

## Dossier Aménagements

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les inondations de la commune de la Londe les Maures

# 9 CHIFFRAGE DES AMÉNAGEMENTS

Pour le détail de chaque aménagement, des fiches estimation sont présentées en annexe 5

Tronçon	N° Aménagement	Intitulé	Type aménagement	Cout
<b>Maravenne</b>	1	Chenal du port	Chenal	€ 6,249,129
	2	Pont du Port	Ouvrage	€ 1,093,018
	3	Passerelle du port	Ouvrage	€ 376,453
	4	Confortement de la digue rive gauche existante	Digue	€ 533,400
	5	Recalibrage rive Gauche du Maravenne	Recalibrage	€ 571,263
<b>Maravenne</b>			€	<b>8,823,261</b>
<b>Plaine du Bastidon</b>	6a	Digue ouest en palplanches	Digue	€ 853,588
	6b	Digue est en palplanches	Digue	€ 890,848
	7a et 8	Digue ouest en terre	Digue	€ 487,700
	7b	Digue est en terre	Digue	€ 1,495,316
	9	Création d'un déversoir vers la plaine du Bastidon	Ouvrage	€ 2,383,030
<b>Plaine du Bastidon</b>			€	<b>6,110,481</b>
<b>Pont Ducourneau Déversoir</b>	10+12c	Recalibrage du Pansard entre le pont Ducourneau et le déversoir	Recalibrage	€ 1,626,953
	11	Création nouvelle ouverture pont Ducourneau	Ouvrage	€ 549,873
<b>Pont Ducourneau Déversoir</b>			€	<b>2,176,826</b>
<b>RD98 - Cave coopérative</b>	13	Aménagement pont Cave coopérative	Ouvrage	€ 1,719,480
	14 et 12b	Tronçon RD98 - Pont de la Cave coopérative	Recalibrage	€ 1,217,160
	15	Aménagement Gué de la Forge	Ouvrage	€ 178,768
<b>RD98 - Cave coopérative</b>			€	<b>3,115,408</b>

## Dossier Aménagements

**Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les inondations de la commune de la Londe les Maures**

Tronçon	N° Aménagement	Intitulé	Type aménagement	Cout	
<b>Amont RD98</b>	16 et 12a	Recalibrage Amont RD98	Recalibrage	€	416,185
	17	Digue amont RD98	Digue	€	798,787
	18	Assainissement pluvial route de la Jouasse	Réseau	€	789,196
<b>Amont RD98</b>				€	<b>2,004,167</b>
<b>Divers</b>	19	Notre Dame des Maures	ZEC	€	592,940
	21	Pabourettes	Ouvrage	€	93,668
	20	Fromentin (ou Pont bender)	Confortement	€	215,349
		Restauration secteur Bas Jardins	Restauration écologique	€	90,000
				€	<b>991,957</b>
				€	<b>23,222,099</b>

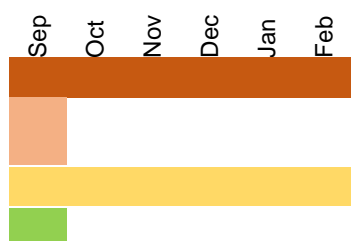
## 10 PHASAGE DE REALISATION DES AMENAGEMENTS

Le phasage des aménagements doit être réalisé dans une logique « de l'aval vers l'amont ».

Les aménagements du secteur Fromentin (Confortement de berge sans conséquence hydraulique sur le reste du territoire), Pabourette (dont les ouvrages aval restent inchangés) et Notre Dame les Maures sont indépendants du reste du programme et peuvent être réalisés sur un planning indépendant.

D'autre part, les enjeux écologiques imposent des contraintes sur le calendrier des travaux :

Quatre types de contraintes sont retenues :



Début et période des travaux du tronçon entre septembre et février  
Libération des emprise sept/oct et Début des travaux du tronçon entre septembre et février

Début des travaux du tronçon entre septembre et février

Début des travaux du tronçon en septembre

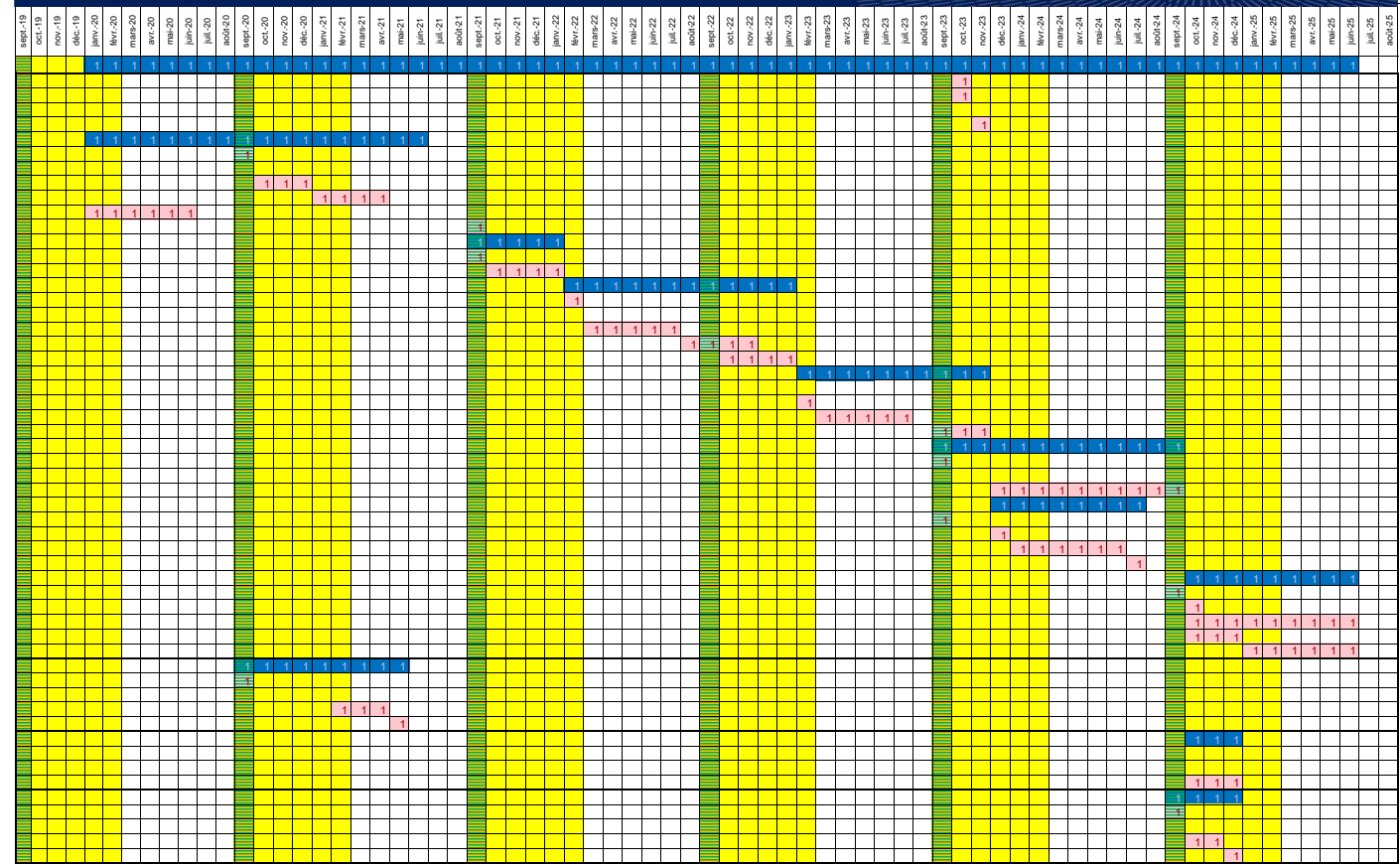
Ainsi, le phasage suivant est à imposer :

Planning AVP travaux - La Londe Les Maures



Consulting

Nom	Début	Fin	Durée
<b>Aménagement hydraulique La Londe les Maures</b>	<b>1/1/20</b>	<b>6/6/25</b>	<b>1244 jours</b>
<b>Secteur BAS JARDINS</b>	<b>1/10/23</b>	<b>31/10/23</b>	<b>30 jours</b>
Défrichement	1/10/23	8/10/23	1 sem
Installation chantier	8/10/23	15/10/23	1 sem
Travaux de restauration écologique	15/10/23	14/11/23	1 mois
<b>Secteur Port</b>	<b>1/1/20</b>	<b>30/6/21</b>	<b>280 jours</b>
Défrichement (chenal)	1/9/20	7/9/20	1 sem
Installation chantier, accès	8/9/20	28/9/20	3 sem
Chenal du port palplanches	1/10/20	30/12/20	3 mois
Chenal du port terrassement	1/1/21	1/4/21	3 mois
Reprise du gué du port	1/1/20	30/6/20	6 mois
Finition et aménagement paysagers	31/8/21	27/9/21	1 mois
<b>Secteur Maravenne</b>	<b>1/9/21</b>	<b>25/1/22</b>	<b>105 jours</b>
Défrichement	1/9/21	7/9/21	1 sem
Recalibrage Maravenne	8/9/21	25/1/22	5 mois
<b>Secteur Bastidon</b>	<b>26/1/22</b>	<b>10/1/23</b>	<b>250 jours</b>
Défrichement	26/1/22	1/2/22	5 jours
Installation chantier, accès	2/2/22	22/2/22	3 sem
Digue palplanche de la plaine du Bastidon	23/2/22	12/7/22	5 mois
Digue en terre de la plaine du Bastidon	13/7/22	29/11/22	5 mois
Déversoir du Pansard	21/9/22	10/1/23	4 mois
<b>Secteur Pansard aval Ducournau</b>	<b>11/1/23</b>	<b>23/11/23</b>	<b>227 jours</b>
Défrichement	11/1/23	17/1/23	5 jours
Installation chantier	18/1/23	7/2/23	3 sem
Recalibrage du Pansard entre le pont Ducournau et le c	8/2/23	25/7/23	6 mois
Reprise du pont Ducournau	1/9/23	23/11/23	3 mois
<b>Secteur Pansard Cave - Ducournau</b>	<b>1/9/23</b>	<b>1/10/24</b>	<b>180 jours</b>
Défrichement	1/9/23	7/9/23	5 jours
Installation chantier	8/9/23	28/9/23	3 sem
Reprise du pont de la cave coopérative	1/12/23	1/10/24	10 mois
<b>Secteur Pansard RD - Cave</b>	<b>24/11/23</b>	<b>4/7/24</b>	<b>160 jours</b>
Défrichement	24/11/23	30/11/23	5 jours
Installation chantier	1/12/23	21/12/23	3 sem
Recalibrage du Pansard entre le gué du pin de la comm	22/12/23	6/6/24	6 mois
Reprise du gué du pin de la commune	7/6/24	4/7/24	1 mois
<b>Secteur Amont RD</b>	<b>2/9/24</b>	<b>6/6/25</b>	<b>200 jours</b>
Défrichement	2/9/24	6/9/24	5 jours
Installation chantier	9/9/24	27/9/24	3 sem
Pluvial Bas Jasson	30/9/24	6/6/25	9 mois
Recalibrage du Pansard secteur Bas Jasson	30/9/24	20/12/24	3 mois
Digue secteur Bas Jasson	23/12/24	6/6/25	6 mois
<b>Secteur NOTRE DAME</b>	<b>1/9/20</b>	<b>10/5/21</b>	<b>180 jours</b>
Défrichement	1/9/20	7/9/20	5 jours
Installation chantier	8/9/20	14/9/20	1 sem
Création de la Riseberme secteur Notre Dame	26/1/21	19/4/21	3 mois
Travaux de restauration écologique	20/4/21	10/5/21	15 jours
<b>Secteur FROMENTIN</b>	<b>2/9/24</b>	<b>6/12/24</b>	<b>70 jours</b>
Défrichement	2/9/24	6/9/24	5 jours
Installation chantier	9/9/24	13/9/24	1 sem
Confortement de la berge du Maravenne	16/9/24	6/12/24	3 mois
<b>Secteur PABOURETTE</b>	<b>1/9/24</b>	<b>15/12/24</b>	<b>280 jours</b>
Défrichement	1/9/24	8/9/24	5 jours
Installation chantier	8/9/24	15/9/24	1 sem
Recalibrage du cours d'eau	15/9/24	15/11/24	2 mois
Installation piège à embacles	15/11/24	15/12/24	1 mois



€	2020	2021	2022	2023	2024	2025					
€	4,217,582	€	4,922,454	€	5,790,889	€	3,034,531	€	3,931,726	€	1,324,917

« Ce planning est indicatif, la date de démarrage des travaux dépendra de la date d'obtention des Arrêtés. »

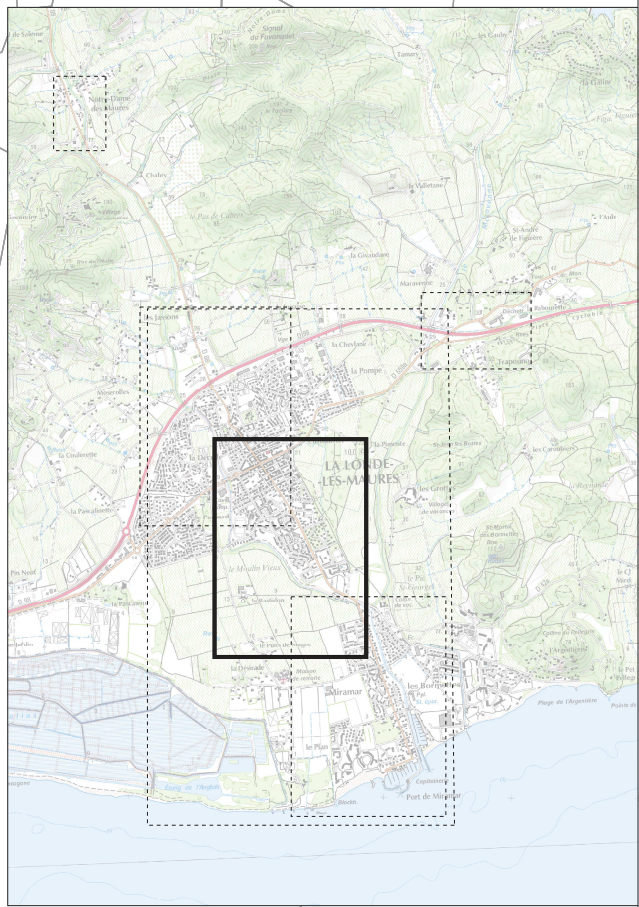




**Légende**

	Fosse
	Réseau pluvial
	Talus
	Palplanche
	Digue
	Dragage
	Protection minérale
	Protection par technique végétale

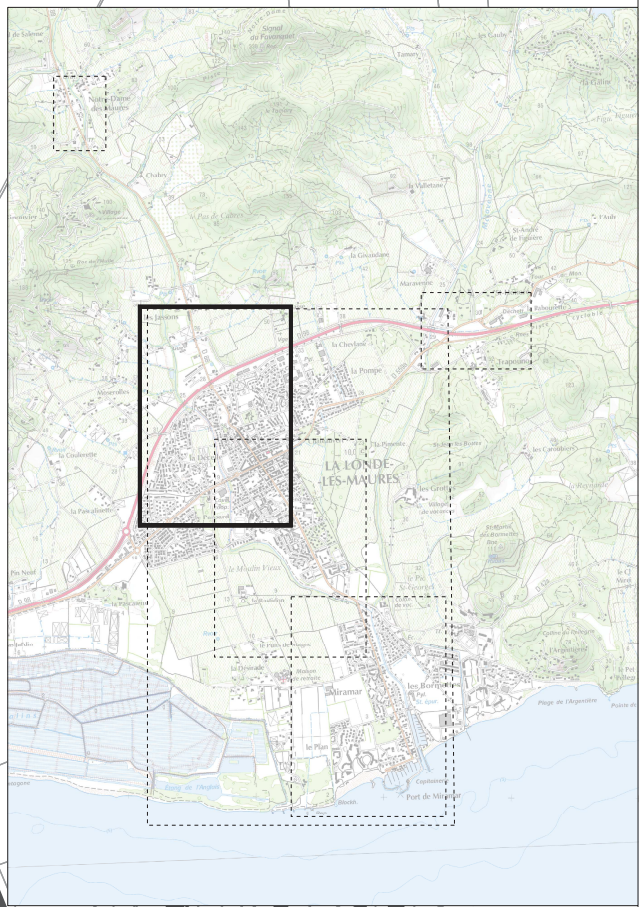
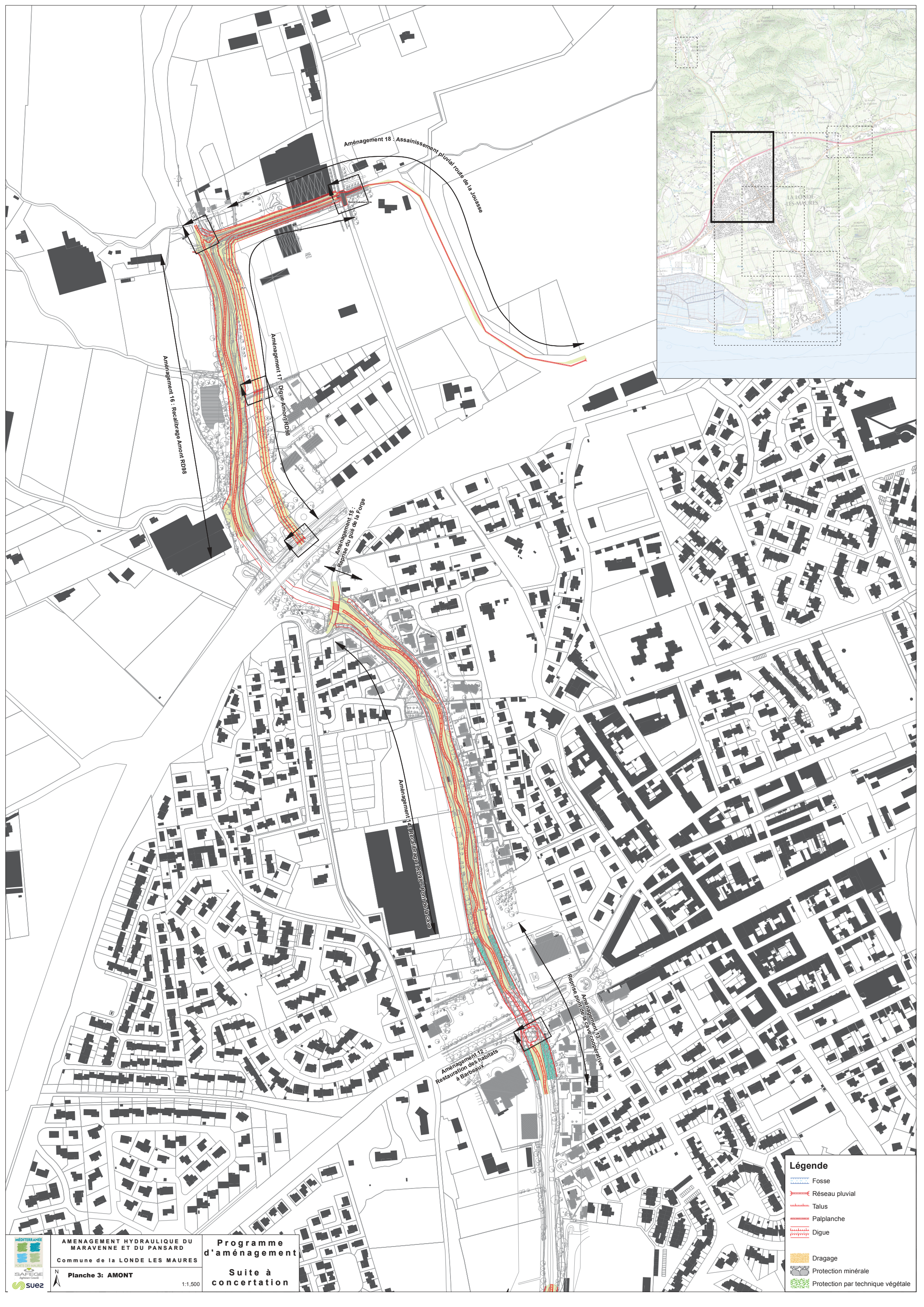




- Légende**
-  Fosse
  -  Réseau pluvial
  -  Talus
  -  Palplanche
  -  Digue
  -  Dragage
  -  Protection minérale
  -  Protection par technique végétale



