

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
TRAVAUX PUBLICS

Étude Technique et Économique

**Épreuve : U41- Études de Conception et Réalisation en
Maîtrise d'Œuvre**

SESSION 2024

Durée : 6 heures
Coefficient : 3

Matériel autorisé :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

- Le dossier de présentation et le questionnement : Pages 3/26 à 8/26
- Les documents techniques DT1 à DT 12 : Pages 9/26 à 19/26
- Les documents réponses (à rendre avec la copie) DR1 à DR7 : Pages 20/26 à 26/26

Documents à rendre avec la copie :

- DR1 : réponses pour l'étude 1 Page 20/26
- DR2 : réponses pour l'étude 2 Page 21/26
- DR3 : réponses pour l'étude 3 Page 22/26
- DR4 : réponses pour l'étude 4 Page 23/26
- DR5 : réponses pour l'étude 5 Page 24/26
- DR6 : réponses pour l'étude 6 Page 25/26
- DR7 : réponses pour l'étude 7 Page 26/26

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 26 pages, numérotées de 1/26 à 26/26.

Documents remis

<u>Le dossier de présentation et le questionnaire :</u>	Pages 3/26 à 8/26
<u>Les documents techniques : DT1 à DT12 :</u>	Pages 9/26 à 19/26
- DT1 : Vue en plan et profil en long de l'ouvrage de franchissement.....	Page 9/26
- DT2 : Coupe transversale droite de l'ouvrage de franchissement.....	Page 10/26
- DT3 : Données d'entrée et résultats du logiciel de calcul des appareils d'appui et constitution type d'un appareil d'appui en élastomère fretté.....	Page 11/26
- DT4 : Diagrammes des efforts internes dans le hourdis.....	Page 11/26
- DT5 : Extrait de l'EN 1991-2 /AN.....	Page 12/26
- DT6 : Identification des sols.....	Page 13/26
- DT7 : Conditions d'utilisation des matériaux.....	Page 14/26
- DT8 : Catalogue des structures de chaussées neuves.....	Page 15/26
- DT9 : Assainissement routier - Extrait du CCTP.....	Page 16/26
- DT10 : Assainissement - Extrait de la note de calcul du bassin n°1.....	Page 17/26
- DT11 : Plans du mur M4 de l'ouvrage de décharge.....	Page 18/26
- DT12 : Extrait du BPU.....	Page 19/26

Les documents réponses (à rendre avec la copie) DR1 à DR7 : Pages 20/26 à 26/26

- DR1 : Analyse de la démarche BIM.....	(Étude 1) Page 20/26
- DR2 : Etude mécanique du tablier.....	(Étude 2) Page 21/26
- DR3 : Etude des dalles préfabriquées.....	(Étude 3) Page 22/26
- DR4 : Détail de la chaussée.....	(Étude 4) Page 23/26
- DR5 : Extrait du bordereau des prix unitaires.....	(Étude 5) Page 24/26
- DR6 : Avant métré de la semelle du mur M4.....	(Étude 6) Page 25/26
- DR7 : Planning.....	(Étude 7) Page 26/26

Barème

Ouvrages	Études	Compétences détaillées	Barème
Ensemble du projet	Étude 1 : ANALYSE DE LA DEMARCHE BIM	Constituer le dossier de consultation	15
	Étude 2 : ÉTUDE MECANIQUE DU TABLIER	Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage.	45
Ouvrage de franchissement d'un cours d'eau	Étude 3 : ÉTUDE DES DALLES PREFABRIQUÉES QUI COMPOSENT LE TABLIER	Proposer ou Adapter des Solutions Techniques	20
	Étude 4 : TERRASSEMENT ET ROUTE	Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage Proposer ou Adapter des Solutions Techniques Compléter ou réaliser des documents graphiques exploitables	45
Projet routier	Étude 5 : ASSAINISSEMENT ROUTIER - Étude du bassin n°1	Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage. Rédiger et/ou adapter des articles d'un DCE.	35
	Étude 6 : SEMELLE DU MUR RETOUR M4 DE L'OUVRAGE DE DÉCHARGE	Quantifier tout ou partie d'un ouvrage	20
Ouvrage de décharge	Étude 7 : ÉTABLISSEMENT D'UN CALENDRIER POUR L'OUVRAGE DE DÉCHARGE	Établir un calendrier	20

