



SYNDICAT INTERCOMMUNAL  
D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE  
L'HERBASSE

## ETUDE POUR LE FRANCHISSEMENT PISCICOLE 2

### Avant Projet

---

Oct 2012  
3408-12

---

### Rapport

### Prise d'eau du lac de CHAMPOS / ROE37224



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  
Vérifié par : DDI

340812\_AVP\_champos\_v2.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.- Ouvrage n°1 : Pont de la RD53 sur l'Herbasse à St Donat</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 .....	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 : .....	19
4.6.2.- Passe à bassins .....	27
4.6.3.- Solution bâtarde .....	33
4.6.4.- Reconstitution d'un lit "naturel" .....	35
4.6.5.- Objectif particulier : l'anguille .....	37
4.6.6.- Implication réglementaire .....	38
4.7.- Récapitulatif .....	40
4.8.- Analyse multi-critère .....	41
4.9.- Concertation .....	42
4.10.- Avant Projet.....	42
4.10.1.- Généralité.....	42
4.10.2.- Description .....	42
4.10.3.- Quantitatif / Estimatif .....	47
4.10.4.- Choix de la solution .....	48

<b>PLAN</b>	<b>50</b>
Plan n°1 : Plan de la prise d'eau du lac de Champos .....	50
Plan n°2 : Schéma des propositions .....	50
Plan n°3 : Plan de l'Avant Projet .....	50

## PLANS DANS LE TEXTE

Vue depuis le parking du lac.....	7
Plan de localisation.....	8
Plan de situation .....	9
Vue de l'ouvrage de l'aval.....	10
Vue en plan de l'ouvrage de prise d'eau du lac de Champos sur l'Herbasse .....	11
Vue de l'aval, du déversoir rive droite .....	11
Vue de l'amont, de la prise d'eau.....	11
Vue de la confluence du Valet depuis le seuil.....	12
Extrait du zonage du PPRI (cercle rouge localisation du seuil) .....	14
Schéma de la solution Champ-S1a .....	22
Schéma de la solution Champ_S1b.....	24
Schéma de la solution Champ_S2.....	31
Schéma de la solution Champ-S4a : seuils en enrochements .....	36
Calages du profil en long de la solution Champ-S4 .....	45
Calages du profil en long de la solution retenue .....	49

## 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'étude 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 à la prise d'eau du lac de Champos.

## 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 sante ;

- 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

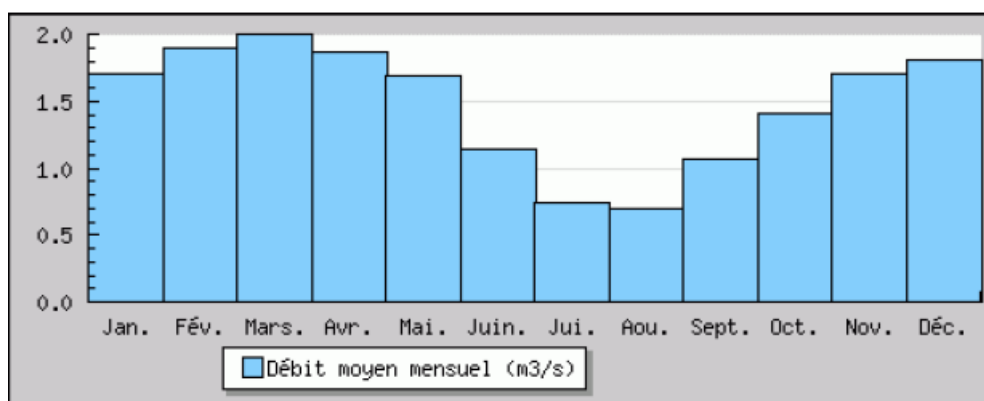
Pour la réalisation de la présente étude, la bibliographie fournie par le maître d'ouvrage comprend :

- Etude Géomorphodynamique de l'Herbasse (HydroDyn, 2007) ;
- Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles de la Drôme.
- Dossier de déclaration pour la création d'une pisciculture au lac de Champos (Geoplus, 2008)

### 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

## Prise d'eau du lac de Champos ROE37224



*Vue depuis le parking du lac*

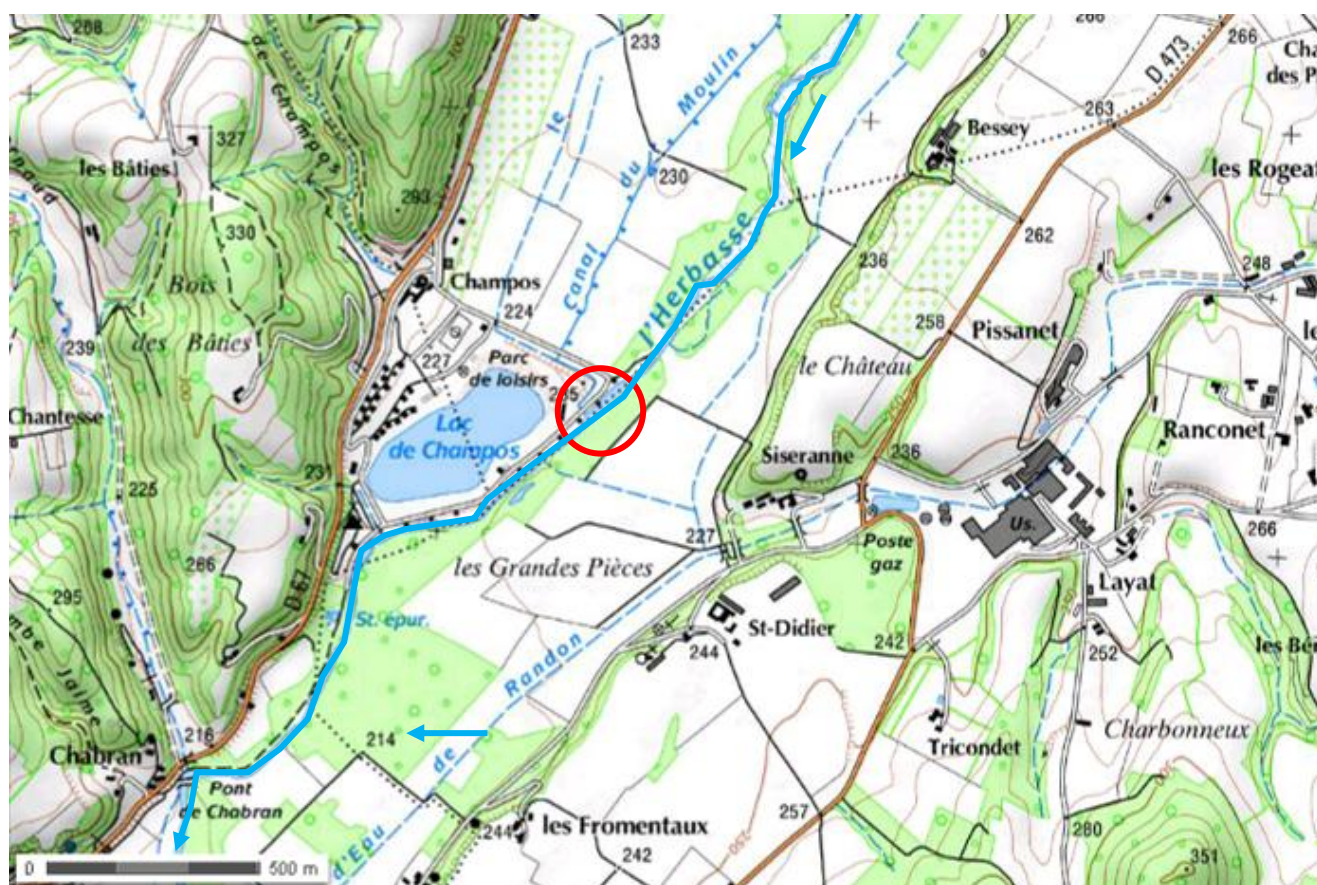
## 4.-OUVRAGE N°1 : PONT DE LA RD53 SUR L'HERBASSE A ST DONAT

### 4.1.-DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

L'ouvrage concerné est le seuil de la prise d'eau d'alimentation du lac de Champos. Il porte le numéro ROE37224.

#### 4.1.1.-Localisation

L'ouvrage se trouve sur les communes de Charmes sur Herbasse et Margès à l'amont du lac de Champos :



— Herbasse

*Plan de localisation*

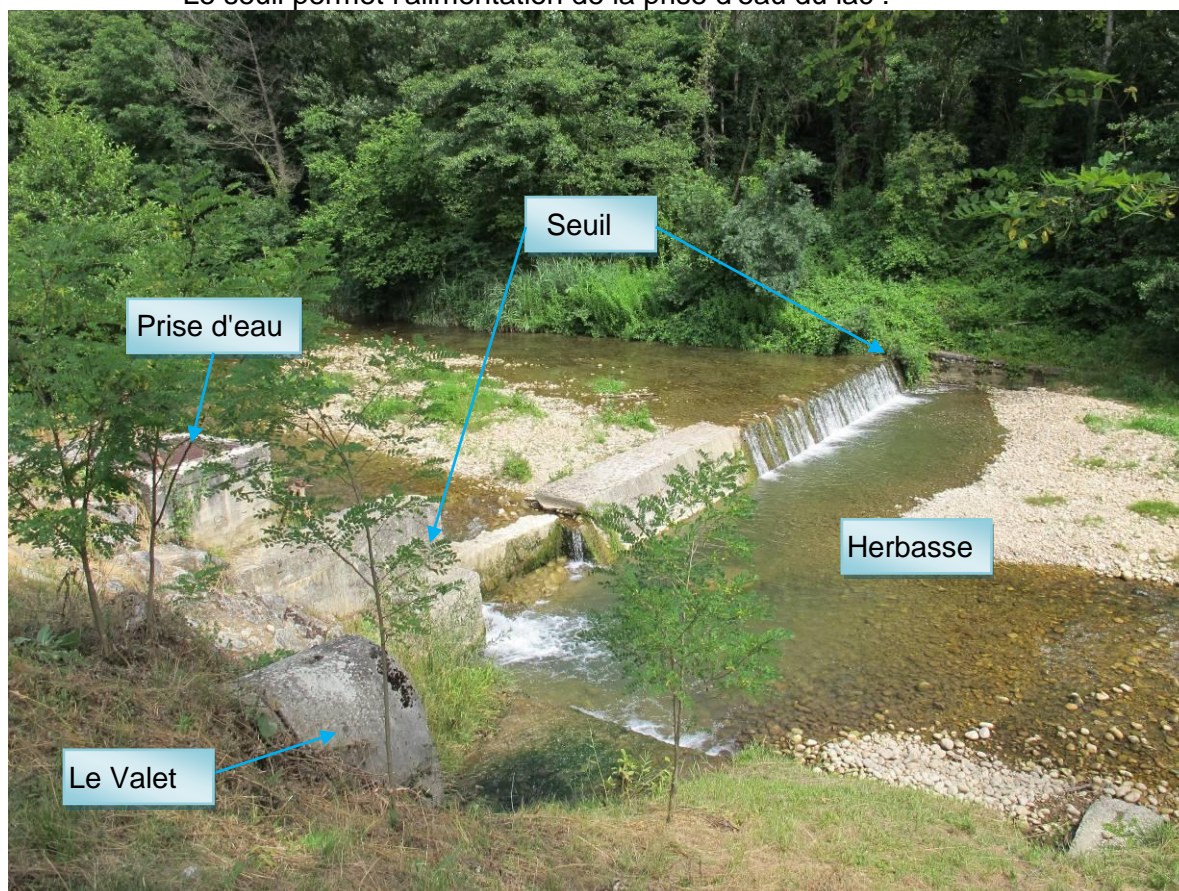


Flèche bleue : l'Herbasse ; flèche rouge : Seuil ; flèche orange : prise d'eau.

*Plan de situation*

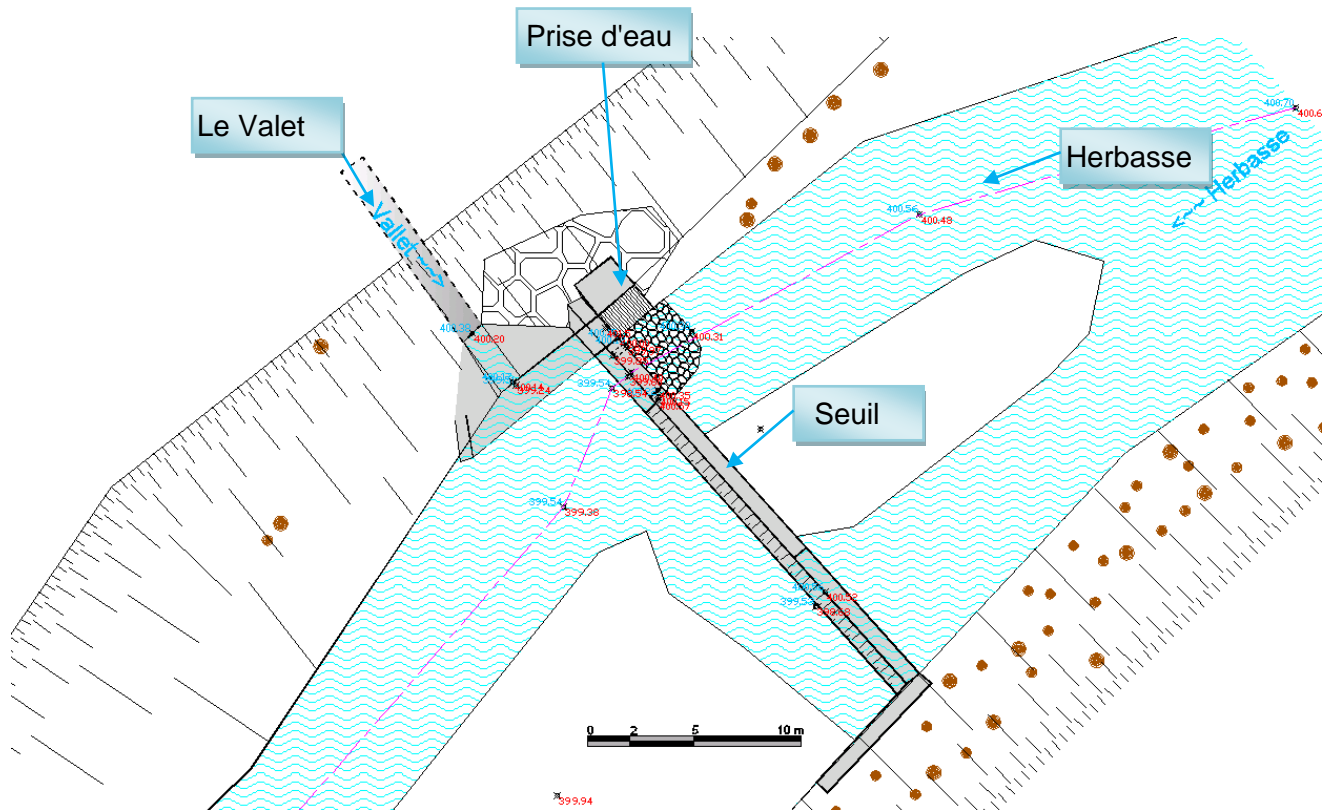
#### 4.1.2.-Description

Le seuil permet l'alimentation de la prise d'eau du lac :



*Vue de l'ouvrage de l'aval*

Le seuil barre l'ensemble du lit de l'Herbasse avec deux passages d'eau préférentiels à chaque extrémité. Il se trouve juste en amont de la confluence du ruisseau du Valet.



