



PROJET N°LIFNAT/FR/000083

PROGRAMME DE CONSERVATION DE  
L'APRON DU RHONE (*ZINGEL ASPER*) ET  
DE SES HABITATS

**● ETUDE PRELIMINAIRE POUR LE  
DECLOISONNEMENT DES  
HABITATS DANS DES SECTEURS  
DE COURS D'EAU A APRON**

La Durance du barrage de La Saulce au barrage  
de Cadarache

Phase 3 : Solutions envisageables

mai 2007





---

---

**Conservatoire Rhône-Alpes  
des Espaces Naturels**

---

---

**Etude préliminaire pour le  
décloisonnement des habitats de  
l'Apron**

---

**La Durance du barrage de la  
Saulce au barrage de Cadarache**

*Rapport Phase III*

**S.I.E.E.**

Société d'Ingénierie pour l'Eau et l'Environnement

**Mai 2007**

ME 06 02 008 / FAI



## **Sommaire**

<b>I.</b>	<b>La dévalaison</b>	<b>11</b>
<b>I.1.</b>	<b>Rappels des résultats du diagnostic.....</b>	<b>11</b>
<b>I.2.</b>	<b>Orientations d'aménagements.....</b>	<b>13</b>
<b>I.2.1.</b>	<b>Rappels des caractéristiques de l'Apron susceptibles d'influencer la dévalaison .....</b>	<b>13</b>
<b>I.2.2.</b>	<b>Le canal d'oraison .....</b>	<b>14</b>
	I.2.2.1. Principes d'aménagement.....	14
	I.2.2.2. Emplacement .....	14
	I.2.2.3. Description du dispositif .....	15
	I.2.2.4. Fonctionnement du dispositif.....	16
	I.2.2.5. Coût estimatif .....	17
<b>I.2.3.</b>	<b>La prise d'eau du canal de la Brillanne.....</b>	<b>18</b>
	I.2.3.1. Principes d'aménagement.....	18
	I.2.3.2. Description et fonctionnement du dispositif .....	18
	I.2.3.3. Coût estimatif .....	18
<b>I.2.4.</b>	<b>La prise d'eau du seuil fusible de Ste Tulle .....</b>	<b>18</b>
<b>I.3.</b>	<b>Besoins de connaissances complémentaires.....</b>	<b>19</b>
<b>II.</b>	<b>La montaison</b>	<b>20</b>
<b>II.1.</b>	<b>Rappels des résultats du diagnostic.....</b>	<b>20</b>
<b>II.2.</b>	<b>Orientations d'aménagements.....</b>	<b>20</b>

<b>II.2.1.</b>	<b>Comportement de l'Apron à la montaison.....</b>	<b>20</b>
<b>II.3.</b>	<b>Principes généraux des dispositifs de franchissement.....</b>	<b>21</b>
<b>II.3.1.</b>	<b>Implantations des ouvrages .....</b>	<b>21</b>
<b>II.3.2.</b>	<b>Les différents types d'ouvrages .....</b>	<b>22</b>
<b>II.3.3.</b>	<b>Seuil fusible de Ste Tulle .....</b>	<b>26</b>
II.3.3.1.	Choix du type de dispositif .....	26
II.3.3.2.	Implantation .....	26
II.3.3.3.	Evolution des niveaux d'eau.....	26
II.3.3.4.	Description des aménagements.....	26
II.3.3.5.	Dispositif de dévalaison .....	28
<b>II.3.4.</b>	<b>Seuil de la Brillanne .....</b>	<b>28</b>
II.3.4.1.	Choix du type de dispositif .....	28
II.3.4.2.	Implantation .....	28
II.3.4.3.	Evolution des niveaux d'eau.....	29
II.3.4.4.	Description des aménagements.....	29
<b>II.3.5.</b>	<b>Seuil de Salignac .....</b>	<b>31</b>
II.3.5.1.	Choix du type de dispositif .....	31
II.3.5.2.	Implantation .....	31
II.3.5.3.	Evolution des niveaux d'eau.....	32
II.3.5.4.	Description des aménagements.....	33

## Liste des planches

1a	Schéma de principe du dispositif de dévalaison du canal d'Oraison – vue générale
1b	Schéma de principe du dispositif de dévalaison du canal d'Oraison – déflecteur de fond
1c	Schéma de principe du dispositif de dévalaison du canal d'Oraison – chambre de décompression et bassins de dévalaison
2	Schéma de principe d'aménagement de la prise d'eau du barrage de la Brillanne
3	Schéma de principe du dispositif de montaison et de dévalaison du seuil fusible de Ste Tulle
4	Schéma de principe du dispositif de montaison du seuil de la Brillanne
5	Schéma de principe du dispositif de montaison du seuil de Salignac (Variante 1)
6	Schéma de principe du dispositif de montaison du seuil de Salignac (Variante 2)

## Liste des figures

1	Coupe longitudinale de principe d'une configuration en enrochements jointifs
2	faciès lotique (radier, pente ~ 1%)
3	Schémas de principe macrorugosités régulièrement réparties
4	Schémas de principe d'une passe à poissons à bassins successifs à fentes verticales

## Liste des tableaux

1	Evolution des niveaux d'eau en fonction des débits seuil fusible de Ste Tulle
2	Evolution des niveaux d'eau en fonction des débits seuil de la Brillanne
3	Evolution des niveaux d'eau en fonction des débits – abaissement global de la crête du seuil de Salignac de 1.8 m
4	Evolution des niveaux d'eau en fonction des débits – abaissement partiel de la crête du seuil de Salignac de 1.85 m

## Liste des annexes

1	Pistes d'expériences à mener sur l'Apron pour préciser les hypothèses comportementales du poisson
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------



---

## Avant propos

---

L'Apron du Rhône (*Zingel asper*), espèce en danger d'extinction en France, a fait l'objet d'un programme de conservation subventionné par l'Union Européenne à la fin des années 1990 (Life Apron 1998-2001). Ce premier programme a permis d'approfondir les connaissances de la biologie et de la répartition de l'espèce. Un deuxième programme d'une durée de cinq ans a été initié en juillet 2004, il a pour but de mettre en place des mesures de conservation concrètes visant à arrêter la régression de l'espèce.

Les mesures prioritaires concernent la restauration de la connectivité des habitats sur les cours d'eau où l'espèce est encore présente afin de favoriser le brassage génétique et d'optimiser le nombre de reproducteurs par site de fraie.

Selon les derniers inventaires et observations réalisés par le CSP, l'Apron du Rhône est présent sur la Durance depuis le barrage de la Saulce jusqu'à Cadarache, soit une centaine de kilomètres. Ce tronçon est morcelé par la présence de sept barrages et seuils dérivant une partie du cours de la Durance vers un canal usinier. Neuf usines hydroélectriques se succèdent sur ce canal, formant une chaîne de production importante.

Dans le cadre du programme Life Apron II, une étude préliminaire de décloisonnement est prévue sur ce linéaire. Cette étude a pour objectif de:

- Phase I : Réaliser un diagnostic de la continuité écologique sur la Durance dans le secteur de La Saulce à Cadarache.
- Phase II : Analyser la problématique de dévalaison et de montaison de l'Apron.
- Phase III : Proposer des solutions techniques pour la montaison et la dévalaison de l'Apron sur certains ouvrages dans le but de décloisonner les habitats dans les tronçons de la Durance délimités par les grands barrages.

Ce dossier présente les résultats de la phase III relatifs aux solutions techniques pour la montaison et la dévalaison de l'Apron.



---

## **I. La dévalaison**

---

### **I.1. Rappels des résultats du diagnostic**

Les zones de la Durance favorables au développement de l'Apron sont fortement morcelées et isolées par les aménagements hydroélectriques aussi bien en montaison qu'en dévalaison.

Les caractéristiques des usines (dimensions, nombre, ramification des canaux,...) rend difficilement envisageable le traitement de la problématique dévalaison au droit de chaque ouvrage.

La logique conduit donc à proposer des aménagements en tête de dérivation de file d'usines, notamment pour celles présentant le plus d'impact pour l'Apron (mortalité ou confinement dans les canaux).

Le diagnostic a mis en évidence que sur les cinq principaux points de dérivation (La Saulce, St Lazare, l'Escale, Ste Tulle, Cadarache), deux s'avèrent stratégiques pour l'amélioration de la dévalaison de l'Apron.

Le premier est la dérivation de l'Escale (canal d'Oraison), pour laquelle l'amélioration de la dévalaison permettrait de réduire de 40% la mortalité tout en remettant en communication la partie amont de la zone d'étude avec la partie aval.

L'autre site est la prise fusible de Ste Tulle. Le gain en termes de réduction de mortalité est nettement plus faible que le précédent (8%), mais il s'agit de la prise d'eau la plus facilement aménageable de par ses dimensions réduites, la faible chute existante et la facilité d'accès.

En complément de ces deux principaux sites, la prise d'eau du seuil de La Brillanne semble intéressante à aménager. Les aprons entrants par la prise d'eau du canal d'irrigation de La Brillanne sont considérés, au regard de la complexité du réseau, comme ne rejoignant pas la Durance, ce qui équivaut à une perte nette pour la zone d'étude. La probabilité de dévalaison par le canal est du même ordre de grandeur que la prise de Ste Tulle (7.5%). Elle est également facilement aménageable de par sa configuration et ces dimensions réduites.

Les autres sites ne présentent pas d'intérêt à l'amélioration de la dévalaison ou ne s'avèrent pas prioritaires :

- **La Saulce**

Le barrage de la Saulce est proche de la limite amont de répartition naturelle de l'Apron. Il n'existe pas à l'heure actuelle d'observations témoignant de la présence de l'Apron en amont de cet ouvrage.

Les caractéristiques du barrage de la Saulce et notamment de la prise d'eau nécessiteraient la réalisation d'aménagements importants pour assurer la dévalaison de l'Apron (cf. dispositif de dévalaison canal Oraison).

Le rétablissement de la continuité avec le tronçon aval, par la mise en place d'un dispositif de dévalaison, ne présente donc pas, en l'état actuel des connaissances de répartition de l'Apron, d'intérêt significatif.

#### - **St Lazare**

La mortalité par dévalaison imposée par la prise de St Lazare (barrage + usine) de Salignac est du même ordre de grandeur que pour la prise fusible de Ste Tulle (10%). Cependant, les caractéristiques du barrage St Lazare et notamment de la prise d'eau nécessiteraient la réalisation d'aménagements importants pour assurer la dévalaison de l'Apron.

Le rétablissement de la continuité avec le tronçon aval, par la mise en place d'un dispositif de dévalaison, n'apparaît donc pas prioritaire étant donné le faible gain au regard de l'importance des aménagements à réaliser. De plus, on notera que la dévalaison au barrage de St Lazare peut être indirectement restaurée par l'équipement du seuil de Salignac par une passe à poissons, permettant aux aprons sortant de l'usine de Salignac (poissons dévalants de l'amont du barrage de St Lazare) de remonter sur le tronçon aval du barrage de St Lazare ou sur le Jabron.

#### - **Cadarache**

Le barrage de Cadarache se situe en limite aval de la zone d'étude. Au regard des données de répartition de l'Apron sur la Durance, cet ouvrage se trouve actuellement éloigné des zones amont de production. Concernant l'aval du barrage, il n'existe pas d'observations ou de témoignage sur la présence de l'apron autre qu'un individu observé au niveau de Saint-Paul-les-Durance en 2002 au cours d'une pêche électrique apron par le Laboratoire d'hydrobiologie de l'université de Provence. Les enjeux actuels quant à la restauration de la dévalaison apparaissent donc faibles.

En termes d'équipement, la restauration de la dévalaison de l'Apron en aval du barrage nécessiterait, à l'image des autres barrages, la réalisation d'aménagements importants.

En conséquence, le rétablissement de la continuité avec le tronçon aval, par la mise en place d'un dispositif de dévalaison, ne constitue pas, à l'heure actuelle, une priorité.

## **I.2. Orientations d'aménagements**

### **I.2.1. Rappels des caractéristiques de l'Apron susceptibles d'influencer la dévalaison**

Aucun système ou mode de gestion relatif à la dévalaison de l'Apron n'a été mis en place à ce jour sur un cours d'eau. La connaissance et le retour d'expérience relatifs au dimensionnement de dispositifs sont donc à l'heure actuelle inexistantes.

La définition de dispositifs doit s'appuyer sur les caractéristiques ou comportements spécifiques à l'Apron connus ou supposés. **Certains devront être validés ou précisés par expérimentation pour permettre la réalisation d'études de faisabilité (cf. annexe)**

Deux grands types de caractéristiques peuvent être dégagés :

- ***Caractéristiques physiologiques***
  - **physocliste** : L'Apron ne peut supporter une décompression rapide de plus de 0.5 à 0.6 atm soit une remontée de 5 à 6 mètres d'eau (JONES, 1952 ; TSVETKOV, 1971),
  - **poisson de petite taille** : La majeure partie des aprons capturés dans le cadre des inventaires piscicoles est inférieure à une quinzaine de centimètres.
- ***Caractéristiques comportementales***
  - **poisson au déplacement benthique** : Le déplacement de l'Apron est supposé se faire en fond ou à proximité bien que les aprons n'aient pas été observé en dévalaison.
  - **poisson à faible capacité de nage** : La taille réduite du poisson ne lui permet pas de remonter un courant soutenu pendant une longue durée (GAUDIN et PRADELLE, 2001 et LARINIER, 2005).
  - **poisson lucifuge** : L'Apron est un poisson benthique à activité plutôt nocturne ayant tendance à fuir la lumière.

**D'une façon générale, ces caractéristiques physiologiques ou comportementales constituent la base des contraintes à prendre en compte afin d'établir les principes d'aménagement.**

## **1.2.2. Le canal d'oraison**

### ***1.2.2.1. Principes d'aménagement***

La dévalaison de l'Apron par surverse ou sousverse par les vannes mobiles du barrage de l'Escale est à exclure étant donné les forts risques de mortalité par décompression.

De même, la réalisation d'un dispositif spécifique de dévalaison au droit des vannes s'avère difficilement envisageable, nécessitant la prise en charge du poisson en fond de la retenue avec un débit suffisamment important pour être attractif. Étant donné la forte profondeur de la retenue (15 à 16 m), ce dispositif devrait être complété par un important système assurant une décompression progressive pour une restitution en aval du barrage sans risque de mortalité pour l'Apron.

Si la prise en charge des poissons ne peut être effectuée au droit du barrage, la solution s'oriente donc vers la prise d'eau ou le canal de dérivation. Cette solution présente plusieurs avantages car il s'agit d'une zone de circulation du poisson (145 individus recensés lors de la vidange de 1998), de profondeur moindre (5 à 7 m), et de section mieux adaptée qu'une retenue de barrage pour l'attractivité d'un dispositif de dévalaison.

Étant donné l'importance des débits mis en jeu par la dérivation, un système de grille adaptée à la taille du poisson (grille fine espacement barreaux 15-20 mm) n'est pas envisageable. Il convient de jouer sur le comportement supposé du poisson à la dévalaison (déplacement en fond) pour le guider à l'aide de déflecteurs complétés par un éventuel dispositif de répulsion (lumière).

