



SYNDICAT INTERCOMMUNAL
D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE
L'HERBASSE

ETUDE POUR LE FRANCHISSEMENT PISCICOLE 2

Avant Projet

Mai 2013
3480-12

Rapport

Seuil aux "Mignots"/ROE37113



eau . environnement . infrastructures
cidee ingénieurs conseils
Savoie Technolac, BP400
73372 Le Bourget du lac Cedex
Tél : 04 79 85 85 48 Fax : 04 79 44 93 45
E-mail : cidee@cidee.fr

Rédigé par : SG
Vérfié par : DDI+R
340812_AVP_Mignots.doc

Sommaire

1.- Présentation	5
2.- Situation des travaux	5
3.- Etat des connaissances	5
3.1.1.- Contrat Rivière	5
3.1.2.- Bibliographie	6
3.1.3.- Données hydrologiques	6
4.- Seuil aux Mignots	9
4.1.- Description de l'ouvrage	9
4.1.1.- Localisation	9
4.1.2.- Description	11
4.2.- Hydrologie	13
4.2.1.- Débits moyen et d'étiage	13
4.2.2.- Débits de crue	13
4.3.- Hydraulique	14
4.4.- Faune piscicole	14
4.4.1.- Etat du peuplement - gestion	14
4.4.2.- Enjeux piscicoles	16
4.5.- Passe à poissons	17
4.5.1.- Objectifs	17
4.5.2.- Contraintes	18
4.6.- Choix techniques du type de passe	18
4.6.1.- Passe chenal ou rampe :	18
4.6.2.- Passe à bassins	26
4.6.3.- Solution bâtarde	30
4.6.4.- Reconstitution d'un lit "naturel"	34
4.6.5.- Suppression de l'ouvrage	39
4.6.6.- Objectif particulier : l'anguille	43
4.6.7.- Implication réglementaire	43
4.7.- Récapitulatif	46
4.8.- Analyse multi-critère	48
4.9.- Concertation	49
4.10.- Avant Projet	49
4.10.1.- Principe	49
4.10.2.- Description	50
4.10.3.- Estimation	51
4.11.- Compléments	53

PLAN	55
Plan n°1 : Plan du seuil aux "Mignots"	55
Plan n°2 : Schéma des propositions de solution	55
Plan n°3 : Profil en long global	55
Plan n°4 : Plan de l'Avant Projet aux "Mignots" dans l'hypothèse de l'effacement du seuil aux "Mas"	55
Plan n°5 : Plan de l'Avant Projet aux "Mignots" dans l'hypothèse de la conservation du seuil aux "Mas"	55

PLANS DANS LE TEXTE

Vue depuis l'aval	8
Plan de localisation	9
Plan de situation	10
Vue de l'ouvrage (depuis l'aval)	11
Vue des restes du seuil en béton	11
Parement	12
et berge dégradés	12
Vue en plan du Seuil	12
Extrait du PPRi de la commune de Clérieux	14
Schéma de la solution rampe en remblai avec chenal (Objectif Prioritaire =>7% de pente : solution S1a-R-OP)	21
Schéma de la rampe en dérivation (rouge : objectif prioritaire ; jaune tout objectif) pour un débit réduit (solution S1-b-min)	23
Schéma de la passe à bassin en béton pour l'objectif prioritaire et le dimensionnement maximal (Solution Mignots-S2 -Max- OP) ; en fuchsia la passe à anguille	28
Schéma de la passe à bassin en béton pour tous les objectifs et le dimensionnement minimal (Solution Mignots-S2 -Min- TO) ; en fuchsia la passe à anguille	29
Schéma de la passe à bassin rustique pour l'objectif prioritaire et le débit maximum (solution S3-Max-OP) avec en fuchsia la passe à anguille et en violet le confortement du seuil	32
Schéma de la passe à bassin rustique pour l'objectif prioritaire et le dimensionnement minimum (solution S3-Min-OP) avec en fuchsia la passe à anguille et en violet le confortement du seuil	33
Profil de l'écoulement de la reconstitution du lit en remblai (rouge : seuil de 0,3 m, orange : de 0,2 m et fuchsia de 0,4 m)	35
Schéma de la reconstitution du lit en remblai pour des seuils de 0,3 m (Solution S4a-0,3)	36

Schéma de la reconstitution du lit en remblai pour des seuils de 0,4m avec des passages à chutes de 0,2 m (Solution S4b)	36
Schéma de la reconstitution du lit en remblai avec seuil perpendiculaire pour des seuils de 0,3 m (Solution S4c-0,4)	37
Profil en long de l'Herbasse entre le seuil du stade et celui aux Mas (en rouge pente de 0,006 m/m, en verte pente de 0,007 m/m ; en ligne pleine pente depuis le seuil aux Mas, en pointillé depuis l'aval du seuil des Mas).....	40
Profil en long de la zone (en rouge pente de 0,006 m/m, en verte pente de 0,007 m/m).....	50
L'Herbasse à l'aval du seuil aux "Mignots"	53
Exemple d'îlots	53
...et d'épis en technique bois	53

1.-PRESENTATION

Dans le cadre du contrat de rivières de l'Herbasse, un programme d'action d'amélioration de restauration et gestion de la qualité écologique a été défini. Il comprend le réaménagement d'obstacles infranchissables à la migration piscicole dont dix ouvrages ou seuils "naturels" sur l'Herbasse et la Limone. Pour réaliser ce projet, le SIABH s'est attaché les services du bureau d'études CIDEE pour la réalisation d'une étude préliminaire et d'un Avant Projet pour chaque infranchissable.

Le présent rapport correspond à la phase "étude préliminaire" définissant les propositions d'aménagements, leurs impacts et leurs coûts afin que le maître d'ouvrage puisse choisir, en connaissance de cause, l'aménagement qui pourrait être réalisé.

2.-SITUATION DES TRAVAUX

L'étude concerne 10 sites présentant des infranchissables piscicoles (inventoriés par l'ONEMA) sur le bassin versant de l'Herbasse.

Les objectifs piscicoles sont de rétablir la franchissabilité dans le contexte salmonicole du bassin versant : l'objectif principal est la truite fario en période de reproduction au quel se rajoute la franchissabilité de l'anguille sur la partie aval.

Ces différents sites présentent des caractéristiques et des contraintes différentes qui en font des cas particuliers. Le présent document se rapporte au seuil au lieu-dit "Les Mignots".

3.-ÉTAT DES CONNAISSANCES

3.1.1.-Contrat Rivière

A l'initiative des élus du territoire de la vallée de l'Herbasse, une volonté commune de s'engager dans une démarche de type contrat de rivière a été officialisée dès 2005. Le dossier sommaire de candidature du Contrat de Rivières Herbasse a reçu l'agrément du Comité de Bassin en décembre 2006. Le Comité de rivière « Herbasse », présidé depuis 2009 par Mr Fabrice LARUE (Vice Président du SIABH et Maire de Clérieux) a été constitué par arrêté préfectoral du 05 juin 2007.

Le dossier définitif a été validé par le Comité de rivière le 10 décembre 2009, pour la période 2012 à 2016.

Le contrat de rivière intègre les grands objectifs suivants :

- Actions d'accompagnement - OF 1, 2, 3 et 4 ;
- Pollution - OF 5 " lutter contre les pollutions en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé ;

- Fonctionnalités naturelles des milieux - OF 6 "préservé et redévelopper les fonctionnalités naturelles des bassins et des milieux naturels, notamment :
 - o altération de la continuité biologique = 3C11 : Créer ou aménager un dispositif de franchissement pour la montaison
- Equilibre quantitatif - OF 7 "atteindre l'équilibre en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ;
- Inondations - OF 8 "gérer les risques inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau" ;

La présente étude fait partie des actions du contrat de rivière : altération de la continuité biologique : a_c_b => fiche action n°2 : Etudes de faisabilité & Travaux pour le franchissement piscicole.

3.1.2.-Bibliographie

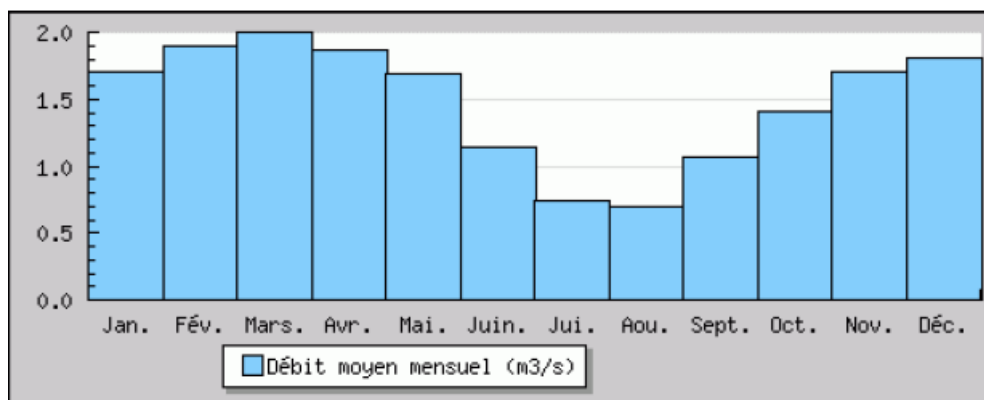
Pour la réalisation de la présente étude, la bibliographie fournie par le maître d'ouvrage comprend :

- Etude Géomorphodynamique de l'Herbasse (HydroDyn, 2007) ;
- Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles de la Drôme.

3.1.3.-Données hydrologiques

Le bassin versant de l'Herbasse est équipé d'une station de mesures des débits de l'Herbasse n°W3534020 à Clérieux (DREAL Rhône-Alpes) pour un bassin versant de 187 km².

Les moyennes mensuelles sont les suivantes :



avec un module interannuel de 1,47 m³/s et un Qmna5 de 0,41 m³/s calculé sur 41 ans.

Le régime des crues est donné dans le tableau suivant :

fréquence	QJ (m3/s)	QIX (m3/s)
biennale	18.00 [15.00;21.00]	42.00 [35.00;51.00]
quinquennale	28.00 [24.00;35.00]	69.00 [60.00;86.00]
décennale	35.00 [30.00;44.00]	87.00 [75.00;110.0]
vicennale	42.00 [36.00;53.00]	100.0 [89.00;130.0]
cinquantennale	50.00 [43.00;65.00]	130.0 [110.0;160.0]
centennale	non calculé	non calculé

Les valeurs entre crochets représentent les bornes de l'intervalle de confiance dans lequel la valeur exacte du paramètre estimé a 95% de chance de se trouver.

Etude pour le FRANCHISSEMENT PISCICOLE

Seuil aux "Mignots" ROE 37113



Vue depuis l'aval



Flèche bleue : l'Herbasse ; flèche rouge : Seuil.

Plan de situation

4.1.2.-Description

L'ouvrage est un seuil de stabilisation du profil en long.



Vue de l'ouvrage (depuis l'aval)

L'ouvrage est constitué par des enrochements libres ayant renforcés un ancien ouvrage en béton dont persiste des massifs en berge et une partie du coursier.



Vue des restes du seuil en béton

Le parement en enrochements est partiellement éboulé ainsi que l'encrage en rive droite.

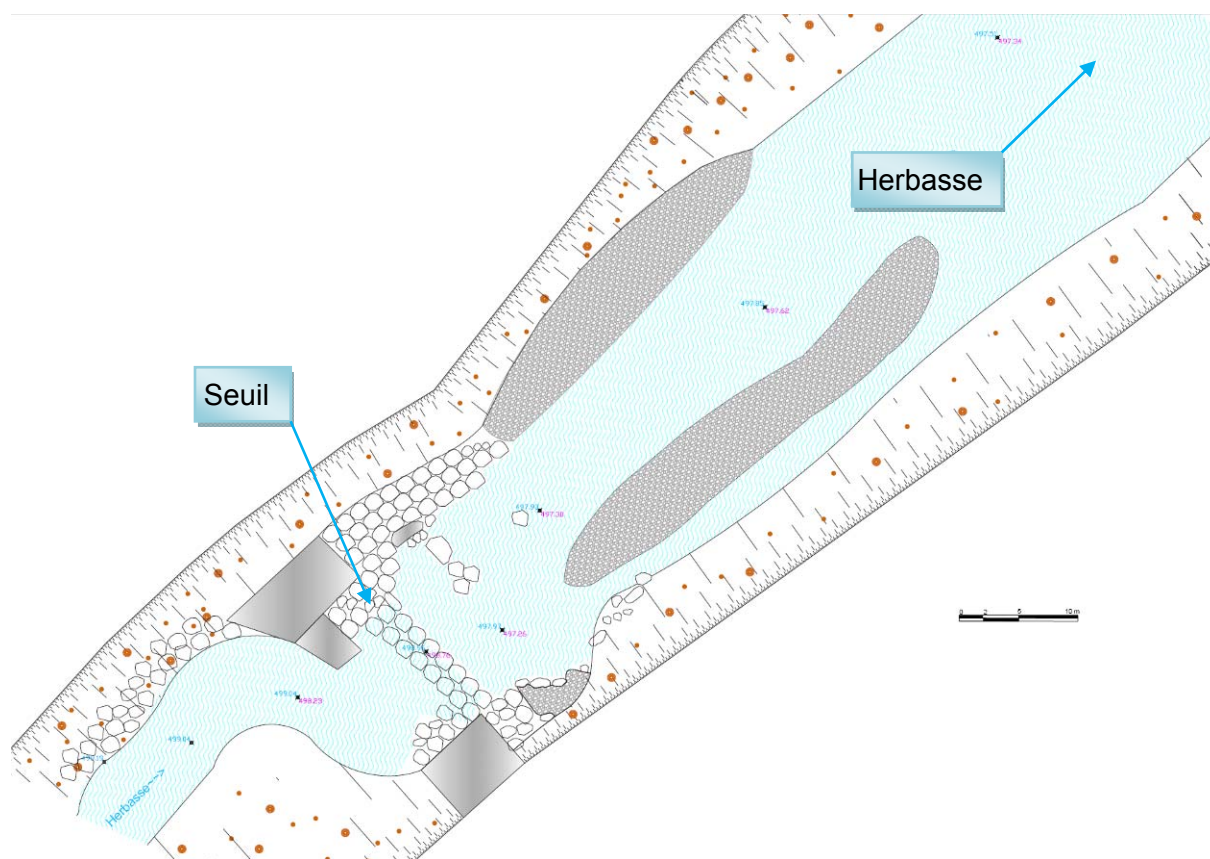


Parement



et berge dégradés

Le dénivelé physique est de près de 1,15 m (hors fosse), celui hydraulique est de 1 m mesuré in-situ lors de la topographie spécifique (22/02/2013 ; situation hydrologique du jour = 120 % du module à Clérieux).



Vue en plan du Seuil

Le dénivelé est trop important et la dégradation du seuil provoque une cassure de la ligne d'eau abrupte ce qui rend l'ouvrage infranchissable.

4.2.-HYDROLOGIE

4.2.1.-Débits moyen et d'étiage

- Extrapolation des débits au niveau de la zone d'étude : l'ouvrage se trouve légèrement en aval de la station de mesure.

En considérant que le bassin versant entre la station et le site d'étude est négligeable, les débits utilisés seront ceux de la station :

	Surface	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Module	QMNA5
Herbasse Clérieux	187	1.7	1.9	2	1.86	1.69	1.14	0.74	0.7	1.07	1.41	1.7	1.81	1.47	0.41

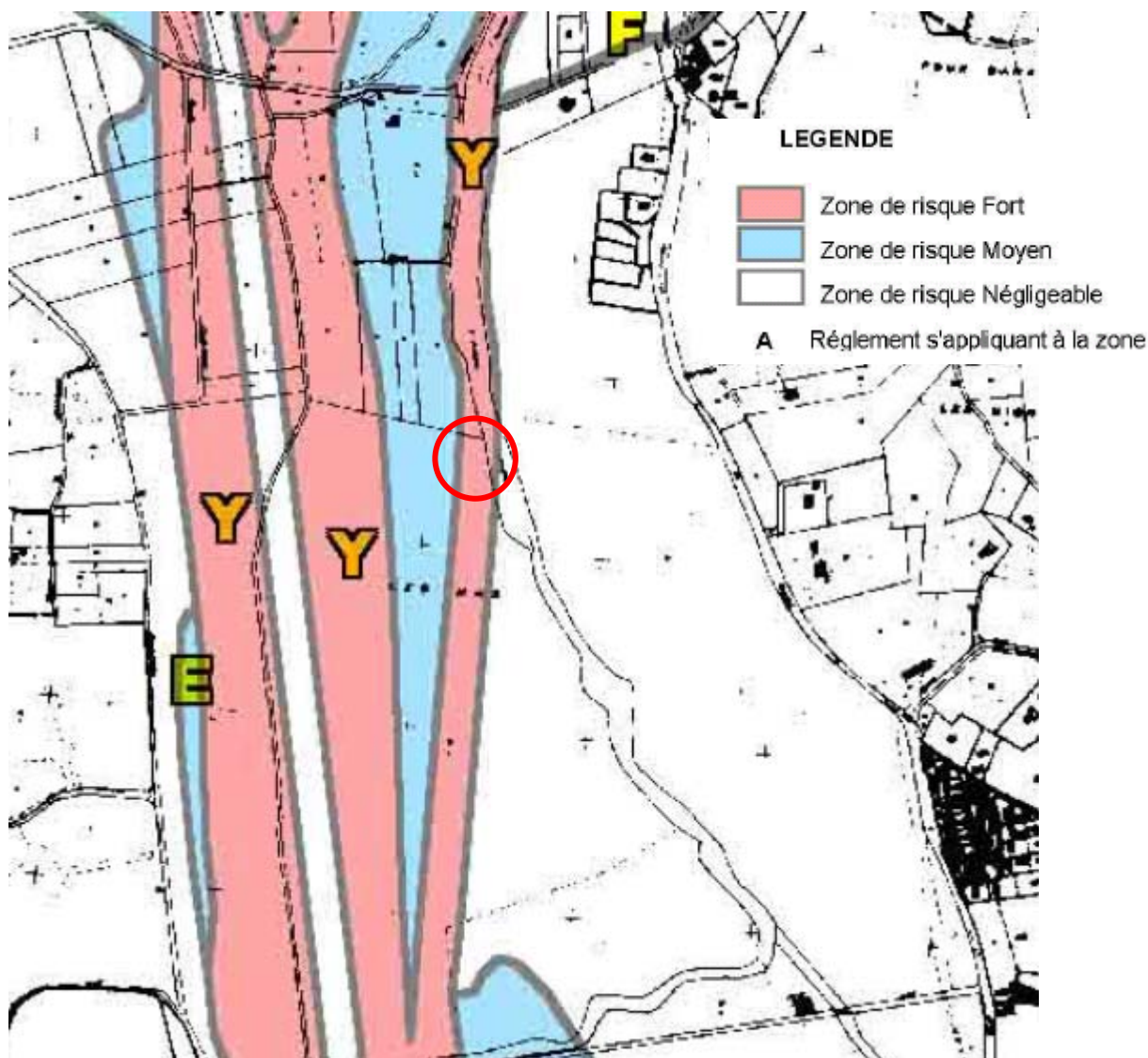
4.2.2.-Débits de crue

L'étude géomorphologique et hydrologique donne des débits de crue de l'Herbasse à Clérieux. :

	Herbasse Clérieux
Bassin versant	187 km ²
Débit décennal	113 m ³ /s
Débit centennal	259 m ³ /s

4.3.-HYDRAULIQUE

L'Herbasse a fait l'objet d'un atlas des zones inondables sur la commune de Clérieux.



Extrait du PPRi de la commune de Clérieux

4.4.-FAUNE PISCICOLE

4.4.1.-Etat du peuplement - gestion

Les données utilisées sont celles issues du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources Piscicoles de la Drôme (PDPG, 2004)

Parmi les 34 contextes salmonicoles identifiés dans le PDPG, 25 sont proposés en gestion patrimoniale, dont l'Herbasse amont et l'Herbasse médiane.

L'Herbasse amont fait partie d'un contexte salmonicole comprenant de nombreux cours d'eau situé en tête de bassin versant en bordure ouest du massif de Chambarands

De manière générale, ces petites rivières et ruisseaux à forte pente bénéficient d'une bonne diversité de l'habitat, d'une bonne alimentation et d'un cadre environnemental assez préservé.

Les potentialités piscicoles sont bonnes et le peuplement est conforme sauf sur l'Herbasse médiane où plusieurs perturbations (notamment obstacles à la circulation piscicole) viennent perturber le bon déroulement du cycle biologique.

L'Herbasse médiane est un contexte perturbé, mais le retour à la conformité est considéré comme possible au terme du PDPG, moyennant entre autre la suppression des infranchissables identifiés.

L'Herbasse aval fait partie des contextes intermédiaires dominés par les cyprinidés d'eau vive (blageon, goujon, vairon, barbeau...).

Compte-tenu de perturbations multiples et assez importantes, la restauration complète de ce système n'est pas envisageable à court terme et les objectifs de gestion sont de type « patrimoniale différée » après la résorption des principaux points noirs.

Les objectifs des aménagements sont donc avant tout de mettre en place des conditions minimales, soutenir l'état « conforme » du peuplement de l'Herbasse amont et surtout de participer à la restauration de la conformité du peuplement de l'Herbasse médiane et aval.

De l'amont vers l'aval, le peuplement piscicole évolue de la manière suivante :

- Sur les contreforts du massif de Chambarands, le peuplement est salmonicole et principalement composé de truite fario, du vairon et de la loche franche, mais aussi du Blageon et de la Lamproie de Planer. Dans le PDPG, le peuplement est indiqué comme étant quasi conforme aux potentialités naturelles du cours d'eau,
- Dans la partie médiane, le peuplement est toujours de type salmonicole avec les espèces du contexte amont auxquelles s'ajoute le barbeau méridional. Le peuplement est perturbé par plusieurs infranchissables, par le colmatage du lit et l'artificialisation des berges, auquel s'ajoutent quelques problèmes de qualité d'eau.
- Dans le contexte à l'aval, le peuplement est mixte avec d'importantes populations de cyprinidés d'eaux vives (goujon, vairon, chevesne, barbeau fluviatile et méridional...). Le peuplement est perturbé par l'artificialisation de la rivière et la qualité des eaux qui impactent fortement la reproduction et le grossissement des espèces les plus sensibles comme la truite fario
- Dans la plaine rhôdaniennne, le peuplement devient cyprinicole. Le peuplement est toujours dominé par le goujon, le blageon et le chevesne, accompagnés du gardon, du barbeau fluviatile, de la perche commune et du brochet.

