

## Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale

Article R. 122-3 du code de l'environnement

*Ce formulaire sera publié sur le site internet de l'autorité environnementale  
Avant de remplir cette demande, lire attentivement la notice explicative*

Cadre réservé à l'autorité environnementale		
Date de réception :	Dossier complet le :	N° d'enregistrement :
01/06/2018	01/06/2018	F-075-18-C-0039

### 1. Intitulé du projet

Réhabilitation du seuil naturel marneux de Beauregard sur la Garonne

### 2. Identification du (ou des) maître(s) d'ouvrage ou du (ou des) pétitionnaire(s)

#### 2.1 Personne physique

Nom

Prénom

#### 2.2 Personne morale

Dénomination ou raison sociale

Etat / préfecture du Lot et Garonne

Nom, prénom et qualité de la personne  
habilitée à représenter la personne morale

Agnes Chabrilanges, Directrice de la DDT47

RCS / SIRET

Forme juridique

**Joignez à votre demande l'annexe obligatoire n°1**

### 3. Catégorie(s) applicable(s) du tableau des seuils et critères annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement et dimensionnement correspondant du projet

N° de catégorie et sous catégorie	Caractéristiques du projet au regard des seuils et critères de la catégorie (Préciser les éventuelles rubriques issues d'autres nomenclatures (ICPE, IOTA, etc.))
• 10. Canalisation et régularisation des cours d'eau :	- modification du profil en long et du profil en travers du lit mineur de la Garonne sur une longueur supérieure à 100 m  Nomenclature IOTA, article R.214.1 du code de l'environnement, rubriques : 3.1.1.0 ; 3.1.2.0 ; 3.1.4.0 ; 3.1.5.0 (voir détails explicatifs dans le document annexé 8.2, chapitre 3.1)

### 4. Caractéristiques générales du projet

**Doivent être annexées au présent formulaire les pièces énoncées à la rubrique 8.1 du formulaire**

#### 4.1 Nature du projet, y compris les éventuels travaux de démolition

Le projet consiste à la réhabilitation du seuil de Beauregard sur la Garonne : démolition des vestiges du seuil actuel ruiné, puis consolidation et protection du seuil marneux naturel.

La zone de travaux concerne les communes de Boe en rive droite et de Le Passage en rive gauche.

L'aménagement prévu comprend :

- un arasement du seuil actuel ruiné : suppression des matériaux constituant le seuil (blocs de pierres, palplanches, parties métalliques, béton)
- une consolidation du seuil naturel marneux sous-jacent par mise en place d'un rideau de palplanche fiché dans le socle marneux en amont du seuil et d'un seuil de fond en enrochements libres : ce seuil aura un profil en V symétrique centré avec un point bas fixé à la cote de 35,00 m NGF et des parties latérales en berge à la cote 36,20 m NGF.

voir plan de situation et plan des ouvrages dans le document annexé à ce formulaire (chapitre 2.4 de l'annexe 8.1).

#### 4.2 Objectifs du projet

Le seuil actuel de Beauregard est fortement dégradé : une partie de la structure a été emportée par les crues; plusieurs brèches se sont ouvertes ce qui oriente l'écoulement de l'eau et crée des zones d'érosion dans le lit et en berge, notamment en rive droite. De plus, le seuil actuel est un frein à la circulation des poissons migrateurs alors que l'axe Garonne est classé "grands migrateurs" et qu'il s'agit du 1er obstacle depuis la mer. A noter que la demande de réhabilitation de ce barrage pour la continuité écologique a fait l'objet de 4 courriers ministériels au maître d'ouvrage (2013- D. Batho, 2015 - N. Kosciusko Morisset, 2015- Ph. Martin, 2016- S. Royal).

Ainsi, les objectifs d'arasement de ce seuil sont les suivants :

- Restaurer la continuité écologique de ce secteur de la Garonne pour répondre aux enjeux liés aux poissons grands migrateurs définis dans le Grenelle de l'environnement, aux orientations du SDAGE (2016-2021), au classement de la Garonne à l'article L214-17 1°; pour atteindre le Bon état écologique (objectif DCE) ;
- Améliorer la continuité sédimentaire de ce secteur de Garonne en favorisant un fonctionnement hydrosédimentaire et morphodynamique naturel ; et en limitant les processus d'érosion de berge et d'incision régressive ;
- Garantir un niveau d'eau minimale à l'étiage en amont compatible avec le fonctionnement de la prise d'eau potable de La Capelette située 80 m en amont du seuil en rive droite ;
- Améliorer l'aspect paysager et la sécurité du site, aujourd'hui impacté par un ouvrage fortement endommagé et instable.

#### 4.3 Décrivez sommairement le projet

##### 4.3.1 dans sa phase travaux

Les travaux au niveau du seuil de Beauregard se feront en deux phases :

- en 2019, durant 3 mois (août à octobre) : aménagement du seuil sur la moitié du lit de Garonne en rive gauche
- en 2020, durant 3 mois (août à octobre) : aménagement du seuil sur la moitié du lit de Garonne en rive droite

Lors de chacune des deux phases, les travaux consistent à :

- la construction d'une piste d'accès en berge et d'une piste en rivière en amont du seuil dans le lit à partir de matériaux homogènes recouverts d'une géomembrane. Cette piste permettra l'accès hors d'eau des engins de chantier et servira également de batardeau (cote haute à 38 m NGF supérieure de 30 cm à la cote d'eau au débit médian de 290 m<sup>3</sup>/s),
- le battage d'un rideau d'étanchéité en palplanches le long du parement amont à une cote d'arase au plus égale à 37 m NGF,
- le déroctage du seuil existant jusqu'au socle marneux et du talus aval,
- le tri des matériaux (évacuation des parties métalliques et réutilisation des matériaux inertes (blocs, béton)),
- le comblement partiel des brèches existantes et des fosses d'affouillement en aval immédiat du seuil,
- la reconstitution d'un seuil de fond (radier et parement aval) par agencement d'enrochements calcaires libres. Le radier du seuil de fond aura un profil en V symétrique centré avec un point bas fixé à la cote de 35,00 m NGF et des parties latérales en berge à la cote 36,20 m NGF,
- le recépage du rideau de palplanches à la cote d'arase du seuil aménagé,
- l'enlèvement de la piste de chantier et de la piste d'accès et remise en état du site.

Pendant toute la durée des travaux, la Garonne coulera dans la moitié du lit maintenu en eau. Il n'y aura donc pas de rupture des écoulements ni de fermeture de l'axe Garonne pour les poissons migrateurs.

Plus de détails dans le document annexé 8.2 et dans le rapport AVP d'Artelia du 15 mai 2018

##### 4.3.2 dans sa phase d'exploitation

L'arasement du seuil actuel ruiné et la construction d'un seuil de fond conduiront :

- à une réduction de la hauteur de chute au niveau du seuil ce qui va améliorer grandement la franchissabilité piscicole. La hauteur de chute sera de l'ordre de 50 cm à l'étiage sévère (30 m<sup>3</sup>/s), de 40 cm à l'étiage (60 m<sup>3</sup>/s) et de quelques cm pour un débit moyen (290 m<sup>3</sup>/s). La pente et la structure du seuil de fond sont compatibles avec le franchissement par tous les poissons migrateurs.
- à une amélioration de l'hydrodynamisme et du transport solide grâce à une bonne répartition de l'écoulement sur le seuil; d'où une réduction du processus d'érosion en berge et dans le lit.
- à un abaissement de la ligne d'eau actuelle en amont immédiat du seuil : abaissement de 10 cm à l'étiage (60 m<sup>3</sup>/s); de 70 cm pour un débit médian (290 m<sup>3</sup>/s). Dans tous les cas, cet abaissement sera compatible avec le fonctionnement de la prise d'eau de la Capelette située en rive droite, à 80 mètres en amont du seuil.

Le seuil de fond créé sera un ouvrage poids sans ouvrage hydraulique ; il ne nécessitera aucune gestion ni entretien. Néanmoins, un contrôle topographique et bathymétrique de l'ouvrage et des berges en amont sera réalisé tous les deux ans et/ou après des crues morphogènes.

Ce seuil de fond est conçu pour être franchissable pour toutes les espèces piscicoles : seuil de fond rugueux noyé sur toute la largeur au débit médian, vitesses et hauteurs de chute compatibles avec les exigences des migrateurs (aloses, esturgeon); écoulement en jet de surface même en étiage ; rugosité sur les parties en berge compatible avec le passage des anguilles par reptation.

Le seuil sous l'eau ne sera visible que près des berges (voir photos montage dans le document annexé 8.2 chapitre 3.3.3).

**4.4 A quelle(s) procédure(s) administrative(s) d'autorisation le projet a-t-il été ou sera-t-il soumis ?**

La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

Le projet est soumis à :

- une procédure d'autorisation environnementale au titre du R214-1 du code de l'environnement ; qui comprend une évaluation des incidences au titre de la directive européenne N2000 du site "vallée de Garonne"
- l'avis du conseil de gestion des biotopes au regard de l'arrêté de protection de biotope de 1993
- déclaration préalable de travaux en site inscrit des chutes des coteaux de Gascogne.

**4.5 Dimensions et caractéristiques du projet et superficie globale de l'opération - préciser les unités de mesure utilisées**

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)
seuil de Beauregard modifié : - emprise (surface) : 150 m x 20 m soit une surface de 3000 m <sup>2</sup> - matériaux de démolition : 4300 m <sup>3</sup> (utilisés pour la construction du seuil de fond) ; - matériaux apportés (enrochements) : 3770 tonnes (2100 m <sup>3</sup> ) ; construction de pistes (temporaires) d'accès en berge et dans le lit : - en berge : longueur : 160 m en rive gauche, 75 m en rive droite, x 5 m ; soit 1180 m <sup>2</sup> - dans le lit : rive gauche : 120 m x 5 m soit : 600 m <sup>2</sup> ; 1060 m <sup>3</sup> ; rive droite : 85 m x 5 m soit 425 m <sup>2</sup> ; 3130 m <sup>3</sup> .	seuil de Beauregard : surface totale concernée : environ 3000 m <sup>2</sup>  profil en V symétrique centré avec un point bas fixé à la cote de 35,00 m NGF et des parties latérales en berge à la cote 36,20 m NGF

**4.6 Localisation du projet**

Adresse et commune(s) d'implantation

coordonnées du projet = seuil de Beauregard : 0°36'49"79; 44°10'30"79  
communes de Le Passage en rive gauche et de Boé en rive droite

zone maximale d'incidence hydraulique du projet (pour débit de 290 m<sup>3</sup>/s) :  
4 km en amont : communes de Boé et de Le Passage  
+ 0,15 km en aval : communes de Boé et de Le Passage

Coordonnées géographiques<sup>1</sup>

Long. 0 ° 36 ' 49 " 79 Lat. 44 ° 10 ' 30 " 79

Pour les catégories 5° a), 6° a), b) et c), 7° a), 9° a), 10°, 11° a) et b), 22°, 32°, 34°, 38° : 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement :

Point de départ :

Long. 0 ° 38 ' 33 " 08 Lat. 44 ° 08 ' 51 " 62

Point d'arrivée :

Long. 0 ° 36 ' 50 " 12 Lat. 44 ° 10 ' 35 " 38

Communes traversées :

Le Passage en rive gauche ; Boé en rive droite

Joignez à votre demande les annexes n° 2 à 6

4.7 S'agit-il d'une modification/extension d'une installation ou d'un ouvrage existant ?

Oui

Non

4.7.1 Si oui, cette installation ou cet ouvrage a-t-il fait l'objet d'une évaluation environnementale ?

Oui

Non

Remarque :

les vestiges du seuil actuel seront totalement détruits. Construit au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, il n'a pas fait l'objet à l'époque d'évaluation environnementale.

4.7.2 Si oui, décrivez sommairement les différentes composantes de votre projet et indiquez à quelle date il a été autorisé ?

Le seuil de fond créé sera implanté sur l'emplacement de l'ancien seuil et remontera légèrement en amont sur les 50 m de lit situé en rive droite (voir plans au chapitre 2.4 du document annexé 8.1)

<sup>1</sup> Pour l'outre-mer, voir notice explicative

## 5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

Afin de réunir les informations nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous, vous pouvez vous rapprocher des services instructeurs, et vous référer notamment à l'outil de cartographie interactive CARMEN, disponible sur le site de chaque direction régionale.

Le site Internet du ministère de l'environnement vous propose un regroupement de ces données environnementales par région, à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Les-donnees-environnementales-.html>.

Cette plateforme vous indiquera la définition de chacune des zones citées dans le formulaire.

Vous pouvez également retrouver la cartographie d'une partie de ces informations sur le site de l'inventaire national du patrimoine naturel (<http://inpn.mnhn.fr/zone/sinp/espaces/viewer/>).

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZNIEFF de type I n°720014258 - frayères à esturgeon de la Garonne. ZNIEFF située en aval immédiat du seuil de Beauregard. Les habitats favorables (zones profondes) ne sont pas directement impactés (zones non comblées).  ZNIEFF de type I n°720020058 - frayère d'alose à Agen. La limite amont est située à 1,4 km en aval du seuil de Beauregard.
En zone de montagne ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	arrêté préfectoral 93-1854 du 16 juillet 1993 : concerne la Garonne dans le département du Lot et Garonne ; objectif : assurer la conservation des biotopes pour les espèces alose, esturgeon, saumon atlantique, truite de mer, truite fario, lamproie marine, lamproie fluviatile. Le projet permet le rétablissement d'un fonctionnement naturel du fleuve (circulation piscicole, transport solide, diversité des habitats).
Sur le territoire d'une commune littorale ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Néanmoins, la Garonne dans la traversée d'Agen a été classée en Réserve Naturelle Nationale (décret n°81-568 du 13 mai 1981) en raison de la présence de frayères "forcées" d'aloses bloquées par le seuil de Beauregard situé 1,4 km en amont. Depuis la destruction partielle du seuil de Beauregard en 2005, la majorité des aloses se reproduisent plus en amont dans la Garonne (Lamagistère, St-Sixte...). Le périmètre de délimitation de la Réserve Naturelle Nationale est d'ailleurs en cours de modification mais se situera toujours en dehors du projet.
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? si oui, est-il prescrit ou approuvé ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PPR Inondation de l'Agenais, révision approuvée le 19 février 2018
Dans un site ou sur des sols pollués ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone de répartition des eaux ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'ensemble des communes du département du Lot et Garonne sont classées en zone de répartition des eaux par l'arrêté préfectoral n°95-0887 du 9 mai 1995 Le SDAGE Adour-Garonne fixe pour cette partie de la Garonne à Lamagistère (aval Golfech) : - un débit objectif d'étiage (DOE) de 85 m³/s - un débit de crise (DCR) de 31 m³/s.
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Remarque : les projets (enquête relative à la DUP en juillet 2016) des périmètres de protection immédiat et rapproché de la prise d'eau en Garonne de la Capelette ne concernent pas la zone de projet
Dans un site inscrit ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	arrêté ministériel du 27 octobre 1978 "Chutes des coteaux de Gascogne" ; superficie 3293 hectares; communes de Boe, Layrac, Moirax le seuil de Beauregard est inclus en partie dans le périmètre (partie du seuil en rive droite, commune de Boe).
<b>Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :</b>	<b>Oui</b>	<b>Non</b>	<b>Lequel et à quelle distance ?</b>
D'un site Natura 2000 ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	site Natura 2000 La Garonne (FR7200700); zone spéciale de conservation; superficie totale : 5626 hectares ; concerne le cours d'eau ; poissons migrateurs (Grande Alose, Alose feinte, Saumon Atlantique, Lamproie fluviatile, Lamproie marine, Esturgeon). Le projet est inclus dans le site (communes de Boe, Le Passage). Le document d'objectif vise le rétablissement d'un fonctionnement naturel du fleuve.
D'un site classé ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

6. Caractéristiques de l'impact potentiel du projet sur l'environnement et la santé humaine au vu des informations disponibles

6.1 Le projet envisagé est-il susceptible d'avoir les incidences notables suivantes ?

Veillez compléter le tableau suivant :

Incidences potentielles		Oui	Non	De quelle nature ? De quelle importance ? Appréciez sommairement l'impact potentiel
<b>Ressources</b>	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il excédentaire en matériaux ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	travaux globalement déficitaires : - démolition du seuil : environ 4300 m <sup>3</sup> ; les matériaux sont réutilisés sur site hormis les pièces métalliques (mises en décharge) - création du seuil de fond : apport de matériaux (enrochements calcaires issus de carrières); environ 3770 tonnes (soit environ 2100 m <sup>3</sup> ) - création des pistes d'accès temporaire dans le lit de la Garonne : en rive gauche apport de 1060 m <sup>3</sup> de matériaux homogènes qui pourront être stockés à proximité et réutilisés l'année suivante pour la piste en rive droite (3130 m <sup>3</sup> ). Ces matériaux seront entièrement évacués à la fin du chantier.
<b>Milieu naturel</b>	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le principal objectif du projet est le rétablissement de la continuité écologique (piscicole et sédimentaire) de la Garonne grâce à la création d'un seuil de fond en remplacement du seuil ruiné. Le projet est donc positif pour l'environnement. Pendant la phase travaux d'une durée de 3 mois (août à octobre) durant 2 années consécutives, la continuité de l'écoulement et la circulation piscicole seront maintenues. La création de pistes dans le lit concerne une surface limitée (1000 à 2000 m <sup>2</sup> environ). Elles seront enlevées après travaux. Des mesures seront prises pour limiter ces impacts (voir 6.4 et document annexé).
	Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le projet réalisé n'a pas d'impact négatif pour les habitats et espèces inscrites dans le FSD. L'arasement du seuil ruiné actuel et la création d'un seuil de fond facilitera au contraire la migration des grands migrateurs amphihalins et l'atteinte des zones de reproduction et d'alimentation en Garonne en amont du seuil.  Pendant la phase travaux, des perturbations (qualité de l'eau, poussières, dérangement de l'avifaune,...) sont possibles. Des mesures pour limiter les impacts négatifs seront prises (voir 6.4 et document annexé 8.2).

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	- l'aménagement (arasement du seuil de Beauregard et implantation d'un seuil de fond) améliorera la circulation des poissons et facilitera l'atteinte des zones de reproduction et d'alimentation dans la Garonne en amont. - les zones profondes (supérieure à 3 m) favorables aux esturgeons (reproduction) pourront évoluer (nouvel équilibre hydrodynamique). Impact négligeable - les travaux n'auront pas d'impact sur la frayère d'alose située à 1,4 km en aval (hors zone d'incidence pendant les travaux).
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Risques</b>	Est-il concerné par des risques technologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Risques liés à une crue de la Garonne En phase travaux : piste temporaire de chantier implantées en amont et le long du seuil (risque limité) ; la durée des travaux est courte (3 mois d'aout à octobre en 2019 et 2020) et prévue dans une période de faible débit (risque limité de crue). Toutefois, par précaution, des mesures seront prévues (voir 6.4). En phase définitive, l'impact est positif à l'amont vis-à-vis du risque inondation (abaissement de la ligne d'eau à débit équivalent)
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Nuisances</b>	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	phase exploitation (après travaux) : pas d'augmentation de trafic (ouvrage passif) phase travaux : trafic lié aux engins de chantier (pelleteuse, brise roche, camions pour l'apport des matériaux de construction du seuil de fond) : rotation d'environ 180 camions en phase 1 (travaux rive gauche) et d'environ 300 camions en phase 2 (travaux rive droite). les mesures usuelles de limitation des impacts sur la circulation et les riverains seront prises (cf annexe
	Est-il source de bruit ? Est-il concerné par des nuisances sonores ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Précision : phase exploitation : aucun impact sonore phase travaux : bruits liés aux engins de chantier (brise-roche, pelleteuse, camions,...) ; temps de travaux : 3 mois (aout à octobre) durant 2 années consécutives

	<p>Engendre-t-il des odeurs ?</p> <p>Est-il concerné par des nuisances olfactives ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<p>Engendre-t-il des vibrations ?</p> <p>Est-il concerné par des vibrations ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Précision :</p> <p>phase exploitation : aucun impact de ce type</p> <p>phase travaux : vibrations pendant la phase de démolition du seuil ruiné (déroctage).</p>
	<p>Engendre-t-il des émissions lumineuses ?</p> <p>Est-il concerné par des émissions lumineuses ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Emissions</b>	<p>Engendre-t-il des rejets dans l'air ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Précision :</p> <p>phase exploitation : aucun impact de ce type</p> <p>phase travaux : envol possible de poussières liées à la circulation des camions sur la piste d'accès.</p> <p>Des mesures pour limiter les impacts négatifs seront prises (voir 6.4 et annexe).</p>
	<p>Engendre-t-il des rejets liquides ?</p> <p>Si oui, dans quel milieu ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Précision :</p> <p>phase exploitation : aucun impact de ce type</p> <p>phase travaux : risque d'augmentation de la turbidité de l'eau pendant la phase de création de la piste d'accès dans le lit. On privilégiera des matériaux grossiers (limitation des fines).</p> <p>les enrochements ne sont pas liaisonnés donc pas de risque de pollution par le béton ou le ciment.</p>
	<p>Engendre-t-il des effluents ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<p>Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Précision :</p> <p>le démantèlement de l'ouvrage ruiné (seuil actuel) comprendra une évacuation des matériaux impropres et des parties métalliques en décharge.</p> <p>les matériaux inertes (béton, blocs maçonnerie) seront réutilisés sur place : pour le comblement des 2 brèches du seuil actuel et des zones d'affouillement en aval immédiat du seuil</p>

<b>Patrimoine / Cadre de vie / Population</b>	Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le seuil de Beauregard est très dégradé (blocs disjoints, palplanches, ferrailles rouillées, brèches) ; il a un impact visuel négatif. le projet d'arasement de ce seuil a un impact paysager positif : la Garonne retrouvera un aspect naturel. Le seuil de fond créé dans le lit ne sera quasiment pas visible en période de moyennes et hautes eaux. En étiage, il sera perceptible au niveau de la ligne d'eau (léger remous) et en berges (enrochements). (voir photos montage dans le document annexé 8.2 chapitre 3.3.3).
	Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements), notamment l'usage du sol?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	- le seuil actuel ruiné est instable et présente un risque pour la sécurité des promeneurs, pêcheurs, kayakistes... ; risque de chûtes. Sa suppression réduira ces risques d'accidents. - un plan d'eau amont sera maintenu permettant la conservation des activités nautiques - le projet n'aura pas d'incidence sur la prise d'eau de La Capelette. Cette contrainte a été prise en compte dans le calage (côtes) du seuil (modélisation hydraulique avec simulation pour tout une gamme de débits du fleuve).

**6.2 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'être cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés ?**

Oui  Non  Si oui, décrivez lesquelles :

**6.3 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'avoir des effets de nature transfrontière ?**

Oui  Non  Si oui, décrivez lesquels :

**6.4 Description, le cas échéant, des mesures et des caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine (pour plus de précision, il vous est possible de joindre une annexe traitant de ces éléments) :**

Le projet de réhabilitation du seuil de Beaugard a été étudié de façon à réduire les impacts sur l'environnement.

- Les mesures d'évitement lors du choix d'opportunité : plusieurs scénarios (reconstruction, maintien en l'état, arasement) ont été analysés et comparés sur le plan technique et financier (analyse multicritères) ; cf rapport ISL, 2009 en annexe
- Les mesures d'évitement technique ont été aussi étudiées en amont : plusieurs types et variantes de seuils ont été analysés en termes d'impacts (franchissabilité piscicole, garantie de la prise d'eau potable de La Capelette, transport solide, intégration paysagère) ; cf rapports ISL 2009 et HYDRATEC 2017 et 2018.

Le projet retenu est le plus pertinent au regard des multiples enjeux et points de vigilance.

En phase exploitation, on retient une absence d'impact de l'aménagement : les caractéristiques du seuil de fond (forme, pentes, matériaux) permettent son franchissement par les poissons migrateurs pour toute la gamme de débits en Garonne ; le seuil rétablit un bon fonctionnement morphodynamique ; il garantit aussi une ligne d'eau compatible avec la prise d'eau amont. Ce seuil rustique ne nécessite ni gestion hydraulique, ni entretien. Des mesures de suivi topographiques et bathymétriques de l'évolution du seuil et des berges sont prévues tous les deux ans et/ou après chaque crue morphogène.

En phase travaux, sont prévues des mesures préventives pour éviter les perturbations (faune) et la pollution du cours d'eau (organisation/ phasage du chantier/suivi) ; voir précisions dans le document annexé au formulaire.

**7. Auto-évaluation (facultatif)**

Au regard du formulaire rempli, estimez-vous qu'il est nécessaire que votre projet fasse l'objet d'une évaluation environnementale ou qu'il devrait en être dispensé ? Expliquez pourquoi.

Le projet de réhabilitation du seuil de Beaugard répond au programme de restauration de la continuité écologique de l'axe Garonne, aux préconisations du SDAGE, à l'objectif d'atteinte du bon état écologique. Le projet proposé est le fruit de nombreuses réflexions et études préalables (solutions alternatives; analyse multicritères).

Les principaux enjeux (environnementaux, usages, paysager) ont été pris en compte. Le projet n'a pas d'impact négatif en phase exploitation.

Pendant la phase travaux (3 mois en été 2018 et 2019), des mesures seront prises pour éviter/réduire les incidences négatives. Le projet ne nous semble pas relever de l'étude d'impact.

**8. Annexes**

**8.1 Annexes obligatoires**

Objet		
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - <b>non publié</b> ;	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Un plan de situation au 1/25 000 ou, à défaut, à une échelle comprise entre 1/16 000 et 1/64 000 (il peut s'agir d'extraits cartographiques du document d'urbanisme s'il existe) ;	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Au minimum, 2 photographies datées de la zone d'implantation, avec une localisation cartographique des prises de vue, l'une devant permettre de situer le projet dans l'environnement proche et l'autre de le situer dans le paysage lointain ;	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Un plan du projet ou, pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux catégories 5° a), 6° b) et c), 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement un projet de tracé ou une enveloppe de tracé ;	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Sauf pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux 5° a), 6° b) et c), 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : plan des abords du projet (100 mètres au minimum) pouvant prendre la forme de photos aériennes datées et complétées si nécessaire selon les évolutions récentes, à une échelle comprise entre 1/2 000 et 1/5 000. Ce plan devra préciser l'affectation des constructions et terrains avoisinants ainsi que les canaux, plans d'eau et cours d'eau ;	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Si le projet est situé dans un site Natura 2000, un plan de situation détaillé du projet par rapport à ce site. Dans les autres cas, une carte permettant de localiser le projet par rapport aux sites Natura 2000 sur lesquels le projet est susceptible d'avoir des effets.	<input checked="" type="checkbox"/>

## 8.2 Autres annexes volontairement transmises par le maître d'ouvrage ou pétitionnaire

Veillez compléter le tableau ci-joint en indiquant les annexes jointes au présent formulaire d'évaluation, ainsi que les parties auxquelles elles se rattachent

Objet
document annexe regroupant : <ul style="list-style-type: none"><li>- plans, photos</li><li>- sensibilité environnementale de la zone d'implantation du projet ; tableau synthétique ;</li><li>- les impacts prévisibles du projet et les mesures de réduction des impacts prévues ; tableaux synthétiques</li><li>- les études préalables qui ont conduit à la solution retenue : rapports ISL 2008 (état initial) et 2009 (étude des scénarios, analyse multicritères)</li><li>- les études complémentaires pour préciser le projet :<ul style="list-style-type: none"><li>- liste des études complémentaires réalisées</li><li>- rapport AVP - Artelia, mai 2018</li></ul></li></ul>

## 9. Engagement et signature

Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements ci-dessus



Fait à

Agen

le.

31 mai 2018

Signature

La Directrice Départementale des Territoires

  
Agnès CHABRILLANGES

Insérez votre signature en cliquant sur le cadre ci-dessus

# Réhabilitation du seuil naturel marneux de Beauregard sur la Garonne

Documents annexés au formulaire de demande au cas par cas

**Mai 2018**

# Sommaire

<b>1. PREAMBULE</b> .....	4
<b>2. ANNEXES 8.1 DU FORMULAIRE DE DEMANDE AU CAS PAR CAS – ANNEXES OBLIGATOIRES</b> .....	4
<b>2.1 Document CERFA « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » (annexe 1 ; document séparé)</b> .....	4
<b>2.2 Plan de situation au 1/25 000 (annexe 2)</b> .....	5
<b>2.3 Photographies de la zone d'implantation du projet – visions proche et lointaine (annexe 3)</b> .....	7
<b>2.4 Plan du projet – seuil de fond de Beauregard (annexe 4)</b> .....	11
<b>2.5 Plan de situation du projet dans la zone d'étude et protections réglementaires ; y compris Natura 2000</b> .....	15
<b>3. ANNEXES 8.2 – ANNEXES COMPLEMENTAIRES</b> .....	17
<b>3.1 Précisions du CERFA section 3 : Rubriques de la nomenclature IOTA, article R.214.1 du code de l'environnement</b> .....	18
<b>3.2 La sensibilité environnementale de la zone d'implantation du projet - Etat des lieux</b> 19	
<b>3.2.1 Qualité des eaux</b> .....	19
3.2.1.1 Qualité physico-chimique .....	20
3.2.1.2 Qualité hydrobiologique .....	20
<b>3.2.2 Habitats aquatiques et rivulaires</b> .....	21
3.2.2.1 La Garonne en amont du seuil de Beauregard .....	21
3.2.2.2 La Garonne en aval du seuil de Beauregard .....	24
3.2.2.3 Synthèse des habitats aquatiques .....	26
<b>3.2.3 Flore et faune aquatiques</b> .....	27
3.2.3.1 Flore aquatique .....	27
3.2.3.2 Faune aquatique .....	29
<b>3.2.4 Faune terrestre et flore rivulaire</b> .....	37
3.2.4.1 Flore .....	37
3.2.4.2 Faune .....	37
<b>3.2.5 La sensibilité environnementale de la zone d'implantation du projet -tableau synthétique</b> 40	
3.2.5.1 Critères d'évaluation des enjeux .....	40
3.2.5.2 Evaluation des enjeux environnementaux .....	40
<b>3.3 Les impacts prévisibles du projet et les mesures prévues pour réduire les impacts.</b> 43	
3.3.1 Synthèse des enjeux et intégration du projet par rapport aux enjeux .....	43
3.3.2 Mesures d'évitement et de réduction .....	44
3.3.3 Intégration paysagère du projet – photo montage .....	45
<b>3.4 Les impacts prévisibles liés aux travaux et les mesures prévues pour réduire les impacts</b> .....	48
3.4.1 Organisation des travaux - phasages .....	48

3.4.2	Tableau synthétique des impacts et des mesures prévues pour réduire les impacts.....	53
3.5	Les études préalables qui ont conduit à la solution retenue pour le projet.....	54
3.6	Les études complémentaires et l'avant projet .....	55

## 1. PREAMBULE

---

Ce document rassemble les annexes qui accompagnent le formulaire de demande au « cas par cas » du projet de réhabilitation du seuil de Beauregard sur la Garonne.

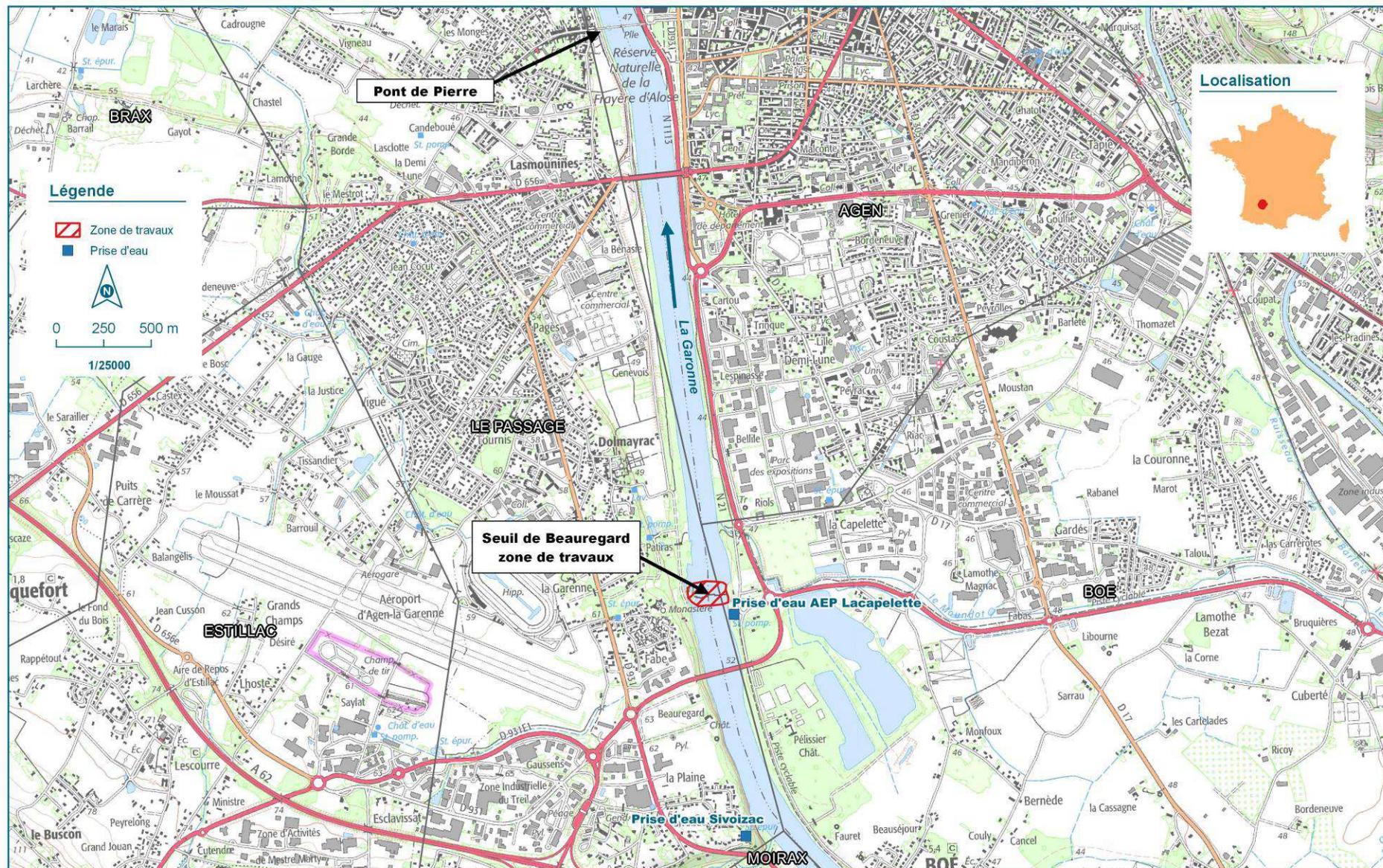
## 2. ANNEXES 8.1 DU FORMULAIRE DE DEMANDE AU CAS PAR CAS - ANNEXES OBLIGATOIRES

---

- Document CERFA « informations nominatives relatives au maitre d'ouvrage ou pétitionnaire » (annexe 1 ; document séparé)
- Plan de situation au 1/25 000 (annexe 2)
- Photographies de la zone d'implantation du projet – visions proche et lointaine (annexe 3)
- Plan du projet – seuil de fond de Beauregard (annexe 4)
- Plan de situation du projet dans la zone d'étude et protections réglementaires (y compris Natura 2000) (annexes 4 et 6)

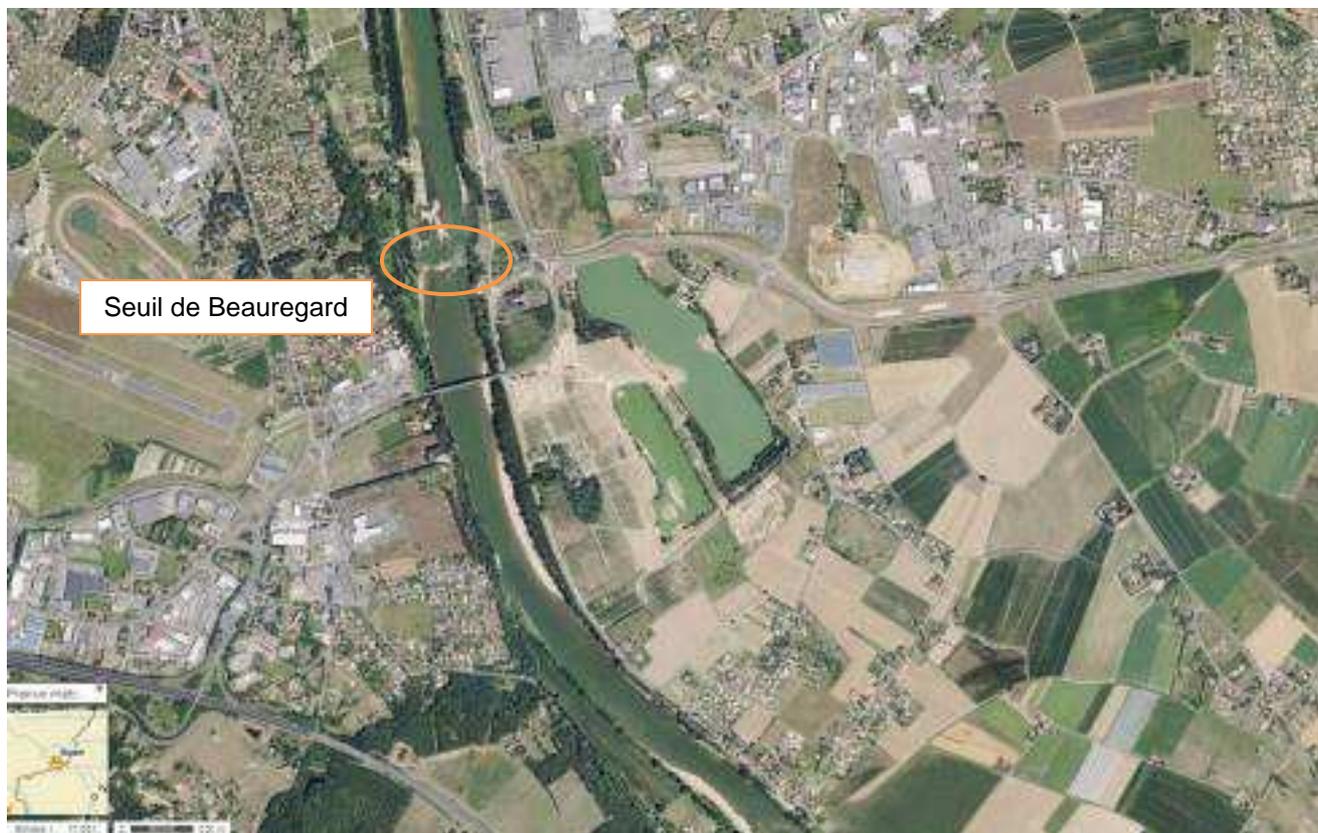
### 2.1 DOCUMENT CERFA « INFORMATIONS NOMINATIVES RELATIVES AU MAITRE D'OUVRAGE OU PÉTITIONNAIRE » (ANNEXE 1 ; DOCUMENT SÉPARÉ)

## 2.2 PLAN DE SITUATION AU 1/25 000 (ANNEXE 2)



## 2.3 PHOTOGRAPHIES DE LA ZONE D'IMPLANTATION DU PROJET - VISIONS PROCHE ET LOINTAINE (ANNEXE 3)

● Zone de projet – photo aérienne – Source Géoportail - 2015



Zone de projet – photoaérienne, source Géoportail – 2015



Zoom sur le seuil Beaugard - 2015

● **Seuil de Beauregard dans son état actuel – photos aquascop aout 2016**



Vue d'ensemble du seuil de Beauregard depuis la rive droite



Le seuil de Beauregard, vu depuis la rive gauche



Palplanches endommagées en rive gauche



Petite brèche en rive droite, vue vers la rive gauche



Brèche principale, vue vers la rive droite



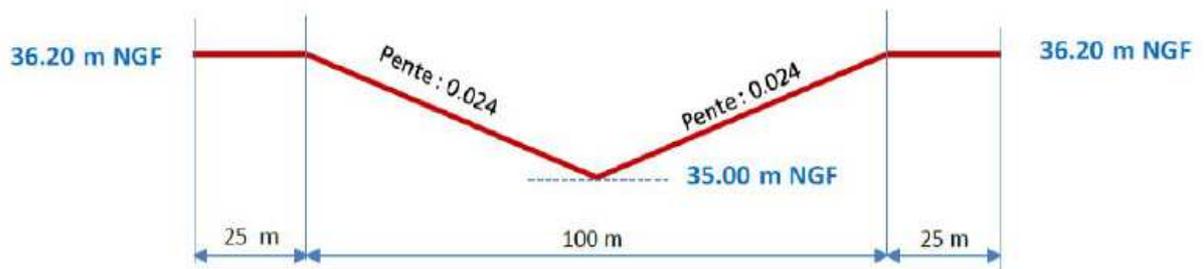
Vue d'ensemble de l'aval proche du seuil de Beauregard, vue vers l'amont



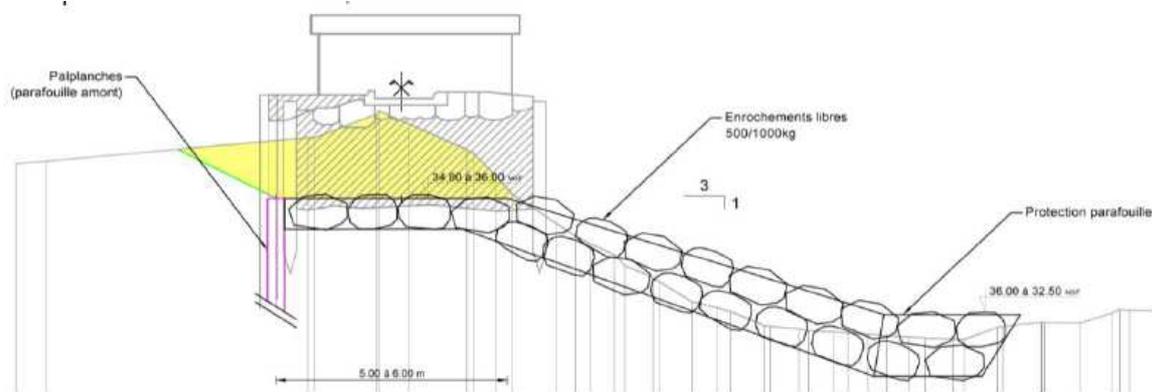
Le seuil de Beauregard sur la Garonne – Vue du pont de la N21 vers l'aval

## 2.4 PLAN DU PROJET - SEUIL DE FOND DE BEAUREGARD (ANNEXE 4)

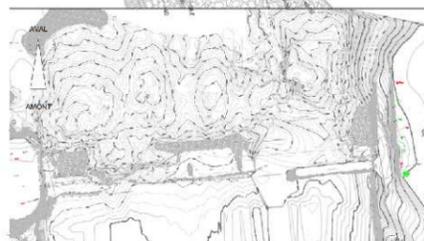
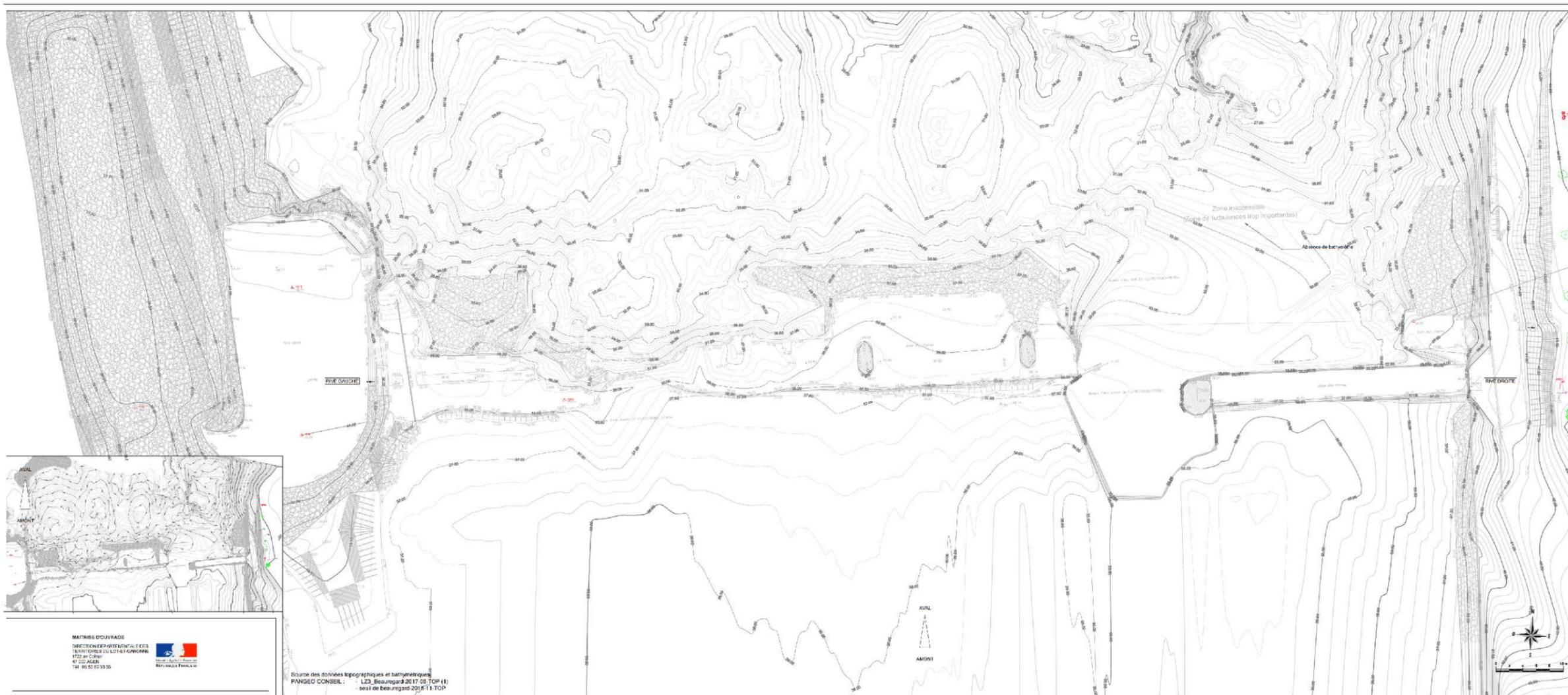
### Profil en travers du nouveau seuil de Beauregard - coupe de principe



### Profil en long du nouveau seuil de Beauregard - coupe de principe



Vue en plan et profil en long : état existant puis projet (pages suivantes)



MAITRISE D'OUVRAGE  
DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES  
RIVIÈRES, LACS ET LITTIÈRES  
1732 av. CARNOT  
47 000 AGEN  
Tel : 05 53 53 33 33



Source des données topographiques et bathymétriques  
PANGEO CONSEIL : L22, Beauregard 2017-20 TOP (1)  
seuil de Beauregard 2016-11 TOP

Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard  
sur la Garonne à Agen

Echelle horizontale (X) : 1/200  
Echelle verticale (Y) : 1/50

AVANT-PROJET  
ETAT EXISTANT  
VUES EN PLAN ET PROFIL EN LONG

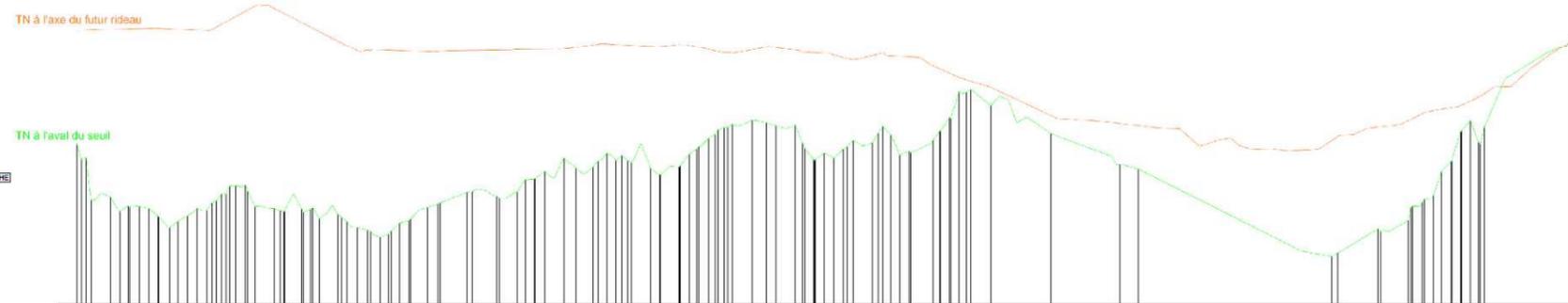
Echelle : 1/1000 - 1/200 - 1/50

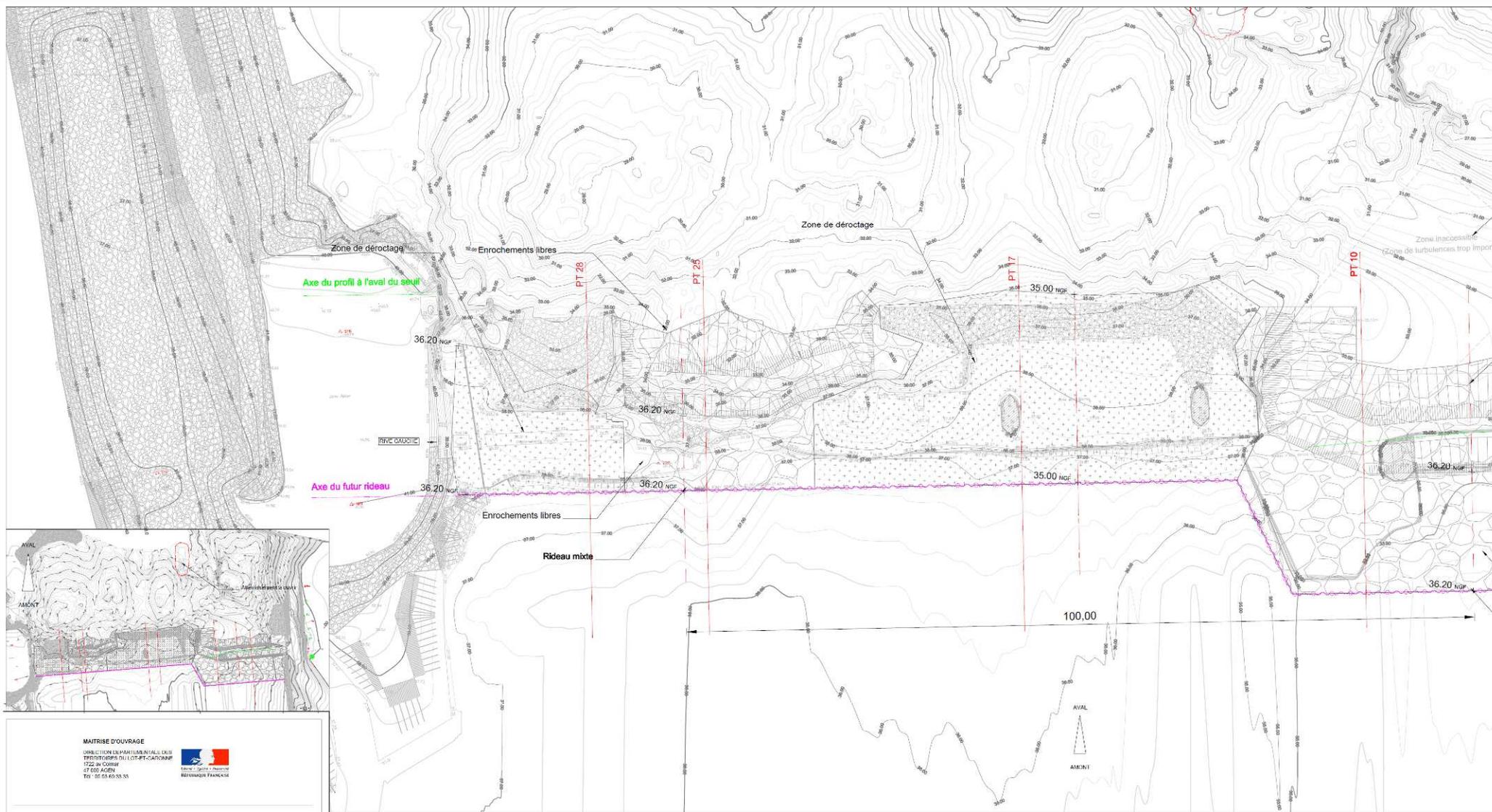
ARTELIA VIA & Transports  
Agence de Bordeaux  
Pôle Sud-Ouest - Bordeaux  
64 av. des Marais - CS 10418  
33007 LE HAÏ - FRANCE  
Tel : 05 56 13 85 85  
Fax : 05 56 13 85 83



N°	Date	Modifications	Établi par	Vérifié par	Validé par
1	10/10/2016	Projet d'état des lieux et de l'ouvrage	CSB	VPS	DIR

PRG	MRG	RUE	T&T	RE	RE	RE



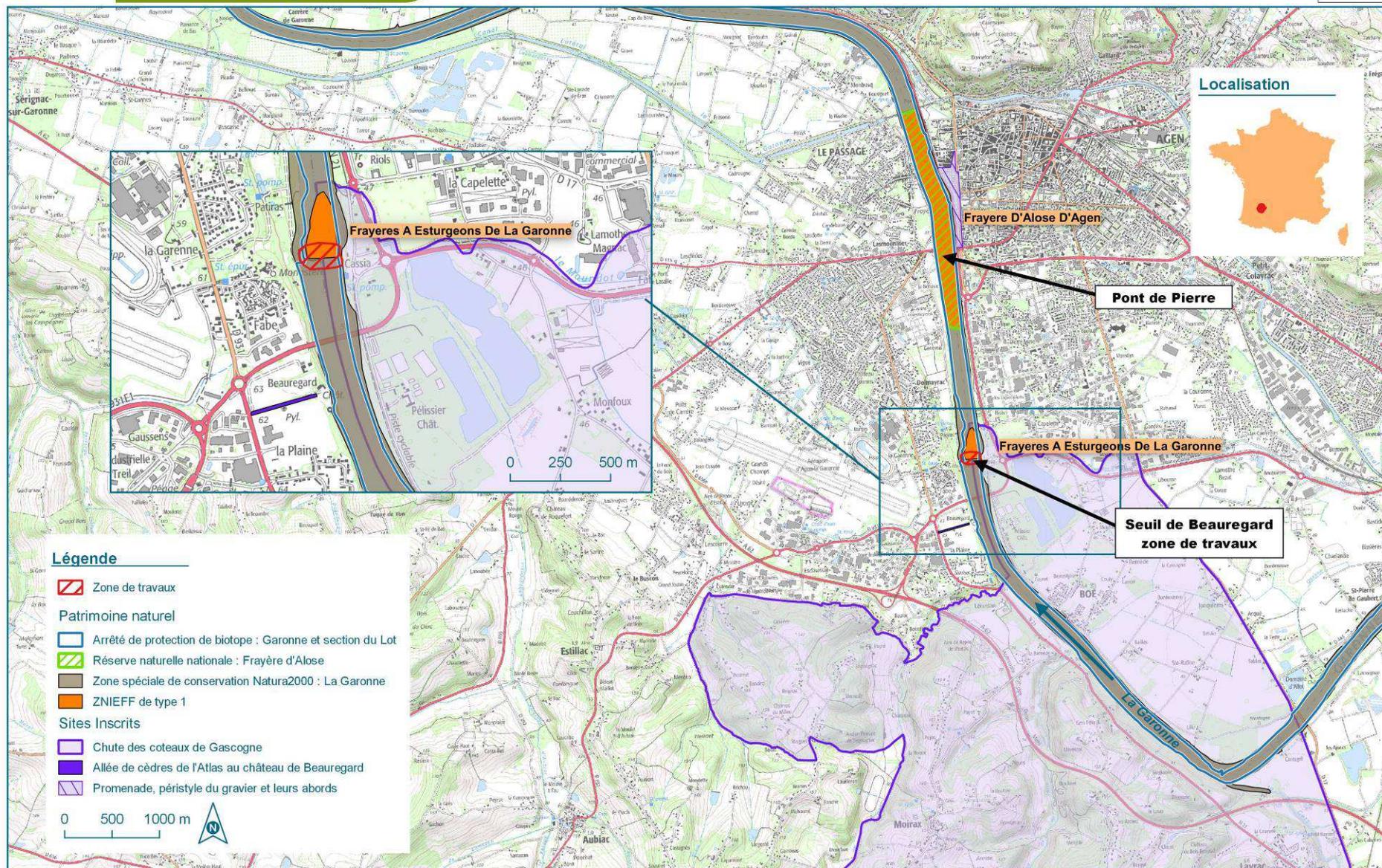


MAITRISE D'OUVRAGE

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES  
TERRITOIRES DU LOT-ET-GARONNE  
1722 av. COCHET  
47000 AGEN  
TÉL : 05 55 60 53 55



## **2.5 PLAN DE SITUATION DU PROJET DANS LA ZONE D'ÉTUDE ET PROTECTIONS RÉGLEMENTAIRES ; Y COMPRIS NATURA 2000**



### 3. ANNEXES 8.2 - ANNEXES COMPLEMENTAIRES

---

- Précisions du CERFA section 3 : Rubriques de la nomenclature IOTA, article R.214.1 du code de l'environnement
- La sensibilité environnementale de la zone d'implantation du projet – tableau synthétique
- Les impacts prévisibles du projet et les mesures prévues pour réduire les impacts - tableau synthétique
- Les études préalables qui ont conduit à la solution retenue pour le projet
- Les études complémentaires pour préciser le projet

### 3.1 PRÉCISIONS DU CERFA SECTION 3 : RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE IOTA, ARTICLE R.214.1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Le tableau suivant reprend les rubriques de la nomenclature IOTA, article R.214.1 du code de l'environnement concernées par le projet.

