



SYNDICAT INTERCOMMUNAL  
D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE  
L'HERBASSE

## ETUDE POUR LE FRANCHISSEMENT PISCICOLE 2

### Avant Projet

---

Mai 2013  
3480-12

---

### Rapport

### Seuil naturel sur la Verne en amont "des Balmes"



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](mailto:cidee@cidee.fr)

Rédigé par : SG  
Vérfié par : DDI+R  
340812\_AVP\_Balmes.doc

# Sommaire

---

<b>1.- Présentation</b>	<b>4</b>
<b>2.- Situation des travaux</b>	<b>4</b>
<b>3.- Etat des connaissances</b>	<b>4</b>
3.1.1.- Contrat Rivière .....	4
3.1.2.- Bibliographie .....	5
3.1.3.- Données hydrologiques .....	5
<b>4.- Seuil naturel en amont des "Balmes"</b>	<b>8</b>
4.1.- Description de l'ouvrage .....	8
4.1.1.- Localisation .....	8
4.1.2.- Description .....	10
4.2.- Hydrologie .....	13
4.2.1.- Débits moyen et d'étiage .....	13
4.2.2.- Débits de crue .....	13
4.3.- Hydraulique .....	13
4.4.- Faune piscicole .....	14
4.4.1.- Etat du peuplement - gestion .....	14
4.4.2.- Enjeux piscicoles .....	15
4.5.- Passe à poissons .....	16
4.5.1.- Objectifs .....	16
4.5.2.- Contraintes .....	17
4.6.- Choix techniques du type de passe .....	17
4.6.1.- Passe chenal ou rampe : .....	18
4.6.2.- Passe à bassins .....	23
4.6.3.- Solution bâtarde .....	29
4.6.4.- Reconstitution d'un lit "naturel" .....	33
4.7.- Arasement du seuil .....	38
4.7.1.- Implication réglementaire .....	39
4.8.- Récapitulatif .....	42
4.9.- Analyse multi-critère .....	44
4.10.- Concertation .....	45
4.11.- Avant Projet .....	45
4.11.1.- Principe .....	45
4.11.2.- Description .....	46
4.11.3.- Quantitatif .....	47
<b>PLAN</b>	<b>49</b>
Plan n°1 : Plan du seuil naturel en amont des "Balmes" .....	49

---

Plan n°2 : Schéma des propositions de solution .....	49
Plan n°3 : Plan de l'Avant Projet.....	49

## PLANS DANS LE TEXTE

Vue depuis l'aval .....	7
Plan de localisation .....	8
Plan de situation .....	9
Vue du seuil (depuis l'aval).....	10
Vue de la Verne à l'amont .....	11
Vue de la Verne à l'aval.....	11
Vue du lit majeur (depuis l'aval) .....	11
Vue en plan du seuil.....	12
Profil en long de la Verne et du bras .....	12
Schéma de la solution Balmes-S1 (avec implantation dans le bras= en bas et dans la fosse = en haut ; en rouge OP et en orange TO) .....	21
Schéma de la solution Balmes-S2 (avec implantation à l'aval du bras =en bas ou dans la fosse = en haut ; en rouge OP et en orange TO) .....	26
Schéma de la solution Balmes-S3 pour le dimensionnement de base de l'objectif prioritaire seul.....	31
Schéma de la solution Balmes-S3 pour un dimensionnement supérieur : l'objectif prioritaire seul.....	31
Schéma de la solution Balmes-S4a, à l'aval direct : seuils de 40 cm.....	34
Schéma de la solution Balmes-S4b en décalé : seuils de 40 cm.....	35
Schéma de la solution Balmes-S4c dans le bras : seuils de 40 cm .....	35
Schéma de l'Avant Projet .....	45

## 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, la Verne 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.

Ces différents sites présentent des caractéristiques et des contraintes différentes qui en font des cas particuliers. Le présent document se rapporte au seuil naturel sur la Verne en amont des "Balmes".

## 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

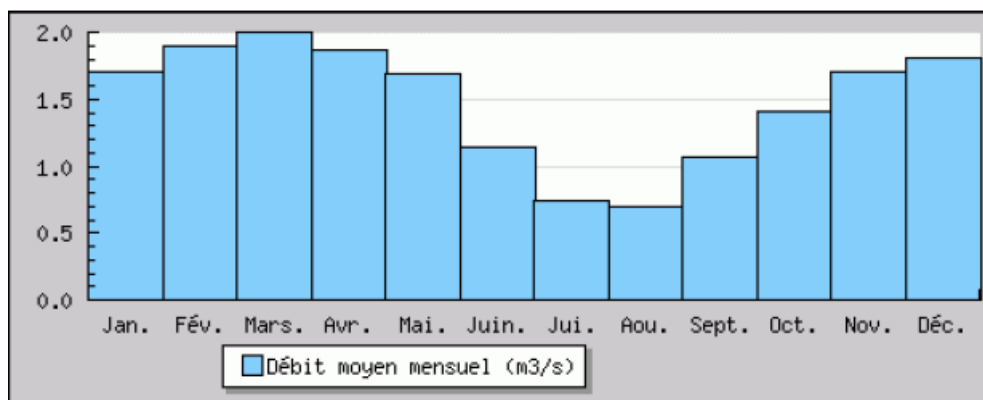
Pour la réalisation de la présente étude, la bibliographie fournie par le maître d'ouvrage comprend :

- 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 km<sup>2</sup>.

Les moyennes mensuelles sont les suivantes :



avec un module interannuel de 1,47 m<sup>3</sup>/s et un Qmna5 de 0,41 m<sup>3</sup>/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 naturel en amont des "Balmes"



*Vue depuis l'aval*

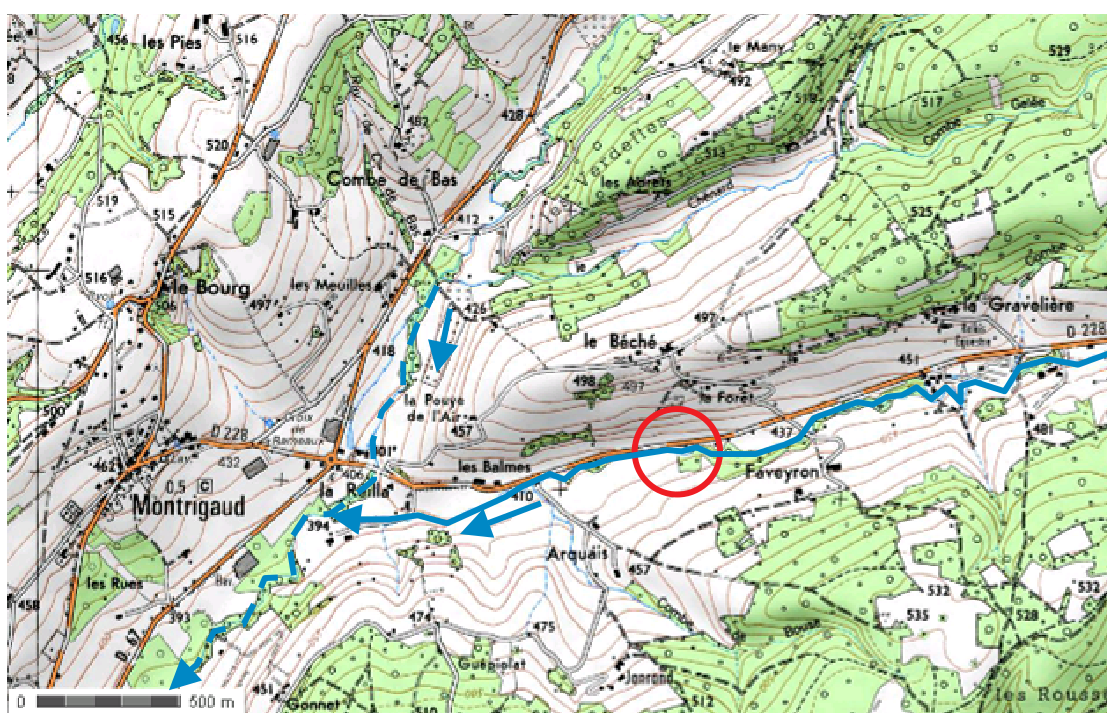
## 4.-SEUIL NATUREL EN AMONT DES "BALMES"

### 4.1.-DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

L'infranchissable concerné est un seuil naturel sur la Verne en amont du lieu-dit "Les Balmes".

#### 4.1.1.-Localisation

L'ouvrage se trouve sur la commune de Montrigaud, le long de la RD228 en amont du lieu-dit les Balmes :



— Verne ;    Herbasse

*Plan de localisation*



Flèche bleue : La Verne ; flèche rouge : Seuil.

*Plan de situation*

#### 4.1.2.-Description

Le seuil est apparu suite à l'enfoncement de la Verne, bloqué par un affleurement marneux qui a résisté localement.



*Vue du seuil (depuis l'aval)*

L'affleurement résistant a produit une discontinuité importante du profil en long : de 2,6 m de dénivelé (physique (hors fosse) et hydraulique : mesuré le 22/02/2013 pour 120% du module à la station de Clérieux). Cette hauteur d'un seul tenant est infranchissable dans le contexte piscicole de la Verne.

A l'amont, le cours d'eau est peu encaissé avec un état physique relativement bon et une bonne connectivité avec les milieux rivulaires. A l'aval par contre l'enfoncement du lit a conduit à un encaissement marqué avec une déconnection avec les milieux rivulaires.



*Vue de la Verne à l'amont*

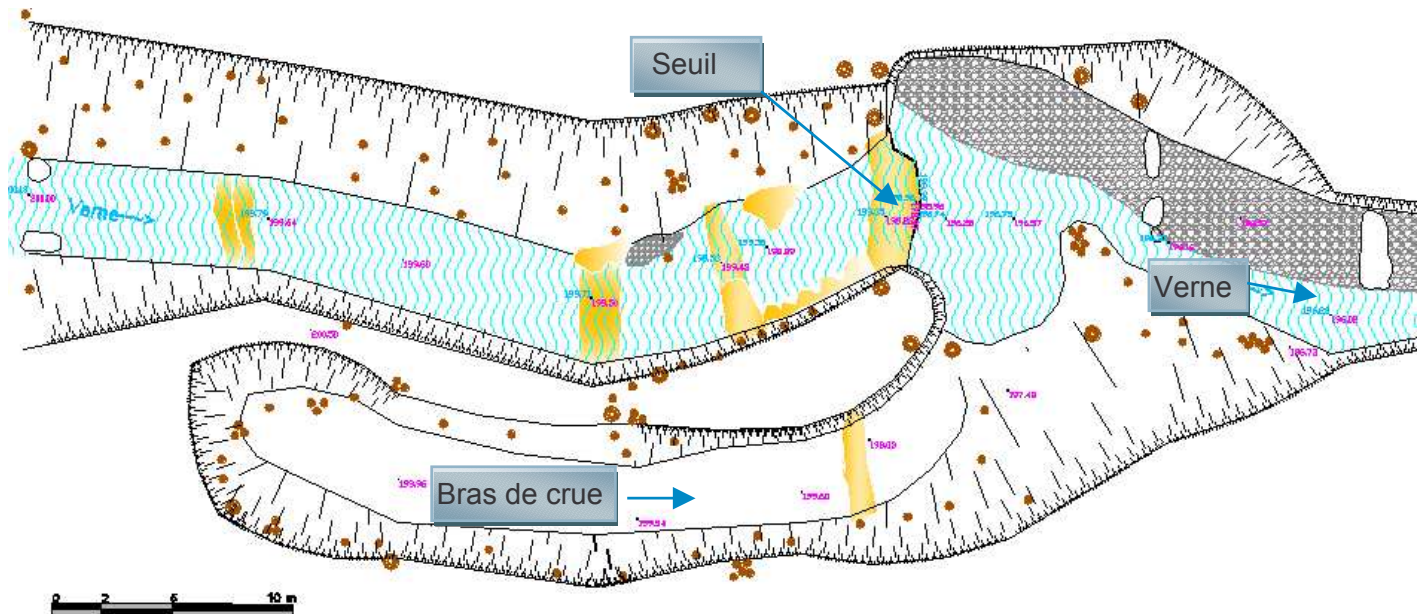


*Vue de la Verne à l'aval*

Le lit majeur présente un bras naturel d'écoulement des crues en rive droite.

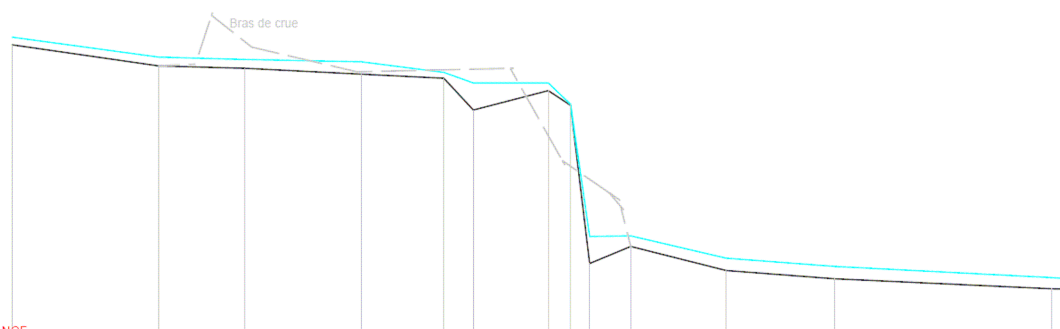


*Vue du lit majeur (depuis l'aval)*



Vue en plan du seuil

Profil en long



PC : 195.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13
Altitudes TN	200.13	199.70	199.64	199.75	199.50	199.53	199.43	199.30	199.22	198.74	198.28	196.85
Altitudes FE	200.13	199.70	199.64	199.75	199.50	199.53	199.43	199.30	199.22	198.74	198.28	196.85
Distances partielles		10.00	5.83	7.98	5.00	2.01	5.10	2.82	2.80	6.51	7.38	14.76
Distances cumulées	0.00	10.00	15.83	23.81	28.81	31.42	36.52	39.33	42.13	48.64	56.02	70.78

Profil en long de la Verne et du bras

## 4.2.-HYDROLOGIE

### 4.2.1.-Débits moyen et d'été

- Extrapolation des débits au niveau de la zone d'étude : la superficie du bassin versant de la Verne au niveau de l'infranchissable est de 10,1 km<sup>2</sup>.