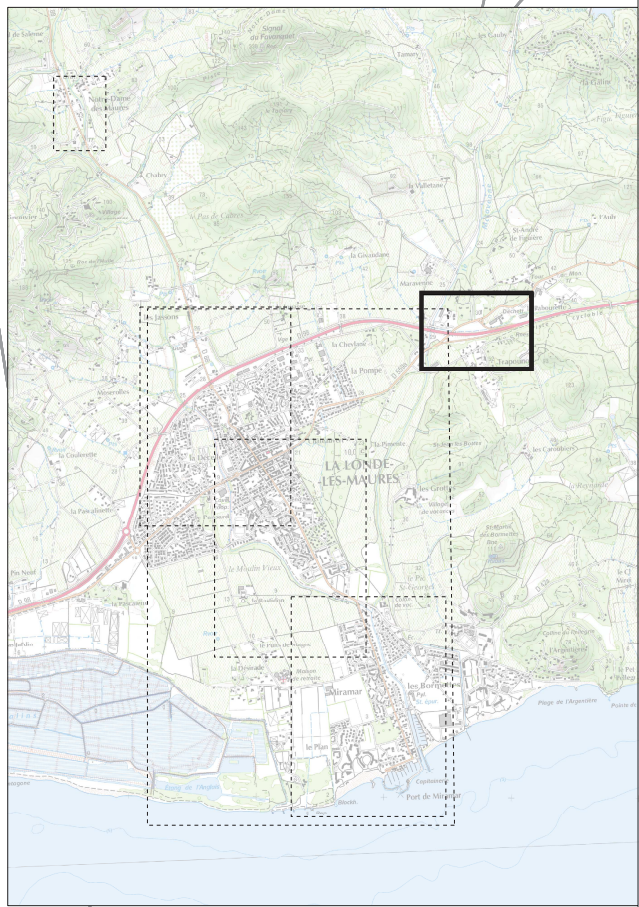




**Légende**

	Fosse
	Réseau pluvial
	Talus
	Palplanche
	Digue
	Dragage
	Protection minérale
	Protection par technique végétale

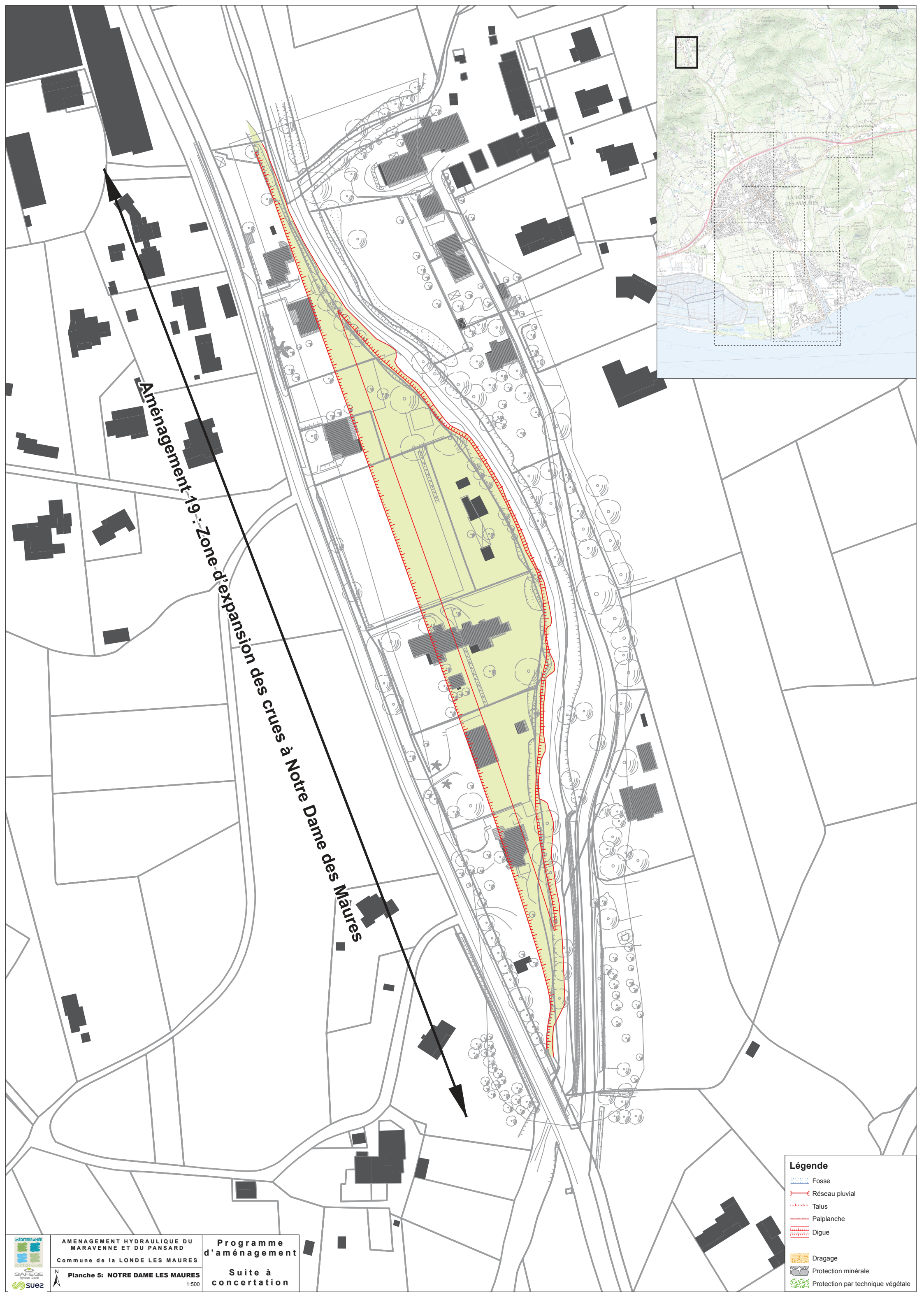




**Légende**

	Fosse
	Réseau pluvial
	Talus
	Palplanche
	Digue
	Dragage
	Protection minérale
	Protection par technique végétale





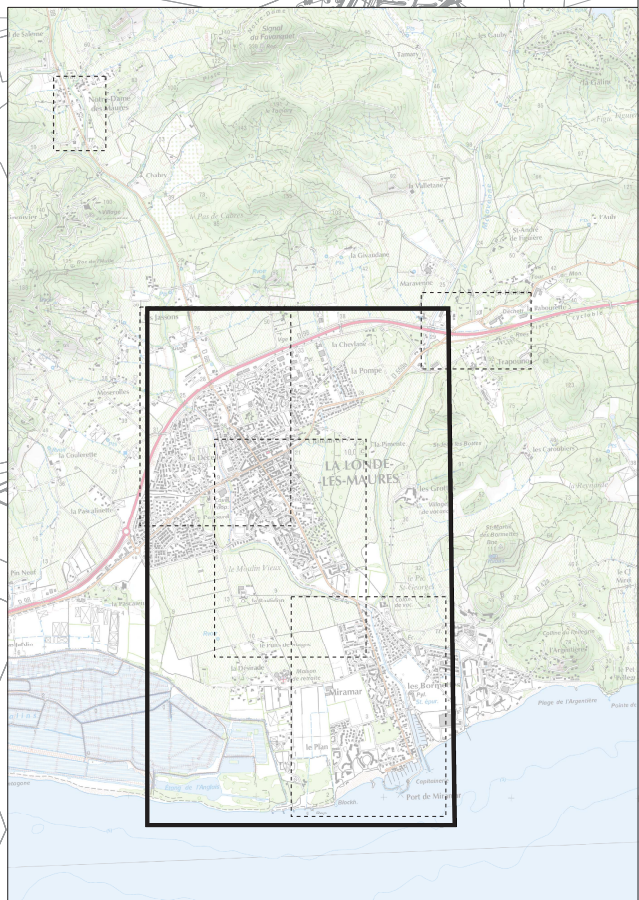
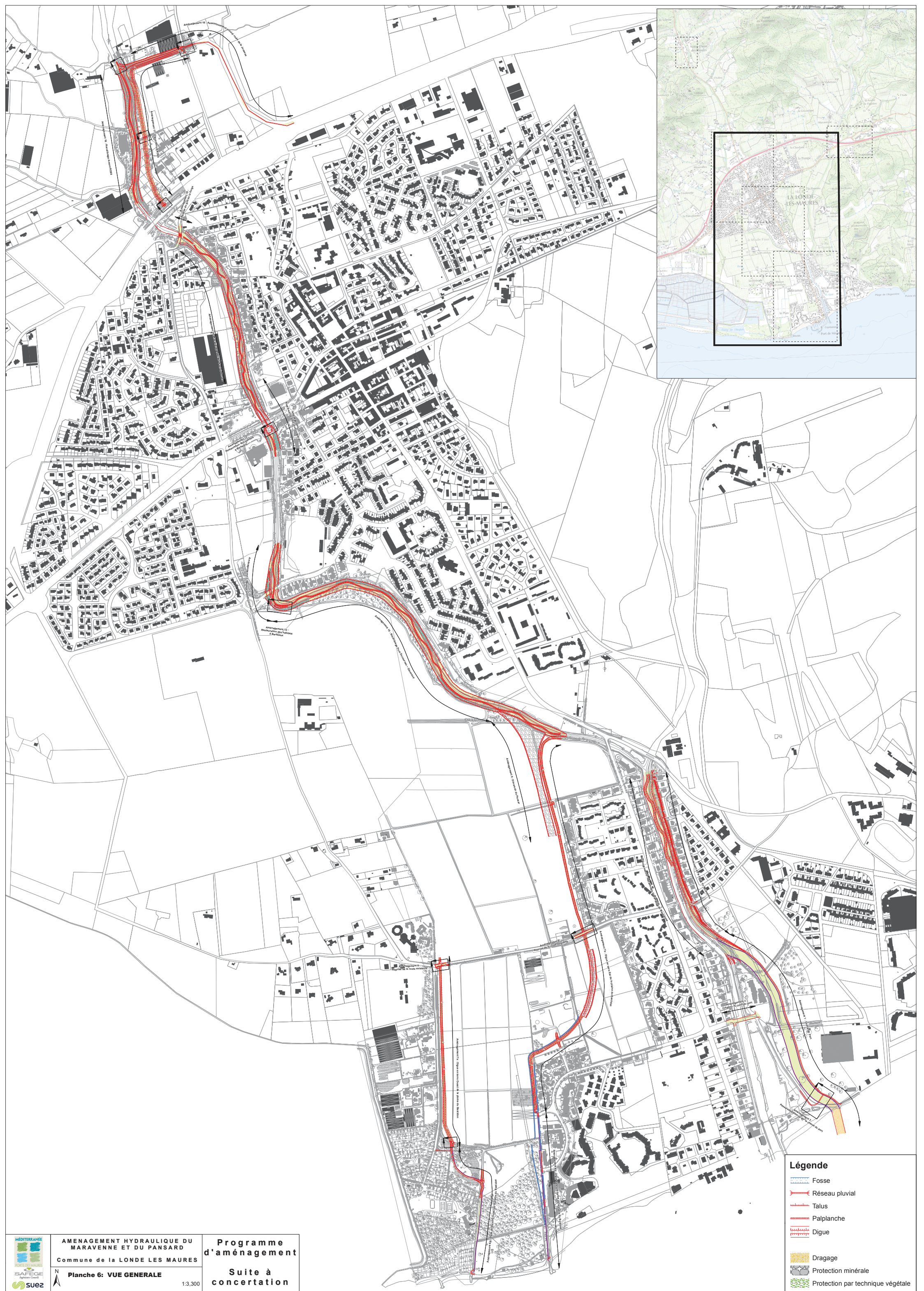
Aménagement 19

Zone d'expansion des crues à Notre Dame des Maures

**Légende**

	Fosse
	Réseau pluvial
	Talus
	Palplanche
	Digue
	Dragage
	Protection minérale
	Protection par technique végétale



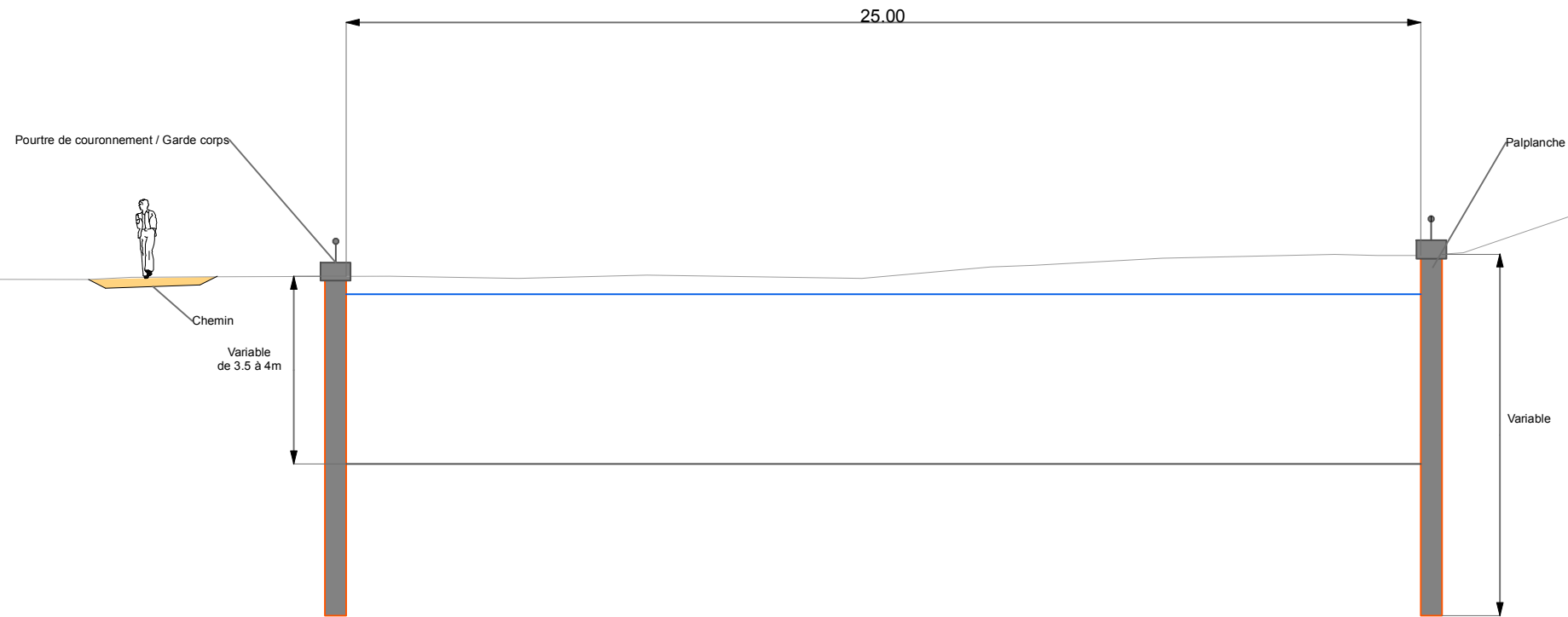


- Légende**
-  Fosse
  -  Réseau pluvial
  -  Talus
  -  Palplanche
  -  Digue
  -  Dragage
  -  Protection minérale
  -  Protection par technique végétale

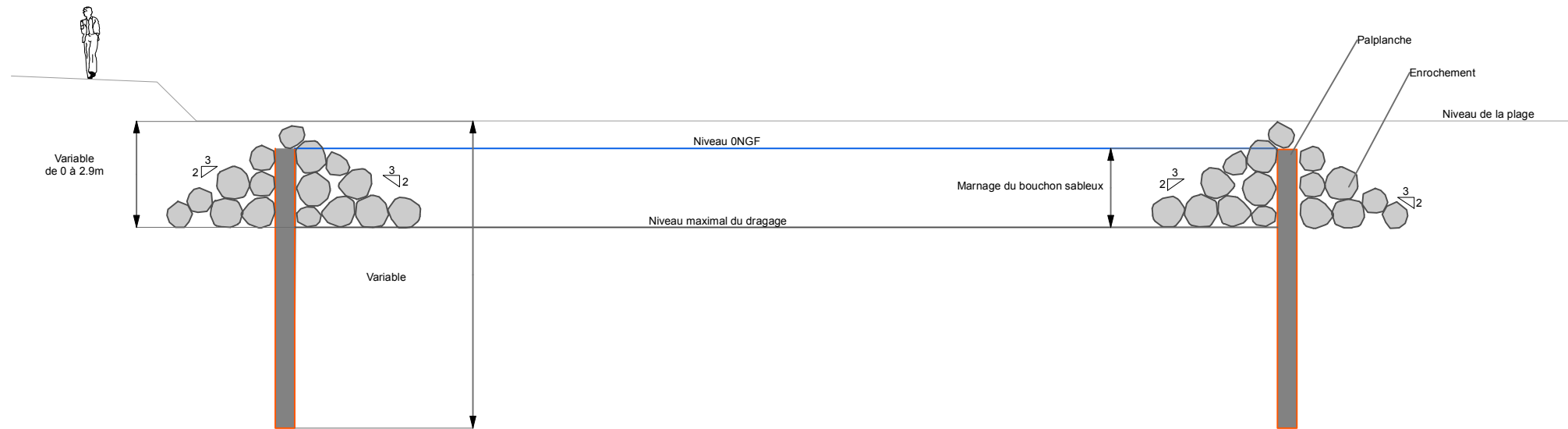




Aménagement 1 : Chenal du port



Exutoire chenal du port



AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU  
MARAVENNE ET DU PANSARD  
Communauté de communes Méditerranée Porte des Maures  
Commune de la LONDE LES MAURES