Les profondeurs de la prise d'eau et du canal de dérivation restent supérieures aux variations rapides admissibles par les poissons physoclistes. Il convient donc d'adopter des dispositifs de décompression progressive.

En conclusion, il convient de mettre en place un dispositif permettant de « capter » le poisson en fond de canal tout en lui assurant une décompression progressive avant rejet dans le milieu récepteur.

### ***1.2.2.2. Emplacement***

Deux emplacements apparaissent intéressants pour l'aménagement d'un dispositif de dévalaison. Le premier emplacement concerne la prise d'eau du barrage de l'Escale tandis que le deuxième porte sur le pont canal de la Bléone. Ces points présentent le principal avantage d'être situés à proximité du milieu récepteur, avec la Durance dans le premier cas et la Bléone dans le second.

Si l'on compare ces deux sites, le pont canal sur la Bléone s'avère plus favorable à la mise en place d'un dispositif de dévalaison. En effet, la prise en fond de canal du dispositif de dévalaison nécessiterait au niveau de la prise d'eau du barrage de percer la digue latérale sur toute sa base soit une trentaine de mètres tandis qu'au niveau du pont canal, celle-ci peut être effectuée directement dans le cuvelage de l'ouvrage. L'autre

aspect favorable au site du pont canal, est l'éloignement vis-à-vis de la retenue de l'Escale laissant supposer que le poisson est acclimaté à la profondeur du canal alors qu'au niveau de la prise d'eau du barrage, il peut être en cours d'acclimatation le rendant alors plus sensible au phénomène de décompression.

Nous retiendrons donc pour la suite de la description une implantation du dispositif de dévalaison au droit du pont canal de la Bléone.

### **1.2.2.3. Description du dispositif**

Le dispositif sera composé d'un **défecteur de fond** afin de guider les poissons vers la **prise d'eau** de dévalaison. Cette prise d'eau alimentera une **conduite forcée** permettant de sortir le poisson du canal EDF et l'acheminer vers une **chambre de décompression** puis une **série de bassins de dévalaison** avant rejet dans la Bléone.

Les caractéristiques du dispositif sont présentées par la planche 1.

#### **a) Le déflecteur de fond**

Il a pour fonction de guider les poissons jusqu'à la prise d'eau de la conduite forcée. Ce déflecteur sera composé d'un muret suffisamment haut pour que le poisson ne soit pas tenté de le franchir mais plutôt de le longer. Les caractéristiques du muret ne devront pas modifier la capacité du canal de dérivation.

Le muret aura une hauteur de 1 mètre positionné en biais sur le fond du canal, incliné vers la berge droite du canal. La longueur du muret sera de 150 mètres avec un angle par rapport à l'axe du canal de l'ordre de 3°. Ce déflecteur sera implanté à l'amont immédiat de la remontée qu'effectue le profil en long du canal au droit du franchissement de la Bléone.

Le déflecteur sera complété par la mise en place en aval immédiat et en pied d'une série de projecteurs lumineux afin de créer une « barrière » répulsive pour l'Apron en cas de franchissement du muret. Les projecteurs seront régulièrement répartis pour obtenir une luminosité homogène en pied du muret.

Deux séries de pieux espacés de 0.6 m seront positionnées entre le muret et la berge droite du canal. Ces pieux auront pour fonction de bloquer d'éventuels corps dérivants en fond risquant d'obstruer la prise d'eau du dispositif de dévalaison.

#### **b) Prise d'eau de dévalaison et conduite**

La prise d'eau du dispositif de dévalaison sera positionnée à l'extrémité aval du muret déflecteur. Elle sera composée d'un élément de conduite ( $\phi$  800 mm) bloqué par un massif d'ancrage. Elle débouchera dans une conduite de diamètre plus important ( $\phi$  1000 mm) afin de réduire les risques de colmatage. La conduite cheminera en fond du canal jusqu'au début du pont canal. Le cuvelage de ce dernier sera percé pour assurer le passage de la conduite et sa sortie contre le talus de la culée rive droite.

La conduite cheminera à l'horizontale à mi pente du talus de la culée puis de la berge rive droite du canal pour aboutir dans la chambre de décompression. La stabilité de la conduite sur le talus sera assurée au moyen de massifs d'ancrage en béton.

### **c) Chambre de décompression**

Il s'agit d'une chambre couverte à fonctionnement en charge, susceptible de supporter des pressions de 0.3 à 0.4 bar. Elle présentera un volume de 42 m<sup>3</sup>. Sa longueur sera de 8 m pour une largeur de 3.5 m et une hauteur de 1.5 m. Elle sera équipée d'une cheminée d'équilibre d'une hauteur de 3 m.

En entrée dans la chambre, la conduite d'amenée sera équipée d'une vanne de fermeture de type papillon.

La sortie de la chambre sera contrôlée par un orifice de fond de 2 m<sup>2</sup> de section (0.5 x 4 m) . Cette chambre communiquera avec une deuxième chambre ayant pour fonction d'assurer le passage à surface libre des écoulements vers un bassin de réception au moyen d'un orifice de fond de 1 m<sup>2</sup> de section contrôlé par une vanne de fermeture.

### **d) Bassins de dévalaison**

Le premier bassin constitué d'un bassin de tranquillisation recevant le jet de sortie de la chambre de décompression présentera une longueur de 14 m pour une largeur de 3.5 m et une profondeur de 1.5 m.

Ce bassin sera suivi de quinze bassins assurant une descente progressive des écoulements à l'image d'une passe à poissons. Les bassins auront une longueur de 3.4 m pour une largeur de 3 m et une profondeur de 1.6 m. La communication entre bassin se fera au moyen d'orifice de fond de 0.45 m<sup>2</sup>.

Le dernier bassin aval aura des dimensions plus importantes afin de pouvoir l'équiper d'un dispositif de piégeage (grille fine). La sortie du bassin sera équipée d'une vanne de fermeture permettant de réguler le niveau du bassin. La communication entre ce bassin et la Bléone sera assurée au moyen d'une conduite ( $\phi$  1000 mm).

#### ***1.2.2.4. Fonctionnement du dispositif***

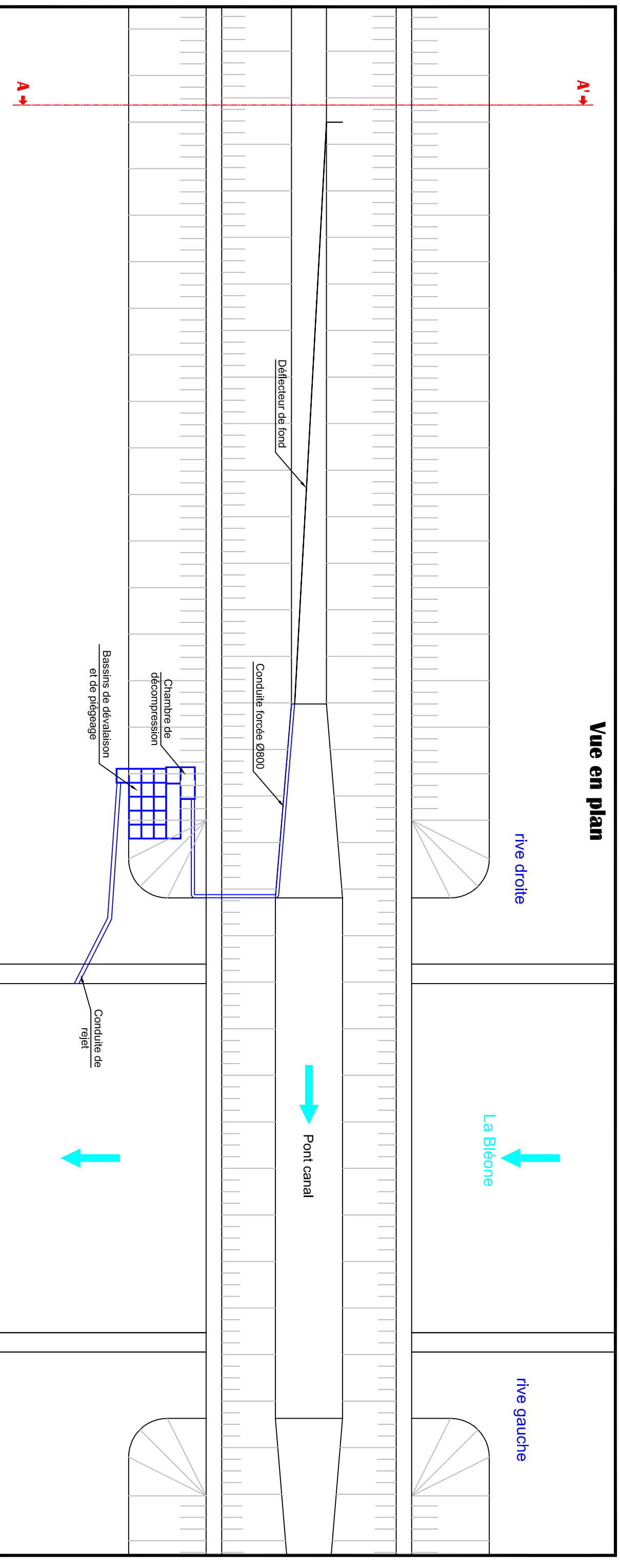
Le débit prélevé par le dispositif sera de 1 m<sup>3</sup>/s. La pression hydrostatique en entrée de conduite va varier entre 0.7 à et 0.8 bar en fonction du niveau d'eau dans le canal (431 à 432 m NGF soit 7 à 8 mètres d'eau).

La vitesse en entrée de conduite ( $\phi$  600) sera forte (3 m/s) afin d'inciter le poisson à s'engager dans le dispositif et à éviter les phénomènes d'aller-retour. Dans la conduite ( $\phi$  800), la vitesse sera plus faible (2 m/s) pour limiter les risques de chocs.

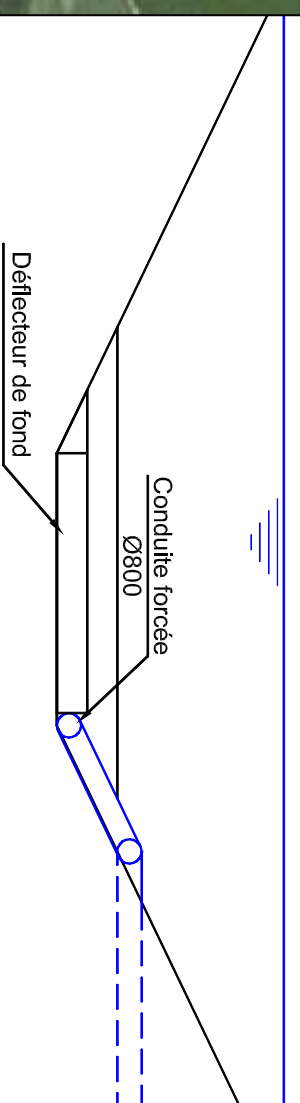
Dans la chambre de décompression, la pression sera de l'ordre de 0.3 bar, soit un écart de 0.4 à 0.5 bar par rapport au canal EDF. La puissance dissipée sera de l'ordre de 50 W/m<sup>3</sup>.



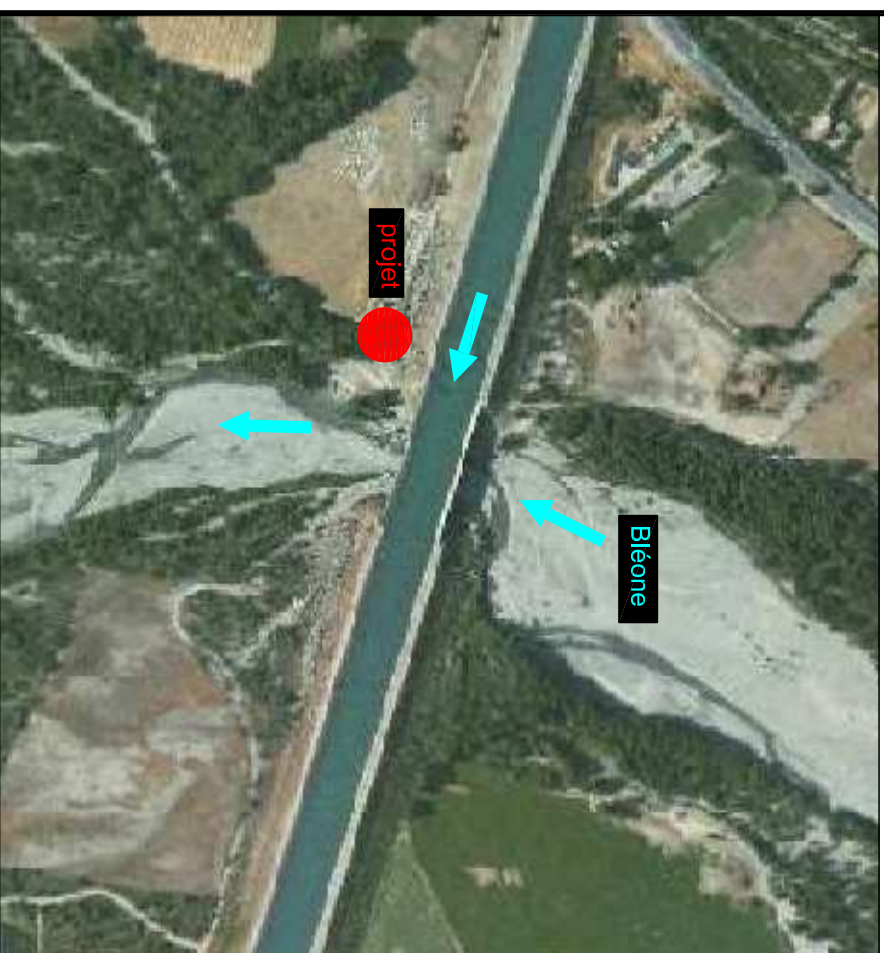
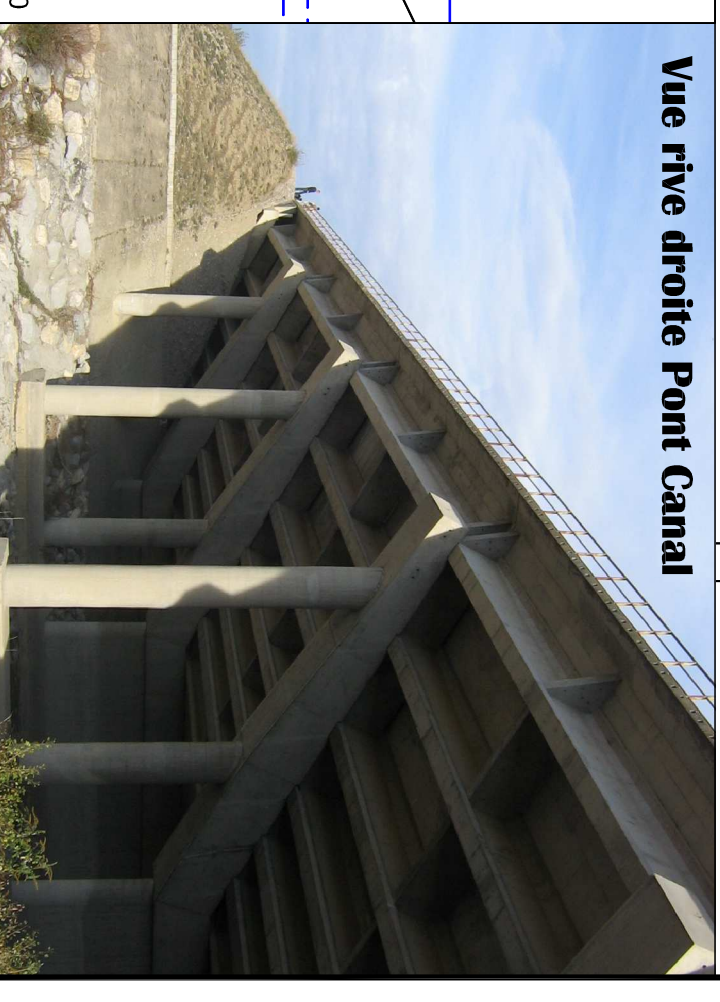
# Vue en plan