TITRE III : IMPACTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE OU SUR LA SÉCURITÉ PUBLIQUE					
Rubrique	Intitulé	Critère	Sous-critère	Régime	Situation vis-à-vis du projet d'aménagement du seuil de Beaugard
3.1.1.0.	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :	1° Un obstacle à l'écoulement des crues		A	<b>Non concerné</b>
		2° Un obstacle à la continuité écologique : entraînant pour le débit moyen annuel une différence de niveau de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation	a) supérieure ou égale à 50 cm,	A	<b>Non concerné</b>  La chute d'eau au droit du seuil après aménagement est de quelques cm pour le débit médian (290 m <sup>3</sup> /s) ou supérieurs. Elle sera au maximum de 50 cm pour un étiage sévère (30 m <sup>3</sup> /s).  Aucune incidence en phase travaux puisque le phasage proposé permet de maintenir l'écoulement pendant toute la durée des travaux : phase 1 par la brèche centrale (pas de modification de la situation actuelle) puis en, phase 2 par le point bas du seuil recentré qui satisfait les critères de continuité écologique conformément aux résultats présentés au présent dossier.
			b) supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm	D	
3.1.2.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :	1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m		A	<b>Autorisation</b>  En phase travaux et à courts termes, l'aménagement du seuil de Beaugard entraîne une modification du profil en travers et du profil en long sur un linéaire inférieur à 100 m.  Toutefois, un réajustement du profil en long est à prévoir à plus long terme sur un linéaire supérieur à 100 m en amont du seuil actuel et sur quelques dizaine de mètres en aval.
		2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m		D	
3.1.4.0.	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :	1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m		A	<b>Non concerné</b>  Dans le cadre de l'avant-projet, une protection de berge au droit du lotissement de Bellevue en rive gauche en amont du seuil a été étudiée. Ces travaux ne sont cependant pas intégrés au projet faisant l'objet de la présente demande de « cas par cas ». Seul un suivi de l'évolution de la berge dans le temps sera fait.
		2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m		D	
3.1.5.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet :	1° Destruction de plus de 200 m <sup>2</sup> de frayères		A	<b>Non concerné</b>  Aucun habitat aquatique d'intérêt majeur (zone de frayère,...) n'a été identifié dans la zone de projet à l'exception des mouilles en aval du seuil identifiées comme « zone potentielle » de frayère pour l'esturgeon européen. Ces zones profondes ne seront pas comblées lors des travaux ; elles pourront évoluer (sans disparaître).  En phase travaux, des précautions particulières seront prises afin d'éviter tout risque de pollution ou de dégradation des habitats aquatiques (MES, laitance de béton,...)
		2° Dans les autres cas		D	

## 3.2 LA SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE DE LA ZONE D'IMPLANTATION DU PROJET - Etat des lieux

L'état des lieux environnemental de la zone du projet est issu des données suivantes :

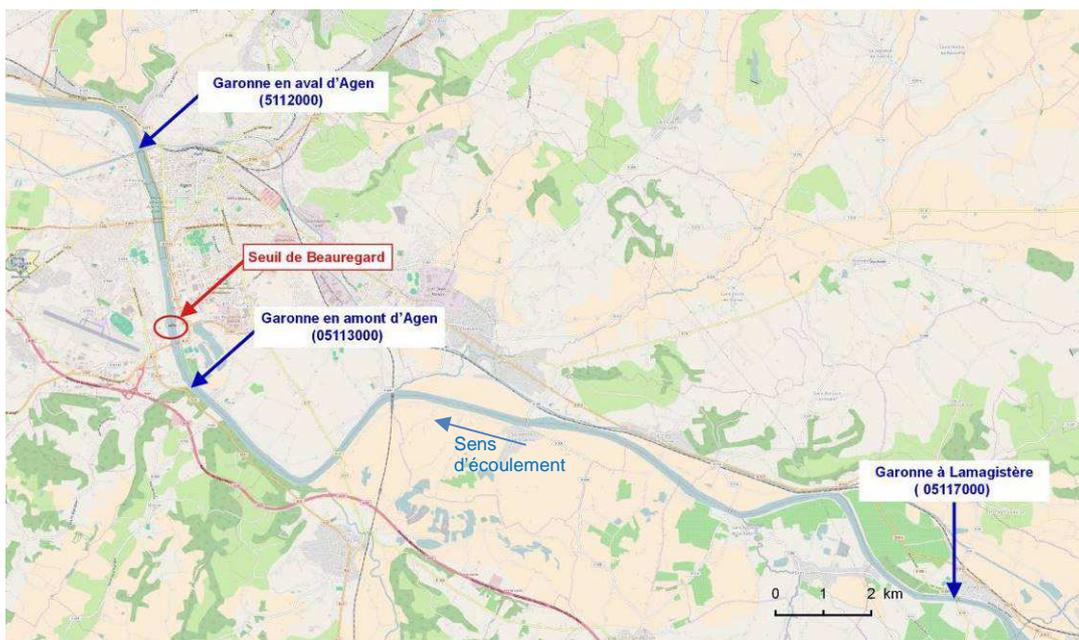
- Réserve Naturelle Nationale de la Frayère d'alose – Rapport d'inventaire 2016 : Macrophytes aquatiques et odonates
- Réserve Naturelle Nationale de la Frayère d'alose – Suivi de la Migration et de la Reproduction de la grande Alose en Moyenne Garonne – 2016
- Biotope, octobre 2016 - expertise complémentaire coléoptères, chiroptères et avifaune nicheuse dans le cadre du dossier
- Données de l'observatoire de la biodiversité végétale
- MIGADO – Rapports d'activité annuels
- Habitats aquatiques et rivulaires : Visite sur site d'Aquascop, août 2016
- Les frayères potentielles de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* L. 1758 dans le bassin Garonne-Dordogne. Méthodes d'investigation, état actuel et perspectives. S. Jégo et al., 2001
- Plan de gestion des poissons migrateurs Garonne - Dordogne - Charente - Seudre – Leyre 2015-2019

### 3.2.1 Qualité des eaux

Des mesures sont réalisées régulièrement dans la Garonne à proximité de la zone de travaux, dans le cadre des réseaux de suivis issus de l'application de la Directive Cadre sur l'Eau Européenne. Les données sont disponibles via le portail du système d'information sur l'eau de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (sie Adour-Garonne).

2 stations de suivi de la qualité de l'eau sont proches du seuil de Beauregard :

- la Garonne en amont d'Agen (05113000) située sur la commune de Boé environ 1,3 km en amont du seuil de Beauregard,
- la Garonne en aval d'Agen (5112000) située à Agen, environ 3,5 km en aval de Beauregard.
- la Garonne à Lamagistère (05117000), environ 20 km du seuil de Beauregard,



Localisation des stations de mesure de l'Agence de l'Eau (fond OpenStreetMap)

### 3.2.1.1 Qualité physico-chimique

Les données élaborées disponibles sur le site du SIE Adour-Garonne sont synthétisées dans le tableau suivant. Rappelons que depuis janvier 2016, pour chaque altération, les calculs sont effectués sur trois années glissantes conformément à l'arrêté du 27 Juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010.

Qualité de l'eau de la Garonne à proximité de Beaugard en 2016, Agence de l'Eau Adour-Garonne

Station	5117000 La Garonne à Lamagistère		5113000 La Garonne en amont d'Agen		5112000 La Garonne en aval d'Agen	
	Valeur retenue (2014-2016)	Classe d'état (2014-2016)	Valeur retenue (2014-2016)	Classe d'état (2014-2016)	Valeur retenue (2014-2016)	Classe d'état (2014-2016)
<b>Physico chimie</b>		Bon		Bon		Bon
<b>Oxygène</b>		Bon		Bon		Très bon
Carbone Organique (mg/l)	2,7	Très bon	2,7	Très bon	2,7	Très bon
Demande Biochimique en oxygène en 5 j (mg/l)	1,5	Très bon	1,8	Très bon	1.4	Très bon
Oxygène dissous (mg/l)	8,2	Très bon	8,5	Très bon	8,4	Très bon
Taux de saturation en oxygène (%)	88	Bon	84	Bon	93	Très bon
<b>Nutriments</b>		Bon		Bon		Bon
Ammonium (mg/l)	0,09	Très bon	0,1	Très bon	0.1	Très bon
Nitrites (mg/l)	0,07	Très bon	0,07	Très bon	0.08	Très bon
Nitrates (mg/l)	12	Bon	15	Bon	12,5	Bon
Phosphore total (mg/l)	0,08	Bon	0,06	Bon	0.07	Bon
Orthophosphates (mg/l)	0,39	Bon	0,36	Bon	0.47	Bon
<b>Acidification</b>		Bon		Bon		Bon
Potentiel min en Hydrogène (pH)	7,9	Très bon	7,8	Très bon	7.8	Très bon
Potentiel max en Hydrogène (pH)	8,4	Bon	8,5	Bon	8.4	Bon
<b>Température (°C)</b>	24.4	Bon	25	Bon	24	Bon
<b>Polluants spécifiques</b>		Bon		Bon		
<b>ETAT CHIMIQUE</b>	DDT	Mauvais		Bon		

La qualité physico-chimique est globalement en bon état en 2016 (élaboré à partir des données 2014-2016).

Par ailleurs, les données mettent en évidence la **présence de DDT** (déclassant en mauvais état) à la station Garonne à Lamagistère. Le DDT est un insecticide puissant utilisé majoritairement lors des campagnes de démoustication. Son utilisation en France est limitée à cause de ses effets toxiques sur la santé.

### 3.2.1.2 Qualité hydrobiologique

- La Garonne à Lamagistère (05117000)

Les résultats des indices biologiques de la Garonne à Lamagistère dans le cadre des réseaux de surveillance sont présentés dans le tableau suivant.

Indice	2014-2016	2012-2014	2011-2013	2010-2012	2009-2011
Indice biologique diatomée (IBD 2007)	12,73	12.23	11.5	11.37	12.1
IBG RCS <sup>1</sup>	18,33	16.33	16.67	15.67	15.33
Indice Biologique Macrophytique en Rivière (I.B.M.R.)	7,83	6.39	6.39	6.76	6.66
Indice poissons rivière	16,58	21.59	20.25	18.68	12.76

Résultats du suivi hydrobiologique de la Garonne à Lamagistère 2008-2016 (SIE Adour-Garonne)

L'état écologique de la Garonne à cette station est qualifié de « moyen ».

- La Garonne en amont d'Agen (5113000)

Les résultats des indices diatomiques à la station de la Garonne en amont d'Agen sont présentés dans le tableau suivant. On note globalement une amélioration sensible de cet indice entre 2009 et 2014, avec cependant une note en 2016 équivalente à celle de 2009.

Indice	2014-2016	2012-2014	2011-2013	2010-2012	2009-2011
Indice biologique diatomée (IBD 2007)	12,57	13.45	12.1	12.25	12.57
IBG RCS	18				

Résultats du suivi hydrobiologique de la Garonne en amont d'Agen 2008-2016 (SIE Adour-Garonne)

- La Garonne en aval d'Agen (5112000)

Les résultats des indices diatomiques à la station de la Garonne en amont d'Agen sont présentés dans le tableau suivant. On note globalement une amélioration sensible de cet indice à partir de 2012-2014.

Indice	2014-2016	2012-2014	2011-2013	2010-2012	2009-2011
Indice biologique diatomée (IBD 2007)	14,4	14.4	12.45	11.3	12.23

Résultats du suivi hydrobiologique de la Garonne en aval d'Agen 2008-2016 (SIE Adour-Garonne)

## 3.2.2 Habitats aquatiques et rivulaires

La description des habitats aquatiques est issue des reconnaissances terrains réalisées au mois d'août 2016 par aquascop.

### 3.2.2.1 La Garonne en amont du seuil de Beaugard

Environ 1,5 km en amont du seuil, la Garonne décrit une courbe vers la droite à hauteur du lotissement de Bellevue. L'écoulement principal est concentré en rive gauche au niveau d'un chenal profond (>2 m).

En entrée de la courbe, un ancien merlon en blocs non maçonnés disposé pour créer un chenal de navigation, longe la rive gauche à une quinzaine de mètres du pied de berge. Il crée une grande annexe hydraulique connectée au lit en eau par l'aval, densément végétalisé par des hydrophytes, qui constitue une zone de refuge et d'alimentation intéressante pour certaines espèces de poisson notamment les juvéniles.

<sup>1</sup> La station se situe dans la masse d'eau : La Garonne du confluent de la Barguelonne au confluent du Gers (FRFR300B). Le type utilisé pour définir la valeur de référence des indices biologiques est TG 14/1 : très grand cours d'eau de l'Hydroécocorégion (HER) 14 « Coteaux Aquitains » exogène de l'HER 1 « Pyrénées ». Pour cette catégorie de taille de cours d'eau, les limites de classe d'état vis-à-vis des invertébrés ne sont pas définies.

Le courant est dévié par ce merlon plus en aval vers la berge rive gauche. Le pied de berge en bordure du chenal profond est composé de dalle marneuse affleurante dépourvue de végétation. Un peu plus en hauteur, la berge quasi verticale mesure plusieurs mètres de haut et présente une ripisylve perchée composée d'une strate arborée dense et diversifiée (peupliers, saules, frênes, chênes, ormes, noyers, noisetiers...) en bonne santé mais déconnecté du lit en eau. A proximité du pont de la RN21, le pied de berge en rive gauche est protégé par des enrochements.



Rive gauche – pied de berge érodé et berge verticale, vu depuis le merlon



Rive gauche – Merlon en enrochement et annexe hydraulique

En rive droite, on observe sur une longueur de 1 kilomètre environ un atterrissement de galets de plusieurs dizaines de mètres de largeur. Le pied de berge vertical de 1,5 à 2 m de hauteur est totalement déconnecté du lit en eau. Il est surmonté d'un talus de terre et d'argile fortement incliné (>70°) qui remonte à plus de 5 m au-dessus du niveau du lit. La crête de la berge et le talus sont densément végétalisés par une strate arborée (peupleraie) et herbacée continues de plusieurs dizaines de mètres de largeur. La ripisylve perchée par rapport au niveau du lit en eau est en bonne santé.



La Garonne à Beaugard – Vue du pont de la N21 vers l'amont – août 2016

Le pied de berge est homogène et pauvre en habitats aquatiques. On rencontre quelques petites annexes hydrauliques, plus ou moins connectées au lit en eau, colonisées par des hydrophytes (*Potamogeton fluitans*, *Vallisneria*, élodées). La bordure du lit en eau peu profonde et ensoleillée présente un développement algal important (principalement *Spirogyra* et *Cladophora*).



Rive droite – Annexe hydraulique



Rive droite – Développement algal type *Spirogyra* en bordure du lit en eau

Le lit en eau n'a pas été prospectée, mais d'après les observations visuelles depuis le pont de la RN21, le substrat semble assez homogène, composé d'une couche peu épaisse de galets qui repose sur un substratum marneux qui affleure dans les zones de mises en vitesse des écoulements. Aucune zone de sédimentation ou de stockage de matière fine n'est observée, témoignant de la transparence sédimentaire du seuil de Beauregard.

La zone amont proche du seuil de Beauregard se caractérise par un lit en eau rectiligne et peu profond. On observe à l'étiage des atterrissements de pierres et de cailloux, plus ou moins colmatés, en rive gauche et droite. La granulométrie du lit est assez grossière (cailloux, pierres).

Quelques herbiers d'hydrophytes sont présents (*Myriophylle*, *Potamot fluitans*) et apportent une diversité dans l'habitat piscicole assez pauvre et homogène. A l'étiage, le pied de berge est déconnecté du lit en eau, réduisant le potentiel d'habitat du lit en eau.

Dans la continuité du secteur amont, les berges sont hautes (4 à 5 mètres) et fortement inclinées. La ripisylve est comparable à celle présente dans la zone amont.



Le seuil de Beauregard sur la Garonne – Vue du pont de la N21 vers l'aval

A l'approche du seuil, on observe en rive droite une mise en vitesse des écoulements au niveau de la brèche principale du seuil. A ce niveau, le substratum marneux affleure réduisant la richesse granulométrique et le potentiel d'habitat. Le pied de berge a été conforté par des enrochements pour limiter son érosion.

A l'opposée, en rive gauche, on constate une zone de dépôt de matériaux de granulométrie variée plus ou moins colmatée potentiellement favorable à la reproduction de certains cyprinidés et au développement

d'herbiers d'hydrophytes. En bordure les développements algaux sont importants et colmatent le substrat en place.



Affleurement de la dalle marneuse en amont de la brèche principale



Zone de dépôt et de développement algal en rive gauche en amont du seuil

### 3.2.2.2 *La Garonne en aval du seuil de Beauregard*

Les deux brèches du seuil concentrent les écoulements vers la rive droite. Le lit en eau est profond et l'écoulement est turbulent. La berge en rive droite est renforcée par des enrochements.

On note la présence d'une annexe hydraulique connectée au lit en eau par l'amont qui offre un milieu particulier favorable à de nombreuses espèces piscicoles. C'est également une zone intéressante pour les invertébrés aquatiques en particulier le Gomphe de Graslin, une espèce d'odonate protégée recensée dans cette zone.



Zone aval du seuil en rive droite, vue vers l'aval – Annexe hydraulique en arrière plan



Zone aval du seuil en rive droite, vue vers l'amont – Affleurement du socle naturel marneux

La rive gauche est abritée par le seuil et constitue donc une zone préférentielle de sédimentation. On retrouve ainsi de nombreux atterrissements de pierres et cailloux ponctuellement végétalisés par une strate herbacée. Ils forment un réseau de plusieurs annexes hydrauliques plus ou moins connectées entre elles par de petits radiers, dans lesquelles se développent des herbiers d'hydrophytes. Ce sont des zones potentielles pour la reproduction des cyprinidés et des zones de refuge pour les alevins.

Cette rive présente une grande diversité d'habitats, de profondeurs, de vitesses et de granulométries, ce qui en fait une zone favorable pour les poissons et l'ensemble de la faune aquatique en général.

A l'étiage, la zone de berge et la ripisylve sont déconnectées du lit en eau.



Atterrissements végétalisés, annexes hydrauliques et développements d'hydrophytes en rive gauche en aval du seuil de Beaugard



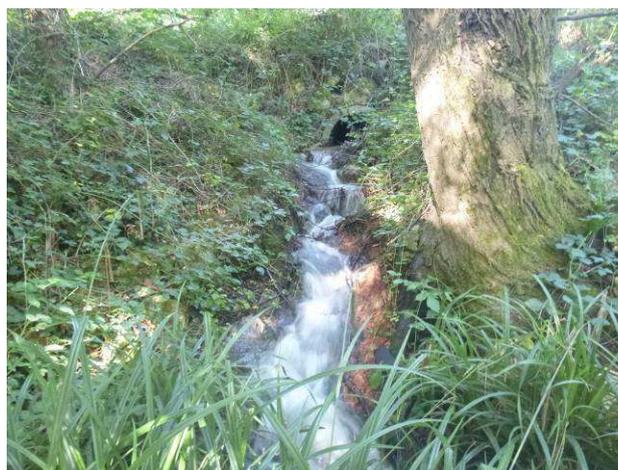
Annexes hydrauliques connectée par un radier en rive gauche en aval du seuil de Beaugard

En rive gauche, se trouve la passe à poisson implantée en 1994-1995 dans un ancien canalet. Le seuil amont est calé à la cote 38.00 m NGF, soit 30 cm au-dessus de la cote de la ligne d'eau amont au débit médian. Elle n'est donc alimentée qu'en période hydrologique supérieure à la moyenne. A l'étiage, elle forme un bras déconnecté du lit en eau qui circule en sous-bois. Le lit à sec est constitué de blocs et de bryophytes déshydratés. On observe des déflecteurs transversaux et en épis qui avait été mis en place en accord avec le CSP et la fédération de canoë-kayac.

A signaler, en rive gauche environ la présence d'un ruissellement provenant du lavoir de Dolmayrac qui communique avec la Garonne en formant une petite zone humide alimentée par plusieurs bras. Ce milieu est particulièrement favorable au développement de nombreuses espèces aquatiques comme l'Agrion de Mercure, une espèce d'odonate protégée qui y est recensée par la RNNFAA.



Extrémité amont du bras déconnecté de l'ancien canalet utilisé comme passe à poissons de contournement lorsque le débit est suffisant



Écoulement provenant du lavoir de Dolmayrac alimentant une zone humide en rive gauche

Quelques centaines de mètres en aval du seuil de Beauregard, la Garonne retrouve un écoulement transversalement symétrique. L'écoulement alterne entre des zones de plats de profondeurs variables et des radiers courts créés par les affleurements du socle marneux.

La zone de berge est composée d'atterrissements ponctuels et de secteurs peu profonds colonisés par des herbiers d'hydrophytes.

Ce secteur entre le pont de pierre et le pont canal correspond aux trois sites de reproduction de l'aloise classé en Réserve Naturelle Nationale.

Les berges sont de plus en plus artificialisées au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'agglomération agenaise. Elles sont moins élevées et moins abruptes qu'en amont mais bordées par une digue haute de protection contre les inondations. Le pied de berge est consolidé par des enrochements. La ripisylve est étroite, réduite à un simple cordon discontinu d'arbres.



La Garonne vue vers l'amont depuis le pont de pierres



La Garonne vue vers l'aval depuis le pont de pierres



La Garonne vue vers l'amont depuis le pont canal



Piles du pont de pierres

### 3.2.2.3 Synthèse des habitats aquatiques

Au droit du seuil de Beauregard, la Garonne présente un lit en eau large assez homogène et relativement pauvre en habitats aquatiques. Les faciès d'écoulement sont composés d'une alternance de longs plats plus ou moins profonds composés d'un substrat caillouteux partiellement colmaté et de secteurs plus lotiques au droit d'affleurements marneux. Quelques développements d'hydrophytes et quelques annexes hydrauliques en berges constituent les rares hétérogénéités potentiellement attractives pour la faune piscicole. Les pieds

de berges sont en majorité déconnectés du lit en eau en étiage ; des enrochements stabilisent souvent les berges. La ripisylve forme un cordon étroit quasi continu, en haut de berge, déconnectée du lit en eau.

Ce secteur ne présente aucun habitat piscicole spécifique pour les espèces présentes et constitue principalement une voie de migration pour les grands migrateurs amphihalins.

### 3.2.3 Flore et faune aquatiques

#### 3.2.3.1 Flore aquatique

Les données de la flore aquatique sont issues des inventaires annuels réalisés par la Réserve Naturelle Nationale Frayère d'Alose d'Agen (RNNFAA) en aval du seuil de Beauregard, des données de l'observatoire de la biodiversité végétale et des observations d'aquascop en août 2016.

Les espèces répertoriées sont associées au cortège floristique de l'habitat Grands cours d'eau : « Végétation des rivières eutrophes (*Ranunculus fluitans*, *Myriophyllum spicatum* – 24.44 » (Code CORINE) nommé, selon la Directive Habitat, « Rivières eutrophes (d'aval), neutres à basiques, dominées par des Renoncules et des Potamots – 3260-5 » habitat d'intérêt communautaire (HIC).

Elles sont caractéristiques des milieux mésotrophes à eutrophes. La majorité présente un large spectre écologique permettant une adaptabilité au courant (moyen à stagnant); *Ranunculus fluitans*, elle, reste typique des eaux courantes. Certaines espèces comme le Potamot crépu (*Potamogeton crispus*), Elodée de Nuttall (*Elodea nuttallii*), et la Renouée aquatique (*Polygonum amphibium*) ont une présence ponctuelle, isolée, découlant sans doute de leur préférendum pour des eaux stagnantes à fonds vaseux. L'Azolla fausse fougère (*Azolla filiculoides*) au statut controversé « d'introduite naturalisée » se développe préférentiellement en fin de période estivale, suite à de fortes chaleurs dans un contexte de basses eaux stagnantes.

En 2016, sur les 11 espèces inventoriées :

- deux espèces sont réglementées, **protégées en Aquitaine** :
  - la Vallisnérie en spirale (*Vallisneria spiralis*) :

Cette espèce est toujours bien implantée au sein de ce tronçon de Garonne bien que son milieu de prédilection soit les cours d'eau à courant lent et les milieux lenticulaires. Thermophile, elle est également dépendante de l'éclairement et semble mal supporter la pollution. Sa présence constante semble refléter une « bonne qualité de l'eau ». Le principal mode de propagation est une multiplication par stolons. Quelques herbiers sont observés dans la zone de projet, mais elle est relativement abondante dans la Garonne et considérée comme exogène dans le catalogue floristique, et donc non prise en compte dans l'élaboration de la liste rouge régionale. **Il n'y a donc pas d'enjeu spécifique pour cette espèce.**

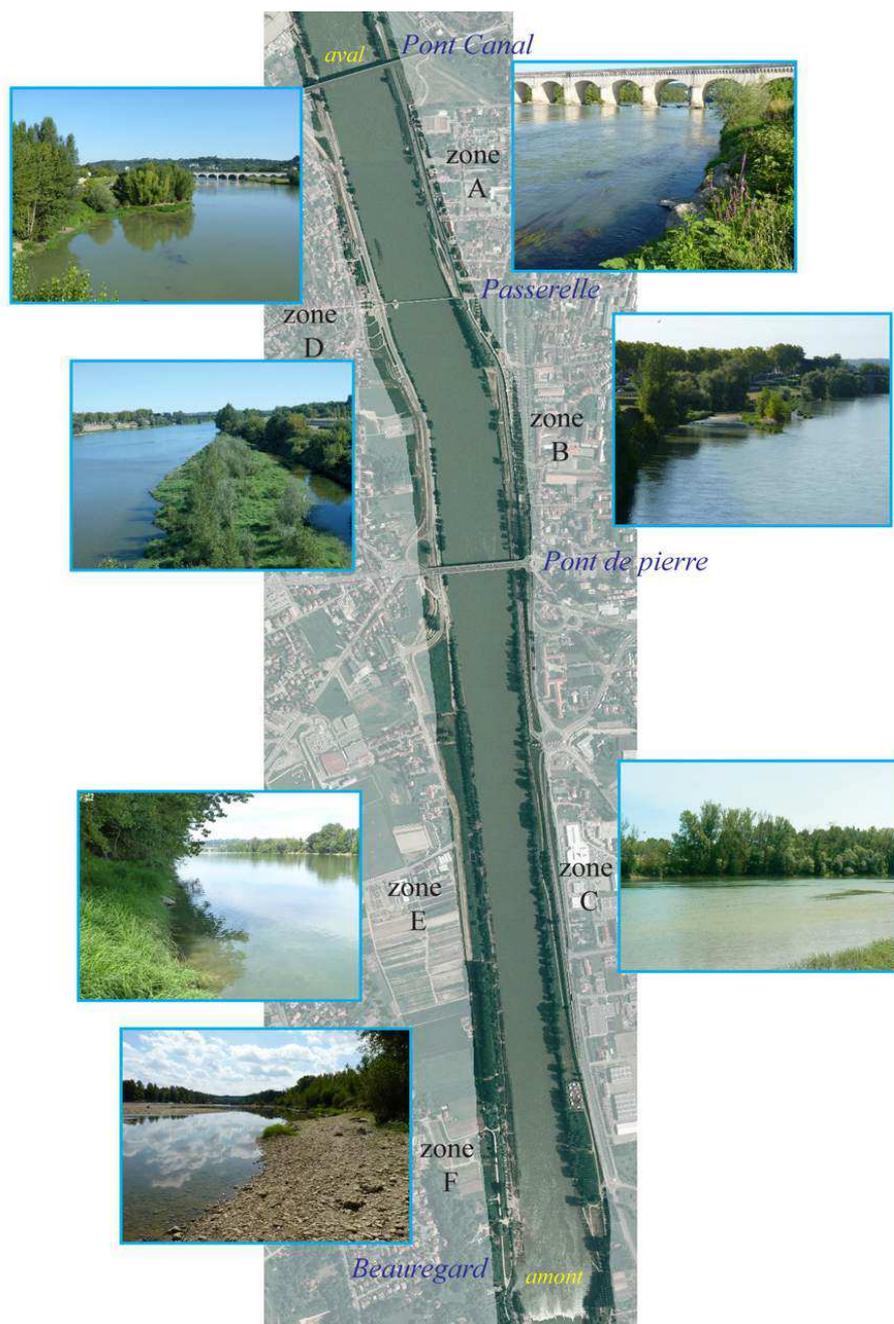
- la Grande Naiade (*Najas marina*) :

C'est une plante aquatique annuelle. Elle se développe, entièrement submergée, dans les eaux mésotrophes à eutrophes, stagnantes à faiblement courantes à des profondeurs comprises entre 0.5 et 1 m. On la rencontre donc sur les fonds sableux à vaso-graveleux des pentes douces des étangs, mares, gravières et sablières, anses calmes de grands cours d'eau, etc. En Nouvelle-Aquitaine, l'espèce est principalement présente le long des grandes vallées alluviales (vallées de la Dordogne, de la Garonne, de la Charente, de la Vienne, de l'Adour, gave de Pau, Gartempe, etc.) et plus ponctuellement dans le sud du massif landais (Chalosse-Tursan). L'espèce est considérée de préoccupation mineure au niveau européen, national et régional (cotation UICN LC - espèce pour laquelle le risque de disparition aux différentes échelles spatiales considérées est faible). Elle est principalement menacée par les aménagements et reprofilages des berges, mais aussi par l'augmentation du niveau trophique et la turbidité des eaux. Elle peut actuellement être considérée comme assez commune en Nouvelle-Aquitaine. Dans la zone d'étude, les herbiers de Grande Naiade ont été observés dans la station D au niveau de la rive droite en aval du seuil de Beauregard. **L'enjeu est estimé faible.**

- trois espèces sont exotiques à caractères envahissant : l'Egerie dense (*Egeria densa*), la Jussie (*Ludwigia sp*) et l'Herbe à Alligators (*Alternanthera philoxeroides*).

Ces trois espèces présentent des recouvrements variables mais sont fréquemment observés le long des berges de la Garonne.

La localisation des stations de suivi et des plantes protégées est présentées ci-dessous : *Vallisneria spiralis* (zones B,C, E et F) et *Najas marina* (zones A et D).



Localisation des zones d'inventaire annuel des macrophytes et des odonates par la RNNFAA

### 3.2.3.2 Faune aquatique

#### ● Odonates

Les données de la flore aquatique sont issues des inventaires annuels réalisés par la Réserve Naturelle Nationale Frayère d'Alose d'Agen (RNNFAA) en aval du seuil de Beauregard et au niveau des sites de frayères d'aloses « amont » : Sauveterre-St-Denis, St Nicolas de la Balerme et St Sixte ainsi que la frayère du Lot à Aiguillon.

Entre 2011 et 2016, au total 30 espèces (13 zygoptères et 17 anisoptères) ont été inventoriées. La plupart sont récurrentes ; certaines sont plus discrètes. Parmi elles :

- trois espèces font l'objet d'une protection nationale et sont ciblées dans le Plan National d'Actions : l'Agrion de Mercure, (*Coenagrion mercuriale*), le Gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*) et la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*).
- sur la liste rouge européenne, quatre espèces sont considérées comme quasi-menacées (statuts NT) : l'Agrion de mercure, (*Coenagrion mercuriale*), le Gomphe semblable (*Gomphus simillimus*), le Gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*) et la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*).
- sur la liste rouge nationale,
  - quatre odonates étaient considérés comme quasi- menacés (statuts NT sp) : l'Agrion blanchâtre (*Platycnemis latipes*), l'Agrion orangé (*Platycnemis acutipennis*), l'Agrion de Mercure, (*Coenagrion mercuriale*), le Gomphe semblable (*Gomphus simillimus*),
  - une espèce en danger (EN) : le Gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*),
  - une espèce vulnérable (VU) : la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*),

Cette liste a été réactualisée en 2016, plus aucune espèce ne fait l'objet de classement particulier à ce titre.

- cinq sont identifiées comme espèces indicatrices pour la mise en place de la Trame Verte et Bleue : Caloptéryx hémorroïdal (*Calopteryx haemorrhoidalis*), l'Agrion blanchâtre (*Platycnemis latipes*), l'Agrion de Mercure, (*Coenagrion mercuriale*), le Gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*) et la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*).
- cinq sont déterminantes dans le cadre des ZNIEFF Aquitaine : Caloptéryx hémorroïdal (*Calopteryx haemorrhoidalis*), l'Agrion de Mercure, (*Coenagrion mercuriale*), le Gomphe semblable (*Gomphus simillimus*), le Gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*), la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*).

En aval du seuil de Beauregard les deux espèces protégées d'odonates présentes sont :

- Le Gomphe de Graslin, *Gomphus graslinii*

*Gomphus graslinii*, héliophile, colonise de préférence, selon la bibliographie, les milieux lotiques permanents dont les eaux sont claires et bien oxygénées. La larve se développerait principalement dans des cours d'eau bordés d'une importante végétation aquatique (joncs, carex, roseaux, potamots, renoncules...) et riveraine avec une lisière arbustive haute épaisse et dense.

Il a été observé principalement en 2015 et 2016 dans les stations B et D entre le pont de Pierre et la passerelle. Néanmoins, des exuvies ont déjà été rencontrées sur les tiges des carex et des paspals implantés sur l'atterrissement formés dans l'anse en rive droite en aval proche (40 m) du seuil de Beauregard. Cette espèce étant assez bien représenté dans la Garonne et le projet n'ayant pas d'impact direct sur la présence d'hélophytes rivulaires, **l'enjeu est estimé faible.**

- L'Agrion de Mercure, *Coenagrion mercuriale*

L'agrion de Mercure colonise divers types d'habitats lotiques permanents de bonne qualité et de tailles variables (sources, fossés alimentés, ruisseaux, petites rivières...), en général bien ensoleillés, souvent en terrains calcaires, avec une végétation aquatique plus ou moins bien représentée. Les herbiers sont favorables aux sites de pontes. Les larves étant sensibles aux pollutions organiques, les populations abondantes sont principalement observées sur des biotopes aux eaux oligotrophes et de bonne qualité.

Il a été observé en 2011 et en 2015 sur la station (F) au niveau de la plage de Beauregard situé en rive gauche environ 100 m en aval du seuil, dans des suintements émanant de la résurgence d'une source sur la berge de la Garonne (lavoir de Dolmayrac). Ces écoulements constituent un habitat de prédilection de cette espèce. Cet habitat n'étant pas situé dans le lit mineur de la Garonne, **il n'y a donc pas d'enjeu spécifique pour cette espèce dans le cadre de ce projet.**

### ● Peuplement piscicole

Le peuplement piscicole de la Garonne est suivi dans le cadre du réseau de suivi piscicole (RHP) lancé à l'époque par le CSP et poursuivi par l'ONEMA dans le cadre des réseaux de suivi du RCS.

La Garonne dans la zone de projet fait l'objet d'un suivi piscicole depuis 1983 (plusieurs stations réparties sur les communes d'Agen, de Boé et de Layrac). D'après les données disponibles sur le site [www.image.eaufrance.fr](http://www.image.eaufrance.fr), entre 1983 et 2013, 35 espèces de poissons et 2 espèces d'écrevisses ont été capturées dans la Garonne à Agen (station 05471013), Boé (station 05471003) et Layrac (station 05470107).

Les autres sources de données (suivi à l'ascenseur de Golfech, pêcheurs professionnels) permettent de d'établir que près d'une quarantaine d'espèces sont susceptibles de fréquenter la Garonne dans le secteur d'étude.

Cette grande richesse spécifique s'explique d'une part, par la typologie de la Garonne dans le secteur d'étude qui offre une grande diversité d'habitats favorables à de nombreuses espèces et d'autre part, par l'importante voie de migration que constitue la Garonne pour les espèces amphihalines et la relative proximité de la zone d'estuaire de la Garonne.

#### Espèces piscicoles recensées dans la Garonne depuis 1983 à proximité du seuil de Beauregard

Groupe d'espèces par niveau typologique cyprinicole (classification de Huet)	Nombre d'espèces	Espèces recensées dans le peuplement de la Garonne depuis 1983, entre parenthèses les espèces marginales
Cortège spécifique représentatif d'un niveau typologique intermédiaire type « zone à Ombre »	2	(Vairon, Loche franche)
Cortège spécifique représentatif d'un niveau typologique cyprinicole type « zone à Barbeau »	5	Barbeau fluviatile, Vandoise, Goujon, Chevaine, (Blennie fluviatile)
Cortège spécifique représentatif d'un niveau typologique cyprinicole type « zone à Brème » - Cyprinidés	13	Bouvière, Gardon, Carassin commun, Carassin doré ou argenté, Carpe commune, Ablette, Rotengle, Brème bordelière, Brème commune, Pseudorasbora, (Epirine lippue, Tanche)
Cortège spécifique représentatif d'un niveau typologique cyprinicole type « zone à Brème » - Autres	9	Perche commune, Brochet, Sandre, Black-Bass à grande bouche, Perche soleil, Poisson chat, Silure, (Gremille, Epinoche)
Migrateurs Amphihalins	3	Mulet porc, Mulet à grosse lèvre, (Flet)
Grands Migrateurs Amphihalins	8	Anguille, Grande Alose, Lamproie marine, Saumon atlantique, Truite de mer, (Alose feinte, Esturgeon, Lamproie fluviatile)

7 espèces de grands migrateurs amphihalins sont présentes au niveau du seuil de Beauregard : alose feinte, **grande alose**, **anguille**, **lamproie marine**, **lamproie fluviatile**, **saumon atlantique** et **truite de mer**. Ces espèces constituent les espèces cibles à fort enjeu pour la circulation piscicole définie dans le classement en liste 2 du tronçon. L'esturgeon n'est pas présent à ce jour (mais est susceptible de l'être dans l'avenir).

Ce tronçon est également fréquenté par d'autres migrateurs amphihalins : le flet, le mulet porc, le mulet à grosses lèvres.

Enfin, de nombreuses espèces holobiotiques (barbeau fluviatile, chevesne, brochet, ablette,...) sont également présentes dans ce tronçon de la Garonne et sont susceptibles de devoir franchir le seuil.

- **Les grands migrateurs**

La Garonne et la Dordogne sont les deux derniers fleuves en Europe à accueillir encore les 8 espèces de grands migrateurs amphihalins : saumon atlantique, truite de mer, grande alose, alose feinte, lamproie marine, lamproie fluviatile, anguille, esturgeon européen. Toutes ces espèces, exceptée l'anguille, sont inscrites à l'annexe II de la Directive « Habitat, Faune, Flore » qui s'applique aux pays de l'Union européenne depuis le 5 juin 1994 et présentent un très fort enjeu économique, halieutique et patrimonial.

**Caractéristiques principales des espèces de grands migrateurs amphihalins de la Garonne**

Espèce	Type de migration	Cycle de vie
Saumon Atlantique ( <i>Salmo salar</i> )	Anadrome	Les géniteurs, âgés de 2 à 6 ans remontent les cours d'eau toute l'année mais principalement entre mars et juillet pour se reproduire en hiver sur des radiers à fond graveleux caractéristiques. Les juvéniles (tacons) grossissent 1 à 3 ans en rivière avant de se métamorphoser (smolt) et de dévaler au printemps vers l'océan.
Truite de mer ( <i>Salmo trutta</i> )	Anadrome	Semblable au Saumon Atlantique
Lamproie marine ( <i>Petromyzon marinus</i> )	Anadrome	Les géniteurs, âgés de 4 à 8 ans remontent les cours d'eau entre février et juillet pour se reproduire entre mai et juillet sur des radiers à fond caillouteux caractéristiques. Les larves (ammocètes) restent enfouies dans des sédiments fins oxygénés durant 3 à 7 ans avant de se métamorphoser et de dévaler en période automnale et hivernale vers l'océan où elles acquièrent leur maturité sexuelle.
Lamproie fluviatile ( <i>Lampetra fluviatilis</i> )	Anadrome	Les géniteurs, âgés de 4 à 8 ans remontent les cours d'eau entre février et mai pour se reproduire entre avril et mai sur un substrat fin dans la partie aval des bassins. Les larves (ammocètes) restent enfouies dans des sédiments fins oxygénés durant 3 à 6 ans avant de se métamorphoser et de dévaler en période automnale et hivernale vers l'océan où elles acquièrent leur maturité sexuelle.
Grande Alose ( <i>Alosa alosa</i> )	Anadrome	Les géniteurs, âgés de 3 à 5 ans remontent les cours d'eau entre février et juin pour se reproduire la nuit entre mai et août dans des frayères bien spécifiques puis de mourir pour une grande majorité. Les alosons ne restent que 1 à 2 mois sur les lieux de frayère puis dévalent rapidement vers l'océan dès la fin de l'été.
Alose feinte ( <i>Alosa fallax fallax</i> )	Anadrome	Cycle de vie proche de celui de la Grande Alose
Anguille européenne ( <i>Anguilla anguilla</i> )	Catadrome	Se reproduit en mer des Sargasse. Poussées par les courants marins, les larves (léptocéphales) arrivent sur les côtes françaises toute l'année. Néanmoins, les pics de montaisons des civelles se concentrent entre décembre et avril. Les anguilles remontent les bassins où elles séjournent au stade d'anguille jaune 1 à plusieurs années. Arrivée à maturité, les individus se métamorphose (stade argenté) puis dévalent vers l'océan notamment à la faveur des crues automnales.
Esturgeon européen ( <i>Acipenser sturio</i> )	Anadrome	Les géniteurs âgés de plus de 10 ans remontent les cours d'eau entre mars et juin pour se reproduire entre mai et juin dans des frayères profondes bien spécifiques avant de repartir en mer. Les juvéniles dévalent à partir de la fin de l'été vers l'estuaire où ils séjournent plusieurs années avant de rejoindre l'océan.

Aujourd'hui, ces espèces sont considérées comme rares et menacées. Les stocks de populations d'anguilles se sont effondrés dans les années 80 à l'échelle européenne et un plan de gestion spécifique national a été mise en place depuis 2009. Les populations de grande alose régressent également dans toute l'Europe. Dans le bassin de la Garonne, les stocks de géniteurs diminuent depuis 1996 et se sont effondrés depuis 2006, passant sous le seuil de maintien de la population et déclenchant la mise en place d'un programme de restauration de la population avec notamment l'application d'un moratoire sur la pêche. Le saumon Atlantique avait disparu des sous bassins Garonne-Dordogne à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle et au début du 20<sup>ème</sup> siècle. Sa population est aujourd'hui maintenue artificiellement par des actions de repeuplement en attendant d'atteindre un degré d'autosuffisance satisfaisant. L'esturgeon européen qui remontait autrefois au-delà de Toulouse subsiste à l'heure actuelle en très faible quantité dans la partie aval du fleuve. Il est en grave danger d'extinction à l'échelle mondiale et fait l'objet d'un plan de conservation du stock depuis 2011.

Sur l'axe Garonne, d'importants efforts ont été consacrés à la protection et au suivi des migrateurs depuis les années 1980 et ont permis d'améliorer la situation :

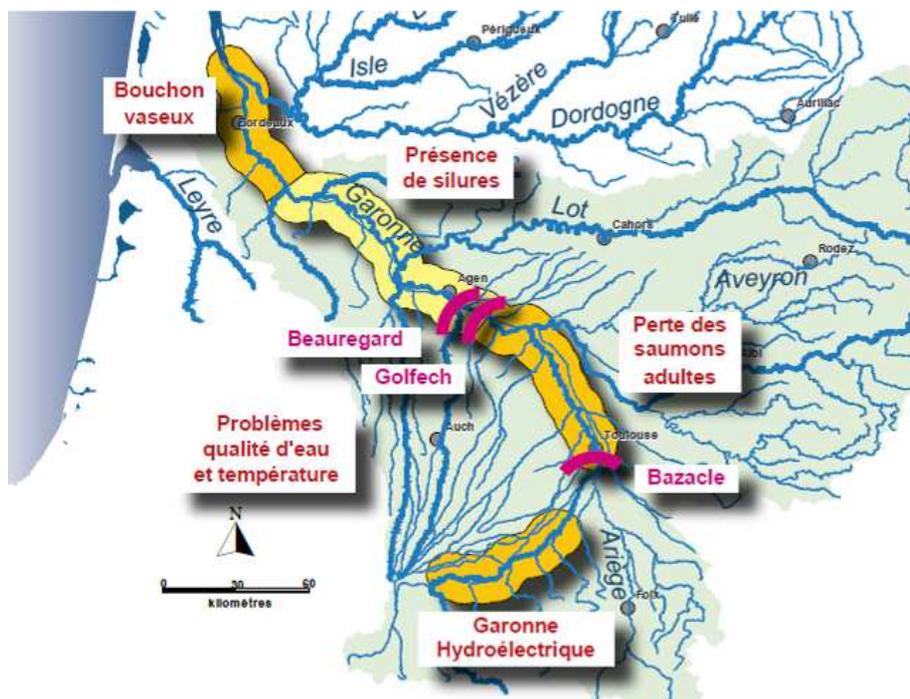
- Réalisation de dispositifs de franchissement : passes à poissons (Golfech en 1987), piégeage-transport à Carbonne,...
- Programme de restauration du saumon initié dans les années 1980 avec comme objectif majeur la reconstitution d'une population viable de saumons sur ces cours d'eau.
- Mise en place d'un Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI) en 2003, sur les bassins Garonne, Dordogne, Charente, Seudre et Leyre. Le PLAGEPOMI 2015-2019 actuel constitue la 4<sup>ème</sup> édition d'un schéma d'orientation stratégique visant la préservation et la restauration des espèces amphihalines.
- Investissements dans les programmes de restauration migrateurs : 28 M€ depuis 1980 (contrats de plan Etat-Région, Programmes intégrés méditerranéens (Europe), programmes de développement des zones rurales, programmes FEDER, ...)

L'arrêt des extractions de granulat dans le lit de la rivière, qui ont été importantes entre 1960 et 1983 (25 millions de m<sup>3</sup> extraits en Garonne), permet de freiner la disparition progressive des frayères potentielles.

Mais de nombreuses actions sont encore nécessaires pour assurer la pérennité des stocks des populations et de maintenir des activités de pêche raisonnées et durables (cf programme du PLAGEPOMI 2015-2019) :

- restaurer des habitats de reproduction et de croissance,
- améliorer les conditions de circulation sur les ouvrages en montaison et en dévalaison,
- amplifier la connaissance des espèces (pour l'aloise le recrutement et le grossissement des alosons, pour la lamproie marine l'inventaire des zones de frai,...) pour mieux connaître leurs exigences,
- encadrer l'activité de pêche afin de mieux adapter les prélèvements aux stocks et de lutter contre le braconnage,
- soutenir les populations en place en particulier celles de saumon, anguille et esturgeon,
- poursuivre les opérations de suivis biologiques (comptage des montaisons et dévalaison, comptage des reproductions,...).

Les coûts totaux estimés du programme PLAGEPOMI 2015-2019 s'élèvent à plus de 12 M€.



Extrait du PLAGEPOMI 2015-2019 : Principaux enjeux dans le sous bassin de la Garonne

- **Situation particulière de la grande alose**

Parmi ces espèces, la grande alose a toujours tenu une place singulière pour les habitants du bassin de la Garonne au plan halieutique et plus généralement dans la société. Elle est convoitée depuis longtemps par la pêche professionnelle et amateur (ligne, filets et engins), dans tout le long du fleuve, jusqu'à Toulouse.

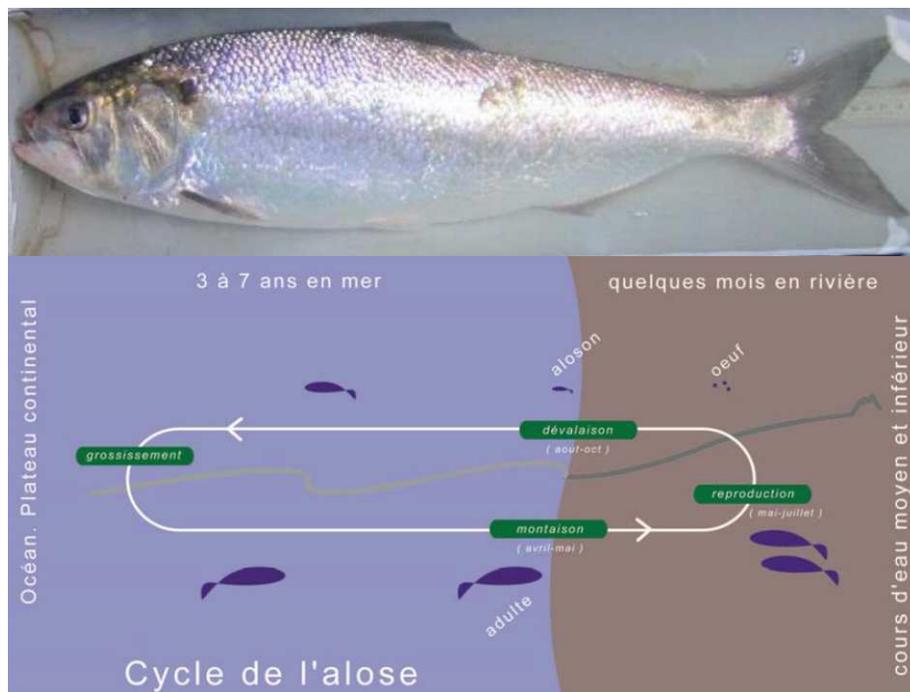


Figure 1 : Photo et schéma extrait du site [www.migado.fr](http://www.migado.fr)

La population de grande alose de la Garonne est considérée comme étant la plus importante d'Europe. Le stock de cette espèce a augmenté entre 1986 et 1995 avec plus de 700 000 reproducteurs comptabilisés en 1996. Puis la tendance s'est inversée et la baisse s'est accélérée à partir de 2004 pour atteindre un niveau dramatique en 2007 avec moins de 50 000 géniteurs comptabilisés (seuil critique de 118 000 individus). Un programme de restauration de la population est alors mis en place incluant notamment l'application d'un moratoire sur la pêche. Après un léger rebond de la population constaté en 2009 et 2010, les effectifs sont à nouveau au plus bas avec un stock reproducteur annuel total sur le bassin Garonne Dordogne estimé en moyenne autour de 5 000 géniteurs sur la période 2014-2016.

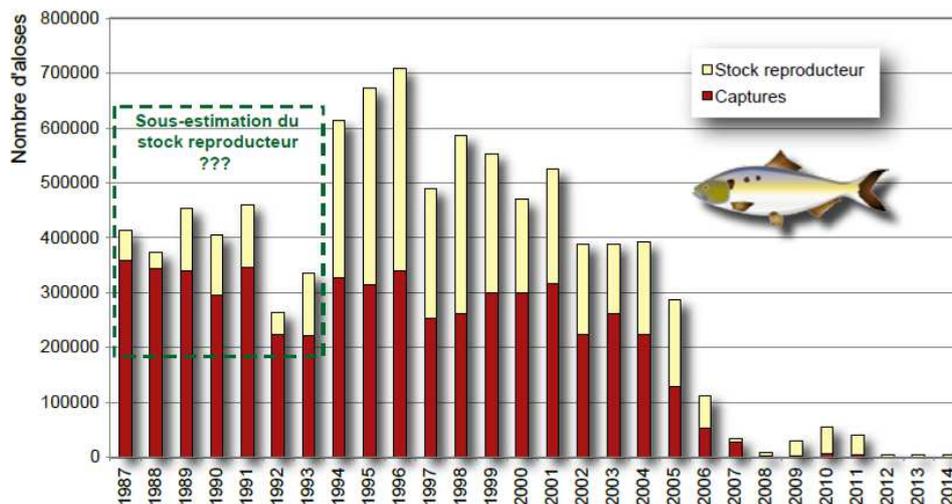


Figure 2 : Extrait du PLAGEPOMI 2015-2019 : Evolution des effectifs du stock reproducteur de la grande alose sur la Garonne et la Dordogne entre 1987 et 2014 (Sources : IRSTEA, MIGADO)

Face à cette situation et en l'absence d'amélioration significative depuis l'interdiction de pêche en 2007, plusieurs autres facteurs potentiellement impactant sont mis en avant :

- la présence de barrages infranchissables ou difficilement franchissables qui ralentissent les géniteurs dans leur montaison et limite l'accès à certains sites de reproduction de bonne qualité,
- une diminution de l'hydrologie des fleuves au moment de la présence des aloses pouvant influencer le comportement des géniteurs ou la survie des œufs et des larves : augmentation des températures, anoxies locales,...
- une dégradation de la qualité d'eau ou des frayères qui peuvent altérer les conditions de reproduction et de survie des alosons. La problématique du bouchon vaseux dans la zone estuarienne est sérieusement étudiée car elle pourrait causer une mortalité importante à la dévalaison des alosons,
- la prédation accrue par les silures fait l'objet d'évaluation et d'actions localisées.

Sur l'axe Garonne, plusieurs sites de reproduction favorables à la grande alose sont identifiés. 4 se situent à l'aval du seuil de Beauregard : le site d'Aiguillon à la confluence de la Garonne et du Lot, et 3 sites de frayères dites « forcées » observées en aval du seuil de Beauregard. Plusieurs sites sont également identifiés en amont du seuil de Beauregard à Sauveterre-Saint-Denis, Saint-Nicolas-de-la-Balermie et Saint-Sixte, dans le Lot-et-Garonne, puis Lamagistère et le canal de fuite de la centrale de Golfech, dans le Tarn-et-Garonne. En amont du barrage de Golfech qui constitue le deuxième obstacle majeur, les principales frayères se trouvent sur l'axe Tarn-Aveyron (notamment « Picquecos » sur l'Aveyron), de part et d'autre de Bazacle sur la Garonne, jusqu'au barrage de Carbonne (31), et enfin sur le cours aval de l'Ariège.

En 1981, afin de préserver cette population, le linéaire de 1,2 km abritant les 3 sites de frayères forcées en aval du seuil de Beauregard a été classé en réserve naturelle nationale : réserve naturelle de la frayère d'Alose d'Agen. Depuis 1986, les 3 sites de Beauregard font l'objet d'un suivi régulier par la RNFAA, notamment en termes de fréquentation par les géniteurs. Depuis 2007, les 11 sites de reproduction identifiés en aval du barrage de Golfech sont suivis annuellement (comptage des « bulls ») afin de quantifier le stock de géniteurs.