*Vue en plan de l'ouvrage de prise d'eau du lac de Champos sur l'Herbasse*

L'ouvrage présente deux surverses à chaque extrémité plus un déversoir préférentiel et une buse pour le débit réservé en rive droite. La prise d'eau est un déversoir latéral de 2,2 m de largeur en rive droite équipé d'une grille. D'un point de vue quantitatif, il ne semble pas y avoir d'objectif fixé en termes de débit puisque les diverses sources d'alimentation du lac sont largement suffisantes. Toutefois, il est précisé dans le dossier au titre de la loi sur l'eau (Géoplus, 2008) qu'un débit nécessaire de 30 l/s pour les renouvellements des eaux pourrait être prélevé sur l'Herbasse en cas de tarissement des sources.



*Vue de l'aval, du déversoir rive droite*



*Vue de l'amont, de la prise d'eau*

Le dénivelé hydraulique est de 0,84 m au droit de la prise d'eau et 1,03 m au niveau du déversoir de rive droite, mesuré in-situ lors de la topographie spécifique

(04/07/2012). Cette différence s'explique par la configuration de la prise d'eau qui provoque une augmentation localisée de la pente hydraulique juste devant la prise d'eau (passage à 5%).

Avant la crue de septembre 2008, le seuil permettait la franchissabilité de la truite fario. La crue a provoqué un abaissement du lit qui a conduit au dénivelé observé aujourd'hui. Il ne permet plus le franchissement.

L'ouvrage se situe juste en amont de la confluence avec le Ruisseau du Valet qui a été busé et aménagé au niveau de la confluence, le déconnectant biologiquement de l'Herbasse.



*Vue de la confluence du Valet depuis le seuil*

La différence hydraulique entre le niveau d'eau du Valet et l'Herbasse est de 0,63 m.

## 4.2.-HYDROLOGIE

### 4.2.1.-Débits moyen et d'étéage

- Extrapolation des débits au niveau de la zone d'étude : la superficie du bassin versant de l'Herbasse en amont de la confluence avec le Valet est de 131 km<sup>2</sup>.

En appliquant le rapport des surfaces aux débits, on obtient pour un bassin versant de 147,6 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
Herbasse Champos	131	1.19	1.33	1.40	1.30	1.18	0.80	0.52	0.49	0.75	0.99	1.19	1.27	1.03	0.29
Valet	10	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 l'Herbasse au niveau de l'ouvrage considéré est une grande partie du bassin versant de la station de mesures (70 %). L'extrapolation par le rapport des surfaces devrait donc donner une bonne estimation. Pour le Valet, les différences de surface de bassin versant avec la station de référence font craindre une incertitude importante qui ne pourrait être levée qu'avec des mesures spécifiques.

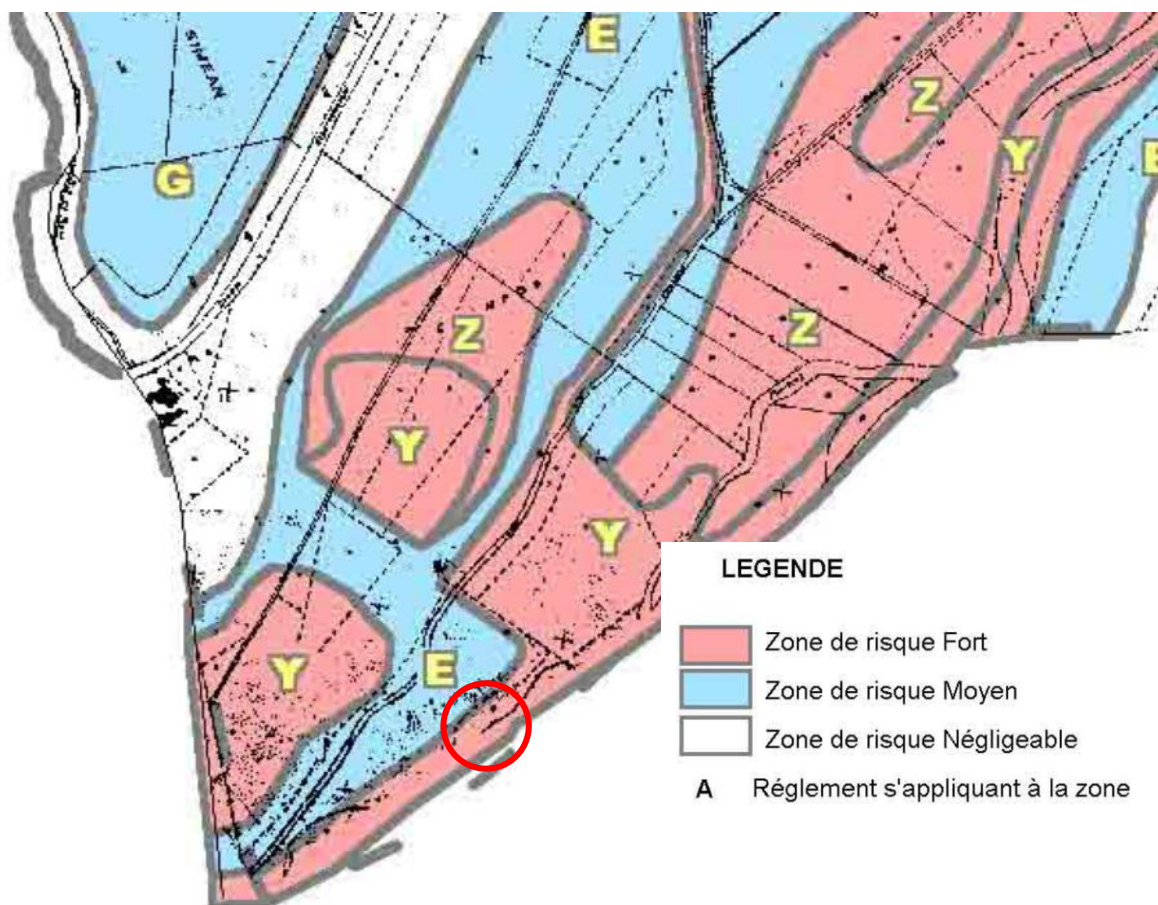
### 4.2.2.-Débits de crue

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

	Herbasse totale	Herbasse en amont de la confluence avec le Valet
Bassin versant	196.4 m <sup>2</sup>	131 m <sup>2</sup>
Débit décennal	120 m <sup>3</sup> /s	88,5 m <sup>3</sup> /s
Débit centennal	274 m <sup>3</sup> /s	202,2 m <sup>3</sup> /s

### 4.3.-HYDRAULIQUE

L'Herbasse a fait l'objet d'un atlas des zones inondables qui a conduit à un PPRI sur la commune de Charme sur Herbasse.



*Extrait du zonage du PPRI (cercle rouge localisation du seuil)*

Le site et les terrains attenants sont soumis à un risque d'inondation moyen à fort. On notera que le lac est inondé par les débordements de l'Herbasse en amont de l'ouvrage.

### 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, auxquels 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, les plus pénalisants sont ceux situés :

- sur l'Herbasse médiane (dont la prise d'eau du lac),
- sur les affluents de l'Herbasse supérieur (Limone).

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 (Limone 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 les cours médian et supérieur et donc permettrait de restaurer l'accès au cours supérieur à la reproduction. L'accès aux cours médian et supérieur et aux 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, les seuils (du lac et de la pisciculture) 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 le franchissement de l'anguille d'avril à septembre.

#### 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 truite (reproducteur), mais la possibilité du franchissement par l'anguille doit être envisagée.
- La fourchette de fonctionnement : la passe devra être fonctionnelle pour la plage de fonctionnement du Qmna5 ou du débit réservé au double du module en prenant en compte le fonctionnement de la prise d'eau, ainsi, la plage de débit est de 0,1 m<sup>3</sup>/s (débit réservé 1/10<sup>ème</sup> du module) à 2,0 m<sup>3</sup>/s (2x le module) déterminée à partir d'estimation hydrologique. Avec la prise en compte de la restauration de la franchissabilité de la confluence du Valet, les débits à rajouter sont de 0,02 m<sup>3</sup>/s à 0,16 m<sup>3</sup>/s (Qmna5 à 2x le module du Valet).
- La dénivellation à franchir : elle est de presque 1 m pour la dénivellation physique (hors fosse). Hydrauliquement, elle est plutôt de 0,85 m (mesurée sur le terrain) au niveau de la prise d'eau.
- La régulation du débit réservé : la prise d'eau ne se conforme pas à la réglementation en la matière, la mise en place d'un dispositif de franchissement doit être l'occasion d'y remédier.

#### 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 implique une remise en cause du maintien du droit d'eau pour l'alimentation du lac de Champos. 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 possible qu'en rive gauche, car en rive droite il y a les ouvrages de prise d'eau et le busage du ruisseau du Valet. La difficulté d'une implantation en rive gauche est que la passe serait sur la berge opposée au passage du débit préférentiel placé en rive droite pour garantir l'alimentation du lac. Aussi, il pourrait y avoir un problème d'attrait et un risque d'engrèvement à cause des bancs et dépôts de sédiments qui se forment préférentiellement en rive gauche. De plus, la reconnexion souhaitable du ruisseau du Valet implique un positionnement en rive droite.

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 rampes) 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 :

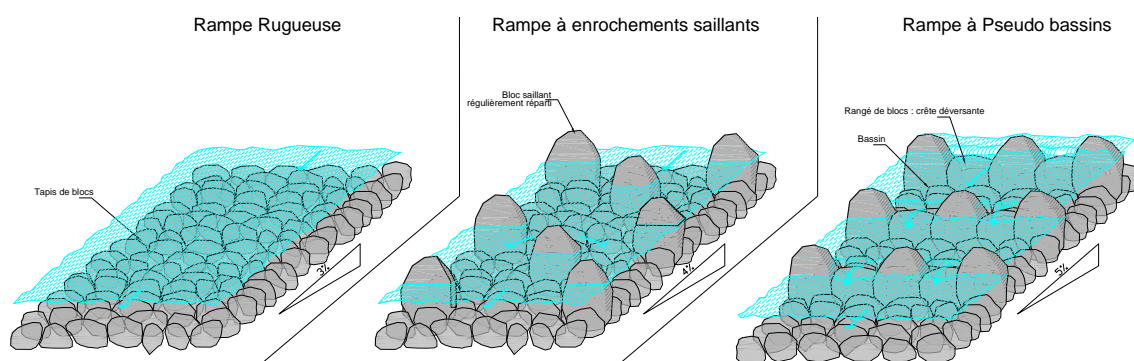
##### 4.6.1.1.Présentation

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.



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

#### 4.6.1.2. Pré-Dimensionnement

Le dénivelé du seuil de l'ouvrage de prise d'eau du lac est de 0,85 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%	0.85	10.6
Truite	7.0%	0.85	12.1
Truite	5.0%	0.85	17.0
Compagnes	4.0%	0.85	21.3
Compagnes	3.0%	0.85	28.3

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 zones de repos, voire de zones refuges en période d'étiage.

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 dont l'agencement des blocs constitue une surface très rugueuse tendant vers une forme à bassins.

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.

#### 4.6.1.4. Implantation

##### ❖ Remplacement du seuil

Il est possible d'effacer l'ouvrage en le remplaçant par une rampe sur la totalité de sa largeur :

- soit en remblai par dessus le lit : la rampe part du sommet du seuil et se prolonge en aval jusqu'à retrouver le lit naturel ;
- soit en déblai en supprimant : la rampe finie 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. Ces solutions modifient le lit devant la prise d'eau (abaissement) et remettre en cause l'alimentation du lac : elles ne seront pas envisagées.

La section transversale de la rampe ne doit pas être uniforme mais présenter un abaissement localisé pour concentrer les faibles écoulements. De plus, la conformation en pseudo bassin n'est pas nécessaire sur toute la largeur mais uniquement sur la partie de la rampe en eau pour les débits correspondant à la plage de fonctionnement en étiage.

Les paramètres hydrauliques impliquent pour le débit minimum de fonctionnement (Q<sub>ré</sub> réservé de 0,1 m<sup>3</sup>/s) une largeur théorique de 1,5 m. Pour ces largeurs le débit maximum admissible est de 0,7 m<sup>3</sup>/s. Donc pour fonctionner au-delà, il faudra soit :

- deux chenaux parallèles, d'altitudes décalées. La régulation des débits qui ne transitent pas par ces chenaux préférentiels se fait par la configuration de la crête de la rampe.
- un chenal large avec un profil en travers en v permettant pour tout débit une frange d'écoulement compatible avec la nage du poisson.
- une régulation en entrée permettant un déversement sur le reste de la rampe.

Comme c'est la pente du chenal de concentration des écoulements qui importe pour la franchissabilité, il est possible de réduire la longueur générale de la rampe en y organisant le chenal en "lacets" pas trop prononcés.

La forme du chenal peut être également adaptée pour restaurer la continuité entre l'Herbasse et la Valet.

Pour intégrer la restitution du débit réservé dans la passe, la prise d'eau de la passe doit se trouver 0,2 m en dessous du niveau de la prise d'eau du lac. Soit la passe est calée 0,2 m en dessous du niveau actuel de la prise d'eau du lac : dans ce cas cela réduit la hauteur hydraulique à rattraper, mais pour ce faire il faut casser une partie du seuil et refaire le radier devant la prise d'eau du lac (avec des pseudo-bassins pour rattraper le niveau du cours d'eau en amont 0,5 m plus haut). Cela revient à une solution en déblai/remblai. Soit c'est la prise d'eau du lac qui est rehaussée pour caler la prise d'eau de la passe et du débit réservé à un niveau proche du déversoir actuel. En se calant sur le radier devant la prise d'eau du lac, il faudrait araser le déversoir de 0,15 m et rehausser le déversoir de la prise d'eau du lac de 0,2 m (par une planche devant la grille par exemple). Ce faisant, le dénivelé

hydraulique à rattraper est légèrement réduit en considérant le radier devant la prise d'eau du lac comme prolongement de la passe (rampe rugueuse franchissable de 5%).

La montaison de l'anguille peut être prévue en bordure du chenal par la mise en place de blocs adaptés (formant un substrat rugueux sans cassure) ou le rajout d'un substrat artificiel.

La mise en place d'une rampe sur toute la largeur n'a pas grand intérêt sauf dans le cas d'un renforcement de la stabilité de l'ouvrage ce qui n'apparaît pas utile sur le seuil du lac.