# Coupe A - A'



# Vue rive droite Pont Canal



Echelle : 1 / 250

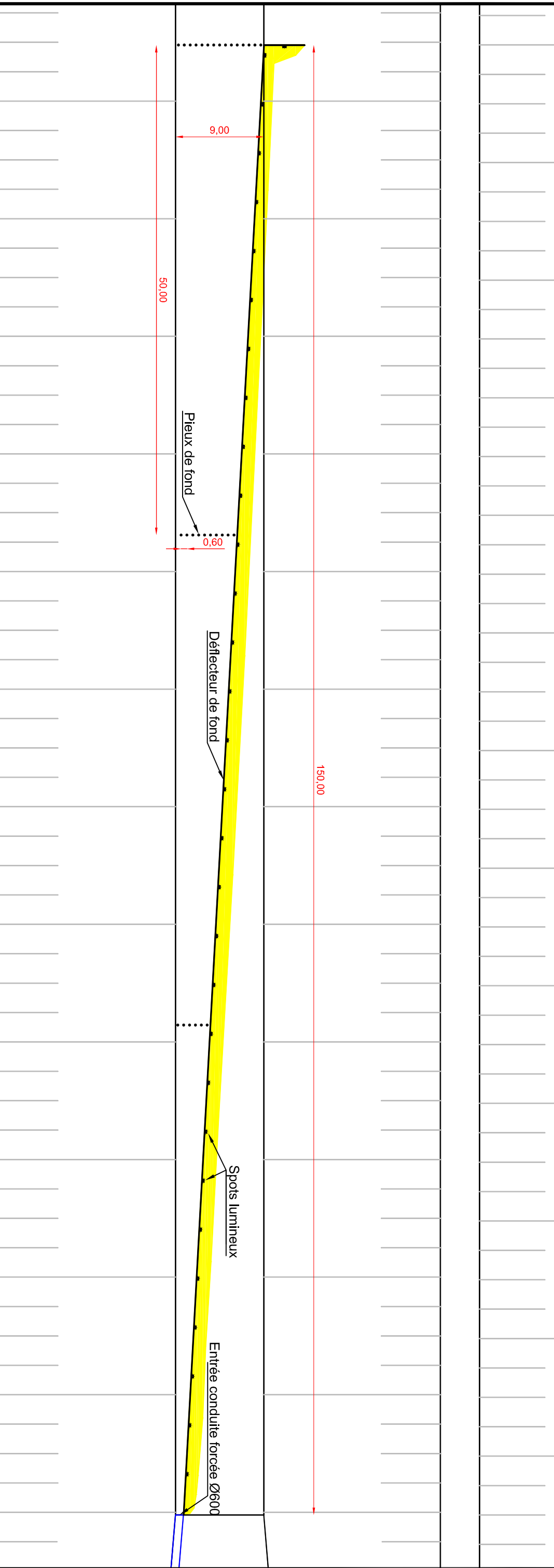


**Schéma de principe du dispositif de dévalaison du canal d'Oraison - Vue générale**

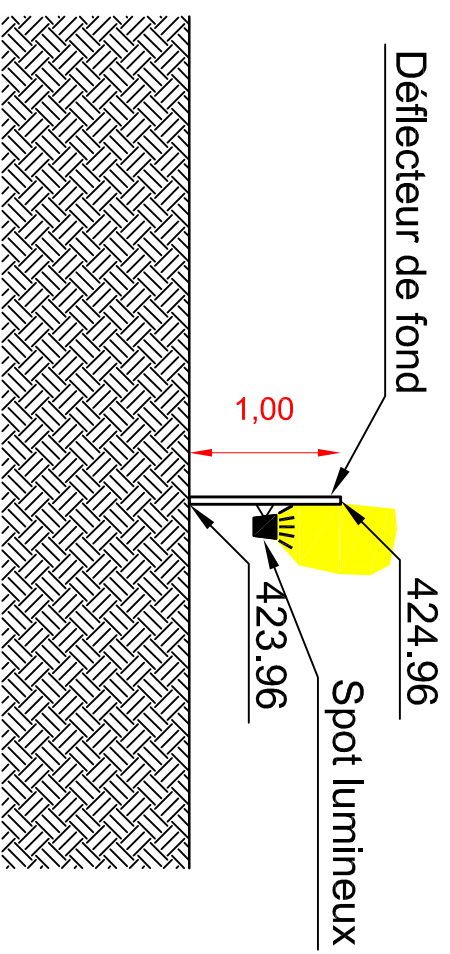
Echelle : 1 / 1 000



### Vue en plan



### Coupe A - A'



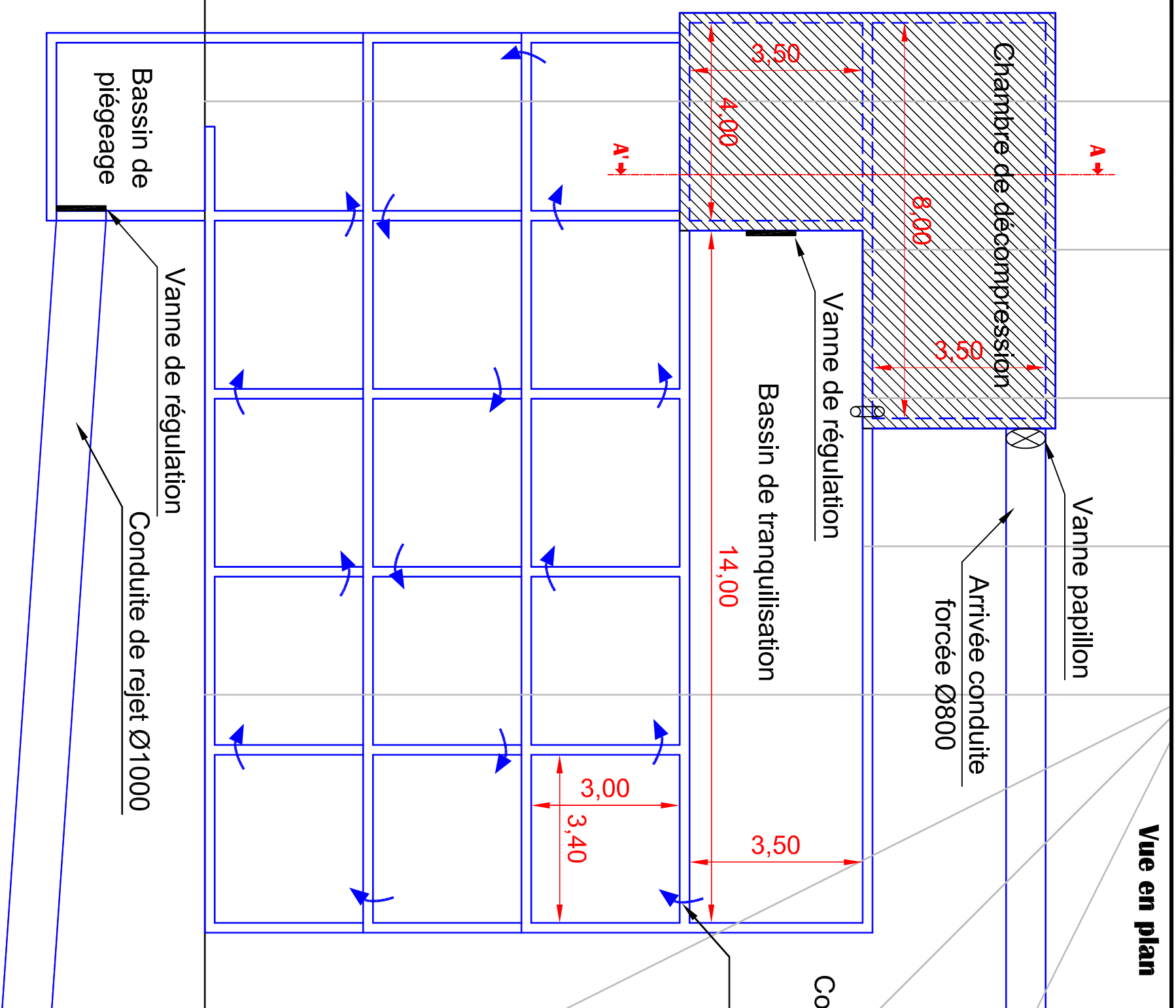
Echelle : 1 / 50



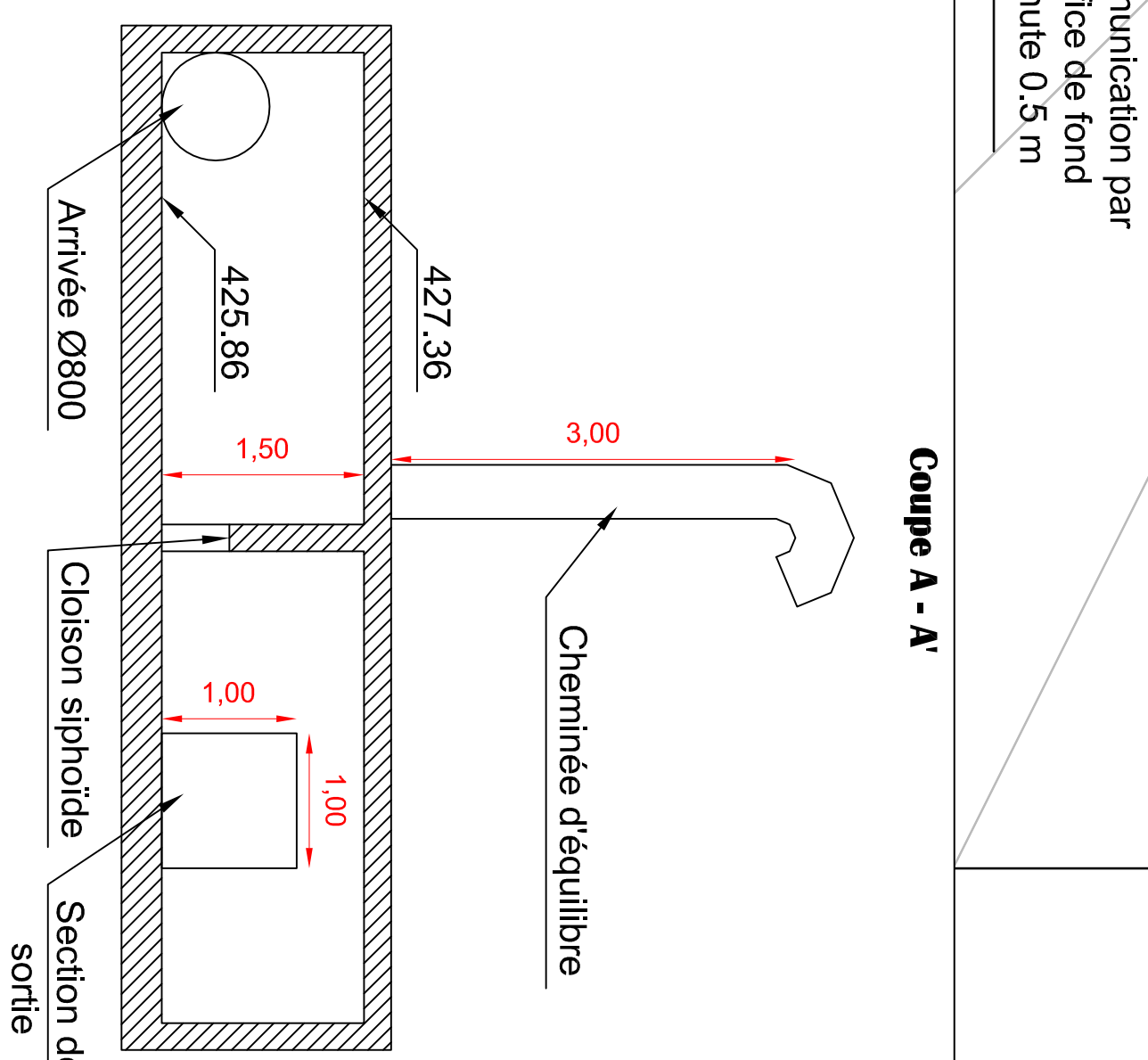
**Schéma de principe du dispositif de dévalaison du canal d'Oraison - Déflecteur**

Echelle : 1 / 400





**Vue en plan**



**Coupe A - A'**



En entrant dans la chambre, la dépression par rapport au canal imposera à l'Apron une remontée au plafond liée à la variation de densité suite à l'expansion de sa vessie natatoire. La configuration de la chambre avec une sortie en partie basse, imposera au poisson un confinement jusqu'à ce que la pression de sa vessie s'équilibre avec celle de la chambre. Etant donné la faible vitesse d'élimination du gaz en excès dans la vessie natatoire ( $10^{-5}$  bar/s, TSVETKOV, 1971), le temps de confinement pourra atteindre une dizaine d'heures.

En sortie, le bassin de tranquillisation sera à surface libre soit un retour à la pression atmosphérique. L'écart avec la chambre de décompression sera au maximum de 0.3 bar. La puissance dissipée dans le bassin sera de l'ordre de 400 w/m<sup>3</sup>. La cote fil d'eau moyenne sera de 427.5 m NGF.

Les chutes entre bassins seront de 0.5 m pour une puissance dissipée de 300 w/m<sup>3</sup>.

En sortie des bassins, dans la conduite de communication avec la Bléone, les vitesses d'écoulement seront de l'ordre de 2 m/s. En sortie dans la Bléone, le fil d'eau de la conduite sera calé en dessous du niveau d'étiage de la Bléone afin de ne pas créer de chute mais un jet d'écoulement.

#### ***1.2.2.5. Coût estimatif***

L'estimation du coût des aménagements est délicate à ce stade de l'étude étant donné l'incertitude liée aux aménagements dans le canal des contraintes techniques concernant le « perçage » du pont canal pour le passage de la conduite.

L'estimation sommaire réalisée à partir de ratio sur les dispositifs de franchissement piscicoles donne une fourchette comprise entre 1 et 1.5 M€ HT.

### **I.2.3. La prise d'eau du canal de la Brillanne**

#### ***I.2.3.1. Principes d'aménagement***

Le diagnostic a mis en évidence qu'une partie des poissons dévalants (7.5 %), pouvait au niveau du seuil de la Brillanne, emprunter la prise d'eau du canal d'irrigation.