En appliquant le rapport des surfaces aux débits, on obtient pour un bassin versant de 10,1 km<sup>2</sup> :

	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
Verne "Les Balmes"	10.1	0.09	0.10	0.11	0.10	0.09	0.06	0.04	0.04	0.06	0.08	0.09	0.10	0.08	0.02

- Critique de l'extrapolation : Le bassin versant de la Verne au niveau de l'ouvrage considéré ne représente que 5 % du bassin versant de la station de mesures. L'extrapolation par le rapport des surfaces peut donc donner des estimations peu représentatives. Des mesures directes de débits seraient nécessaires pour apporter plus de précision.

### 4.2.2.-Débits de crue

L'étude géomorphologique et hydrologique donne des débits de crue de l'Herbasse pour l'ensemble du bassin versant. Les débits de la Verne en sont extrapolés (méthode de Mayer avec un coefficient de 0,75) :

	Herbasse totale	Verne en amont des "Balmes"
Bassin versant	196.4 m <sup>2</sup>	10.1 m <sup>2</sup>
Débit décennal	120 m <sup>3</sup> /s	12.9 m <sup>3</sup> /s
Débit centennal	274 m <sup>3</sup> /s	29.6 m <sup>3</sup> /s

## 4.3.-HYDRAULIQUE

La commune n'a pas fait l'objet d'une identification des risques d'inondation.

## 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 rhôdanienne, 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 (Chénéadière, 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 médiane,
- sur les affluents de l'Herbasse supérieur (dont l'obstacle concerné).

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 moindre sur la partie supérieure du bassin, y compris les affluents (Verne notamment).

#### 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 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.

L'aménagement des seuils sur l'Herbasse et les affluents amont comme la Verne 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, les seuils devront être aménagés 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,

**Objectifs annexes :**

- permettre la montaison des juvéniles de truite et des espèces compagnes 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 uniquement dimensionnée pour la montaison de la truite (principalement reproducteur), sans prendre en compte la remontée par des espèces telles que l'anguille, la loche et le vairon.
- 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 0,02 m<sup>3</sup>/s à 0,16 m<sup>3</sup>/s (estimation hydrologique).
- La dénivellation à franchir : elle est de 2,6 m pour la dénivellation physique et 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.

La destruction pure et simple de l'ouvrage pour restituer un lit naturel à l'Herbasse pose la question de l'impact morpho-dynamique et du maintien du droit d'eau pour l'alimentation du canal. Aussi, elle n'est pas envisagée.

Du fait de la nature et la configuration de l'ouvrage, une dérivation partielle du cours d'eau pour créer une rivière artificielle franchissable contournant l'obstacle du seuil ne semble pas possible du fait de la configuration du cours d'eau et du dénivelé à rattraper.

Ainsi, la franchissabilité ne peut se restaurer qu'avec un ouvrage situé dans le lit de l'Herbasse.

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.-Passes chenal ou rampe :

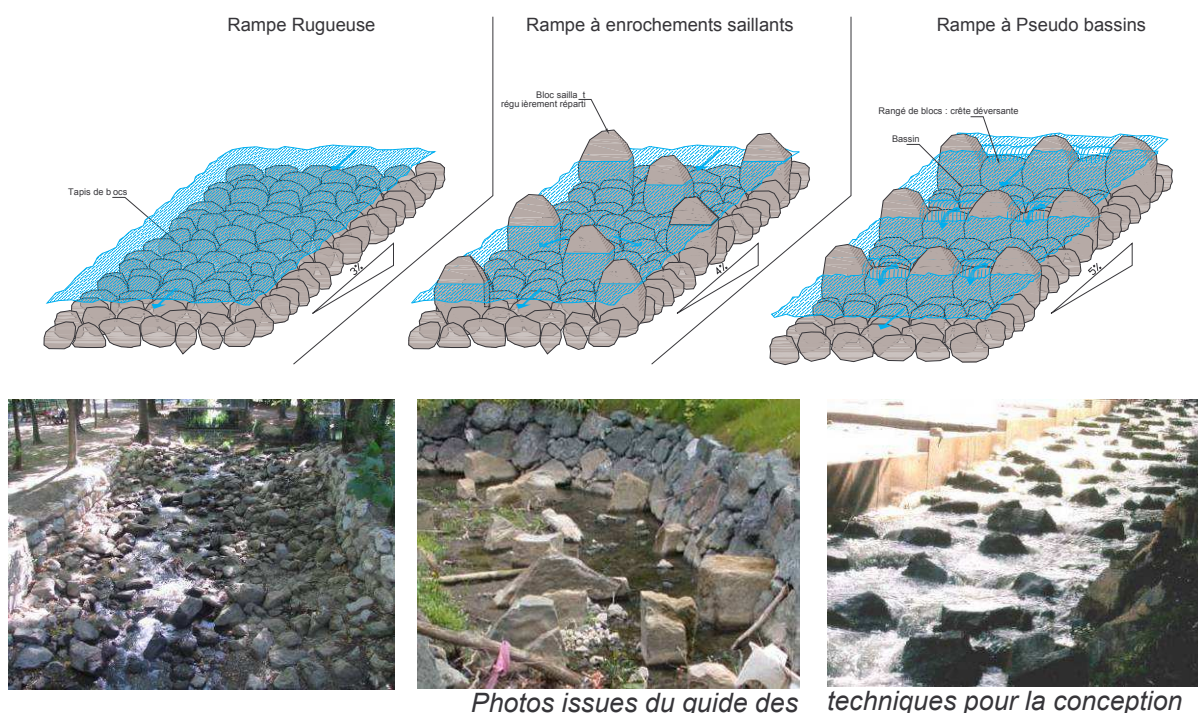
##### 4.6.1.1.Présentation

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.



passes «naturelles»

#### 4.6.1.2. Pré-Dimensionnement

Le dénivelé du seuil est de 2,6 m pour le dénivelé hydraulique ainsi compte tenu de la pente de dimensionnement des passes rampes, la longueur nécessaire serait de :

Population cible	pente	Dénivelé	longueur
Truite	8.0%	2.6	32.5
Truite	7.0%	2.6	37.1
Truite	5.0%	2.6	52.0
Compagnes	4.0%	2.6	65.0
Compagnes	3.0%	2.6	86.7

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 et 5% pour l'objectif annexe dont l'agencement des blocs constitue une surface très rugueuse tendant vers une forme à bassins.

#### 4.6.1.4. Implantation

##### ❖ Remplacement du seuil

Du fait de la largeur et de la hauteur du seuil, son remplacement par ce type de structure sur la totalité du lit n'est pas adapté techniquement et financièrement. Cette solution ne sera pas étudiée.

##### ❖ Dérivation

La rampe peut s'envisager en "dérivation". Dans notre cas, une dérivation en contournement du seuil (par les berges) est possible car il existe le bras de crue de rive droite. En rive gauche, cette configuration favorable n'existant pas, le contournement du seuil n'est pas envisageable. La dérivation peut également être considérée dans le lit à l'aval du seuil.

Dans le cas de l'utilisation du bras de crue, la longueur entre le déversoir naturel amont et la fosse du seuil est d'un peu plus de 35 m, correspondant à la longueur de la rampe pour l'objectif prioritaire. Pour l'objectif secondaire, un repli de la partie aval serait nécessaire pour atteindre les 52 m. Cette implantation nécessite un creusement important du bras : jusqu'à près de 2,5 m, en effet l'altitude du bras suit celle du lit avec une cassure équivalente au niveau de l'affleurement (qu'on retrouve également dans le bras). L'approfondissement du bras posera des problèmes de l'augmentation de la hauteur de ses talus, des mesures de stabilisation seront nécessaires. Car au vu de la largeur du bras, il ne sera pas possible de coucher les talus à des pentes de stabilité naturelle. La configuration du bras étant changée avec augmentation de la pente et destruction du point dur, des mesures de protection seront nécessaires (renforcement du bras et/ou limitation du débit en crue passant par le bras).

Pour la rampe dans le lit, elle s'envisage préférentiellement en rive gauche dans l'anse d'érosion, car en rive droite, la rampe couperait le bras de crue : des aménagements spécifiques seraient nécessaires pour permettre l'écoulement et protéger l'ouvrage. Toutefois, la rive gauche est exposée aux crues, des mesures de protection seront à prévoir. Seules les solutions à l'aval (en remblai) sont possibles, la solution en saigné dans le lit mineur amont (en déblais) n'est pas adaptée. A partir du seuil :

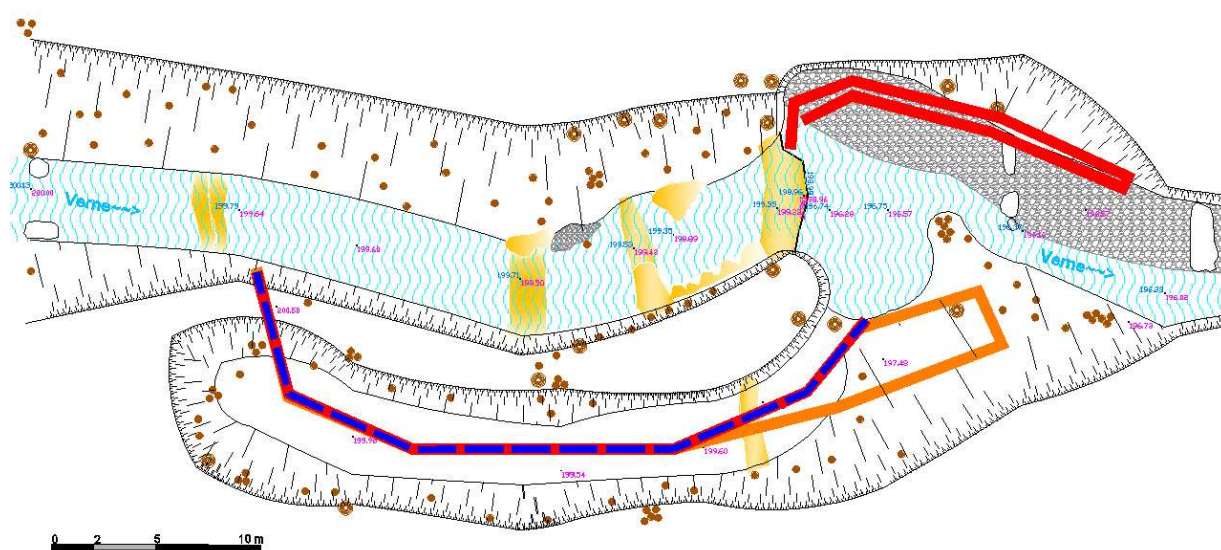
- soit le chenal est replié pour aboutir dans la fosse du seuil.
- soit le chenal est droit et abouti à l'aval du pied seuil. Dans ce cas, il est nécessaire de favoriser l'attrait en utilisant une majeure partie du débit ou de créer à cet endroit un infranchissable.

Les paramètres hydrauliques impliquent pour un débit minimum de fonctionnement =  $Q_{mna5}$  de  $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ ) une largeur théorique de 0,3 m. Pour cette largeur le débit

maximum admissible est de  $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ , soit près de 2x le module. La largeur étant faible et la longueur importante, l'insertion de zones de repos paraît indispensable.

Des solutions sont possibles pour replier le chenal :

- Chenal avec retour : le chenal est principalement linéaire avec un virage à  $180^\circ$  pour faire un retour qui aboutit dans la fosse.
- Chenal en lacet : le chenal fait des zigzags cela permet d'avoir une longueur globale plus courte au détriment de la largeur. Toutefois, le principe du chenal à pseudo-bassin tel que décrit dans le guide considère des bassins linéaires qu'il n'est pas aisé de replier trop souvent (sauf par l'intermédiaire de zone de repos). Avec des bassins non linéaires, les possibilités de repli en lacet sont plus simples (cf. § 4.6.3.-: solution bâtarde).





Exemple

### Impacts :

1. Hydraulique. L'impact hydraulique n'est pas significatif. Dans la fosse, elle n'occupera qu'une faible largeur. Dans le bras, il faudra y limiter l'écoulement des crues, mais cela ne devrait pas changer significativement leur écoulement global.
2. Morpho-dynamique. La passe en dérivation est noyée en cas de crue car elle reste dans le lit du cours d'eau. 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. Dans le bras, il est nécessaire de casser l'affleurement pour faire passer l'ouvrage, des mesures de stabilisation devront être prises pour ne pas entraîner l'érosion du bras et du lit en amont.
3. Paysager. Dans la fosse, le chenal est visible et artificiel. Dans le bras, il sera encaissé.

#### 4.6.1.5.Coût

Le chenal est formé d'une enceinte en caniveau béton ou maçonnerie dont le fond est constitué d'enrochements bétonnés (disposition hétérogène en pseudo-bassin), inséré :

- dans le bras de crue, décaissé préalablement avec un "bouchon" amont pour y limiter l'écoulement des crues.
- dans le lit en rive gauche. L'ouvrage repose sur une fondation en enrochements (solution Balme-S1-b) avec une protection de la berge.

