



**Maître d'ouvrage**  
Conseil départemental de Vaucluse  
Direction des Affaires Juridiques  
Service des marchés  
Rue Viala  
84909 Avignon cedex 9



## Études d'aménagement pour la restauration de la continuité écologique du pont sur l'Aygues - RD 20 à BUISSON

### Phase 2 – Esquisses



140 rue Pierre Valdo  
69005 Lyon  
Tél : 06 82 69 69 35  
Mail : pl@graineau.com



**SIGOSPHERE**  
GESTION DE RIVIERES  
SIG - TOPOGRAPHIE - DRONE

1 bis Montée des Forts  
69300 Caluire et Cuire  
Tél : 04 27 78 23 80  
Mobile : 06 89 09 96 61  
Mail : srobresco@sigosphere.com  
Site internet : www.sigosphere.com



Campus LyonTech la Doua, Bât CEI 1  
66 boulevard Niels Bohr  
CS 52132  
69603 Villeurbanne  
Tél : 04 78 93 96 33  
Mail : info@aralep.com  
Site internet : www.aralep.com

# Sommaire

1.	Phase 2 – Rétablissement de la continuité écologique .....	3
1.1	Mesures correctives sur le lit mineur de l'Aygues .....	4
1.1.1	Mesures sur le lit mineur en amont du pont.....	4
1.1.2	Mesure correctives sur le lit en amont et aval de la passe .....	5
1.1.3	Détail et cout des mesures correctives sur le lit mineur de l'Aygues .....	6
1.2	<b>Scénario 1 – Effacement de la semelle sous une arche du RD 20</b> .....	7
1.2.1	Renforcement du matelas alluvial aval et reprise des anciens épis.....	7
1.2.2	Découpe de la semelle du pont.....	8
1.2.3	Modélisation hydraulique – Scénario de la passe à poissons à 0% de pente .....	11
1.2.4	Hauteur d'eau dans la passe .....	12
1.2.5	Coût du projet d'effacement.....	12
1.3	<b>Scénario 2 – Implantation d'une rampe à 4% diversifiée par des plots</b> .....	13
1.3.1	Découpe de la semelle du pont.....	14
1.3.2	Configuration de la passe à poisson à 4% .....	17
1.3.3	Hauteur d'eau et vitesse d'écoulement dans la passe.....	17
1.3.4	Coût de la rampe à 4%.....	18
1.4	<b>Scénario 3 – Rampe à 4% diversifiée par des plots et optimisée par une pente latérale</b> .....	19
1.4.1	Découpe de la semelle du pont.....	19
1.4.2	Coût de la rampe optimisée à 4%.....	21
1.4.3	Hauteur d'eau et vitesse d'écoulement dans la passe avec pente latérale .....	22
1.5	<b>Scénario 4 – Implantation d'une rampe à 4% en aval du pont</b> .....	23
1.5.1	Renforcement du matelas alluvial en aval de l'ouvrage .....	23
1.5.2	Coût du projet de rampe en enrochement en aval.....	25

# 1. Phase 2 – Rétablissement de la continuité écologique

Cette deuxième phase de l'étude va décrire les différents scénarii possibles qui peuvent être mis en place sous le RD 20 qui franchit l'Aygues.

Comme évoqué en phase 1, l'objectif est d'effacer le seuil ou du moins ses effets sur la continuité sédimentaire et piscicole. D'un point de vue réglementaire, la suppression du seuil permettra de rétablir la continuité écologique de l'Aygues. Cette action permettrait d'obtenir des subventions de l'Agence de l'Eau, pour les travaux. Cependant, l'effacement complet du seuil engendre différentes problématiques :

- Quelle va être l'ampleur du déstockage sédimentaire ?
- Comment vont se comporter les fondations du pont routier, suite à la suppression de la croûte béton ?

Nous avons constaté grâce à la topographie de terrain que le profil d'équilibre du fil d'eau naturel en aval du seuil est de 0,55% (calcul sur 634 ml en aval soit 0,55 cm/ml). En amont du seuil sur 764,5 ml, le profil d'équilibre du fil d'eau est de 0,52 %. Cela prouve que le seuil est transparent au transport solide car il est complètement engravé en amont.

La suppression du seuil de 1,40 mètre d'amplitude actuellement du fil d'eau aval au fil d'eau amont, ne sera que très peu compensée par l'influence amont du seuil. L'érosion régressive qui sera induit par l'enlèvement du seuil se répercutera sur 483 ml en amont.

La photo aérienne montre la longueur de l'érosion régressive potentielle en cas de suppression du seuil.



Illustration du développement de l'érosion régressive potentielle

Sur 150 ml en amont du pont, le déstockage sédimentaire serait proche de 1 m d'amplitude et les anciens épis déflecteurs de rive gauche seraient déstabilisés. En rive droite, le merlon/digue de la buvette s'effondrerait.

Au-delà des 150 ml, le déstockage sédimentaire serait moindre avec une érosion du plancher alluvial de l'ordre de 30 cm. L'érosion pourrait s'étendre jusqu'à l'ancienne carrière de rive droite. Le déstockage potentiel est estimé à 46 000 m<sup>3</sup>. Afin de lutter contre la déstabilisation de la rive gauche, lors de l'effacement, cette dernière sera confortée sur 150 ml et les 3 anciens épis seront repris et calés plus profondément.



Photos de la berge droite à 400 ml en amont du pont

En cas d'effacement, la remobilisation des sédiments sera rapide (sur une ou deux crues) et pourra entraîner une vague importante de matériaux en aval.

En aval du seuil le niveau du fond n'est pas garanti à moyen terme.

Il n'est donc pas souhaitable d'effacer le seuil sans mesure compensatoire.

## 1.1 Mesures correctives sur le lit mineur de l'Aygues

### 1.1.1 Mesures sur le lit mineur en amont du pont

- Le découpage de la semelle est à prévoir sous l'arche centrale ou sous la deuxième à droite pour optimiser les problématiques sur le lit mineur.
- Un chenal de décharge en amont à gauche de 4000 m<sup>2</sup> limitera les érosions de berge à droite
- Deux iscle végétalisés seront implantés (vert et marron sur la vue aérienne) et limiteront l'incision du lit en amont en recentrant les écoulements au milieu
- Les épis ou enrochement de berge sont à modifier.



### Illustration des mesures correctives en amont du seuil

Toutes ces mesures sont préventives pour la stabilisation du lit mineur amont, elles ne pénalisent pas le fonctionnement du lit mineur mais au contraire elles représentent une restauration du potentiel sur le fonctionnement de la rivière sans avoir de dégât sur les berges.

Elles seront adaptées au projet en fonction du scénario privilégié.

### 1.1.2 Mesure correctives sur le lit en amont et aval de la passe

Le lit mineur nécessite un calage dans les matériaux alluvionnaire en amont et aval de la passe.



Les bananes ou cercles noirs représentent l'emprise des semis de piquets à implanter dans le fond du lit mineur afin de stabiliser les alluvions et de contrôler leur niveau dans le lit mineur.

