



**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

### Dossier Avant-Projet d'une rampe à macro-rugosité



253 Grande Rue  
69770 Villechenève  
Tél : 06 82 69 69 35  
Mail : [pl@graineau.com](mailto:pl@graineau.com)



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

24 rue de la Pata  
69380 Chazay d'Azergues  
Mobile : 06 89 09 96 61  
Mail : [srobresco@sigosphere.com](mailto:srobresco@sigosphere.com)  
Site internet : [www.sigosphere.com](http://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](mailto:info@aralep.com)  
Site internet : [www.aralep.com](http://www.aralep.com)

## Sommaire

Maitre d’Ouvrage .....	4
LOCALISATION DE L’OUVRAGE .....	5
2.1.1. Contexte géographique .....	5
2.1.1.1. Description du site.....	5
2.1.2. Contexte hydrologique .....	6
2.1.2.1. Débits de l’Aygues à la station de Saint May.....	6
2.1.2.2. Débits de l’Aygues au droit du seuil de la RD 20 à Buisson.....	8
2.1.3. Contexte géologique .....	9
2.1.4. Contexte géomorphologique .....	9
2.1.4.1. Contexte général .....	9
2.1.4.2. Contexte du tronçon géomorphologique selon la méthode SYRAH .....	11
2.1.5. Occupation du sol.....	12
2.1.6. Contexte écologique.....	13
2.1.6.1. Etat de la ripisylve .....	13
2.2.1. Levés topographiques .....	15
2.2.2. Impact du seuil sur le fonctionnement hydraulique du secteur .....	21
2.2.3. Franchissabilité.....	24
2.2.3.1. Montaison .....	24
2.2.3.2. Dévalaison .....	24
2.2.4. Granulométrie et transport solide .....	25
2.2.4.1. Granulométrie observée en amont du seuil .....	25
2.2.4.2. Granulométrie observée en aval du seuil .....	26
2.2.4.3. Débit seuil de mise en mouvement.....	27
2.2.5. Identification des enjeux .....	28
2.2.5.1. Contexte piscicole .....	30
2.2.5.2. Etat des eaux .....	38
2.2.6. Sites naturels remarquables.....	39
2.2.6.1. Site Natura 2000.....	39
2.5.1. Découpage en masse d’eau et suivi de la qualité des eaux – Etat des lieux .....	42
2.6.1. Principes .....	42
2.6.2. Rubriques concernées .....	43

---

NATURE DES TRAVAUX.....	44
3.1. Historique des projets .....	44
3.2. Description du projet .....	44
3.2.1. Restauration de la continuité écologique .....	45
3.2.2. Accès aval pour la rampe .....	53
3.2.3. Le batardeau sera mise en œuvre avec la méthode du merlon d'alluvions. ....	53
3.2.4. Définition des bétons .....	55
3.3. Descriptif spécifique pour la mise en œuvre du semis de piquet .....	57
3.4. Définition des incidences des travaux liés au projet.....	60
3.4.1. Impact sur les eaux superficielles.....	60
3.4.2. Impact sur les eaux superficielles et souterraines .....	60
3.4.3. Impact hydraulique – Après travaux .....	60
3.4.4. Impact sur le milieu naturel .....	61
3.4.5. Impact en phase exploitation.....	62
3.4.6. Mesures de réduction des incidences.....	62
3.4.7. Moyens de surveillance et d'intervention.....	62
3.4.8. Mesures compensatoires .....	63
BUDJET PREVISIONEL DES PROJETS.....	64

## Maitre d'Ouvrage

Demandeur :	Conseil départemental de Vaucluse
Adresse :	Rue Viala CS 60516 84909 Avignon Cedex 9
Téléphone :	04 90 16 15 00
N°SIRET :	228 400 016 00017

## LOCALISATION DE L'OUVRAGE

### 2.1. Caractéristiques et contexte général

#### 2.1.1. Contexte géographique

L'Aygues est une rivière en tresse de 114 km de long qui se jette en rive gauche du Rhône sur la commune de Caderousse. Cette dernière draine un bassin versant de 1 100 km<sup>2</sup>. Le seuil de la RD 20 se trouve dans la partie aval du bassin versant, au départ de la large plaine alluviale du cours d'eau (cf. Figure 1). Le seuil est référencé dans le ROE (Référentiel des Obstacles à l'écoulement) sous le numéro ROE 12 849.

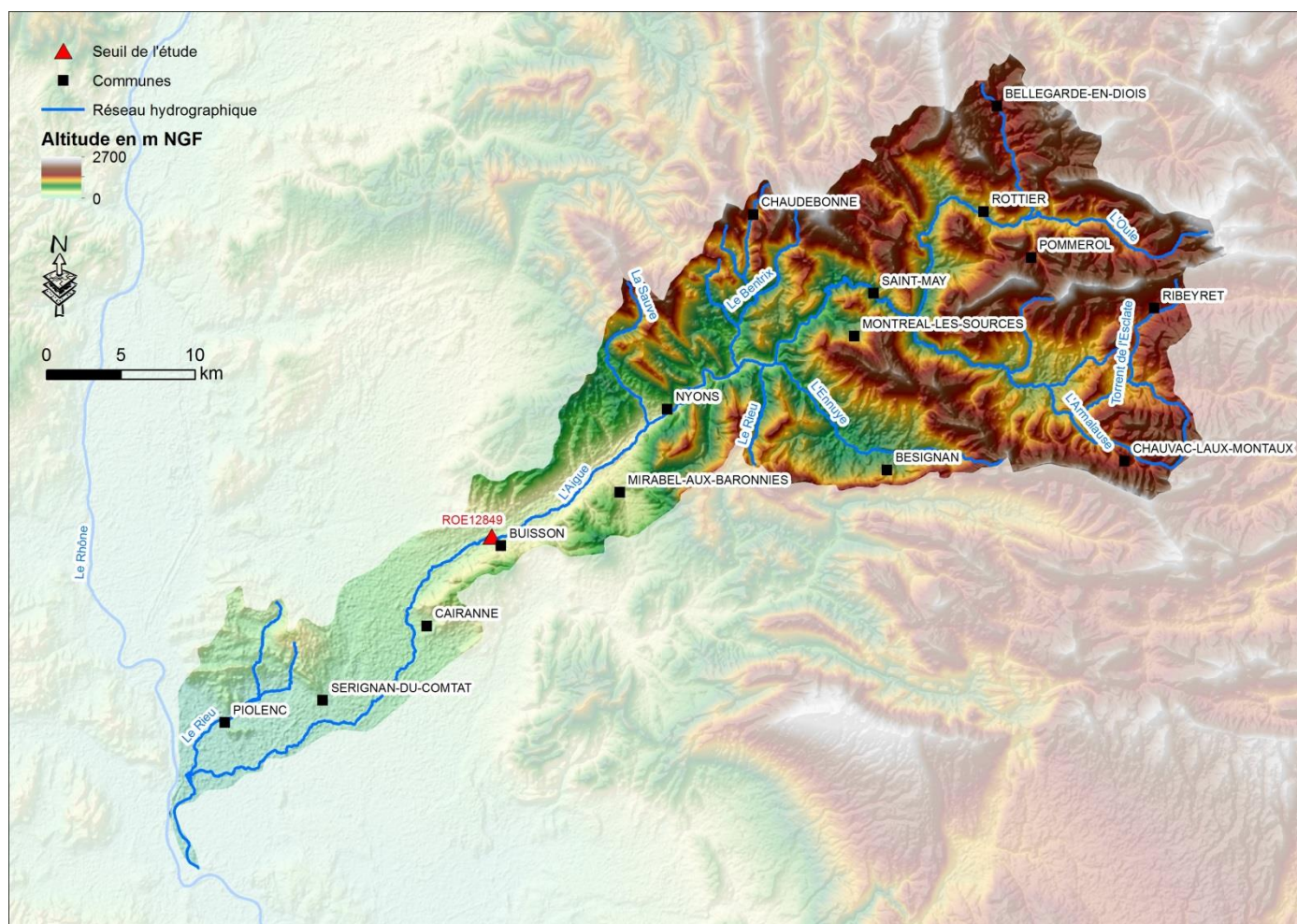


Figure 1 : Localisation du bassin versant de l'Aygues et localisation du seuil (en rouge sur la carte)

Source : ROE, BD Carthage, IGN et fond ASTER

##### 2.1.1.1. Description du site

Le seuil se situe au droit du pont de la RD20 reliant les communes de Saint-Maurice-sur-Eygues (au nord, dans la Drôme) à Buisson (au sud, dans le Vaucluse).



Figure 2 : Photographie du seuil de la RD20  
Source : SIGosphère/GRAINEau



Figure 3 : Photographie du seuil de la RD 20 en octobre 2018  
Source : GRAINEau/SIGosphère

## 2.1.2. Contexte hydrologique

### 2.1.2.1. Débits de l'Aygues à la station de Saint May

L'Aygues se caractérise par un régime semi-méditerranéen, d'après le contrat de rivière de l'Aygues (Egis Eau, 2010). Les périodes de hautes eaux se rencontrent au printemps et en automne. Les étiages peuvent être sévères pendant les périodes sèches et certains secteurs présentent des assècs. Les crues les plus fréquentes se rencontrent principalement pendant les mois d'automne et d'hiver. Ainsi, les 4 dernières grosses crues recensées se sont produites :

- Le 22 septembre 1992 avec un débit évalué à  $850 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  par Sogreah,
- En 1993,
- Le 7 janvier 1994 avec un débit évalué à  $545 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  par la CNR,
- Les 8 et 9 septembre 2002.

**Tableau 1 : Débits moyens journaliers de l'Aygues à Saint May pour différentes occurrences de crues**  
Source : Banque Hydro

Fréquence de retour	Débits moyens journaliers ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	Période
Q <sub>2</sub>	62	1906-2016
Q <sub>5</sub>	100	1906-2016
Q <sub>10</sub>	130	1906-2016
Q <sub>20</sub>	150	1906-2016
Q <sub>50</sub>	190	1906-2016
Q <sub>100</sub>	-	1906-2016
QMNA <sub>5</sub>	0.77	1906-2016
Module	5.78	1906-2016

Le **Tableau 1** montre les débits caractéristiques de l'Aygues à la station de Saint May selon les données de la Banque Hydro. Noter que la Q<sub>100</sub> n'a pas été calculée. Nous allons retenir le débit de la crue centennale retenu pour l'élaboration du PPRi, **soit  $970 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  à Orange**. Ce débit correspond à la crue centennale théorique, d'après le Plan de Prévention des Risques Naturels d'Inondation – Bassin versant de l'Aygues, de la Meyne et du Rieu.

Noter que pour la modélisation hydraulique, nous utiliserons les débits instantanés maximaux afin de prendre en compte les plus hautes eaux (*cf. Tableau 2*).

**Tableau 2 : Débits instantanés maximaux pour différentes occurrences de crues sur l'Aygues à Saint May et Orange pour la Q<sub>100</sub>.**  
Source : Banque Hydro et PPRi

Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	Période
Q <sub>2</sub>	120	1906-2016
Q <sub>5</sub>	200	1906-2016
Q <sub>10</sub>	260	1906-2016
Q <sub>20</sub>	310	1906-2016
Q <sub>50</sub>	370	1906-2016
Q <sub>100</sub>	970*	1906-2016

La Q<sub>100</sub> correspond au débit théorique de la crue centennale, à Orange, retenu pour l'élaboration du PPRi.

Le **Tableau 2** montre les débits instantanés maximaux de l'Aygues, au droit de la station de Saint May. Ce sont ces débits qui, ramenés sur le seuil de la RD 20, seront utilisés pour la modélisation hydraulique.

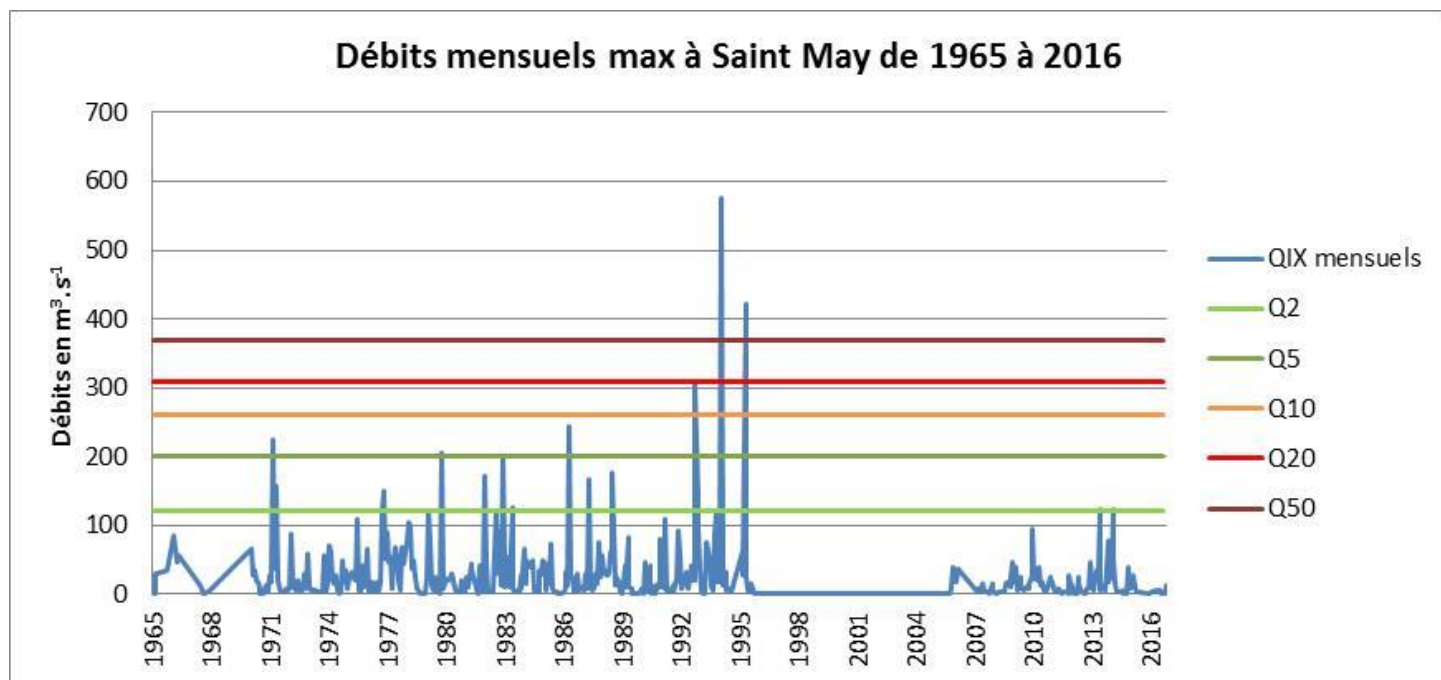


Figure 4 : Débits maximum mensuels de l'Aygues à la station de Saint May de 1965 à 2016 (bassin versant : 473 km<sup>2</sup>)

Source : Banque Hydro

La **Figure 4** présente un diagramme des débits mensuels maximum de l'Aygues à la station de Saint May, entre 1965 et 2016. D'après ce graphique, la rivière aurait dépassé :

- 17 fois la crue biennale (crues supérieures ou égales à 120 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>),
- 7 fois la crue dont la fréquence de retour est de 5 ans (crues supérieures ou égales à 200 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>),
- 3 fois la crue dont la fréquence de retour est de 10 ans (crues supérieures ou égales à 260 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>),
- 2 fois la crue dont la fréquence de retour est de 20 ans (crues supérieures ou égales à 310 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>),
- 2 fois la crue dont la fréquence de retour est de 50 ans (crues supérieures ou égales à 370 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>).

Noter que la Q<sub>100</sub> n'a pas été calculée sur la station de Saint May.

#### 2.1.2.2. Débits de l'Aygues au droit du seuil de la RD 20 à Buisson

Les débits de l'Aygues ont été calculés, au droit du seuil de la RD 20, grâce à une régression linéaire entre les débits calculés à Nyons et ceux calculés à Orange. Cette régression est pertinente car à partir de Nyons, l'Aygues ne reçoit plus d'affluents significatifs.

Tableau 3 : Débits instantanés maximaux estimés de l'Aygues au droit du seuil de la RD 20

Source : SIGosphère

Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Période
Q <sub>2</sub>	174	1906-2016
Q <sub>5</sub>	286	1906-2016
Q <sub>10</sub>	360	1906-2016
Q <sub>20</sub>	544	1906-2016
Q <sub>50</sub>	782	1906-2016
Q <sub>100</sub>	960	1906-2016

Tableau 4 : Débits d'étiage sévère et du module estimés de l'Aygues au droit du seuil de la RD 20  
Source : SIGosphère

Fréquence de retour	Débits (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Période
QMNA <sub>5</sub>	1.62	1906-2016
Module	10.73	1906-2016

### 2.1.3. Contexte géologique

D'après l'étude hydrogéomorphologique du bassin aval de l'Aygues, de la Mayne et du Rieu, Carex Environnement 2004, deux unités géologiques distinctes découpent le bassin de l'Aygues :

- La première représente le bassin amont. Cette dernière est constituée des formations marno-calcaires crétacées et jurassiques qui forment le massif des Baronnies (Préalpes du sud),
- La deuxième représente le bassin aval. Cette dernière est constituée de formations alluviales plus ou moins anciennes.

### 2.1.4. Contexte géomorphologique

#### 2.1.4.1. Contexte général

L'Aygues est une rivière en tresse (principalement à partir de Nyons). Une rivière en tresse est une rivière à forte pente et à charge sédimentaire importante et grossière. Elle se caractérise également par des chenaux multiples séparés par des bancs de galets temporaires non végétalisés constamment remaniés par les eaux (*cf. Figure 5*). Sur l'Aygues, le tressage apparaît dès l'aval de Nyons. En effet, cette commune marque la fin du massif des Baronnies et le début de la large plaine alluviale qui a permis à la rivière de divaguer et de déposer sa charge alluviale, au cours de l'Holocène. Le secteur d'étude se trouve à Buisson, à l'aval de Nyons et donc dans un secteur en tresse.

Le profil en long est donc sujet à des variations notables lors des crues. Le stockage ou le transit des matériaux est très sensible à la géométrie du lit. Le stockage s'effectue dans des sur-largeurs. Ces secteurs peuvent être caractérisés par la présence de végétation qui a tendance à accroître la perte de charge lors des crues. Le transit des matériaux s'effectue dans des secteurs étroits et il s'exprime par des érosions sur les atterrissements et par le déstockage du fond alluvial.

La *Figure 5* illustre le tressage de l'Aygues en aval du pont de la RD 20.



Figure 5 : Illustration du tressage de l'Aygues en aval du pont de la RD 20  
Source : SIGosphere

La **Figure 6** montre l'Orthophotographie IGN, au droit du seuil de la RD20 et le tressage de la rivière.



Figure 6 : Orthophotographie IGN 2015 de l'Aygues à Buisson illustrant le tressage de la rivière

Source : IGN

#### 2.1.4.2. Contexte du tronçon géomorphologiquement homogène selon la méthode SYRAH

La méthode SYRAH (SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau) élaboré par le Cemagref (aujourd'hui Irstea) a pour objectif de recueillir les pressions impactant potentiellement le fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau. Cette méthode est basée sur la sectorisation des cours d'eau en tronçon géomorphologiquement homogène, c'est-à-dire que chaque tronçon présente des caractéristiques homogènes comme notamment la géométrie, la pente, la sinuosité ou encore le style fluvial.

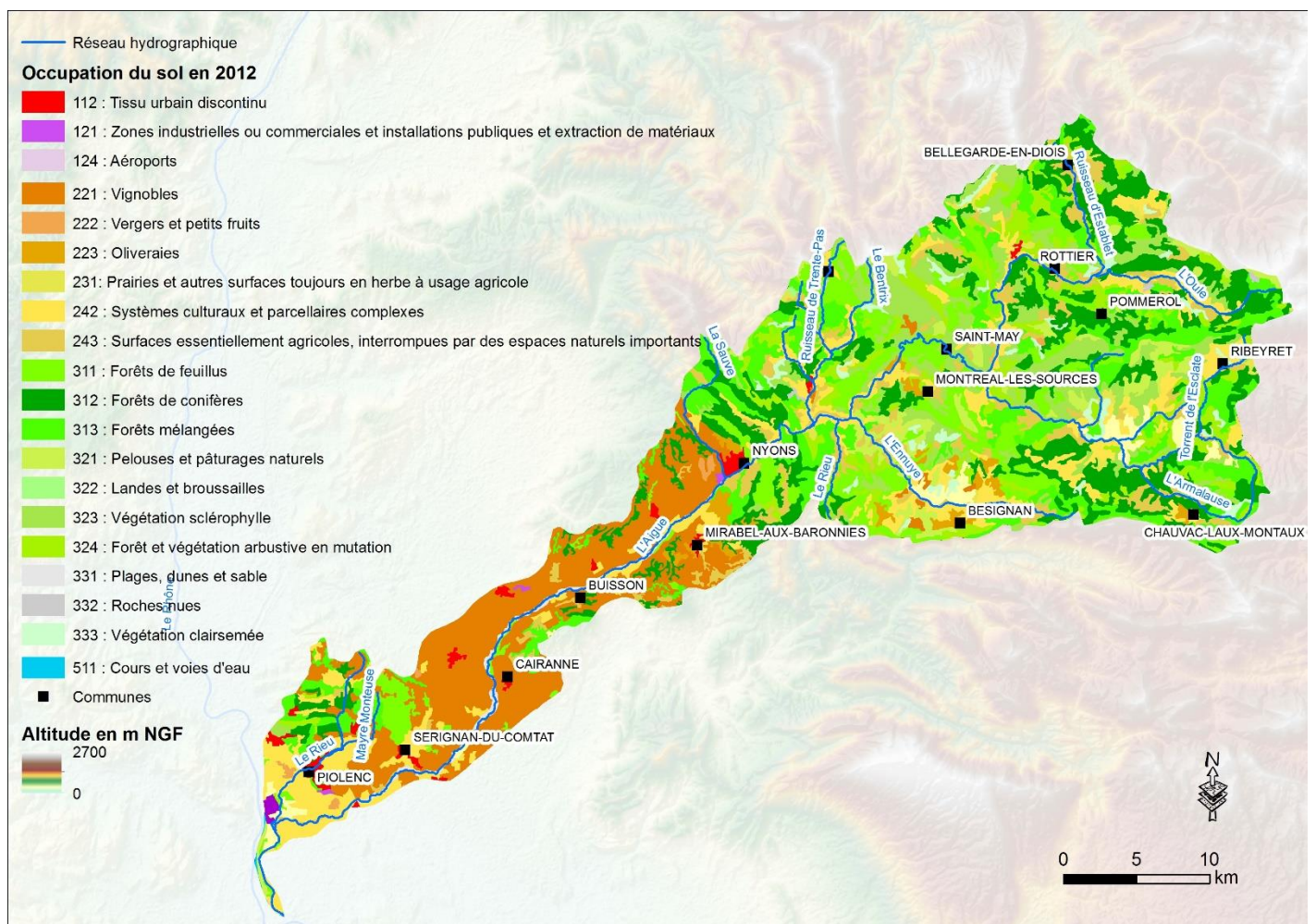
SYRAH a défini 9 tronçons homogènes sur l'Aygues. Le tronçon qui concerne notre secteur d'étude est le n°60 126 qui mesure environ 20,2 km. Les caractéristiques du tronçon sont les suivantes :

- Altitude amont : 260 m,
- Altitude aval : 138 m,
- Pente du lit : 0,6 %,
- Surface du bassin versant : 852 km<sup>2</sup>,

- Largeur du fond de vallée : 1 123 m,
- Débit spécifique de crue : 70 l/s/km<sup>2</sup>,
- Pente du fond de vallée : 1,5 %,
- Largeur théorique de plein bord : 110,5 m,
- Rapport d'encaissement (rapport de la largeur du fond de vallée sur la largeur du lit mineur) : 10,2 m.