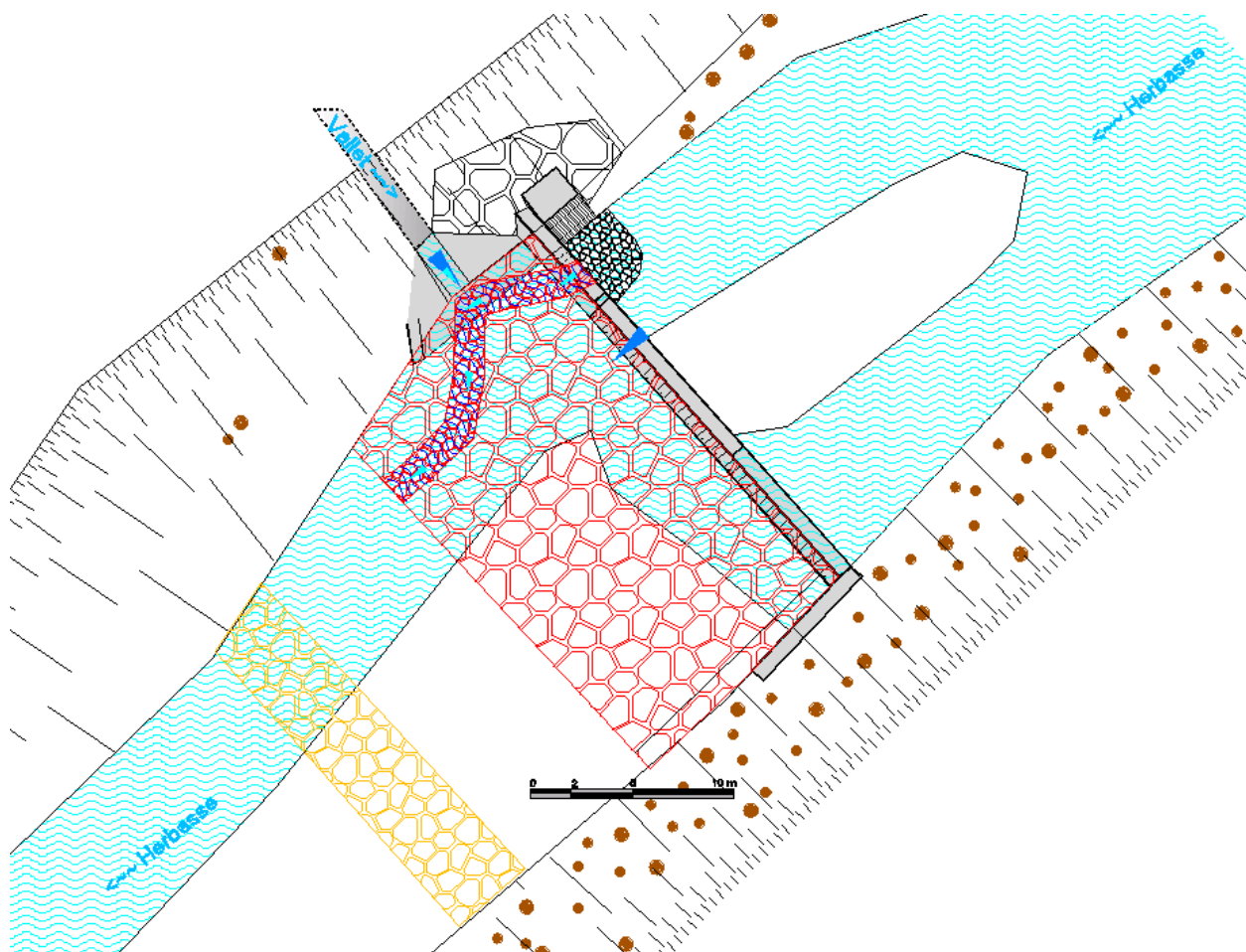


Schéma de la solution Champ-S1a

### Impacts :

1. Hydraulique. En crue, l'ouvrage en remblai entraîne une modification négative sur les niveaux de crue au niveau de l'aval de l'ouvrage. Toutefois, cette modification est très locale. Elle ne devrait pas provoquer d'inondation supplémentaire significative.
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, une tendance à l'engravement est possible mais limitée car les bassins sont peu profonds ce qui permet un auto-curage.

3. Paysager. La rampe cache l'ouvrage béton mais empiète sur une partie naturelle du lit à l'aval. L'ouvrage est fortement minéral.

Une attention particulière devra être portée au chenal de concentration des faibles écoulements. Notamment pour la restitution du débit réservé.

❖ Dérivation

La rampe peut s'envisager en "dérivation" du radier. Dans notre cas, une dérivation en contournement du radier (par les berges) n'est pas possible comme expliqué précédemment. La dérivation s'entend alors dans le lit au niveau de l'ouvrage un peu sur le même principe que la solution précédente mais seulement sur une petite largeur du lit.

Cette dérivation (chenal) s'envisage préférentiellement en rive droite pour profiter de la présence du lit vif et de la prise d'eau (apport d'eau) :

- soit en remblai : le chenal part du seuil et se prolonge en aval jusqu'à retrouver le lit naturel. La différence avec le remplacement de l'ensemble du lit est que
  - soit le chenal est replié pour aboutir dans la fosse du seuil.
  - soit le chenal est droit et abouti à l'aval (~12 m) 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.
- soit en déblai : le chenal fait une saignée dans le seuil et dans le lit à l'amont mais fini dans la fosse du seuil. 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. Ces configurations n'apportent pas d'intérêt constructif ou technique au contraire. Elles ne seront pas envisagées.

Pour un chenal à 7%, le dimensionnement linéaire est équivalent aux solutions rampes présentées précédemment. Il est toutefois 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 réservé. Pour conserver l'attrait, la surverse complémentaire doit se faire proche de l'entrée de la passe.

Le problème de calage est le même que la solution précédente : prévoir la prise d'eau de la passe à 0,2 m en dessous de la prise d'eau du lac. La surverse complémentaire pour le débit réservé en cas de réduction du débit dans le chenal est à caler pour que la surverse vers le lac ne soit possible que pour les débits supérieurs au débit réservé.

Des solutions sont possibles pour replier le chenal :

- Chenal avec retour : le chenal est principalement linéaire avec un virage à 180° pour faire un retour qui aboutit dans la fosse. Il y a de place dans la fosse. L'emplacement le plus approprié serait la rive droite (le lit vif : concentrant l'écoulement "normal" est de ce côté).

- 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).

Pour le franchissement de l'anguille, la passe ou le déversoir complémentaire peuvent être adaptées avec une sur-lageur équipée d'un substrat spécifique.

Le ruisseau du Valet se connecte latéralement à la passe. Une protection est prévue pour limiter le passage des crues du ruisseau par dessus la passe qui coupe la confluence. Des aménagements spécifiques complémentaires pour permettre la remontée piscicole jusqu'au ruisseau de l'autre côté du parking (création d'un lit vif sur le radier à l'aval de la buse et insertion de pseudo-bassins au fond de la buse).

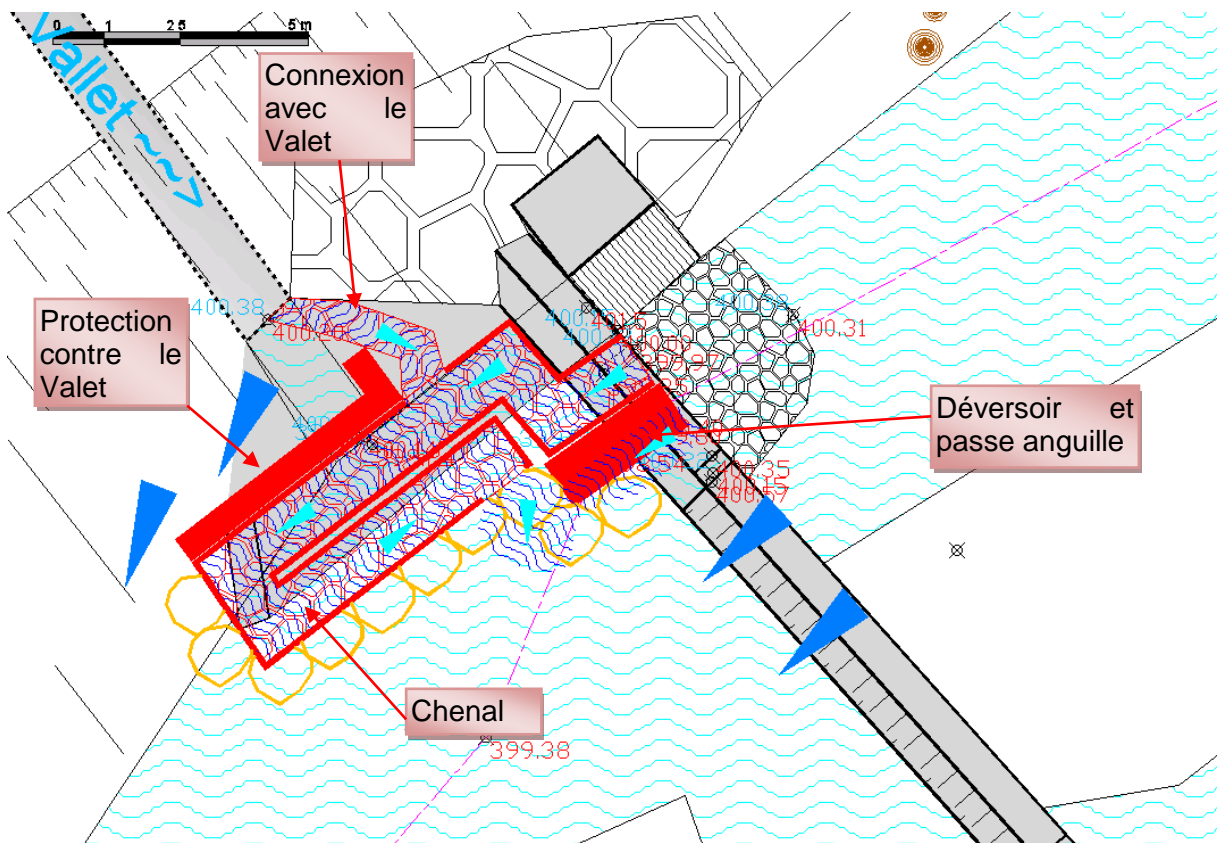


Schéma de la solution Champ\_S1b

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. La dévalaison peut se faire par la surverse du seuil favorisé près de la passe.

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.



Exemple

### **Impacts :**

1. Hydraulique. L'impact hydraulique n'est pas significatif. La passe est protégée des flux importants de surverse en crue de l'Herbasse en étant derrière l'ouvrage de prise d'eau. L'ouvrage comprend une protection spécifique pour les crues du Valet.
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. En cas d'abaissement du fond du lit de l'herbasse à l'aval comme après la crue de 2008, l'entrée de la passe pourrait être déconnectée du cours d'eau. Des mesures de restauration seraient alors nécessaires pour rehausser le lit (seuil en enrochements franchissable par exemple).
3. Paysager. En remblai, le chenal est visible et artificiel.

#### 4.6.1.5.Coût

##### ❖ Remplacement du seuil (Champ S1a)

Rampe linéaire sur la totalité du lit de 7% en déblai : formée d'un double tapis d'enrochements dimensionnés pour résister à la crue centennale ( $D_{50} \sim 1$  m) et des enrochements bétonnés pour le chenal (Solution Champ-S1a).

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	473.00	15.00	7 095.00
Enrochements libres	m3	755.00	80.00	60 400.00
Enrochements bétonnés	m3	30.00	200.00	6 000.00
Destruction du seuil	m3	0.50	100.00	50.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	375.00	6.00	2 250.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	30 318.00	30 318.00
<b>Total aménagement</b>				<b>106 113.00</b>

Les solutions de reconstitution d'un nouveau lit en remblai peuvent nécessiter des mesures de colmatage des matériaux de remblai pour éviter les pertes par infiltration (rajout de matériaux argileux, géotextile de fondation...).

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

##### ❖ Dérivation (Champ S1b)

Chenal avec retour 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 (solution Champ-S1b-béton).

Estimation chenal replié pour un dimensionnement réduit (1 m de large) + passage à anguille au niveau du déversoir complémentaire :

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	12.00	200.00	2 400.00
Destruction béton	m3	5.00	100.00	500.00
Caniveau béton	ml	16.00	400.00	6 400.00
Substrat anguille	ml	3.00	200.00	600.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	6 850.00	6 850.00
<b>Total aménagement</b>				<b>20 550.00</b>

Le caniveau en béton peut être remplacé par des enrochements bétonnés ou des rondins pour une meilleure intégration paysagère.

Estimation pour un chenal en bois (Solution Champ-S1b-bois) replié pour un dimensionnement réduit (1 m de large) + passage à anguille au niveau du déversoir complémentaire :

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	5.00	200.00	1 000.00
Destruction béton	m3	5.00	100.00	500.00
Lisse bois	ml	32.00	350.00	11 200.00
Substrat anguille	ml	3.00	200.00	600.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	8 550.00	8 550.00
<b>Total aménagement</b>				<b>25 650.00</b>

Ces coûts intègrent la protection des ouvrages contre les affouillements en considérant le lit du cours d'eau peu évolutif. Compte tenu de l'évolution du lit suite à la crue de 2008 (abaissement du lit), des mesures préventives de protection pourraient être envisagées en sus (prolongement de la rampe, seuils de calage etc...) pour éviter la possibilité d'un abaissement important du lit qui déconnecterait la passe. Cette évolution potentielle n'étant pas avérée, il est possible de réaliser les aménagements tels que chiffrés et de n'intervenir que si le lit évoluait défavorablement.

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 fortes variations 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	0.85	2.8	2	1.5	3
Truite	0.25	0.85	3.4	3	1.5	4.5
Compagnes	0.20	0.85	4.3	4	1.5	6
Compagnes	0.15	0.85	5.7	5	1.5	7.5

\* le premier bassin est considéré dans le lit du cours d'eau au niveau de la fosse.  
La longueur minimale des bassins peut être réduite en fonction de la taille des individus attendus sur l'ouvrage.

#### 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 de 200 w/m<sup>3</sup> pour l'objectif prioritaire, avec échancrure de surface.

Un dimensionnement sur la base du débit réservé comme débit minimum impliquerait des bassins de l'ordre de 3x2 m de surface (les échancrures de surface permettent des adaptations de forme sur les bassins).

Des variations sont donc possibles sur le débit de fonctionnement. Mais, il est également possible d'envisager sur la même emprise des chutes plus petites, par exemple 0,15 m au lieu de 0,3 m : cela double le nombre de bassins mais diminue leur taille de moitié tout en étant beaucoup moins sélectif.

Le franchissement de l'anguille est impossible dans les passes de ce type dimensionnées pour la truite. 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. Une attention particulière sera portée à la sortie de la rampe à anguille dans l'Herbasse à l'amont (éloignement de la partie rapide du radier devant les prises d'eau).

Le fonctionnement hydraulique est alors le suivant :

	Q Herbasse (m <sup>3</sup> /s)	H* (m)	Q passe (m <sup>3</sup> /s)	Q angui (m <sup>3</sup> /s)	Q lac (m <sup>3</sup> /s)	Qd (m <sup>3</sup> /s)
<b>Qr</b>	0,1	0,2	0,09	0,01	0	0
<b>Qmna5</b>	0,3	0,28	0,16	0,04	0,1	0
	0,5	0,35	0,22	0,07	0,21	0
<b>Module</b>	1	0,4	0,3	0,1	0,4	0,2
	1,5	0,45	0,3	0,15	0,5	0,55
<b>2x M</b>	2	0,5	0,35	0,15	0,6	0,9

\*H = hauteur d'eau dans la prise d'eau de la passe.

Ce dimensionnement "maximaliste" n'est pas optimum en terme de régulation car la passe fonctionne pour un débit dans l'Herbasse inférieure au Qmna5. En calant la

prise d'eau du lac 0,1 m plus bas, la plage de fonctionnement de la passe est respectée avec plus d'alimentation du lac.

Le fonctionnement hydraulique est alors le suivant :

	<b>Q Herbasse (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>H*</b>	<b>Q passe (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q angui (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q lac (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Qd (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Qr</b>	0,1	0,15	0,06	0	0,04	0
<b>Qmna5</b>	0,3	0,22	0,11	0,01	0,17	0
	0,5	0,28	0,16	0,04	0,30	0
<b>Module</b>	1	0,38	0,23	0,09	0,58	0,1
	1,5	0,42	0,3	0,11	0,74	0,35
<b>2x M</b>	2	0,46	0,35	0,15	0,9	0,6

\*H = hauteur d'eau dans la prise d'eau de la passe.

Ce fonctionnement ne répond pas à l'obligation de laisser un débit réservé de 0,1 m<sup>3</sup>/s en dessous du Qmna5. Pour respecter cette obligation, la prise d'eau du lac devra être fermée manuellement si le débit de l'Herbasse passe en dessous du Qmna5. Compte tenu des dysfonctionnements possibles (manœuvre inopinée, malveillance...), ce genre de dispositif n'est pas souhaitable.