La réduction de l'écartement des barreaux de la grille de protection actuelle (écartement 10 cm) n'est pas envisageable, étant donné les risques de colmatage (prise directe en rivière).

Le principe est de limiter les risques d'entrée du poisson dans la prise d'eau au moyen d'un dispositif répulsif de type lumineux.

#### ***I.2.3.2. Description et fonctionnement du dispositif***

Le dispositif sera composé d'un système d'éclairage immergé en entrée de la prise d'eau pour réduire les risques d'entrée des poissons lucifuges comme l'Apron dans le canal d'irrigation.

Les projecteurs au nombre de 4 (2 par entrées), auront une puissance nominale de 150 W. Ils devront être adaptés afin de produire un éclairage en continu ou discontinu (flash).

Ils seront fixés sur les montants latéraux des deux entrées de la prise d'eau et immergés à la cote 344.00 m NGF soit 0.4 m en dessous du fil d'eau étiage.

Cet aménagement nécessitera l'amenée de l'électricité sur le site.

Les caractéristiques du dispositif sont présentées par la planche 2.

#### ***I.2.3.3. Coût estimatif***

Le coût de l'installation, y compris la mise en place d'une ligne électrique en tranchée sur une distance de 300 m, est estimé à 25 k€ HT.

### **I.2.4. La prise d'eau du seuil fusible de Ste Tulle**

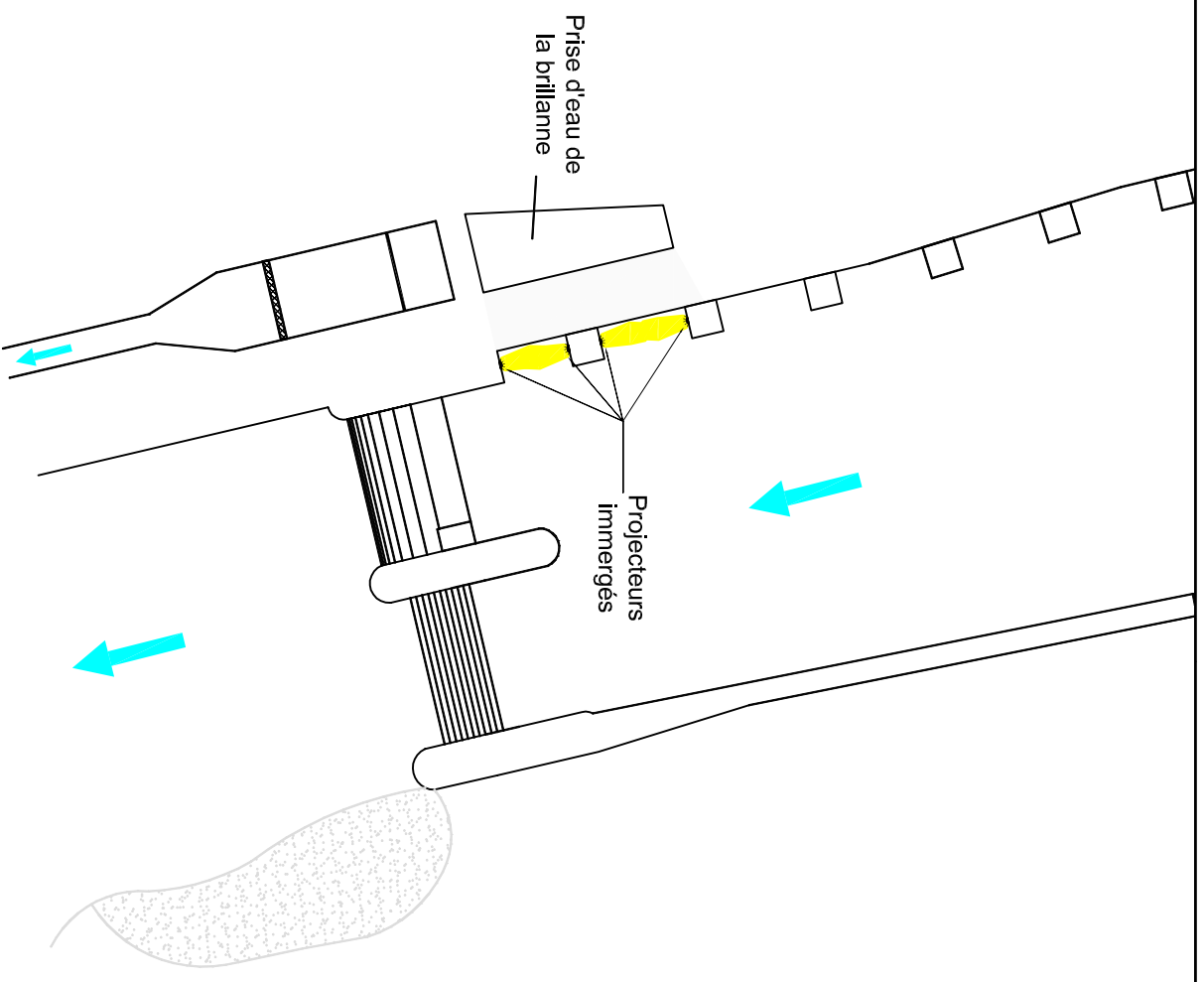
Le dispositif de dévalaison de la prise du seuil fusible de Ste Tulle est intégré au dispositif de montaison. Les aménagements sont présentés au chapitre II.2.2.



**Vue du barrage**



**Vue de dessous**



***Schéma de principe du dispositif de montage du seuil de la Brillanne***

**Echelle : 1 / 500**



### **I.3. Besoins de connaissances complémentaires**

Les orientations d'aménagements de dévalaison proposées reposent sur un certain nombre d'hypothèses liées à la méconnaissance de l'Apron.

L'amélioration des connaissances sur le poisson permettront de valider, de modifier ou compléter les orientations d'aménagement proposées afin de réaliser des études de faisabilité des ouvrages de dévalaison.

Les besoins concernent principalement le comportement de l'Apron par rapport :

↳ **au phénomène de décompression :**

Deux aspects s'avèrent importants à vérifier concernant les phénomènes de décompression, conditionnant les dispositifs de dévalaison.

Le premier est de vérifier si les ordres de grandeurs cités dans la littérature relatifs aux limites de résistance des poissons physoclistes (0.5 à 0.6 atm) sont confirmés pour l'Apron. Cet aspect conditionne la mise en place d'un ou plusieurs dispositifs de décompression.

La deuxième vérification concerne le phénomène de flottaison engendré par la décompression. Il s'agit de définir le comportement du poisson en fonction de l'importance de la décompression (activité, position dans la lame d'eau, ...). Cet aspect conditionne les dimensions et caractéristiques des dispositifs de décompression (cloison siphonide, ...).

↳ **à un obstacle :**

Il s'agit de définir le comportement du poisson vis-à-vis d'un obstacle de type muret de fond afin de préciser les dimensions ainsi que l'angle à donner à ce dernier pour guider au mieux le poisson et éviter son franchissement.

↳ **à une source lumineuse :**

Le caractère lucifuge de l'Apron doit être précisé pour confirmer la possibilité de répulsion par la lumière. Il conviendra d'évaluer à partir de quelle intensité la source de lumière devient répulsive ainsi que sa distance d'efficacité.

Outre les aspects précédents, il conviendra d'améliorer la connaissance du comportement du poisson en milieu naturel notamment vis-à-vis des conditions de dévalaison (tout au long de l'année, en crue, ...). La faible densité des individus dans le milieu naturel, rend difficile le suivi des futurs dispositifs de dévalaison. Le fait de mieux cerner quand s'effectue la dévalaison de l'Apron, permettra d'optimiser le suivi de ces dispositifs.

---

## **II. La montaison**

---

### **II.1. Rappels des résultats du diagnostic**

Le rétablissement de la montaison est limité par la difficulté d'équipement des barrages de retenue (hauteur de chute comprise entre 7 et 21 m).

Ce morcellement imposé, combiné au fait que les populations d'aprons les plus denses se situent dans la partie amont de la zone d'étude, à tendance à réduire l'enjeu du rétablissement de la montaison par rapport à l'aspect dévalaison.

Néanmoins, les seuils à faible hauteur de chute, constituant des obstacles intermédiaires, peuvent être équipés permettant alors d'améliorer les échanges à la montaison entre deux barrages.

Ces seuils sont ceux de Salignac, La Brillanne et Ste Tulle dont les hauteurs de chutes sont comprises entre 0.5 et 3.5 m.

### **II.2. Orientations d'aménagements**

#### **II.2.1. Comportement de l'Apron à la montaison**

L'Apron est un poisson typiquement benthique qui ne se déplace que très rarement en pleine eau. Trois types de déplacements se distinguent :

- la nage lente, à l'aide des nageoires pectorales est utilisée en pleine eau sur des courtes distances ou près du fond, par à coup (approche d'une proie),
- la nage rapide, avec la nageoire caudale, est utilisée pour la fuite ou le déplacement dans les écoulements rapides,
- la nage à reculons, produite par mouvement inverse des nageoires pectorales. Ce type de déplacement s'observe après la capture d'une proie ou lorsque l'Apron rentre sous un abri.

Les expérimentations menées au fluvarium des Ramières dans le cadre du premier programme Life (GAUDIN et PRADELLE, 2001) ont mis en évidence sur des aprons d'une dizaine de cm (taille moyenne 9.7 cm) que dans une zone de courant type radier, la progression du poisson se fait par étapes, avec des pauses entre les galets. Les vitesses de nage en pointe sont comprises entre 1.3 et 1.4 m/s. Les expérimentations ont également mis en évidence qu'une faible chute (5 cm) pouvait être un obstacle à la migration lorsque la lame d'eau était du même ordre de grandeur (10 cm).

Les expérimentations du 2<sup>ème</sup> programme Life, menées de mai à septembre 2005 à l'IMFT et au fluvarium des Ramières (GOMES, VIGHETTI, LARINIER 2005), ont permis de compléter ces observations concernant le comportement du poisson au niveau de singularités hydrauliques mises en place dans les passes à poissons. Les dispositifs préconisés sont des passes à bassins à rugosités de fond, de hauteur de chute max. 0.15 m et puissance dissipée max. 150 w/m<sup>3</sup>, et des passes rustiques à plots dispersés ou régulièrement espacés. Le poisson utilise les gros blocs comme zone de repos et progresser de proche en proche. Il a tendance à être piégé par les zones de recirculation ou dans des zones de faible courant que l'on peut rencontrer dans des configurations type bassin. Le poisson utilise également la rugosité de fond pour faciliter sa progression ainsi que pour se repérer. La configuration la plus favorable pour la progression de l'Apron est une disposition régulière de blocs complétée par une rugosité de fond de type galets.

**Si les différentes expérimentations ont permis d'améliorer la connaissance des capacités de nage, les informations relatives au comportement de prospection aux abords d'un obstacle (pied de barrage) restent méconnues. On supposera alors, à l'image des autres espèces que l'Apron est attiré par la veine d'eau principale générée en pied de l'ouvrage.**

## **II.3. Principes généraux des dispositifs de franchissement**

### **II.3.1. Implantations des ouvrages**

Il est important de souligner que chaque barrage est un cas particulier et que l'on ne peut généraliser. L'implantation d'un dispositif de franchissement piscicole va dépendre de critères dont l'importance sera variable suivant la nature et la configuration de chacun des sites.

Quelle que soit la configuration du barrage dans le lit du cours d'eau (arc de cercle, en biais, droit ...), le poisson doit trouver facilement l'entrée de l'ouvrage de franchissement. Pour cela, il doit se situer dans la partie du barrage où les poissons sont instinctivement attirés.

Les critères d'implantation de l'ouvrage de franchissement peuvent être répartis en deux groupes :

- ***Critères biologiques***

Comme nous l'avons vu précédemment, le comportement de prospection de l'Apron au pied d'un obstacle est méconnu. Nous retiendrons donc les critères classiquement utilisés pour les migrateurs tout en tenant compte qu'il s'agit d'un poisson aux capacités de nage proportionnelles à sa taille et à son comportement benthique.

- Instinctivement, le poisson a tendance à remonter le plus en amont possible, jusqu'à ce qu'il soit arrêté par un obstacle infranchissable. L'entrée piscicole de la passe devra donc préférentiellement se situer à proximité du point de plus haute remontée.

- Dans le cas où la restitution du débit du cours d'eau crée à l'aval du barrage un écoulement préférentiel (échancrure dans le barrage), l'entrée de la passe devra dans la mesure du possible être située à proximité de cet écoulement afin de bénéficier du rôle attractif de celui-ci.
- **Critères liés aux contraintes techniques**
- L'ouvrage devra être facile d'accès pour sa construction, mais surtout pour son entretien (généralement en rive).
- Le site d'implantation devra être le plus possible à l'abri des écoulements de crue, afin d'éviter toute déstabilisation ou endommagement de l'ouvrage dus aux turbulences.

Ces critères s'avèrent quelquefois contradictoires (exemple : emplacement facile d'accès pour l'entretien en rive droite et emplacement de plus haute remontée en rive gauche).

Dans ce cas, c'est le critère technique qui est retenu. En effet, un ouvrage non entretenu devient rapidement inefficace (obstruction des passages par des branchages, comblement de l'ouvrage par des alluvions, ...).

Le critère d'accessibilité pour l'entretien de l'ouvrage est donc privilégié au détriment de l'attractivité initiale du barrage. L'attractivité de l'entrée de l'ouvrage de franchissement est alors améliorée artificiellement par la mise en place d'un débit d'attrait.

### **II.3.2. Les différents types d'ouvrages**

Les ouvrages devront, par conception, être le moins sensible possible aux risques de colmatage par engrèvement ou embâcles. En effet, excepté le site de Salignac, les seuils de Ste Tulle et de La Brillanne se trouvent relativement isolés sans surveillance directe. On s'orientera préférentiellement vers des solutions dites « rustiques ».

A partir des expérimentations faites aux Ramières en 2001 et 2005 ainsi que des dernières expérimentations du GHAAPPE sur la conception des passes à poissons dites « naturelles » (rapport GHAAPPE RA.06.06-V1, décembre 2006), deux orientations d'aménagement peuvent être envisagées :

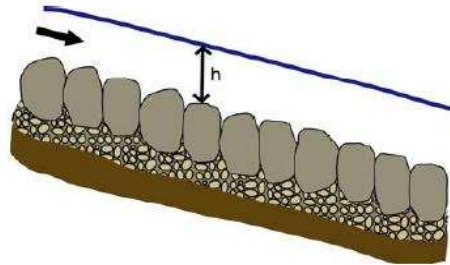
- **dispositif à macrorugosités :**

Il s'agit du principe le mieux adapté au comportement migratoire de l'Apron. Plusieurs configurations de macrorugosités sont envisageables. Dans le cas de l'aménagement des trois seuils, nous avons retenu les configurations « macrorugosités régulièrement réparties » et « rampe en enrochements jointifs ».

Dans les deux cas, le principe est de répartir de façon homogène le dénivelé total de la chute du barrage sur l'ensemble du développé de la passe à poissons.