En amont du seuil, ils seront plantés en appui sur les palplanches. Le dispositif réglera l'entrée de l'eau. Il est raisonnable de donner une pente de 3% aux semis ce qui réduira de 60 cm la hauteur des érosions en amont.

L'aval du seuil est incisé. Afin de contrôler ce phénomène et de garantir le fonctionnement du projet à 50 ans, il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures de rétention du matelas alluvial.

Plan de masse *Illustration des mesures correctives en amont et aval de la passe* – Stade esquisse

### 1.1.3 Détail et cout des mesures correctives sur le lit mineur de l'Aygues

Voici un détail des coûts pour chaque action :

- Pour le chenal à gauche en amont : 18 000 € en préventif (mais peut éviter 150 000 € de gestion d'érosion en berge droite)
- Pour les deux caissons végétal d'orientation des écoulements : 8000 € ce qui protège de l'érosion les berges notamment l'enrochement devant la buvette à droite.
- Pour la reprise des épis déflecteur en berge ; 15 000 € ce qui protège directement la culée à gauche du pont
- Pour le rattrapage en semis de pieux de 50 cm en amont de la passe : 15 000 € ce qui limite l'érosion régressive du lit en amont.
- Pour le maintien du fond alluvial en aval en semis de pieux + enrochement + alluvions : 50000 € ce qui garantit le fonctionnement de passe à l'avenir

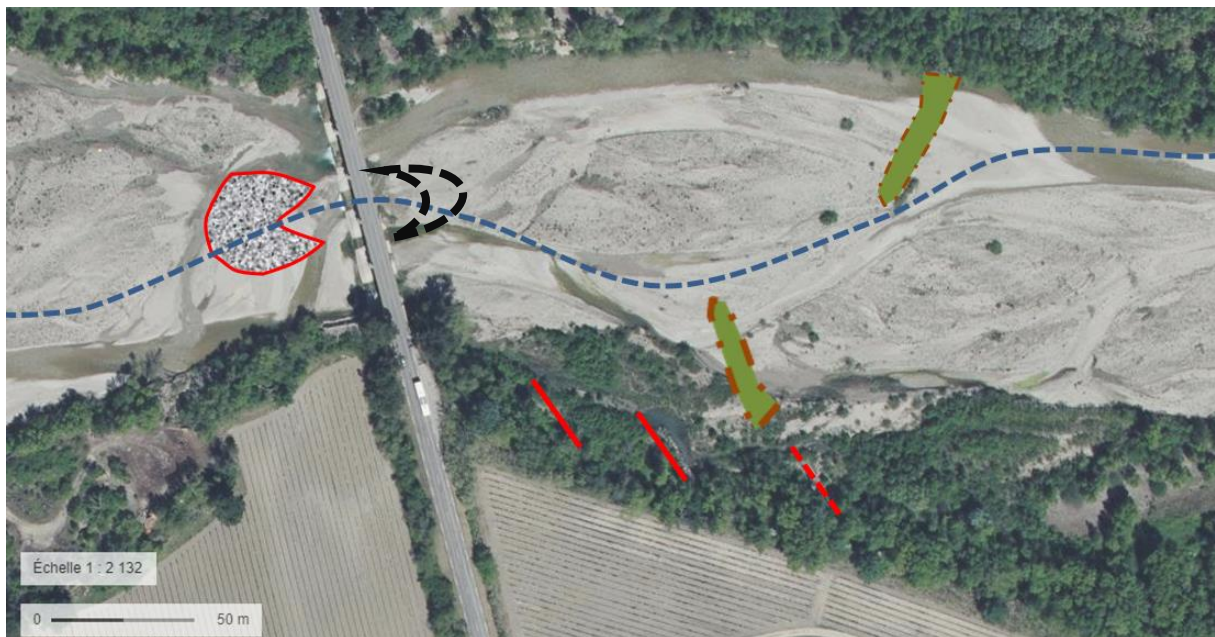
## 1.2 Scénario 1 – Effacement de la semelle sous une arche du RD 20

Cette solution a été évoquée en Comité de Pilotage mais les fragilités liées à la conception du pont sont à prendre en compte. Pour rappel, le pont n'a pas de fondation, c'est donc la semelle qui assure sa stabilité.

L'opération se décline en 5 points :

- Le renforcement du matelas alluvial en aval,
- Le renforcement et la découpe de la semelle sous le pont,
- Le renforcement du matelas alluvial en amont immédiat de la passe,
- La reprise des anciens épis déflecteurs en amont immédiat.
- Des mesures correctives en amont sur le lit mineur

En aval du pont, le matelas alluvial sera renforcé par l'injection d'une granulométrie structurante naturelle, pour être maintenu. Les matériaux seront prélevés en amont du seuil sur le secteur de déstockage sédimentaire dû à l'effacement de l'ouvrage. Les sédiments seront criblés et les matériaux les plus grossiers seront injectés en aval.



Plan de masse du scénario d'effacement sous une arche de l'ouvrage – Stade esquisse

### 1.2.1 Renforcement du matelas alluvial aval et reprise des anciens épis

Le secteur de renforcement du matelas alluvial aval mesure 5 000 m<sup>2</sup>. Le volume sédimentaire à injecter serait de 7 500 m<sup>3</sup> sur une épaisseur de variant de 0,5 à 2,5 m. Cette masse sédimentaire permettra de garantir le niveau actuel du fond du lit à la cote de 161.5m NGF. Par conséquent, la chute du seuil ne pourrait plus s'amplifier à l'avenir.

Sur cette masse en aval se formera une fosse de dissipation dans les sédiments calibrés. L'injection d'enrochement de calibre 400 kg sera un moyen d'entretenir le calage de cette dernière.

Une autre solution plus fiable serait la mise en place d'un semis de piquet en sous œuvre (entre 159 et 161 NGF sous le fond) d'une recharge en enrochement avec une injection complémentaire d'alluvion. Le coût serait de 50 000 € mais cette mesure garantirait le fonctionnement de la passe à long terme.

