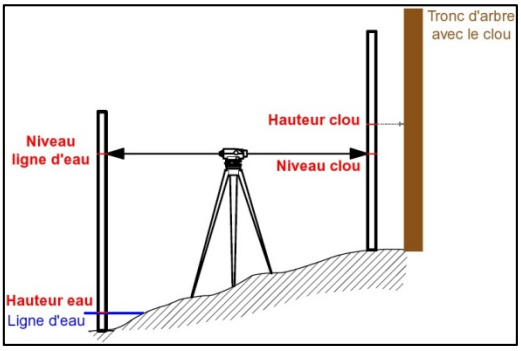
Etude de l'impact des éclusées hydroélectriques sur les peuplements piscicoles du haut bassin de la Garonne

Etude de faisabilité de l'aménagement de zones de reproduction des salmonidés au niveau d'annexes hydrauliques sur la Garonne

Action MPIEG 12



Etude financée par :

Union Européenne
Agence de l'Eau Adour Garonne
Fédération Nationale de la Pêche en France

ECOGEA

juin 2013

MI.GA.DO. 21G-13-RT

L'étude des habitats piscicoles du haut bassin
de la Garonne est cofinancée par l'Union européenne.
L'Europe s'engage en Midi-Pyrénées avec
le Fond Européen de Développement Régional.

Association Migrateurs Garonne Dordogne - loi 1901 (JO du 29.03.89) - N° Siret : 391 610 490 00065 – Site Internet : www.migado.fr
18 ter, rue de la Garonne - BP 95 - 47520 Le Passage d'Agen - Tél. 05 53 87 72 42 - Fax 05 53 87 00 99 - E mail : migado@wanadoo.fr

Aménagement de zones de reproduction des salmonidés au niveau d'annexes hydrauliques sur la Garonne

Note technique du 31 mai 2013

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

Les débits de la Garonne sont fortement perturbés par la présence et l'exploitation des barrages installés sur le haut du bassin. L'anthropisation du milieu (modification du régime hydrologique naturel, protection de berges, anciennes exploitations de granulats, blocage des sédiments dans les retenues amont…) ont eu notamment pour conséquence des phénomènes d'incision du lit et une stabilisation du tracé en plan du lit mineur.

En conséquence, le milieu se ferme très rapidement avec la déconnexion des annexes fluviales du lit principal (bras secondaires, bras morts). Les-dites annexes ne sont alors plus qu'occasionnellement alimentées pour des conditions hydrologiques ponctuelles (coups d'eau, importante gamme de turbinage).

Le haut bassin de la Garonne est également caractérisé par une forte activité hydroélectrique et des installations fonctionnant par éclusées. Les secteurs de la Garonne amont compris entre le barrage de Plan d'Arem et la confluence de la Neste ont été caractérisés d'après les études hydrauliques réalisées par le GHAAPPE (Pole Eco hydraulique) et le SMEAG, comme présentant un niveau de perturbation hydrologique qualifié de très sévère (*Etude pour la définition d'indicateurs pour les éclusées hydroélectriques – application au bassin Adour-Garonne* - COURRET et LARINIER, 2008).

Ces phénomènes d'éclusées se rencontrent en moyenne 2 à 6 fois par jour selon la saison et avec des variations maximales de débit pouvant aller jusqu'à 42 m^3/s dans le secteur de Saint-Béat, où le module interannuel représente 25 m^3/s (*Etude de la sensibilité de la Garonne amont aux éclusées* – SMEAG et EAUCEA, 2007).

Les observations et le suivi biologique réalisés en 2011 par l'association MI.GA.DO. ont permis de mettre en évidence un potentiel limité en zones favorables à la reproduction des salmonidés. Ce manque de surfaces favorables est à mettre en relation avec un régime hydrologique fortement perturbé (réalisation d'éclusées) en période de reproduction mais également du fait d'un déficit majeur de transport solide.

Le fonctionnement par éclusées peut également entraîner des problèmes d'exondation de frayères mais également d'échouages et de piégeage de la faune aquatique. Ce phénomène peut sur certains secteurs être significativement accentué par les problématiques de déconnexion d'annexes hydrauliques lors des variations de débit.

2. OBJECTIF DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

2.1. OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif de la présente étude est d'évaluer la faisabilité technique visant à reconnecter certaines annexes hydrauliques qui peuvent actuellement se retrouver hors d'eau notamment au cours des éclusées et aussi d'aménager dans ces bras plus *protégés*, des zones de reproduction fonctionnelles pour les salmonidés (saumon atlantique et truite fario) avec si nécessaire des apports de granulats favorables.

2.2. METHODOLOGIE

- **Généralités**

Afin de répondre aux objectifs de l'étude, une modélisation hydraulique des secteurs étudiés sera effectuée de façon à déterminer les conditions d'écoulement (vitesses et lignes d'eau) dans le bras en fonction des conditions hydrologiques de la Garonne.