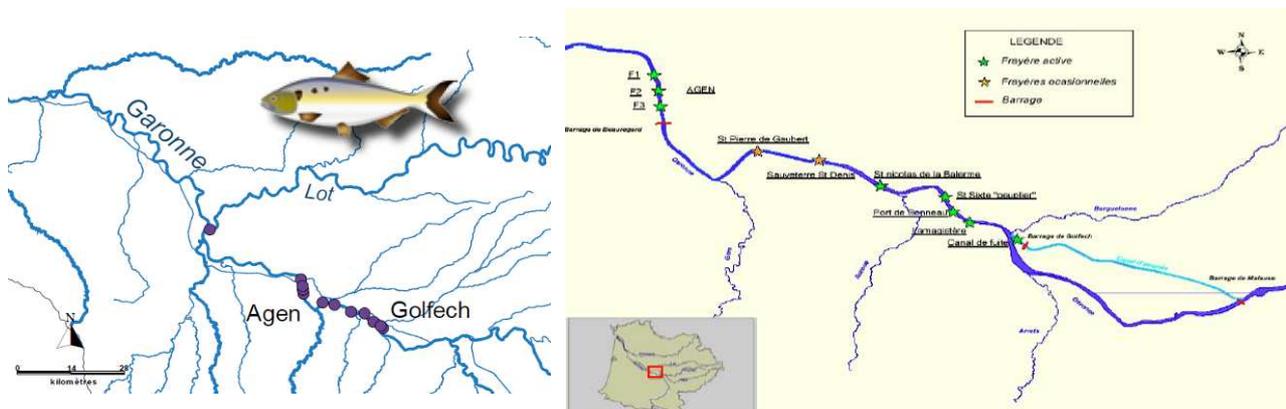


Figure 3 : Carte de localisation des frayères à grandes aloses recensées sur l'axe Garonne et suivi par MIGADO, source MIGADO, Rapport de suivi, 2014 et PLAGEPOMI 2015-2019

Depuis l'ouverture de la brèche dans le seuil de Beauregard en 2005, ces suivis montrent que la fréquentation des sites agenais a fortement diminué et devient minoritaire par rapport aux sites de l'amont (<5% des pontes totales, variables selon les années contre près de 20 % auparavant).

La baisse d'attractivité des frayères d'alse d'Agen semble donc liée à l'évolution physique (dégradation du seuil de Beauregard d'où une meilleure franchissabilité). Si l'ouverture du seuil contribue à diminuer l'intérêt de la frayère d'Agen, elle constitue avant tout un avantage pour l'alse à l'échelle de la Garonne en facilitant l'accès aux frayères à l'amont à un plus grand nombre d'individus.

- **Situation particulière de l'esturgeon européen**

Autrefois abondant sur tout le littoral maritime et dans la plupart des grands fleuves d'Europe de l'ouest, l'esturgeon européen (*Acipenser sturio* L.) est un poisson migrateur menacé d'extinction et protégé au niveau international. Il ne reste aujourd'hui qu'une unique population naturelle, très affaiblie, qui subsiste à partir du bassin français de la Gironde, Garonne et Dordogne. Cette espèce revêt un aspect emblématique exceptionnel.

Depuis 1975, Irstea a commencé à étudier l'état de cette population et a institué depuis 1990, à partir de quelques captures accidentelles de poissons sauvages, un stock d'individus captifs. Depuis 2007, les premières reproductions artificielles ont permis de déverser plusieurs milliers d'individus dans le bassin Garonne Dordogne.

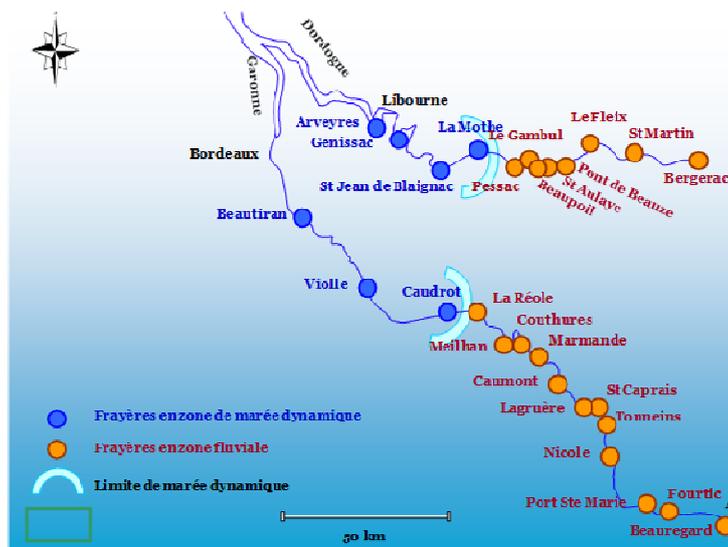
Un Plan National d'Actions en faveur de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* 2011-2015 a été validé par les Ministères en 2011. Il liste une série d'actions en faveur de l'esturgeon, et implique la participation de plusieurs partenaires (Irstea, MIGADO, EptB, DREAL Aquitaine, collectivités, Etat, partenaires internationaux...). Sur le bassin Garonne Dordogne, 1 800 000 larves ont été déversées entre 2007 et 2014, et 1 650 000 depuis le début du Plan National d'Actions. 50% des individus sont déversés en Dordogne et 50% en Garonne.

En parallèle, un recensement de l'ensemble des frayères potentielles de cette espèce sur les fleuves Garonne et Dordogne a été réalisé dans les années 90. L'objectif de ce travail était de réaliser un premier bilan sur l'état actuel de ces zones et d'évaluer leur possible utilisation comme frayère.

28 sites de reproduction potentiel ont été identifiés (cf carte ci-dessous). Parmi eux, on retrouve la fosse située en rive droite en aval du seuil de Beauregard qui fait l'objet d'un classement en ZNIEFF de type I n°720014258.

Toutefois, cette zone de frayère présente les caractéristiques les moins favorables parmi les 28 sites identifiés : localisation la plus éloignée de l'estuaire, la surface la plus réduite, les vitesses d'écoulement les plus élevée et une profondeur parmi les plus faibles.

Aucune fréquentation par des géniteurs et encore moins de reproduction effective n'est recensé sur cette frayère.



Source : Jégo et al. 2009

- **Les enjeux liés au devenir du seuil de Beauregard – la libre circulation du poisson**

Parmi les 8 espèces de grands migrateurs amphihalins identifiées dans le bassin de la Garonne, 5 ont un front de colonisation naturel qui s'étend au-delà du seuil de Beauregard : le saumon Atlantique, la truite de mer, l'anguille, la grande alose et la lamproie marine, les 3 autres espèces étant moins bien connues mais semblant coloniser préférentiellement le cours aval de la Garonne.

Le seuil de Beauregard, construit en 1847, constitue le premier obstacle transversal de la Garonne depuis la mer créant une difficulté lors de la remontée de ces migrateurs dans le bassin de la Garonne, en particulier pour la grande alose dont les principaux sites de reproduction historique se situent en amont et dont les capacités de franchissement sont plus limitantes que celles du saumon Atlantique, de la lamproie marine ou de l'anguille. Les enjeux en matière de libre circulation liés à ce seuil sont donc très importants.

La franchissabilité du seuil de Beauregard par les grands migrateurs s'est sans doute améliorée de manière significative depuis 1994 : brèche dans le canalet en 1994, mise en eau d'une passe à poisson en rive gauche en 1995, ouverture d'une brèche centrale en 2005. Depuis 2005, on constate une augmentation de la fréquentation des frayères amont par les géniteurs d'alose. En ce qui concerne le saumon Atlantique, aucune incidence particulière n'a été mise en évidence pour un débit allant entre 150 et 500 m<sup>3</sup>/s (MIGADO, 2006-2007).

Cependant, on constate, notamment en période de faible hydrologie ou de forte température, des difficultés de franchissement pour certaines espèces migratrices, pouvant freiner la progression des poissons et compromettre ainsi leur migration et/ou leur reproduction. En effet, le problème du franchissement des obstacles est à considérer globalement sur un axe de migration ; au fur et à mesure de sa progression, le migrateur perd de sa vigueur à chaque passage d'ouvrage ; il y a un effet cumulé qui diminue les chances d'accéder aux frayères voire les chances de reproduction propre à chaque individu. La position hydrographique du seuil de Beauregard à l'aval de tous les autres ouvrages, renforce les enjeux liés à son aménagement.

Le tableau suivant résume les capacités de franchissement des 7 espèces cibles.

Espèce	Vitesse d'écoulement maximale (m/s)	Tirant d'eau minimal (cm)	Hauteur maximale (m) de franchissement par saut d'une chute à jet plongeant
Anguille (civelle)	<0,5	0 possibilité de reptation sur un plan incliné humide rugueux	0 ne peut pas sauter
Anguille (jaune)	<1,5		
Saumon atlantique et truite de mer	Entre 4,5 et 6,5	20	De 1 à 2,5
Alose feinte et grande alose	Entre 3 et 5	15	0 ne peut pas sauter
Lamproie marine	Entre 3 et 4,5	10	0 ne peut pas sauter
Lamproie fluviatile	Entre 2 et 3,5	10	0 ne peut pas sauter

La plupart des espèces holobiotiques ont une vitesse maximale de nage comprise entre 1,5 et 2 m/s et ne sont capables de franchir un obstacle par saut.

- **Frayères**

La fédération de pêche nous a confirmé l'absence d'enjeux piscicole spécifique dans la zone du projet à l'exception de la circulation des grands migrateurs amphihalins. Par exemple, aucune frayère à brochet n'est identifiée à proximité du site. Ces informations ont été confirmées lors des prospections de terrain réalisé par aquascop à l'étiage 2016.

Concernant la grande alose, le linéaire situé 1,4 km en aval du seuil de Beauregard est classé en réserve naturelle nationale depuis 1981 en raison de la présence historique de frayères « forcées » lié à l'infranchissabilité du seuil de Beauregard. Depuis l'ouverture de la brèche en 2005 et la restauration d'une franchissabilité partielle du seuil, la fréquentation de ces zones de frayère est anecdotique, les géniteurs remontant plusieurs kilomètres en amont du seuil entre St Nicolas-de-la-Balermie et Lamagistère.

### 3.2.4 Faune terrestre et flore rivulaire

#### 3.2.4.1 Flore

Les berges de la Garonne dans la zone d'étude sont hautes (4 à 5 mètres), pentues et recouverte d'une ripisylve dense formée à la fois d'une strate arborée (peupliers, frênes, saules, aulnes, chênes en haut de berge,...), d'une strate arbustive (sureau noir, érable négundo, noisetier,...) et d'une strate herbacée (ronces, lierre, liseron, baldingère, phalaris, salicaire, rorippe amphibie...). A noter la présence d'espèces exotiques potentiellement invasives : *Paspalum sp* (hélrophyte) ; renouée du Japon (*Fallopia japonica*) ; érable négundo.

#### 3.2.4.2 Faune

Les zones terrestres en rive droite et en rive gauche au droit du seuil, zones potentiellement impactées par les travaux de réhabilitation du seuil de Beauregard ont fait l'objet de prospections spécifiques dans le cadre du présent dossier en mai et juin 2016 par les naturalistes de Biotope. Les prospections ont porté sur les insectes saproxylophages protégés, l'avifaune et les chiroptères.

##### ● Insectes saproxylophages protégés

Le Grand Capricorne (*Cerambyx cerdo*), espèce protégée au niveau national, et le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*), espèce d'intérêt communautaire, sont présents dans l'aire d'étude rapprochée. Pour chacune de ces espèces, des traces d'émergences d'individus ont été observées sur des arbres sénescents (notamment de vieux chênes). La forêt rivulaire permet à ces deux espèces de réaliser l'intégralité de leur cycle biologique sur le site. Les berges et la ripisylve associée ne présentent pas d'arbres sénescents favorables à ces deux espèces.

##### ● Oiseaux

**45 espèces** sont présentes dans l'aire d'étude rapprochée (cf. tableau ci-dessous). 32 espèces ont été observées lors des inventaires de terrain ; 13 espèces n'ont pas été observées lors des inventaires de terrain, mais sont considérées comme présentes dans l'aire d'étude rapprochée compte tenu des habitats disponibles, de la bibliographie et de notre connaissance de l'écologie de ces espèces. Parmi ces espèces, **39 sont protégées** au niveau national.

Corège	Nombres d'espèces	Nom vernaculaire
Forêt rivulaire	22	<p><u>Espèces protégées</u> : Faucon hobereau, Fauvette à tête noire, Grimpereau des jardins, Mésange à longue queue, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Pic vert, Pinson des arbres, Pouillot véloce, Rossignol philomèle, Rougegorge familier, Sittelle torchepot, Troglodyte mignon, Buse variable, Epervier d'Europe, Roitelet triple bandeau, Milan noir, Tarin des aulnes.</p> <p><u>Espèces non protégées</u> : Geai des chênes, Grive musicienne, Merle noir, Pigeon ramier.</p>
Ripisylve et berge	14	<p><u>Espèces protégées</u> : Aigrette garzette, Bouscarle de cetti, Bihoreau gris, Héron cendré, Hirondelle de rivage, Lorient d'Europe, Martin pêcheur d'Europe, Bergeronnette des ruisseaux, Bergeronnette grise, Goéland leucophée, Grand cormoran, Grande Aigrette, Héron garde-bœufs.</p> <p><u>Espèces non protégées</u> : Canard colvert</p>
Anthropique	9	<p><u>Espèces protégées</u> : Chardonneret élégant, Hirondelle de fenêtre, Hirondelle rustique, Huppe fasciée, Martinet noir, Moineau domestique, Rougequeue noir, Accenteur mouchet.</p> <p><u>Espèces non protégées</u> : Tourterelle turque</p>

La diversité avifaunistique est largement dominée par des espèces forestières dues à la part importante d'habitats forestiers présents sur l'aire d'étude rapprochée.

La forêt rivulaire permet à de nombreuses espèces spécifiques de ces milieux de réaliser l'intégralité de leur cycle biologique. Ainsi, les arbres matures et sénescents sont favorables aux picidés qui y trouvent leur alimentation principalement composée d'insectes et de larves résidant sous l'écorce des arbres. Ils peuvent également creuser des cavités, dans les plus vieux arbres, pour faire leur nid.

Les oiseaux cavernicoles, tels que les mésanges ou le Grimpereau des jardins, utilisent les cavités formées dans les vieux arbres pour installer leur nid. Ils trouvent également leur ressource alimentaire dans ce type de boisement.

La ripisylve et les berges sont des zones d'alimentation pour les hérons qui utilisent aussi bien les bancs de sable le long des berges que les branches d'arbres se trouvant au-dessus de la Garonne pour chasser, à l'affût, leurs proies. Toutefois, l'aire d'étude rapprochée ne présente pas de héronnière (colonie de reproduction des hérons) et n'est donc utilisée que pour le repos et/ou l'alimentation. Cet habitat est également favorable pour la Bergeronnette des ruisseaux, le Martin pêcheur d'Europe, le Canard colvert... qui utilisent cet habitat pour se nourrir, se reproduire et se reposer. Certaines espèces s'alimenteront à partir de la berge, d'autres trouveront leur alimentation au milieu de la Garonne. Enfin, la ripisylve et les berges peuvent être utilisées comme corridors écologiques par des oiseaux locaux, mais également des migrateurs.

Les milieux anthropisés sont fréquentés habituellement par des espèces communes à très communes. Les bâtiments (anfractuosités, recoins, toitures...) peuvent être utilisés pour la nidification de certaines espèces comme le Rougequeue noir, l'Hirondelle de fenêtre ou encore le Moineau domestique.

Ainsi, l'avifaune ne présente pas d'enjeux particuliers sur l'aire d'étude rapprochée. Les espèces nicheuses au sein des boisements sont considérées comme communes à très communes. Seul le Martin pêcheur, espèce présentant un enjeu faible, est susceptible de nicher au niveau des berges hautes de l'aire d'étude rapprochée.

## ● Chiroptères

Précision : l'expertise de terrain des chiroptères a été menée sur l'aire d'étude rapprochée sur la base d'un inventaire acoustique et d'une approche écologique paysagère pour ce groupe (potentialité des milieux en termes de territoires de chasse et de gîtes).

La diversité chiroptérologique est plutôt moyenne. Ceci s'explique par la présence de boisements ainsi que de la Garonne, corridor de déplacement et territoire de chasse important pour les chauves-souris, à proximité l'aire d'étude rapprochée.

**10 espèces de chiroptères** ont pu être identifiées avec certitude et sont présentes dans l'aire d'étude rapprochée. **5 groupes d'espèces de chiroptères** présents sur l'aire d'étude rapprochée n'ont pu être identifiés jusqu'à l'espèce à cause de l'important recouvrement qui existe au niveau acoustique entre ces espèces.

**Gîtes de mise bas et d'élevage des jeunes, et gîte d'hibernation** : quelques arbres favorables à l'accueil des chauves-souris (à cavités, fissures,...) ont été observés en rive gauche. Sur cette même berge, 3 bâtiments abandonnés sont propices à l'accueil des chiroptères (aucun chiroptère n'a été observé visuellement lors de la prospection diurne mais il est possible que quelques individus soient présents à l'intérieur des trous dans certains murs, ou sous les tuiles). En rive droite, un bâtiment est susceptible également d'abriter des chauve-souris ;

**Zones de transit, corridor de déplacement** : la ripisylve le long de la Garonne, les allées forestières, les lisières (frontières entre les boisements et les milieux ouverts) constituent des corridors de déplacement, mais également des territoires de chasse.

**Territoires de chasse** : milieux forestiers ; milieux semi-ouverts comme les zones de type friches (de nombreux contacts de Pipistrelles sp. ont été réalisés dans ces milieux en rive gauche).



Espèces de chiroptères remarquables sur l'aire d'étude rapprochée (Photo prise hors site) © BIOTOPE

De gauche à droite et de haut en bas :

- Barbastelle d'Europe ;
- Petit Rhinolophe ;
- Pipistrelle commune ;
- Murin à oreilles échanquées.

Ainsi, l'aire d'étude rapprochée présente **un enjeu moyen à fort** pour les chiroptères du fait de boisements matures favorables au gîte de certaines espèces patrimoniales, d'anciennes bâtisses abandonnées susceptibles de constituer un gîte estival et/ou de mise bas pour ce groupe. Enfin, la proximité de la Garonne constitue également un corridor écologique favorable au transit et à la chasse de l'ensemble des chiroptères.

### ● Autres mammifères

D'après les données bibliographiques et observation de terrain, aucune espèce ou habitat d'espèce de mammifères protégés (loutre, castor, campagnol aquatique) n'a été identifié sur site.

### ● Reptiles et amphibiens

Des espèces d'amphibiens fréquentent potentiellement la zone d'étude, notamment les milieux aqueux situés en bordure du lit (alimentation et reproduction) en période active (été) et le milieu forestier environnant en période d'hivernage. Néanmoins, aucun habitat spécifique (mare, point d'eau,...) n'est inclus dans le périmètre du projet et la zone de travaux.

En ce qui concerne les reptiles, seule la couleuvre vipérine, une espèce très commune, est associée aux milieux aquatiques. D'autres espèces protégées mais également communes fréquentent les milieux rivulaires et boisement dans la zone de projet mais ne constituent pas un enjeu dans le cadre de ce projet.

### 3.2.5 La sensibilité environnementale de la zone d'implantation du projet - tableau synthétique

#### 3.2.5.1 Critères d'évaluation des enjeux

Seuls sont présentés les habitats et espèces protégées dont la présence est avérée ou fortement probable dans la zone d'étude.

Les enjeux écologiques dans la zone d'étude sont évalués en prenant en compte les connaissances actuelles sur l'abondance et la répartition des espèces connues ou potentielles, leur état de conservation et tendance évolutive, la fonctionnalité des habitats identifiés, la vulnérabilité par rapport au projet.

Le tableau suivant donne une vision globale des enjeux écologiques identifiés et facilite leur hiérarchisation. Les critères d'évaluation sont précisés dans le tableau ci-dessous.

Niveau d'enjeu	Critère d'évaluation
<b>Enjeux Très Fort</b>	Espèce ou habitat, protégé ou à très forte valeur patrimoniale, dont la présence est avérée dans la zone d'étude et dont la présence dans le périmètre élargi autour de la zone d'étude est en régression ou menacée et/ou limitée à la zone d'incidence du projet
<b>Enjeux Fort</b>	Espèce ou habitat, protégé ou à très forte valeur patrimoniale, dont la présence est avérée dans la zone d'étude mais dont la présence dans le périmètre élargi autour de la zone d'étude n'est pas en régression ou menacée et/ou limitée à la zone d'incidence du projet
<b>Enjeux Modéré</b>	Espèce ou habitat, protégé ou à valeur patrimoniale, dont la présence est avérée ou très probable dans la zone d'étude mais dont l'utilisation de la zone d'étude est limitée
<b>Enjeux Faible</b>	Espèce ou habitat, protégé dont la présence est avérée ou probable dans la zone d'étude mais dont l'état de conservation dans le périmètre élargi autour de la zone d'étude n'est pas menacé et dont l'utilisation de la zone d'étude est limitée
<b>Enjeux Négligeables ou Nuls</b>	Espèce ou habitat commune à très commune, dont la présence est avérée ou probable dans la zone d'étude mais dont l'utilisation de la zone d'étude est très limitée et hors de la zone d'incidence du projet

#### 3.2.5.2 Evaluation des enjeux environnementaux

<b>Enjeux Très Fort</b>		
<b>Poissons</b>	Grande Alose	Population emblématique de la Garonne dont le stock de géniteurs est inférieur au seuil critique depuis 2007, faisant l'objet d'un programme de restauration et d'un moratoire sur la pêche depuis 2007. Présence de plusieurs sites de reproduction en amont et en aval du seuil de Beauregard. Le seuil de Beauregard peut, actuellement et suivant les conditions de débit, constituer un obstacle infranchissable pour cette espèce
<b>Enjeux Fort</b>		
<b>Poissons</b>	Anguille, Lamproie marine, Saumon atlantique, Truite de mer	Espèces de grands migrateurs amphihalins emblématiques de la Garonne faisant l'objet de mesures de protection. Le seuil de Beauregard dans son état actuel ne constitue pas un obstacle infranchissable mais peut suivant les conditions de débit entraîner un ralentissement dans la migration des espèces.
<b>Habitats</b>	Arbres sénescents	Gîtes potentiel d'accueil de chiroptères (reproduction hibernation) ou d'insectes saproxylophages.
<b>Mammifères</b>	Chiroptères (Pipistrelle pygmée)	Espèces présentes dans la zone d'étude utilisant l'habitat en prospection alimentaire, et potentiellement en reproduction et en hibernation
<b>Enjeux Modéré</b>		
<b>Habitats</b>	Forêt mature et rivulaire	Habitat rivulaire et forestier formant une zone d'accueil, d'alimentation et de reproduction pour de nombreuses espèces
	Bâtiments	Gîtes potentiel d'accueil de chiroptères (reproduction hibernation)

	Frayerie d'esturgeon (ZNIEFF de type I n°720014258)	La fosse située en rive droite en aval du seuil de Beauregard a été identifiée parmi les 28 sites de reproduction potentiels de l'esturgeon européen dans l'axe Garonne-Dordogne. Toutefois, cette zone de frayerie présente les caractéristiques les moins favorables parmi les 28 sites identifiés : localisation la plus éloignée de l'estuaire, la surface la plus réduite, les vitesses d'écoulement les plus élevées et une profondeur parmi les plus faibles.  Aucune fréquentation par des géniteurs et encore moins de reproduction effective n'est recensée sur cette frayerie.
<b>Poissons</b>	Autres espèces amphihalines (Mulets) ou espèces holobiotiques protégées (Barbeau fluviatile, Vandoise, Brochet...)	Espèces migratrices ou protégées dont le cycle de développement nécessite des migrations dans l'axe Garonne et pouvant être bloquées dans ses déplacements par le seuil de Beauregard
	Esturgeon européen	Espèce migratrice amphihaline menacée d'extinction faisant l'objet d'un plan de protection et de restauration à l'échelle internationale. Néanmoins sa présence dans la zone d'étude est peu probable.
<b>Mammifères</b>	Chiroptères (Barbastelle d'Europe, Petit Rhinolophe, Murin à oreilles échanquées et Pipistrelle de Nathusius)	Espèces présentes dans la zone d'étude utilisant l'habitat en prospection alimentaire, en reproduction et en hibernation
<b>Insectes</b>	Grand capricorne	Espèce protégée au niveau national et présente dans la zone d'étude
<b>Enjeux Faible</b>		
<b>Poissons</b>	Autres espèces de poissons	Espèces communes présentes ou potentiellement présentes dans la zone d'étude
<b>Avifaune</b>	Martin-pêcheur	Espèce commune piscivore présente dans la zone d'étude et pouvant nicher dans les berges meubles
	Faucon hobereau	Espèce migratrice venant en France d'avril à septembre pour se reproduire. Elle affectionne les lisières de bois ou boqueteaux de préférence dans les zones humides. Elle se nourrit principalement d'insectes (libellules, hannetons...). Observation d'un individu adulte au-dessus de l'aire d'étude rapprochée pendant la période de reproduction. En chasse et transit sur l'aire d'étude rapprochée.
	Bihoreau gris	Espèce inféodée aux milieux humides : lacs, marécages, rivières bordées de végétation dense... les individus nichent et dorment dans les arbres. Ils se nourrissent de poissons du crépuscule jusqu'à l'aube. Observation de plusieurs individus adultes et immatures en capacité de voler. Aucune observation d'héronnière sur l'aire d'étude rapprochée.
<b>Mammifères</b>	Chiroptères (Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle commune, Noctule commune, Noctule de Leisler, Sérotine commune, Murin de Daubenton, Murin de Natterer, Oreillard roux et Oreillard gris)	Espèces présentes dans la zone d'étude mais utilisant uniquement en prospection alimentaire : chasse dans le couloir fluvial du Gardon
<b>Insectes</b>	Lucane cerf-volant	Espèce d'intérêt communautaire et présente dans la zone d'étude
<b>Amphibiens</b>	Toutes espèces	Espèces communes potentiellement présentes dans la zone d'étude inféodées aux milieux aquatiques en bordure du lit et dans des zones humides (flaques, résurgences,...)
<b>Reptiles</b>	Couleuvre vipérine	Espèce commune présente dans la zone d'étude se développant à proximité des cours d'eau
<b>Odonates</b>	Gomphe de Grasslin	Observé fréquemment dans ce tronçon de la Garonne. Il est présent en rive droite en aval du seuil à proximité de la zone de travaux. La remobilisation sédimentaire et la réorientation des écoulements dans l'axe de la Garonne pourraient modifier certains habitats rivulaires.
<b>Enjeux Négligeables ou Nuls</b>		
<b>Habitat</b>	Frayerie d'alose d'Agen	Frayeries « forcées » liées à l'infranchissabilité du seuil de Beauregard et dont la utilisation est anecdotique depuis l'ouverture de la brèche en 2005 et la restauration d'une franchissabilité partielle du seuil
<b>Odonates</b>	Agrion de Mercure	Observations ponctuelles en 2011 et 2015 en rive gauche une centaine de mètres en aval du seuil de Beauregard dans des écoulements provenant du lavoir de Dolmayrac en dehors du lit en eau de la Garonne.
<b>Flore</b>	Grande Naiade	Quelques herbiers présents mais en aval éloigné de la zone d'étude

	Vallisnérie	Quelques herbiers présents dans la zone d'étude mais espèces assez communes dans ce secteur de la Garonne et considérée comme exogène dans le catalogue floristique
<b>Avifaune</b>	Autres espèces	Ces espèces protégées sont communes à très communes à l'échelle nationale et/ou régionale et/ou départementale.
<b>Reptiles</b>	Toutes autres espèces	Espèces déjà observées dans la zone d'étude ou probable mais n'utilisant pas les milieux aquatiques

### 3.3 LES IMPACTS PRÉVISIBLES DU PROJET ET LES MESURES PREVUES POUR REDUIRE LES IMPACTS

#### 3.3.1 Synthèse des enjeux et intégration du projet par rapport aux enjeux

Thèmes	Enjeux : types et intensité	Intégration du projet par rapport aux enjeux
Milieu naturel écologique	<p><b>Lit de la Garonne</b> : axe prioritaire pour le rétablissement de la continuité écologique – <b>enjeu fort</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- classé en listes 1 et 2</li> <li>- premier obstacle à la montaison des poissons migrateurs en Garonne depuis la mer</li> <li>- réserve naturelle nationale alose en aval du seuil</li> <li>- arrêté de protection biotope</li> <li>- site Natura 2000 – ZSC poissons migrateurs</li> </ul> <p><b>Habitat aquatique</b> : la zone de projet ne présente pas d'habitat spécifique à enjeu.</p>	<p>Le projet concernant le seuil (arasement de l'ouvrage et création d'un seuil de fond) rétablit la continuité écologique (piscicole et sédimentaire). <b>Il participe à l'ouverture de la Garonne amont aux poissons migrateurs ; le seuil de fond sera franchissable en toutes saisons et pour toutes les espèces.</b></p> <p><b>Précision</b> : la frayère potentielle (et pas fonctionnelle) d'esturgeon en aval immédiat du seuil est liée à la présence de ce seuil qui bloquait les remontées plus en amont. Ce ne sera plus le cas avec le nouveau seuil d'où une remontée possible de l'esturgeon dans l'avenir plus en amont.</p> <p>L'arasement de l'ouvrage actuel et la création du seuil de fond vont aboutir progressivement à un nouvel équilibre morphodynamique. La création du seuil de fond freinera l'érosion régressive.</p> <p>Les bancs de graviers/cailloux en rive gauche et droite en amont et en aval du seuil seront remobilisés naturellement lors des crues, d'où une évolution naturelle des habitats (comblement progressive des fosses d'érosion ; remobilisation partielle des atterrissements).</p>
	<p><b>Berges de la Garonne</b> :</p> <p><b>flore des berges</b> : <b>enjeu faible</b> ripisylve dense composée d'arbres (Saules, <i>Salix alba</i>, Frênes, <i>Fraxinus angustifolia</i>, Peupliers hybrides, <i>Populus sp.</i>, ...), de plantes herbacées (Baldingère, <i>Phalaris arundinacea</i>, Salicaire <i>Lythrum salicaria</i>, Rorippe amphibie, <i>Rorippa amphibia</i> ...); présence de l'espèce exotique <i>Paspalum sp.</i></p> <p><b>faune des berges</b> : <b>enjeu faible</b> sauf pour les Chiroptères (<b>enjeu moyen à fort</b>) pour le Grand Capricone (<b>enjeu moyen</b>).</p>	<p>Le projet concernant le seuil de Beauregard ne conduira pas à une artificialisation supplémentaire des zones de berges déjà artificielles (vestiges de l'ancien seuil).</p> <p>Pour les travaux, une piste d'accès en haut de berge sur chaque rive sera créée. Ces pistes d'accès temporaire pour les engins de chantier seront ensuite supprimées.</p>
Usages	<p><b>Prise d'eau potable de La Capelette</b> en rive droite en amont proche du seuil : <b>enjeu fort</b></p>	<p>Les caractéristiques du seuil de fond ont été calculées (modélisation hydraulique) pour garantir la cote minimale de la Garonne au droit de la prise d'eau en étiage : cote de 36 m NGF pour un débit de 60 m³/s. Le projet n'aura donc pas d'impact sur cet usage.</p>
	<p><b>Autres prises d'eau</b> en amont du seuil : <b>enjeu faible</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prise d'eau de Sivoizac en rive gauche à 1,3 km en amont du seuil de Beauregard ;</li> <li>- pompes agricoles</li> </ul>	<p>Le projet concernant le seuil de Beauregard n'a pas d'incidence (des travaux ont été effectués sur la prise d'eau potable de Sivoizac pour s'affranchir de l'influence du seuil)</p>
	<p><b>Protection contre l'érosion des berges</b> – <b>enjeu moyen</b></p> <p>signes d'érosion de berge en amont du seuil en rive gauche (lotissement de Bellevue) et en aval immédiat du seuil en rive droite</p>	<p>La réhabilitation du seuil de Beauregard va rétablir un fonctionnement morphodynamique naturel de ce secteur de Garonne. Une surveillance de l'évolution des berges est néanmoins prévue de façon à intervenir si les encoches d'érosion s'accroissent.</p>
	<p><b>Activités de loisirs</b> : <b>enjeu faible à moyen</b></p> <p>Peu d'activités liées à l'eau.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- quelques pêcheurs à la ligne depuis la berge ou d'une embarcation ;</li> <li>- quelques canoës et kayacs ;</li> <li>- des promeneurs : quelques accès au cours d'eau à l'étiage (bancs de graviers en</li> </ul>	<p>Le projet concernant le seuil de Beauregard n'interfère pas sur les activités de loisirs qui sont surtout présentes dans d'autres sites proches (parc et étangs de Passeligne ; piste cyclable le long de la Garonne en rive droite,...).</p> <p>A noter cependant, que le franchissement du seuil de Beauregard par des embarcations (canoë-kayack) est actuellement jugé dangereux. Il sera facilité avec l'arasement</p>

	rive gauche en aval du seuil et en rive droite en amont du seuil) ; courts linéaires de cheminements en haut de berge	du seuil actuel et la création du seuil de fond. Le projet ne s'oppose pas (et pourrait s'intégrer) à d'autres projets de circulation douce de part et d'autre du cours d'eau.
<b>Paysage</b>	Le projet est dans un <b>environnement péri-urbain</b> (zones habitées, zones commerciales ; zones agricoles) de l'agglomération d'Agen. <b>Le seuil de Beauregard</b> est bien visible à partir des axes de communication (ponts, routes) – <b>enjeu moyen</b>	Le projet redonne un aspect naturel à la Garonne. Le seuil actuel a un impact visuel négatif (vestiges d'ouvrages, abandon, dégradation). Le nouveau seuil de fond ne sera perceptible qu'en période de débit faible (voir photo montage).

### 3.3.2 Mesures d'évitement et de réduction

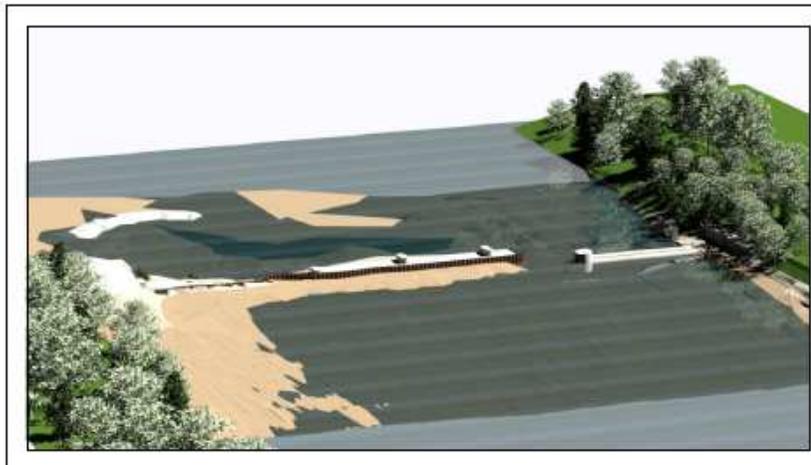
Phase exploitation (après travaux)		
Types d'impacts	Nature et ampleur des impacts	Mesures prévues pour limiter les impacts négatifs
Hydraulique	Les caractéristiques du seuil de fond de Beauregard (forme en V symétrique, cotes au fond et en berges) ont été calculées pour un déversement continu sur le seuil ; il n'y a donc pas rupture d'écoulement : en étiage, l'écoulement se fait par la partie centrale du seuil (partie la plus basse calée à la cote 35 m NGF). En crue, pas de risque accru de débordement/inondation.	Sans objet Les ouvrages construits ne nécessiteront ni gestion, ni entretien. Seule une surveillance visuelle des ouvrages est à prévoir ; fréquence : tous les 2 ans et après une forte crue.
Morphodynamique - transport solide	Le projet qui consiste à consolider/stabiliser le seuil naturel marneux de Beauregard freinera les processus d'érosion régressive et d'incision du lit. La répartition régulière de l'écoulement le long du seuil (meilleure diffusion des vitesses et donc des débits) favorise le transport solide (quasi transparence de l'ouvrage). La fosse d'érosion au droit de la brèche principale actuelle sera en partie comblée avec les blocs issus de la démolition du seuil ruiné actuel, puis évoluera vers un nouvel équilibre morphodynamique	Le modèle hydraulique mis en œuvre indique une dissymétrie des écoulements avec le nouveau seuil avec des vitesses et forces tractrices supérieures côté rive droite. (cette dissymétrie étant toutefois moins grande que dans l'état initial). Une surveillance, tous les 2 ou après chaque crue morphogène, de l'évolution des fonds (bathymétrie ; devenir des bancs sableux) et des berges (encoches d'érosion) sera réalisée.
Qualité de l'eau	Le seuil de fond ralentira légèrement le courant en amont sans créer de stockage. Il n'y a donc pas de risque de dégradation de la qualité de l'eau (réchauffement, eutrophisation).	Sans objet
Circulation migration poissons	Les caractéristiques du seuil de fond de Beauregard ont été définies en tenant compte des capacités de franchissement (montaison) par les différentes espèces migratrices en Garonne et des périodes (et donc des débits) de migration. Les principaux critères sont le type d'écoulement, le tirant d'eau, les vitesses, la rugosité du substrat (notamment pour l'anguille). La chute d'eau au droit du seuil est de 50 cm pour un étiage sévère (30 m <sup>3</sup> /s) ; elle est de quelques cm pour le débit médian (290 m <sup>3</sup> /s) ou supérieurs. L'ouvrage ne constitue pas non plus un obstacle pour la dévalaison	Sans objet (seuil franchissable par conception) Le suivi des migrations en Garonne (suivi en cours) permettra d'évaluer le bon fonctionnement de ce seuil de fond.
Habitats aquatiques	Le nouveau seuil va modifier les conditions morphodynamiques d'où des évolutions probables des habitats (hauts fonds sableux, zones de mouilles,...) en amont et aval immédiat du seuil. La zone d'incidence est d'environ 150 m en aval et 200 m en amont. L'évolution sera progressive (selon l'importance et la fréquence des crues morphogènes) et doit conduire à un nouvel équilibre sans baisse prévisible de diversité d'habitats. Aucun habitat aquatique d'intérêt majeur (zone de frayère,...) n'a été identifié dans la zone de projet à l'exception des mouilles en aval du seuil identifiées comme zone potentielle de frayère pour l'esturgeon européen. Ces zones profondes ne seront pas comblées lors des travaux ;	Sans objet

	elles pourront évoluer (sans disparaître). L'impact du nouveau seuil sur la ligne d'eau en aval est négligeable.	
Flore aquatique	La flore aquatique se développe dans les zones peu profondes près des berges. Les conditions morphodynamiques modifiées par le projet (retour à un fonctionnement naturel) vont conduire à une évolution/redistribution de la flore sans perte de biodiversité.	Sans objet
Habitats et flore des berges	Au niveau du seuil, l'aménagement ne portera que sur les berges déjà artificialisées (ancien seuil) ; même emprise ; linéaire maximum de 50 m sur chaque rive. Les berges naturelles en amont et en aval du seuil de fond ne seront pas modifiées hormis les zones d'accès à l'eau par les engins de chantier en phase travaux.	Voir aussi le tableau relatif aux impacts durant la phase travaux
Faune terrestre	Les groupes faunistiques à enjeux (chauve souris, Grand Capricorne) sont associés aux boisements rivulaires qui ne seront pas significativement modifiés. L'abattage d'arbres pour réaliser les pistes d'accès chantier seront limités. La fonction de corridor écologique de la Garonne ne sera pas perturbée	Voir aussi le tableau relatif aux impacts durant la phase travaux
Usage Prise d'eau pour l'alimentation en eau potable	La prise d'eau potable de La Capelette est implantée à 80 m en amont du seuil en rive droite. La cote d'eau minimale de la Garonne à respecter au droit de la prise d'eau est de 35,85 m NGF. Cette contrainte a été prise en compte dans la conception du seuil de fond (modélisation hydraulique). Le nouveau seuil est compatible avec le pompage de la Capelette même en étiage sévère.	Sans objet
Usage Loisirs	Le projet ne modifie pas les pratiques actuelles (pêcheurs, promeneurs). Le franchissement du seuil par les kayakistes sera facilité. les cheminements en berge et points d'accès au lit de la Garonne seront inchangés.	Sans objet
Santé	L'ouvrage actuel (vestiges instables) du seuil ruiné est potentiellement dangereux (pêcheurs, canoës, promeneurs)	Sans objet
Paysage	La suppression du seuil actuel très dégradé (ruines) aura un impact visuel positif. Le fleuve retrouvera en effet un aspect plus naturel, le seuil de fond étant peu visible hormis à l'étiage (parties hors d'eau en berge). La zone d'eau calme (plan d'eau) en amont du nouveau seuil sera proche en étendue avant et après aménagement en étiage.	Le site du seuil pourra constituer un point particulier d'observation du fleuve. Il pourrait aussi être intégré à des projets futurs de cheminement le long de la Garonne sur les 2 rives (avec éventuellement une signalétique évoquant l'ancien seuil de Beauregard).

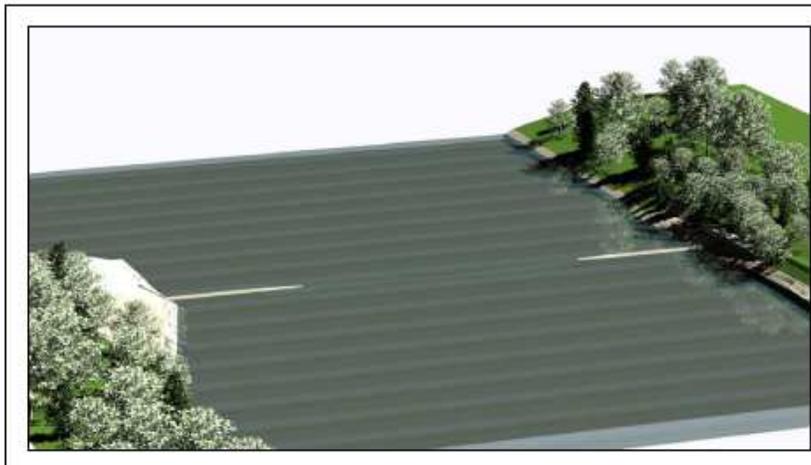
### 3.3.3 Intégration paysagère du projet - photo montage

Pages suivantes : 2 planches présentant la perception visuelle de l'ouvrage : situation initiale et projetée

VUE DEPUIS L'AMONT ; ÉTAT EXISTANT (pendant les basses eaux ;30m<sup>3</sup>/s)



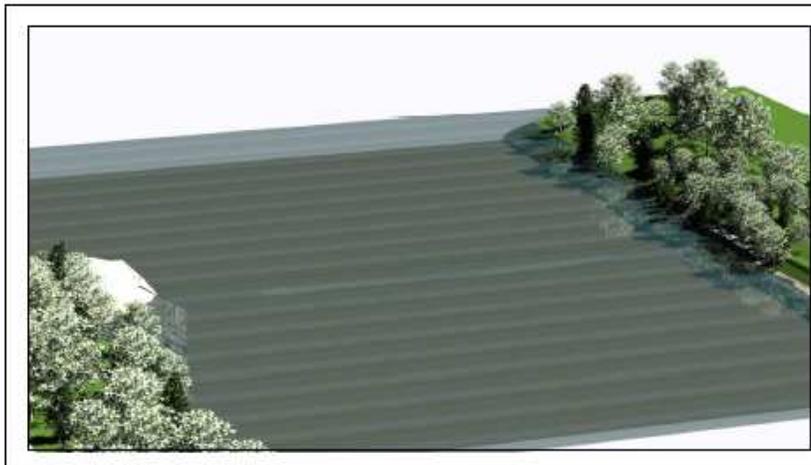
VUE DEPUIS L'AMONT ; ÉTAT PROJETÉ (pendant les basses eaux ;30m<sup>3</sup>/s)



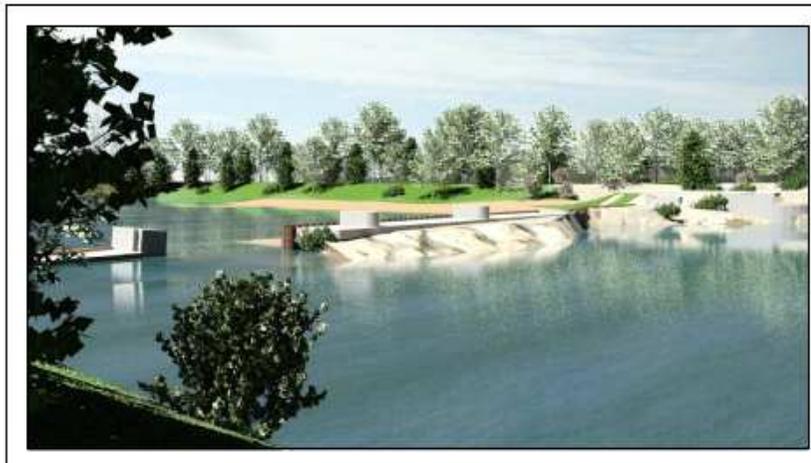
VUE DEPUIS L'AVAL ; ÉTAT EXISTANT (pendant les hautes eaux ;680m<sup>3</sup>/s)



VUE DEPUIS L'AMONT ; ÉTAT PROJETÉ (pendant les hautes eaux ;680m<sup>3</sup>/s)



VUE DEPUIS L'AVAL : ÉTAT EXISTANT (pendant les basses eaux :30m3/s)



VUE DEPUIS L'AVAL : ÉTAT PROJETÉ (pendant les basses eaux :30m3/s)



VUE DEPUIS L'AVAL : ÉTAT EXISTANT (pendant les hautes eaux: 680m3/s)



VUE DEPUIS L'AVAL : ÉTAT PROJETÉ (pendant les hautes eaux: 680m3/s)



Direction  
Départementale  
des Territoires

RÉHABILITATION DU SEUIL MARNEUX DE BEAUREGARD SUR LA GARONNE

PLAN D'INTEGRATION DU PROJET  
VISUALISATION 3D DE L'AMÉNAGEMENT



15 rue du Marché-Neuf  
64000 SAINT-JEAN-DE-LUZ  
T4 | 05 49 94 94 14 00  
Fax | 05 49 94 94 10  
www.isl.fr

Dessiné par : COS  
Vérifié par : JSA  
Date : 06/12/2017  
Fichier : beauregard.dgn

15F-153

10-01



## 3.4 LES IMPACTS PRÉVISIBLES LIÉS AUX TRAVAUX ET LES MESURES PRÉVUES POUR RÉDUIRE LES IMPACTS

### 3.4.1 Organisation des travaux - phasages

Les contraintes hydrologiques (débit de la Garonne) et environnementales (périodes de reproduction,...) conduisent à définir une courte période d'intervention, d'août à octobre. Il est donc prévu 2 phases d'intervention :

- Phase 1 en 2019 : 3 mois d'août à octobre : travaux concernant la moitié du seuil en rive gauche ;
- Phase 2 en 2020 : 3 mois d'août à octobre : travaux concernant la moitié du seuil en rive droite.

Entre ces 2 phases, période intermédiaire qui s'étale sur les périodes hivernale et printanière qui suivent et au cours de laquelle le chantier reste au repos.

En phase 1 :

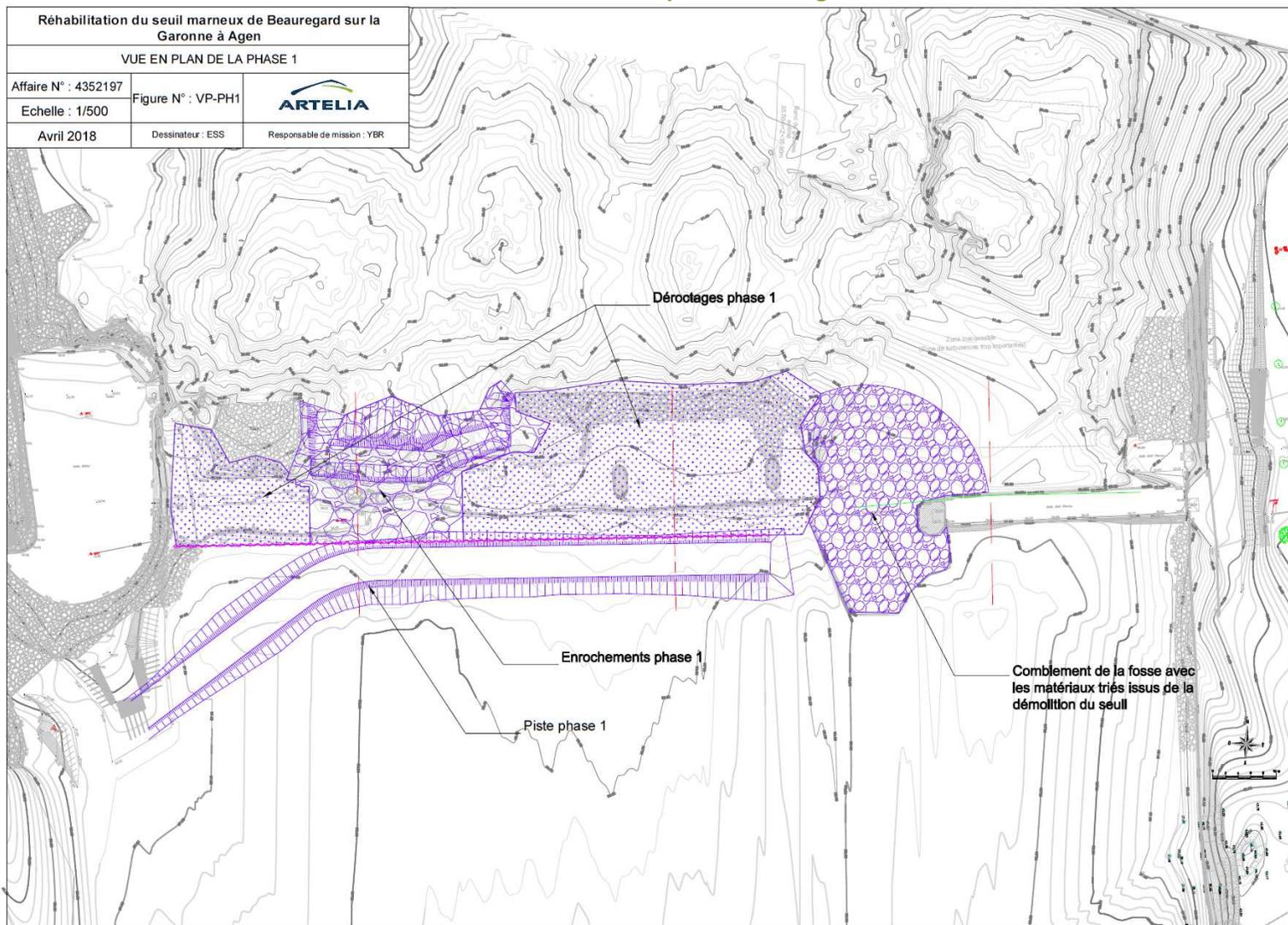
- construction d'une piste d'accès en berge rive gauche et d'une piste de chantier dans le lit en rive gauche, piste arasée à la cote 38.0 m NGF, soit 20 cm sous la cote d'arase du seuil actuel coté rive gauche,
- battage d'un rideau de palplanches le long du parement amont à une cote d'arase au plus égale à 38 m NGF,
- déroctage du seuil existant et aménagement du nouveau seuil à la cote définitive du seuil aménagé,
- comblement partiel de la fosse en aval de la brèche principale avec les matériaux concassés issus du seuil actuel,
- recépage du rideau de palplanches à la cote d'arase du seuil aménagé.
- enlèvement de la piste de chantier et de la piste d'accès.

En phase 2 :

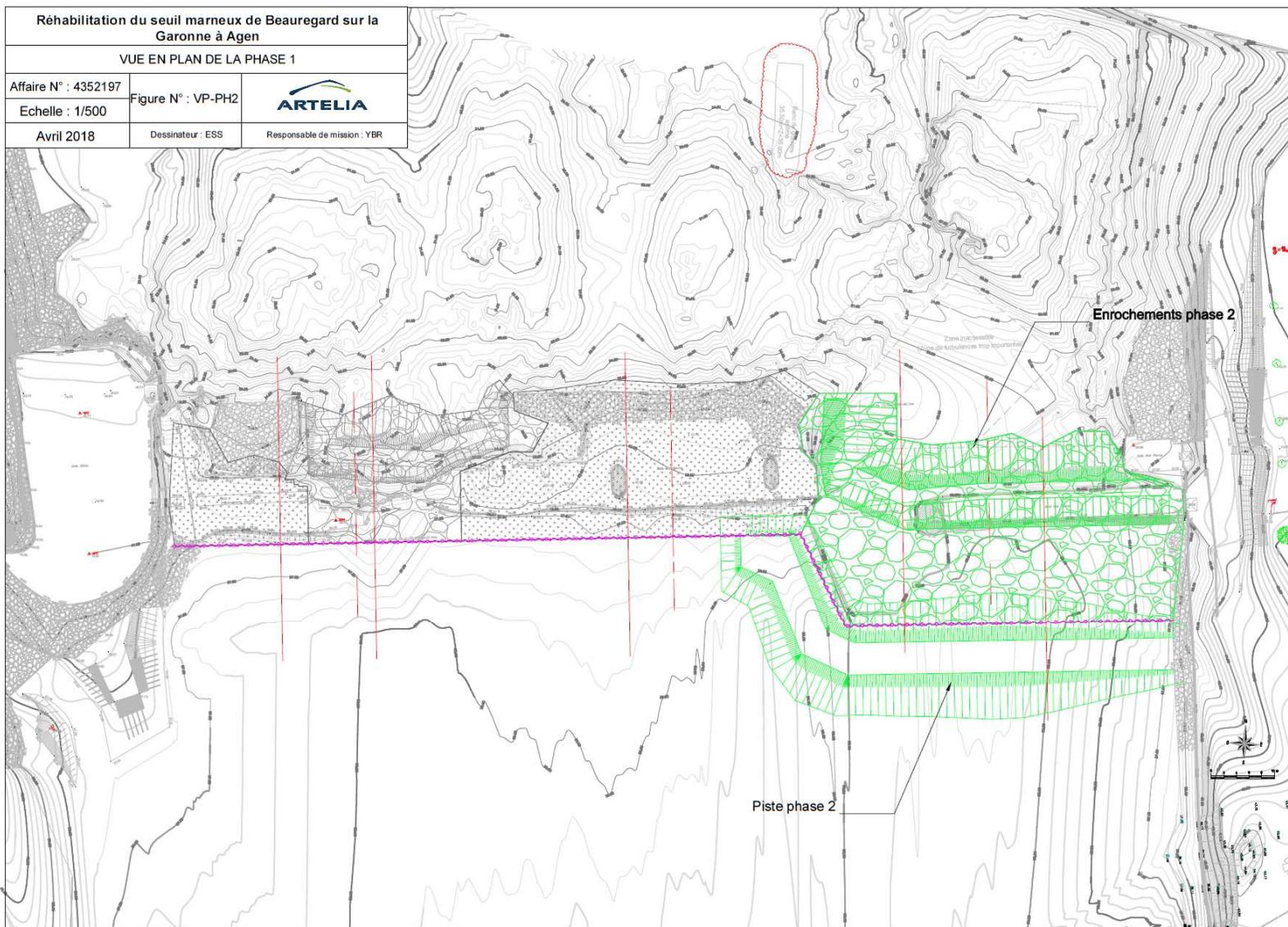
- construction d'un accès en berge rive droite et d'une piste de chantier arasée à la cote 38.0 m NGF ; la cote d'arase du seuil actuel varie entre 35.5 et 37.20 m NGF coté rive droite
- - battage d'un rideau de palplanches le long du parement amont avec arasement à la cote 38.0 m NGF,
- - déroctage de seuil existant et aménagement du nouveau seuil à la cote définitive du seuil aménagé,
- - démontage de la piste en fin de chantier.