En ce qui concerne la population de truite fario, tous les sous-bassins présentent de bonnes surfaces de zones de frai potentielles ou effectives. Sur l'Herbasse, la zone la plus favorable à la reproduction de la truite correspond au cours supérieur (affluents y compris). Dans le piémont, certains affluents (Chenéadière, Chaix) sont également très importants pour le frai et le grossissement des jeunes.

La zone aval est trop dégradée par les aménagements successifs pour présenter une potentialité satisfaisante pour la reproduction de cette espèce.

Les populations de truite fario de l'Herbasse, souffrent également des obstacles artificiels qui empêchent la libre circulation de cette espèce, limitent sa reproduction et isolent les populations amont et aval.

Dans le PDPG, plusieurs obstacles sont mentionnés sur l'ensemble des sous-bassins, mais les plus pénalisants sont ceux situés :

- sur l'Herbasse inférieure, médiane et supérieure (dont l'ouvrage),
- sur les affluents de l'Herbasse supérieure.

Enfin, l'anguille et la lamproie de Planer sont bien présentes sur le cours inférieur et médian de l'Herbasse. Mais les seuils de l'Herbasse inférieure limitent le développement de ces espèces sur la partie supérieure du cours d'eau.

L'aire de présence du barbeau méridional se trouve en aval des ouvrages concernés.

Les enjeux relatifs à l'anguille et à la Lamproie de Planer sont nettement moindres sur la partie supérieure du bassin, y compris les affluents.

4.4.2.-Enjeux piscicoles

Dans la partie inférieure du bassin, plusieurs paramètres rendent ce tronçon peu fonctionnel pour la truite fario tant pour la reproduction, le grossissement des juvéniles que pour l'abri des géniteurs. Dans la partie intermédiaire, les faibles diversités et biomasses piscicoles sont à mettre en lien avec le grand déficit en matière d'habitats constaté sur ce tronçon, accentué par la sévérité des étiages.

Les cours médian et supérieur de l'Herbasse en amont de Saint-Donat-sur-l'Herbasse sont de première importance pour la reproduction et le grossissement des juvéniles de truites fario. En l'état actuel, le tronçon amont présente un réel enjeu pour la sauvegarde de la population actuelle de truite fario.

L'enjeu de restauration du continuum migratoire aval-amont des infranchissables considérés est d'autant plus important qu'ils se situent sur le cours inférieur, médian et supérieur et donc permettrait de restaurer l'accès au cours supérieur à la reproduction. L'accès au cours médian et supérieur et des affluents est vital pour le maintien des populations de truites du fait qu'à l'heure actuelle, les caractéristiques hydromorphologiques de l'Herbasse aval font qu'elle ne présente que peu de sites propices pour le frai et le grossissement des alevins de truite, mais aussi pour les cyprinidés d'eau vive.

En conclusion, l'état écologique actuel de l'Herbasse et de ses affluents peut, d'une manière générale, être considéré comme « médiocre ». Ceci indique que le cours d'eau ne présente plus que des fragments de ses communautés caractéristiques. On observe des altérations notables de la composition des communautés ainsi que de la capacité de reproduction naturelle et de la structure des populations.

Les tronçons de l'Herbasse et ses affluents situés en amont de Saint-Donat-sur-l'Herbasse revêt une valeur piscicole particulière pour la conservation de la truite fario et secondairement de l'anguille jusqu'à la Limone. Les seuils sur l'Herbasse doivent être rendus franchissables pour permettre la circulation de ces espèces.

Du fait des altérations physiques du cours d'eau à l'aval et de la rupture du continuum biologique longitudinale, les populations de truites farios ont longtemps été soutenues sur le bassin par des mesures de repeuplement.

L'aménagement des seuils sur l'Herbasse est nécessaire car :

- L'enjeu de conservation de ces espèces est d'autant plus critique du fait de la très faible représentation de ces espèces dans les autres hydrosystèmes du bassin versant.
- Les efforts d'assainissement qui sont mis en place et qui vont continuer à l'être permettront de favoriser ces espèces sensibles. Des mesures visant l'amélioration de la qualité de l'habitat et la libre circulation de ces espèces sont nécessaires pour compléter les mesures prises pour l'amélioration de la qualité des eaux,
- Ces espèces sont reconnues comme des espèces-cibles pour la gestion piscicole et halieutique de l'Herbasse. Du fait des altérations physiques du cours d'eau à l'aval et de la rupture du continuum biologique longitudinale, les populations de truites farios ont longtemps été soutenues sur le bassin par des mesures de repeuplement.

4.5.-PASSE A POISSONS

4.5.1.- Objectifs

Compte tenu des enjeux piscicoles cités ci-dessus, l'ouvrage devra être aménagé pour répondre aux objectifs suivants :

Objectifs prioritaires :

- permettre la montaison des adultes de truite fario de fin septembre à début décembre,
- permettre la dévalaison « toutes espèces », notamment lors de l'étiage estival,
- permettre le franchissement de l'anguille principalement d'avril à septembre,

Objectifs annexes :

- permettre la montaison des juvéniles de truite et des espèces cyprinicoles toutes l'année et particulièrement en période estivale.

4.5.2.-Contraintes

Les différentes contraintes appliquées à la passe à poissons sont :

- Les types de poissons à faire transiter : la passe est prioritairement dimensionnée pour la montaison de la truite (principalement reproducteur, secondairement toutes tailles). L'anguille est aussi à considérer.
- La fourchette de fonctionnement : la passe devra être fonctionnelle pour la plage de fonctionnement du Qmna5 au double du module, ainsi, la plage de débit est de 0,41 m³/s à 2,95 m³/s (estimation hydrologique).
- La dénivellation à franchir : elle est de 1,0 m pour la dénivellation hydraulique (mesurée sur le terrain).

4.6.-CHOIX TECHNIQUES DU TYPE DE PASSE

L'essentiel des choix, préconisations et dimensionnements est conforme aux recommandations du guide "Passes à poissons : expertise conception des ouvrages de franchissement" du CSP et du "guide technique pour la conception des passes «naturelles»" de l'agence de l'eau Adour Garonne.

Il existe deux grands types de passe à poissons à envisager :

- les passes à chenal rugueux ou ralentisseurs : il s'agit de chenaux (ou rampe) où l'écoulement est compatible avec la capacité de nage du poisson du fait de leurs caractéristiques géométriques et/ou du rajout d'éléments permettant de diminuer la vitesse (déflecteur, bloc saillant,...).
- les passes à bassins : la dénivellation à franchir est divisée en petites chutes formant une succession de bassins.

4.6.1.-Passe chenal ou rampe :

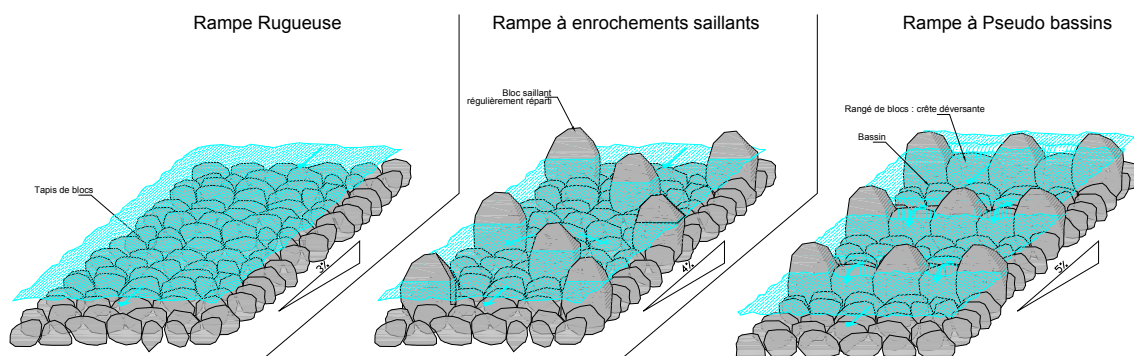
4.6.1.1.Présentation

Le paramètre prépondérant de ce genre de passe est la pente qui conditionne la vitesse et la hauteur d'eau.

Les pentes maximales utilisées pour ce type de passe sont :

- Rampe rugueuse : de 5% à 10% pour les truites, <3% pour les espèces compagnes ;
- Rampe à blocs saillants (ou brosse) : de 5 à 7% pour les truites, de 3 à 4% pour les espèces compagnes ;
- Rampe à pseudo bassin (ou blocs en rangées périodiques) : de 6 à 8% pour les truites, de 4 à 5% pour les espèces compagnes ;
- Chenal à ralentisseur : de 10 à 20% pour les grands migrateurs ; inadapté pour les autres espèces (non retenu).

Le franchissement de ces passes se fait par une nage forcée, aussi leur longueur ne peut dépasser la capacité d'endurance des espèces cibles qui est de l'ordre de 10 m pour les truites ou 5-6 m pour les espèces compagnes. Les ouvrages dépassant cette longueur doivent être fragmentés par des zones de repos.



Photos issues du guide des techniques pour la conception « naturelles » des passes

4.6.1.2. Pré-Dimensionnement

Le dénivelé global est de 1,0 m pour le dénivelé hydraulique. Compte tenu de la pente de dimensionnement des passes rampes, la longueur nécessaire serait de :

Population cible	pente	Dénivelé	longueur
Truite	8.0%	1	12.5
Truite	7.0%	1	14.3
Truite	5.0%	1	20.0
Compagnes	4.0%	1	25.0
Compagnes	3.0%	1	33.3

Ce genre de passe doit être adapté de façon à pouvoir concentrer les écoulements d'étiage et étaler les écoulements de hautes eaux pour rester fonctionnelle sur la fourchette de débit considéré.

4.6.1.3. Objectif piscicole

Les passes rampes sont relativement sélectives sauf pour les pentes faibles. Toutefois, elles permettent une hétérogénéité des conditions d'écoulement qui ouvre un large éventail de possibilités de nages.

Ainsi compte tenu des objectifs de l'ouvrage :

- Les rampes rugueuses sont possibles mais la longueur devient sélective sauf à envisager des zones de repos.
- Les chenaux à blocs saillants peuvent être utilisés avec une pente de 4 ou 5% pour l'objectif prioritaire.
- Les chenaux à pseudo-bassins permettent des pentes un peu plus fortes : 6 à 8% pour l'objectif prioritaire.

Les chenaux à pseudo-bassins sont les moins contraignants en terme d'emprise (pente plus forte) et permettent un fonctionnement hydraulique plus satisfaisant pour les faibles débits et pour les juvéniles. En effet, les bassins forment des habitats aquatiques toujours en eau qui servent également de zone de repos, voire de zone refuge en période d'étiage. Toutefois, les pseudo-bassins doivent permettre des écoulements profonds pour ne pas limiter le franchissement à des sauts. La mise en place des rangées de blocs de séparation entre les bassins ne doit pas être continue (formant une crête) mais comprend des interstices (échancrure).

Les chenaux à blocs saillants pourraient également convenir. Toutefois, il convient de prendre des précautions dans l'arrangement des blocs pour garantir des conditions d'écoulement favorables surtout pour les faibles débits. Il faut également prendre en compte l'aspect longueur et prévoir des zones de repos.

On choisira pour la suite un dimensionnement avec une pente de 7% pour l'objectif prioritaire ou 5% pour l'objectif annexe avec l'agencement des blocs en une surface très rugueuse tendant vers une forme à bassins. Pour l'objectif anguille, des moyens particuliers peuvent être nécessaires (à voir dans la suite).

4.6.1.4. Implantation

❖ Remplacement du seuil

Il est possible d'effacer la discontinuité du profil en long produit par le seuil en le remplaçant par une rampe sur la totalité de la largeur du lit :

- soit en remblai par dessus le lit : la rampe part du niveau du lit à l'amont de la chaussée et se prolonge en aval jusqu'à retrouver le lit naturel ;
- soit en déblai en supprimant l'ouvrage : la rampe démarre au pied du seuil actuel et le prolonge à l'amont jusqu'à retrouver le lit naturel ;
- soit en déblai/remblai en positionnant la rampe de façon intermédiaire aux deux précédentes solutions.

Impacts :

1. Hydraulique. En crue, l'ouvrage en remblai entraîne une modification négative sur les niveaux de crue le long de son emprise. Le lit majeur est endigué et il est probable que cette modification locale n'ait pas d'impact sur l'inondabilité de la plaine.
2. Morpho-dynamique. La rampe doit être pourvue d'une fosse de dissipation à l'aval pour contrecarrer l'accélération des écoulements qui pourrait éroder l'aval de la rampe. Dans le cas des pseudo-bassins dans le chenal, une tendance à l'engravement est possible mais limitée car les bassins sont peu profonds ce qui permet un auto-curage.
3. Paysager. En remblais, la rampe est visible et artificielle.

❖ Dérivation

La rampe peut s'envisager en "dérivation". Dans notre cas, une dérivation en contournement de l'ouvrage (par les berges) n'est pas envisageable car il y a les digues et les restes de l'ouvrage béton.

Ce chenal s'envisagerait préférentiellement en rive droite du côté de la berge érodée plus facile à aménager. D'un point de vue altimétrique le positionnement s'envisage :

- soit en remblai : le chenal part de la crête du seuil et se prolonge en aval jusqu'à retrouver le lit naturel.
- soit en déblai : le chenal fait une saignée dans le lit à l'amont et fini à l'aval de la chaussée. La difficulté réside dans le fait d'avoir un chenal plus profond que le lit (ouvrage spécifique), soit en déblai/remblai en positionnant la rampe de façon intermédiaire aux deux précédentes solutions en cumulant leurs inconvénients. Elles ne seront pas envisagées.

Les paramètres hydrauliques impliquent pour le débit minimum de fonctionnement (Q_{mna5} de $0,41 \text{ m}^3/\text{s}$) une largeur théorique de 6,5 m. Pour cette largeur le débit maximum admissible est de $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (plus de $2 \times \text{Module}$) : ce chenal suffirait sur la plage de fonctionnement retenue. Il est également possible de réduire la largeur du chenal en limitant le débit et en prévoyant une surverse directe dans le lit d'une partie du débit. Pour conserver l'attrait, la surverse complémentaire doit se faire proche de l'entrée de la passe. Pour exemple, une largeur de rampe de 1,5 m permettrait un débit de fonctionnement de 0,1 à $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$ soit $\frac{1}{4}$ du débit du cours d'eau sur la plage de fonctionnement.

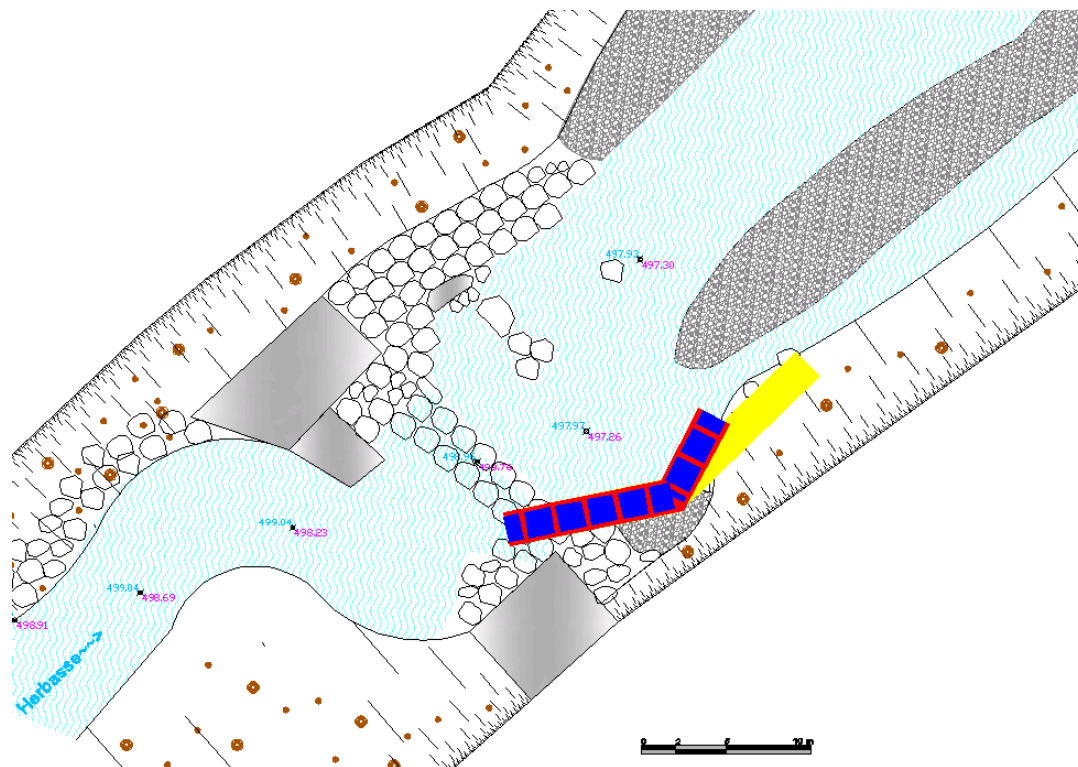


Schéma de la rampe en dérivation (rouge : objectif prioritaire ; jaune tout objectif) pour un débit réduit (solution S1-b-min)

Ce genre de passe nécessite une réflexion pour la dévalaison. En effet, la passe est en dérivation et elle n'utilise pas tout le débit du cours d'eau au-delà d'un certain seuil surtout pour un dimensionnement réduit. Le déversement sur la rampe existante permet la dévalaison et l'adaptation d'une partie de la crête pour favoriser le débit d'appel pour le dimensionnement réduit améliorera les choses.

L'ouvrage est constitué d'un chenal en béton avec un fond en blocs bétonnés formant les crêtes et les pseudo-bassins sur une assise d'enrochements avec protection anti-affouillement. Une alternative en bois (technique fuste) est possible mais délicate vu la puissance du cours d'eau sur la zone.



Exemple

L'implantation du chenal en rive gauche permet en même temps d'intégrer des mesures de protection de la berge (dégradée à cet endroit). Mais au contraire de la solution sur l'ensemble du lit, le seuil actuel en cours de déstabilisation n'est pas conforté.

Ce genre de passe doit être adapté pour permettre le franchissement de l'anguille par une sur-largeur inclinée muni d'un substrat spécifique permettant la reptation à faible hauteur d'eau. Sinon, il est possible d'envisager d'installer un substrat spécifique par dessus les blocs existants du seuil (plutôt en rive droite sinon les débits d'attrait seront opposés).

Impacts :

1. Hydraulique. L'impact hydraulique est peu significatif. La passe occupe une partie faible de la largeur du lit.
2. Morpho-dynamique. La passe même en dérivation est noyée en cas de crue car elle reste dans le lit du cours d'eau surtout sur sa partie aval. Elle reste le siège potentiel d'un transit solide : les matériaux transportés sont surtout des graviers qui seraient évacués en partie par auto-curage (sauf si apports importants). Ces passes n'impactent pas de manière importante le transit qui reste perturbé par l'ensemble de l'ouvrage.
3. Paysager. En remblais, le chenal est visible et artificiel.

4.6.1.5.Coût

❖ Remplacement

Pour la solution en remblai (solution Mignots_S1-a), le lit à l'aval du seuil existant est comblé par des blocs libres de façon à former la rampe dans laquelle s'insère un chenal de franchissement avec des pseudo-bassins en enrochements bétonnés (largeur 1,5 m). L'estimation des coûts pour l'objectif prioritaire (OP) avec un chenal réduit (Min) est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	550.00	15.00	8 250.00
Enrochements libres	m3	725.00	80.00	58 000.00
Enrochements bétonnés	m3	20.00	200.00	4 000.00
Géotextile	m²	365.00	6.00	2 190.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	28 976.00	28 976.00
Total aménagement				101 416.00

Pour le dimensionnement correspondant à tous les objectifs (rampe de 5% : Solution Mignots-S1-a-min-TO) l'estimation est de 135 000 € HT.

Ces solutions ne comprennent pas de restaurer la berge en rive droite qui aurait un coût supplémentaire de l'ordre de 8000 € HT.

Cette solution ne nécessite pas d'entretien spécifique autre que celui courant d'un cours d'eau.

❖ Dérivation

Chenal est formé d'une enceinte en caniveau béton ou maçonnerie, inséré dans le lit en rive droite dont le fond est constitué d'enrochements bétonnés (disposition hétérogène en pseudo-bassin). L'ouvrage repose sur une fondation en enrochements bétonnés.

L'estimation du chenal pour un dimensionnement réduit et l'objectif prioritaire (1,5 m de large ; Solution Mignots-S1-b-min-OP) est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	15.00	15.00	225.00
Enrochements libres	m3	90.00	80.00	7 200.00
Enrochements bétonnés	m3	18.00	200.00	3 600.00
Caniveau béton	ml	15.00	600.00	9 000.00
Plantation	m²	45.00	20.00	900.00
Substrat anguille	u	30.00	150.00	4 500.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	12 712.50	12 712.50
Total aménagement				38 137.50

Pour le dimensionnement correspondant à tous les objectifs (rampe de 5% : Solution Mignots-S1-b-min-TO) l'estimation est de 50 000 € HT.

La stabilisation du seuil existant nécessite le remblai par des blocs de la partie déstabilisée avec des mesures de protection contre les affouillements (fosse de dissipation en blocs avec éventuellement pieux bois) un coût de l'ordre de 25 000 € HT.

Pour les solutions en dérivation, des mesures de surveillance et entretien courant (= 150 €HT/an) et d'entretien décennal (= 250 € HT/unité) sont nécessaires soit de l'ordre 3500 € HT sur 20 ans.

4.6.2.-Passe à bassins

4.6.2.1.Présentation

Dans une passe à bassins, les différents moyens de passer d'un bassin à un autre sont :

- les orifices de fond,
- les échancrures de surfaces ou profondes,



Exemple

- les fentes verticales.