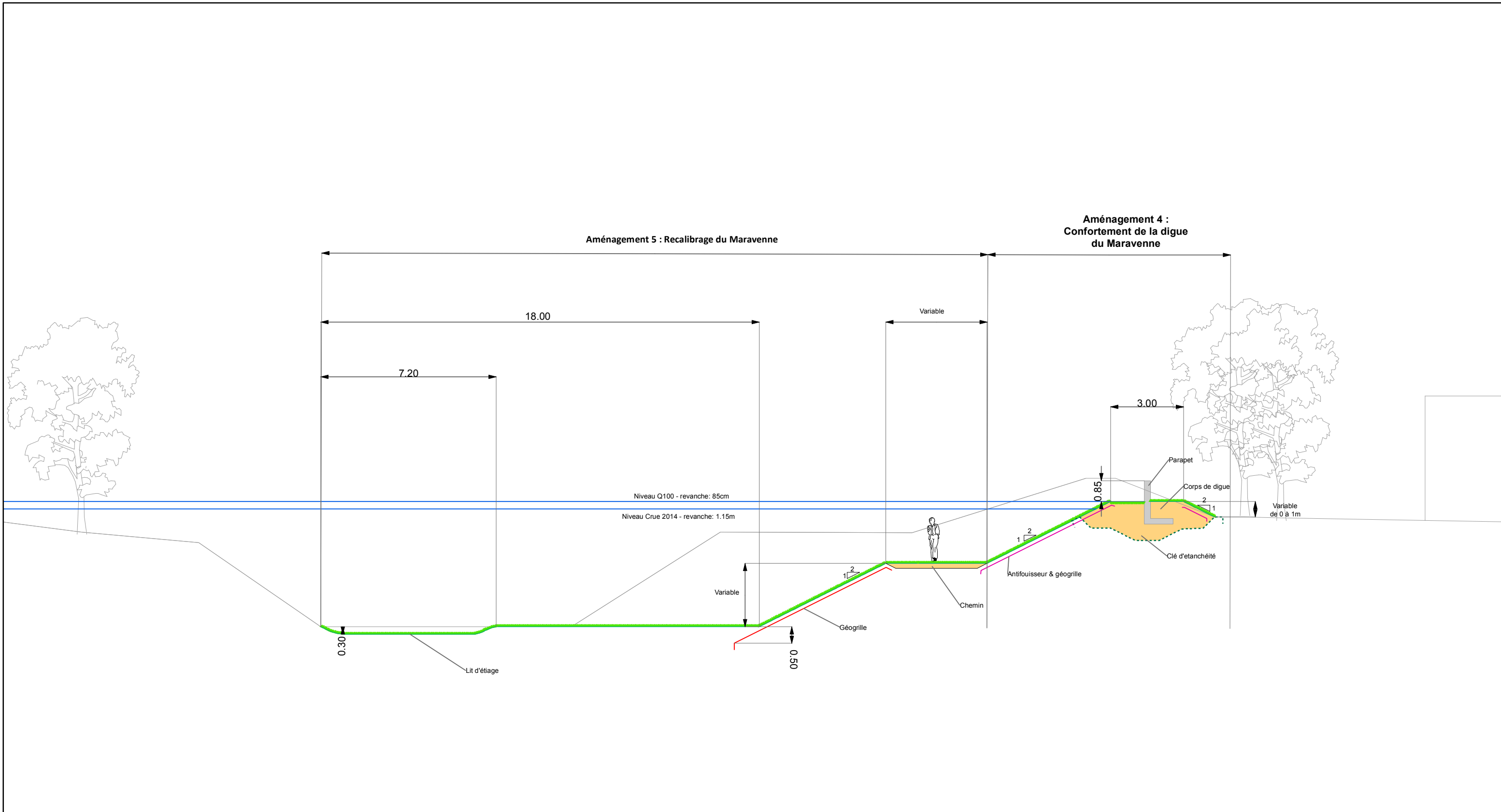
**Coupe type: Aménagement 1**

1:150

**Programme  
d'aménagement**

**Suite à  
concertation**





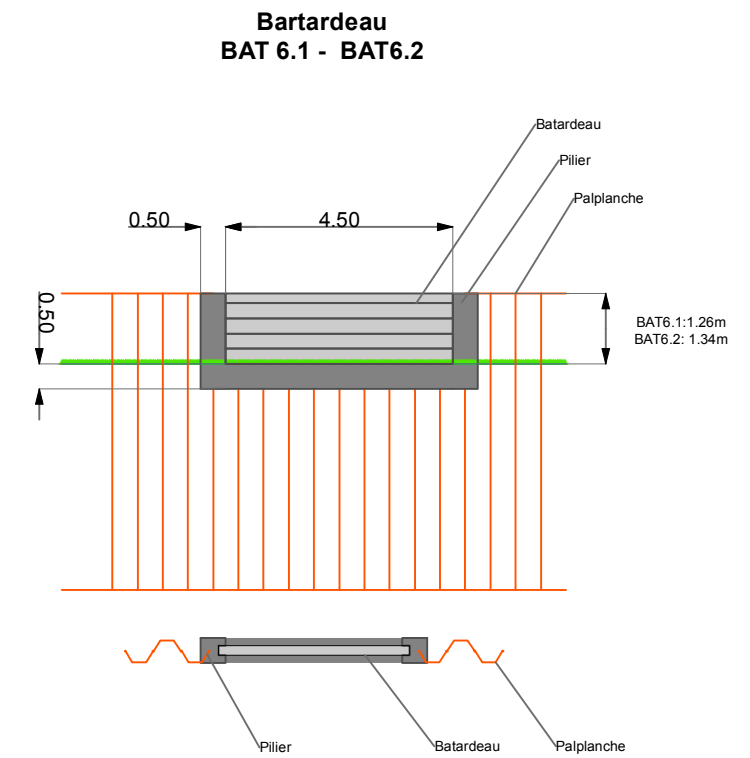
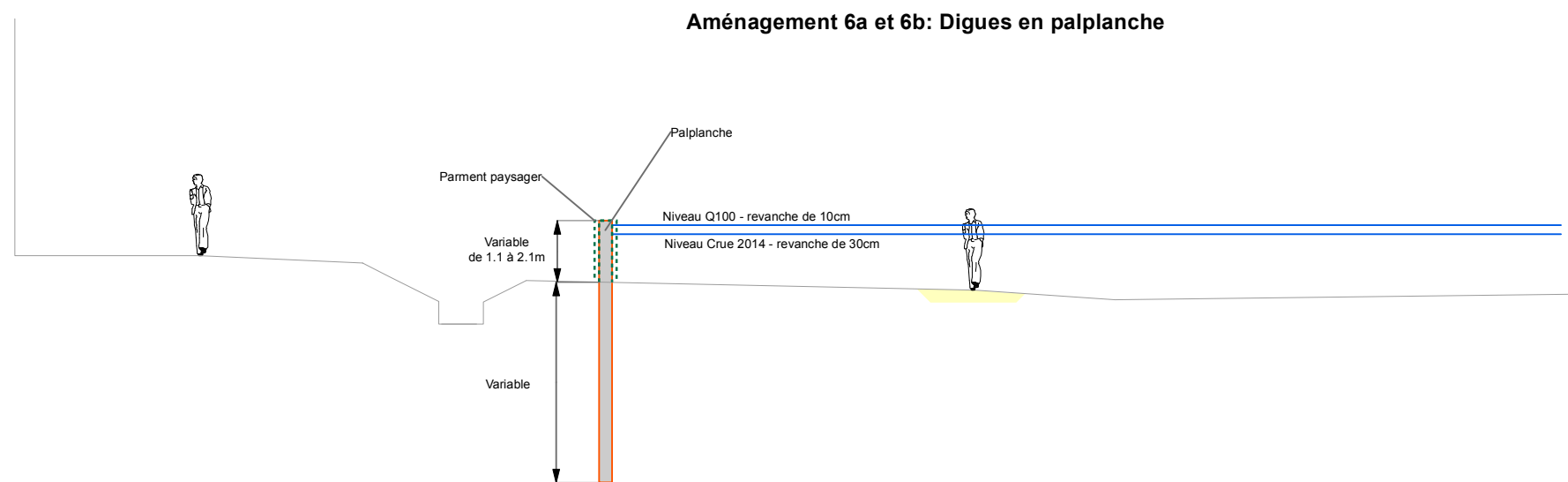
AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU  
 MARAVENNE ET DU PANSARD  
 Communauté de communes Méditerranée Porte des Maures  
 Commune de la LONDE LES MAURES

**Coupe type: Aménag 4 et 5**

1:150

**Programme  
 d'aménagement  
 Suite à  
 concertation**





AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU  
 MARAVENNE ET DU PANSARD  
 Communauté de communes Méditerranée Porte des Maures  
 Commune de la LONDE LES MAURES

**Coupe type: Aménag 6a et 6b**

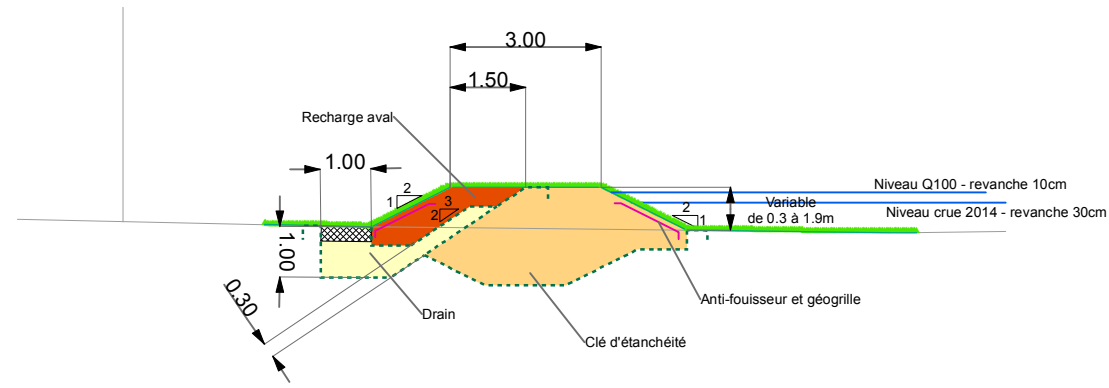
1:150

**Programme  
 d'aménagement**

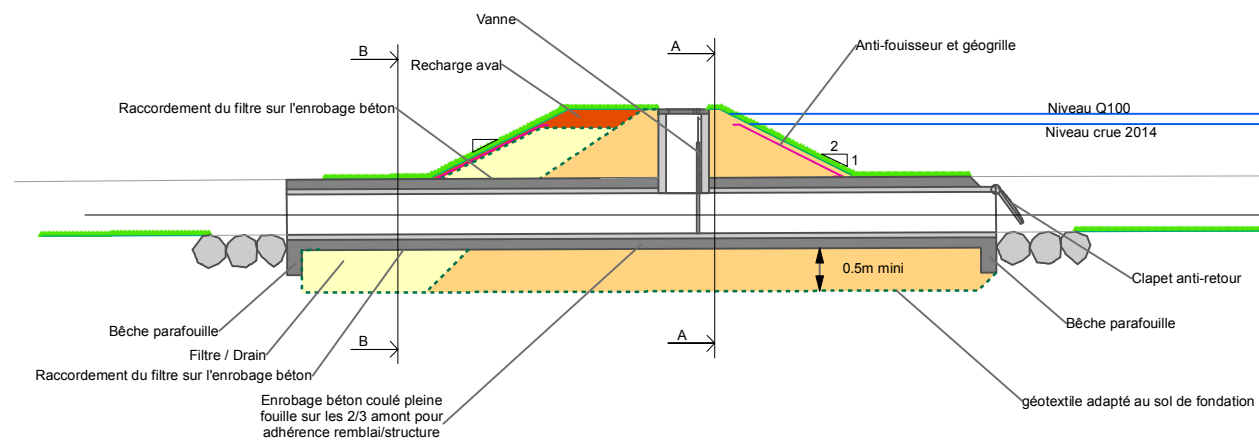
**Suite à  
 concertation**



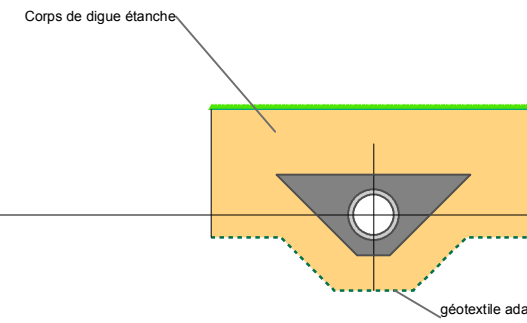
### Aménagement 7a et 7b



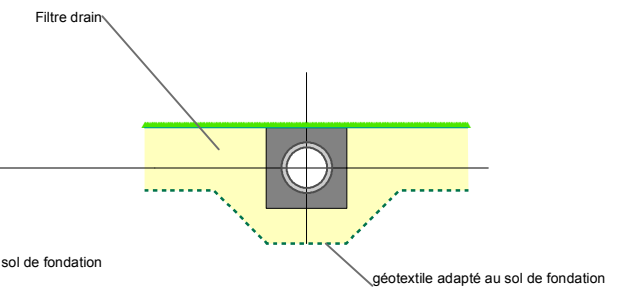
### Ouvrage traversant



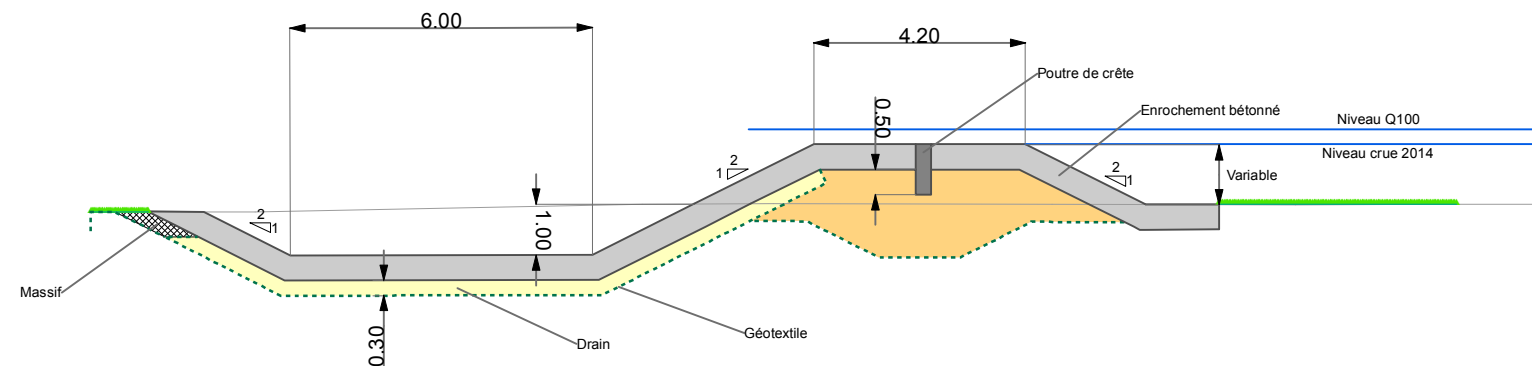
### Coupe AA



### Coupe BB



### Déversoir aménagement 7b



AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU  
MARAVENNE ET DU PANSARD  
Communauté de communes Méditerranée Porte des Maures  
Commune de la LONDE LES MAURES

Coupe type: Aménag 7a et 7b

1:150

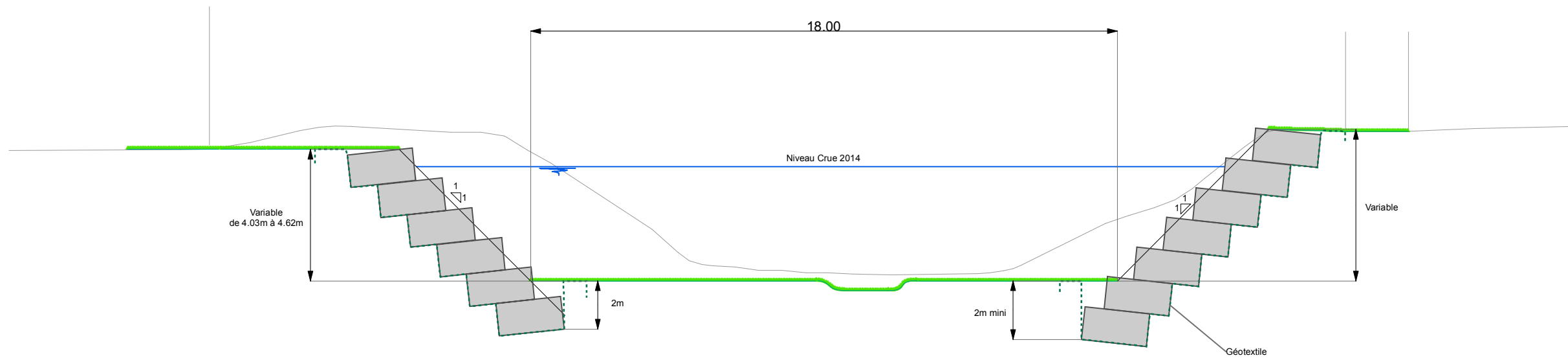
Programme  
d'aménagement

Suite à  
concertation

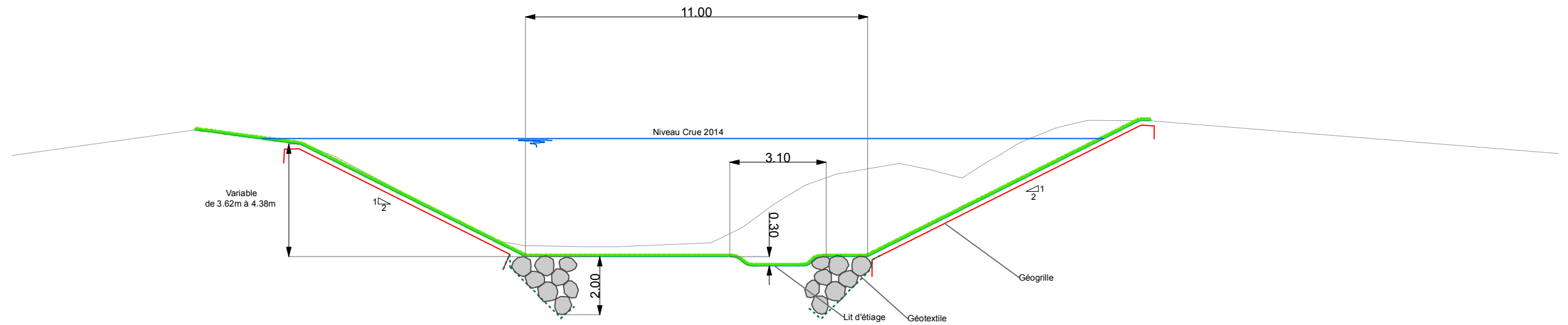




**Aménagement 14: Recalibrage du Pansard  
Partie amont**



**Aménagement 14: Recalibrage du Pansard  
Partie aval**



MÉDITERRANÉE



**AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU  
MARAVENNE ET DU PANSARD**  
Communauté de communes Méditerranée Porte des Maures  
Commune de la LONDE LES MAURES

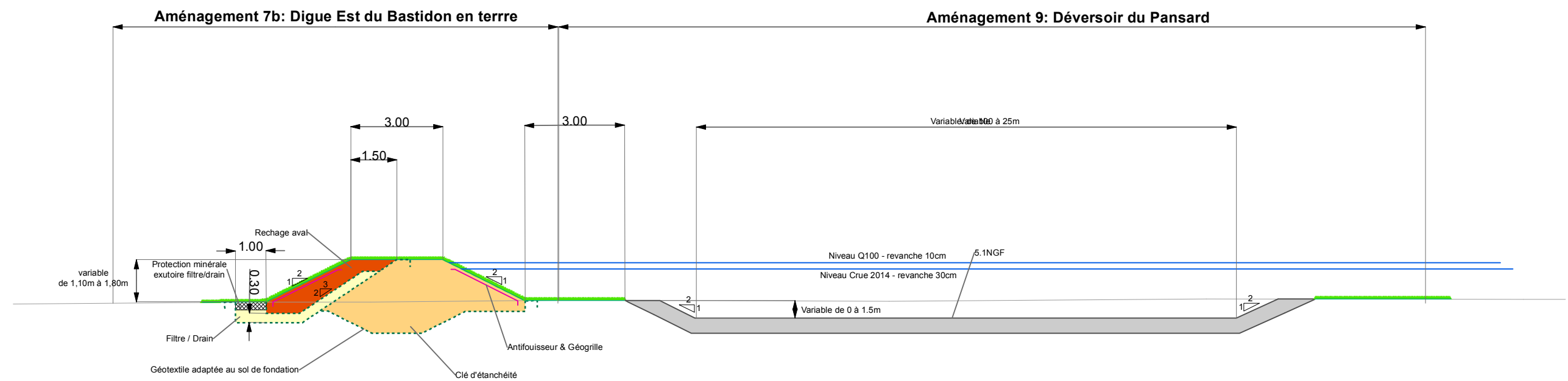
**Coupe type: Aménagement 14**

1:150

**Programme  
d'aménagement**

**Suite à  
concertation**





AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU  
MARAVENNE ET DU PANSARD  
Communauté de communes Méditerranée Porte des Maures  
Commune de la LONDE LES MAURES

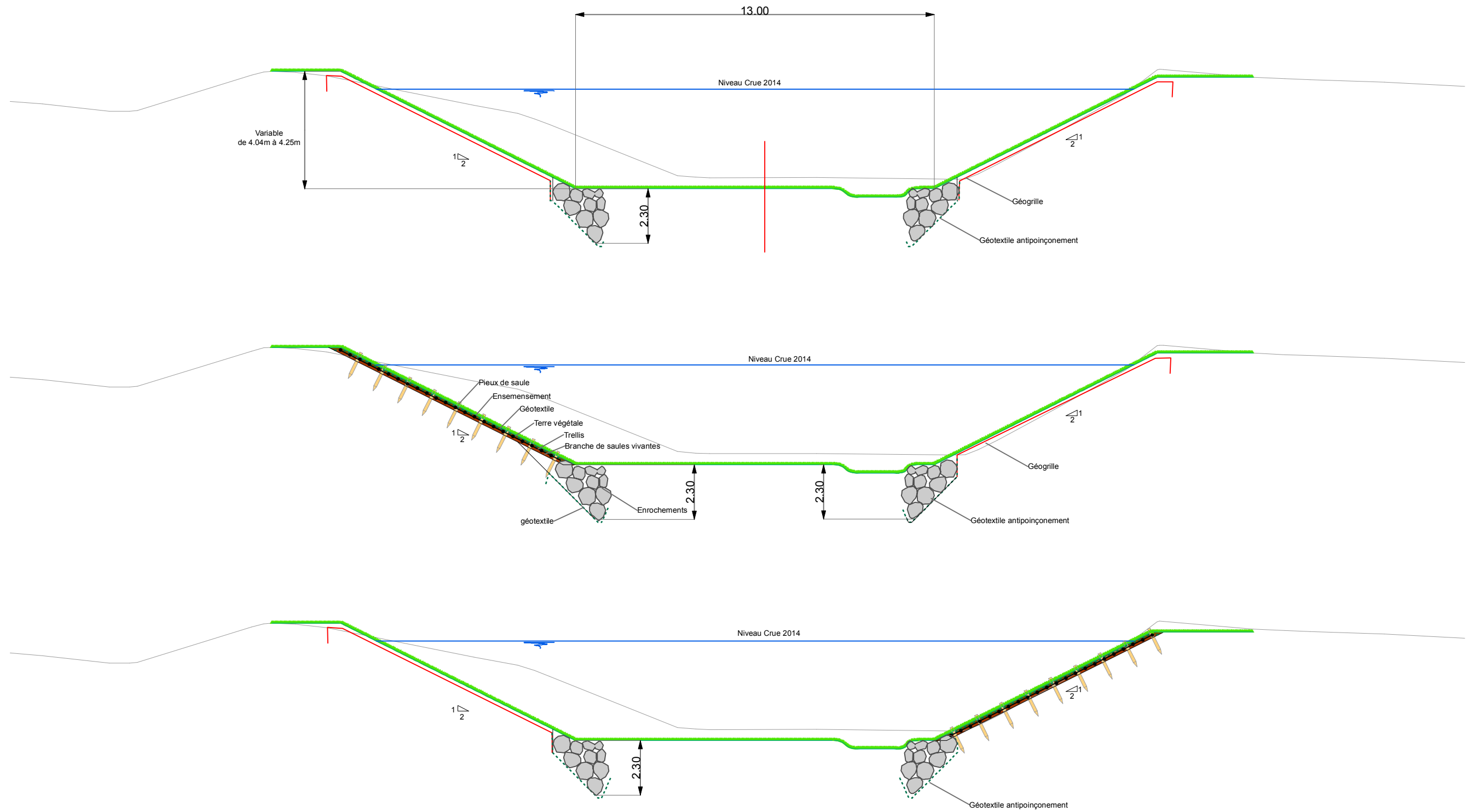
**Coupe type: Aménag 9 et 7b**

1:150

**Programme  
d'aménagement**

**Suite à  
concertation**





AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU  
 MARAVENNE ET DU PANSARD  
 Communauté de communes Méditerranée Porte des Maures  
 Commune de la LONDE LES MAURES