#### 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 échancrures (les échancrures de surface permettent d'adapter légèrement la linéarité). Le principe d'implantation est le même que pour les chenaux à rampe du point 4.6.1.- :

- L'implantation linéaire ne dépasse pas la fosse de l'infranchissable, elle resterait attractive.
- L'implantation avec des virages n'est pas nécessaire vu le faible nombre de bassin.

L'implantation est équivalente à la solution précédente : en rive droite, le long de la berge devant la confluence avec le Valet.

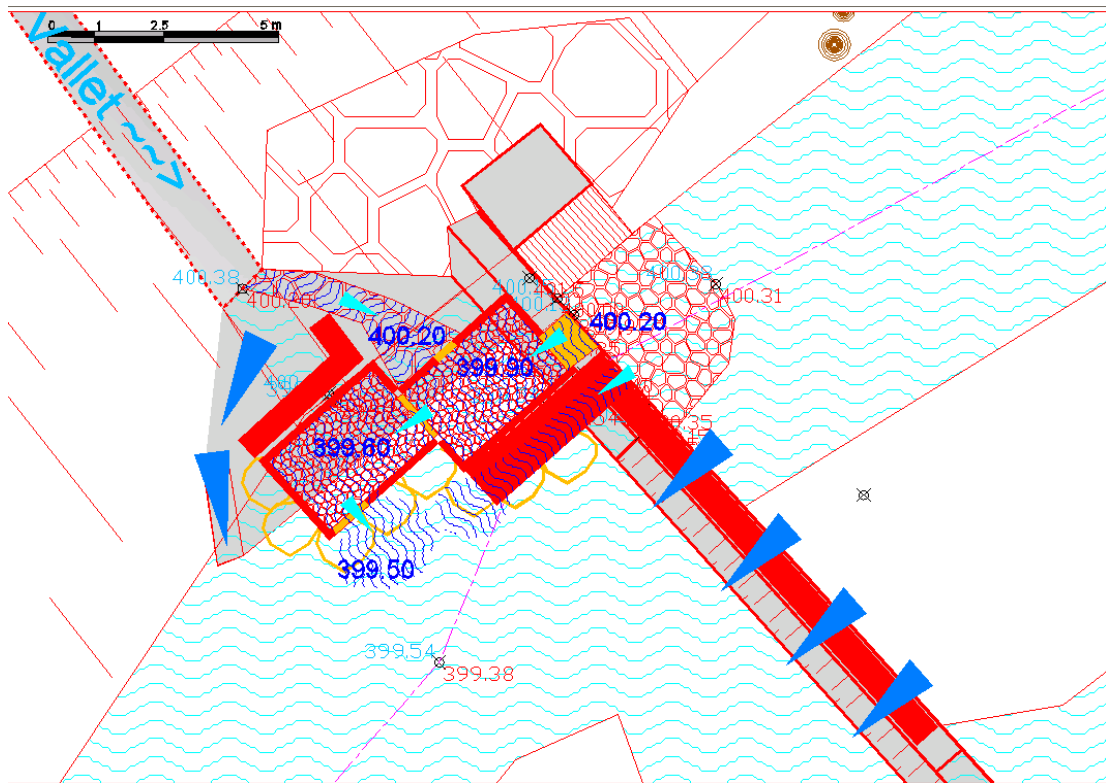


Schéma de la solution Champ\_S2

#### 4.6.2.5. Impacts :

(Mêmes remarques 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. La passe est protégée des flux importants de surverse en crue de l'Herbasse en étant derrière l'ouvrage de prise d'eau. L'ouvrage comprend une protection spécifique pour les crues du Valet.
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. En cas d'abaissement important du fond du lit de l'Herbasse à l'aval, l'entrée de la passe pourrait être déconnectée du cours d'eau. Des mesures de restauration seraient alors nécessaires pour rehausser le lit (seuil en enrochements franchissable par exemple).
3. Paysager. En remblai, le chenal est visible et minéral.

#### 4.6.2.6.Coût

La passe à bassins est formée de bassins en béton (ou maçonnerie) avec des déversoirs de communication hydraulique, le tout sur une assise stable d'enrochements pour le dimensionnement maximum (solution Champ-S2-béton-max). L'estimation du coût de cette solution est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	35.00	15.00	525.00
Enrochements libres	m3	35.00	80.00	2 800.00
Enrochements bétonnés	m3	6.00	200.00	1 200.00
Destruction seuil	m3	5.00	100.00	500.00
Béton	m3	6.00	900.00	5 400.00
Paroi interne	m3	3.00	300.00	900.00
Substrat anguille	ml	4.00	200.00	800.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	6 062.50	6 062.50
<b>Total aménagement</b>				<b>18 187.50</b>

L'alternative constructive est en bois. L'estimation de cette solution (Champ-S2-Bois) est la suivante :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	35.00	15.00	525.00
Enrochements libres	m3	35.00	80.00	2 800.00
Enrochements bétonnés	m3	3.00	200.00	600.00
Destruction béton	m3	5.00	100.00	500.00
Lisse bois	ml	17.00	350.00	5 950.00
Substrat anguille	ml	4.00	200.00	800.00
Paroi	u	3.00	300.00	900.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	6 037.50	6 037.50
<b>Total aménagement</b>				<b>18 112.50</b>

Pour un dimensionnement moindre équivalent à la solution Champ-S1 (solution Champ-S2-béton-Min), l'estimation du coût est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	30.00	15.00	450.00
Enrochements libres	m3	30.00	80.00	2 400.00
Enrochements bétonnés	m3	5.00	200.00	1 000.00
Destruction seuil	m3	5.00	100.00	500.00
Béton	m3	5.00	900.00	4 500.00
Paroi interne	m3	3.00	300.00	900.00
Substrat anguille	ml	4.00	200.00	800.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	5 275.00	5 275.00
<b>Total aménagement</b>				<b>15 825.00</b>

Dans le cas de chutes de 0,15 m entre les bassins et pour le dimensionnement maximal (solution Champ-S2-béton), le coût est estimé à :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	35.00	15.00	525.00
Enrochements libres	m3	35.00	80.00	2 800.00
Enrochements bétonnés	m3	6.00	200.00	1 200.00
Destruction seuil	m3	5.00	100.00	500.00
Béton	m3	6.20	900.00	5 580.00
Paroi interne	m3	5.00	300.00	1 500.00
Substrat anguille	ml	4.00	200.00	800.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	6 452.50	6 452.50
<b>Total aménagement</b>				<b>19 357.50</b>

De même que les solutions précédentes, les estimations ne comprennent pas de mesures de protection préventives contre un éventuel abaissement important du lit de l'Herbasse.

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. En ce qui concerne les risques d'engravement des bassins : les parois de séparation peuvent être amovibles pour permettre des opérations de chasse.

#### 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 (possible avec les échancrures de surface) 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 caches et zones de repos.



Exemple

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

- Technique constructive : enrochements bétonnés
- Forme : bassin moins géométrique

L'aspect visuel est moins artificiel que les passes en béton.

#### 4.6.3.2. Coût

Passé à bassins rustiques en enrochements bétonnés sur assise en blocs (solution Champ-S3).

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant €HT
Terrassement	m3	35.00	15.00	525.00
Destruction seuil	m3	5.00	100.00	500.00
Enrochements bétonné	m3	20.00	200.00	4 000.00
Enrochements libres	m3	35.00	80.00	2 800.00
Substrat à anguille	ml	4.00	200.00	800.00
Paroi	u	3.00	300.00	900.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	8 806.25	8 087.50
<b>Total aménagement</b>				<b>17 612.50</b>

De même que les solutions précédentes, les estimations ne comprennent pas de mesures de protection préventives contre un éventuel abaissement important du lit de l'herbasse.

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

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 minéral.



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 aient une hauteur de l'ordre de 20 cm, avec des chenaux de concentration des écoulements. Les solutions avec une hauteur jusqu'à 40 cm sont plus sélectives mais restent possibles pour l'objectif truite.

La multiplicité des possibilités de franchissement permet à cette solution de répondre également à l'objectif secondaire "anguille".

### 4.6.4.3.Implantation

De même que les solutions rampe, la reconstitution du lit peut s'envisager en remblai, déblai ou déblai /remblai.

Pour les mêmes raisons que le remplacement de l'ouvrage par une rampe (Champ-S1a) c'est la solution en remblai qui est envisagée.

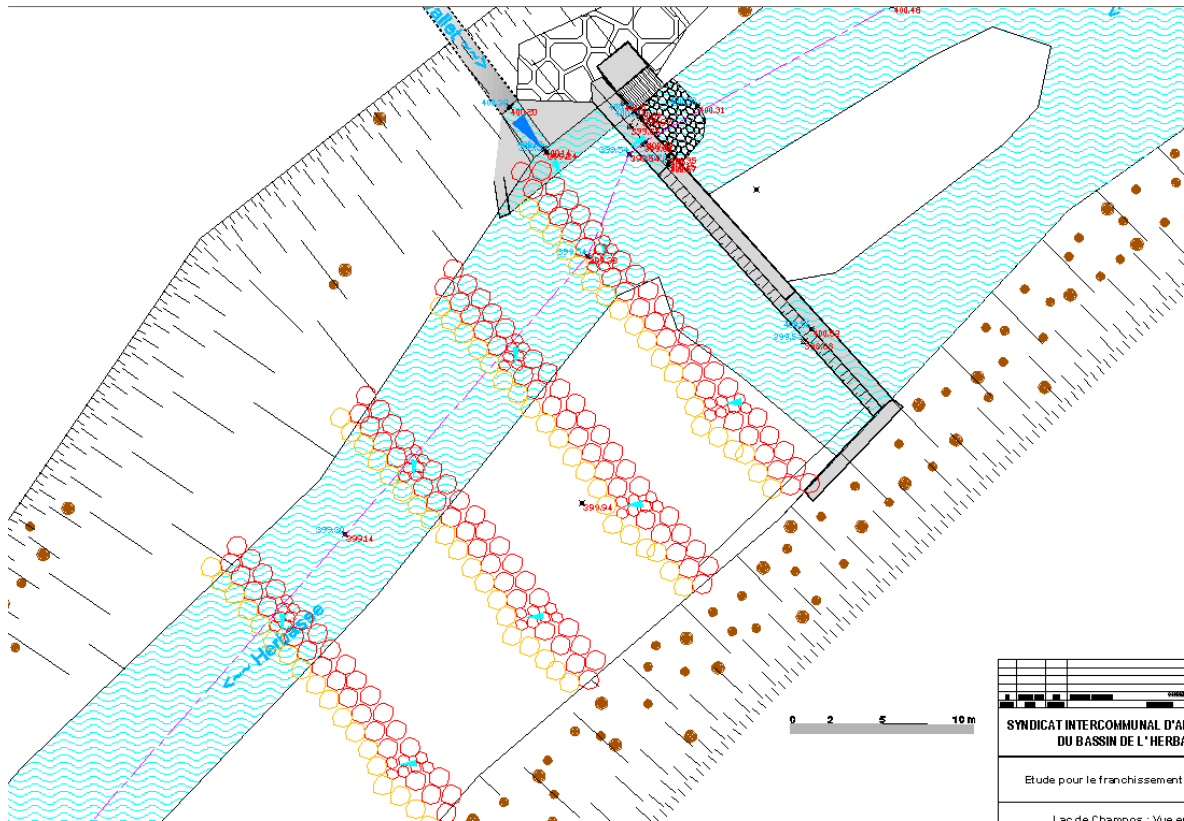


Schéma de la solution Champ-S4a : seuils en enrochements

#### 4.6.4.4. Impacts :

1. Hydraulique. En crue, l'ouvrage en remblai entraîne une modification négative sur les niveaux de crue au niveau de l'aval de l'ouvrage. Toutefois, il n'existe pas d'enjeux directement menacés : en effet, le lac est inondé par 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. Mais il reste déstabilisé par l'ouvrage.
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 4 seuils de 0,2 m de dénivelé en enrochements dimensionnés pour résister à la crue centennale ( $D_{50}=1$  m ; Solution Champ-S4a).

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	480.00	15.00	7 200.00
Enrochements libres	m3	480.00	80.00	38 400.00
Enrochements bétonnés	m3	0.00	200.00	0.00
Destruction du seuil	m3	3.00	100.00	300.00
Geotextile	m²	320.00	6.00	1 920.00
Fourniture de remblai	m3	0.00	30.00	0.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	14 346.00	14 346.00
<b>Total aménagement</b>				<b>62 166.00</b>

La solution avec des seuils de 30 à 40 cm aurait un coût de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	250.00	15.00	3 750.00
Enrochements libres	m3	250.00	80.00	20 000.00
Enrochements bétonnés	m3	0.00	200.00	0.00
Destruction du seuil	m3	3.00	100.00	300.00
Geotextile	m²	160.00	6.00	960.00
Fourniture de remblai	m3	0.00	30.00	0.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	7 503.00	7 503.00
<b>Total aménagement</b>				<b>32 513.00</b>

Ces estimations ne prennent pas en compte la possibilité de récupération de matériaux (blocs) 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.

Les solutions de reconstitution d'un nouveau lit en remblai peuvent nécessiter des mesures de colmatage des matériaux de remblai pour éviter les pertes par infiltration (rajout de matériaux argileux, géotextile de fondation...).

De même que les solutions précédentes, les estimations ne comprennent pas de mesures de protection préventives contre un éventuel abaissement important du lit de l'Herbasse.

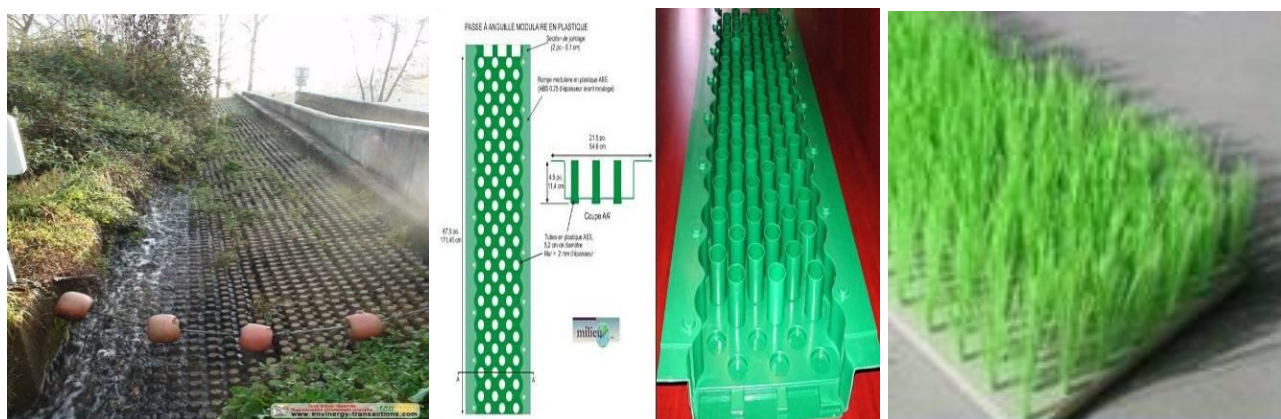
Aucun entretien spécifique (autre que l'entretien courant du cours d'eau en général) n'est à prévoir sur ce genre de solution.

#### 4.6.5.-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	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	Franchissabilité possible	

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

#### 4.6.6.-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)
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)

<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 \ Solution	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>OA1-S1a, S4</b>	NS <sup>1</sup>	D	NS	NS	A/D <sup>2</sup>	NS	NS	NS
<b>OA1-S1b, S2 et S3</b>	NS <sup>1</sup>	D	NS	NS	D	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> A si 200 m<sup>2</sup> de frayères sont recensées sur l'emprise de l'ouvrage.