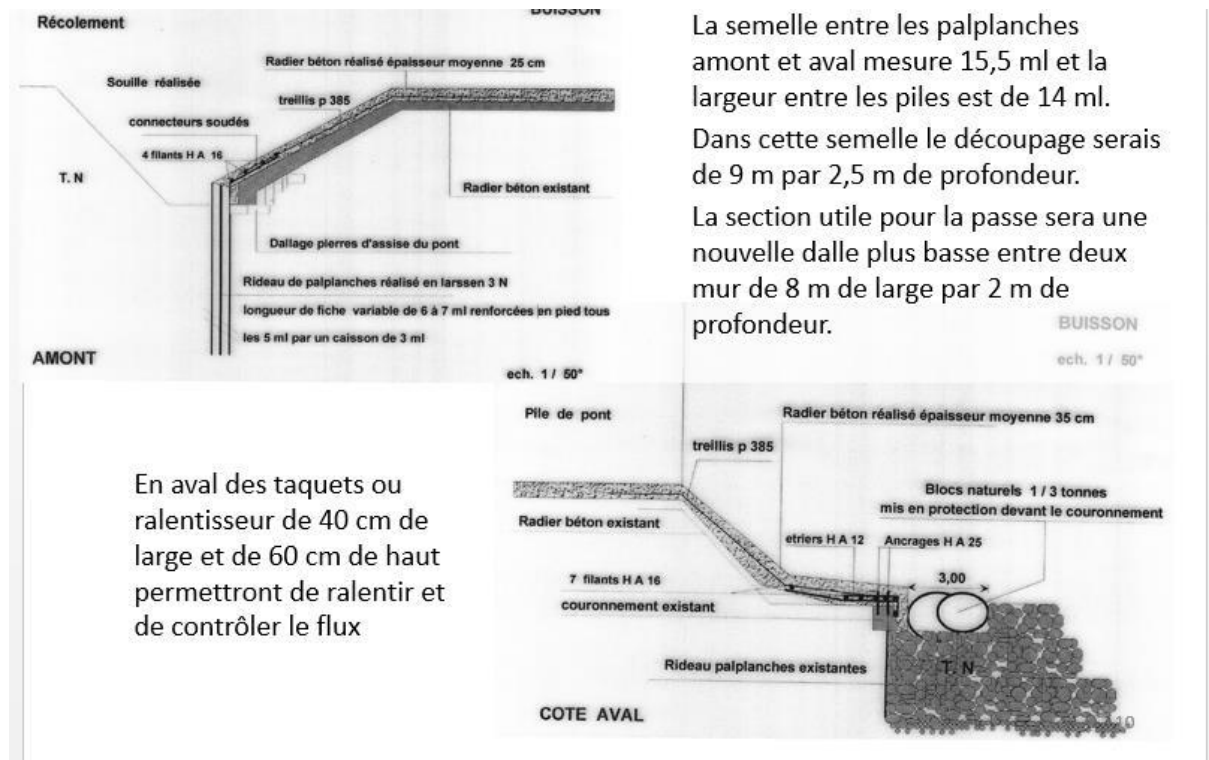
Les matériaux naturels seront prélevés en amont du seuil sur le secteur de déstockage sédimentaire dû à l'effacement de l'ouvrage. Les sédiments seront criblés et les matériaux les plus grossiers seront injectés en aval.

### 1.2.2 Découpe de la semelle du pont

Afin de rétablir la libre circulation des poissons et des sédiments, la découpe de la semelle est nécessaire.

Le découpage de la semelle implique une compensation mécanique en sous-œuvre avec un renforcement par des micropieux pour compartimenter la semelle entre les piles du pont. D'autre part les rideaux de palplanches amont et aval maintiennent les matériaux. Le découpage de la semelle est envisageable à une distance de 2 m des piles et offrir un passage transparent pour la rivière. La découpe sera bétonnée sur 1 mètre d'épaisseur dans le fond à l'aide de ferrailage et d'un dispositif de ralentissement par plot en béton afin de lutter contre l'érosion des flux liquides et solides.

La cote de fond de la découpe sera à 160.50 m NGF.



Coupe de la semelle sous le pont de la RD 20

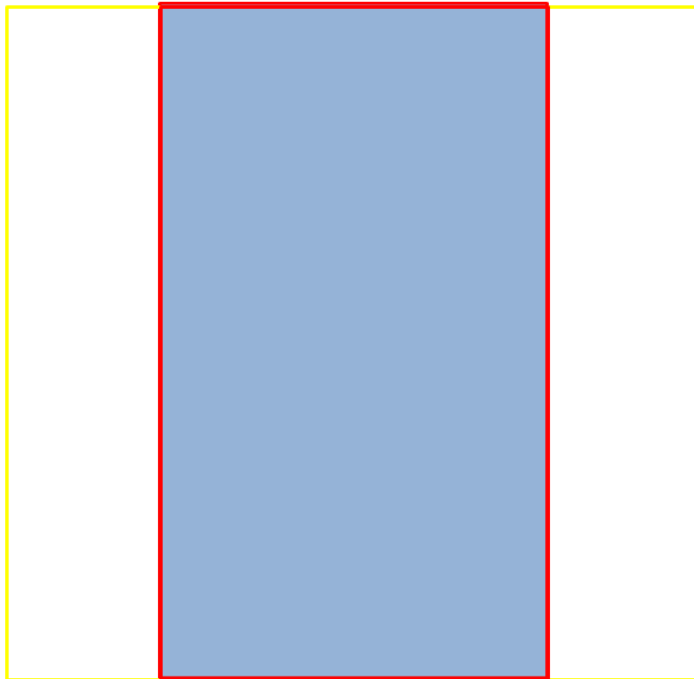
Le passage découpé dans la semelle disposera de murs latéraux qui ne dépasseront pas de la cote de la semelle actuelle.



Photo montage de coupe de la semelle sous l'arche centrale du pont de la RD 20

La section utile du passage sera de 8 mètres de largeur. En période de fonctionnement normal l'eau passera dans la passe avec une lame d'eau de 1 mètre soit 7 à 10 m<sup>3</sup>/s. En situation exceptionnelle pendant les crues la passe sera noyée et avec la mise sous pression du canal bétonné, 20 à 25 m<sup>3</sup>/s passeront dans cette section de pont. Après une crue, le fond naturel se recalera sur le fil d'eau aval.

Remarque importante : La technique qui est décrite ne compense pas le risque d'érosion régressive sur les berges et sur le fond en amont de l'ouvrage. Ce projet répond aux demandes du CCTP dans l'emprise de l'ouvrage du pont de la RD 20.



Le carré jaune représente la semelle entre les palplanches amont et aval soit 15,5 ml de longueur et 14 ml de largeur entre les piles.

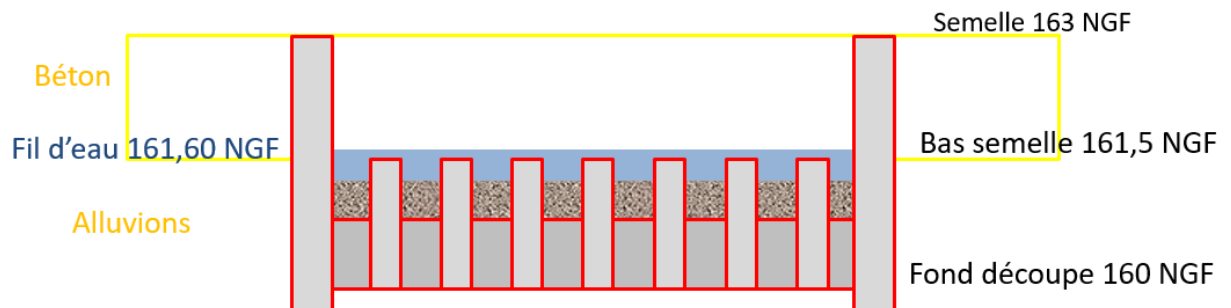
Dans cette semelle, le carré rouge est une nouvelle dalle 2 m plus basse.

Soit une découpe de 8 à 9 m de large par 2,5 à 3 m de profondeur.

Schéma en vue dessus de la découpe de la semelle

• **SCÉNARIO D'EFFACEMENT SOUS LE PONT:**

- Sur le schéma du découpage de la semelle sous l'arche,
- le fond à une pente globale de 0% diversifier par des plots en béton de 60 cm,
- Le profil d'équilibre du fond alluvial est au dessus du fond de la passe, donc le fond est naturel.



