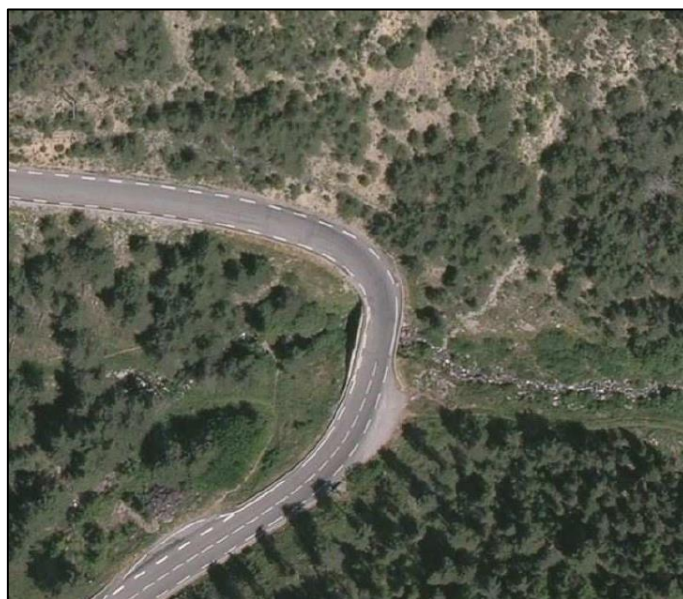


**Commune de Montgenèvre
Département des Hautes Alpes**

PONT DE FONTAINE CRETET



Indice

C

Date

08/04/2022

Échelle

1 :1

Format

A4

FAISA

**Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage
Mémoire technique**



	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--


Tableau des modifications

Indice	Statut	Date	Intitulé de la modification	Rédacteur	Vérificateur
A	0	29/06/2020	Premier indice	MH	MD
B	0	19/05/2021	Ajout du calcul d'indice de danger + mise à jour de forme	MD	LT
B	1	12/07/2021	Maj suivant contrôle interne	MD	LT
C	0	15/11/2021	Maj. suivant remarques du contrôle extérieur	CN	LT
C	1	08/04/2022	Maj. suivant remarques du contrôle extérieur	CN	LT


	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

Sommaire

TABLEAU DES MODIFICATIONS	2
SOMMAIRE	3
1. INTRODUCTION ET OBJET DU RAPPORT.....	5
2. PRESENTATION DE L'OUVRAGE.....	6
2.1. Localisation.....	6
2.2. Vue en plan 3D.....	7
2.3. Plan topographique.....	7
3. HYPOTHESES ET DONNEES	8
3.1. Documents de référence.....	8
3.2. Règlements de calcul – références et guides techniques	9
3.3. Classe d'exposition du tablier.....	9
3.4. Matériaux.....	11
3.4.1. Béton	11
3.4.2. Aciers de béton armé.....	11
3.4.3. Aciers de charpente métallique	11
3.5. Charges appliquées à l'ouvrage.....	12
3.5.1. Charges permanentes	12
3.5.2. Superstructures	12
3.5.3. Surcharges routières	12
3.5.4. Combinaisons d'action – état limite de service	14
4. SELECTION DES SOLUTIONS DE REMPLACEMENT	15
4.1. Ouvrage côté amont.....	16
4.1.1. Généralités	16
4.1.2. Traverse	17
4.1.3. Piédroits.....	17
4.1.4. Murs en retour	17
4.1.5. Superstructures	17
4.1.6. Mode constructif	17
4.1.7. Prédimensionnement.....	17
4.1.8. Calcul de l'indice de danger et définition du niveau de retenue.....	18
4.2. Ouvrage construit en lieu et place de l'ouvrage existant	20
4.2.1. Généralités	20
4.2.2. Principe de reconstruction de l'ouvrage.....	20
4.2.3. Ouvrage projeté.....	22
4.2.4. Appuis.....	22
4.2.5. Murs en retour	22
4.2.6. Superstructures	22
4.2.7. Mode constructif	23

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

4.2.8. Prédimensionnement.....	23
4.2.9. Calcul de l'indice de danger et définition du niveau de retenue.....	24
4.3. Ouvrage côté aval.....	25
4.3.1. Généralités	26
4.3.2. Tablier.....	26
4.3.3. Appuis.....	26
4.3.4. Murs en retour	26
4.3.5. Superstructures	26
4.3.6. Paroi clouée.....	27
4.3.7. Mode constructif	27
4.3.8. Prédimensionnement.....	28
4.3.9. Calcul de l'indice de danger et définition du niveau de retenue.....	29
5. PHASAGE, DELAI ET COUT DES TRAVAUX	31
5.1. Ouvrage côté amont.....	31
5.1.1. Phasage travaux.....	31
5.1.2. Cout et délais.....	34
5.2. Ouvrage construit en lieu et place de l'ouvrage existant	34
5.2.1. Phasage travaux.....	34
5.2.2. Cout et délais.....	36
5.3. Ouvrage côté aval.....	37
5.3.1. Phasage travaux.....	37
5.3.2. Cout et délais.....	39
6. DELAIS D'INSTRUCTION RELATIFS AUX PROCEDURES ENVIRONNEMENTALES	40
6.1.1. Etude d'impact (évaluation environnementale) et concertation publique.....	40
6.1.2. Procédure Loi sur l'eau.....	40
6.1.3. Dérogation aux mesures de protection de la faune et de la flore sauvage et de leurs habitats.....	40
6.1.4. Déclaration d'utilité publique.....	40

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--




1. INTRODUCTION ET OBJET DU RAPPORT

Le pont de Fontaine Crétet est un pont atypique à poutres sous chaussée non entretoisées en béton armé, d'une seule travée. La portée de cette travée est de 10m, et la largeur utile de l'ouvrage de 9m dont 7m roulant. Le tablier repose sur des culées en béton armé, dont les murs en retour sont construits en maçonnerie.

L'ouvrage a fait l'objet en 2015 et 2016 d'un avant-projet et d'un projet de réparation (GINGER CEBTP) qui ont conclu à une réparation structurelle d'une part et un traitement électrochimique d'autre part pour assurer la durabilité de l'ouvrage. Ce traitement électrochimique n'a toutefois pas été retenu par le maître d'ouvrage.

L'objet de ce présent rapport est d'étudier les solutions de remplacement de l'ouvrage.

Les objectifs visés au travers de cette étape 2b sont les suivants :

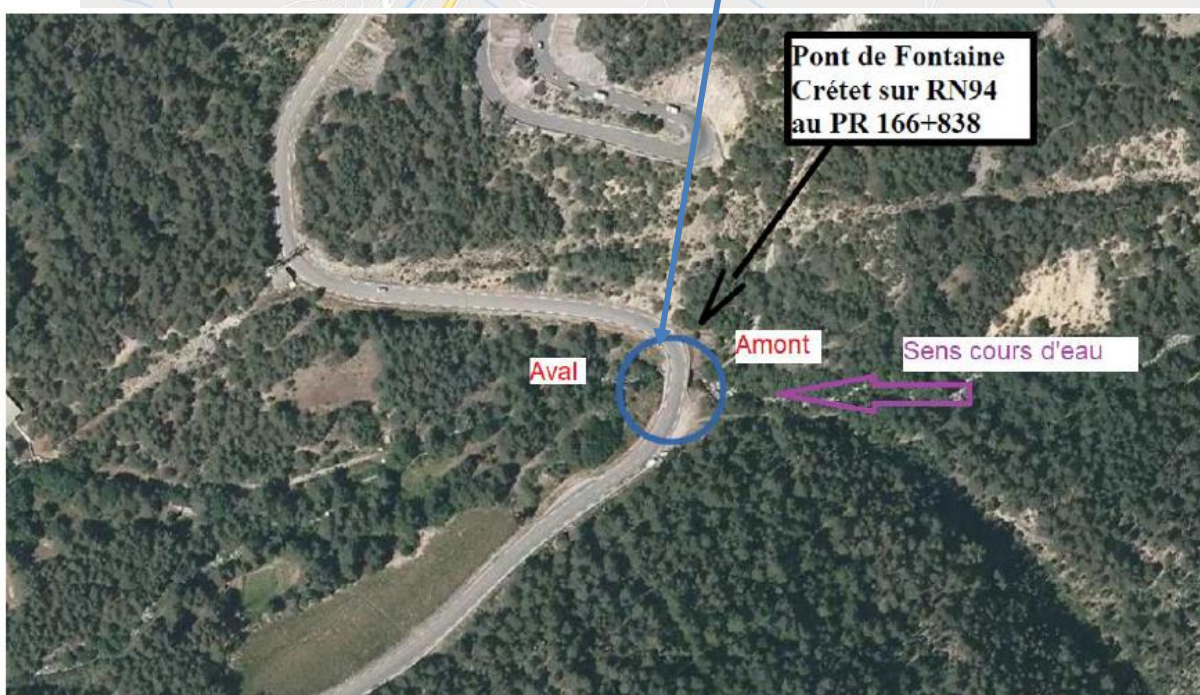
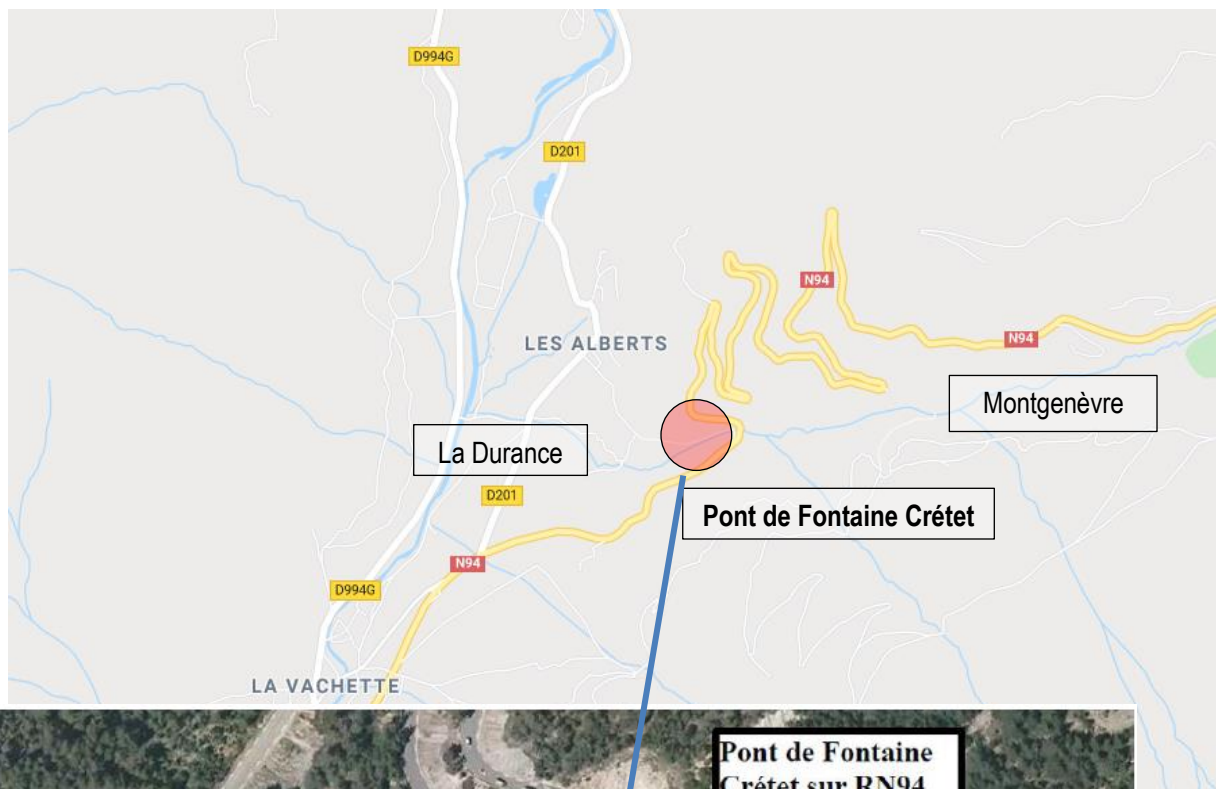
-  Définir les solutions techniques envisageables pour remplacer l'ouvrage et les coûts associés ;
-  Déterminer les procédures administratives inhérents à ces solutions ;
-  Définir les délais associés à ces solutions.

2. PRESENTATION DE L'OUVRAGE

L'ouvrage est un pont à poutres sous chaussée non entretoisées en béton armé, d'une seule travée. La portée de cette travée est de 10m, et la largeur utile de l'ouvrage de 9m dont 7m roulant. Le tablier repose sur des culées en béton armé, dont les murs en retour sont construits en maçonnerie.

2.1. Localisation

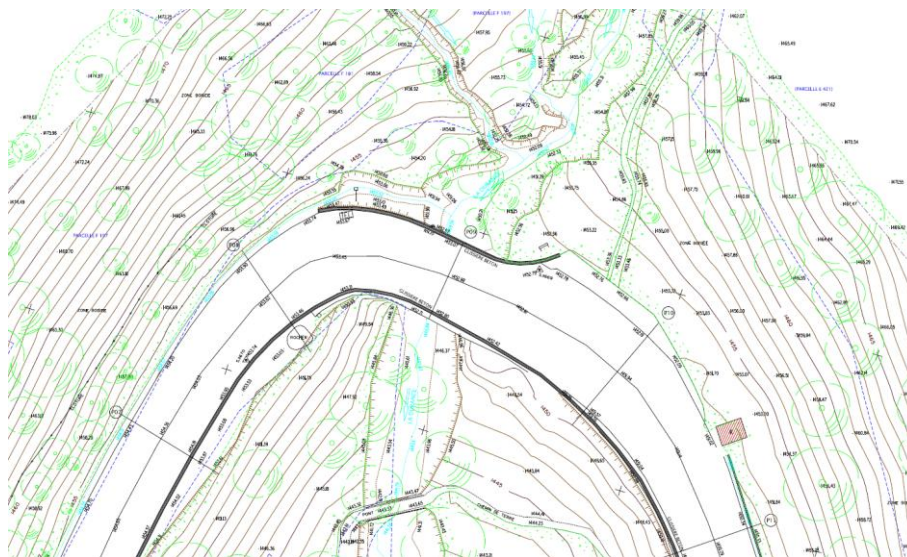
Il est situé sur la commune de Montgenèvre (05100) dans les hautes Alpes et permet le franchissement du cours d'eau la Durance par la RN 94.