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 en cas d'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 les solutions se trouvant sur la rive gauche car la rive droite est propriété de la Communauté de Commune.

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
<b>Rampe</b>			
<b>Champ-S1a : Rampe 7% en remblai sur la totalité du lit</b>	Objectif truite + anguille Peu d'entretien	Minéralisation forte Forte emprise Déclaration LEMA	<b>106 000 € HT</b>
<b>Champ-S1b : Rampe/chenal 7% en remblai</b>	Objectif truite + anguille  Emprise réduite	Passer anguille en sus Aspect artificiel Entretien Déclaration LEMA	<b>Béton 20 500 € HT</b> <b>Ou</b> <b>Bois 25 500 € HT</b> <b>+entretien 3500 € HT</b>
<b>Passer à bassins en béton</b>			
<b>Champ-S2 : Passer à bassins en remblai</b>	Objectif truite + anguille  Emprise réduite	Passer anguille en sus Aspect très artificiel Entretien Déclaration LEMA	<b>Bois / Béton 18 000 € HT</b>  <b>+entretien 3500 € HT</b>
<b>Passer à bassins rustiques</b>			
<b>Champ-S3 : Passer à bassins en quinconce en enrochements bétonnés</b>	Objectif truite + anguille  Emprise réduite	Passer anguille en sus Aspect artificiel Entretien  Déclaration LEMA	<b>17 500 € HT</b>  <b>+entretien 3500 € HT</b>
<b>Reconstitution du lit</b>			
<b>Champs-S4a : Reconstitution du lit en Remblai avec seuil en enrochements de 20 cm</b>	Objectif truite + anguille  Aspect naturel Diversification des habitats aquatiques Possibilité de réduction des coûts	Forte emprise Déclaration LEMA + DIG	<b>62 000 € HT</b>
<b>Champs-S4a : Reconstitution du lit en Remblai avec seuil en enrochements de 30/40 cm</b>	Objectif truite + anguille  Aspect naturel diversification des habitats aquatiques Possibilité de réduction des coûts	Sélectivité Forte emprise Déclaration LEMA + DIG	<b>32 000 € HT</b>

## 4.8.-ANALYSE MULTI-CRITERE

	Objectifs piscicoles				Hydraulique	Morpho-dynamique	Ecologique	Paysager	Entretien	Coût	Moyenne
	Objectif prioritaire	Anguille	Attrait	Dévalaison							
Pondération ->	2.0	2.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	0.5	1.0	3.0	14.5
<b>Rampe (S1)</b>											
Champ-S1a	4	3	4	4	2	2	1	2	4	1	2.55
Champ-S1b-béton	4	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2.90
Champ-S1a-bois	4	3	2	3	3	2	2	3	3	2	2.69
<b>Passé à bassins (S2)</b>											
Champ-S2-béton-max	4	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3.17
Champ-S2-béton-Min	4	3	2	3	3	2	2	3	3	4	3.10
Champ-S2-bois	4	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3.17
<b>Passé à pseudo-bassins rustique (S3)</b>											
Champ-S3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3.24
<b>Reconstitution du lit (S4)</b>											
Champ-S4a	4	4	4	4	2	3	4	4	4	2	3.28
Champ-S4b	4	3	4	4	2	3	4	4	4	2	3.14

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

## 4.9.-CONCERTATION

Le résultat de la première partie de l'étude a été soumis au comité de pilotage. Suite à cette concertation, la solution par reconstitution du lit (Champ-S4) a été retenue considérant qu'en plus de répondre aux objectifs de franchissement, elle apporte une plus-value écologique et qu'elle ne nécessite pas d'entretien. De plus, dans le cadre du contrat de rivière, des démontages de protections en enrochements vont permettre de récupérer des volumes importants qui pourraient être utilisés sur ce site, réduisant les coûts de cette solution.

## 4.10.-AVANT PROJET

### 4.10.1.-Généralité

La solution retenue consiste à rehausser le niveau du fond du lit de l'Herbasse en aval du seuil pour réduire la chute créée par ce dernier. Toutefois, le niveau actuel du lit est lié à la morpho-dynamique du cours d'eau, aussi il est nécessaire de rehausser le fond du lit d'une manière pérenne et résistante à la tendance d'abaissement actuelle de la morpho-dynamique.

Pour ce faire cette solution envisage de reconstituer le lit à l'aval du seuil par une succession de tronçon "naturel" de 5 à 10 m (granulométrie et pente équivalent au lit actuel) stabilisés par des "petits" seuils en enrochements fractionnant la dénivelée hydraulique de l'ouvrage actuelle en "petite" dénivelée (0,2 m pour la solution S4a ou 0,4 m pour la solution S4b) rendus aisément franchissable pour la faune.

Les seuils de stabilisation du fond sont aménagés de façon "rustiques" avec des passages hydrauliques préférentiels pour concentrer les écoulements en étiage et favoriser le franchissement piscicole.

Des aménagements complémentaires sont également prévus pour gérer l'obligation réglementaire du débit réservé au niveau de la prise d'eau du lac.

### 4.10.2.-Description

Cette solution joue principalement sur le profil en long du cours d'eau en aval de l'ouvrage. La régulation du débit réservé au niveau de la prise d'eau fixe le point de départ amont de la reconstitution du lit.

#### 4.10.2.1.Régulation du débit réservé

La régulation du débit réservé consiste à araser une partie du seuil pour permettre le passage prioritaire du débit réservé (soit 100 l/s) dans la Herbasse sans déversement vers le lac.

L'arasement (échancrure de régulation) a donc la largeur de 0,6 m pour permettre le déversement de 100 l/s avec une hauteur d'eau de 0,2 m. Pour faciliter le franchissement piscicole, une partie (~0,2 m) pourra être arasée de 10 cm supplémentaire (chenal profond) compensé par une partie arasée de 10 cm de moins.

Afin de s'adapter à l'ouvrage existant sans trop de travaux, le plus simple est d'arasé le seuil jusqu'au niveau du radier devant la prise d'eau du lac pour créer ce déversoir prioritaire et de rehausser le déversement vers le lac de 0,2 m par la pose d'une planche sur la grille de la prise d'eau du lac (à adapter en fonction de la pente de la ligne d'eau). Au-delà du débit réservé, pour obtenir un fonctionnement hydraulique apte au franchissement, il est souhaitable de limiter l'augmentation de la hauteur d'eau à l'amont du seuil de la prise d'eau et donc dans l'échancrure de régulation avec l'augmentation du débit. Pour ce faire, le seuil sera également arasé en plus de l'échancrure sur 5 m de largeur à une cote de 0,3 m au dessus du fond de l'échancrure permettant un déversement complémentaire en hautes eaux (voir dans la suite).

La partie en rive gauche du seuil pourrait être légèrement rehaussée pour éviter qu'une partie du débit ne passe de ce côté en basse eau et donc ne participe pas la régulation et à l'alimentation du lac (par des petits blocs bétonnés sur 0,1-0,15 m de hauteur).

Le fonctionnement hydraulique de la régulation est alors le suivant :

	<b>Q Herbase (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>H* (m)</b>	<b>Q passe (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q angui** (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q lac *** (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Qd **** (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Qr</b>	0,1	0,2	0,09	0,01	0	0
<b>Qmna5</b>	0,3	0,29	0,15	0,03	0,12	0
	0,5	0,33	0,20	0,05	0,20	0,05
<b>Module</b>	1	0,4	0,26	0,09	0,29	0,36
	1,5	0,46	0,32	0,12	0,54	0,52
<b>2x M</b>	2	0,51	0,37	0,15	0,7	0,78

\* Hauteur d'eau sur l'échancrure ; \*\* Débit dans la passe à anguille (voir dans la suite) ; \*\*\* Débit de déversement vers le lac ; \*\*\*\* Débit de surverse sur le seuil.

#### 4.10.2.2. Calage du profil

La solution de base au niveau du profil en long de la Herbase en aval consiste à remonter le fond du cours d'eau pour atteindre au pied du seuil de la prise d'eau un niveau de -0,2 m en dessous de la future échancrure pour la régulation du débit réservé. Ce calage au niveau du seuil existant est compatible avec la remontée de la truite, mais pas de l'anguille. Il nécessite un aménagement complémentaire pour les anguilles : rampe rugueuse (en enrochements bétonnés de pente 30% en long et 35% en travers) faiblement alimenté en eau (calage à 15 cm au dessus du fond de l'échancrure de régulation).

Ce calage considère que la rampe en enrochements bétonnés existant à l'amont du seuil devant la prise d'eau est franchissable par la truite, car la pente hydraulique serait de l'ordre de 5% compatible avec la capacité de nage du poisson.

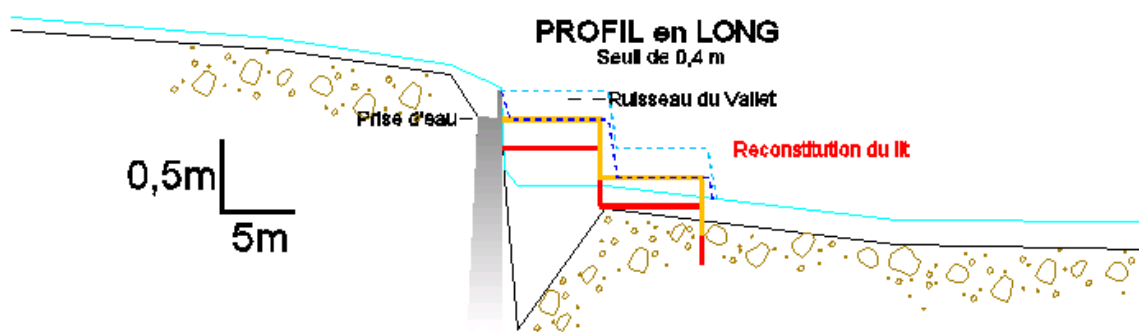
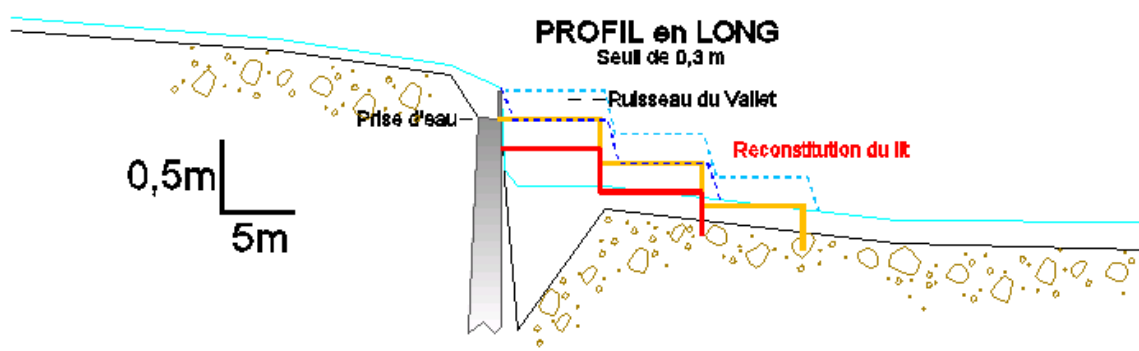
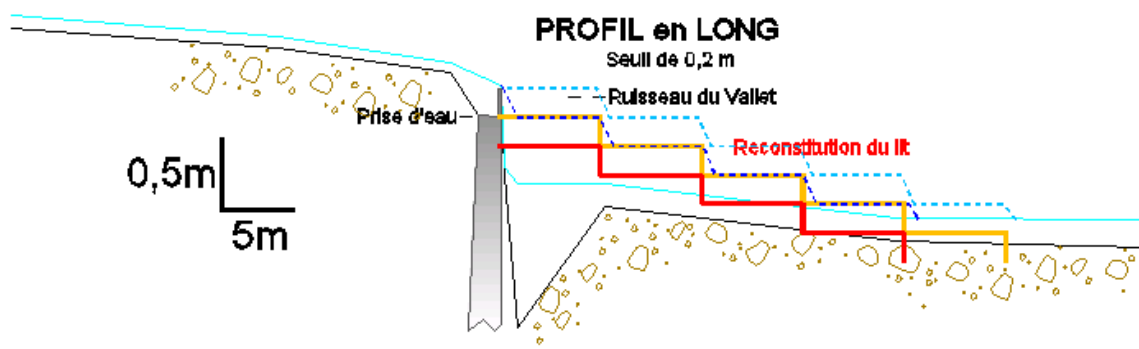
Avec une la régulation, le niveau d'eau en amont du seuil de la prise d'eau à une variation plus importante selon le débit que les seuils en enrochements à l'aval (la

largeur de déversement est plus importante à l'aval). Pour éviter qu'en période de hautes eaux cette différence de variation n'entraîne une chute dépassant 0,3 m, il est nécessaire de prévoir un déversoir supplémentaire sur le seuil de la prise d'eau (exemple 5 m de largeur à un niveau de +0,3 m de l'échancrure du débit réservé) et les seuils aval présentent un profil en travers en léger v.

L'alternative de ce calage de base est de caler le fond du lit au pied du seuil de la prise d'eau au même niveau que l'échancrure de régulation. Dans ce cas, c'est l'échancrure de ce seuil en enrochement qui fait la régulation. Le seuil de la prise d'eau peut être arasé sur 5 m de large au même niveau : il devient alors transparent sur la plage de fonctionnement. Le franchissement du seuil de la prise d'eau serait plus facile que dans le calage de base. Un complément resterait nécessaire pour l'anguille afin de permettre son franchissement de la rampe en enrochements bétonnés existant devant la prise d'eau, mais il est plus simple à mettre en œuvre que pour le calage de base. De plus, le calage alternatif permet de rehausser la ligne d'eau dans la Véore au niveau de la confluence du ruisseau du Valet : la restauration de la franchissabilité vers ce dernier serait alors facilitée.

Cette alternative nécessite un rehaussement plus important donc éventuellement plus de seuils en enrochements.

Quelque soit le calage, le seuil amont de stabilisation doit se trouver à 5 m du seuil existant pour prendre en compte la confluence du ruisseau du Valet et remonter le fond de l'Herbasse suffisamment pour permettre la possibilité de franchissement piscicole vers le Valet.



*Calages du profil en long de la solution Champ-S4 : en rouge = calage de base ;  
en Orange = calage alternatif*

Ensuite, les seuils aval, espacés de 5 m à 10 m, descendent régulièrement le lit du cours d'eau. Pour le calage de base (-0,2 m en dessous de l'échancrure du seuil de prise d'eau) :

- 4 seuils de 0,2 m de dénivelé sont nécessaires pour rejoindre le fond existant du lit à l'aval avec une marge de 0,1 m\* (le dernier seuil est à moitié en dessous du niveau du lit).
- 2 seuils de 0,3 m avec une également marge de 0,1 m\*.
- 2 seuils de 0,4 m avec une marge de 0,3 m\*.

\*Cette marge peut être mise à profit pour caler l'ensemble 10 cm plus haut et ainsi, avoir un calage intermédiaire moins sélectif que le calage de base mais ne nécessitant pas de seuil supplémentaire.

Pour le calage alternatif (0 m en dessous de l'échancrure du seuil de prise d'eau) le nombre de seuils nécessaires varie pour atteindre :

- 5 seuils de 0,2 m de dénivelé avec une marge de 0,1 m.
- 3 seuils de 0,3 m avec une marge de 0,1 m.
- 2 seuils de 0,4 m avec une marge de 0,1 m.