MISE EN SITUATION

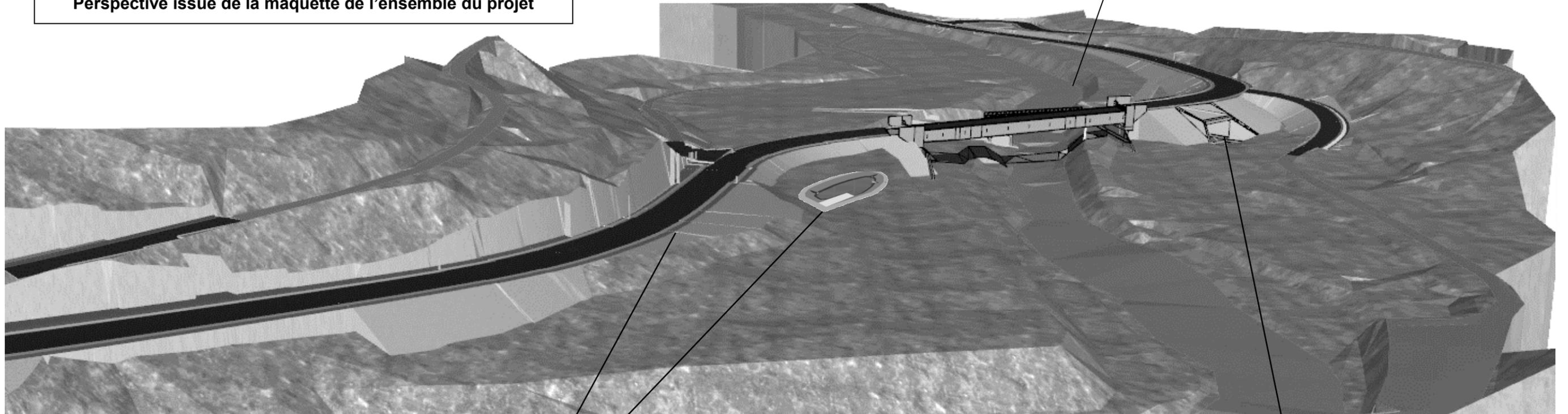
Vous travaillez pour le compte du maître d'œuvre et vous assistez l'ingénieur responsable de la consultation des entreprises.

PRÉSENTATION DU PROJET

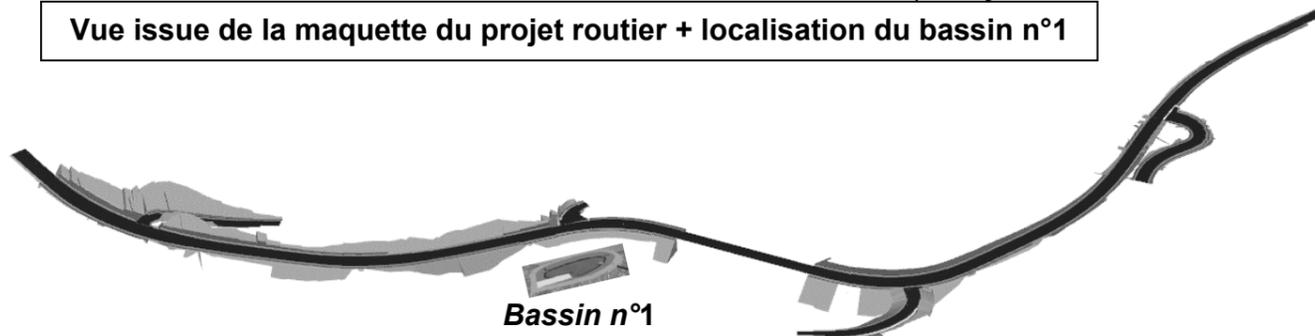
Le chantier concerne une route départementale qui donne accès à la station de ski Superbagnères, à Bagnères de Luchon, dans les Pyrénées. L'objectif est de dévier la route RD46 empruntant deux ponts limités actuellement à 19 tonnes et dont l'état de dégradation n'est plus compatible avec la sécurité. Cette déviation comprend notamment la réalisation :

- d'un ouvrage d'art de franchissement d'un cours d'eau ;
- d'un ouvrage de décharge ;
- d'un barreau routier incluant l'assainissement routier et des bassins.