### 2.1.5. Occupation du sol

Le bassin versant de l'Aygues est très rural. En effet, 66% de la surface totale du bassin versant est recouverte par des forêts et 30,6 % de la surface totale du bassin est recouverte par des terres arables. Les surfaces anthropisées ou bâties représentent 3,4% (cf. Figure 7).



## 2.1.6. Contexte écologique

### 2.1.6.1. Etat de la ripisylve

D'une manière générale, le corridor végétal est relativement réduit. En effet, ce dernier subit les pressions agricoles exercées par l'anthropisation (vignobles et activités agricoles diverses).

En rive droite et en amont du seuil, la ripisylve est relativement étroite voire inexistante ponctuellement.

La rive gauche se caractérise par la présence d'un talus végétalisé où la ripisylve est vieillissante et par des terrasses alluviales dynamiques et en bon état.

En aval du seuil, la ripisylve est semblable à droite et à gauche. Cette dernière est plutôt vieillissante.

La végétation peut être rapidement déconnectée de la nappe alluviale car l'Aygues peut inciser brutalement ces berges ou bancs alluviaux.

#### Composition de la végétation :

D'une manière générale la végétation est naturelle et adaptée au contexte local. Elle est constituée principalement de peupliers noirs, d'aulnes et de saules endémiques. Des espèces envahissantes sont présentes comme la canne de Provence et l'ambroisie.



Figure 8 : Photographie de la ripisylve de l'Aygues, en aval du seuil.

Source : SIGosphere

## 2.2. Aménagements au droit du seuil

Des aménagements plus ou moins anciens sont présents sur les berges de l'Aygues. Ces derniers empêchent la rivière de divaguer et de se recharger. La **Figure 9** montre les aménagements linéaires et ponctuels au droit du seuil. Les aménagements linéaires relevés sont les suivants :

- Dignes,

- Enrochements,
- Merlons

La plupart de ces aménagements se situent en rive gauche de la rivière. L'enrochement situé le plus en amont est en mauvais état. Celui dévolu à la protection de la rive gauche du pont est en bon état. Noter que les enrochements sont en contact direct avec le lit mineur. Les merlons et digues, quant à eux, sont situés en retrait des berges et ne sont pas touchés par les crues (hormis peut-être les crues exceptionnelles).

Les aménagements ponctuels relevés sont les suivants :

- Epis,
- Seuil (de la RD20),
- Pont (de la RD20),
- Prise d'eau.

Les épis sont tous détruits ou en mauvais état. L'épi situé en rive droite (en aval du seuil) est complètement déconnecté du lit mineur et est désormais intégré à la ripisylve. Cet épi témoigne des migrations de la rivière.

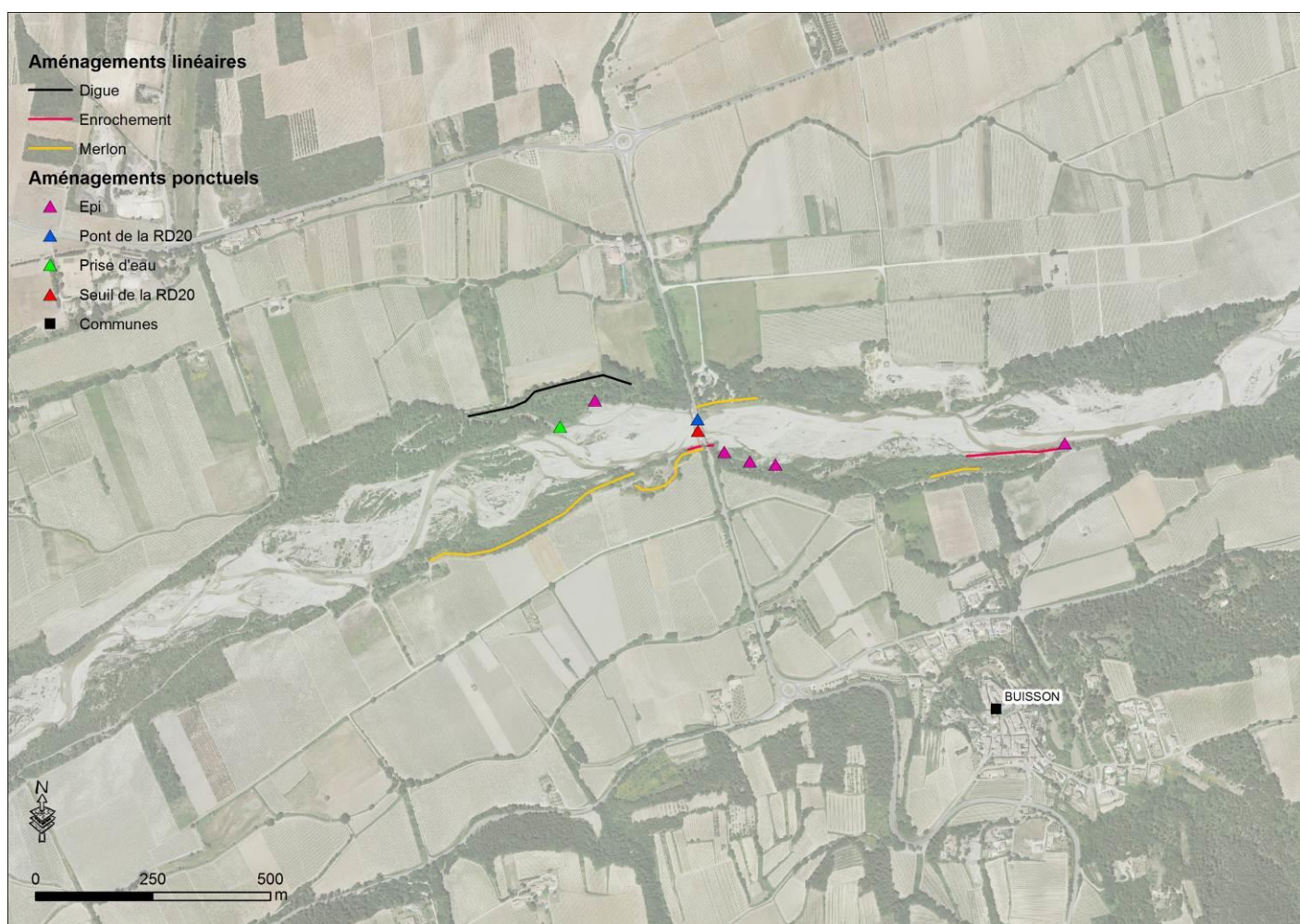


Figure 9 : Localisation des aménagements linéaires et ponctuels sur les berges de l'Aygues

Source : SIGosphère/GRAINEau

## 2.2.1. Levés topographiques

Les levés topographiques ont été effectués par la société SIGosphere grâce à un GPS différentiel Trimble R10 couplé à un tachéomètre Trimble S6. Le système de projection associé est le RGF - Lambert 93 pour la planimétrie et le NGF IGN69 pour l'altimétrie. Nous avons effectué les levés à pied, le 9 octobre 2018.

Voici les levés que nous avons effectués :

- Un profil en long de la ligne d'eau et du fond de la rivière sur 1,5 km,
- 10 profils en travers,
- Un relevé détaillé (semis de points) au droit de l'ouvrage.

Les figures du chapitre suivant sont des extraits des plans réalisés suite aux levés topographiques.

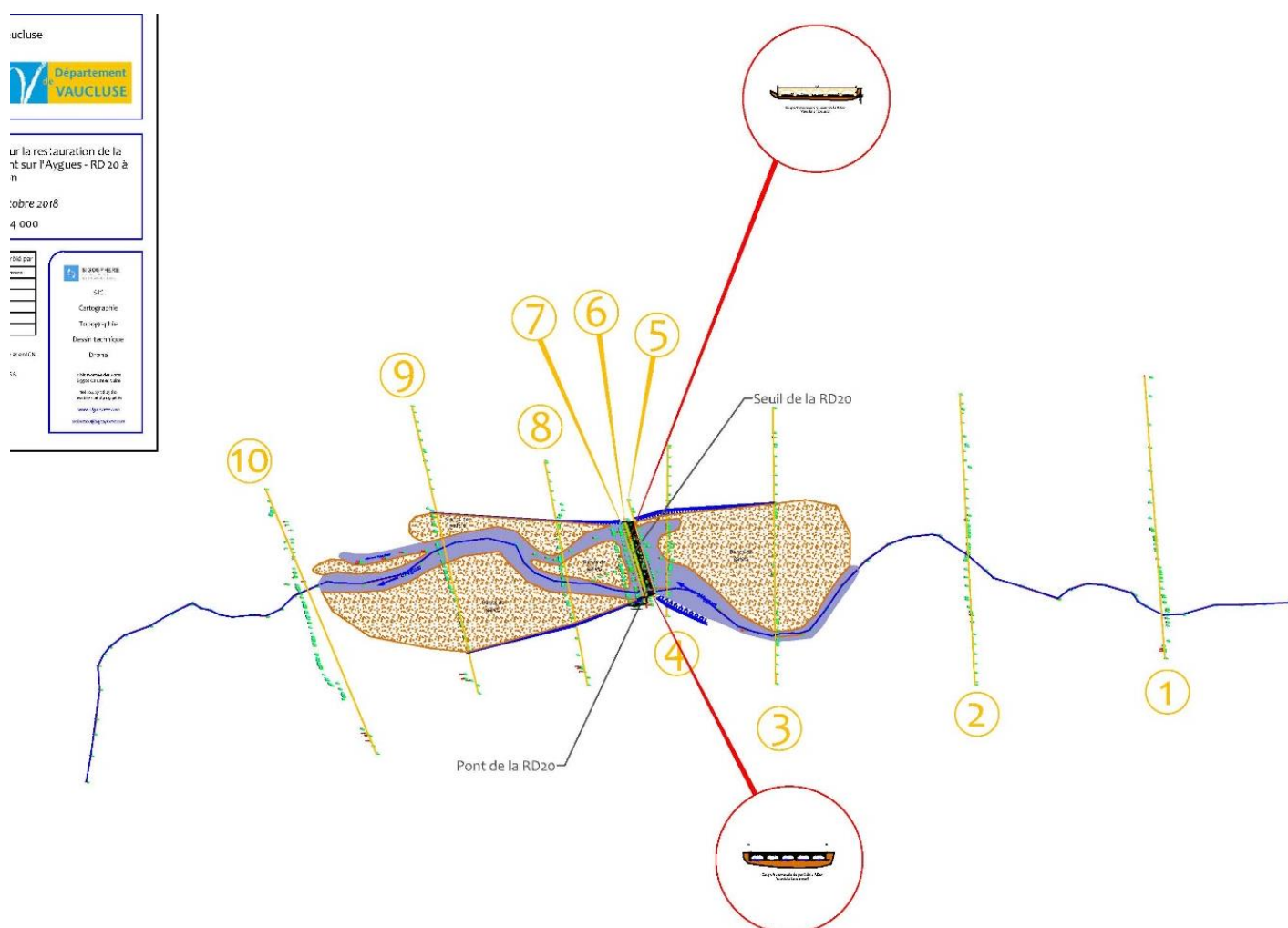


Figure 10 : Plan topographique du seuil de la RD 20 à Buisson – Vue générale

Source : SIGosphere

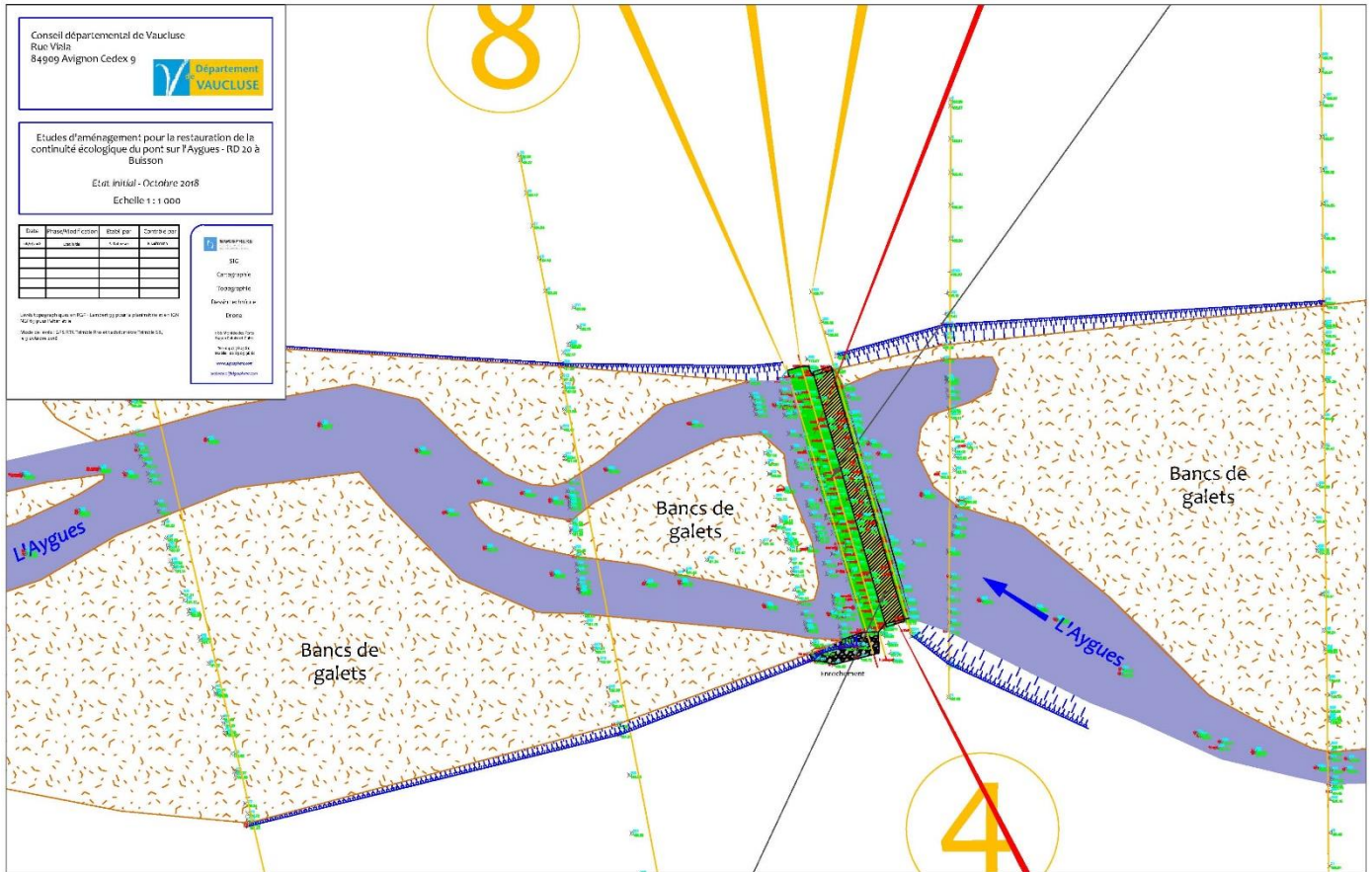
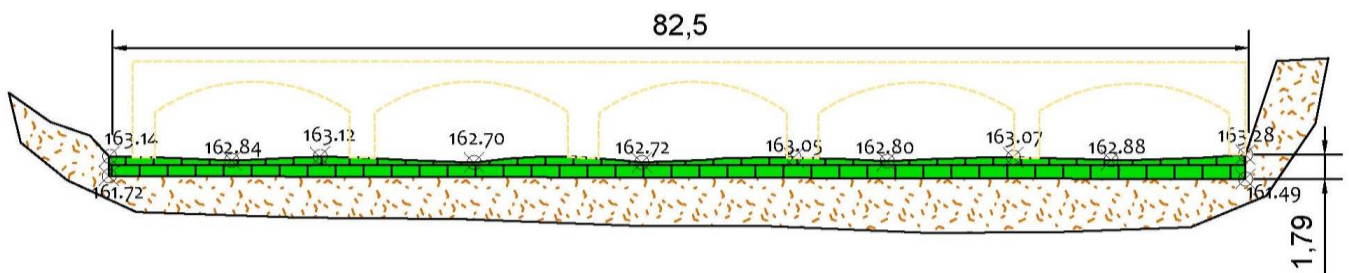


Figure 11 : Plan topographique du seuil de la RD 20 à Buisson – Zoom sur le seuil  
Source : SIGosphère

La particularité du seuil de la RD 20 réside dans le fait que ce dernier :

- Cale le profil en long de la rivière,
- Stabilise et protège les piles du pont.



## Coupe transversale du seuil de la RD20 Vue de la face aval

Figure 12 : Coupe transversale du seuil (vue de l'aval)  
Source : SIGosphère



Figure 13 : Photographie du seuil de la RD20

Source : SIGosphère/GRAINEau

La **Figure 12** montre une coupe transversale du seuil. Ce dernier mesure 82,5 m de large et pratiquement 1,8 m de hauteur. Il provoque une hauteur de chute de 1,25 m de la ligne d'eau (le jour du levé, débit de  $450 \text{ l.s}^{-1}$ , selon un jaugeage de l'AFB). L'ouvrage se compose :

- D'une croute béton d'environ 10,5 m de large,
- D'un coursier,
- D'une semelle plane qui sert à dissiper l'énergie (*cf. Figure 14*).

Noter que l'ouvrage mesure 15,5 m de large dans sa totalité.

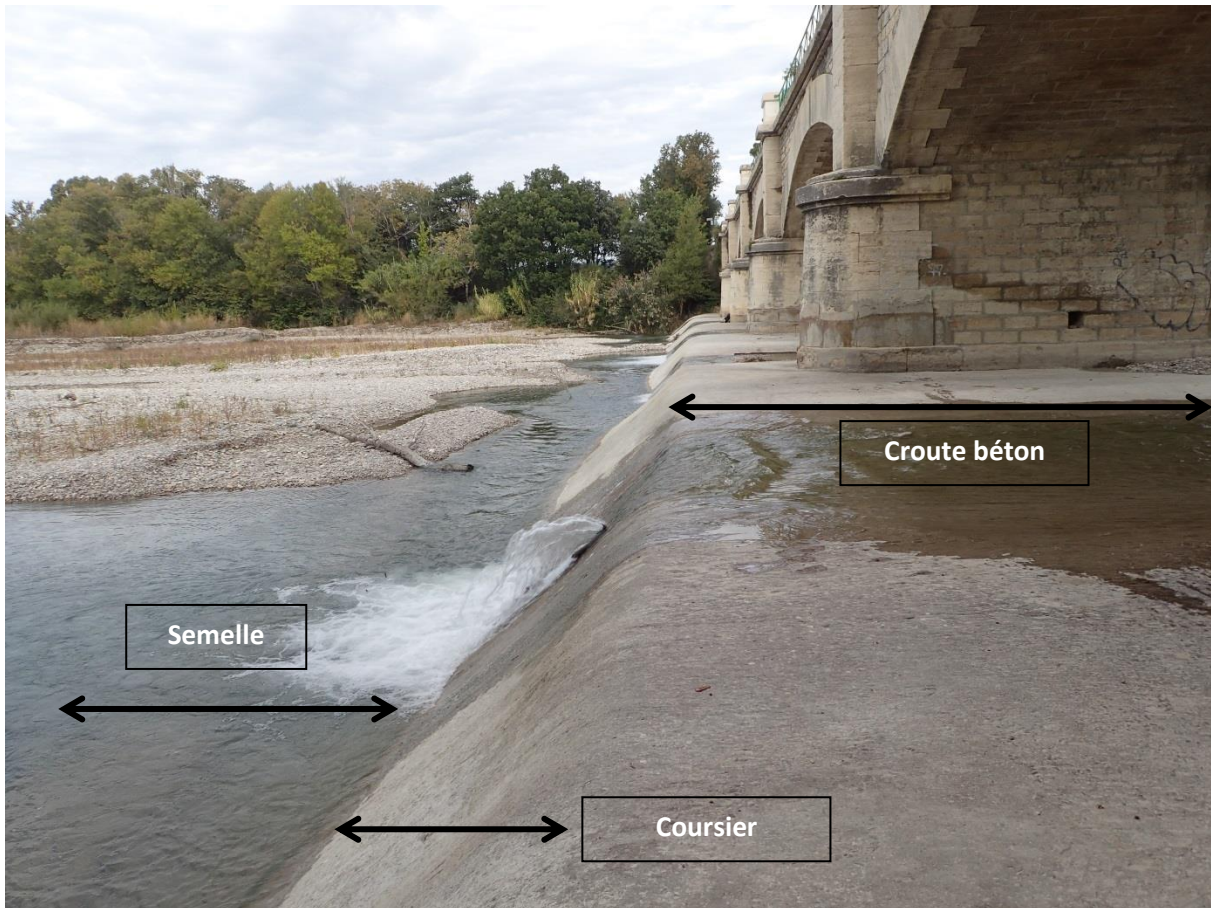


Figure 14 : Photographie du seuil  
Source : SIGosphère/GRAINEau

L'ouvrage est en plutôt bon état malgré la puissance de la rivière. La croute, sous les arches 2 et 3 (en partant de la rive gauche), présente des signes d'usure plus marquée que les autres. En effet, des rails de ferrailage de la croute apparaissent à la surface du béton.



Figure 15 : Rails de ferrailage de la croute béton

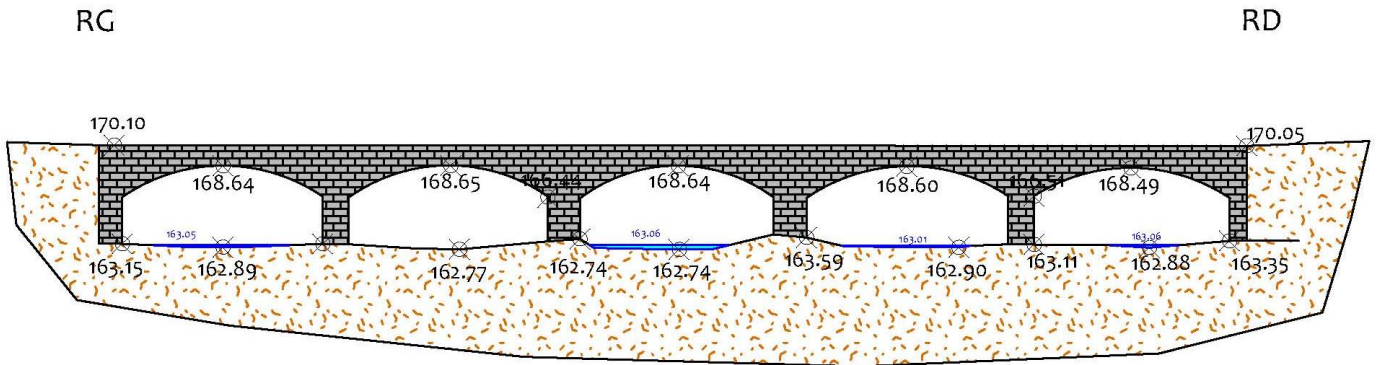
Source : SIGosphère/GRAINEau

Le pont routier de la RD20 se situe sur le seuil. Le pont semble en bon état et nous n'avons pas noté de dégâts significatifs sur les piles malgré le transit sédimentaire importants de la rivière. Nous avons tout au plus une érosion d'un pied de pile qui laisse apparaître les fers à béton (cf. [Figure 16](#)). Ce problème semble récurrent car la pile du pont a déjà fait l'objet de réparation comme en témoigne la [Figure 16](#).



Figure 16 : Erosion d'un pied de pile du pont

Source : SIGosphère/GRAINEau



## Coupe transversale du pont de la RD20 Vue de la face amont

Figure 17 : Coupe transversale du pont ferroviaire (vue de l'aval)

Source : SIGosphère

Le pont se présente sous la forme de 5 arches. La hauteur du pont est en moyenne de 5,8 m (mesure prise selon les intrados). D'après nos observations de terrain et nos relevés topographiques, l'arche n°3 concentre la plupart des écoulements car la croute béton du seuil est la plus émoussée.