La connaissance de ces paramètres est en effet indispensable pour toute compréhension des phénomènes d'exondations de frayères potentielles et pour tout dimensionnement d'aménagement à mettre en place.

La modélisation hydraulique monodimensionnelle des écoulements sera effectuée à l'aide du logiciel HEC-RAS (version 3.1.3 développé par l'US Army Corps of Engineers).

Ce logiciel fournit, pour un débit donné, les principales caractéristiques hydrauliques (cotes du niveau d'eau, nombre de Froude, charge hydraulique, vitesse d'écoulement, tirants d'eau moyen, …) par section.

- **Mesures des niveaux d'eau à plusieurs débits**

Les niveaux d'eau sont obtenus par mesure du tirant d'air entre la ligne d'eau pour une condition de débit donné et les repères positionnés en berge lors de la réalisation des levés topographiques.

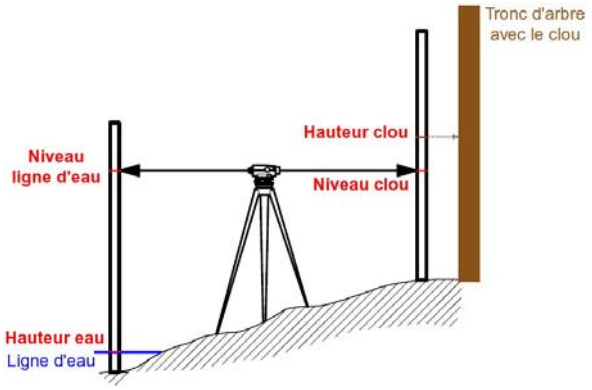


Schéma de principe du relevé de ligne d'eau

A ce stade de l'étude, aucun relevé de ligne d'eau n'a pu être effectué sur les stations. En effet, ces relevés nécessitent un débit constant sur l'ensemble de la mesure de

façon à pouvoir rattacher de façon fiable les lignes d'eau mesurées à une valeur de débit (idéalement débit jaugé ou valeur fournie à la station hydrométrique).

Ces mesures restent donc à réaliser, pour différentes conditions hydrologiques, de façon à pouvoir caler précisément le modèle hydraulique numérique.

■ **Construction des modèles**

Les données d'entrée nécessaires à la modélisation sont le profil en travers et la rugosité pour chaque section, les distances inter-transects, la cote de la ligne d'eau pour différents débits (servant de condition à la limite aval du secteur et de données de calage sur tout le linéaire).

Les levés topographiques sont organisés en transects perpendiculaires à la direction principale de l'écoulement. La géométrie de la station entre 2 transects est ensuite interpolée par le logiciel permettant ainsi de générer un modèle numérique de terrain (MNT) de la station.

Les conditions aux limites aval ainsi que le calage de la rugosité du chenal dans le modèle sont renseignés d'après les relevés de lignes d'eau effectués lors de campagnes de terrain.

Ainsi, les modèles seront construits sur la base :

- Des relevés topographiques effectués par MIGADO/ECOGEA dans le cadre de cette étude en automne 2012,
- Des reconnaissances de terrain,
- Des lignes d'eau mesurées pour différentes conditions hydrologiques.

Au total, plus d'une vingtaine de profils en travers ont été levés sur le terrain pour chacun des sites étudiés. Leur localisation est présentée sur les planches 2, 3 et 4 fournis ci-après.

■ **Calage du modèle et conditions aux limites**

Pour réaliser une modélisation s'approchant le plus possible de la réalité, il est nécessaire d'effectuer un calage des paramètres du modèle, notamment des coefficients de rugosité des lits mineurs et majeurs.

Le choix de ces coefficients est appuyé sur les reconnaissances détaillées du lit, par référence à l'expérience de calages sur des configurations similaires et par les mesures de niveaux d'eau et de débits dans les bras effectués lors de cette étude.

En outre, le calcul des lignes d'eau requiert une hypothèse de conditions aux limites aval du modèle. Ces conditions imposées au modèle ont été définies à partir du relevé topographique et des reconnaissances de terrain à débit plus important.

A partir du modèle calé, les conditions d'écoulements et la répartition des débits entre la Garonne et les bras seront caractérisées pour plusieurs débits caractéristiques de la Garonne, à savoir à minima :

- débit minimum,
- débit proche du module,

- débit maximum d'éclusées,
- débits de crue.