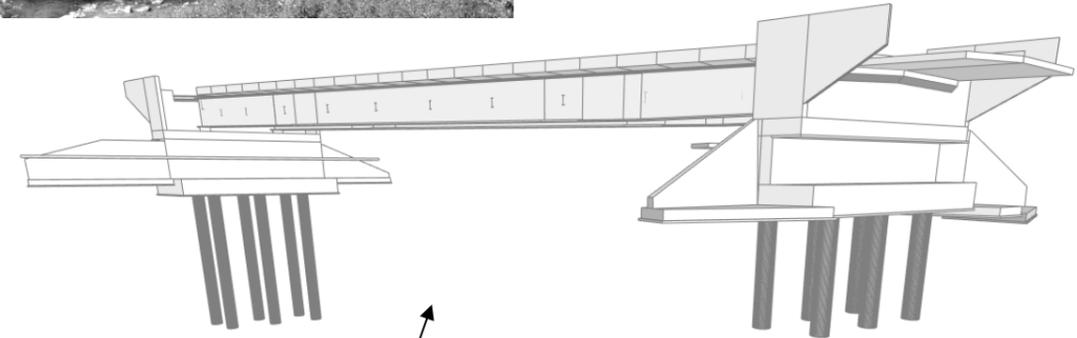
Perspective issue de la maquette de l'ensemble du projet



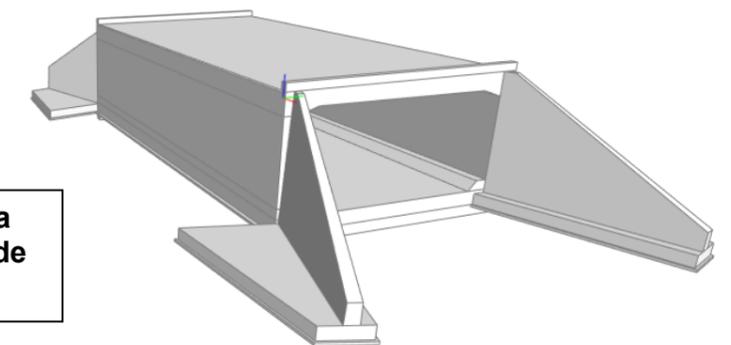
Vue issue de la maquette du projet routier + localisation du bassin n°1



Perspective issue de la maquette de l'ouvrage de franchissement



Perspective issue de la maquette de l'ouvrage de décharge



ÉTUDE 1 : ANALYSE DE LA DÉMARCHE BIM

Compétence visée : Constituer le dossier de consultation

L'ensemble du projet entrera dans le cadre d'un processus BIM de niveau 2. Cela implique l'utilisation des outils adéquats et un travail collaboratif. Cela nécessitera l'usage de différents logiciels et de multiples échanges de données.

Au travers des questions suivantes, vous allez préciser les modalités du travail collaboratif réalisé dans le cadre de cette démarche BIM.

Question 1

Sur le Document Réponse 1 (DR1), cocher l'organisation correspondant au processus BIM de niveau 2.

Dans le DCE, la maquette sera donnée sous un format IFC_{2x3} et vous avez prévu que l'ensemble des échanges se fera sur une plateforme.

Question 2

Parmi les familles d'outils BIM proposées dans le Document Réponse DR1, cocher les deux familles indispensables pour permettre à une entreprise soumissionnaire de récupérer et d'exploiter le modèle BIM inclus dans le DCE.

Le processus BIM mis en œuvre sur ce projet sera basé sur une maquette comportant de multiples dimensions. La maîtrise d'œuvre (MOE) souhaite un BIM 4D avec pour base une maquette :

- ayant un niveau de détail 3 (ND3 ou LOD300) pour les ouvrages ;
- ayant un niveau de détail 1 (ND1 ou LOD100) pour la voirie et l'assainissement.

Question 3

Sur le Document Réponse 1 (DR1), relier les dimensions (de la 3D à la 5D) avec les données correspondantes.

Question 4

Le niveau de détail (ND ou LOD) définit le niveau de précision et d'information des objets de la maquette. Pour la maquette des ouvrages, sur le Document Réponse DR1, cocher le(s) élément(s) figurant dans un ND3.