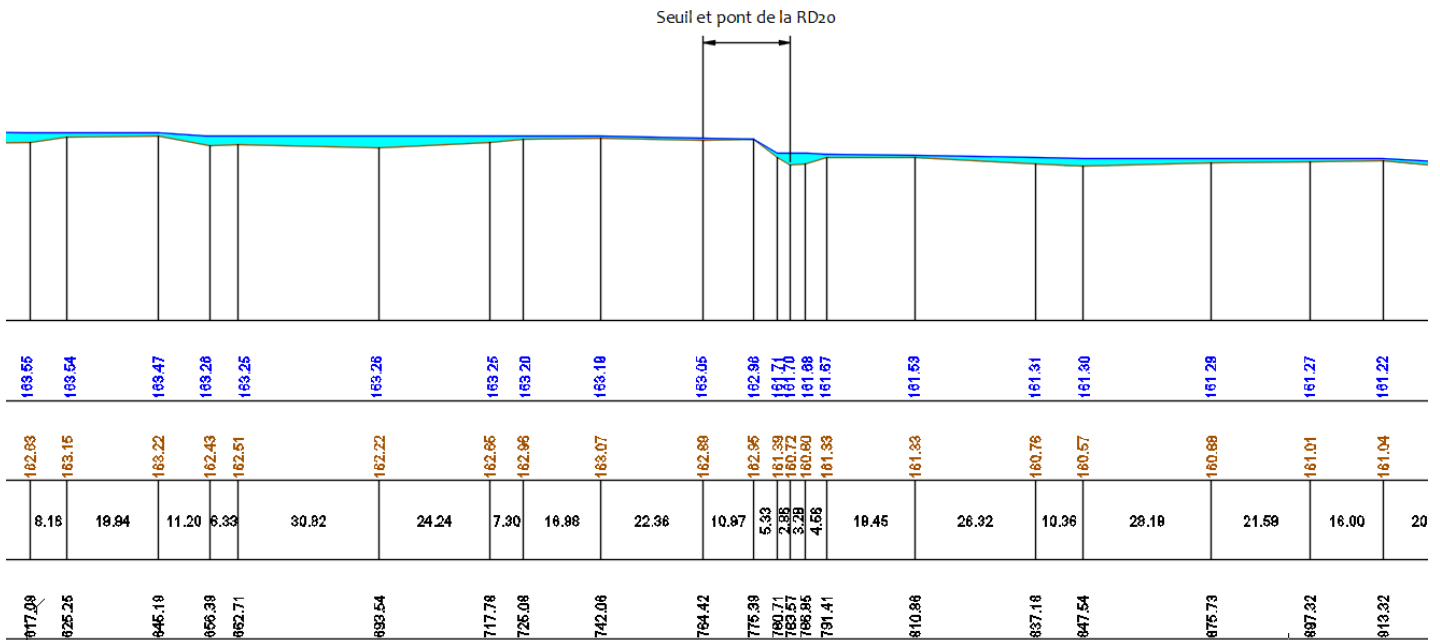


Figure 18 : Extrait du profil de l'Aygues au droit du pont et du seuil de la RD 20

Source : SIGosphère

## 2.2.2. Impact du seuil sur le fonctionnement hydraulique du secteur

Ce chapitre va nous permettre de voir les impacts de l'ouvrage sur le fonctionnement hydraulique de ce tronçon de l'Aygues. Pour cela, nous allons utiliser un outil de modélisation hydraulique (HEC-RAS), nous permettant de connaître, notamment, l'impact de l'ouvrage sur la rivière. De plus, en chaque point des profils en travers, nous pourrions connaître la hauteur de la ligne d'eau en fonction des débits caractéristiques (QMNA<sub>5</sub>, module, Q<sub>2</sub>, Q<sub>5</sub>, Q<sub>10</sub>, Q<sub>20</sub>, Q<sub>50</sub> et Q<sub>100</sub>).

Pour rappel, les débits caractéristiques que nous allons utiliser dans la modélisation sont les suivants :

**Tableau 5 : Débits instantanés maximaux de l'Aygues au droit du seuil de la RD20**

*Source : SIGosphère*

Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Période
Q <sub>2</sub>	174	1906-2016
Q <sub>5</sub>	286	1906-2016
Q <sub>10</sub>	360	1906-2016
Q <sub>20</sub>	544	1906-2016
Q <sub>50</sub>	782	1906-2016
Q <sub>100</sub>	960	1906-2016

**Tableau 6 : Débits d'étiage sévère et de module de l'Aygues au droit du seuil de la RD20**

*Source : SIGosphère*

Fréquence de retour	Débits (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Période
QMNA <sub>5</sub>	1.62	1906-2016
Module	10.73	1906-2016

### *Résultat de la modélisation hydraulique – Etat initial – sur le profil en long*

Ce paragraphe permet d'évaluer l'impact de l'ouvrage sur le fonctionnement hydraulique du profil en long.

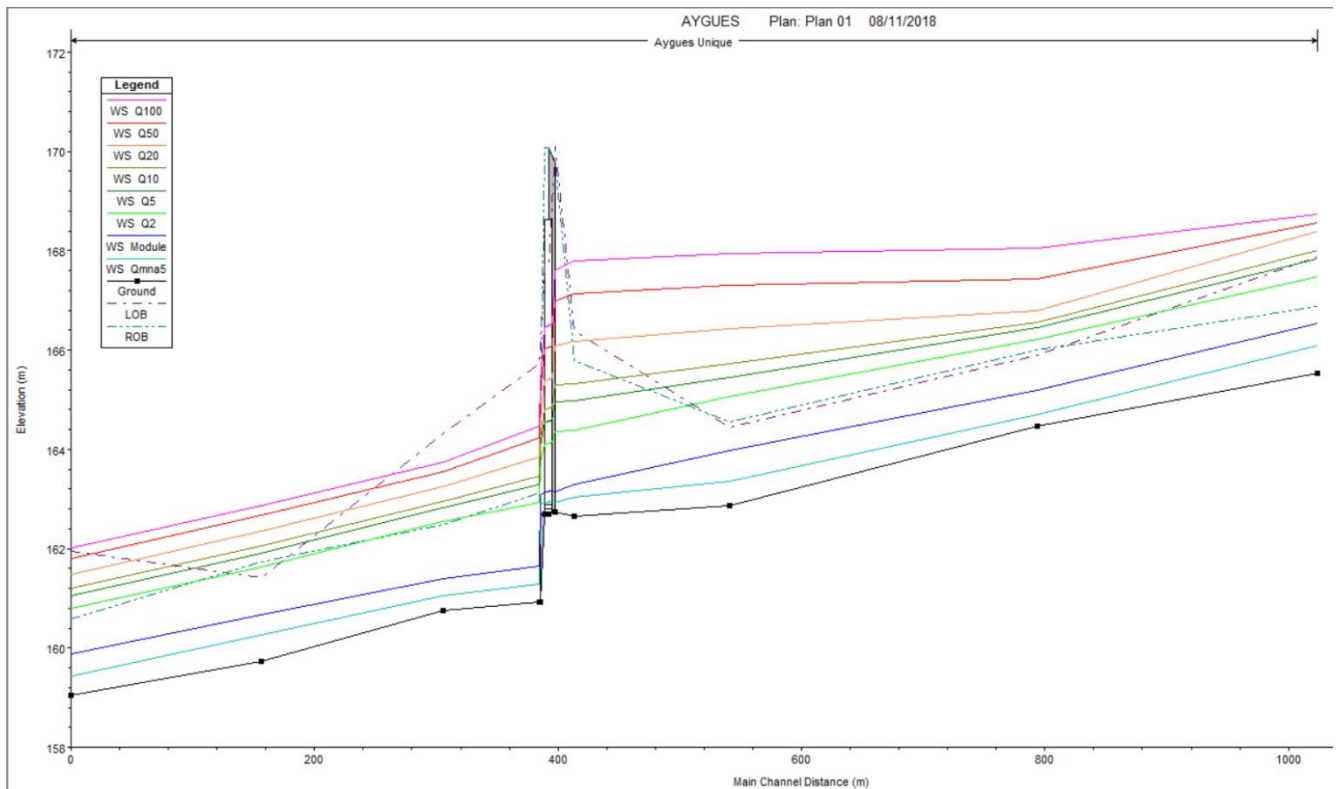


Figure 19 : Résultat de la modélisation hydraulique sur le profil en long – Etat initial  
Source : SIGosphere

Comme nous l'avons observé sur le terrain, le seuil ne provoque pas de remous liquide. La modélisation corrobore nos observations. Il n'y a pas de remous liquide car le transit sédimentaire important de la rivière a comblé le lit mineur. D'après la modélisation, le pont de la RD20 avec ses 5 arches n'est pas limitant et ce même pour une crue centennale (cf. Figure 20). En effet, d'après le modèle, la hauteur de la  $Q_{100}$  est de 166,52 m NGF alors que l'intrados du pont est de 168,64 m, soit 2,12 m d'écart.

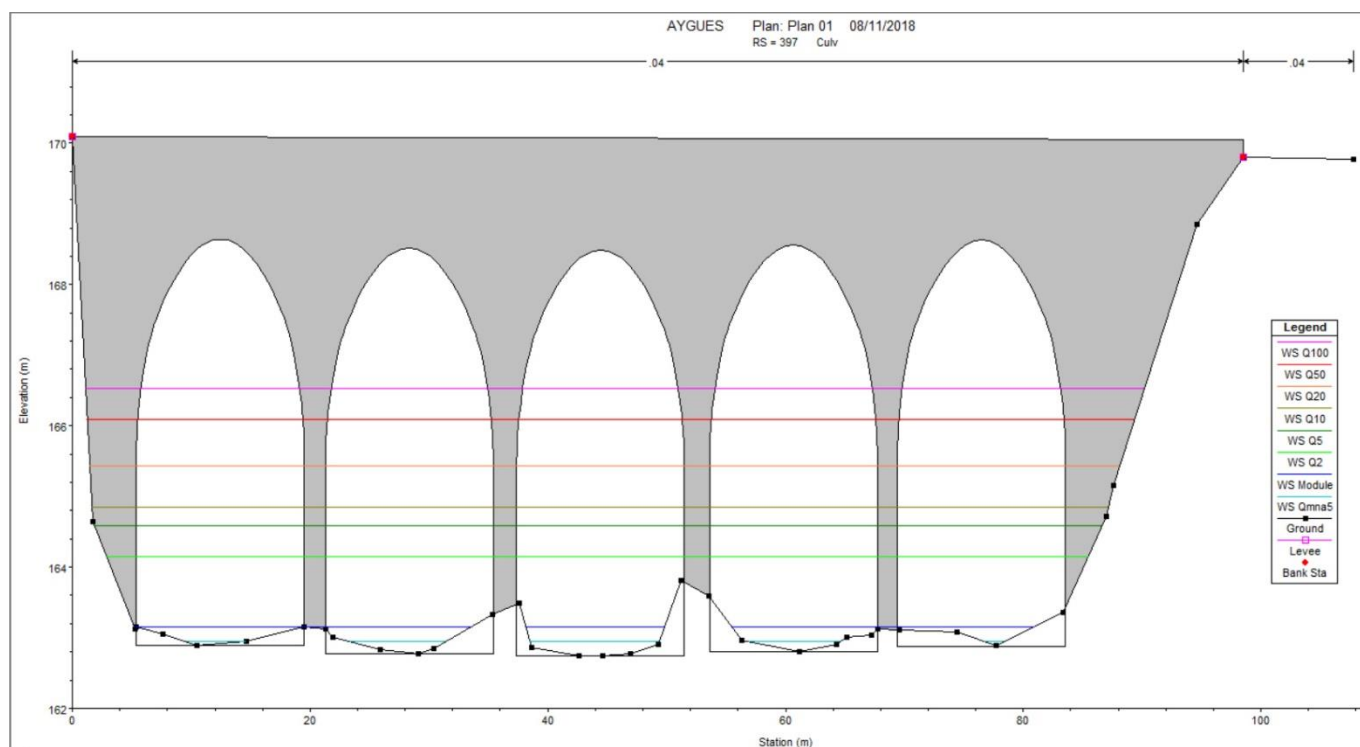


Figure 20 : Résultat de la modélisation hydraulique au droit du pont de la RD 20 – Etat initial

Source : SIGosphere

Le **Tableau 7** montre les différentes hauteurs d'eau, au droit du seuil. Ainsi, selon les débits la hauteur d'eau varie de 0,22 m à 3,76 m pour une crue centennale.

Tableau 7 : Hauteur d'eau au droit du seuil pour la modélisation état initial

Source : SIGosphere

**Seuil de la RD 20 à Buisson - Modélisation hydraulique état initial**

Fréquence de retour	Débits instantanés maximaux ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )	Hauteur d'eau Etat initial (m NGF)	Hauteur d'eau sur le seuil
QMNA <sub>5</sub>	1.26	162.92	0.22
Module	10.73	163.12	0.42
Q <sub>2</sub>	174	164.1	1.4
Q <sub>5</sub>	286	164.54	1.84
Q <sub>10</sub>	360	164.8	2.1
Q <sub>20</sub>	544	165.38	2.68
Q <sub>50</sub>	782	166.02	3.32
Q <sub>100</sub>	960	166.46	3.76

## 2.2.3. Franchissabilité

### 2.2.3.1. Montaison

Elaborée d'après la modélisation hydraulique (cf. § précédent) et la méthode ICE (guide de l'AFB, 2014), la franchissabilité du seuil par les poissons est évaluée en quatre classes :

Classe de franchissabilité (montaison)	Indice	Code couleur
Barrière totale	ICE=0	■
Barrière partielle à impact majeur	ICE=0,33	■
Barrière partielle à impact significatif	ICE=0,66	■
Barrière franchissable à impact limité	ICE=1	■

Comme mentionné dans le guide ICE de l'AFB, les indices sont « moins un pourcentage qu'un degré de dégradation et de besoin d'intervention opérationnelle ».

Pour chaque débit au droit du seuil, il est ainsi possible de déterminer une classe de franchissabilité en fonction des espèces piscicoles et de leur taille (cf. [Tableau 8](#)).

**Tableau 8 : Franchissabilité du seuil ROE12849 à la montaison en fonction des espèces piscicoles et des débits.**

Seuil D20		Débits (m <sup>3</sup> /s)							
		QMNA5	Module		Q2	Q5	Q10		Q20
Espèce	Groupe ICE	1,3	10,7	145	174	286	360	425	544
Brochet	5	■	■	■	■	■	■	■	■
Toutes les autres espèces potentiellement présentes à l'aval du seuil.		■	■	■	■	■	■	■	■

■ ICE = 0      ■ ICE = 0,33

Quel que soit le débit, l'ouvrage est infranchissable pour toutes les espèces à l'exception du brochet pour des débits compris entre 48m<sup>3</sup>/s et 425m<sup>3</sup>/s mais de façon très limitée : « barrière partielle à impact majeur ». Sur le secteur, le brochet reste rare et sa présence n'est attendue ni à l'aval ni à l'amont du seuil selon l'IPR.

**Le seuil ROE12849 est donc infranchissable pour l'ensemble des espèces piscicoles présentes et/ou attendues à l'aval et à l'amont du seuil y compris l'anguille (espèce cible prioritaire).**

### 2.2.3.2. Dévalaison

L'impact sur la dévalaison, bien que non traitée dans la méthode ICE, peut néanmoins être estimée pour des ouvrages peu complexes comme le seuil de la D20.

Toutes les espèces, quels que soient leur taille et leur stade de développement (larve, juvénile, géniteur) sont susceptibles de dévaler, bien que pour certaines d'entre elles, ce comportement revêt une importance capitale : c'est en particulier le cas de l'anguille, qui après sa métamorphose (anguille argentée) doit dévaler les cours d'eau (Aygues puis Rhône) pour rejoindre la mer puis l'océan pour se reproduire dans la mer des Sargasses, seul site de reproduction actuellement connu pour cette espèce.

D'après les caractéristiques du seuil et des conditions d'écoulement en fonction des débits, il est important de considérer les paramètres suivants :

- ✓ la hauteur d'eau sur le seuil, si elle est peu importante (moins de 5-10 cm), peut limiter le passage des poissons (hors larves) : effet repoussoir ;
- ✓ la hauteur de chute, comprise entre 1,1 et 1,6 m, peut désorienter les plus jeunes stades (larves en dérive en particulier) lors de la réception au pied de la chute mais ne devrait pas occasionner de dommages aux autres stades ;
- ✓ la profondeur de la fosse au pied du seuil (30 cm au minimum à l'étiage) permet, certes, aux poissons de se réceptionner sans dommage mais elle peut aussi servir de refuge et de postes de chasse à des prédateurs piscivores comme le chevesne ou le barbeau fluviatile voire la perche qui pourront se nourrir des poissons qui arrivent dans la fosse lors de la dévalaison. Cela peut occasionner une sur-prédation sur les plus jeunes stades et, plus généralement, sur les espèces de petites tailles. Cet impact négatif est probablement limité et peu impactant *a priori* au moins pour les poissons dévalant. Il est sans doute beaucoup plus important pour les individus qui chercheraient à remonter et se trouveraient ainsi bloqués en pied de seuil, comme nous avons pu l'observer lors de notre passage sur le site.

**L'impact négatif du seuil de la D20 sur la dévalaison des poissons ne semble pas particulièrement important et devrait se limiter à quelques cas plutôt rares et peu impactants pour le peuplement piscicole de l'Aygues présent de part et d'autre du seuil.**

En particulier, il est peu probable que les anguilles argentées soient particulièrement affectées. Dans l'Aygues, leur dévalaison se produit potentiellement toute l'année lors des débits les plus élevés (V. Marty, AFB, comm. pers.) qui se traduisent par des hauteurs d'eau suffisantes sur le seuil (pas d'effet repoussoir) et des hauteurs de chute ne mettant pas en péril leur survie.

## 2.2.4. Granulométrie et transport solide

### 2.2.4.1. Granulométrie observée en amont du seuil

Nos observations de terrain ont permis de mettre en évidence deux fractions granulométriques distinctes, en amont du seuil :

- La première (la plus courante) mesure entre 20 et 35 mm, elle représente la classe majoritaire sur les atterrissements et se trouve en mélange avec 30 % de sables et graviers,
- la deuxième est plus structurante et permet la stabilisation du profil en long. Elle mesure entre 40 et 90 mm et se trouve mélangée avec la première classe de matériaux et 50 % de fines.



Figure 21 : Photographies de fractions granulométriques observées. Photographie de gauche : granulométrie entre 25 et 35 mm. Photographie de droite : granulométrie structurante 40 et 90 mm.

Source : GRAINEau/SIGosphère

Globalement, les sédiments sont plus colmatés en amont du seuil qu'en aval. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que le seuil doit jouer un rôle dans le ralentissement des écoulements, du moins en amont de l'ouvrage.

En amont du seuil, le lit de la rivière ne peut pas s'inciser car le seuil cale le profil en long. Le rechargement du lit et le transit sédimentaire se fait grâce à l'érosion des berges gauche et droite.

#### 2.2.4.2. Granulométrie observée en aval du seuil

Nos observations de terrain ont permis de mettre en évidence deux fractions granulométriques distinctes, en aval du seuil (noter qu'il s'agit des mêmes fractions qu'en amont mais le mélange avec les fines est différent) :

- La première (la plus courante et la plus facilement mobilisable) mesure entre 20 et 35 mm, elle représente la classe majoritaire sur les atterrissements et se trouve en mélange avec 50 % de sables et graviers,
- la deuxième est plus structurante et permet la stabilisation du profil en long. Elle mesure entre 40 et 90 mm et se trouve mélangée avec la première classe de matériaux et 30 % de fines.

Noter que les radiers présentent une fraction granulométrique comprise entre 25 et 35 mm. Cette fraction est propice aux frayères.



Figure 22 : Granulométrie de l'Aygues en aval du seuil  
Source : GRAINEau/SIGosphere

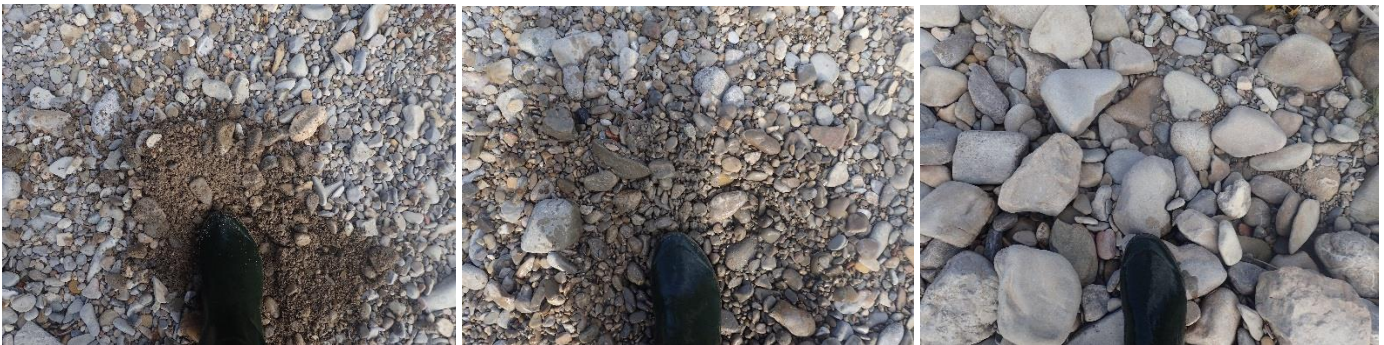


Figure 23 : Photographies des différentes fractions granulométriques observées. Photographie de gauche : granulométrie entre 20 et 35 mm. Photographie du centre : granulométrie des radiers. Photographie de droite : granulométrie structurante entre 40 et 90 mm.  
Source : GRAINEau/SIGosphere

Le transit sédimentaire est influencé directement par le seuil (effet de survitesses sur la croute béton). En effet, aucun sédiment n'est présent sur le seuil. Ces derniers sont, soit déposés en aval immédiat, soit transportés plus en aval. En fonction de la puissance des crues, la turbulence des écoulements est plus ou moins forte et les dépôts sédimentaires sont plus ou moins importants. Le profil en long est donc sujet à des variations notables de hauteur, lors des crues.

Dans ce secteur, la dynamique alluviale se traduit par une concentration des flux dans un chenal unique, en rive droite de la bande active (200 m en aval du seuil). Cette dynamique est propice à l'incision et à la rétraction de la bande active. Cependant, un chenal en rive gauche est présent mais ce dernier étant plus haut en altitude, il ne peut être en eau que lors des hautes eaux ou des crues.

#### 2.2.4.3. Débit seuil de mise en mouvement

Les débits seuils de mise en mouvement ont été calculés à partir des granulométries mesurées et des caractéristiques géométriques des profils en travers les plus proches. Différentes formules ont été utilisées (Sogreah-Lefort 1991, Meyer-Peter, Rickenmann et Lefort 2007) et à chaque fois, seule les formules applicables en fonction des paramètres ont été présentées.

Pour la fraction granulométrique la plus fine (20 à 35 mm), les valeurs de débit de mise en mouvement se situent autour des  $27 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  selon la formule de Lefort 2007, soit un débit de hautes eaux.

Pour la fraction granulométrique comprise entre 40 et 90 mm, les valeurs de débit de mise en mouvement se situent entre  $140 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  selon la formule de Lefort 2007, soit un débit inférieur à une crue biennale.