Le carré jaune représente l'épaisseur de 1,5 m de la semelle entre les palplanches amont et aval soit une découpe de 3 m de hauteur et la largeur de 14 m entre les culées.

Une ouverture utile pour l'eau de 8 m large sur 2 m de hauteur sous la dalle à 163 NGF et le fil d'eau aval à 161,60 NGF en étiage.

L'entrée amont de la rampe sera à 161,50 NGF avec les alluvions du fond actuel aval du lit mineur.

Soit une entrée hydraulique de 2 m de hauteur par 8 m de largeur, les murs latéraux et la dalle de fond représentent 50 à 100 cm d'épaisseur et se limitent à la forme du seuil pour une intégration esthétique du passage. (la découpe dans l'ouvrage est de 9m/3m.)

Les plots ou enrochement représente des obstacles de 40 à 50 cm de large pour 60 cm de hauteur, l'espacement peut être de 60 à 90 cm sur une ligne. (en cour d'optimisation)

Schéma coupe aval de la découpe de la semelle

Ces cotations sont à optimiser avec les contraintes du génie civil sous le pont.

### 1.2.3 Modélisation hydraulique – Scénario de la passe à poissons à 0% de pente

- Longueur 15,5 m,
- Cote du fond : 161,5 m NGF,
- Pente : 0 %,
- Cote du sommet des blocs : 162,1 m NGF.17

Dimension en amont : 8 m de largeur dont 2 m en rive droite de micro-plots pour les anguilles sur une pente à 45°. 6 m de rampe à fond plat avec des blocs de diversification.

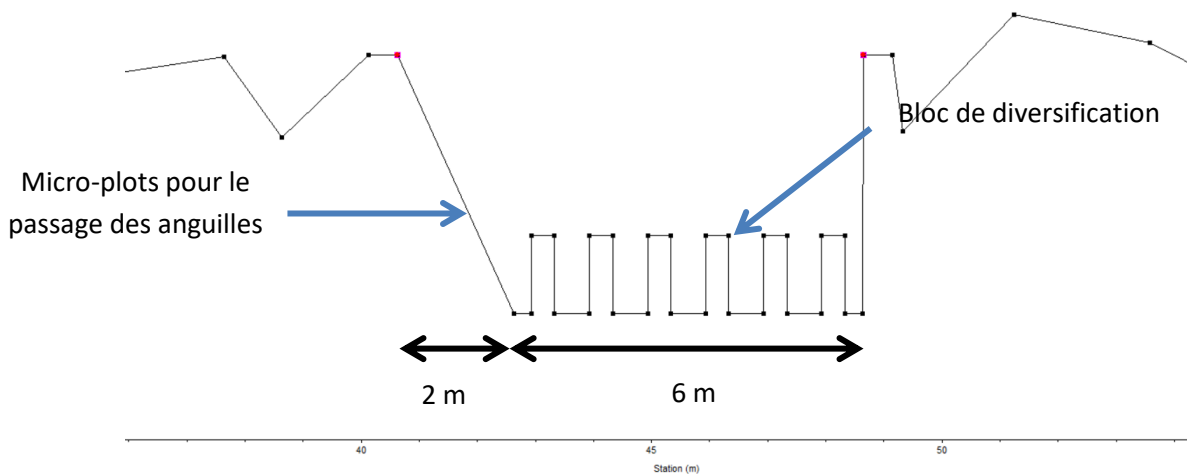
#### Taille des micro-plots pour le passage des anguilles :

- Longueur, largeur, hauteur : 10 cm
- Distance inter-plot : 10 cm

#### Taille des blocs :

- Hauteur utile : 60 cm (hauteur de bloc à l'air libre et en contact avec l'eau).
- Largeur : 40 cm
- Distance inter-bloc : 60 cm

Ces valeurs sont validées par le guide technique « Conception des passes « naturelles », Larignier 2006.



#### Profil en travers hydraulique de la passe à poissons

## 1.2.4 Hauteur d'eau dans la passe

Seuil de la RD 20 à Buisson - Modélisation hydraulique de la passe sans pente - Entrée amont

Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Hauteur d'eau dans la rampe (m NGF)	Hauteur d'eau sur le seuil	Vitesse d'écoulement (m/s)
	0.3	161.66	0.16	0.5
	0.4	161.69	0.19	0.57
Jour des levés topo	0.45	161.7	0.2	0.6
	0.5	161.71	0.21	0.64
	0.6	161.73	0.23	0.69
	0.7	161.74	0.24	0.79
	0.8	161.76	0.26	0.82
	0.9	161.78	0.28	0.86
	1	161.8	0.3	0.89
QMNA <sub>5</sub>	1.26	161.85	0.35	0.95
	2	161.96	0.46	1.13
	3	162.08	0.58	1.33
	4	162.18	0.68	1.38
	5	162.28	0.78	1.41
	6	162.36	0.86	1.47
	7	162.44	0.94	1.52
	8	162.5	1	1.57
	9	162.57	1.07	1.62
	10	162.63	1.13	1.66
Module	10.73	162.68	1.18	1.69
	12	162.75	1.25	1.75
	13	162.8	1.3	1.8
	14	162.85	1.35	1.85
	15	162.89	1.39	1.91
Q <sub>2</sub>	174	164.04	2.54	Hors passe à poissons
Q <sub>5</sub>	286	164.61	3.11	Hors passe à poissons
Q <sub>10</sub>	360	164.94	3.44	Hors passe à poissons
Q <sub>20</sub>	544	165.68	4.18	Hors passe à poissons
Q <sub>50</sub>	782	166.54	5.04	Hors passe à poissons
Q <sub>100</sub>	960	167.13	5.63	Hors passe à poissons

**Dans ce scénario, la passe est fonctionnelle jusqu'à 3 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Au-delà, les blocs de diversifications sont noyés.**

Note ; sur le projet au stade PRO un visuel par des courbes illustrera les données de ce tableau

## 1.2.5 Coût du projet d'effacement

Le coût du projet s'élèverait à 400 000 € HT.

En cas de subvention comprise entre 70 et 80% du montant des travaux, entre 80 000 et 120 000 € resterait à la charge du maître d'ouvrage.

L'entretien sur 50 ans de l'ouvrage serait de 75 000 €.

Avec ce scénario, les dépenses d'entretien ne seront pas **supérieures aux dépenses actuelles**. **Ce projet est positif sur l'aspect de la continuité écologique.**

### 1.3 Scénario 2 – Implantation d'une rampe à 4% diversifiée par des plots

Cette solution a été évoquée en Comité de Pilotage mais les fragilités liées à la conception du pont sont à prendre en compte. Pour rappel, le pont n'a pas de fondation, c'est donc la semelle qui assure sa stabilité.