Exemple

→Les passes à orifices de fond seuls sont très peu utilisées du fait de la difficulté d'entretien (obstruction fréquente des orifices) et des contraintes hydrauliques (débit limité, ...). Par contre, les orifices de fond sont tout de même utilisés en complément des échancrures pour permettre le franchissement par les petits spécimens ou les espèces de fond.

→Les passes à échancrures sont de trois types :

- à échancrures de surface permettant un déversement plutôt à jet plongeant réservées aux poissons capables de "sauter",
- à échancrures profondes permettant un déversement à jet de surface permettant un passage en nage rapide dans la veine liquide,
- à échancrures mixtes (ex triangulaire) permettant les deux.

Les passes à échancrures sont adaptables à un grand éventail de conditions hydrauliques et de populations de poissons. Les échancrures à jet de surface sont moins restrictives que celles à jet plongeant. Les échancrures profondes sont particulièrement adaptées à la variation de la plage de débit. Des orifices de fond doivent être associés pour permettre le franchissement de certaines espèces compagnes (chabot, loche...) et les juvéniles de salmonidés.

→ Les passes à fentes verticales sont le cas extrême des passes à échancrures profondes : l'échancrure va jusqu'au fond du bassin. Elles s'adaptent à de forte variation de débits et de niveaux et elles permettent le franchissement d'une large gamme de poissons. Elles présentent l'avantage de moins s'engraver que les autres passes à bassins.

Le franchissement de l'anguille est impossible dans les passes de ce type. Une adaptation ou une passe spécifique est nécessaire. Il pourrait s'agir d'une rampe à substrat adaptée alimentée par un peu d'eau en parallèle de la passe à truite.

4.6.2.2. Pré-dimensionnement

Le dimensionnement est conditionné par deux paramètres :

- La hauteur de chute entre bassin : de 0,25 à 0,3 m pour les truites ; de 0,2 à 0,25 m pour les cyprinidés d'eau vive ; de 0,15 m pour les petites espèces.
- La puissance dissipée maximum (Cette variable est un indicateur de la turbulence engendrée par l'écoulement dans les bassins, qui représente une difficulté de passage pour les migrateurs) : de 200 W/m³ pour les truites à 150 W/m³ pour les petites espèces.

Ces deux paramètres conditionnent la longueur de la passe : la hauteur de chute détermine le nombre de bassins et la puissance dissipée détermine les dimensions de chaque bassin. Le dénivelé à franchir est de ~1 m).

Population cible	Chute	Dénivelé	nb de chute	nb de bassin arrondi*	longueur minimale d'un bassin	longueur totale
Truite	0.30	1	3.3	3	2.4	7.2
Truite	0.25	1	4.0	4	2.4	9.6
Compagnes	0.20	1	5.0	5	2.4	12
Compagnes	0.15	1	6.7	6	2.4	14.4

* le premier bassin est considéré dans le lit du cours d'eau.

4.6.2.3. Objectif piscicole

Compte tenu des objectifs piscicoles décrit précédemment, les critères de dimensionnement d'une passe à bassins doivent être adaptés comme suit :

- Chute de 30 cm et énergie dissipée de 200 w/m³ pour l'objectif prioritaire (OP), avec échancrure de surface.
- Chute de 0,15 cm et énergie dissipée de 150 w/m³ pour l'objectif prioritaire et annexe (TO).

Pour l'objectif prioritaire, un dimensionnement sur la base du débit d'étiage comme débit minimum impliquerait des bassins de l'ordre de 4x3,5 m de surface et une profondeur à vide de 0,8 m. Ce dimensionnement correspond à une charge maximum de 0,4 m sur la prise d'eau de la passe. Pour cette charge maximum, le débit admissible dans la passe est de 1,12 m³/s soit inférieur à 2xModule. Le surplus de débit doit être déversé sur le seuil.

Les dimensions des bassins peuvent être réduites en limitant le débit de fonctionnement, alors une surverse complémentaire serait nécessaire pour le reste du débit (à orienter vers l'entrée de la passe pour renforcer le débit d'attrait). En considérant un débit minimum de fonctionnement du quart ($0,1 \text{ m}^3/\text{s}$), la taille des bassins peut être revue à $2,4 \times 1,9 \text{ m}$ de surface pour $0,8 \text{ m}$ de profondeur à vide.

Pour le dimensionnement correspondant à l'objectif secondaire, les dimensions des bassins sont :

- $3,7 \times 2,5 \text{ m}$ avec $0,6 \text{ m}$ de profondeur à vide pour le débit maximal ;
- $2,4 \times 1,3 \text{ m}$ avec $0,6 \text{ m}$ de profondeur à vide pour le débit réduit de moitié.

Pour le franchissement de l'anguille, une passe spécifique doit être prévue en sus : il s'agirait d'une rampe avec un substrat adapté à la reptation le long de la passe pour centraliser les débits d'attrait.

4.6.2.4. Implantation

Les passes à bassins sont généralement organisées en succession linéaire de bassins formant un canal barré de parois perpendiculaires à échanture.

L'installation de l'ouvrage se ferait en rive droite, pour les facilités d'aménagement sur la berge dégradée.

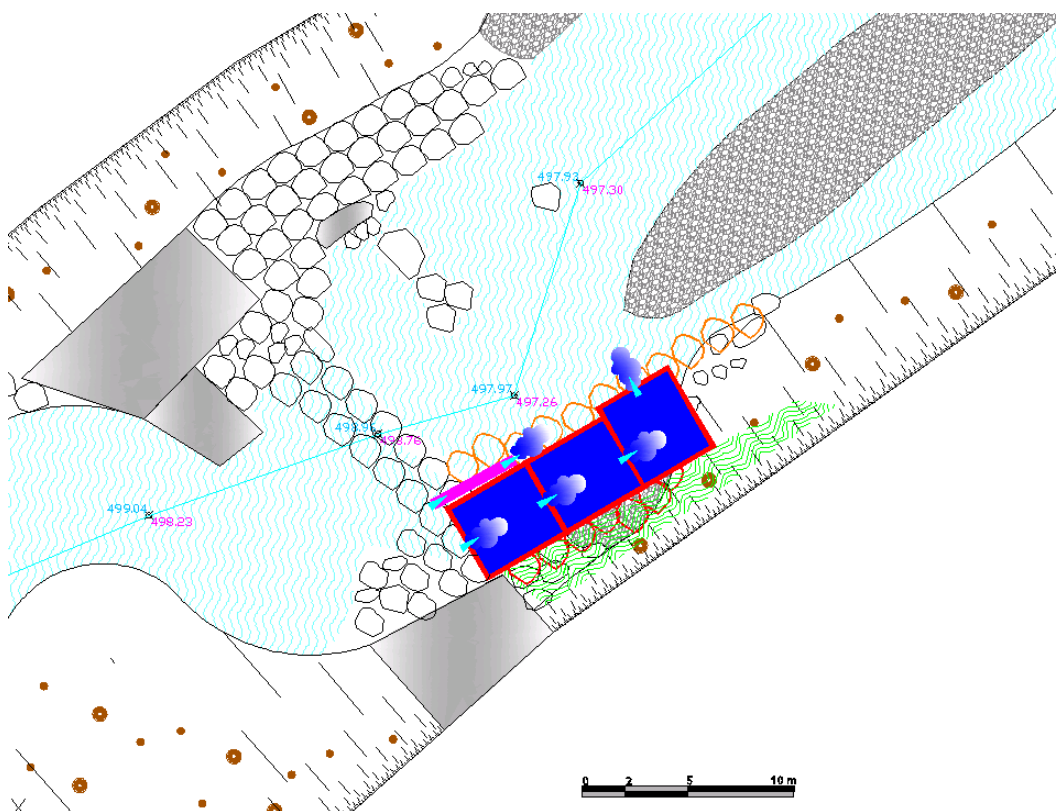


Schéma de la passe à bassin en béton pour l'objectif prioritaire et le dimensionnement maximal (Solution Mignots-S2 -Max- OP) ; en fuchsia la passe à anguille

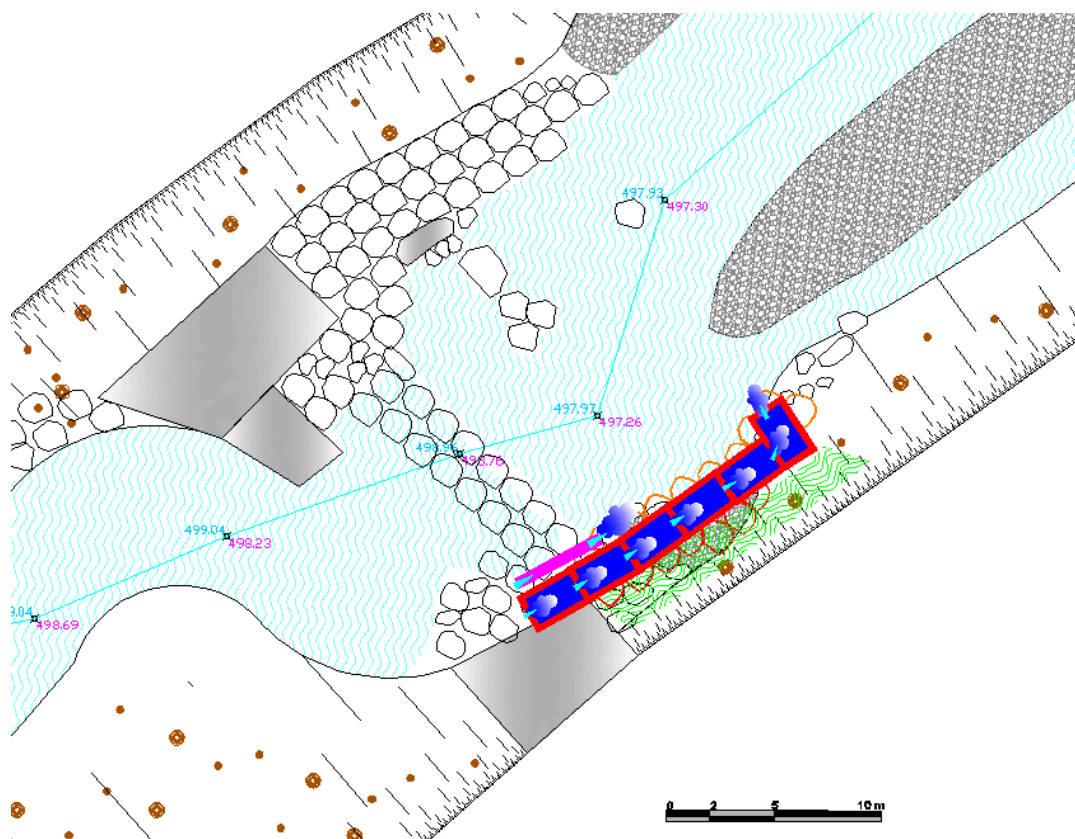


Schéma de la passe à bassin en béton pour tous les objectifs et le dimensionnement minimal (Solution Mignots-S2 -Min- TO) ; en fuchsia la passe à anguille

Les techniques de construction en bois sont possibles.

4.6.2.5.Impacts :

1. Hydraulique. L'impact hydraulique serait peu significatif. La passe occupe une partie faible de la largeur du lit.
2. Morpho-dynamique. La passe même en dérivation est noyée en cas de crue car elle reste dans le lit du cours d'eau surtout sur sa partie aval. Elle reste le siège potentiel d'un transit solide : les matériaux transportés sont surtout des graviers qui pourraient être difficilement évacués par auto-curage du fait de la profondeur des bassins. Ces passes n'impactent pas de manière importante le transit qui reste perturbé par l'ensemble de l'ouvrage.
3. Paysager. En remblais, le chenal est visible et artificiel.

4.6.2.6.Coût

La passe à bassins est formée de bassin en béton (ou maçonnerie) avec des déversoirs de communication hydraulique, le tout sur une assise d'enrochements en partie bétonnés.

L'estimation du coût de cette solution pour le dimensionnement maximum et l'objectif prioritaire (solution Mignots S2-max-OP) est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	130.00	15.00	1 950.00
Enrochements libres	m3	153.00	80.00	12 240.00
Enrochements bétonnés	m3	33.00	200.00	6 600.00
Plantation	m²	30.00	20.00	600.00
Béton	m3	27.00	900.00	24 300.00
Paroi interne	m3	4.00	500.00	2 000.00
Substrat à Anguille	u	10.00	150.00	1 500.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	24 595.00	24 595.00
Total aménagement				73 785.00

Les coûts des autres configurations sont les suivants :

- Objectif prioritaire et dimensionnement minimal (S2-Min-OP) : 25 000 € HT
- Tous objectifs et dimensionnement maximal (S2-Max-TO) : 93 000 € HT
- Tous objectifs et dimensionnement minimal (S2-Min-TO) : 34 000 € HT

La stabilisation du seuil impliquerait un surcoût de 25000 € HT.

Pour ces solutions, des mesures de surveillance et entretien courant (= 200 €HT/an) et d'entretien quinquennal (= 500 € HT/unité) sont nécessaires soit de l'ordre 6000 € HT sur 20 ans.

4.6.3.-Solution bâtarde

4.6.3.1.Présentation

Il existe une solution dérivée de la passe rampe à pseudo-bassins : au lieu d'envisager la passe d'une façon linéaire comme dans le guide, il s'agit d'utiliser le même principe mais avec des bassins plus large permettant de réduire la longueur par rapport au dimensionnement indiqué tout en conservant la même dissipation d'énergie. Cette configuration permet des formes plus aptes à replier le chenal pour gagner en longueur et à l'aménagement de cache et zone de repos.



Exemple

Cette solution est identique à la solution précédente à quelques adaptations près :

- Technique constructive : enrochements bétonnés,
- Forme : bassin moins géométrique.
- Dimension : le volume des bassins peut être réduit car l'énergie dissipée maximum admissible sur les bassins rustiques peut être de 300 w/m^3 pour l'objectif prioritaire ou 200 w/m^3 pour l'objectif secondaire. Cela permet de réduire la surface et ou la profondeur des bassins, mais alors la hauteur des chutes entre bassins est limitée à 0,2 m.
- Charge admissible possible plus importante.

Pour l'objectif prioritaire, cette solution permet les dimensions suivantes avec la même charge maximum que la solution S2 :

- 3,6x2,6 m avec 0,4 m de profondeur à vide pour le débit maximum ;
- 1,7x1,5 m avec 0,4 m de profondeur à vide pour le débit diminué au quart.

Pour l'objectif secondaire, on obtient les dimensions suivantes avec la même charge maximum que la solution S2 :

- 3,7x2,8 m avec 0,4 m de profondeur à vide pour le débit maximum ;
- 1,9x1,5 m avec 0,4 m de profondeur à vide pour le débit diminué au quart.

4.6.3.2. Implantation

L'implantation dans le cas de l'aménagement de la passe seule (sans confortement du seuil existant) s'envisage comme pour les passes précédentes plutôt en rive droite au niveau de la berge dégradée.

Toutefois, dans le cas de la prise en compte du confortement du seuil par rajout de blocs, la passe peut s'intégrer dans le nouveau parement comme la solution S1a mais l'implantation des bassins en quinconce permet de rester dans une longueur d'ouvrage moins importante. Alors la passe peut s'envisager sur l'une ou l'autre des

berges voir au centre du lit (entretien plus difficile). Le dimensionnement maximum n'est pas adapté aux dimensions du confortement, ce cas s'applique aux dimensionnements réduits.

Pour le franchissement de l'anguille, un complément spécifique doit être prévu en sus : il s'agirait d'une rampe avec un substrat adapté à la reptation le long de la passe pour centraliser les débits d'attrait.

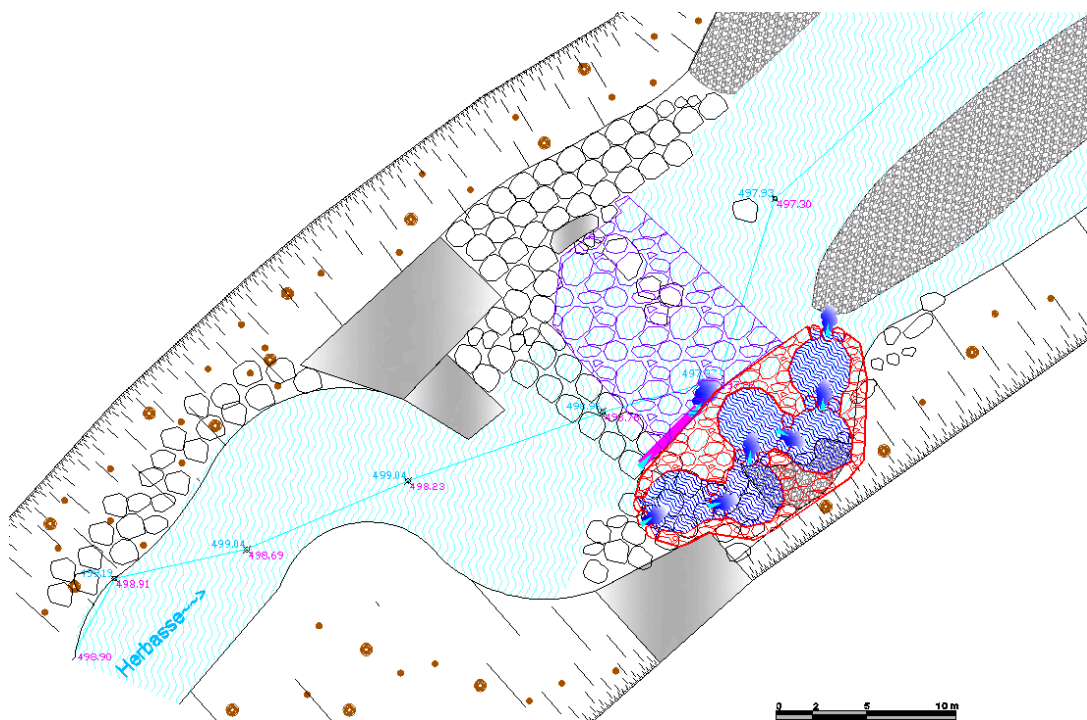


Schéma de la passe à bassin rustique pour l'objectif prioritaire et le débit maximum (solution S3-Max-OP) avec en fuchsia la passe à anguille et en violet le confortement du seuil

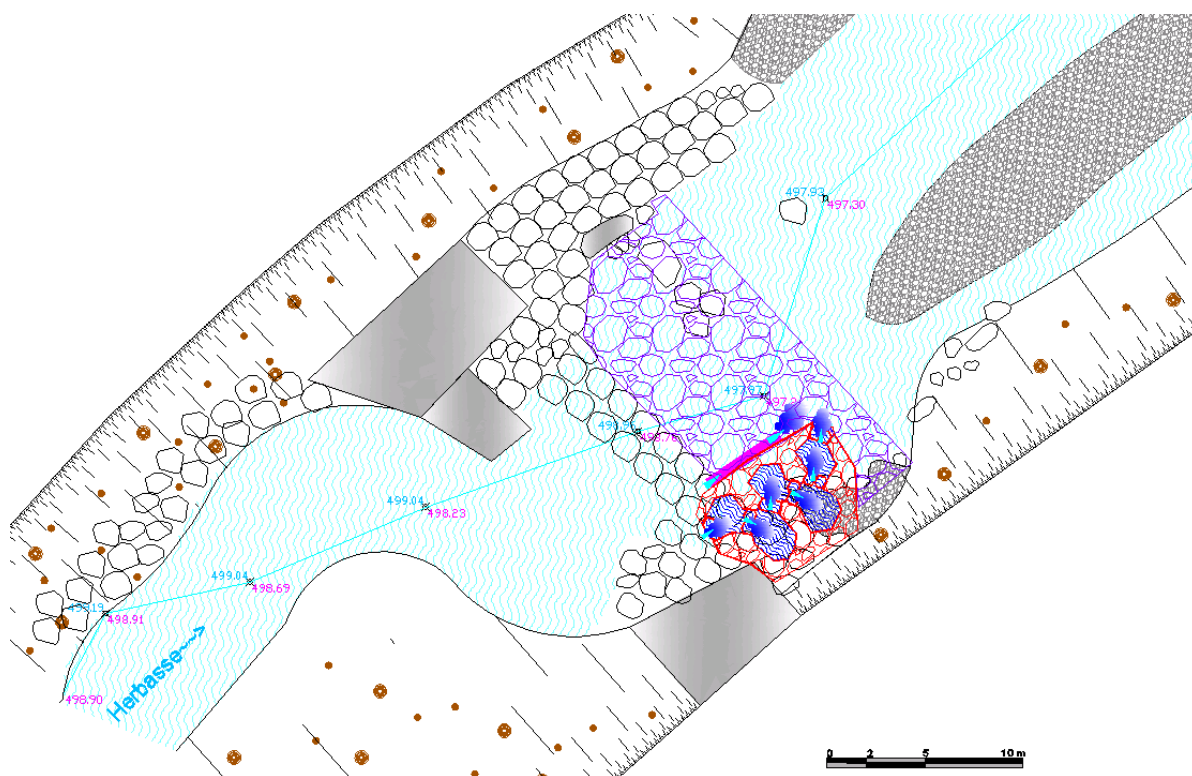


Schéma de la passe à bassin rustique pour l'objectif prioritaire et le dimensionnement minimum (solution S3-Min-OP) avec en fuchsia la passe à anguille et en violet le confortement du seuil

4.6.3.3.Impacts :

1. Hydraulique. L'impact hydraulique est négligeable. La passe occupe une partie faible de la largeur du lit.
2. Morpho-dynamique. La passe même en dérivation est noyée en cas de crue car elle reste dans le lit du cours d'eau surtout sur sa partie aval. Elle reste le siège potentiel d'un transit solide : les matériaux transportés sont surtout des graviers qui seraient évacués en partie par auto-curage (sauf si apports importants). Ces passes n'impactent pas de manière importante le transit qui reste perturbé par l'ensemble de l'ouvrage.
3. Paysager. En remblais, le chenal est visible et artificiel.