L'estimation des coûts pour la solution dans le bras de crue pour l'objectif prioritaire (solution Balmes-S1-a-OP) est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	110.00	15.00	1 650.00
Enrochements libres	m3	5.00	80.00	400.00
Enrochements bétonnés	m3	5.00	200.00	1 000.00
Destruction	m3	5.00	100.00	500.00
Caniveau béton	ml	35.00	400.00	14 000.00
Digue bois	ml	10.00	500.00	5 000.00
Lit de plants	ml	75.00	60.00	4 500.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	13 525.00	13 525.00
<b>Total aménagement</b>				<b>40 575.00</b>

L'estimation des coûts pour la solution dans en rive gauche de la fosse pour l'objectif prioritaire (solution Balmes-S1-b-OP) est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	40.00	15.00	600.00
Enrochements libres	m3	40.00	80.00	3 200.00
Enrochements bétonnés	m3	20.00	200.00	4 000.00
Destruction	m3	5.00	100.00	500.00
Caniveau béton	ml	35.00	400.00	14 000.00
Digue bois	ml	10.00	500.00	5 000.00
Caisson	m3	20.00	120.00	2 400.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	14 850.00	14 850.00
<b>Total aménagement</b>				<b>44 550.00</b>

La solution Balmes-S1-b comprend la protection de la berge en rive gauche le long de l'ouvrage pour éviter des chutes de matériaux ou le contournement de l'ouvrage.

Ces estimations ne comprennent pas d'éventuelles mesures de stabilisation du niveau du cours d'eau à l'aval.

Pour les deux solutions précédentes 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 de surface,
- 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.

#### 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/m<sup>3</sup> pour les truites à 150 W/m<sup>3</sup> 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.

Population cible	Chute	Dénivelé	nb de chute	nb de bassin arrondi*	longueur minimale d'un bassin	longueur totale
Truite	0.30	2.6	8.7	9	1.5	13.5
Truite	0.25	2.6	10.4	11	1.5	16.5
Compagnes	0.20	2.6	13.0	13	1.5	19.5
Compagnes	0.15	2.6	17.3	18	1.5	27

\* le premier bassin est considéré dans le lit du cours d'eau au niveau de la fosse. Une longueur de bassin inférieure à 1,5 m ne serait possible qu'en considérant une taille maximum de truite inférieure à 50 cm. Cela serait le cas ici, sur l'Herbasse supérieure où des tailles de 30 à 40 cm représentent le maximum des individus recensés. Les bassins peuvent être réduits pour atteindre entre 0,9 à 1,2 m de longueur.

#### 4.6.2.3.Objectif piscicole

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

- Chute de 30 cm et énergie dissipée maximum de 200 w/m<sup>3</sup> pour l'objectif prioritaire, avec : échancrure de surface.
- Chute de 15 cm et énergie dissipée maximum de 150 W/m<sup>3</sup> pour la prise en compte de l'objectif annexe.

Un dimensionnement sur la base du débit d'étiage Qmna5 comme débit minimum impliquerait des bassins de l'ordre de 1,2x1 m de surface et 0,4 m de profondeur à vide pour l'objectif prioritaire. Toutefois, ce dimensionnement ne supporterait pas une charge de plus de 0,4 m sur la prise d'eau de la passe soit un débit de 0,06 m<sup>3</sup>/s. Le surplus jusqu'à 2x le module devra être évacué en dehors des bassins. Pour tous les objectifs, la taille des bassins serait de 1,2x0,7 m de surface et 0,4 m de profondeur à vide.

#### 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 échancrure. Le principe d'implantation est le même que pour les chenaux à rampe du point 4.6.1.- :





Exemple

Pour le positionnement à l'aval du bras, une autre alternative pourrait s'envisager : la rivière artificielle. Cette technique consiste à créer un chenal en déblai stabilisé avec des techniques végétales dans lequel s'insère des seuils en bois ou en blocs. Des mesures de protection contre les crues (venant du cours d'eau ou du bras) doivent être intégrées.



Exemple

#### 4.6.2.5. Impacts :

(Même remarque que pour la rampe en dérivation à la différence que l'ouvrage est de longueur moins importante).

1. Hydraulique. L'impact hydraulique n'est pas significatif. Dans la fosse ou à l'aval du bras, elle n'occupera qu'une faible largeur.
2. Morpho-dynamique. La passe même en dérivation est noyée en cas de crue car elle reste dans le lit du cours d'eau. 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). La position dans la fosse est particulièrement concernée par le risque d'engravement sur la partie aval. Ces passes n'impactent pas de manière importante le transit qui reste perturbé par l'ensemble de l'ouvrage.

3. Paysager. Dans la fosse ou à l'aval du bras, 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 stable : un tapis d'enrochements (éventuellement stabilisé par des pieux dans le cas de la présence de marne).

L'estimation du coût de cette solution restreinte à l'objectif prioritaire avec une implantation à l'aval du bras (solution Balmes-S2-a-OP) est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	27.00	15.00	405.00
Enrochements libres	m3	32.60	80.00	2 608.00
Enrochements bétonnés	m3	7.00	200.00	1 400.00
Destruction seuil	m3	3.00	75.00	225.00
Béton	m3	7.90	900.00	7 110.00
Paroi interne	m3	9.00	300.00	2 700.00
Remise matelas aluvionnaire	m3	12.00	20.00	240.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	7 344.00	7 344.00
<b>Total aménagement</b>				<b>22 032.00</b>

Pour l'objectif prioritaire et l'implantation en rive gauche de la fosse (Solution Balmes-S2-b-OP) le coût est estimé à :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	35.20	15.00	528.00
Enrochements libres	m3	50.20	80.00	4 016.00
Enrochements bétonnés	m3	7.00	200.00	1 400.00
Destruction seuil	m3	3.00	75.00	225.00
Béton	m3	7.90	900.00	7 110.00
Paroi interne	m3	9.00	300.00	2 700.00
Remise matelas aluvionnaire	m3	0.00	20.00	0.00
Caisson	m3	9	120.00	1 080.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	8 529.50	8 529.50
<b>Total aménagement</b>				<b>25 588.50</b>

L'estimation du coût de cette solution en rivière artificielle pour l'objectif prioritaire avec une implantation à l'aval du bras (solution Balmes-S2-c-OP) est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	33.80	15.00	507.00
Enrochements libres	m3	12.00	80.00	960.00
Caisson bois	m3	15.00	150.00	2 250.00
Destruction seuil	m3	3.00	75.00	225.00
Fascine	ml	45.00	120.00	5 400.00
Seuil	m3	9.00	300.00	2 700.00
Digue	ml	5.00	500.00	2 500.00
Géomembrane	m²	65.00	8.00	520.00
Remise matelas aluvionnaire	m3	12.00	20.00	240.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	7 651.00	7 651.00
<b>Total aménagement</b>				<b>22 953.00</b>

Le coût pour tous les objectifs est de :

- 29 500 € HT pour le positionnement à l'aval du bras (solution Balmes-S2-a-TO).
- 36 500 € HT pour celui en rive gauche de la fosse (solution Balmes-S2-b-TO).
- 32 500 € HT pour la rivière artificielle à l'aval du bras (solution Balmes-S2-c-TO).

Ces estimations ne comprennent pas d'éventuelles mesures de stabilisation du niveau du cours d'eau à l'aval.

Pour les solutions précédentes, 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.

### 4.6.3.-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  $300 \text{ w/m}^3$  pour l'objectif prioritaire ou  $200 \text{ w/m}^3$  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 charge maximum admissible :

- 1,2x0,65 m avec 0,4 m de profondeur à vide : le débit maximum dans la passe est de  $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$  ;

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

- 1,2x0,75 m avec 0,4 m de profondeur à vide : le débit maximum dans la passe est de  $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$  ;

Ces dimensions réduites ne sont pas très appropriées pour une passe rustique avec une organisation des bassins différente de la solution S2 (bassin en béton). Soit, l'hypothèse de la taille des poissons est réduite ce qui permet d'envisager des bassins moins long (0,9 m pour des individus de 0,3 m) et plus large pour une implantation linéaire moins longue que la solution S2. Soit, les bassins sont supposés circulaires de diamètre 1,2 m (diamètre minimum pour les individus de 0,4 m) pour une implantation en quinconce : le débit maximum admissible est alors de  $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ .



#### 4.6.3.3.Impacts :

1. Hydraulique. L'impact hydraulique n'est pas significatif.
2. Morpho-dynamique. La passe même en dérivation est noyée en cas de crue car elle reste dans le lit du cours d'eau. 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. 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 à l'aval du bras et le dimensionnement de base (solution Balmes-S3-a-OP-Min) est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant €HT
Terrassement	m3	52.00	15.00	780.00
Destruction seuil	m3	3.00	100.00	500.00
Enrochements bétonnés	m3	37.06	200.00	7 411.00
Enrochements libres	m3	29.56	80.00	2 364.80
Remise matelas aluvionnaire	m3	12.00	20.00	240.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	11 182.48	11 069.16
<b>Total aménagement</b>				<b>22 364.96</b>

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

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant €HT
Terrassement	m3	52.00	15.00	780.00
Destruction seuil	m3	3.00	100.00	300.00
Enrochements bétonnés	m3	41.74	200.00	8 348.00
Enrochements libres	m3	31.52	80.00	2 521.60
Remise matelas aluvionnaire	m3	12.00	20.00	240.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	11 898.62	11 607.64
<b>Total aménagement</b>				<b>23 797.24</b>

Ces estimations ne comprennent pas d'éventuelles mesures de stabilisation du niveau du cours d'eau à l'aval.

Pour le dimensionnement tous objectifs, les coûts de la solution Balmes-S3-a-Max-TO sont estimés à 33 500 € HT.

Pour cette solution 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

Cette solution envisage la rehausse du lit à l'aval avec des "petits" seuils entrecoupés de tronçons de cours d'eau naturels.



Exemple

Vu la chute à rattraper, cette solution nécessite un volume de travaux très important, mais elle permet également de corriger l'enfoncement du lit et de réduire le risque de la destruction du seuil existant qui impliquerait la propagation de l'érosion du lit en amont.

##### 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.

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

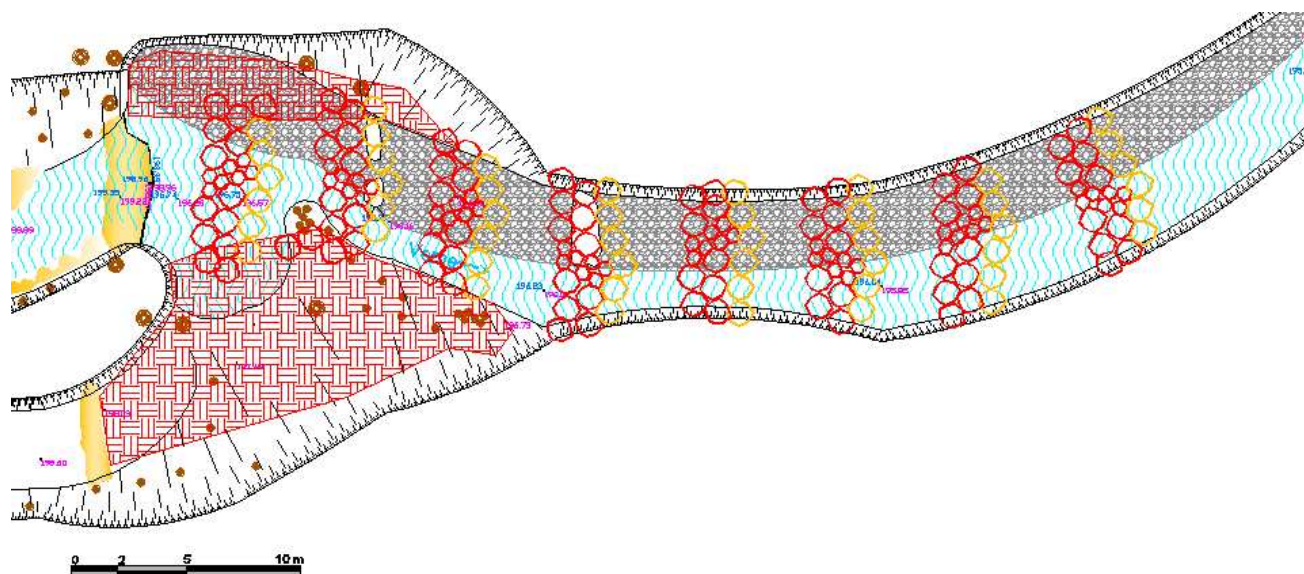
Le nombre de seuil nécessaire est de :

- 8 pour un dénivelé de 0,4 m,
- 11 pour un dénivelé de 0,3 m,
- 13 pour un dénivelé de 0,2 m

#### 4.6.4.3. Implantation

Diverses implantations sont possibles :

- A l'aval direct du seuil : la fosse et le bras implique des largeurs des premiers seuils très important (~15 m) ou de remblayer les rives ;
- En décalé à l'aval de la fosse : dans la partie encaissée, les seuils seraient alors de la largeur plus faible du lit encaissé (~6 m). Dans ce cas, la fosse est "noyée" créant une "retenue". Cette dernière sera comblée naturellement par les apports, mais cela prendra du temps et bloquera le transport solide, ce qui peut avoir des conséquences négatives sur l'aval. Le comblement avec reconstitution d'un lit naturel entre le seuil existant et l'aménagement doit être envisagé dans les travaux nécessaires. La partie de rive droite à l'aval du bras pourra être aménagée en annexe (zone humide, mare...).
- dans le bras : cette implantation ne corrige pas la problématique morphologique de la Verne à l'aval du seuil mais permet de réduire le volume de travaux. Cette solution se rapproche d'une rivière de contournement. La difficulté consiste à pouvoir implanter ce lit en déblai dans l'emprise existante. Au maximum, le nouveau lit serait à 2,3 m en dessous des terrains actuels. Cela impliquerait des berges "simples" de 5 m de large empiétant d'autant dans les terrains riverains. Pour l'éviter, les berges doivent être reconstituées avec des techniques permettant d'augmenter leur pente tout en les stabilisant. L'utilisation de caissons bois serait une technique bien adaptée.