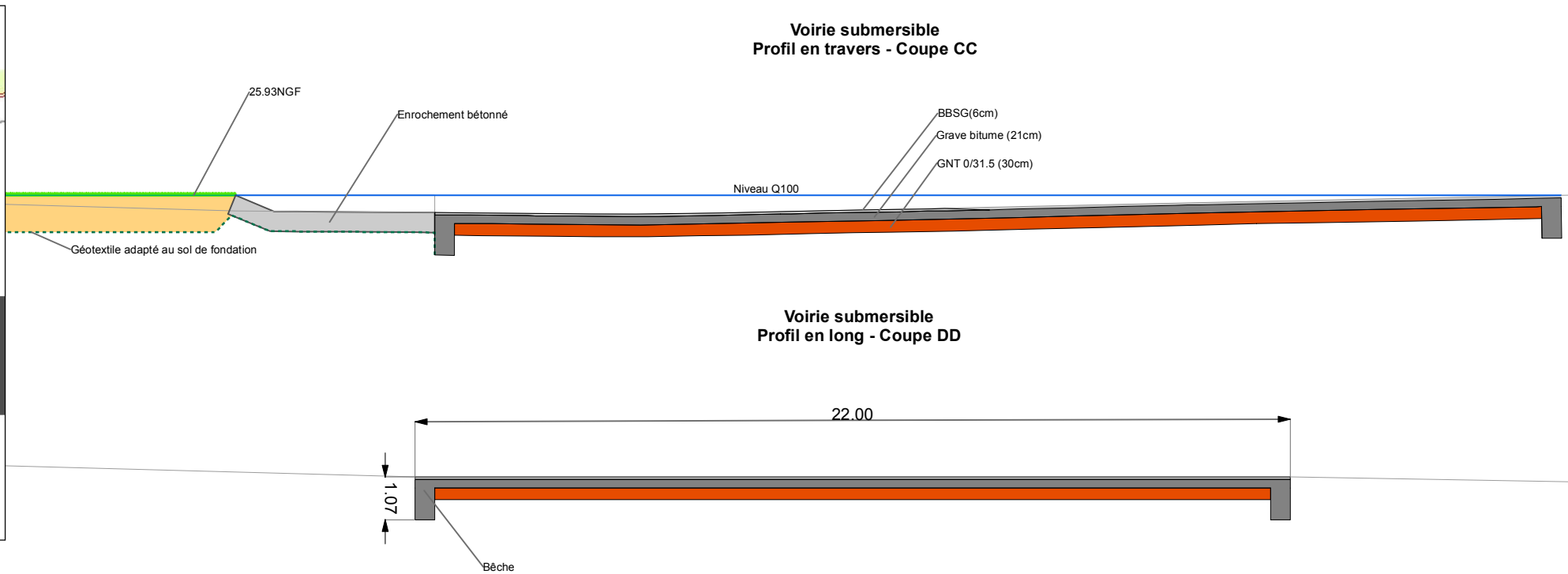
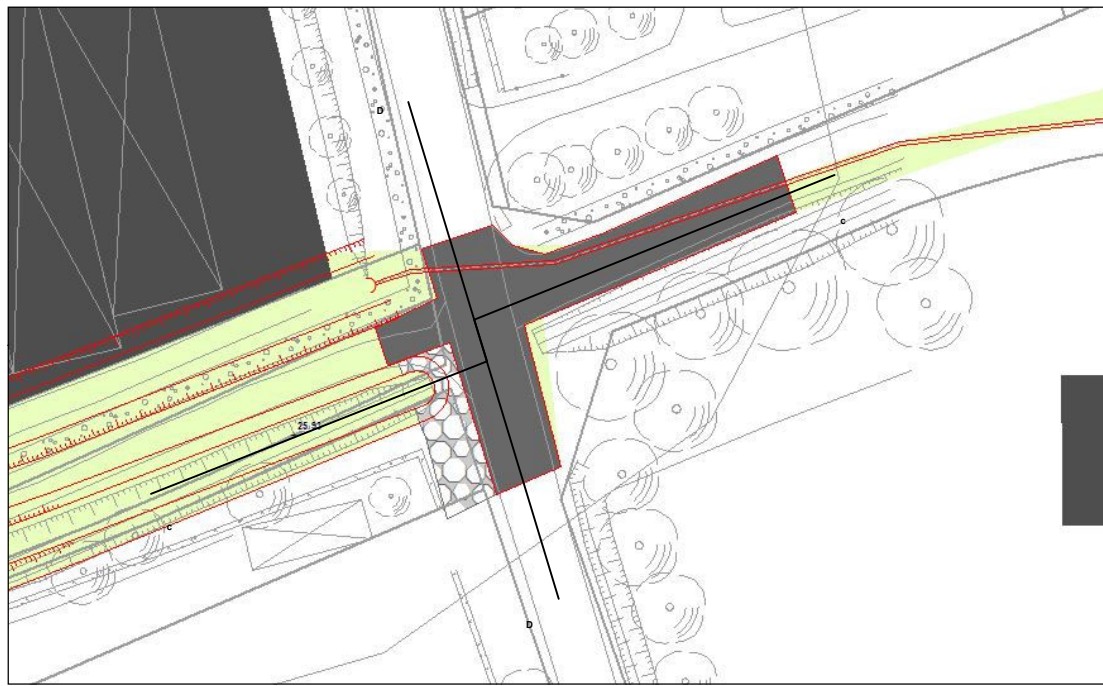
**Coupe type: Aménagement 10**

1:150

**Programme  
 d'aménagement**

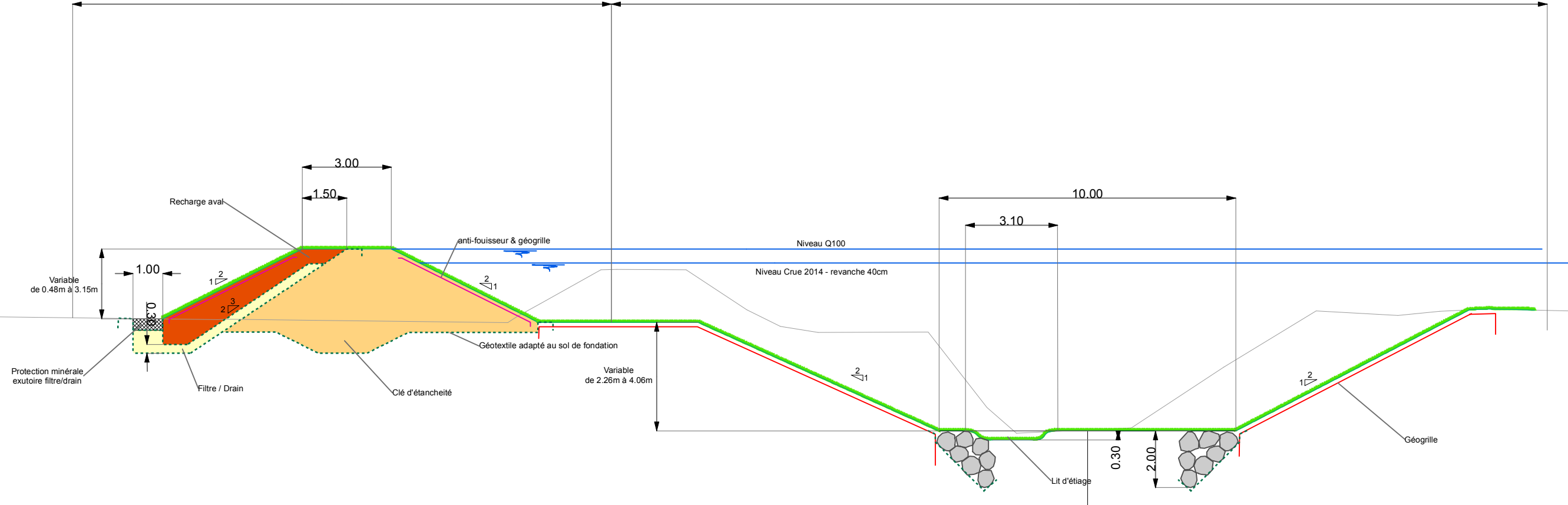
**Suite à  
 concertation**





**Aménagement 17: Digue en terre**

**16 : Recalibrage du Pansard**



MÉDITERRANÉE



**AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU  
MARAVENNE ET DU PANSARD**

Communauté de communes Méditerranée Porte des Maures  
Commune de la LONDE LES MAURES

**Coupe type: Aménag 16 et 17**

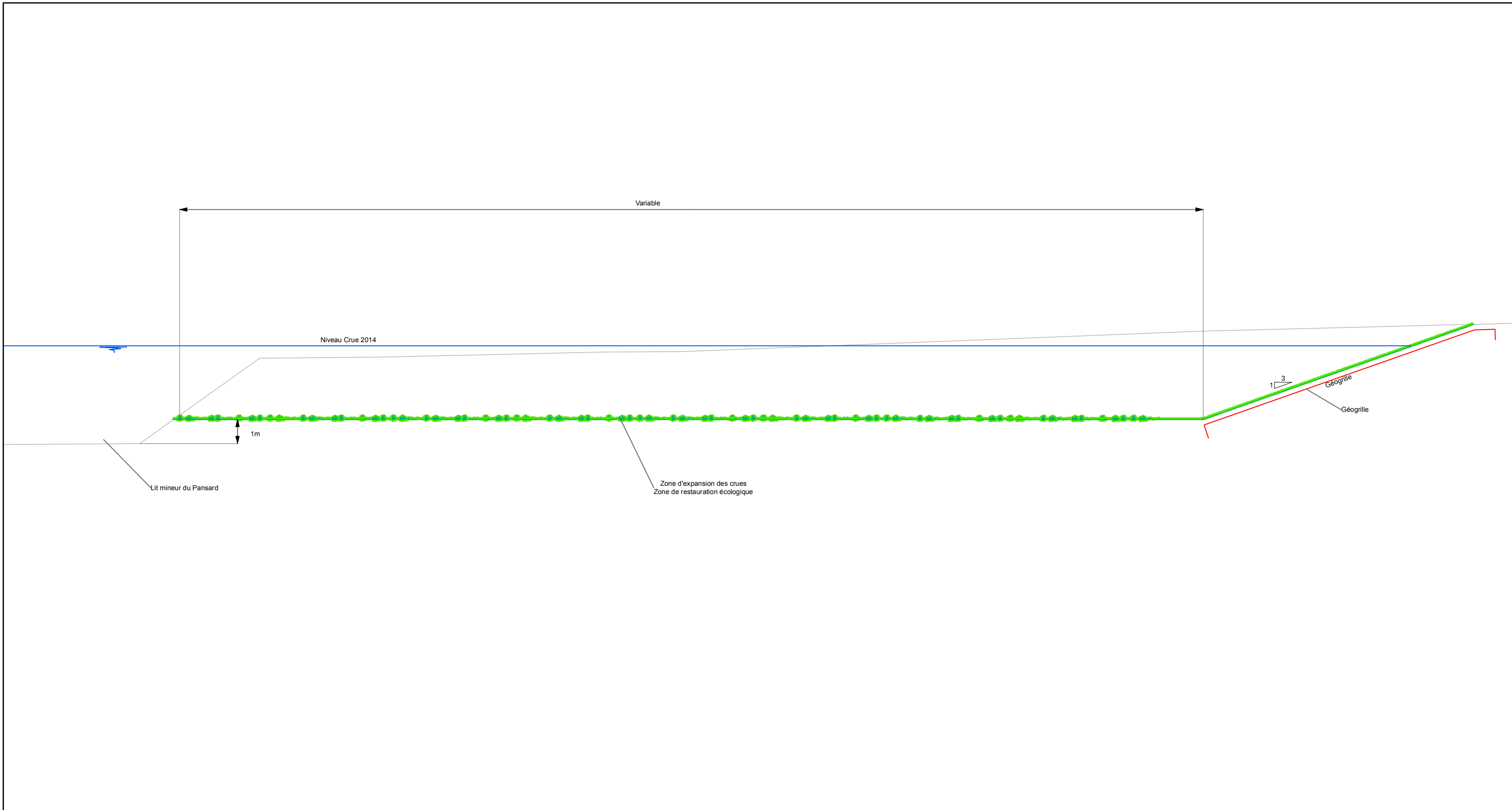
1:150

**Programme  
d'aménagement**

**Suite à  
concertation**







AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU  
 MARAVENNE ET DU PANSARD  
 Communauté de communes Méditerranée Porte des Maures  
 Commune de la LONDE LES MAURES

**Coupe type: Aménagement 19**

1:150

**Programme  
 d'aménagement**

**Suite à  
 concertation**



# NOTE DE CALCULS 1 JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES



# JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

## Sommaire

### Table des matières

1.....	Vérification à l'érosion interne .....	5
1.1	<b>Erosion régressive</b> .....	5
1.1.1	Méthodologie .....	5
1.1.2	Aménagement 4 : Digue en terre Maravenne .....	6
1.1.3	Conclusion .....	7
1.2	<b>Erosion de contact</b> .....	7
1.2.1	Méthodologie .....	7
1.2.2	Aménagement 4 : Digue en terre Maravenne .....	8
1.2.3	Aménagement 7a et 7b : Digue en terre ouest et est Bastidon .....	11
1.2.4	Aménagement 17 : Digue en terre RD98 .....	12
1.2.5	Conclusion .....	14
1.3	<b>Suffusion</b> .....	14
1.3.1	Méthodologie .....	14
1.3.2	Aménagement 4 : Digue en terre Maravenne .....	14
1.3.3	Conclusion .....	16
Annexe 1 :	Maravenne .....	17
Sol 1 :	.....	17
Sol 2 :	.....	17
Sol 3 :	.....	17
Sol 4 :	.....	18
Sol 5 :	.....	19
Sol 6 :	.....	21
Annexe 2 :	Bastidon .....	23
Sol 7 :	.....	23
Sol 8 :	.....	23
Sol 9 :	.....	24
Annexe 3 :	rd98 .....	25
Sol 10 :	.....	25
Sol 11 :	.....	25

13NMO001-v1



# JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

---

## Tables des illustrations

Figure 1 : Formule de Sellmeijer .....	5
Figure 2 : Formule de Hoffman .....	6
Figure 3 : Coupe type aménagement 4 : Maravenne.....	6
Figure 4 : Formules de Brauns et Guidoux .....	8
Figure 5 : Coupe type aménagement 7a-7b : Bastidon.....	11
Figure 6 : Coupe type aménagement 17 : RD98 .....	13
Figure 7 : Formule de Wan et Fell .....	14
Figure 8 : Erosion de contact - Brauns : Sol 1 à 0,4-0,6 m de profondeur.....	17
Figure 9 : Erosion de contact - Brauns : Sol 2 à 0,7-0,9 m de profondeur.....	17
Figure 10 : Erosion de contact - Brauns : Sol 3 à 1,4-1,6 m de profondeur.....	18
Figure 11 : Suffusion - Wan et Fell : Sol 3 à 1,4-1,6 m de profondeur .....	18
Figure 12 : Erosion de contact - Brauns : Sol 4 à 0,4-0,6 m de profondeur.....	18
Figure 13 : Suffusion – Wan et Fell : Sol 4 à 0,4-0,6 m de profondeur.....	19
Figure 14 : Erosion régressive - Hoffman : Sol 5 à 2,0-2,2 m de profondeur.....	19
Figure 15 : Erosion de contact - Brauns : Sol 5 à 2,0-2,2 m de profondeur.....	20
Figure 16 : Suffusion - Wan et Fell : Sol 5 à 2,0-2,2 m de profondeur .....	20
Figure 17 : Erosion régressive - Hoffman : Sol 6 à 3,7-3,9 m de profondeur.....	21
Figure 18 : Erosion de contact - Brauns : Sol 6 à 3,7-3,9 m de profondeur.....	21
Figure 19 : Suffusion - Wan et Fell : Sol 6 à 3,7-3,9 m de profondeur .....	22
Figure 20 : Erosion de contact - Guidoux : Sol 7 à 1-2 m de profondeur.....	23
Figure 21 : Erosion de contact - Guidoux : Sol 8 à 3,2-3,55 m de profondeur.....	23
Figure 22 : Erosion de contact - Guidoux : Sol 9 à 4-5 m de profondeur.....	24
Figure 23 : Erosion de contact - Guidoux : Sol 10 à 0,5-1,5 m de profondeur.....	25
Figure 24 : Erosion de contact : Sol 11 à 3-4 m de profondeur.....	26





# JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

## 1 VERIFICATION A L'EROSION INTERNE

### 1.1 Erosion régressive

Les sondages réalisés lors de la G1 révèlent la présence de sable uniquement au niveau de l'aménagement 4, de la digue en terre de Maravenne. La présence d'une couche sableuse peut être à l'origine d'une érosion régressive de l'ouvrage.

#### 1.1.1 Méthodologie

L'érosion régressive s'initie soit à partir d'une résurgence d'une couche sableuse sans filtre, soit sous la couverture argileuse claquée par les sous-pressions, c'est-à-dire par claquage hydraulique.

Le phénomène se produit lorsque la contrainte exercée par la pression de l'eau à la base de la couche imperméable dépasse la contrainte liée au poids propre de celle-ci. La couche de sol imperméable peut être soulevée, engendrant des déformations qui provoquent des fissurations ou le claquage de la couche, entraînant l'apparition d'un écoulement. L'érosion régressive devient alors possible.

Pour que la progression de l'érosion régressive soit possible, la valeur du gradient hydraulique doit être supérieure à la valeur du gradient critique  $i_c$ , soit le gradient hydraulique global à ne pas dépasser sous peine de déclencher la rupture de l'ouvrage. Ainsi, le critère à étudier pour évaluer le risque d'érosion régressive est le gradient hydraulique. Ce dernier est comparé au gradient critique  $i_c$ .

Le gradient critique  $i_c$  peut être déterminé à l'aide des formules de :

- Sellmeijer (Cf. Figure 1)
- Hoffman (Cf. Figure 2)

$$i_c = \frac{H}{L} = F_R F_S F_G$$

$$F_R = \eta \frac{\gamma_p}{\gamma_w} \tan \theta \left( \frac{RD}{RD_m} \right)^{0.35} \left( \frac{U}{U_m} \right)^{0.13} \left( \frac{KAS}{KAS_m} \right)^{-0.02}$$

$$F_S = \frac{d_{70}}{\sqrt[3]{kL}} \left( \frac{d_{70m}}{d_{70}} \right)^{0.6}$$

$$F_G = 0.91 \left( \frac{D}{L} \right)^{\frac{0.28}{\left( \frac{D}{L} \right)^{2.8} - 1} + 0.04}$$

Avec  $d_{70m} = 208 \mu\text{m}$ ,  $U_m = 1.81$ ,  $RD_m = 0.725$ ,  $KAS_m = 0.498$  et  $\eta = 0.25$

$$h_{crit} = \alpha c l_D \left( \frac{\rho_p}{\rho_w} - 1 \right) \tan \theta (0.68 - 0.10 \ln c)$$

$$\text{Avec } \alpha = \left( \frac{D}{l_D} \right)^{\left( \frac{0.28}{\left( \frac{D}{l_D} \right)^{2.8} - 1} \right)} \text{ et } c = \eta d_{70} \left( \frac{1}{K l_D} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ où } K = \frac{v}{g} k$$

Figure 1 : Formule de Sellmeijer

## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

$$i_c = \frac{(H_1 - H_2)_c}{L} = \frac{\sqrt{g}(\Psi_{lam,c} \Delta d_{15})^{\frac{3}{2}}}{v \sqrt{C_{Re,l}}} + \left(1 - \frac{l_c}{L}\right) \frac{d_{50} v}{l_{Re} k D}$$

$$\frac{l_c}{L} = \exp\left(-\left(\frac{\alpha_f D}{L}\right)^2 \frac{\sqrt{g}(\Psi_{lam,c} \Delta d_{15})^{\frac{3}{2}}}{v \sqrt{C_{Re,l}}}\right)$$

$$D = d_{50} \left(\frac{\Delta g}{v^2}\right)^{\frac{1}{3}}$$

Avec  $C_{Re,l} = 7.5$ ,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ,  $\Psi_{lam,c} = 0.2(D)^{-0.3}$

$l_{Re} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ,  $\Delta = 1.65$ ,  $\alpha_f = 10$ ,

Pour de l'eau à  $10^\circ\text{C}$  :  $v = 1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Figure 2 : Formule de Hoffman

Hoffman, comme Sellmeijer, fait le constat que pour que l'érosion régressive puisse progresser, il faut que les particules libérées dans la zone d'initiation située en amont, puissent être ensuite transportées au travers du "conduit". Ainsi le processus d'érosion est à la fois contrôlé par le gradient hydraulique en amont du conduit et le gradient d'écoulement le long du conduit. C'est la perméabilité du sol qui contrôle le débit dans le conduit.