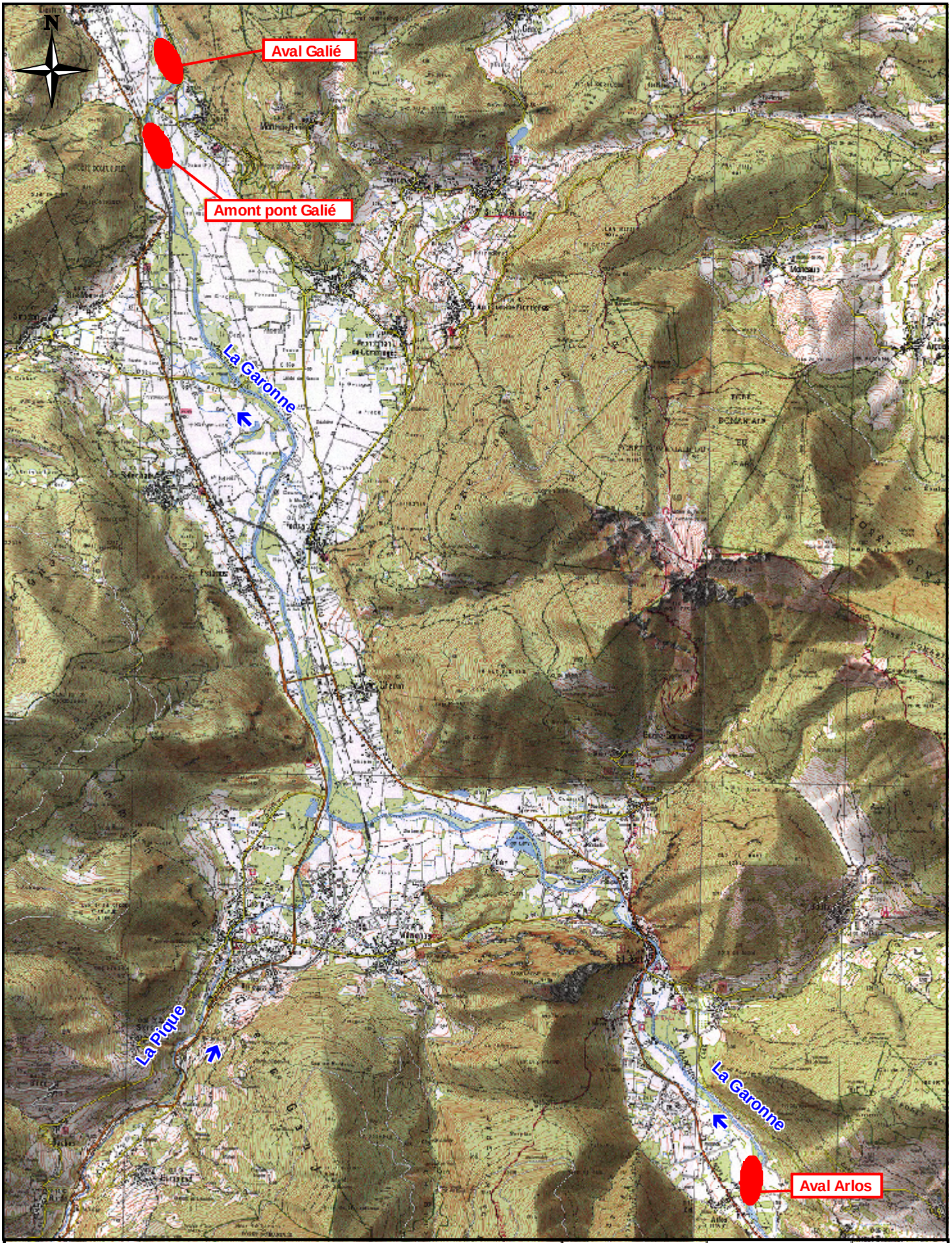
3. PRESENTATION DES SITES ETUDIES

3.1. LOCALISATION DES SITES D'ETUDE

Les suivis biologiques de la reproduction des salmonidés sur le haut bassin de la Garonne, menés par MI.GA.DO., ont permis également d'identifier plusieurs zones potentiellement intéressantes.

Une reconnaissance de ces secteurs, réalisée par ECOGEA et MI.GA.DO. le 3 février 2012 à l'étiage hivernal, a par la suite permis de retenir 3 sites intégrés à la présente étude et localisés sur la planche graphique ci-après à savoir :

- **Aval Arlos**, en amont de la Pique : annexe hydraulique située en rive droite
- **Amont pont de Galié,** en aval de la Pique : 2 annexes hydrauliques en rive droite et rive gauche,
- **Aval Galié**, également en aval de la Pique : annexe hydraulique en rive gauche.



MIGADO	Echelle : 1/50 000	ECOGEA 10 avenue de Toulouse 31860 Pins-Justaret Tél./Fax : 05.62.20.98.24	Planche **1**
Aménagement de zones de reproduction pour les salmonidés au niveau d'annexes hydrauliques sur la Garonne	Date : Juin 2013		
Localisation des sites étudiés	Affaire : E120812		

3.2. DESCRIPTION DES SITES ETUDIES

3.2.1. METHODOLOGIE

Des relevés topographiques ont été réalisés au moyen d'un tachéomètre TCR 407 LEICA par ECOGEA avec l'appui technique de MI.GA.DO. sur chacune des trois stations retenues de manière à décrire en plan et en altimétrie chaque site.