Le calage des différentes solutions présente des marges de sécurité (possibilité d'abaissement du fond de L'Herbasse à l'aval avant déconnexion piscicole du seuil aval) relativement faible. Pour prendre en compte une possible évolution défavorable du lit de la Herbasse à l'aval supérieure à ces marges, il pourrait être prévu :

- Un seuil supplémentaire à l'aval (complètement en dessous du niveau actuel mais pouvant se découvrir en cas d'abaissement du lit de L'Herbasse à l'aval) : la marge de sécurité rajoutée correspond à la hauteur du dénivelé du seuil.
- Un renforcement du dernier seuil par des lignes de blocs supplémentaires et la mise en place d'un passage préférentiel dans les lignes de blocs rajoutées afin de garantir la franchissabilité même en cas d'augmentation du dénivelé sur ce seuil aval de fait de l'abaissement du lit. Ce principe peut se traduire pour la solution Champ-S4a (seuil de 0,2 m) de remplacer le seuil aval de 0,2 m par 0,3 ou 0,4 m de dénivelé. Cette solution est également envisageable pour la solution Champ-4b avec des seuils de 0,3 ou 0,4 m de dénivelé à la condition d'adapter le passage préférentiel (rallongement et fractionnement avec un bassin intermédiaire...) pour que l'augmentation de dénivelé suite à l'abaissement du lit à l'aval ne produise pas une augmentation rédhibitoire de la pente du passage.
- La recharge sédimentaire du tronçon aval avec les déblais en excédant tirés de l'installation des seuils.

#### 4.10.2.3. Construction

Ces seuils sont constitués d'enrochements (de l'ordre de 0,9 m de diamètre pour le débit de crue centennale, toutefois la crue centennale ne passe pas en totalité par le lit de cours d'eau du fait des débordements importants, aussi, un dimensionnement moindre pourrait être possible) en lignes perpendiculaires au courant, la ligne aval bloquant celle amont décalée de 15 à 30 cm en altitude, sur deux couches soit 6 lignes de blocs. Le seuil aval comprend une ligne supplémentaire comme renforcement anti-affouillement. La profondeur d'enfoncement du seuil atteint plus de 2 m en dessous du fond du lit. 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.

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.

Avec des seuils de 0,3 ou 0,4 m de dénivelé (solution Champ-S4b), la construction du passage préférentiel doit être minutieuse pour avoir une morphologie apte à diversifier les conditions d'écoulements (notamment présenter des zones d'écoulement plus lents) afin de proposer différentes possibilités de franchissement aux poissons adaptées à leurs différentes tailles et capacité de nage. Aussi, pour atteindre des conditions hydrauliques optimales pour les individus de petites tailles, la construction des échancrures nécessite la mise en place de "petits" blocs de façon hétérogène et saillant. Pour assurer leur stabilité, il faut alors les bétonner. Il est possible également de rallonger ces passages préférentiels afin de diminuer leur pente et donc limiter la vitesse d'écoulement.

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.-Quantitatif / Estimatif

##### 4.10.3.1.L'estimation des quantités et des coûts pour la solution de base Champ-S4a (seuil de 0,2 m) est la suivante :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	400.00	15.00	6 000.00
Enrochements libres	m3	510.00	80.00	40 800.00
Enrochements bétonnés	m3	1.00	200.00	200.00
Destruction du seuil	F	1.00	300.00	300.00
Geotextile	m <sup>2</sup>	400.00	6.00	2 400.00
Fourniture de remblai	m3	0.00	30.00	0.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	9 940.00	9 940.00
<b>Total aménagement</b>				<b>59 640.00</b>

Les travaux conduisent environ 300 m<sup>3</sup> de matériaux de déblais en surplus. S'agissant d'alluvion du lit, ils peuvent être réutilisés comme recharge sédimentaire sur le site ou dans le cadre d'autres travaux du syndicat.

Le coût d'un seuil supplémentaire en protection contre une évolution sensible du profil de l'Herbasse en aval est de l'ordre de 12 500 € HT. L'alternative par le renforcement du seuil aval avec rajout d'enrochements plus un passage préférentiel aurait un coût supplémentaire de 5 000 € HT.

La solution Champ-S4a avec un calage altimétrique de 20 cm plus haut que la solution de base est estimée à 72 000 € HT avec un seuil supplémentaire.

4.10.3.2.L'estimation des quantités et des coûts pour la solution de base  
Champ-S4b (seuil de 0,4 m) est la suivante :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	234.00	15.00	3 510.00
Enrochements libres	m3	312.00	80.00	24 960.00
Enrochements bétonnés	m3	1.00	200.00	200.00
Destruction du seuil	F	1.00	300.00	300.00
Geotextile	m²	239.20	6.00	1 435.20
Fourniture de remblai	m3	0.00	30.00	0.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	6 081.04	6 081.04
<b>Total aménagement</b>				<b>36 486.24</b>

Cette estimation est valable pour le calage de base ou la variante (même nombre de seuil).

Ce chiffrage comprend les passages préférentiels rallongés mais pas bétonnés. Le coût complémentaire pour le bétonnage des blocs dans les passages préférentiels est de l'ordre de 2 000 € HT.

Le volume de matériaux de déblais en surplus est de l'ordre de 150 m<sup>3</sup>.

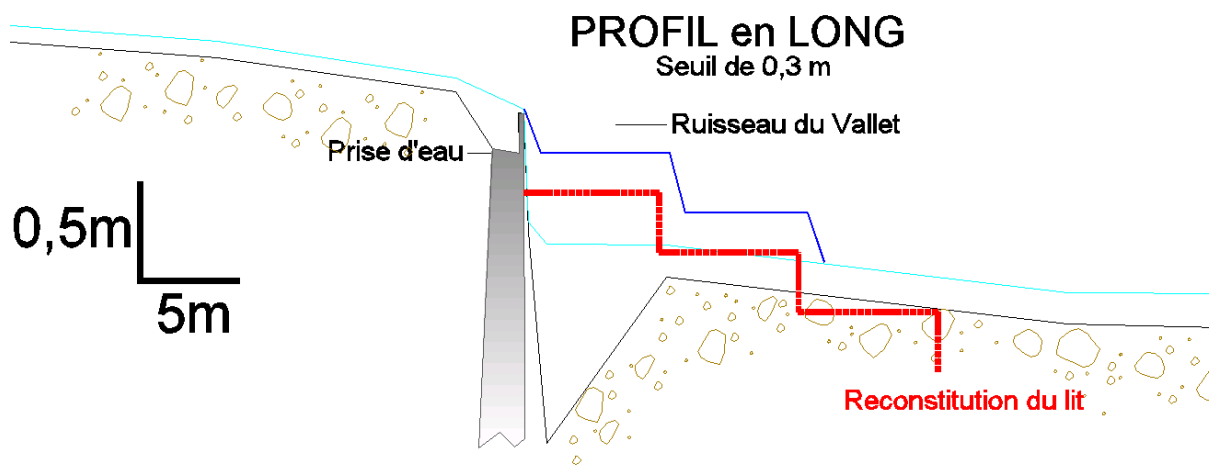
Le coût d'un seuil supplémentaire en protection contre une évolution sensible du profil de l'Herbasse en aval est de l'ordre de 14 000 € HT.

L'alternative par le renforcement du seuil aval avec rajout d'enrochements plus un passage préférentiel aurait un coût de 9 000 € HT.

Le chiffrage est le même pour la solution Champ-S4b avec des seuils de 0,3 m pour le calage de base. Avec un calage altimétrique de 20 cm plus haut que le calage de base, la solution avec des seuils de 0,3 m est estimée à 50 000 € HT avec un seuil supplémentaire.

#### 4.10.4.-Choix de la solution

Après une concertation sur la base des éléments de l'Avant Projet ci-dessus, le maître d'ouvrage assisté du comité de pilotage a retenu la solution des seuils de 0,3 m de dénivelé, calé sur le profil de base avec un seuil supplémentaire en sécurité à l'aval.



Calages du profil en long de la solution retenue

L'estimation financière de cette solution est de :

Désignation	Unités	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT
Terrassement	m3	416.00	15.00	6 240.00
Enrochements libres	m3	462.80	80.00	37 024.00
Enrochements bétonnés	m3	1.00	200.00	200.00
Destruction du seuil	F	1.00	300.00	300.00
Geotextile	m <sup>2</sup>	358.80	6.00	2 152.80
Fourniture de remblai	m3	0.00	30.00	0.00
Frais divers d'installation de chantier etc...	F	1.00	9 183.36	9 183.36
<b>Total aménagement</b>				<b>55 100.16</b>

Ce chiffrage comprend les passages préférentiels rallongés mais pas bétonnés. Le coût complémentaire pour le bétonnage des blocs dans les passages préférentiels est de l'ordre de 2 000 € HT.

Le volume de matériaux de déblais en surplus est de l'ordre de 300 m<sup>3</sup>.

## PLAN

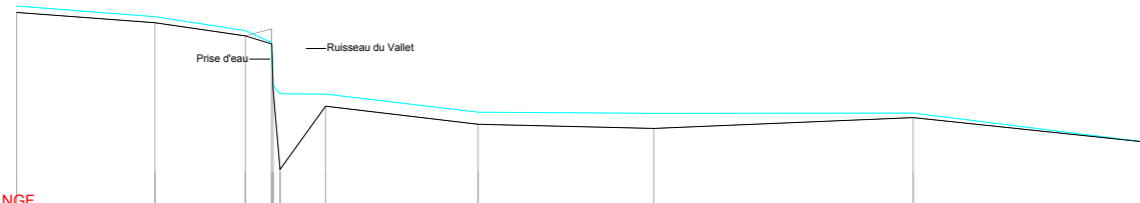
PLAN N°1 : PLAN DE LA PRISE D'EAU DU LAC DE CHAMPOS

PLAN N°2 : SCHEMA DES PROPOSITIONS

PLAN N°3 : PLAN DE L'AVANT PROJET

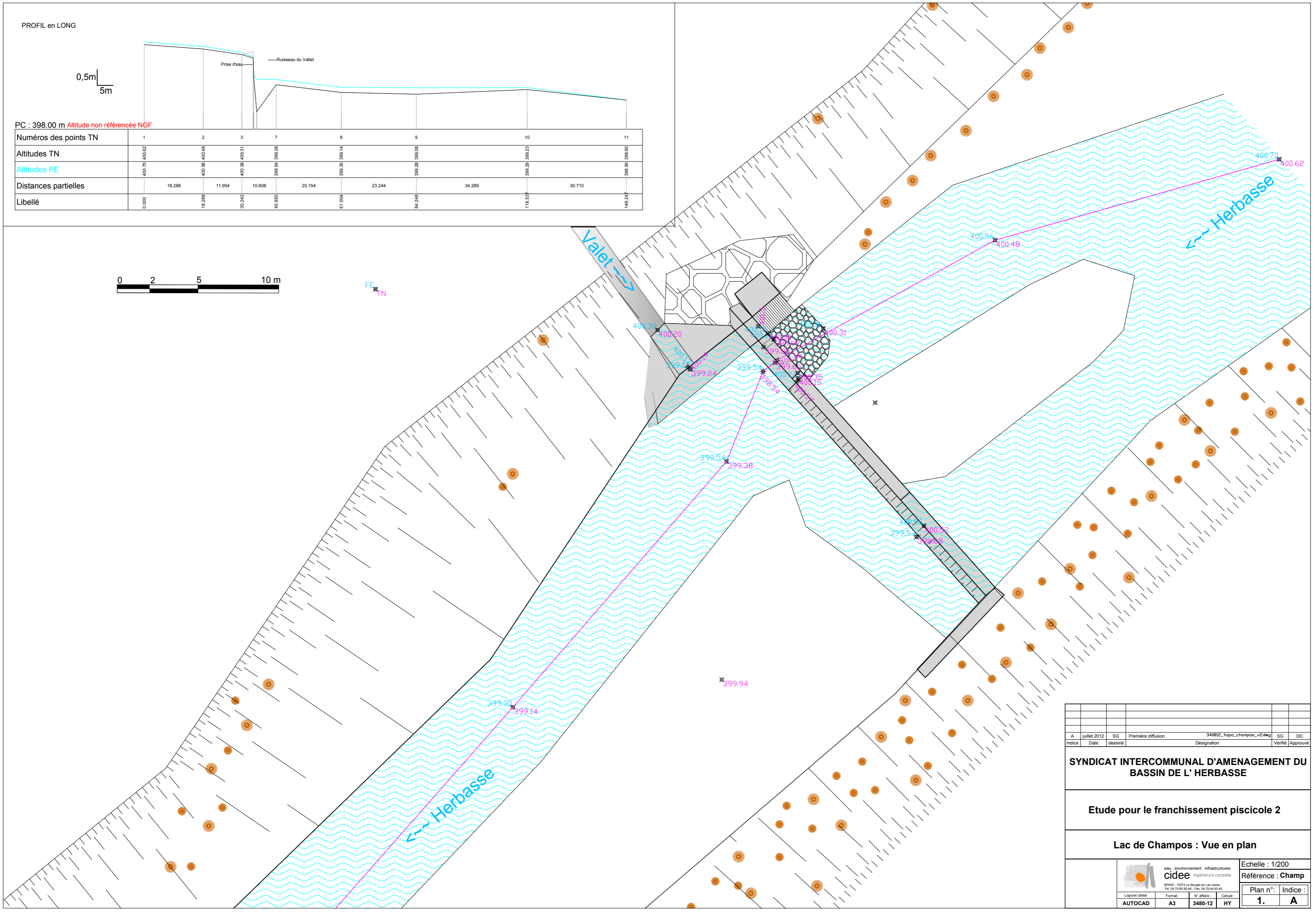
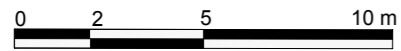
PROFIL en LONG

0,5m  
5m



PC : 398.00 m Altitude non référencée NGF

Numéros des points TN	1	2	3	7	8	9	10	11
Altitudes TN	400.70	400.62	400.31	399.54	399.14	399.28	399.23	398.90
Altitudes FE	400.70	400.95	400.31	399.54	399.30	399.28	399.23	398.90
Distances partielles		18.288	11.954	10.608	20.154	23.244	34.289	30.710
Libellé	0.000	18.288	30.242	40.850	61.004	84.248	118.537	149.247



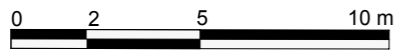
Indice	Date	dessiné	Désignation	Vérifié	Approuvé
A	juillet 2012	SG	Première diffusion	349812_topo_champos_v2.dwg	SG DD