### 1.1.2 Aménagement 4 : Digue en terre Maravenne

Hypothèses sur l'ouvrage :

- Hauteur maximale de la digue côté aval de 1,05 m
- Revanche minimale de 0 m
- Longueur d'étanchéité de 7 m

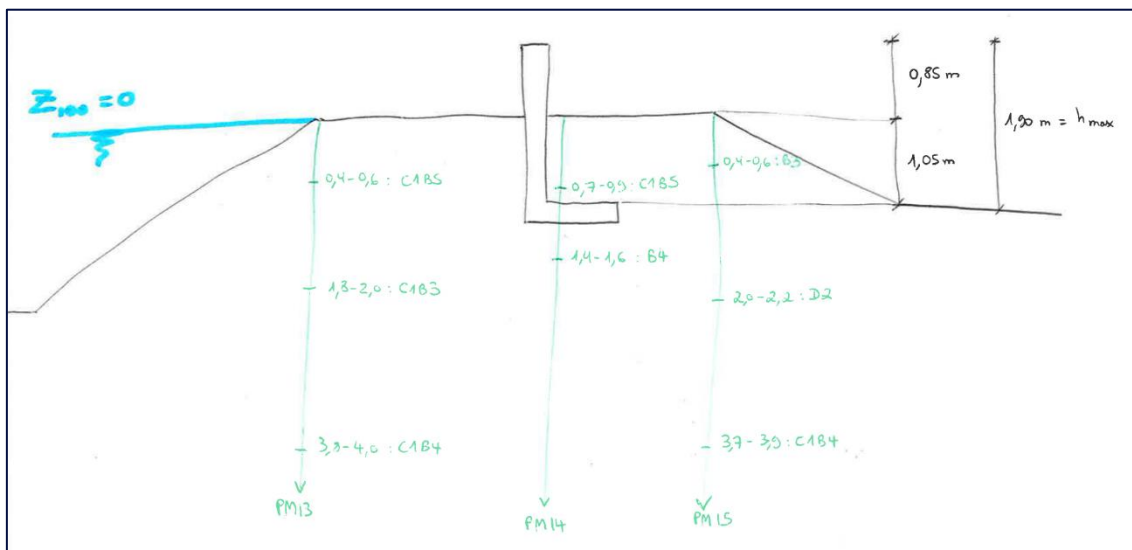


Figure 3 : Coupe type aménagement 4 : Maravenne

#### 1.1.2.1 Sol 5 : Grave sableuse grossière marron

Identification du sol :

## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

- Sondage carotté : PM15
- D2
- Profondeur : 2,0-2,2 m

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Perméabilité  $k$  de  $10^{-4}$  m/s

Le gradient hydraulique est estimé à 0,15 (H/L). Il est inférieur au gradient critique du sol 5, calculé avec la formule de Hoffman et égal à 0,950 (Cf. Figure 14).

En conclusion, il n'y a pas de risque de progression de l'érosion régressive.

### 1.1.2.2 Sol 6 : Grave sableuse marron

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM15
- C1B4
- Profondeur : 3,7-3,9 m

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Perméabilité  $k$  de  $10^{-4}$  m/s

Le gradient hydraulique est estimé à 0,15 (H/L). Il est inférieur au gradient critique du sol 6, calculé avec la formule de Hoffman et égal à 0,482 (Cf. Figure 17).

En conclusion, il n'y a pas de risque de progression de l'érosion régressive.

### 1.1.3 Conclusion

Malgré la présence de sable, il n'y a pas de risque d'érosion régressive de l'ouvrage.

## 1.2 Erosion de contact

Les sondages réalisés lors de la G1 révèlent la présence de matériaux très hétérogènes.

### 1.2.1 Méthodologie

L'état de l'art propose à l'heure actuelle d'appréhender le risque d'érosion de contact par 2 approches :

- 1<sup>ère</sup> approche : par l'évaluation des conditions d'apparition de l'érosion de contact d'origine géométrique et/ou hydraulique,
- 2<sup>ème</sup> approche : par la détermination du seuil de vitesse d'apparition de l'érosion de contact (condition purement hydraulique).

Sur le projet de La Londe Les Maures, le risque d'érosion de contact est abordé uniquement au travers de la 2<sup>ème</sup> approche. La première approche n'est pas possible car plusieurs sols ne

## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

présentent pas de valeur pour  $d_{15}$ , paramètre indispensable pour l'évaluation des conditions d'apparition de l'érosion de contact.

La 2<sup>ème</sup> approche consiste à quantifier le seuil d'apparition de l'EC par la détermination de la vitesse critique d'érosion pour ensuite comparer cette vitesse à la vitesse d'écoulement réelle in situ. La contrainte hydraulique induite par l'écoulement doit être suffisante pour détacher puis transporter les particules fines. La vitesse dans les pores doit donc être supérieure à la vitesse nécessaire au début d'entraînement des particules.

La vitesse d'écoulement est calculée dans le sol le plus perméable, alors que la vitesse critique d'entraînement des particules fines est calculée dans le sol fin.

La vitesse d'écoulement de l'eau est estimée à l'aide de la loi de Darcy, qui calcule la vitesse d'écoulement en fonction de la perméabilité du sol et du gradient hydraulique :  $v = k.i$

La vitesse critique est calculée avec l'expression de Brauns pour les sables et celle de Guidoux pour les limons et argiles (Cf. Figure 4).

Expression de Brauns ( $d > 74 \mu\text{m}$ ) :	$U_{crit} = 0.65n_D \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} g d_{50}}$
Expression de Guidoux ( $d < 74 \mu\text{m}$ ) :	$U_{crit} = 0.65n_D \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} g d_H \left(1 + \frac{\beta}{d_H^2}\right)}$
Avec $d_H = \left(\sum_{j=1}^m \frac{F_j}{d_j}\right)^{-1}$ et $\beta = 5.3 \times 10^{-9} \text{m}^2$	

Figure 4 : Formules de Brauns et Guidoux

### 1.2.2 Aménagement 4 : Digue en terre Maravenne

Hypothèses sur l'ouvrage (Cf. Figure 3) :

- Hauteur maximale de la digue côté aval de 1,05 m
- Revanche minimale de 0 m

La vitesse d'écoulement est calculée dans le sol le plus perméable, alors que la vitesse critique d'entraînement des particules fines est calculée dans le sol fin.

Les matériaux étant très hétérogène au sein d'une même zone, nous nous mettons dans le cas le plus défavorable et nous posons comme hypothèse qu'il peut y avoir un contact entre le sol le plus fin, le sol 1 : Sable limoneux marron à cailloutis, cailloux et blocs, et les autres sols prélevés, plus perméables.

#### 1.2.2.1 Sol 1 : Sable limoneux marron à cailloutis, cailloux et blocs

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM13
- C1B5
- Profondeur : 0,4-0,6 m

## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

**Programme d'aménagement hydraulique de** lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

Le pourcentage de passant à 80  $\mu\text{m}$  étant  $< 35\%$ , la formule de Brauns (sables) est appliquée pour le sol.

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Porosité  $n_D$  de 0,4

Selon Brauns, la vitesse critique d'entraînement des particules fines du sol le plus fin, le sol 1, est égale à  $1,4 \cdot 10^{-2}$  m/s (Cf. Figure 8).

### 1.2.2.2 Sol 2 : Grave sablo-limoneuse marron brun

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM14
- C1B5
- Profondeur : 0,7-0,9 m

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Perméabilité  $k$  de  $10^{-4}$  m/s
- Contact entre le sol 2, considéré comme le sol grossier, et le sol 1, considéré comme le sol fin.

Selon Darcy, la vitesse d'écoulement de l'eau dans le sol 2 est de  $1,05 \cdot 10^{-4}$  m/s. Elle est inférieure à la vitesse critique d'écoulement du sol 1, égale à  $1,4 \cdot 10^{-2}$  m/s (Cf. Figure 9).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'initiation d'érosion de contact.

### 1.2.2.3 Sol 3 : Grave sableuse grossière marron

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM14
- B4
- Profondeur : 1,4-1,6 m

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Perméabilité  $k$  de  $10^{-4}$  m/s
- Contact entre le sol 3, considéré comme le sol grossier, et le sol 1, considéré comme le sol fin.

Selon Darcy, la vitesse d'écoulement de l'eau dans le sol 3 est de  $1,05 \cdot 10^{-4}$  m/s. Elle est inférieure à la vitesse critique d'écoulement du sol 1, égale à  $1,4 \cdot 10^{-2}$  m/s (Cf. Figure 10).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'initiation d'érosion de contact.

## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

### 1.2.2.4 Sol 4 : Sable marron à galets et cailloutis

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM14
- B3
- Profondeur : 0,4-0,6 m

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Perméabilité  $k$  de  $10^{-4}$  m/s
- Contact entre le sol 4, considéré comme le sol grossier, et le sol 1, considéré comme le sol fin.

Selon Darcy, la vitesse d'écoulement de l'eau dans le sol 4 est de  $1,05 \cdot 10^{-4}$  m/s. Elle est inférieure à la vitesse critique d'écoulement du sol 1, égale à  $1,4 \cdot 10^{-2}$  m/s (Cf. Figure 12).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'initiation d'érosion de contact.

### 1.2.2.5 Sol 5 : Grave sableuse grossière marron

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM15
- D2
- Profondeur : 2,0-2,2 m

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Perméabilité  $k$  de  $10^{-4}$  m/s
- Contact entre le sol 5, considéré comme le sol grossier, et le sol 1, considéré comme le sol fin.

Selon Darcy, la vitesse d'écoulement de l'eau dans le sol 5 est de  $1,05 \cdot 10^{-4}$  m/s. Elle est inférieure à la vitesse critique d'écoulement du sol 1, égale à  $1,4 \cdot 10^{-2}$  m/s (Cf. Figure 15).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'initiation d'érosion de contact.

### 1.2.2.6 Sol 6 : Grave sableuse marron

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM15
- C1B4
- Profondeur : 3,7-3,9 m

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Perméabilité  $k$  de  $10^{-3}$  m/s
- Contact entre le sol 6, considéré comme le sol grossier, et le sol 1, considéré comme le sol fin.

## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

Selon Darcy, la vitesse d'écoulement de l'eau dans le sol 6 est de  $1,05 \cdot 10^{-3}$  m/s. Elle est inférieure à la vitesse critique d'écoulement du sol 1, égale à  $1,4 \cdot 10^{-2}$  m/s (Cf. Figure 18).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'initiation d'érosion de contact.

### 1.2.3 Aménagement 7a et 7b : Digue en terre ouest et est Bastidon

Hypothèses sur l'ouvrage :

- Hauteur maximale de la digue côté aval de 2 m
- Revanche minimale de 0,10 m

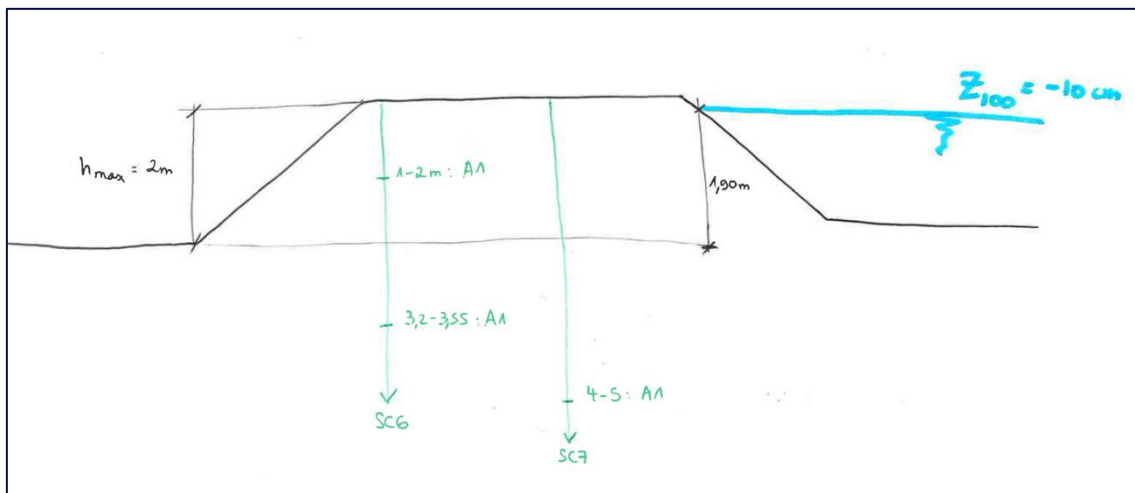


Figure 5 : Coupe type aménagement 7a-7b : Bastidon

#### 1.2.3.1 Sol 7 : Argile silteuse à quelques graviers

Identification du sol :

- Sondage carotté : SC6
- A1
- Profondeur : 1-2 m

Le pourcentage de passant à  $80 \mu\text{m}$  étant  $> 35\%$ , la formule de Guidoux (limons et argiles) est appliquée pour le sol.

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Porosité  $n_D$  de 0,3

Selon Guidoux, la vitesse critique d'entraînement des particules fines du sol le plus fin, le sol 7, est égale à  $1 \cdot 10^{-2}$  m/s (Cf. Figure 20).

#### 1.2.3.2 Sol 8 : Argile graveleuse brune

Identification du sol :

- Sondage carotté : SC6

## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

**Programme d'aménagement hydraulique de** lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

- A1
- Profondeur : 3,2-3,55 m

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Perméabilité  $k$  de  $10^{-3}$  m/s
- Contact entre le sol 8, considéré comme le sol grossier, et le sol 7, considéré comme le sol fin.

Selon Darcy, la vitesse d'écoulement de l'eau dans le sol 8 est de  $2.10^{-5}$  m/s. Elle est inférieure à la vitesse critique d'écoulement du sol 7, égale à  $1.10^{-2}$  m/s (Cf. Figure 21).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'initiation d'érosion de contact.

### 1.2.3.3 Sol 9 : Argile silteuse grise

Identification du sol :

- Sondage carotté : SC7
- A1
- Profondeur : 4-5 m

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Perméabilité  $k$  de  $10^{-3}$  m/s
- Contact entre le sol 9, considéré comme le sol grossier, et le sol 7, considéré comme le sol fin.

Selon Darcy, la vitesse d'écoulement de l'eau dans le sol 9 est de  $2.10^{-5}$  m/s. Elle est inférieure à la vitesse critique d'écoulement du sol 7, égale à  $1.10^{-2}$  m/s (Cf. Figure 22).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'initiation d'érosion de contact.

### 1.2.4 Aménagement 17 : Digue en terre RD98

Hypothèses sur l'ouvrage :

- Hauteur maximale de la digue côté aval de 3,15 m
- Revanche minimale de 0 m



## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

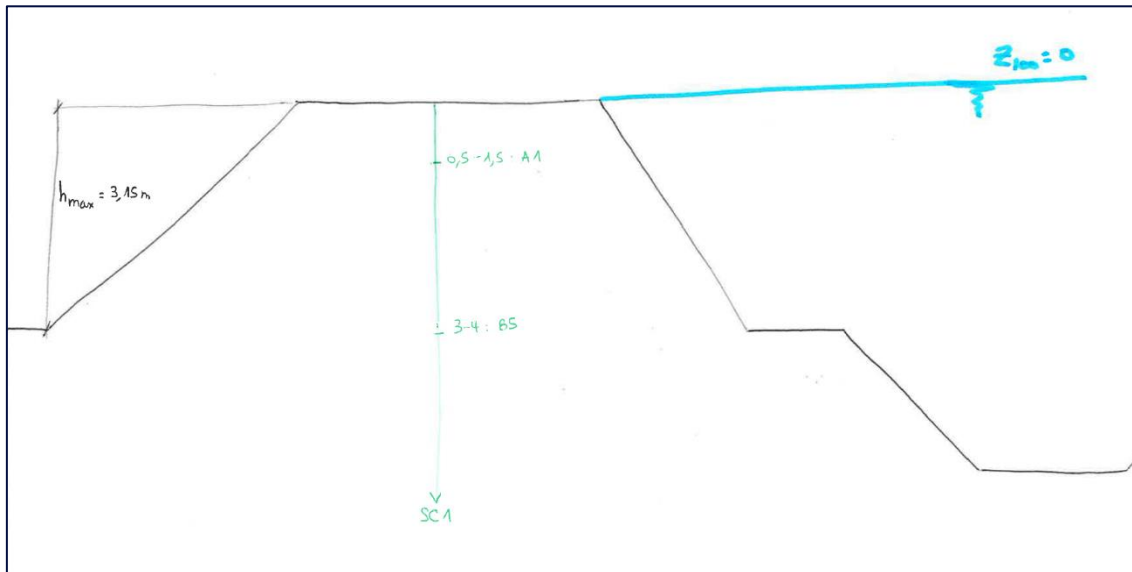


Figure 6 : Coupe type aménagement 17 : RD98

### 1.2.4.1 Sol 10 : Limon argilo-graveleux brun-rougeâtre

Identification du sol :

- Sondage carotté : SC1
- A1
- Profondeur : 0,5-1,5 m

Le pourcentage de passant à 80  $\mu\text{m}$  étant  $> 35\%$ , la formule de Guidoux (limons et argiles) est appliquée pour le sol.

Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Porosité  $n_D$  de 0,3

Selon Guidoux, la vitesse critique d'entraînement des particules fines du sol le plus fin, le sol 10, est égale à  $8 \cdot 10^{-3}$  m/s (Cf. Figure 23).

### 1.2.4.2 Sol 11 : Argile sablo-graveleuse brun rougeâtre à cailloux

Identification du sol :

- Sondage carotté : SC1
- B5
- Profondeur : 3-4 m

Le pourcentage de passant à 80  $\mu\text{m}$  étant  $< 35\%$ , la formule de Brauns (sables) est appliquée pour le sol.

Hypothèses sur le sol Hypothèses prises sur le sol en complément du rapport de la G2, ces valeurs sont estimées et conservatives :

- Perméabilité  $k$  de  $10^{-4}$  m/s

## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

- Contact entre le sol 11, considéré comme le sol grossier, et le sol 10, considéré comme le sol fin.

Selon Darcy, la vitesse d'écoulement de l'eau est de  $3,2 \cdot 10^{-4}$  m/s. Elle est bien inférieure à la vitesse critique d'écoulement du sol 10, égale à  $8 \cdot 10^{-3}$  m/s (Cf. Figure 24).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'initiation d'érosion de contact.

### 1.2.5 Conclusion

Même avec une augmentation de la perméabilité à  $10^{-5}$  m/s pour les limons et les argiles et à  $10^{-4}$  m/s pour les sables, il n'y a pas de risque d'initiation d'érosion de contact.

## 1.3 Suffusion

La vérification à la suffusion ne peut se faire sur les aménagements de bastidon et RD98 dû à l'absence de valeur pour  $d_{10}$  et  $d_{15}$  des sols prélevés dans ces zones.

### 1.3.1 Méthodologie

Dans le cas de la suffusion, le détachement des particules fines et leur transport au travers du réseau poreux du sol nécessitent que l'espace poral soit suffisant. Cet espace est conditionné par l'arrangement granulaire, qui dépend de la taille des grains, de leur forme et de leurs conditions de contact. Ainsi, pour qu'il y ait initiation par suffusion, le matériau doit présenter des granulométries discontinues.

Wan et Fell définissent la probabilité P de la suffusion, en distinguant les sols fins des sols plus grossiers (Cf. Figure 7).

$$P = \frac{\exp Z}{1 - \exp Z}$$

Pour les mélanges limon-sable-gravier et argile-limon-sable-gravier :

$$Z = 2.378 \log h'' - 3.648h' + 3.701$$

Pour les mélanges sable-gravier avec moins de 10% de fines ( $d < 0.075$  mm) non plastiques :

$$Z = 3.875 \log h'' - 3.591h' + 2.436$$

$$\text{Avec } h' = \frac{d_{90}}{d_{10}} \quad \text{et } h'' = \frac{d_{90}}{d_{15}}$$

Figure 7 : Formule de Wan et Fell

### 1.3.2 Aménagement 4 : Digue en terre Maravenne

Hypothèses sur l'ouvrage (Cf. Figure 3) :

- Hauteur maximale de la digue côté aval de 1,05 m
- Revanche minimale de 0 m

## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures

### 1.3.2.1 Sol 3 : Grave sableuse grossière marron

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM14
- B4
- Profondeur : 1,4-1,6 m

Le sol 3 est considéré comme un mélange sable-gravier car il contient moins de 10% de fines. Selon Wan et Fell, la probabilité de suffusion est de 0% (Cf. Figure 11).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'érosion interne par suffusion.

### 1.3.2.2 Sol 4 : Sable marron à galets et cailloutis

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM14
- B3
- Profondeur : 0,4-0,6 m

Le sol 4 est considéré comme un mélange sable-gravier car il contient moins de 10% de fines. Selon Wan et Fell, la probabilité de suffusion est de 0% (Cf. Figure 13).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'érosion interne par suffusion.