Les relevés consistent à la réalisation de profils en travers établis perpendiculairement à l'axe d'écoulement principal du cours d'eau. Par ailleurs des semis de points complémentaires ont été effectués pour caractériser les particularités topographiques de chaque station (prise d'eau, banc de galets, seuils naturels de contrôle, structures, etc.) ayant une influence sur le comportement hydraulique du secteur modélisé.

Des repères ont également été installés de façon conjointe pour la réalisation de mesures de lignes d'eau ultérieures à différentes conditions hydrologiques permettant de caler les modèles hydrauliques. Enfin les observations visuelles complètent la description des stations topographiées et permettent un pré-repérage des zones potentiellement favorables éligibles pour un apport de granulométrie.

Le tableau ci-dessous récapitule les interventions sur site réalisées à ce jour.

Dates	Station	Relevés	Opérateurs	Remarques
19/11/2012	Amont Pont de Galié	Levés topographiques Pose de repères	ECOGEA + MIGADO	QMJ = 12.6 m^3/s à Saint-Béat (0.5xmodule) Débit variable au cours des levés
	Aval Galié	Levés topographiques Pose de repères		QMJ = 12.6 m^3/s à Saint-Béat (0.5xmodule) Débit variable au cours des levés
03/12/2012	Aval Galié	Levés topographiques complémentaires	ECOGEA + MIGADO	QMJ = 16.0 m^3/s à Saint-Béat Débit variable au cours des levés
	Aval Arlos	Levés topographiques Pose de repères		QMJ = 16.0 m^3/s à Saint-Béat Débit variable au cours des levés

3.2.2. DESCRIPTION DES SITES D'ETUDE

- **Station Aval Arlos**

La station aval Arlos est située sur la Garonne, sur le haut bassin, en amont de sa confluence avec la Pique. Plus précisément, le secteur topographié est localisé environ 400 m à l'aval du seuil alimentant la scierie d'Arlos.

Le site totalise un linéaire d'environ 250 m. La station se caractérise par la présence d'un bras en rive droite long d'environ 180 m.

Le chenal de la Garonne totalise un linéaire de 250 m environ. Il présente une largeur mouillée moyenne de 20 m ainsi qu'une pente de l'ordre de 5 ‰ sur les 200 premiers mètres amont. Il marque ensuite une rupture de pente au niveau d'un resserrement de sa section hydraulique à proximité immédiate de la confluence avec le bras RD. Le chenal s'élargit ensuite de nouveau sur l'extrémité aval de la station.

Le bras quant à lui, se positionne en intrados du méandre que forme le chenal au niveau de la station. La prise d'eau de ce bras est plutôt large (près de 25 m) et formée par un cordon de galets qui contrôle, en fonction des débits de la Garonne et des niveaux dans le chenal, l'entrée d'eau dans le bras. Ce bras est hors d'eau en conditions hydrologiques normales.

La largeur moyenne du bras est d'environ 6 m sur sa moitié amont puis il s'élargit ensuite sur la moitié aval (largeur d'environ 10-12m). Ce bras est bordé en rive droite par une berge plutôt abrupte et en rive gauche par un îlot végétalisé d'environ 5 000 m², le séparant du chenal principal de la Garonne.

Les observations réalisées lors des relevés ont permis de mettre en évidence une pente hétérogène dans ce bras et la présence de points hauts formant potentiellement des cuvettes qui peuvent rester en eau de façon plus ou moins temporaire lors des épisodes de déconnexion du bras avec le chenal (zone de piégeage).

Les relevés topographiques sur cette station ont été effectués le 3 décembre 2012. Au total, ce sont 26 profils en travers qui ont été réalisés, répartis à hauteur de 16 profils au sein du bras rive droite et 10 profils positionnés dans le chenal principal. La planche 2 fournie ci-après représente la vue en plan du site étudié et la localisation des profils en travers levés dans le cadre de cette étude.

Photo 1 : Vue de la station depuis l'amont (03/12/2012)