### 2.2.5. Identification des enjeux

Les informations tirées de la bibliographie et résumées dans le **Tableau 11** (voir §1.9.2) nous permettent de dégager plusieurs points importants :

- ✓ L'anguille est absente ou en faible densité à l'amont du seuil de la D20 alors que quelques individus sont présents en aval ;
- ✓ Parmi les espèces attendues mais absentes (ou en effectifs très faibles) à l'amont du seuil, seuls le goujon, l'ablette et le gardon pourraient être présents à l'aval ;
- ✓ Toutes les espèces présentes et attendues à l'amont du seuil le sont également à l'aval ;
- ✓ Aucune espèce potentiellement indésirable (invasives ou vecteur sain de pathogène) n'est présente à l'amont du seuil alors que certaines sont présentes plus en aval vers Caderousse (e.g. pseudorasbora, perche-soleil) ;

En tenant compte, entre autre, points précédents, les impacts de l'aménagement du seuil de la D20 sont présentés dans le **Tableau 9**.

Tableau 9 : Impacts piscicoles négatifs et positifs du seuil de la D20

Type d'impact		Indice	Commentaires
N E G A T I F	Richesse	-3	Anguille, goujon, ablette, gardon et perche : faibles densités ou absence à l'amont du seuil et présence potentielle à l'aval du seuil. Anguille : ZAP + en danger critique d'extinction (Liste Rouge).
	Habitat	-3	27 km d'habitat non accessible sur l'Aygue ainsi que plusieurs affluents (la Gaude, le Bentrix...) en amont du seuil de la D20 et jusqu'au prochain seuil non franchissable (Curnier).
	Zone refuge	-2	Secteurs à l'amont du seuil non accessibles pour refuge thermique estival. D'autant plus impactant en l'absence d'affluents pérennes en aval du seuil. Impact seulement moyen car pas d'espèces sténothermes d'eau froide.
	Accès aux frayères	-1	Remontée très difficile des géniteurs après la dévalaison pour accès à des frayères à l'aval du seuil : impact faible car frayères disponibles à l'amont. Montaison impossible pour accès aux frayères à l'amont : impact faible car frayères disponibles à l'aval.
	Génétique	-1	Absence de brassage génétique intraspécifique des populations à l'amont du seuil par le peuplement de l'aval : impact faible car brassage dans le bief amont long de 27 km avec affluents (jusqu'au seuil de Curnier).
P O S I T I F	Indésirables	+1	Colonisation très difficile de l'amont du seuil par les espèces potentiellement indésirables : - Potentiellement invasifs : perche-soleil et carassin argenté. - Mortalités potentielles par des vecteurs sains de pathogènes : pseudorasbora (agent rosette) et écrevisse américaine (peste de l'écrevisse). Impact positif faible car, globalement, faibles densités des espèces potentiellement indésirables (Caderousse) et biotope pas ou peu favorable à l'amont du seuil.

Impacts négatifs                      Impacts positifs

Le seuil de la D20 induit plusieurs impacts négatifs et un faible impact positif sur les peuplements piscicoles et astacicoles.

D'une manière générale, l'aménagement du seuil faciliterait les divers migrations et déplacements de l'ensemble des espèces sur un secteur total de 45 km entre le seuil de Sérignan-du-Comtat et de Curnier. Plusieurs espèces parviendraient alors à se développer probablement d'une manière satisfaisante en aval du seuil (vandoise, toxostome, hotu...) et en amont du seuil (anguille, goujon, ablette, gardon, perche...).

L'enjeu principal de l'aménagement du seuil de la D20 est de faciliter la montaison des anguilles dont l'aire de répartition bénéficierait alors d'un linéaire supplémentaire de 27 km sur l'Aygue (du seuil de la D20 jusqu'au seuil infranchissable de Curnier) ainsi que plusieurs kilomètres sur divers affluents (Gaude, Bentrix...). L'aménagement des seuils difficilement franchissables de Sérignan-du-Comtat et de la Chapelle Gabet situés respectivement à 18 et 29 km du seuil de la D20 seraient alors primordial afin de faciliter la montaison des anguilles en provenance du Rhône jusqu'au secteur décloisonné de l'Aygues.

### 2.2.5.1. Contexte piscicole

Les données piscicoles issues de la bibliographie proviennent de quatre stations qui font l'objet d'un suivi régulier dans le cadre du Réseau de Contrôle et de Surveillance (RCS) (source : NAÏADES et IMAGE) :

- Caderousse (code sandre : 6117500) : 33 km en aval du seuil de la D20 et à environ 5 Km en amont de la confluence avec le Rhône ;
- St-Maurice-sur-Eygues (code sandre : 6117100) : 2,2 km en amont du seuil de la D20 ;
- Vinsobres (code sandre : 6117000) : 9 km en amont du seuil de la D20 ;
- Nyons (code sandre : 611670) : 17 km en amont du seuil de la D20.

De nombreux seuils plus ou moins franchissables ponctuent le linéaire de l'Aygues compris entre sa confluence avec le Rhône et la ville de Curnier à 65 km en amont (*cf. Figure 24*).

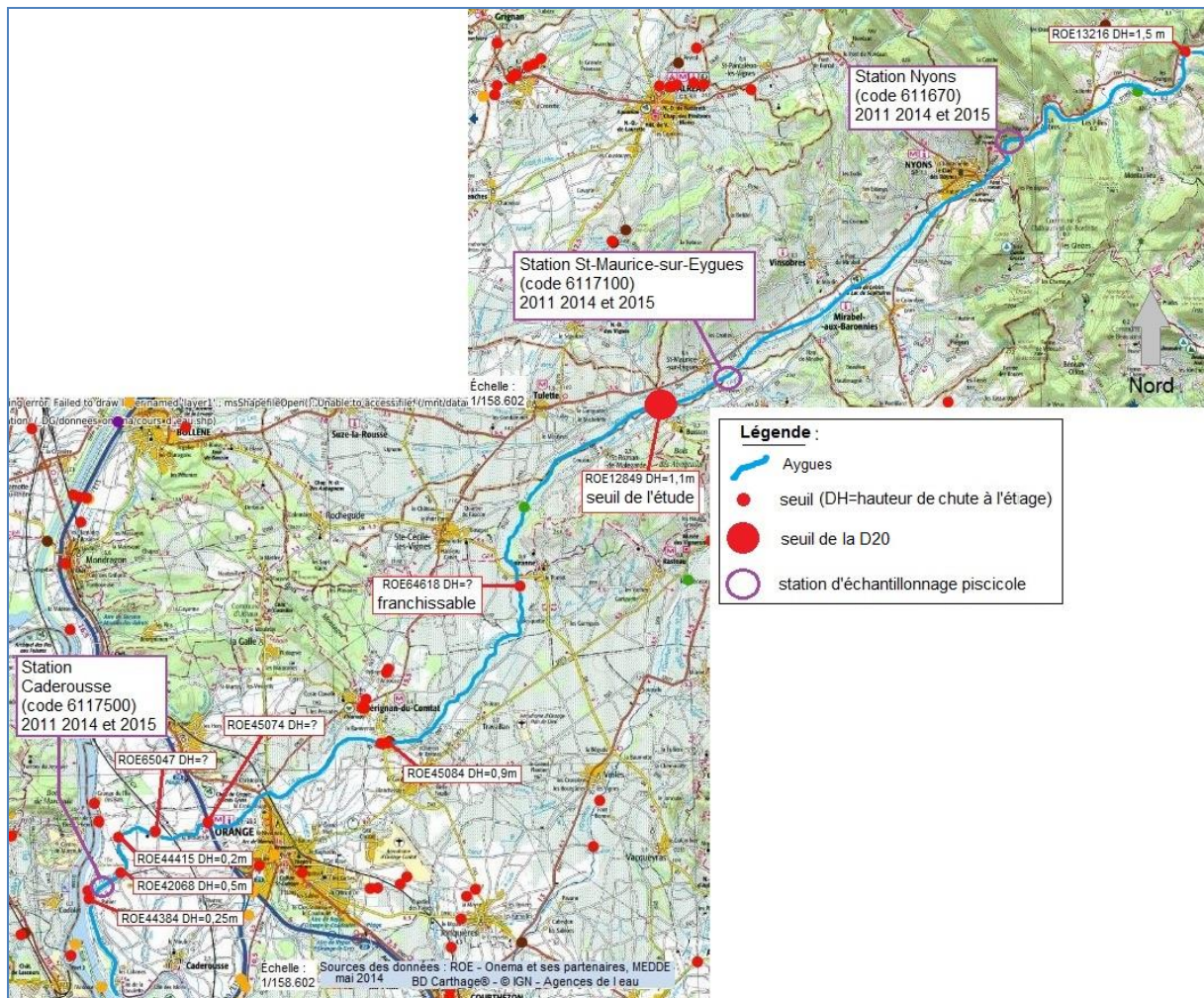


Figure 24 : Emplacements des seuils et des stations d'échantillonnage piscicoles sur l'Aygues entre la confluence avec le Rhône et Curnier (65 km).

Les seuils les moins franchissables délimitent des biefs où les populations piscicoles vivent plus ou moins isolées les unes des autres :

- ✓ en amont du seuil de la D20 : bief de 27 km jusqu'au seuil de Curnier (ROE13216 - hauteur de chute=1,5m) ;
- ✓ en aval du seuil de la D20 : bief de 18 km jusqu'au seuil de Sérignan-du-Comtat (ROE45084 - hauteur de chute=0,9m) ;
- ✓ de part et d'autre de la station de Caderousse : bief de 20 km maximum (en fonction de la franchissabilité inconnue des seuils ROE65047 et ROE45074).

L'absence de données précises au sein du bief immédiatement à l'aval du seuil de la D20 ne nous permet donc pas de caractériser correctement le peuplement piscicole de l'Aygues sur ce secteur. Nous considérerons donc que, par défaut, il se rapproche de celui de la station de St-Maurice (dévalaison probable) tout en intégrant les quelques espèces de la station de Caderousse qui pourraient remonter jusqu'au seuil de la D20.

En compilant les listes faunistiques des années disponibles des stations Caderousse, St-Maurice et Vinsobres (de 1999 à 2015), il est possible d'établir les peuplements piscicoles observés à l'amont et à l'aval du seuil de l'étude. La prise en compte des données sur une période de près de 20 ans permet de prendre en compte les fluctuations naturelles de l'abondance des populations (surtout utile pour les enjeux § 2.7) et aussi de celles de la richesse spécifique liées à la rareté de certaines espèces qui peuvent échapper, certaines années, aux échantillonnages.

En utilisant le modèle de l'IPR (Indice Poissons Rivière), il est également possible, en intégrant les paramètres des stations, de déterminer les peuplements attendus théoriquement sur les deux stations de Caderousse et Saint-Maurice (cf. [Tableau 10](#)). La station de Nyons sert essentiellement à confirmer le peuplement de St-Maurice, en particulier pour l'étude des enjeux (cf. § 2.7).

**Tableau 10 : Peuplements piscicoles observés (espèces en rouges) et attendus (cellules bleues) à Caderousse et à l'amont et à l'aval proche du seuil de la D20 ; les espèces sont classées selon une probabilité décroissante de présence (sources : NAÏADES, IMAGE et ARALEP).**

	Caderousse (33 km en aval du seuil de la D20)	A l'amont et à l'aval proche du seuil de la D20	
1	Ablette	Chevesne	xxx Espèce présente
2	Chevesne	Goujon	Espèce attendue selon l'IPR
3	Toxostome	Loche franche	
4	Gardon	Toxostome	
5	Goujon	Barbeau fluviatile	
6	Barbeau fluviatile	Spirilin	
7	Perche	Ablette	
8	Hotu	Vairon	
9	Carpe	Blageon	
10	Loche franche	Gardon	
11	Anguille	Vandoise	
12	Spirilin	Perche	
13	Vandoise	Truite fario	
14	Brèmes	Ombre commun	
15	Poisson-chat	Carpe	
16	Tanche	Hotu	
17	Perche-soleil	Anguille (PLAGEPOMI) ZAP	
18	Brochet	...	
19	Vairon		
20	Blageon		
21	Ombre commun		
	...		
23	Sandre		
	...		
25	Bouvière		
26	Carassin argenté		
	...		
	Pseudorasbora		
	Silure		

Les peuplements piscicoles attendus (théoriques) de part et d'autre du seuil de la D20 sont de type « cyprinidés d'eau vive ». Les espèces les plus caractéristiques sont le toxostome, le barbeau fluviatile, le hotu, la loche franche, le spirilin, le blageon et la vandoise.

La situation plus en aval (35 km), et à proximité de la confluence avec le Rhône, de la station de Caderousse par rapport à celle à l'amont du seuil de la D20 explique, non seulement, la présence attendue de plus d'espèces limnophiles (brèmes, poisson-chat et tanche voire perche-soleil et brochet) mais également la richesse spécifiques plus importante (quatre espèces de plus). A noter que la bonne continuité de l'Aygues entre le Rhône et la station de Caderousse, explique également la forte diversité observée.

Le **Tableau 11** regroupe l'ensemble des données piscicoles du secteur de l'Aygues concerné par l'étude. Les espèces sont regroupées en fonction de leur présence/absence observée et attendue d'après l'IPR afin de mieux identifier les enjeux de la restauration de la continuité écologique.

**Tableau 11: Peuplements piscicoles observés en aval et en amont du seuil de la D20 (source : NAÏADES et IMAGE).**

	Aval ←					0	→ Amont										
	Distance au seuil de la D20	33 km					2,2 km			9 km		17 km					
		Caderousse					St-Maurice			Vinsobres		Nyons					
Année	2007	2009	2011	2014	2015	2011	2014	2015	1999	2004	2007	2009	2011	2014	2015		
<b>Espèce cible prioritaire</b>	Anguille	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<b>Espèces attendues à l'amont proche du seuil (IPR) mais absentes ou en très faible densité</b>	Goujon																
	Ablette																
	Gardon																
	Vandoise																
	Perche																
	Truite fario																
<b>Espèces attendues à l'amont proche du seuil (IPR) et présentes</b>	Chevesne																
	Toxostome																
	Barbeau fluviatile																
	Loche franche																
	Spirilin																
	Vairon																
<b>Espèces potentiellement indésirables : invasives ou vecteur sain pathogène</b>	Blageon																
	Pseudorasbora																
	Perche-soleil																
	Carassin argenté																
<b>Espèce attendue à l'aval du seuil (IPR)</b>	Ecrevisse américaine																
	Hotu																
<b>Espèces non attendues à l'amont du seuil (IPR)</b>	Brochet																
	Sandre																
	Silure																

■ espèce absente  
■ espèce en faible densité  
■ espèce présente  
 \* présence d'après le PLAGEPOMI

En l'absence de données piscicoles à l'aval proche du seuil de la D20, nous supposons que le peuplement est composé essentiellement d'espèces présentes en amont (dévalaison possible) et accessoirement de quelques espèces en provenance de la station de Caderousse (montaison possible lors des débits importants noyant les seuils).

D'après l'IPR, si l'anguille doit bien être présente en aval (lointain) du seuil, sa présence n'est pas attendue à l'amont. Cependant, le classement des espèces en fonction de leurs probabilités de présence n'est qu'une indication : une espèce prioritairement attendue peut être remplacée par une autre dans certains contextes.

D'après le PLAGEPOMI, la présence historique et actuelle de l'anguille est avérée sur l'ensemble du linéaire de l'Aygues (cf. Figure 25). Les données du PLAGEPOMI ne nous donnent cependant pas d'indication sur les abondances actuelles. Il est possible que l'absence de l'anguille dans le bief en amont du seuil soit due à sa rareté et qu'elle ait donc pu échapper aux échantillonnages piscicoles. Si la continuité sur l'Aygues pour cette espèce est relativement bonne, il convient de rappeler que l'anguille rencontre encore actuellement de nombreux obstacles sur le Rhône (usines-écluses, barrages, ...). Des aménagements visant à améliorer la montaison de cette espèce ont cependant été réalisés (passe à poisson du barrage de Sauveterre, mis en service en septembre 2017, passe-piège aux usines-écluses d'Avignon et de Beaucaire), et des manœuvres spécifiques des écluses permettent, au moins en théorie, une meilleure circulation des poissons.

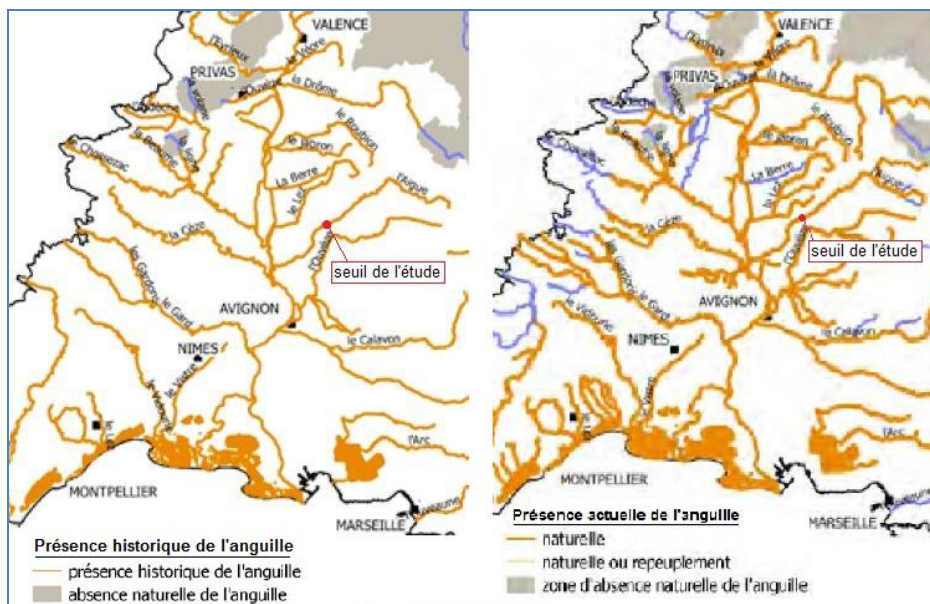


Figure 25 : Présence historique et actuelle de l'anguille dans le sud du bassin Rhône-Méditerranéen (source : PLAGEPOMI, 2016)

Rappelons que l'anguille est concernée par une Zone d'Action Prioritaire (ZAP) sur tout le linéaire de l'Aygues (cf. Figure 26).



Figure 26 : Zones d'actions pour l'anguille dans le sud du bassin Rhône-Méditerranée (Source : PLAGEPOMI, 2016)

En revanche, le modèle de l'IPR n'intégrant pas l'aloise feinte du Rhône et la lamproie marine dans sa liste d'espèces, nous avons utilisé les données du PLAGEPOMI afin de mieux cerner les aires de répartition historiques et actuelles de ces deux grands migrateurs amphihalins.

Concernant l'alse feinte du Rhône, sa présence historique n'est avérée que sur la partie aval de l'Aygues, entre le Rhône et Sérignan-du-Comtat. Actuellement, l'alse feinte est absente de l'ensemble du linéaire d'Aygues (cf. Figure 27) et il n'est pas prévu de faire revenir cette espèce sur ce cours d'eau (cf. Figure 28).

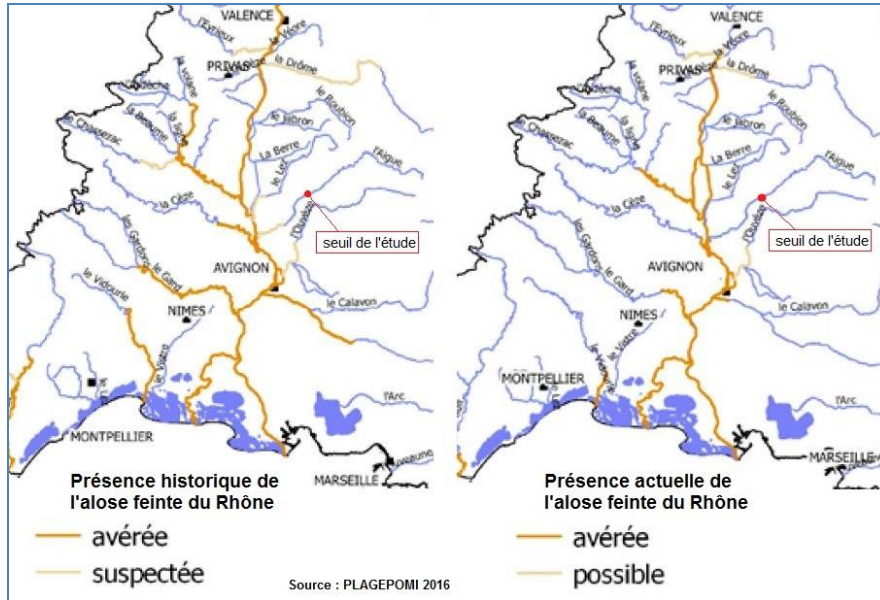


Figure 27 : Présence historique et actuelle de l'alse feinte du Rhône dans le sud du bassin Rhône-Méditerranée (source : PLAGEPOMI, 2016)



Figure 28 : Zones d'actions pour l'alse feinte du Rhône dans le sud du bassin Rhône-Méditerranée (Source : PLAGEPOMI, 2016)

Toujours d'après le PLAGEPOMI, la lamproie marine est absente de l'ensemble du linéaire de l'Aygues et ce cours d'eau n'est concerné par aucune des zones d'action envisagées sur la période 2016-2021 (cf. [Figure 29](#) et [Figure 30](#)).

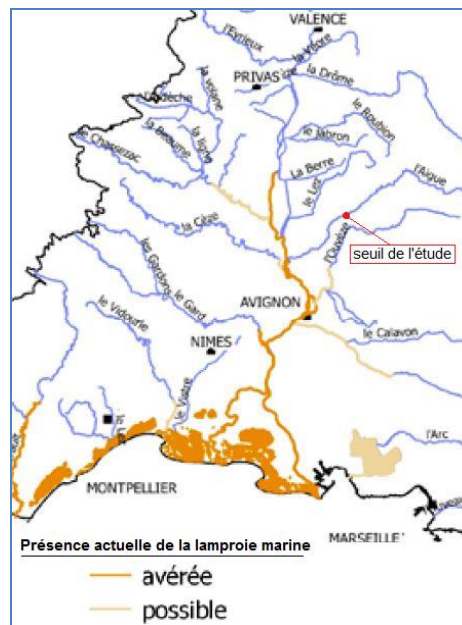


Figure 29 : Présence actuelle de la lamproie marine (Source : PLAGEPOMI, 2016)

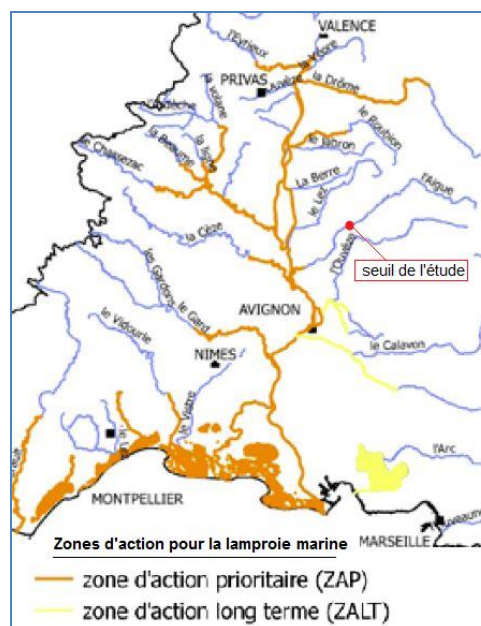


Figure 30 : Zones d'action pour la lamproie marine (source : PLAGEPOMI, 2016)

Les différentes fonctions vitales des poissons (reproduction, alimentation, ...) peuvent impliquer des migrations dont la période varie selon les espèces (cf. [Tableau 12](#)). Le rétablissement de la continuité écologique doit permettre aux poissons d'accomplir l'intégralité de leur cycle vital et donc de franchir le seuil lors de leur(s) migration(s). Les périodes de migration ont leur importance pour mesurer l'impact du seuil car elles sont associées à des débits différents en fonction de l'hydrologie annuelle du cours d'eau (cf. § franchissabilité).