4.6.3.4.Coût

L'estimation du coût pour une passe à bassins rustiques en enrochements bétonnés sur assise en blocs pour l'objectif prioritaire et le dimensionnement maximum (solution Mignots-S3-Max-OP) est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant €HT
Terrassement	m3	180.00	15.00	2 700.00
Géotextile	m2	100.00	6.00	600.00
Enrochements bétonnés	m3	82.00	200.00	16 400.00
Enrochements libres	m3	200.00	80.00	16 000.00
plantation	ml	60.00	20.00	1 200.00
Substrat anguille	u	10.00	150.00	1 500.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	19 200.00	19 200.00
Total aménagement				57 600.00

L'estimation du coût pour une passe à bassins rustiques en enrochements bétonnés sur assise en blocs pour l'objectif prioritaire et le dimensionnement minimum (solution Mignots-S3-Min-OP) est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant €HT
Terrassement	m3	75.00	15.00	1 125.00
Géotextile	m2	45.00	6.00	270.00
Enrochements bétonnés	m3	40.00	200.00	8 000.00
Enrochements libres	m3	90.00	80.00	7 200.00
plantation	ml	50.00	20.00	1 000.00
Substrat à Anguille	u	10.00	150.00	1 500.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	9 547.50	9 547.50
Total aménagement				28 642.50

Les passes pour atteindre l'objectif annexe implique un coût de :

- 75 000 € HT pour le débit maximum ;
- 38 000 € HT pour le débit réduit au quart.

La stabilisation du seuil impliquerait un surcoût de l'ordre de 25000 € HT.

Pour ces solutions des mesures de surveillance et entretien courant (= 150 €HT/an) et d'entretien décennal (= 250 €HT/unité) sont nécessaires soit de l'ordre 3500 € HT sur 20 ans.

4.6.4.-Reconstitution d'un lit "naturel"

4.6.4.1.Présentation

Au lieu d'avoir une rampe en enrochements relativement uniforme en remplacement du lit, cette solution envisage plutôt la reconstitution du lit avec des "petits" seuils entrecoupés de tronçons de cours d'eau naturels. L'aspect est alors beaucoup moins artificiel.



Exemple

4.6.4.2. Pré-dimensionnement

Le dénivelé total du seuil est fractionné par des petits seuils. Pour obtenir une franchissabilité aisée avec des enrochements, il est nécessaire que ces seuils produisent un dénivelé de 20 à 40 cm maximum.

La franchissabilité est assurée par des passages préférentiels d'eau organisés en chenal rugueux relativement court.

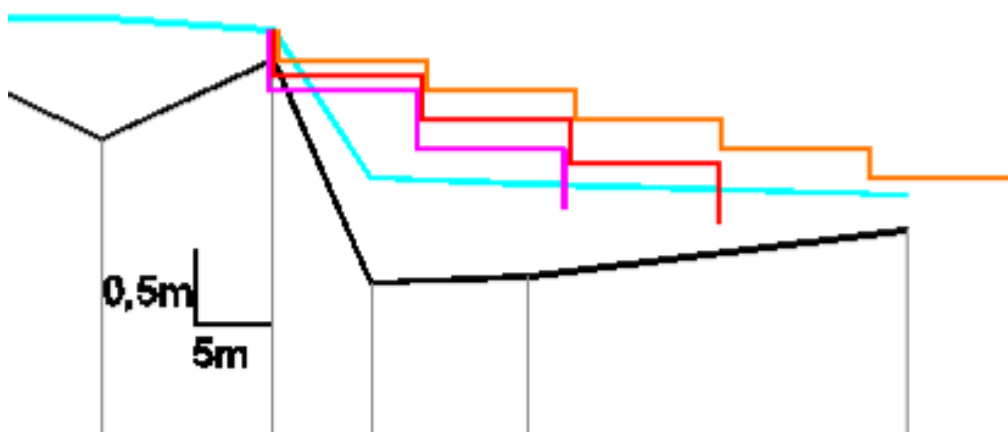
Le dimensionnement de 40 cm est relativement sélectif pour l'objectif annexe, mais reste envisageable.

Le nombre de seuil nécessaire pour la dénivellation hydraulique est de :

- 2 pour un dénivelé de 0,4 m,
- 3 pour un dénivelé de 0,3 m,
- 5 pour un dénivelé de 0,2 m

La connexion physique du seuil aval avec le fond du lit nécessite des rajouts d'enrochements.

Vu la largeur du cours d'eau et la dimension des enrochements, l'espacement des seuils envisagés est de 10 m.



Profil de l'écoulement de la reconstitution du lit en remblai (rouge : seuil de 0,3 m, orange : de 0,2 m et fuchsia de 0,4 m)

4.6.4.3. Implantation

De même que les solutions rampe sur la totalité du lit (Solution S1a ou b), la reconstitution du lit peut s'envisager en remblai, déblai ou déblai /remblai. En considérant les restes du seuil en béton, la solution en remblai à l'aval de l'ouvrage existant est plus simple.

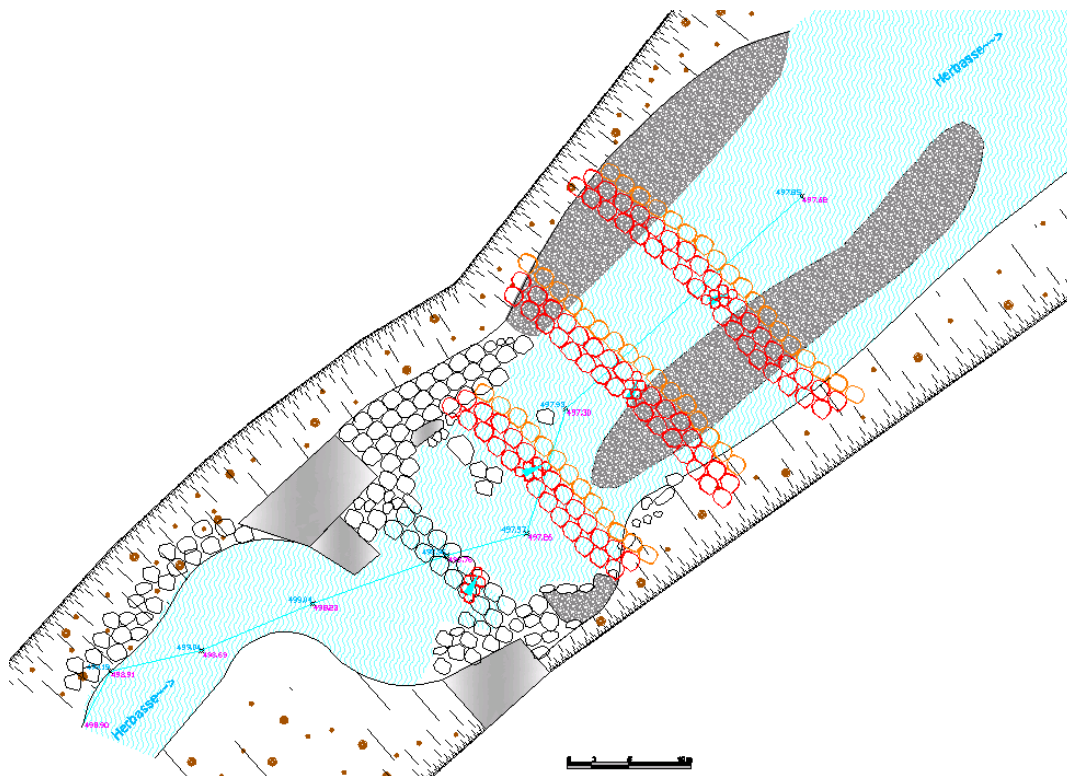


Schéma de la reconstitution du lit en remblai pour des seuils de 0,3 m (Solution S4a-0,3)

Pour limiter le nombre de seuil tout en visant l'objectif annexe, il est possible de rajouter sur des seuils avec une dénivelée de 0,4 m des passages où les lignes de blocs sont espacées de façon à créer des bassins avec des chutes de 0,2 m où l'agencement des blocs favorise au maximum la franchissabilité avec des zones d'écoulement et des zones d'arrêt.

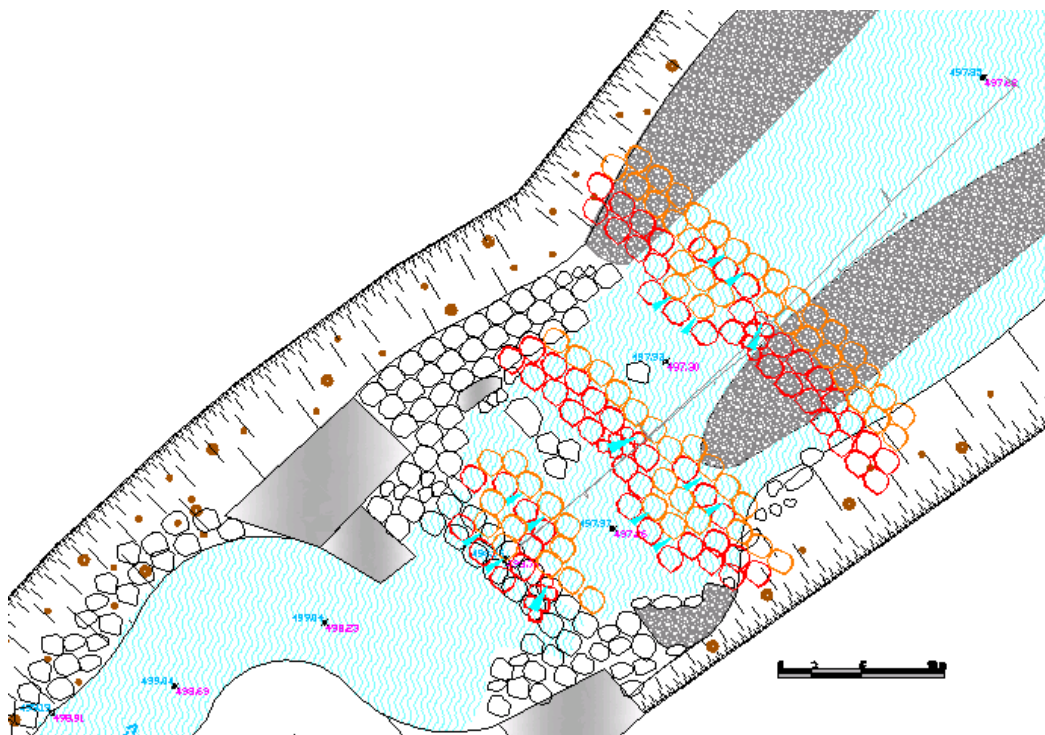


Schéma de la reconstitution du lit en remblai pour des seuils de 0,4m avec des passages à chutes de 0,2 m (Solution S4b)

Une autre alternative avec un découpage par moitié de largeur permet de réduire le volume de travaux : des seuils perpendiculaires sont ajoutés entre les seuils transversaux ce qui découpe le lit en grands "bassins".

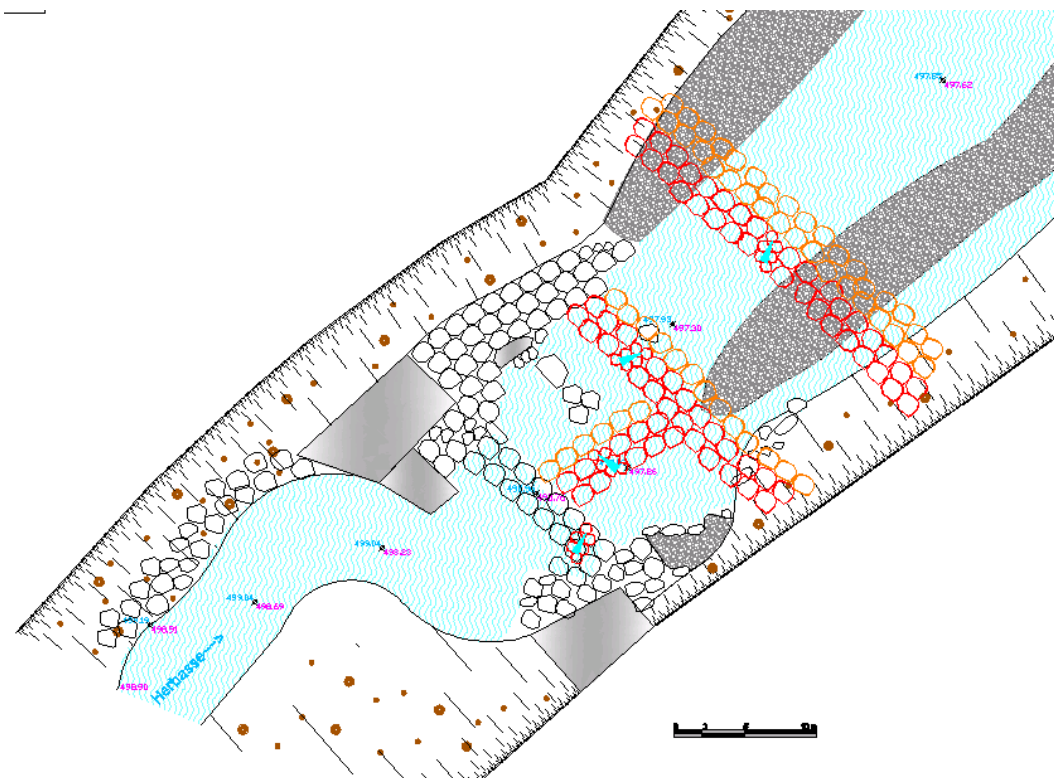


Schéma de la reconstitution du lit en remblai avec seuil perpendiculaire pour des seuils de 0,3 m (Solution S4c-0,4)

4.6.4.4. Impact :

1. Hydraulique. En crue, l'ouvrage en remblai entraîne une modification négative sur les niveaux de crue à l'aval du seuil. Toutefois, le lit majeur ne présente pas d'enjeux et les inondations de la plaine semblent venir de débordement amont (hydraulique à vérifier).
2. Morpho-dynamique. Le nouveau lit casse l'énergie de la chute en plusieurs petits dénivelés, le transit est moins perturbé à l'aval. Mais il reste déstabilisé.
3. Paysager. Le recouvrement de la chute permet de restituer un caractère plus "naturel" au cours d'eau, bien que moyennement minéral.

4.6.4.5. Coût

Reconstitution d'un lit en remblai : formé de 3 seuils de 0,3 m de dénivelé en enrochements dimensionnés pour résister à la crue centennale (estimation : $D_{50} > 1$ m ; Solution Mignots_S4a-0.3).

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	425.00	15.00	6 375.00
Enrochements libres	m3	595.00	80.00	47 600.00
Enrochements bétonnés	m3	10.00	200.00	2 000.00
Geotextile	m ²	375.00	6.00	2 250.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	23 290.00	23 290.00
Total aménagement				81 515.00

Le projet conduit à un surplus de déblais (sédiment de l'Herbasse) de l'ordre de 160 m³ qui seront laissés dans le lit de l'Herbasse.

Les coûts pour les seuils de 0,4 m ou 0,2 m sont respectivement de 55 000 € HT et de 112 000 € HT.

Reconstitution du lit avec des seuils de 0,4 m de dénivelé avec des passages en bassins de 0,2 m de dénivelé (Solution Mignots_S4b-0,4) :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	260.00	15.00	3 900.00
Enrochements libres	m3	420.00	80.00	33 600.00
Enrochements bétonnés	m3	15.00	200.00	3 000.00
Geotextile	m ²	225.00	6.00	1 350.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	16 740.00	16 740.00
Total aménagement				58 590.00

Reconstitution du lit avec des seuils de 0,3 m de dénivelé en découpage du lit (Solution Mignots_S4c-0,3) :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	420.00	15.00	6 300.00
Enrochements libres	m3	490.00	80.00	39 200.00
Enrochements bétonnés	m3	10.00	200.00	2 000.00
Geotextile	m ²	230.00	6.00	1 380.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	19 552.00	19 552.00
Total aménagement				68 432.00

Ces solutions ne comprennent pas de restaurer la berge en rive droite qui aurait un coût supplémentaire de l'ordre de 8000 € HT.

Ces estimations ne prennent pas en compte la possibilité de récupération de matériaux (blocs) par le syndicat sur la zone ou dans le cadre d'autres projets sur le bassin versant ni celle de la réalisation en interne par l'équipe du syndicat qui pourraient faire baisser significativement les coûts de ces solutions.

Ces solutions ne nécessitent pas de mesures particulières d'entretien autres que l'entretien "courant" du cours d'eau.

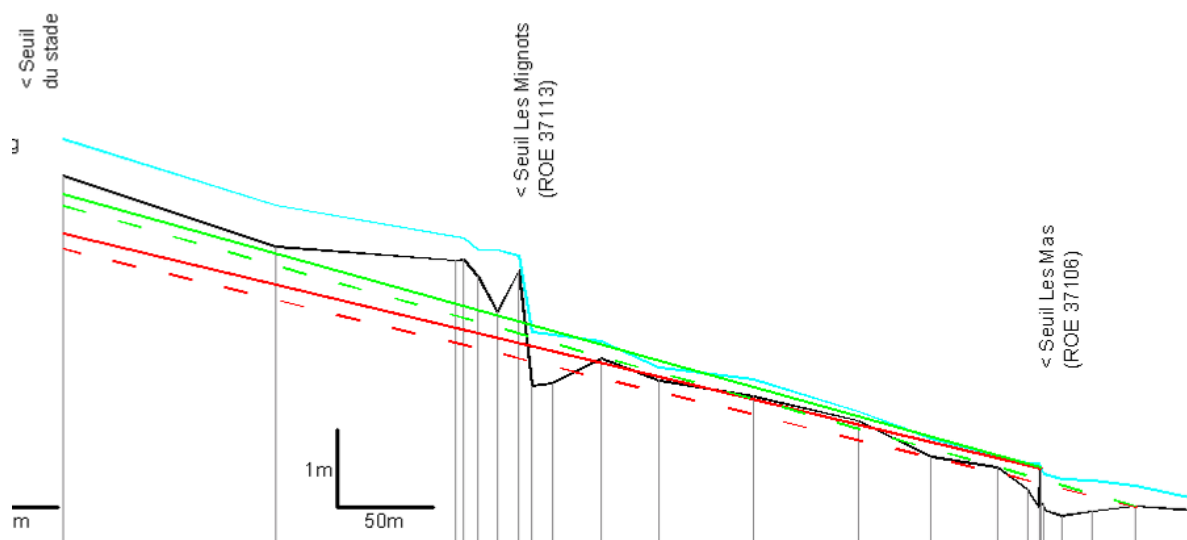
4.6.5.-Suppression de l'ouvrage

4.6.5.1.Principe

La suppression pure et simple de l'ouvrage, entrainerait un abaissement du cours d'eau à l'amont par érosion régressive. Cet abaissement de l'ordre de 1 m au droit du seuil pourrait avoir des conséquences négatives sur les berges (déstabilisation de la végétation) et sur l'équilibre morpho-dynamique. L'étude morpho-dynamique du contrat de rivière indique une incision relativement importante sur ce secteur : la suppression du seuil qui limite l'incision pourrait entrainer la reprise de cette dernière. Selon la granulométrie mesurée à l'aval de Clérieux dans l'étude morpho-dynamique, l'estimation de la pente d'équilibre serait de l'ordre de 0,006 m/m. Cette pente est proche de la pente existante (hors discontinuité à l'amont du seuil) mais légèrement inférieure. En projetant cette pente depuis le seuil aux "Mas" à l'aval, le profil d'équilibre aboutit à près de 0,75 m en dessous du niveau actuel au pied du seuil du stade. Selon cette approche simplifiée, le seuil aux "Mignots" ne pourrait être arasé sans impacts morpho-dynamiques importants sur l'amont. Toutefois, il existe une incertitude relativement importante : exemple une incertitude de 10% sur la granulométrie entraine une pente d'équilibre de 0,001 m/m en plus ou en moins. Pour une pente d'équilibre de 0,007 m/m, l'impact de la suppression du seuil ne serait que de 0,25 cm au pied de celui du stade. Ces valeurs sont relativement grossière, une étude plus poussée est nécessaire pour préciser la possibilité théorique de cette solution et/ou d'envisager les mesures correctives adaptées.

L'ouvrage aux "Mas" est également concerné par la restauration de sa franchissabilité : il pourrait également être envisagé sa suppression. Alors la pente d'équilibre partirait de son aval où la pente de l'Herbasse est plus basse donc sans doute plus stable (à confirmer). Dans ce cas, l'impact au pied du seuil du stade est un peu plus important (d'une dizaine de centimètre).

La suppression de l'ouvrage implique la remobilisation du remous solide (accumulation des sédiments à l'amont de l'ouvrage). Cela représenterait de 500 à 1500 m³ : volume peu significatif par rapport aux ordres de grandeur du transport solide de l'Herbasse en crue.



Profil en long de l'Herbasse entre le seuil du stade et celui aux Mas (en rouge pente de 0,006 m/m, en verte pente de 0,007 m/m ; en ligne pleine pente depuis le seuil aux Mas, en pointillé depuis l'aval du seuil des Mas)

L'arasement partiel de l'ouvrage réduirait le risque de déstabilisation du profil en long mais nécessiterait des mesures de confortement et de restauration du franchissement complémentaire (du type de ceux étudiés précédemment mais avec moins de dénivelé).

4.6.5.2.Impacts

Le scénario d'effacement de l'ouvrage par la modification de la dynamique et de la morphologie qui en résultera aurait des impacts sur l'ensemble des fonctionnalités du cours d'eau qui nécessitent des mesures correctives ou compensatoires :

- Morpho-dynamique : la suppression de l'ouvrage supprime également un point dur pouvant stabiliser le profil en long. A l'amont, le risque est d'une érosion régressive (au-delà du remous solide). A l'aval, c'est l'afflux de matériaux qui peut surcharger le transport solide et provoquer des dépôts.
 - o l'évolution du cours d'eau jusqu'à sa pente d'équilibre naturelle peut impliquer un abaissement du lit bloqué par le seuil du Stade. Toutefois, pour ne pas dégrader ces ouvrages et ne pas remettre en cause sa franchissabilité piscicole en cas de fort abaissement, il pourrait être nécessaire de maîtriser ce risque par la mise en place de blocages (seuil

sur le même principe que ceux de la solution S4) préventivement ou à postériori en fonction des évolutions constatées.