- **Rampe en enrochements jointifs :**

Il s'agit de rampes constituées de blocs de dimensions relativement uniformes disposés les uns contre les autres et formant un coursier de faible pente. Cette rugosité de fond joue le rôle de frein hydraulique ainsi que de repère pour le poisson.



**Figure 1 : Coupe longitudinale de principe d'une configuration en enrochements jointifs (GHAAPPE, Guide technique pour la conception des passes « naturelles » RA.06.06-V1, décembre 2006)**

Cette configuration est retenue lorsque la chute à rattraper est faible avec peu de marnage du plan d'eau amont et lorsqu'il y a des risques de chocs directs par déversement.

La pente longitudinale retenue est de 2 % afin de limiter les vitesses d'écoulements combiné à un dévers latéral pour offrir à l'Apron ainsi qu'aux autres espèces une gamme variée de profondeur d'eau dans l'ouvrage.

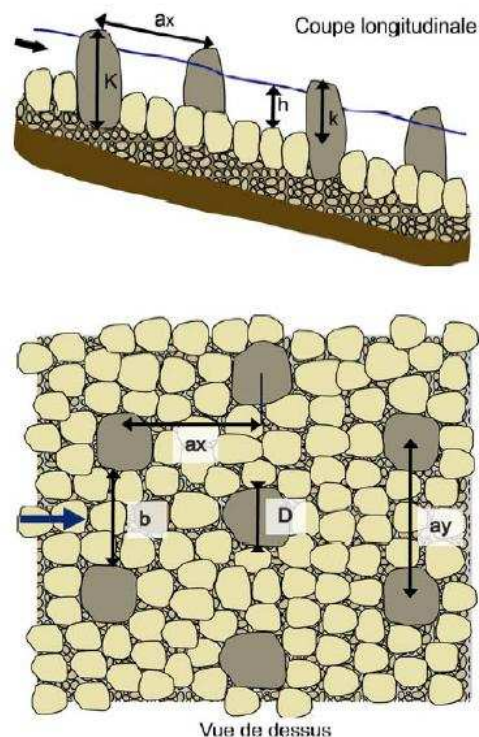
Ce type d'aménagement a tendance à se rapprocher des caractéristiques d'écoulement des radiers ou plats rapides existants sur la Durance présentant des pentes de l'ordre de 1%.



**Figure 2 : faciès lotique (radier, pente ~ 1%)**

### - **Macrorugosités régulièrement réparties :**

Les plots (macrorugosités) sont régulièrement répartis sur un coursier rugueux. Ils jouent le rôle de frein hydraulique ainsi que de refuge pour le poisson (zone à faible vitesse) en aval immédiat. La rugosité de fond vient compléter les possibilités de repos et permet au poisson de se repérer.



**Figure 3 : Schémas de principe d'une configuration à macrorugosités régulièrement réparties (GHAAPPE, Guide technique pour la conception des passes « naturelles » RA.06.06-V1, décembre 2006)**

Cette configuration est retenue lorsque la chute à rattraper est modérée avec un marnage du plan d'eau amont et qu'il n'y a pas ou peu de risques de chocs directs par déversement.

La pente longitudinale retenue est de 3 % afin de limiter les vitesses d'écoulements combiné à un dévers latéral pour offrir à l'Apron ainsi qu'aux autres espèces une gamme variée de profondeur d'eau dans l'ouvrage.

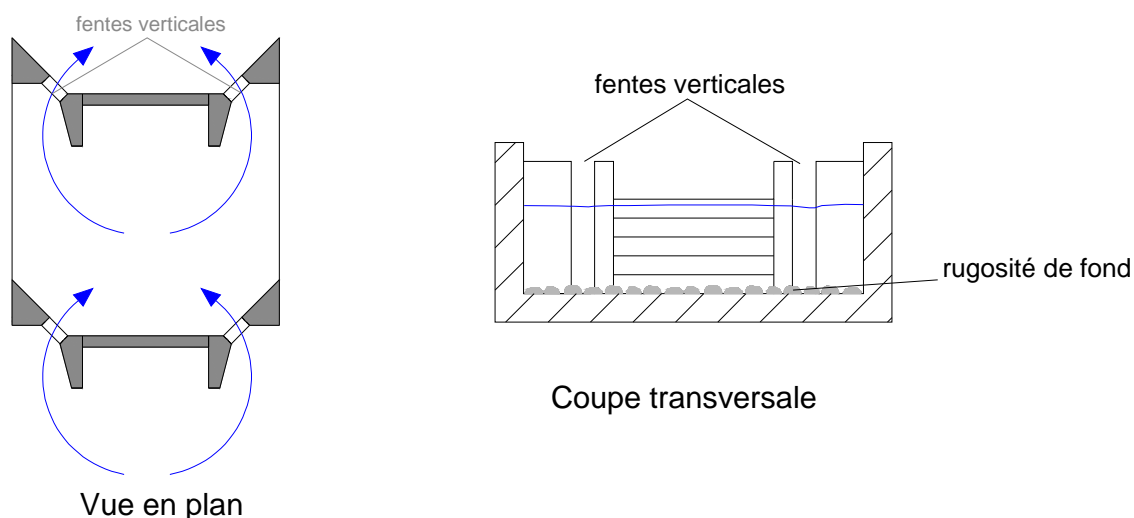
Une concentration en plots de 13% (rapport du nombre de plots disposés sur une surface sur le nombre maximal de plots jointifs que pourrait accueillir cette surface) apparaît être parmi les configurations les plus intéressantes assurant une gamme hauteur-vitesse favorable au franchissement piscicole relativement étendue. Cela correspond à un espacement relatif des plots de l'ordre de 2.5 fois le diamètre du plot.

- **Dispositif à fentes verticales:**



Ce dispositif peut être franchi par l'Apron sous réserve que les fentes verticales descendent jusqu'au radier (sans marche). Lors des expérimentations (GOMES, VIGHETTI, LARINIER, 2005), il a été mis en évidence qu'il a tendance à ralentir la montaison de l'apron (piégeage dans les zones de recirculation) sans cependant entraîner de dévalaison. Pour limiter les zones de recirculation et améliorer la répartition des turbulences, la communication entre bassin doit être assurée par deux échancrures orientées en opposition. On notera que ce type de configuration s'avère également bien adapté au comportement migratoire des cyprinidés d'eaux vives.

Le principe de la passe à bassins successifs est de diviser le dénivelé total du barrage en une série de chutes, compatibles avec la capacité de nage du poisson, au moyen d'une succession de bassins. Le passage de l'eau d'un bassin à un autre (chute) se fait au moyen de deux fentes verticales portant sur toute la hauteur de la cloison et orientées en opposition vers le centre du bassin aval.



**Figure 4 : Schémas de principe d'une passe à poissons à bassins successifs à fentes verticales**

La largeur des fentes sera de 0.30 m. Le nombre de bassins est fonction du dénivelé total du barrage et de la chute entre bassin retenue (0.15 m). La dimension des bassins est estimée afin d'éviter une turbulence trop forte au sein même du bassin. L'indicateur utilisé pour mesurer cette turbulence est la puissance dissipée (due à la chute) par unité de volume du bassin. En considérant une hauteur d'eau minimum de 0.8 m dans les bassins, leur surface sera définie afin de ne pas dépasser 150 w/m<sup>3</sup> en étiage. La pente maximale sera de 6% soit une distance entre cloison de 2.5 m.

### **II.3.3. Seuil fusible de Ste Tulle**

#### **II.3.3.1. Choix du type de dispositif**

Etant donné la faible hauteur de chute à rattraper, l'ouvrage retenu est une rampe en enrochements jointifs. Cette passe à poissons sera couplée à un dispositif de dévalaison (déflecteur + canal de dévalaison).

#### **II.3.3.2. Implantation**

L'implantation de l'ouvrage se fera en lieu et place de l'actuel dispositif de restitution du débit réservé (3.6 m<sup>3</sup>/s).

#### **II.3.3.3. Evolution des niveaux d'eau**

L'objectif est d'assurer le fonctionnement de l'ouvrage sur une durée au cours de l'année équivalente à environ 90% du temps, correspondant généralement de l'étiage à deux fois le module pour les cours d'eau naturels.

Dans le cas du seuil fusible de Ste Tulle, la passe à poissons devra être fonctionnelle environ 80% pour un débit variant de 3.6 m<sup>3</sup>/s (débit réservé) à 4 m<sup>3</sup>/s. Au-delà, le débit augmente rapidement entraînant une surverse sur le seuil ainsi que sa rupture restaurant par la même le passage du poisson.

Pour cette gamme de débits, les niveaux d'eau en amont et en aval de l'ouvrage sont :

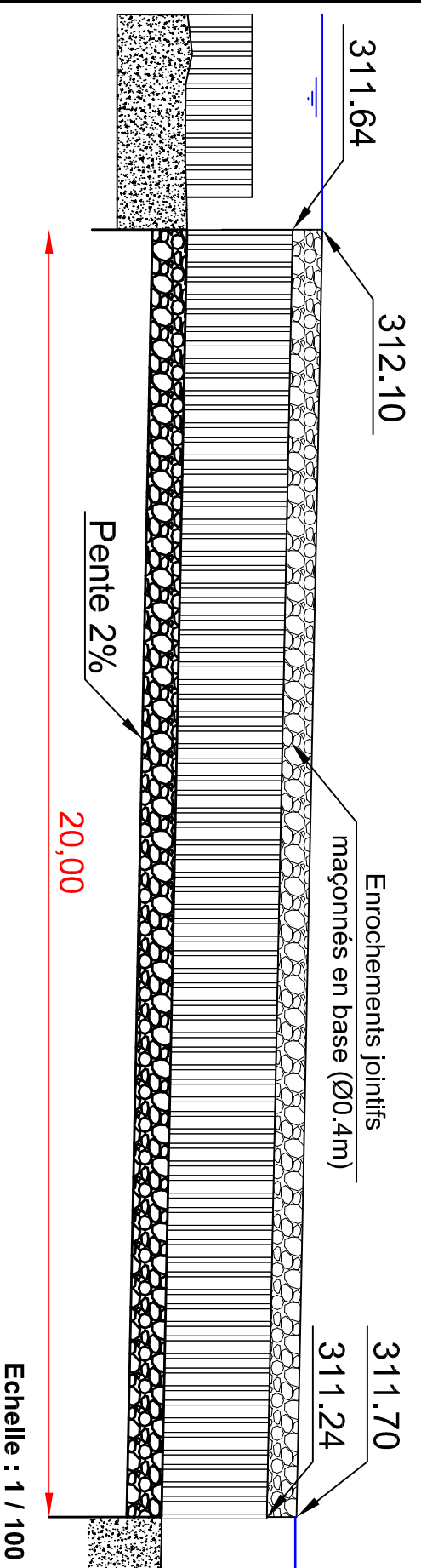
	Niveau d'eau amont m (NGF)	Niveau d'eau aval m (NGF)
Débit 3.6 m <sup>3</sup> /s	312.10	311.70
Débit 4 m <sup>3</sup> /s	312.13	311.73

Tableau 1 : Evolution des niveaux d'eau en fonction des débits seuil fusible de Ste Tulle

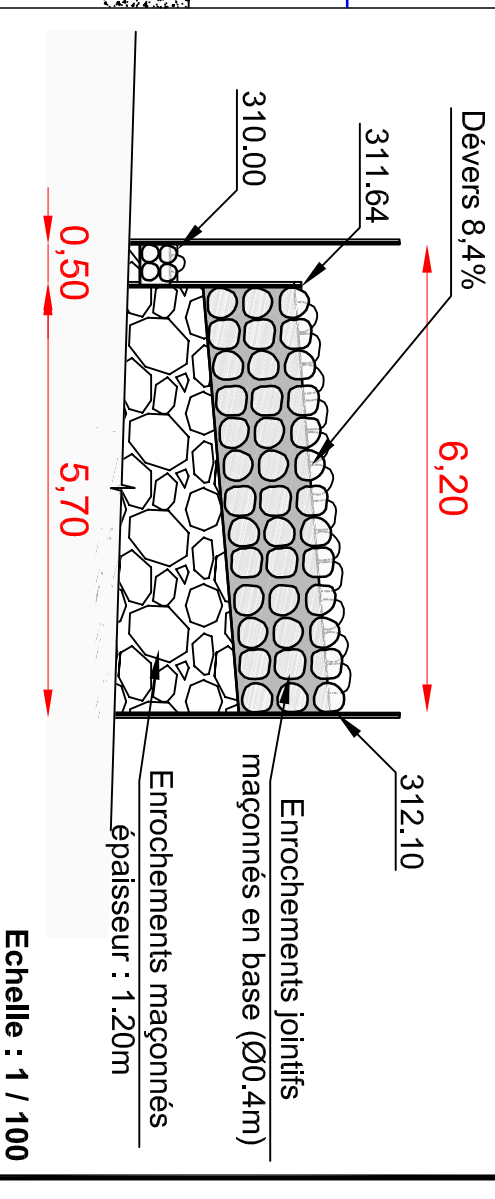
#### **II.3.3.4. Description des aménagements**

Les orientations d'aménagement sont présentées par une fiche descriptive s'accompagnant d'une esquisse du projet (vues en plan et en coupe, cf. planche 3).

