibles « secondaires » le gardon et l'anguille. Pour une troisième, le chevesne, la tendance est plus modérée, mais confirme la dégradation de ses conditions d'habitat pour des valeurs de débit toutefois supérieures à 50 m³/s, la réponse demeurant neutre en deçà.

Dans le cas précis de l'ablette on note une variation nette de son potentiel d'habitat lié aux vitesses jusqu'à une valeur de 50-60 m³/s. Il peut être pertinent de souligner que ce poisson, indépendamment de sa courbe de préférences pour les vitesses d'écoulement, trouve déjà dans les eaux calmes mais non stagnantes du TCC un milieu globalement favorable à son maintien. Bien qu'il ne soit pas possible à ce stade d'envisager une quantification de son abondance, il apparaît hasardeux de tabler sur une augmentation significative du stock, sachant que les habitats de reproduction, basés sur les hydrophytes et les graviers, déjà peu représentés sur les biefs (donc potentiellement limitants), sont peu susceptibles de voir leurs taux de recouvrement augmenter en réponse à une augmentation de débit se traduisant uniquement par un accroissement des vitesses.

Au bilan, il ressort que, en dehors du confortement d'une situation déjà en équilibre apparent, l'augmentation du débit transitant dans le TCC de Malause ne laisse pas envisager de gain écologique positif significatif et quantifiable à ce stade des connaissances.



Siège

8 Avenue de Lavour - 31590 VERFEIL

Hervé LIEBIG

Tél : 05.61.92.31.59

Fax : 05.17.47.51.62

Mobile : 06.14.42.29.70

eccel.environnement@wanadoo.fr



Siège

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