Parmi les documents du DCE, une charte BIM donnera les spécifications à respecter afin d'assurer la qualité des livrables fournis par chaque intervenant, y compris les règles de nommage des fichiers.

Question 5

Sur le Document Réponse DR1, compléter l'extrait de la charte BIM en donnant un exemple de nommage de fichier qui correspondra à la première version de la maquette réalisée ce jour.

ÉTUDE 2 : ÉTUDE MECANIQUE DU TABLIER

Voir les Documents Techniques DT1, DT2, DT3, DT4 et DT5.

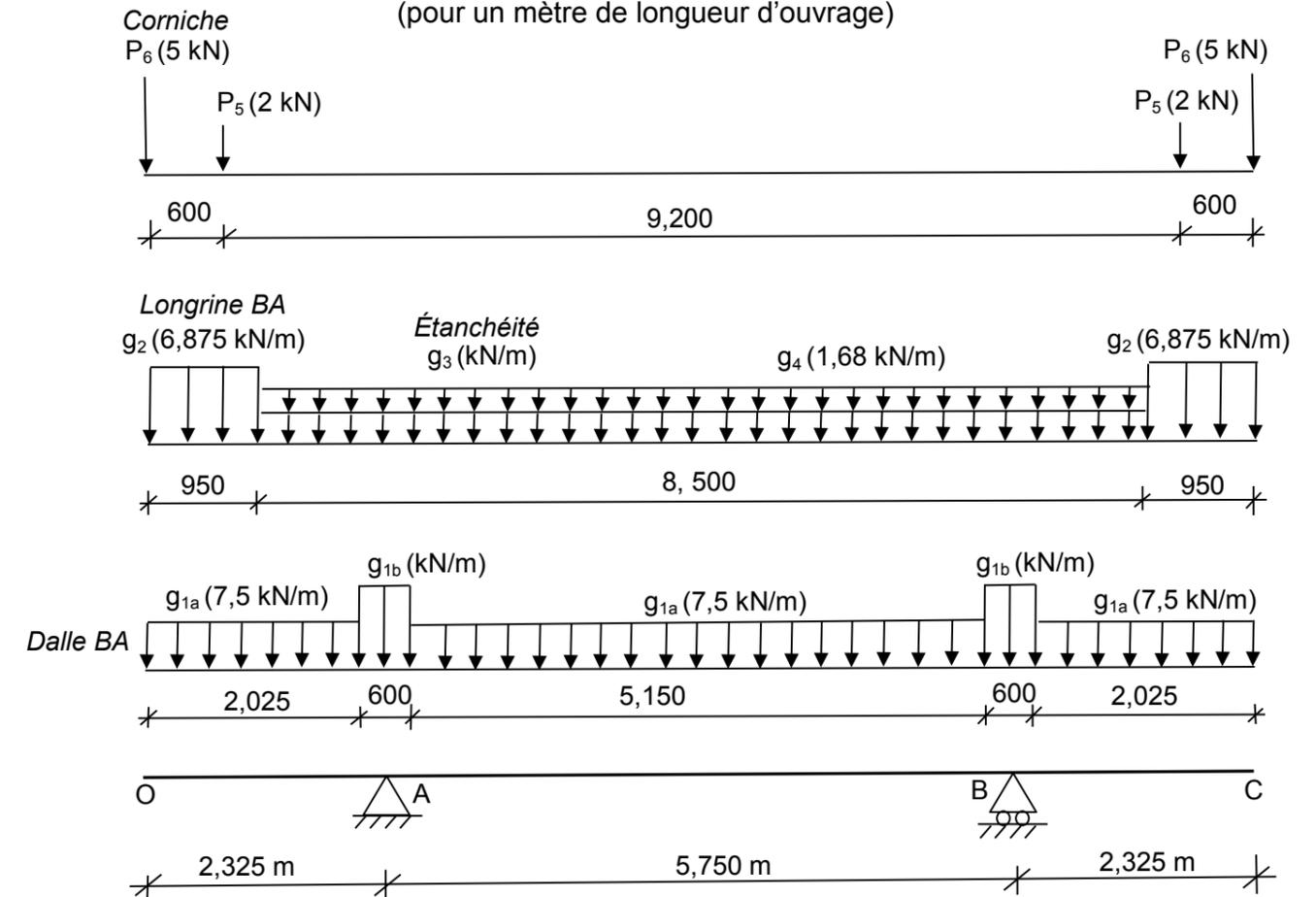
Compétence visée : Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage.