*Schéma de la solution Balmes-S4a, à l'aval direct : seuils de 40 cm*

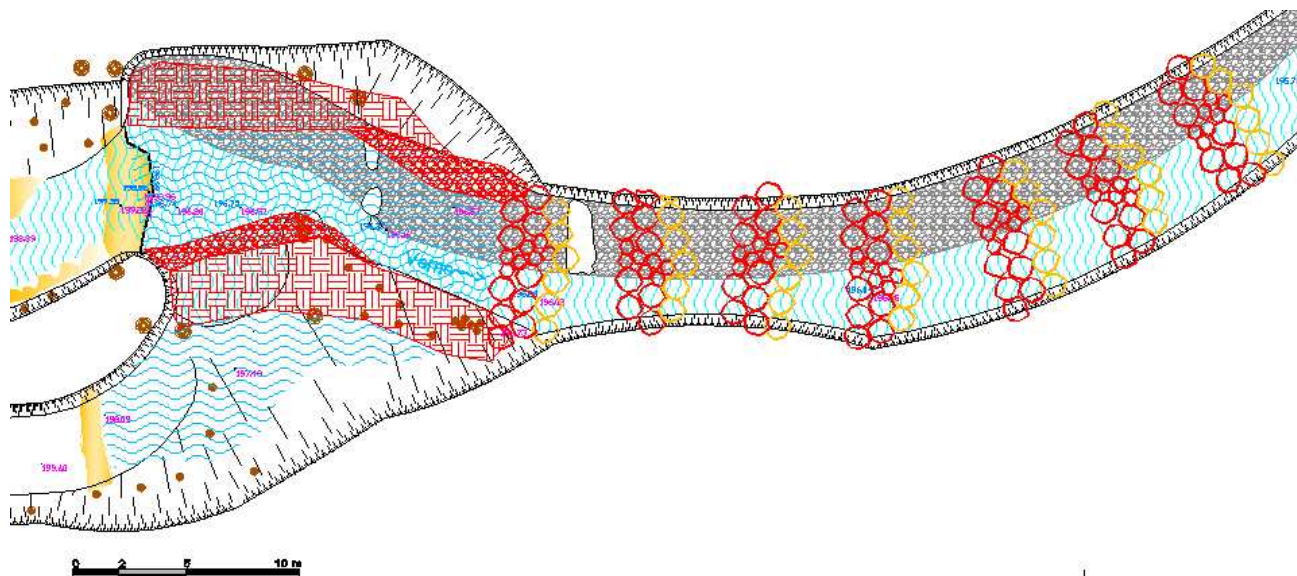


Schéma de la solution Balmes-S4b en décalé : seuils de 40 cm

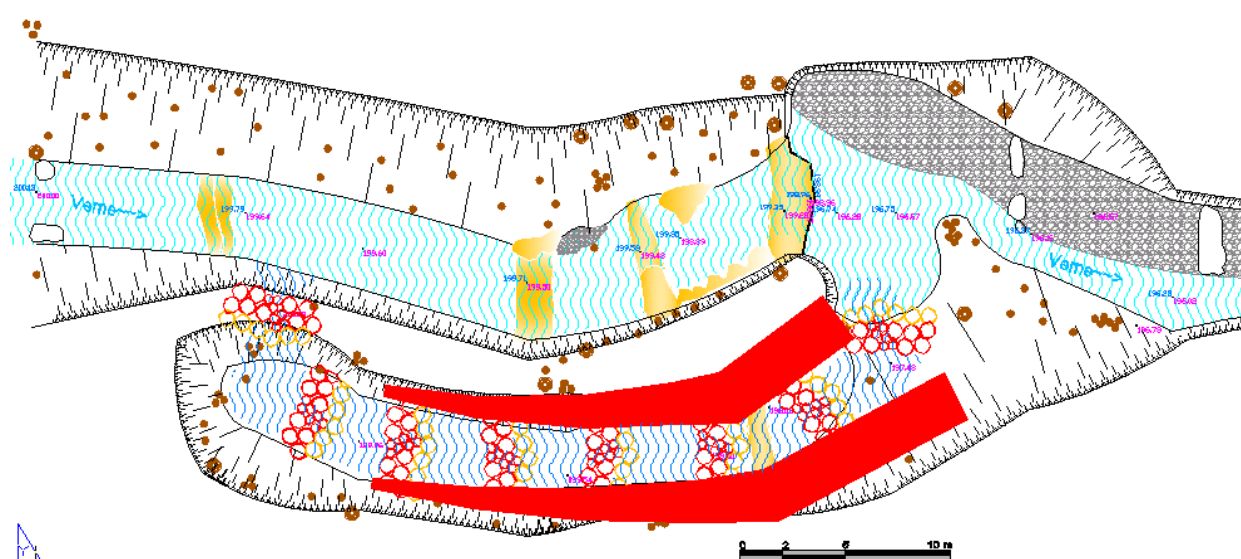


Schéma de la solution Balmes-S4c dans le bras : seuils de 40 cm

Pour les solutions a et b (implantations dans le lit) : ces solutions permettent entre les seuils de stabiliser le matelas alluvionnaire par dessus le substrat marneux, maintenant la qualité physique de l'habitat aquatique qui sinon risque de se dégrader à cause de l'évacuation des matériaux graveleux et de l'apparition du substratum (comme sur l'Herbasse au "Poulet").

Plus les seuils en enrochements sont éloignés et plus de linéaire d'habitat aquatique est restauré. Mais plus l'ouvrage est long et plus le dénivelé à rattraper augmente.

La technique constructive doit être adaptée à l'implantation des enrochements sur la partie encaissée où le substratum se trouve peu en profondeur : les seuils sont constitués d'une couche de blocs, stabilisé par une ligne de pieux métalliques à l'aval.

Le point faible de ce type d'aménagement se trouve au niveau des berges : les seuils doivent être ancrés pour éviter leur contournement. La configuration des berges sur ce tronçon (abrupte et en marne) nécessite des précautions (rehausse des bords du seuil et renfort).

Des techniques constructives alternatives peuvent être envisagées pour les seuils :

- Techniques bois : les blocs peuvent être remplacés par des rondins horizontaux fixés au pieux métalliques.



Exemple

- Palplanches : les blocs peuvent être remplacés par des palplanches ou poutres métalliques horizontales (les coûts sont plus élevés).
- Gabion : les blocs peuvent être remplacés par des gabions (sacs en grillage remplis de pierres). Toutefois, sur des cours d'eau à fort charriage les gabions se détériorent par dégradation du grillage.

#### 4.6.4.4. Impacts :

1. Hydraulique. En crue, l'ouvrage en remblai dans le lit entraîne une modification négative sur les niveaux de crue au niveau de l'aval du seuil. Toutefois, l'aménagement reconstruit une situation prévalant avant l'incision et ne modifie pas l'inondabilité venant de l'amont.
2. Morpho-dynamique. Le nouveau lit casse l'énergie de la chute en plusieurs petits dénivelés, le transit est moins perturbé à l'aval.
3. Paysager. Le "comblement" de la chute permet de restituer un caractère plus "naturel" au cours d'eau, bien que moyennement minéral.

#### 4.6.4.5.Coût

Estimation des coûts pour la reconstitution d'un lit en remblai à l'aval du seuil : formé de 8 seuils de 0,4 m de dénivelé en enrochements dimensionnés pour résister à la crue centennale ( $D_{50}=0,8$  m ; Solution Balmes-S4-a).

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	427	15.00	6 405.00
Enrochements libres	m3	250	80.00	20 000.00
Enrochements bétonnés	m3	4	200.00	800.00
Destruction du seuil	m3	3	100.00	300.00
Geotextile	m <sup>2</sup>	240	6.00	1 440.00
Fourniture de remblai	m3	400	25.00	10 000.00
Pieux métalliques	u	22	160.00	3 520.00
Fascine		19	120.00	2 280.00
Plantation		130	5.00	650.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	18 158.00	18 158.00
<b>Total aménagement</b>				<b>63 553.00</b>

Estimation des coûts pour la reconstitution d'un lit en remblai en décalé, à l'aval de la fosse : formé de 8 seuils de 0,4 m de dénivelé en enrochements dimensionnés pour résister à la crue centennale ( $D_{50}=0,8$  m ; Solution Balmes-S4-b).

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	435	15.00	6 525.00
Enrochements libres	m3	260	80.00	20 800.00
Enrochements bétonnés	m3	4	200.00	800.00
Destruction du seuil	m3	3	100.00	300.00
Geotextile	m <sup>2</sup>	230	6.00	1 380.00
Fourniture de remblai	m3	420	25.00	10 500.00
Pieux métalliques	u	22	160.00	3 520.00
Fascine		19	120.00	2 280.00
Plantation		70	5.00	350.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	18 582.00	18 582.00
<b>Total aménagement</b>				<b>65 037.00</b>

Aucun entretien spécifique (autre que l'entretien courant du cours d'eau en général) n'est à prévoir sur ce genre de solution.

Estimation des coûts pour la reconstitution d'un lit en remblai dans le bras : formé de 8 seuils de 0,4 m de dénivelé en enrochements dimensionnés pour résister au débit de dérivation envoyé dans le bras ( $D_{50}=0,6$  m ; Solution Balmes-S4-c).

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	392	15.00	5 880.00
Enrochements libres	m3	105.6	80.00	8 448.00
Enrochements bétonnés	m3	3	200.00	600.00
Destruction du seuil	m3	8	100.00	800.00
Geotextile	m <sup>2</sup>	50	6.00	300.00
Fourniture de remblai	m3	0	25.00	0.00
Pieux métalliques	u	0	160.00	0.00
Fascine		140	120.00	16 800.00
Plantation		70	5.00	350.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	13 271.20	13 271.20
<b>Total aménagement</b>				<b>46 449.20</b>

Cette estimation ne comprend pas d'éventuelles mesures de stabilisation du niveau du cours d'eau à l'aval.

Le surcoût pour la solution avec des seuils de 0,3 m est de :

- 22 000 € HT pour la solution Balmes-S4-a,
- 23 500 € HT pour Balmes-S4-b.
- 7 000 € HT pour Balmes-S4-c sous réserve de réduire la distance entre les seuils

Ces estimations ne prennent pas en compte la possibilité de récupération de matériaux (blocs ou remblais) par le syndicat 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.

#### 4.7.-ARASEMENT DU SEUIL

L'arasement du seuil pour reconstituer la continuité écologique présente trop d'implication morpho-dynamique pour être envisagé. En effet, ce seuil a empêché la propagation de l'incision du lit de la Verne vers l'amont. Sa suppression reviendrait à permettre la continuation ce dysfonctionnement morpho-dynamique avec tous les impacts associés : déstabilisation des berges avec perte de la connexion écologique entre le milieu aquatique et rivulaire, destruction de l'habitat aquatique avec en cas de découverte du substratum une perte de qualité écologique, accélération des écoulements en crue par l'encaissement...

Le seuil existant joue un rôle important dans le maintien d'une morphologie adaptée à l'amont et sa destruction (volontaire ou non) aurait des impacts négatifs sur les fonctionnalités du cours d'eau importants.

Il conviendrait au-delà de la restauration de la franchissabilité d'intégrer des mesures de protection du seuil existant.

Seules les solutions S4-a et b produisent une stabilisation par le remblai du lit à l'aval et la suppression de la chute. Pour les autres solutions, des travaux complémentaires seraient nécessaire pour atteindre ce but :

- Une protection par rampe en enrochements à l'aval du seuil paraît difficilement envisageable : sa longueur dépasserait la fosse existante,
- Une protection par technique bois avec un parement en rondin fixé sur pieux (métalliques). Le coût est de l'ordre de 10 000 € HT.



exemple de protection bois

Ces protections permettent de supprimer l'attaque de la couche d'assise du seuil, la pérennité du couronnement en marne reste incertaine.

La berge rive gauche de la fosse (très abrupte) pourrait être également protégé (caisson bois avec revégétalisation du haut de berge = 4 000 € HT).

#### 4.7.1.-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 :

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)
<b>3.1.3.0.</b>	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)
<b>3.1.4.0.</b>	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)
<b>3.1.5.0.</b>	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet : 1° Destruction de plus de 200 m <sup>2</sup> de frayères (A) 2° Dans les autres cas (D)
<b>3.2.1.0.</b>	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 <sup>3</sup> ; (A) 2- Inférieur ou égal à 2 000 m <sup>3</sup> dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 ; (A) 3- Inférieur ou égal à 2 000 m <sup>3</sup> dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1. (D)
<b>3.2.2.0.</b>	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m <sup>2</sup> (A) 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m <sup>2</sup> et inférieure à 10 000 m <sup>2</sup> (D)
<b>3.2.6.0.</b>	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
<b>S1, S2, S3 et S4-c</b>	NS <sup>1</sup>	D	NS	NS	D	NS	NS	NS
<b>S4a et b</b>	NS <sup>1</sup>	D	NS	NS	D <sup>2</sup>	NS	NS	NS

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

<sup>1</sup> A démontrer que le projet ne modifie pas significativement les inondations sinon A ;

<sup>2</sup> En supposant que le lit ne présente pas plus de 200 m<sup>2</sup> de 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.