L'opération se décline en 4 points :

- Le renforcement du matelas alluvial en aval,
- Le renforcement et la découpe de la semelle sous le pont,
- Le renforcement du matelas alluvial en amont immédiat de la passe,
- La reprise des anciens épis déflecteurs en amont immédiat.
- En option les mesures correctives en amont sur le lit mineur

En aval et amont du pont, le matelas alluvial sera renforcé par des semis de piquet et l'injection d'une granulométrie structurante naturelle, pour être maintenu.



Emplacement de la passe sous l'arche centrale du pont de la RD 20

### 1.3.1 Découpe de la semelle du pont

Afin de rétablir la libre circulation des poissons et des sédiments, la découpe de la semelle est nécessaire.

Le découpage de la semelle implique une compensation mécanique en sous-œuvre avec un renforcement par des micropieux pour compartimenter la semelle entre les piles du pont.

D'autre part la rampe dépassera de 4.5 m en amont des rideaux de palplanches amont et se calera sur le rideau aval. Soit une longueur de 20 m.

Le découpage de semelle est envisageable à une distance de 2 m des piles pour offrir un passage pour la rivière.

La découpe sera bétonnée sur 1 mètre d'épaisseur dans le fond à l'aide de ferrailage et d'un dispositif de ralentissement par plot en béton afin de lutter contre l'érosion des flux liquides et solides.

La cote de fond de la nouvelle dalle sera à 160.50 NGF en aval et 161.30 NGF en amont de la passe.

L'épaisseur de cette nouvelle dalle de 20 m par 8 m de large doit être déterminée avec les murs par l'étude béton sur le pont.

Un semis de piquet à 3% peut compenser 30 à 50 cm le fond du lit mineur en amont de la passe.

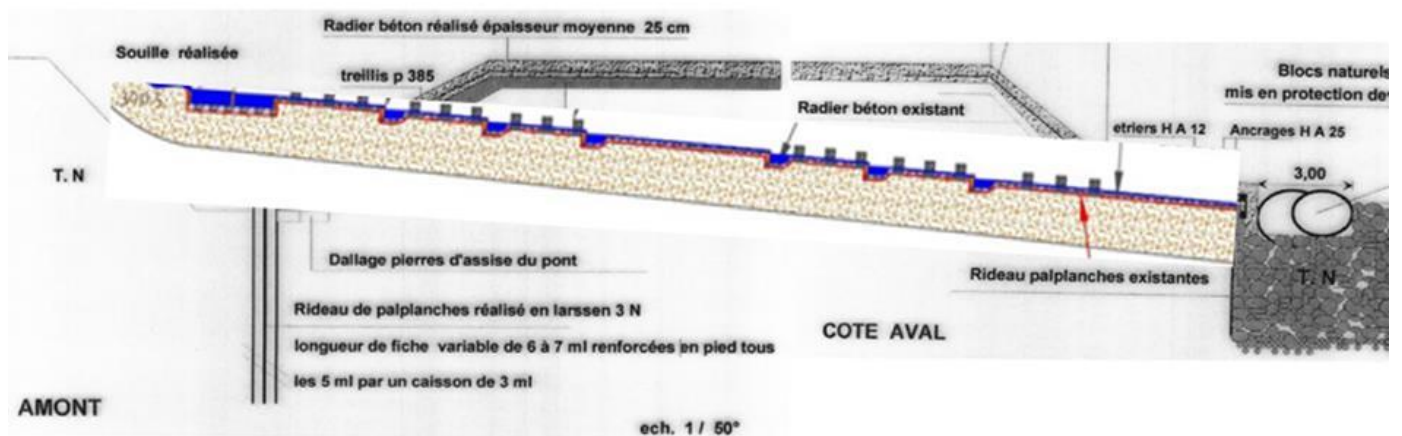


Illustration montage en coupe de la rampe dans la semelle sous le pont de la RD 20

Le passage découpé dans la semelle disposera de murs latéraux dépasseront de 50 cm de la cote de la semelle actuelle.

Exemple d'un ouvrage similaire :



#### Photos du chantier d'une rampe similaire

La rampe sous le pont fera 8 m large et 20 m de longueur. Cette rampe sera en appui sur les palplanches du pont et offrira une pente franchissable sur 20 ml à 4% soit 80 cm de dénivelé. La configuration du passage sera agrémentée de bloc de diversification des écoulements obtenus avec des plots en béton à 13 % d'occupation du fond.

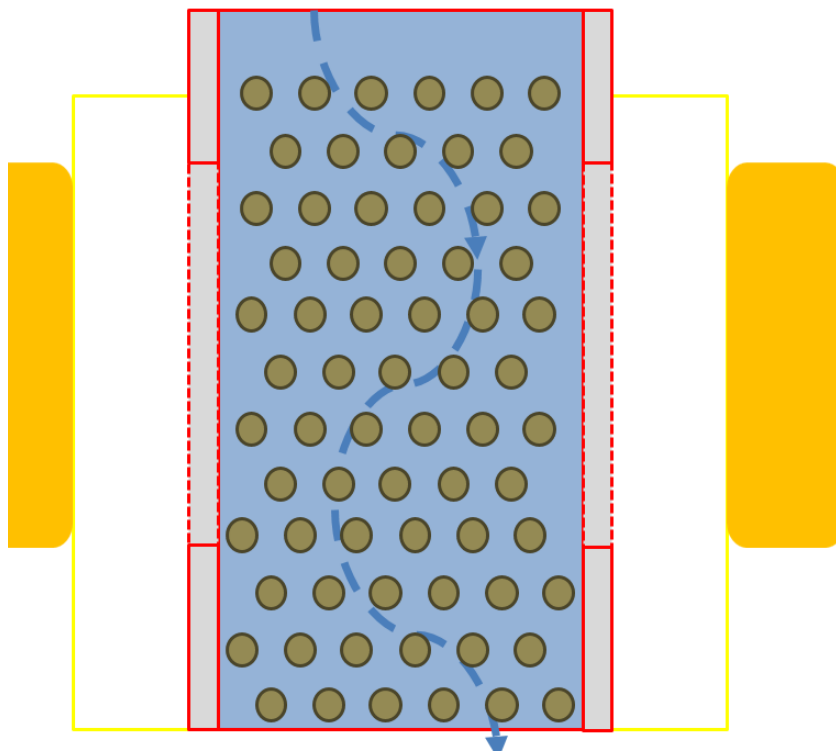
La découpe de la semelle est envisageable à une distance de 2,5 m des butées avec une pente de 80 cm sur 20 m entre l'amont et l'aval dans la structure. Une petite dépression de 30 cm de profondeur au centre de la dalle accueille un lit d'étiage.

La découpe sera ensuite bétonnée sur l'épaisseur de la dalle d'épaisseur suffisante pour une dalle de 20 m de longueur avec des plots et les murs en cerclage.

La cote amont du fond de l'ouvrage sera de 162,30 m NGF et sera complété par un semis de piquet.

- **SCÉNARIO D'UNE RAMPE PISCICOLE 4% SOUS LE PONT:**

- Schéma du découpage de la semelle sous l'arche, il est calé en aval sur la tête des palplanches.
- Le fond de la rampe aura une pente globale de 4 % diversifiée par des plots de 60 cm.