- L'apport de matériaux sédimentaires par érosion du remous solide peut être une bonne chose pour le tronçon aval de l'Herbasse qui se trouve en déficit. Toutefois, l'afflux important et brutal de matériaux lors des premières phases de l'évolution du remous solide peut poser des problèmes locaux. Des mesures de gestion préventives sont possibles comme remodeler le remous pour diminuer la cassure de pente et donc lisser la remobilisation ou évacuer mécaniquement les matériaux du remous pour les remettre dans le cours d'eau aux endroits les plus appropriés.
- Sur la zone du remous, l'abaissement du lit va découvrir les berges : des mesures de protection préventives ou curatives sont à envisager (principalement par végétalisation).
- hydraulique : la modification du cours d'eau (abaissement en amont, exhaussement potentiel en aval) à un impact sur le niveau des crues :
 - à l'amont = tendance à la concentration des écoulements dans le lit, d'où une diminution de la fréquence de débordement. Le lit est endigué, la zone d'effacement du remous ne semble pas particulièrement une zone de débordement, aussi, les écoulements resteront concentrés.
 - à l'aval = les dépôts potentiels venant de l'érosion du remous solide peuvent occuper une partie de la section d'écoulement d'où une augmentation du risque d'inondation. Vu le volume concerné, le risque serait faible sauf cas particuliers.
- écologique :
 - Milieux aquatiques : en plus de restaurer la franchissabilité piscicole, le retour de la dynamique "naturelle" peut avoir un effet positif sur la diversification du milieu aquatique. Toutefois le relargage de sédiments inadaptés (notamment fines et vases) à la qualité de l'habitat physique (notamment frayère) peut avoir une incidence sur l'écosystème aquatique. Il ne semble pas y avoir de sédiments inappropriés dans le remous solide (à confirmer par des analyses).
 - Milieux annexes : l'ouvrage a créé un équilibre écologique sur la base de la rehausse de la connexion hydraulique avec les abords du cours d'eau (ripisylve, zones humides...), aussi l'abaissement va remettre en cause cette connexion et les milieux qui se sont développés grâce à cela. Les berges ne présentent pas de végétation (particulièrement arborée) importante qui pourrait être "déstabilisée". Il est à prévoir des mesures de végétalisation des berges qui seront découvertes par l'évacuation du remous solide. Il n'existe pas de milieux annexes qui pourraient être menacés dans l'espace restreint du lit moyen entre les digues.

- Qualité de l'eau : le remous solide pourrait contenir des polluants qui se trouveraient relâchés dans le cours d'eau et dégraderait sa qualité physico-chimique. La qualité des sédiments sera à préciser.
- usage : les usages liés directement ou indirectement à la présence de l'ouvrage peuvent être remis en cause (notamment droit d'eau) par le projet. Le site ne présente pas d'usage qui pourraient être menacés.

L'arasement du seuil aux Mignots peut être envisagé. Dans ce cas, en sus de l'enlèvement de l'ouvrage par démontage des enrochements et destruction des restes du seuil en béton, il faut prévoir :

- le traitement préventif ou non du remous solides (matériaux accumulés à l'amont du seuil).
- des mesures de suivi et de végétalisation des berges.
- la mise en place de blocage pour maîtriser l'évolution du profil en long à l'amont.

La définition de ces mesures nécessite des investigations complémentaires.

4.6.5.1.Coût

La suppression de l'ouvrage (Solution Mignots_S4a-0.3) est estimé à :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	240.00	15.00	3 600.00
Elèvement enrochements libres	m3	360.00	45.00	16 200.00
Destruction seuil	m3	135.00	100.00	13 500.00
Fascine	m	90.00	120.00	10 800.00
Plantation	m ²	225.00	20.00	4 500.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	24 300.00	24 300.00
Total aménagement				72 900.00

Ce chiffrage comprend, au-delà de l'enlèvement de l'ouvrage, des mesures de gestion du remous solide (arasement du banc rive droite amont et comblement de la fosse aval) et de végétalisation des berges sur l'emprise de l'ouvrage enlevé.

Ce chiffrage ne comprend pas les économies ou surcoûts découlant de la gestion des matériaux tirés de l'ouvrage (béton et blocs).

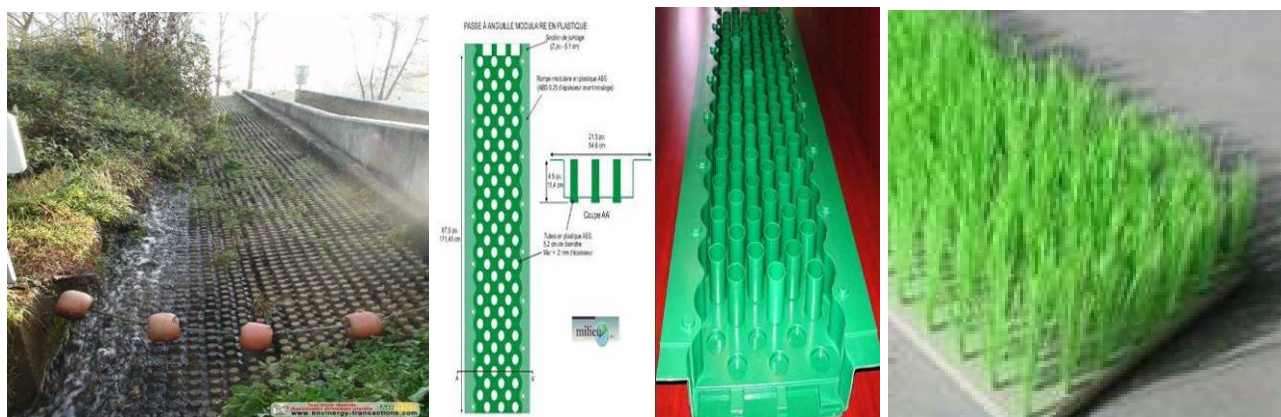
En dehors des mesures de suivi spécifique de l'évolution du cours d'eau jusqu'à sa stabilisation, l'aménagement ne nécessite pas d'entretien autre que celui "courant" d'un cours d'eau.

4.6.6.-Objectif particulier : l'anguille

L'anguille est une espèce migratrice potentiellement présente sur l'Herbasse. Ses capacités de franchissement sont différentes de l'espèce cible prioritaire : la truite. En effet, l'anguille a des capacités de nage moindre (faible vitesse, pas de saut) ce qui ne lui permet pas d'utiliser les mêmes dispositifs de franchissement. Toutefois, l'anguille possède la capacité de reptation qui permet de faire des dispositifs spécifiques simples ou d'adapter les dispositifs pour les autres espèces.

Solution	Franchissabilité de l'anguille	Adaptation
S1 a	Oui	
S1 b	Non	Rampe rugueuse ou à brosse en complément dans l'ouvrage ou a coté
S2	Non	Rampe rugueuse ou à brosse en complément dans l'ouvrage ou a coté
S3	Non	Rampe rugueuse ou à brosse en complément dans l'ouvrage ou a coté
S4	Oui	
S5	Oui	

Les estimations du coût pour la mise en place d'une passe spécifique à la montaison de l'anguille sont déjà intégrées aux solutions.



Exemple de substrat artificiel pour les passes à anguilles

4.6.7.-Implication réglementaire

Dans les tableaux ci-dessous, le projet est analysé au titre de chacune des rubriques de la nomenclature (Art R214-1 du code de l'environnement) susceptibles de le concerner et d'impliquer une procédure de type "loi sur l'eau" (Art L214-1 et suivant du même code).

Extrait de l'Art R214-1 (A = Autorisation, D = Déclaration) :

N°	Intitulé
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) 2° Un obstacle à la continuité écologique a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A) b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (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) 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D)
3.1.3.0.	Installations ou ouvrages ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique dans un cours d'eau sur une longueur : 1° Supérieure ou égale à 100 m (A) 2° Supérieure ou égale à 10 m et 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) 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 ² de frayères (A) 2° Dans les autres cas (D)
3.2.1.0.	Entretien de cours d'eau ou de canaux, à l'exclusion de l'entretien visé à l'article L. 215-14 du code de l'environnement réalisé par le propriétaire riverain, du maintien et du rétablissement des caractéristiques des chenaux de navigation, des dragages visés à la rubrique 4.1.3.0 et de l'entretien des ouvrages visés à la rubrique 2.1.5.0, le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année : 1- Supérieur à 2 000 m ³ ; (A) 2- Inférieur ou égal à 2 000 m ³ dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 ; (A) 3- Inférieur ou égal à 2 000 m ³ dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1. (D)
3.2.2.0.	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m ² (A) 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m ² et inférieure à 10 000 m ² (D)
3.2.6.0.	Digues à l'exception de celles visées à la rubrique 3.2.5.0 : 1° De protection contre les inondations et submersions (A) 2° De rivières canalisées (D)

Analyse du projet selon l'Art R214-1 :

Rubrique	3.1.1.0 1°	3.1.2.0	3.1.3.0	3.1.4.0	3.1.5.0	3.2.1.0	3.2.2.0	3.2.6.0
S1a, S4 et S5	NS ¹	D	NS	D	D ²	NS	NS	NS
S1b, S2, S3	NS ¹	D	NS	NS	D	NS	NS	NS

A : Autorisation ; D : déclaration ; NS : non-soumis

¹ A démontrer que le projet ne modifie pas significativement les inondations sinon A ;

² Si l'on suppose que l'ensemble de l'emprise des travaux ne représente pas une frayère sinon A

L'examen de la nomenclature montre que le projet serait soumis au régime de la déclaration quelque soit la solution.

Si les travaux se trouvaient sur des terrains privés, alors le projet devrait être déclaré d'Intérêt Général pour permettre l'intervention de fonds publics sur ces terrains privés. De plus, l'accord des propriétaires devrait être obtenu et signifié par convention. Une servitude conventionnelle pourrait être imposée pour garantir la pérennité de l'ouvrage et faciliter l'entretien.

Ce serait, à priori le cas pour toutes les solutions.

Pour éviter la procédure de Déclaration d'Intérêt Général et de conventionnement, les terrains privés qui pourraient être concernés devraient être acquis soit à l'amiable, soit par expropriation sur la base d'une procédure de Déclaration d'Utilité Publique.

4.7.-RECAPITULATIF

Solution	Avantage	inconvénient	Coût
Rampe			
Mignots_S1a: Rampe 7% en déblai (OP) Rampe 5% pour tous les objectifs (TO)	Objectif truite + anguille Tous objectifs Stabilisation du seuil Peu d'entretien	Emprise importante Déclaration LEMA + DIG	101 500 €HT 135 000 €HT +8 000 €HT
Mignots_S1b: Rampe dans un chenal 7% en déblai (OP) Rampe 5% pour tous les objectifs (TO)	Objectif truite + anguille Emprise réduite Stabilisation du seuil Stabilisation de la berge	Entretien Déclaration LEMA + DIG	38 000 €HT 50 000 €HT + 25 000 €HT +entretien 3500 € HT
Passé à bassins en béton			
Mignots_S2-Max : Passé à bassins en remblai pour le dimensionnement maximum (200 w/m³ =>OP). Bassin 150 w/m ³ (TO)	Objectif truite + anguille Tous objectifs Stabilisation de la berge Stabilisation du seuil	Aspect très artificiel Emprise importante Entretien Déclaration LEMA + DIG	74 000 €HT 93 000 €HT + 25 000 €HT +entretien 6000 € HT
Mignots_S2-Min : Passé à bassins en remblai pour le dimensionnement moindre (200 w/m³ =>OP) Bassin 150 w/m ³	Objectif truite + anguille Tous objectifs Stabilisation de la berge Stabilisation du seuil Emprise réduite	Aspect très artificiel Diminution de l'attrait Entretien Déclaration LEMA + DIG	25 000€HT 34 000 €HT + 25 000 €HT +entretien 6000 € HT
Passé à bassins rustiques			
Mignots_S3-Max: Passé à bassins en enrochements bétonnés en remblai pour le dimensionnement maximum et l'objectif prioritaire (OP) Objectif secondaire (TO)	Objectif truite + anguille Tous objectifs Stabilisation de la berge Stabilisation du seuil	Aspect artificiel Emprise importante Entretien Déclaration LEMA + DIG	57 500 €HT 75 000 €HT + 25 000 €HT +entretien 3500 € HT
Mignots_S3-Min : Passé à bassins rustique dans la rampe pour le dimensionnement minimum et l'objectif prioritaire et l'objectif prioritaire (OP) Objectif secondaire (TO)	Objectif truite + anguille Tous objectifs Stabilisation de la berge Stabilisation du seuil Emprise réduite	Aspect artificiel Diminution de l'attrait Entretien Déclaration LEMA + DIG	28 500 €HT 38 000 €HT + 25 000 €HT +entretien 3500 € HT

Solution	Avantage	inconvénient	Coût
Reconstitution du lit			
Mignots_S4a : reconstitution du lit avec des seuils de 0,4, 0,3 ou 0,2 m en remblai	Tout objectif Aspect naturel / reconstitution de l'habitat aquatique / Stabilisation du seuil Stabilisation de la berge Peu d'entretien	Forte emprise Déclaration LEMA + DIG	81 500 €HT 55 000 €HT 112 000 €HT +8 000 €HT
Mignots_S4b : reconstitution du lit avec des seuils de 0,4 m en remblai avec des passages de 0,2 m	Tout objectif Emprise moindre Aspect naturel / reconstitution de l'habitat aquatique / Stabilisation du seuil Stabilisation de la berge Entretien limité aux caniveaux	Déclaration LEMA + DIG	58 500 €HT +8 000 €HT
Mignots_S4a : reconstitution du lit avec des seuils de 0,3 m repliés en remblai	Tout objectif Emprise moindre Aspect naturel / reconstitution de l'habitat aquatique / Stabilisation du seuil Stabilisation de la berge Peu d'entretien	Forte emprise Déclaration LEMA + DIG	68 500 €HT +8 000 €HT
Suppression de l'ouvrage			
Mignots_S5 : suppression de l'ouvrage	Tout objectif Restauration totale de la continuité Pas d'entretien	Risque morpho-dynamique Travaux annexes Déclaration LEMA + DIG	73 000 €HT

4.8.-ANALYSE MULTI-CRITERE

	Objectifs piscicoles				Hydraulique	Morpho-dynamique	Ecologique	Paysager / Usage	Entretien	Coût	Moyenne
	Objectif prioritaire	Objectif Secondaire	Attrait	Dévalaison							
	2.0	2.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	0.5	1.0	5.0	16.5
Rampe (S1)											
Mignots_S1a OP	4	2	3	3	3	3	2	2	3	1	2.30
Mignots_S1a-TO	4	4	3	3	3	3	2	2	3	1	2.55
Mignots_S1b OP	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.24
Mignots_S1b-TO	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2.48
Passé à bassins (S2)											
Mignots_S2-Max OP	4	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1.88
Mignots_S2-Max TO	4	4	2	2	2	2	2	2	1	1	2.12
Mignots_S2-Min OP	4	2	1	1	2	2	2	2	1	4	2.67
Mignots_S2-Min TO	4	4	1	1	2	2	2	2	1	3	2.61
Passé à pseudo-bassins rustique (S3)											
Mignots_S3-Max OP	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.24
Mignots_S3-Max TO	4	4	2	2	2	2	2	2	2	1	2.18
Mignots_S3-Min OP	4	2	2	3	2	2	2	2	2	4	2.91
Mignots_S3-Min TO	4	4	2	2	2	2	2	2	2	3	2.79
Reconstitution du lit (S4)											
Mignots_S4a-0.4	4	2	4	4	2	3	3	3	4	2	2.79
Mignots_S4a-0.3	4	4	4	4	2	3	4	3	4	1	2.79
Mignots_S4a-0.2	4	4	4	4	2	3	4	3	4	1	2.79
Mignots_S4b-0.4	4	3	4	4	2	3	3	3	4	2	2.91
Mignots_S4c-0.2	4	4	4	4	2	3	3	3	4	1	2.73
Suppression de l'ouvrage											
Mignots_S5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3.09

*Avec note de 1 à 4 : 1 = Mauvais, 2 = Passable, 3 = Bon, 4 = très Bon, 0 = risque de dérapage des coûts

4.9.-CONCERTATION

Les éléments des études préliminaires ont été présentés au comité de pilotage. Il est apparu que le choix s'orientait vers les solutions d'arasement partiel ou total pour leur avantage de restaurer plus globalement l'état physique et la continuité du transport solide. Ses solutions ont potentiellement des incidences (notamment morpho-dynamique) sur des linéaires relativement importants : l'arasement du seuil aux Mignots peut entraîner un abaissement du fond jusqu'au seuil du "Stade" (déjà aménagé pour la continuité piscicole). Aussi, le choix du comité de pilotage a été d'envisager l'arasement partiel du seuil au "Mignots" pour limiter les possibles impacts sur le seuil du stade avec reconstitution d'un lit "naturel" pour restaurer la continuité écologique du reste du seuil.

Il est à noter que l'aménagement du seuil aux "Mignots" peut être impacté par l'éventuel arasement du seuil aux "Mas" en aval. Toutefois, la franchissabilité du seuil aux "Mas" étant jugé satisfaisante par les services de l'état, il n'y a pas d'obligation d'aménagement sur cet ouvrage. Aussi, les deux hypothèses : sa conservation ou son arasement seront utilisées dans la suite.

L'objectif de franchissement piscicole est "toutes espèces" selon le classement de ce tronçon en liste 1.

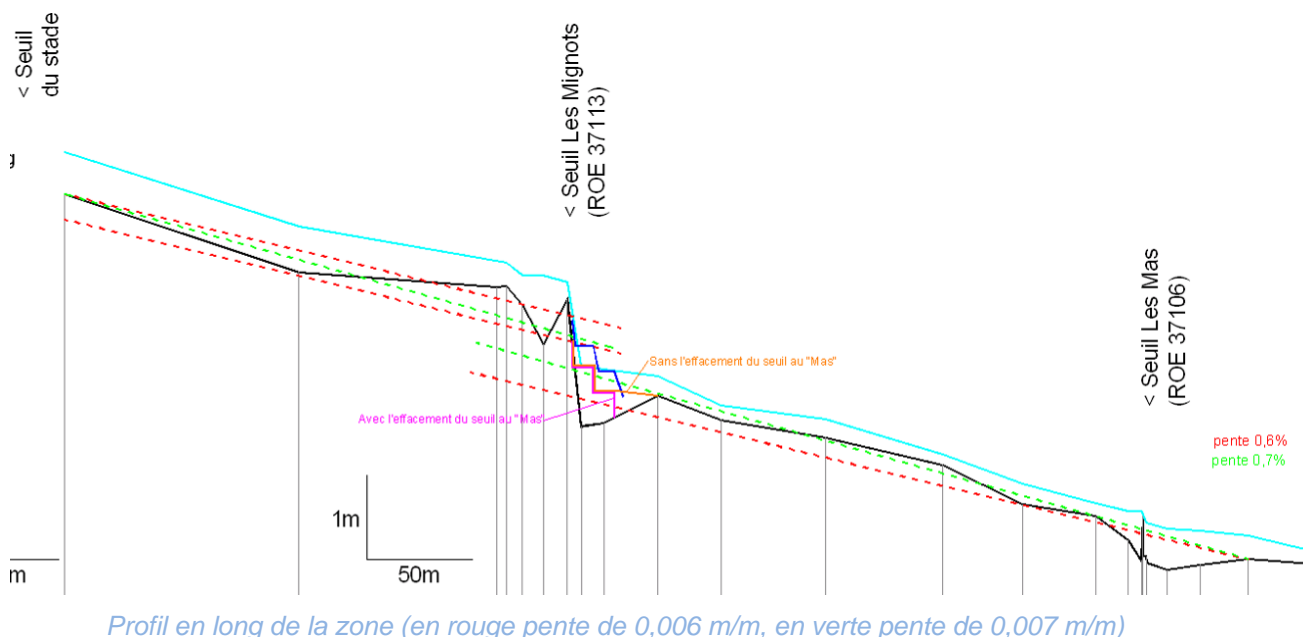
4.10.-AVANT PROJET

4.10.1.-Principe

Le principe de la solution envisagée est de coupler un arasement partiel dans la limite d'une incidence faible au niveau du seuil amont (seuil du stade) et une reconstitution du lit à l'aval avec des seuils franchissables fractionnant la dénivelée restante et prenant en compte ou non le risque d'abaissement à l'aval par la suppression du seuil aval (seuil aux "Mas").

Comme pour le tronçon aval, la pente d'équilibre serait de l'ordre de 0,006 à 0,007 m/m. En prolongeant ce genre de pente depuis le pied du seuil du stade, l'arasement possible au niveau du seuil aux "Mignots" est de 0,2 à 0,5 m (maximum avec une pente de 0,006 m/m et un affouillement de 0,3 m au seuil du stade).

Aussi, le seuil pourrait être arasé de 50%, le reste devant être arrangé par l'installation de 1 à 2 seuils à l'aval de 0,3 m de dénivelé avec des passages préférentiels adaptés pour la franchissabilité "toutes espèces". Deux seuils sont envisagés en prévision de l'abaissement potentiel du lit à l'aval dans l'hypothèse de la suppression du seuil aux "Mas". Sinon, 1 seul seuil suffit.



4.10.2.-Description

L'arasement de 0,5 m est produit par la réorganisation des blocs du seuil existant. La configuration actuelle ne permet pas d'abaisser correctement par le simple enlèvement d'une ou deux rangées de blocs (l'enlèvement de la crête ne suffira pas pour abaisser de 0,5 m et celui de la rangée suivante abaisserait trop). Il s'agit alors de démonter le seuil pour le reconstruire (de la même façon que les seuils de restauration du lit : voir dans la suite) à la cote voulue.

L'aménagement comprend également l'enlèvement des piles en béton de l'ancien seuil est le démontage partielle de la protection de berge existant en rive gauche pour y restaurer la végétation par une fascine en pied et des plantations sur toile après remblais et retalutage de la berge.