2.2. Vue en plan 3D



2.3. Plan topographique




	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

3. HYPOTHESES ET DONNEES

3.1. Documents de référence

- ✚ BORDEREAU 0 (Pièces relatives à la consultation)
 - Avis d'Appel à la Concurrence (AAC)
 - Règlement de la Consultation (RC)
- ✚ BORDEREAU 1 (Pièces écrites contractuelles)
 - Acte d'Engagement (AE)
 - Cahier des Clauses Particulières (CCP)
 - Décomposition analytique de la rémunération
- ✚ BORDEREAU 2 (Pièces techniques non contractuelles)
 - 2.1 Avant-projet de réparation (2015)
 - 2.2 Projet de réparation (2016)
 - 2.3 Rapport d'investigation sur le béton de l'ouvrage
 - 2.4 Plan de situation
 - 2.5 Coupe transversale de l'ouvrage
 - 2.6 Dossier photographique (2018)
 - 2.7 Fiche de recensement de l'ouvrage
- ✚ DT relatif aux concessionnaires réseaux :
 - Orange
 - ENEDIS
 - FREE
 - DIRMED
- ✚ Données topographiques et levé d'ouvrage
 - Plan topographique
 - Cahier des profils
 - Cahier de l'ouvrage
 - Cahier des coupes
- ✚ Autre
 - L'avis du contrôle extérieur (CEREMA) sur le rapport AVP et le rapport investigations sur le béton de l'ouvrage ;
 - Les modifications demandées à Ginger entre l'AVP et le PRO, relatives aux aciers ajoutés et aux justifications.


	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

3.2. Règlements de calcul – références et guides techniques

- + De manière générale, les justifications relatives aux études de conception sont issues des textes énumérés suivants :
- + Les normes NF EN 1990 et NF EN 1990/A1 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1990/NA et NF EN 1990/A1/NA ;
- + Les normes NF EN 1991-1-1 et NF EN 1991-1-3 à NF EN 1991-1-7 ainsi que leurs annexes nationales, les normes NF EN 1991-1-1/NA et NF EN 1991-1-3/NA à NF EN 1991-1-7/NA ;
- + La norme NF EN 1991-2 et son annexe nationale, la norme NF EN 1991-2/NA ;
- + Les normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-2 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1992-1-1/NA et NF EN 1992-2/NA ;
- + La norme NF EN 1997-1 et son annexe nationale, la norme NF EN 1997-1/NA, ainsi que les normes d'application nationales NF P 94-261, NF P 94-262, NF P 94-270, NF P 94-282 et, en l'absence des autres normes d'application, le fascicule 62 titre V du CCTG ;
- + Les normes NF EN 1998-1, NF EN 1998-2, NF EN 1998-5 et leurs annexes nationales, les normes NF EN 1998-1/NA, NF EN 1998-2/NA, NF EN 1998-5/NA ;
- + Les guides techniques de conception édités par le Sétra ;
- + Guide SETRA « Eurocodes 3 et 4 - Application aux ponts-routes mixtes acier-béton » ;
- + Guide de conception « Ponts mixtes acier – béton » de SETRA ;
- + Guide de conception « Ponts-dalles » de SETRA ;
- + Guide technique « CHAMOA – PIPO » de CEREMA ;
- + Abaques de pré-dimensionnement de ponts courants à partir de CHAMOA-P de CEREMA.

3.3. Classe d'exposition du tablier

Les conditions d'exposition sont les conditions physiques et chimiques auxquelles la structure est exposée, en plus des actions mécaniques. Les conditions d'environnement sont classées conformément au Tableau 4.1, basé sur l'EN 206-1.


	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

Désignation de la classe	Description de l'environnement :	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
1 Aucun risque de corrosion ni d'attaque		
X0	Béton non armé et sans pièces métalliques noyées : toutes expositions sauf en cas de gel/dégel, d'abrasion et d'attaque chimique Béton armé ou avec des pièces métalliques noyées : très sec	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est très faible
2 Corrosion induite par carbonatation		
XC1	Sec ou humide en permanence	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est faible Béton submergé en permanence dans de l'eau
XC2	Humide, rarement sec	Surfaces de béton soumises au contact à long terme de l'eau Un grand nombre de fondations
XC3	Humidité modérée	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est moyen ou élevé Béton extérieur abrité de la pluie
XC4	Alternativement humide et sec	Surfaces de béton soumises au contact de l'eau, mais n'entrant pas dans la classe d'exposition XC2
3 Corrosion induite par les chlorures		
XD1	Humidité modérée	Surfaces de béton exposées à des chlorures transportés par voie aérienne
XD2	Humide, rarement sec	Piscines Éléments en béton exposés à des eaux industrielles contenant des chlorures
XD3	Alternativement humide et sec	Éléments de ponts exposés à des projections contenant des chlorures Chaussées Dalles de parcs de stationnement de véhicules
4 Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer		
XS1	Exposé à l'air véhiculant du sel marin mais pas en contact direct avec l'eau de mer	Structures sur ou à proximité d'une côte
XS2	Immergé en permanence	Éléments de structures marines
XS3	Zones de marnage, zones soumises à des projections ou à des embruns	Éléments de structures marines
5 Attaque gel/dégel		
XF1	Saturation modérée en eau, sans agent de déverglaçage	Surfaces verticales de béton exposées à la pluie et au gel
XF2	Saturation modérée en eau, avec agents de déverglaçage	Surfaces verticales de béton des ouvrages routiers exposés au gel et à l'air véhiculant des agents de déverglaçage
XF3	Forte saturation en eau, sans agents de déverglaçage	Surfaces horizontales de béton exposées à la pluie et au gel
XF4	Forte saturation en eau, avec agents de déverglaçage ou eau de mer	Routes et tabliers de pont exposés aux agents de déverglaçage. Surfaces de béton verticales directement exposées aux projections d'agents de déverglaçage et au gel. Zones des structures marines soumises aux projections et exposées au gel
6 Attaques chimiques		
XA1	Environnement à faible agressivité chimique selon l'EN 206-1, Tableau 2	Sols naturels et eau dans le sol
XA2	Environnement d'agressivité chimique modérée selon l'EN 206-1, Tableau 2	Sols naturels et eau dans le sol
XA3	Environnement à forte agressivité chimique selon l'EN 206-1, Tableau 2	Sols naturels et eau dans le sol

L'annexe nationale à la norme NF EN 206-1 et la carte des zones de gel en France indique, quant à elle, que Montgenèvre est dans la zone de gel sévère. Par conséquent, la classes d'expositions en fonction de l'intensité du gel et de la fréquence de salage est de classe XF4.

Les classes d'exposition des différents parements de l'ouvrage sont :

<i>Parement</i>	<i>Classe d'exposition</i>
Face supérieure protégé par l'étanchéité	XC3, XF3
Face inférieure	XC4, XD3, XF4

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

3.4. Matériaux

3.4.1. Béton

3.4.1.1. Choix de la classe de résistance du béton

Le choix de la classe de résistance du béton se fait selon la norme NF EN 206 et son complément national NF EN 206/CN selon la classe d'exposition de l'ouvrage.

Tableau F.1 — Recommandations relatives aux valeurs limites pour la composition et les propriétés du béton

	Classes d'exposition																	
	Aucun risque de corrosion ni d'attaque	Corrosion par carbonatation				Corrosion par les chlorures						Attaque par le gel-dégel				Environnements chimiques agressifs		
						Eau de mer			Chlorures autres que ceux de l'eau de mer									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
<i>e/c</i> maximal ^c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe de résistance minimale	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Teneur minimale en ciment ^c (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Teneur minimale en air (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ^a	4,0 ^a	4,0 ^a	-	-	-
Autres exigences	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Granulats selon l'EN 12620, présentant une résistance au gel- dégel suffisante				-	Ciment résistant aux sulfates ^b	

^a Lorsque le béton ne contient pas d'air entraîné volontairement, il convient de soumettre à essai la performance du béton selon une méthode d'essai appropriée et de la comparer à un béton pour lequel la résistance au gel-dégel pour la classe d'exposition concernée est établie.


^b Lorsque la présence de sulfates conduit à des classes d'exposition XA2 et XA3, il est essentiel d'utiliser un ciment résistant aux sulfates conforme à l'EN 197-1 ou à des normes nationales complémentaires.

^c Lorsque le concept de coefficient *k* est appliqué, le rapport maximal *e/c* et la teneur minimale en ciment sont modifiés conformément à 5.2.5.2.

La classe de résistance minimale pour notre ouvrage est donc : C35/45 avec une teneur minimale en ciment de 340 kg/m³.

3.4.2. Aciers de béton armé

Aciers Haute Adhérence HA B 500 B soit :

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$.

 Loi de comportement : bilinéaire.


3.4.3. Aciers de charpente métallique

Les éléments longitudinaux sont entièrement réalisés avec des aciers de nuance S355.

Les qualités couramment utilisées dans les ponts mixtes routiers sont les suivantes :

Nuance	Épaisseur	Qualité
S355	$e \leq 30 \text{ mm}$	K2
S355	$30 < e \leq 80 \text{ mm}$	N ou M
S355	$80 \text{ mm} < e \leq 150 \text{ mm}$	NL ou ML

En France, le fascicule 4 titre III impose que les tôles soient titulaires du marquage NF-Acier.

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

3.5. Charges appliquées à l'ouvrage

3.5.1. Charges permanentes

Nous retenons une densité de béton armé de 25 kN/m³.

3.5.2. Superstructures

Les actions dues au poids propre des équipements fixes de toute nature sont prises en compte avec leur valeur caractéristique maximale ou minimale évaluée en se conformant aux dispositions des Directives Communes. On prendra en compte les équipements suivants :

⇒ Étanchéité

Le poids est évalué en adoptant une chape de 3 cm d'épaisseur de 24 kN/m³ de poids volumique. Les variations de poids à prendre en compte seront de + 20 %.

⇒ Chaussée

Le poids est évalué par mètre ;

L'épaisseur nominale du béton bitumineux est prise égale à 8.0 cm et le poids volumique à 24 kN/m³. Les variations de poids à prendre en compte seront de + 40 et - 20 %.

⇒ Dispositif de retenue et garde-corps

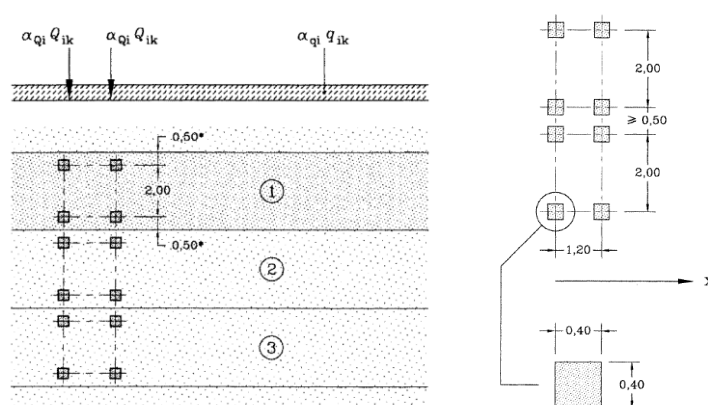
Leur poids est évalué par mètre à partir du levé topo de l'ouvrage.

3.5.3. Surcharges routières

L'ouvrage est de classe 2 au sens de l'EC1-2. Les surcharges d'exploitation retenues sont :

3.5.3.1. Surcharge LM1


Ce modèle de chargement repose sur un découpage de la chaussée en voies conventionnelles de largeur généralement fixe. La largeur de chaussée qui n'est pas occupée par les voies est appelée aire résiduelle. Les voies sont numérotées, la voie 1 étant la voie dont le chargement cause l'effet le plus défavorable. La position des voies peut donc varier en fonction de l'effet étudié.



Ce modèle de chargement est constitué de 2 systèmes partiels (NF EN 1991-2 - 4.3.2) :



Des charges uniformes réparties Q_{UDL} avec la densité de poids au mètre carré, à charger par ligne d'influence, avec des coefficients d'ajustement α_{qik} fonction de la classe du pont et de la voie chargée.

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

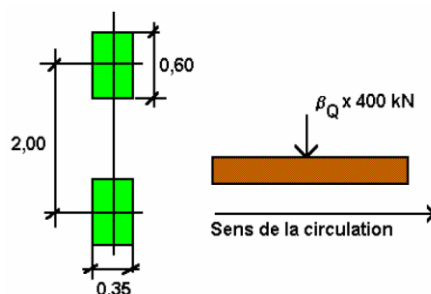
Des charges concentrées à double essieu (tandems) Q_{TS} espacés longitudinalement de 1.2m, chaque essieu ayant un poids $\alpha_{Qik} \times Q_{ik}$ avec :

- α_{Qik} , un coefficient d'ajustement fonction de la classe du pont et de la voie chargée,
- Q_{ik} , la charge d'essieu.

Emplacement	Tandem TS	Système UDL
	Charges d'essieu Q_{ik} (kN)	q_{ik} (ou q_{rk}) (kN/m ²)
Voie n° 1	300	9
Voie n° 2	200	2,5
Voie n° 3	100	2,5
Autres voies	0	2,5
Aire résiduelle (q_{ik})	0	2,5

Classe de trafic	α_{Q1}	$\alpha_{Qi} \ (i \geq 2)$	α_{q1}	$\alpha_{qi} \ (i \geq 2)$	α_{qr}
1 ^{ère} classe	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2
2 ^e classe	0,9	0,8	0,7	1,0	1,0

3.5.3.2. Surcharge LM2



$$\beta_Q = 0,8$$


3.5.3.3. Modèle de charge pour les efforts horizontaux

Les modèles de charges pour les efforts horizontaux Q_{lk} sont décrits dans le paragraphe 4.4 de l'EC1-2. L'effort de freinage pour les charges de trafic normal est défini comme une fraction du poids de la voie 1 du LM1 selon la formule suivante :

$$Q_{lk} = 0,6\alpha_{Q1}(2Q_{1k}) + 0,10\alpha_{q1}q_{1k}w_1L \quad 180\alpha_{Q1}kN \leq Q_{lk} \leq 900kN$$

où :

- ✚ L est la longueur du tablier,
- ✚ w_1 la largeur d'une voie conventionnelle : $w_1 = 3 \text{ m}$,
- ✚ α_{Q1} et α_{q1} sont définis dans l'annexe nationale. Pour une chaussée de classe 2, nous avons : $\alpha_{Q1} = 0.9$ et $\alpha_{q1} = 0.7$,
- ✚ $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$ (Tableau 4.2 de l'EC1-2).