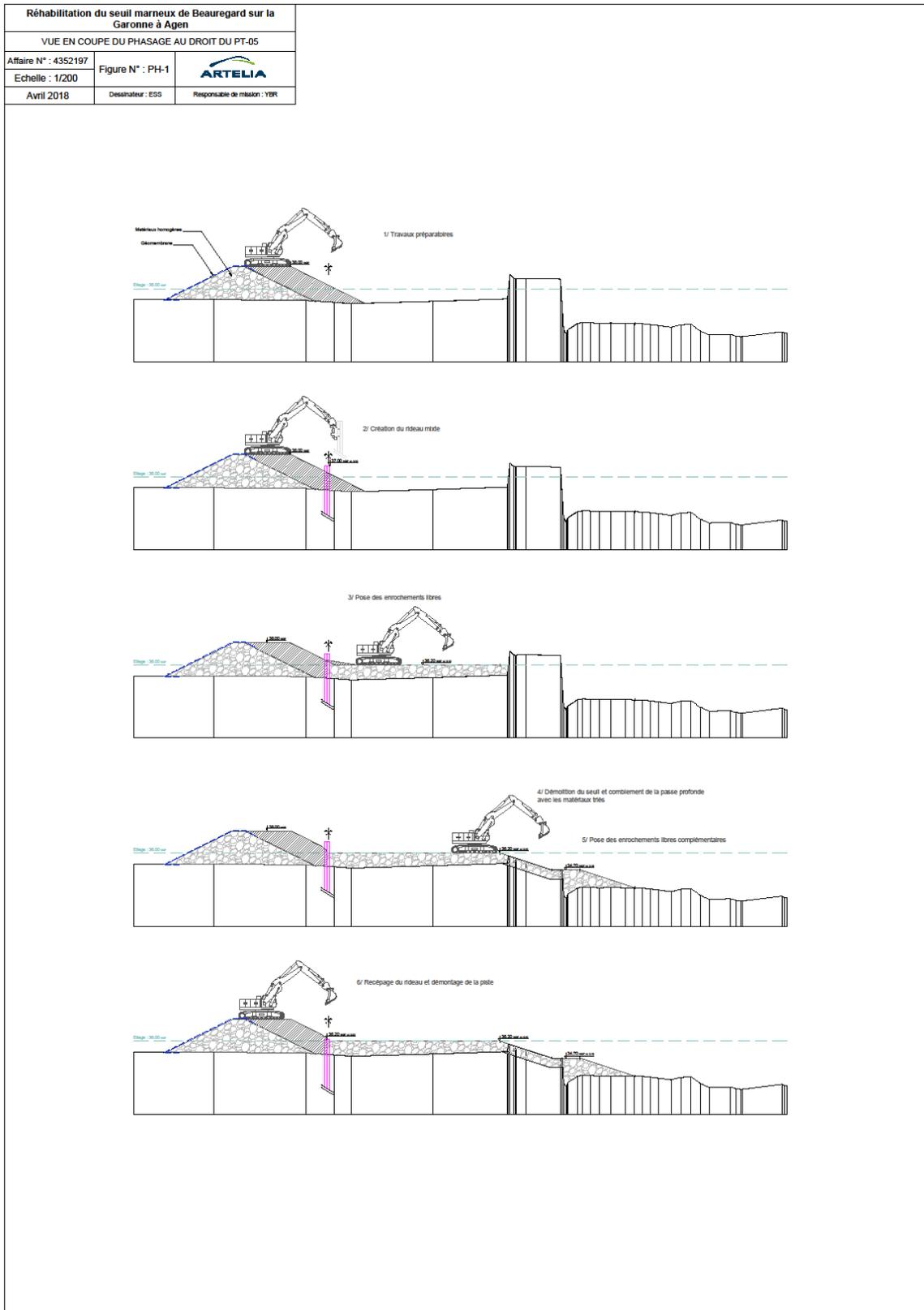
### Phase 1 - travaux concernant la partie en rive gauche du seuil



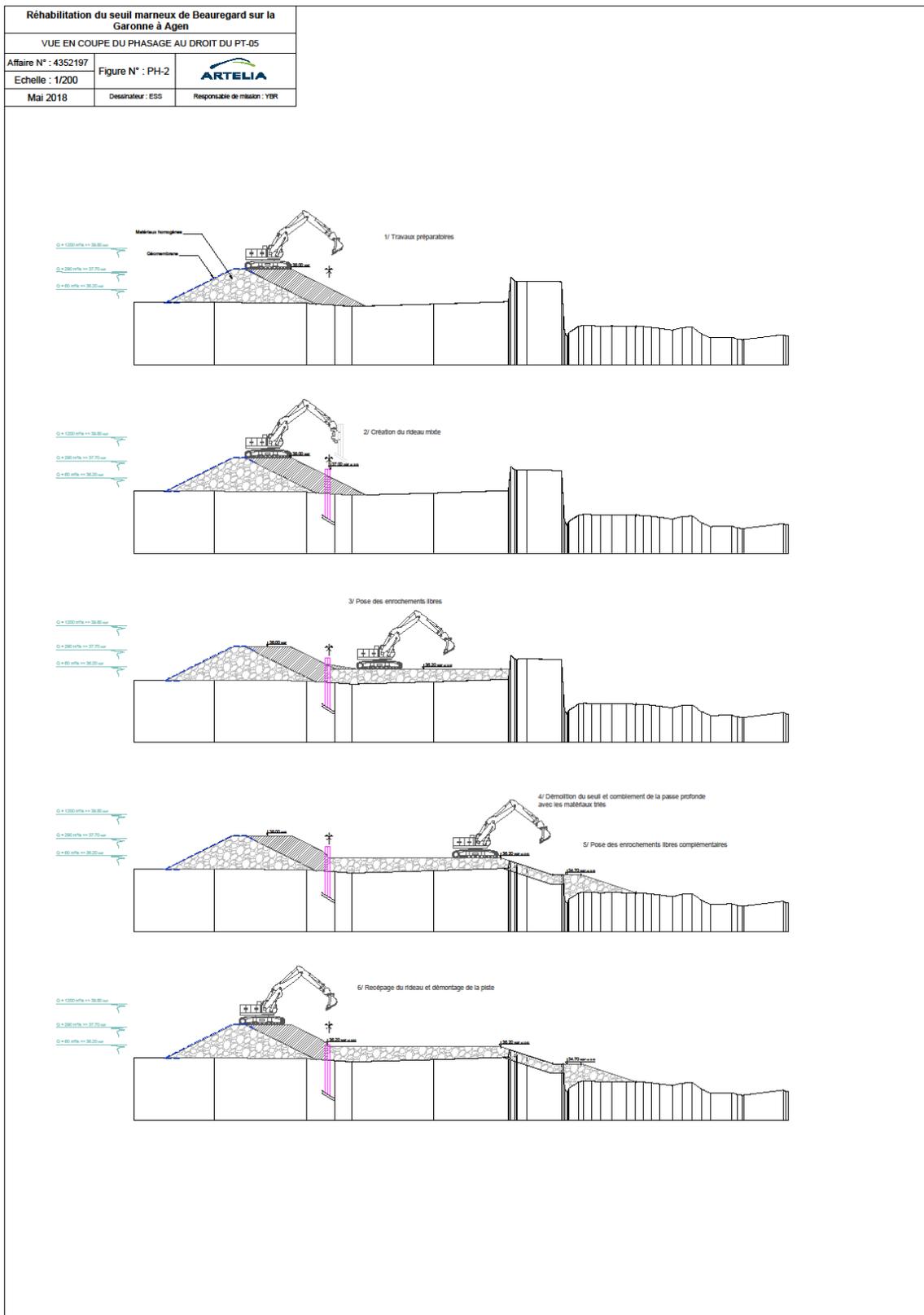
### Phase 2 - travaux concernant la partie en rive droite du seuil



Phasage du projet pour la partie en rive gauche du seuil - phase 1



## Phasage du projet pour la partie en rive droite du seuil - phase 2



### 3.4.2 Tableau synthétique des impacts et des mesures prévues pour réduire les impacts

Phase travaux		
Types d'impacts	Nature et ampleur des impacts	Mesures prévues pour limiter les impacts négatifs
Hydraulique	Phase 1 (3 mois) : pas d'impact hydraulique hors crue ; piste d'accès à la cote 38 m NGF ; noyée pour un débit de 650 m³/s Période entre les 2 phases (9 mois) : baisse en amont du seuil par rapport à l'état initial : baisse de 3 à 20 cm à l'étiage ; baisse de 40 à 80 cm en période de hautes eaux et de crue Phase 2 (3 mois) : impact : légère surcote liée à la piste d'accès à la cote 38 NGF.	Veille météorologique et hydrologique pour une évacuation du chantier en cas de prévision de crue
Morphodynamique - transport solide	Les travaux s'effectuant en étiage, pas d'impact significatif sur le transport solide qui se fait surtout en période de débits forts	
Qualité de l'eau	Les travaux dans le lit en eau (création de la piste chantier, intervention des engins sur le seuil, pose des enrochements) risquent d'augmenter localement les teneurs en matières en suspension dans l'eau. Risque de déversements accidentels d'hydrocarbures par les engins de chantier	Surveillance de la qualité de l'eau en aval de la zone de travaux : enregistreurs de turbidité.  Stationnement des engins de chantier dans un lieu confiné ou en dehors du lit majeur
Habitats aquatiques	Perturbations des habitats en amont immédiat du seuil où sera posée la piste chantier ; l'emprise est réduite (environ 1000 m²) et ne touche pas d'habitat remarquable.	
Flore aquatique	Les végétaux aquatiques présents dans la zone de travaux (seuil et piste d'accès dans le lit) seront détruits. La surface remaniée en berge est réduite : estimée à environ 600 m² en rive gauche et 1000 m² en rive droite.	Avant travaux, vérification de l'absence de <i>Naja Marina</i> , espèce protégée (non présente sur le site lors des prospections faites pour décrire l'état initial)
Faune aquatique	Le phasage des travaux d'engendre pas d'interruption des écoulements. Les échanges amont-aval sont maintenus. Risque de perturbation liée à la turbidité de l'eau en aval proche ; les poissons pourront trouver refuge plus en aval	Pêches de sauvegarde lors de la construction des pistes d'accès dans le lit (secteurs entre la piste et le seuil).
Habitats et flore des berges	La création de pistes d'accès en berge va nécessiter quelques coupes d'arbres.  La circulation des engins de chantier engendrera temporairement des envols de poussière.	Les arbres identifiés en haut de berges comme intéressants pour la faune (Grand Capricorne ; chauve souris) seront autant que possible conservés. Les coupes d'arbres seront réalisées en dehors des périodes de reproduction des oiseaux et chauve souris. Si nécessaire une humidification des pistes sera faite (poussières). Les pistes d'accès seront supprimées après travaux.
Faune terrestre	Dérangement (bruit) de la faune (oiseaux, chauve souris) proche des zones de travaux	Les travaux se font d'aout à octobre donc hors période de nidification dans la ripisylve (dont Martin Pêcheur)
Usage AEP	Prise d'eau de La Capelette : Impact lié au niveau d'eau : Phase 1 : aucun impact (ligne d'eau non modifiée) Entre les 2 phases : abaissement du niveau, variable suivant les débits. La cote à l'étiage reste supérieure à 36 m NGF ce qui garantit le bon fonctionnement de la prise d'eau Phase 2 : relèvement du niveau d'eau, 5 à 10 cm par rapport à la phase précédente pas d'impact en terme de qualité d'eau, les travaux se faisant en aval de la prise d'eau	Eventuellement pose d'un limnimètre pendant la durée des travaux
Usage loisirs	Activités perturbées dans la zone de travaux (pêche, canoë-kayack, promeneurs)	Zone de chantier interdite au public Périodes d'interdiction temporaire des activités
Santé	Impacts limités dans le temps et l'espace (voisinage du seuil) ; bruits, poussières ; risques d'accidents.	Plan de circulation sur les accès chantier ; vitesse réduite ; arrosage des pistes si besoin ;
Paysage	Impacts liés au chantier : engins, trafic, clôtures,...	Information/communication sur l'opération

### 3.5 LES ÉTUDES PRÉALABLES QUI ONT CONDUIT À LA SOLUTION RETENUE POUR LE PROJET

Les différents scénarios de devenir du seuil de Beauregard ont été étudiés en 2008-2009 par ISL pour le SMEAG et ont fait l'objet d'études économiques et multicritères, Ces études ont abouti à la solution d'arasement au niveau du seuil marneux et de confortement de ce seuil de fond.

**Le scénario a été acté par la Ministre de l'Environnement le 17 janvier 2011, puis confirmé par les ministres successifs le 24 juin 2013 et le 5 septembre 2013, et enfin lors d'une réunion le 14 novembre 2013 en préfecture du Lot et Garonne rassemblant l'ensemble des parties prenantes.**

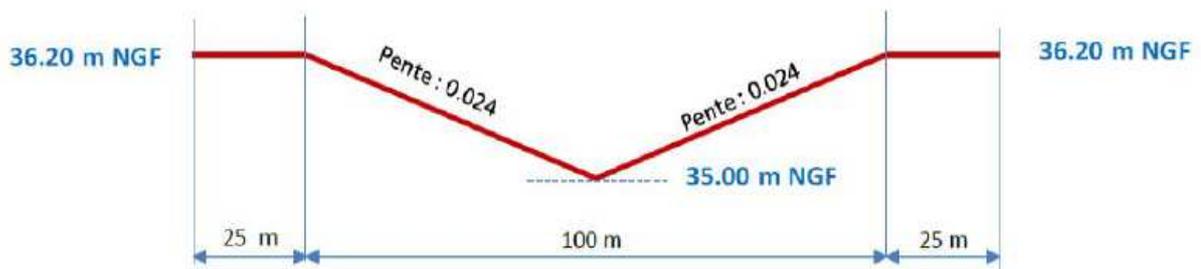
Afin de préciser le programme et la solution, une étude hydraulique et morphodynamique complémentaire a été réalisée par Hydratec en 2016-2017 pour la DDT47.

Le seuil appartenant à l'Etat et n'ayant plus d'usage principal, et les enjeux liés à ses usages secondaires étant maîtrisables techniquement, l'Etat prévoit la réalisation des travaux à l'étiage 2019 et 2020.

La solution retenue prévoit :

- La consolidation du seuil marneux à un niveau correspondant environ au toit des marnes,
- la protection du seuil marneux (enrochements libres sur la crête et le talus aval), pour assurer sa stabilité et la stabilité du profil en long du fond du lit mineur, afin de prévenir tout risque d'évolution morphologique susceptible de remettre en cause les enjeux anthropiques.

Suite aux études complémentaires d'Hydratec, le profil en travers retenu pour le seuil de fond est un profil en V symétrique centré avec une cote centrale de 35.0 m NGF et des parties latérales horizontales à la cote 36.2 m NGF permettant de respecter à la fois les exigences de continuité écologique et celles liées à la prise d'eau de La Capelette.



### 3.6 LES ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES ET L'AVANT PROJET

- Setec-Hydratec, février 2017 et avril 2018 - étude hydraulique et morphologique complémentaire
- Setec-Hydratec, octobre 2017 - note sur l'évolution du profil en long et en travers au droit du seuil après travaux
- Biotope, octobre 2016 - expertise complémentaire coléoptères, chiroptères et avifaune nicheuse dans le cadre du dossier

**L'avant projet réalisé par ARTELIA, mai 2018, est joint.**

Remarque : dans le cadre de l'avant-projet, une protection de berge au droit du lotissement de Bellevue en rive gauche en amont du seuil a été étudiée. **Ces travaux ne sont cependant pas intégrés au projet faisant l'objet de la présente demande de « cas par cas ».** Seul un suivi de l'évolution de la berge dans le temps sera fait.



# Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

**ARTELIA Ville & Transport**  
**Agence de Bordeaux**

Parc Sextant – Bâtiment D  
6-8 avenue des Satellites – CS 70048  
33187 LE HAILLAN Cedex  
Tel. : +33 (0)5 56 13 85 82  
Fax : +33 (0)5 56 13 85 63



## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

		Agence de Bordeaux Parc Sextant – Bâtiment D – 6-8 av. des Satellites – CS 70048 33187 LE HAILLAN Cedex Tél : 05.56.13.85.82 – Fax : 05.56.13.85.63		
Indice	Date	Établi par	Vérfié par	Commentaires / Modifications
A	01/2018	YBR	DJT	1 <sup>ère</sup> émission
B	04/2018	YBR	DJT	Prise en compte des simulations hydrauliques HYDRATEC datées d'avril 2018
C	05/2018	YBR	DJT	Prise en compte des remarques du COTEC du 3/05/2018

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>PROGRAMME DE L'OPERATION</b>	<b>1</b>
1.1.	OBJET DE L'ETUDE	1
1.2.	RAPPEL DES DECISIONS	2
1.3.	EXIGENCES DU PROGRAMME	4
<b>2.</b>	<b>DONNEES ET CONTRAINTES</b>	<b>5</b>
2.1.	ALIMENTATION EN EAU POTABLE D'AGEN	5
2.2.	FRANCHISSABILITE PISCICOLE	6
2.2.1.	Contexte réglementaires	6
2.2.2.	Espèces cibles	6
2.2.3.	Période de migration	6
2.3.	CONTEXTE HYDRAULIQUE ET MORPHODYNAMIQUE	6
2.3.1.	Contexte morphodynamique	7
2.3.2.	Diagnostic hydraulique (Phase 1 – Diagnostic, juillet 2008)	7
2.4.	CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET ENVIRONNEMENTAL	8
2.4.1.	Cadrage réglementaire	8
2.4.2.	Données faunes	8
2.4.3.	Recommandations environnementales	9
2.5.	DONNEES TOPOGRAPHIQUES ET BATHYMETRIQUES	10
2.6.	CONTEXTE GEOTECHNIQUE	11
2.6.1.	Données disponibles au droit du site	11
2.6.2.	Instabilités géologiques	12
2.7.	QUALITE DES SEDIMENTS	13
2.7.1.	Contenu de la reconnaissance	13
2.7.2.	Nature et caractéristiques des sols	13
2.7.3.	Analyses chimiques des sédiments	13
2.8.	RESEAUX CONCESSIONNAIRES	14
2.9.	CONTRAINTES FONCIERES	14
<b>3.</b>	<b>DIAGNOSTIC DE L'OUVRAGE</b>	<b>15</b>
3.1.	HISTORIQUE DE L'OUVRAGE	15
3.2.	STABILITE DE L'OUVRAGE	16
3.3.	DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE ET MORPHODYNAMIQUE	16
3.4.	DESCRIPTION DE LA STRUCTURE DE L'OUVRAGE	16
<b>4.</b>	<b>DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT</b>	<b>21</b>
4.1.	HYPOTHESE DE CALCUL	21
4.1.1.	Franchissabilité piscicole	21
4.1.2.	Usage de prélèvement en eau de La Capelette	22
4.1.3.	Hydrosédimentaire et morphodynamique	22
4.1.4.	Hydraulique	22
4.2.	JUSTIFICATION DE L'AMENAGEMENT	23
4.2.1.	Continuité écologique	23
4.2.1.1.	FRANCHISSABILITE PISCICOLE	23
4.2.1.2.	FRANCHISSABILITE POUR LES ANGUILES	24
4.2.2.	Usage de prélèvement en eau de La Capelette	25
4.2.3.	Hydrosédimentaire et morphodynamique	25
4.2.3.1.	SECTION AMONT	25
4.2.3.2.	SECTION AVAL	28
4.2.4.	Hydraulique	29
4.2.5.	Risque d'affouillement aval	30
4.3.	PRESENTATION DE L'AMENAGEMENT	31

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

---

4.3.1.	Réflexions préliminaires sur l'arasement du seuil	31
4.3.2.	Arasement du seuil	33
4.3.3.	Modalités d'intégration paysagère	34
4.3.4.	Mesures d'accompagnement	35
4.3.5.	Suivi topographique et bathymétrique	35
4.3.6.	Dispositif de protection des berges du lotissement de Bellevue	35
4.3.6.1.	SUIVI DE L'EVOLUTION DU FOND DE LA GARONNE	35
4.3.6.2.	DISPOSITIF DE PROTECTIONS DES BERGES	36
<b>5.</b>	<b>MODE D'EXECUTION</b>	<b>37</b>
5.1.	PRINCIPE GENERAL	37
5.2.	CONTEXTE HYDRAULIQUE PROPRE AUX DIFFERENTES PHASES D'EXECUTION	39
5.3.	MESURES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT EN PHASE CHANTIER	40
5.3.1.	Prévention de la pollution de l'eau et des sols	40
5.3.2.	Circulation des engins, poussières, bruits	40
5.3.3.	Dispositifs de protection du milieu terrestre	40
5.3.4.	Dispositifs de protection du milieu aquatique	41
5.3.4.1.	CREATION D'UNE PLATEFORME D'ACCES A SEC	41
5.3.4.2.	MAINTIEN DE LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE	41
5.3.4.3.	LIMITER LA PRODUCTION DE MES	41
5.3.4.4.	SUIVI DE LA QUALITE DE L'EAU	41
5.4.	REMISE EN ETAT DU SITE APRES CHANTIER	42
<b>6.</b>	<b>ESTIMATION DU COUT DES AMENAGEMENTS</b>	<b>43</b>
<b>ANNEXE 1 ESTIMATION DETAILLEE DU COUT D'AMENAGEMENT</b>		<b>44</b>
<b>ANNEXE 2 Prédimensionnement des protections en enrochements (seuil et berges)</b>		<b>45</b>
<b>ANNEXE 3 PIECES GRAPHIQUES</b>		<b>46</b>
<b>ANNEXE 4 Coupes pressiométriques au droit de la prise d'eau de la Capelette</b>		<b>47</b>
<b>ANNEXE 5 Simulations hydrauliques 2018 – HYDRATEC (avril 2018)</b>		<b>48</b>

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

# TABLEAUX

TABL. 1 -	SYNTHESE DES ENJEUX ECOLOGIQUES DE L'AIRE D'ETUDE RAPPROCHEE	9
TABL. 2 -	SYNTHESE DES PRECAUTIONS ENVIRONNEMENTALES POUR LA PHASE CHANTIER	10
TABL. 3 -	DONNEES TOPOGRAPHIQUES ET BATHYMETRIQUES DISPONIBLES SUR LE SECTEUR DE L'ETUDE	10
TABL. 4 -	FORMATIONS RENCONTREES AU DROIT DES SONDEGES SC1 A SC3	11
TABL. 5 -	FORMATIONS RENCONTREES AU DROIT DES SONDEGES SC1 A SC3 RATTACHEES AU SYSTEME DE COORDONNEES NGF	19
TABL. 6 -	ESPECES CIBLES A PRENDRE EN COMPTE POUR LES AMENAGEMENTS	21
TABL. 7 -	VERIFICATION DES CRITERES DE JET DE SURFACE (DONNEES HYDRATEC, MAI 2018)	23
TABL. 8 -	VALEURS DE HAUTEUR/VITESSE A $Q_{MEDIAN}$ ET $Q_{MENSUELMAX}$ (DONNEES HYDRATEC, MAI 2018)	25
TABL. 9 -	NIVEAUX D'EAU CALCULES AU DROIT DE LA PRISE D'EAU (HYDRATEC, 04/2018)	25
TABL. 10 -	DISTANCE AMONT DU SEUIL PRESENTANT UN ABAISSEMENT DE LA LIGNE < 0,01M	29
TABL. 11 -	ESTIMATION SOMMAIRE DES TRAVAUX DE REHABILITATION DU SEUIL	43
TABL. 12 -	ESTIMATION SOMMAIRE DES TRAVAUX DE PROTECTION DES BERGES DU LOTISSEMENT BELLEVUE	43

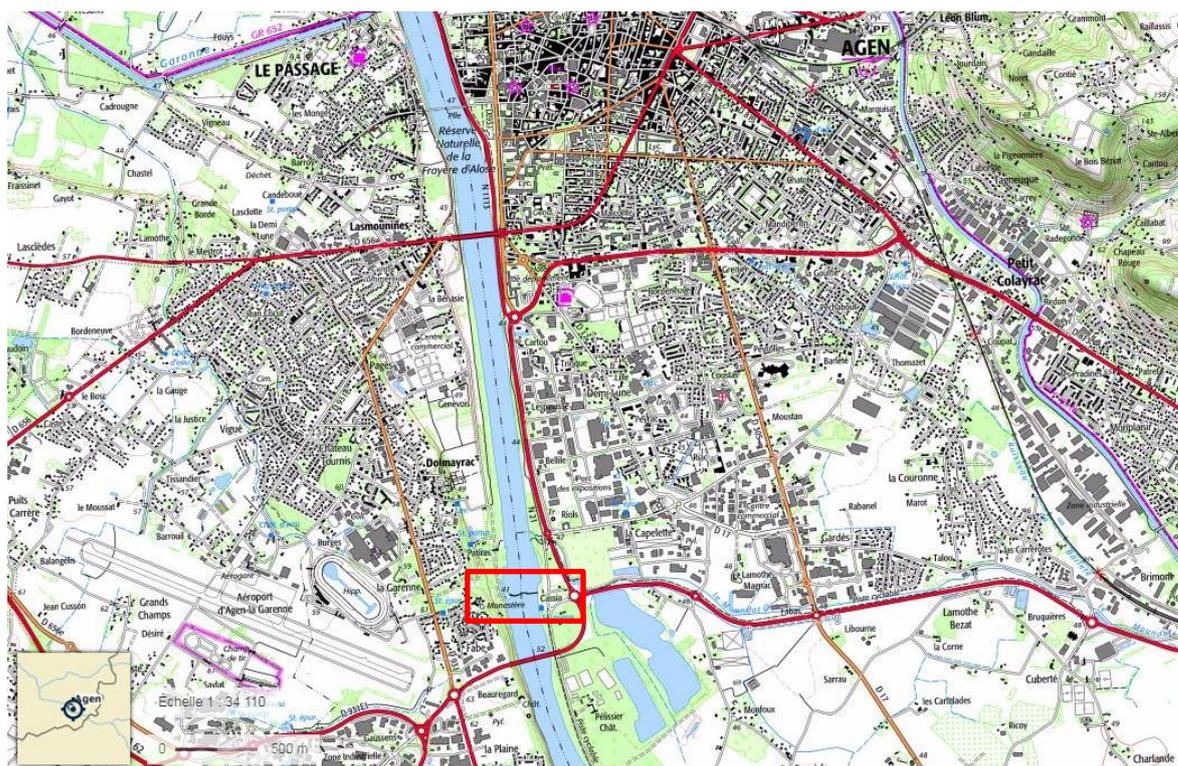
# FIGURES

FIG. 1.	LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDE	1
FIG. 2.	PROFIL EN TRAVERS APPROUVE – SOLUTION D'ARASEMENT V4QUAR	3
FIG. 3.	PLAN DE LOCALISATION DE LA PRISE D'EAU DE LA CAPELETTE	5
FIG. 4.	PLANS DCE DES TRAVAUX DE REALISATION DE LA PRISE D'EAU (SOGREAH- 04/2008)	6
FIG. 5.	EVOLUTION DE LA BERGE EN RIVE DROITE (SOURCE : HYDRATEC AVRIL 2017)	7
FIG. 6.	LOCALISATION DES SONDEGES DE RECONNAISSANCE (SOURCE : GEOTEC, AOUT 2008)	11
FIG. 7.	LOCALISATION DE LA ZONE DE GLISSEMENT	12
FIG. 8.	LOCALISATION DES PRELEVEMENTS DES SEDIMENTS	13
FIG. 9.	VUE EN PLAN DU BARRAGE (1952)	15
FIG. 10.	PROFIL EN TRAVERS – PASSE PROFONDE EN 1905 (SOURCE DIAGNOSTIC ISL DATE DE JUILLET 2008)	17
FIG. 11.	COUPE DE L'OUVRAGE – ETAT DES LIEUX DE LA PASSE PROFONDE	17
FIG. 12.	PROFIL EN TRAVERS - PASSES SUPERIEURES (SANS DALLE BETON) EN 1906 (SOURCE DIAGNOSTIC ISL DATE DE JUILLET 2008)	18
FIG. 13.	VUE DES PASSES SUPERIEURES	18
FIG. 14.	PRISE DE VUE DE LA PASSE SUPERIEURE (ARTELIA, 10/2017)	19
FIG. 15.	PHOTOGRAPHIE DU SONDEGE SC3 (RAPPORT GEOTEC 08-2078 DATE DE 08/2008)	20
FIG. 16.	LIGNE D'EAU AU VOISINAGE DU SEUIL DANS L'AXE DU POINT BAS (DONNEES HYDRATEC, MAI 2018)	23
FIG. 17.	CARTES DES HAUTEURS/VITESSES AU DROIT DU SEUIL ARASE POUR UN DEBIT DE 290 M <sup>3</sup> /S (HYDRATEC, MAI 2018)	24
FIG. 18.	CARTES DES HAUTEURS/VITESSES AU DROIT DU SEUIL ARASE POUR UN DEBIT DE 700 M <sup>3</sup> /S (HYDRATEC, MAI 2018)	24
FIG. 19.	EMPRISE DES BERGES A AMENAGER	26
FIG. 20.	VUE DE LA BERGE AU DROIT DU LOTISSEMENT BELLEVUE	27
FIG. 21.	PROFIL EN LONG DE LIGNES D'EAU EN SITUATION INITIALE ET AMENAGEE (HYDRATEC, 04/2018)	28
FIG. 22.	COUPE DE PRINCIPE DE LA SOLUTION « ENROCHEMENTS LIBRES »	31
FIG. 23.	COUPE DE PRINCIPE DE LA SOLUTION « MATELAS DE GABION »	31
FIG. 24.	COUPE DE PRINCIPE DE LA SOLUTION « RADIER BETON RUGUEUX »	32
FIG. 25.	VUE 3D DEPUIS LE PONT DE BEAUREGARD (ISL, 07/2017)	34
FIG. 26.	SCHEMA DE PRINCIPE DES ACCES ET DES PISTES CHANTIER	37
FIG. 27.	EXTRAIT DU RAPPORT D'EXPERTISES COMPLEMENTAIRES COLEOPTERES, CHIROPTERES ET AVIFAUNE NICHEUSE REALISEE PAR BIOTOPE EN OCTOBRE 2016	38
FIG. 28.	LOCALISATION DES PARCELLES PRESENTIENNES POUR LES INSTALLATIONS DE CHANTIER	38
FIG. 29.	COURBE DES DEBITS DE LA GARONNE (DONNEES ISL, 08/2008)	39

# 1. PROGRAMME DE L'OPERATION

## 1.1. OBJET DE L'ETUDE

Le seuil de Beauregard, situé à l'entrée de la ville d'Agen servait initialement à l'alimentation du canal latéral à la Garonne.



**Fig. 1. Localisation du secteur d'étude**

N'ayant plus sa fonctionnalité initiale, fortement dégradé, et présentant un impact paysager négatif à l'étiage en entrée de ville, il a été décidé de réhabiliter celui-ci en l'arasant et en reconstituant un seuil échancré correspondant à une solution présentée par le Bureau d'études HYDRATEC sous l'appellation V4ter, validée en comité de pilotage du 7 juillet 2017.

Les objectifs en termes de performance sont fixés par le programme de l'opération. Il s'agit de :

- restaurer la continuité piscicole et en particulier piscicole ;
- garantir une ligne d'eau minimale à l'étiage compatible avec les possibilités de prise d'eau de La Capelette ;
- maîtriser et améliorer le fonctionnement hydrosédimentaire et morphodynamique du site en arrêtant l'incision régressive en cours, en limitant les risques d'érosion de berge et en améliorant la continuité sédimentaire ;
- améliorer l'aspect paysager du site à l'étiage, aujourd'hui impacté par un ouvrage fortement endommagé.

Le présent document constitue le rapport d'étude d'AVP (Avant-Projet) des travaux d'arasement du seuil.

## 1.2. RAPPEL DES DECISIONS

Un COPIL (comité de pilotage) s'est tenu le 7/07/2017 au cours duquel une présentation des conclusions des études complémentaires réalisées a été faite. Ce COPIL a permis d'approuver le programme de l'opération relatif aux prestations de maîtrise d'œuvre, objet de la présente étude.

Le chapitre suivant fournit une synthèse des éléments abordés au cours de ce COPIL.

Les enjeux portés par l'opération de rétablissement de la continuité écologique du seuil sont présentés. Il est ainsi rappelé que :

- la Garonne constitue le seul cours d'eau français emprunté par la totalité des espèces de grands migrateurs amphihalins (esturgeon, alose, alose feinte, lamproie marine, lamproie de Planer, anguille, truite de mer et saumon) ;
- le seuil de Beaugard se situe à proximité immédiate de la Réserve nationale de la frayère d'alose (unique en France) ;
- l'ouvrage représente le 1er obstacle sur la Garonne ;
- le maître d'ouvrage souhaite que cette opération constitue un exemple de l'État dans la mise en œuvre de la politique de continuité piscicole et sédimentaire.

Les études complémentaires réalisées par HYDRATEC en 2017 ont permis de préciser le contexte hydraulique et morphodynamique des différents scénarios envisagés, et plus particulièrement :

- le déplacement du lit d'étiage en amont du seuil et le niveau d'eau à l'étiage sur la prise d'eau de La Capelette ;
- les courants, l'érosion de berge en amont et en aval, la localisation de protections de berges éventuellement nécessaires ;
- les conditions de franchissabilité piscicole avec pour objectifs :
  - une hauteur de chute inférieure à 0.5m en jet de surface ;
  - la possibilité d'une reptation anguille sur les rives ;
  - une vitesse d'écoulement inférieure à 1,5m/s.

Au terme du COPIL, la solution intitulée V4ter est approuvée. Elle fixe des principes généraux suivant :

- la consolidation du seuil marneux à un niveau correspondant environ au toit des marnes ;
- la protection du seuil marneux (par exemple par des enrochements libres ou liaisonnés sur la crête et le talus aval), pour assurer sa stabilité et la stabilité du profil en long du fond du lit mineur, afin de prévenir tout risque d'évolution morphologique susceptible de remettre en cause les enjeux anthropiques.

Le profil en travers présenté en suivant est retenu : il s'agit d'un profil en V symétrique centré avec une cote centrale de +34,8 mNGF et des parties latérales horizontales à la cote +36,0 mNGF permettant de respecter à la fois les exigences de continuité écologique et celles liées à la prise d'eau de La Capelette selon les études complémentaires fournies par HYDRATEC (2017).

Le programme de l'opération est établi sur la base de la solution V4ter. Les études d'AVP indice A en date de janvier 2018 ont mis en évidence les données complémentaires nécessaires au respect des objectifs définis au programme de l'opération :

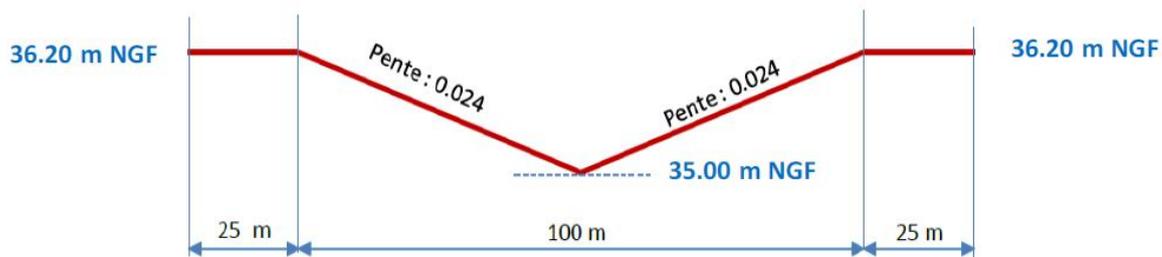
- Reprise du modèle en état actuel sur les lignes d'eau relevées en 2017-2018 ;
- Vérification de la performance des aménagements définis au stade AVP indice A de janvier 2018 ;
- Conditions hydrauliques au niveau de la prise d'eau de La Capelette ;
- Conditions hydrauliques sur le seuil et à proximité pour examiner la franchissabilité piscicole ;
- Evaluation des impacts hydrauliques et morphodynamique des aménagements définitifs et temporaires

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

Ces prestations n'étant pas prévues aux missions confiées à ARTELIA, la DDT47 a ainsi décidé de confier des simulations hydrauliques complémentaires à HYDRATEC.

Les conclusions des simulations réalisées ont conduit à une nouvelle proposition dite V4quar dont la géométrie est présentée en suivant :



**Fig. 2. Profil en travers approuvé – solution d'arasement V4quar**

La solution V4quar satisfait tous les critères visés par l'analyse multicritère produite par HYDRATEC. Les conclusions de l'étude sont détaillées au rapport d'étude fourni en annexe du présent dossier.

Au stade des études d'AVP indice B, le programme de l'opération est modifié selon les conclusions des simulations réalisées par HYDRATEC en avril 2018.

### **1.3. EXIGENCES DU PROGRAMME**

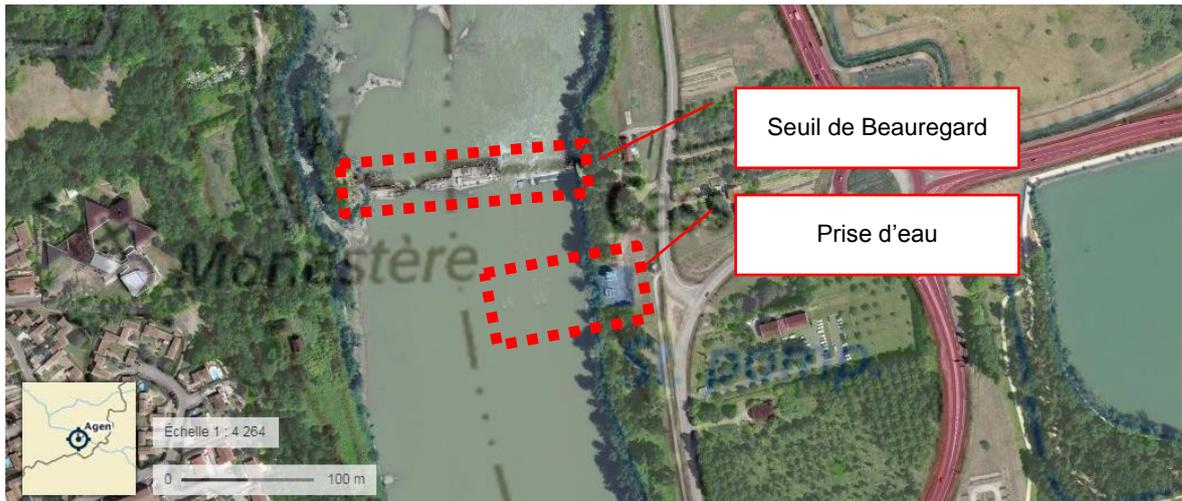
Le programme de l'opération définit les exigences que le projet doit satisfaire. Elles se décomposent selon les items et les attentes suivants :

- franchissabilité piscicole : définir la solution technique et démontrer la fonctionnalité de franchissement pour l'ensemble des espèces cibles y compris l'anguille (cf. Simulations hydrauliques, Hydratec, Avril 2018 fournies en annexe du dossier) ;
- usage de prélèvement d'eau de La Capelette : vérifier la fonctionnalité en fonction de la rugosité et de la débitance de la solution technique retenue (cf. Simulations hydrauliques, Hydratec, Avril 2018 fournies en annexe du dossier) ;
- hydrosédimentaire et morphodynamique :
  - Définir les protections de berge nécessaires au droit du lotissement de Bellevue (400 ml), en privilégiant si possible le génie végétal ;
  - Définir les remaniements de sédiments et les modifications de bathymétrie à réaliser à l'aval du seuil pour améliorer l'orientation des écoulements et limiter les risques d'érosion sur les berges ;
- paysage : définir les modalités d'intégration paysagère de l'aménagement, en particulier des parties visibles du seuil à l'étiage (en rives) ;
- conception du seuil de fond :
  - optimiser la solution technique (implantation en plan, volumétrie, réemploi de matériaux, rusticité, entretien) ;
  - optimiser la solution d'un point de vue économique ;
  - démontrer la pérennité de l'aménagement ;
- phase chantier :
  - définir les modalités prévues pour le chantier, les impacts prévisibles et proposer les mesures d'accompagnement ou compensatoires, en concertation avec l'assistant à maître d'ouvrage en charge de la rédaction du dossier de demande d'autorisation ;
  - mettre en œuvre lors du chantier les mesures visant à préserver l'environnement définies dans le dossier d'autorisation et l'arrêté préfectoral d'autorisation ;
  - maîtriser les coûts et le calendrier des travaux.

## 2. DONNEES ET CONTRAINTES

### 2.1. ALIMENTATION EN EAU POTABLE D'AGEN

La prise d'eau a fait l'objet de travaux en 2009 afin de sécuriser la prise d'eau en anticipant l'arasement du seuil.

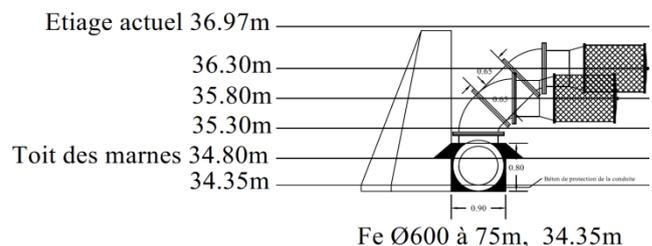


**Fig. 3. Plan de localisation de la prise d'eau de La Capelette**

La prise d'eau est constituée d'une conduite sous fluviale dont la cote d'implantation était initialement envisagée à +32 mNGF pour faire face à l'érosion régressive en cas d'effacement ou de rupture du seuil. En cours de projet, des sondages ont identifié le toit des marnes plus haut et la canalisation a été positionnée à la cote **+35,0 mNGF**. Une note technique de l'époque indique **une cote d'eau minimale à respecter au droit de la prise d'eau de +35,85 mNGF**. Cette valeur est prise comme contrainte de niveau minimum à maintenir en amont du seuil. (Valeur prise dans l'étude HYDRATEC datée de 2017 pour la solution V4ter)

Les plans extraits du DCE (dossier de consultation des entreprises) établis par SOGREAH en avril 2008 pour les travaux de réalisation de la prise d'eau fournissent les valeurs reportées sur les extraits suivants.

La conduite de prise d'eau est implantée en fond de Garonne sur l'affleurement marneux (fil d'eau de la conduite projetée à +34,35 mNGF). La crépine est fixée à la conduite par un té de raccordement complété d'un coude et d'un manchon. Le manchon peut être démonté pour adapter le fil d'eau de la crépine au niveau d'eau en Garonne (niveau à l'axe de la crépine de +36,3 mNGF avec manchon et de +35,8 mNGF sans manchon). Chaque crépine est protégée par un massif béton implanté en amont immédiat.



Deux conduites de prise d'eau sont réalisées comportant deux crépines sur chacune d'elles.

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

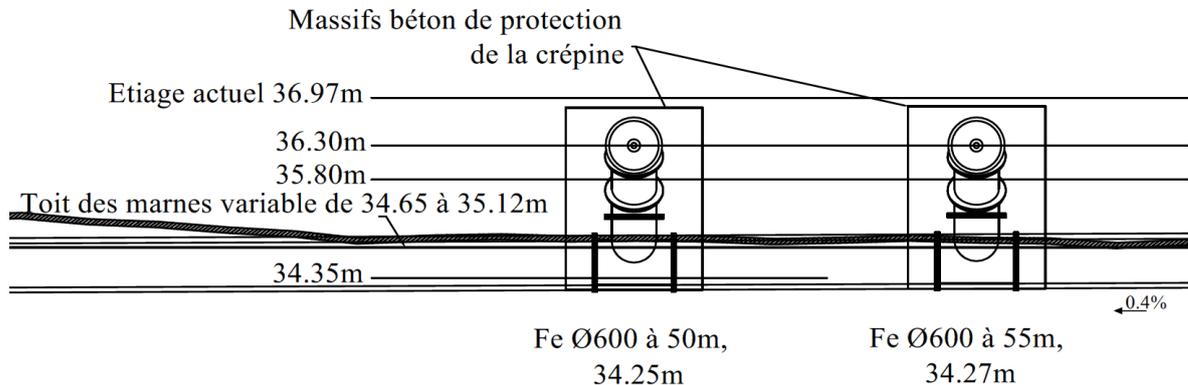


Fig. 4. Plans DCE des travaux de réalisation de la prise d'eau (SOGREAH- 04/2008)

## 2.2. FRANCHISSABILITE PISCICOLE

Les données relatives à la continuité écologique sont extraites de la note établie par AQUASCOP intitulée : note continuité écologique pour compléter l'étude hydraulique et morphologique d'Hydratec de novembre 2016 - Document de travail.

### 2.2.1. Contexte réglementaires

L'axe de la Garonne est classé en liste 1 et 2 à l'article L214-17 du CE, par arrêté préfectoral du 7 octobre 2013.

### 2.2.2. Espèces cibles

Ce tronçon de la Garonne est un axe prioritaire pour la circulation des grands migrateurs amphihalins.

- 7 espèces franchissent chaque année le seuil de Beauregard : alose feinte, grande alose, anguille, lamproie marine, lamproie fluviatile, saumon atlantique et truite de mer. Ces espèces constituent les espèces cibles à fort enjeu pour la circulation piscicole soulignée par le classement en liste 2 du tronçon ;
- une autre espèce de grand migrateur amphihalin est susceptible d'être présente et de devoir franchir le seuil de Beauregard : l'esturgeon.

Ce tronçon est également fréquenté par d'autres migrateurs amphihalins : le flet, le mulot porc, le mulot à grosses lèvres.

### 2.2.3. Période de migration

La période printanière correspond à une période d'activité migratoire intense. Des espèces sont toutefois susceptibles de passer toute l'année et en particulier en période d'étiage estival.

## 2.3. CONTEXTE HYDRAULIQUE ET MORPHODYNAMIQUE

Les études hydrauliques complémentaires réalisées par HYDRATEC précisent le contexte de l'aire d'étude et des différents scénarios d'aménagement étudiés. Le présent paragraphe présente la synthèse des études réalisées par HYDRATEC et les conclusions du diagnostic réalisé par ISL en juillet 2008.

### 2.3.1. Contexte morphodynamique



Fig. 5. Evolution de la berge en rive droite (source : HYDRATEC avril 2017)

Extrait de l'étude hydraulique complémentaire, HYDRATEC, avril 2017 :

« Le secteur est en en cours d'ajustement morphologique en liaison avec les derniers événements impactant le seuil et entraînant sa déstabilisation centrale. La **brèche actuelle** favorise les érosions régressives, progressives et les déstabilisations des berges. Elle **génère également la création d'un chenal incisé dans le substrat marneux favorisant la concentration de vitesses et des écoulements au droit des secteurs aval et amont**. Cette incision en l'état favorise la reprise des érosions de berges, la disparition des stocks sédimentaires au niveau de sa zone d'influence et pourra à terme avoir un impact sur la prise d'eau ainsi que sur la qualité du milieu. »

### 2.3.2. Diagnostic hydraulique (Phase 1 – Diagnostic, juillet 2008)

Le diagnostic réalisé par ISL en juillet 2008 fournit une estimation des vitesses moyennes dans la zone d'étude en fonction des conditions de débit de la Garonne et en l'état actuel. Il s'agit d'ordres de grandeur pour des plages de débit.

La synthèse hydraulique met en évidence les points suivants :

- Le seuil, en situation actuelle ou avant la formation des brèches, provoque un rehaussement de la ligne d'eau à l'amont significatif jusqu'à Boé bourg et perceptible jusqu'à la confluence avec le Gers voire jusqu'au pont de Saint Pierre de Gaubert selon les conditions hydrologiques,
- Les vitesses moyennes d'écoulement sur le bief d'étude augmentent avec le débit. Elles sont de l'ordre de :
  - 0,3 m/s à l'étiage,
  - 1 m/s pour le débit interannuel,
  - 2,2 à 2,5 m/s pour les crues annuelle à décennale
- Le fonctionnement hydraulique du seuil en situation actuelle est le suivant :
  - l'écoulement est localisé uniquement dans la brèche principale pour des débits inférieurs à 50 m<sup>3</sup>/s,

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

- entre les débits de 50 m<sup>3</sup>/s et 300 m<sup>3</sup>/s, l'écoulement est localisé au niveau des brèches et de la passe profonde, la passe à poissons étant alimentée à partir de 200 m<sup>3</sup>/s environ,
  - au-delà du débit de 300 m<sup>3</sup>/s, l'ensemble du seuil est déversant,
  - le seuil est noyé à partir d'un débit de l'ordre de 1200 m<sup>3</sup>/s.
- La chute d'eau au niveau du barrage en état actuel est de l'ordre de :
    - 1,5 m à l'étiage,
    - 60 cm pour la crue de 1200 m<sup>3</sup>/s,
    - 15 cm pour la crue annuelle (2800 m<sup>3</sup>/s),
    - 8 cm pour la crue décennale (4700 m<sup>3</sup>/s)
  - La chute d'eau maximale à l'étiage, avant la formation des brèches, est estimée à 2,7 m.
  - L'abaissement de la ligne d'eau d'étiage résultant de la formation des brèches est de l'ordre de 1,25 à 1,3 m entre le barrage et Boé bourg ; de 0,6 m au niveau de la confluence du Gers, de 30 cm au niveau du pont de Layrac et de 10 cm au niveau du pont de Saint Pierre de Gaubert.

## 2.4. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET ENVIRONNEMENTAL

### 2.4.1. Cadrage réglementaire

Les travaux sont soumis à :

- autorisation environnementale au titre du R214-1 du code de l'environnement (CE) ;
- évaluation environnementale (procédure du cas par cas), au titre du R122-2 (CE), rubrique n°10 qui déterminera si le projet est soumis à étude d'impact ;
- évaluation des incidences au titre de la directive européenne N2000 du site « vallée de Garonne » ;
- avis du conseil de gestion des biotopes au regard de l'arrêté de protection de biotope de 1993 ;
- déclaration préalable de travaux en site inscrit des chutes et coteaux de Gascogne.

### 2.4.2. Données faunes

A la demande de la DDT47, une campagne « d'expertises complémentaires coléoptères, chiroptères et avifaune nicheuse » a été réalisée par BIOTOPE en octobre 2016. Les conclusions des expertises sont reprises et présentées au présent dossier.

Le dossier évoqué ci-avant fournit une synthèse des enjeux recensés sur l'aire d'étude.

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

**Tabl. 1 - Synthèse des enjeux écologiques de l'aire d'étude rapprochée**

Synthèse des enjeux écologiques de l'aire d'étude rapprochée		
Nom commun des espèces	Groupes	Enjeu écologique
Pipistrelle pygmée, Barbastelle d'Europe, Petit Rhinolophe, Murin à oreilles échancrées et Pipistrelle de Nathusius,	Chiroptères	Fort
Grand capricorne	Insectes	Moyen
Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle commune, Noctule commune, Noctule de Leisler, Sérotine commune, Murin de Daubenton, Murin de Natterer, Oreillard roux et Oreillard gris	Chiroptères	Faible
Martin pêcheur d'Europe, Bihoreau gris et Faucon hobereau	Oiseaux	Faible
Lucane cerf-volant	Insectes	Faible

(Source : « expertises complémentaires coléoptères, chiroptères et avifaune nicheuse », BIOTOPE, octobre 2016)

Extrait du rapport d'expertises :

« A la lecture de la synthèse des enjeux, ces derniers sont majoritairement faibles. **Les principaux enjeux notables concernent les chiroptères, ils s'élevaient de moyen à fort.** En effet, l'aire d'étude rapprochée abrite des boisements matures favorables au gîte de certaines espèces patrimoniales. A noter la présence d'anciennes bâtisses abandonnées au sein de l'aire d'étude rapprochée susceptibles de constituer un gîte estival et/ou de mise bas pour ce groupe. Enfin, **la position de l'aire d'étude rapprochée en bord de Garonne constitue également un corridor écologique favorable au transit et à la chasse de l'ensemble des chiroptères.** On relève également **un enjeu moyen pour le Grand capricorne** du fait de la présence de nombreux arbres âgés favorables au cycle biologique complet de l'espèce. Concernant l'avifaune, cette dernière ne présente pas d'enjeux particuliers sur l'aire d'étude rapprochée. Les espèces nicheuses au sein des boisements sont considérées comme communes à très communes. Seul le Martin pêcheur, espèce présentant un enjeu faible, est susceptible de nicher au niveau des berges hautes de l'aire d'étude rapprochée. »

### 2.4.3. Recommandations environnementales

Les éléments suivants sont extraits de la « note de recommandations techniques des précautions environnementales pour la phase chantier du projet de réhabilitation du seuil de Beauregard » établie par AQUASCOP en octobre 2016.

La note comprend un recensement des enjeux aquatiques et terrestres. Sur cette base, une période d'intervention est proposée dont la synthèse est fournie en suivant :

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

**Tabl. 2 - Synthèse des précautions environnementales pour la phase chantier**

Secteur	Phase du chantier	Perturbations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
			Terrestre	Création des pistes d'accès	Abattage des arbres	Orange	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Vert
Défrichage et terrassement	Jaune	Jaune			Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Jaune	Vert	Vert	Jaune	Jaune
Phase chantier	Circulation des engins, bruits, poussières...	Vert		Vert	Jaune	Orange	Orange	Orange	Orange	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
Aquatique	Installation d'un batardeau et d'une plateforme d'accès	Destruction physique du seuil Modification du lit Production de MES	Vert	Vert	Vert	Jaune	Orange	Orange	Orange	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert
	Arasement du seuil		Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert

Rouge : Période à proscrire ; Orange : période à éviter ; Jaune : période tolérable ; Vert : période à privilégier

(Source : note de recommandations techniques des précautions environnementales pour la phase chantier du projet de réhabilitation du seuil de Beauregard)

La note définit également

- les dispositifs généraux de protection en phase chantier : prévention de la pollution de l'eau et des sols ; circulation des engins, poussières, bruits ;
- les dispositifs de protection du milieu terrestre (défrichage, terrassement, abattage) ;
- les dispositifs de protection du milieu aquatique (Création d'une plateforme d'accès à sec, Maintien de la continuité écologique, Limiter la production de MES, Suivi de la qualité de l'eau) ;
- les conditions de remise en état du site après chantier.

## 2.5. DONNEES TOPOGRAPHIQUES ET BATHYMETRIQUES

Les données topographiques et bathymétriques disponibles sur le secteur de l'étude sont récapitulées au tableau suivant :

**Tabl. 3 - Données topographiques et bathymétriques disponibles sur le secteur de l'étude**

Intitulé du document	Date de réalisation	Réf. dossier	Prestataire	Contact
Relevé bathymétrique aval et topographique du seuil	Aout 2008	2008.246	SELARL Joseph PASCUAL	05 53 66 31 52 <a href="mailto:cabinet@pascual.geometre-expert.fr">cabinet@pascual.geometre-expert.fr</a>
Relevé bathymétrique aval	octobre 2015	2015-1176	PANGEO Conseil Joseph PASCUAL	05 53 66 31 52 <a href="mailto:agen@pangeo-conseil.fr">agen@pangeo-conseil.fr</a>
Profils bathymétriques	Janvier 2016	2015-1176	-	-
Plan de masse – niveau d'eau	Aout 2017	2017/0976	-	-
Plan de masse – points bathymétriques	Aout 2017	2017/0976	-	-
Plan de masse – prise d'eau de La Capelette	Aout 2017	2017/0976	-	-

Les pièces graphiques du dossier d'AVP sont rédigées sur la base de ces données.

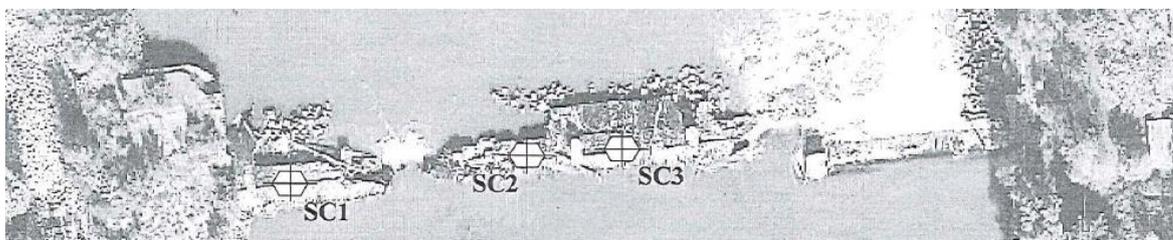
## 2.6. CONTEXTE GEOTECHNIQUE

### 2.6.1. Données disponibles au droit du site

Des travaux de sondages ont été réalisés par GEOTEC en aout 2008. La campagne de reconnaissance comprend :

- 3 sondages carottés (SC1 à SC3) réalisés en diamètre 101mm, d'une profondeur comprise entre 5.00 et 6.00m par rapport au TA. Ils ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de prélever des échantillons intacts pour analyses en laboratoire.
- des analyses de laboratoire ont été réalisées afin de connaître nature des matériaux rencontrés et leurs caractéristiques mécaniques et géométriques réalisées sur des échantillons prélevés au sein des sondages carottés (SC1 à SC3). Elles ont consisté en la réalisation de la mesure de 7 teneurs en eau, 7 mesures de densité et de 7 mesures de résistance à la compression simple.