#### 4.8.-RECAPITULATIF

Solution	Avantage	inconvénient	Coût
<b>Rampe</b>			
<b>Balmes-S1-a-OP : Rampe/chenal 7% en déblai dans le bras</b>	Objectif truite	Aspect artificiel Terrassement important Entretien	<b>40 500 € HT</b>
	Stabilisation seuil * Stabilisation de la berge de la fosse*	Déclaration LEMA + DIG	<b>+10 000 € HT</b> <b>+4 000 € HT</b> <b>+entretien 3500 € HT</b>
<b>Balmes-S1-b-OP : Rampe/chenal 7% en remblai dans la fosse</b>	Objectif truite Stabilisation de la berge gauche de la fosse	Aspect artificiel Impacts directs des crues Entretien	<b>44 500 € HT</b>
	Stabilisation seuil *	Déclaration LEMA + DIG	<b>+10 000 € HT</b> <b>+entretien 3500 € HT</b>
<b>Passé à bassins en béton</b>			
<b>Balmes-S2-a : Passé à bassins béton en remblai à l'aval du bras pour l'objectif prioritaire Pour l'objectif annexe</b>	Objectif truite Tous objectifs	Aspect très artificiel Entretien	<b>22 000 € HT</b> <b>29 500 € HT</b>
	Stabilisation seuil * Stabilisation de la berge de la fosse* Emprise réduite	Déclaration LEMA + DIG	<b>+10 000 € HT</b> <b>+4 000 € HT</b> <b>+entretien 3500 € HT</b>
<b>Balmes-S2-b : Passé à bassins béton en remblai dans la fosse pour l'objectif prioritaire Pour l'objectif annexe</b>	Objectif truite Tous objectifs Stabilisation de la berge gauche de la fosse Stabilisation seuil *	Aspect très artificiel  Entretien	<b>25 500 € HT</b> <b>36 500 € HT</b>
	Emprise plus réduite	Déclaration LEMA + DIG	<b>+10 000 € HT</b> <b>+entretien 3500 € HT</b>
<b>Balmes-S2-c : Rivière à bassins en remblai à l'aval du bras pour l'objectif prioritaire Pour l'objectif annexe</b>	Objectif truite Tous objectifs Aspect "naturel"	Entretien	<b>23 000 € HT</b> <b>32 500 € HT</b>
	Stabilisation seuil * Stabilisation de la berge de la fosse* Emprise réduite	Déclaration LEMA + DIG	<b>+10 000 € HT</b> <b>+4 000 € HT</b> <b>+entretien 3500 € HT</b>

Solution	Avantage	inconvénient	Coût
<b>Passé à bassins rustiques</b>			
<b>Balmes-S3-a-Min : Passe à bassins en quinconce en enrochements bétonnés à l'aval du bras pour le dimensionnement de base et l'objectif prioritaire</b>	Objectif truite Stabilisation seuil * Stabilisation de la berge de la fosse* Longueur réduite	Aspect artificiel Entretien Efficience limitée Déclaration LEMA + DIG	<b>23 000 € HT</b> <b>+10 000 € HT</b> <b>+4 000 € HT</b> <b>+entretien 3500 € HT</b>
<b>Balmes-S3-a-Max : Passe à bassins en quinconce en enrochements bétonnés à l'aval du bras pour le dimensionnement de maximum et l'objectif prioritaire</b> Pour tous les objectifs	Objectif truite Tous objectifs Meilleure efficacité Stabilisation seuil * Stabilisation de la berge de la fosse* Longueur réduite	Aspect artificiel Entretien Emprise plus importante Déclaration LEMA + DIG	<b>24 000 € HT</b> <b>33 500 € HT</b> <b>+10 000 € HT</b> <b>+4 000 € HT</b> <b>+entretien 3500 € HT</b>
<b>Reconstitution du lit</b>			
<b>Balmes-S4-a : Reconstitution du lit à l'aval du seuil</b>	Objectif truite Stabilisation du matelas alluvionnaire et du seuil Pas d'entretien Aspect naturel	Forte emprise Déclaration LEMA + DIG	<b>63 500 € HT</b>
<b>Balmes-S4-b : Reconstitution du lit à l'aval du seuil en décalé</b>	Objectif truite Stabilisation du matelas alluvionnaire et du seuil Pas d'entretien Aspect naturel	Forte emprise Déclaration LEMA + DIG	<b>65 000 € HT</b>
<b>Balmes-S4-c : Reconstitution du lit à l'aval du seuil</b>	Objectif truite Emprise moindre Stabilisation seuil * Stabilisation de la berge de la fosse* Peu d'entretien Aspect naturel	Déclaration LEMA + DIG	<b>46 000 € HT</b> <b>+10 000 € HT</b> <b>+4 000 € HT</b> <b>+entretien 1500 € HT</b>

\*Aménagements optionnels

## 4.9.-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
<b>Rampe (S1)</b>												
Balmes_S1a OP	4	2	3	2		3	2	2	2	3	2	2.45
Balmes_S1b-OP	4	2	3	3		2	1	2	2	3	2	2.33
<b>Passé à bassins (S2)</b>												
Balmes_S2-a OP	4	2	2	2		3	2	2	2	1	4	2.88
Balmes_S2-a TO	4	4	2	2		3	2	2	2	1	3	2.82
Balmes_S2-b OP	4	2	2	3		2	1	2	2	1	3	2.45
Balmes_S2-b TO	4	2	2	3		2	1	2	2	1	2	2.15
Balmes_S2-c- OP	4	2	2	2		3	2	3	3	2	4	3.03
Balmes_S2-c TO	4	4	2	2		3	2	3	3	2	3	2.97
<b>Passé à pseudo-bassins rustique (S3)</b>												
Balmes_S3a-Min OP	3	2	2	2		3	2	2	2	2	4	2.82
Balmes_S3a-Max OP	4	2	2	2		3	2	2	2	2	4	2.94
Balmes_S3a-Max TO	4	4	3	2		3	2	2	2	2	2	2.64
<b>Reconstitution du lit (S4)</b>												
Balmes_S4a-0.4	4	2	4	4		2	3	4	3	4	1	2.55
Balmes_S4a-0.3	4	3	4	4		2	3	4	3	4	1	2.67
Balmes_S4b-0.4	4	2	4	4		2	3	4	3	4	1	2.55
Balmes_S4b-0.3	4	3	4	4		2	3	4	3	4	1	2.67
Balmes_S4c-0.4	4	2	3	3		2	2	3	3	3	2	2.52
Balmes_S4b-0.3	4	3	3	3		2	2	3	3	3	1	2.33

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

## 4.10.-CONCERTATION

Les propositions d'aménagements décrites précédemment ont été présentées au comité de pilotage qui a retenu la solution d'une rivière à bassin en contournement à l'aval du bras de crue pour l'objectif prioritaire (solution S2-c-OP).

La stabilisation du seuil et de la berge sont également à prendre en compte afin d'arrêter la dégradation morpho-dynamique du cours d'eau.

Cette solution a été choisie du fait du budget trop important pour une restauration physique complète du lit et donc dans les variantes de passe, cette solution présente le meilleur emplacement et permet d'avoir un ouvrage plus intégré écologiquement.

## 4.11.-AVANT PROJET

### 4.11.1.-Principe

Le principe de la solution retenue est d'implanter une rivière en contournement de l'infranchissable sur la rive droite en profitant de la configuration existante : présence d'un chenal de crue. Cette rivière de contournement est rendu franchissable par l'installation de seuils de 0,3 m de dénivelé sur le même principe que les passes à bassins. Cette partie en passe à bassin n'est possible que sur l'aval du chenal de crue à cause de la présence du substrat marneux. La partie amont sera aménagée en rivière "simple" à faible pente.

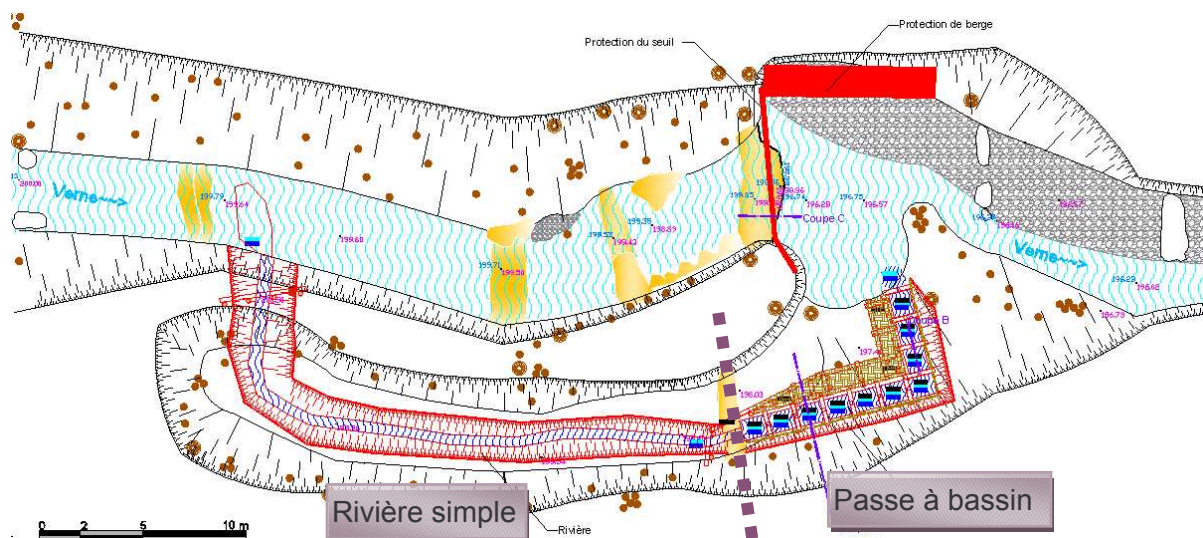


Schéma de l'Avant Projet

Dans la logique de l'aménagement, le confortement du seuil est également prévu pour éviter en cas de destruction que ne se propage vers l'amont la dégradation morpho-dynamique (forte incision) présente à l'aval. Cette incision dégraderait fortement la bonne qualité physique de l'habitat piscicole sur des linéaires potentiellement important. Pour ce faire, un mur bois sera placé en parement aval pour protéger la partie friable du support de l'affleurement.

Sur le même principe, la protection du seuil se prolonge en rive gauche pour stabiliser la berge érodée par la mise en place d'un caisson bois et d'une revégétalisation du haut de berge.

#### 4.11.2.-Description

L'ouvrage est constitué de :

Rivière simple sur la partie amont du bras de crue. Elle sera créée par un léger décaissement afin de reconstituer un fond adapté : forme avec un chenal de concentration des écoulements (0,3 à 0,5 m de largeur pour 0,2m de hauteur) constitué avec des matériaux alluvionnaires récupérés sur le site. La pose du matelas alluvionnaire se fera sur un géotextile renforcé éventuellement par une géomembrane en fonction de la perméabilité des sols. L'alimentation se fera par l'ouverture de la berge au droit de l'amont du bras : pour récupérer toute l'eau en étiage, la prise d'eau est calée à 0,2 m sous le niveau du fond actuel. Afin de protéger l'ouvrage des crues, un muret bois est installé en travers de la prise d'eau pour limiter le débit dans la rivière de contournement lors des crues avec une ouverture de fond adaptée (0,5x0,5 m). L'ensemble a une pente de l'ordre de 1 %.

Passé à bassin à l'aval de l'affleurement. L'ouvrage est dimensionné sur la base de l'objectif prioritaire truite : chute entre bassin de 0,3 m et énergie dissipée de  $200 \text{ w/m}^3$ . La taille de l'échancrure de surverse est de 0,15 m de large pour obtenir une hauteur d'eau minimale de 0,2 m au  $Q_{mna5}$  ( $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Le débit maximum admissible correspondant à une charge de 0,4 m est de  $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$  : pour respecter le maximum d'énergie dissipée avec ce débit la taille des bassins est de 1,2 m de longueur, 1 m de largeur et 0,4 m de profondeur à vide. Les bassins sont formés par des seuils en rondins (imperméabilisés par une géomembrane). Le fond des bassins est constitué par un matelas alluvionnaire. L'implantation de l'ouvrage se fait sur le talus de la rive droite du bras avec la constitution de la berge gauche de la passe en double caisson bois. La tenue du talus de la berge droite pourrait nécessiter des mesures de confortement plus poussées que sa végétalisation par plantation (caissons bois ou lit de plants). La fondation des bassins est constituée d'un géotextile renforcé éventuellement par une géomembrane en fonction de la perméabilité des sols. La passe est protégée des crues par un mur bois à l'amont limitant le débit d'entrée dans l'ouvrage et un merlon ou caisson en rive gauche à l'aval pour éviter les flux directs venant du cours d'eau ou du bras.

Protection du seuil existant. Le point dur formé par le seuil existant est constitué d'une couche de marne sur des anciens matériaux alluvionnaires (de type poudingue). Ces derniers sont plus friables que la marne et donc s'érodent et sape la couche de marne qui tombe par plaques. Le principe de la protection du seuil est de recouvrir cette couche de poudingue pour éviter son érosion et donc stabiliser le support de la couche de marne. Pour ce faire, il est prévu d'implanter un mur de rondin de bois maintenu par des pieux bois ou métalliques en fonction des possibilités de battage dans la fosse. Ce mur se prolonge en rive droite et surtout en rive gauche et mesure au total 10 m de longueur pour 2,5 m de hauteur. L'espace entre le mur et le talus est remblayé avec des matériaux graveleux avec la mise en place préalable d'un géotextile contre le talus. Une attention particulière sera prise pour la protection du pied : le mur doit être suffisamment profond. Le pied pourra être éventuellement renforcé par des blocs ou des pieux jointifs.

Protection de la berge en rive gauche de la fosse. Il s'agit de reconstituer la berge sur 8 m de long avec un caisson bois sur la partie basse (pour 1 m de hauteur) et

un remblai végétalisé sur le reste. Le caisson doit être assis sur une fondation en blocs (D<sub>50</sub> de l'ordre de 0,8 m sur une double couche à préciser).

#### 4.11.3.-Quantitatif

La partie passe est estimée à :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	65.00	15.00	975.00
Enrochements libres	m3	5.00	80.00	400.00
Caisson bois	m3	15.00	200.00	3 000.00
Destruction seuil	m3	3.00	75.00	225.00
Tressage	ml	15.00	120.00	1 800.00
Seuil	m3	10.00	300.00	3 000.00
Digue	ml	10.00	500.00	5 000.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	130.00	8.00	1 040.00
Remise matelas aluvionnaire	m3	30.00	20.00	600.00
Plantation sur toile	m <sup>2</sup>	40.00	20.00	800.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	6 736.00	6 736.00
<b>Total aménagement</b>				<b>23 576.00</b>

Cette estimation ne comprend pas :

- de mesure de stabilisation du talus en rive droite de la passe à bassin autre que des plantations.
- l'évacuation des déblais terreux (réutilisés pour les caissons)

La protection du seuil représente un coût estimatif de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	20.00	15.00	300.00
Enrochements libres	m3	20.00	80.00	1 600.00
Mur bois	ml	10.00	600.00	6 000.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	40.00	8.00	320.00
Remblais	m3	30.00	20.00	600.00
Pieux	u	150.00	5.00	750.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	3 828.00	3 828.00
<b>Total aménagement</b>				<b>13 398.00</b>

Cette estimation comprend une protection de pied en enrochements.