Le carré jaune représente la semelle entre les palplanches. Le rectangle bleu est la rampe avec un fond diversifié. Fond de rampe à 4% mais une veine d'eau pour l'étiage à 450 l/s sera aménagée dans le fond avec une pente de 3% elle sera praticable en montaison pour toutes les espèces piscicoles.

22

Schéma en vue dessus de la découpe de la semelle la masse jaune symbolise les piles du pont.

- **SCÉNARIO D'UN RAMPE PISCICOLE À 4% SOUS LE PONT**

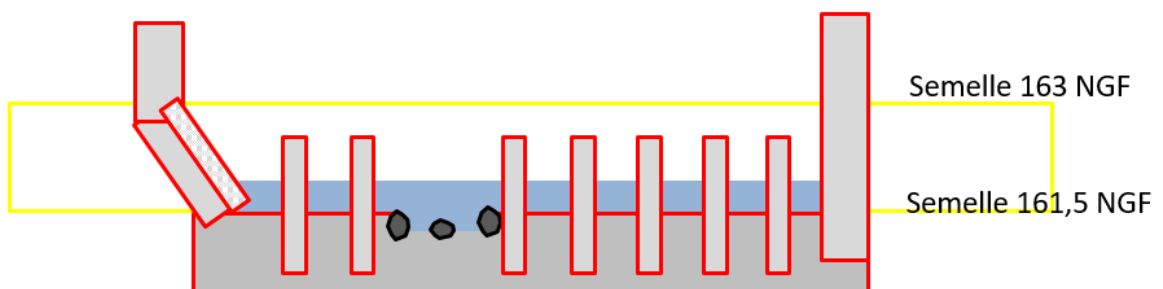


Schéma en coupe de la passe avec les plots

Ces cotations sont à optimiser avec les contraintes du génie civil sous le pont.

Dans ce projet il n'y a pas de risque d'érosion en amont mais il conviendra de soutenir le fond alluvial en aval.

### 1.3.2 Configuration de la passe à poisson à 4%

- Longueur 20 m,
- Cote amont : 162,3 m NGF,
- Cote aval : 161,5 m NGF,
- Pente : 4 %.

Dimension en amont : 8 m de largeur dont 2 m en rive droite de micro-plots pour les anguilles sur une pente à 45°. 6 m de rampe à fond plat avec des blocs de diversification.

#### Taille des micro-plots pour le passage des anguilles :

- Longueur, largeur, hauteur : 10 cm
- Distance inter-plot : 10 cm

#### Taille des blocs :

- Hauteur totale : 120 cm
- Hauteur utile : 60 cm (hauteur de bloc à l'air libre et en contact avec l'eau).
- Largeur : 40 cm
- Distance inter-bloc : 60 cm

Ces valeurs sont validées par le guide technique « Conception des passes « naturelles », Larignier 2006.

### 1.3.3 Hauteur d'eau et vitesse d'écoulement dans la passe

## Seuil de la RD 20 à Buisson - Modélisation hydraulique de la passe à 4 % - Entrée passe

Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )	Hauteur d'eau dans la rampe (m NGF)	Hauteur d'eau sur le seuil	Vitesse d'écoulement (m/s)
	0.3	162.39	0.09	0.93
	0.4	162.41	0.11	1.02
Jour des levés topo	0.45	162.42	0.12	1.04
	0.5	162.42	0.12	1.08
	0.6	162.44	0.14	1.13
	0.7	162.45	0.15	1.21
	0.8	162.47	0.17	1.28
	0.9	162.48	0.18	1.31
	1	162.49	0.19	1.36
QMNA <sub>5</sub>	1.26	162.53	0.23	1.43
	2	162.64	0.34	1.5
	3	162.77	0.47	1.58
	4	162.88	0.58	1.64
	5	162.95	0.65	1.72
	6	163	0.7	1.83
	7	163.05	0.75	1.92
	8	163.1	0.8	2
	9	163.14	0.84	2.08
	10	163.18	0.88	2.15
Module	10.73	163.21	0.91	2.2
	12	163.26	0.96	2.28
	13	163.3	1	2.34
	14	163.37	1.07	Hors passe à poissons
	15	163.41	1.11	Hors passe à poissons
Q <sub>2</sub>	174	164.1	1.8	Hors passe à poissons
Q <sub>5</sub>	286	164.46	2.16	Hors passe à poissons
Q <sub>10</sub>	360	164.68	2.38	Hors passe à poissons
Q <sub>20</sub>	544	165.2	2.9	Hors passe à poissons
Q <sub>50</sub>	782	165.8	3.5	Hors passe à poissons
Q <sub>100</sub>	960	166.21	3.91	Hors passe à poissons

Dans ce scénario, la passe est fonctionnelle jusqu'à  $4 m^3 \cdot s^{-1}$ . Au-delà, les blocs de diversifications sont noyés.

### 1.3.4 Coût de la rampe à 4%

Le coût du projet s'élèverait moins de 400 000 € HT + 65 000 € HT sur le lit mineur. (Sans les options)  
En cas de subvention comprise entre 40 et 50% du montant des travaux, entre 225 000 et 250 000 € resterait à la charge du maître d'ouvrage.

L'entretien sur 50 ans de l'ouvrage serait de 150 000 €.

Avec ce scénario, les dépenses d'entretien seront **identiques aux dépenses actuelles, car la rampe ne représente pas un sur aménagement dans l'ouvrage.**

D'un point de vue réglementaire, l'aménagement d'une rampe permettra de rétablir la continuité piscicole de l'Aygues.

Cependant le transit des matériaux les plus grossiers pourraient rester bloqué en amont de l'ouvrage.

## 1.4 Scénario 3 – Rampe à 4% diversifiée par des plots et optimisée par une pente latérale

Cette solution est une variante du scénario 2 évoqué en Comité de Pilotage mais avec une pente latérale qui offre une plus grande période d'utilisation pour les poissons et ne demande pas de rampe techniquement spécifique pour les anguilles.

Cette option n'a pas encore été testée en hydraulique et doit faire l'objet d'investigation technique spécifique sur le génie civil.

L'opération se décline en 4 points :

- Le renforcement du matelas alluvial en aval,
- Le renforcement et la découpe de la semelle différenciée à droite et à gauche sous le pont,
- Le renforcement du matelas alluvial en amont immédiat de la passe,
- La reprise des anciens épis déflecteurs en amont immédiat.
- En option les mesures correctives en amont sur le lit mineur

### 1.4.1 Découpe de la semelle du pont

Afin de rétablir la libre circulation des poissons et des sédiments, la découpe de la semelle sera rectiligne à droite à 2 m de la pile et à gauche une nouvelle semelle enchâsse la pile sur une faible profondeur.

Le découpage de la semelle implique une compensation mécanique en sous-œuvre sur la pile de droite avec un renforcement par des micropieux et à gauche la semelle sera reprise par l'ouvrage sur la piles du pont.

D'autre part la rampe dépassera de 4.5 m en amont des rideaux de palplanches amont et se calera sur le rideau aval. Soit une longueur de 20 m.

Le découpage de semelle est envisageable à une distance de 2 m de la pile droite pour offrir un passage à 4 % pour la rivière en étiage.