La localisation des sondages est fournie sur l'extrait de plan suivant :



**Fig. 6. Localisation des sondages de reconnaissance (source : GEOTEC, aout 2008)**

La campagne de reconnaissance a mis en évidence les formations suivantes :

- de la maçonnerie (constituant le seuil) jusqu'à une profondeur variant entre 2.2 et 2.7m / TA ;
- un horizon composé d'argiles molassiques à molasses plus ou moins altérées. L'altération peut aller de la marne argileuse à l'argile. Ces couches peuvent être sableuses, graveleuses ou contenir des galets.

La profondeur de reconnaissance est insuffisante pour atteindre les marnes saines.

**Tabl. 4 - Formations rencontrées au droit des sondages SC1 à SC3**

Matériaux rencontrés	SC1 (ép. en m)	SC2 (ép. en m)	SC3 (ép. en m)
Béton	0.06	-	0.07
Pierre calcaire	0.45	0.25	0.48
Gros béton	1.34	1.95	1.35
Galets	0.85	-	0.30
Béton	-	-	0.20
Molasse	>2.3	>3.0	>2.8

Les sondages géotechniques disponibles ne sont pas rattachés à un système de coordonnées altimétriques. L'exploitation des données topographiques donne une estimation du niveau de la tête des sondages réalisés et ainsi par interprétation, de la position du toit du substratum marneux.

Il est proposé de retenir une tête de sondage calée à :

- +38.30mNGF pour SC1 ;
- +37.80mNGF pour SC2 ;
- +38.10mNGF pour SC3.

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

Soit un toit des marnes altérées (molasse) compris entre +35.6mNGF (SC1 et SC2) et +35.7mNGF (SC3).

### 2.6.2. Instabilités géologiques

Le diagnostic, phase 1, réalisé par ISL en juillet 2008 fait état de glissement de terrain au niveau du hameau de Bellevue.

La localisation de la zone de glissement est reportée sur l'extrait de plan suivant. A noter que le secteur concerné, lotissement de Bellevue, est distant de l'ordre d'1 km du seuil de Beauregard.

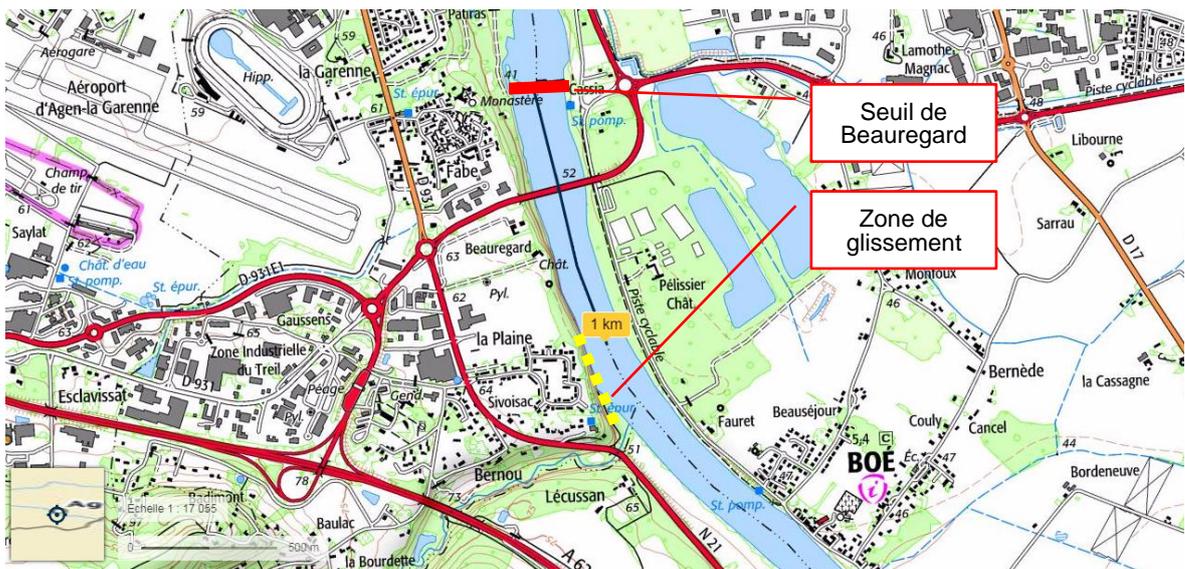


Fig. 7. Localisation de la zone de glissement

Le diagnostic ISL décrit un talus constitué d'une couverture argilo-limoneuse sur 6 à 7 m relativement imperméable, reposant sur des alluvions sablo-graveleuses jusqu'à une profondeur de 13 m et un substratum marneux globalement imperméable. L'horizon alluvionnaire sablo-graveleux est le siège de circulations d'eau variables et ponctuellement importantes.

Le diagnostic définit également les risques résultant de la géologie du site :

- une érosion superficielle du talus argilo-marneux (**hors périmètre de la présente étude**) ;
- des glissements à caractère brutal et instantané (**hors périmètre de la présente étude**) ;
- l'érosion du substratum marneux par la Garonne.

L'impact de l'arasement du seuil de Beauregard sur la stabilité des berges est également traité au diagnostic, phase 1, réalisé par ISL. Le rôle du barrage de Beauregard morphodynamique y est explicité : « Le seuil induit une réduction des forces tractrices pour les débits courants et les crues usuelles entre Boé bourg et le pont de Beauregard. **Il contribue ainsi à la stabilisation des berges sur ce linéaire**, qui sont cependant intrinsèquement globalement stables y compris en dehors de la zone d'influence du seuil. En revanche, pour les crues morphogènes susceptibles de transporter les sédiments (débits supérieurs ou égaux à 2800 m<sup>3</sup>/s, crue annuelle), l'influence du seuil est faible sur les forces tractrices. **Localement à l'amont du seuil de Beauregard, la quantité de sédiments stockée est faible** compte tenu de la présence de la passe profonde historique qui a toujours permis une certaine continuité du transport solide, et d'une brèche plus profonde depuis juillet 2005. Le barrage de Beauregard, implanté sur un seuil marneux naturel, contribue à la stabilisation du profil en long du lit mineur sur l'amont. **Ce rôle stabilisateur est cependant limité puisque le fond du lit à l'amont du seuil est déjà en partie situé sur les**

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

*marnes peu érodables. L'impact morphodynamique du seuil de Beauregard apparaît donc faible. »*

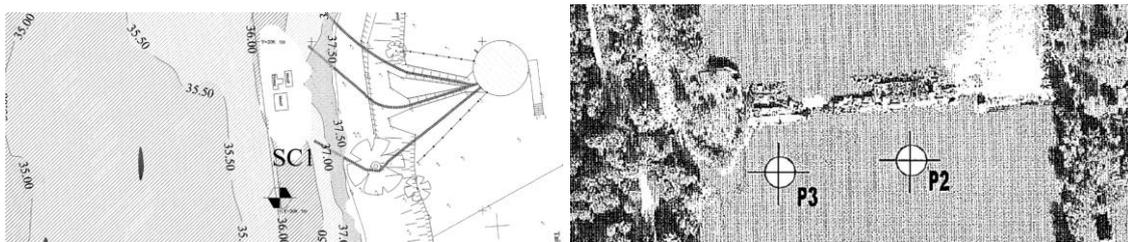
Le diagnostic morphodynamique réalisé par ISL sur la base documentaire disponible est le suivant : « *En cas d'arasement du seuil de Beauregard, et compte tenu de l'augmentation des forces tractrices sensible jusqu'au niveau de Boé bourg pour la gamme de débits 300 m<sup>3</sup>/s – 1200 m<sup>3</sup>/s et susceptible de conduire à une érosion de berge, des enrochements de protection de berge, ou a minima un suivi de l'évolution des berges, devront être prévus au niveau des enjeux et notamment au droit du lotissement de Bellevue. »*

## 2.7. QUALITE DES SEDIMENTS

### 2.7.1. Contenu de la reconnaissance

2 campagnes de prélèvements et d'analyses des sédiments en amont du seuil de Beauregard ont été réalisées par GEOTEC en aout 2008.

La première campagne de reconnaissance a consisté en l'exécution d'analyses de laboratoire sur un échantillon prélevé en SC1 entre 0 et 0,50 m de profondeur / fond du lit de la Garonne (axe de la prise de La Capelette). La seconde campagne de reconnaissances a consisté en l'exécution d'analyses de laboratoire sur les prélèvements manuels P2 et P3 réalisés en fond du lit de la Garonne en amont immédiat du seuil.



**Fig. 8. Localisation des prélèvements des sédiments**

### 2.7.2. Nature et caractéristiques des sols

Le sondage carotté SC1 a mis en évidence les formations suivantes :

- des sables et graviers à galets identifiés jusqu'à une profondeur de 4,10m / à la berge (soit sur une épaisseur de 1,10 m). On peut attribuer cette formation aux alluvions récentes de la Garonne ;
- une marne argilo-silteuse à éléments calcaires épars identifiée jusqu'à -6,00 m de profondeur / TA (soit sur une épaisseur de 1,90 m). On peut attribuer cette formation à l'altération du substratum marno-calcaire datant du Stampien.

La campagne de reconnaissance au droit des prélèvements manuels 2 et 3 a mis en évidence des sédiments formés par des graviers à galets à matrice sableuse attribuables aux alluvions récentes de la Garonne.

### 2.7.3. Analyses chimiques des sédiments

Les résultats des analyses du prélèvement en SC1 montrent :

- des traces de métaux lourds notamment d'Arsenic ;
- les autres paramètres analysés montrent des concentrations inférieures aux seuils de détection des méthodes d'analyses.

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

---

Les résultats des analyses des prélèvements 2 et 3 montrent :

- des traces de métaux lourds ;
- des traces d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques ;
- les autres paramètres analysés montrent des concentrations inférieures aux seuils de détection des méthodes d'analyses.

Les seuils fixés à l'arrêté du 9 août 2006 modifié « relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement » ne sont pas dépassés.

### **2.8. RESEAUX CONCESSIONNAIRES**

Les demandes de renseignement ont permis de recenser les réseaux concessionnaires sur l'emprise des travaux.

Les éléments cartographiques joints au retour des déclarations de travaux ont fait l'objet d'un report sur le levé topographique remis au démarrage des études. Aucun réseau n'est recensé dans l'emprise immédiate des aménagements.

### **2.9. CONTRAINTES FONCIERES**

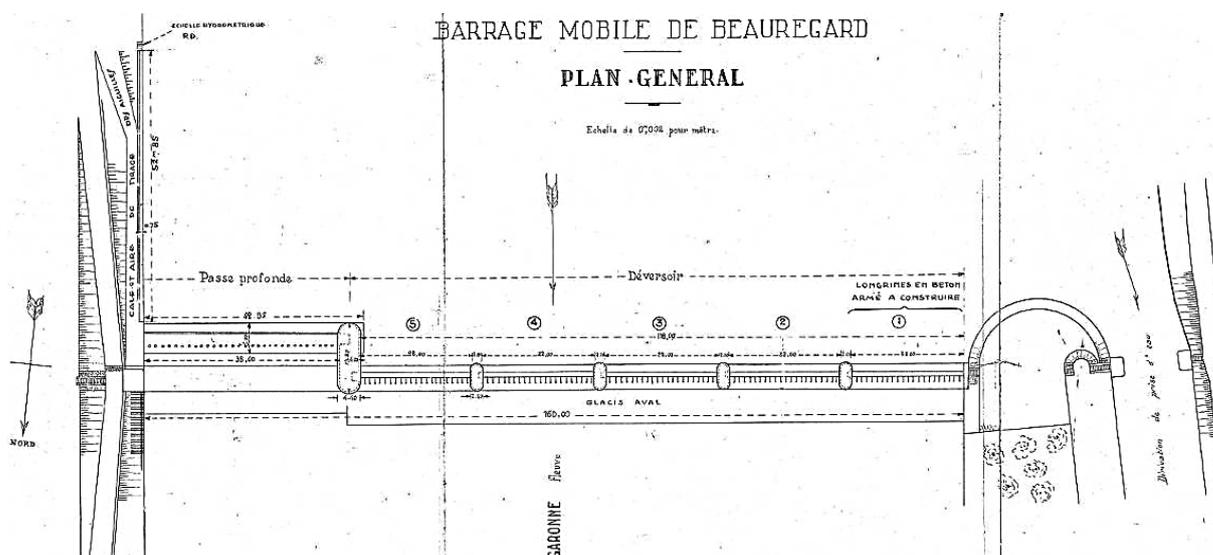
La Garonne et le seuil de Beauregard font partie du Domaine Public Fluvial, défini comme le lit mineur et les berges jusqu'au niveau de plein bord. Le seuil de Beauregard est donc la propriété de l'Etat. A ce titre, « aucun travail ne peut être exécuté [...] sur le domaine public fluvial sans autorisation du propriétaire de ce domaine. Les décisions d'autorisation fixent les dispositions nécessaires pour assurer notamment la sécurité des personnes et la protection de l'environnement » (Article L2124-8 du code général de la propriété des personnes publiques).

### 3. DIAGNOSTIC DE L'OUVRAGE

Document de référence : Devenir du seuil de Beauregard – phase 1 – Diagnostic (juillet 2008, version 2.3)

#### 3.1. HISTORIQUE DE L'OUVRAGE

Le barrage de Beauregard, situé sur la Garonne entre Boé et Le Passage a été construit entre 1846 et 1849 afin d'alimenter le canal latéral à la Garonne et de permettre la navigation sur la Garonne. Il a été régulièrement entretenu et maintenu dans une configuration proche de sa configuration initiale jusqu'en 1967, date à partir de laquelle le seuil perd sa fonction principale.



**Fig. 9. Vue en plan du barrage (1952)**

En 1967, les organes mobiles sont supprimés. Après cette date, le seuil se dégrade progressivement car il n'est plus entretenu, en dehors d'une réparation d'urgence d'une brèche dans la digue séparatrice du canalet et l'aménagement d'une passe à poissons en rive gauche.

Dans sa configuration initiale, le barrage de Beauregard présentait un développement de 160 m pour une largeur de 15 m et une chute moyenne de l'ordre de 3 m. Le seuil est implanté sur un seuil naturel d'environ 1,5 m caractérisé par une discontinuité de l'altimétrie du toit des marnes. La cote du substratum marneux à l'amont est estimée à +35,5 mNGF (cf. interprétation des sondages géotechniques).

Le seuil initial comprenait 2 sections (cf. figure précédente) :

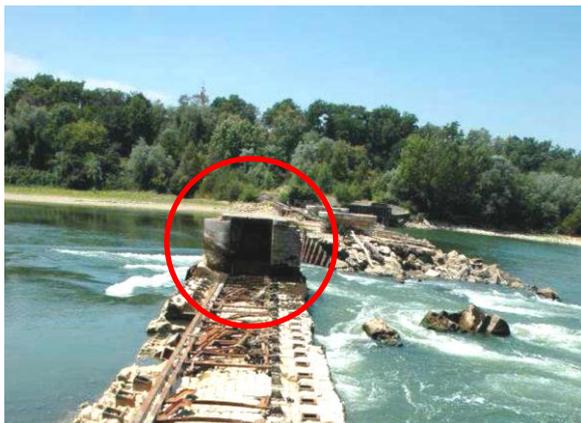
- une passe navigable de 40 m de large, implantée en rive droite à une cote de +37.13 mNGF ;
- une seconde section de déversoir à une cote de +38.23 mNGF

Sur la période de fonctionnement de l'ouvrage, des travaux d'entretien, de confortement et de modification ont été réalisés occasionnant des changements structurels (construction de 5 piles en 1872, confortement suite aux dégâts des différentes crues et plus particulièrement celles de 1875, 1952).

### 3.2. STABILITE DE L'OUVRAGE

Les conclusions du diagnostic réalisé par ISL font état d'un ouvrage fortement dégradé par érosion régressive à caractère évolutif.

La comparaison des inspections visuelles réalisées entre 2006 et 2017 mettent en évidence des évolutions significatives des désordres sur le seuil et notamment au droit de la brèche apparue en limite de la passe profonde.



Prise de vue du 17/08/2006 (SMEAG)



Prise de vue du 20/10/2017 (ARTELIA)

Entre 2006 et 2017, la pile en limite de la passe profonde s'est affaissée et déversée dans la fosse formée suite à la brèche dans le seuil.

### 3.3. DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE ET MORPHODYNAMIQUE

Les éléments sont présentés au chapitre contexte géotechnique du présent dossier. Les conclusions formulées au rapport diagnostic, phase 1 réalisé par ISL sont toutefois reprises :

*« Le seuil de Beauregard a un impact hydraulique sur la ligne d'eau significatif à l'amont jusqu'à Boé bourg mais son impact morphodynamique est faible, puisqu'il assure la continuité du transport solide et qu'il ne contribue pas à limiter l'érosion à l'amont pour les crues morphogènes. »*

### 3.4. DESCRIPTION DE LA STRUCTURE DE L'OUVRAGE

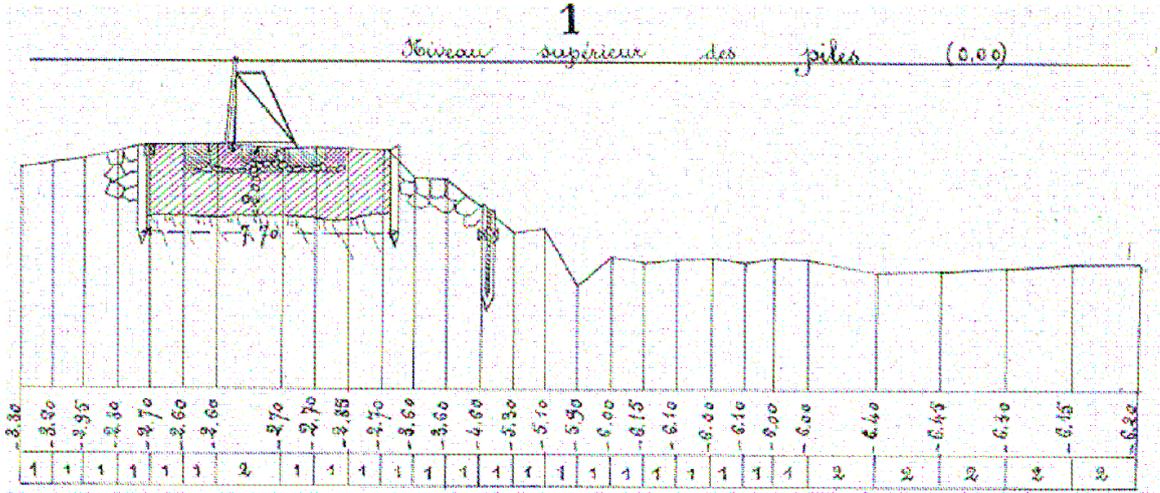
La vue en plan présentée précédemment fait état d'un ouvrage composé de 5 passes calées à +38.23 mNGF sur un linéaire de 110m et d'une passe profonde calée à +37.13 mNGF sur un linéaire de 40m. Cette configuration est inchangée jusqu'au démontage des parties mobiles (aiguilles) du barrage.

Les données fournies par l'inspection détaillée réalisée en 1905 permettent une description de la structure des différentes passes :

- Pour la passe profonde :
  - Radier de 7,70 m de largeur ;
  - Radier de 2 m d'épaisseur fondé sur les marnes et disposé entre des alignements de pieux amont et aval ;
  - Protection parafouille en enrochements fondée sur les marnes et située environ 3 m en aval.

Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET



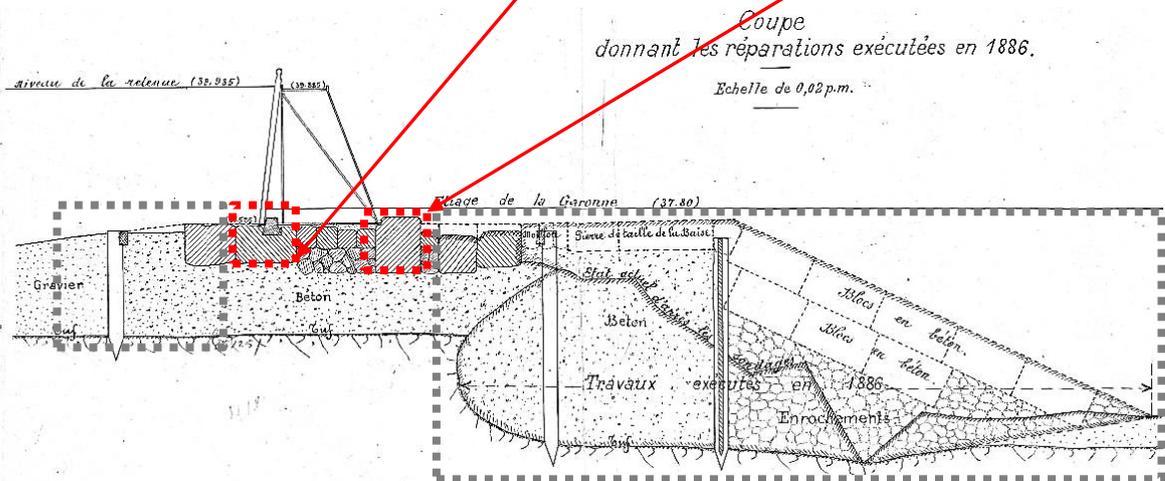
**Fig. 10. Profil en travers – passe profonde en 1905**  
(Source Diagnostic ISL daté de juillet 2008)

La photo ci-contre confrontée aux plans historiques de l'ouvrage permet d'en déduire la configuration supposée de l'ouvrage actuel.

On constate que seul subsiste le radier composé des maçonneries de support des fermettes, sur une largeur résiduelle de 5,0m pour une largeur initiale estimée à 7,7m entre alignements de pieux amont et aval. Le parement aval mis en place au cours des travaux datés de 1886 et les alignements de pieux bois amont et aval ont disparu. On peut supposer que l'érosion régressive du fond du lit aval s'est poursuivie.



Le substratum amont est supposé à +35.5mNGF. L'absence de donnée bathymétrique précise en périphérie de la passe profonde ne permet pas de vérifier le niveau du fond amont et aval.



**Fig. 11. Coupe de l'ouvrage – Etat des lieux de la passe profonde**

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

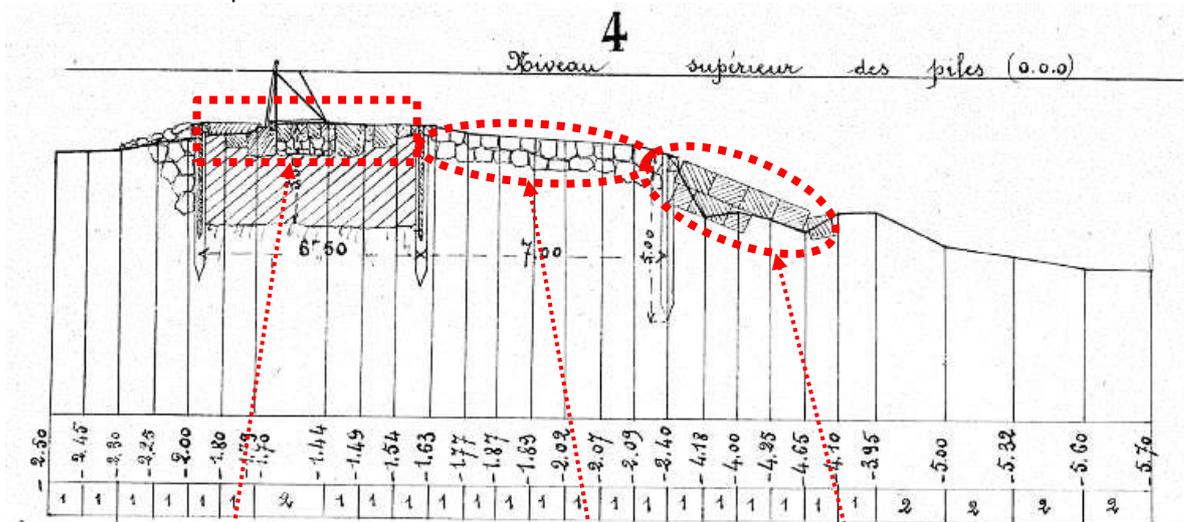
- Pour les 5 passes supérieures :
  - Radier de 6.5m de largeur et de 3.5 m d'épaisseur, fondé sur les marnes entre 2 alignements de pieux jointifs en amont et en aval ;
  - Protection du parement aval en enrochements sur 7m recouverts sur certains profils par une dalle en béton et associés à une butée en pieux bois ;
  - En aval de l'alignement de pieux en pied du parafouille, des blocs béton en plan incliné rejoignent le fond du lit.

En 1952 une crue d'occurrence 50 ans cause d'importants dégâts. Des travaux s'en suivent. Ils consistent en :

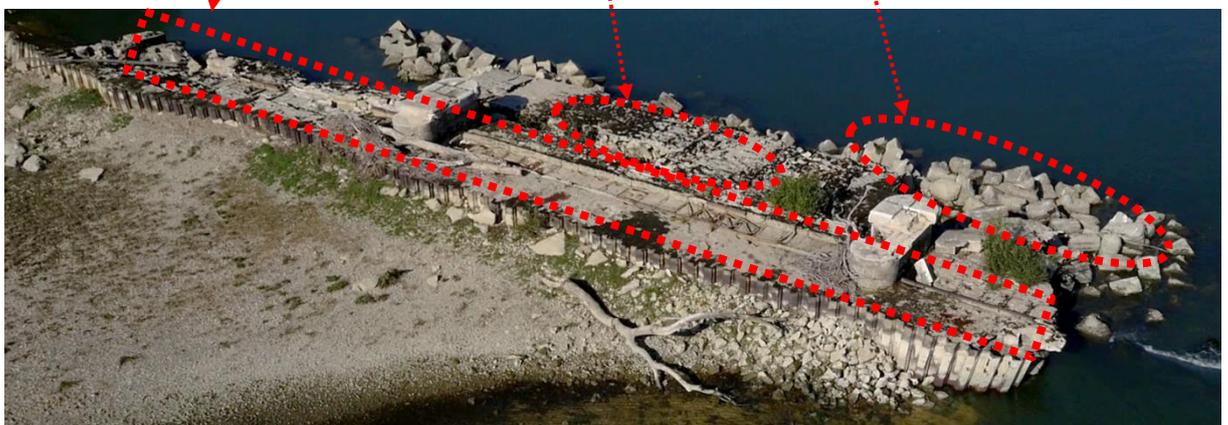
- la réfection des perrés et des berges en rive gauche du canalet ;
- la réfection des longrines de la passe supérieure n°5 ;
- la recharge des enrochements de protection du radier aval.

En 1957, un rideau de palplanches est disposé en amont, fiché à 1.5m dans les marnes et recépé à la cote du radier des passes supérieures.

La comparaison des plans historiques et des photos récentes de l'ouvrage permet de dresser un inventaire des composants du seuil dans son état actuel.



**Fig. 12. Profil en travers - passes supérieures (sans dalle béton) en 1906**  
(Source Diagnostic ISL daté de juillet 2008)



**Fig. 13. Vue des passes supérieures**

**Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen**

RAPPORT D'AVANT-PROJET



**Fig. 14. Prise de vue de la passe supérieure (Artelia, 10/2017)**

Les sondages géotechniques font état d'une épaisseur du radier béton comprise entre 2.2 et 2.7m à comparer aux 3.5m indiqués sur les plans historiques. Le tableau suivant présente la position du niveau supérieur des différents matériaux rencontrés en cours de sondages. Une exploitation des données topographiques a permis de proposer un rattachement altimétrique des sondages.

**Tabl. 5 - Formations rencontrées au droit des sondages SC1 à SC3 rattachées au système de coordonnées NGF**

Sondage	SC1		SC2		SC3	
	Epaisseur (m)	Zsup. (mNGF)	Epaisseur (m)	Zsup. (mNGF)	Epaisseur (m)	Zsup. (mNGF)
Béton	0.06	38.30		37.80	0.07	38.10
Pierre calcaire	0.45	38.24	0.25	37.80	0.48	38.03
Gros béton	1.34	37.79	1.95	37.55	1.35	37.55
<b>Galets</b>	<b>0.85</b>	<b>36.45</b>		<b>35.60</b>	<b>0.30</b>	<b>36.20</b>
Béton					0.20	35.90
<b>Toit supposé des marnes altérées</b>		<b>35.60</b>		<b>35.60</b>		<b>35.70</b>

On constate également la présence d'une franche de galet en SC1 et SC3 d'une épaisseur variable. L'examen des photos des carottes de matériaux montre une franche supérieure de galets de teinte identique aux granulats constitutifs du béton du radier du seuil et une franche inférieure de teinte proche de celle des marnes.

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET



**Fig. 15. Photographie du sondage SC3 (rapport GEOTEC 08-2078 daté de 08/2008)**

La présence des galets peut être expliquée par un défaut d'étanchéité du batardeau en phase travaux à l'origine d'un lessivage du béton en cours de bétonnage. Cette hypothèse abondée des observations des sondages géotechniques SC1 et SC3 un défaut d'homogénéité et d'étanchéité de la structure du seuil, siège de désordre dans la vie de l'ouvrage.

## 4. DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT

### 4.1. HYPOTHESE DE CALCUL

#### 4.1.1. Franchissabilité piscicole

Les espèces cibles à prendre en compte dans la justification du rétablissement de la continuité écologique des aménagements sont définies au tableau suivant. Les capacités de franchissement de chacune des espèces y sont présentées ainsi que les hypothèses à prendre en compte.

**Tabl. 6 - Espèces cibles à prendre en compte pour les aménagements**

Enjeux	Groupe ICE	Espèce	Vitesse maximale de nage * (m/s)	Tirant d'eau minimal (cm)	Hauteur maximale (m) de franchissement par saut d'une chute à jet plongeant	
Espèces de grands migrateurs amphihalins Espèces cibles – Enjeu FORT	11a	Anguille (jaune)	<1,5	0 possibilité de reptation sur un plan incliné humide rugueux	0 ne peut pas sauter	
	11b	Anguille (civelle)	<0,5			
	<b>Conclusion cas particulier de l'anguille</b>		<b>Voie de migration spécifique en berge par reptation ou par nage dans un tirant d'eau faible et/ou faible vitesse</b>			
	1	Saumon atlantique et truite de mer (>50 cm)	Entre 4,5 et 6,5	20	De 1 à 2,5	
	3a	Grande alose	Entre 3,5 et 5	15	0 ne peut pas sauter	
	3b	Alose feinte	Entre 3 et 4,5	10	0 ne peut pas sauter	
	3c	Lamproie marine	Entre 3 et 4,5	10	0 ne peut pas sauter	
	4a	Truite de mer (< 50cm)	Entre 3 et 5	10	De 0,5 à 1,4	
	7b	Lamproie fluviatile	Entre 2 et 3,5	5	0 ne peut pas sauter	
<b>Conclusions contraintes limitantes</b>			<b>2 à 3</b>	<b>20</b>	<b>Jet de surface</b>	
Espèces de migrateurs amphihalins ou espèces holobiotiques patrimoniales Enjeu MOYEN	2	Mulets	Entre 4 et 5,5	10	De 0,8 à 1,8	
	5	Brochet	Entre 3,5 et 5	15	0 ne peut pas sauter	
	7a	Cyprinidés rhéophiles de grande taille : Barbeau fluviatiles, chevaine, hotu	Entre 2,5 et 4	10	0 ne peut pas sauter	
	<b>Conclusions contraintes limitantes</b>			<b>2,5</b>	<b>15</b>	<b>Jet de surface</b>
Autres espèces holobiotiques Enjeu FAIBLE	8	Espèces holobiotiques de taille moyenne : carpe, brème, sandre, peche, vandoises...	Entre 2 et 3,5	5	0 ne peut pas sauter	
	9 et 10	Espèces holobiotiques de petite taille : ablette, gardon, rotengle...	Entre 1 et 3	5	0 ne peut pas sauter	
	<b>Conclusions contraintes limitantes</b>			<b>1</b>	<b>5</b>	<b>Jet de surface</b>

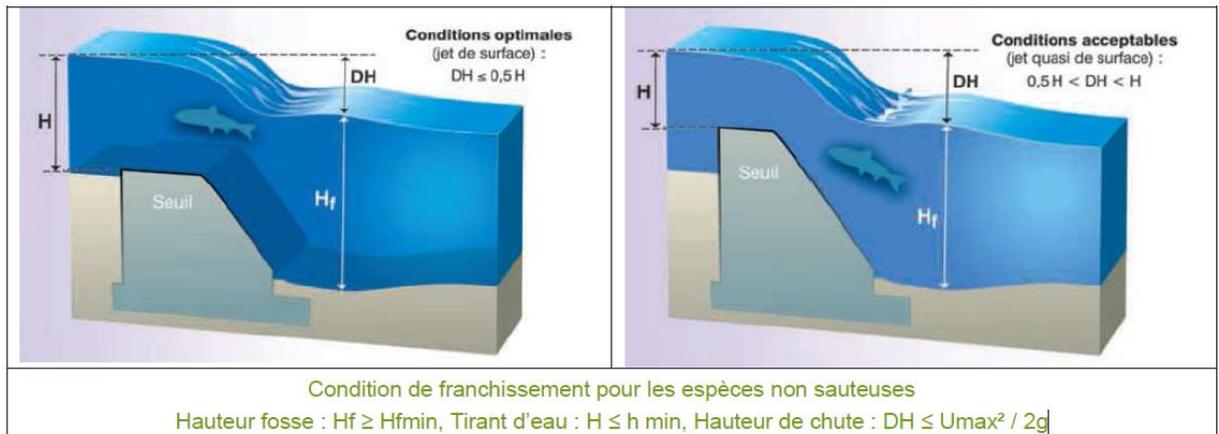
(Source : AQUASCOP, Note continuité écologique pour compléter l'étude hydraulique et morphologique d'Hydratec de novembre 2016 - Document de travail)

Les conditions suivantes doivent être respectées en période de migration de chaque espèce qui peut varier entre le QMNA5 et 3 fois le module :

- un écoulement à jet de surface ou quasi jet de surface (et non jet plongeant, voir schéma ci-dessous),
- un tirant d'eau minimal de 20 cm,
- une vitesse d'écoulement inférieure à  $V_{max} - D/T$  (avec  $V_{max} = 2$  m/s et  $T = 15$ s).

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET



(Source : AQUASCOP, Note continuité écologique pour compléter l'étude hydraulique et morphologique d'Hydratec de novembre 2016 - Document de travail)

De plus, la hauteur d'eau dans la fosse en pied d'obstacle doit respecter une valeur minimale définie par la formule :

$$H_{fmin} = \sqrt{(DH \times \sin \alpha)} \text{ (avec } \alpha \text{ l'inclinaison de la pente du seuil).}$$

Concernant, le cas particulier de l'anguille, l'aménagement du seuil doit prévoir une voie de migration spécifique :

- par nage : vitesse d'écoulement reste inférieure à 0,5 m/s, tirant d'eau > 5 cm,
- par reptation : plan incliné rugueux et humide, présentant de nombreux points d'appuis, avec un tirant d'eau de moins de 2 cm, respectant une inclinaison maximale associée à une longueur maximale à franchir (voir abaque du guide ICE).

### 4.1.2. Usage de prélèvement en eau de La Capelette

Conformément aux plans DCE, une cote d'eau minimale à respecter au droit de la prise d'eau de +35,85 mNGF est prise en compte pour garantir le fonctionnement de la prise d'eau (cf. 2.1 du présent dossier).

En cas de baisse importante du niveau d'eau et en concertation avec le gestionnaire il est également possible d'enlever la crépine pour abaisser le niveau de la prise d'eau jusqu'à une cote de 35,30 m NGF. Cette solution est moins favorable car elle favoriserait la prise de sédiments dans la conduite ce qui représente une contrainte supplémentaire d'entretien.

### 4.1.3. Hydrosédimentaire et morphodynamique

Les sédiments sont composés majoritairement de sables et graviers issus du transfert sédimentaire de la Garonne. Les analyses réalisées sur la qualité des sédiments ont révélé des valeurs très nettement inférieures aux seuils fixés par la réglementation pour les paramètres visés.

### 4.1.4. Hydraulique

Selon les résultats des simulations hydrauliques réalisés par HYDRATEC en avril 2018, les vitesses de courant au droit du franchissement dépassent localement 2m/s pour les débits d'étiage, elles restent partout inférieures à 2m/s pour le module (290 m<sup>3</sup>/s) et dépassent de nouveau localement 2m/s pour le débit de 870 m<sup>3</sup>/s. Elles peuvent atteindre 3 m/s localement à l'axe du seuil.

**Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen**

RAPPORT D'AVANT-PROJET

Les vitesses maximales atteignent localement :

- 3 m/s pour le débit de 1200 m<sup>3</sup>/s ;
- 4 m/s pour le débit de plein bord pris à 2800 m<sup>3</sup>/s.

Cette dernière valeur est retenue pour le prédimensionnement des enrochements au droit du seuil.

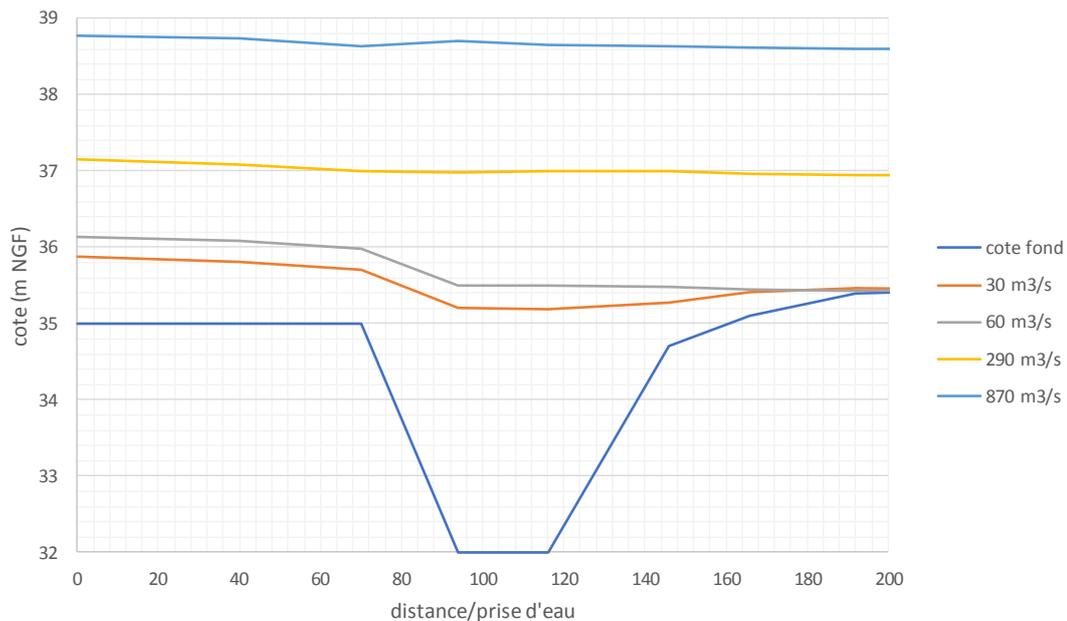
Une vitesse de 2,5m/s est prise en compte pour le prédimensionnement de la protection au droit du secteur de Bellevue.

**4.2. JUSTIFICATION DE L'AMENAGEMENT**

**4.2.1. Continuité écologique**

4.2.1.1. FRANCHISSABILITE PISCICOLE

La franchissabilité piscicole se vérifie sur les conditions du jet de surface au franchissement du point bas du seuil. (cf. 4.1.1. du dossier). Les résultats obtenus sont visualisés pour les niveaux d'eau calculés dans l'axe du point bas du seuil arasé.



**Fig. 16. Ligne d'eau au voisinage du seuil dans l'axe du point bas (données HYDRATEC, mai 2018)**

Pour rappel, les critères à vérifier sont :  $\Delta H/Hf < 0.5$  et  $\frac{\Delta H}{U_{max}^2/2g} < 1$

**Tabl. 7 - Vérification des critères de jet de surface (données HYDRATEC, mai 2018)**

Débit	H1	DH	Umax	DH/H1	DH/(Umax**2/2g)
30 m <sup>3</sup> /s	0.75 m	0.55m	3.4m/s	0.73	0.93
60 m <sup>3</sup> /s	1.0 m	0.5 m	3.2 m/s	0.5	0.95

On constate d'après ce tableau que les deux critères sont respectés pour un débit de 60 m<sup>3</sup>/s.

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

Le critère :  $\Delta H/H_f$  est supérieur à 0,5 pour le débit de  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  mais il est inférieur à 1, ce qui reste acceptable.

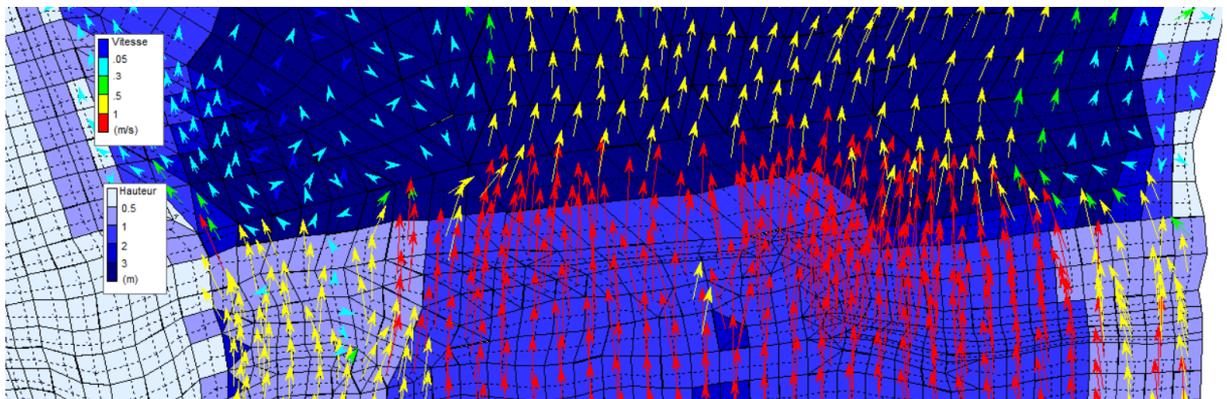
Les résultats des simulations hydrauliques réalisés par HYDRATEC en avril 2018 apportent ainsi les justifications attendues pour vérifier les conditions de franchissabilité piscicole des aménagements.

### 4.2.1.2. FRANCHISSABILITE POUR LES ANGUILLES

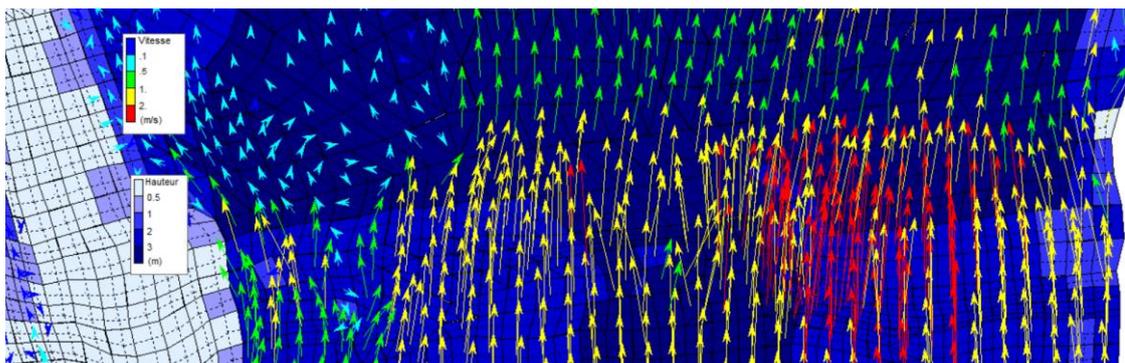
Les conditions de franchissabilité sont analysées pour les débits suivant :

- $Q_{\text{médian}}$  :  $290 \text{ m}^3/\text{s}$  ;
- $Q_{\text{mensuelmax}}$  :  $700 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Les hauteurs d'eau et les vitesses peuvent être appréciées pour ces deux débits à l'aide des cartes suivantes tirées des simulations :



**Fig. 17. Cartes des hauteurs/vitesses au droit du seuil arasé pour un débit de  $290 \text{ m}^3/\text{s}$  (HYDRATEC, mai 2018)**



**Fig. 18. Cartes des hauteurs/vitesses au droit du seuil arasé pour un débit de  $700 \text{ m}^3/\text{s}$  (HYDRATEC, mai 2018)**

Les hauteurs et les vitesses varient relativement peu en amont et sur le seuil à proximité de chaque berge. La vitesse diminue ensuite très rapidement le long du parement aval

**Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen**

RAPPORT D'AVANT-PROJET

Les valeurs obtenues en amont et sur le seuil sont récapitulées dans les tableaux ci-après :

**Tabl. 8 - Valeurs de hauteur/vitesse à  $Q_{\text{médian}}$  et  $Q_{\text{mensuelmax}}$  (données HYDRATEC, mai 2018)**

	$Q=290\text{m}^3/\text{s}$		$Q=700\text{m}^3/\text{s}$	
	Hauteur d'eau	Vitesse	Hauteur d'eau	Vitesse
Rive gauche	0,8 m	0,6 – 0,8 m/s	2,1 m	0,8 – 0,9 m/s
Rive droite	0,8 m	0,8 – 1,0 m/s	2,1 m	1,5 – 1,7 m/s

#### 4.2.2. Usage de prélèvement en eau de La Capelette

Les résultats des simulations hydrauliques réalisés par HYDRATEC en avril 2018 apportent les justifications attendues pour maintenir un niveau d'eau amont compatible avec le fonctionnement de la prise d'eau de La Capelette.

Afin de vérifier la sensibilité du calage altimétrique de l'échancrure du seuil des simulations variantes ont été effectuées pour les débits d'étiage de 30 et 60 m<sup>3</sup>/s. Pour ces variantes, le point bas du seuil est respectivement calé à +34,9, +35,0 et +35,1 mNGF.

Le tableau suivant fournit pour chaque scénario le niveau d'eau calculé au droit de la prise d'eau.

**Tabl. 9 - Niveaux d'eau calculés au droit de la prise d'eau (HYDRATEC, 04/2018)**

niveau d'eau - prise d'eau Lacapelette ( m nGF)		
cote seuil	q=30 m <sup>3</sup> /s	q=60 m <sup>3</sup> /s
zs=34.90 mNGF	35.78	35.9
zs=35.00 mNGF	35.87	36.1
zs=35.10 mNGF	35.95	36.17

Notons néanmoins que pour un débit d'étiage de 30 m<sup>3</sup>/s, la prise d'eau n'est plus fonctionnelle si le seuil est calé plus bas de 10 cm par rapport à l'altimétrie théorique.

#### 4.2.3. Hydrosédimentaire et morphodynamique

##### 4.2.3.1. SECTION AMONT

Pour rappel, les études antérieures préconisent la mise en place des dispositions suivantes :

- Diagnostic, phase 1, ISL, juillet 2008 :  
« En cas d'arasement du seuil de Beauregard, et compte tenu de l'augmentation des forces tractrices sensible jusqu'au niveau de Boé bourg pour la gamme de débits 300 m<sup>3</sup>/s – 1200 m<sup>3</sup>/s et susceptible de conduire à une érosion de berge, **des enrochements de protection de berge, ou a minima un suivi de l'évolution des berges, devront être prévus au niveau des enjeux et notamment au droit du lotissement de Bellevue** »
- Elaboration de scénarios d'évolution, Analyses économique et multicritère, Phases 2 et 3, ISL, mars 2009 :  
« A ce stade, des protections de berges sont prévues en enrochements sur un linéaire de 200m et sur rampant moyen de 12 m au niveau du lotissement de Bellevue, situé immédiatement en rive gauche et en amont du seuil. Le dimensionnement des enrochements par la méthode d'Isbach avec une vitesse maximale de 3 m/s et des berges de fruit 1,5 H/1V

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

(...) conduit à un diamètre D50 de 0,4 m. On disposera ces enrochements sur une épaisseur de 0,6 m sur une couche de transition sous-jacente de 0,2 m. »

- Etudes hydrauliques et morphologiques complémentaires, HYDRATEC, Avril 2017  
« (...) les érosions de berges seront moindres et les actions de protection qui seront proposées dans le cadre de l'avant-projet seront stabilisées. Ces actions sont localisées:
  - Le long de la berge érodée en rive gauche dans la partie amont au niveau du lotissement de Bellevue (protection sur tout le linéaire, environ 390m, technique à adapter avec les nouvelles contraintes locales, forces tractrices, le niveau d'eau en étiage,),
  - en aval rive droite au droit du seuil sur environ 300m.(...) Il convient donc pour la protection des berges de considérer une force tractrice égale à 50 Pa en fond de lit. »

Il convient de préciser que les aménagements de berges proposés ont pour seul et unique vocation de se prémunir du risque d'érosion régressive consécutive à l'arasement du seuil. **Ces aménagements ne peuvent en aucun cas être considérés comme un dispositif de protection des risques d'instabilité géologique présentés au 2.6.2 du présent dossier.**

Le site n'est pas accessible sur son linéaire par voie terrestre. Seule l'extrémité amont à proximité du pompage de SIVOISAC est accessible.

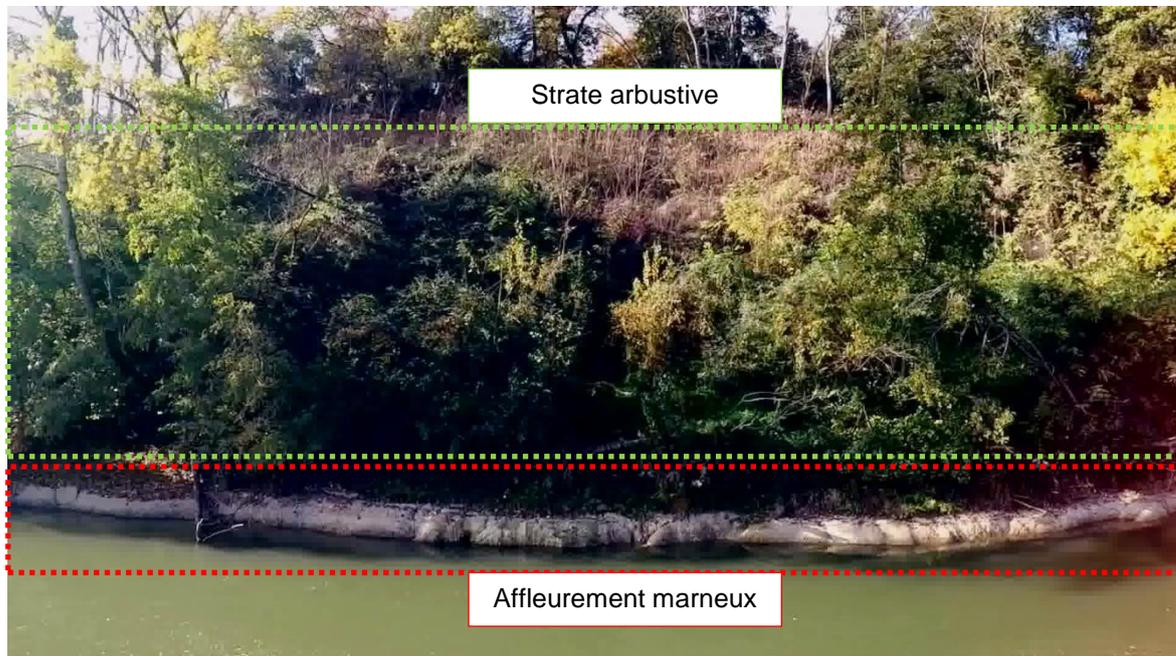


**Fig. 19. Emprise des berges à aménager**

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

Un reportage vidéo par drone est toutefois disponible. Il permet de qualifier l'état de la berge actuelle : il s'agit d'une berge végétalisée (arbres et arbustes) avec la présence d'un affleurement marneux comme l'illustre la prise de vue suivante.



**Fig. 20. Vue de la berge au droit du lotissement Bellevue**

**L'affleurement marneux met en évidence une érosion de l'horizon sédimentaire. L'absence de dépôt sédimentaire restreint fortement les techniques de protections des berges utilisables sur le tronçon.**

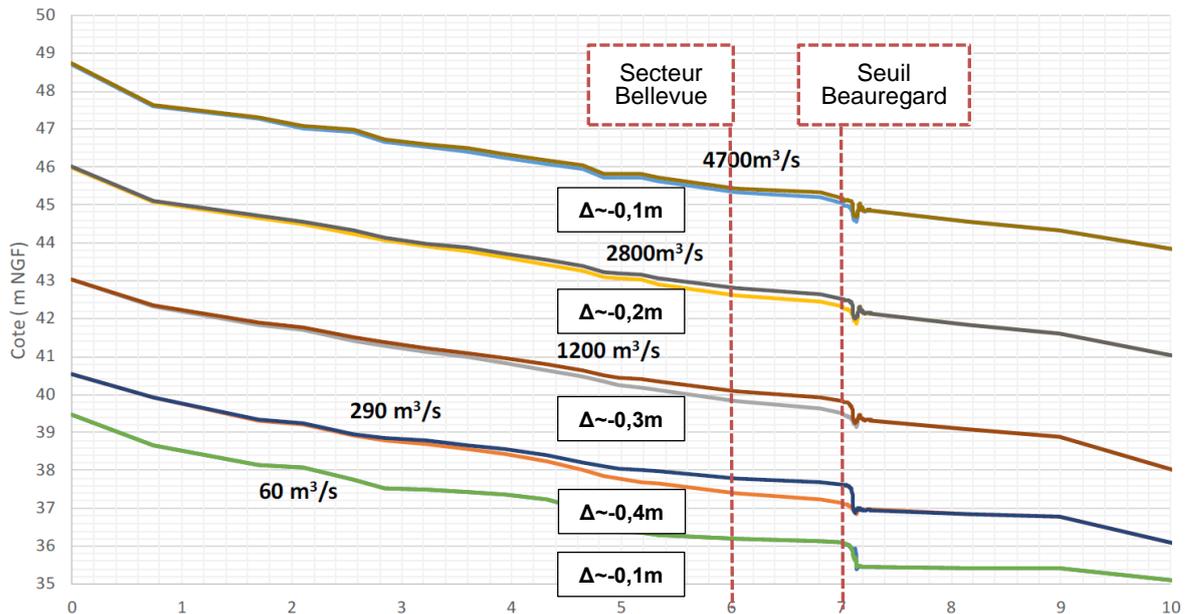
En effet, les techniques courantes de génie végétal font appel à la mise en place de pieux bois (tressage, fascinage, caisson, peigne, etc.). Le pieu bois constitue l'élément de fondation de la protection. **L'affleurement marneux ne permet pas le battage de pieux bois. Dès lors, le recours à des solutions dites autostables s'impose.** Il s'agit de techniques type enrochements libres ou matelas de gabions. Les très fortes contraintes d'accès conduisent à privilégier la mise en place d'enrochements libres.

La prise de vue précédente met également en évidence la présence d'un cordon végétal dense en partie supérieure de la berge. Cette portion de berges est très fortement exposée aux crues annuelles de la Garonne. La densité de la végétation et les sujets implantés en berge font apparaître une bonne résistance de la végétation en place aux sollicitations courantes.

Les simulations hydrauliques réalisées par HYDRATEC en avril 2018 fournissent une estimation de l'évolution des niveaux de la Garonne en amont du seuil de Beauregard après arasement. La synthèse des résultats est présentée en suivant. (Pas de valeur de vitesse en raison de l'utilisation d'un modèle 1D au droit du site)

**Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen**

RAPPORT D'AVANT-PROJET



**Fig. 21. Profil en long de lignes d'eau en situation initiale et aménagée (HYDRATEC, 04/2018)**

La lecture du graphique montre que l'impact de l'arasement sur la ligne d'eau est maximal pour un débit de 290m<sup>3</sup>/s (module) et se réduit à avec l'augmentation du débit de la Garonne.