### 1.3.2.3 Sol 5 : Grave sableuse grossière marron

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM15
- D2
- Profondeur : 2,0-2,2 m

Le sol 5 est considéré comme un mélange sable-gravier car il contient moins de 10% de fines. Selon Wan et Fell, la probabilité de suffusion est de 0% (Cf. Figure 16).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'érosion interne par suffusion.

### 1.3.2.4 Sol 6 : Grave sableuse marron

Identification du sol :

- Sondage carotté : PM15
- C1B4
- Profondeur : 3,7-3,9 m

Le sol 6 est considéré comme un mélange sable-gravier car il contient moins de 10% de fines. Selon Wan et Fell, la probabilité de suffusion est de 0% (Cf. Figure 18).

En conclusion, il n'y a pas de risque d'érosion interne par suffusion.

## JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

**Programme d'aménagement hydraulique de** lutte contre les crues et les inondations  
du Pansard et du Maravanne - Commune de la Londe les Maures



### 1.3.3 Conclusion

Les sols prélevés ne sont pas suffusifs selon le critère de Wan et Fell.

## ANNEXE 1 : MARAVENNE

### Sol 1 :

Brauns : Pour les sables															
d50 (m) :	0.0005	ρw (kg/m3) :	1000	La revanche est de		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Interprétation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">La vitesse d'écoulement est</td> <td style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">?</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.</td> </tr> </tbody> </table>				Interprétation		La vitesse d'écoulement est	?	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.	
Interprétation															
La vitesse d'écoulement est	?														
à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.															
nD :	0.4	ρs (kg/m3) :	1631	La hauteur de digue côté aval est de											
g (m/s²) :	9.81	k (m/s) :													
				0		U (m/s) :			Ucrit (m/s) :		0.014				

Figure 8 : Erosion de contact - Brauns : Sol 1 à 0,4-0,6 m de profondeur

### Sol 2 :

Brauns : Pour les sables																	
d50 (m) :	0.0005	ρw (kg/m3) :	1000	La revanche est de		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Interprétation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">La vitesse d'écoulement est</td> <td style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">&lt;</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; color: orange; font-weight: bold;">OK</td> </tr> </tbody> </table>				Interprétation		La vitesse d'écoulement est	<	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.		OK	
Interprétation																	
La vitesse d'écoulement est	<																
à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.																	
OK																	
nD :	0.4	ρs (kg/m3) :	1631	La hauteur de digue côté aval est de													
g (m/s²) :	9.81	k (m/s) :	0.0001														
				1.05		U (m/s) :		0.00011	Ucrit (m/s) :		0.014						

Figure 9 : Erosion de contact - Brauns : Sol 2 à 0,7-0,9 m de profondeur

### Sol 3 :

# JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures



Brauns : Pour les sables																
d50 (m) :	0.0005	$\rho_w$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1000	La revanche est de		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Interprétation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La vitesse d'écoulement est</td> <td>&lt;</td> <td>à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">OK</td> </tr> </tbody> </table>				Interprétation		La vitesse d'écoulement est	<	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.	OK	
Interprétation																
La vitesse d'écoulement est	<	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.														
OK																
nD :	0.4	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1631	0	m											
g (m/s <sup>2</sup> ) :	9.81	k (m/s) :	0.0001	La hauteur de digue côté aval est de												
				1.05	m	U (m/s) :	0.00011	Ucrit (m/s) :	0.014							

Figure 10 : Erosion de contact - Brauns : Sol 3 à 1,4-1,6 m de profondeur

Wan et Fell : Mélanges sable-gravier avec moins de 10% de fines (d < 0.075 mm)													
d10 (m) :	0.0004	h' :	100.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Interprétation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La probabilité de suffusion est de</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>						Interprétation		La probabilité de suffusion est de	0%
Interprétation													
La probabilité de suffusion est de	0%												
d15 (m) :	0.00064	h'' :	62.50										
d90 (m) :	0.04	Z :	-349.70										
		P :	0.00										

Figure 11 : Suffusion - Wan et Fell : Sol 3 à 1,4-1,6 m de profondeur

## Sol 4 :

Brauns : Pour les sables																
d50 (m) :	0.0005	$\rho_w$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1000	La revanche est de		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Interprétation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La vitesse d'écoulement est</td> <td>&lt;</td> <td>à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">OK</td> </tr> </tbody> </table>				Interprétation		La vitesse d'écoulement est	<	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.	OK	
Interprétation																
La vitesse d'écoulement est	<	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.														
OK																
nD :	0.4	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1631	0	m											
g (m/s <sup>2</sup> ) :	9.81	k (m/s) :	0.0001	La hauteur de digue côté aval est de												
				1.05	m	U (m/s) :	0.00011	Ucrit (m/s) :	0.014							

Figure 12 : Erosion de contact - Brauns : Sol 4 à 0,4-0,6 m de profondeur

# JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures



Wan et Fell : Mélanges sable-gravier avec moins de 10% de fines (d < 0.075 mm)									
d10 (m) :	0.0002		h' :	150.00	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Interprétation</th> </tr> <tr> <td>La probabilité de suffusion est de</td> <td>0%</td> </tr> </table>	Interprétation		La probabilité de suffusion est de	0%
Interprétation									
La probabilité de suffusion est de	0%								
d15 (m) :	0.0004		h'' :	75.00					
d90 (m) :	0.03		Z :	-528.95					
			P :	0.00					

Figure 13 : Suffusion – Wan et Fell : Sol 4 à 0,4-0,6 m de profondeur

## Sol 5 :

Hoffman : Gradient hydraulique critique															
d15 (m) :	0.0005	Cre,l :	7.5	H (m) :	1.05	i :	0.15								
d50 (m) :	0.0052	g (m/s <sup>2</sup> ) :	9.81	lc/L :	1.000	ic :	0.950								
k (m/s) :	0.0001	lRe (m) :	0.000025	lc :	7.000										
L (m) :	7	Δ :	1.65												
D (m) :	0.01315389	αf :	10			<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Interprétation</th> </tr> <tr> <td>La valeur de i est</td> <td>&lt;</td> <td>à la valeur du gradient hydraulique global à ne pas dépasser sous peine de déclencher la rupture.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>OK</td> </tr> </table>		Interprétation		La valeur de i est	<	à la valeur du gradient hydraulique global à ne pas dépasser sous peine de déclencher la rupture.			OK
Interprétation															
La valeur de i est	<	à la valeur du gradient hydraulique global à ne pas dépasser sous peine de déclencher la rupture.													
		OK													
Ψlam,c :	0.73335405	v (m <sup>2</sup> /s) :	1												

Figure 14 : Erosion régressive - Hoffman : Sol 5 à 2,0-2,2 m de profondeur

# JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures



Brauns : Pour les sables																
d50 (m) :	0.0005	ρw (kg/m3) :	1000	La revanche est de		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Interprétation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La vitesse d'écoulement est</td> <td>&lt;</td> <td>à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>OK</b></td> </tr> </tbody> </table>				Interprétation		La vitesse d'écoulement est	<	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.	<b>OK</b>	
Interprétation																
La vitesse d'écoulement est	<	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.														
<b>OK</b>																
nD :	0.4	ρs (kg/m3) :	1631	0	m											
g (m/s²) :	9.81	k (m/s) :	0.0001	La hauteur de digue côté aval est de												
				1.05	m	U (m/s) :	0.00011	Ucrit (m/s) :	0.014							

Figure 15 : Erosion de contact - Brauns : Sol 5 à 2,0-2,2 m de profondeur

Wan et Fell : Mélanges sable-gravier avec moins de 10% de fines (d < 0.075 mm)													
d10 (m) :	0.0005	h' :	68.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Interprétation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La probabilité de suffusion est de</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>						Interprétation		La probabilité de suffusion est de	0%
Interprétation													
La probabilité de suffusion est de	0%												
d15 (m) :	0.00066	h'' :	51.52										
d90 (m) :	0.034	Z :	-235.12										
		P :	0.00										

Figure 16 : Suffusion - Wan et Fell : Sol 5 à 2,0-2,2 m de profondeur



Sol 6 :

Hoffman : Gradient hydraulique critique															
d15 (m) :	0.0003	Cre,l :	7.5	H (m) :	1.05	i :	0.15								
d50 (m) :	0.0055	g (m/s <sup>2</sup> ) :	9.81	lc/L :	1.000	ic :	0.482								
k (m/s) :	0.0001	lRe (m) :	0.000025	lc :	7.000										
L (m) :	7	Δ :	1.65												
D (m) :	0.01391277	αf :	10												
Ψlam,c :	0.72111727	v (m <sup>2</sup> /s) :	1												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Interprétation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La valeur de i est</td> <td>&lt;</td> </tr> <tr> <td>à la valeur du gradient hydraulique global à ne pas dépasser sous peine de déclencher la rupture.</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">OK</td> </tr> </tbody> </table>								Interprétation		La valeur de i est	<	à la valeur du gradient hydraulique global à ne pas dépasser sous peine de déclencher la rupture.		OK	
Interprétation															
La valeur de i est	<														
à la valeur du gradient hydraulique global à ne pas dépasser sous peine de déclencher la rupture.															
OK															

Figure 17 : Erosion régressive - Hoffman : Sol 6 à 3,7-3,9 m de profondeur

Brauns : Pour les sables															
d50 (m) :	0.0005	ρw (kg/m <sup>3</sup> ) :	1000	La revanche est de		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Interprétation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La vitesse d'écoulement est</td> <td>&lt;</td> </tr> <tr> <td>à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">OK</td> </tr> </tbody> </table>		Interprétation		La vitesse d'écoulement est	<	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.		OK	
Interprétation															
La vitesse d'écoulement est	<														
à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.															
OK															
nD :	0.4	ρs (kg/m <sup>3</sup> ) :	1631	0	m										
g (m/s <sup>2</sup> ) :	9.81	k (m/s) :	0.0001	La hauteur de digue côté aval est de											
				1.05	m	U (m/s) :	0.00011								
						Ucrit (m/s) :	0.014								

Figure 18 : Erosion de contact - Brauns : Sol 6 à 3,7-3,9 m de profondeur

JUSTIFICATION EROSION INTERNE **DES DIGUES**

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures



Wan et Fell : Mélanges sable-gravier avec moins de 10% de fines (d < 0.075 mm)									
d10 (m) :	0.00019		h' :	263.16	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Interprétation</th> </tr> <tr> <td>La probabilité de suffusion est de</td> <td>0%</td> </tr> </table>	Interprétation		La probabilité de suffusion est de	0%
Interprétation									
La probabilité de suffusion est de	0%								
d15 (m) :	0.0003		h'' :	166.67					
d90 (m) :	0.05		Z :	-933.95					
			P :	0.00					

Figure 19 : Suffusion - Wan et Fell : Sol 6 à 3,7-3,9 m de profondeur

ANNEXE 2 : BASTIDON

Sol 7 :

Guidoux : Pour les limons et argiles									
$F_1$ :	0.3	$d_H$ (m) :	1.4121E-05	$k$ (m/s) :		<b>Interprétation</b> La vitesse d'écoulement est ? à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.			
$d_1$ (m) :	0.0000055	$\rho_w$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1000	La revanche est de					
$F_2$ :	0.6	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1631						
$d_2$ (m) :	0.000038	$n_D$ :	0.3	La hauteur de digue côté aval est de		$U$ (m/s) :		$U_{crit}$ (m/s) :	0.010
$F_3$ :	0.96	$g$ (m/s <sup>2</sup> ) :	9.81						
$d_3$ (m) :	0.002	$\beta$ (m <sup>2</sup> ) :	5.3E-09						

Figure 20 : Erosion de contact - Guidoux : Sol 7 à 1-2 m de profondeur

Sol 8 :

Guidoux : Pour les limons et argiles									
$F_1$ :	0.3	$d_H$ (m) :	1.4121E-05	$k$ (m/s) :	0.00001	<b>Interprétation</b> La vitesse d'écoulement est < à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.			
$d_1$ (m) :	0.0000055	$\rho_w$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1000	La revanche est de					
$F_2$ :	0.6	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1631	0.1 m					
$d_2$ (m) :	0.000038	$n_D$ :	0.3	La hauteur de digue côté aval est de		$U$ (m/s) :	0.00002	$U_{crit}$ (m/s) :	0.010
$F_3$ :	0.96	$g$ (m/s <sup>2</sup> ) :	9.81	2 m					
$d_3$ (m) :	0.002	$\beta$ (m <sup>2</sup> ) :	5.3E-09						

Figure 21 : Erosion de contact - Guidoux : Sol 8 à 3,2-3,55 m de profondeur

Sol 9 :

Guidoux : Pour les limons et argiles									
$F_1$ :	0.3	$d_H$ (m) :	1.4121E-05	$k$ (m/s) :	0.00001	<b>Interprétation</b> La vitesse d'écoulement est < à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.  <b>OK</b>			
$d_1$ (m) :	0.0000055	$\rho_w$ (kg/m3) :	1000	La revanche est de 0.1 m					
$F_2$ :	0.6	$\rho_s$ (kg/m3) :	1631	La hauteur de digue côté aval est de 2 m		$U$ (m/s) :	0.00002	$U_{crit}$ (m/s) :	0.010
$d_2$ (m) :	0.000038	$n_D$ :	0.3						
$F_3$ :	0.96	$g$ (m/s <sup>2</sup> ) :	9.81						
$d_3$ (m) :	0.002	$\beta$ (m <sup>2</sup> ) :	5.3E-09						

Figure 22 : Erosion de contact - Guidoux : Sol 9 à 4-5 m de profondeur

ANNEXE 3 : RD98

Sol 10 :

Guidoux : Pour les limons et argiles									
$F_1$ :	0.302	$d_H$ (m) :	0.00022878	$k$ (m/s) :		<b>Interprétation</b> La vitesse d'écoulement est ? à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.			
$d_1$ (m) :	0.00008	$\rho_w$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1000	La revanche est de					
$F_2$ :	0.55	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1631						
$d_2$ (m) :	0.001	$n_D$ :	0.3	La hauteur de digue côté aval est de		$U$ (m/s) :		$U_{crit}$ (m/s) :	0.008
$F_3$ :	0.92	$g$ (m/s <sup>2</sup> ) :	9.81						
$d_3$ (m) :	0.02	$\beta$ (m <sup>2</sup> ) :	5.3E-09						

Figure 23 : Erosion de contact - Guidoux : Sol 10 à 0,5-1,5 m de profondeur

Sol 11 :

# JUSTIFICATION EROSION INTERNE DES DIGUES

Programme d'aménagement hydraulique de lutte contre les crues et les inondations du Pansard et du Maravenne - Commune de la Londe les Maures



Guidoux : Pour les limons et argiles																					
$F_1$ :	0.302	$d_H$ (m) :	0.00022878	$k$ (m/s) :	0.0001	<table border="1"> <tr> <th colspan="4">Interprétation</th> </tr> <tr> <td>La vitesse d'écoulement est</td> <td>&lt;</td> <td>à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>OK</b></td> </tr> </table>				Interprétation				La vitesse d'écoulement est	<	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.		<b>OK</b>			
Interprétation																					
La vitesse d'écoulement est	<	à la valeur de la vitesse critique à ne pas dépasser sous peine d'initier l'érosion de contact.																			
<b>OK</b>																					
$d_1$ (m) :	0.00008	$\rho_w$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1000	La revanche est de																	
				0	m																
$F_2$ :	0.55	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ) :	1631	La hauteur de digue côté aval est de																	
$d_2$ (m) :	0.001	$n_D$ :	0.3	3.15	m	$U$ (m/s) :	0.00032	$U_{crit}$ (m/s) :	0.008												
$F_3$ :	0.92	$g$ (m/s <sup>2</sup> ) :	9.81																		
$d_3$ (m) :	0.02	$\beta$ (m <sup>2</sup> ) :	5.3E-09																		

Figure 24 : Erosion de contact : Sol 11 à 3-4 m de profondeur

# NOTE DE CALCULS 2 PROTECTION DE BERGES / TALUS





### Les contraintes hydrauliques

Afin de dimensionner les systèmes de protection des talus du système (berge, talus de digue) vis-à-vis des sollicitations des écoulements, les contraintes tractrices sont estimées à partir des résultats de modélisation :

$$\tau = \rho g R i$$

$\tau$  : contrainte tractrice (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  : la masse volumique de l'eau (1000kg/m<sup>3</sup>)

$R$  : le rayon hydraulique pris égale à la hauteur d'eau maximum (m)

$i$  : la pente d'écoulement (m/m)

	Hauteur d'eau	Vitesse	Pente d'écoulement	Force tractrice	Spécificités
<b>Amont RD98</b>	2-3 m (digue)	2.5 – 3.5m/s	4.3x10 <sup>-3</sup>	127 N/m <sup>2</sup>	
	6m (lit mineur)			254 N/m <sup>2</sup>	
<b>RD98 – Cave coopérative</b>	4m à 4.6m (amont)	3.5m/s	5.9x10 <sup>-3</sup>	266 N/m <sup>2</sup>	
	3.6m à 4.4m (aval)	2 m/s		255 N/m <sup>2</sup>	
<b>Pont cave coopérative</b>	3m	3m/s	2.0x10 <sup>-2</sup>	588 N/m <sup>2</sup>	Rampe de mise en vitesse
<b>Pont Ducournau</b>	Risberme amont : 1.55m	1.2m/s	1.5 x10 <sup>-2</sup>	230 N/m <sup>2</sup>	
	Lit mineur 4m	2.4 m/s		589 N/m <sup>2</sup>	
	Risberme aval 1.3m			191 N/m <sup>2</sup>	
<b>Pont Ducournau – Déversoir</b>	4m à 4.3m	3 – 3.5m/s	4.8x10 <sup>-3</sup>	203 N/m <sup>2</sup>	Coudes marqués
<b>Déversoir du pansard</b>	1.4 -2.2m	2-2.5m/s	4.05x10 <sup>-3</sup>	88 N/m <sup>2</sup>	
<b>Déversoir de sécurité des digues Bastidon (Q100)</b>	Crête : 0.13m (Hc)	1.2m/s	0.5	640 N/m <sup>2</sup>	
	Coursier 0.05m	2.9m/s		25 N/m <sup>2</sup>	
<b>Digue de la plaine du Bastidon</b>	0 – 1.9m (est)	1-1.2m/s	4.05x10 <sup>-3</sup>	76 N/m <sup>2</sup>	
	0.6-1.3m (ouest)	0.6 m/s	6.06x10 <sup>-3</sup>	77 N/m <sup>2</sup>	
<b>Maravenne</b>	5m	3-4 m/s	4.7x10 <sup>-3</sup>	234 N/m <sup>2</sup>	Confluence en amont

Les contraintes tractrices admissibles selon les différents types de protection sont synthétisés dans les tableaux suivants :

Technique	Contrainte tractrice [N/m <sup>2</sup> ]		
	À la réalisation	1 à 2 ans après	3 ou 4 ans après
Enherbement	4 <sup>(3)</sup> -20 <sup>(3)</sup>	25-30 <sup>(3)</sup>	30 <sup>(3)</sup> -100 <sup>(2)</sup>
Boutures	10 <sup>(3)</sup>	60 <sup>(3)</sup> -150 <sup>(1)</sup>	60 <sup>(3)</sup> -165 <sup>(1)</sup>
Boudin d'hélophytes	10 <sup>(3)</sup> -30 <sup>(2)</sup>	20-30 <sup>(3)</sup>	50 <sup>(3)</sup> -60 <sup>(1)</sup>
Clayonnages	10 <sup>(2,3)</sup>	10-15 <sup>(3)</sup>	10 <sup>(3)</sup> -120 <sup>(1)</sup>
Fascines	20 <sup>(3)</sup> -60 <sup>(2)</sup>	50 <sup>(3)</sup> -60 <sup>(3)</sup>	80 <sup>(2)</sup> -250 <sup>(4)</sup>
Saules		50-70 <sup>(4)</sup>	100-140 <sup>(4)</sup> 800 (20 ans) <sup>(4)</sup>
Plantation d'arbre	20 <sup>(2)</sup>		120 <sup>(2)</sup>
Lit de plants et plançons	20 <sup>(2,3)</sup>	120 <sup>(3)</sup>	140 <sup>(2,3)</sup>
Couche de branches à rejet	50 <sup>(2,3)</sup> -150 <sup>(3)</sup>	150 <sup>(3)</sup> -300 <sup>(3)</sup>	300 <sup>(2,3)</sup> -450 <sup>(3)</sup>
Caissons végétalisés	500 <sup>(3)</sup>	600 <sup>(3)</sup>	600 <sup>(3)</sup>
Enrochements	Végétalisés	100 <sup>(3)</sup> -200 <sup>(2)</sup>	300 <sup>(2)</sup> -350 <sup>(3)</sup>
	Nus	250 <sup>(2)</sup>	250 <sup>(2)</sup>

1 : Faber 2004 ; 2 : Schiechl et Stern 1996 ; 3 : Venti *et al.* 2003 ; 4 : Lachat 1994.