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

 $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$ (Tableau 4.2 de l'EC1-2).

La limite supérieure de 900 kN est à considérer lorsque l'ouvrage est soumis à la circulation des véhicules militaires conformément aux accords de normalisation STANAG. Dans les autres cas, pour les ponts routiers, la limite supérieure de l'effort de freinage est fixée à 500 kN.



3.5.3.4. Convoi exceptionnel C2

Une étude comparative entre le système LM1 et le convoi C2 concernant la justification de l'ouvrage existant a été fournie en annexe 2 de « l'étape 2a », conclu pour ce qui concerne l'ouvrage existant, le convoi C2 est beaucoup moins défavorable que la surcharge LM1 de l'Eurocode 1.

En effet, il est bien connu que les surcharges A(l) et Bc couvrent les convois exceptionnels jusqu'à 120 T donc y compris le convoi C2.

De ce fait, ce convoi ne sera pas retenu dans le cadre du dimensionnement des ouvrages.

3.5.4. Combinaisons d'action – état limite de service

Les combinaisons sont conformes aux Eurocodes (EN 1991).

3.5.4.1. Aux états limites de service

3.5.4.2. ELS QP

$$\text{+} \quad G_{k,i} + 0.5 \cdot T_k$$

3.5.4.3. ELS Fréquent

$$\text{+} \quad G_{k,i} + gr1a (0.75TS \cup 0.4UDL) + 0.5 \cdot T_k$$

$$\text{+} \quad G_{k,i} + gr1b [0.75 \cdot (LM2)]$$

$$\text{+} \quad G_{k,i} + gr3 [0.4TROT(q_{fk})] + 0.5 \cdot T_k$$

$$\text{+} \quad G_{k,i} + 0.6 \cdot T_k$$

3.5.4.4. ELS caractéristique

$$\text{+} \quad G_{k,i} + gr1a ((TS \cup UDL)_{remb} \oplus TROT(q_{fk,comb})) + 0.6 \cdot T_k$$

$$\text{+} \quad G_{k,i} + gr1b(LM2)$$

$$\text{+} \quad G_{k,i} + gr2(FH(Q_{lk} + Q_{tk}) \oplus (0.75TS \cup 0.4UDL)_{remb}) + 0.6 \cdot T_k$$

$$\text{+} \quad G_{k,i} + gr3 (TROT(q_{fk}); Q_{serv}) + 0.6 \cdot T_k$$

$$\text{+} \quad G_{k,i} + T_k + gr1a ((0.75TS \cup 0.4UDL) \oplus 0.4TROT(q_{fk,comb}))$$

3.5.4.5. Aux états limites ultimes


$$\text{+} \quad (1.35; 1) \times G_{k,i} + 1.35 \cdot gr1a ((TS \cup UDL)_{remb} \oplus TROT(q_{fk,comb}))$$

$$\text{+} \quad (1.35; 1) \times G_{k,i} + 1.35 \cdot gr1b(LM2)$$

$$\text{+} \quad (1.35; 1) \times G_{k,i} + 1.35 \cdot gr2(FH(Q_{lk} + Q_{tk}) \oplus (0.75TS \cup 0.4UDL)_{remb})$$




$$\text{+} \quad (1.35; 1) \times G_{k,i} + 1.35 \cdot gr3 (TROT(q_{fk}); Q_{serv})$$

$$\text{+} \quad (1.35; 1) \times G_{k,i} + 1.35 \cdot gr1a ((0.75TS \cup 0.4UDL) \oplus 0.4TROT(q_{fk,comb}))$$

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranéenne</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	--	--

4. SELECTION DES SOLUTIONS DE REMPLACEMENT

Compte tenu des contraintes du site, et en fonction de l'ensemble des autres contraintes imposées, l'étude de l'ouvrage a ainsi conduit à retenir 3 solutions de remplacement :

-  Ouvrage côté amont – PIPO ;
-  Ouvrage reconstruit en lieu et place de l'ouvrage existant – Poutres préfabriqués
-  Ouvrage côté aval – Bipoutres mixtes



A ce stade du projet, aucune étude hydraulique (lit mineur, emprises des crues) n'a été réalisée sur la Durance permettant d'implanter plus finement les ouvrages neufs. De ce fait, les ouvrages d'art étudiés selon les variantes présenteront à minima la dimension de l'ouvrage existant.

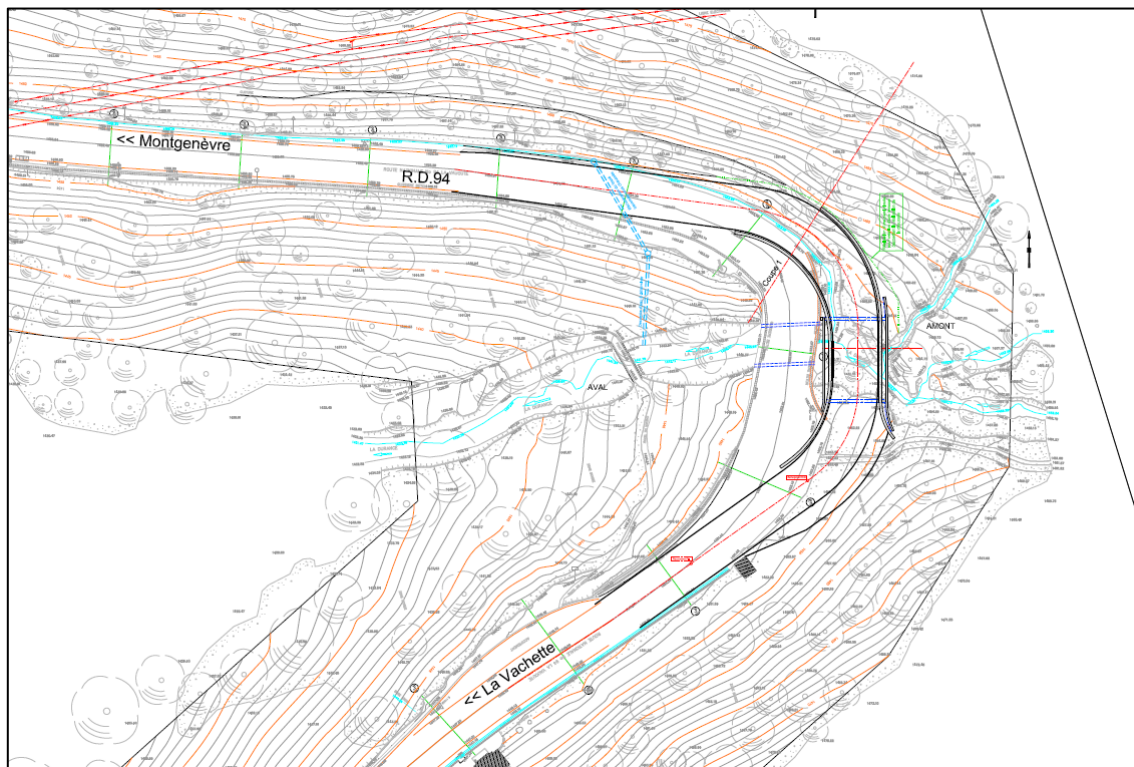
Cela aura éventuellement une influence significative sur la longueur des ouvrages et donc sur leur coût. En particulier la longueur l'ouvrage pour la solution bipoutre en aval qui est très importante par rapport à la brèche (et aux autres solutions) et est possiblement déraisonnable, ce qui pénaliserait de façon injustifiée cette solution.

Aune étude hydraulique serait le meilleur moyen pour comparer de façon plus pertinente les différentes solutions sur cet aspect de brèche franchie.

Pour la réalisation de ces ouvrages, les culées de l'ouvrage existant ne seront pas démolies, ces dernières jouant également un rôle de soutènement et leurs démolitions engendreraient la nécessité de créer de nouveaux soutènements.

Par contre, il sera nécessaire que soit vérifier dans les phases ultérieures des études, le calcul de la stabilité de ces culées existantes en l'absence du tablier. Aussi, s'il s'avère que les ouvrages à créer impactent la stabilité de ces culées existantes en termes d'effort de poussée, des fondations profondes de type pieux seront prévues au niveau des culées des nouveaux ouvrages dans le but d'éviter ces efforts de poussée.

4.1. Ouvrage côté amont



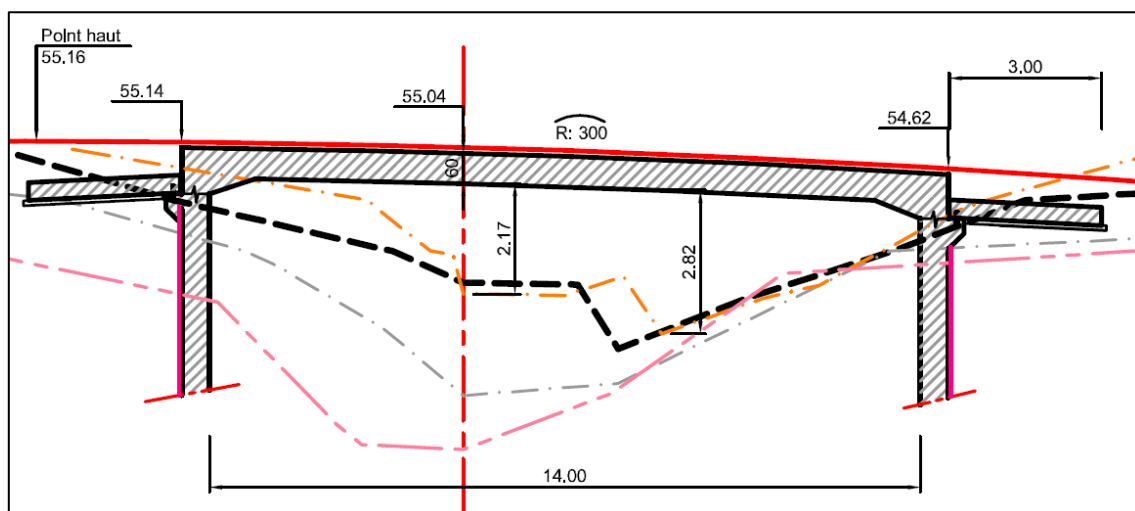
4.1.1. Généralités


L'ouvrage est un portique en béton armé de 14.00 m d'ouverture droite. Une épaisseur moyenne de 60 cm est considérée pour la réalisation de la structure. Il comporte 2 dalles de transitions de 30 cm d'épaisseur et 4 murs en retour.

L'ouvrage présente un biais géométrique de 100 grades. L'axe en plan de l'ouvrage est un alignement droit.

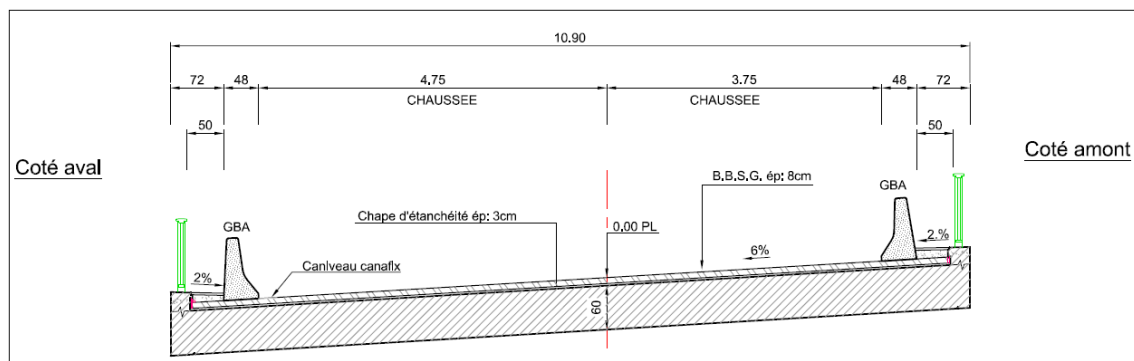
La largeur de l'ouvrage est constante et est égale à 10.9 m.

L'ouvrage est un ouvrage de 2^{ème} classe au sens de la norme EC1-2/NA. La chaussée présente une largeur roulable de $w = 8.50$ m.



	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

4.1.2. Traverse



La traverse présente une épaisseur moyenne de 60 cm. L'extrados est en pente de 6.0% transversalement.

Longitudinalement, le profil de la traverse suivra la pente du profil en long.

4.1.3. Piédroits

Les piédroits présentent une épaisseur de 60 cm. Des goussets de longueur 100 cm et de hauteur 30 cm sont prévus dans chaque angle supérieur pour améliorer l'encastrement.

4.1.4. Murs en retour

La fonction de murs en retour est de retenir les terres au droit du passage inférieur de l'ouvrage. A ce stade des études, le dimensionnement des murs n'est pas réalisé.

4.1.5. Superstructures

4.1.5.1. Chaussée

Une couche de roulement en béton bitumineux est prévue sur le tablier de l'ouvrage.

4.1.5.2. Étanchéité

L'étanchéité principale du tablier est assurée par un complexe « feuille préfabriquée + asphalte coulé » d'une épaisseur totale de 3 cm.

4.1.5.3. Évacuation des eaux

L'ouvrage présentera une pente longitudinale unique. L'extrados est en pente de 6.0% transversalement. Les murs en retour et les voiles de culées sont équipés d'un dispositif de drainage.

4.1.5.4. Dispositif de retenue

L'ouvrage est équipé d'un dispositif de retenue H2 (voir calcul de l'indice de danger au §4.1.11 ci-après).

4.1.5.5. Dalles de transition

Des dalles de transition de 5.00 m de long sont présentes des deux côtés de l'ouvrage.

4.1.5.6. Réseaux


A définir ultérieurement.

4.1.6. Mode constructif

L'ouvrage est un ouvrage coulé en place.

4.1.7. Prédimensionnement

Le calcul est réalisé selon les abaques du CEREMA et les formules de prédimensionnement données selon les profils autoroutiers.

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

Il prend en compte l'épaisseur de remblai sur le portique (effet Marston).

Le calcul est fait par une feuille de calculs interne EXCEL et donne :

ouverture droite (m) 14
biais (grades) 100
remblai sur travers (m) 0,11

	Esol	E autoroutier	E routier
Traverse / piédroit		0,61	0,57

Nous appliquons le profil autoroutier.

Nous retenons :

E traverse = 60 cm ;

E piédroits = 60 cm ;

Il est possible que ces valeurs soient amenées à être modifiées lors des études ultérieures.