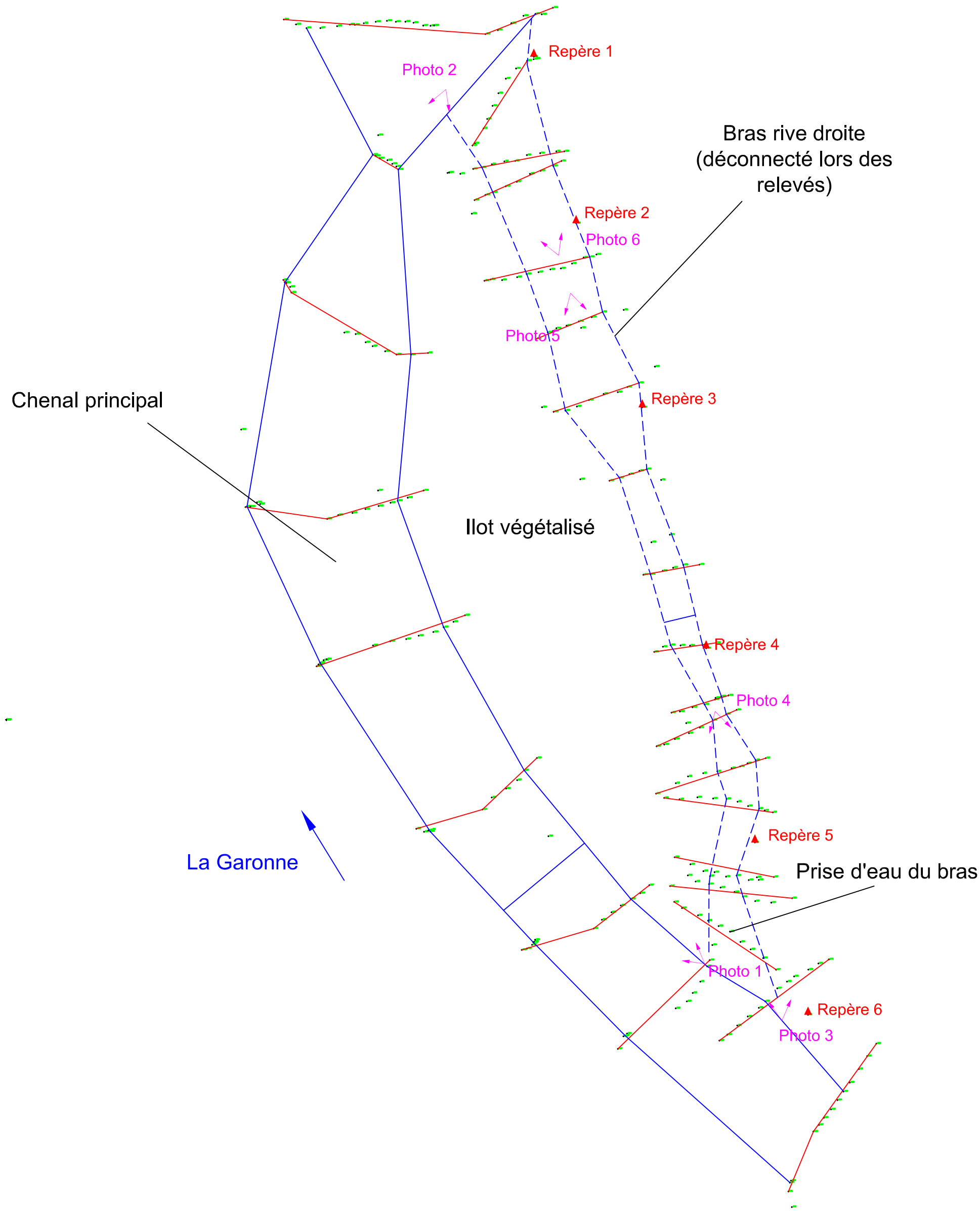
Photo 2 : Vue de la partie aval du chenal (resserrement) au niveau de la confluence avec le bras RD (03/12/2012)

Photo 3 : Vue de la prise d'eau du bras RD (03/12/2012)

Photo 4 : Vue de la partie amont du bras RD (03/12/2012)

Photo 5 : Vue du bras RD (03/12/2012)

Photo 6 : Vue du bras RD sur sa partie aval (03/12/2012)



ECOGEA
10 avenue de Toulouse
31 860 Pins Justaret
Tel / Fax : 05.62.20.98.24

MIGADO

Aménagement de zones de reproduction pour les salmonidés
au niveau d'annexes hydrauliques sur la Garonne

Travaux topographique - station Aval Arlos

Echelle : 1/750

Date : Juin 2013

Affaire : E120812

N° plan :

2

- **Station amont pont de Galié**

Cette seconde station est située sur la Garonne en aval de la confluence avec la Pique au niveau de la commune de Galié, à l'amont immédiat du pont reliant Galié au hameau de Mélède en rive gauche.

Le site se caractérise par la présence de deux bras secondaires en rive gauche et en rive droite du lit principal. Le tronçon étudié totalise un linéaire d'environ 250 m.

L'amont de la station est caractérisé par la fin d'un plat courant au niveau duquel prennent naissance les deux bras rivulaires. La largeur du chenal principal à ce niveau est d'environ 35-40 m.

Le chenal principal présente ensuite une légère rupture de pente, marquant l'accélération des écoulements et la réduction de la largeur mouillée du lit (25 m environ).

Le bras rive gauche rejoint le premier le chenal principal, et est suivi une quarantaine de mètres en aval par le bras rive droite. A l'aval de la confluence, le lit s'approfondit et la pente se réduit jusqu'à l'amont immédiat du pont de Galié (limite aval de la station d'étude).