Le maître d'œuvre (MOE) souhaite définir le type d'appareil d'appui à préconiser dans le DCE, et vérifier la faisabilité d'un tablier mixte composé de dalles préfabriquées de 30 cm d'épaisseur.

Une étude mécanique partiellement complétée vous est fournie par un bureau d'études. Vous devez déterminer les valeurs nécessaires pour la compléter et vérifier sa cohérence.

Modélisation mécanique des charges permanentes

(pour un mètre de longueur d'ouvrage)



Données complémentaires :

Dalle en béton armé :

- Poids volumique : 25 kN/m³ ;
- Épaisseur : 0,300 m en partie courante et 0,350 m au niveau des semelles des poutres.

Étanchéité :

- Masse surfacique = 72 kg/m².

Question 6

Sur copie à partir du Document Technique DT2 et des éléments donnés à la page 4/26 :

- déterminer :
 - o la charge linéaire de la dalle BA correspondant à g_{1b} ;
 - o la charge linéaire correspondant à l'étanchéité g_3 ;
- identifier la provenance :
 - o de la charge linéaire g_4 ;
 - o de la charge ponctuelle P_5 .

Dans la question 7, vous devez étudier les charges routières qui s'appliquent sur le tablier. Le modèle de charge retenu est de type LM1 figurant sur le DT5.

Question 7

A partir de la coupe de l'ouvrage figurant sur le Document Technique DT2 et des éléments figurant sur le Document Technique DT5, déterminer sur votre copie :

- la largeur w (en mètre) ;
- le nombre de voies conventionnelles n ;
- la largeur de l'aire résiduelle (en mètre).

L'ouvrage est de 2^{ème} classe au sens de l'EN 1991-2 /AN.

Question 8

Sur copie, à partir des informations figurant sur le Document Technique DT5, déterminer l'effort horizontal (charge d'accélération et de freinage) pour la voie 1 :

- relever :
 - o les valeurs Q_{1k} et α_{Q1} relatives au chargement en tandem ;
 - o les valeurs q_{1k} et α_{q1} relatives au chargement uniformément réparti ;
- en déduire la charge d'accélération et de freinage Q_{lk} à l'aide de la formule ci-dessous :
 $Q_{lk} = 0,6 \times \alpha_{Q1} \times (2 \times Q_{1k}) + 0,1 \times \alpha_{q1} \times q_{1k} \times W_l \times L$ et $180 \times \alpha_{Q1} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ kN}$
avec W_l = largeur d'une voie = 3 m et L = longueur de l'ouvrage = 60,000 m.

Les actions définies aux questions précédentes ont été combinées et rajoutées à la modélisation longitudinale du tablier.

L'effort horizontal précédemment trouvé a été réparti uniformément sur les 4 appuis.

Le DT3 présente un extrait des résultats du dimensionnement des appareils d'appui.

Rappel : La dénomination d'un appareil d'appui : $a \times b$; $n (t_i + t_s)$; $2 \times e$.

Question 9

Sur le Document Réponse DR2, à partir des informations figurant sur le Document Technique DT3, donner la dénomination (en mm) de l'appareil d'appui trouvé et ensuite faire une coupe transversale cotée de celui-ci à l'échelle 1/2.

En vue de vérifier la faisabilité d'un tablier mixte composé de dalles préfabriquées de 30 cm d'épaisseur, le MOE a déterminé les efforts internes (efforts tranchants et moments fléchissants) dans le sens transversal (cf. DT4).

Le logiciel de calcul donne les valeurs des actions verticales de liaison aux points A et B :

$Y_{A\text{ELU}} = 612,391 \text{ kN}$ et $Y_{B\text{ELU}} = 787,609 \text{ kN}$.

Question 10

Sur copie, à partir du Document Technique DT4, déterminer à quel endroit de la poutre (distance par rapport au point O), le moment fléchissant est maximal et calculer sa valeur.