4.1.8. Calcul de l'indice de danger et définition du niveau de retenue

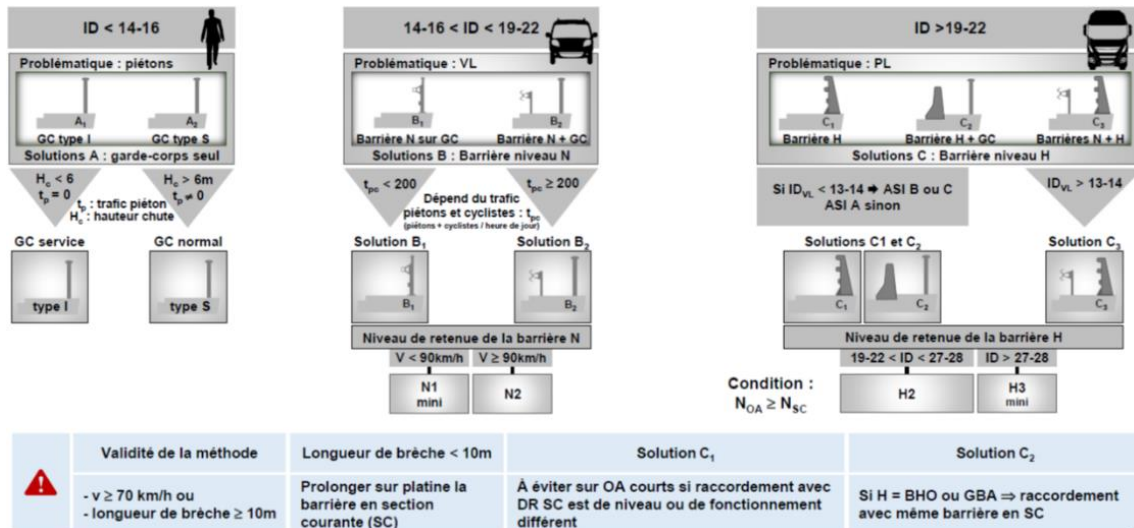
4.1.8.1. Calcul de l'indice de danger

Le calcul de l'indice de danger est présenté dans le tableau ci-après sur la base des hypothèses indiquées dans la colonne « commentaires » du même tableau.

11	Trafic arrondi Volume	v/j	10	30	50	100	150	300	500	800	1500	3000	5000	8000	15000	30000	Commentaires
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	6337 v/j pour 2 sens. On a donc 3168 v/j par sens
1	Trafic Poids lourd	Voies à grande circulation et AR															Normal
		Faible	0														
		Normal	1 (cf. texte)									1					
		Élevé	3														
1	Niveau de service	Voies peu importantes :															Il s'agit d'une RN
		Cheminements ruraux, forestiers, voies communales	-1														1
4	Tracé	R infini															Il s'agit d'une route de catégorie R60. On a donc :
		1.5 Rnd															Rm = 120 m et Rnd = 600 m
		Rnd															Par ailleurs, on a : R = 20 m << Rm
		Rm															
		Normal non déversé															
		minimal															
1	Pente	Pente inférieure à 4 % sur 300 m															Pente d'environ : 5 %
		Pente supérieure à 4 % sur 300 m															
		Par tranche de 3 % supplémentaire															
0	Courbure	Distance de visibilité supérieure à celle requise pour la vitesse de référence de l'itinéraire															Pas de problème de visibilité
		Inférieure															1
0	Points de conflits	Non															Il n'y a pas de points de conflits au droit de l'OA
		Oui (sauf carrefour giratoire)															
2	Longueur de brèche	L _b < 10 m															La longueur de la brèche est entre 10 m et 30 m
		10 m < L _b < 30 m															
		L _b > 30 m															
0	Trafic piétons cycles	t _{pc} < 200 / h															Sans objet
		t _{pc} ≥ 200 / h															
1	Hauteur de chute	h < 4 m															4 < h < 8 m
		4 < h < 8 m															
		8 < h < 10 m															
		h > 10 m															
0	Profondeur de l'eau	P < 2 m															Inférieure à 2 m
		P > 2 m															
0	Voies franchies	T < 1000 v/j															L'ouvrage franchit un cours d'eau
		1000 < T < 10000 v/j															
		T > 10000 v/j															
0	Voies ferrées																PA PB PC PD
0	Présence humaine	Densité < 10 habitants / hectare															Pas de présence humaine
		10 < D < 1000															
		D > 1000															cf. texte

4.1.8.2. Définition du niveau de retenue

➤ Correspondance entre indice de danger et niveau de retenue

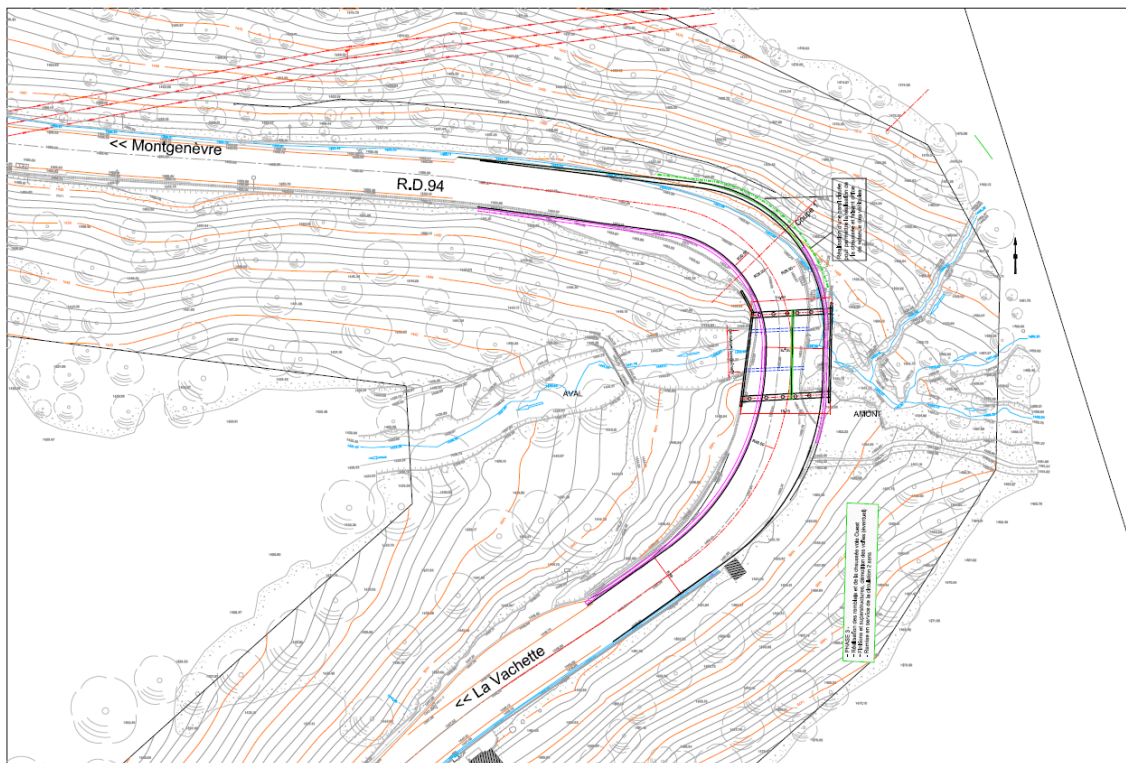


➤ Niveau de retenue pour l'ouvrage côté Amont

Sur la base du calcul réalisé dans le tableau ci-avant et selon la correspondance entre la valeur numérique de l'indice de danger (ID) et le niveau de retenue requis, le niveau de retenue pour l'ouvrage côté Amont est le niveau H2 car on a ID = 21 :

ID=Σ (ID1 + max{ID2 ; ID3})			
21	Objectif principal :	PL	
H2			

4.2. Ouvrage construit en lieu et place de l'ouvrage existant



4.2.1. Généralités

Le pont existant, est un pont en béton armé de type dalle à poutres. La dalle repose sur des culées en maçonnerie. Il s'agit d'un ouvrage de dimensions modestes, avec une portée de 10.00 m, et une largeur totale de 10.08 m.

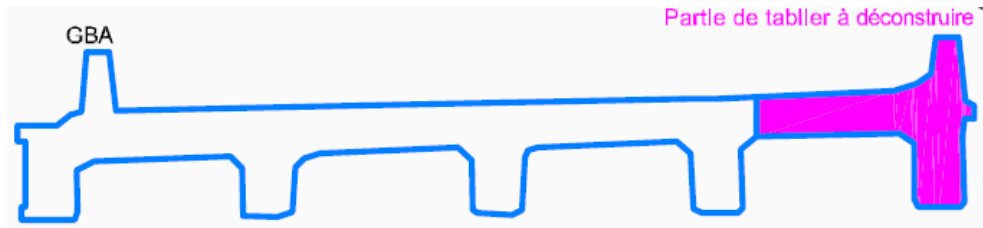
4.2.2. Principe de reconstruction de l'ouvrage



En raison de l'état de dégradation très avancé des dalles béton de l'ouvrage, il est proposé de démolir et reconstruire l'ouvrage en lieu et place. Par ailleurs, l'état pathologique des culées impose leur remplacement.

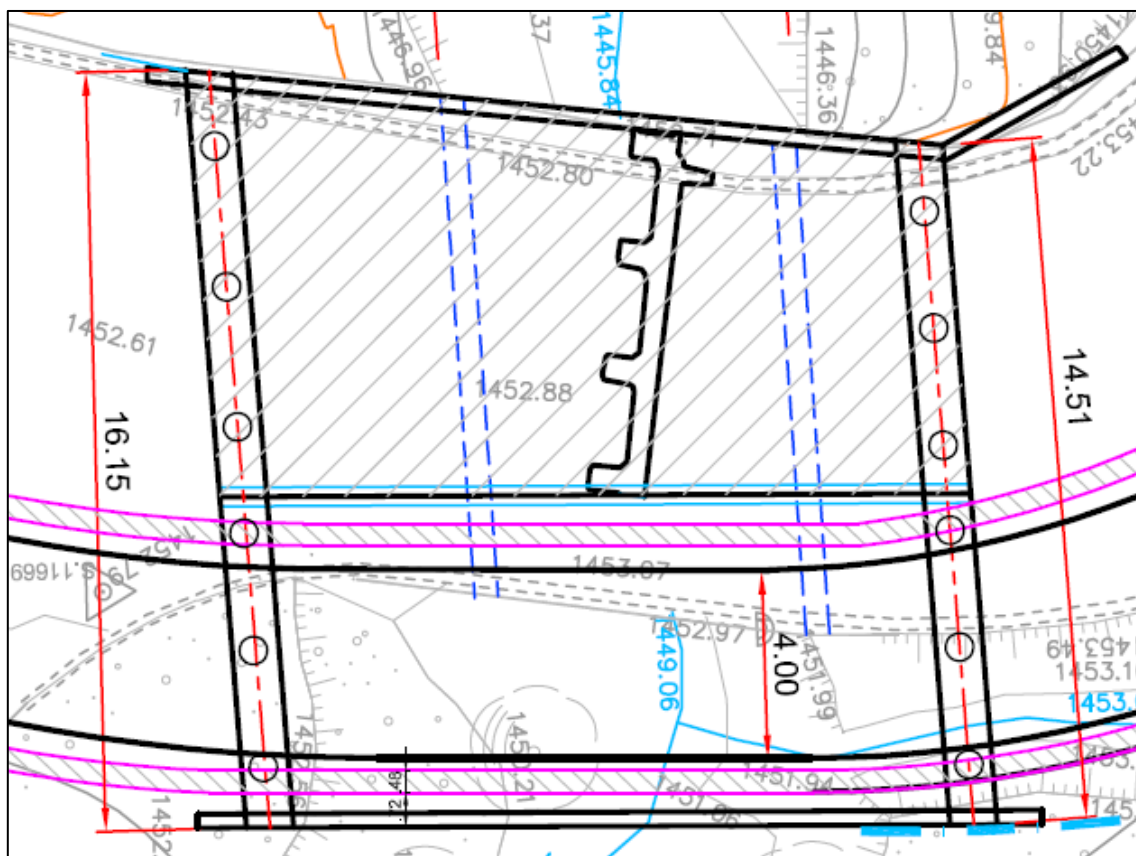
Le principe constructif tiendra compte de la nécessité de démolir et reconstruire l'ouvrage par demi chaussée afin de maintenir la circulation sur la RN 94, en phase chantier. Cette démolition se fait en deux phases comme ci-dessous :

 **Phase 1** : Seuls la poutre et le hourdis situés sur l'extrémité côté amont sont démolies.




Il sera nécessaire de vérifier dans le cadre des études ultérieures le calcul de justification de la résistance structurale de l'ouvrage avec 4 poutres sous circulation.

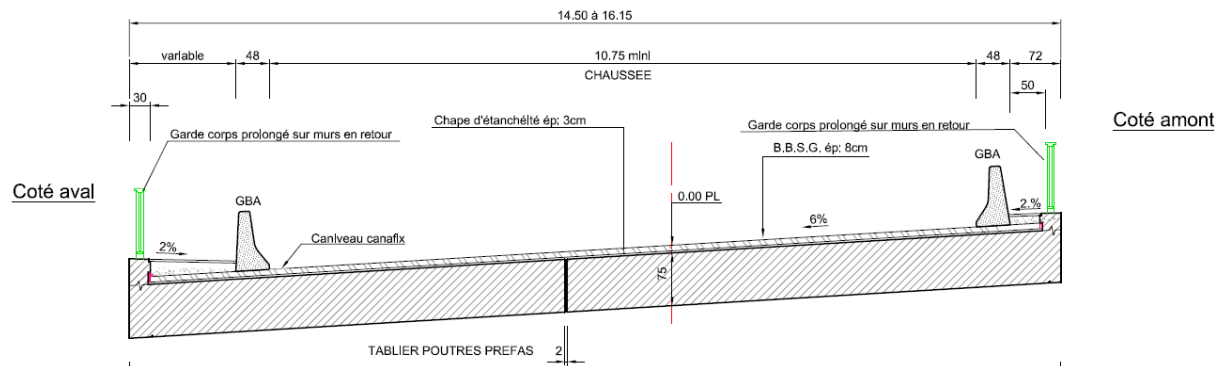
Phase 2 : Le reste du tablier est démoli. Et le reste du tablier est réalisé.



Le principe de démolition est présenté dans le rapport de l'étape 2c.