Le coût de la protection de berge est estimé à :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	24.00	15.00	360.00
Enrochements libres	m3	24.00	80.00	1 920.00
Caisson bois	m3	8.00	150.00	1 200.00
Remise de terre végétale	m3	15.00	20.00	300.00
Plantation sur toile	m <sup>2</sup>	16.00	20.00	320.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	1 640.00	1 640.00
<b>Total aménagement</b>				<b>5 740.00</b>

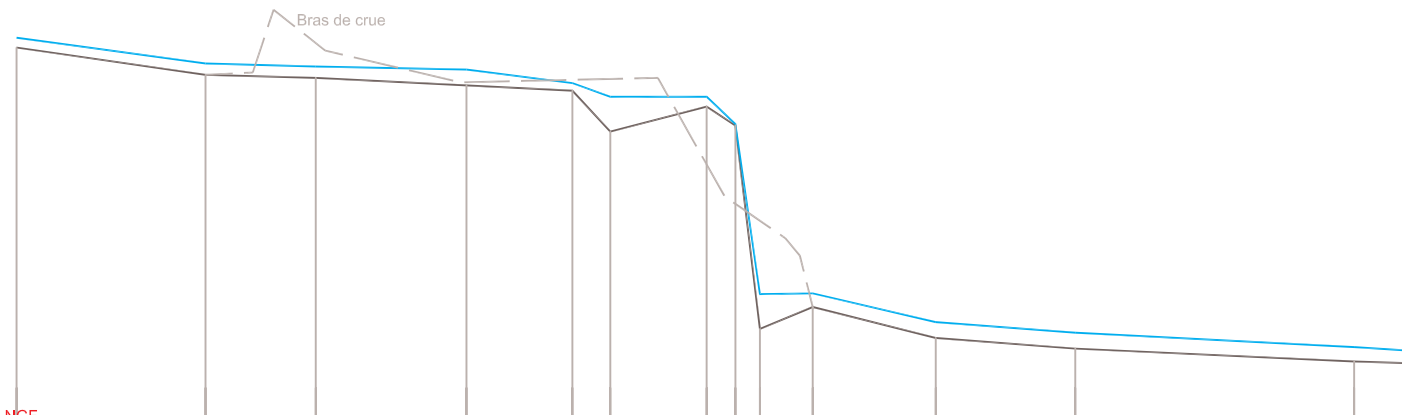
## PLAN

PLAN N°1 : PLAN DU SEUIL NATUREL EN AMONT DES "BALMES"

PLAN N°2 : SCHEMA DES PROPOSITIONS DE SOLUTION

PLAN N°3 : PLAN DE L'AVANT PROJET

# Profil en long

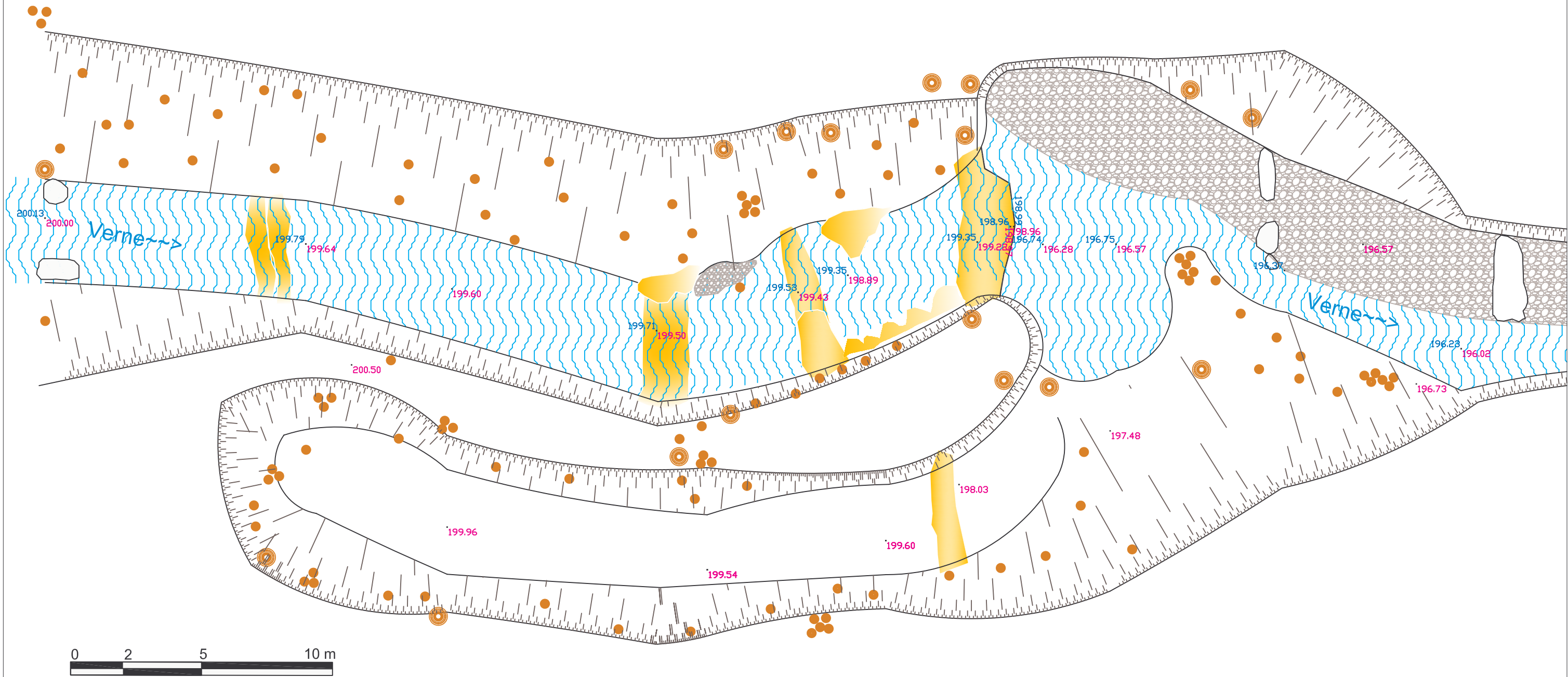


0,5 m  
2m

PC : 195.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Altitudes TN	200.13	199.79	199.75	199.71	199.53	199.35	199.22	199.28	196.74	196.57	196.37	196.23	196.04
Altitudes FE	200.13	199.79	199.75	199.71	199.53	199.35	199.22	199.28	196.74	196.57	196.37	196.23	196.04
Distances partielles		10.00	5.83	7.98	5.60	2.01	5.10	2.82	2.80	6.51	7.38		14.76
Distances cumulées	0.00	10.00	15.83	23.81	29.41	31.42	36.52	39.33	42.13	48.64	56.02		70.78

Indice	Date	dessiné	Prémière diffusion	348012_topo_les-balmes_3dwg	SG	DD
<b>SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE</b>						
<b>Etude pour le franchissement piscicole 2</b>						
<b>Seuil naturel à l'amont des "Balmes" : Vue en plan</b>						
				Echelle : 1/150		Référence : <b>Balmes</b>
<small>89401 - 73372 Le Bougeil de Lac Collet Tél : 04 77 69 25 45 - Fax : 04 77 69 45 45</small>				Plan n°: <b>1.</b>		Indice : <b>A</b>
Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Calibre :			
AUTOCAD	A3	3480-12	HY			



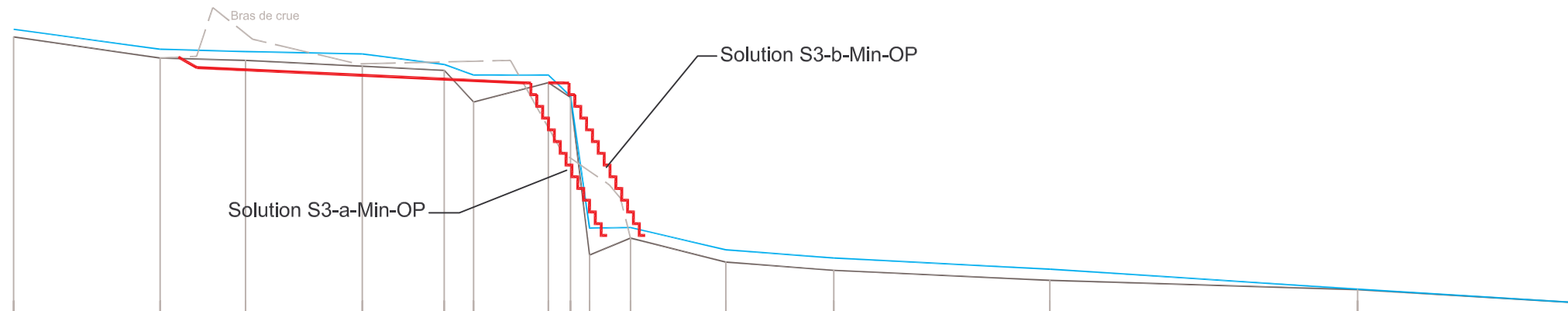
0 2 5 10 m






# Profil en long

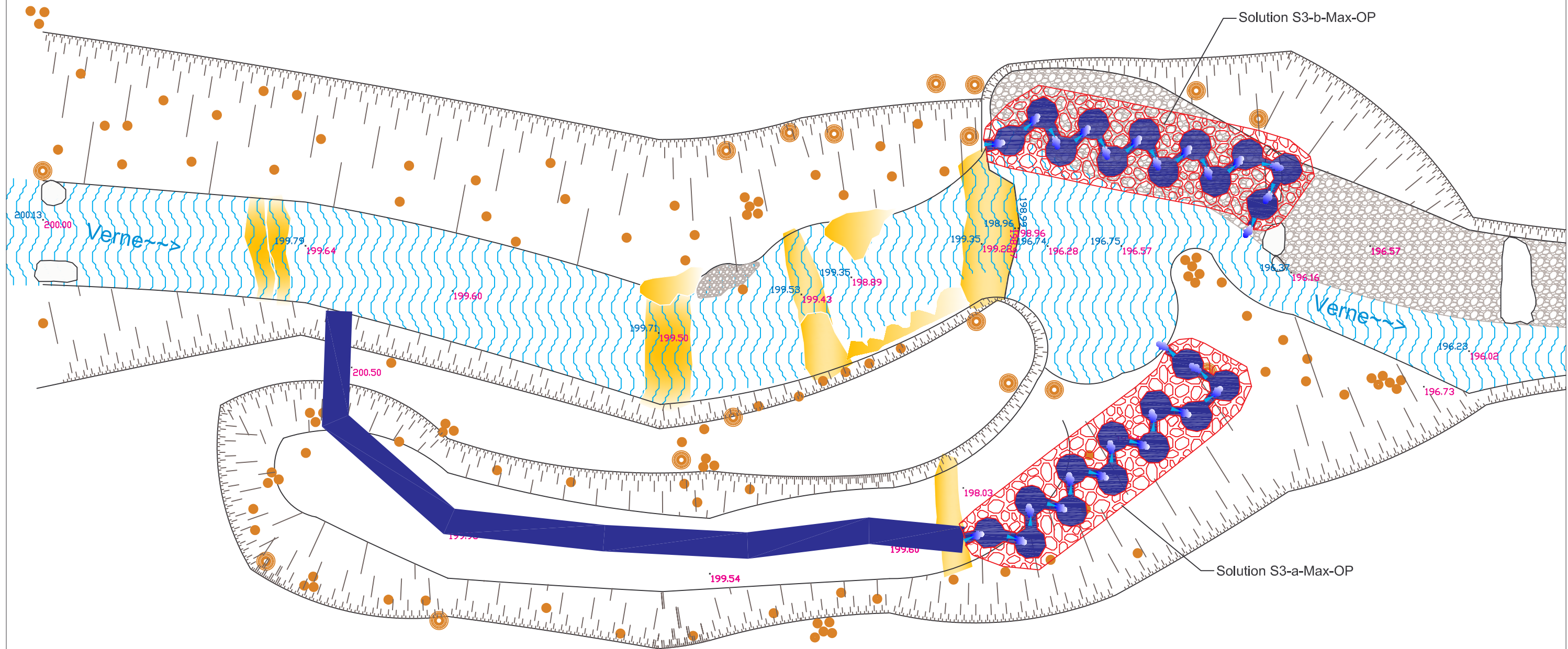
0,5 m  
2m



PC : 195.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	
Altitudes TN	200.13	199.64	199.60	199.50	199.43	199.35	199.22	198.28	196.57	196.18	196.02	195.95	195.38	
Altitudes FE	200.13	199.79	199.75	199.71	199.53	199.35	199.22	198.74	196.75	196.37	196.23	196.04	195.98	
Distances partielles		10,00	5,83	7,98	5,60	2,01	5,10	2,82	2,80	6,51	7,38	14,76	21,02	20,20
Distances cumulées	0,00	10,00	15,83	23,81	29,41	31,42	36,52	39,33	42,13	48,64	55,02	70,78	91,80	112,00