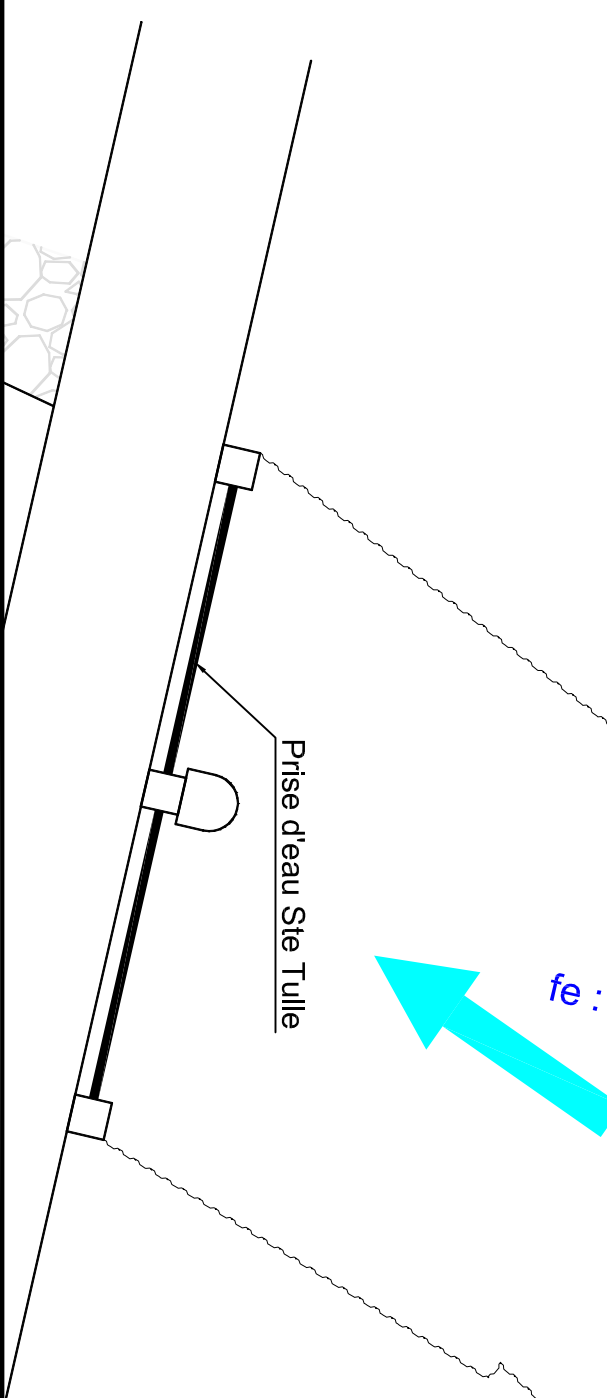
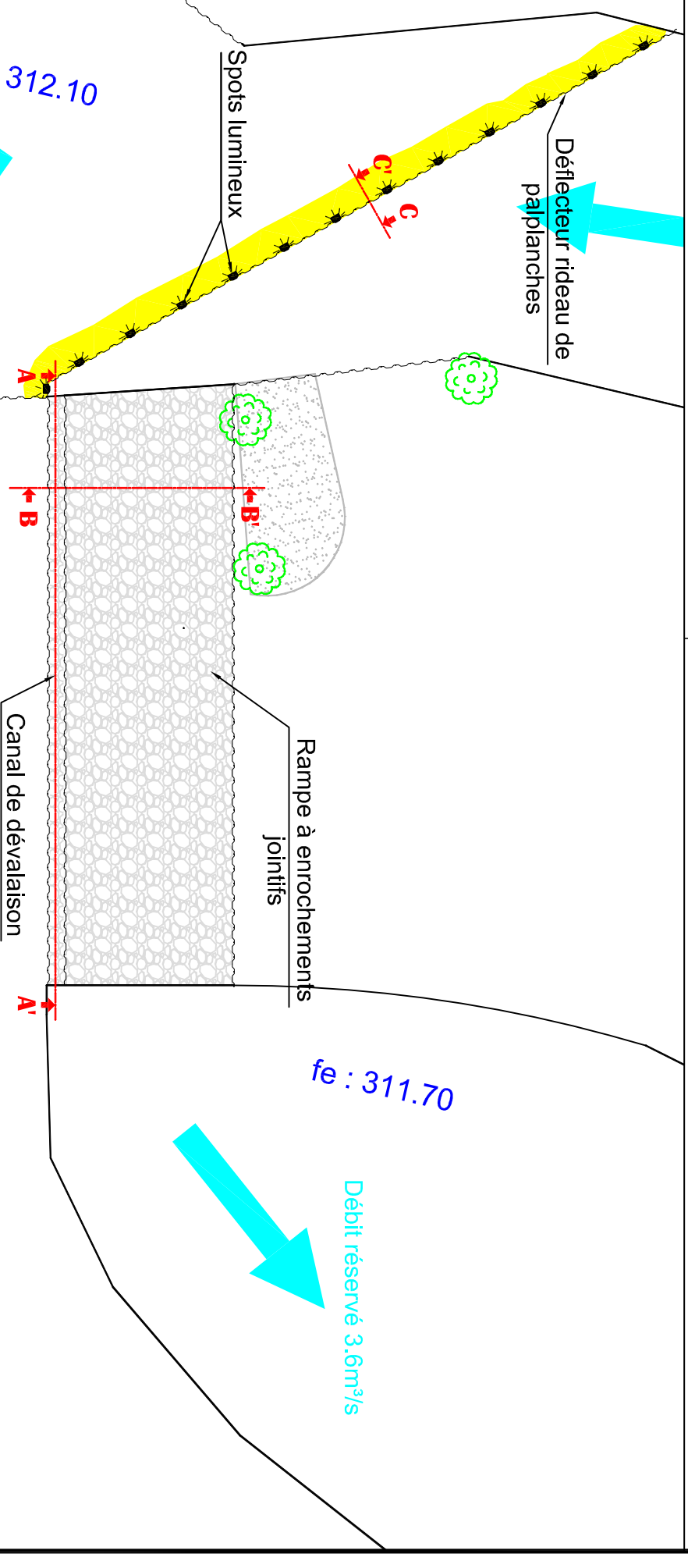
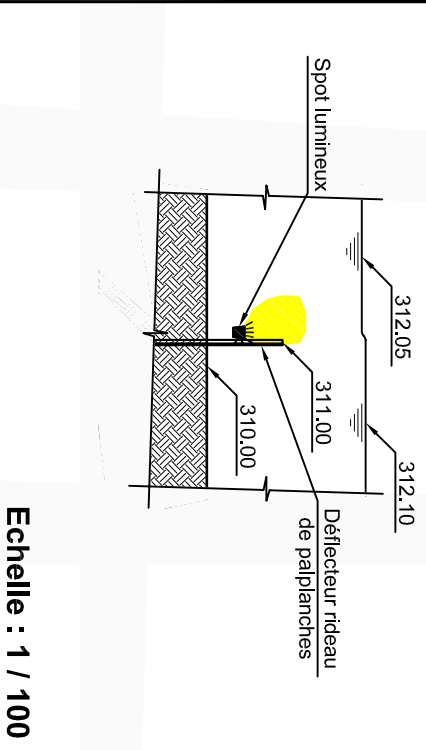
### Coupe A - A'



### Coupe B - B'



### Coupe C - C'





Le coût estimatif des ouvrages est évalué à partir de ratio tenant compte du volume global de génie civil, de la complexité d'accès et du surcout lié à d'éventuels aménagements annexes.

## Description de l'ouvrage de franchissement

Seuil fusible de Ste Tulle

Cours d'eau : Durance

<b>Emplacement de l'ouvrage :</b>		En lieu et place de l'actuel dispositif de restitution du débit réservé
<b>Type d'ouvrage :</b>		Rampe en enrochements jointifs avec canal de dévalaison
<b>Chute :</b>	<b>étiage :</b>	0.4 m
	<b>eaux moyennes :</b>	0.4 m

### Principales caractéristiques de l'ouvrage :

<b>débit à l'étiage dans l'ouvrage</b>	1 m <sup>3</sup> /s sur la rampe et 2.6 m <sup>3</sup> /s dans la goulotte de dévalaison
<b>largeur intérieure</b>	2.45 m
<b>penne</b>	longitudinale 5%, devers latéral 8.4%
<b>caractéristiques de la macrorugosité</b>	enrochements jointifs (diam 0.4 m) maçonnés en base
<b>vitesse moyenne d'écoulement</b>	0.8 m/s
<b>puissance dissipée moyenne</b>	160 w/m <sup>3</sup>
<b>profondeur d'eau pour le débit d'étiage</b>	variable 0 - 0.46 m

### Débit d'attrait :

L'ouvrage restituant l'ensemble du débit réservé, aucun débit d'attrait complémentaire ne s'avère nécessaire

### Observations :

Les lignes de structure de l'ouvrage (limite amont, aval, latérale et goulotte dévalaison) seront réalisées au moyen de rideaux de palplanches

**Coût estimatif des travaux :**

110 K€ HT

### **II.3.3.5. Dispositif de dévalaison**

Le diagnostic a mis en évidence qu'une partie des poissons dévalants (8 %), pouvait emprunter la prise d'eau de Ste Tulle.

La mise en place d'une grille de protection à faible écartement de barreaux n'est pas envisageable, étant donné les risques de colmatage (prise directe en rivière).

Le principe est de limiter les risques d'entrée du poisson dans la prise d'eau au moyen d'un déflecteur guidant les Aprons vers l'entrée hydraulique de la passe à poisson équipée latéralement d'une échancrure de dévalaison.

Ce déflecteur sera composé d'un rideau de palplanches positionné en biais par rapport aux écoulements. D'une longueur de 25 m pour une hauteur de 1 m par rapport au fond de la rivière, ce déflecteur ne devrait entraîner qu'un exhaussement de 5 cm entre l'amont et l'aval lors de la dérivation maximale (environ 15 m<sup>3</sup>/s) par la prise d'eau.

Le déflecteur sera complété par la mise en place en aval immédiat et en pied d'une série de projecteurs lumineux afin de créer une « barrière » répulsive pour l'Apron en cas de franchissement du muret. Les projecteurs seront régulièrement répartis pour d'obtenir une luminosité homogène en pied du muret.

Les caractéristiques du dispositif sont présentées par la planche 3.

Le coût complémentaire à la passe à poissons est estimé à 30 k€ HT.

## **II.3.4. Seuil de la Brillanne**

### **II.3.4.1. Choix du type de dispositif**

La chute relativement importante du site (1.5 à 1.7 m) a tendance à orienter le choix vers un ouvrage compact de type bassins successifs. Cependant, les difficultés d'accès au site pour l'entretien ainsi que l'espace disponible le long du barrage conduisent à retenir un dispositif rustique à faible pente. L'ouvrage proposé est un dispositif de type rampe à macrorugosités régulièrement réparties. Il est préféré au dispositif à enrochements jointifs car il accepte des variations plus importantes de niveau d'eau.

### **II.3.4.2. Implantation**

L'ouvrage sera implanté à gauche des pertuis de décharge, le long du barrage coté rivière. Cet emplacement permettra de bénéficier de l'attractivité liée à la restitution des écoulements ainsi que de l'orientation du barrage pour réaliser un ouvrage droit.

### II.3.4.3. Evolution des niveaux d'eau

L'objectif est d'assurer le fonctionnement de l'ouvrage sur une durée au cours de l'année équivalente à environ 90% du temps, correspondant généralement de l'étiage à deux fois le module pour les cours d'eau naturels.

Dans le cas du seuil de la Brillanne, la passe à poissons devra être fonctionnelle pour un débit variant de 3.4 m<sup>3</sup>/s (débit réservé) à 32 m<sup>3</sup>/s (2 fois le module influencé) soit environ 87% du temps.

Pour cette gamme de débits, les niveaux d'eau en amont et en aval de l'ouvrage sont :

	Niveau d'eau amont m (NGF)	Niveau d'eau aval m (NGF)
Etiage (3.4 m <sup>3</sup> /s)	344.27*	342.72*
Module (16 m <sup>3</sup> /s)	344.67*	343.08*
2 fois le module (32 m <sup>3</sup> /s)	345.03*	343.33*

Tableau 2 : Evolution des niveaux d'eau en fonction des débits seuil de la Brillanne (\* niveaux d'eau extrapolés à partir des caractéristiques géométriques du lit tout en tenant compte du prélèvement de la passe à poissons)

Le site se caractérise par une augmentation progressive de la hauteur de chute liée à la faible largeur de déversement des pertuis par rapport à la largeur en eau du chenal aval. La chute est de 1.55 m à l'étiage pour atteindre 1.7 m à deux fois le module. Les différentes campagnes de mesure (cf. phases I et II) n'ont pu permettre l'observation que de niveaux d'eau que pour des conditions proches de l'étiage. Les niveaux d'eau pour le module et deux fois le module ont donc été extrapolés à partir des caractéristiques géométriques et devront faire l'objet d'une confirmation lors de la phase Avant-Projet.

### II.3.4.4. Description des aménagements

Les orientations d'aménagement sont présentées par une fiche descriptive s'accompagnant d'une esquisse du projet (vues en plan et en coupe ; cf. planche 4).

Le coût estimatif des ouvrages est évalué à partir de ratio tenant compte du volume global de génie civil, de la complexité d'accès.

## Description de l'ouvrage de franchissement

Seuil de la Brillanne

Cours d'eau : Durance

<b>Emplacement de l'ouvrage :</b>		A gauche des pertuis de décharge, le long du barrage coté rivière
<b>Type d'ouvrage :</b>		Rampe à macrorugosité régulièrement répartie
<b>Chute :</b>	<b>étiage :</b>	1.55 m
	<b>module :</b>	1.59 m (estimation)
	<b>2 fois le module :</b>	1.7 m (estimation)

### Principales caractéristiques de l'ouvrage :

<b>débit dans l'ouvrage</b>	étiage:1.56 m <sup>3</sup> /s;module:2.4 m <sup>3</sup> /s;2xmodule:8.5 m <sup>3</sup> /s
<b>largeur intérieure</b>	6 m
<b>pente</b>	longitudinale 3%, devers latéral 11.6%
<b>caractéristiques de la macrorugosité</b>	Plots carrés (0.5x0.5 m) hauteur 0.3 à 1 m; concentration : 13% ; écartement Ax=Ay=1.92 m ; rugosité de fond : galets 0.1 à 0.2 m coulés à mi-hauteur dans le radier
<b>vitesse moyenne d'écoulement</b>	étiage:0.51 m/s;module:0.55 m/s;2xmodule:1.29 m/s
<b>puissance dissipée moyenne</b>	étiage:150 w/m <sup>3</sup> ;module:155 w/m <sup>3</sup> ;2xmodule:380 w/m <sup>3</sup>
<b>profondeur d'eau moyenne</b>	étiage:0.35 m;module:0.75 m;2xmodule:1.11 m

### Débit d'attrait :

L'attractivité est assuré par le déversement des pertuis de décharge du barrage avec 1.84 m<sup>3</sup>/s à l'étiage, 13.6 m<sup>3</sup>/s au module et 23.5 m<sup>3</sup>/s à 2 fois le module.

### Observations :

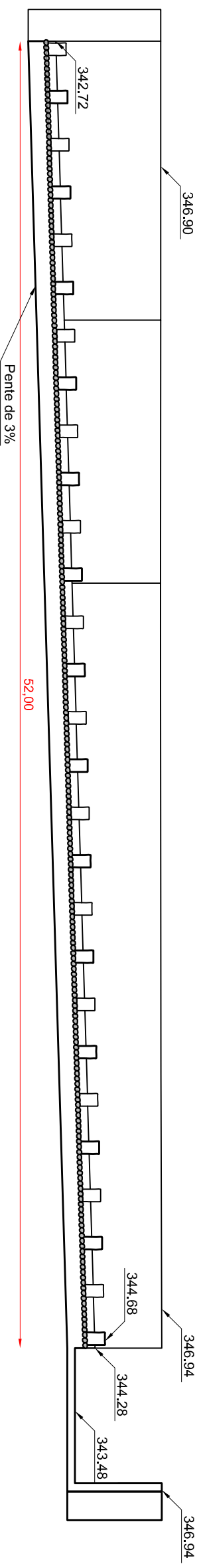
Une partie du débit réservé sera donc restitué par la passe à poissons entraînant un abaissement de l'ordre de 5 cm.