De même que pour l'arasement du seuil aux "Mas", des mesures de prévention de l'évolution morpho-dynamique sont intégrées :

- dégagement de la largeur du lit mineur par abaissement et dévégétalisation de la banquette en rive droite à l'amont du seuil ;
- recentrage du lit vif par le déplacement des matériaux de la bordure du banc de rive droite en rive gauche ;

Pour la partie aval de reconstitution du lit, le ou les seuils sont constitués d'enrochements (de l'ordre de 1 m de diamètre ou plus pour le débit de crue centennale) en lignes perpendiculaires au courant, la ligne aval bloquant celle amont décalée de 15 à 30 cm en altitude. Les lignes sont installées sur deux couches soit 6 ou 7 lignes de blocs. Les lignes se prolongent dans les berges en remontant. Les enrochements sont posés sur un géotextile spécifique de transition assez épais pour en plus empêcher l'infiltration de l'eau à travers les blocs réduisant le débit de surface.

En considérant le risque d'abaissement dû à la suppression du seuil aval aux "Mas" 2 seuils supplémentaires sont nécessaires à l'aval du seuil existant abaissé. Dans le

cas de la conservation du seuil aux "Mas", 1 seul seuil suffit en considérant que le niveau du lit à l'aval sera relativement stable. Le seuil aval comprend des lignes supplémentaires comme renforcement anti-affouillement.

Un ou plusieurs passages préférentiels sont aménagés dans les seuils : les blocs de granulométrie inférieure sont installés 20 cm en dessous de la crête sur les 2 premières lignes amont de blocs. Ils sont bloqués à l'aval avec les lignes d'enrochements normalement constituées. L'idéal étant de faire 2 passages préférentiels calés différemment en altitude pour diversifier les écoulements et donc les possibilités de franchissement selon les conditions hydrologiques.

Ces échancrures seront difficilement franchissables par l'anguille, mais la création d'interstices entre les blocs sur reste du seuil pourra servir de passage à cette espèce.

4.10.3.-Estimation

L'arasement de 0,5 m du seuil (par remaniement des blocs) et le rajout de 2 seuils à l'aval (hypothèse avec effacement du seuil aux "Mas") a un coût estimé à :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	480.00	15.00	7 200.00
Remaniement enrochements libres	m3	190.00	45.00	8 550.00
Destruction seuil	m3	135.00	40.00	5 400.00
Fascine	ml	70.00	120.00	8 400.00
Plantation	m ²	170.00	20.00	3 400.00
Enrochements	m3	295.00	80.00	23 600.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	16 965.00	16 965.00
Total aménagement				73 515.00

Ce chiffrage comprend les mesures de restauration des berges sur l'emprise de l'ouvrage enlevé. Les matériaux tirés du lit sont utilisés pour le remblai entre les seuils et le surplus laissé en banc dans le lit.

Cette estimation peut évoluer en fonction des volumes réels d'enrochements pouvant être récupérés sur place.

Le coût de l'arasement de 0,5 m du seuil (par remaniement des blocs) et le rajout de 1 seuil à l'aval (hypothèse sans effacement du seuil aux "Mas") est estimé à :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	310.00	15.00	4 650.00
Remaniement enrochements libres	m3	190.00	45.00	8 550.00
Destruction seuil	m3	135.00	40.00	5 400.00
Fascine	ml	70.00	120.00	8 400.00
Plantation	m²	170.00	20.00	3 400.00
Enrochements	m3	121.00	80.00	9 680.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	12 024.00	12 024.00
Total aménagement				52 104.00

Ce chiffrage comprend les mesures de restauration des berges sur l'emprise de l'ouvrage enlevé. Les matériaux tirés du lit sont utilisés pour le remblai entre les seuils et le surplus laissé en banc dans le lit.

Cette estimation peut évoluer en fonction des volumes réels d'enrochements pouvant être récupérés sur place.

Le coût des mesures d'accompagnement sont estimés à :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	200.00	15.00	3 000.00
Défrichage	m²	300.00	2.00	600.00
Epis	U	3.00	500.00	1 500.00
Evacuation des matériaux	m3	0.00	20.00	0.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	1 530.00	1 530.00
Total aménagement				6 630.00

Ce chiffrage comprend l'utilisation des matériaux des banquettes pour la restauration des berges après enlèvement des protections existantes.

En dehors des mesures de suivi spécifique de l'évolution du cours d'eau jusqu'à sa stabilisation, l'aménagement ne nécessite pas d'entretien autre que celui "courant" d'un cours d'eau.

4.11.-COMPLEMENTS

Sur le tronçon de l'Herbasse entre le seuil du stade et celui aux "Mas", l'habitat aquatique est relativement homogène et étalé.



L'Herbasse à l'aval du seuil aux "Mignots"

Aussi, des mesures complémentaires pourraient être envisagées pour favoriser la diversification du milieu.

Il s'agirait principalement de mesures ponctuelles visant à "réduire" la zone d'écoulement et à favoriser des courants secondaires créant des "perturbations" du fond. Pour ce faire des épis ou des îlots en rondin pourraient être aménagés dans le lit vif.



Exemple d'îlots ...



...et d'épis en technique bois

Des précautions doivent être prises pour éviter de favoriser la concentration des écoulements en crue pouvant entraîner un abaissement généralisé du fond. Aussi ces aménagements ne doivent pas avoir d'impact significatif sur la section d'écoulement en crue : leur hauteur doit être limitée au strict minimum : au niveau des écoulements de basses eaux.

Dans la mesure où des modifications du niveau du lit sont attendues après arasement des seuils tel que prévu dans les Avant Projets précédent, ce type d'aménagement complémentaire doivent éventuellement pouvoir s'adapter à cette

évolution pour rester à une hauteur adaptée par rapport au fond. Les techniques bois seraient les plus appropriés car pouvant facilement faire l'objet de rectification.

Le coût est très variable, il dépend de la fréquence et donc du nombre d'ouvrage.

PLAN

PLAN N°1 : PLAN DU SEUIL AUX "MIGNOTS"

PLAN N°2 : SCHEMA DES PROPOSITIONS DE SOLUTION

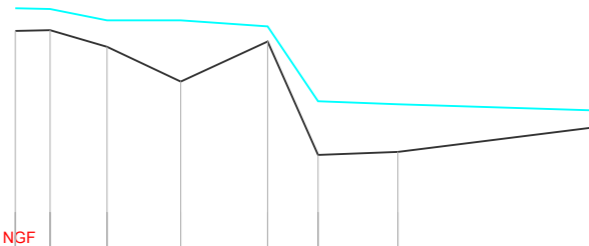
PLAN N°3 : PROFIL EN LONG GLOBAL

PLAN N°4 : PLAN DE L'AVANT PROJET AUX "MIGNOTS" DANS L'HYPOTHESE DE L'EFFACEMENT DU SEUIL AUX "MAS"

PLAN N°5 : PLAN DE L'AVANT PROJET AUX "MIGNOTS" DANS L'HYPOTHESE DE LA CONSERVATION DU SEUIL AUX "MAS"

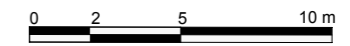
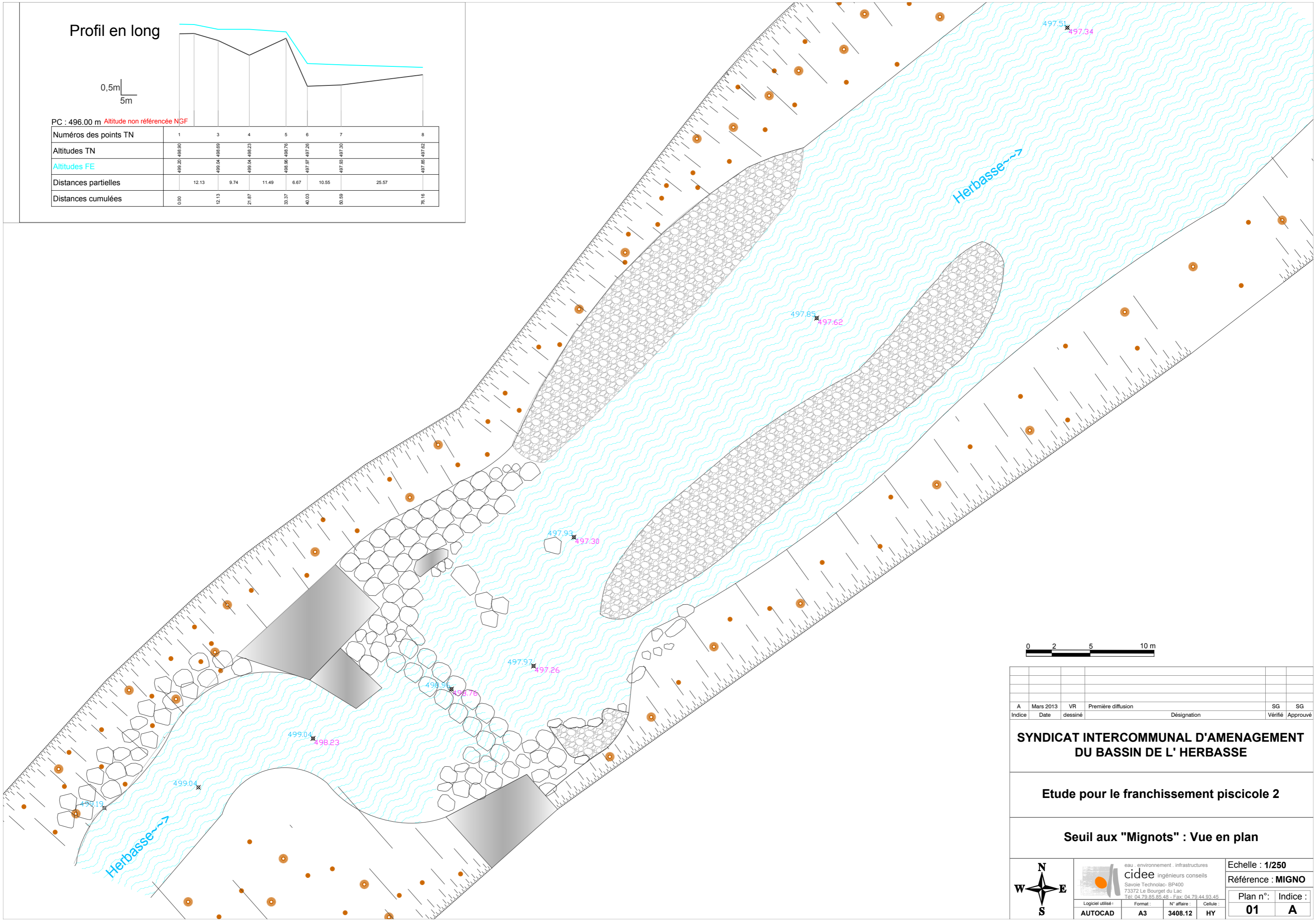
Profil en long

0,5m
5m



PC : 496.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	3	4	5	6	7	8
Altitudes TN	498.90	498.66	498.23	498.76	497.26	497.20	497.62
Altitudes FE	499.20	499.04	499.04	498.96	497.97	497.30	497.86
Distances partielles		12.13	9.74	11.49	6.67	10.55	25.57
Distances cumulées	0.00	12.13	21.87	33.37	40.03	50.59	76.16

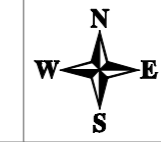


A	Mars 2013	VR	Première diffusion	SG	SG
Indice	Date	dessiné	Désignation	Vérifié	Approuvé

**SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT
DU BASSIN DE L' HERBASSE**

Etude pour le franchissement piscicole 2

Seuil aux "Mignots" : Vue en plan



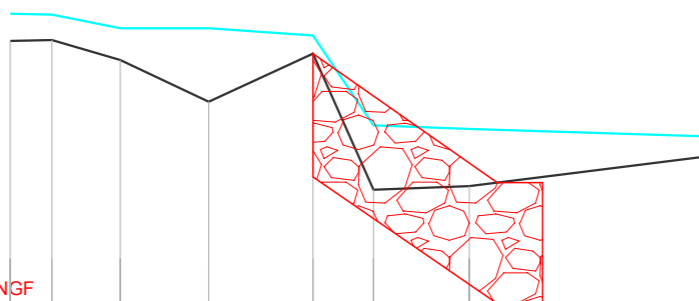
eau . environnement . infrastructures
cidee ingénieurs conseils
Savoie Technolac- BP400
73372 Le Bourget du Lac
Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45

Echelle : 1/250	
Référence : MIGNO	
Plan n°:	Indice :
01	A

Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Cellule :
AUTOCAD	A3	3408.12	HY

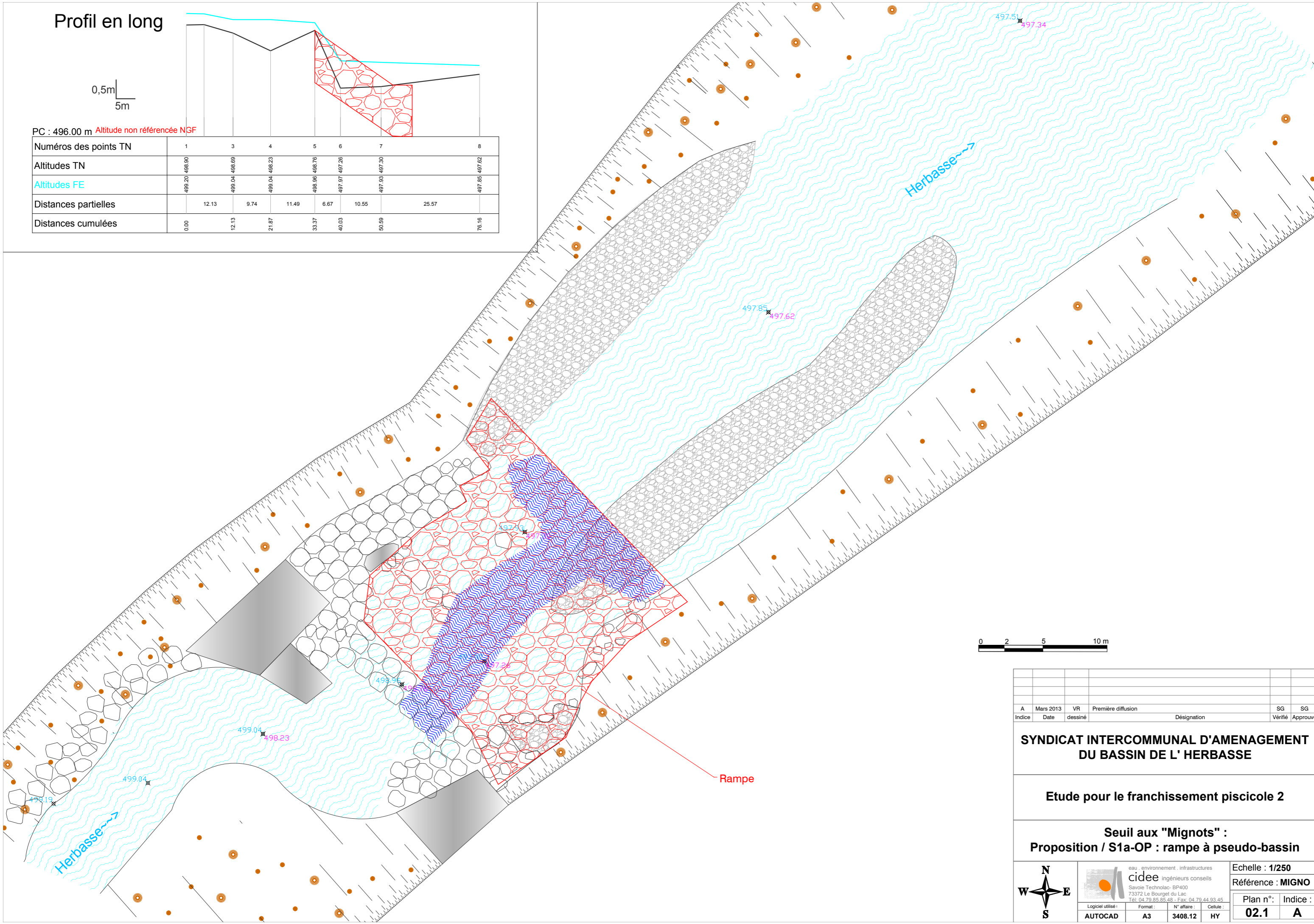
Profil en long

0,5m
5m



PC : 496.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	3	4	5	6	7	8
Altitudes TN	498.90	498.69	498.23	498.76	497.26	497.30	497.62
Altitudes FE	499.20	499.04	499.04	498.96	497.97	497.93	497.85
Distances partielles		12.13	9.74	11.49	6.67	10.55	25.57
Distances cumulées	0.00	12.13	21.87	33.37	40.03	50.59	76.16



A	Mars 2013	VR	Première diffusion	SG	SG
Indice	Date	dessiné	Désignation	Véifié	Approuvé

SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE

Etude pour le franchissement piscicole 2

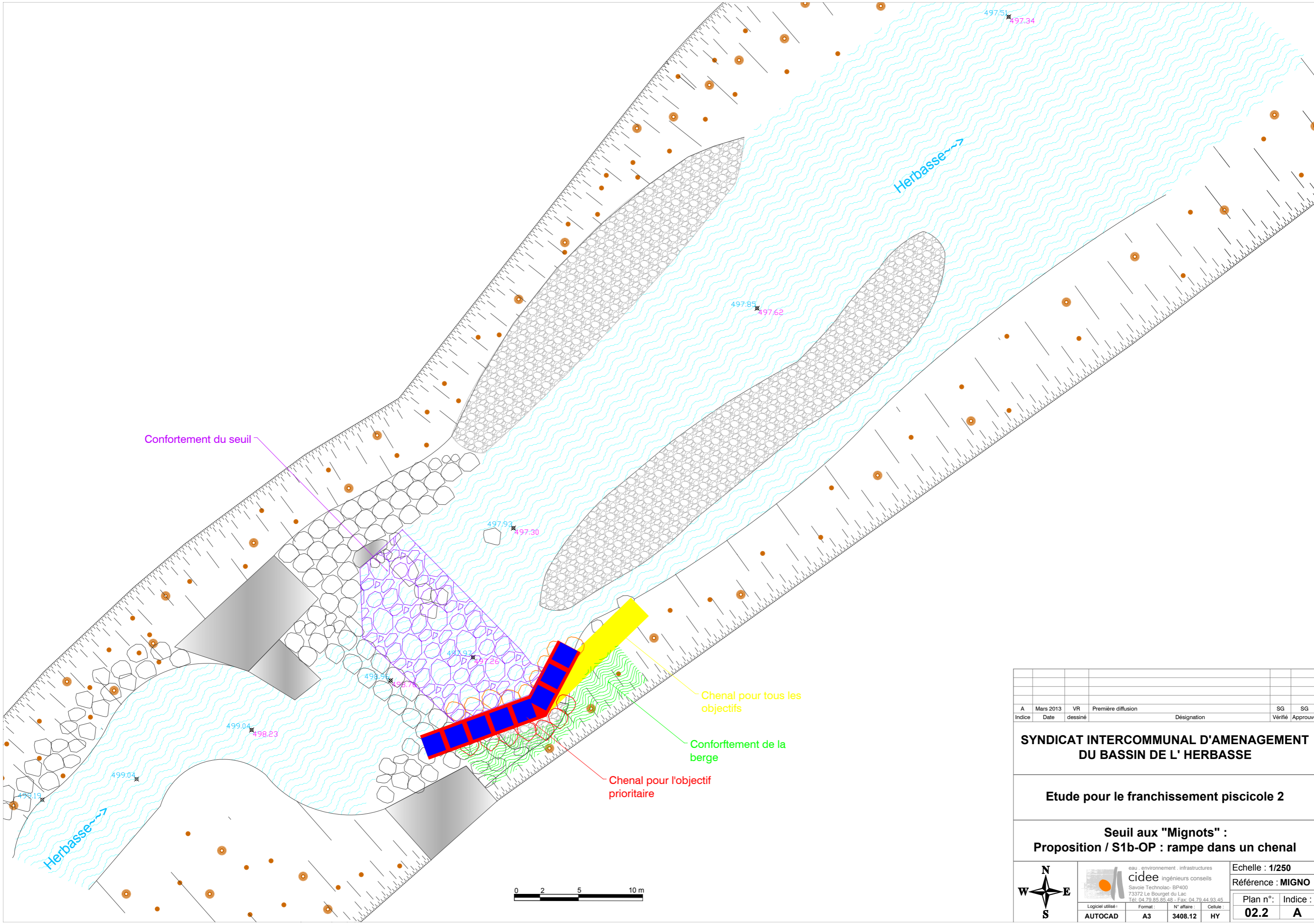
Seuil aux "Mignots" : Proposition / S1a-OP : rampe à pseudo-bassin



eau . environnement . infrastructures
cidee ingénieurs conseils
 Savoie Technolac- BP400
 73372 Le Bourget du Lac
 Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45

Echelle : 1/250	
Référence : MIGNO	
Plan n°:	Indice :
02.1	A

Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Cellule :
AUTOCAD	A3	3408.12	HY



Confortement du seuil

Chenal pour tous les objectifs

Confortement de la berge

Chenal pour l'objectif prioritaire

Herbasse

Herbasse

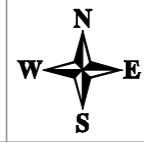


A	Mars 2013	VR	Première diffusion	SG	SG
Indice	Date	dessiné	Désignation	Vérifié	Approuvé

**SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT
DU BASSIN DE L' HERBASSE**

Etude pour le franchissement piscicole 2

**Seuil aux "Mignots" :
Proposition / S1b-OP : rampe dans un chenal**

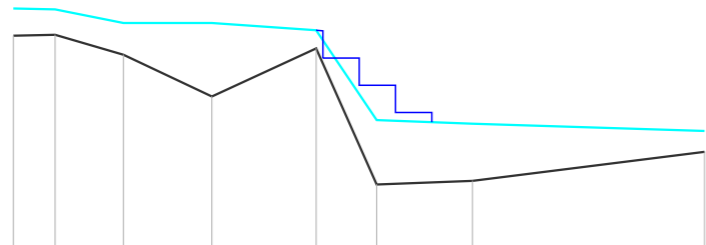
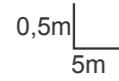


eau . environnement . infrastructures
cidee ingénieurs conseils
Savoie Technolac- BP400
73372 Le Bourget du Lac
Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45