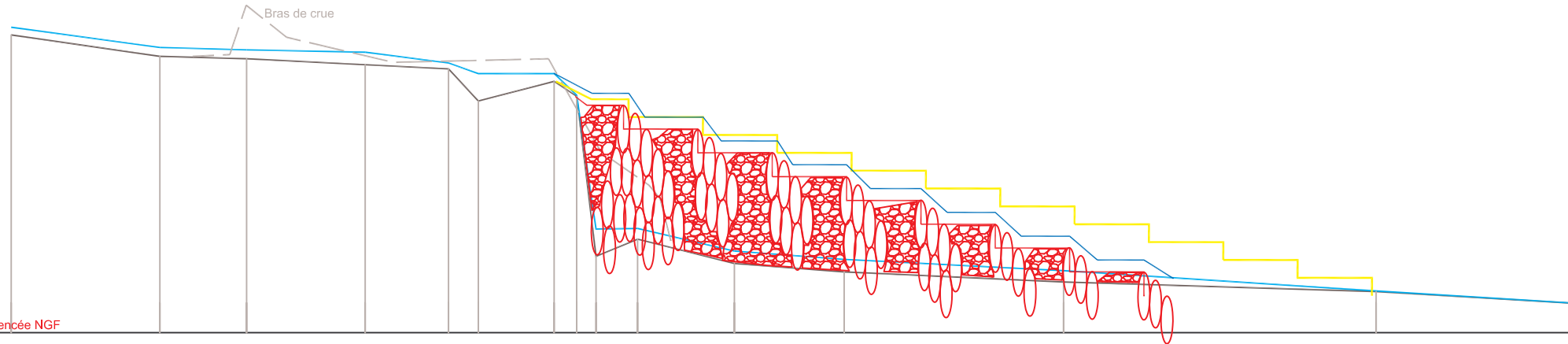
Indice	Date	dessiné	Verifié	Approuvé
A	Mars 13	VR	Première diffusion	348012_topo_les-balmes_3.dwg
SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE				
Etude pour le franchissement piscicole 2				
Seuil naturel à l'amont des "Balmes" : Proposition - Solution S3 : Bassins rustiques				
 eau - environnement - Infrastructures Ingénieurs conseils 81401 - 73172 Le Bugeat de Lac codes Tél: 04.79.65.81.48 - Fax: 04.79.44.63.45			Echelle : 1/150 Référence : Balmes	
Logiciel utilisé : AUTOCAD			Format : A3	
N° affaire : 3480-12			Cote : HY	
Plan n° : 2.3			Indice : A	



0 2 5 10 m


# Profil en long

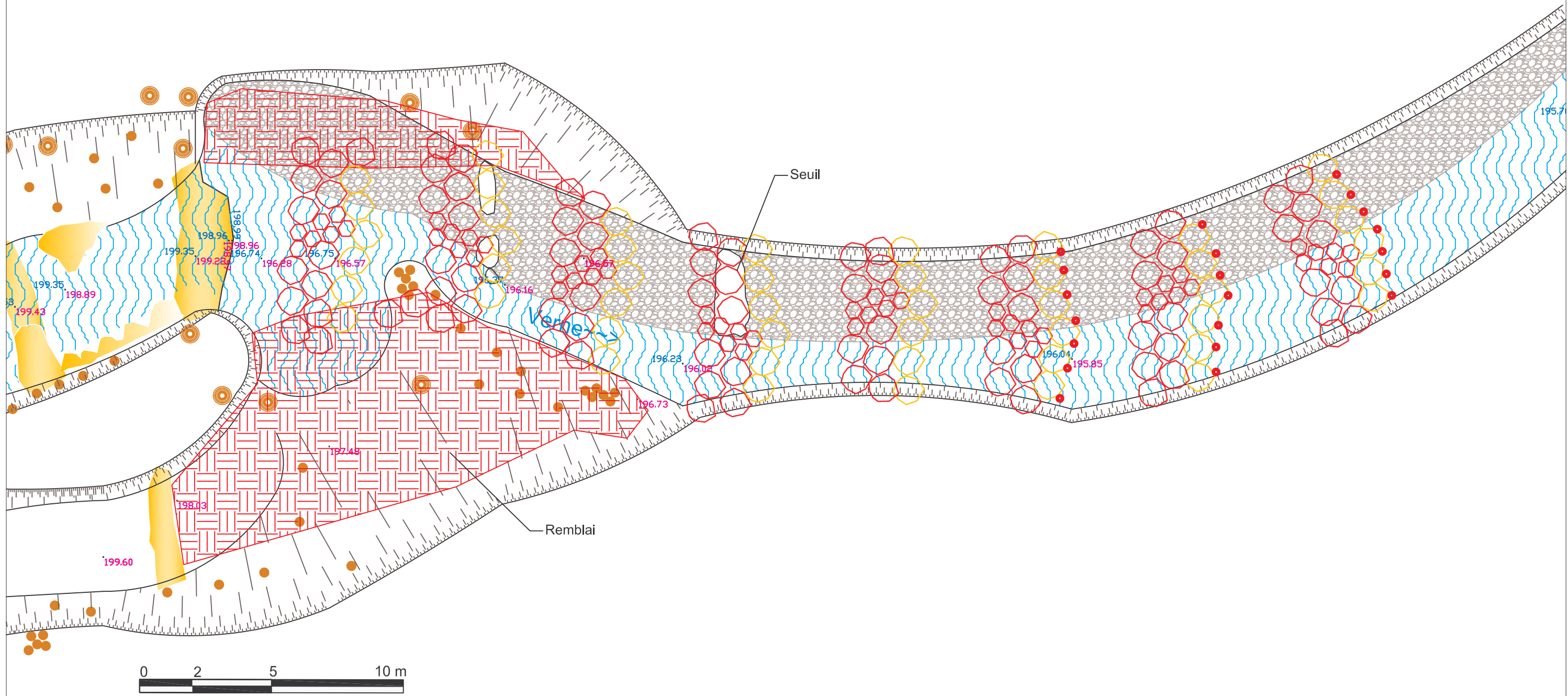
0,5 m  
2m



PC : 195.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15
Altitudes TN	200.13	199.64	199.60	199.50	199.43	198.98	199.22	198.28	198.57	198.16	196.02	195.85	195.69	195.39
Altitudes FE														
Distances partielles		10.00	5.83	7.98	5.60	2.01	5.10	2.82	2.80	6.51	7.38	14.76	21.02	20.20
Distances cumulées	0.00	10.00	15.83	23.81	29.41	31.42	36.52	39.33	42.13	48.64	56.02	70.78	91.80	112.00

Indice	Date	dessiné	Verifié	Approuvé
A	Mars 13	VR	Première diffusion	348012_topo_les-balnes_3.dwg
SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE				
Etude pour le franchissement piscicole 2				
Seuil naturel à l'amont des "Balnes" : Proposition - Solution S4-b : Rehausse du lit				
			Echelle : 1/150	
Logiciel utilisé : AUTOCAD Format : A3 N° affaire : 3480-12 HY			Référence : Balnes Plan n° : 2.4 Indice : A	



0 2 5 10 m


# Profil en long

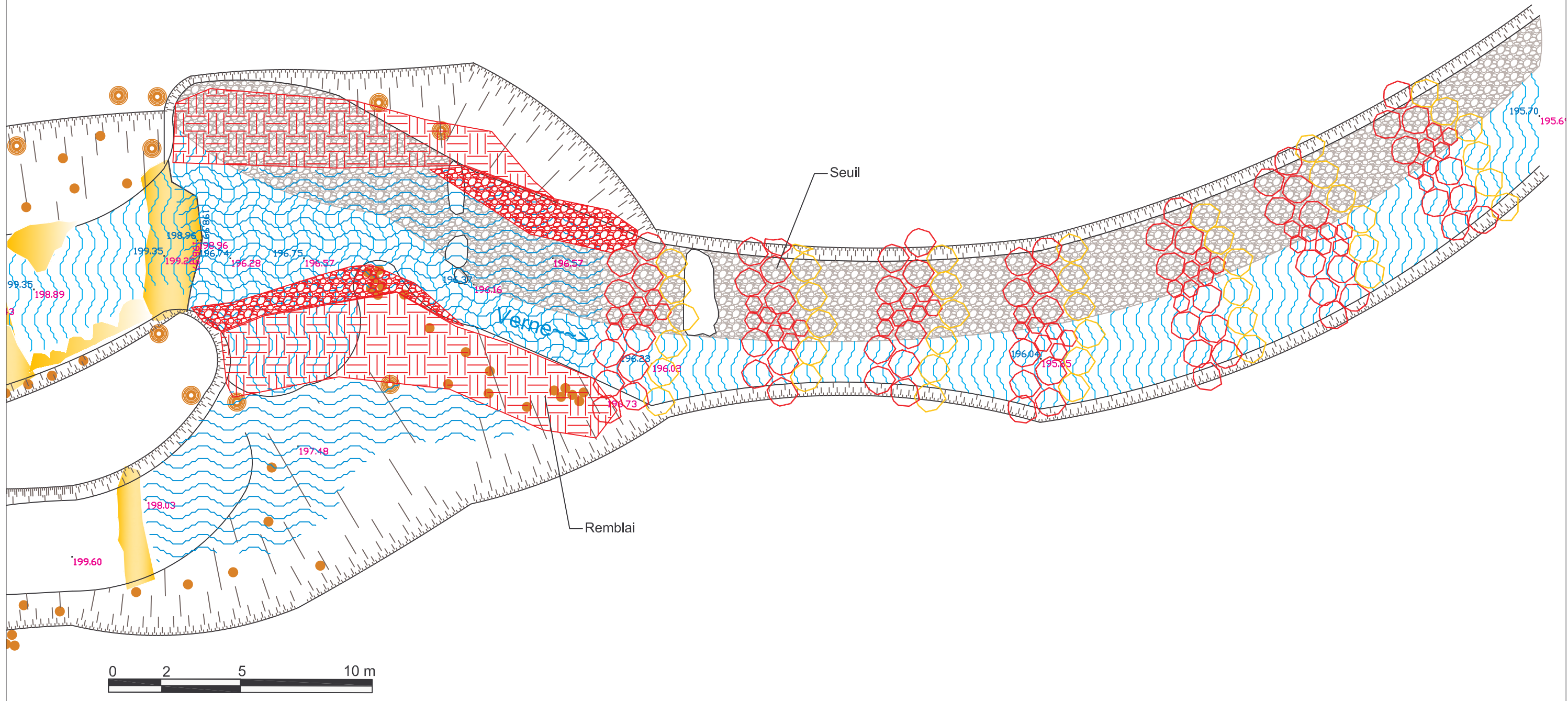
Bras de crue

0,5 m  
2m

PC : 195.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15
Altitudes TN	200,13	199,79	199,75	199,50	199,50	199,43	199,22	199,28	199,27	199,16	199,02	198,85	195,69	195,39
Altitudes FE	200,13	199,79	199,75	199,50	199,50	199,43	199,22	199,28	199,27	199,16	199,02	198,85	195,69	195,39
Distances partielles		10,00	5,83	7,98	5,60	2,01	5,10	2,82	2,80	6,51	7,38		21,02	20,20
Distances cumulées	0,00	10,00	15,83	23,81	29,41	31,42	36,52	39,33	42,13	48,64	56,02	70,79	91,80	112,00

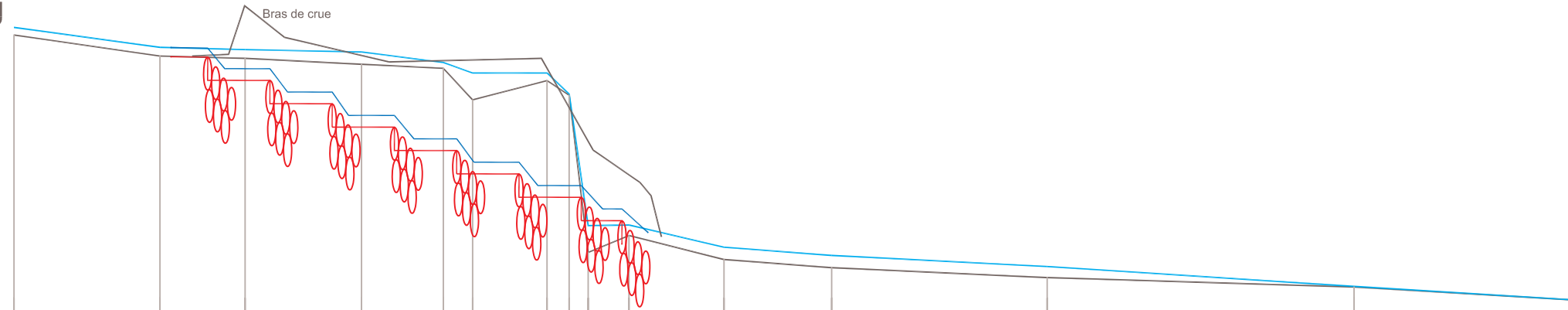
Indice	Date	dessiné	Première diffusion	348012_topo_les-balmes_3.dwg	SG	DD
SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE						
Etude pour le franchissement piscicole 2						
Seuil naturel à l'amont des "Balmes" : Proposition - Solution S4-b : Rehausse du lit						
 eau - environnement - infrastructures ingénieurs conseils BP401 - 72122 Le Bagest de Lac ordon Tél: 04.79.65.81.48 - Fax: 04.79.44.83.45				Echelle : 1/150		
Logiciel utilisé : AUTOCAD				Format : A3	N° affaire : 3480-12	Catégorie : HY
				Référence : Balmes		
				Plan n° : 2.5		Indice : A