**Coût estimatif des travaux :**

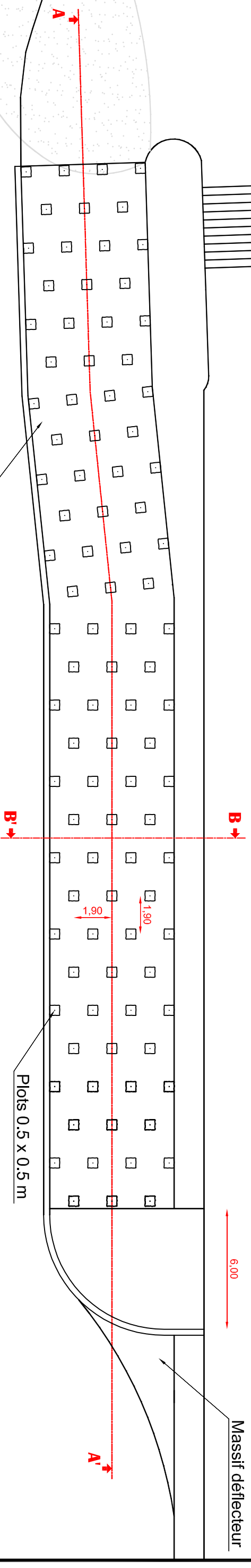
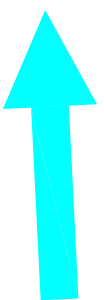
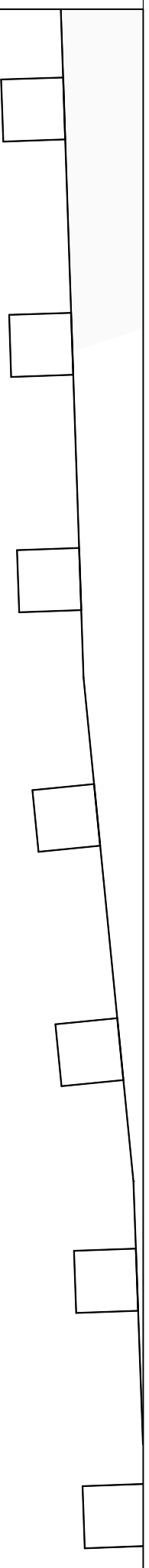
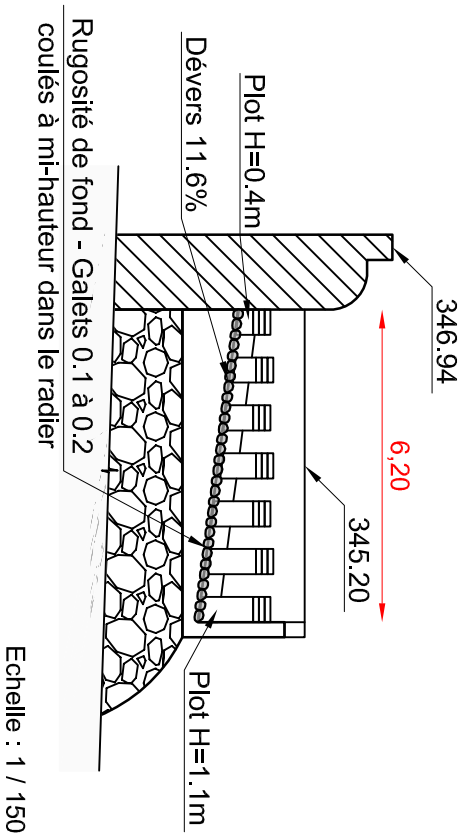
350 K€ HT



### Coupe A - A'



### Coupe B - B'



Rampe à macrorugosités  
régulièrement réparties

Plots 0.5 x 0.5 m

Massif déflecteur

Schéma de principe du dispositif de montage du  
seuil de la Brillanne

Echelle : 1 / 200



Dossier N° 06 02 0008



## **II.3.5. Seuil de Salignac**

### **II.3.5.1. Choix du type de dispositif**

Le seuil de Salignac a pour fonction première de stabiliser le fond de la Durance à l'amont de la restitution de l'usine de Salignac. Son autre fonction est d'assurer le passage et la protection des conduites d'irrigation de l'ASA de Château-Arnoux.

L'analyse des possibilités d'abaissement du seuil, menées dans le cadre d'une étude hydraulique spécifique, a mis en évidence que la chute de l'ouvrage peut être réduite soit par un abaissement global (sur l'ensemble du seuil) soit par un abaissement partiel (création d'une échancrure).

- ***abaissement global de la crête du seuil (variante 1) :***

L'abaissement global de la crête du seuil (1.8 m) permet de conserver des variations de niveau du plan d'eau amont réduites (une vingtaine de centimètres) sur la gamme de fonctionnement (étiage à 2 fois le module). La réduction de la chute combinée à la grande longueur du seuil (80 m), permet d'envisager la réalisation d'une rampe « rustique » positionnée en écharpe sur le parement aval du seuil. La rampe sera du type enrochements jointifs, configuration mieux adaptée à la réception des écoulements de surverse (plus solide et moins colmatable).

- ***abaissement partiel de la crête du seuil (variante 2) :***

L'abaissement partiel (1.3 m) permet d'obtenir sensiblement la même réduction de chute. Néanmoins, la création d'une échancrure à tendance à provoquer un marnage plus important (une quarantaine de centimètres) du plan d'eau amont. La mise en place d'un dispositif rustique n'est alors envisageable que sous la forme d'une configuration à macrorugosités. Cette dernière étant incompatible avec les déversements, le principe de dispositif proposé est une passe à bassins successifs.

### **II.3.5.2. Implantation**

- ***abaissement global de la crête du seuil (variante 1) :***

L'implantation de l'ouvrage se fera sur le parement aval du seuil, en position dite en « écharpe » avec une prise d'eau en rive gauche et un rejet des écoulements en rive droite à côté de l'échancrure de débit réservé qui fera également office de débit d'attrait.

- ***abaissement partiel de la crête du seuil (variante 2) :***

La passe à bassins successifs sera positionnée entre la rive droite et l'échancrure du seuil de Salignac.

### II.3.5.3. Evolution des niveaux d'eau

L'objectif est d'assurer le fonctionnement de l'ouvrage sur une durée au cours de l'année équivalente à environ 90% du temps, correspondant généralement de l'étiage à deux fois le module pour les cours d'eau naturels.

Dans le cas du seuil de Salignac, la passe à poissons devra être fonctionnelle 90% du temps pour un débit variant de 3.1 m<sup>3</sup>/s à 10 m<sup>3</sup>/s.

- **abaissement global de la crête du seuil (variante 1) :**

Pour cette gamme de débits, les niveaux d'eau en amont et en aval de l'ouvrage sont :

	Niveau d'eau amont m (NGF)	Niveau d'eau aval m (NGF)
Etiage (3.1m <sup>3</sup> /s)	432.41	431.08
Débit 5 m <sup>3</sup> /s	432.48	431.12
Débit 10 m <sup>3</sup> /s	432.70	431.2

Tableau 3 : Evolution des niveaux d'eau en fonction des débits – abaissement global de la crête du seuil de Salignac de 1.8 m

Les niveaux d'eau amont sont estimés sur la base d'un abaissement de 1.8 m de la crête du barrage (432.70 m NGF) et d'un abaissement de 1.85 m de l'échancrure actuelle (432.15 m NGF). L'estimation du niveau d'eau tient compte de la répartition du débit entre l'échancrure et la passe à poissons (environ  $\frac{3}{4}$  échancrure et  $\frac{1}{4}$  passe à poissons).

Le niveau aval va dépendre du niveau des fonds de la Durance en aval du seuil, de la cote de la retenue de Salignac et de l'importance du débit turbiné par l'usine de Salignac. Les valeurs présentées dans le tableau constituent le cas de figure le plus défavorable entraînant la hauteur de chute la plus forte à savoir :

- un abaissement des fonds de la Durance, par érosion régressive, jusqu'au pied du barrage (431 m NGF),
- un niveau mini de retenue du barrage de l'Escale de 431 m NGF,
- usine de Salignac en arrêt.

- **abaissement partiel de la crête du seuil (variante 2) :**

Pour cette gamme de débits, les niveaux d'eau en amont et en aval de l'ouvrage sont :

	Niveau d'eau amont m (NGF)	Niveau d'eau aval m (NGF)
Etiage (3.1 m <sup>3</sup> /s)	432.42	431.08
Débit 5 m <sup>3</sup> /s	432.53	431.12
Débit 10 m <sup>3</sup> /s	432.77	431.2

*Tableau 4 : Evolution des niveaux d'eau en fonction des débits – abaissement partiel de la crête du seuil de Salignac de 1.85 m*

Les niveaux d'eau amont sont estimés sur la base d'un abaissement de 1.85 m de l'échancrure actuelle (432.15 m NGF), soit une échancrure de 2.35 m de profondeur. L'estimation du niveau d'eau tient compte de la répartition du débit entre l'échancrure et la passe à poissons.

A l'image du scénario précédent les niveaux aval considérés sont les plus défavorables.

#### **II.3.5.4. Description des aménagements**

Les orientations d'aménagement des deux variantes sont présentées par les fiches descriptives s'accompagnant d'une esquisse du projet (vues en plan et en coupe, cf. planches 5 et 6).

Le coût estimatif des ouvrages est évalué à partir de ratio tenant compte du volume global de génie civil, de la complexité d'accès.

## Description de l'ouvrage de franchissement

Seuil de Salignac

Variante 1

Cours d'eau : Durance

<b>Emplacement de l'ouvrage :</b>		En "écharpe" sur le parement aval du seuil
<b>Type d'ouvrage :</b>		Rampe en enrochements jointifs
<b>Chute :</b>	<b>étiage :</b>	1.33 m (estimation)
	<b>Q1 : 5 m<sup>3</sup>/s</b>	1.36 m (estimation)
	<b>Q2 : 10 m<sup>3</sup>/s</b>	1.5 m (estimation)
<b>Principales caractéristiques de l'ouvrage :</b>		
<b>débit dans l'ouvrage</b>		étiage:0.75 m <sup>3</sup> /s; Q1 : 1.25 m <sup>3</sup> /s; Q2 : 2.5 m <sup>3</sup> /s
<b>largeur intérieure</b>		5 m
<b>pente</b>		longitudinale 2%, devers latéral 16%
<b>caractéristiques de la macrorugosité</b>		enrochements jointifs (diam 0.4 à 0.6 m) maçonnés en base
<b>vitesse moyenne d'écoulement</b>		étiage:0.83 m/s;module:1.07 m/s;2xmodule:1.5 m/s
<b>puissance dissipée moyenne</b>		étiage:160 w/m <sup>3</sup> ;module:210 w/m <sup>3</sup> ;2xmodule:295 w/m <sup>3</sup>
<b>profondeur d'eau moyenne</b>		étiage:0.3 m;module:0.35 m;2xmodule:0.5 m

### Débit d'attrait :

L'attractivité est assuré par le déversement de l'échancrure du débit réservé avec 2.35 m<sup>3</sup>/s à l'étiage, 3.75 m<sup>3</sup>/s pour Q1 et 7.5 m<sup>3</sup>/s pour Q2.

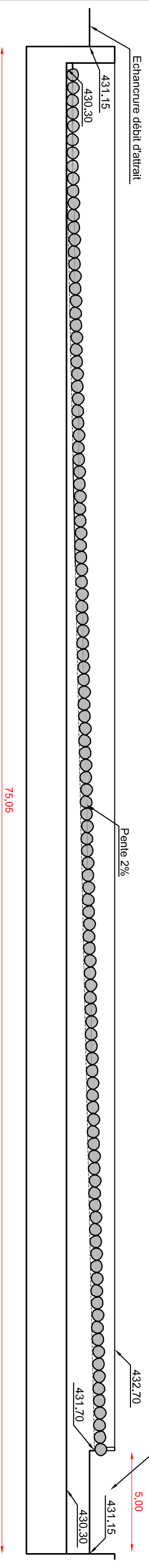
### Observations :

L'alimentation de la passe à poissons sera assurée par une échancrure dans la crête du barrage de 5 m de large arasée à la cote 342.15 m NGF.