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranéenne</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	--	--

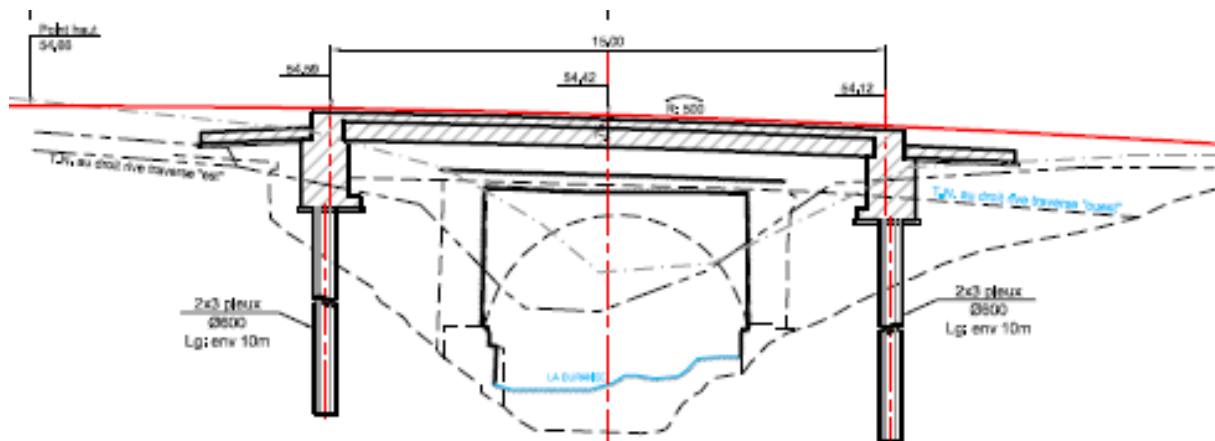
4.2.3. Ouvrage projeté



Le tablier neuf présentera une largeur plus importante que celle de l'existant afin de garantir le croisement des PL sur l'ouvrage, et sera équipé de 2 voies de circulation et de 2 trottoirs. Il sera encastré dans de nouveaux appuis constitués de chevêtres sur pieux.

4.2.4. Appuis

La structure sera fondée sur des fondations profondes par l'intermédiaire de 2 chevêtres.



4.2.5. Murs en retour

La fonction de murs en retour est de retenir les terres au droit du passage inférieur de l'ouvrage. A ce stade des études, le dimensionnement des murs n'est pas réalisé.

4.2.6. Superstructures

4.2.6.1. Chaussée


Une couche de roulement en béton bitumineux est prévue sur le tablier de l'ouvrage.

4.2.6.2. Étanchéité

L'étanchéité principale du tablier est assurée par un complexe « feuille préfabriquée + asphalte coulé » d'une épaisseur totale de 3 cm.

4.2.6.3. Évacuation des eaux

L'ouvrage présentera une pente longitudinale unique. Transversalement la traverse en en pente unique également. Les murs en retour et les voiles de culées sont équipés d'un dispositif de drainage (nappe drainante avec drains de récupération évacuant les eaux hors ouvrage).

	Direction interdépartementale des routes méditerranée PONT DE FONTAINE CRETET Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage Mémoire technique	Avril 2022 Indice C – V1 CN
---	--	--

4.2.6.4. Dispositif de retenue

L'ouvrage est équipé d'un dispositif de retenue H2 (voir calcul de l'indice de danger au §4.2.11 ci-après).

4.2.6.5. Dalles de transition

Des dalles de transition de 5.00 m de long sont présentes des deux côtés de l'ouvrage.

4.2.6.6. Réseaux

A définir ultérieurement.

4.2.7. Mode constructif

L'ouvrage est un ouvrage coulé en place.

4.2.8. Prédimensionnement

Le calcul est réalisé selon les abaques du CEREMA et les formules de prédimensionnement données selon les profils autoroutiers.


Type d'ouvrage	Nombre travées	Balancement	Profil Autoroutier	Profil urbain
PSIDA	1	Sans objet	$e = \frac{l}{23.5} + 0.12$	$e = \frac{l}{23.5} + 0.09$
	2	0.6 – 1.0	$e = \frac{l}{28} + 0.18$	$e = \frac{l}{28} + 0.15$
	3	0.6	$e = \frac{l}{32} + 0.17$	$e = \frac{l}{32} + 0.13$
		0.7	$e = \frac{l}{33} + 0.18$	$e = \frac{l}{33} + 0.13$
		0.8	$e = \frac{l}{34} + 0.17$	$e = \frac{l}{34} + 0.14$
		0.9	$e = \frac{l}{30.5} + 0.16$	$e = \frac{l}{30.5} + 0.13$
	4	0.6	$e = \frac{l}{34} + 0.18$	$e = \frac{l}{34} + 0.15$
		0.7	$e = \frac{l}{34.5} + 0.18$	$e = \frac{l}{34.5} + 0.15$
		0.8	$e = \frac{l}{35} + 0.18$	$e = \frac{l}{35} + 0.15$
		0.9	$e = \frac{l}{29.5} + 0.15$	$e = \frac{l}{29.5} + 0.12$

On retient une épaisseur constante de 75cm.

Taux de ferrailage cibles retenus :

Partie d'ouvrage	PSIDA			
	1 TRAVEE	2 TRAVEES	3 TRAVEES	4 TRAVEES
Sur piles, nappe sup	/	70 kg/m ³	70-75 kg/m ³	70-75 kg/m ³
Mi-travée, nappe inf	70-75 kg/m ³	60 kg/m ³	60-65 kg/m ³	60 kg/m ³

Il est possible que ces valeurs soient amenées à être modifiées lors des études de conception.

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

4.2.9. Calcul de l'indice de danger et définition du niveau de retenue

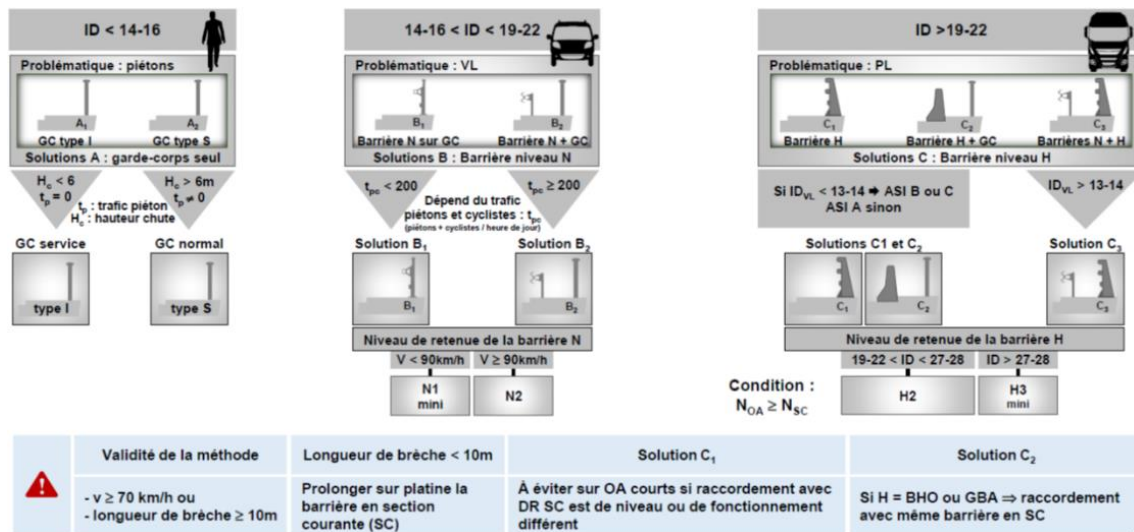
4.2.9.1. Calcul de l'indice de danger

Le calcul de l'indice de danger est présenté dans le tableau ci-après sur la base des hypothèses indiquées dans la colonne « commentaires » du même tableau.

11		Trafic arrondi Volume	v/j	10	30	50	100	150	300	500	800	1500	3000	5000	8000	15000	30000	Commentaires
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	6337 v/j pour 2 sens. On a donc 3168 v/j par sens
1		Trafic Poids lourd	Voies à grande circulation et AR Autres voiries Faible 0 Faible 0 Normal 1 (cf. texte) Normal 1 Élevé 3															Normal
1		Niveau de service	Voiries peu importantes : Autres voiries 0 Chemins ruraux, forestiers, voies communales -1 Routes de type L (Autoroutes/RN et bretelles) 1															Il s'agit d'une RN
4	ID1	Tracé	R infini 1.5 Rnd Rnd Rm 0 1 3 4 Normal non déversé minima															Il s'agit d'une route de catégorie R60. On a donc : Rm = 120 m et Rnd = 600 m Par ailleurs, on a : R = 20 m << Rm
1		Pente	Pente inférieure à 4 % sur 300 m 0 Pente supérieure à 4 % sur 300 m 1 Par tranche de 3 % supplémentaire 2															Pente d'environ : 5 %
0		Courbure	Distance de visibilité supérieure à celle requise pour la vitesse de référence de l'itinéraire 0 Inférieure 1															Pas de problème de visibilité
0		Points de conflits	Non 0 Carrefour giratoire -2 Oui (sauf carrefour giratoire) 2															Il n'y a pas de points de conflits au droit de l'OA
2		Longueur de brèche	L _b < 10 m 10 m < L _b < 30 m L _b > 30 m Voir texte 2 4															La longueur de la brèche est entre 10 m et 30 m
0		Trafic piétons cycles	t _{pc} < 200 / h t _{pc} ≥ 200 / h 0 1															Sans objet
3	ID2	Hauteur de chute	h < 4 m 4 < h < 8 m 8 < h < 10 m h > 10 m 0 1 3 5															8 < h < 10 m
0		Profondeur de l'eau	P < 2 m P > 2 m 0 5															Inférieure à 2 m
0		Voies franchies	T < 1000 v/j 1000 < T < 10000 v/j T > 10000 v/j 0 2 5															L'ouvrage franchit un cours d'eau
0	ID3	Voies ferrés	Cf. Annexe 1															PA PB PC PD
0		Présence humaine	Densité < 10 habitants / hectare 10 < D < 1000 D > 1000 0 5 cf. texte															Pas de présence humaine

4.2.9.2. Définition du niveau de retenue

- **Correspondance entre indice de danger et niveau de retenue**

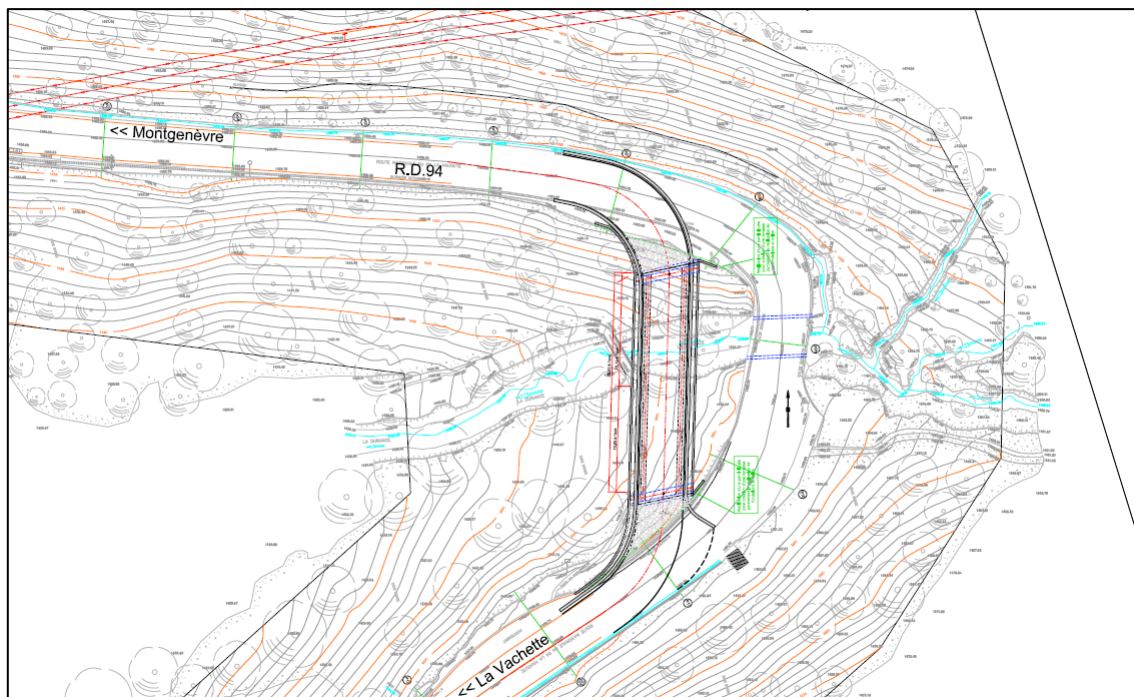



➤ Niveau de retenue pour l'ouvrage côté Amont

Sur la base du calcul réalisé dans le tableau ci-avant et selon la correspondance entre la valeur numérique de l'indice de danger (ID) et le niveau de retenue requis, le niveau de retenue pour l'ouvrage reconstruit en lieu et place de l'ouvrage existant est le niveau H2 car on a ID = 23 :

ID=Σ (ID1 + max{ID2 ; ID3})			
23	Objectif principal :	PL	
H2			

4.3. Ouvrage côté aval

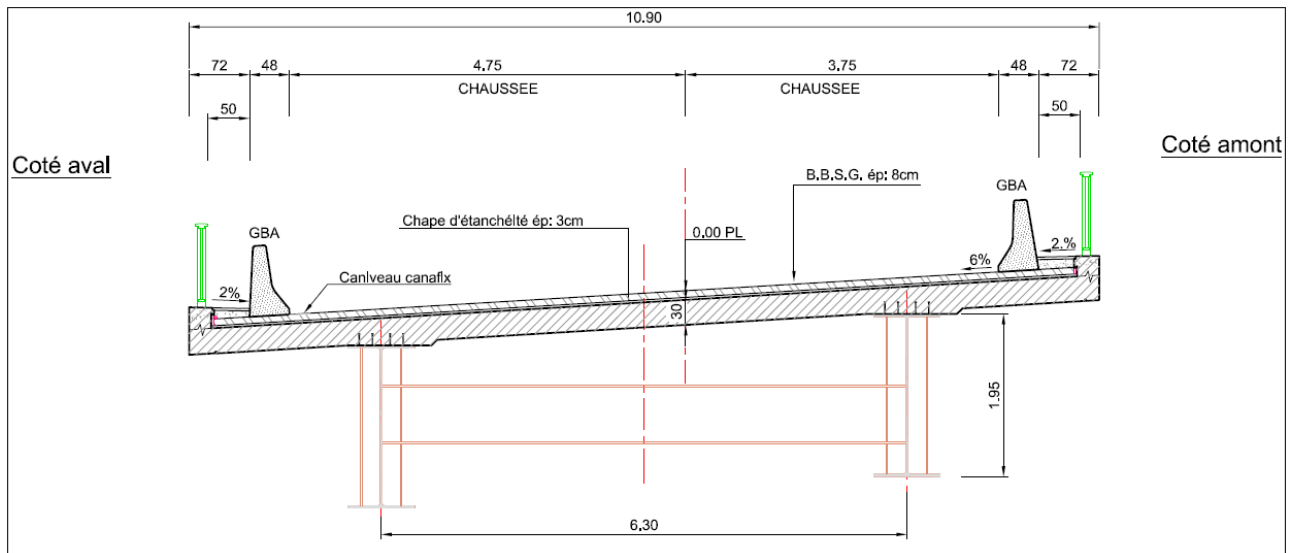


	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranéenne</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	--	--

4.3.1. Généralités

Compte tenu de la portée à franchir, les structures métalliques sont les plus à même, de par leur légèreté et leur résistance, de répondre aux contraintes qui leur seront exercées. En outre, la réalisation de l'ouvrage se faisant par grutage (à l'aide d'une grue), il faut choisir les solutions les plus légères à manipuler.