0 2 5 10 m

# Profil en long

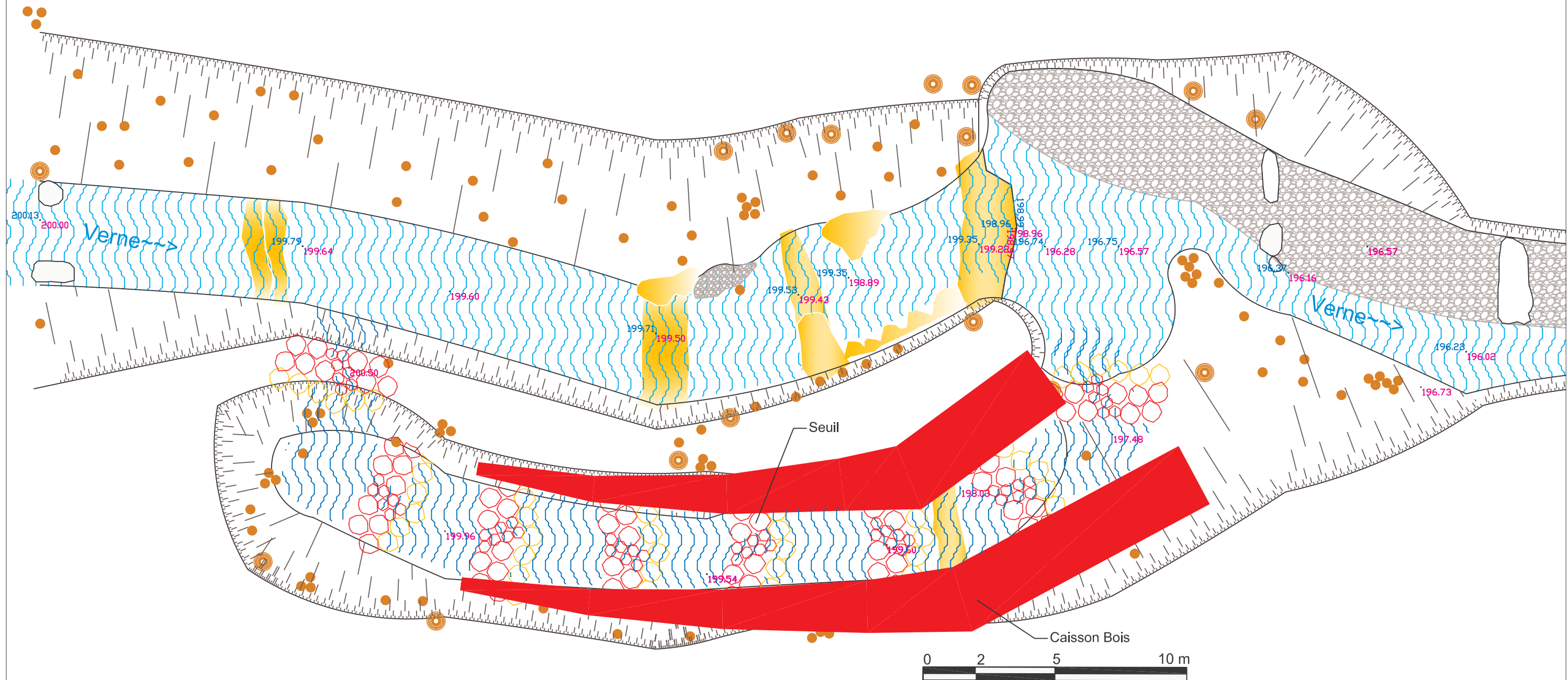
0,5 m  
2m



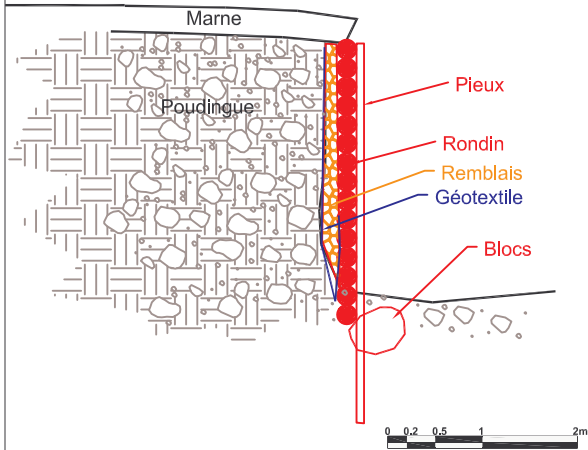
PC : 195.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15
Altitudes TN	200,13	199,79	199,75	199,71	199,53	199,35	199,22	199,28	199,27	198,37	198,23	198,04	195,70	195,39
Altitudes FE	200,13	199,79	199,75	199,71	199,53	199,35	199,22	199,28	199,27	198,37	198,23	198,04	195,70	195,39
Distances partielles		10,00	5,83	7,98	5,60	2,01	5,10	2,82	2,80	6,51	7,38	14,76	21,02	20,20
Distances cumulées	0,00	10,00	15,83	23,81	29,41	31,42	36,52	39,33	42,13	48,64	56,02	70,78	91,80	112,00

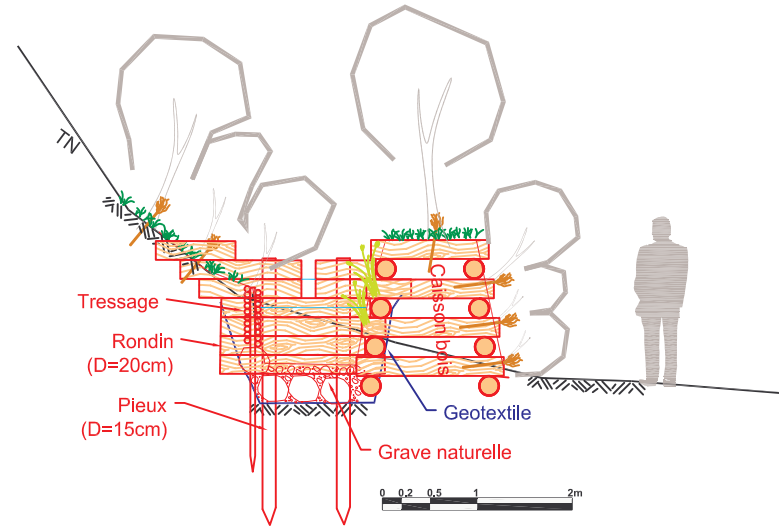
Indice	Date	dessiné	Verifié	Approuvé
A	Mars 13	VR	Première diffusion	
			348012_topo_les-balnes_3.dwg	SG DD
<b>SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE</b>				
<b>Etude pour le franchissement piscicole 2</b>				
<b>Seuil naturel à l'amont des "Balnes" : Proposition - Solution S4-b : Rehausse du lit</b>				
eau - environnement - infrastructures Ingénieurs conseils BP401 - 72172 La Roche de Lac ordon Tél: 04.79.65.81.48 - Fax: 04.79.44.63.45			Echelle : 1/150 Référence : <b>Balnes</b>	
Logiciel utilisé : AUTOCAD			Format : A3	
N° affaire : 3480-12			Cote : HY	
Plan n° : 2.6			Indice : A	



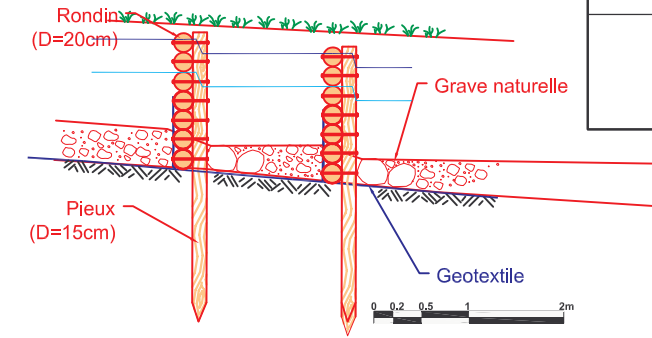
COUPE C : Protection du seuil



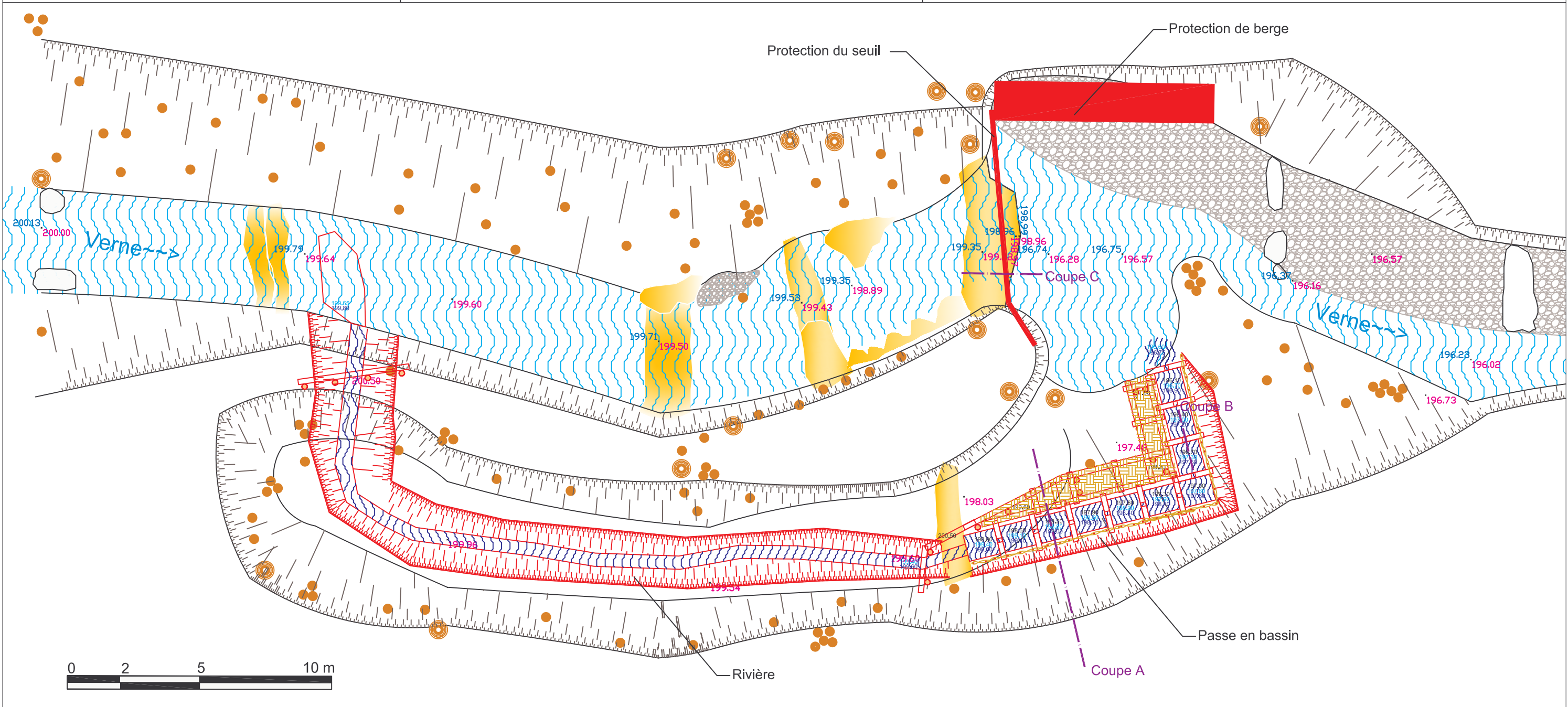
COUPE A : Passe à bassin



COUPE B : Passe à bassin



A		Maj 13	VR	Première diffusion	348012_topo_les-balnes_3.dwg	SG	DD
Indice	Date	dessiné	Designation		Verifié Approuvé		
<b>SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE</b>							
<b>Etude pour le franchissement piscicole 2</b>							
<b>Seuil naturel à l'amont des "Balnes" : Plan de l'Avant Projet- vue générale</b>							
eau, environnement, Infrastructures <b>cidee</b> Ingénieurs conseils BP401 - 72172 Le Bagest du Lac cedex Tél: 04.79.65.81.48 - Fax: 04.79.44.63.45				Echelle : 1/150		Référence : Balnes	
Logiciel utilisé :	Format :	N° affiché :	Cellule :		Plan n°:	Indice :	
AUTOCAD	A3	3480-12	HY		3.1	A	



Indice	Date	dessiné	Verifié	Approuvé
A	Maj 13	VR	Première diffusion	348012_topo_les-balmes_3.dwg
				SG DD

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

**Etude pour le franchissement piscicole 2**

**Seuil naturel à l'amont des "Balmes" :  
Plan de l'Avant Projet - détail rivière et passe**

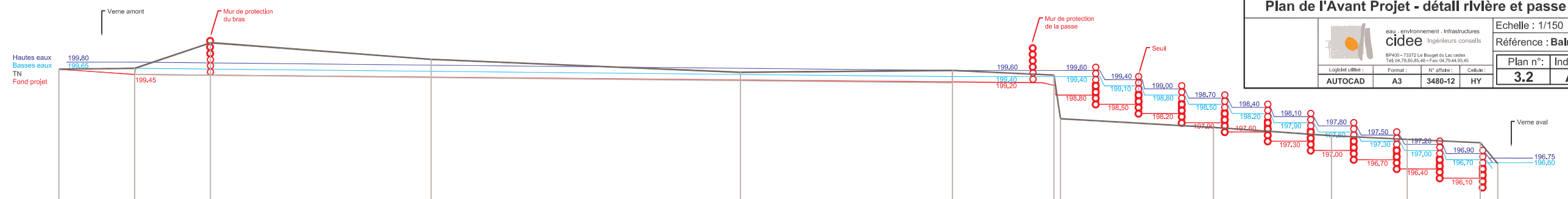
**cidee** eau - environnement - Infrastructures  
Ingénieurs conseils  
Bâtiment : 72172 Le Bageat de Lac cedex  
Tél: 04.75.85.81.48 - Fax: 04.75.44.83.45

Logiciel utilisé : AUTOCAD    Format : A3    N° affaire : 3480-12    Cellule : HY

Echelle : 1/150  
Référence : **Balmes**  
Plan n° :    Indice :  
**3.2    A**

Echelle en X : 1/100

Echelle en Y : 1/100



PC : 195.00 m

Numéros des points TN	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	13
Altitudes TN	199.64	199.67	200.50	199.96	199.54	199.60	199.45	197.75	197.48	197.96	196.57
Altitudes FE											
Distances partielles		2.47	2.47	7.19	10.07	6.90	3.31	5.19	3.84	2.46	2.95
Distances cumulées	0.00	2.47	4.93	12.12	22.19	29.09	32.40	37.59	41.44	43.90	46.85