**Tableau 12 : Périodes de migrations (dévalaison et avalaison) en fonction des différentes fonctions vitales des poissons concernés par l'étude (Sources : Keith *et al.*, 2011 - Bruslé J. et Quignard J-P, 2001).**

Espèces	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.
Anguille argentée (dévalaison reproduction Sargasses)												
Anguille jaune (montaison dissémination)												
Alose feinte du Rhône géniteurs (montaison reproduction)												
Alose feinte du Rhône 0+ (dévalaison dissémination)												
Barbeau fluviatile, chevesne, hotu, spirilin, toxostome et vandoise (reproduction)												
Spirilin (migrations saisonnières)												
Toutes les espèces (déplacements +/- importants : dissémination, refuges, alimentation...)												

montaison
  dévalaison
  montaison et dévalaison
  dévalaison secondaire

Au sein des peuplements piscicoles observés sur l'Aygues, les espèces susceptibles de faire l'objet de mesures de protections sont celles qui sont inscrites :

- aux différentes annexes (en particulier 2, 4 et 5) de la **Directive « Habitats »** (directive européenne n°92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages) :
  - **Annexe 2** : Espèces d'intérêt communautaire (désignées « DH2 » dans le tableau ci-après) dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).
  - **Annexe 4** : Espèces (désignées « DH4 ») qui nécessitent une protection stricte, sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne.
  - **Annexe 5** : Espèces (désignées « DH5 ») dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.
- au sein de la **liste nationale des poissons protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**. L'arrêté du 08 décembre 1988 fixe la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national. Sont interdits en tout temps, sur tout le territoire national, la destruction ou l'enlèvement des œufs ainsi que la destruction, l'altération ou la dégradation des milieux particuliers, et notamment des lieux de reproduction, désignés par arrêté préfectoral, des poissons des espèces désignées « PN » dans le tableau ci-après ;
- Sur la **Liste rouge (LR) des espèces de poissons d'eau douce menacés**. L'UICN a réalisé des listes rouges à l'échelle internationale (2008) et nationale (2002) présentant les espèces constituant un enjeu de conservation. Onze niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « EX » éteint ; « EW » éteint à l'état sauvage ; « CR » gravement menacé d'extinction ; « EN » menacé d'extinction ; « VU » vulnérable ; « NE » non évalué ; « LR » faible risque ; « DE » dépendant de mesures de conservation ; « NT » quasi menacé ; « LE » préoccupation mineure ; « DD » insuffisamment documenté.

D'autres espèces peuvent également faire l'objet d'un **Plan National d'Action (PNA)**, comme par exemple l'Apron du Rhône *Zingel asper*, espèce endémique du bassin du Rhône, ou encore l'esturgeon européen *Acipenser sturio*. Les plans nationaux d'actions visent à définir les actions nécessaires à la conservation et à la restauration des espèces les plus menacées. Cet outil de protection de la biodiversité est mis en œuvre par la France depuis une quinzaine d'année. Ces plans ont été renforcés suite au Grenelle Environnement. La Direction générale de l'aménagement du

logement et de la nature a notamment produit une brochure offrant un aperçu de cet instrument de protection des espèces menacées à tous les partenaires potentiellement impliqués dans leur réalisation (élus, gestionnaires d'espaces naturels, socioprofessionnels, protecteurs de la nature, etc.).

Même s'il n'y a pas de statut de protection spécifique associé, il est généralement intéressant de mettre en avant **les espèces ayant servi à la détermination des Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**. Les ZNIEFF constituent le socle de l'inventaire du patrimoine naturel. Une liste des espèces et des habitats déterminants (Dét ZNIEFF) ou remarquables (Rq ZNIEFF) ayant servi à la désignation de ces ZNIEFF a été établie pour chaque région et est disponible sur les sites de leurs DREAL respectives.

Le **Tableau 13** donne, à l'échelle du territoire d'étude, les statuts de protection des espèces de poissons rencontrés.

**Tableau 13 : Liste des espèces de poissons présentes au niveau du secteur d'étude et susceptibles de faire l'objet de mesures de protection**

<b>Espèces présentes</b>	<b>Statuts de protection</b>
Blageon	DH2 et LR (NT)
Barbeau fluviatile	DH5
Toxostome	DH2 et LR (NT)
Anguille	ZAP et LR (CR)
Vandoise	PN
Truite fario	PN

Dans le département du Vaucluse, l'Aygues est concernée par la Liste 1 de l'arrêté frayère (L432 1-1-1 CE) pour les espèces suivantes : barbeau méridional, lamproie de Planer, ombre commun, truite fario, chabot et vandoise. La limite aval se situe à la confluence avec le Rieu à Villedieu soit 3 km en amont du seuil de la D20.

#### 2.2.5.2. Etat des eaux

A partir des données recueillies au niveau des stations de St-Maurice et de Vinsobres, la qualité de l'eau de l'Aygues en amont du seuil de la D20 lors des cinq dernières années atteint, au minimum, une bonne qualité (**cf. Tableau 14**).

Tableau 14 : Fiches état des eaux de l'Eygues à St-Maurice/Eygues et Vinsobres de 2014 à 2018 (source : Agence de l'Eau RMC).

Fiche état des eaux : EYGUES A ST-MAURICE/EYGUES - LE JAS (code station : 06117100)															
Années	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments		Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Macrophytes	Poissons	Hydr omorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
			Nutriments N	Nutriments P											
2018	TBE	Ind	TBE	TBE	BE	BE		TBE				Moy		MOY	BE
2017	TBE	Ind	TBE	BE	BE	BE		TBE				Moy		MOY	BE
2016	TBE	Ind	TBE	BE	BE	BE		TBE				Moy		MOY	BE
2015	BE	Ind	TBE	BE ①	BE	BE		TBE				Moy		MOY	BE
2014	BE	Ind	TBE	BE	BE	BE		TBE				Moy		MOY	BE

Fiche état des eaux : EYGUES A VINSOBRES (code station : 06117000)															
Années	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments		Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Macrophytes	Poissons	Hydr omorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
			Nutriments N	Nutriments P											
2018	TBE	Ind	TBE	TBE	BE							Moy		Ind	
2017	TBE	Ind	TBE	TBE	BE							Moy		Ind	
2016	TBE	Ind	TBE	TBE	BE	Ind						Moy		Ind	Ind
2015	TBE	Ind	TBE	TBE	BE	Ind						Moy		Ind	Ind
2014	BE	Ind	TBE	TBE	BE	Ind						Moy		Ind	Ind

La qualité de l'eau est donc satisfaisante et ne devrait pas compromettre la pérennisation ou l'installation des populations piscicoles en amont du seuil de la D20.

## 2.2.6. Sites naturels remarquables

### 2.2.6.1. Site Natura 2000

Le secteur d'étude est concerné par un site Natura 2000. Il s'agit du Site d'Intérêt Communautaire FR9301576 : « L'Aigues (ou Eygues ou Aygues).

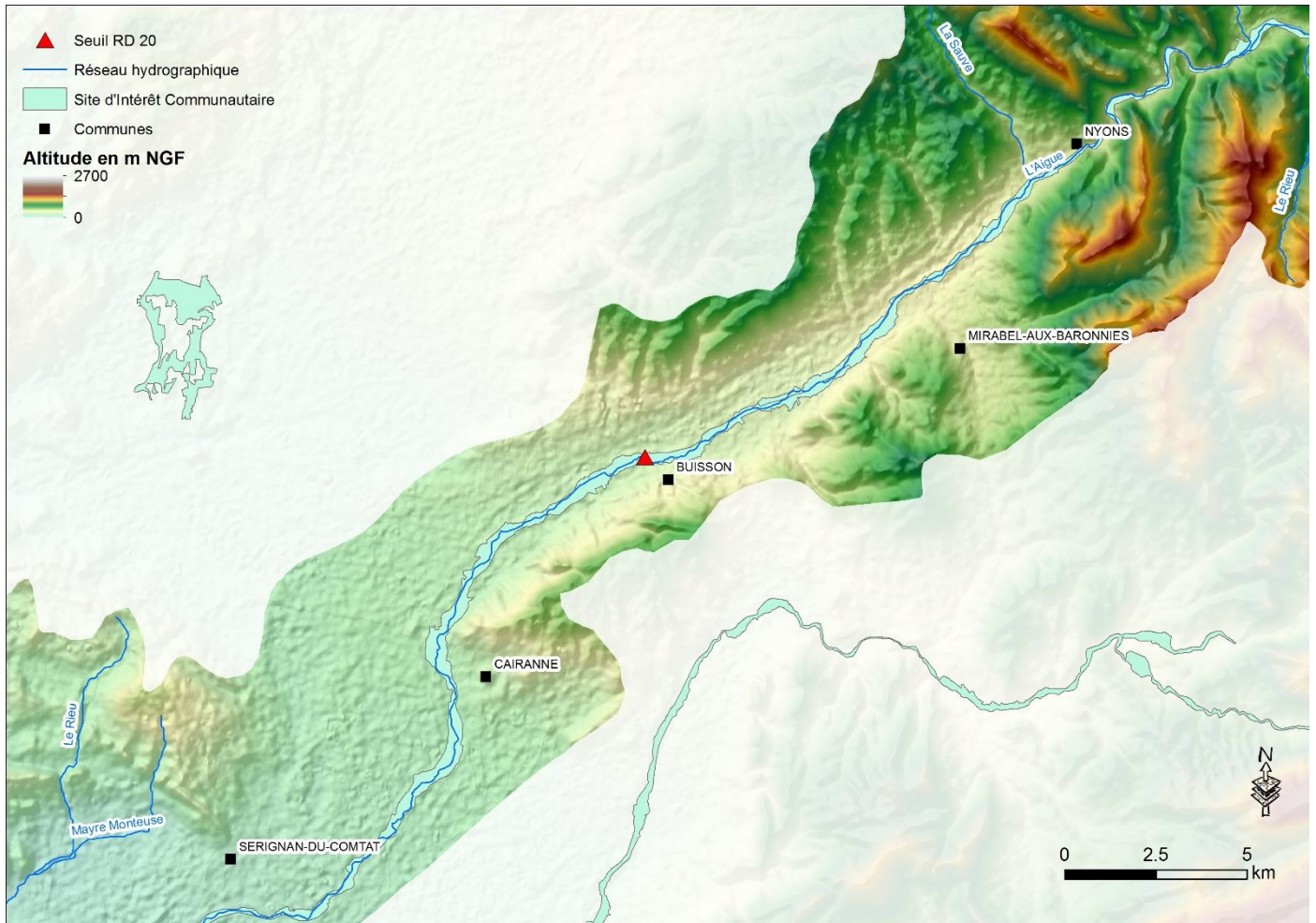


Figure 31 : Site Natura 2000 dans le bassin versant de l'Aigues  
Source : SIGosphere

### 2.3. Présentation des désordres sur le site

Le présent projet vise à rétablir la continuité écologique au droit du seuil de la RD20 afin de restaurer un fonctionnement plus naturel de l'Aigues.

Sur le secteur d'étude et d'un point de vue anthropique, le cours d'eau est contraint par le seuil, ainsi que par les ouvrages attenants (digues et épis en rive gauche notamment).

- *Le seuil bloque la continuité écologique et ne permet pas à l'Aygues de « respirer » ou de se rééquilibrer.*
- *Des solutions visant à rétablir la continuité écologique, ainsi qu'un fonctionnement plus naturel ont été exposées dans les études d'avant-projet et projet. Ainsi, dans cette étude portée par le Conseil Départemental de Vaucluse, les objectifs techniques, politiques et financiers ont été clairement identifiés et des prescriptions cohérentes ont été déclinées afin de répondre à l'ensemble des besoins. Les conditions d'écoulements seront améliorées et un fonctionnement plus naturel sera rétabli, tout en prenant en compte l'aspect paysager du site.*
- *Le Dossier Loi sur l'Eau est directement issu de cette étude et décrit les travaux nécessaires à l'atteinte des objectifs.*

## 2.4. Planification et gestion des ressources en eau

Plusieurs documents de gestion relatifs au domaine de l'eau couvrent le territoire de l'Aygues.

La position de l'Aygues dans le maillage hydrographique français l'inclut dans le bassin versant du Rhône géré par l'Agence de l'Eau RMC. Ainsi, la rivière est concernée par les préconisations du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.D.A.G.E.) 2022-2027. Il a été approuvé le 25 septembre 2020. Le SDAGE s'accompagne d'un programme de mesures qui rassemblent les actions par territoire nécessaires pour atteindre le bon état des eaux. Ces documents permettent de respecter les obligations définies par la directive cadre européenne sur l'eau pour atteindre un bon état des eaux.

Les orientations du SDAGE répondent aux grands enjeux pour l'eau du bassin. 9 orientations fondamentales régissent l'eau du bassin :

- *S'adapter aux effets du changement climatique,*
- *Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité,*
- *Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques,*
- *Prendre en compte les enjeux sociaux et économiques des politiques de l'eau,*
- *Renforcer la gouvernance locale de l'eau pour assurer une gestion intégrée des enjeux,*
- *Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé,*
- *Préserver et restaurer le fonctionnement des milieux aquatiques et des zones humides,*
- *Atteindre et préserver l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir,*
- *Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.*

En complément de ces grandes orientations, le programme de mesures du S.D.A.G.E répertorie les masses d'eau et recense leur état écologique et chimique, afin de fixer des mesures d'atteinte du bon état pour des horizons plus ou moins lointains en fonction des problèmes à régler.

## 2.5. Déclinaison du SDAGE sur le bassin versant de l'Aygues

### 2.5.1. Découpage en masse d'eau et suivi de la qualité des eaux – Etat des lieux en 2009

Selon l'Agence de l'Eau, l'Aygues se caractérise selon trois masses d'eau :

- La FRDR401b : l'Aigue de la limite du département de la Drôme au Rhône,
- La FRDR401c : l'Aigue de la Sauve (aval Nyons) à la limite du département de la Drôme,
- La FRDR402 : l'Aygues de l'Oule à la Sauve (aval Nyons).

Concernant l'état écologique, les masses d'eau FRDR401b et FRDR401c étaient en **BON ETAT** et la masse d'eau FRDR402 en état **MOYEN**. Concernant l'état chimique les FRDR401b et FRDR401c étaient en **BON ETAT** et la FRDR402 en **MAUVAIS** état.

## 2.6. Contexte réglementaire

### 2.6.1. Principes

Dès lors que des travaux en rivière sont projetés, une procédure particulière peut être imposée, il s'agit du « dossier loi sur l'eau ». Celui-ci permet de se mettre en conformité avec la législation française qui impose des cadres à la réalisation de travaux ou d'aménagements qui pourraient avoir un impact sur les cours d'eau.

Une nomenclature (issue du décret n°2006-881 du 17 juillet 2006, modifiant le décret n°93-743 du 29 mars 1993 pris en application de la Loi sur l'Eau) liste dans les articles R.214-1 à R.214-5 les Installations, Ouvrages, Travaux et Aménagements (nommés I.O.T.A.) qui impliquent une procédure de « déclaration » ou « d'autorisation », la seconde étant celle qui prévaut toujours sur la première.

En d'autres termes, dès lors qu'une action projetée sur un cours d'eau est identifiée comme un I.O.T.A. de la nomenclature, une demande d'autorisation ou de déclaration devra être réalisée. Si une partie des travaux implique une procédure d'autorisation, celle-ci sera réalisée même si la plupart des actions ne nécessiterait qu'une procédure de déclaration.

## 2.6.2. Rubriques concernées

Les articles R.214-1 et suivants ont été consultés afin d'identifier à quelles rubriques de la nomenclature les travaux projetés font référence.

Tableau 15 : Rubriques concernées par les travaux. Source : Nomenclature Dossier Loi sur l'Eau, article R214-1 du code de l'environnement

3. IMPACTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE OU SUR LA SECURITE PUBLIQUE				
Rubriques	Description	Projet	Procédure associée	Arrêtés complémentaires
3.3.5.0 Travaux de restauration des milieux aquatiques	Travaux, définis par l'arrêté du 30 juin 2020, ayant uniquement pour objet la restauration des fonctionnalités naturelles des milieux aquatiques, y compris les ouvrages nécessaires à cet objectif	Mise en place d'une rampe naturelle à macro-rugosité	Déclaration	Arrêté du 30 juin 2020

*D'après la nomenclature, le projet est soumis à déclaration au titre du code de l'environnement grâce à la nouvelle rubrique mise en place depuis l'arrêté du 30 juin 2020.*

## 2.7. Localisation du projet

L'intégralité du projet et des travaux se déroule dans l'emprise du lit mineur non cadastré Sur le département du Vaucluse exclusivement.  
(cf. Figure 32).

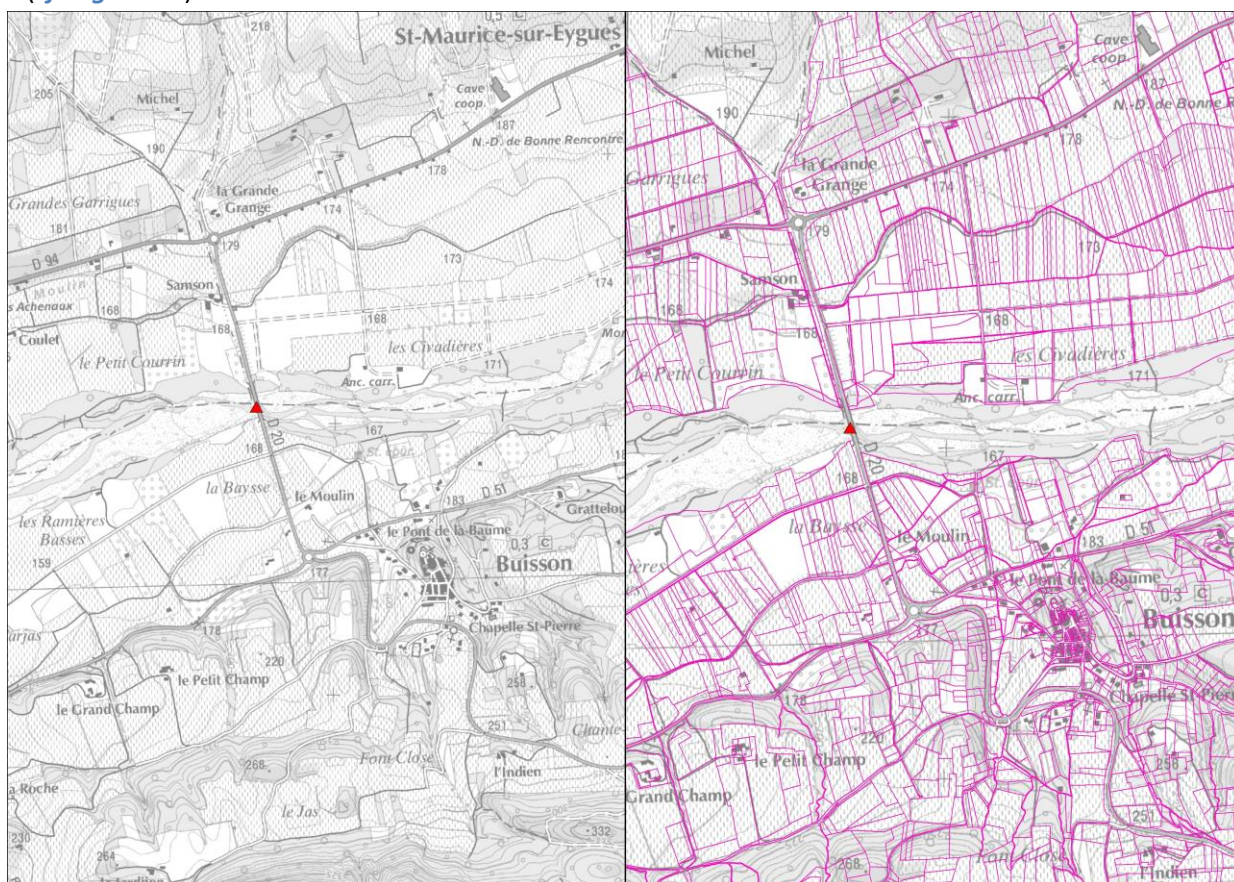


Figure 32 : Localisation du projet  
Source : SIGosphere

## NATURE DES TRAVAUX

### 3.1. Historique des projets

Pour rappel, l'objectif du projet est le rétablissement de la continuité écologique de l'Aygues. Celui-ci passera par la mise en place d'une rampe naturelle à macro-rugosité. Il s'agit de la solution la plus adaptée au contexte. En effet, l'effacement du seuil pourrait déstabiliser le pont de la RD 20.

Le rétablissement de la continuité écologique est nécessaire afin de respecter les directives européennes. Cependant, le respect des obligations passent par des solutions financièrement acceptables et viables pour la rivière. C'est pour cela que la solution exposée a été retenue.

### 3.2. Description du projet

L'intervention se fera selon différentes étapes :

- La première permettra de restaurer la continuité écologique, au droit du seuil, en implanter une rampe naturelle à macro-rugosité,
- La deuxième permettra d'implanter une masse de semis de piquets en bois afin de garantir la connexion de l'aval de la rampe avec le plancher alluvial de l'Aygues. L'objectif étant de garantir une profondeur de fosse d'affouillement constante.

Le projet répond au respect de l'objectif de continuité écologique.

L'impact du chantier sera faible car il s'établit sur des surfaces restreintes. La mise en œuvre des travaux sera réalisée par des entreprises spécialisées en rivière.

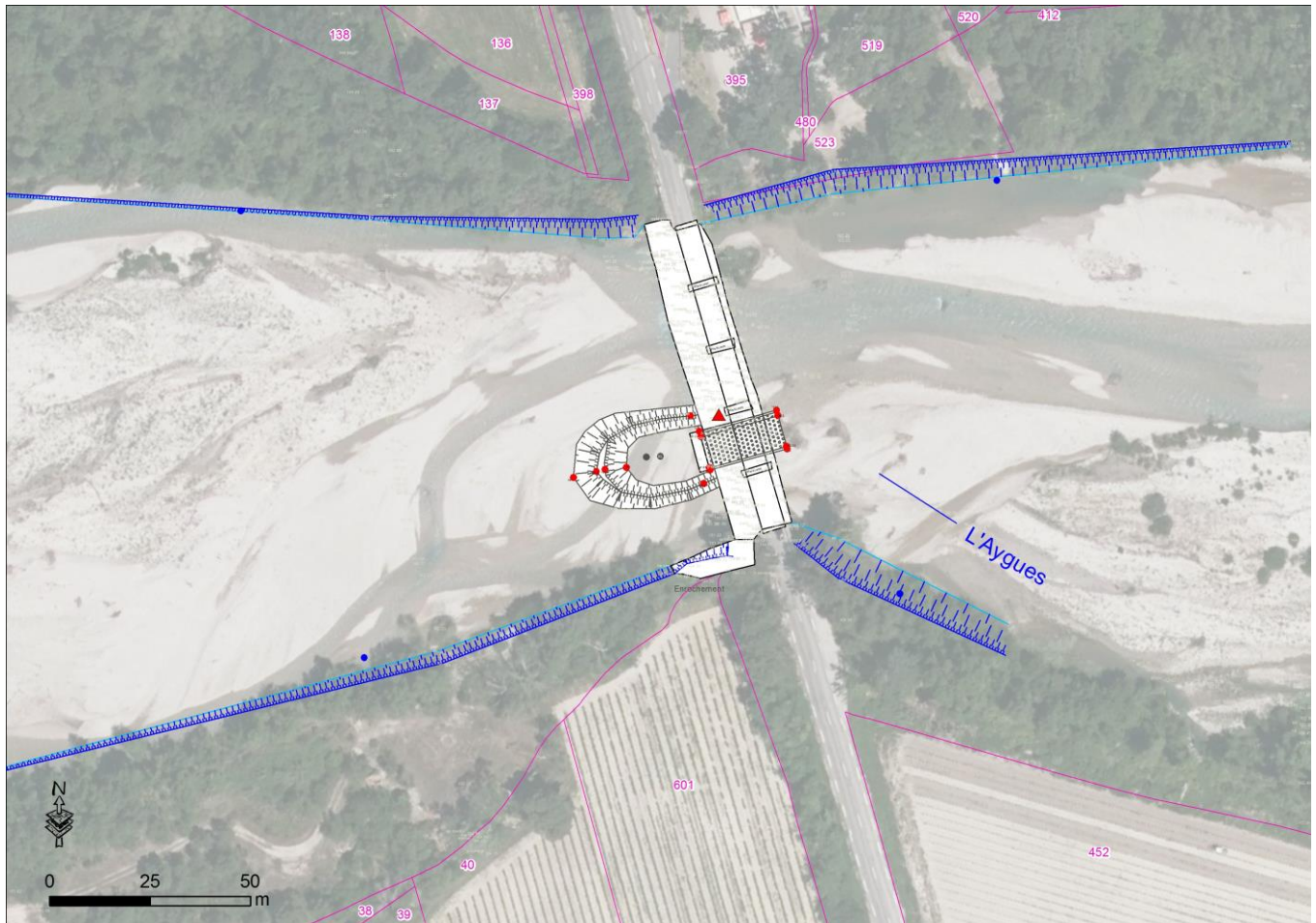


Figure 33 : Localisation du projet  
Source : SIGosphere

### 3.2.1. Restauration de la continuité écologique

La restauration de la continuité écologique passe par la mise en place d'une rampe naturelle à macro-rugosité.