### Contraintes tractrice admissible pour les protections végétales

Matériaux / Végétaux	Limites de force tractrice (tensions tangentielles) en N/m <sup>2</sup>
Sable ou gravier fin	8 à 10
Pelouse, longtemps soumise à débit	15 à 18
Pelouse, sollicitée pendant peu de temps	20 à 30
Hélophytes	30 à 40
Couche de branches	35 à 45
Galets Ø 50 à 100 mm	40 à 60
Tapis anti-érosif, bionattes	80 à 180
Perré /enrochement, selon la taille	70 à 300
Gabions matelas, géomats renforcés	180 à 300
Tapis anti-érosif renforcé avec remplissage de fibres	400 à 670

Contraintes tractrices admissibles (fournisseur géogrille)

Les protections retenues sont synthétisées dans le tableau suivant :

	Force tractrice	Protection retenue
<b>Amont RD98</b>	Digue : 127 N/m <sup>2</sup>	Géogrille type géomats renforcés
	Lit mineur : 254 N/m <sup>2</sup>	Géogrille type géomats renforcés
<b>RD98 – Cave coopérative</b>	Amont : 266 N/m <sup>2</sup>	Cage gabion.
	Aval : 255 N/m <sup>2</sup>	Géogrille type géomats renforcés
<b>Pont Cave coopérative</b>	588 N/m <sup>2</sup>	Couche de branche à rejet avec enrochement en pied de berge en amont et en aval pour les raccordements  Enrochement au droit du pont, de la rampe de mise en vitesse et de la fosse de dissipation
<b>Pont Ducournau</b>	Risberme : 230 N/m <sup>2</sup>	Couche de branche à rejet avec enrochement en pied de berge
	589 N/m <sup>2</sup>	Enrochements existants
<b>Pont Ducournau – Déversoir</b>	Lit mineur : 203 N/m <sup>2</sup>	Géogrille type géomats renforcés  Couche de branche à rejet avec enrochement en pied de berge dans les extrados
<b>Déversoir du Pansard</b>	88 N/m <sup>2</sup>	Enrochements
<b>Digue de la plaine du Bastidon</b>	Est : 76 N/m <sup>2</sup>	Géogrille type géomats renforcés
	Ouest : 77 N/m <sup>2</sup>	
<b>Déversoir de sécurité des digues du Bastidon (Q100)</b>	640 N/m <sup>2</sup>	Enrochement liaisonné
<b>Maravenne</b>	Lit et digue : 234 N/m <sup>2</sup>	Géogrille type géomats renforcés



# NOTE DE CALCULS 3 PROFONDEUR D'AFFOUILLEMENT



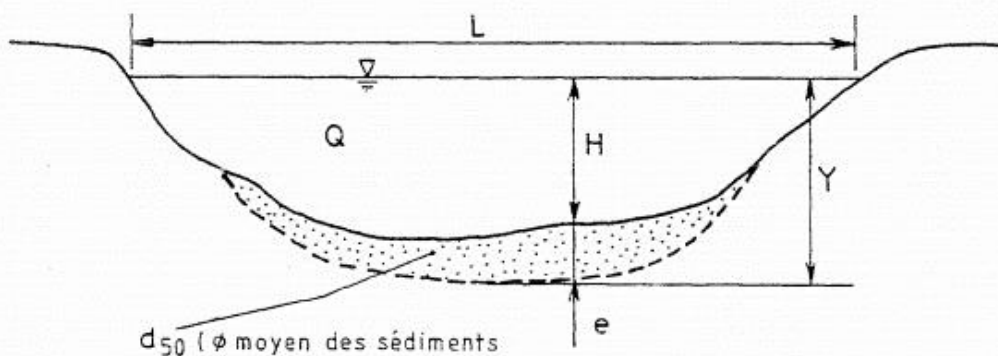
**Pied de berge**

L'estimation des affouillements est réalisée par l'application de la formule de Ramette :

$$Y = 0.73 \frac{q^{2/3}}{d_{50}^{1/6}}$$

$$q = \frac{Q}{L} \quad \text{m}^3/\text{s}/\text{m}$$

- L la largeur au miroir (largeur du plan d'eau)
  - d est le diamètre moyen du sédiment (d50 en m)
  - Y est la profondeur des fonds non mobilisés comptée à partir de la surface libre (en m) - figure 6.
- Cette formule a été vérifiée au d'Hydraulique de CHATOU par NICOLLET (2)



La granulométrie est issue des relevés géotechniques qui ont caractériser les sédiments des cours d'eau

	PANSARD amont RD98	PANSARD RD98 Cave amont	PANSARD RD98 Cave aval	PANSARD Ducournau - Déversoir	MARAVENNE
<b>Q (m3/s)</b>	117 (débit de plein bord)	216	216	216	360
<b>L (m)</b>	16	22.6	19.8	21.6	34
<b>Type de sédiments</b>	SM1 : Grave sableuse grossière à galets et cailloux	SM2 : Grave sableuse grossière à galets	SM2 : Grave sableuse grossière à galets	SM5 : Galets et blocs à matrice sableuse brune SM6 : Galets et blocs à matrice sableuse grossière brune	SM9 : Sable grossier à blocs et galets SM10 : Sable fin marron-ocre à galets à racines
<b>d<sub>50</sub> (m)</b>	3.30E-02	3.30E-02	3.30E-02	1.45E-01	3.30E-02
<b>Affouillement (m)</b>	<b>1.9</b>	<b>1.2</b>	<b>1.9</b>	<b>2.2</b>	<b>0.2</b>

 **Ce qu'il faut retenir...**

**Pour le dimensionnement des pieds de berge, on retient un affouillement potentiel de :**

- 2m sur le Pansard en amont du pont de la cave coopérative
- 2.2m sur le Pansard en aval du pont de la cave coopérative
- 0.5m sur Maravenne

**Dimension des blocs**

La formule d'Isbach est utilisée :

➤ **Formule d'Isbach**

$$D_{50} \geq \frac{b}{\lambda} \times \frac{V_v^2}{2g} \times \frac{\gamma_e}{\gamma_s - \gamma_e}$$

où

$D_{50}$  : diamètre médian des blocs (m)  
 $V_v$  : vitesse du courant au droit de l'enrochement (m.s<sup>-1</sup>)  
 $b = 0,7$  (enrochements enchâssés)  
 $\gamma_s$  : masse volumique des blocs (kg.m<sup>-3</sup>)  
 $\gamma_e$  : masse volumique de l'eau (kg.m<sup>-3</sup>)  
 $\lambda$  : coefficient de Lane

avec

$$\lambda = \cos \varphi \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \varphi}{\tan^2 \theta}}$$

$\theta$  : angle d'équilibre des blocs  
 $\varphi$  : angle du talus avec l'horizontale

**PANSARD amont RD98**

Poids volumique spécifique des grains	27	kN/m3
Poids volumique de l'eau	9.8	kN/m3
Vitesse du courant au voisinage des blocs	3.5	m/s
<i>Correction de la pente du talus (LANE) :</i>		
Angle du talus avec l'horizontale	22.5	degrés
Angle d'équilibre des blocs	40	degrés
LAMDA	0.73	
<b>Dimension minimale des blocs avec prise en compte du talus</b>	<b>0.34</b>	<b>m</b>

**PANSARD RD98 Cave**

Poids volumique spécifique des grains	27	kN/m3
---------------------------------------	----	-------



Poids volumique de l'eau	9.8	kN/m <sup>3</sup>
Vitesse du courant au voisinage des blocs	3.5	m/s
<i>Correction de la pente du talus (LANE) :</i>		
Angle du talus avec l'horizontale	22.5	degrés
Angle d'équilibre des blocs	40	degrés
LAMDA	0.73	
<b>Dimension minimale des blocs avec prise en compte du talus</b>	<b>0.34</b>	<b>m</b>

#### PANSARD RD98 Cave

Poids volumique spécifique des grains	27	kN/m <sup>3</sup>
Poids volumique de l'eau	9.8	kN/m <sup>3</sup>
Vitesse du courant au voisinage des blocs	3.5	m/s
<i>Correction de la pente du talus (LANE) :</i>		
Angle du talus avec l'horizontale	22.5	degrés
Angle d'équilibre des blocs	40	degrés
LAMDA	0.73	
<b>Dimension minimale des blocs avec prise en compte du talus</b>	<b>0.34</b>	<b>m</b>

#### PANSARD Ducournau - Deversoir

Poids volumique spécifique des grains	27	kN/m <sup>3</sup>
Poids volumique de l'eau	9.8	kN/m <sup>3</sup>
Vitesse du courant au voisinage des blocs	3.5	m/s
<i>Correction de la pente du talus (LANE) :</i>		
Angle du talus avec l'horizontale	22.5	degrés
Angle d'équilibre des blocs	40	degrés
LAMDA	0.73	
<b>Dimension minimale des blocs avec prise en compte du talus</b>	<b>0.34</b>	<b>m</b>

#### MARAVENNE

Poids volumique spécifique des grains	27	kN/m <sup>3</sup>
Poids volumique de l'eau	9.8	kN/m <sup>3</sup>
Vitesse du courant au voisinage des blocs	4	m/s
Coefficient de sécurité lié à la turbulence	1	
<i>Correction de la pente du talus (LANE) :</i>		
Angle du talus avec l'horizontale	22.5	degrés
Angle d'équilibre des blocs	40	degrés
LAMDA	0.73	
<b>Dimension minimale des blocs avec prise en compte du talus</b>	<b>0.44</b>	<b>m</b>

#### Ce qu'il faut retenir...

**Pour le dimensionnement des blocs d'enrochement des dimensions 0.3 / 0.6 (40 – 300kg) sont retenus**

#### Fosse de dissipation du déversoir de sécurité des digues de plaine du Bastidon

Pour la crue de dimensionnement du déversoir de sécurité des digues de la plaine du Bastidon, les déversements sont susceptibles d'éroder le pied de digue. Un ouvrage de dissipation d'énergie est prévu en pied de digue.

Ces dimensions sont :

- 1m de profondeur
- 6m de long

Les caractéristiques des déversement (Q100) sont les suivantes :

- Q=29 m<sup>3</sup>/s
- Hauteur d'eau sur le seuil : 13cm (hauteur critique) à 25cm
- Vitesses sur le seuil : 1.2m
- Hauteur du déversoir : 1.2 à 1.3m
- Charge : 1.63m

En considérant l'absence de dissipation d'énergie sur le coursier, la charge hydraulique au pied de la chute reste 1.63m (hypothèse sécuritaire). Dans ces conditions :

La hauteur d'eau est de 2cm (y<sub>1</sub>) sur le coursier et le nombre de Froude est de 16. La hauteur conjuguée, après le ressaut hydraulique est de 45cm

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \left( \sqrt{1 + 8 F_1^2} - 1 \right)$$

$$F_1 = V_1 / \sqrt{g y_1}$$

La longueur du ressaut hydraulique est au maximum de 3m

$$L = 6.9(y_2 - y_1)$$

#### Ce qu'il faut retenir...

La longueur de la fosse (6m) est compatible avec la longueur du ressaut hydraulique. La profondeur de la fosse étant de 1m, le ressaut sera noyé quel que soit les conditions d'écoulement en aval de la fosse.

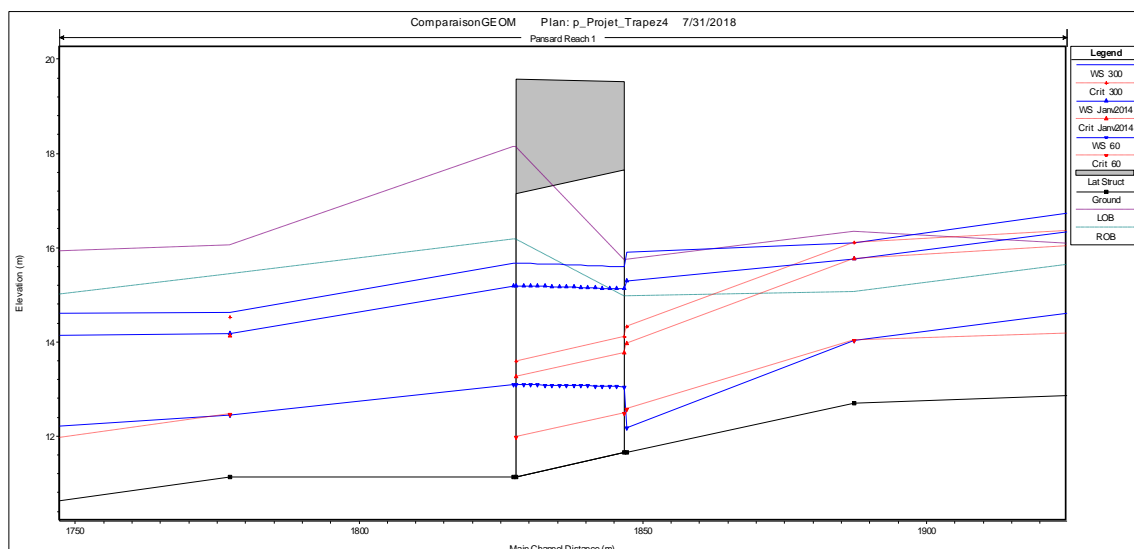
### Fosse de dissipation en aval de la rampe de mise en vitesse du pont de la cave coopérative

La modélisation hydraulique menée sur ce secteur montre que la rampe de mise en vitesse génère un changement de régime des écoulements (passage par la hauteur critique).

En aval le pont, le régime est fluvial, un ressaut hydraulique sera présent au niveau du pont. Ce ressaut hydraulique est le lieu d'une dissipation d'énergie importante où des mesures de protection sont nécessaires.

Pour les débits importants, la condition aval en régime fluvial, impose de régime dans l'ouvrage. Le ressaut est noyé par l'aval

Pour les débits les plus faibles (<100m<sup>3</sup>/s), un ressaut hydraulique est présent dans l'ouvrage



Une fosse de dissipation est néanmoins prévue car elle permet la restauration de l'habitat pour le Barbeau méridional actuellement présent.

Ces dimensions sont :

- 0.6m de profondeur
- 20m de long

Les caractéristiques des écoulements (Q2014) sont les suivantes :

- Q=216 m<sup>3</sup>/s
- Charge en amont de la rampe de mise en vitesse : 16.73m

En considérant l'absence de dissipation d'énergie sur le coursier, la charge hydraulique au pied de la chute reste 16.73m (hypothèse sécuritaire). Dans ces conditions :

La hauteur d'eau est de 83cm (y1) sur le coursier et le nombre de Froude est de 3.6. La hauteur conjuguée, après le ressaut hydraulique est de 4.6m

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \left( \sqrt{1 + 8 F_1^2} - 1 \right)$$

$$F_1 = V_1 / \sqrt{g y_1}$$

La longueur du ressaut hydraulique est au maximum de 20m

$$L = 6.9(y_2 - y_1)$$

Une profondeur de fosse de 57cm est nécessaire en considérant une vitesse nulle en aval de la fosse (hypothèse sécuritaire)

#### Ce qu'il faut retenir...

La longueur de la fosse (20m) est compatible avec la longueur du ressaut hydraulique  
La profondeur de la fosse étant de 0.6m, est compatible avec la profondeur nécessaire de la fosse.

# DETAIL DE L'ESTIMATION DU COUT DES AMENAGEMENTS



Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Pabourettes	
N° d'aménagement	
21	
Intitulé de l'aménagement	
Pabourettes	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	7,400	7,400.00
Démolition voirie	m <sup>2</sup>	50	15	750.00
Dépose mobilier urbains	FT	1	1,500	1,500.00
Démolition et évacuation béton	m <sup>3</sup>	30	60	1,800.00
Sous total travaux préparatoires				11,450.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Déblais	m <sup>3</sup>	4,000	10	40,000.00
Sous total travaux terrassements				40,000.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Piege a embacle	FT	1	15,000	15,000.00
Ouvrage d efranchissement	FT	1	15,000	15,000.00
Sous total travaux de génie civil				30,000.00
<b>Total</b>				<b>81,450.00</b>
Aléas			15%	12,217.50
<b>Montant des travaux hors taxes</b>				<b>93,667.50</b>
TVA			20%	18,733.50
<b>Montant des travaux TTC</b>				<b>112,401.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Fromentin (ou Pont bender)	Confortement de berge
N° d'aménagement	
20	
Intitulé de l'aménagement	
Fromentin (ou Pont bender)	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	17,000	17,000.00
Abattage d'arbre	U	10	100	1,000.00
Débroussaillage	m <sup>2</sup>	1,170	1	1,170.00
Sous total travaux préparatoires				19,170.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Décapage terre végétale	m <sup>2</sup>	1,170	4	4,680.00
Déblais	m <sup>3</sup>	1,250	10	12,500.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	1,500	3	3,750.00
Mise en oeuvre terre végétale	m <sup>2</sup>	1,560	10	15,600.00
Ensemencement	m <sup>2</sup>	1,560	1	1,560.00
Sous total travaux terrassements				38,090.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Enrochements bétonnés	m <sup>3</sup>	1,300	100	130,000.00
Sous total travaux de génie civil				130,000.00
			<b>Total</b>	<b>187,260.00</b>
			Aléas	15%
				28,089.00
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>215,349.00</b>
			TVA	20%
				43,069.80
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>258,418.80</b>



Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Divers	Création d'une ZEC (1,5 ha)
N° d'aménagement	
19	
Intitulé de l'aménagement	
Notre Dame des Maures	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	46,900	46,900.00
Abattage d'arbre	U	10	100	1,000.00
Débroussaillage	m <sup>2</sup>	14,000	1	14,000.00
Sous total travaux préparatoires				61,900.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Déblais	m <sup>3</sup>	26,290	10	262,900.00
Mise en oeuvre terre végétale	m <sup>2</sup>	14,000	10	140,000.00
Protection génie végétal	m <sup>2</sup>	920	40	36,800.00
Ensemencement	m <sup>2</sup>	14,000	1	14,000.00
Sous total travaux terrassements				453,700.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Sous total travaux de génie civil				-
			<b>Total</b>	<b>515,600.00</b>
			Aléas 15%	77,340.00
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>592,940.00</b>
			TVA 20%	118,588.00
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>711,528.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Amont RD98	Aménagement pluvial rte de Jouasse - Aval - longueur : 180 - section l= 4,8 x 1
N° d'aménagement	
18	
Intitulé de l'aménagement	
Aménagement pluvial route de la Jouasse	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	2,400	2,400.00
Débroussaillage	m <sup>2</sup>	900	1	900.00
Sous total travaux préparatoires				3,300.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Déblais	m <sup>3</sup>	1,800	10	18,000.00
Sous total travaux terrassements				18,000.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Ouvrage raccordement	FT	1	5,000	5,000.00
Sous total travaux de génie civil				5,000.00
			<b>Total</b>	<b>26,300.00</b>
			Aléas 15%	3,945.00
<b>Montant des travaux hors taxes</b>				<b>30,245.00</b>
			TVA 20%	6,049.00
<b>Montant des travaux TTC</b>				<b>36,294.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Amont RD98	Aménagement pluvial rte de Jouasse - Amont - longueur : 480ml - section 1.5 x 2 - Création portion chaussée submersible
N° d'aménagement	
18	
Intitulé de l'aménagement	
Assèchement pluvial route de la Jo	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	60,000	60,000.00
Démolition voirie	m <sup>2</sup>	1,600	15	24,000.00
Gestion des accès	FT	1	5,000	5,000.00
Sous total travaux préparatoires				89,000.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Réfection voirie	m <sup>2</sup>	1,850	75	138,750.00
Déblais en tranchée	m <sup>3</sup>	2,690	20	53,800.00
Remblais GNT 0/31.5	m <sup>3</sup>	1,480	18	26,647.00
Blindage	m <sup>2</sup>	1,920	3	5,760.00
Avaloir	U	48	1,000	48,000.00
Sous total travaux terrassements				272,957.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Enrochements bétonnés	m <sup>3</sup>	100	100	10,000.00
Cadre béton 1.5 x 1	ml	480	600	288,000.00
Sous total travaux de génie civil				298,000.00
			<b>Total</b>	<b>659,957.00</b>
			Aléas 15%	98,993.55
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>758,950.55</b>
			TVA 20%	151,790.11
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>910,740.66</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Amont RD98	Digue amont RD 98 - longueur 600 ml; - largeur crete 3m; - pente 2/1 - hauteur variable 0.50 à 3.20 m
N° d'aménagement	
17	
Intitulé de l'aménagement	
Digue amont RD98	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	63,100	63,100.00
Sous total travaux préparatoires				63,100.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Décapage terre végétale	m <sup>2</sup>	9,900	4	39,600.00
Déblais	m <sup>3</sup>	3,690	10	36,900.00
Remblais A1/A2	m <sup>3</sup>	7,200	15	108,000.00
Remblais drainant	m <sup>3</sup>	1,800	25	45,000.00
Remblais recharge aval	m <sup>3</sup>	3,600	15	54,000.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	23,700	3	59,250.00
Grillage antifouisseur	m <sup>2</sup>	8,050	5	40,249.00
Mise en oeuvre terre végétale	m <sup>2</sup>	9,850	10	98,498.00
Sous total travaux terrassements				481,497.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Ouvrage traversant	U	2	75,000	150,000.00
Sous total travaux de génie civil				150,000.00
			<b>Total</b>	<b>694,597.00</b>
			Aléas 15%	104,189.55
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>798,786.55</b>
			TVA 20%	159,757.31
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>958,543.86</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Amont RD98	Recalibrage amont RD 98 - longueur 450 ml; - protection berge en geogrid - pente 2/1 - hauteur variable 2.20 à 4m largeur 10 m
N° d'aménagement	
16	
Intitulé de l'aménagement	
Recalibrage Amont RD98	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	32,900	32,900.00
Abattage d'arbre	U	50	100	5,000.00
Débroussaillage	m <sup>2</sup>	8,700	1	8,700.00
Gestion des crues	FT	1	15,000	15,000.00
Gestion des plantes invasives	FT	1	15,000	15,000.00
Sous total travaux préparatoires				76,600.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Déblais	m <sup>3</sup>	13,050	10	130,500.00
Grillage antifouisseur	m <sup>2</sup>	8,100	5	40,500.00
Toile coco	m <sup>2</sup>	8,100	2	16,200.00
Ensemencement	m <sup>2</sup>	8,100	1	8,100.00
Sous total travaux terrassements				195,300.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Enrochements libres	m <sup>3</sup>	1,800	50	90,000.00
Sous total travaux de génie civil				90,000.00
			<b>Total</b>	<b>361,900.00</b>
			Aléas 15%	54,285.00
<b>Montant des travaux hors taxes</b>				<b>416,185.00</b>
			TVA 20%	83,237.00
<b>Montant des travaux TTC</b>				<b>499,422.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
RD98 - Cave coopérative	Création d'un gué: - Largeur 8 m; - longueur 14m
N° d'aménagement	
15	
Intitulé de l'aménagement	
Aménagement Gué de la Forge	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	14,100	14,100.00
Démolition voirie	m <sup>2</sup>	200	15	3,000.00
Gestion des acces	FT	1	5,000	5,000.00
Démolition ouvrages existant	FT	1	40,000	40,000.00
Sous total travaux préparatoires				62,100.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Déblais	m <sup>3</sup>	60	10	600.00
Remblais techniques	m <sup>3</sup>	160	50	8,000.00
Sous total travaux terrassements				8,600.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Béton armé	m <sup>3</sup>	120	500	60,000.00
Buse DN 500	ml	99	250	24,750.00
Sous total travaux de génie civil				84,750.00
			<b>Total</b>	<b>155,450.00</b>
			Aléas	15%
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>178,767.50</b>
			TVA	20%
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>214,521.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
RD98 - Cave coopérative	Recalibrage aval: - longueur 280 ml; - protection berge entechnique végétales - Hauteur variable 3,60 à 4,40 m; - pente 2/1
N° d'aménagement	
14	
Intitulé de l'aménagement	
n RD98 - Pont de la Cave coop	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	21,600	21,600.00
Abattage d'arbre	U	50	100	5,000.00
Gestion des crues	FT	1	15,000	15,000.00
Gestion des plantes invasives	FT	1	15,000	15,000.00
Sous total travaux préparatoires				56,600.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Déblais	m <sup>3</sup>	6,300	10	63,000.00
Grillage antifouisseur	m <sup>2</sup>	5,600	5	28,000.00
Mise en oeuvre terre végétale	m <sup>2</sup>	5,600	10	56,000.00
Ensemencement	m <sup>2</sup>	5,600	1	5,600.00
Sous total travaux terrassements				152,600.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Enrochements libres	m <sup>3</sup>	560	50	28,000.00
Sous total travaux de génie civil				28,000.00
			<b>Total</b>	<b>237,200.00</b>
			Aléas	15%
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>272,780.00</b>
			TVA	20%
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>327,336.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
RD98 - Cave coopérative	Recalibrage amont: - longueur 300 ml; - protection berge en gabion; - Hauteur variable 4 à 4.62 m; - pente 1/1
N° d'aménagement	
14	
Intitulé de l'aménagement	
RD98 - Pont de la Cave coopérative	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	74,700	74,700.00
Abattage d'arbre	U	40	100	4,000.00
Gestion des crues	FT	1	15,000	15,000.00
Gestion des plantes invasives	FT	1	15,000	15,000.00
Sous total travaux préparatoires				108,700.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Déblais	m <sup>3</sup>	12,150	10	121,500.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	6,000	3	15,000.00
Sous total travaux terrassements				136,500.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Gabion	m <sup>3</sup>	4,800	120	576,000.00
Sous total travaux de génie civil				576,000.00
			<b>Total</b>	<b>821,200.00</b>
			Aléas 15%	123,180.00
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>944,380.00</b>
			TVA 20%	188,876.00
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>1,133,256.00</b>



Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
RD98 - Cave coopérative	Reprise du pont de la cave coopérative
N° d'aménagement	- démolition du pont existant;
13	- longueur 21ml
Intitulé de l'aménagement	- largeur 25.5m
Aménagement pont Cave coopérative	- protection berge 140 ml amont et 120 ml aval

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	135,900	135,900.00
Gestion des acces	FT	1	150,000	150,000.00
Gestion des crues	FT	1	10,000	10,000.00
Démolition pont existant	FT	1	100,000	100,000.00
Sous total travaux préparatoires				395,900.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Déblais	m <sup>3</sup>	5,200	10	52,000.00
Protection génie végétal	m <sup>2</sup>	3,600	40	144,000.00
Remblais techniques	m <sup>3</sup>	100	75	7,500.00
Réfection voirie	m <sup>2</sup>	300	75	22,500.00
Sous total travaux terrassements				226,000.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Enrochements libres	m <sup>3</sup>	1,730	50	86,500.00
Béton armé	m <sup>3</sup>	521	800	416,800.00
Glissière de protection	ml	50	200	10,000.00
Pieux	FT	1	170,000	170,000.00
Poutraison	FT	1	190,000	190,000.00
Sous total travaux de génie civil				873,300.00
			<b>Total</b>	<b>1,495,200.00</b>
			Aléas 15%	224,280.00
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>1,719,480.00</b>
			TVA 20%	343,896.00
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>2,063,376.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Pont Ducourneau Déversoir	Création ouverture pont Ducourneau: - longueur 15ml; - largeur 10m, -protection berge en génie végétal (210 ml)
N° d'aménagement	
11	
Intitulé de l'aménagement	
nouvelle ouverture pont Duc	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	43,500	43,500.00
Démolition voirie	m <sup>2</sup>	180	15	2,700.00
Gestion des acces	FT	1	40,000	40,000.00
Gestion des crues	FT	1	1,000	1,000.00
Sous total travaux préparatoires				87,200.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Déblais	m <sup>3</sup>	5,225	10	52,250.00
Protection génie végétal	m <sup>2</sup>	500	40	20,000.00
Remblais techniques	m <sup>3</sup>	360	50	18,000.00
Réfection voirie	m <sup>2</sup>	260	75	19,500.00
Sous total travaux terrassements				109,750.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Béton armé	m <sup>3</sup>	244	800	195,200.00
Glissière de protection	ml	30	200	6,000.00
Pieux	FT	1	80,000	80,000.00
Sous total travaux de génie civil				281,200.00
			<b>Total</b>	<b>478,150.00</b>
			Aléas 15%	71,722.50
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>549,872.50</b>
			TVA 20%	109,974.50
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>659,847.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Pont Ducourneau Déversoir	Recalibrage en rive droite (1150 ml): - Protection de berge en géogridde, extrados en génie végétal; - Hauteur variable 4 à 4,25 m - Pente des talus 2/1; - Largeur en fonds 13 m;
N° d'aménagement	
10	
Intitulé de l'aménagement	
Insard entre le pont Ducourneau	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	128,600	128,600.00
Abattage d'arbre	U	160	100	16,000.00
Débroussaillage	m <sup>2</sup>	49,450	1	49,450.00
Gestion des crues	FT	1	15,000	15,000.00
Gestion des plantes invasives	FT	1	15,000	15,000.00
Sous total travaux préparatoires				224,050.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Déblais	m <sup>3</sup>	18,400	10	184,000.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	6,900	3	17,250.00
Grillage antifouisseur	m <sup>2</sup>	12,731	5	63,657.00
Mise en oeuvre terre végétale	m <sup>2</sup>	19,631	10	196,314.00
Protection génie végétal	m <sup>2</sup>	9,121.0	40	364,840.00
Ensemencement	m <sup>2</sup>	19,631	1	19,631.00
Sous total travaux terrassements				845,692.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Enrochements libres	m <sup>3</sup>	6,900	50	345,000.00
Sous total travaux de génie civil				345,000.00
			<b>Total</b>	<b>1,414,742.00</b>
			Aléas 15%	212,211.30
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>1,626,953.30</b>
			TVA 20%	325,390.66
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>1,952,343.96</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Plaine du Bastidon	- Longueur 360 ml
N° d'aménagement	- Hauteur : variable de 0 à 1.5 m
9	- talus de 2/1
Intitulé de l'aménagement	- largeur variable 100 à 25 m
l'un déversoir vers la plaine du	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	188,400	188,400.00
Abattage d'arbre	U	10	100	1,000.00
Débroussaillage	m <sup>2</sup>	2,000	1	2,000.00
Sous total travaux préparatoires				191,400.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Décapage terre végétale	m <sup>2</sup>	11,200	4	44,800.00
Déblais	m <sup>3</sup>	12,800	10	128,000.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	11,200	3	28,000.00
Sous total travaux terrassements				200,800.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Enrochements maconnés	m <sup>3</sup>	11,200	150	1,680,000.00
Sous total travaux de génie civil				1,680,000.00
<b>Total</b>				<b>2,072,200.00</b>
Aléas			15%	310,830.00
<b>Montant des travaux hors taxes</b>				<b>2,383,030.00</b>
TVA			20%	476,606.00
<b>Montant des travaux TTC</b>				<b>2,859,636.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Plaine du Bastidon	Digue en terre
N° d'aménagement	- Longueur 1250 m (dont 200 ml de déversoir)
7b	- Hauteur : variable de 1.10 m à 1.80 m
Intitulé de l'aménagement	- talus de 2/1
Digue est en terre	- largeur de la crête de digue : 3m

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	118,200	118,200.00
Abattage d'arbre	U	15	100	1,500.00
Débroussaillage	m <sup>2</sup>	500	1	500.00
Démolition voirie	m <sup>2</sup>	300	15	4,500.00
Gestion des acces	FT	1	10,000	10,000.00
Démolition et évacuation béton	m <sup>3</sup>	5	60	300.00
Sous total travaux préparatoires				135,000.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Décapage terre végétale	m <sup>2</sup>	16,600	4	66,400.00
Déblais	m <sup>3</sup>	8,913	10	89,125.00
Remblais A1/A2	m <sup>3</sup>	18,750	15	281,250.00
Remblais drainant	m <sup>3</sup>	2,640	25	66,000.00
Remblais recharge aval	m <sup>3</sup>	4,200	15	63,000.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	24,400	3	61,000.00
Réfection voirie	m <sup>2</sup>	300	75	22,500.00
Reprise de fossé	ml	800	20	16,000.00
Sous total travaux terrassements				665,275.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Enrochements bétonnés	m <sup>3</sup>	5,000	100	500,000.00
Sous total travaux de génie civil				500,000.00
			<b>Total</b>	<b>1,300,275.00</b>
			Aléas 15%	195,041.25
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>1,495,316.25</b>
			TVA 20%	299,063.25
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>1,794,379.50</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Plaine du Bastidon	Digue en terre - Longueur 600m -o Hauteur : variable de 0,3m à 2.00m - talus de 2/1 - largeur de la crête de digue : 3m
N° d'aménagement	
7a	
Intitulé de l'aménagement	
Digue ouest en terre	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	44,300	44,300.00
Sous total travaux préparatoires				44,300.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Décapage terre végétale	m <sup>2</sup>	6,600	4	26,400.00
Déblais	m <sup>3</sup>	2,550	10	25,500.00
Remblais A1/A2	m <sup>3</sup>	9,000	15	135,000.00
Remblais drainant	m <sup>3</sup>	960	25	24,000.00
Remblais recharge aval	m <sup>3</sup>	2,400	15	36,000.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	10,200	3	25,500.00
Grillage antifouisseur	m <sup>2</sup>	6,000	5	30,000.00
Mise en oeuvre terre végétale	m <sup>2</sup>	6,000	10	60,000.00
Ensemencement	m <sup>2</sup>	6,000	1	6,000.00
Sous total travaux terrassements				368,400.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Ouvrage traversant DN1000	FT	1	75,000	75,000.00
Sous total travaux de génie civil				75,000.00
			<b>Total</b>	<b>487,700.00</b>
			Aléas 15%	73,155.00
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>560,855.00</b>
			TVA 20%	112,171.00
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>673,026.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Plaine du Bastidon	Digue en palplaine - Longueur : 470 m - Hauteur : variable de 1,10m à 1,60m - Intégration paysagère
N° d'aménagement	
6b	
Intitulé de l'aménagement	
Digue est en palplanches	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	70,400	70,400.00
Abattage d'arbre	U	10	100	1,000.00
Débroussaillage	m²	2,350	1	2,350.00
Sous total travaux préparatoires				73,750.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Sous total travaux terrassements				-
<b>Travaux de génie civil</b>				
Fourniture et mise en œuvre palplanches	m²	2,820	220	620,400.00
Habillage Palplanches bois	m²	705	100	70,500.00
Batardeau	FT	1	10,000	10,000.00
Sous total travaux de génie civil				700,900.00
			<b>Total</b>	<b>774,650.00</b>
			Aléas	15%
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>890,847.50</b>
			TVA	20%
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>1,069,017.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Plaine du Bastidon	Digue en palplanche - Longueur : 450 m - Hauteur : variable de 1,34m à 2.14m - Intégration paysagère
N° d'aménagement	
6a	
Intitulé de l'aménagement	
Digue ouest en palplanches	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	67,500	67,500.00
Abattage d'arbre	U	10	100	1,000.00
Débroussaillage	m²	2,250	1	2,250.00
Sous total travaux préparatoires				70,750.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Sous total travaux terrassements				-
<b>Travaux de génie civil</b>				
Fourniture et mise en œuvre palplanches	m²	2,700	220	594,000.00
Habillage Palplanches bois	m²	675	100	67,500.00
Batardeau	FT	1	10,000	10,000.00
Sous total travaux de génie civil				671,500.00
			<b>Total</b>	<b>742,250.00</b>
			Aléas	15%
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>853,587.50</b>
			TVA	20%
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>1,024,305.00</b>



Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Maravenne	- Longueur : 600 ml - pente de talus : 3/2 - largeur en fond : 18m - lit d'égiage (sur profondeur 30 cm)
N° d'aménagement	
5	
Intitulé de l'aménagement	
Recalibrage rive Gauche du Maravenne	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	45,200	45,200.00
Abattage d'arbre	U	150	100	15,000.00
Débroussaillage	m <sup>2</sup>	12,800	1	12,800.00
Gestion des plantes invasives	FT	1	15,000	15,000.00
Sous total travaux préparatoires				88,000.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Décapage terre végétale	m <sup>2</sup>	12,800	4	51,200.00
Déblais	m <sup>3</sup>	16,600	10	166,000.00
Piste	m <sup>2</sup>	1,875	10	18,750.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	12,800	3	32,000.00
Mise en oeuvre terre végétale	m <sup>2</sup>	12,800	10	128,000.00
Ensemencement	m <sup>2</sup>	12,800	1	12,800.00
Sous total travaux terrassements				408,750.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Sous total travaux de génie civil				-
			<b>Total</b>	<b>496,750.00</b>
			Aléas	15%
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>571,262.50</b>
			TVA	20%
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>685,515.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Maravenne	Confortement de la digue existante: - Longueur : 625 ml - Digue en terre - pente de talus : 2/1 - largeur en crête : 3m - Maintien de la cote de la crête : Variable de 5.76 à 6,63 mNGF
N° d'aménagement	
4	
Intitulé de l'aménagement	
Confortement de la digue rive gauche existante	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	42,200	42,200.00
Abattage d'arbre	U	60	100	6,000.00
Débroussaillage	m <sup>2</sup>	7,500	1	7,500.00
Gestion des plantes invasives	FT	1	15,000	15,000.00
Sous total travaux préparatoires				70,700.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Décapage terre végétale	m <sup>2</sup>	3,750	4	15,000.00
Déblais	m <sup>3</sup>	8,125	10	81,250.00
Remblais A1/A2	m <sup>3</sup>	4,688	15	70,313.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	4,375	3	10,938.00
Grillage antifouisseur	m <sup>2</sup>	4,375	5	21,875.00
Mise en oeuvre terre végétale	m <sup>2</sup>	6,250	10	62,500.00
Ensemencement	m <sup>2</sup>	6,250	1	6,250.00
Sous total travaux terrassements				268,126.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Mur en L, (h<1 m)	ml	625	200	125,000.00
Sous total travaux de génie civil				125,000.00
			<b>Total</b>	<b>463,826.00</b>
			Aléas	15%
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>533,399.90</b>
			TVA	20%
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>640,079.88</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Maravenne	Création d'une passerelle piétonne: - portée 25 m; - raccordement cheminement piéton existant rive droite (6àml)
N° d'aménagement	
3	
Intitulé de l'aménagement	
Passerelle du port	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	1,100	1,100.00
Plantation arbres	U	75	150	11,250.00
Sous total travaux préparatoires				12,350.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Piste	m <sup>2</sup>	300	10	3,000.00
Sous total travaux terrassements				3,000.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Pieux	FT	1	100,000	100,000.00
Culées	U	2	16,000	32,000.00
Tablier	FT	1	180,000	180,000.00
Sous total travaux de génie civil				312,000.00
			<b>Total</b>	<b>327,350.00</b>
			Aléas 15%	49,102.50
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>376,452.50</b>
			TVA 20%	75,290.50
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>451,743.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Maravenne	Les caractéristiques de l'ouvrage projeté sont les suivantes : - Longueur : 18 ml - Largeur : 11m - Cote tablier 3.5mNGF - Ouvrage sur pieux
N° d'aménagement	
2	
Intitulé de l'aménagement	
Pont du Port	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	14,200	14,200.00
Démolition voirie	m <sup>2</sup>	250	15	3,750.00
Démolition et évacuation béton	m <sup>3</sup>	500	60	30,000.00
Démolition et évacuation palplanches	ml	20	100	2,000.00
Création caisson paplanches	U	2	53,000	106,000.00
Sous total travaux préparatoires				155,950.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Remblais techniques	m <sup>3</sup>	1,300	50	65,000.00
Réfection voirie	m <sup>2</sup>	420	75	31,500.00
Sous total travaux terrassements				96,500.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Enrochements libres	m <sup>3</sup>	200	50	10,000.00
Glissière de protection	ml	40	200	8,000.00
Pieux	FT	1	200,000	200,000.00
Culées	U	2	42,000	84,000.00
Tablier	FT	1	360,000	360,000.00
Dalle de transition	U	2	18,000	36,000.00
Sous total travaux de génie civil				698,000.00
			<b>Total</b>	<b>950,450.00</b>
			Aléas 15%	142,567.50
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>1,093,017.50</b>
			TVA 20%	218,603.50
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>1,311,621.00</b>

Secteur	Descriptif sommaire de l'aménagement
Maravenne	Création d'un ouvrage de délestage: - longueur 630 ml; - largeur 25 m - profondeur 4 à 5m - protection de berge en palplanches + glissière - 1 pistes de 3m avec plantation d'arbres
N° d'aménagement	
1	
Intitulé de l'aménagement	
Chenal du port	

Description	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
<b>Travaux préparatoires</b>				
Installations de chantier et études	FT	1	494,000	494,000.00
Abattage d'arbre	U	5	100.00	500.00
Débroussaillage	m <sup>2</sup>	18,900	1.00	18,900.00
Déplacement Réseau et STEP	FT	1	829,000.00	829,000.00
Plantation arbres	U	158	150.00	23,625.00
Sous total travaux préparatoires				1,366,025.00
<b>Travaux de terrassements</b>				
Décapage terre végétale	m <sup>2</sup>	18,900	4.00	75,600.00
Déblais	m <sup>3</sup>	63,000	10.00	630,000.00
Piste	m <sup>2</sup>	1,890	10.00	18,900.00
Géotextile	m <sup>2</sup>	360	2.50	900.00
Sous total travaux terrassements				725,400.00
<b>Travaux de génie civil</b>				
Enrochements maconnés	m <sup>3</sup>	360	150.00	54,000.00
Fourniture et mise en œuvre palplanches	m <sup>2</sup>	10,080	220.00	2,217,600.00
Poutre de couronnement	ml	1,260	650.00	819,000.00
Glissière de protection	ml	1,260	200.00	252,000.00
Sous total travaux de génie civil				3,342,600.00
			<b>Total</b>	<b>5,434,025.00</b>
			Aléas	15%
			<b>Montant des travaux hors taxes</b>	<b>6,249,128.75</b>
			TVA	20%
			<b>Montant des travaux TTC</b>	<b>7,498,954.50</b>