**Coût estimatif des travaux :**

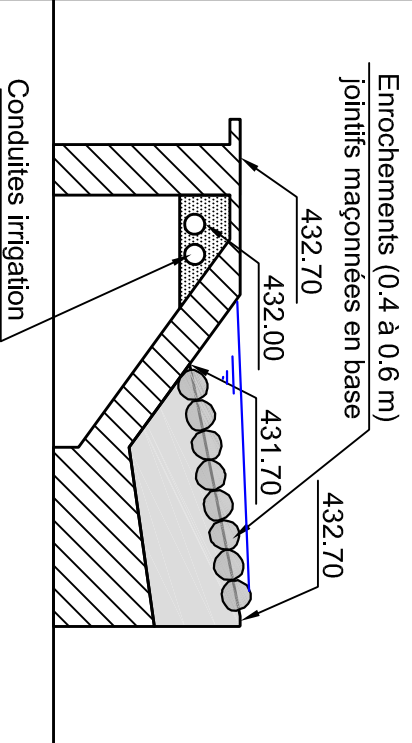
260 K€ HT

### Coupe A - A'



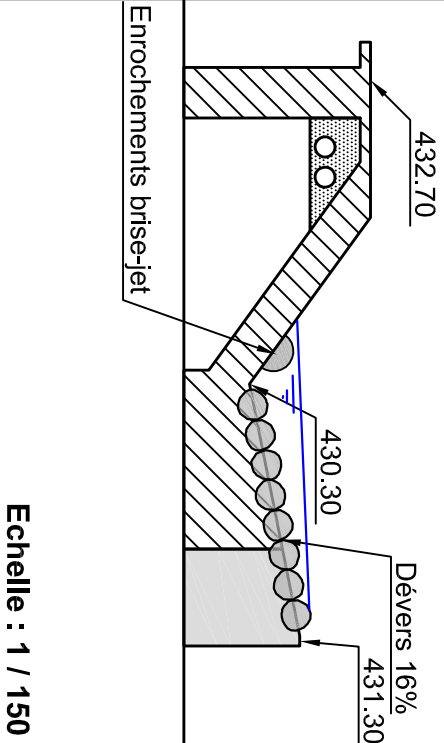
Echelle : 1 / 200

### Coupe B - B'

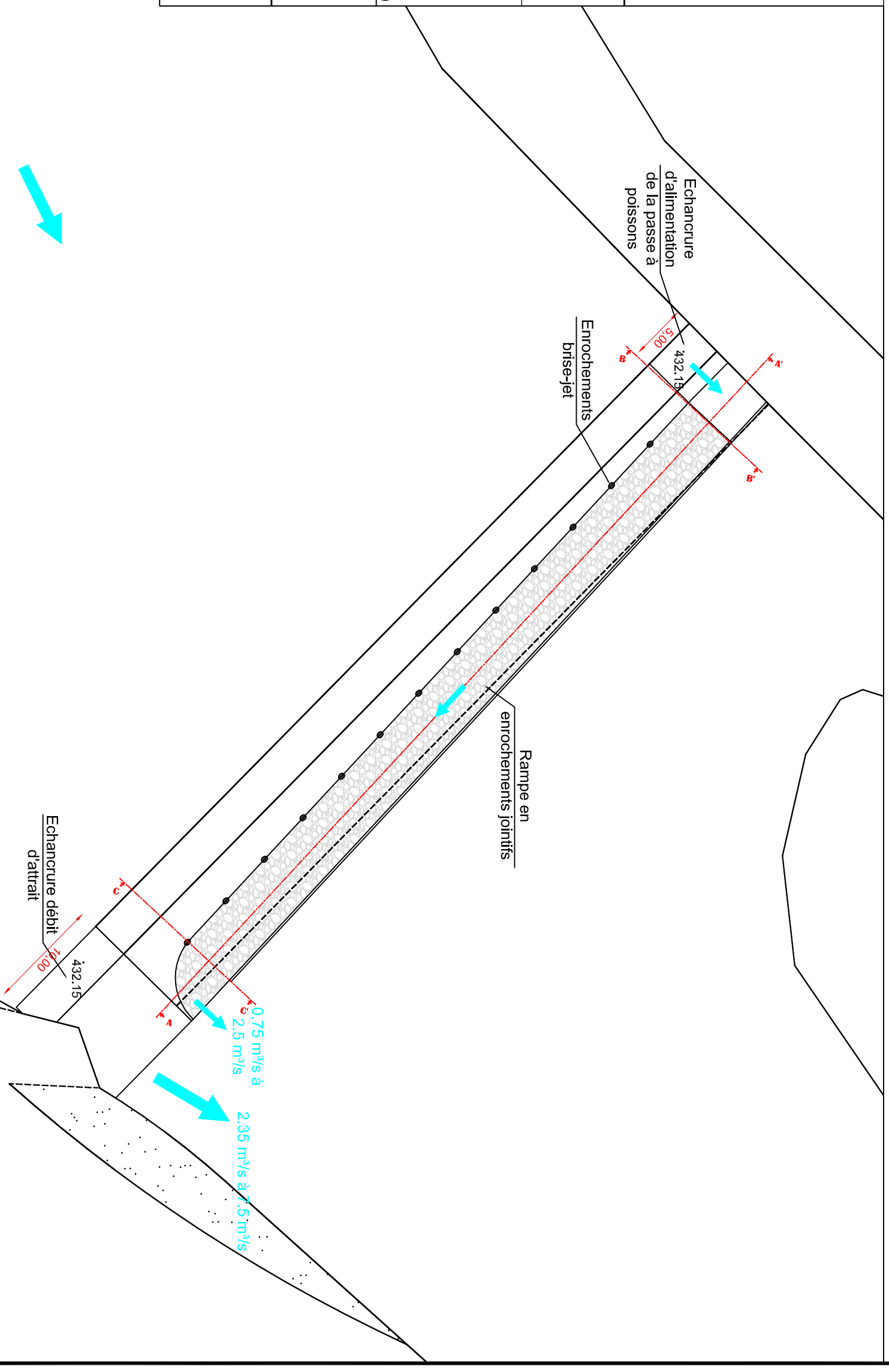


Echelle : 1 / 150

### Coupe C - C'



Echelle : 1 / 150



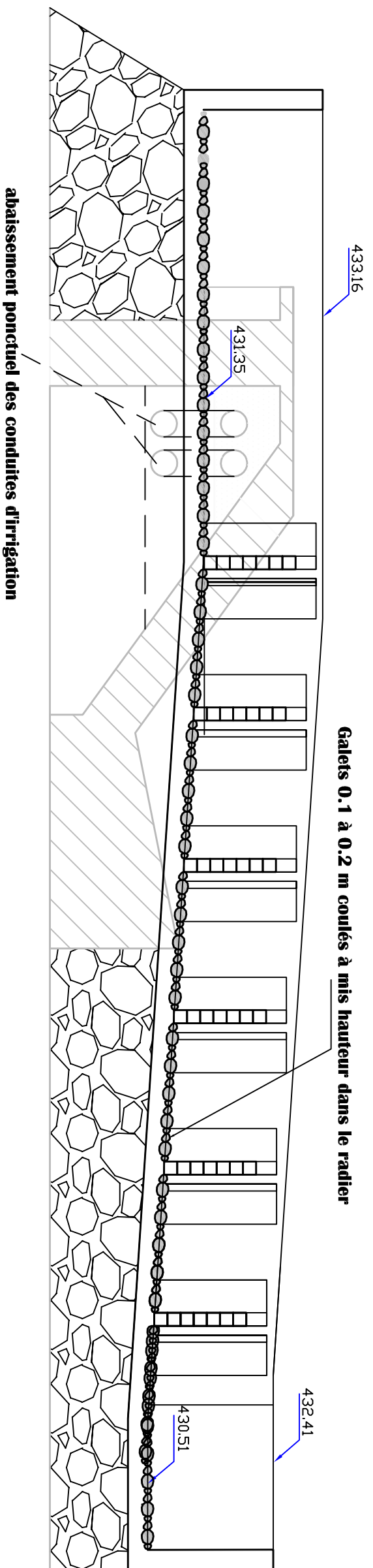
**Schéma de principe du dispositif de montaison du seuil de Salignac (Variante 1)**

Echelle : 1 / 400





# Coupe A - A'



2.35 m<sup>3</sup>/s à 7.5 m<sup>3</sup>/s

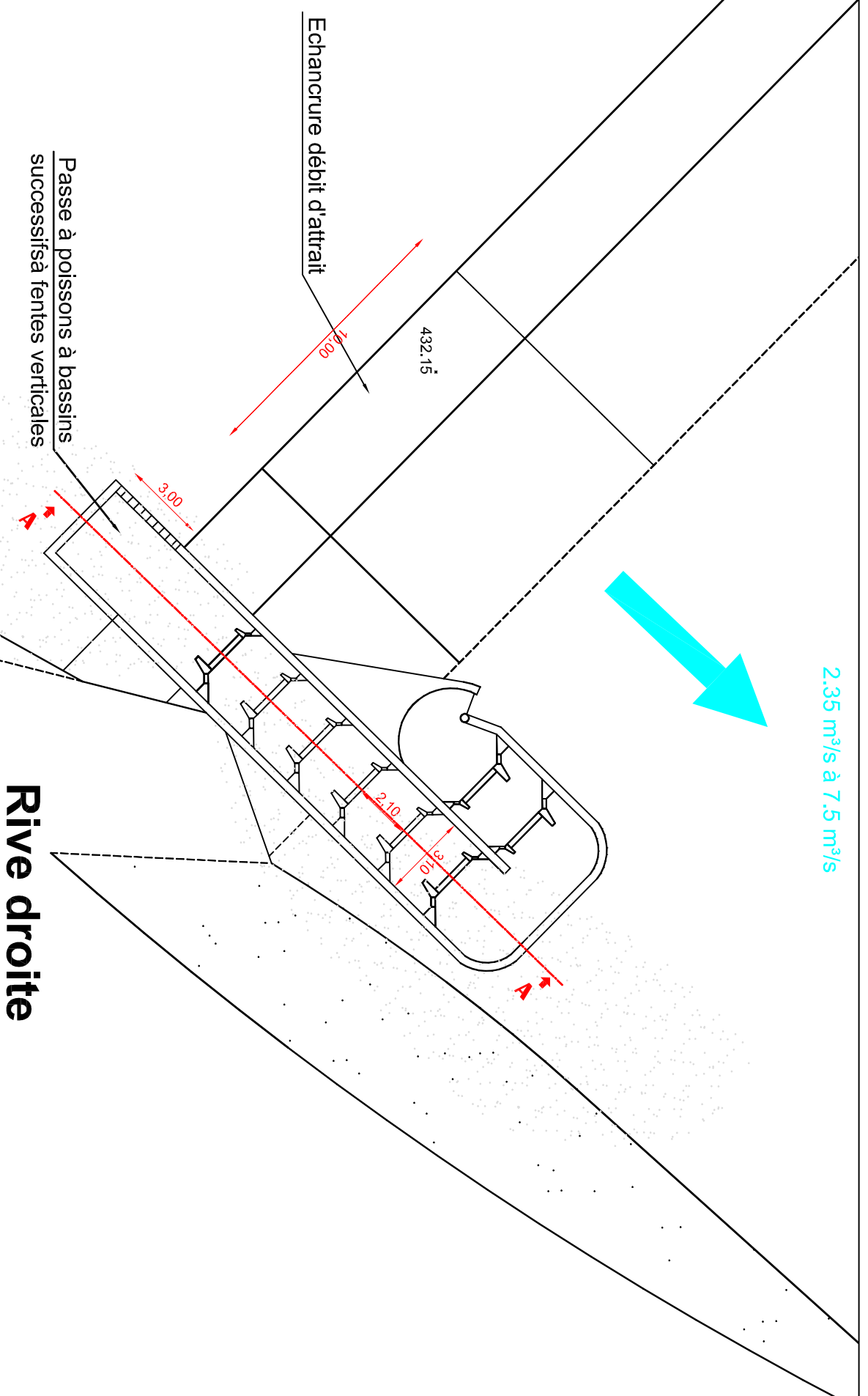


Schéma de principe du dispositif de montaison du seuil de Salignac (variante 2)



Dossier N° 06 02 0008



## Description de l'ouvrage de franchissement

Seuil de Salignac

Variante 2

Cours d'eau : Durance

<b>Emplacement de l'ouvrage :</b>		Sur le coté droit du seuil entre la rive et l'échancrure
<b>Type d'ouvrage :</b>		Rampe en enrochements jointifs
<b>Chute :</b>	<b>étiage :</b>	1.34 m (estimation)
	<b>Q1 : 5 m3/s</b>	1.36 m (estimation)
	<b>Q2 : 10 m3/s</b>	1.5 m (estimation)
<b>Principales caractéristiques de l'ouvrage :</b>		
<b>Nombre de bassins</b>		10 bassins dont un de tranquillisation amont
<b>communication entre bassin</b>		2 fentes verticales dont une 0.35 m d'ouverture et l'autre de 0.2 m
<b>débit de l'ouvrage</b>		étiage:0.65 m3/s; Q1 : 0.72 m3/s; Q2 : 0.88 m3/s
<b>Hauteur de chute entre bassins</b>		15 cm
<b>Longueur intérieure des bassins</b>		2.1 m
<b>Largeur intérieure des bassins</b>		3.1 m
<b>Profondeur d'eau moyenne pour la débit d'étiage</b>		1 m
<b>Puissance dissipée par bassins pour le débit d'étiage</b>		150 w/m3
<b>Débit d'attrait :</b>		
L'attractivité est assurée par le déversement de l'échancrure du débit réservé avec 2.45 m3/s à l'étiage, 4.28 m3/s pour Q1 et 9.12 m3/s pour Q2.		
<b>Observations :</b>		
Le passage de la passe à poissons sur la crête du seuil nécessitera le déplacement (enfouissement) local des conduites d'irrigation. Etant donné le positionnement en rive droite de l'ouvrage, la création d'un chemin d'accès sur la berge sera nécessaire afin d'assurer le passage pour les travaux et l'entretien.		

<b>Coût estimatif des travaux :</b>	250 K€ HT
-------------------------------------	-----------



# ***Annexe 1***

---

***Pistes d'expériences à mener sur l'Apron pour préciser les hypothèses comportementales du poisson***



### ***Test à la décompression rapide :***

L'objectif est de préciser, en fonction de l'âge de l'individu, la limite de décompression rapide supportable par l'Apron.

- ***Matériel :***

Récipient pressurisable (2 atm) transparent d'un minimum de 100 litres équipé d'un manomètre, d'une ouverture étanche et d'une valve de régulation de la pression ;

Gaz de pressurisation : mélange azote oxygène variable suivant durée de l'expérience ;

Aquariums de stabulation ;

Aprons d'élevage de différentes classes d'âge.

- ***Déroulement expérience :***

Test sur aprons de même âge par groupe de trois minimums ;

Compression et acclimatation pendant 12 à 24 heures ;

Décompression rapide avec retour à la pression atmosphérique ;

Observation sur 24 à 48 heures du comportement du poisson ;

Test avec différentes valeurs de pression et différentes classes d'âge ;

Estimation de la limite de décompression admissible en fonction de l'âge.

### ***Test à la flottaison :***

L'objectif est de préciser, en fonction de l'âge de l'individu, la durée de flottaison du poisson en fonction de la valeur de décompression.

- ***Matériel :***

Récipient pressurisable (2 atm) transparent d'un minimum de 100 litres équipé d'un manomètre, d'une ouverture étanche et d'une valve de régulation de la pression ;

Gaz de pressurisation : mélange azote oxygène variable suivant durée de l'expérience ;

Aquariums de stabulation ;

Aprons d'élevage de différentes classes d'âge.

- ***Déroulement expérience :***

Test sur aprons de même âge par groupe de trois minimums ;

Compression et acclimatation pendant 12 à 24 heures ;

Décompression rapide jusqu'à observation du phénomène de flottaison ;

Observation de la durée du phénomène ;

Reconduite de l'expérience jusqu'à retour à la pression atmosphérique ;

Test avec différentes valeurs de pression et différents paliers de décompression ainsi que différentes classes d'âge ;

Estimation des durées de flottaison en fonction de la valeur de décompression ainsi qu'en fonction de l'âge.

### ***Test de guidage à la dévalaison sur modèle réduit :***

L'objectif est de préciser le comportement de l'Apron dévalant face à un obstacle de fond, et de préciser les caractéristiques de cet obstacle pour assurer un guidage du poisson.

- ***Matériel :***

Fluvarium,

Canal préfabriqué assurant la transition entre le bassin amont et aval,

Défecteur hauteur et longueur variable,

Aprons d'élevage de différentes classes d'âge.

- ***Déroulement expérience :***

Test sur aprons par groupe d'âge varié;

Dévalaison forcée par confinement amont ;

Test avec différentes hauteur de déflecteur, vitesse d'écoulement et angle du déflecteur ;

Estimation de la hauteur et de l'angle optimum de guidage en fonction de la vitesse d'écoulement.



### ***Test de répulsion à la lumière :***

L'objectif est de préciser le comportement de l'Apron face à une source lumineuse et d'évaluer l'efficacité de répulsion en fonction des caractéristiques de cette source.

- ***Matériel :***

Fluvarium,

Lampes étanches d'intensité de luminosité variable avec possibilité de fonctionnement par flash.

Aprons d'élevage de différentes classes d'âge.

- ***Déroulement expérience :***

Test sur aprons par groupe d'âge varié;

Positionnement des lampes en plusieurs points du fluvarium avec différentes intensités lumineuses continues ou discontinues;

Positionnement d'écran lumineux créant des zones d'ombre ainsi que des zones de passage éclairées et non éclairées ;

Suivi du comportement du poisson et analyse de la répartition ;

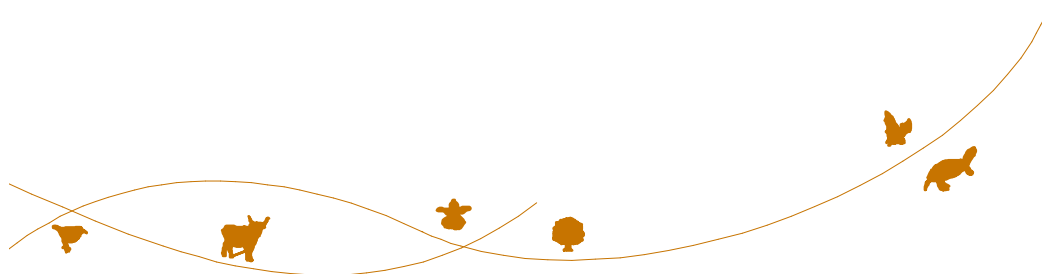
Estimation de l'efficacité de répulsion en fonction du mode d'éclairage et de l'intensité lumineuse.



Responsable de l'étude



Avec le soutien de



réseau  
des conservatoires  
d'espaces naturels  
de Rhône-Alpes