#### *Configuration de la passe*

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

Dimensionnement en forme de trapèze avec une largeur de 1 m plane et 8 m de largeur en dévers à 6,5 % avec des blocs de diversification.

#### **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 : 70 cm
- Distance inter-axe : 1,1 m
- Concentration : 13,2%,
- Blocs à face amont plane et face aval arrondie.

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

### *Critères pour la franchissabilité piscicole*

---

Espèces cibles :

- Anguilles : période de montaison de mars à novembre,
- Cyprinidés : période de montaison de février à juin.

Vitesse max de nage :

- 1,5 m/s pour le vairon ;
- 2,25 m/s pour goujon, loche, toxostome, spirilin, ablette, blageon et gardon ;
- 2,75 m/s pour la vandoise et la perche ;
- 3,25 m/s pour le chevesne et le barbeau fluviatile.

**Vitesse pour caler la rampe : 1,5 m/s.**

### *Plage de fonctionnement de la rampe*

---

La passe est fonctionnelle pour des débits allant de **250 l.s<sup>-1</sup>** (lame d'eau de 20 cm, dans la rivière d'étiage) à **14 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>**.

**Nombre de jour de fonctionnement de la passe par an (d'après les débits de St May de 1906 à 2016)**

Nombre de jour de fonctionnement de 0,25 à 14 m<sup>3</sup>/s = 282 j/an.

Nombre de jour de fonctionnement de 0,25 à 12 m<sup>3</sup>/s = 266 j/an.

Nombre de jour de fonctionnement de 0,25 au module = 240 j/an

**Nombre de jour de fonctionnement de la passe de février à novembre (d'après les débits de St May de 1906 à 2016)**

Nombre de jour de fonctionnement de 0,25 à 14 m<sup>3</sup>/s = 239 j.

Nombre de jour de fonctionnement de 0,25 à 12 m<sup>3</sup>/s = 228 j.

Nombre de jour de fonctionnement de 0,25 au module = 217 j.

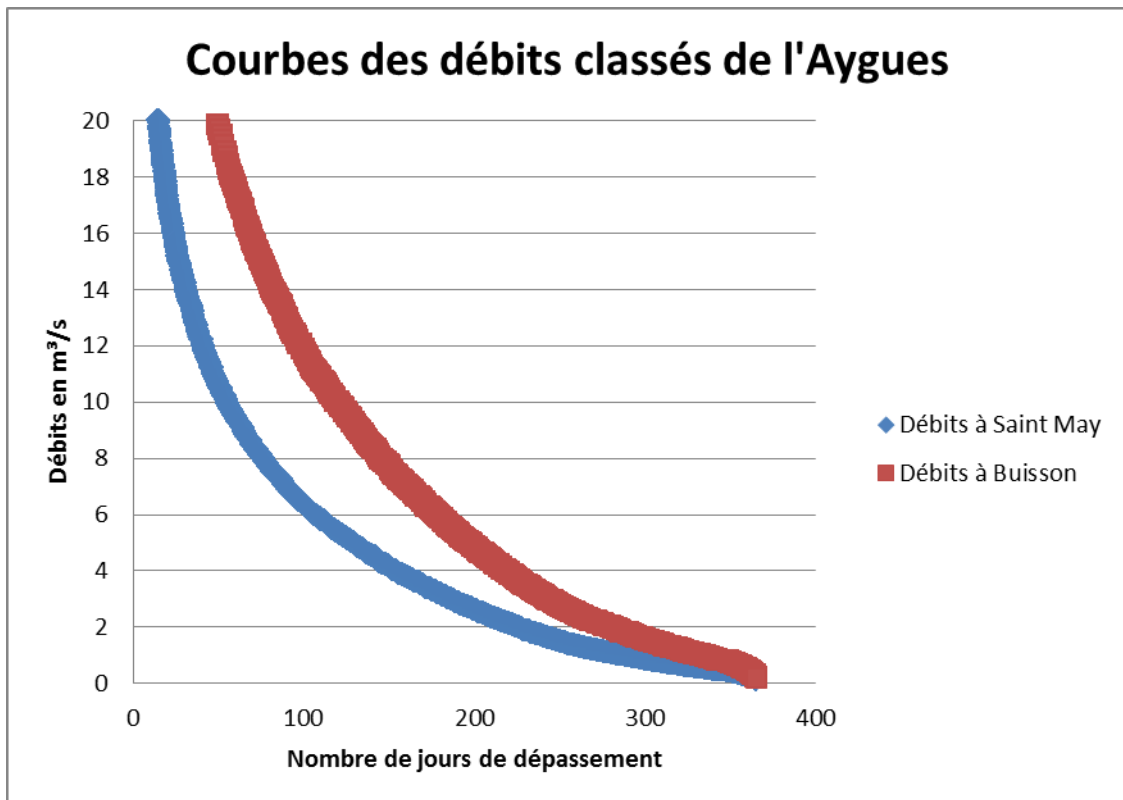
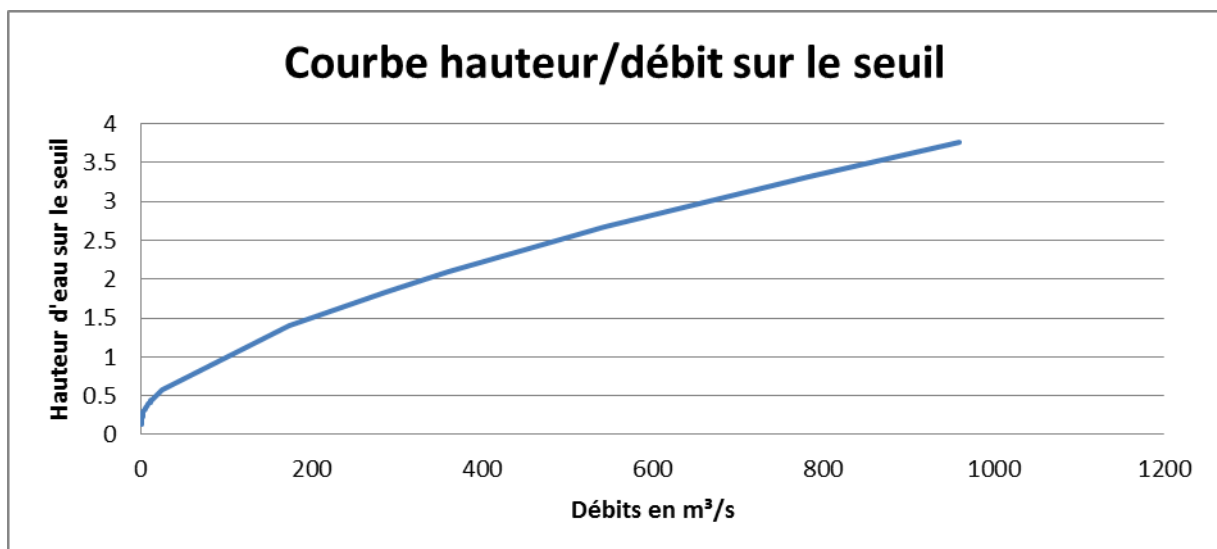
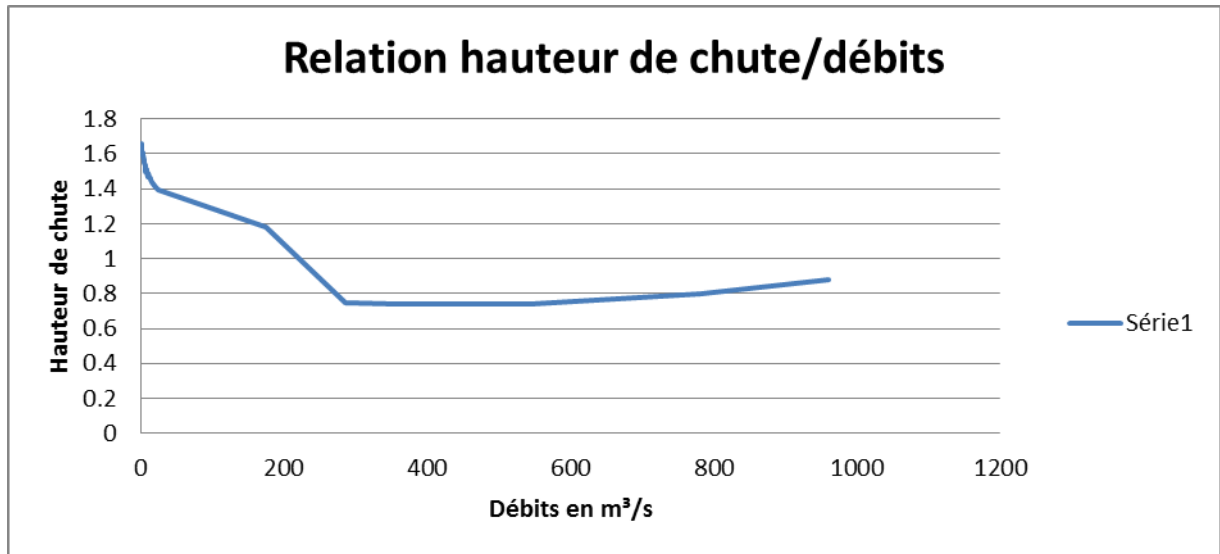


Figure 34 : Courbes des débits classés de l'Aygues

Pour rappel les courbes hauteurs/débits sur le seuil et la relation hauteur de chute/débits sont exposées dans les graphiques suivants.





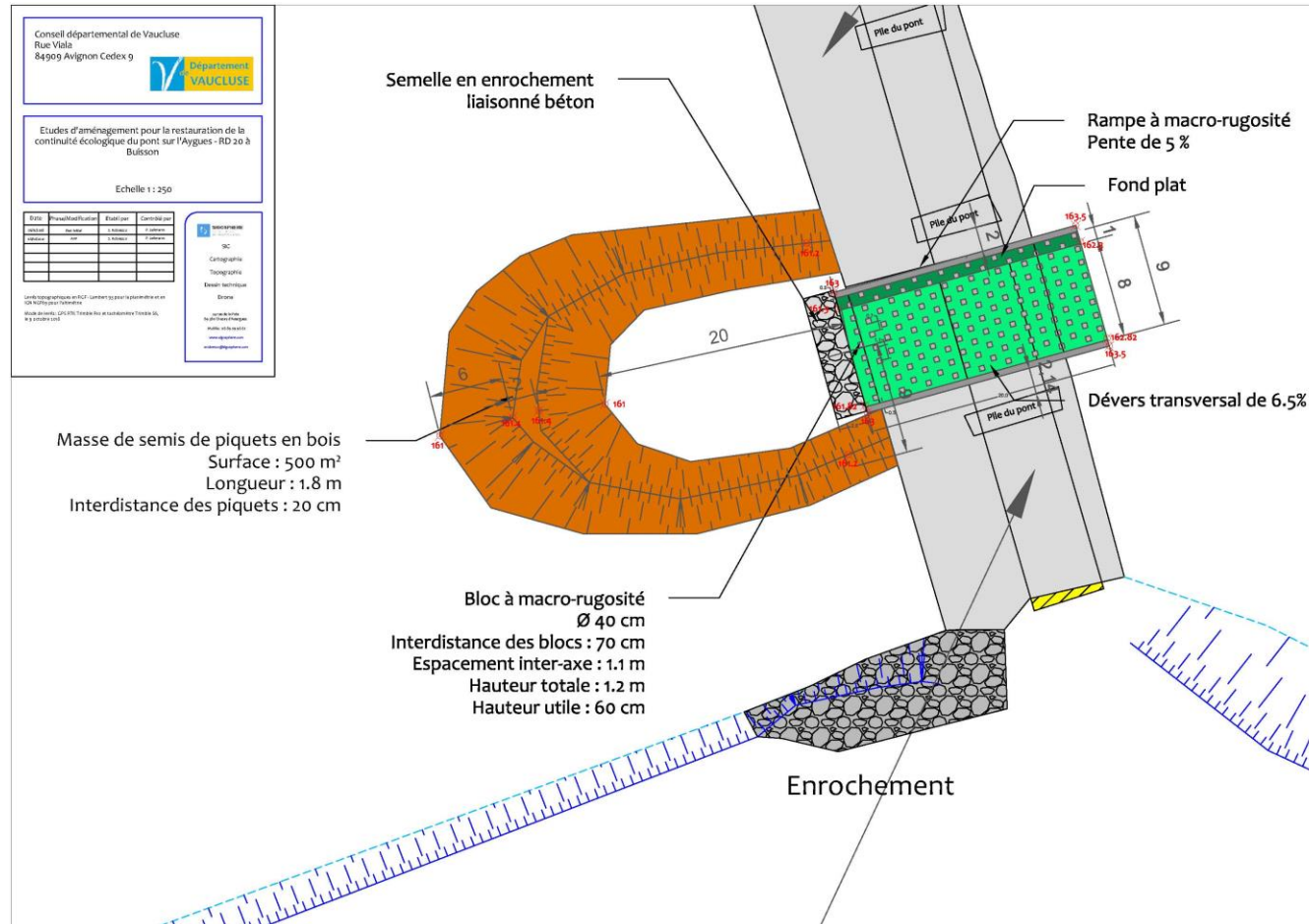


Figure 35 : Extrait du plan de projet au droit du seuil de la RD20  
Source : SIGosphere

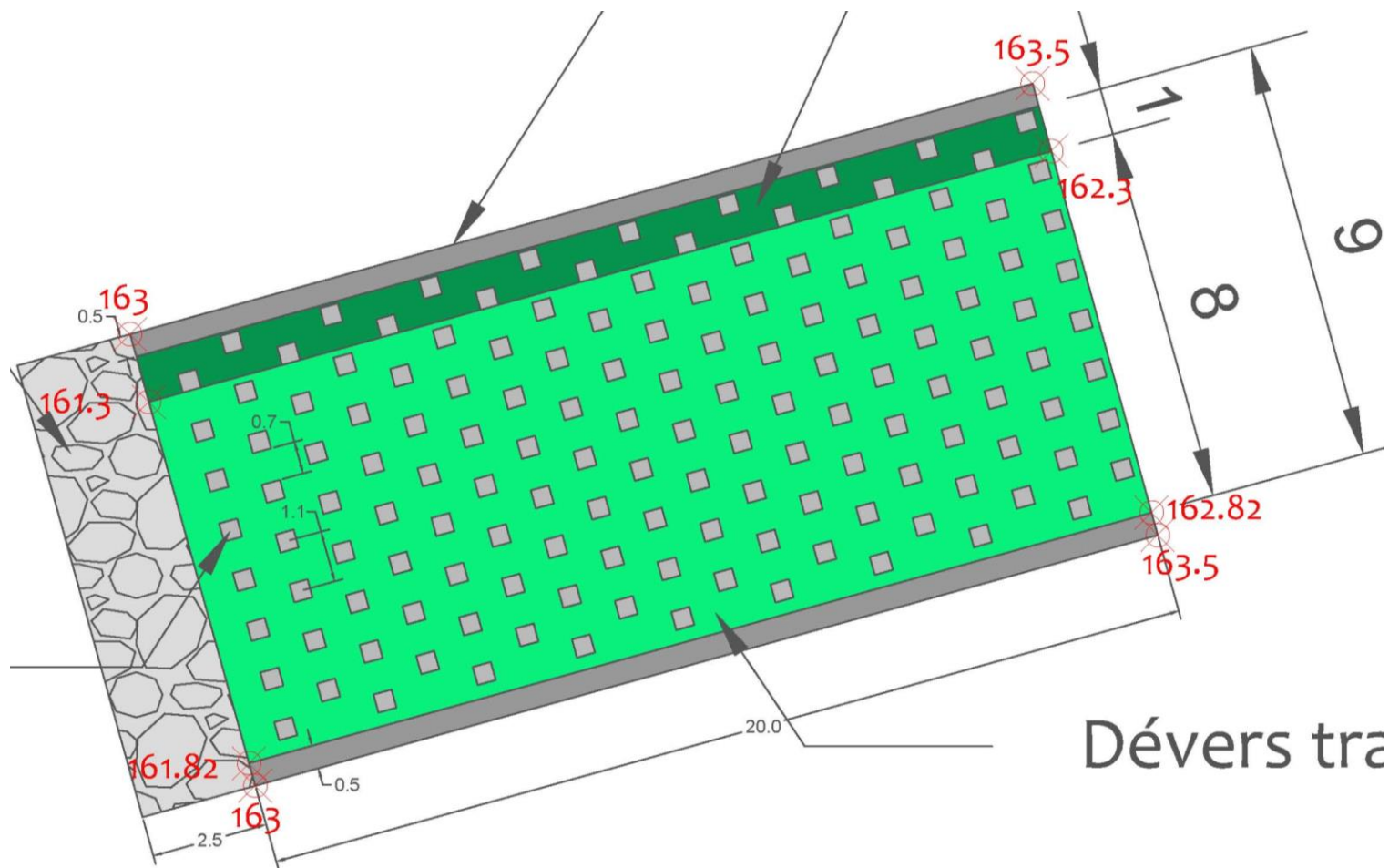


Figure 36 : Extrait du plan de projet au droit du seuil de la RD20 – Zoom sur la rampe  
 Source : SIGosphere

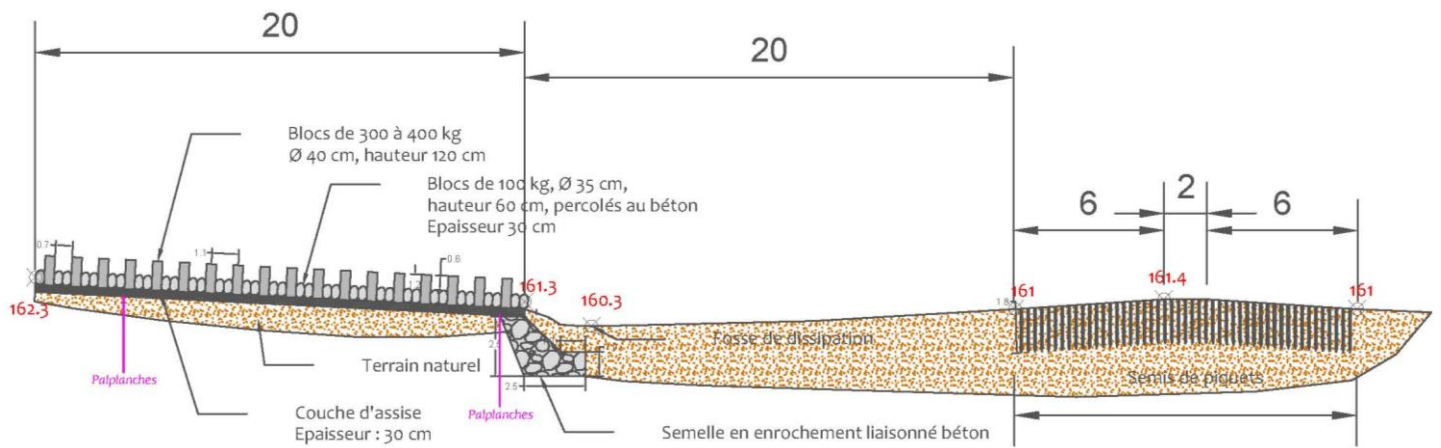


Figure 37 : Coupe longitudinale de la rampe à macro-rugosité et de la masse de semis de piquets aval  
 Source : SIGosphère

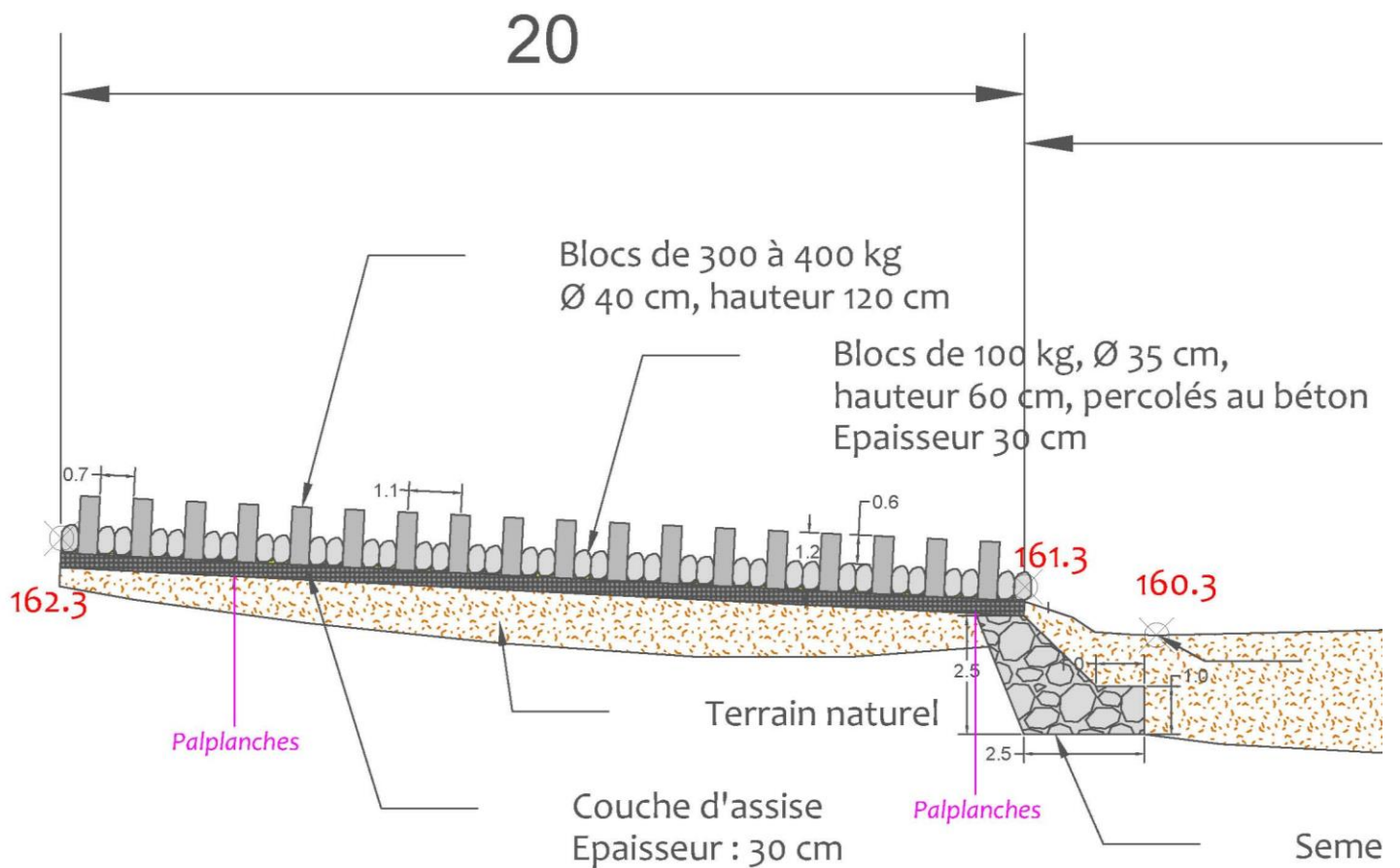


Figure 38 : Coupe longitudinale de la rampe à macro-rugosité (zoom sur la rampe)  
 Source : SIGosphère