Sur la base des éléments fournis aux études antérieures et des remarques précédentes 2 solutions :

- La mise en place de protections des berges adaptées de type enrochements libres sur un linéaire de 400m
- Au regard des observations de terrain et des conclusions des simulations hydrauliques, la mise en place d'un suivi de l'évolution de la bathymétrie des berges en place afin d'évaluer l'impact réel de l'arasement du seuil de Beauregard sur ce secteur.

#### 4.2.3.2. SECTION AVAL

Pour rappel, les hypothèses prises en compte par HYDRATEC pour la mise en place du scénario V4quar impliquent le comblement de la fosse profonde au droit de la brèche actuelle et la mise en place de protection des berges en rive droite. Il convient de préciser que ces éléments ne sont pas prévus au programme d'aménagement retenu par la DDT47.

Les simulations complémentaires réalisées par HYDRATEC en avril 2018 de l'état aménagé mettent en évidence une dissymétrie des écoulements orientées vers la rive droite.

La présence du dépôt sédimentaire en rive gauche et de la fosse aval dans l'axe de la passe profonde constituent des facteurs à l'origine de cette dissymétrie. En l'absence d'aménagement sur les berges aval en rive droite, une intervention sur le dépôt sédimentaire est justifiée pour améliorer le recentrage de l'écoulement. Il s'agit d'évacuer les matériaux les plus gros à la frange amont du dépôt sédimentaire pour faciliter sa remobilisation et de créer un chenal d'écoulement à l'axe du V du seuil arasé sur une largeur de 10 m et une longueur de l'ordre de 100m. Les matériaux terrassés seront intégralement conservés dans le lit mineur, sur la rive gauche du dépôt existant.

Il est également proposé d'étendre le suivi topographique et bathymétrique à la périphérie du dépôt sédimentaire et aux abords des berges aval en rive droite.

**Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen**

**RAPPORT D'AVANT-PROJET**

Concernant le profil du projet d'arasement du seuil, 3 configurations sont différenciées :

En rive gauche, la structure du seuil aménagé est composée du rideau mixte à l'amont et des vestiges des fondations du radier du barrage existant. La cote projet est fixée à +36,20 mNGF, ce qui correspond à l'interface entre le socle marneux et le radier du seuil en place selon les données présentées au présent dossier. La présence du dépôt sédimentaire aval indique que cette section est favorable à la sédimentation. Le recentrage des écoulements induit par les aménagements n'est pas de nature à remobiliser la totalité de cette zone de dépôt. On suppose donc que le socle marneux potentiellement découvert au droit du seuil aménagé ne devrait pas subir d'érosion régressive sur le long terme. La mise en place d'une protection en enrochements libres n'est donc pas jugée nécessaire.

Au centre de l'aménagement et en dehors de la brèche de la rive gauche, le niveau du seuil varie entre +36,0 et +35,0 mNGF. L'arasement est réalisé sur une emprise d'une largeur courante de 20m en moyenne avec la création de talus de protection aval profilé selon une pente de 3H/1V à partir des matériaux de démolition du seuil en place. La largeur du seuil aménagée est jugée satisfaisante pour se prémunir d'un risque d'érosion régressive du socle marneux de nature à impacter le rideau mixte. Les dispositions suivantes sont toutefois prises en compte pour vérifier cette hypothèse :

- Justification du rideau mixte pour un affouillement aval du socle marneux à la cote +34,0 mNGF ;
- Mise en place du suivi topographie et bathymétrique.

En rive droite, l'incision actuelle et les niveaux bathymétriques en Garonne (fosse d'affouillement) nécessitent la mise en place d'une protection en enrochements libres du seuil aménagé. La présence de la brèche centrale et de la fosse d'érosion nécessite de décaler l'implantation du rideau mixte vers l'amont pour s'assurer de la mise en fiche du rideau dans les marnes en place et non dans des matériaux de comblement de la fosse actuelle. Cette implantation permet un élargissement du radier du seuil à réaliser. L'axe de la crête du talus de protection aval est implanté à l'arrière de l'axe du seuil existant afin de limiter la consommation en matériaux de comblement des fosses aval. (cf. plans annexés au dossier)

**4.2.4. Hydraulique**

Les résultats des simulations hydrauliques réalisées par HYDRATEC sont repris en suivant.

L'arasement du seuil induit un abaissement de la ligne d'eau (cf. figure 18) : cet abaissement est de 0,1m pour 60m<sup>3</sup>/s, il est maximal pour 290m<sup>3</sup>/s avec un abaissement de 0,7m en amont immédiat du seuil, puis il décroît pour les débits plus élevés. A 4700 m<sup>3</sup>/s l'impact devient faible mais pas totalement négligeable, avec un abaissement maximal d'environ 0,1m. La distance amont du seuil pour lequel l'impact devient négligeable (inférieur à 0,01m) est fonction du débit de la Garonne. Cette distance est précisée dans le tableau ci-dessous :

**Tabl. 10 - Distance amont du seuil présentant un abaissement de la ligne < 0,01m**

Débit Garonne ( m <sup>3</sup> /s)	Limite amont de l'impact sur la ligne d'eau (km)
60	0.1
290	4.0
1200	5.0
2800	6.0
4700	9.0

L'impact de l'aménagement sur la ligne d'eau aval est négligeable sauf localement à moins de 100m en aval du seuil.

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

---

Avec le calage retenu pour le profil longitudinal du seuil on respecte en étiage la double condition :

- de respect de la cote +35.85 m NGF au droit de la prise d'eau de Lacapelette,
- de franchissabilité piscicole avec une chute inférieure à 53 cm pour tous les débits testés.

### 4.2.5. Risque d'affouillement aval

L'exploitation des données disponibles met en évidence la présence de marnes altérées sur toute la hauteur des sondages réalisés au droit du seuil (5m), soit un niveau moyen estimé à +33mNGF. Les sondages carottés réalisés n'ont toutefois pas permis de préciser les caractéristiques mécaniques des sols en place (module pressiométrique par exemple). A contrario, la lecture des sondages pressiométriques réalisés au droit de la prise d'eau de la Capelette font apparaître un niveau de marnes compactes dès +34,5mNGF.

Un affouillement potentiel des marnes altérées en aval immédiat du rideau mixte à créer est donc pris en compte dans la définition des aménagements. Un niveau de +33mNGF est retenu. Cette hypothèse est corrélée par le niveau moyen des fosses d'affouillement relevées sur la bathymétrie en aval du seuil.

### 4.3. PRESENTATION DE L'AMENAGEMENT

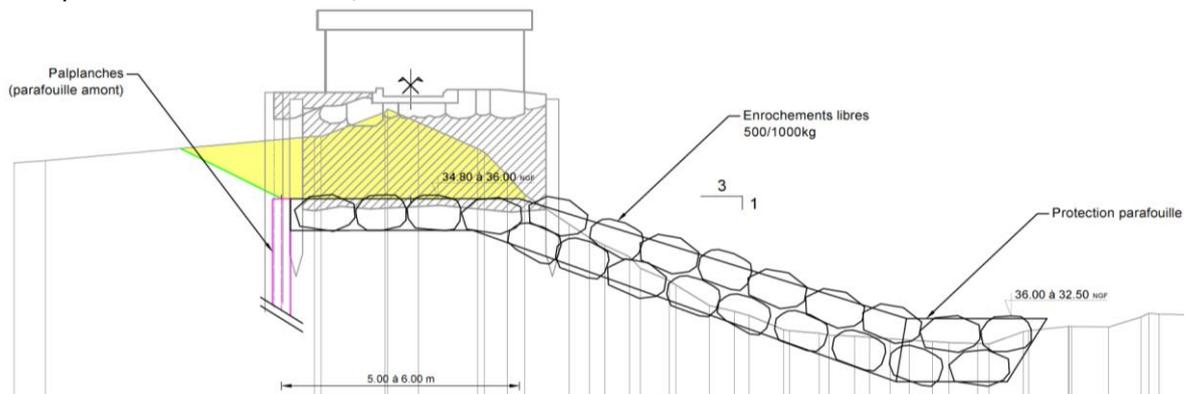
#### 4.3.1. Réflexions préliminaires sur l'arasement du seuil

La synthèse des données a permis d'apporter une bonne connaissance de la structure supposée de l'ouvrage. Elle est composée d'un radier béton d'épaisseur variable en fonction des passes (de 2,0 à 3,5m selon les données historiques et de 2.2 à 2.7m selon les sondages géotechniques), recouvert de maçonneries associées à des vestiges de la protection des parements amont et aval.

Le principe d'aménagement validé par la DDT47 implique une démolition de l'ouvrage par des moyens mécaniques lourds type BRH (brise roche hydraulique). Les techniques de démolition ne permettent pas de garantir une parfaite conservation du monolithisme du radier en place. L'énergie à mettre en œuvre pour la démolition du radier béton risque de fracturer l'épaisseur de radier béton à conserver.

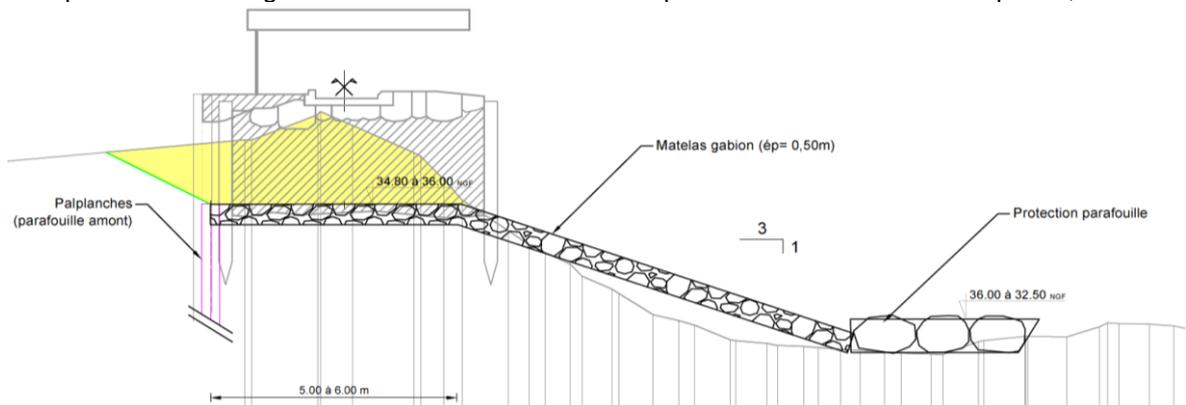
A la suite de la réunion technique datée du 10/01/2018 en présence en présence du maître d'ouvrage, la DDT47, de son AMO, ISL, et du maître d'œuvre, ARTELIA, les études d'AVP indice A datées du 18/01/2018 ont permis d'envisager les 3 solutions techniques suivantes :

- La reconstitution d'un seuil en enrochements libres complétés par un écran d'étanchéité du parement amont réalisé ;



**Fig. 22. Coupe de principe de la solution « enrochements libres »**

- Une variante de la solution en enrochements consistant à remplacer les enrochements libres par des matelas gabion. Un écran d'étanchéité du parement amont est mis en place ;

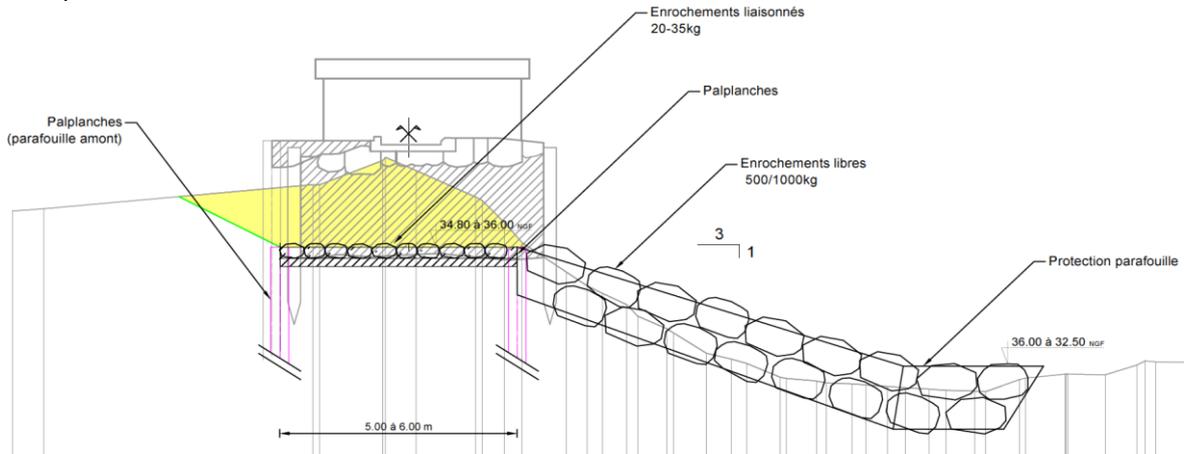


**Fig. 23. Coupe de principe de la solution « matelas de gabion »**

**Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen**

RAPPORT D'AVANT-PROJET

- Une solution de reconstitution d'un radier béton avec une rugosité de surface. L'utilisation du béton dans le lit mineur nécessite un double rideau, amont et aval, pour une mise à sec en phase travaux.



**Fig. 24. Coupe de principe de la solution « radier béton rugueux »**

Les travaux préalables sont identiques quelle que soit la solution d'aménagement, il s'agit de la réalisation d'une piste d'accès au seuil (voir principe développé au chapitre suivant), de la dépollution du seuil par une élimination des structures métalliques, et de la démolition des vestiges du seuil jusqu'au socle marneux, soit une cote voisine de +35,6mNGF.

Chacune des solutions prévoit la mise en place d'un rideau mixte (pieux + palplanches). **Cette disposition permet de reproduire la géométrie du seuil telle que définie au programme avec une tolérance d'exécution faible de l'ordre de +/-5cm.**

L'exploitation des données géotechniques disponibles au droit de la prise d'eau de La Capelette fournit un module pressiométrique des marnes très élevé ( $EM > 200\text{MPa}$  à partir de +34,5mNGF). Le retour d'expérience du chantier a mis en évidence de grandes difficultés pour atteindre les conditions de fiche définies aux études d'exécution. En l'absence de sondages pressiométriques au droit du seuil de Beauregard et pour prendre en compte les données ci-dessus, un rideau mixte est proposé : il s'agit de mettre en place une alternance de pieux métalliques, forés dans les marnes et d'éléments de palplanches de faible hauteur. Cette solution permet de fonder l'ouvrage dans le socle marneux sans risque de refus prématuré en cours d'exécution et prend en compte le risque l'affouillement en aval, estimé jusqu'à une cote de +33,0mNGF.

A l'issue des études d'AVP indice A, la DDT47 a décidé :

- d'écarter la solution « matelas de gabion » en raison du risque d'ouverture des cages des matelas gabion sur le long terme ;
- d'écarter la solution « radier béton rugueux » du fait de la complexité, du coût et des délais de chantier non compatibles avec les contraintes générales de l'opération ;
- de retenir la solution comprenant la reconstitution d'un seuil en enrochements libres complétés par un écran d'étanchéité du parement amont.

#### 4.3.2. Arasement du seuil

Le principe de l'aménagement consiste à substituer le seuil existant par un ouvrage composé de :

- un écran d'étanchéité du parement amont composé d'un rideau mixte (Les tolérances d'exécution acceptable pour ce type d'ouvrage sont de l'ordre de +/-5cm)
- un seuil reconstitué en enrochements libres d'une blocométrie de 1 à 3 tonnes.

L'implantation présentée sur les plans annexés au dossier tient compte des incertitudes résultant des données du projet au droit des fosses d'affouillement. En effet, les relevés bathymétriques au droit de la brèche centrale du seuil sont insuffisants pour fournir une bonne connaissance des fonds actuels. Le parti pris est donc d'implanter l'axe des aménagements en retrait des zones d'imprécision et plus particulièrement de la brèche centrale. Le tracé du rideau mixte est ainsi marqué par une rupture de l'axe vers l'amont au droit de la brèche pour assurer une implantation du rideau dans le socle marneux.

Les aménagements sont envisagés selon le phasage suivant :

**Travaux préparatoires :** ils consistent à réaliser une piste d'accès d'une largeur de 5m en tête et implantée à l'amont immédiat du seuil existant. La piste à aménager s'appuie sur le dépôt sédimentaire préexistant à l'amont du seuil. Le niveau de la piste est suffisamment élevé pour autoriser l'évacuation et l'acheminement des matériaux hors d'eau sur la période des travaux.

**Dépollution du seuil :** cette opération concerne les vestiges des structures métalliques du barrage. Les travaux étant réalisés à l'étiage, le seuil est dénoyé. Les travaux sont donc réalisés hors d'eau. Les matériaux sont évacués en décharge agréée. Il convient de préciser que les données disponibles sur l'ouvrage sont insuffisantes pour quantifier le tonnage à évacuer.

**Rideau mixte :** le rideau mixte est composé d'une alternance d'un pieu métallique DN508mm d'une longueur unitaire de 6m et de 3 modules de palplanches de type AU14 d'une longueur unitaire de 3,0m, soit un espacement de 2,25m entre chaque pieu (fibre extérieure à fibre extérieure). La tête du rideau est implantée à +37mNGF permettant ainsi d'aménager une étanchéité dans la piste d'accès pour limiter la migration des fines pendant les travaux. Les travaux sont réalisés hors d'eau depuis la piste d'accès, de l'axe de la Garonne vers la berge.

**Démolition du seuil existant :** au regard de l'emprise à traiter, les travaux de démolition sont réalisés en 2 temps. Une première intervention consiste à utiliser le seuil existant comme piste d'accès pour accéder au parement aval du seuil. La démolition se fait dans un sens défini de l'axe de la Garonne vers la berge. Une fois le talus aval traité, la démolition du reste du seuil (radier) se fait depuis la piste d'accès. Pour chacune de ces interventions, les matériaux de démolition sont intégralement utilisés pour le comblement des fosses aval en privilégiant la brèche centrale du seuil conformément aux emprises reportées sur les plans annexés au dossier.

En fonction du niveau de la Garonne au moment des travaux et du tronçon traité, une partie des travaux sera réalisée sous eau. Dans ce contexte, le contrôle de la conformité des travaux vis-à-vis des altimétries projetées imposent des relevés bathymétriques quotidiens en phase chantier.

**Reconstitution du parement en enrochements libres :** les travaux consistent à approvisionner des enrochements calcaires par l'intermédiaire de la piste d'accès chantier sur les emprises définies à la vue en plan annexée au dossier. Les enrochements sont posés en simple couche sur le radier (soit une épaisseur de 1,0m) et en double couche sur la protection parafouille du talus aval (soit une épaisseur de 2,0m). La tolérance d'exécution altimétrique pour ce type de travaux est comprise entre +/-0,2 à 0,3m. La réalisation des enrochements devra se faire avec une émergence des blocs au-dessus du niveau du rideau mixte.

Les travaux sont réalisés en 2 interventions distinctes : la reconstitution du radier en enrochements libres exploité comme piste d'accès pour reconstituer le parement aval dans un second temps.

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

En fonction des niveaux en Garonne, la reconstitution du parement pourra être réalisée en parallèle des travaux de démolition du seuil pour limiter la circulation des engins de chantier en eau.

**Recépage du rideau et démontage de la piste :** les travaux consistent à recéper le rideau selon le profil en travers défini au projet. L'opération est réalisée partiellement en eau par des scaphandriers. Il convient de préciser que la piste de chantier ne peut être démontée qu'à l'issue du recépage. En effet, elle assure la protection des plongeurs pendant le recépage du rideau vis-à-vis de la poussée du courant en Garonne. **L'implantation de la piste de chantier est donc impérativement faite à l'amont du rideau à réaliser au regard de cette contrainte de sécurisation des travaux.** Le recépage et le démontage de la piste sont réalisés à l'avancement, de l'axe du cours d'eau vers la berge.

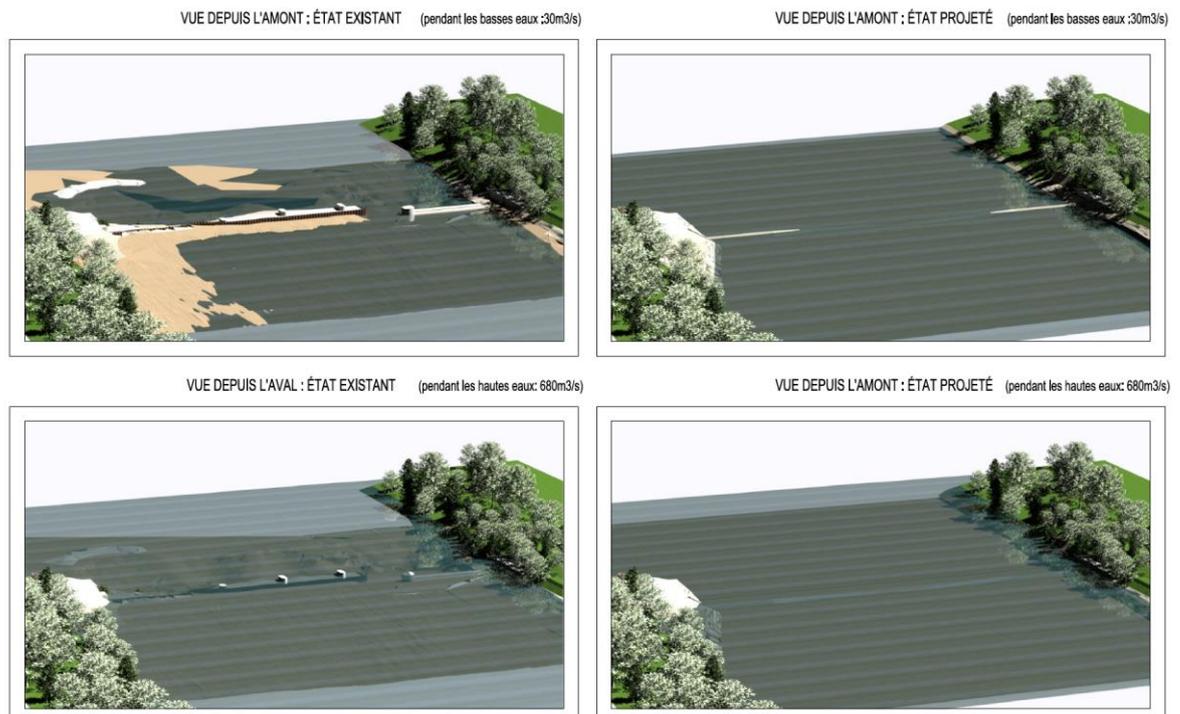
Les raccordements sur les berges des rives gauche et droite se font par l'agencement d'enrochements libres en appui sur les ouvrages de génie civil conservé (bajoyers d'extrémité).

### 4.3.3. Modalités d'intégration paysagère

Les aménagements permettent de restaurer un caractère naturel au lit de la Garonne au droit du seuil dans la mesure où la totalité des ouvrages de génie civil du seuil sera démolie. A terme, le rideau mixte sera masqué par la formation du dépôt sédimentaire en amont du seuil.

Comme évoqué ci-avant, seuls les bajoyers d'extrémité du seuil en place seront maintenus à l'issue des travaux d'arasement du seuil.

L'intégration paysagère des aménagements est présentée sur les vues 3D suivantes :



**Fig. 25. Vue 3D depuis le pont de Beauregard (ISL, 07/2017)**

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

### 4.3.4. Mesures d'accompagnement

Comme évoqué précédemment, la création d'un chenal d'écoulement axé sur la brèche centrale est proposée pour limiter le report des forces d'arrachement vers la rive droite du fait de la présence du banc sédimentaire existant à l'aval du seuil.

Les travaux consistent à ouvrir un chenal sur 8 à 10 m de largeur présentant une cote fond voisine de +32 m NGF. Les travaux sont réalisés à l'étiage le plus fort de la Garonne et en temps masqué par rapport aux travaux d'arasement du seuil. Le dépôt sédimentaire est totalement découvert à pour un niveau d'étiage courant de la Garonne. Les terrassements sont réalisés de l'amont vers l'aval. Les sédiments extraits sont déposés en Garonne et pourront être mobilisés en fonction des débits hivernaux de la Garonne.

### 4.3.5. Suivi topographique et bathymétrique

Au regard des enjeux de sauvegarde de la prise d'eau de La Capelette, un suivi du seuil est à prévoir à l'issue des aménagements. L'objectif est multiple :

- Contrôler l'évolution des fonds de la Garonne en amont (modification de l'incision du lit) et en aval du seuil (comblement des fosses d'affouillement, incision du dépôt sédimentaire) ;
- Vérifier le comportement de la structure réalisée. En effet, quelle que soit la solution proposée, une protection en enrochements libres est mise en place. Les blocs constitutifs de la structure peuvent subir des déplacements sous l'effet des courants. Une réorganisation de l'agencement des blocs peut alors s'avérer nécessaire, voire l'apport de blocs complémentaires.

Le suivi à mettre en place consiste en un levé topographique et bathymétrique de préférence pour un étiage sévère de la Garonne. Un niveau bas du cours d'eau permet de compléter les levés d'une inspection visuelle de l'ouvrage associée à un reportage photographique.

Ce suivi est étendu à l'aval du seuil sur l'emprise du dépôt sédimentaire et sur les berges en rive droite.

Au stade des études d'AVP, un suivi associé à un contrôle visuel annuel est proposé les 3 premières années.

### 4.3.6. Dispositif de protection des berges du lotissement de Bellevue

Au stade des études d'Avant-projet, il est proposé d'étudier les 2 solutions suivantes :

- La mise en place d'un suivi de l'évolution du fond de la Garonne sur le linéaire des berges ;
- La mise en place de protections des berges en enrochements libres.

A l'issue des études d'avant-projet indice A, le suivi est retenue de l'évolution topographique et

#### 4.3.6.1. SUIVI DE L'EVOLUTION DU FOND DE LA GARONNE

Un levé bathymétrique et topographique de l'évolution du fond de la Garonne est proposé pour contrôler l'impact de l'arasement du seuil de Beauregard au niveau des berges amont. La prestation consiste à réaliser un levé dit « état initial » (avant travaux d'arasement du seuil) puis un levé périodique à confronter à l'état initial pour mettre en évidence les évolutions éventuelles constatées. Une intervention tous les 2 ans est proposée.

Pour faciliter et assurer la qualité des relevés, un passage en période d'étiage de la Garonne est préconisé.

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET

---

A noter qu'il paraît plus opportun de dissocier le suivi topo/bathy de l'exécution des travaux dans la mesure où les compétences nécessaires pour ces prestations couvrent des domaines totalement distincts. Le fait de prolonger la durée d'un marché de travaux sur une période de suivi topo/bathy des plusieurs années pose également des questions sur le terme de la garantie de parfait achèvement des aménagements et le montage administratif du dossier. A nouveau, il paraît plus adapté de dissocier ces prestations.

### 4.3.6.2. DISPOSITIF DE PROTECTIONS DES BERGES

Comme évoqué ci-avant, les données disponibles sur le linéaire des berges de la Garonne au droit du lotissement de Bellevue font état de berges colonisées par une strate arbustive en partie supérieure et d'un affleurement des marnes sur la partie soumises aux variations de niveaux de la Garonne.

La mise en place de pieux bois n'est pas envisageable et l'utilisation de protections de berge autostables de type enrochements libres est à privilégier. Au stade des études d'Avant-Projet, la géométrie suivante est proposée :

- nature : calcaire ;
- densité minimale : 2,6 T/m<sup>3</sup> ;
- bêche d'ancrage, talus et berme supérieurs :
  - blocométrie : 60 à 300 kg ;
  - épaisseur moyenne : 1,0 m (bicouche) ;
  - pente : 2H/1V (H : Horizontal, V : Vertical) ;
  - cote d'arase du talus en enrochements : +39mNGF (valeur approximative en l'absence de relevé topographique du secteur) ;
  - cote de fond de la Garonne : +36mNGF (valeur approximative en l'absence de relevé topographique du secteur) ;
  - largeur de la butée de pied : 1,5 m.
  - largeur de la berme supérieure : 1,5 m ;

Le volume d'enrochements à mettre en place est ainsi estimé à 8m<sup>3</sup>/m, soit pour une porosité de 70% et un poids volumique de 2,6t/m<sup>3</sup>, un ratio de l'ordre de 15t/ml de berges à protéger. En l'absence d'accès adapté, la mise en œuvre est envisagée par la voie d'eau avec un reprofilage préalable des berges.

## 5. MODE D'EXECUTION

### 5.1. PRINCIPE GENERAL

L'exécution des travaux respecte les contraintes imposées aux aménagements et plus particulièrement la période d'intervention. Pour rappel, les recommandations techniques des précautions environnementales pour la phase chantier formulées par AQUASCOP en octobre 2016 fixe une période d'intervention limitée de septembre à octobre de chaque année avec possibilité d'extension entre août et novembre, hors travaux d'abattage (cf. 2.4.3 du présent dossier).

La totalité des travaux ne peut être réalisée dans ce délai. 2 phases d'intervention sont ainsi envisagées. Les travaux préparatoires aux travaux d'arasement du seuil seront donc doublés. Il s'agit des postes techniques suivants :

- Installation de chantier ;
- Implantation et piquetage ;
- Amenée et repli du matériel ;
- Création des accès et piste de chantier.

Ce dernier poste impacte le coût total des aménagements. La réalisation d'un accès et d'une piste latérale au seuil à araser sera nécessaire à chacune des phases d'exécution. Le maintien de l'écoulement de la Garonne pendant toute la durée des travaux impose de réaliser un accès à partir de chacune des 2 berges de la Garonne. Le schéma de principe suivant illustre les accès et les pistes de chantier à réaliser pour les 2 phases de travaux.



**Fig. 26. Schéma de principe des accès et des pistes chantier**

Les moyens matériels devront être adaptés aux conditions d'accès avec l'aménagement d'une plateforme de stockage et de reprise des matériaux qu'il s'agisse des produits de démolition à évacuer (structures métalliques, déblais impropres à leur réutilisation, ...) ou des matériaux utilisés par la structure des pistes chantier.

Les pistes des phases 1 et 2 sont implantées en amont immédiat du seuil existant conformément aux plans annexés au dossier. Elles sont réalisées sur le dépôt sédimentaire préexistant.

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen

RAPPORT D'AVANT-PROJET



**Fig. 27. Extrait du rapport d'expertises complémentaires coléoptères, chiroptères et avifaune nicheuse réalisée par BIOTOPE en octobre 2016**

La lecture de la cartographie ci-avant indique que les accès doivent être aménagés dans des secteurs à enjeux écologiques répertoriés faible à moyen.

**En cohérence avec les recommandations formulées par AQUASCOP, une intervention préalable pour un défrichage des accès, un élagage et un abattage des arbres en rive gauche est à privilégier en prévision des travaux préparatoires (aménagement des accès).**

Les installations de chantier, les zones de stockage et de dépôts seront réalisées sur les parcelles sous maîtrise foncière de la DDT47 dont une localisation est présentée sur l'extrait de photographie aérienne suivant. L'emprise nécessaire est estimée à 1000m<sup>2</sup> pour chacune des phases de travaux. Les parcelles disponibles répondent à ce besoin.



**Fig. 28. Localisation des parcelles pressenties pour les installations de chantier**

## 5.2. CONTEXTE HYDRAULIQUE PROPRE AUX DIFFERENTES PHASES D'EXECUTION

Le présent chapitre vise à rappeler les conditions hydrauliques envisagées pendant l'exécution des travaux et développées au rapport d'étude des simulations hydrauliques réalisées par HYDRATEC en avril 2018 (voir annexe du dossier).

Le diagnostic (rapport phase 1 réalisé par ISL en juillet 2008, version 2.3) fournit la courbe des débits de la Garonne et définit une valeur du débit médian du cours d'eau de 292 m<sup>3</sup>/s.

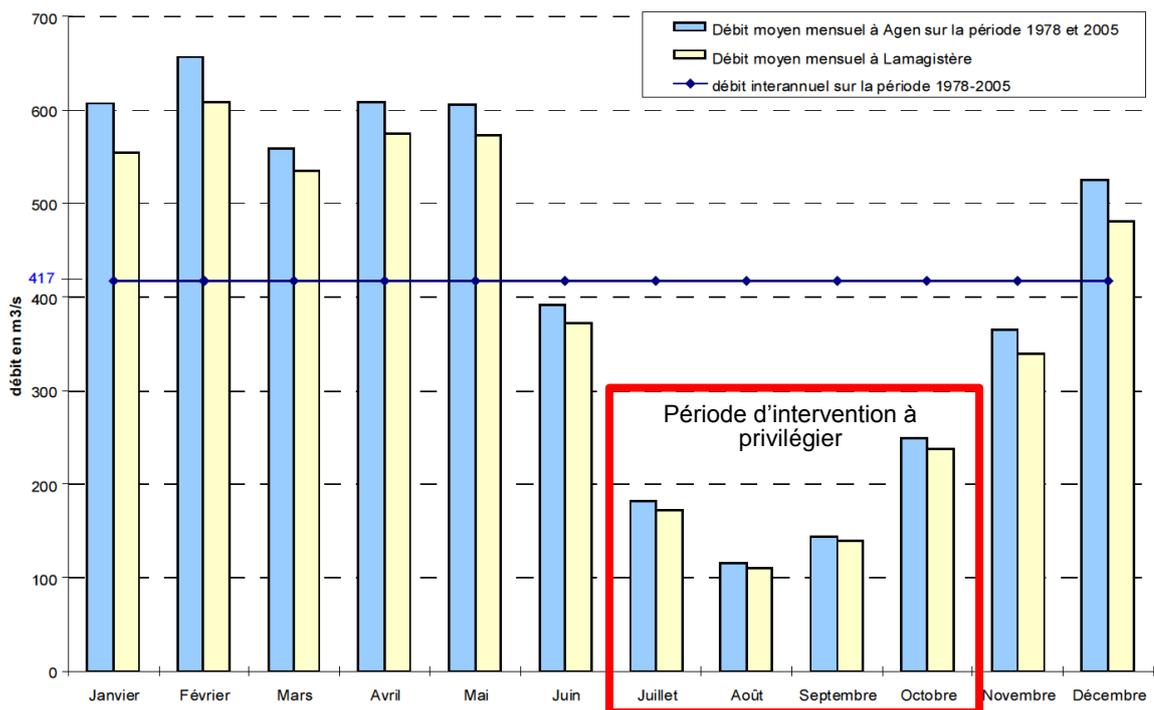


Fig. 29. Courbe des débits de la Garonne (données ISL, 08/2008)

En phase 1, les travaux sont réalisés depuis la rive gauche avec l'aménagement d'une piste chantier implantée en amont du seuil et dont l'arase supérieure est calée à la cote +38 mNGF. Ce niveau altimétrique correspond à un niveau d'eau de la Garonne au droit du seuil pour un débit médian de l'ordre de 280 m<sup>3</sup>/s (cf. étude hydraulique HYDRATEC datée d'avril 2017). L'écoulement en Garonne est alors maintenu par la brèche existante au droit de la passe profonde. Cette brèche sera en partie comblée avec les matériaux de démolition disponibles lors de la phase 1 en essayant d'atteindre la cote de 32 m NGF. Dans ces conditions, l'impact des travaux entre les 2 phases restera limité d'après les résultats de l'étude hydraulique.

En phase 2, les travaux sont réalisés depuis la rive droite avec l'aménagement d'une piste chantier implantée en amont du seuil et dont l'arase supérieure est également calée à la cote +38 mNGF. L'écoulement en Garonne est maintenu par la brèche centrale réalisée pendant les travaux de la phase 1. La brèche existante au droit de la passe profonde est progressivement comblée pour permettre un reprofilage du seuil conforme au scénario retenu et validé par la DDT47. Comme en phase 1, la piste est démontée à l'avancement des travaux d'arasement du seuil.

La piste de chantier de la phase 1 présente une largeur de 5m. Elle est réalisée sur le dépôt sédimentaire en amont du seuil sur un linéaire de 120m. Le volume de matériaux nécessaire est estimé à 1 060m<sup>3</sup> aux études d'AVP.

La piste de chantier de la phase 2 présente une largeur de 5m. Elle est réalisée sur le dépôt sédimentaire en amont du seuil sur un linéaire de 85m. Le volume de matériaux nécessaire est estimé à 3 130m<sup>3</sup> aux études d'AVP.

### **5.3. MESURES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT EN PHASE CHANTIER**

#### **5.3.1. Prévention de la pollution de l'eau et des sols**

Le départ vers le cours d'eau ou dans le sol d'huiles, graisses, carburants et produits chimiques utilisés pour les travaux sera évité par des mesures spécifiques et adaptées comme :

- l'interdiction d'effectuer l'entretien des engins et leur ravitaillement dans le lit majeur du cours d'eau ;
- le parcage des engins en dehors de la zone de travaux, dans un espace délimité et sécurisé ;
- le stockage des matériaux et des produits chimiques hors lit majeur du cours d'eau ;
- le nettoyage régulier de la zone de travaux ;
- une veille météorologique et hydrologique et évacuation des déchets et produits dangereux à l'annonce d'un évènement pluvieux intense ;
- l'interdiction de déversement de toute substance nocive (comme les laitances de bétons ...) dans le milieu aquatique ;
- si des milieux aquatiques sont identifiés (zone humide, fossé...) dans la zone d'accès, il faudra l'éviter ou prévoir un dispositif de franchissement adapté ;
- l'installation de toilettes sèches, dans une aire délimitée.

#### **5.3.2. Circulation des engins, poussières, bruits**

Durant la phase de chantier, diverses perturbations pourront affecter la faune et la flore présente notamment dans la partie terrestre. Ainsi, des mesures de précautions devront être appliquées afin de limiter ces impacts notamment en période printanière et estivale où la plupart des espèces végétales et animales présentent se développent (reproduction, croissance, alimentation).

- vitesses limitées de circulation des engins de chantier ;
- humidification des pistes de chantier si la production de poussière est trop élevée.

#### **5.3.3. Dispositifs de protection du milieu terrestre**

Les arbres d'intérêt identifiés lors de l'étude préalable devront être matérialisés par un marquage visuel à la bombe.

Dans la mesure du possible, les accès chantier devront être définis en évitant ces arbres.

Toutefois, si un arbre doit être coupé, il faudra veiller à :

- le couper à la fin de la période de reproduction des oiseaux et des chauves-souris et avant que ces dernières n'entrent en hibernation soit en septembre/octobre ;
- laisser l'arbre coupé sur place, afin de permettre aux larves de coléoptères de finir leur cycle de développement ;
- l'abattage de ces arbres devra être assisté par un ingénieur écologue.

### **5.3.4. Dispositifs de protection du milieu aquatique**

#### 5.3.4.1. CREATION D'UNE PLATEFORME D'ACCES A SEC

Les plus grandes parties des travaux d'arasement du seuil devra être réalisée à sec afin de limiter tout risque de pollution et de dégradation du milieu aquatique. Une piste d'accès calée à +38mNGF est aménagée à l'amont du seuil. En fonction des niveaux d'eau en Garonne (conditions d'étiage), les travaux de démolition et de pose des enrochements libres pourront être réalisés à sec. Une partie des travaux (partie centrale du seuil implantée à +35,0mNGF) sera obligatoirement réalisée en eau.

#### 5.3.4.2. MAINTIEN DE LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE

Durant toute la durée du chantier, il est indispensable d'assurer le maintien de la libre circulation des espèces et des sédiments.

Le phasage proposé permet de maintenir l'écoulement pendant toute la durée des travaux : en phase 1 par la brèche centrale (pas de modification de la situation actuelle) puis en phase 2 par le point bas du seuil recentré qui satisfait les critères de continuité écologique conformément aux résultats présentés au présent dossier.

#### 5.3.4.3. LIMITER LA PRODUCTION DE MES

La production de MES devra être limitée au maximum, et plus particulièrement en période sensible de reproduction piscicole, soit entre mai et juillet. Pour cela, il convient de prendre les dispositions générales suivantes :

- interdire la circulation des engins dans le lit en eau ou de prévoir au préalable la mise à sec d'une piste d'accès ;
- utiliser des matériaux de remblais de granulométrie élevée (supérieure à 2 cm) et propres ;
- limiter les zones de défrichements des sols et les apports de matériaux extérieurs sensibles au lessivage en période de pluie.

Il convient également de s'assurer que la méthodologie d'exécution permet de limiter la formation de MES par une identification des interventions des travaux les plus impactant. Au stade des études d'avant-projet, le principal poste visé porte sur les terrassements et plus particulièrement la réalisation de la piste de chantier. La méthodologie suivante est ainsi retenue : la réalisation d'un cordon amont de la piste en remblais de granulométrie supérieure à 2 cm associé à la mise en place d'une étanchéité de type géomembrane placée en masque de protection amont. Le tracé des pistes des différentes phases de travaux permet de ceinturer l'emprise des travaux de terrassement qui, de fait, ne sont pas exposés à l'écoulement de la Garonne. Dans cette configuration, les travaux en eau sont réalisés en eau quasi-stagnante. Les MES éventuelles formées par les travaux de démolition, de terrassements des matériaux en place ou encore de pose des enrochements, sont alors contenues sans risque de diffusion.

#### 5.3.4.4. SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Un suivi régulier de la qualité de l'eau devra être prévu. La réalisation de 3 prélèvements en 2 points (amont et aval immédiat du seuil) est proposée pour chacune des 2 phases d'exécution

Les critères analysés sont : température, pH, conductivité, oxygène, turbidité phyto-toxique ou nuisible, micropolluants métallique, micropolluant organique. Le premier prélèvement sera effectué avant le début des travaux, deux prélèvements intermédiaires interviendront en phase de travaux.

#### **5.4. REMISE EN ETAT DU SITE APRES CHANTIER**

A la fin du chantier, une remise en état des sites devra être prévue. Cette opération prévoit entre autres :

- un nettoyage complet du site, avec évacuation de l'ensemble des matériaux importés ou extraits et des déchets générés ;
- si nécessaire un plan de replantation de la flore défrichée ;
- si des chemins sont créés pour les besoins des travaux, ceux-ci devront être restaurés ou rendus inaccessibles pour ne pas augmenter la fréquentation humaine localement.

**Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne à Agen**

RAPPORT D'AVANT-PROJET

## 6. ESTIMATION DU COUT DES AMENAGEMENTS

Les aménagements sont dissociés à 2 secteurs géographiques d'intervention : les travaux de réhabilitation du seuil et les travaux de protection des berges au droit du lotissement de Bellevue.

Le tableau suivant fournit une estimation sommaire du coût des aménagements. Il convient de préciser que les chiffrages intègrent un aléa de 15% appliquées aux études niveau AVP.

**Tabl. 11 - Estimation sommaire des travaux de réhabilitation du seuil**

Postes techniques	Coût (€HT) SOLUTION 1
GENERALITES	192 000.00
TRAVAUX PREPARATOIRES	270 500.00
REHABILITATION DU SEUIL	554 850.00
DIVERS ET IMPREVUS (15%)	152 602.50
<b>TOTAL HT</b>	<b>1 169 952.50</b>

**Tabl. 12 - Estimation sommaire des travaux de protection des berges du lotissement Bellevue**

Poste technique	Coût (€HT)
GENERALITES	62 000.00
TRAVAUX PREPARATOIRES	39 000.00
PROTECTION DES BERGES	230 000.00
DIVERS ET IMPREVUS (15%)	49 650.00
<b>TOTAL HT</b>	<b>380 650.00</b>

Les interventions relatives au suivi des ouvrages sont estimées à un montant de 6000€HT par intervention à programmer annuellement pendant 3 ans.

Le détail du coût des aménagements est fourni en annexe du présent dossier.

oOo

**ANNEXE 1**

**ESTIMATION DETAILLEE DU COUT  
D'AMENAGEMENT**

## Estimation sommaire

## Seuil en enrochements libres et rideau mixte amont

AVP

Plan indice : B

avr-18

Récapitulatif	Quantité	Unité	PU	Coût (€)
<b>A GENERALITES</b>				
A.01 Installation de chantier	1.00	FT	80 000.00	80 000.00
A.02 Plans et documents d'exécution	1.00	FT	10 000.00	10 000.00
A.03 Implantation et piquetage	2.00	FT	8 000.00	16 000.00
A.04 Dossier de récolement	1.00	FT	6 000.00	6 000.00
A.05 Amenée et repli du matériel	2.00	FT	40 000.00	80 000.00
				<b>192 000.00</b>
<b>B TRAVAUX PREPARATOIRES</b>				
B.01 Travaux d'abattage	1.00	FT	7 000.00	7 000.00
B.02 Piste d'accès (hors lit mineur)				
B.02-1 Phase 1 y compris démontage	1.00	FT	25 000.00	25 000.00
B.02-2 Phase 2 y compris démontage	1.00	FT	15 000.00	15 000.00
B.03 Piste d'accès latérale au seuil (phase 1 et 2)				
B.03-1 Phase 1 y compris démontage	1.00	FT	38 000.00	38 000.00
B.03-2 Phase 2 y compris démontage	1.00	FT	101 000.00	101 000.00
B.04 Dépollution du seuil	1.00	FT	15 000.00	15 000.00
B.05 Démolition du seuil	4 300.00	m <sup>3</sup>	15.00	64 500.00
B.06 Chenal dépôt aval	1.00	FT	5 000.00	5 000.00
				<b>270 500.00</b>
<b>C REHABILITATION DU SEUIL</b>				
C.01 Fourniture de palplanches	43.00	T	1 100.00	47 300.00
C.02 Fourniture de tube	56.00	T	1 450.00	81 200.00
C.03 Mise en œuvre du rideau	167.00	ml	1 400.00	233 800.00
C.04 Recépage du rideau	167.00	ml	250.00	41 750.00
C.05 Enrochements lourds 1-3T	3 770.00	T	40.00	150 800.00
				<b>554 850.00</b>
<b>DIVERS ET IMPREVUS (15%)</b>				<b>152 602.50 €</b>
<b>TOTAL HT</b>				<b>1 169 952.50 €</b>
<b>TVA20</b>				<b>30 520.50 €</b>
<b>TOTAL TTC</b>				<b>1 353 075.50 €</b>

## Estimation sommaire

## Protection des berges du lotissement de Bellevue

AVP

Plan indice : B

avr-18

Récapitulatif	Quantité	Unité	PU	Coût (€)
<b>A GENERALITES</b>				
A.01 Installation de chantier	1.00	FT	12 000.00	12 000.00
A.02 Plans et documents d'exécution	1.00	FT	5 000.00	5 000.00
A.03 Implantation et piquetage	1.00	FT	5 000.00	5 000.00
A.04 Dossier de récolement	1.00	FT	5 000.00	5 000.00
A.05 Amenée et repli du matériel nautique	1.00	FT	35 000.00	35 000.00
				<b>62 000.00</b>
<b>B TRAVAUX PREPARATOIRES</b>				
B.01 Travaux d'abattage	1.00	FT	5 000.00	5 000.00
B.02 Piste d'accès (hors lit mineur)	1.00	FT	5 000.00	5 000.00
B.03 Quai de chargement	1.00	FT	5 000.00	5 000.00
B.04 Reprofilage de la berge	800.00	m3	30.00	24 000.00
				<b>39 000.00</b>
<b>C PROTECTION DES BERGES</b>				
C.04 Filtre géotextile	4 000.00	m <sup>2</sup>	5.00	20 000.00
C.05 Enrochements légers 60-300kg	6 000.00	T	35.00	210 000.00
C.06 Enrochements lourds 500-1000kg	0.00	T	40.00	0.00
				<b>230 000.00</b>
				<b>DIVERS ET IMPREVUS (15%)</b>
				<b>49 650.00 €</b>
				<b>TOTAL HT</b>
				<b>380 650.00 €</b>
				<b>TVA20</b>
				<b>9 930.00 €</b>
				<b>TOTAL TTC</b>
				<b>440 230.00 €</b>

## **ANNEXE 2**

# **Prédimensionnement des protections en enrochements (seuil et berges)**

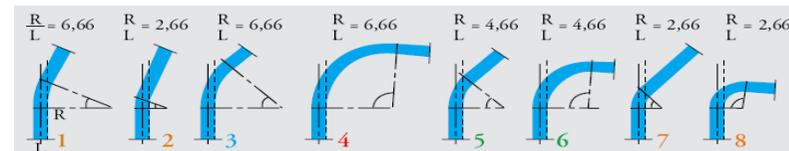
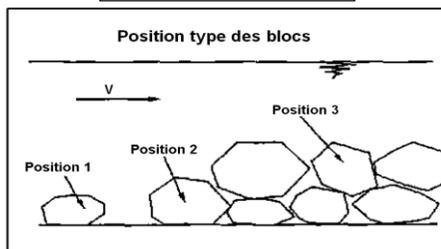
**Protection de fond par enrochement - Formule d'Isbash**

**Determination du Diamètre Nominal par la méthode d'Isbash**

Vitesse de l'écoulement	4.00 m/s	
Pente de la berge ou du talus (V/H)	0.33/1	18°
Coefficient d'Isbash m (relatif à la position)	Position 1 (bassin de dissipation,...)	
Condition d'écoulement	Rectiligne	
Masse volumique de l'enrochement $\gamma_1$	2600 kg/m <sup>3</sup>	
Masse volumique de l'eau $\gamma$	1030 kg/m <sup>3</sup>	
Angle de friction interne de l'enrochement	40°	
Coefficient de pente $\alpha$	0.87	
<b>Diamètre D50min des blocs</b>	<b>0.83 m</b>	<b>829 mm</b>

$$V = \frac{m}{\beta} \sqrt{2g \cdot \alpha \cdot \left( \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \right) \cdot D}$$

$$D = \frac{(\beta V)^2}{m^2 \cdot 2g \cdot \alpha \cdot \left( \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \right)}$$



Largeur (m)	160
Rayon (m)	500
R/L	3.125

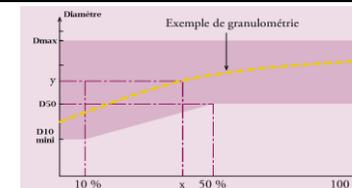
**Choix de la blocométrie de la Carapace**

Choix du rapport D85/D15	1.43
Choix du fuseau D50max/D50min	1.40
<b>Diamètre moyen D50 des blocs</b>	<b>0.99 m</b>
<b>Volume moyen des blocs</b>	<b>0.51 m<sup>3</sup></b>
<b>Poids moyen des blocs</b>	<b>1337 kg</b>
<b>Épaisseur de la couche préconisée</b>	<b>1.99 m</b>

D10 mini	D50	Dmax
0.69 m	0.99 m	1.99 m

Minimal (pas plus de 10 %)	50 % égal ou supérieur à	Maximal
1/3 P	P = Poids matériau	8 P

P = poids de la sphère de diamètre  
= celui calculé pour l'enrochement



	D10	D15	D50	D85	D90
Min	0.67 m	0.70 m	0.83 m	1.00 m	1.06 m
Moyen	0.79 m	0.83 m	0.99 m	1.19 m	1.25 m
Max	0.93 m	0.98 m	1.16 m	1.41 m	1.48 m

	P10	P15	P50	P85	P90
Min	410 kg	470 kg	770 kg	1380 kg	1610 kg
Moyen	670 kg	780 kg	1340 kg	2290 kg	2670 kg
Max	1110 kg	1300 kg	2120 kg	3790 kg	4420 kg

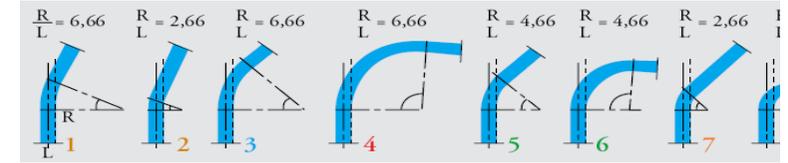
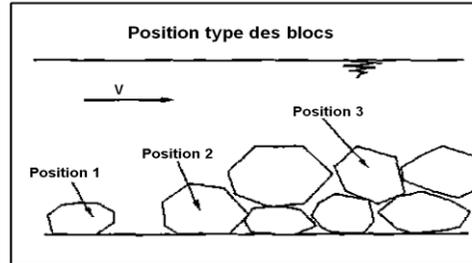
**Protection de berges par enrochement - Formule d'Isbash**

$$V = \frac{m}{\beta} \sqrt{2g \cdot \alpha \cdot \left( \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \right) \cdot D}$$

$$D = \frac{(\beta V)^2}{m^2 \cdot 2g \cdot \alpha \cdot \left( \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \right)}$$

**Détermination du Diamètre Nominal par la méthode d'Isbash**

Vitesse de l'écoulement	3.00 m/s	
Pente de la berge ou du talus (V/H)	0.5/1	27°
Coefficient d'Isbash m (relatif à la position)	Position 2 (extrémités de carapace, ...)	
Condition d'écoulement	Coude faibles (types 1 à 4)	
Masse volumique de l'enrochement $\gamma_1$	2600 kg/m <sup>3</sup>	
Masse volumique de l'eau $\gamma$	1030 kg/m <sup>3</sup>	
Angle de friction interne de l'enrochement	40°	
Coefficient de pente $\alpha$	0.72	
<b>Diamètre D50min des blocs</b>	<b>0.35 m</b>	<b>352 mm</b>



Largeur (m)	160
Rayon (m)	150
R/L	0.9375

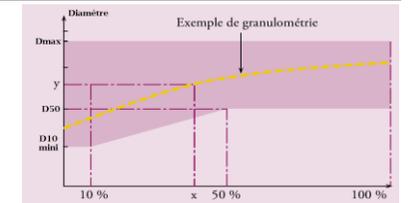
**Choix de la blocométrie de la Carapace**

Choix du rapport D85/D15	1.43
Choix du fuseau D50max/D50min	1.40
<b>Diamètre moyen D50 des blocs</b>	<b>0.42 m</b>
<b>Volume moyen des blocs</b>	<b>0.04 m<sup>3</sup></b>
<b>Poids moyen des blocs</b>	<b>102 kg</b>
<b>Épaisseur de la couche préconisée</b>	<b>0.84 m</b>

D10 mini	D50	Dmax
0.29 m	0.42 m	0.84 m

Minimal (pas plus de 10 %)	50 % égal ou supérieur à	Maximal
1/3 P	P = Poids matériau	8 P

P = poids de la sphère de diamètre = celui calculé pour l'enrochement



	D10	D15	D50	D85	D90
Min	0.28 m	0.30 m	0.35 m	0.43 m	0.45 m
Moyen	0.34 m	0.35 m	0.42 m	0.51 m	0.53 m
Max	0.40 m	0.42 m	0.49 m	0.60 m	0.63 m

	P10	P15	P50	P85	P90
Min	31 kg	36 kg	59 kg	110 kg	120 kg
Moyen	52 kg	60 kg	100 kg	180 kg	200 kg
Max	85 kg	99 kg	160 kg	290 kg	340 kg

## **ANNEXE 3**

### **PIECES GRAPHIQUES**

- Plan 1 – Vue en plan et profil en long – Etat existant
- Plan 2 – Vue en plan et profil en long – Avant-projet
- Plan 3 – Profils en travers 05 et 10 – Avant-projet
- Plan 4 – Profils en travers 17 et 25 – Avant-projet
- Plan 5 – Profil en travers 28 – Avant-projet
- Plan 6 – Vue en plan – phase 1 – Avant-projet
- Plan 7 – Profils en travers – phase 1 – Avant-projet
- Plan 8 – Vue en plan – phase 2 – Avant-projet
- Plan 9 – Profils en travers – phase 2 – Avant-projet

## **ANNEXE 4**

# **Coupes pressiométriques au droit de la prise d'eau de la Capelette**



# Sondage : SP1

Date : 13/03/2008

Site : BOE

x = 462 382.250

Echelle : 1/100

Affaire : 08/0436/BORDX

y = 209 706.280

z = 43.660 NGF

Page 1

Cote NGF	Prof.	Nature du terrain	Eau	Outil	Module Pressiométrique E (MPa)				Pression de fluage Pf* (MPa)			Pression limite PI* (MPa)					
					1	10	100	1000	0.1	1	10	0.1	1	10			
43.660	0.00	terre végétale		TAR 63 TUB													
41.66	2.00	argile marron			5.6				0.27			0.46					
					8.1				0.39			0.56					
					3.9				0.17			0.30					
		sable marron légèrement argileux			8.4				0.31			0.53					
38.46	5.20		5.20m		7.3				0.25			0.50					
					4.2				0.23			0.32					
		argile sablo-graveleuse			9.1				0.34			0.49					
34.86	8.80				14.3				0.79			1.02					
						226.1			3.94			>4.87					
						324.0			>4.44			>4.77					
						264.2			>4.89			>4.88					
						268.7			>4.45			>4.89					
						172.8			>3.32			>3.32					
						266.6			>4.87			>4.88					
						232.6			>4.88			>3.89					
						572.8			>4.87			>4.87					
						>500.0			>4.87			>4.87					
		mame à passes argileuses				321.5			>4.78			>4.78					
						432.6			>4.89			>4.89					
23.66	20.00																