Echelle : 1/250	
Référence : MIGNO	
Plan n°:	Indice :
02.2	A

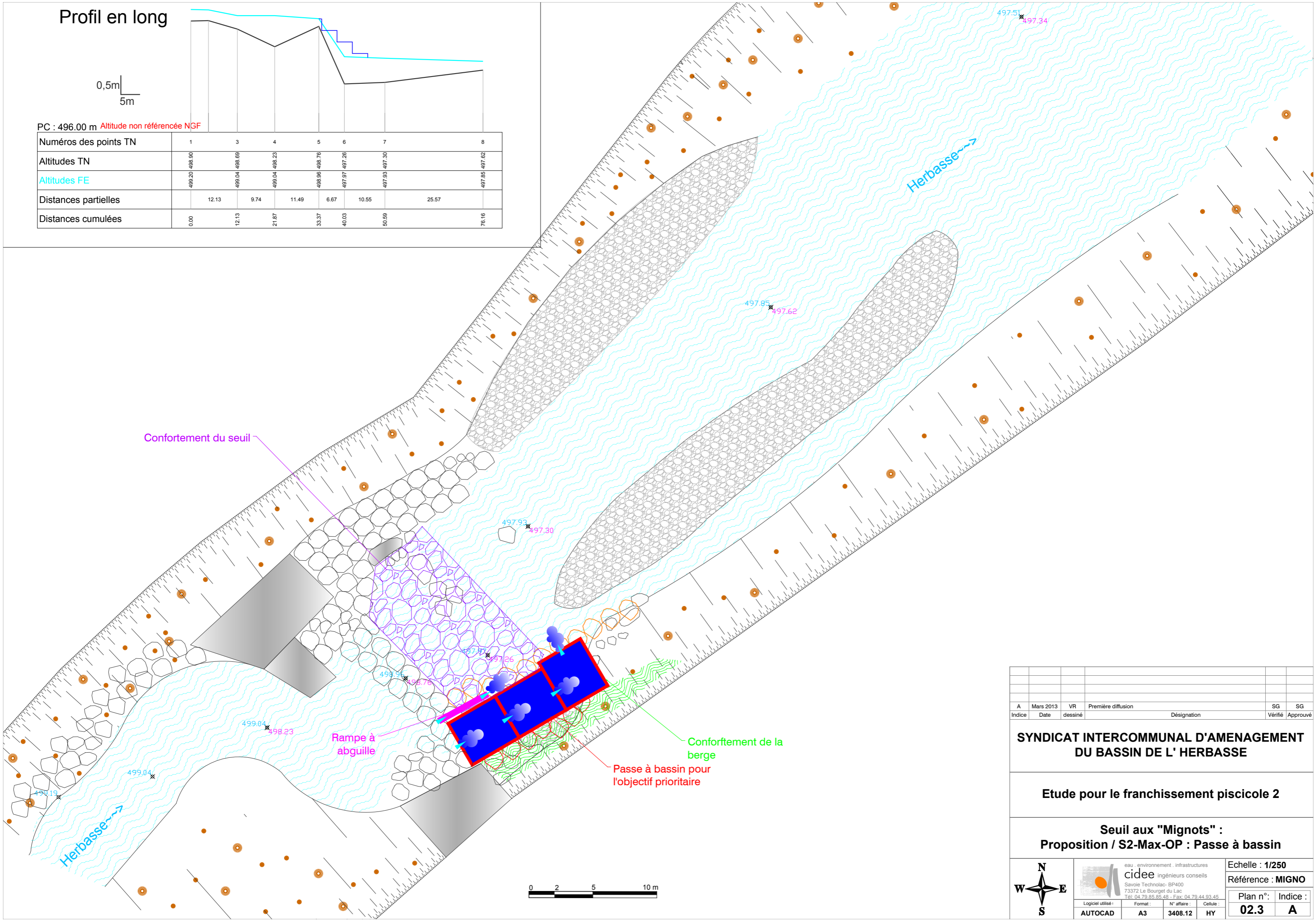
Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Cellule :
AUTOCAD	A3	3408.12	HY

Profil en long



PC : 496.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	3	4	5	6	7	8
Altitudes TN	498.20	498.69	498.23	498.76	497.26	497.30	497.62
Altitudes FE	498.20	498.04	498.23	498.98	497.97	497.93	497.62
Distances partielles		12.13	9.74	11.49	6.67	10.55	25.57
Distances cumulées	0.00	12.13	21.87	33.37	40.03	50.59	76.16



Confortement du seuil

Rampe à abguille

Passé à bassin pour l'objectif prioritaire

Confortement de la berge

Herbasse



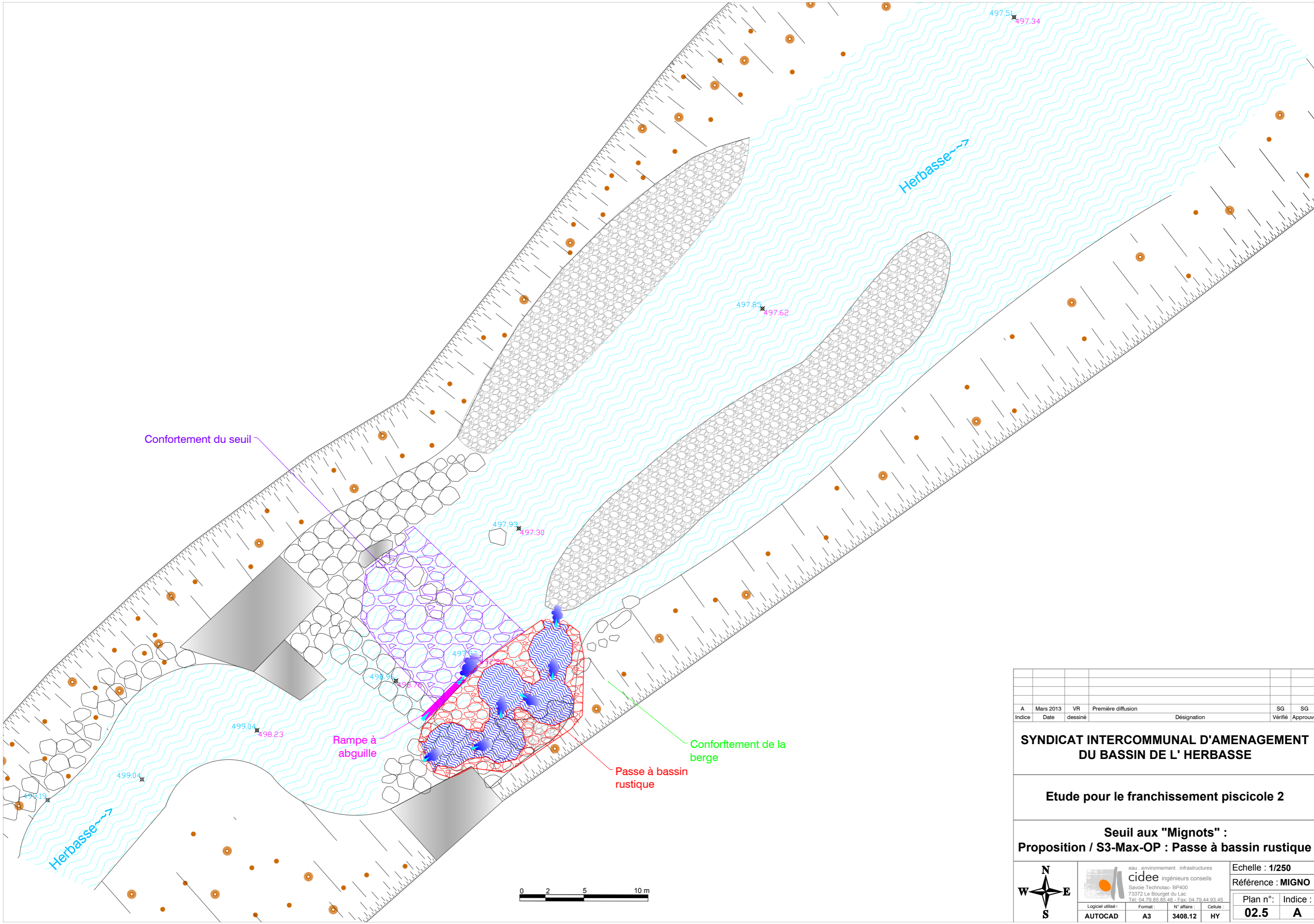
A	Mars 2013	VR	Première diffusion	SG	SG
Indice	Date	dessiné	Désignation	Vérifié	Approuvé

SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE

Etude pour le franchissement piscicole 2

Seuil aux "Mignots" : Proposition / S2-Max-OP : Passe à bassin

	eau . environnement . infrastructures cidee ingénieurs conseils Savoie Technolac- BP400 73372 Le Bourget du Lac Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45			Echelle : 1/250	
	Logiciel utilisé : AUTOCAD	Format : A3	N° affaire : 3408.12	Cellule : HY	Référence : MIGNO Plan n°: 02.3 Indice : A



A	Mars 2013	VR	Première diffusion	SG	SG
Indice	Date	dessiné	Désignation	Vérifié	Approuvé

**SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT
DU BASSIN DE L' HERBASSE**

Etude pour le franchissement piscicole 2

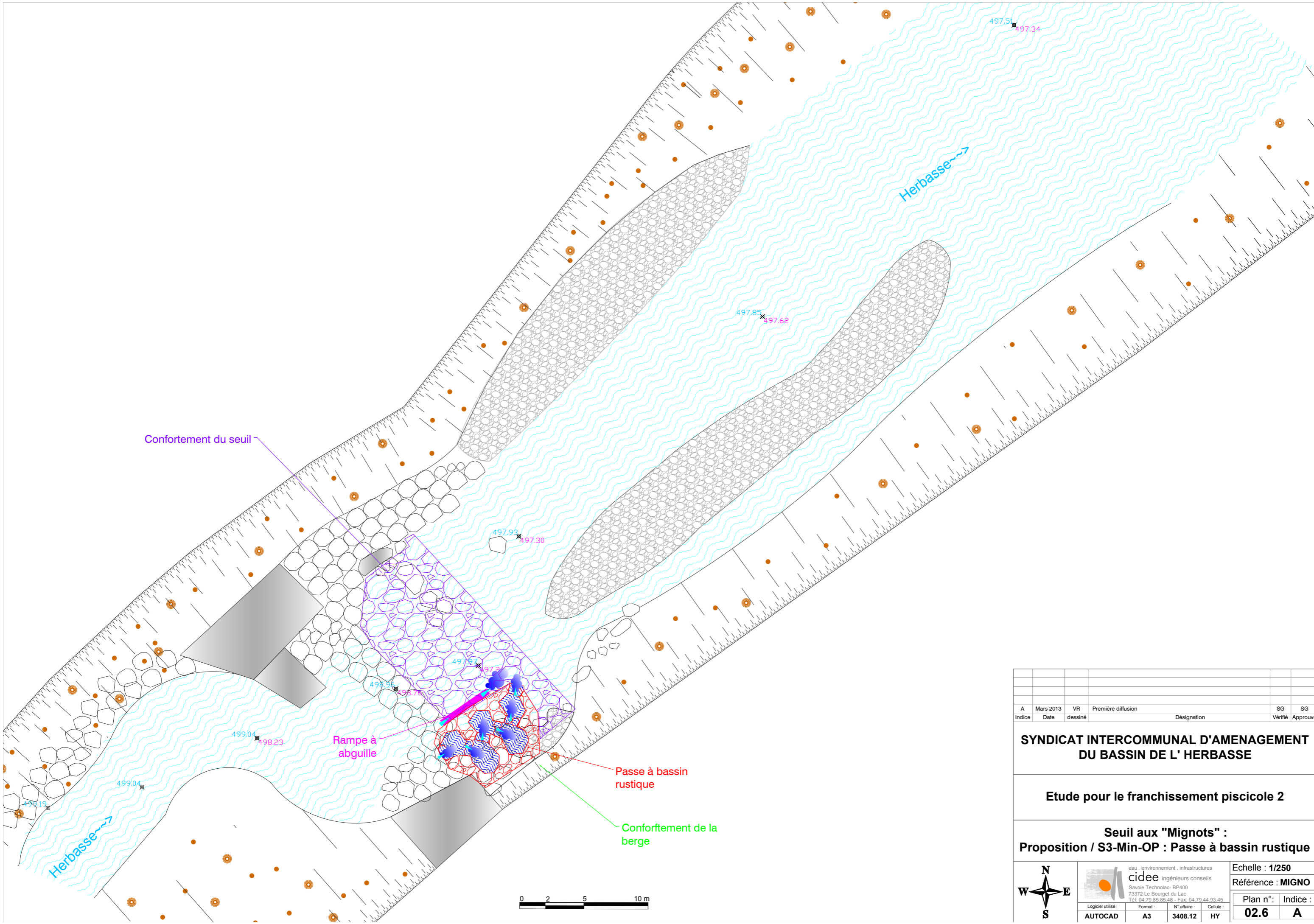
**Seuil aux "Mignots" :
Proposition / S3-Max-OP : Passe à bassin rustique**



eau . environnement . infrastructures
cidee ingénieurs conseils
Savoie Technolac- BP400
73372 Le Bourget du Lac
Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45

Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Cellule :
AUTOCAD	A3	3408.12	HY

Echelle : 1/250	
Référence : MIGNO	
Plan n°:	Indice :
02.5	A



A	Mars 2013	VR	Première diffusion	SG	SG
Indice	Date	dessiné	Désignation	Vérfié	Approuvé

**SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT
DU BASSIN DE L' HERBASSE**

Etude pour le franchissement piscicole 2

**Seuil aux "Mignots" :
Proposition / S3-Min-OP : Passe à bassin rustique**



eau . environnement . infrastructures
cidee ingénieurs conseils
Savoie Technolac- BP400
73372 Le Bourget du Lac
Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45

Echelle : 1/250

Référence : **MIGNO**

Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Cellule :
AUTOCAD	A3	3408.12	HY

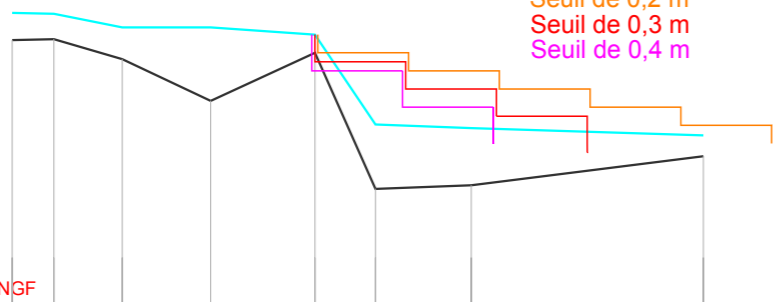
Plan n°:	Indice :
02.6	A



Profil en long

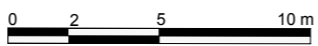
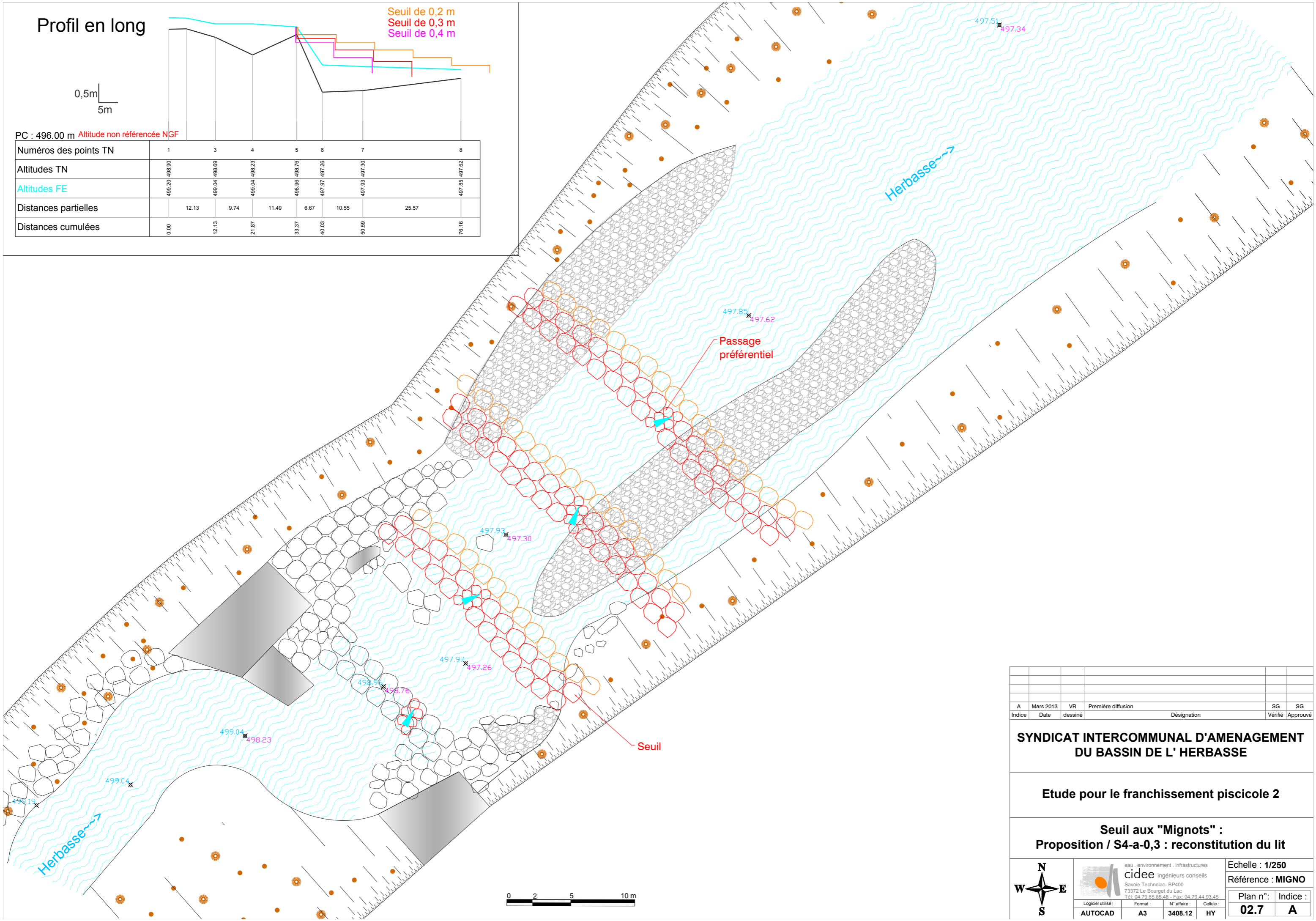
0,5m
5m

Seuil de 0,2 m
Seuil de 0,3 m
Seuil de 0,4 m



PC : 496.00 m Altitude non référencée NGF

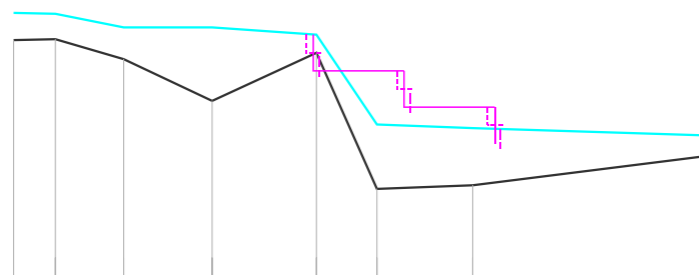
Numéros des points TN	1	3	4	5	6	7	8
Altitudes TN	498.20	498.69	498.23	498.76	497.26	497.30	497.62
Altitudes FE	499.20	499.04	499.04	498.96	497.97	497.93	497.85
Distances partielles		12.13	9.74	11.49	6.67	10.55	25.57
Distances cumulées	0.00	12.13	21.87	33.37	40.03	50.59	76.16



Indice	A	Date	Mars 2013	dessiné	VR	Désignation	Première diffusion	Vérfié	SG	Approuvé	SG
SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE											
Etude pour le franchissement piscicole 2											
Seuil aux "Mignots" : Proposition / S4-a-0,3 : reconstitution du lit											
		eau . environnement . infrastructures cidee ingénieurs conseils Savoie Technolac- BP400 73372 Le Bourget du Lac Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45						Echelle : 1/250			
		Logiciel utilisé : AUTOCAD		Format : A3		N° affaire : 3408.12		Cellule : HY		Référence : MIGNO	
		Plan n°:		Indice :		02.7		A			