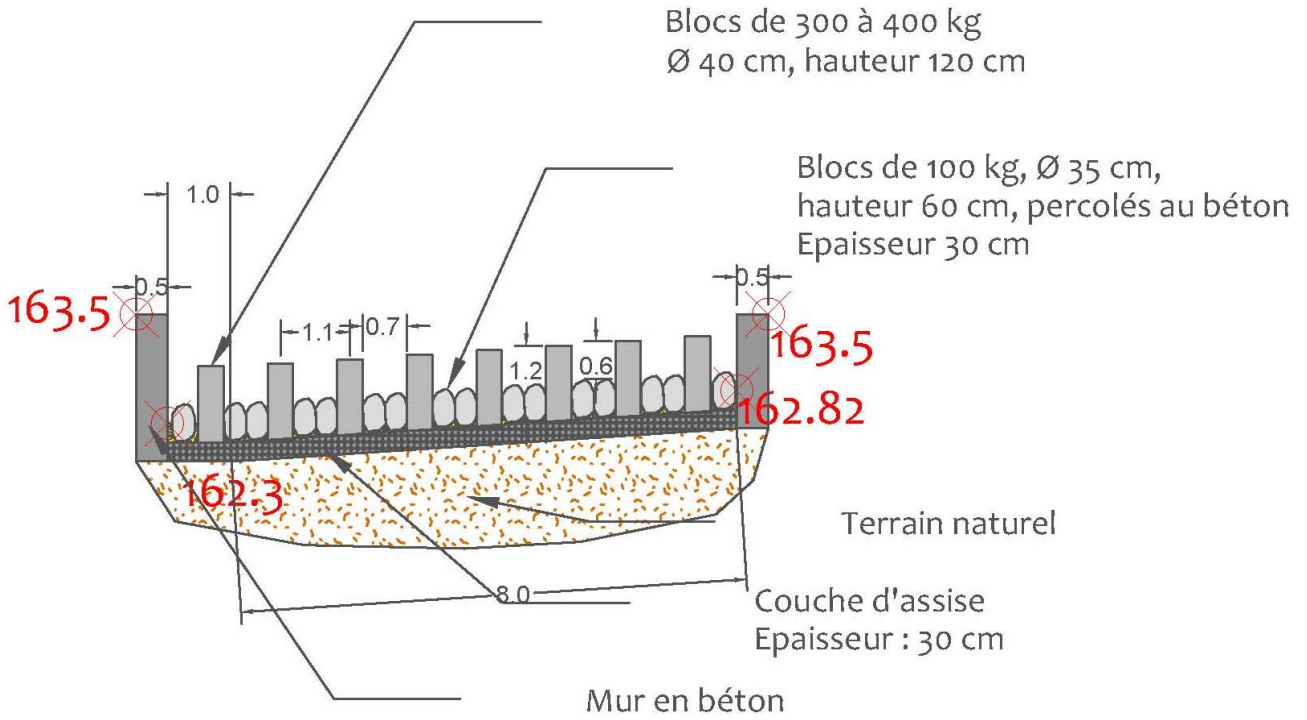


Figure 39 : Coupe transversale amont de la rampe à macro-rugosité

Source : SIGosphère

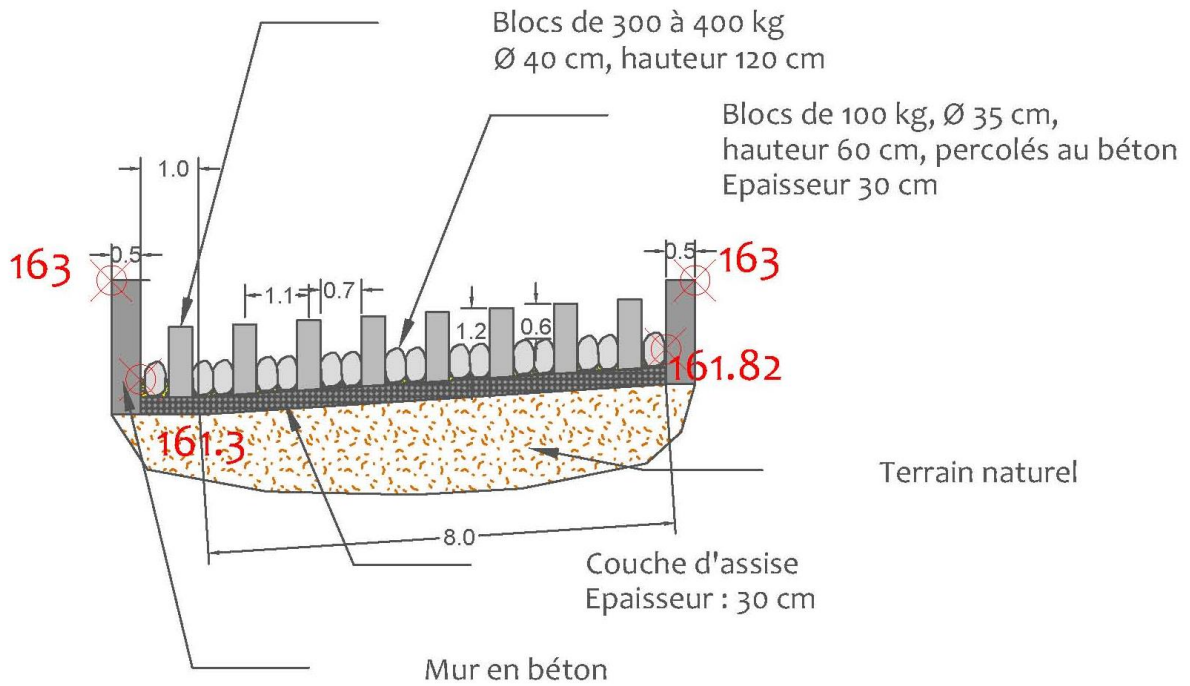


Figure 40 : Coupe transversale aval de la rampe à macro-rugosité

Source : SIGosphère

### 3.2.2. Accès aval pour la rampe

- **ACCÈS SOUS LE PONT**

Avec ce scénario, le chemin d'accès est en aval du pont par la rive gauche, il est important de prévoir des rampes pour descendre de la berge et monter sous l'arche gauche du pont.

**Un batardeau condamne les deux arches de gauche**



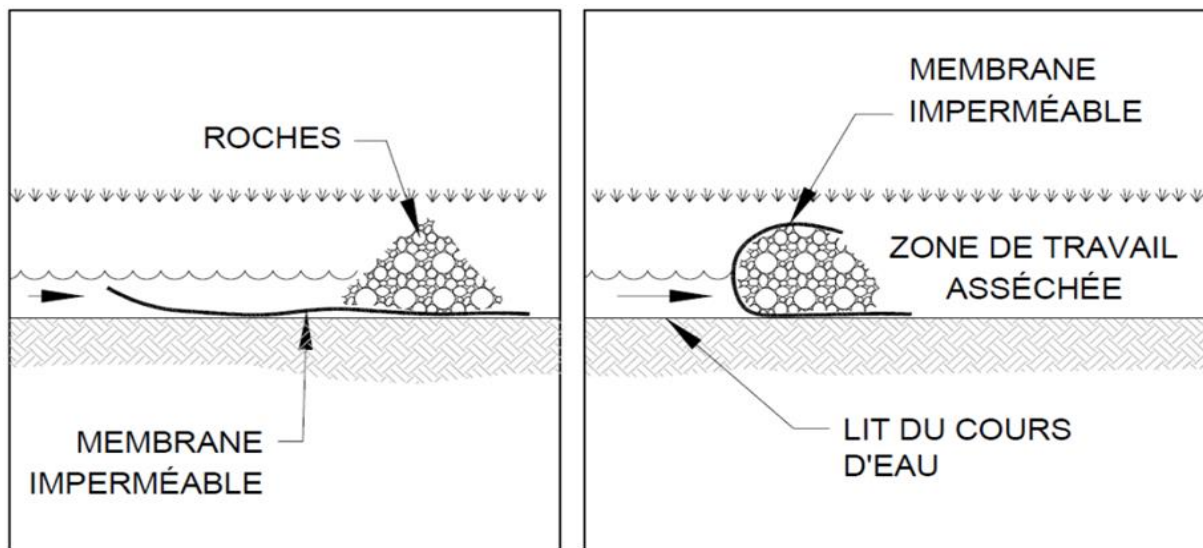
Figure 41 : Vue aérienne pour l'accès aval de la rampe à macro-rugosité

### 3.2.3. Le batardeau sera mise en œuvre avec la méthode du merlon d'alluvions.

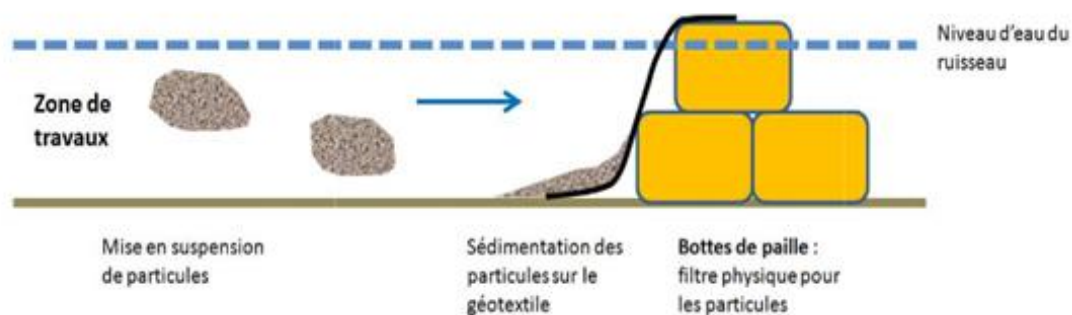
Le batardeau est en jaune en amont du chantier.

Voici la méthodologie de batardeau qui a l'avantage de ne pas salir le cours d'eau pendant sa mise en œuvre que ce soit à la pose ou au retrait.

Ci-dessous un schéma de mise en œuvre.



- 1) La Bâche doit être plaquée sous l'eau (PVC ou EPRM) au fond et la pelleteuse positionne les galets sur le fond et sur la bâche en fonction de la déclivité latérale à compenser dans le lit mineur. Le remplissage est donc avec les galets propres qui se trouvent dans le lit et seront emballés dans le batardeau.
- 2) Après la bâche est relevée par-dessus le remblai pour être fermée en aval du monticule, cela forme un bourrelet étanche.
- 3) La dérivation est possible dans une conduite ou un lit mineur temporaire statique.
- 4) Une pompe thermique avec une crépine sera mise œuvre pour un pompage actif en amont de la zone de chantier pendant les horaires de travail. La pompe fait refluer l'eau sous basse pression dans une canalisation souple. L'eau cheminera par ruissellement sur l'arche de gauche avant de rejoindre la rivière en aval.
- 5) Au cours du chantier afin de prévenir le relargage d'eau chargés en limon ou le lessivage accidentel de laitance de ciment. Un barrage filtrant sera mis en œuvre en aval du chantier dans le lit mineur suivant le schéma ci-dessous.



**Schéma de principe du piégeage des matières en suspension**

- 6) Au retrait de chantier les galets serviront sur la terrasse de gauche. La bâche est récupérée.

Cette méthode a fait ses preuves sur de nombreux chantiers et donne satisfaction avec un minimum d'impact de chantier. Les fournitures sont réemployées sur d'autres chantiers sans contrainte.

### 3.2.4. Définition des bétons

Les spécifications destinées à assurer la durabilité du béton sont celles données dans la norme NF EN 206-1/CN complétées par les indications des articles suivants en fonction des classes d'exposition des différentes parties d'ouvrage.

Parties d'ouvrages	Classe d'environnement	Classe de résistance	Teneur minimale en liant équivalent vis-à-vis de la durabilité (1) (2)	Nature du ciment vis-à-vis de la durabilité	Caractéristique complémentaire du ciment vis-à-vis de la durabilité	Eeff/Lep vis-à-vis de la durabilité (8)	Caractéristiques complémentaires (3)
Béton de colmatage / immergé / enrochements liaisonnés	XC2-XA1-XM3	C 35/45	385 kg		PM ou ES(10)	0.45	béton colloïdal à structure fermée
Béton de propreté ou de réglage	X0	C16/20	250 Kg				
Murs latéraux, semelle	XC4-XF3-XM3	C35/45	385 kg		PM ou ES(10)	0.45	RAG G Cs
Plots	XC4-XF3-XM3	C60/75	450 kg		CEM I 52.5 N PM-ES(10)	0.45	RAG G Cs Incorporation de fibre 0.5 à 2 %

#### Mortiers :

Les mortiers sont titulaires de la marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique au titre de scellement ou de calage.

#### Exigences de durabilité :

Niveau de prévention vis-à-vis des risques d'Alcali-Réaction. Pour l'application de ces documents, le niveau de prévention des risques liés à l'alcali-réaction est le niveau de précautions particulières (niveau B du fascicule de documentation FD P 18-464). Ce niveau de prévention s'applique à toutes les parties de l'ouvrage et à l'ensemble des bétons.

#### Durée de vis d'utilisation :

La durée de vie d'utilisation du projet est de 100 ans, la norme NF EN 206-1 étant établie pour une durée de vie d'utilisation de 50 ans, il convient de prendre en compte les majorations de classe définies dans le tableau 4.3N de la norme NF EN 1992-1-1 de décembre 2004.

**Durabilité vis-à-vis du gel :**

Les recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel sont appliquées en considérant un gel fréquent.

**Constituants des mortiers et bétons :**

(Normes NF EN 13670 et NF EN 13670/NA, art. 82 du fasc. 65 du CCTG)

Les constituants des bétons utilisés dans la construction de l'ouvrage doivent respecter les exigences définies dans les normes NF , pour l'application du 8.1 (1) de la norme NF EN 13670, les constituants des mortiers et bétons sont conformes aux normes visées par la norme NF EN 206-1.

Pour l'application du 8.1 (3) de la norme NF EN 13670, pour chaque formule de béton, la dimension nominale supérieure du plus gros granulats est proposée et justifiée par l'entrepreneur dans son Plan Qualité. Dans tous les cas, elle est limitée à 25 mm et doit être adaptée à la dimension et à la densité du ferrailage des pièces à bétonner.

**Contrôle du processus de fabrication :**

L'entrepreneur doit contrôler les conditions de stockage et de transport des granulats aux emplacements réservés dans le cas de recours à une centrale alimentée par des granulats provenant de gisements ou d'identités différents. Il doit s'assurer que toutes les dispositions sont prises pour éviter les mélanges inopportuns.

**Généralités sur les enrochements :**

Les préconisations de pose des enrochements seront réalisées au démarrage du chantier en fonction des blocs approvisionnés.

La pose des enrochements devra faire l'objet d'une planche d'essai préalable avec un procès-verbal d'acceptation du rendu. Le principe de pose des blocs reste valable quelles que soient les dimensions caractéristiques calculées.

D'une manière générale, les préconisations de pose reprendront les recommandations décrites ci-dessous.

- blocage de pied de l'enrochement au niveau des ancrages amont et aval des rampes
- forme anguleuse qui améliore le frottement bloc sur bloc,
- bonne imbrication des blocs en place obtenue par une mise en oeuvre soignée.

Les enrochements seront posés après fouilles selon les plans du marché. Ils seront posés hors eau de façon à ce que le travail soit réalisé dans de bonnes conditions de visibilité. En pratique, on tolèrera la présence d'eau en partie basse de la fouille dans la mesure où la hauteur d'eau n'excède pas la moitié de la hauteur de la première couche de blocs, soit 0.3 m. Les rejets des pompes seront effectués de sorte que les MES1 colmatent le moins possible le lit du cours d'eau.

Les caractéristiques géométriques des ouvrages sont définies sur les plans et profils du marché. Les éléments seront soigneusement choisis de façon à réduire l'espace entre chaque bloc.



Une attention particulière devra être portée sur le battage par vibration à espacement régulier de ces piquets.

Une pelleteuse équipée d'un BRH avec une cloche de battage servira à la plantation des semis de piquet. Les semis de piquet seront avec 6 u/m<sup>2</sup> aux milieux du lit mineur.

Ils auront une forme adaptée au lit mineur avec une pente de profil en long conforme au plan du projet. Ils auront une pente latérale conforme au plan et à la concentration de l'eau pendant les écoulements d'étiages.

La finition est un fond naturel ou apparaît la tête des piquets proprement recoupée.

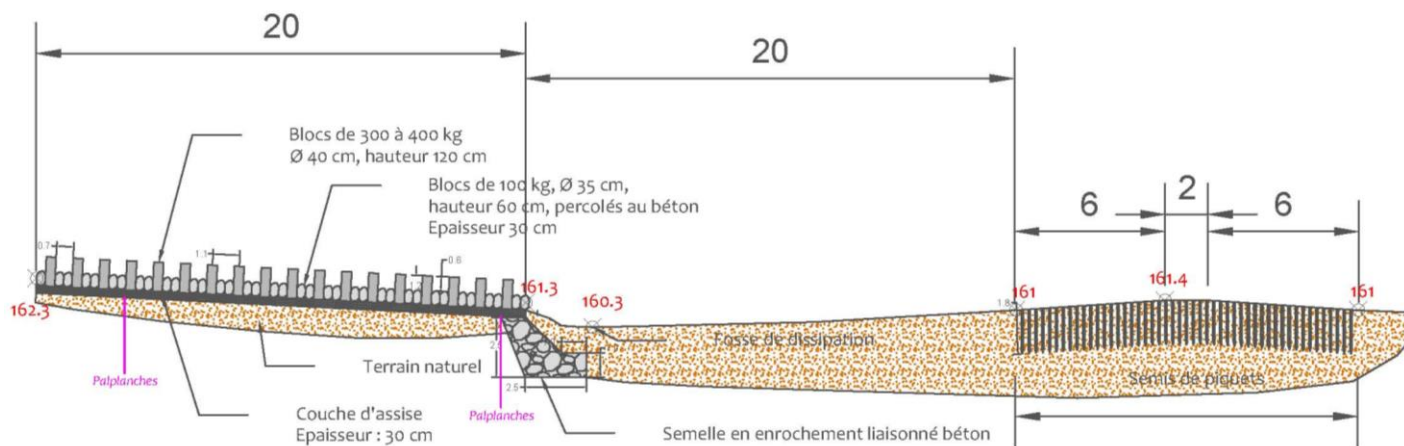


Figure 28 : Coupe longitudinale de l'ensemble du profil en long

Source : SIGosphère

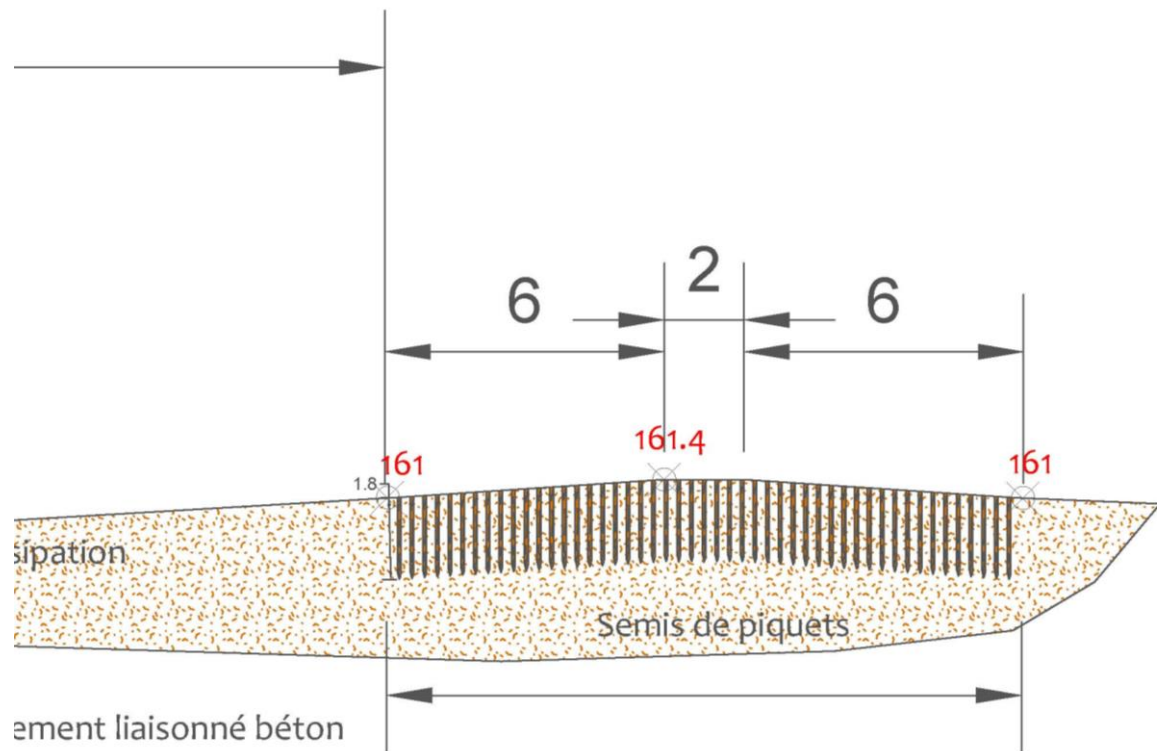


Figure 29 : Coupe longitudinale du semis de piquets aval  
Source : SIGosphère

### Fourniture en piquet

Les piquets de 10 à 15 cm de diamètre (rond ou fendu) de classe 4 (acacia, châtaigner ou en chêne) feront 1.80 m et sont épointés sur 20 cm. Ils seront plantés à refus ou au 3/4 par un BRH équipé d'une cloche de battage.

La cotation de recoupe à la tronçonneuse sera en fonction des pentes latérales et de profil en long par rapport au fond alluvial du projet sur le lit mineur.

En finition les parties émergées des piquets sont comblées par des alluvions naturelles d'une classe granulométrique de 40mn à 90 mn. Cette couche d'alluvions en apport est passé à la plaque vibrante pour être incluse entre les interdissees des piquets.

### 3.4. Définition des incidences des travaux liés au projet

#### 3.4.1. Impact sur les eaux superficielles

Les travaux devront limiter au maximum le rejet de matières polluantes et de matières en suspension dans la rivière. Si les travaux sont réalisés en période d'étiage, le risque d'une crue, pendant la période de travaux, ne peut pas être totalement exclu. Ce risque est toutefois limité mais des mesures de réduction seront proposées.

#### 3.4.2. Impact sur les eaux superficielles et souterraines

Le principal enjeu concerne le risque de fuite d'huile superficielle dans le lit mineur. Le risque de pollution par les hydrocarbures et le liquide hydraulique ne pouvant être totalement évité, des mesures de réduction seront proposées.

#### 3.4.3. Impact hydraulique – Après travaux

Suite aux préconisations d'aménagement à l'état projet, une modélisation hydraulique de la rampe a été effectuée pour des débits compris entre  $250 \text{ l.s}^{-1}$  (débit le plus bas mesuré au droit du site) et  $14 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  (soit 1,4 fois le module). Au-delà de ce débit la passe est totalement submergée et par conséquent non fonctionnelle.

Pour rappel, la configuration de la passe est la suivante :

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

Dimensionnement en forme de trapèze avec une largeur de 1 m plane et 8 m de largeur en dévers à 6,5 % avec des blocs de diversification.