4.3.2. Tablier



Il s'agit d'un ouvrage mixte bipoutres à entretoise de 11.5 m de largeur avec des poutres de 1.95m de hauteur et dalle béton de 30 cm d'épaisseur. Il comprend une travée unique de 39.00 m de longueur.

4.3.3. Appuis

Les appareils d'appui sont du type élastomère fretté. La structure repose sur deux culées.

4.3.4. Murs en retour

La fonction de murs en retour est de retenir les terres au droit du passage inférieur de l'ouvrage. A ce stade des études, le dimensionnement des murs n'est pas réalisé.

4.3.5. Superstructures

4.3.5.1. Chaussée

Une couche de roulement en béton bitumineux est prévue sur le tablier de l'ouvrage.

4.3.5.2. Étanchéité

L'étanchéité principale du tablier est assurée par un complexe « feuille préfabriquée + asphalte coulé » d'une épaisseur totale de 3 cm.

4.3.5.3. Évacuation des eaux

L'ouvrage présentera une pente longitudinale unique de 5.7%. Transversalement la traverse en pente unique de 6%. Les murs en retour et les voiles de culées sont équipés d'un dispositif de.

4.3.5.4. Dispositif de retenue

L'ouvrage est équipé d'un dispositif de retenue H2 (voir calcul de l'indice de danger au §4.2.11 ci-après).

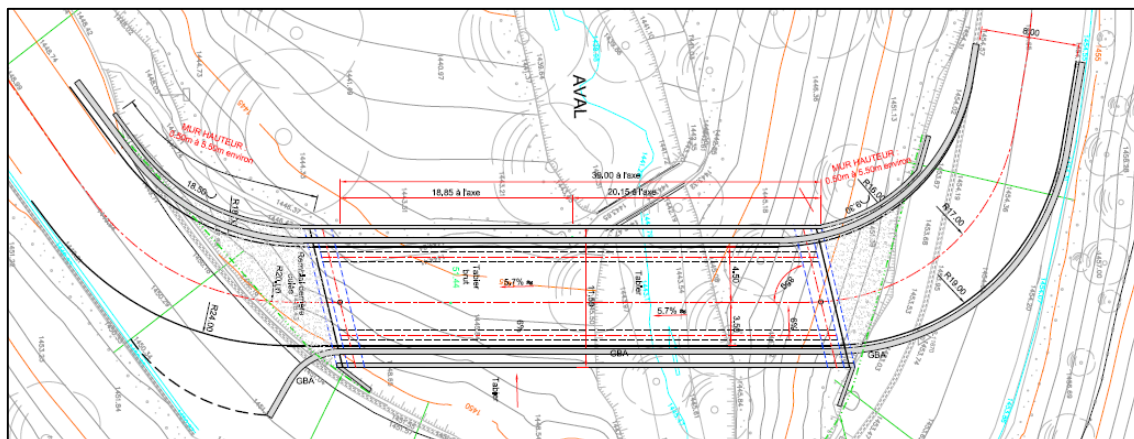
4.3.5.5. Dalles de transition

Des dalles de transition de 5.00 m de long sont présentes des deux côtés de l'ouvrage.

4.3.5.6. Réseaux

A définir ultérieurement.

4.3.6. Paroi clouée




Des parois clouées sont à réaliser dans le but de réaliser une piste permettant la réalisation des fondations et des voiles.

4.3.7. Mode constructif



La charpente est posée par grutage. La dalle peut être coulée en place ou préfabriquée.

Le principe du montage à la grue consiste à lever la charpente et à la poser sur ses appuis définitifs à l'aide d'un ou plusieurs engins de levage. Selon ses dimensions, ses conditions de transport et la capacité des matériels de

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

levage, la charpente peut être levée par tronçons complets (dans le sens transversal) préalablement assemblés, donc en une seule pièce, ou levée par éléments (poutres principales, entretoises, etc.) qui sont ensuite assemblés en hauteur. Les tronçons sont posés sur appuis provisoires.

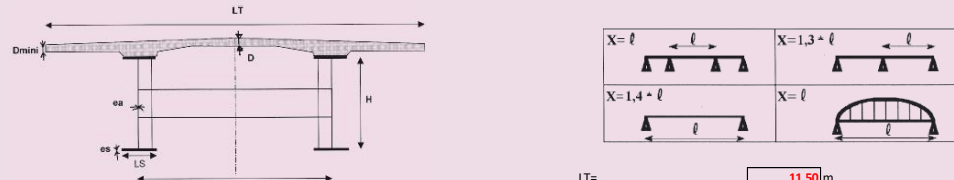
Les études ultérieures (phase AVP) devront préciser l'étude du grutage et notamment les possibilités d'acheminement sur site ainsi que les fondations nécessaires.

4.3.8. Prédimensionnement

Le calcul est réalisé selon le tableau 2.1 du chapitre §2 - 1.4.1 du guide de conception « Ponts mixtes acier – béton » du SETRA.

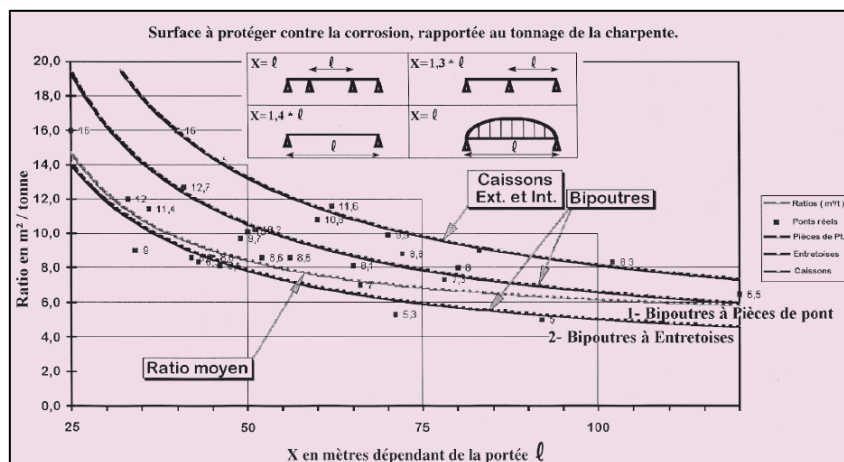
Le tableau 2.1 donne, pour des bipoutres à entretoises, des éléments de prédimensionnement de la charpente et de la dalle. Dans ces relations, X est la longueur des travées courantes :

$X = 1,4 \times l$ pour une travée isostatique.

Prédimensionnement des bipoutres à entretoise			
			
Hauteur des poutres H	$\text{Max} \left(\frac{X}{28} \left(\frac{LT}{12} \right)^{0,45}, 0,40 + \frac{X}{35} \right)$ <p>pour un ouvrage de hauteur constante X / 24 sur pile et X / 36 à mi-travée pour un ouvrage de hauteur variable avec plus de deux travées</p>		
Entraxe des poutres	L = environ 0,55 LT		
Largeur des semelles inf. Binf	$\left(0,25 + \frac{LT}{40} + \frac{X}{125} \right) \left(0,92 + \frac{LT}{150} \right)$		
Largeur des semelles sup. Bsup	<p>Binf - 0,100 pour un tablier à deux voies Binf - 0,200 pour un tablier à quatre voies</p>		
Entretoises courantes	Profilés IPES00 à IPE700 ou équivalents		
Tonnage de charpente	$63 + 0,9 X^{1,2} \left(1,34 - \frac{LT}{40} \right) + 0,25 X$ <p>en kg / m² de tablier</p>		
Épaisseur de la dalle	$0,13 + \frac{(LT - L)}{26}$ <p>au droit des poutres principales $0,12 + \frac{L}{50}$ <p>au centre du tablier</p> </p>		
Ratio de ferrailage de la dalle	Environ 250 kg / m³		
	LT=	11,50 m	
	X =	54,6 m	
	H=	1,960 m	Ouvrage à haute constante
		2,275 m	Sur pile
		1,517 m	à mi travée
	L=	6,325 m	
	Binf=	0,971 m	
	Bsup=	0,871 m	Pour un tablier à deux voies
		0,771 m	Pour un tablier à quatre voies
	Tonnage de charpente	192 kg/m²	
	Longueur totale de l'ouvrage	41,35 m	Poids de la charpente : 91 t
	Épaisseur de la dalle	0,329 m	Au droit des poutres principales
		0,247 m	Au centre du tablier
	Volume de béton	136,84 m³	
	Ferrailage de la dalle	34,210 t	

On retient des poutres de 1.95 m de hauteur constante.

Une fois le tonnage de charpente P estimé selon les modalités précisées ci-dessus, il est possible d'estimer la surface totale de protection anticorrosion à mettre en œuvre. Pour cela, on multiplie P par le ratio donné par les courbes « Bipoutres » de l'abaque ci-dessous :



Il est possible que ces valeurs soient amenées à être modifiées lors des études de conception (notamment suite à une meilleure définition des profils en long).

4.3.9. Calcul de l'indice de danger et définition du niveau de retenue

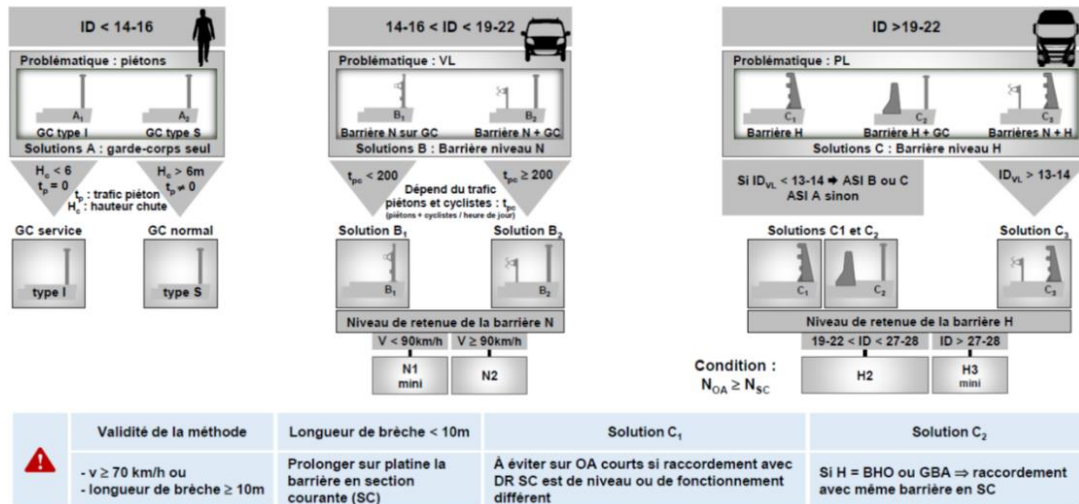
4.3.9.1. Calcul de l'indice de danger

Le calcul de l'indice de danger est présenté dans le tableau ci-après sur la base des hypothèses indiquées dans la colonne « commentaires » du même tableau.