Le bureau d'étude a déterminé, à partir du moment fléchissant, la section d'armatures principales nécessaire au point G. Il a formulé les préconisations suivantes :

- section d'armature = 21 cm^2 (pour un mètre de longueur d'ouvrage) ;
- répartition sur un seul lit ;
- espacement des barres : entre 10 cm et 20 cm d'entraxe ;
- diamètre maximal des barres : HA25.

Question 11

Sur copie proposer un diamètre et un espacement de barres qui permettent de mettre en œuvre la section d'armatures calculée et conclure sur la faisabilité de ces dalles.

Tableau des sections de barres par diamètre

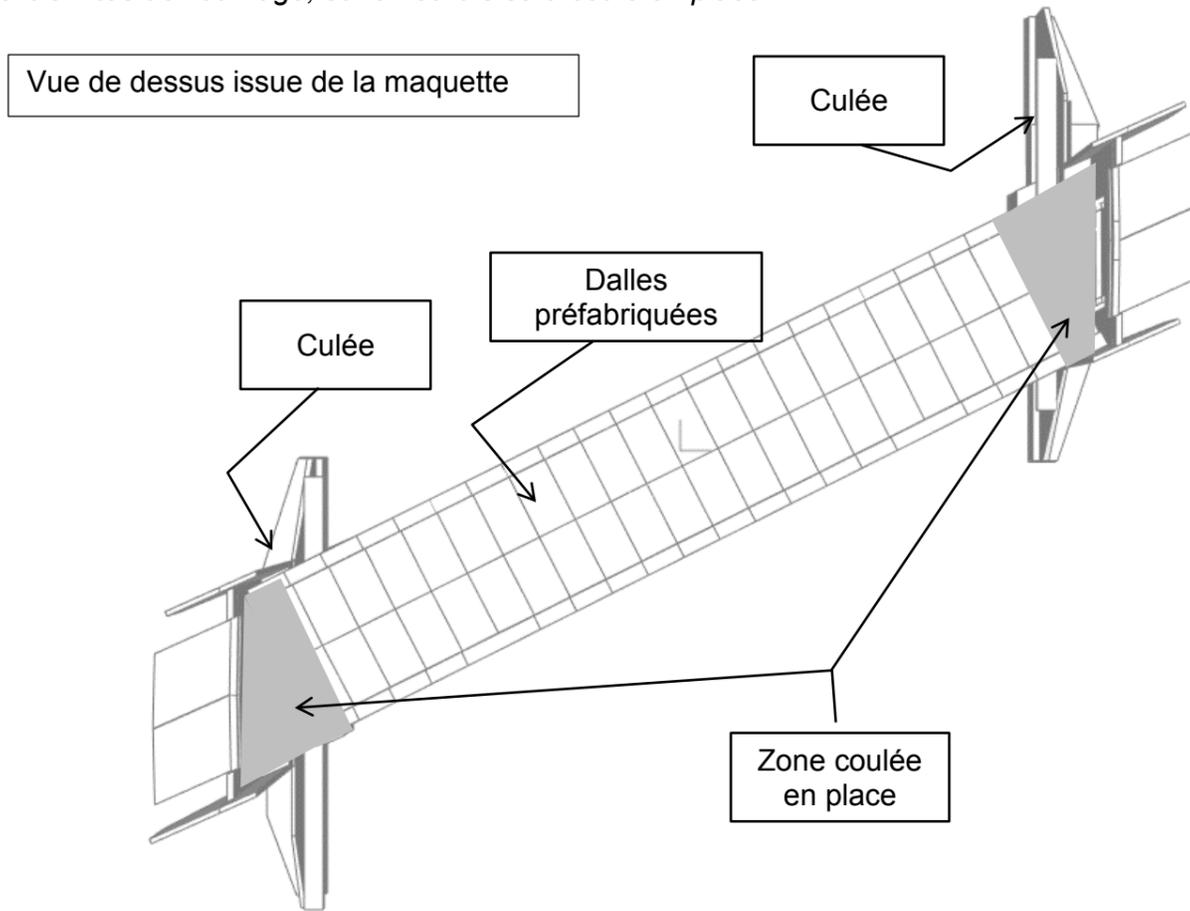
Diamètre	Poids	Périmètre	Section pour N barres en cm^2									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,154	1,57	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96
6	0,222	1,88	0,283	0,565	0,848	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,395	2,51	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,617	3,14	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	0,888	3,77	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,208	4,40	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	1,578	5,03	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	2,466	6,28	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	3,853	7,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	6,313	10,05	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	9,865	12,57	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