La découpe sera bétonnée dans le fond à l'aide de ferrailage et d'un dispositif de ralentissement par plot en béton afin de lutter contre l'érosion des flux liquides et solides.

La cote de fond de la nouvelle dalle sera à 160.50 NGF en aval et 161.30 NGF en amont de la passe.

L'épaisseur de cette nouvelle dalle de 20 m par 12 m de large entre les piles pourrait être portée à 14 m en amont et aval de la pile gauche. Cette possibilité doit être déterminée avec les murs par l'étude béton sur le pont.

La cote amont du fond de l'ouvrage sera de 162,30 m NGF et sera complété par un semis de piquet à 3% pour compenser 30 à 50 cm le fond du lit mineur en amont de la passe.

Le passage découpé dans la semelle disposera de murs latéraux dépasseront de 50 cm de la cote de la semelle actuelle.

La configuration du passage sera agrémentée de bloc de diversification des écoulements obtenus avec des plots en béton à 13 % d'occupation du fond.

• **SCÉNARIO POUR L'OPTIMISATION LATÉRALE DE LA RAMPE PISCICOLE À 4% SOUS LE PONT:**

- Schéma de la semelle de 20 m sous l'arche, elle est calé en aval sur la tête des palplanches et 4,5 m en amont.
- Le fond de la rampe aura une pente globale de 4 % diversifiée par des plots bétons de 60 cm
- Le fond présente une pente latérale de 6 à 8 %

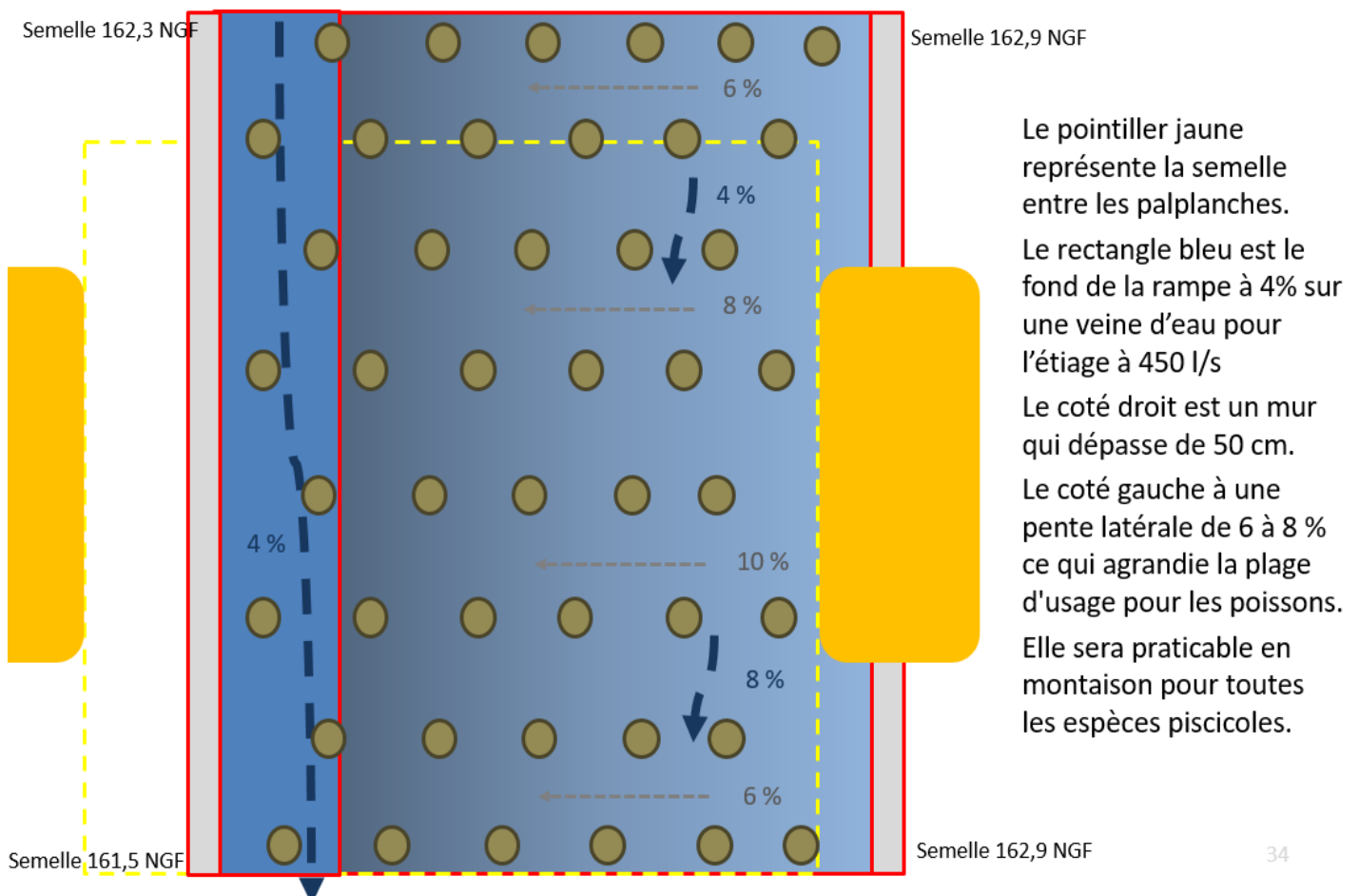


Schéma en vue dessus de la découpe de la semelle la masse jaune symbolise les piles du pont.

Note : la dalle de fond en projet est complexe en demandera une mise en œuvre spécifique pour la réalisation des pentes.

• **SCÉNARIO D'OPTIMISATION LATÉRALE D'UNE RAMPE À 4% PISCICOLE SOUS LE PONT**

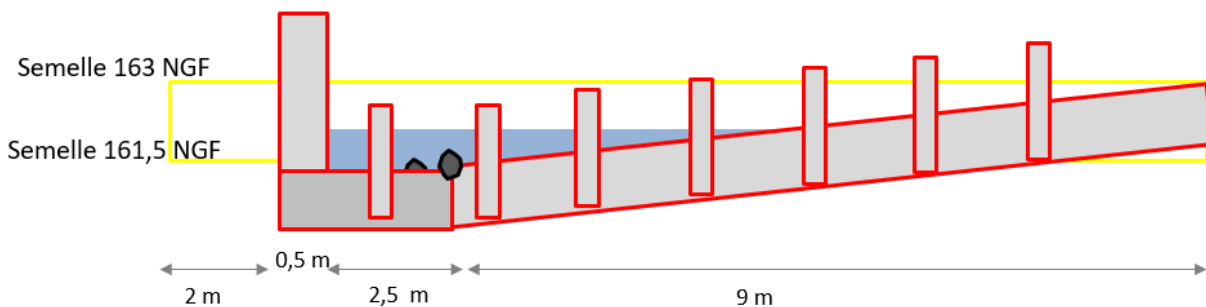


Schéma en coupe de la passe la masse jaune symbolise la semelle du pont.

Ces cotations sont à optimiser avec les contraintes du génie civil sous le pont.