11	Trafic arrondi	v/j	10	30	50	100	150	300	500	800	1500	3000	5000	8000	15000	30000	Commentaires
	Volume		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	6337 v/j pour 2 sens. On a donc 3168 v/j par sens
1	Trafic Poids lourd	Voies à grande circulation et AR															Normal
		Faible	0														
		Normal	1 (cf. texte)														
		Élevé	3														
1	Niveau de service	Voies peu importantes :															Il s'agit d'une RN
		Cheminements ruraux, forestiers, voies communales															
4	Tracé	R infini															Il s'agit d'une route de catégorie R60. On a donc : Rm = 120 m et Rnd = 600 m Par ailleurs, on a : R = 16 m << Rm
		1.5 Rnc															
		Rnd															
		Rm															
		Normal non déversé															
1	Pente	Pente inférieure à 4 % sur 300 m															Pente d'environ : 6 %
		Pente supérieure à 4 % sur 300 m															
		Par tranche de 3 % supplémentaire															
0	Courbure	Distance de visibilité supérieure à celle requise pour la vitesse de référence de l'itinéraire															Pas de problème de visibilité
		Inférieure															
0	Points de conflits	Non															Il n'y a pas de points de conflits au droit de l'OA
		Oui (sauf carrefour giratoire)															
4	Longueur de brèche	L _b < 10 m															La longueur de la brèche est supérieure à 30 m
		Voir texte															
0	Trafic piétons	t _{pc} < 200 / h															Sans objet
		t _{pc} ≥ 200 / h															
5	Hauteur de chute	h < 4 m															h > 10 m
		4 < h < 8 m															
		8 < h < 10 m															
0	Profondeur de l'eau	P < 2 m															Inférieure à 2 m
		P > 2 m															
0	Voies franchies	T < 1000 v/j															L'ouvrage franchit un cours d'eau
		1000 < T < 10000 v/j															
		T > 10000 v/j															
0	Voies ferrées																PA PB PC PD
0	Présence humaine	Densité < 10 habitants / hectare															Pas de présence humaine
		10 < D < 1000															
		D > 1000															
		cf. texte															

4.3.9.2. Définition du niveau de retenue

➤ Correspondance entre indice de danger et niveau de retenue



➤ Niveau de retenue pour l'ouvrage côté Amont

Sur la base du calcul réalisé dans le tableau ci-avant et selon la correspondance entre la valeur numérique de l'indice de danger (ID) et le niveau de retenue requis, le niveau de retenue pour l'ouvrage côté Aval est le niveau H2 car on a ID = 27 :

ID=Σ (ID1 + max{ID2 ; ID3})			
27	Objectif principal :	PL	
H2			

5. PHASAGE, DELAI ET COUT DES TRAVAUX

5.1. Ouvrage côté amont

5.1.1. Phasage travaux

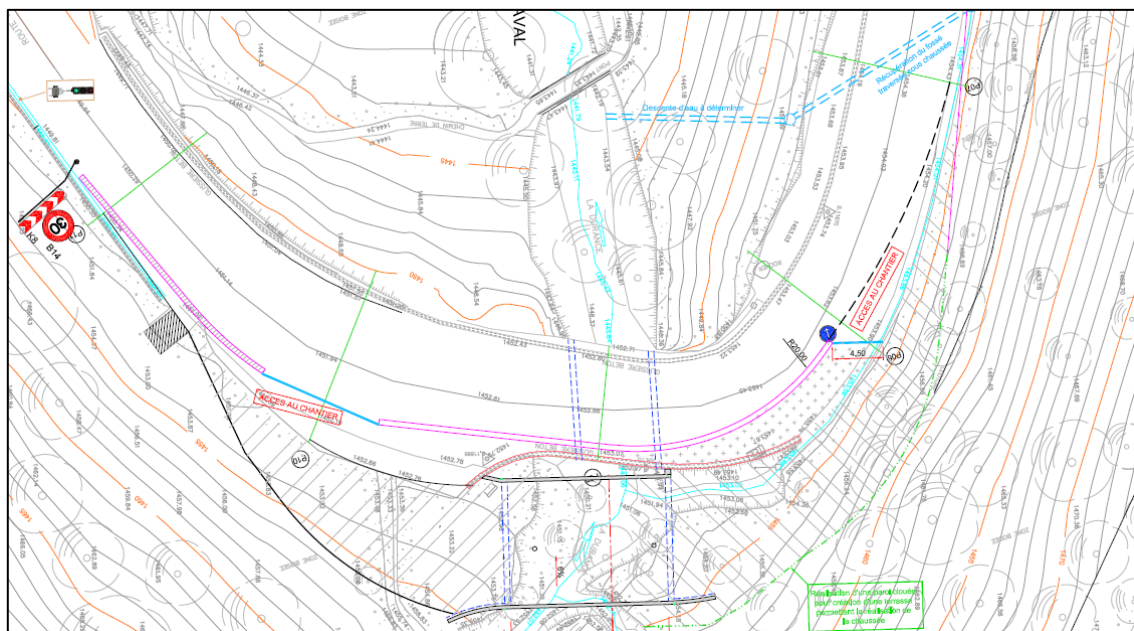
La réalisation des travaux de remplacement d'un ouvrage sur un axe stratégique tel que la RN94 doit être effectuée de façon à entraver le moins possible la circulation.

Les principales étapes, pour la solution côté amont de l'ouvrage existant sont les suivantes :

Installations et préparations :

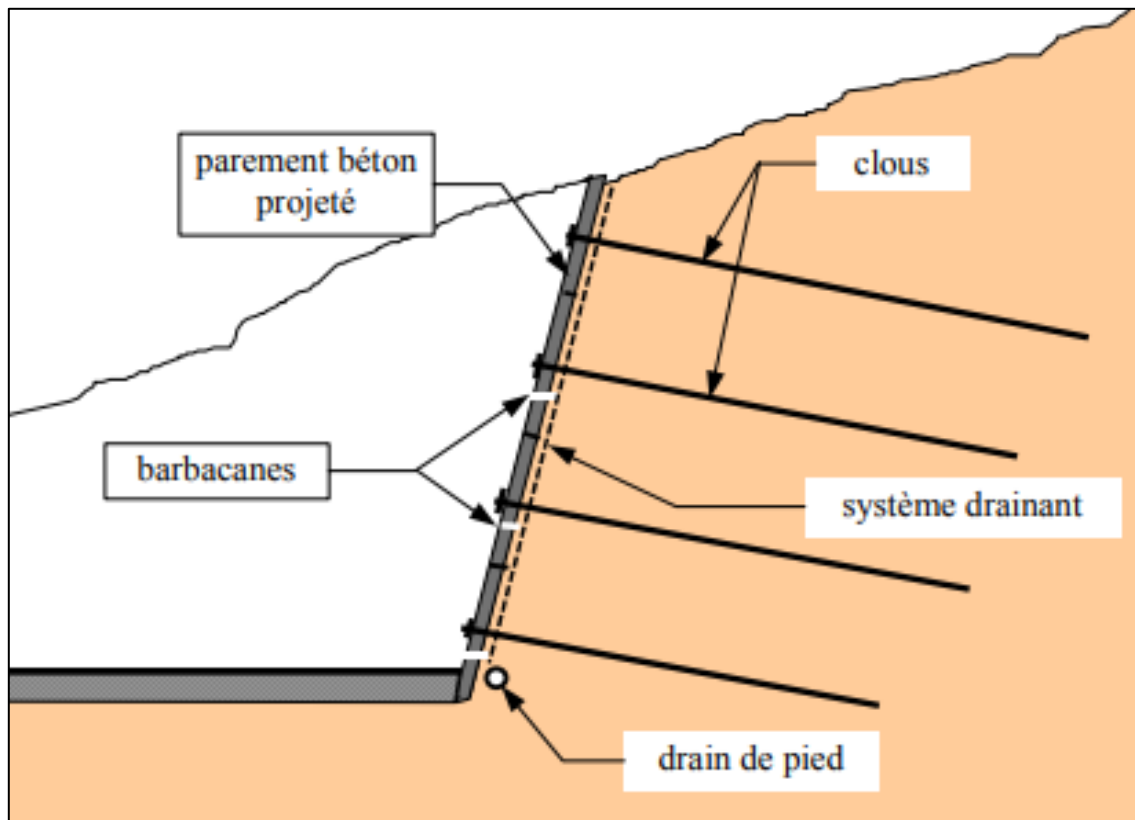
- ✚ Installations du chantier ;
- ✚ Pose des BT4 ;
- ✚ Installations de signalisation de chantier par alternat ;
- ✚ Neutralisation d'une partie de la voie de droite.

Travaux de terrassement :



- ✚ Réalisation des parois clouées ;

Des parois clouées sont à réaliser aux abords de l'ouvrage dans le but de réaliser une terrasse permettant la réalisation de la chaussée.



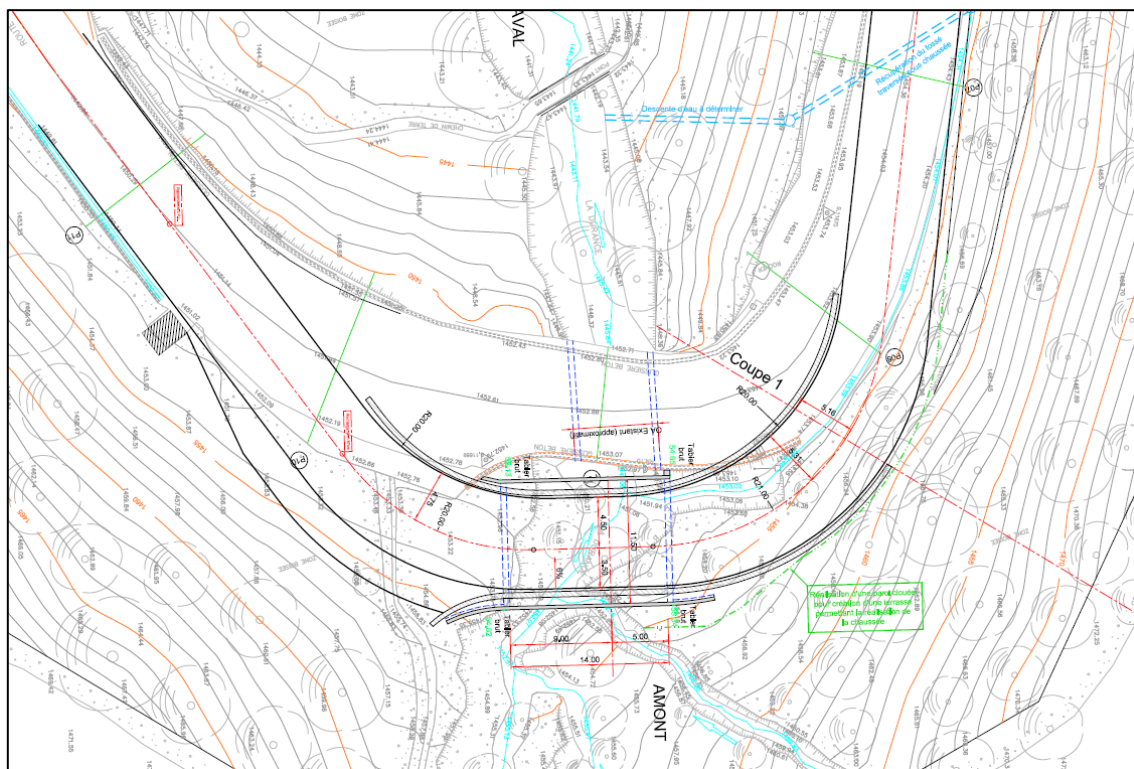
Les parois clouées sont des ouvrages constitués d'éléments de renforcement du sol en place réalisé par passes descendantes. Les clous sont généralement des armatures métalliques passives inclinés de 5 à 15 ° sur l'horizontale mis en œuvre par forage et scellement au coulis de ciment ou fonçage. Le parement est souvent constitué d'un voile en béton projeté sur une ou deux nappes de treillis soudé.



✚ Réalisation de terrassement d'accès au chantier ;

- ✚ Remise en circulation à 2 voies sur l'ouvrage existant.

Travaux de réalisation :




- ✚ Réalisation des appuis et des piers ;
- ✚ Réalisation du tablier ;
- ✚ Remise en état des lieux et réfection des talus.

Travaux de superstructure et repli :

- ✚ Réalisation de la chappe d'étanchéité et de la couche de roulement ;
- ✚ Mise en œuvre d'un dispositif de retenue et d'un garde-corps ;
- ✚ Pose des dispositifs d'évacuation des eaux et de drainage ;
- ✚ Mise en œuvre des corniches ;
- ✚ Remise en circulation sur la chaussée de l'ouvrage ;

Travaux de démolition :

La démolition du tablier fera l'objet de l'étape 2c du projet.

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--






5.1.2. Cout et délais

La durée des travaux est estimée à 5 mois sur le site et 2 mois de période de préparation.

Les travaux sont estimés à 1.451 M€ TTC sur la base des conditions économiques en vigueur au mois de Novembre 2021. Ce coût est réparti de la façon suivante :

N°	DÉSIGNATION DES TRAVAUX	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
A	Nouveau tracé				
A.2	Terrassement en déblais avec stockage sur site	m ³	400	25 €	10 000 €
A.3	Mise en œuvre en remblais des déblais initiaux	m ³	400	25 €	10 000 €
A.4	Chaussée	m ²	1350	200 €	270 000 €
A.5	Paroi clouée	m ²	200	1 000 €	200 000 €
	Sous-total série B				490 000 €
B	Réalisation de l'ouvrage				
B.1	Réalisation de l'ouvrage	m ²	172	2 500 €	430 000 €
	Sous-total série C				430 000 €
C	Démolition de l'ouvrage existant				
C.1	Démolition du tablier	m ²	80	2 243,75 €	179 500 €
	Sous-total série D				179 500 €
A	Nouveau tracé	SOUS-TOTAL H.T. DE LA SERIE A			490 000 €
B	Réalisation de l'ouvrage	SOUS-TOTAL H.T. DE LA SERIE B			430 000 €
C	Démolition de l'ouvrage existant	SOUS-TOTAL H.T. DE LA SERIE C			179 500 €
		TOTAL H.T.			1 099 500 €
		MARGE (10%)			109 950 €
		T.V.A.			241 890 €
		TOTAL T.T.C			1 451 340 €

Ces coûts s'entendent hors :

-  Réseaux ;
-  Aléas géotechniques ;
-  Aléas fondations.





5.2. Ouvrage construit en lieu et place de l'ouvrage existant

5.2.1. Phasage travaux


La réalisation des travaux de remplacement d'un ouvrage sur un axe stratégique tel que la RN94 doit être effectuée de façon à entraver le moins possible la circulation.

Les principales étapes, pour la solution en place et lieu de l'ouvrage existant sont les suivantes :

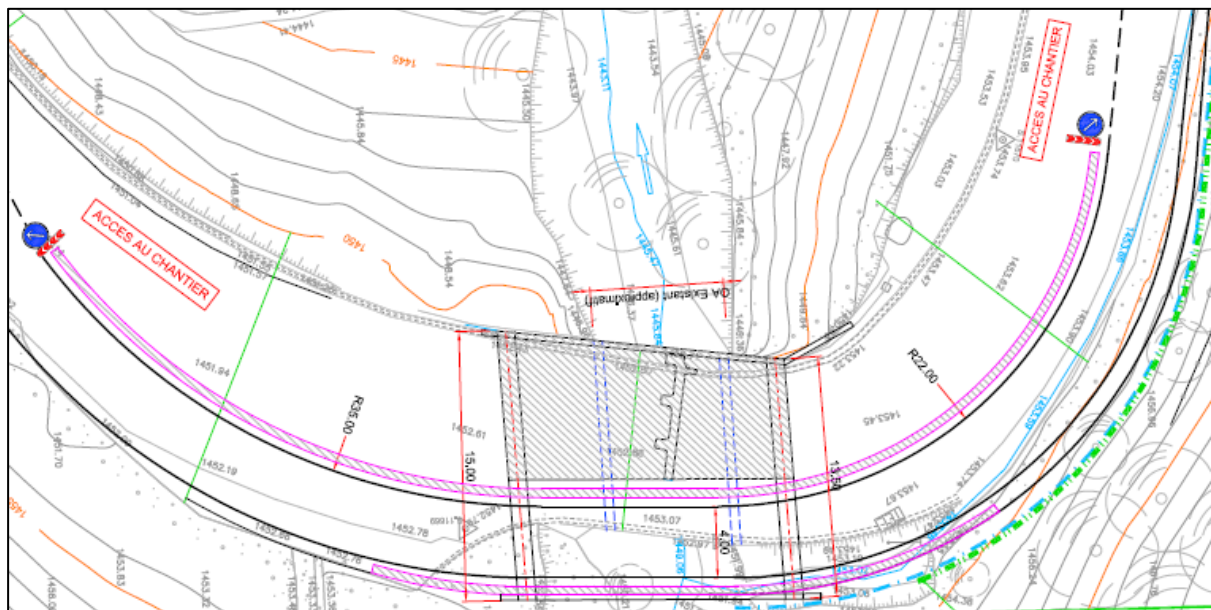
Installations et préparations :

-  Installations du chantier ;
-  Pose des BT4 ;
-  Installations de signalisation de chantier par alternat ;
-  Neutralisation d'une partie de l'ouvrage et de la voie.