##### 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
- Forme des blocs : face amont plane, face aval arrondie.
- Distance inter-bloc : 70 cm
- Distance inter-axe : 1,1 m
- Concentration : 13,2%.

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

##### *Hauteur d'eau dans la passe*

Le **Tableau 16** montre les résultats de la modélisation hydraulique dans la rampe en fonction des hauteurs d'eau. Ainsi pour un débit de 250 l.s<sup>-1</sup>, la lame d'eau dans la passe est de 20 cm. La cote de la lame d'eau est de 162,5 m NGF. Pour un débit de 14 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, la lame d'eau maximale dans la passe est de 1,14 m. Cependant, la configuration en dévers permet à la cote moyenne de radier la plus haute (162,79 m NGF) de n'avoir qu'une lame d'eau de 65 cm. Ce débit est le débit maximal pour lequel la passe est fonctionnelle et la cote du fil d'eau est à 163,44 m NGF.

**Tableau 16 : Résultat de la modélisation hydraulique de la rampe, cas de la hauteur d'eau**

Hauteur d'eau moyenne sur les tranches (m) et submersion des macrorugosités			Cote du niveau d'eau amont (m)																			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	162.50		162.57		162.61		162.70		162.80		162.90		163.00		163.30		163.35		163.44	
			h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub
1	1	162.30	0.20	non	0.27	non	0.31	non	0.40	non	0.50	non	0.60	non	0.70	oui	1.00	oui	1.05	oui	1.14	oui
2	1	162.33	0.17	non	0.24	non	0.28	non	0.37	non	0.47	non	0.57	non	0.67	oui	0.97	oui	1.02	oui	1.11	oui
3	1	162.40	0.10	non	0.17	non	0.21	non	0.30	non	0.40	non	0.50	non	0.60	non	0.90	oui	0.95	oui	1.04	oui
4	1	162.46	0.04	non	0.11	non	0.15	non	0.24	non	0.34	non	0.44	non	0.54	non	0.84	oui	0.89	oui	0.98	oui
5	1	162.53	HE		0.04	non	0.08	non	0.17	non	0.27	non	0.37	non	0.47	non	0.77	oui	0.82	oui	0.91	oui
6	1	162.59	HE		HE		0.02	non	0.11	non	0.21	non	0.31	non	0.41	non	0.71	oui	0.76	oui	0.85	oui
7	1	162.66	HE		HE		HE		0.04	non	0.14	non	0.24	non	0.34	non	0.64	non	0.69	oui	0.78	oui
8	1	162.72	HE		HE		HE		HE		0.08	non	0.18	non	0.28	non	0.58	non	0.63	non	0.72	oui
9	1	162.79	HE		HE		HE		HE		0.01	non	0.11	non	0.21	non	0.51	non	0.56	non	0.65	non
10																						

### Puissance dissipée dans la passe

La mise en place de macro-rugosités à face plane permet de réduire considérablement les puissances dissipées dans la passe par rapport à des macro-rugosités à face arrondies. Ainsi, pour un débit de 14 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, les puissances dissipées sont de 309 W/m<sup>3</sup> pour une face plane contre 468 W/m<sup>3</sup> pour une face arrondie (cf. **Tableau 17**).

**Tableau 17 : Résultat de la modélisation hydraulique de la rampe, cas des puissances dissipées**

Puissance dissipée (Watt/m <sup>3</sup> )			Cote du niveau d'eau amont (m)																			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	162.50		162.57		162.61		162.70		162.80		162.90		163.00		163.30		163.35		163.44	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	1	162.30	279	275	287	315	290	335	296	376	302	416	306	451	556	556	915	915	979	979	1098	1098
2	1	162.33	275	254	283	297	287	319	294	362	300	403	305	440	520	520	873	873	936	936	1054	1054
3	1	162.40	264	203	276	257	281	282	289	331	296	377	302	416	307	452	792	792	854	854	969	969
4	1	162.46	242	129	265	208	272	240	283	297	292	348	298	391	304	429	713	713	774	774	885	885
5	1	162.53			245	136	259	184	276	257	287	316	294	364	300	405	637	637	696	696	804	804
6	1	162.59					227	91	265	208	280	279	290	334	297	379	564	564	620	620	725	725
7	1	162.66							245	136	271	236	284	300	292	350	308	465	547	547	649	649
8	1	162.72									258	179	277	260	287	319	305	443	308	460	575	575
9	1	162.79									221	78	266	212	281	282	302	420	305	438	309	468
10																						

### 3.4.4. Impact sur le milieu naturel

L'emprise totale du chantier est réduite que ce soit au droit du seuil ou sur les berges.

Pour ce faire et afin d'arriver à un niveau d'incidences résiduelles le plus faible possible sur le milieu, le prestataire du projet s'engage à :

- Réaliser une pêche électrique de sauvetage en amont et aval des travaux ;
- Mettre en place des batardeaux infranchissable sur l'ensemble de la durée des travaux ;
- Utiliser la zone de retournement sur la plateforme du restaurant « la Guinguette » (rive droite de l'Aygues) comme zone de dépôt des matériaux éventuellement à recycler et ce dans l'objectif de limiter l'impact surfacique des travaux sur les milieux naturels ;
- Réaliser les travaux en dehors des périodes sensibles pour les chiroptères et les poissons ;
- Exporter les matériaux issus du démantèlement d'une partie du seuil et ne pas les stocker sur des habitats naturels.

### 3.4.5. Impact en phase exploitation

Le travail sera à réaliser hors d'eau sur un lit de rivière asséché par les batardeaux, pendant une période d'étiage de la rivière.

Le prestataire veillera à ne pas faire d'impact sur les écoulements.

### 3.4.6. Mesures de réduction des incidences

Afin de limiter le risque de pollution des eaux superficielles et souterraines :

- Les engins de chantier seront sortis du lit mineur tous les soirs,
- L'installation de chantier se situera en dehors du lit mineur,
- Une veille météorologique sera mise en place afin d'anticiper une éventuelle crue et permettre à l'entreprise d'évacuer les engins de chantier,
- Le plein des engins et le stockage des hydrocarbures seront réalisés sur une aire étanche située sur la zone d'installation de chantier,
- Les engins de chantier seront révisés, répondront aux normes en vigueur et utiliseront de l'huile biodégradable,
- L'entreprise disposera de kit anti-pollution sur site et à proximité des lieux de travail,
- Le chantier sera maintenu propre et nettoyé régulièrement.

Malgré ces mesures, si une pollution est avérée, les Conseils Départementaux du Vaucluse et de la Drôme, les services de l'État (ARS, DDT) ainsi que l'OFB seront prévenus.

Afin de limiter les impacts sur l'avifaune, le chantier devra être réalisé en étiage estival jusqu'à l'automne (ou en étiage hivernal pour les semis de piquet). Cette mesure permettra de garantir l'absence de mortalité d'individus.

Compte tenu de ces contraintes calendaires, le chantier devra être réalisé entre la mi-juillet et le mois d'octobre.

Aucune intervention ne sera permise de nuit.

### 3.4.7. Moyens de surveillance et d'intervention

Les dates de réalisation des travaux seront transmises à la DDT et à l'OFB au moins 15 jours avant le début de l'opération. Une visite préalable pourra être organisée avec les services de l'État, si cela s'avère nécessaire.

La maîtrise d'œuvre sera réalisée par un bureau d'études et l'ensemble des mesures décrites dans le présent dossier sera mise en œuvre. Le représentant du maître d'ouvrage sera garant du bon déroulement du chantier.

Les services de l'État seront informés en cas de modification du projet ou si une pollution liée au chantier est avérée. Les entreprises en charge des travaux garantiront une capacité d'intervention immédiate en cas de pollution par exemple.

Une visite de fin de chantier pourra être organisée avec les agents de la DDT et de l'OFB afin de définir les modalités de remise en état du site et de retrait des installations de chantier.

Un compte rendu de fin de chantier sera transmis aux services de la DDT et de l'OFB.

### **3.4.8. Mesures compensatoires**

Les paragraphes précédents ont permis de prendre conscience des impacts des travaux et des mesures à mettre en œuvre afin de rétablir la continuité écologique mais également d'améliorer le fonctionnement naturel de la rivière et de sécuriser le fonctionnement hydraulique. Ce type de restauration va dans le sens des préconisations du SDAGE.

Les engins seront nettoyés préventivement afin d'éviter toute pollution partielle par des hydrocarbures ou huiles de graissage.

Pour toutes ces raisons, il n'est pas jugé pertinent de mettre en place des mesures compensatoires car les objectifs de cette intervention sont correctifs et positifs par rapport au contexte initial.

# Budget prévisionnel du projet

## 4.1 Cout du projet sous le RD 20

Ce budget est à la charge du Conseil départemental de Vaucluse :

<b>Détail Quantitatif Estimatif des travaux de l'Aygues au RD 20</b>				
<b>Installation</b>	<b>Unité et mesure</b>	<b>PRIX U</b>	<b>QUANTITE</b>	<b>TOTAL HT</b>
<i>Installation et repli de chantier</i>	<i>Forfait</i>	<b>7 500</b>	1	7 500 €
<i>Protection de l'environnement et maîtrise des eaux</i>	<i>Forfait</i>	<b>9 500</b>	1	9 500 €
<i>Panneau de chantier</i>	<i>Forfait</i>	<b>1500</b>	1	1 500 €
				18 500 €
<b>Génie civil</b>	<b>Unité et mesure</b>	<b>PRIX U</b>	<b>QUANTITE</b>	<b>TOTAL HT</b>
<i>Découpage soigneux de la croute béton et évacuation des déchets pour faire la rampe à 5%.</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<b>145</b>	250	36 250 €
<i>Pose d'une dalle et de ces murs en bord franc en béton armé à 450 kg m3 pour la structure de la rampe alluvial à 5%.</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<b>670</b>	80	53 600 €
<i>Fourniture d'enrochement et pose spécifique maconné pour le parement de la rampe à 5% de la passe</i>	<i>m3</i>	<b>480</b>	110	52 800 €
<i>Fourniture et pose spécifique (plot de diversification dans la rampe)</i>	<i>u</i>	<b>450</b>	150	67 500 €
<i>Fourniture d'enrochement et pose spécifique maconné en forme de sabot parafoUIL en aval de la passe</i>	<i>m3</i>	<b>550</b>	70	38 500 €
<i>Fourniture et mise en œuvre de pieux en bois de 2 m battus dans le lit mineur (7 u/m2)</i>	<i>u</i>	<b>16</b>	4000	64 000 €
				312 650 €
<b>Autres prestations ou fournitures</b>	<b>Unité et mesure</b>	<b>PRIX U</b>	<b>QUANTITE</b>	<b>TOTAL HT</b>
<i>Prestation de maîtrise d'œuvre bureau d'étude</i>	<i>Forfait</i>	<b>20 000</b>	1	20 000 €
				20 000 €
<i>Imprévus de 10%</i>				33 115 €
<b>TOTAL HT</b>				<b>331 150 €</b>
<b>TOTAL projet + imprévus</b>				<b>364 265 €</b>
<b>TOTAL Budget TTC</b>				<b>430 495 €</b>

Note importante :

L'expertise structurelle menée par le MO sur l'ouvrage doit permettre de dire si des micros-pieux ou tirants de contrainte doivent être mis en œuvre sous le pont notamment entre la dalle de la rampe et les fondations des piliers.

Ces points techniques ne sont pas chiffrés dans ce décompte.

## 4.2 Cout du projet en amont du RD 20

Ce budget est à la charge du Syndicat de l'Aygues:

<b>Détail Quantitatif Estimatif des travaux de l'Aygues amont au RD 20</b>				
<i>Installation</i>	<i>Unité et mesure</i>	<b>PRIX U</b>	<b>QUANTITE</b>	<b>TOTAL HT</b>
<i>Installation et repli de chantier</i>	<i>Forfait</i>	<b>1 500</b>	1	1 500 €
<i>Protection de l'environnement et maîtrise des eaux</i>	<i>Forfait</i>	<b>2 500</b>	1	2 500 €
<i>Panneau de chantier</i>	<i>Forfait</i>	<b>1500</b>	0	- €
				<b>4 000 €</b>

<i>Désignation des terrassements</i>	<i>Unité et mesure</i>	<b>PRIX U</b>	<b>QUANTITE</b>	<b>TOTAL HT</b>
<i>Terrassement déblai/criblage en 1 passe d'un entonnement de chenal sur l'atterrissement en amont</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<b>6</b>	4 000	24 000 €
<i>Réinjection des alluvions criblés grossier dans le lit mineur</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<b>3</b>	4 000	12 000 €
<i>Reprise de la tête de trois épis d'eflecteur réemploie sur place des enrochements disponible pour un calage d'un sabot en profondeur dans le lit mineur</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<b>70</b>	220	15 400 €
<i>Terrassement soigneux sans déblais de la zone pour des épis vivant dans le lit</i>	<i>forfait</i>	<b>1500</b>	1	1 500 €
				<b>52 900 €</b>

<i>Génie végétal</i>	<i>Unité et mesure</i>	<b>PRIX U</b>	<b>QUANTITE</b>	<b>TOTAL HT</b>
<i>Création d'isole dans le lit mineur pour des épis vivant dans le lit (5u/m2)</i>	<i>u</i>	<b>15</b>	1200	18 000 €
				<b>18 000 €</b>

<i>Autres prestations ou fournitures</i>	<i>Unité et mesure</i>	<b>PRIX U</b>	<b>QUANTITE</b>	<b>TOTAL HT</b>
<i>Prestation de maîtrise d'œuvre bureau d'étude</i>	<i>Forfait</i>	<b>20 000</b>	1	20 000 €
				<b>20 000 €</b>
<i>Imprévus de 10%</i>				<b>9 490 €</b>
<b>TOTAL HT</b>				<b>94 900 €</b>
<b>TOTAL projet + imprévus</b>				<b>104 390 €</b>
<b>TOTAL Budget TTC</b>				<b>125 268 €</b>

Cette répartition entre les MO a été proposée en Copil car le Conseil départemental de Vaucluse n'est responsable que de l'ouvrage du RD 20.

Cependant pour que le projet fonctionne correctement ces deux phases des travaux doivent être concomitantes et leurs entretien correctement réalisés.

### 4.3 Cout de l'entretien du projet dans son ensemble sur 50 ans

Cette charge repose sur les deux MO :

le Conseil départemental de Vaucluse reste responsable de l'ouvrage du RD 20 et du fonctionnement de la rampe.

Le Syndicat de l'Aygues du fonctionnement dans le lit mineur en amont du pont

<b>Détail Estimatif des coûts de fonctionnement de l'ensemble dans le lit mineur sur 50 ans</b>				
<b>DESIGNATION</b>	<b>Unité et mesure</b>	<b>PRIX U</b>	<b>QUANTITE</b>	<b>TOTAL HT</b>
Entretien attérissement et végétation amont du site	<i>Forfait</i>	<b>10 000</b>	0,2	2 000 €
Entretien attérissement et lit mineur en aval du seuil	<i>Forfait</i>	<b>5 000</b>	0,2	1 000 €
Entretien rampe sur le seuil	<i>Forfait</i>	<b>20 000</b>	0,1	2 000 €
<i>Budget en frais annuel</i>				5 000 €
<i>Cycle de vie sur 50 ans</i>				250 000 €

Le fait que les frais de fonctionnement sur 50 ans sont deux fois inférieurs aux investissements prouve que la conception du projet est correct au vue des enjeux et du fonctionnement attendu sur le secteur.

## PIECE N°5 LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Localisation du bassin versant de l'Aygues et localisation du seuil (en rouge sur la carte) <i>Source : ROE, BD Carthage, IGN et fond ASTER</i> .....	5
Figure 2 : Photographie du seuil de la RD20 <i>Source : SIGosphère/GRAINEau</i> .....	6
Figure 3 : Photographie du seuil de la RD 20 en octobre 2018 <i>Source : GRAINEau/SIGosphère</i> .....	6
Figure 4 : Débits maximum mensuels de l'Aygues à la station de Saint May de 1965 à 2016 (bassin versant : 473 km <sup>2</sup> ) <i>Source : Banque Hydro</i> .....	8
Figure 5 : Illustration du tressage de l'Aygues en aval du pont de la RD 20 <i>Source : SIGosphère</i> .....	10
Figure 6 : Orthophotographie IGN 2015 de l'Aygues à Buisson illustrant le tressage de la rivière <i>Source : IGN</i> .....	11
Figure 7 : Occupation du sol dans le bassin versant de l'Aygues <i>Source : Corine Land Cover 2012</i> .....	12
Figure 8 : Photographie de la ripisylve de l'Aygues, en aval du seuil. <i>Source : SIGosphère</i> .....	13
Figure 9 : Localisation des aménagements linéaires et ponctuels sur les berges de l'Aygues <i>Source : SIGosphère/GRAINEau</i> .....	14
Figure 10 : Plan topographique du seuil de la RD 20 à Buisson – Vue générale <i>Source : SIGosphère</i> ..	15
Figure 11 : Plan topographique du seuil de la RD 20 à Buisson – Zoom sur le seuil <i>Source : SIGosphère</i> .....	16
Figure 12 : Coupe transversale du seuil (vue de l'aval) <i>Source : SIGosphère</i> .....	16
Figure 13 : Photographie du seuil de la RD20 <i>Source : SIGosphère/GRAINEau</i> .....	17
Figure 14 : Photographie du seuil <i>Source : SIGosphère/GRAINEau</i> .....	18
Figure 15 : Rails de ferrailage de la croute béton <i>Source : SIGosphère/GRAINEau</i> .....	19
Figure 16 : Erosion d'un pied de pile du pont <i>Source : SIGosphère/GRAINEau</i> .....	19
Figure 17 : Coupe transversale du pont ferroviaire (vue de l'aval) <i>Source : SIGosphère</i> .....	20
Figure 18 : Extrait du profil de l'Aygues au droit du pont et du seuil de la RD 20 <i>Source : SIGosphère</i> 20	
Figure 19 : Résultat de la modélisation hydraulique sur le profil en long – Etat initial <i>Source : SIGosphère</i> .....	22
Figure 20 : Résultat de la modélisation hydraulique au droit du pont de la RD 20 – Etat initial <i>Source : SIGosphère</i> .....	23

Figure 21 : Photographies de fractions granulométriques observées. Photographie de gauche : granulométrie entre 25 et 35 mm. Photographie de droite : granulométrie structurante 40 et 90 mm. Source : GRAINEau/SIGosphère.....	26
Figure 22 : Granulométrie de l'Aygues en aval du seuil Source : GRAINEau/SIGosphère.....	27
Figure 23 : Photographies des différentes fractions granulométriques observées. Photographie de gauche : granulométrie entre 20 et 35 mm. Photographie du centre : granulométrie des radiers. Photographie de droite : granulométrie structurante entre 40 et 90 mm. Source : GRAINEau/SIGosphère.....	27
Figure 24 : Emplacements des seuils et des stations d'échantillonnage piscicoles sur l'Aygues entre la confluence avec le Rhône et Curnier (65 km). .....	30
Figure 25 : Présence historique et actuelle de l'anguille dans le sud du bassin Rhône-Méditerranée (source : PLAGEPOMI, 2016) .....	33
Figure 26 : Zones d'actions pour l'anguille dans le sud du bassin Rhône-Méditerranée (Source : PLAGEPOMI, 2016).....	34
Figure 27 : Présence historique et actuelle de l'alose feinte du Rhône dans le sud du bassin Rhône-Méditerranée (source : PLAGEPOMI, 2016).....	35
Figure 28 : Zones d'actions pour l'alose feinte du Rhône dans le sud du bassin Rhône-Méditerranée (Source : PLAGEPOMI, 2016).....	35
Figure 29 : Présence actuelle de la lamproie marine (Source : PLAGEPOMI, 2016).....	36
Figure 30 : Zones d'action pour la lamproie marine (source : PLAGEPOMI, 2016).....	36
Figure 31 : Site Natura 2000 dans le bassin versant de l'Aygues Source : SIGosphère .....	40
Figure 32 : Localisation du projet Source : SIGosphère .....	43
Figure 33 : Localisation du projet Source : SIGosphère .....	45
Figure 34 : Courbes des débits classés de l'Aygues.....	47
Figure 35 : Extrait du plan de projet au droit du seuil de la RD20 Source : SIGosphère.....	49
Figure 36 : Extrait du plan de projet au droit du seuil de la RD20 – Zoom sur la rampe Source : SIGosphère.....	50
Figure 37 : Coupe longitudinale de la rampe à macro-rugosité et de la masse de semis de piquets aval Source : SIGosphère .....	51
Figure 38 : Coupe longitudinale de la rampe à macro-rugosité (zoom sur la rampe) Source : SIGosphère.....	51
Figure 39 : Coupe transversale amont de la rampe à macro-rugosité Source : SIGosphère .....	52
Figure 40 : Coupe transversale aval de la rampe à macro-rugosité Source : SIGosphère .....	52

Figure 41 : Vue aérienne pour l'accès aval de la rampe à macro-rugosité .....	53
Figure 42 : Extrait du plan de projet au droit du seuil de la RD20 <i>Source : SIGosphere</i> .....	57
Tableau 1 : Débits moyens journaliers de l'Aygues à Saint May pour différentes occurrences de crues <i>Source : Banque Hydro</i> .....	7
Tableau 2 : Débits instantanés maximaux pour différentes occurrences de crues sur l'Aygues à Saint May et Orange pour la Q <sub>100</sub> . <i>Source : Banque Hydro et PPRI</i> .....	7
Tableau 3 : Débits instantanés maximaux estimés de l'Aygues au droit du seuil de la RD 20 <i>Source :</i> <i>SIGosphere</i> .....	8
Tableau 4 : Débits d'étiage sévère et du module estimés de l'Aygues au droit du seuil de la RD 20 <i>Source : SIGosphere</i> .....	9
Tableau 5 : Débits instantanés maximaux de l'Aygues au droit du seuil de la RD20 <i>Source : SIGosphere</i> .....	21
Tableau 6 : Débits d'étiage sévère et de module de l'Aygues au droit du seuil de la RD20 <i>Source :</i> <i>SIGosphere</i> .....	21
Tableau 7 : Hauteur d'eau au droit du seuil pour la modélisation état initial <i>Source : SIGosphere</i> .....	23
Tableau 8 : Franchissabilité du seuil ROE12849 à la montaison en fonction des espèces piscicoles et des débits. ....	24
Tableau 9 : Impacts piscicoles négatifs et positifs du seuil de la D20.....	29
Tableau 10 : Peuplements piscicoles observés (espèces en rouges) et attendus (cellules bleues) à Caderousse et à l'amont et à l'aval proche du seuil de la D20 ; les espèces sont classées selon une probabilité décroissante de présence (sources : NAÏADES, IMAGE et ARALEP). ....	31
Tableau 11: Peuplements piscicoles observés en aval et en amont du seuil de la D20 (source : NAÏADES et IMAGE). ....	32
Tableau 12 : Périodes de migrations (dévalaison et avalaison) en fonction des différentes fonctions vitales des poissons concernés par l'étude (Sources : Keith <i>et al.</i> , 2011 - Bruslé J. et Quignard J-P, 2001).....	37
Tableau 13 : Liste des espèces de poissons présentes au niveau du secteur d'étude et susceptibles de faire l'objet de mesures de protection.....	38
Tableau 14 : Fiches état des eaux de l'Eygues à St-Maurice/Eygues et Vinsobres de 2014 à 2018 (source : Agence de l'Eau RMC).....	39
Tableau 15 : Rubriques concernées par les travaux. <i>Source : Nomenclature Dossier Loi sur l'Eau,</i> <i>article R214-1 du code de l'environnement</i> .....	43

Tableau 16 : Résultat de la modélisation hydraulique de la rampe, cas de la hauteur d'eau ..... 61

Tableau 17 : Résultat de la modélisation hydraulique de la rampe, cas des puissances dissipées ..... 61