ÉTUDE 3 : ÉTUDE DES DALLES PRÉFABRIQUÉES QUI COMPOSENT LE TABLIER

Voir les Documents Techniques DT1 et DT2

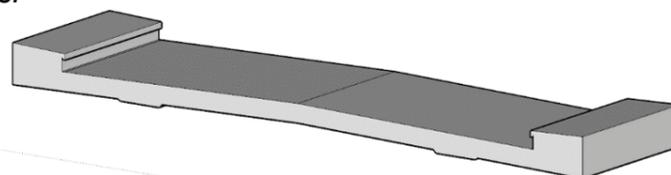
Compétence visée : Proposer ou Adapter des Solutions Techniques

Le tablier est constitué de dalles préfabriquées qui seront posées sur la charpente, sauf aux extrémités de l'ouvrage, où le hourdis sera coulé en place.



L'objet constituant les dalles représentées ci-dessous a été réalisé dans l'avant-projet avec un niveau de détail 2 (ND2). L'objectif sera d'atteindre un ND3, pour cela il faudra affiner la maquette en prenant en compte des problématiques techniques.

Maquette de base de l'objet
LOD 200 ou ND2



Question 12

Sur le Document Réponse DR3, compléter le tableau :

- en proposant une solution technique répondant à la problématique posée ;
- en schématisant cette solution sur la perspective de la maquette de base.

ÉTUDE 4 : TERRASSEMENT ET ROUTE

Voir les Documents Techniques DT6, DT7 et DT8

Compétences visées : Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage
Proposer ou **adapter** des Solutions Techniques
Compléter ou **réaliser** des documents graphiques exploitables

Le but de cette étude est de renseigner les pièces écrites et graphiques du DCE concernant les parties terrassement et chaussée.

L'étude géotechnique du projet routier a mis en évidence la présence importante de sol de type C1B5m (selon la classification GTR) dans la partie supérieure des déblais.

On vous demande de vérifier la possibilité d'utiliser ce sol pour édifier une partie des remblais.

Question 13

Sur copie, à partir des Documents Techniques DT6 et DT7, indiquer :

- les vérifications qu'un sol doit satisfaire pour être classé C1B5.
- les conditions de réemploi d'un sol C1B5m pour la confection d'un remblai dans des conditions météorologiques « ni pluie, ni évaporation importante ».

Le GTR prévoit, pour le réemploi d'un sol C1B5m en couche de forme, deux solutions dans les conditions météorologiques « pas de pluie ».

Question 14

Sur copie, à partir du Document Technique DT7, indiquer quelle est la solution de réemploi du C1B5m en couche de forme qui présente l'impact environnemental le plus faible. Justifier votre choix.

L'arase (AR) de la partie supérieure des terrassement (PST) est de type PSTn°2 AR1. L'objectif est d'obtenir une PF2, sans traitement au liant, et de limiter la quantité de matériau déplacé.

Question 15

Sur copie, à partir du Document Technique DT7, indiquer l'épaisseur de la couche de forme à mettre en œuvre.

La plateforme supportant cette structure est de type PF2. Cette structure sera réalisée avec une GB3 et une couche de roulement en BBM ;

La chaussée est dimensionnée en considérant les hypothèses suivantes :

- Trafic poids lourds Moyen Journalier Annuel à la mise en service (TMJA_d)= 18 poids lourds / jour / an ;
- durée de service retenue par le maître d'ouvrage : n = 20 ans ;
- taux de croissance arithmétique du trafic (t) = 5% par an.

Question 16

Sur copie, à partir du Document Technique DT8, déterminer :

- la classe de trafic ;
- le trafic cumulé N_{PL} pendant la durée de service ;
- le nombre d'essieux équivalents NE.

Question 17

Sur copie, à partir du Document Technique DT8, en considérant une valeur de NE = 60 000 définir l'épaisseur de la couche d'assise et de la couche de roulement.