Observations : Arrêt volontaire à 21.00m de profondeur/TA



# Sondage : SP2

Date : 25/03/2008

Site : BOE

x = 462 363.380

Echelle : 1/100

y = 209 698.180

Affaire : 08/0436/BORDX

z = 38.710 NGF

Page 1

Cote NGF	Prof.	Nature du terrain		Eau	Outil	Module Pressiométrique E (MPa)				Pression de fluage Pf* (MPa)			Pression limite PI* (MPa)						
						1	10	100	1000	0.1	1	10	0.1	1	10				
38.710	0.00																		
37.71	1.00		barge + Garonne		RTP 64 TUB														
36.36	2.35		Garonne																
34.56	4.15		sable et galets							5.5		0.39				0.66			
			marne					379.7				>4.85				>4.85			
									352.8				>4.85				>4.85		
								265.0				>4.81				>4.81			
								249.7				>4.87				>4.87			
29.71	9.00																		

Observations : Arrêt volontaire à 10.00m de profondeur/TA



# Sondage : SP3

Date : 27/03/2008

Site : BOE

x = 462 335.520

Echelle : 1/100

Affaire : 08/0436/BORDX

y = 209 699.130

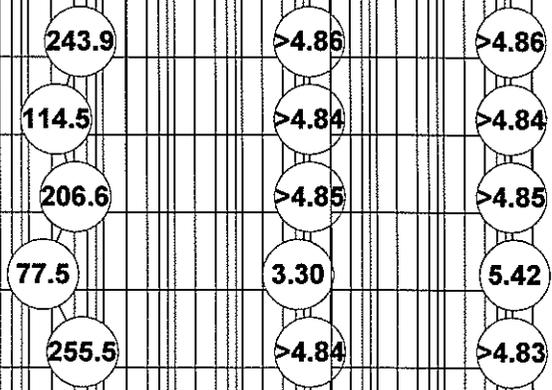
z = 39.220 NGF

Page 1

Cote NGF	Prof.	Nature du terrain	Eau	Outil	Module Pressiométrique E (MPa)				Pression de fluage Pf* (MPa)			Pression limite PI* (MPa)						
					1	10	100	1000	0.1	1	10	0.1	1	10				
39.220	0.00																	
38.22	1.00	barge + Garonne		RTP 64 TUB														
		Garonne																
35.12	4.10	sable et galets																
34.92	4.30																	
		mame																
28.72	10.50																	

Observations : Arrêt volontaire à 10.50m de profondeur/TA

Cote NGF	Prof.	Nature du terrain	Eau	Outil	Module Pressiométrique E (MPa)				Pression de fluage Pf* (MPa)			Pression limite PI* (MPa)							
					1	10	100	1000	0.1	1	10	0.1	1	10					
39.240	0.00																		
38.24	1.00	barge + Garonne		RTP 64 TUB															
		Garonne																	
34.44 <small>34.24</small>	4.80 <small>5.00</small>	sable et galets																	
		mame																	
28.24	11.00																		



Observations : Arrêt volontaire à 11.00m de profondeur/TA

**ANNEXE 5**

**Simulations hydrauliques 2018 – HYDRATEC  
(avril 2018)**

**ETAT**  
DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES  
DE LOT-ET-GARONNE

---

## Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne

### Simulations hydrauliques 2018

Avril 2018



Immeuble Central Seine  
42-52 quai de la Rapée  
75582 Paris Cedex 12

Email : [hydra@hydra.setec.fr](mailto:hydra@hydra.setec.fr)

T : 01 82 51 64 02  
F : 01 82 51 41 39

Pilote de l'offre : LPT

N°FUSO :

Version	Date	Etabli par	Vérifié par	Nb pages	Observations / Visa
1	22/03/2018	LPT			
2	30/03/2018	LPT			
3	05/04/2018	LPT			
4	13/04/2018	LPT			

# TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>DEFINITION DE LA MISSION.....</b>	<b>5</b>
1.1	CONTEXTE.....	5
1.2	DEFINITION DES PRESTATIONS.....	5
<b>2</b>	<b>RECALAGE DU MODELE.....</b>	<b>7</b>
2.1	DONNEES DE MESURES.....	7
2.2	RECALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE DE 2017.....	8
<b>3</b>	<b>EVALUATION DE LA PERFORMANCE DES AMENAGEMENTS AVEC LE MODELE RECALE. ....</b>	<b>10</b>
3.1	ADAPTATION DU MODELE DANS L'ETAT FINAL AMENAGE.....	10
3.2	RECALAGE DU PROFIL EN LONG SU SEUIL.....	13
3.3	CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS ET DES VITESSES.....	13
3.4	HAUTEURS DE CHUTE AU FRANCHISSEMENT DU SEUIL.....	18
3.5	VITESSE D'ECOULEMENT AU FRANCHISSEMENT DU SEUIL.....	20
3.6	FORCES TRACTRICES.....	21
3.7	ASPECTS MORPHOLOGIQUES.....	23
3.8	ANALYSE DE SENSIBILITE.....	24
<b>4</b>	<b>EVALUATION DES IMPACTS HYDRAULIQUES ET MORPHOLOGIQUES EN PHASES TRAVAUX.....</b>	<b>26</b>
4.1	PHASES TRAVAUX A CONSIDERER.....	26
4.2	ANALYSE QUALITATIVE DES IMPACTS ATTENDUS EN PHASE DE CHANTIER.....	28
4.2.1	<i>Phase 1 de chantier</i> .....	28
4.2.2	<i>Phase 1bis</i> .....	28
4.2.3	<i>Phase 2</i> .....	28
4.3	SIMULATIONS.....	29
<b>5</b>	<b>IMPACT HYDRAULIQUE DES AMENAGEMENTS DEFINITIFS.....</b>	<b>31</b>
5.1	IMPACT SUR LES LIGNES D'EAU.....	31
5.2	IMPACT SUR LES VITESSES.....	32
5.3	IMPACT SUR LES FORCES TRACTRICES ET LA MORPHOLOGIE.....	35
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>36</b>

## Liste des figures

FIGURE 1-1 : PROFIL EN TRAVERS RETENU POUR LE SEUIL DANS L'ETUDE AVP.....	5
FIGURE 2-1 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURES DE NIVEAUX D'EAU AU DROIT DE LA COMMUNE DE BELLEVUE.....	7
FIGURE 2-2 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURES DE NIVEAUX D'EAU EN AMONT ET EN AVAL DU SEUIL.....	8
FIGURE 2-3 : COMPARAISON ENTRE LES NIVEAUX D'EAU CALCULES ET MESURES APRES RECALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE.....	9
FIGURE 3-1 : PROFIL EN LONG CORRESPONDANT A LA SOLUTION V4 TER.....	10
FIGURE 3-2 : BATHYMETRIE DU FOND DU LIT – ETAT INITIAL.....	11
FIGURE 3-3 : BATHYMETRIE DU FOND DU LIT – ETAT FINAL.....	12
FIGURE 3-4 : PROFIL EN LONG RETENU APRES RECALAGE DES LIGNES D'EAU.....	13
FIGURE 3-5 : CARTE DES HAUTEURS D'EAU ET DES VITESSES - Q=30 M <sup>3</sup> /s.....	14
FIGURE 3-6 : : CARTE DES HAUTEURS D'EAU ET DES VITESSES - Q=60 M <sup>3</sup> /s.....	15
FIGURE 3-7 : CARTE DES HAUTEURS D'EAU ET DES VITESSES - Q=290 M <sup>3</sup> /s.....	16
FIGURE 3-8 : CARTE DES HAUTEURS D'EAU ET DES VITESSES - Q=870 M <sup>3</sup> /s.....	16

FIGURE 3-9 : COMPARAISON DES CARTES DE VITESSES DANS L'ETAT INITIAL ET DANS L'ETAT FINAL POUR $Q = 870\text{m}^3/\text{s}$ .....	17
FIGURE 3-10 : PROFILS EN LONG DE LIGNES D'EAU LE LONG DE L'AXE CENTRAL M.....	18
FIGURE 3-11 : PROFILS EN LONG DE LIGNES D'EAU LE LONG DE L'AXE RIVE GAUCHE .....	19
FIGURE 3-12 : PROFILS EN LONG DE LIGNES D'EAU LE LONG DE L'AXE RIVE DROITE .....	19
FIGURE 3-13 : NIVEAUX D'EAU ET VITESSES LE LONG DU SEUIL .....	20
FIGURE 3-14 : CARTE DES VECTEURS VITESSES AU FRANCHISSEMENT DU SEUIL POUR LE DEBIT DE $2800\text{ m}^3/\text{s}$ .....	22
FIGURE 4-1 : PLAN DE PHASAGE DES TRAVAUX .....	26
FIGURE 4-2 : DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES EN PHASE 1 DE TRAVAUX .....	27
FIGURE 4-3 : DISPOSITION CONSTRUCTIVES EN PHASE 2 DE TRAVAUX.....	27
FIGURE 4-5 : IMPACT DES AMENAGEMENTS EN PHASE TRAVAUX.....	29
FIGURE 5-1 : PROFIL EN LONG DE LIGNES D'EAU EN SITUATION INITIALE ET AMENAGEE. ....	31
FIGURE 5-2 : CARTES DE VITESSES CALCULEES POUR $Q=1200\text{ m}^3/\text{s}$ .....	33
FIGURE 5-3 : CARTES DE VITESSES CALCULEES POUR $Q=2800\text{ m}^3/\text{s}$ .....	34
FIGURE 5-4 : DELIMITATION DU SECTEUR DE MOBILISATION DU TRANSPORT SOLIDE ( EN COULEUR OCRE CI-DESSUS) .....	35

# 1 DEFINITION DE LA MISSION

## 1.1 CONTEXTE

Le Maître d'œuvre Artelia a finalisé fin février l'AVP provisoire de l'arasement du seuil de Beauregard, avec définition des plans de l'aménagement.

La solution retenue au niveau du seuil consiste en un rideau de palplanches à l'amont et une crête et un parement aval en enrochements libres, comme défini sur la coupe ci-dessous :

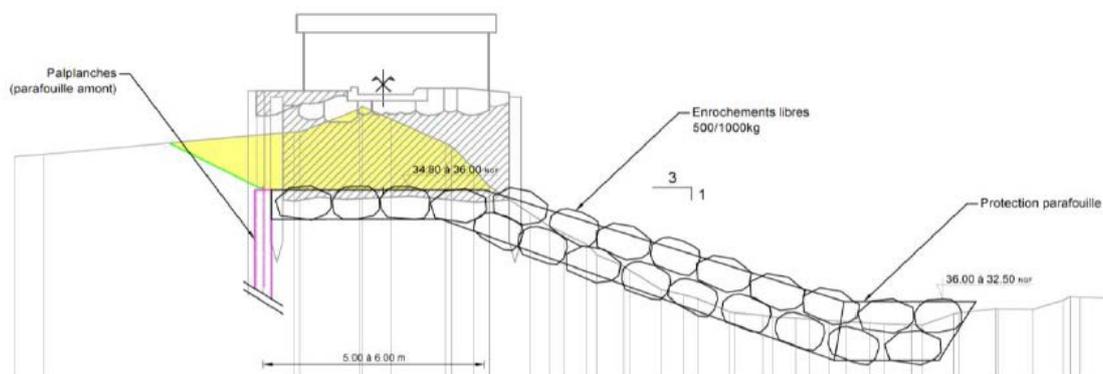


Figure 1-1 : profil en travers retenu pour le seuil dans l'étude AVP

La présente mission porte sur une modélisation hydraulique complémentaire de celle réalisée par Hydratec en 2016-2017, pour :

- vérifier la performance des aménagements définis au stade AVP,
- fournir les données hydrauliques nécessaires à la conception détaillée de l'ouvrage,
- évaluer les impacts hydrauliques et morpho dynamiques de l'aménagement pour le dossier de demande d'autorisation.

## 1.2 DEFINITION DES PRESTATIONS

Les simulations à réaliser sont regroupées en trois blocs :

### 1. Calage état actuel :

\*Reprise du modèle et affinage du calage en état actuel sur les lignes d'eau relevées en 2017-2018 pour les débits de 70 m<sup>3</sup>/s, 90 m<sup>3</sup>/s environ et 700 m<sup>3</sup>/s

### 2. Vérification de la performance des aménagements définis au stade AVP

\* Conditions hydrauliques (Z) au niveau de la prise d'eau de Lacapelette pour 30 m<sup>3</sup>/s et 60 m<sup>3</sup>/s. Le cas échéant si cote non respectée, proposer une adaptation de la géométrie.

\* Conditions hydrauliques (Z, H, V) sur le seuil et à proximité ; hauteur de chute amont/aval. Pour 4 débits : 30 m<sup>3</sup>/s, 60 m<sup>3</sup>/s, Module, débit de hautes eaux (soit QMN max soit 3x module, à confirmer). Pour examiner la franchissabilité piscicole.

\* Conditions hydrauliques (Z,H,V) et forces tractrices au niveau du seuil (crête, parement aval et aval seuil) pour deux débits à confirmer (hautes eaux, plein bord),

Un test de sensibilité en fonction des tolérances d'exécution sur l'altimétrie du seuil pour deux débits (30 m<sup>3</sup>/s, 60 m<sup>3</sup>/s) par rapport à :

- Cote d'eau à la station de Lacapelette
- Conditions de franchissabilité piscicole

\* proposition d'un profil bathymétrique en état aménagé.

### 3.Evaluation des impacts hydrauliques (Z, V) et morpho (forces tractrices) des aménagements définitifs et temporaires, pour alimenter le dossier réglementaire

\* Impact hydraulique des palplanches en phases travaux (palplanches prévues sur ½ largeur de Garonne, puis recépées en phase définitive) : deux phases (Rive gauche ; rive droite) ; 3 débits : débit moyen sur période de travaux, débit intermédiaire, débit décennal pour la période de travaux

\* Impact hydraulique des aménagements définitifs sur la ligne d'eau, le profil en long des vitesses et les forces tractrices : étiage, module, hautes eaux, Q2 ou plein bord, Q100).

## 2 RECALAGE DU MODELE

### 2.1 DONNÉES DE MESURES

On dispose des données de niveaux d'eau de la Garonne suite à trois campagnes de mesures récentes aux dates suivantes :

- 25 aout 2017, débit d'étiage de la Garonne de 70 m<sup>3</sup>/s,
- 06 octobre 2017, débit d'étiage de la Garonne de 90 m<sup>3</sup>/s,
- 25 mars 2018 , débit de la Garonne de 697 m<sup>3</sup>/s.

Les cartes ci-dessous précisent l'emplacement des mesures de niveaux effectuées lors de chaque campagne.

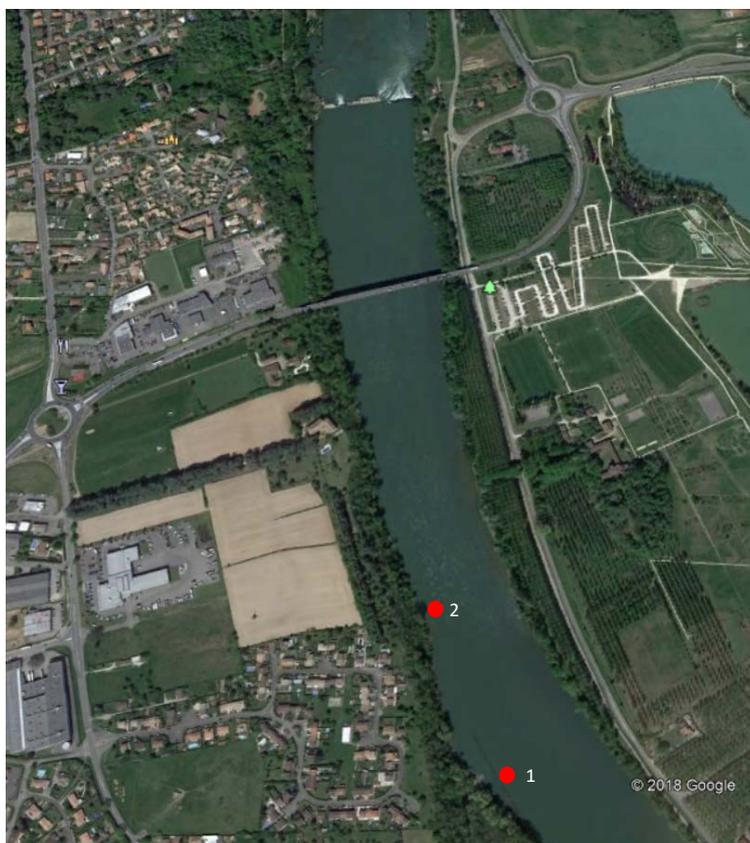


Figure 2-1 : localisation des points de mesures de niveaux d'eau au droit de la commune de Bellevue

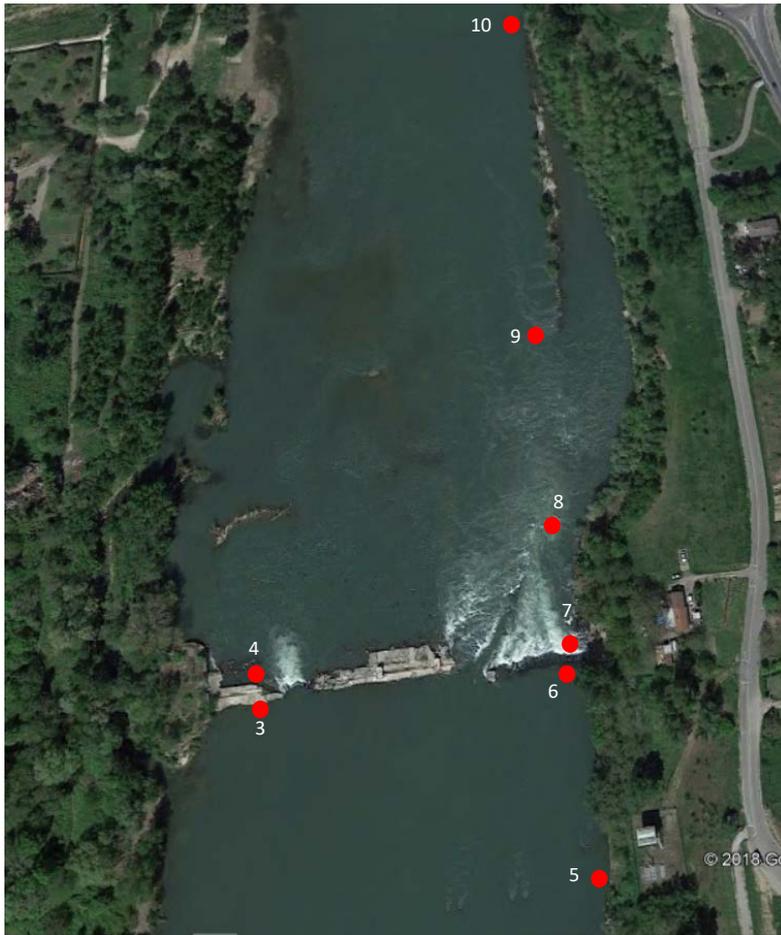


Figure 2-2 : localisation des points de mesures de niveaux d'eau en amont et en aval du seuil

## 2.2 RECALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE DE 2017

Le modèle de l'étude 2017 a été repris et a été simulé pour les débits relevés lors des campagnes de mesures ci-dessus. Les comparaisons entre les résultats des modèles et les mesures de niveaux montrent une surestimation des niveaux d'eau en aval du seuil d'environ +20cm en moyenne pour les 3 situations.

Une correction a en conséquence été appliquée au modèle sur le coefficient de Strickler : celui-ci a été relevé à la valeur  $K=35$ , contre  $K=30$  dans les simulations de 2016-2017.

Le tableau page suivante fournit les niveaux d'eau calculés avec ce nouveau calage, ainsi que les écarts en cote obtenus avec les mesures de niveaux d'eau.

L'écart moyen sur les valeurs absolues des écarts est inférieur ou égal à 11cm pour les 3 situations hydrologiques toutes stations confondues, avec une déviation standard de cet écart égal à 6 cm. La mesure en rouge dans le tableau apparaît suspecte compte tenu des écarts constatés avec les points de mesures proches et a donc été ignorée.

L'écart moyen est limité à 5cm si on ne considère que les 3 stations ( 8, 9, 10) en aval du seuil pour les situations d'étiage 30 et 60 m<sup>3</sup>/s.

On peut considérer ce calage acceptable au regard des objectifs de l'étude, mais aussi des données approximatives sur la bathymétrie et surtout la géométrie et l'état de dégradation du seuil actuel.

Numéro	08-mars-18			06-oct-17			25 aout 17		
	697 m3/s			91 m3/s			71.5 m3/s		
	mesure	calcul	ecart	mesure	calcul	ecart	mesure	calcul	ecart
1	39.36	39.45	0.09	36.74	36.62	-0.12	36.6	36.36	-0.24
2		39.39		36.65	36.58	-0.07		36.33	
3	39.17	39.2	0.03	36.37	36.5	0.13	36.23	36.24	0.01
4		38.28		35.87	35.78	-0.09	35.75	35.65	-0.1
5	39.13	39.24	0.11	36.32	36.51	0.19	36.17	36.24	0.07
6	39.01	39.1	0.09	36.29	36.51	0.22	36.08	36.22	0.14
7	<b>38.71</b>	38.17		35.85	35.8	-0.05	35.77	35.62	-0.15
8	38.13	38.17	0.04	35.82	35.79	-0.03	35.72	35.64	-0.08
9	38.16	38.2	0.04	35.8	35.78	-0.02	35.7	35.64	-0.06
10	38.03	38.15	0.12	35.74	35.77	0.03	35.68	35.63	-0.05
moyenne ecarts			0.07			0.09			0.1
stdv			0.04			0.06			0.06

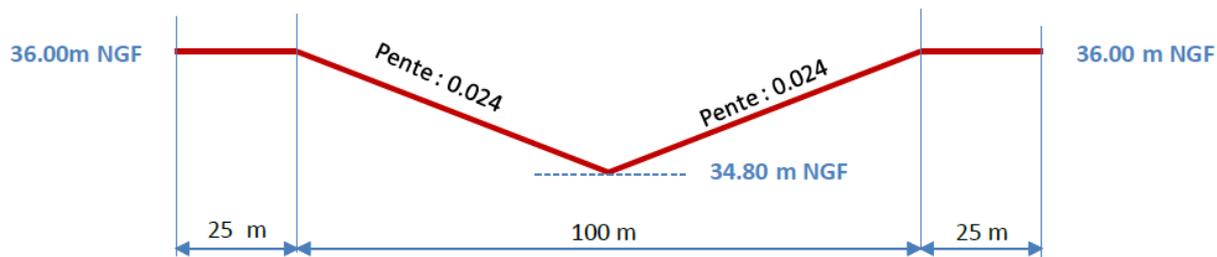
*Figure 2-3 : comparaison entre les niveaux d'eau calculés et mesurés après recalage du modèle hydraulique*

Note : la cote marquée en couleur rouge ci-dessus apparaît douteuse : le point no 7 est en aval du seuil et proche du point no 8 : cette proximité entre ces 2 points ne justifie pas l'écart de cote mesuré de près de 60 cm.

### 3 EVALUATION DE LA PERFORMANCE DES AMENAGEMENTS AVEC LE MODELE RECALE.

#### 3.1 ADAPTATION DU MODELE DANS L'ETAT FINAL AMENAGE.

Le profil en long du seuil dans l'état aménagé correspond à la solution V4ter :



L'étude AVP présente les profils en travers retenus le long du seuil pour respecter ce profil en long.

Le modèle hydraulique dans l'état aménagé a été adapté en reprenant le maillage existant pour reproduire au mieux les différents profils en travers de l'étude AVP.

La bathymétrie testée dans l'état final aménagé découle des hypothèses suivantes :

1. En aval du seuil : comblement de la fosse d'érosion en aval du seuil à la cote 32 m NGF,
2. En amont du seuil : arasement du toit sédimentaire à la cote d'arase du seuil, en amont immédiat de celui-ci, puis calage du toit sédimentaire sur une pente longitudinale d'environ 0.001 entre le seuil et la prise d'eau.

Les figures 3.2 et 3.3 ci-après reproduisent la bathymétrie du fond du lit dans l'état actuel et l'état final aménagé en appliquant les hypothèses ci-dessus.

Note : le comblement de la fosse d'érosion en aval du seuil à la cote 32 m NGF ne modifiera pas sensiblement la ligne d'eau. Cette proposition a pour objet de contribuer à corriger la dissymétrie des écoulements constatée actuellement et donc de compléter l'action bénéfique de l'arasement du seuil.

Elle est également motivée par des raisons de stabilité du parement aval du seuil, celui-ci pouvant présenter des risques de glissement en pied, si on n'envisage pas de combler partiellement la fosse existante ( cf. la figure 3.2 ci-après : le point bas de la fosse est à la cote 27.6 m NGF).



Figure 3-2 : bathymétrie du fond du lit – état initial



Figure 3-3 : bathymétrie du fond du lit – état final

Note : sur la carte ci-dessus les aplats en couleur désignent l'emprise des travaux d'arasement du seuil :

- couleur beige : implantation du profil en « V »,
- couleur bleue : localisation du profil horizontal à chaque extrémité,
- couleur marron : implantation ( approximative) du parement aval en enrochements.

Les profils G, M et D symbolisent les axes des profils de lignes d'eau calculées sur les figures 3.10 -3.12 ci-après.

### 3.2 RECALAGE DU PROFIL EN LONG SU SEUIL

Les simulations réalisées dans l'état aménagé montrent que :

- La cote d'eau objectif de 35.85 m NGF au droit de la prise d'eau est tout juste respectée pour le débit d'étiage de 60 m<sup>3</sup>/s,
- Cette cote atteint seulement 35.70 m pour le débit d'étiage de 30 m<sup>3</sup>/s

Cet écart avec le résultat de l'étude hydraulique de 2017 résulte du recalage du modèle qui fournissait des cotes supérieures d'environ +20 cm par rapport aux mesures de la campagne 2017-2018, en aval du seuil. Il est par conséquent logique de trouver des écarts similaires au droit de la prise d'eau.

Il apparaît au vu de ces résultats qu'il est nécessaire d'ajuster le calage altimétrique du seuil. On propose pour cela de translater le profil en long verticalement de +20cm, sans modifier la forme en « V » du profil de la figure 3.1.

Des tests complémentaires effectués pour le débit d'étiage de 30 m<sup>3</sup>/s montrent qu'un relèvement du seuil de + 20 cm fait remonter le niveau d'eau à la cote 35.86 m NGF au droit de la prise d'eau : la cote objectif au droit de la prise d'eau est respectée.

Ce niveau d'eau au droit de la prise d'eau atteint 36.10 m NGF pour un débit de 60 m<sup>3</sup>/s.

On propose en conséquence d'adopter le calage altimétrique suivant pour le profil en long du seuil :

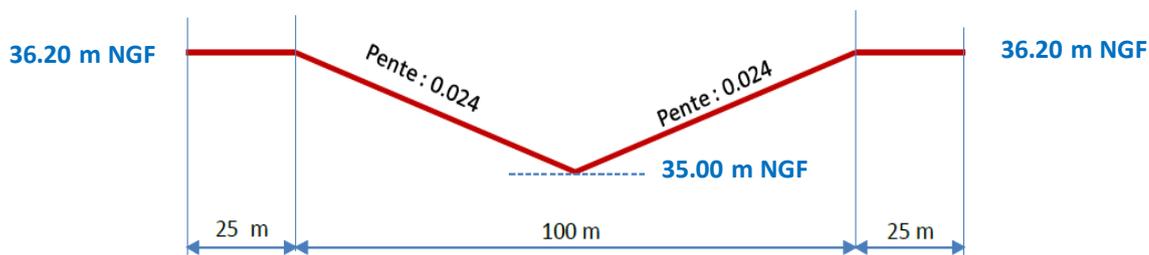


Figure 3-4 : profil en long retenu après recalage des lignes d'eau

### 3.3 CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS ET DES VITESSES

Les tests sont effectués pour 4 débits de Garonne :

- deux débits d'étiage sévères : 30 et 60 m<sup>3</sup>/s
- débit médian : 290m<sup>3</sup>/s,
- trois fois le débit médian : 870 m<sup>3</sup>/s

Sur les cartes pages suivantes sont reportés pour chaque test les hauteurs d'eau et les vecteurs vitesses en amont et à l'aval seuil.

On note un rééquilibrage des débits le long du seuil, mais le fort gradient transversal de la pente du fond de la Garonne en aval du seuil continue de favoriser une orientation des écoulements vers la rive droite pour les débits d'étiage.

Pour le débit médian et le débit de haute eaux de la Garonne la répartition des vitesses tend à s'homogénéiser le long du seuil dans l'état final, alors qu'elle reste très hétérogène dans l'état initial.

La figure 3.9 illustre le contraste entre la répartition des vitesses obtenues dans les deux situations pour le débit de 870 m<sup>3</sup>/s.

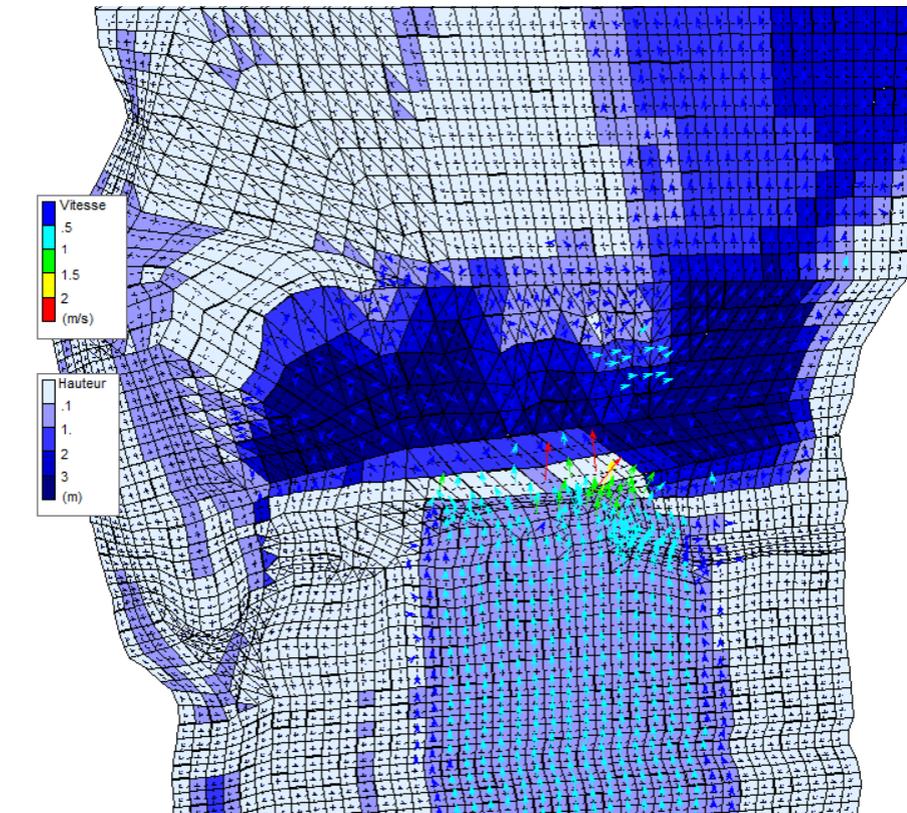


Figure 3-5 : carte des hauteurs d'eau et des vitesses -  $Q=30 \text{ m}^3/\text{s}$

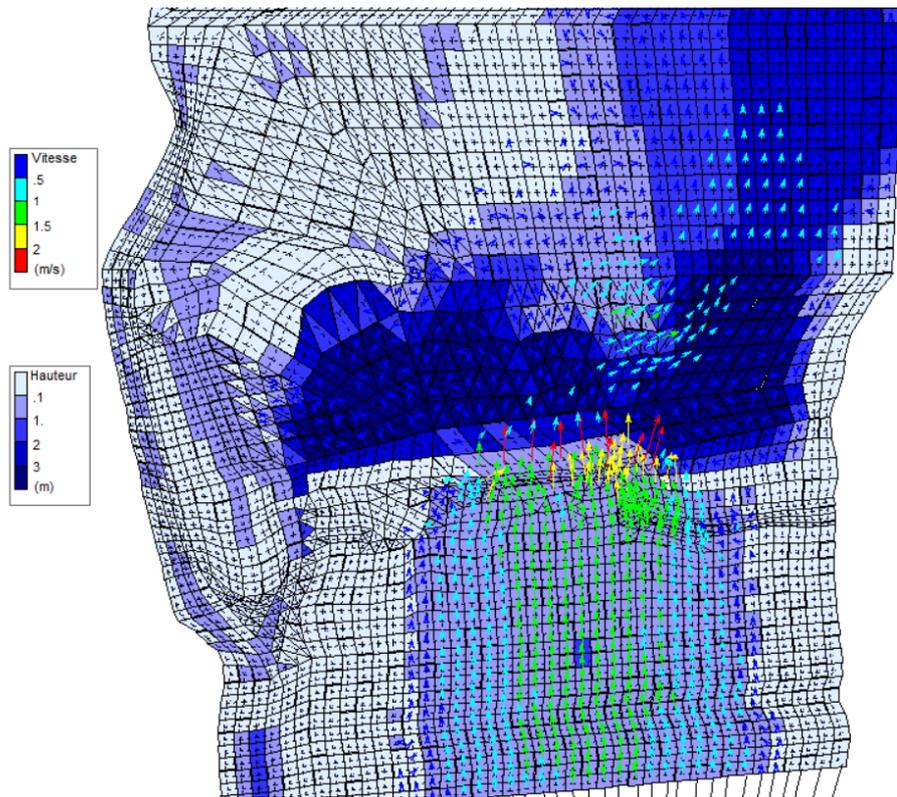


Figure 3-6 :: carte des hauteurs d'eau et des vitesses -  $Q=60 \text{ m}^3/\text{s}$

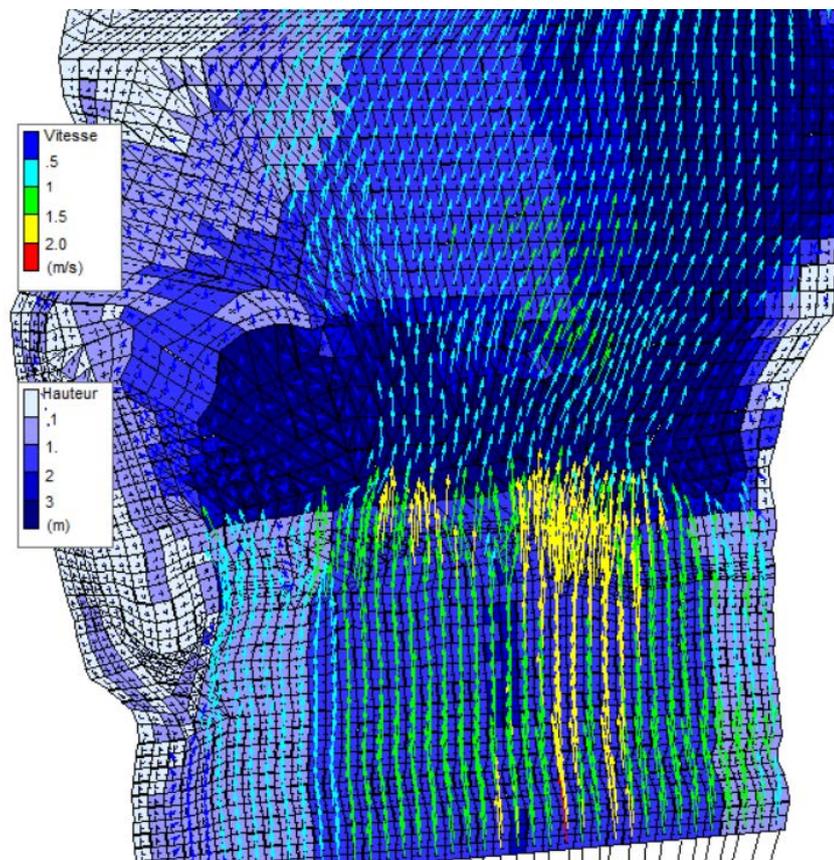


Figure 3-7 : carte des hauteurs d'eau et des vitesses -  $Q=290 \text{ m}^3/\text{s}$

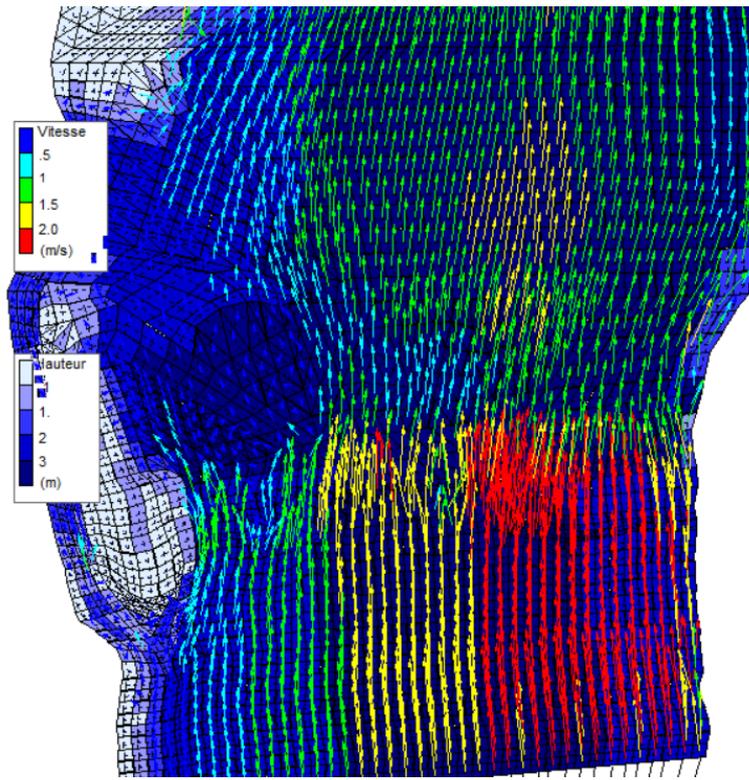
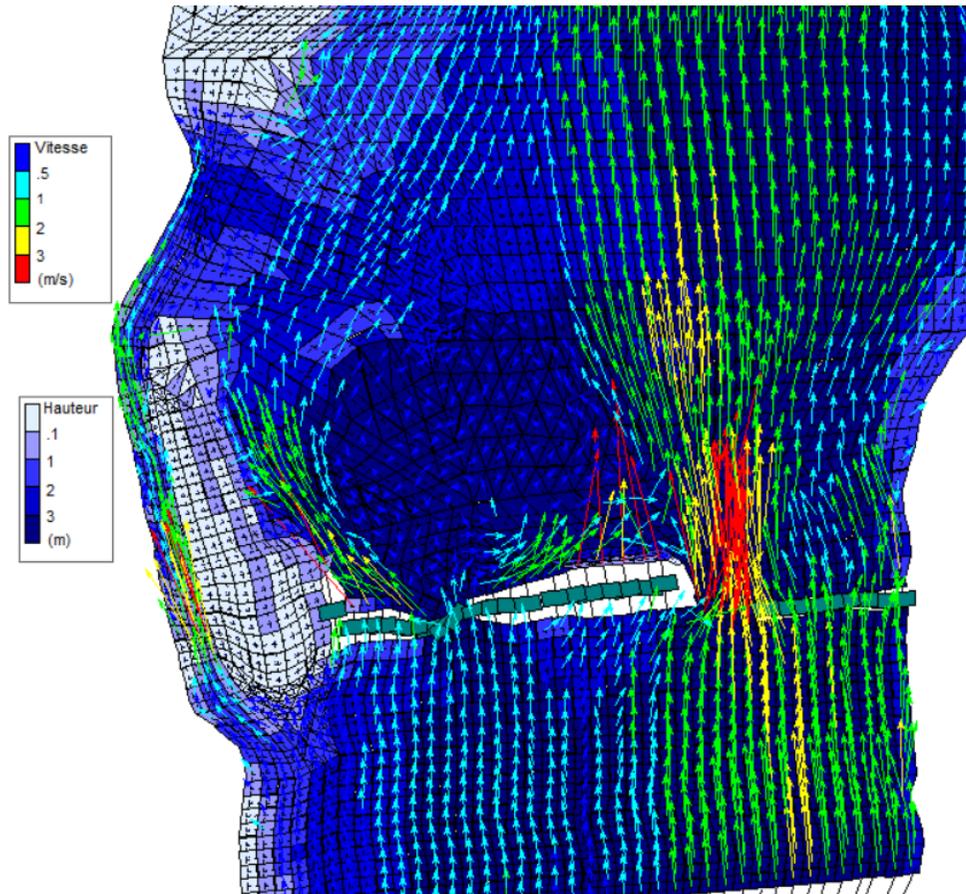


Figure 3-8 : carte des hauteurs d'eau et des vitesses -  $Q=870 \text{ m}^3/\text{s}$

Note : attention les échelles de vitesse sont différentes entre les figures 3.8 et 3.9.

Etat initial



Etat final

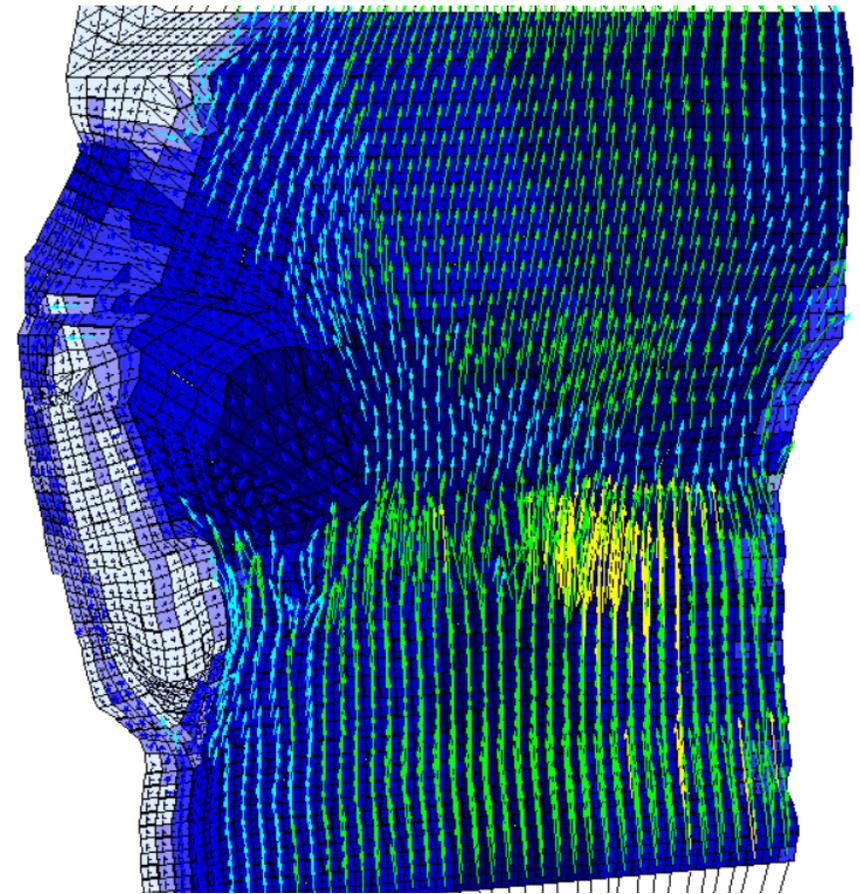


Figure 3-9 : comparaison des cartes de vitesses dans l'état initial et dans l'état final pour  $Q = 870\text{m}^3/\text{s}$

Note : attention les échelles de vitesse sont différentes entre les figures 3.8 et 3.9.

### 3.4 HAUTEURS DE CHUTE AU FRANCHISSEMENT DU SEUIL

Les graphes ci-dessous reproduisent les profils en long de la Garonne au voisinage du seuil selon trois axes :

- dans l'axe de la Garonne, correspondant à la cote basse du seuil (profil M)
- de part et d'autre de l'axe central , à une distance d'environ 40 m de l'axe central ( profils G et D)

Ces axes sont positionnés sur la figure 3.3.

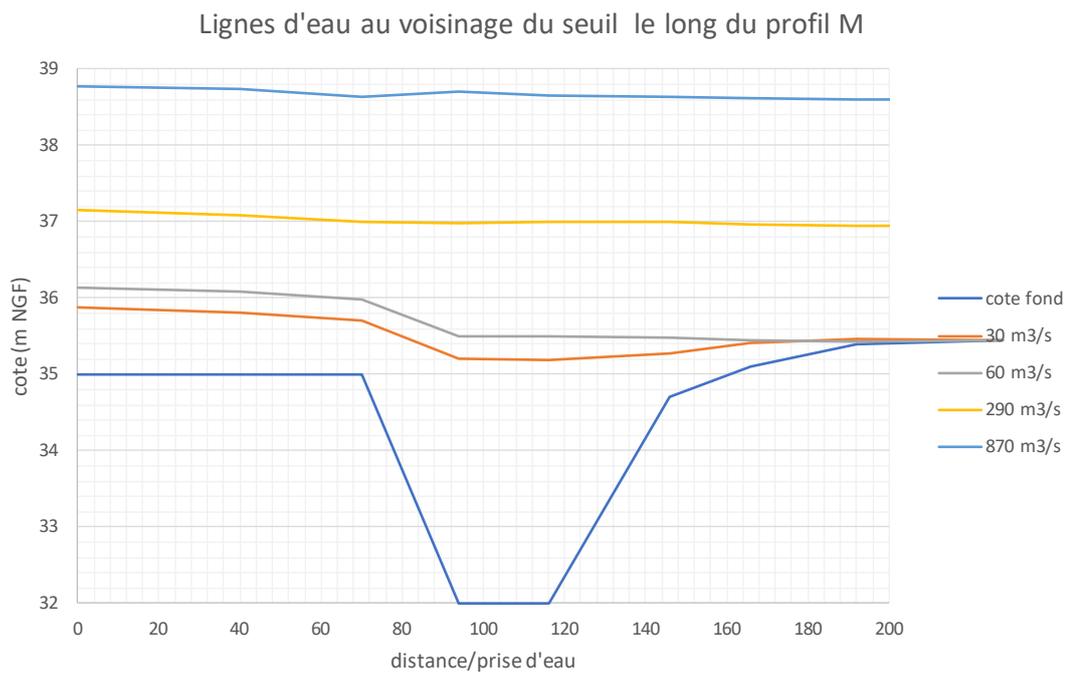


Figure 3-10 : profils en long de lignes d'eau le long de l'axe central M

### Lignes d'eau au voisinage du seuil le long du profil G

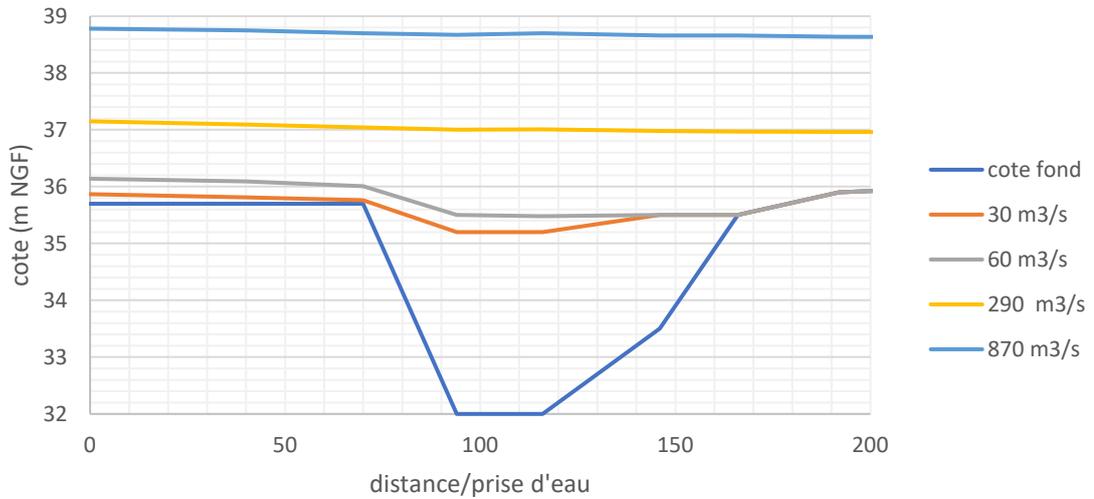


Figure 3-11 : profils en long de lignes d'eau le long de l'axe rive gauche

### Lignes d'eau au voisinage du seuil le long du profil D

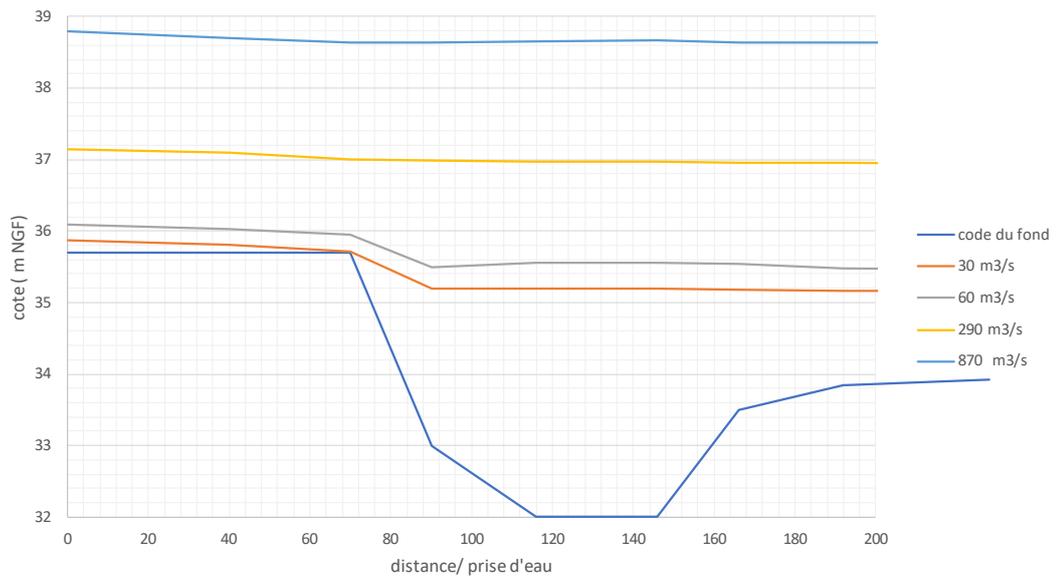


Figure 3-12 : profils en long de lignes d'eau le long de l'axe rive droite

L'examen de ces profils montre que :

- Le franchissement du seuil s'accompagne d'une chute d'eau variant entre 50cm et 53cm selon la position le long du seuil et pour un débit de 30 m<sup>3</sup>/s,
- La chute est limitée à 40 cm pour un débit de 60 m<sup>3</sup>/s.
- Elle est de quelques cm pour les débits de 290 et 870 m<sup>3</sup>/s.

### 3.5 VITESSE D'ÉCOULEMENT AU FRANCHISSEMENT DU SEUIL

La figure ci-dessus montre les niveaux d'eau et le module de vitesse d'écoulement le long du seuil avec l'abscisse origine en rive gauche. L'axe du seuil le long duquel les vitesses sont calculées est représenté en tireté bleu sur la figure 3.3.

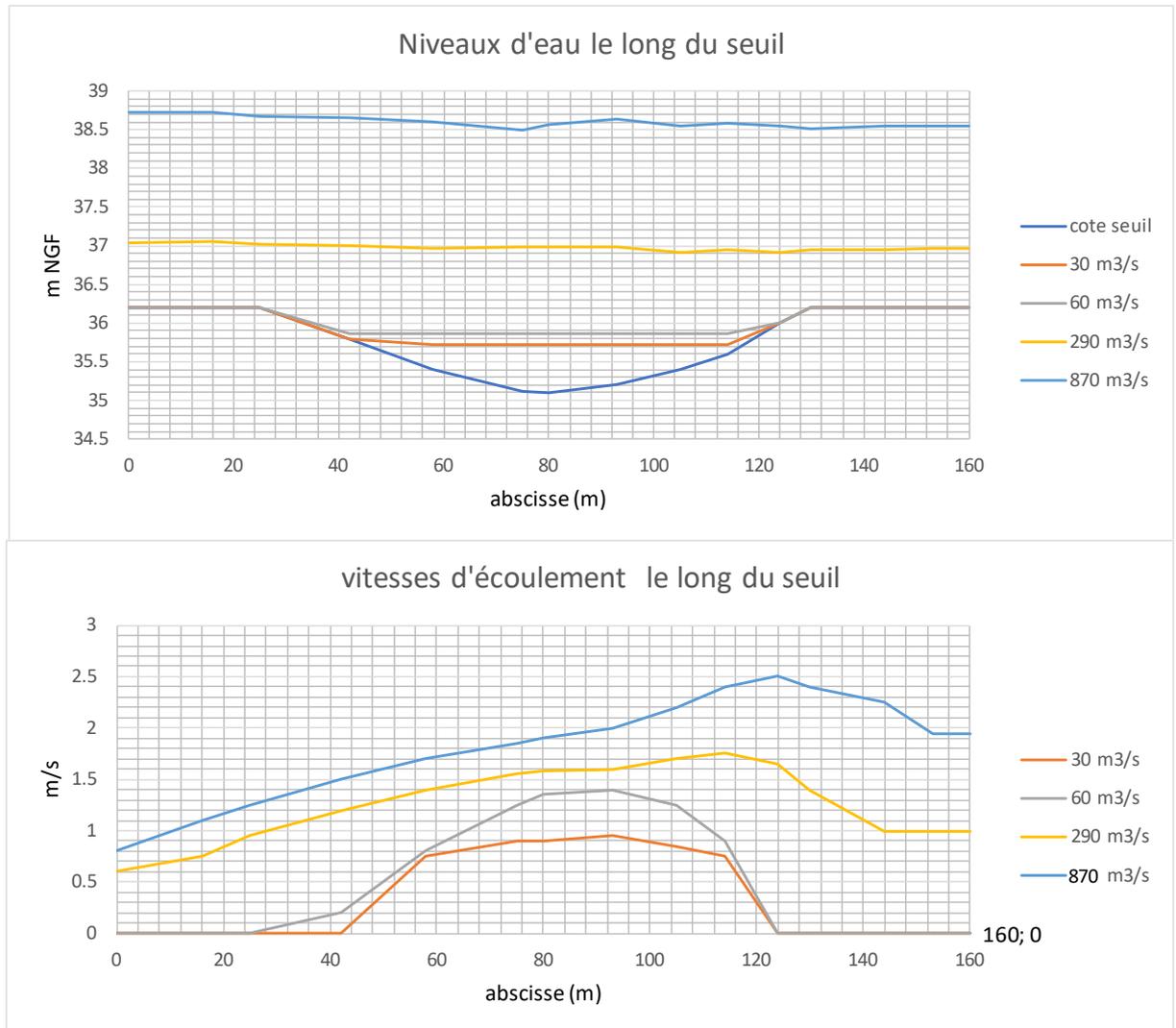


Figure 3-13 : niveaux d'eau et vitesses le long du seuil

Les vitesses de courant au droit du franchissement dépassent localement 2m/s pour les débits d'étiage, elles restent partout inférieures à 2m/s pour le module ( 290 m<sup>3</sup>/s) et dépassent de nouveau localement 2m/s pour le débit de 870 m<sup>3</sup>/s.

On note une dissymétrie du profil des vitesses, d'autant plus marquée que le débit augmente : la vitesse maximum est localisée approximativement vers la rive droite le long de l'axe D pour les débits sollicitant la totalité de la longueur du seuil.