**Dimensionnement de la rampe :**

Longueur 20 m,

Cote amont : 162,3 m NGF,

Cote aval : 161,5 m NGF,

Pente globale de la rampe au fond: 4 %.

Pente latérale sur la gauche : 6% en tête et 8 % en aval (10 % localement sur la pile)

Dimension en amont pile : 15 m de largeur, 11,5 m sur la pile et 13 m en aval de la pile.

2,5 m de rampe à 4% au fond plat avec des blocs de diversification.

**Taille des plots :**

Hauteur utile : 60 cm (hauteur de bloc à l'air libre et en contact avec l'eau).

Distance inter-bloc : 13% en surface utile

Dans ce projet il n'y a pas de risque d'érosion en amont avec le semis de piquet mais il conviendra aussi de soutenir le fond alluvial en aval.

### 1.4.2 Coût de la rampe optimisée à 4%

Le coût du projet n'a pas été vérifié mais il sera proche de 400 000 € HT + 65 000 € HT sur le lit mineur. (Sans les options)

En cas de subvention comprise entre 40 et 50% du montant des travaux, entre 225 000 et 250 000 € resterait à la charge du maître d'ouvrage.

L'entretien sur 50 ans de l'ouvrage serait de 150 000 €.

Avec ce scénario, les dépenses d'entretien seront **identiques aux dépenses actuelles, car la rampe ne représente pas un sur aménagement dans l'ouvrage.**

D'un point de vue réglementaire, l'aménagement d'une rampe permettra de rétablir la continuité piscicole de l'Aygues sur la plus large période d'usage pour les poissons.

Cependant le transit des matériaux les plus grossiers pourraient rester bloqué en amont de l'ouvrage.

### **1.4.3 Hauteur d'eau et vitesse d'écoulement dans la passe avec pente latérale**

**Cette solution n'a pas encore été modélisée en hydraulique mais ce scénario aura une période d'usage supérieur aux autres passes en ce qui concerne le dénoyage utile des plots de diversification. Donc la passe sera fonctionnelle au-delà des  $4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . De plus il n'y a pas besoin de dispositif spécifique pour les anguilles qui trouveront sur le bord à gauche un passage toujours utilisable.**

## 1.5 Scénario 4 – Implantation d'une rampe à 4% en aval du pont

Cette solution a été écartée en Comité de Pilotage car elle présente moins d'intérêt pour le passage de la faune piscicole.

Pour info l'opération se décline en 4 points :

- Le renforcement du matelas alluvial en aval de la rampe,
- La création d'une rampe rustique en enrochement franchissable en aval de la semelle,
- La découpe de la semelle sous le pont avec lit d'étiage,
- La reprise ponctuelle des épis déflecteurs en amont immédiat.



Plan de masse du scénario d'effacement sous une arche de l'ouvrage – Stade Esquisse

### 1.5.1 Renforcement du matelas alluvial en aval de l'ouvrage

En aval, le matelas alluvial sera renforcé sur 50 ml pour être maintenu le plus haut possible. L'injection directe d'une granulométrie structurante naturelle sera le plus approprié. Les matériaux seront prélevés et criblés en conservant les matériaux les plus grossiers en amont du seuil. Ils seront réinjectés en aval sur 2 500 m<sup>2</sup> et sur 1,5 m d'épaisseur (soit 3 750 m<sup>3</sup>). L'objectif est de rehausser le fond et de réduire la hauteur du seuil à 1,3 m.

Sur le plan de masse de 2 000 m<sup>2</sup> encadrée en rouge en aval de l'ouvrage, représente l'emprise de la rampe en enrochement de 20 m large et de 35 m de longueur. Cette rampe sera en appui sur la roche mère et offrira une pente franchissable sur 25 ml à 4% soit 1 m de dénivelé. La configuration du passage sera agrémentée de micro-ressauts obtenus avec la mise en place d'un enrochement diversifié et liaisonné au béton. Le fond de la rampe sera orienté en aval vers la berge droite afin d'offrir une entrée plus proche de la fosse des 4 arches au centre du lit.

Le tracé en pointillé bleu représente le lit mineur préférentiel qui sera orienté sur la rampe. Les traits rouges en berge situent les deux épis déflecteurs à reprendre pour conforter la berge et l'amont de la culée du pont.



Photo montage de la rampe en aval de l'arche de gauche du RD 20

Afin de justifier la mise en place d'un sur équipement de rampe en aval du pont, il conviendra de réduire la découpe de la semelle à seulement 1 m de profondeur et sur 4 m de large ce qui doit éviter un renforcement en sous œuvre entre les butées et les rideaux de palplanches amont et aval. La cote amont du fond de l'ouvrage sera de 162,30 m NGF.

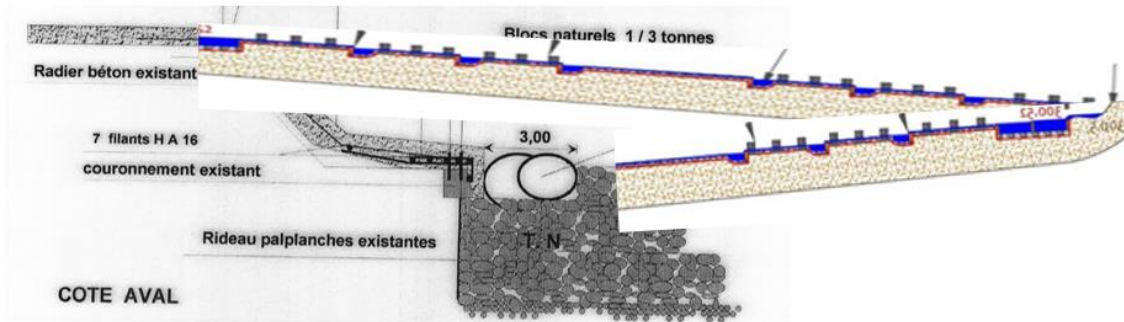
- **SCÉNARIO DE RAMPE EN AVAL DU PONT**

Le découpage est très réduit.

La pente générale est de 4 % sur 35 ml

La lame d'eau optimale se situera à 30 cm. Au delà de 80 cm d'eau dans le lit mineur de l'Aygues, la rampe fonctionnera en mode dégradé par submersion avec un effet de ralentissement des écoulements dans le fond de la passe.

L'entrée aval de la passe sera orientée vers la fosse du seuil.



Coupe de la semelle sous l'arche de gauche du RD 20

### 1.5.2 Coût du projet de rampe en enrochement en aval

Le coût du projet s'élèverait à 450 000 € HT.

En cas de subvention comprise entre 40 et 50% du montant des travaux, entre 225 000 et 280 000 € resterait à la charge du maître d'ouvrage.

L'entretien sur 50 ans de l'ouvrage serait de 150 000 €.

Avec ce scénario, les dépenses d'entretien seront **supérieures aux dépenses actuelles, car la rampe représente un sur aménagement réglementaire.**

D'un point de vue réglementaire, l'aménagement d'une rampe permettra de rétablir la continuité piscicole de l'Aygues. Cependant le transit des matériaux les plus grossiers pourraient rester bloqué en amont de l'ouvrage.