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

**Etude pour le franchissement piscicole 2**

**Lac de Champos : Vue en plan**

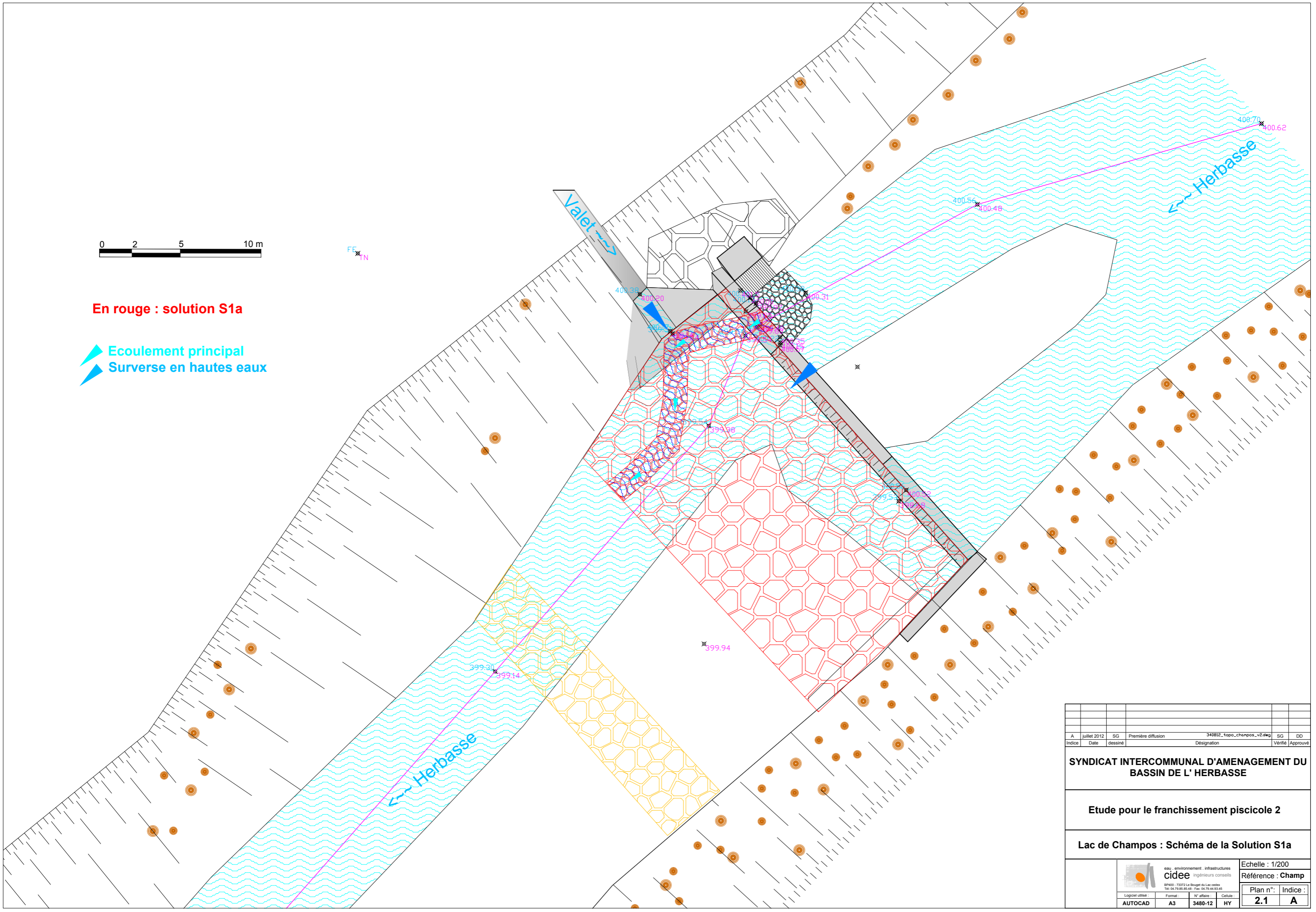
eau . environnement . infrastructures		Echelle : 1/200	
<b>cidee</b> ingénieurs conseils		Référence : Champ	
BP400 - 73372 Le Brouet du Lac cadet Tél: 04 79 85 85 48 - Fax: 04 79 44 93 45		Plan n°: Indice :	
Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Cellule :
AUTOCAD	A3	3480-12	HY
		1.	A




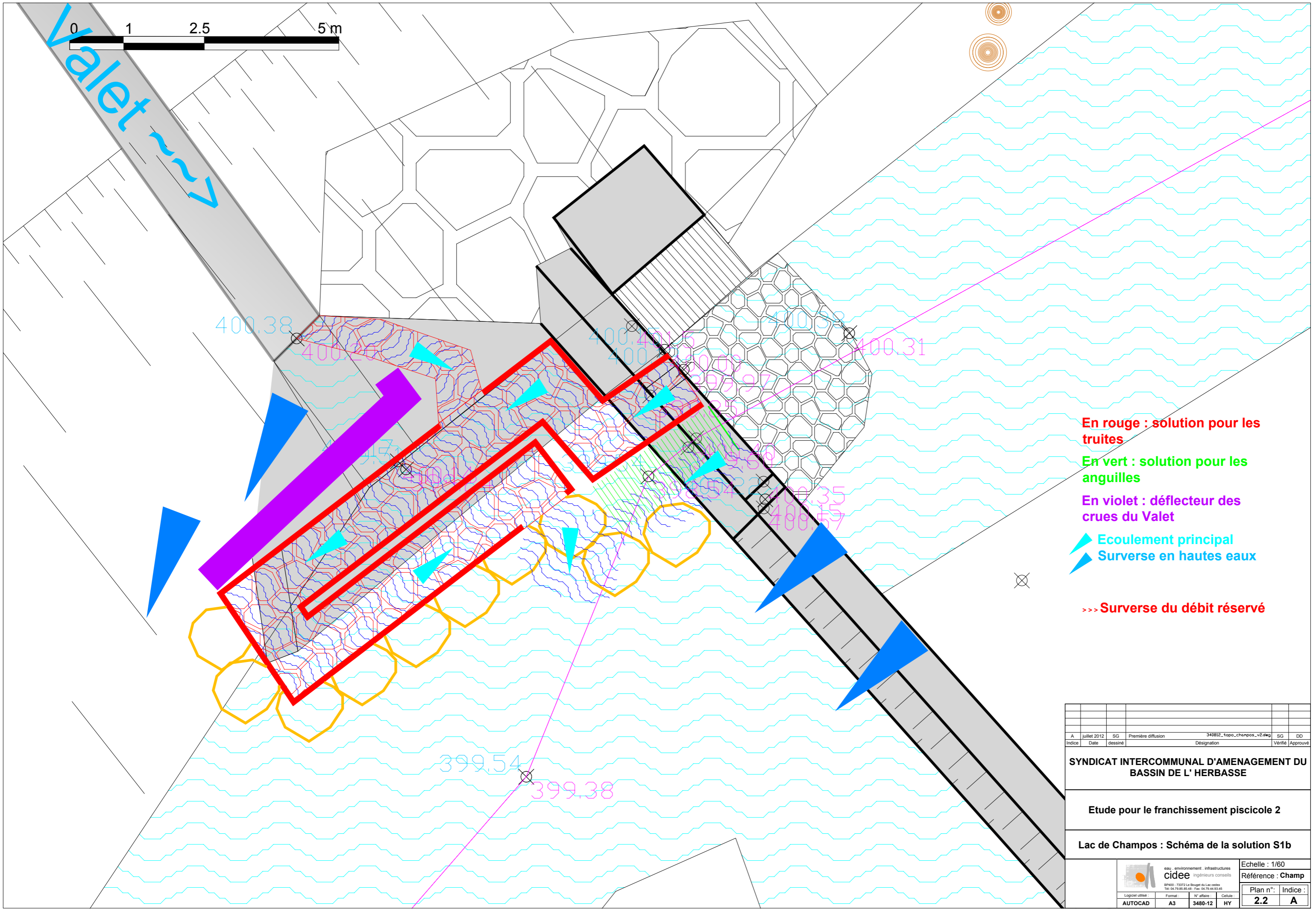
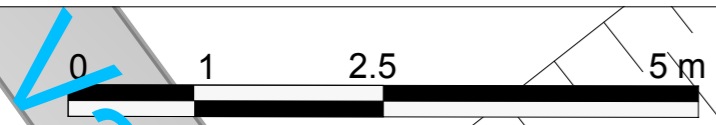
FC  
TN

**En rouge : solution S1a**


 **Ecoulement principal**  
 **Surverse en hautes eaux**



A	juillet 2012	SG	Première diffusion	349812_topo_champos_v2.dwg	SG	DD
Indice	Date	dessiné	Désignation	Vérifié	Approuvé	
<b>SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE</b>						
<b>Etude pour le franchissement piscicole 2</b>						
<b>Lac de Champos : Schéma de la Solution S1a</b>						
 eau, environnement, infrastructures <b>cidee</b> ingénieurs conseils <small>BP480 - 73372 Le Brouet du Lac cedex          Tél: 04 79 85 85 48 - Fax: 04 79 44 93 45</small>				Echelle : 1/200 Référence : <b>Champ</b>		
Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Cellule :	Plan n° :	Indice :	
AUTOCAD	A3	3480-12	HY	<b>2.1</b>	<b>A</b>	

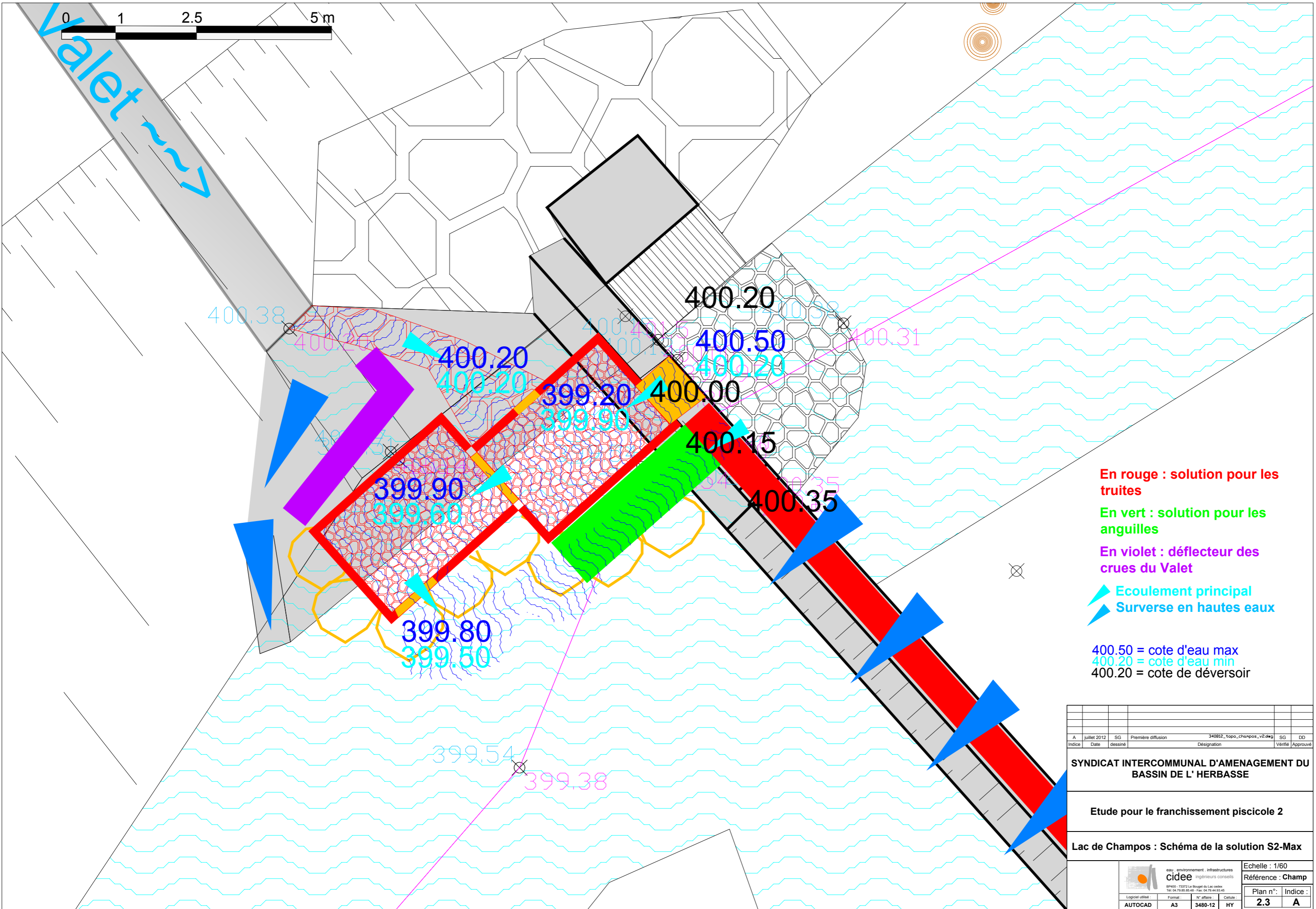


- En rouge : solution pour les truites**
- En vert : solution pour les anguilles**
- En violet : déflecteur des crues du Valet**
- ▲ Ecoulement principal**
- ▲ Surverse en hautes eaux**
- >>> Surverse du débit réservé**

A		juillet 2012	SG	Première diffusion	349812_topo_champos_v2.dwg	SG	DD
Indice	Date	dessiné	Désignation		Vérifié	Approuvé	
<b>SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE</b>							
<b>Etude pour le franchissement piscicole 2</b>							
<b>Lac de Champos : Schéma de la solution S1b</b>							
 eau . environnement . infrastructures cidee ingénieurs conseils <small>BP480 - 73272 Le Brouzet du Lac cedex          Tél: 04 79 85 85 48 - Fax: 04 79 44 93 45</small>						Echelle : 1/60	
<small>Logiciel utilisé : AUTOCAD</small> <small>Format : A3</small> <small>N° affaire : 3480-12</small> <small>Cellule : HY</small>						Référence : <b>Champ</b> Plan n° : <b>2.2</b> Indice : <b>A</b>	



Valet

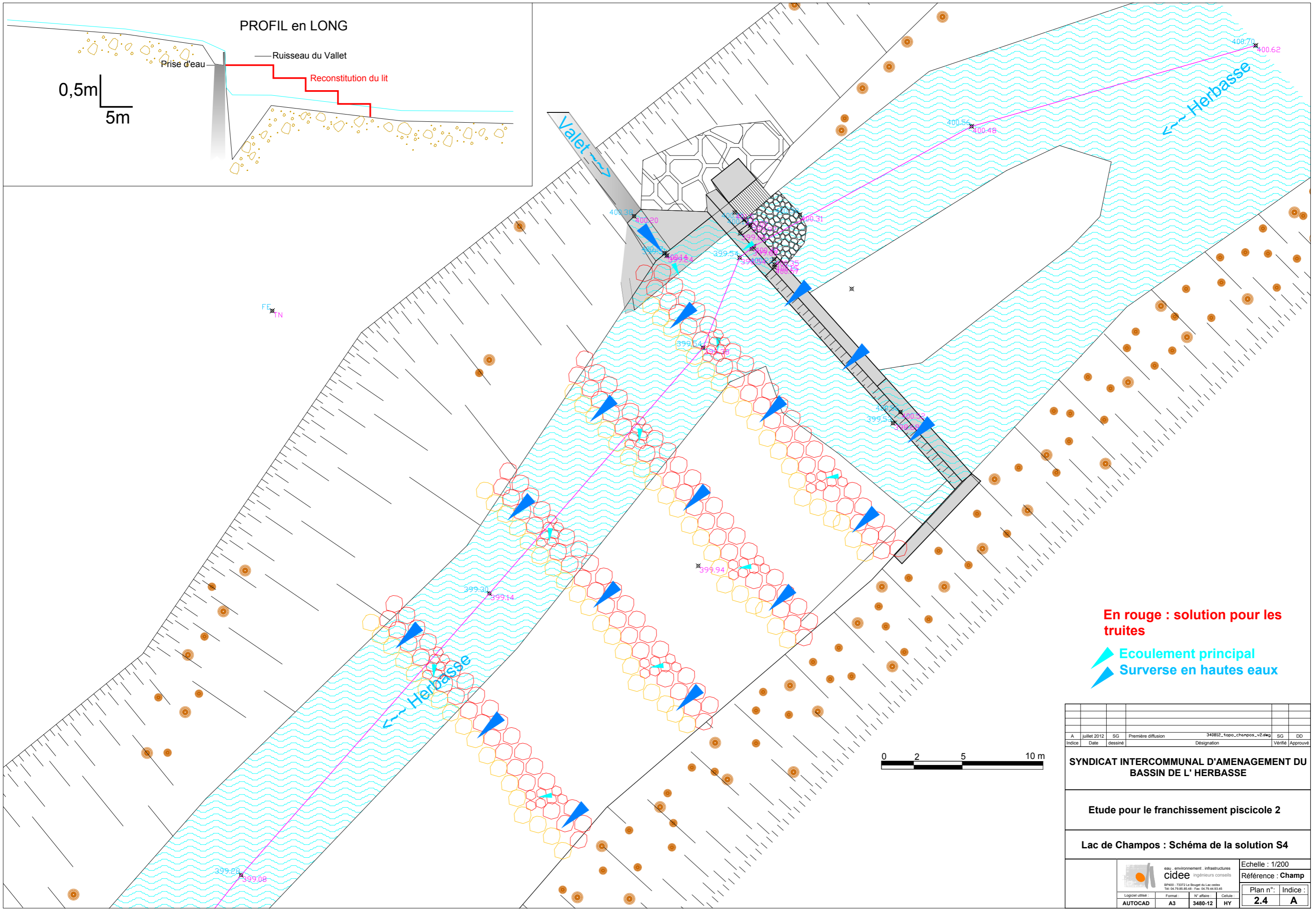
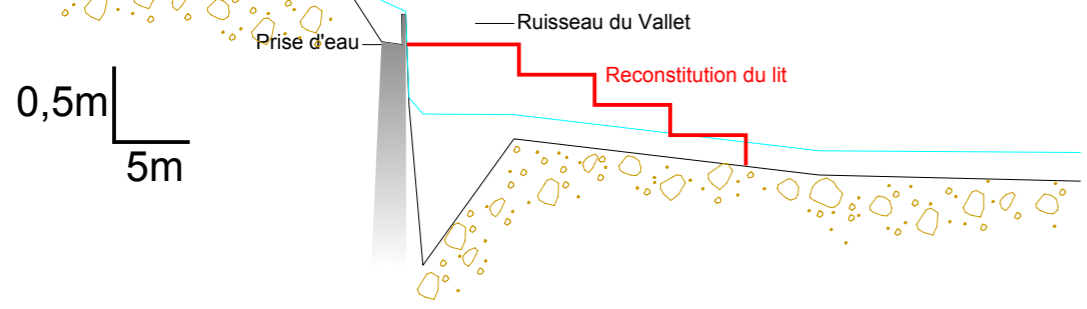