Les écoulements sont dénoyés pour les débits de 30 et 60 m<sup>3</sup>/s au droit du centre du « V » Pour ces débits les vitesses le long du parement aval du seuil sont localement plus importantes ; elles atteignent 3 m/s localement au niveau du profil M. Cette vitesse est cohérente avec l'expression classique reliant la vitesse à la hauteur de chute H :

$$V = \text{SQRT} ( 2gH)$$

### 3.6 FORCES TRACTRICES

Les forces tractrices sur le seuil sont calculées ci-après pour deux débits :

- le débit de hautes eaux : 1200 m<sup>3</sup>/s,
- le débit plein bord : 2800 m<sup>3</sup>/s.

La force tractrice locale sur le seuil est évaluée au moyen de l'expression suivante, valide pour un écoulement fortement noyé :

$$\tau_0 = \gamma_w \frac{V^2}{K^2 R^{\frac{1}{3}}}$$

Où R est le rayon hydraulique, égale à la hauteur d'eau au-dessus du seuil.

V est la vitesse d'écoulement au franchissement du seuil,

R est la hauteur d'eau au-dessus du seuil

K est le coefficient de Strickler, pris égal à 20.

La carte page suivante montre la distribution des modules de vitesses pour les deux débits précités. Les vitesses d'écoulement sont fortement dissymétriques, l'écoulement en amont du seuil reste concentré coté rive droite

Les vitesses maximales atteignent localement :

- 3m/s pour le débit de 1200 m<sup>3</sup>/s,
- 4m/s pour le débit de plein bord : 2800 m<sup>3</sup>/s.

Les forces tractrices correspondantes sont données ci-dessous ::

Débit ( m3/s)	Cote d'eau au franchissement (m NGF)	R (m)	V (m/s)	K	Force tractrice (Newton/m <sup>2</sup> )
1200	39.35	4.35	3	20	<b>135.7</b>
2800	42.14	7.14	4	20	<b>204.9</b>

Si on se base sur le débit de plein bord et une rugosité d'enrochements correspondant à K=20.0, Il convient de dimensionner et d'agencer les blocs pour résister à une force tractrice de 200 N/m<sup>2</sup>.

La carte page suivante précise les vecteur vitesse calculé au franchissement du seuil pour le débit de 2800 m<sup>3</sup>/s.

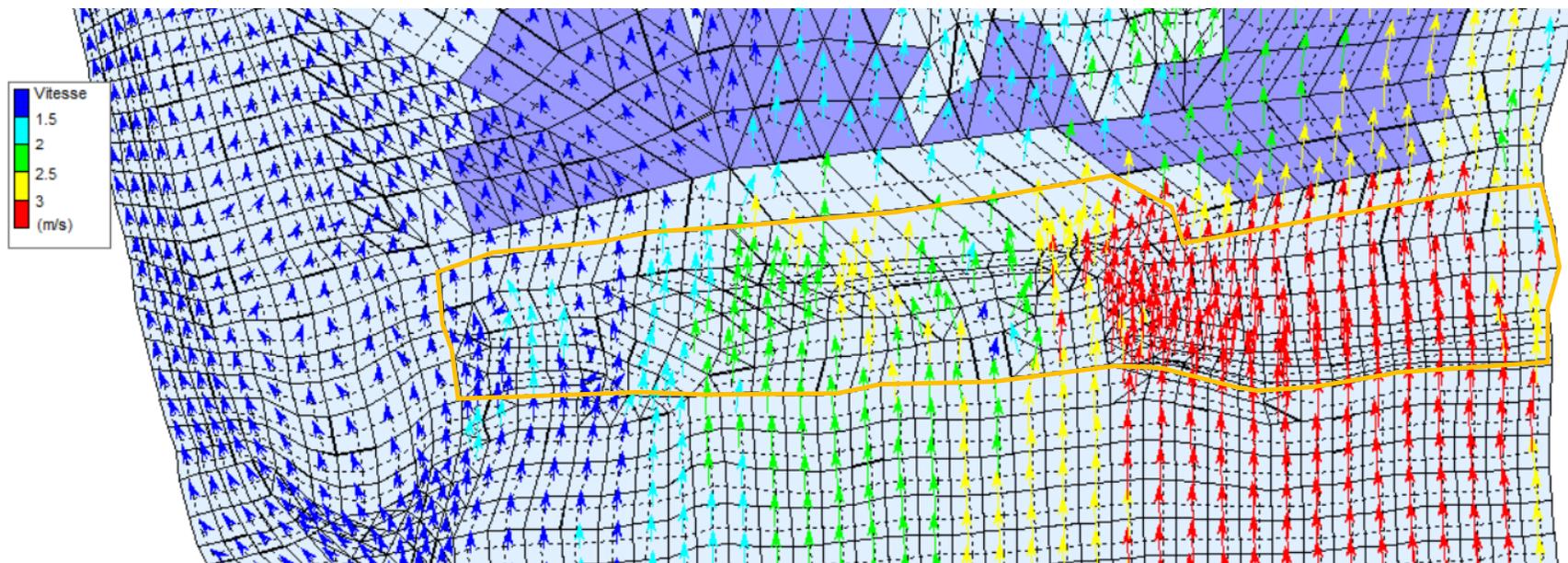


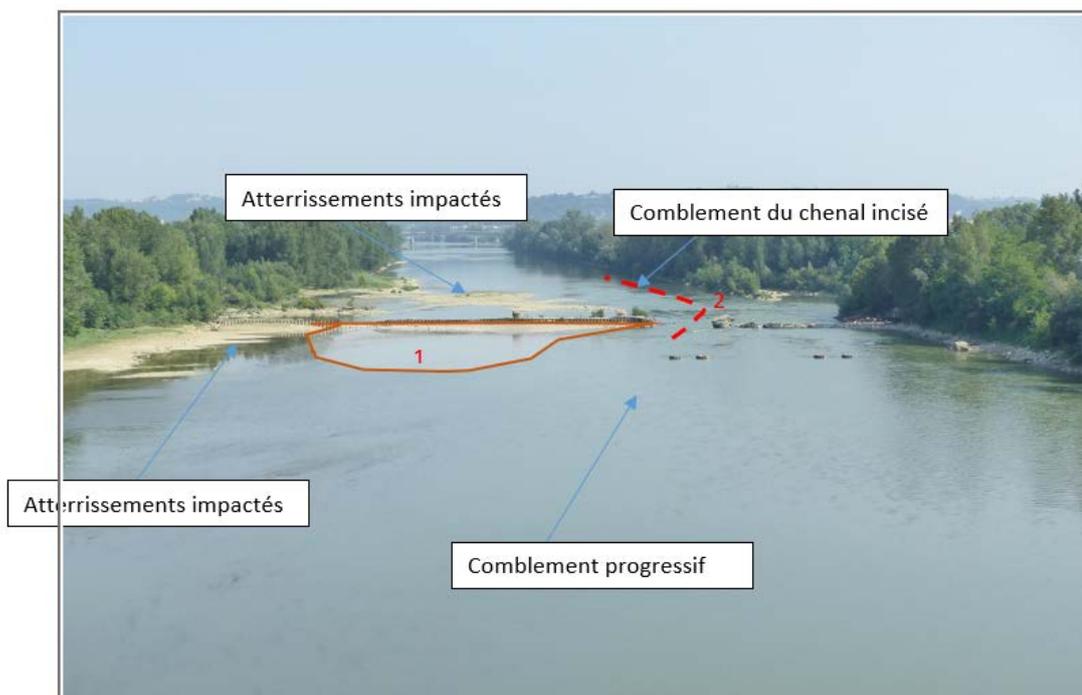
Figure 3-14 : carte des vecteurs vitesses au franchissement du seuil pour le débit de  $2800 \text{ m}^3/\text{s}$

### 3.7 ASPECTS MORPHOLOGIQUES

Il apparaît souhaitable de répartir le plus uniformément possible les débits le long du seuil, afin d'éviter de générer des vitesses locales élevées et donc des risques de dégradations locales du futur seuil.

Il convient pour cela de disposer d'une bathymétrie relativement uniforme à l'aval du seuil, ce qui n'est pas le cas dans les hypothèses retenues dans du §31 sur l'état final.

Dans l'analyse hydraulique préliminaire les conclusions de l'analyse morphologique étaient les suivantes :



« La figure ci-dessus permet d'identifier les zones qui seront affectées par la reprise de l'ouvrage. Nous ne reprendrons pas ici les impacts que le calage du profil en long induit dans la partie amont (chap., 7 du rapport d'étude). Il convient de préciser que ces estimations sont établies à dire d'expert et ne sont pas quantifiées par une modélisation mathématique qui permettrait de visualiser les corrections du fond du lit avec les nouvelles conditions d'écoulement suivant différents scénarios de crue.

Ces évolutions probables tiennent compte de la mise en place des systèmes correctifs sur les berges (notamment en rive droite en aval de l'ouvrage) et du comblement de la passe profonde au droit la brèche actuelle.

A moyen terme, au niveau local, on peut avancer que les atterrissements en rive gauche (en amont du seuil) seront mobilisés jusqu'à la cote du nouveau seuil (depuis la berge actuelle vers le centre de l'ouvrage). Un talus de berge en raccordement avec le nouveau banc alluvial pourra être visible et plus prononcé qu'à l'heure actuelle. Cet atterrissement présentera une pente décroissante depuis la berge jusqu'à l'encoche centrale en suivant la géométrie de l'ouvrage. La partie en rive droite à partir de l'encoche aura tendance à se combler dans un premier temps (comblement du chenal actuel lié à la brèche) pour reprendre un profil en travers plus conforme avec les nouvelles conditions et répartitions des écoulements. La zone de dépôt N°1 sera emportée dès les premières crues. Cette reprise se fera depuis le point bas du seuil entraînant une érosion régressive

ponctuellement et uniquement sur ce banc en forme concentrique jusqu'à ce que le toit du seuil soit atteint au niveau du banc et que la continuité du transit soit assurée.

A plus long terme, le comblement progressif de l'ouvrage assurera la continuité amont/aval et permettra le maintien du plan d'eau amont, pérenniser la présence de la biodiversité qui lui est inféodée et surtout assurera les conditions de fonctionnement de la station de pompage.

Dans la partie aval, avec le comblement de la fosse en rive droite on pourra assister à un recentrage des écoulements (n°2). L'érosion progressive et la déstabilisation des berges en rive droite sera moindre (solicitation de ce secteur diminuée). L'évolution bathymétrique du fond du lit sera conforme à tout ouvrage transversal, avec la mise en place d'une partie plus profonde en aval et au droit de la partie la plus basse du seuil. Les atterrissements aval, dans la partie centrale et en rive gauche seront amenés à évoluer dans un premier temps avec une remobilisation et une propagation vers l'aval, jusqu'au comblement de la partie amont, pour ensuite progressivement se reformer. L'apparition probable de plusieurs chenaux d'écoulement sur ce banc central aval, en basses eaux, et la reconnexion de la berge rive gauche favorisera la mise en place d'une plus grande diversité des milieux terrestre et aquatique (étagement de la végétation rivulaire depuis le lit jusqu'en haut de berges). Au niveau de l'évolution des berges et de la ripisylve, la remobilisation plus fréquente de la banquette en rive gauche en aval favorisera la régénération du milieu et le renouvellement des essences, dont certains sujets sont vieillissants actuellement. »

Au vu de cette expertise il n'est pas certain que les atterrissements coté berge rive gauche en aval du seuil soient partiellement entraînés par la nouvelle reconfiguration des écoulements. Or ces atterrissements contribuent à la dissymétrie de l'écoulement en crue et donc à l'existence de fortes vitesses locales au franchissement du seuil. Les vitesses calculées dans la zone d'atterrissements aval pour le débit de plein bord sont comprises entre 0.5 et 1.5 m/s : elles apparaissent insuffisantes pour entraîner le banc actuel de sédiments qui est en partie végétalisé.

Pour espérer entraîner partiellement ce banc il serait nécessaire de procéder à des incisions en période d'étiage, Cette opération pourra être menée après une période observation de 2-3 ans si la non mobilisation de ce banc est confirmée.

### 3.8 ANALYSE DE SENSIBILITE

Afin de vérifier le calage altimétrique optimum du seuil en « V » deux simulations variantes ont été effectuées pour les débit d'étiage de 30 et 60 m<sup>3</sup>/s.

- variante 1 : point bas du seuil calé à la cote 34.90 m NGF
- variante 2 : point bas du seuil calé à la cote 35.10 m NGF.

Le tableau suivant fournit pour chaque scénario le niveau d'eau calculé au droit de la prise d'eau, ainsi que la chute au franchissement du seuil :

niveau d'eau - prise d'eau Lacapelette ( m NGF)			Chute au franchissement du point bas duseuil ( m)		
cote seuil	q=30 m3/s	q=60 m3/s	cote seuil	q=30 m3/s	q=60 m3/s
zs=34.90 mNGF	35.78	35.9	zs=34.90 mNGF	0.4	0.28
zs=35.00 mNGF	35.87	36.1	zs=35.00 mNGF	0.53	0.41
zs=35.10 mNGF	35.95	36.17	zs=35.10 mNGF	0.63	0.52

Les valeurs en rouges expriment une non-conformité aux critères d'acceptabilité retenus :

- pour  $z_s=34.9$  m NGF , on n'atteint pas le niveau d'eau souhaité à la prise d'eau pour le débit d'étiage le plus sévère.
- Pour  $z_s=35.1$  m NGF la hauteur de chute excède 60 cm pour le débit d'étiage le plus sévère.

En conclusion le choix d'un calage du point bas du seuil à la cote  $z_s=35.0$  m NGF apparait, après recalage du modèle, comme un bon compromis entre les deux exigences contradictoires imposées, à savoir d'une part au niveau de la prise d'eau et au d'autre part au franchissement du seuil à l'étiage.

## 4 EVALUATION DES IMPACTS HYDRAULIQUES ET MORPHOLOGIQUES EN PHASES TRAVAUX

### 4.1 PHASES TRAVAUX A CONSIDERER

La période de travaux se déroulera sur deux saisons. Il convient de considérer trois phases distinctes :

1. Phase 1 : aménagement du seuil sur un demi largeur de Garonne coté rive gauche sur une durée de 3 mois en période estivale ( Aout-septembre-octobre).
2. Phase 1bis : période intermédiaire qui s'étale sur la période hivernale qui suit et au cours de laquelle le chantier reste au repos.
3. Phase 2 : aménagement du seuil sur la demi largeur de Garonne coté rive droite sur une durée de 3 mois en période estivale ( Aout-septembre-octobre).

Les emprises de chantier correspondant à chaque phase sont précisées sur la carte ci-dessous :



Figure 4-1 : plan de phasage des travaux

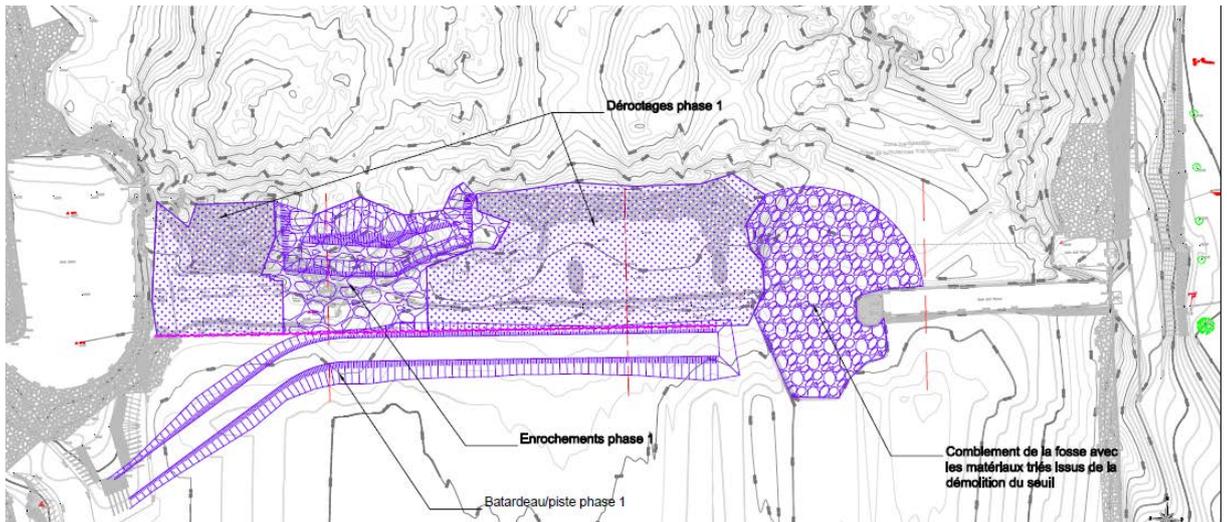


Figure 4-2 : dispositions constructives en phase 1 de travaux

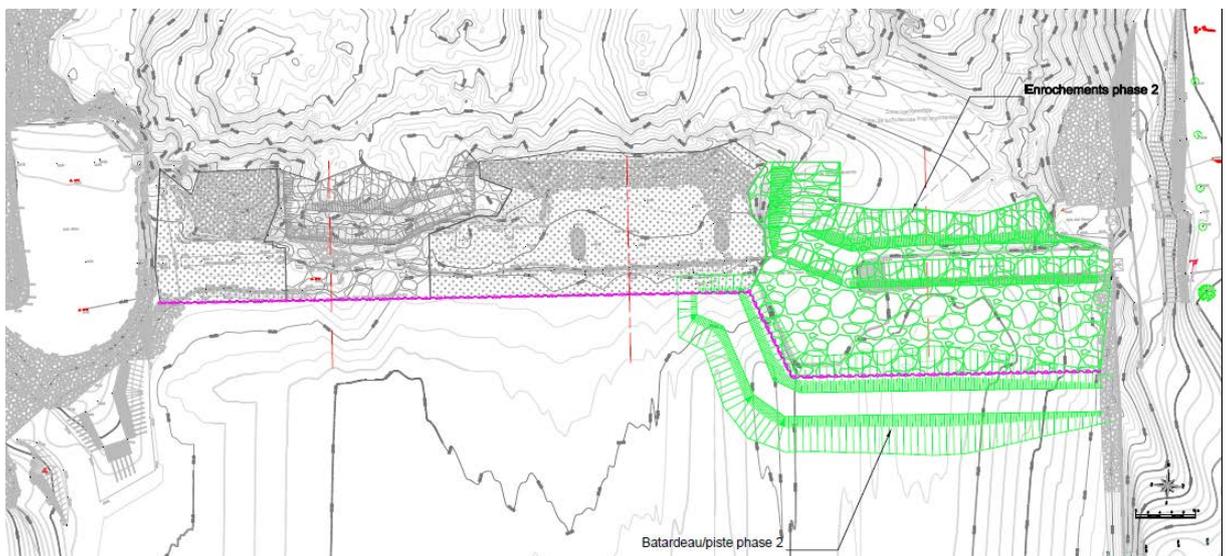


Figure 4-3 : disposition constructives en phase 2 de travaux.

Les dispositions constructives prévues dans l'AVP en phases 1 et 2 de travaux sont définies sur les figures 4.2 et 4.3 ci-dessus :

En phase 1 :

- construction d'une piste de chantier arrasée à la cote 38.0 m NGF, soit 20 cm sous la cote d'arase du seuil actuel coté rive gauche,
- battage d'un rideau de palplanches le long du parement amont à une cote d'arase au plus égale à 38 m NGF,
- déroctage du seuil existant et aménagement du nouveau seuil à la cote définitive du seuil aménagé,
- comblement partiel de la fosse en aval de la brèche principale avec les matériaux concassés issus du seuil actuel,
- recépage du rideau de palplanches à la cote d'arase du seuil aménagé.

- enlèvement de la piste de chantier.

#### En phase 2 :

- construction d'une piste de chantier arrasée à la cote 38.0 m NGF ; la cote d'arase du seuil actuel varie entre 35.5 et 37.20 m NGF coté rive droite
- battage d'un rideau de palplanches le long du parement amont avec arasement à la cote 38.0 m NGF,
- déroctage de seuil existant et aménagement du nouveau seuil à la cote définitive du seuil aménagé,
- démontage de la piste en fin de chantier.

## **4.2 ANALYSE QUALITATIVE DES IMPACTS ATTENDUS EN PHASE DE CHANTIER**

### **4.2.1 Phase 1 de chantier**

Les dispositions constructives adoptées n'auront aucun impact hydraulique ou morphologique notable dans la mesure où la cote d'arase de la piste de chantier et des palplanches est alignée sur la cote de seuil du demi ouvrage existant.

### **4.2.2 Phase 1bis**

Dans cette phase le demi seuil entre la rive gauche et la brèche principale est arasé à sa cote définitive, mais la brèche principale actuelle est conservée et le demi seuil actuel coté rive droite est conservé. Cette disposition va entraîner une baisse possible du plan d'eau en période de basses eaux, ce qui sera le cas en fin de la phase 1 de chantier. Il importe donc de vérifier que le niveau d'eau minimum admissible de 26.85 m NGF est bien respecté au droit de la prise d'eau de Lacapelette, et si ce n'est pas le cas, modifier les dispositions de chantier en fin de phase 1 de travaux. Ce point est investigué au § 4.3 ci-après.

Concernant les impacts pour les forts débits la situation de l'aménagement en phase 1bis conduira à des niveaux maxima toujours inférieurs à ceux de la situation initiale. Les impacts seront donc toujours positifs en termes de lignes d'eau. ( la présence de la brèche secondaire en situation actuelle laisse passer un débit très limité et n'influe pratiquement pas sur la configuration des écoulements en période de crue).

### **4.2.3 Phase 2**

Dans cette phase le seuil provisoire coté rive droite constitué par la piste de chantier est relevé à la coté 38.0 m NGF, ce qui peut induire des surcotes par rapport à la situation actuelle si une crue survient pendant la période de travaux.

### 4.3 SIMULATIONS

L'analyse d'impact en phase travaux porte sur la cote d'eau atteinte au droit de la prise d'eau pour 4 débits de Garonne :

- deux débits d'étiage : 60 et 90 m<sup>3</sup>/s,
- un débit moyen, correspondant au débit maximum mensuel : 700 m<sup>3</sup>/s
- le débit de plein bord : 2800 m<sup>3</sup>/s.

Le diagramme ci-dessus compare les niveaux obtenus pour chaque débit et 4 configurations :

- état initial,
- phase 1 de travaux,
- phase intermédiaire 1b,
- phase 2 de travaux.

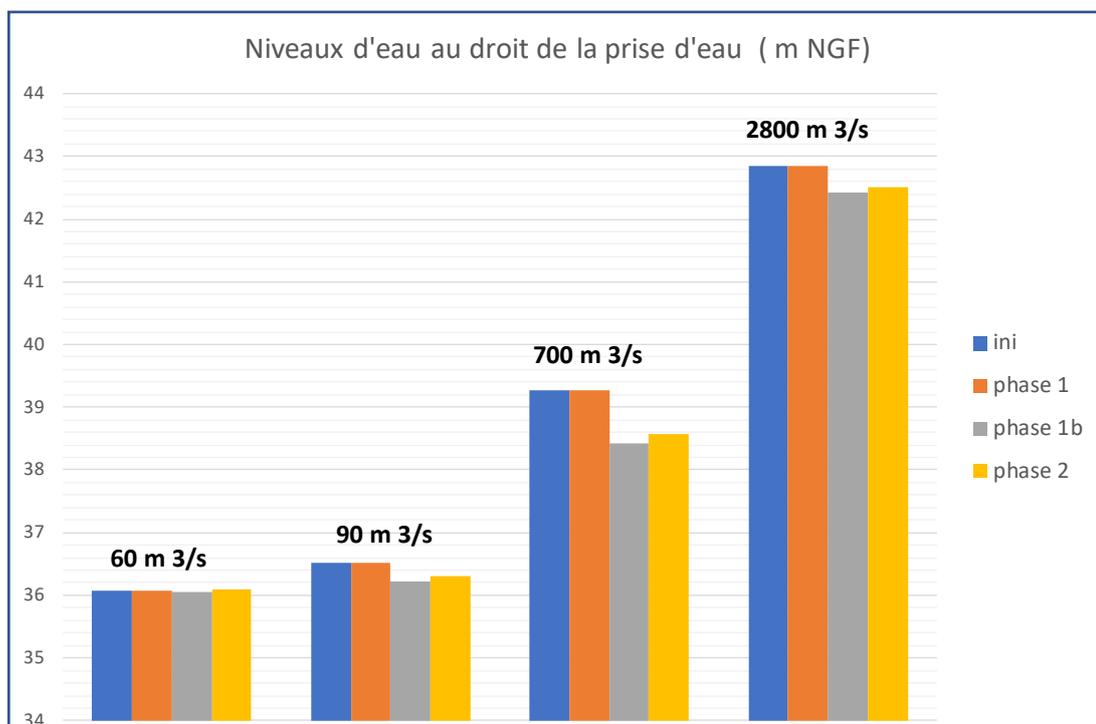


Figure 4-4 : impact des aménagements en phase travaux

L'examen de ce diagramme montre que :

- l'impact hydraulique sur le niveau d'eau est pratiquement nul en phase 1 de travaux,
- la phase 1b induit un abaissement des niveaux d'eau entre 3 et 20 cm à l'étiage, et entre 40 et 80 cm en période de hautes eaux et de crue. La cote d'eau à l'étiage reste néanmoins supérieure à 36.0 m NGF.
- la phase 2 induit un relèvement des niveaux d'eau entre 5 et 10 cm par rapport à la phase 1B.

Les impacts sur les vitesses en phase 1b et 2 se traduisent par une meilleure répartition des vitesses vers la rive droite, ce qui va dans le sens souhaité.

De ces résultats on peut conclure que les impacts des aménagements en phases travaux restent limités et acceptables vis-à-vis des contraintes de maintien de plan d'eau à l'étiage et de niveaux maxi en période de crue.

A noter que la cote 38.00 m NGF est dépassée pour un débit approximatif de 650 m<sup>3</sup>/s. Ce débit peut être atteint durant les mois de travaux. Il a notamment été dépassé lors du mois d'octobre 2011.

Cet événement peut donc se produire et se traduire par la submersion du rideau de palplanches et probablement la détérioration du chemin de chantier en amont. Les conséquences de cet événement seront limitées si le rideau de palplanches résiste à la poussée de l'eau.

Il convient néanmoins d'établir une veille de crue pendant les travaux de façon à assurer à temps l'évacuation du chantier et les mesures conservatoires appropriées, afin de limiter les désordres au chantier occasionnés par ce risque de submersion.

## 5 IMPACT HYDRAULIQUE DES AMENAGEMENTS DEFINITIFS

On récapitule ci-après les impacts des aménagements définitifs sur la ligne d'eau, la vitesse et les forces tractrices pour les débits suivants :

- 60 m<sup>3</sup>/s : étiage,
- 290 m<sup>3</sup>/s : médian
- 1200 m<sup>3</sup>/s : hautes eaux,
- 2800 m<sup>3</sup>/s : plein bord,
- 4700 m<sup>3</sup>/s : crue décennale.

### 5.1 IMPACT SUR LES LIGNES D'EAU

Le graphe ci-dessus regroupe les profils en long des lignes d'eau calculées dans les situations initiale et aménagée :

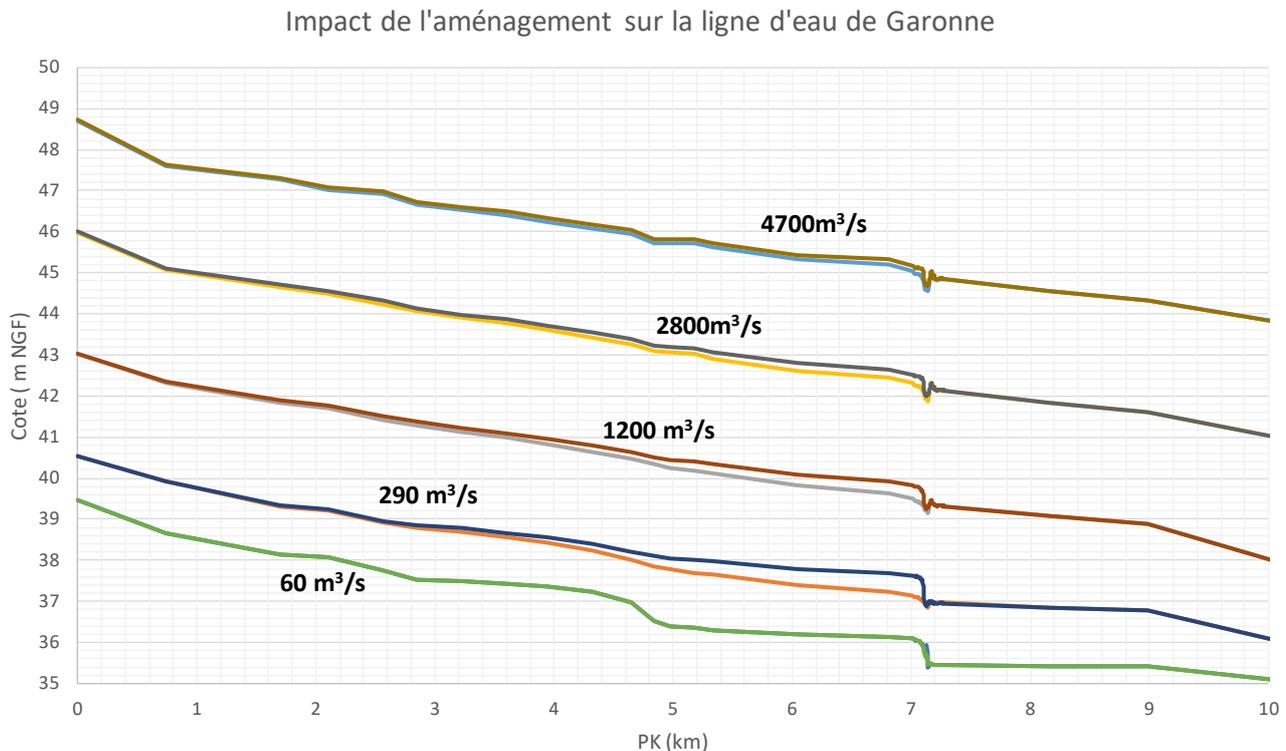


Figure 5-1 : profil en long de lignes d'eau en situation initiale et aménagée.

Le seuil est localisé au PK 7.2 approximativement. ( l'origine PK0 est localisé au niveau du pont de St Pierre de Gaubert). On note pour tous les débits simulés un abaissement de la ligne d'eau : cet abaissement est de 10 cm pour 60 m<sup>3</sup>/s, il est maximal pour 290 m<sup>3</sup>/s avec un abaissement de 70 cm en amont immédiat du seuil, puis décroît pour les débits plus élevés. A 4700 m<sup>3</sup>/s l'impact devient faible mais pas totalement négligeable , avec un abaissement maximal d'environ 10 cm.

La distance amont du seuil pour lequel l'impact devient négligeable ( inférieur à 1cm) est fonction du débit de la Garonne. Cette distance est précisée dans le tableau ci-dessous :

Débit Garonne ( m <sup>3</sup> /s)	Limite amont de l'impact sur la ligne d'eau (km)
60	0.1
290	4.0
1200	5.0
2800	6.0
4700	9.0

L'impact de l'aménagement sur la ligne d'eau aval est négligeable sauf localement à moins de 100m en aval du seuil

Avec le calage retenu pour le profil longitudinal du seuil on respecte en étiage la double condition :

- de respect de la cote 26.85 m NGF au droit de la prise d'eau de Lacapelette,
- de franchissabilité piscicole avec une chute inférieure à 53 cm pour tous les débits testés.

## 5.2 IMPACT SUR LES VITESSES

Les cartes page suivantes restituent la courantologie calculée pour le débit de hautes eaux ( 1200 m<sup>3</sup>/s) et le débit de plein bord ( 2800 m<sup>3</sup>/s) et pour les deux situations : initiale et aménagée.

L'examen de ces cartes met en évidence la meilleure diffusion des vitesses, et donc des débits le long du seuil, mais il subsiste malgré tout une dissymétrie des écoulements avec une plus forte concentration coté rive droite en raison du fort pendage transversal du profil bathymétrique en aval du seuil.

État initial

État final

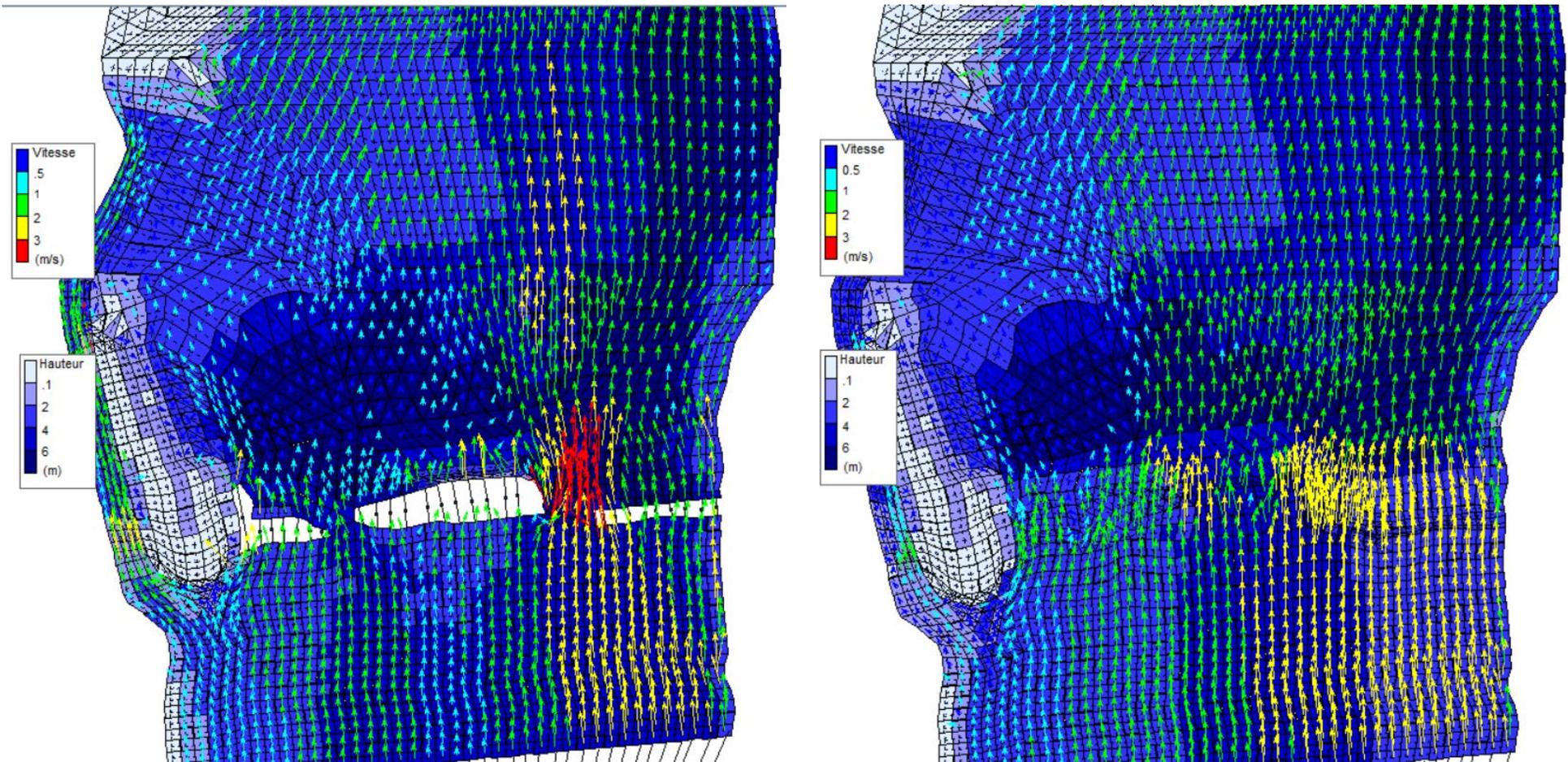


Figure 5-2 : cartes de vitesses calculées pour  $Q=1200 \text{ m}^3/\text{s}$

État initial

État final

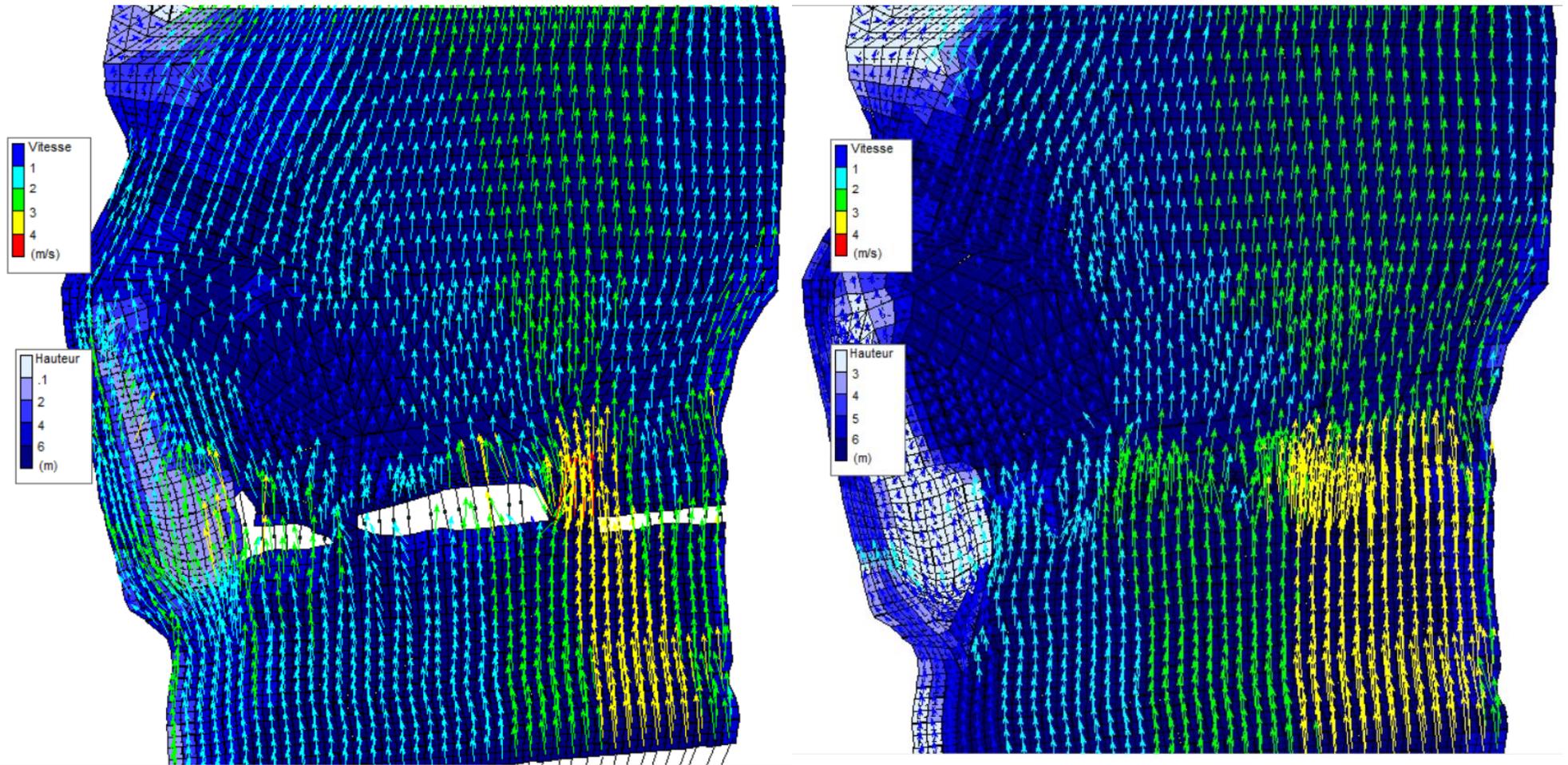


Figure 5-3 : cartes de vitesses calculées pour  $Q=2800 \text{ m}^3/\text{s}$

### 5.3 IMPACT SUR LES FORCES TRACTRICES ET LA MORPHOLOGIE

Les forces tractrices peuvent être évaluées à l'aide de l'expression proposée au §3.6 et de la carte des hauteurs et des vitesses pour le débit morphogène ( 2800 m<sup>3</sup>/s). En appliquant l'analyse de transport solide décrite dans l'analyse hydraulique de 2017 on peut établir la carte de mise en mouvement des sédiments pour ce débit :

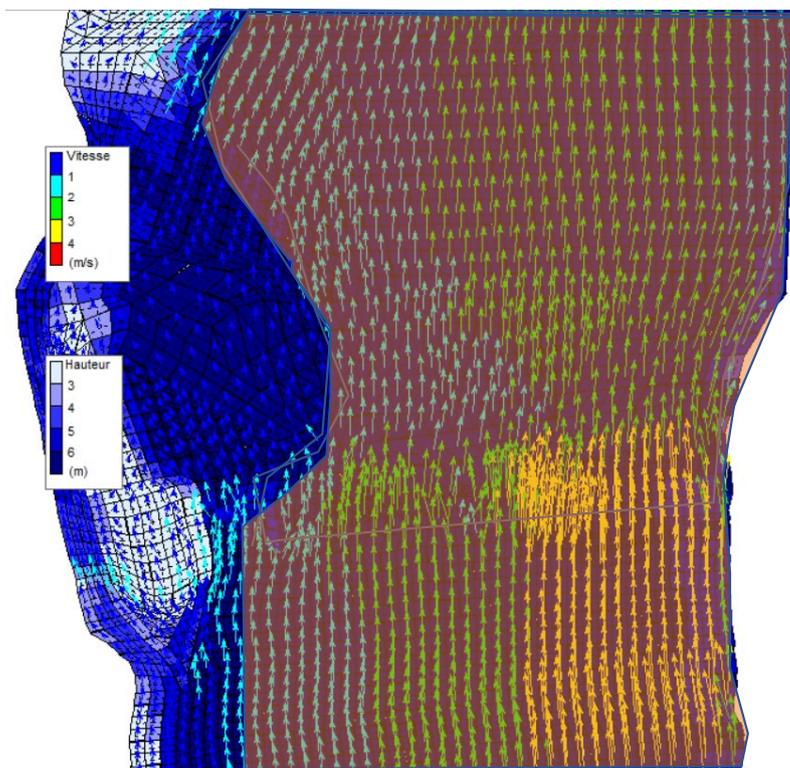


Figure 5-4 : délimitation du secteur de mobilisation du transport solide ( en couleur ocre ci-dessus)

Ces résultats sont basés sur une hypothèse de granulométrie d<sub>50</sub> égale à 20 mm .

Cette carte confirme l'analyse morphologique du §3.7 concernant l'impact de l'aménagement sur l'évolution du lit de la Garonne après aménagement. Elle montre que le secteur coté rive gauche en aval du seuil qui est occupé actuellement par un banc sédimentaire ne pourra vraisemblablement pas être remobilisé naturellement.

Le §3.7 propose une démarche visant à agir sur le dépôt sédimentaire en place à l'aval du seuil coté rive gauche afin d'assurer à terme une meilleure répartition des écoulements.

## 6 CONCLUSIONS

L'analyse réalisée pour l'état final d'aménagement du seuil fait ressortir les principaux résultats suivants :

1. Le calage optimum du point bas du seuil est trouvé pour une cote égale à 35.0 m NGF, soit un relèvement de +20cm par rapport aux propositions de l'étude hydraulique de 2017. Cet ajustement résulte du recalage de la ligne d'eau aval suite aux campagnes de mesure récentes de 2017 et 2018.
2. Avec ce réajustement du calage altimétrique du seuil on satisfait aux critères de franchissabilité piscicole et de niveau d'eau minimum au droit de la prise d'eau pour l'étiage le plus sévère testé, soit 30 m<sup>3</sup>/s,
3. Les calculs de l'état final ont été effectués avec un profil bathymétrique de l'état aménagé défini par la carte de la figure 3.3. La définition de ce profil tient compte des conclusions de l'analyse morphologique de l'étude préliminaire, rappelée au §3.7. Une incertitude demeure sur l'entraînement ou non de l'atterrissement en aval du seuil coté rive gauche. Cet atterrissement, qui est maintenu dans les hypothèses de calcul du profil bathymétrique, favorise la dissymétrie des écoulements le long du futur seuil pour les forts débits, ce qui n'est pas souhaitable en raison des risques de sollicitations mécaniques locales fortes du tapis d'enrochements le long du parement aval.
4. Vis-à-vis du problème cité ci-dessus il est proposé de suivre l'évolution du banc sableux aval sur une période de 2 ou 3 ans suivant l'aménagement du seuil. En cas de non mobilisation il conviendra d'intervenir en pratiquant des incisions dans ce banc en période d'étiage afin de faciliter la mobilisation du banc lors de la période hivernale qui lui fait suite.



**ETAT**  
DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES  
DE LOT-ET-GARONNE

---

## **Réhabilitation du seuil marneux de Beauregard sur la Garonne**

### **Note complémentaire au rapport de l'étude hydraulique de 2018**

Mai 2018



Immeuble Central Seine  
42-52 quai de la Rapée  
75582 Paris Cedex 12  
Email : [hydra@hydra.setec.fr](mailto:hydra@hydra.setec.fr)  
T : 01 82 51 64 02  
F : 01 82 51 41 39

Pilote de l'offre : LPT  
N°FUSO :

Version	Date	Etabli par	Vérifié par	Nb pages	Observations / Visa
1	16/05/2018	LPT			

## TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>OBJET .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>FRANCHISSABILITE PISCICOLE.....</b>	<b>5</b>
2.1	CRITERES DE FRANCHISSABILITE .....	5
2.2	RESULTATS DES SIMULATIONS EN PHASE AMENAGEE. ....	5
<b>3</b>	<b>FRANCHISSABILITE POUR LES ANGUILLES .....</b>	<b>7</b>

# 1 OBJET

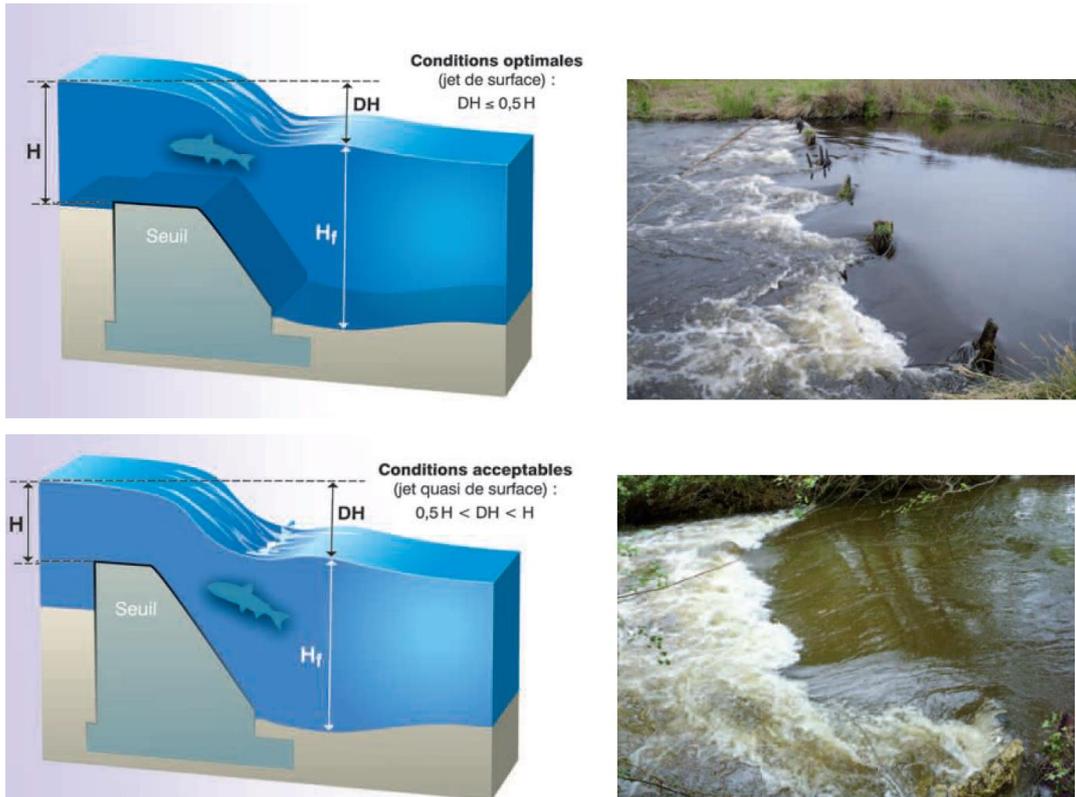
Cette note vient compléter le rapport Hydratec remis en Avril 2018 en apportant les précisions demandées par le Comité Technique ( mail ISL du 9 mai 2018) sur deux points :

1. Franchissabilité piscicole à l'étiage.
2. Franchissabilité des anguilles.

## 2 FRANCHISSABILITÉ PISCICOLE

### 2.1 CRITERES DE FRANCHISSABILITE

Ce critère porte sur les caractéristiques du jet de surface au franchissement du point bas du seuil. Il est exprimé comme suit à la page 81 du guide ICE de l'ONEMA :

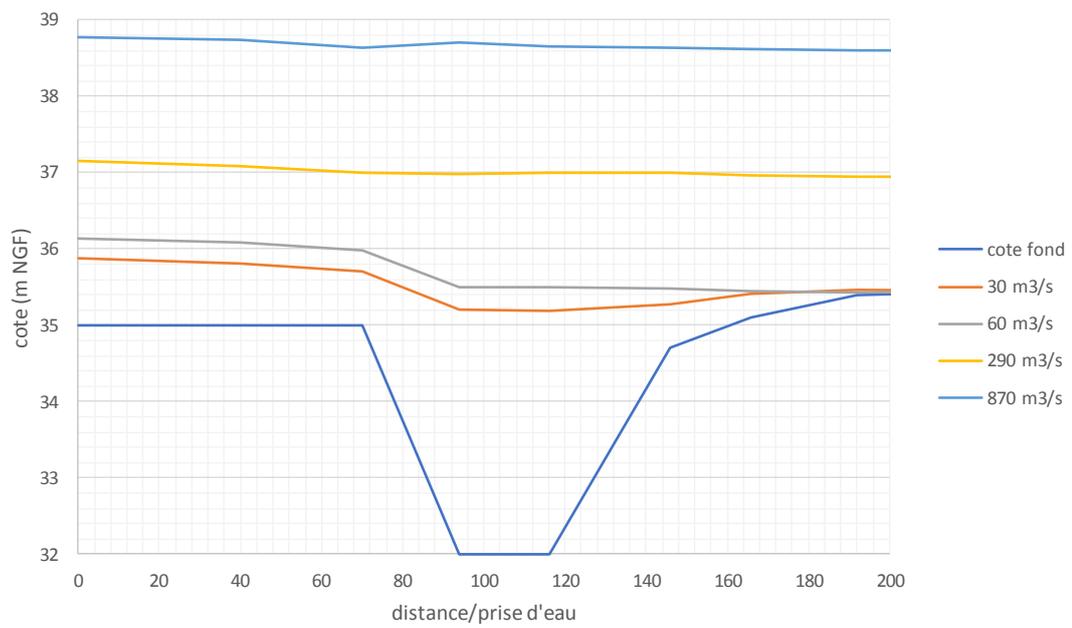


Conditions de franchissement pour les espèces non sauteuses  
 $H_f \geq H_{fmin}$     $H \geq h_{min}$     $DH \leq U_{max}^2 / 2g$  avec  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

### 2.2 RESULTATS DES SIMULATIONS EN PHASE AMENAGEE.

Les résultats obtenus sont visualisés à l'aide du profil de la figure 3.10 du rapport d'avril. Ce profil est calculé dans l'axe du point bas, il est reproduit ci-après :

Lignes d'eau au voisinage du seuil le long du profil M



Débit	H1	DH	Umax	DH/H1	DH/(Umax**2/2g)
30 m <sup>3</sup> /s	0.75 m	0.55m	3.4m/s	0.73	0.93
60 m <sup>3</sup> /s	1.0 m	0.5 m	3.2 m/s	0.5	0.95

On constate d'après ce tableau que les deux critères sont respectés pour le débit de 60 m<sup>3</sup>/s.

Le critère  $dH/H1$  est supérieur à 0.5 pour le débit de 30 m<sup>3</sup>/s mais il est inférieur à 1, ce qui reste acceptable.

### 3 FRANCHISSABILITÉ POUR LES ANGUILLES

Des précisions sont demandées sur les profils en long des vitesses et des niveaux à proximité des berges pour deux débits :

- $Q_{\text{médian}} : 290 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{\text{mensuelmax}} : 700 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Les hauteurs d'eau et les vitesses peuvent être appréciées pour ces deux débits à l'aide des cartes suivantes tirées des simulations :

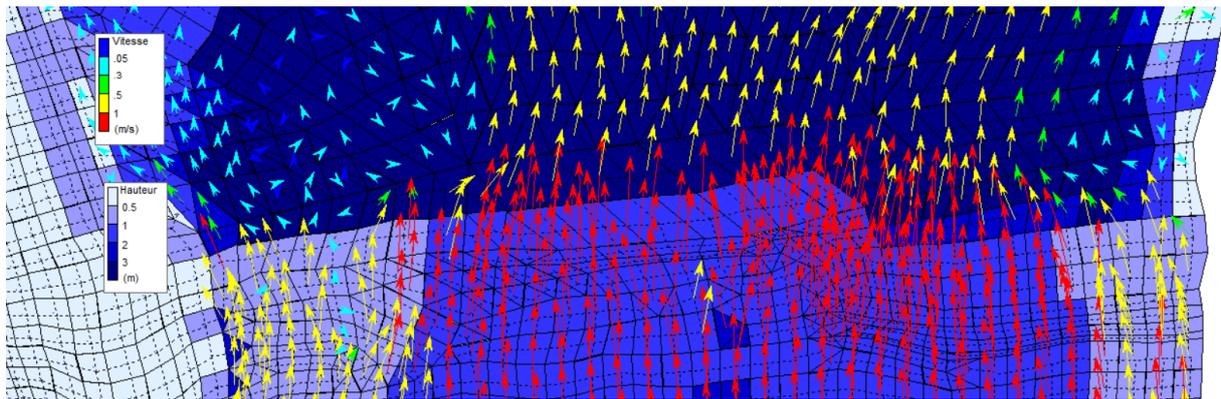


Figure 3-1 : débit :  $290 \text{ m}^3/\text{s}$

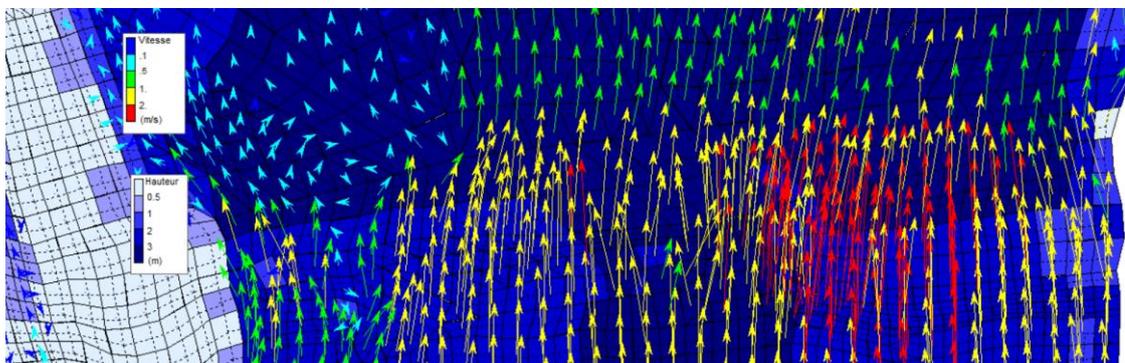


Figure 3-2 : débit :  $700 \text{ m}^3/\text{s}$

Les hauteurs et les vitesses varient relativement peu en amont et sur le seuil à proximité de chaque berge. La vitesse diminue ensuite très rapidement le long du parement aval

Les valeurs obtenues en amont et sur le seuil sont récapitulées dans les tableaux ci-après:

<b>Q = 290 m<sup>3</sup>/s</b>		
	hauteur d'eau	vitesse
Rive gauche	0.8 m	0.6-0.8 m/s
Rive droite	0.8 m	0.8 - 1.0 m/S
<b>Q=700 m<sup>3</sup>/s</b>		
	hauteur d'eau	vitesse
Rive gauche	2.10 m	0.8 - 0.9 m/s
Rive droite	2.10 m	1.5 - 1.7 m/s