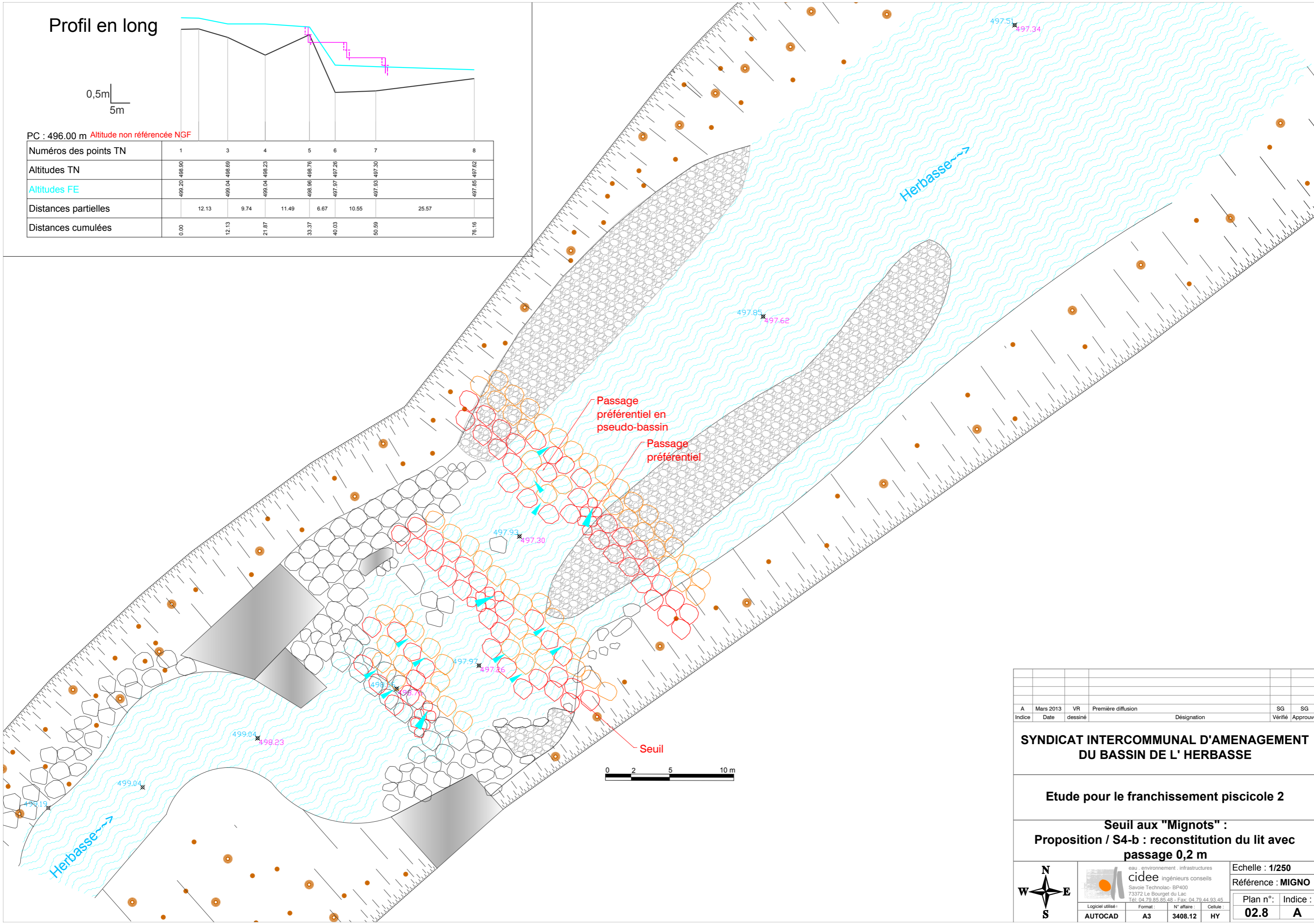
Profil en long

0,5m
5m



PC : 496.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	3	4	5	6	7	8
Altitudes TN	488.20	488.89	488.23	488.76	487.26	487.30	487.82
Altitudes FE	488.20	488.04	488.23	488.96	487.97	487.30	487.85
Distances partielles		12.13	9.74	11.49	6.67	10.55	25.57
Distances cumulées	0.00	12.13	21.87	33.37	40.03	50.59	76.16



A	Mars 2013	VR	Première diffusion	SG	SG
Indice	Date	dessiné	Désignation	Véifié	Approuvé

SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE

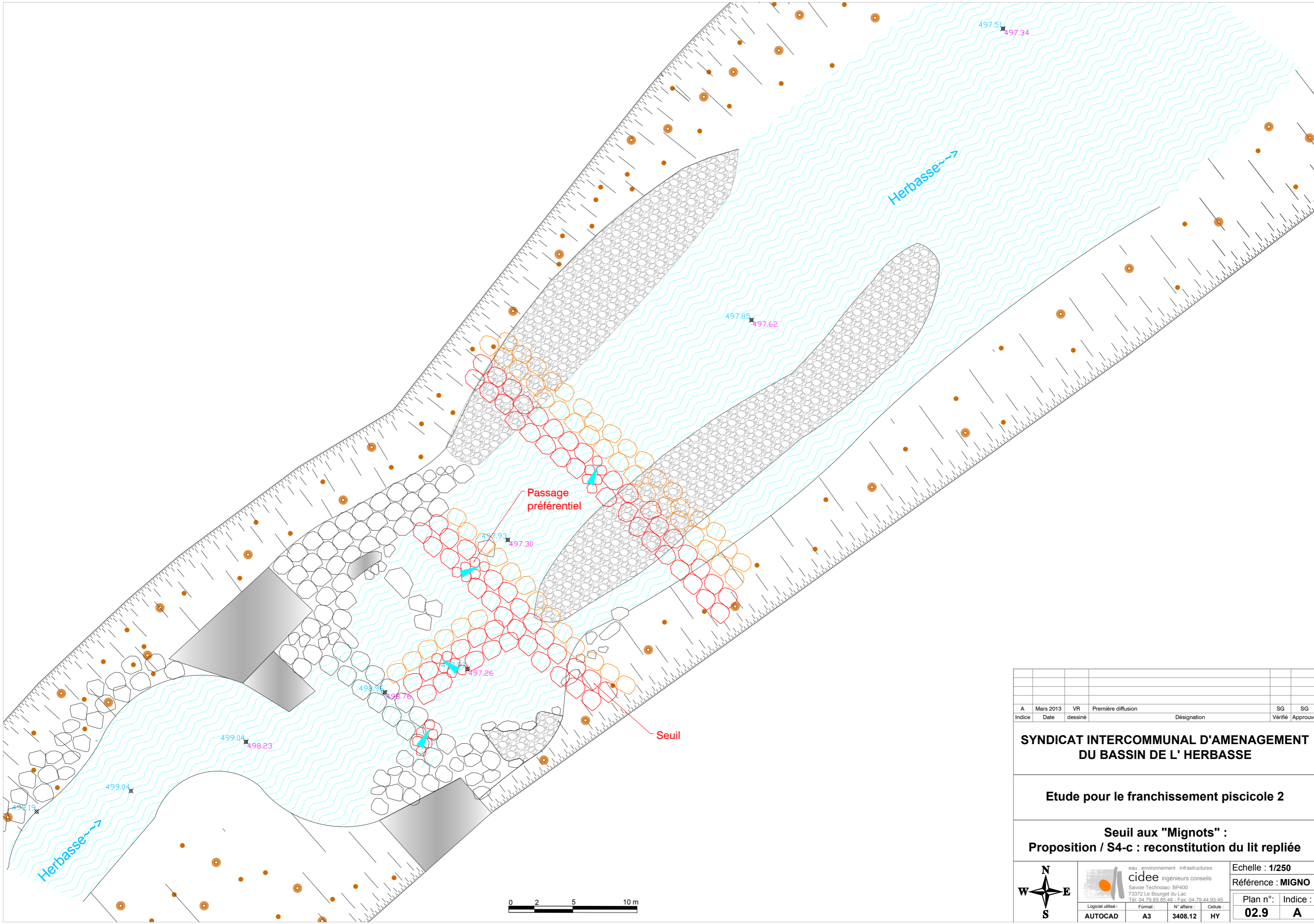
Etude pour le franchissement piscicole 2

Seuil aux "Mignots" : Proposition / S4-b : reconstitution du lit avec passage 0,2 m



Logiciel utilisé : AUTOCAD
Format : A3
N° affaire : 3408.12
Cellule : HY

eau . environnement . infrastructures
cidee ingénieurs conseils
Savoie Technolac- BP400
73372 Le Bourget du Lac
Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45
Echelle : 1/250
Référence : **MIGNO**
Plan n°: 02.8
Indice : **A**



A	Mars 2013	VR	Première diffusion		
Indice	Date	dessiné	Désignation	Véifié	Approuvé

**SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT
DU BASSIN DE L' HERBASSE**

Etude pour le franchissement piscicole 2

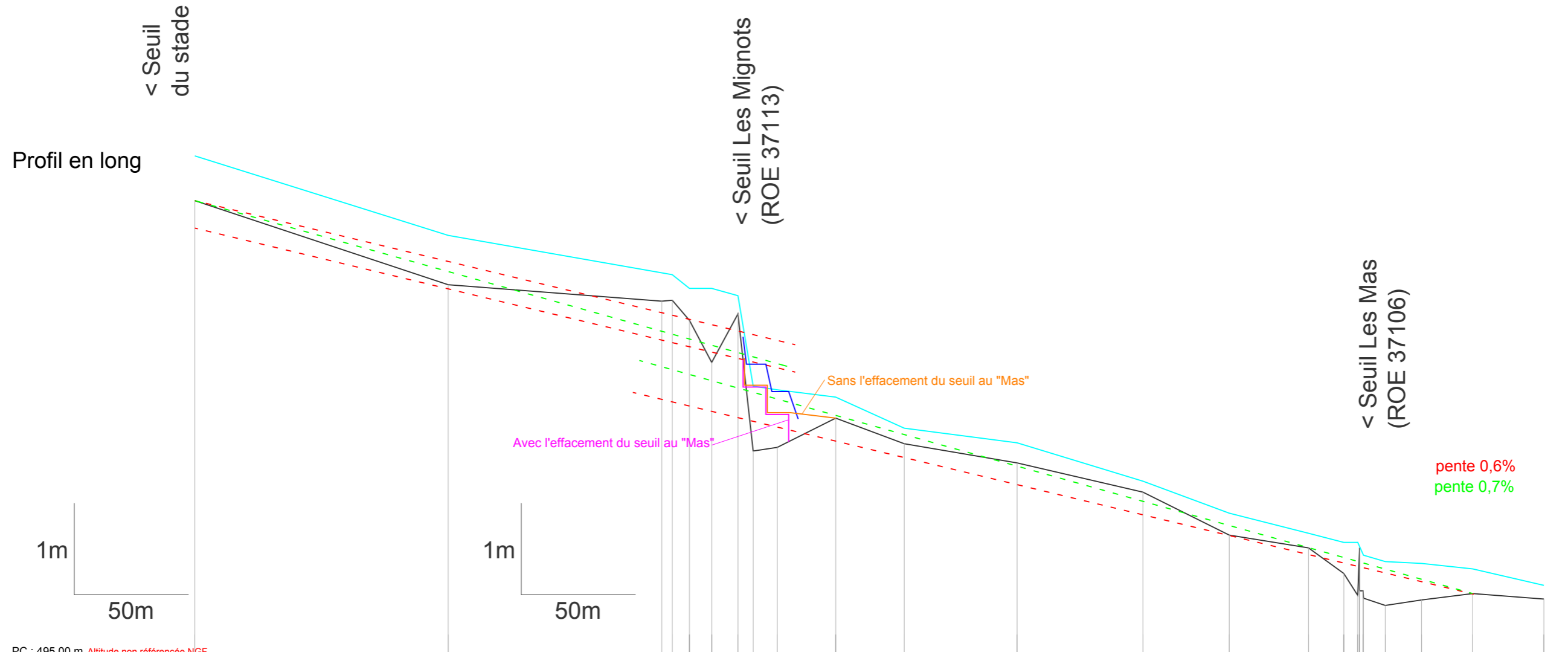
**Seuil aux "Mignots" :
Proposition / S4-c : reconstitution du lit repliée**



eau . environnement . infrastructures
cidee ingénieurs conseils
 Savoie Technolac- BP400
 73372 Le Bourget du Lac
 Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45

Echelle : 1/250	
Référence : MIGNO	
Plan n°:	Indice :
02.9	A

Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Cellule :
AUTOCAD	A3	3408.12	HY



PC : 495.00 m Altitude non référencée NGF

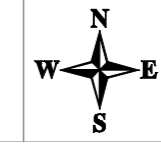
Numéros des points TN	1	2	3	5	7	9	10	11	12	13	14	15	16	22	23	24	25	
Altitudes TN	500.49	499.82	498.90	498.69	498.76	497.20	497.82	497.34	497.13	496.81	496.34	496.20	495.92	495.57	495.63	495.70	495.64	
Altitudes FE	500.49	499.82	499.19	499.04	498.96	497.93	497.85	497.51	497.35	496.99	496.58	496.36	496.26	496.05	496.03	495.97	495.79	
Distances partielles		110.92		12.13	21.24	17.22	25.57	30.00	49.40		55.12	37.77	34.71	15.46	18.16	15.86	22.41	31.16
Distances cumulées	0.00	110.92	204.42	216.55	237.79	255.01	280.58	310.58	359.98	415.10	452.88	497.59	503.05	521.20	537.07	559.48	590.64	

A	Mars 2013	VR	Première diffusion	SG	SG
Indice	Date	dessiné	Désignation	Vérfié	Approuvé

**SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT
DU BASSIN DE L' HERBASSE**

Etude pour le franchissement piscicole 2

**Seuils aux Mignots et aux "Mas" :
Profil en long**



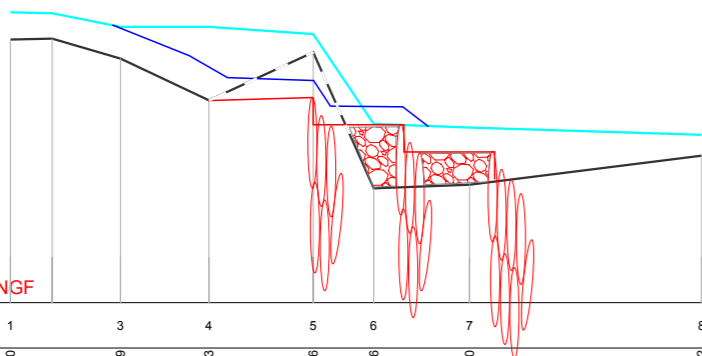
eau . environnement . infrastructures
cidee ingénieurs conseils
Savoie Technolac- BP400
73372 Le Bourget du Lac
Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45

Echelle :	
Référence : Mig-Mas	
Plan n°:	Indice :
03	A

Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Cellule :
AUTOCAD	A3	3408.12	HY

Profil en long

0,5m
5m



PC : 496.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	3	4	5	6	7	8
Altitudes TN	499.20	498.69	498.23	498.76	497.26	497.30	497.62
Altitudes FE	499.20	499.04	499.04	498.96	497.97	497.93	497.85
Distances partielles		12.13	9.74	11.49	6.67	10.55	25.57
Distances cumulées	0.00	12.13	21.87	33.37	40.03	50.59	76.16

Recentrage du lit vif en déblais/remblais avec la rive opposée

Arasement partiel du seuil

Seuil

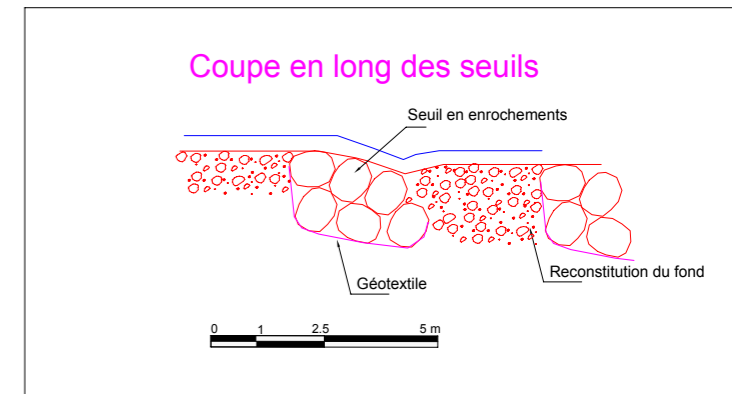
Plantation sur toile

Fascine

Dévégétalisation et abaissement du banc

Herbasse

Herbasse



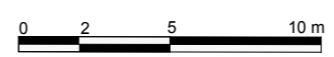
A	Mars 2013	VR	Première diffusion	SG	SG
Indice	Date	dessiné	Désignation	Vérifié	Approuvé

SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE

Etude pour le franchissement piscicole 2

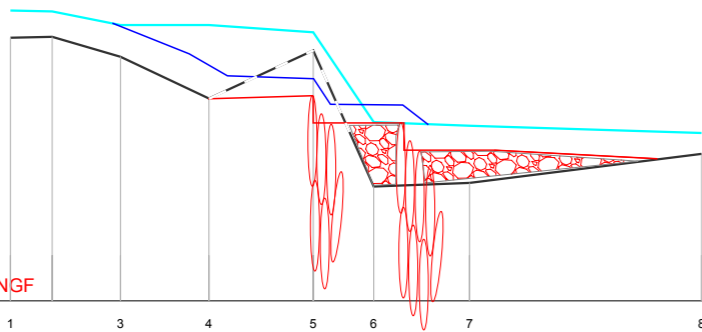
Seuil aux Mignots Avant projet / Arasement partiel et reconstitution du lit - hypothèse avec effacement du seuil aux "Mas"

	eau - environnement - infrastructures			Echelle : 1/250
	cidee ingénieurs conseils			Référence : MIGNO
Savoie Technolac - BP400 73372 Le Bourget du Lac Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45				Plan n°: 04
Logiciel utilisé : AUTOCAD	Format : A3	N° affaire : 3408.12	Cellule : HY	Indice : A



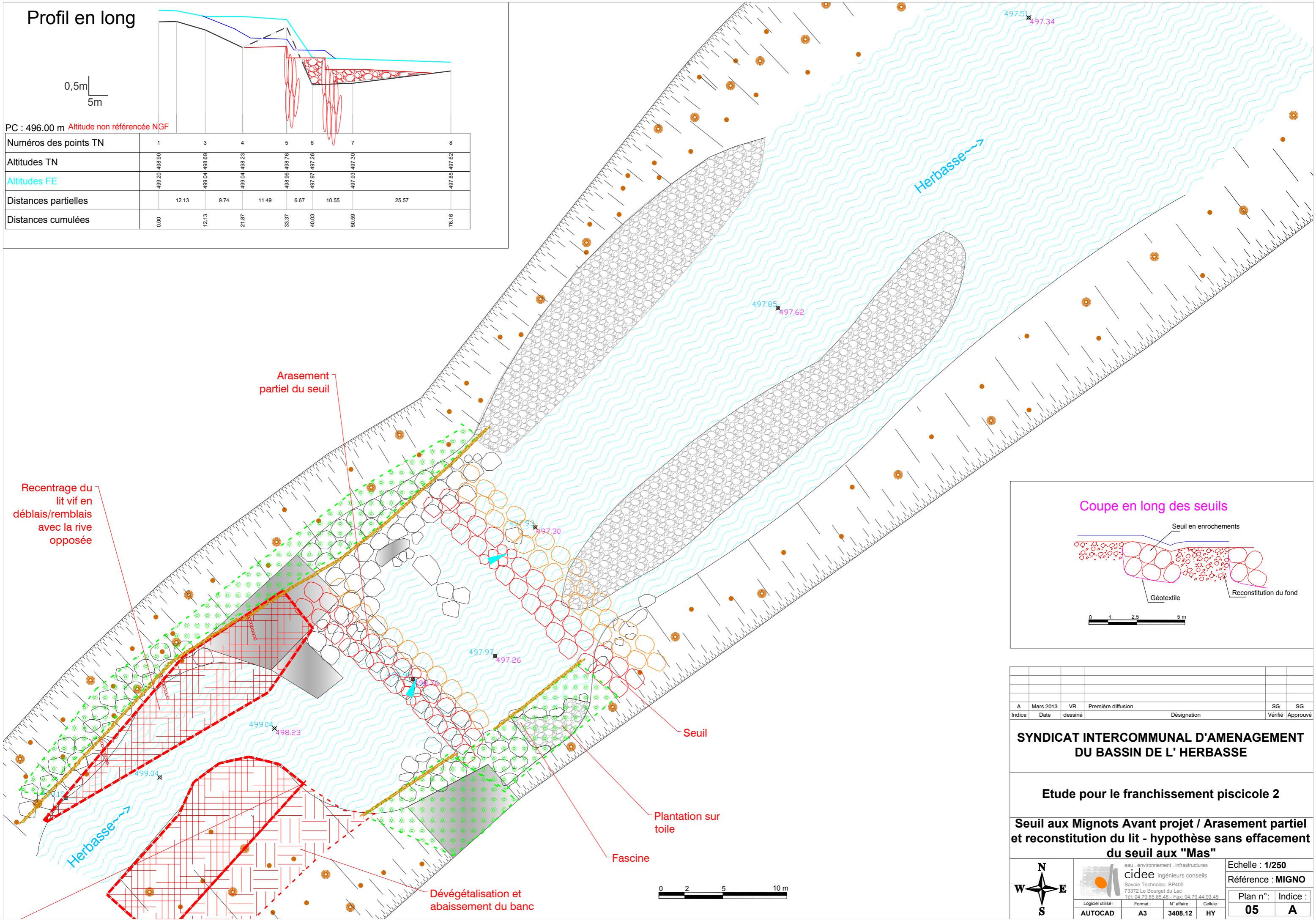
Profil en long

0,5m
5m



PC : 496.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	3	4	5	6	7	8
Altitudes TN	488.20	488.69	488.23	488.76	487.26	487.30	487.62
Altitudes FE	488.20	488.04	488.23	488.96	487.97	487.93	487.85
Distances partielles		12.13	9.74	11.49	6.67	10.55	25.57
Distances cumulées	0.00	12.13	21.87	33.37	40.03	50.59	76.16



Arasement partiel du seuil

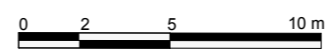
Recentrage du lit vif en déblais/remblais avec la rive opposée

Seuil

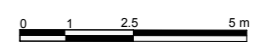
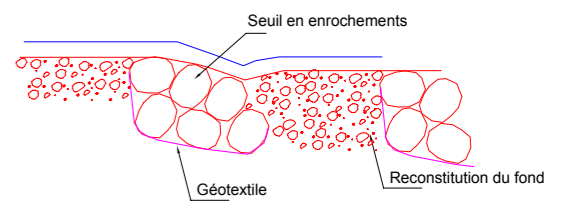
Plantation sur toile

Fascine

Dévégétalisation et abaissement du banc



Coupe en long des seuils



A	Mars 2013	VR	Première diffusion		SG	SG
Indice	Date	dessiné	Désignation		Véifié	Approuvé

SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE

Etude pour le franchissement piscicole 2

Seuil aux Mignots Avant projet / Arasement partiel et reconstitution du lit - hypothèse sans effacement du seuil aux "Mas"

	eau . environnement . infrastructures cidee ingénieurs conseils Savoie Technolac- BP400 73372 Le Bourget du Lac Tél: 04.79.85.85.48 - Fax: 04.79.44.93.45			Echelle : 1/250		
	Logiciel utilisé : AUTOCAD	Format : A3	N° affaire : 3408.12	Cellule : HY	Référence : MIGNO	
	Plan n°:	Indice :				
	05	A				