- En rouge : solution pour les truites**
- En vert : solution pour les anguilles**
- En violet : déflecteur des crues du Valet**
- ▲ Ecoulement principal**
- ▲ Surverse en hautes eaux**

400.50 = cote d'eau max  
 400.20 = cote d'eau min  
 400.20 = cote de déversoir

A	juillet 2012	SG	Première diffusion	349812_topo_champos_v2.dwg	SG	DD
Indice	Date	dessiné	Désignation		Vérifié	Approuvé
<b>SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE</b>						
<b>Etude pour le franchissement piscicole 2</b>						
<b>Lac de Champos : Schéma de la solution S2-Max</b>						
eau : environnement, infrastructures cidee ingénieurs conseils <small>BP480 - 73372 Le Bourg du Lac cadre          Tél: 04 79 85 85 48 - Fax: 04 79 44 93 45</small>				Echelle : 1/60		
<small>Logiciel utilisé : AUTOCAD</small> <small>Format : A3</small> <small>N° affaire : 3480-12</small> <small>Cellule : HY</small>				Référence : <b>Champ</b> Plan n° : <b>2.3</b> Indice : <b>A</b>		

PROFIL en LONG

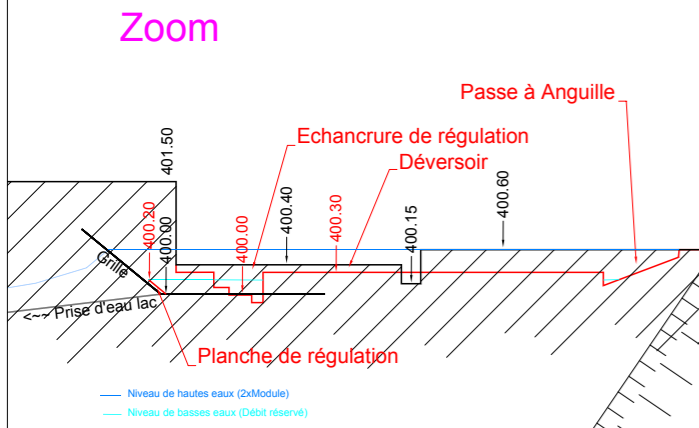
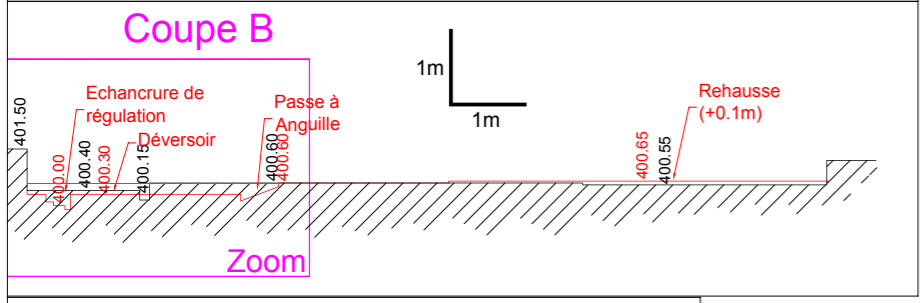
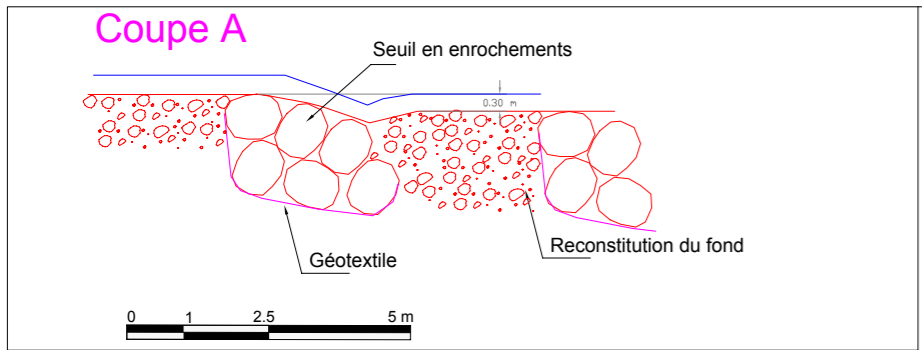
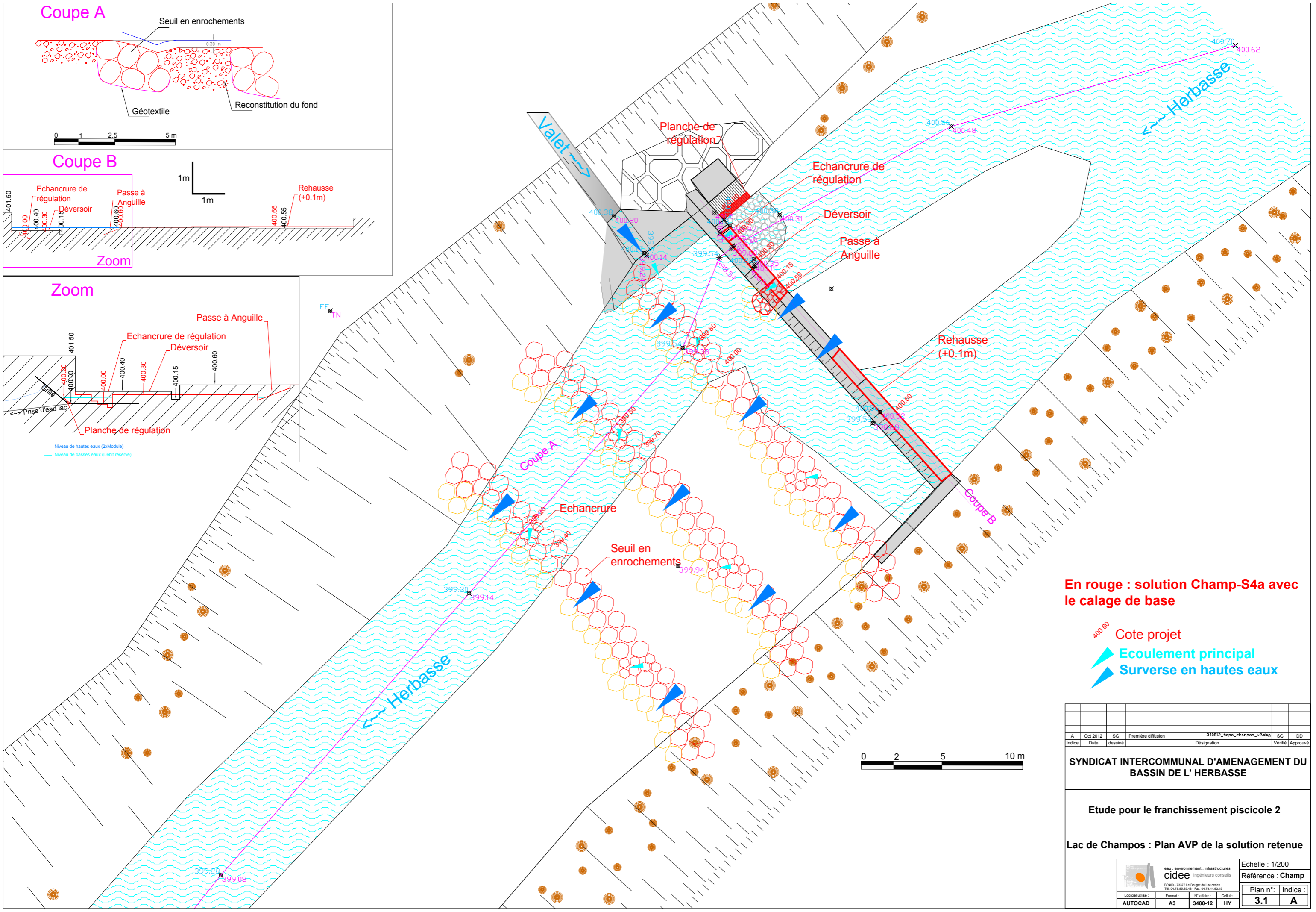


**En rouge : solution pour les truites**

**Ecoulement principal**  
**Surverse en hautes eaux**



A		juillet 2012	SG	Première diffusion	348812_topo_champos_v2.dwg	SG	DD
Indice	Date	dessiné	Désignation		Vérifié	Approuvé	
<b>SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE</b>							
<b>Etude pour le franchissement piscicole 2</b>							
<b>Lac de Champos : Schéma de la solution S4</b>							
eau, environnement, infrastructures ingénieurs conseils BP480 - 73372 Le Bourg du Lac cadre Tél: 04 79 85 85 48 - Fax: 04 79 44 93 45					Echelle : 1/200		
Logiciel utilisé : AUTOCAD Format : A3 N° affaire : 3480-12 Cellule : HY					Référence : <b>Champ</b> Plan n° : <b>2.4</b> Indice : <b>A</b>		



**En rouge : solution Champ-S4a avec le calage de base**

- 400.80 Cote projet
- ▶ Ecoulement principal
- ▶ Surverse en hautes eaux

A	Oct 2012	SG	Première diffusion	349812_topo_champos_v2.dwg	SG	DD
Indice	Date	dessiné	Désignation	Vérifié	Approuvé	

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

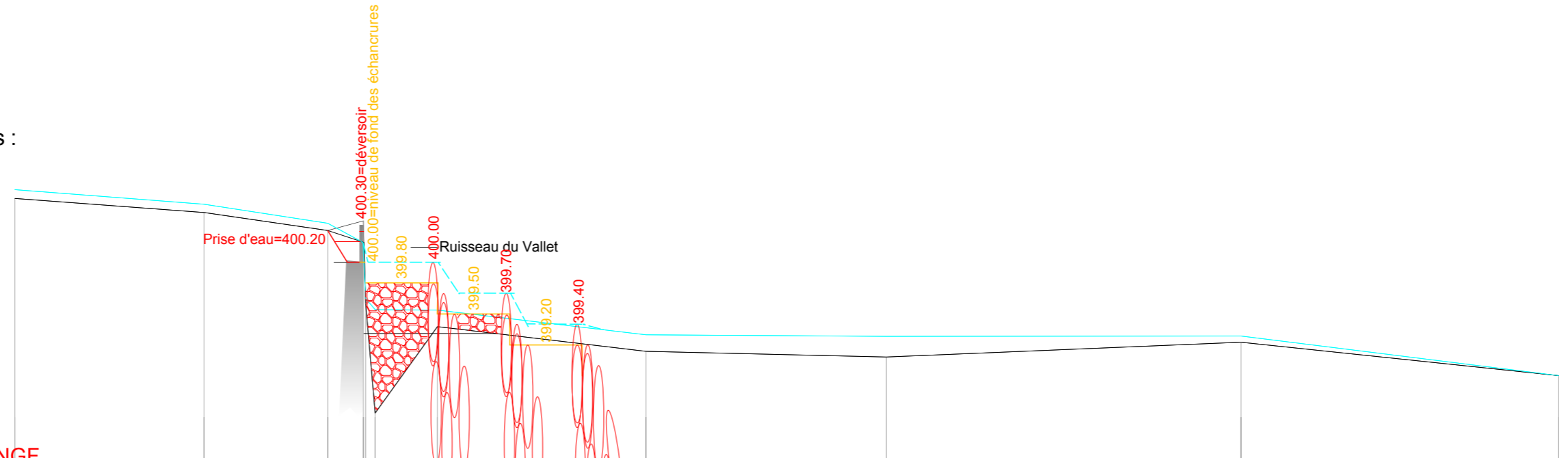
**Etude pour le franchissement piscicole 2**

**Lac de Champos : Plan AVP de la solution retenue**

eau - environnement - infrastructures <b>cidee</b> ingénieurs conseils				Echelle : 1/200	
BPR00 - 73372 Le Brouet du Lac cadastre Tél: 04 79 85 85 48 - Fax: 04 79 44 93 45				Référence : <b>Champ</b>	
Logiciel utilisé :	Format :	N° affaire :	Cellule :	Plan n° :	Indice :
AUTOCAD	A3	3480-12	HY	<b>3.1</b>	<b>A</b>

PROFIL en LONG dans les échancrures :  
Solution Seuil de 0,3m calage de base


0,5m  
5m



PC : 398.00 m **Altitude non référencée NGF**

Numéros des points TN	1	2	3	7	8	9	10	11
Altitudes TN	400.62	400.48	400.31	400.33	399.38	399.14	399.23	398.90
Altitudes FE	400.70	400.56	400.38	400.22	399.54	399.30	399.28	398.90
Distances partielles		18.288	11.954	10.608	20.154	23.244	34.289	30.710
Libellé	0.000	18.288	30.242	40.850	61.004	84.248	118.537	149.247

**En rouge : Projet**

A		oct 2012	SG	Première diffusion	349812_topo_champos_v2.dwg	SG	DD
Indice	Date	dessiné	Vérifié		Approuvé		
<b>SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L' HERBASSE</b>							
<b>Etude pour le franchissement piscicole 2</b>							
<b>Lac de Champos : Profil en long de la solution retenue</b>							
 eau - environnement - infrastructures <b>cidee</b> ingénieurs conseils <small>BP480 - 73372 Le Bourg du Lac cadet          Tél: 04 79 85 85 48 - Fax: 04 79 44 93 45</small>						Echelle : Référence : <b>Champ</b>	
Logiciel utilisé : <b>AUTOCAD</b>		Format : <b>A3</b>	N° affaire : <b>3480-12</b>	Cellule : <b>HY</b>		Plan n° : <b>3.2</b>	
						Indice : <b>A</b>	