Le bras rive gauche totalise un linéaire d'environ 140 m de long et une largeur globalement comprise entre 5 et 10 m. La pente moyenne de cette annexe hydraulique est d'environ 0.8%, cependant la pente n'est pas homogène et le profil en long présente des points bas formant des poches d'eau. En basses-eaux, un cordon de galet forme une sorte de seuil naturel qui contrôle les écoulements en amont. Le bras gauche est séparé du chenal principal par un îlot d'environ 1 400 m² qui s'est végétalisé de façon significative (présence d'arbres et d'arbustes) attestant de sa stabilité (atterrissement fixé). En l'état actuel, ce bras est alimenté en eau quel que soit le débit de la Garonne. Le débit d'alimentation reste toutefois très faible en étiage.

Le bras droit totalise près de 155 m de long. Il circule en rive droite entre une berge abrupte et un îlot formé par des dépôts de gros blocs et galets. Cet îlot d'environ 3 300 m² est très peu végétalisé (végétation essentiellement composée d'herbacées et arbrisseaux). La largeur du bras est relativement homogène (10 m en moyenne). Le profil en long est quant à lui variable avec une pente de l'ordre de 2.2% sur sa partie amont jusqu'à un point bas formant une cuvette. On note, sur sa partie aval, la présence d'un banc de blocs et galets formant un petit seuil naturel dévoyant une partie du débit du bras. A ce niveau, la pente du lit du bras est ainsi accentuée. En l'état actuel, ce bras est relativement bien alimenté quel que soit le débit de la Garonne.

Les relevés topographiques de la station ont été effectués le 19 novembre 2012. Un total de 29 profils en travers a été réalisé, ces profils sont répartis entre le chenal principal (9 profils), le bras rive gauche (11 profils) et le bras rive droite (9 profils). La planche 3 fourni ci-après représente la vue en plan du site étudié et la localisation des profils en travers levés dans le cadre de cette étude.

Photo 1 : Vue de la station depuis l'amont (19/11/2012)

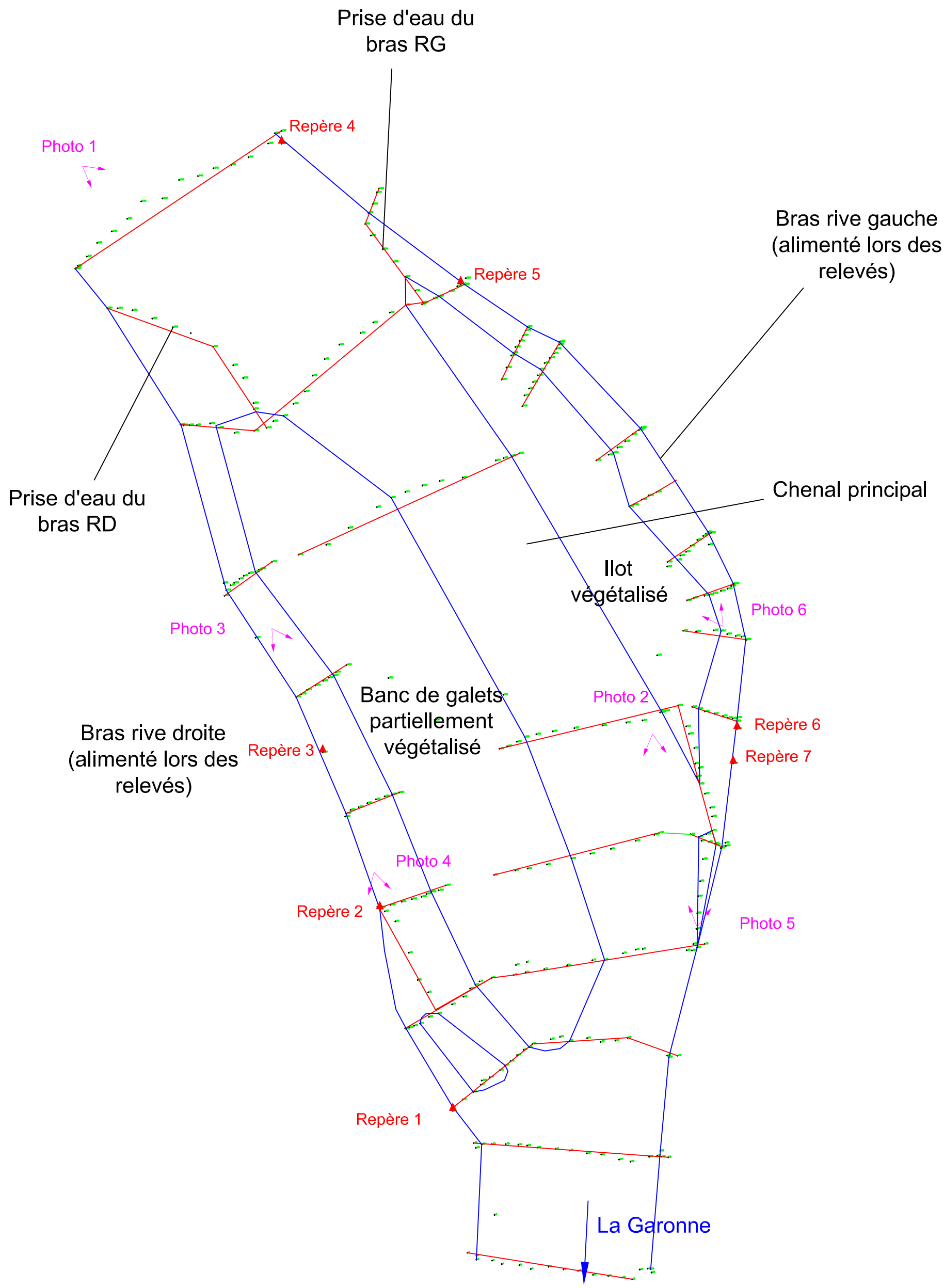
Photo 2 : Vue de la partie aval de la station (19/11/2012)