Travaux de démolition phase 1 :

-  Démolition partielle du tablier

La démolition du tablier fera l'objet de l'étape 2c du projet.



- ✚ Réalisation des appuis ;
- ✚ Réalisation du tablier ;
- ✚ Remise en état des lieux et réfection des talus.

Travaux de superstructure et repli :

- ✚ Réalisation de la chappe d'étanchéité et de la couche de roulement ;
- ✚ Mise en œuvre d'un dispositif de retenue et d'un garde-corps ;
- ✚ Pose des dispositifs d'évacuation des eaux et de drainage ;
- ✚ Mise en œuvre des corniches ;
- ✚ Remise en circulation dans les 2 sens.




5.2.2. Cout et délais

La durée des travaux est estimée à 9 mois sur le site y inclus la démolition et 3 mois de période de préparation.




Les travaux sont estimés à 1.66 M€ TTC sur la base des conditions économiques en vigueur au mois de Novembre 2021.

Ce coût est réparti de la façon suivante :

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

N°	DÉSIGNATION DES TRAVAUX	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
A	Nouveau tracé				
A.2	Terrassement en déblais avec stockage sur site	m ³	450	25 €	11 250 €
A.3	Mise en œuvre en remblais des déblais initiaux	m ³	350	25 €	8 750 €
A.4	Chaussée	m ²	1000	200 €	200 000 €
A.5	Paroi clouée	m ²	100	1 000 €	100 000 €
	Sous-total série B				320 000 €
B	Réalisation de l'ouvrage				
B.1	Réalisation de l'ouvrage (hors fondations profondes)	m ²	230	2 500 €	575 000 €
B.1	Provision pour fondations profondes de type pieux (pour 12 pieux phi 600 de 10 m de longueur)	Ft	1	150 000 €	150 000 €
	Sous-total série C				725 000 €
C	Démolition de l'ouvrage existant				
C.1	Démolition phasée du tablier	m ²	80	2 656 €	212 500 €
	Sous-total série D				212 500 €
A	Nouveau tracé	SOUS-TOTAL H.T. DE LA SERIE A			320 000 €
B	Réalisation de l'ouvrage	SOUS-TOTAL H.T. DE LA SERIE B			725 000 €
C	Démolition de l'ouvrage existant	SOUS-TOTAL H.T. DE LA SERIE C			212 500 €
			TOTAL H.T.		1 257 500 €
			MARGE (10%)		125 750 €
			T.V.A.		276 650 €
			TOTAL T.T.C		1 659 900 €

Ces coûts s'entendent hors :

-  Réseaux ;
-  Aléas géotechniques ;
-  Aléas fondations.




5.3. Ouvrage côté aval

5.3.1. Phasage travaux

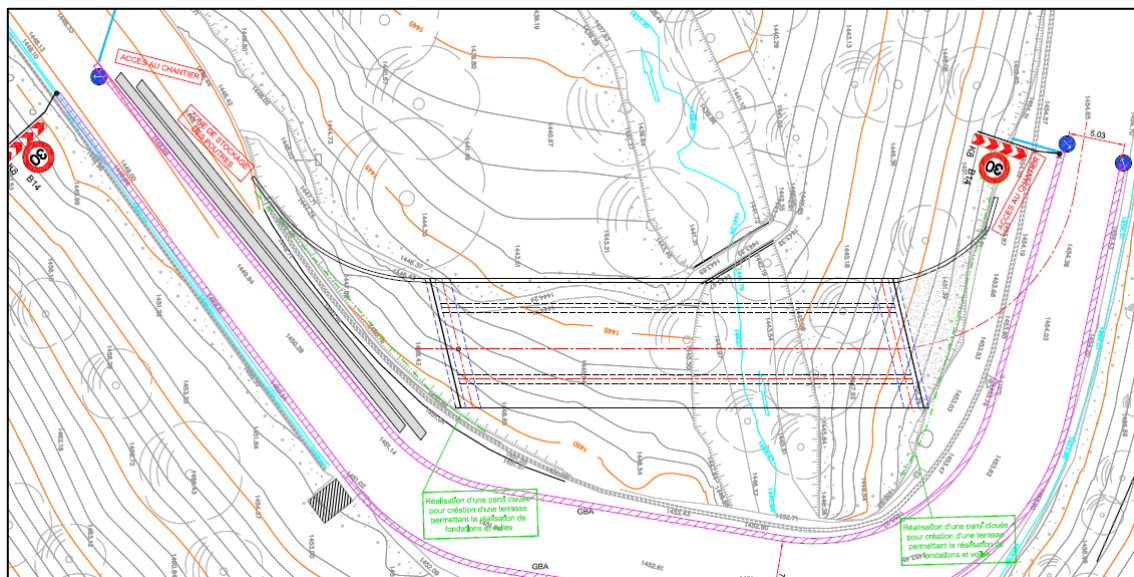
La réalisation des travaux de remplacement d'un ouvrage sur un axe stratégique tel que la RN94 doit être effectuée de façon à entraver le moins possible la circulation.

Les principales étapes, pour la solution en place et lieu de l'ouvrage existant sont les suivantes :

Installations et préparations :

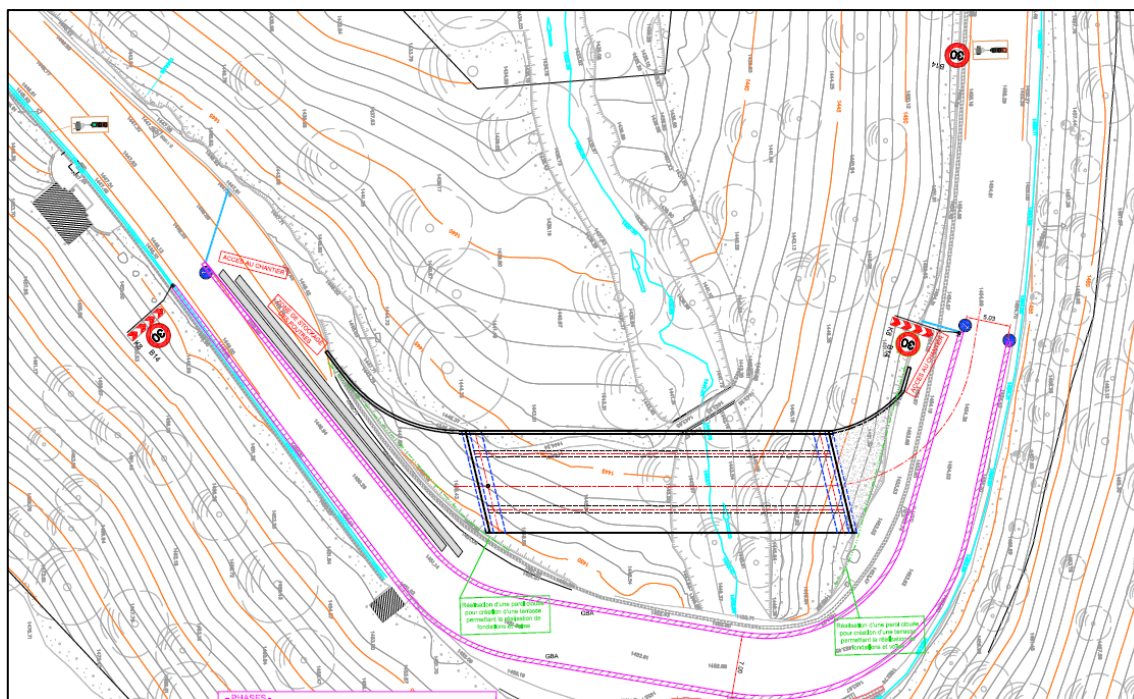
-  Installations du chantier ;
-  Pose des BT4 ;
-  Installations de signalisation de chantier ;

Travaux de terrassement :




- ✚ Réalisation des parois clouées ;
- ✚ Réalisation de terrassement.

Travaux de réalisation :



- ✚ Réalisation des appuis ;
- ✚ Amenée et stockage des poutres (par tronçons) ;
- ✚ Assemblage des poutres sur site ;
- ✚ Grutage des poutres ;
- ✚ Grutage des entretoises ;

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

- ✚ Soudage des entretoises sur les poutres ;
- ✚ Réalisation du hourdis.

Travaux de superstructure et repli :

- ✚ Réalisation de la chappe d'étanchéité et de la couche de roulement ;
- ✚ Mise en œuvre d'un dispositif de retenue et d'un garde-corps ;
- ✚ Pose des dispositifs d'évacuation des eaux et de drainage ;
- ✚ Mise en œuvre des corniches ;

Travaux de démolition :

La démolition du tablier fera l'objet de l'étape 2c du projet.



5.3.2. Cout et délais


La durée des travaux est estimée à 9 mois sur le site et 6 mois de période de préparation.

Les travaux sont estimés à 2.62 M€ TTC sur la base des conditions économiques en vigueur au mois d'Avril 2020.
Ce coût est réparti de la façon suivante :

N°	DÉSIGNATION DES TRAVAUX	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
A	Nouveau tracé				
A.2	Terrassement en déblais avec stockage sur site	m³	500	25 €	12 500 €
A.3	Mise en œuvre en remblais des déblais initiaux	m³	900	25 €	22 500 €
A.4	Chaussée	m²	230	200 €	46 000 €
A.5	Paroi clouée	m²	300	1 000 €	300 000 €
	Sous-total série B				381 000 €
B	Réalisation de l'ouvrage				
B.1	Réalisation de l'ouvrage	m²	475	3 000 €	1 425 000 €
	Sous-total série C				1 425 000 €
C	Démolition de l'ouvrage existant				
C.1	Démolition du tablier	m²	80	2 243,75 €	179 500 €
	Sous-total série D				179 500 €
A	Nouveau tracé	SOUS-TOTAL H.T. DE LA SERIE A			381 000 €
B	Réalisation de l'ouvrage	SOUS-TOTAL H.T. DE LA SERIE B			1 425 000 €
C	Démolition de l'ouvrage existant	SOUS-TOTAL H.T. DE LA SERIE C			179 500 €
		TOTAL H.T.			1 985 500 €
		MARGE (10%)			198 550 €
		T.V.A.			436 810 €
		TOTAL T.T.C			2 620 860 €

Ces coûts s'entendent hors :

- ✚ Réseaux ;
- ✚ Aléas géotechniques ;
- ✚ Aléas fondations.

	<p align="center">Direction interdépartementale des routes méditerranée</p> <p align="center">PONT DE FONTAINE CRETET</p> <p align="center">Etape 2b - Solutions de remplacement de l'ouvrage</p> <p align="center">Mémoire technique</p>	<p align="center">Avril 2022</p> <p align="center">Indice C – V1</p> <p align="center">CN</p>
---	---	--

6. DELAIS D'INSTRUCTION RELATIFS AUX PROCEDURES ENVIRONNEMENTALES

6.1.1. Etude d'impact (évaluation environnementale) et concertation publique

6.1.1.1. Délai relatif à l'examen au cas par cas

L'Autorité environnementale saisie dans le cadre de la demande d'examen au cas par cas dispose de 35 jours pour émettre son avis à compter de la date de dépôt du dossier (sous réserve que ce dernier soit complet, à noter qu'elle peut formuler une demande de complément dans les 15 jours suivants ce dépôt).

En l'absence de retour de l'Autorité environnementale dans ce délai réglementaire, le projet est obligatoirement soumis à évaluation environnementale.

6.1.1.2. Délai relatif à l'évaluation environnementale

L'évaluation environnementale (étude d'impact) entraîne l'ouverture d'une enquête publique au titre du Code de l'environnement.

Si le projet est soumis à autorisation environnementale, l'étude d'impact est incluse dans l'autorisation. La procédure se déroule sur une durée d'environ un an.

Si le projet n'est pas soumis à autorisation environnementale, l'enquête publique aboutira à une déclaration de projet. Il faut alors compter 3 mois d'instruction de l'étude d'impact par l'Autorité environnementale (CGEDD), ainsi que la durée de mise à disposition de l'étude au public et la durée de l'enquête publique. La procédure peut se dérouler sur 8 à 12 mois (en moyenne).

6.1.1.3. Délai relatif à la concertation publique au titre du Code de l'environnement

L'article L.121-16 du Code de l'environnement fixe les conditions minimales devant être respectées concernant la concertation publique :

« La concertation préalable est d'une durée minimale de quinze jours et d'une durée maximale de trois mois. Quinze jours avant le début de la concertation, le public est informé des modalités et de la durée de la concertation par voie dématérialisée et par voie d'affichage sur le ou les lieux concernés par la concertation ainsi que, selon l'importance et la nature du projet, par voie de publication locale. Le bilan de cette concertation est rendu public. Le maître d'ouvrage ou la personne publique responsable indique les mesures qu'il juge nécessaire de mettre en place pour répondre aux enseignements qu'il tire de la concertation ».

6.1.2. Procédure Loi sur l'eau

La procédure de déclaration se déroule sur 2 mois à compter de la complétude du dossier transmis à l'autorité instructrice (celle-ci dispose de 15 jours pour confirmer la complétude du dossier).

La procédure d'autorisation se déroule quant à elle sur un an.

6.1.3. Dérogation aux mesures de protection de la faune et de la flore sauvage et de leurs habitats

La procédure de dérogation se déroule sur une durée comprise entre 6 mois et un an suivant les enjeux du projet (recherche de sites de compensation...).

6.1.4. Déclaration d'utilité publique

La procédure de DUP, comprenant l'enquête publique, se déroule sur une durée d'environ 12 mois.