Photo 3 : Vue du bras RD vers l'aval (19/11/2012)

Photo 4 : Vue du seuil naturel en aval du bras RD (19/11/2012)

Photo 5 : vue de la confluence du bras RG avec le chenal principal (19/11/2012)

Photo 6 : vue du bras RG sur sa partie aval (19/11/2012)



ECOGEA
10 avenue de Toulouse
31 860 Pins Justaret
Tel / Fax : 05.62.20.98.24

MIGADO

Aménagement de zones de reproduction pour les salmonidés au niveau d'annexes hydrauliques sur la Garonne

Travaux topographique - station Aval Arlos

Echelle : 1/750

Date : Juin 2013

Affaire : E120812

N° plan : **3**

■ Station aval Galié

Cette troisième station est située sur la Garonne, environ 700 m en aval de la station du Pont de Galié.

La station aval Galié totalise un linéaire d'environ 260 m. Le tronçon étudié se caractérise par un chenal principal quasi-rectiligne et un bras qui transite le long de la berge rive gauche sur environ 220 m.

Le bras rivulaire est séparé du chenal par un îlot d'environ 5 400 m² constitué de galets et de petits blocs reposant sur une couche de sédiments fins sablo-limoneux. Cet atterrissement est très légèrement végétalisé montrant une certaine submersion fréquente de l'îlot.

Lors des relevés effectués en condition de basses-eaux, nous avons pu observer dans le bras une largeur mouillée moyenne de l'ordre de 5 à 8 m. La pente du bras rive gauche n'est pas homogène et l'on observe à bas débit (conditions d'observation lors des relevés), l'existence de points hauts qui forment des « seuils naturels » contrôlant les écoulements et formant en amont des poches d'eau plus ou moins importantes.

La berge gauche du bras présente des érosions assez marquées, signes de contraintes hydrauliques assez fortes en crue (extrados).

En étiage, ce bras reste toutefois très faiblement alimenté, à la limite de la déconnexion.

Les relevés topographiques ont été réalisés sur 2 jours le 19 novembre et le 3 décembre 2012. Au total, 21 profils en travers ont été réalisés. 15 profils en travers ont été établis dans le bras rive gauche et 6 profils en travers ont été réalisés dans le chenal. Des relevés complémentaires complètent l'ensemble, notamment au niveau de la prise d'eau du bras pour préciser les modalités de mise en eau.

La planche 4 fourni ci-après représente la vue en plan du site étudié et la localisation des profils en travers levés dans le cadre de cette étude.

Photo 1 : Vue de la station depuis l'amont (19/11/2012)

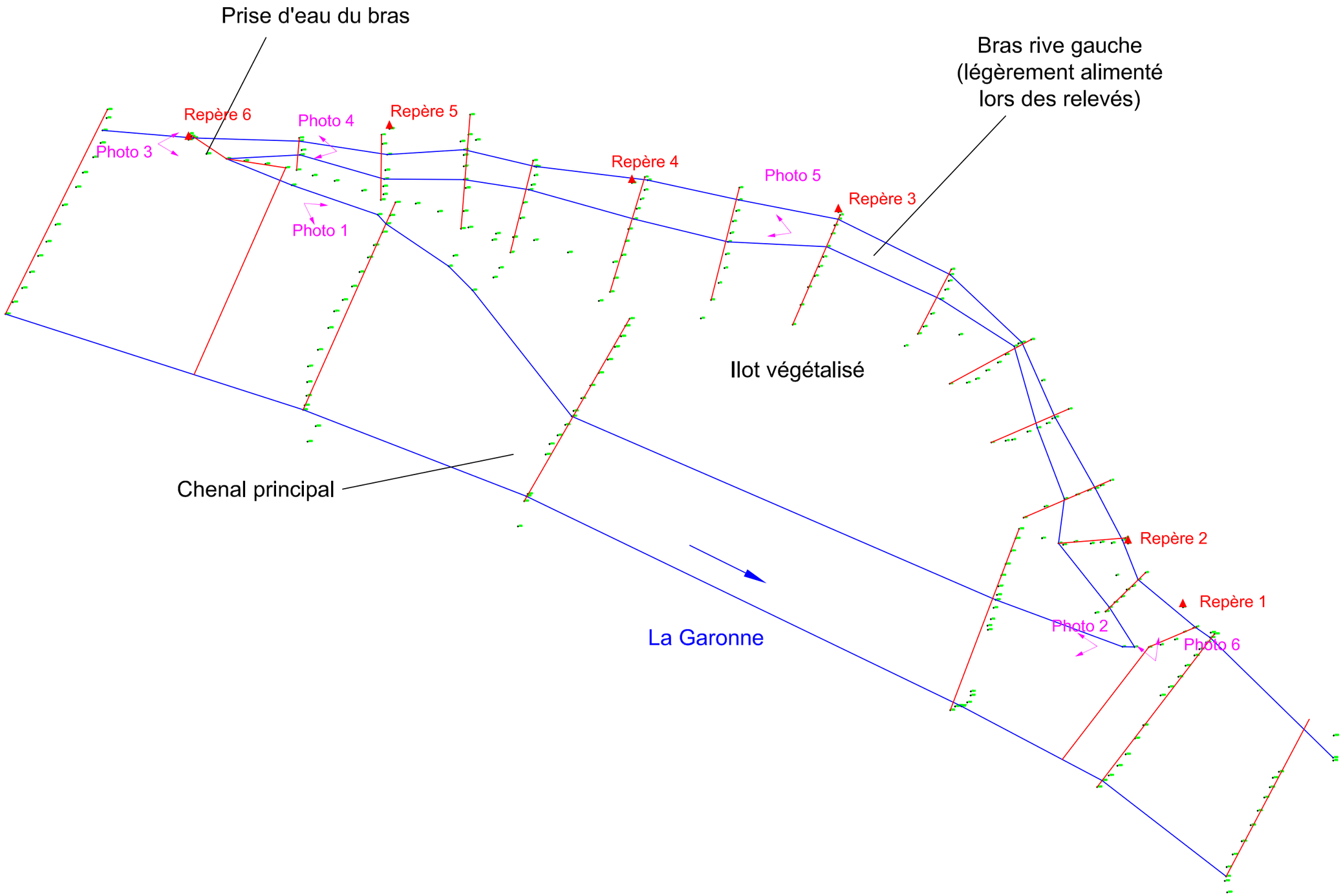
Photo 2 : Vue de la station depuis l'aval (19/11/2012)

Photo 3 : Vue du bras RG depuis l'amont (19/11/2012)

Photo 4 : Vue de la prise d'eau du bras RG (19/11/2012)

Photo 5 : Vue du bras RG (19/11/2012)

Photo 6 : Vue du bras RG sur sa partie aval (19/11/2012)



ECOGEA
10 avenue de Toulouse
31 860 Pins Justaret
Tel / Fax : 05.62.20.98.24

MIGADO

Aménagement de zones de reproduction pour les salmonidés
au niveau d'annexes hydrauliques sur la Garonne

Travaux topographique - station Aval Galié

Echelle : 1/750

Date : Juin 2013

Affaire : E120812

N° plan :

4

4. ETAT D'AVANCEMENT ET BILAN

A ce jour, seuls les relevés topographiques des 3 stations ont pu être effectués.

La réalisation des modèles numériques nécessitent des mesures de lignes d'eau (à minima deux mesures pour deux conditions de débit différentes, proches des conditions que l'on souhaite modéliser).

Les secteurs étudiés sont soumis à des fortes variations de débit à l'échelle d'une journée. Dans ces conditions il n'a pas été possible d'établir des relevés de lignes d'eau fiables permettant de caler précisément les modèles (ajustement de la rugosité, définition des conditions aux limites, etc.).

Ces relevés de terrain seront donc à réaliser en priorité avec à minima une ligne d'eau en conditions de basses-eaux (étiage estival 2013 ou étiage hivernal 2013-2014) et une ligne d'eau en conditions d'hydrologie moyenne (débit proche du module). Une convention avec EDF permettrait de faciliter ces prises de mesures.

A l'issue de ces prises de mesures de niveaux d'eau et jaugeages associés, les modèles hydrauliques de l'état actuel seront ensuite réalisés et calés à partir de ces valeurs, de façon à évaluer le fonctionnement actuel de chaque station (débit de connexion/déconnexion des bras, conditions hydrauliques dans les annexes, évaluation des secteurs aménageables préférentiellement, etc.).

Les secteurs les plus intéressants pour des apports de granulométrie seront alors identifiés et des propositions d'aménagement seront soumises et étudiées en concertation avec MIGADO. Des modélisations hydrauliques en « situation aménagée », permettront de valider la faisabilité technique de ces aménagements et notamment leur tenue dans le temps (contraintes sur les zones aménagées en crue, etc.).

Les données figurant dans ce document ne pourront être exploitées de quelque manière que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable de MI.GA.DO. et de ses partenaires financiers.