Question 18

Sur le Document Réponse DR4, à partir des résultats obtenus dans les questions précédentes, faire un détail coté et légendé de la chaussée depuis l'arase des terrassements, à l'échelle 1/10.

Voir les Documents Techniques DT9 et DT10

Compétences visées : Dimensionner tout ou partie d'un ouvrage.
Rédiger et/ou adapter des articles d'un DCE.

L'ingénieur en charge du projet vous demande de participer au dimensionnement hydraulique du bassin n°1 et de finir la rédaction du bordereau des prix unitaires pour la réalisation du bassin n°1.

Question 19

La topographie des bassins versants ayant été renseignée dans la maquette numérique, sur copie, relever dans le Document Technique DT9 les informations complémentaires pour effectuer le dimensionnement du bassin n°1.

*Les données relevées précédemment ont été saisies dans un logiciel de calcul. Le volume calculé pour le bassin n°1 figure dans le Document Technique DT10.
L'ingénieur décide d'adopter une hauteur utile de 60 cm pour ce bassin.*

Question 20

Sur copie, en considérant un coefficient de forme de 3, à l'aide du Document Technique DT10, donner la longueur et la largeur du bassin n°1.

*Le logiciel ne permet pas de calculer le diamètre de l'orifice de sortie du bassin.
Le débit de fuite du bassin de rétention Q_f peut être calculé à partir des surfaces des bassins versants avec la formule suivante : $Q_f = Q_F \cdot \sum S_i$*

- Q_F : débit de fuite par hectare de bassin versant exprimé en l/s/ha
- Q_f : débit de fuite du bassin de rétention exprimé en l/s
- S_i : surface élémentaire du bassin versant i exprimée en ha

Question 21

Sur copie, déterminer, à l'aide du tableau n°2 figurant sur le Document Technique DT10, le diamètre Nominal (DN) de l'orifice de fuite du bassin respectant le débit de fuite Q_f.

Question 22

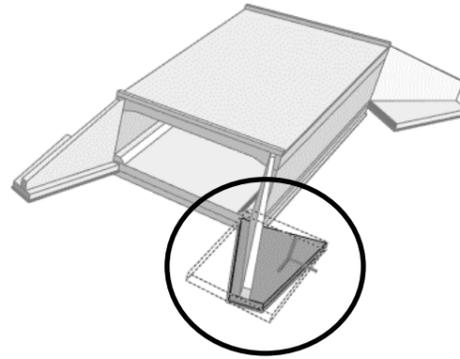
Sur le Document Réponse DR5, vous complétez l'article A424 du bordereau des prix unitaires.

ÉTUDE 6 : SEMELLE DU MUR RETOUR M4 DE L'OUVRAGE DE DÉCHARGE

Compétence visée : Quantifier tout ou partie d'un ouvrage

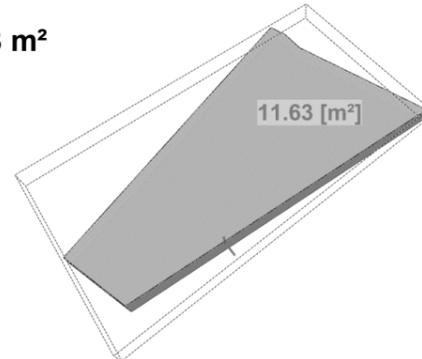
Voir les Documents Techniques DT11 et DT12

Données complémentaires : quantités issues de la maquette
ci-contre (en perspective)

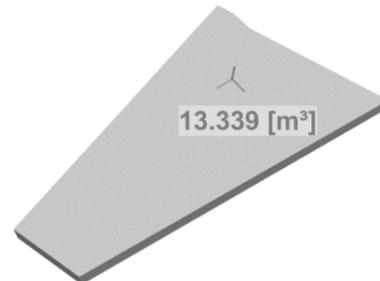


Les résultats issus de la maquette, pour la semelle du mur M4, sont les suivants :

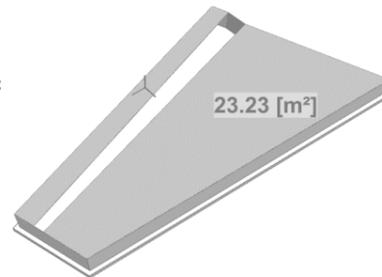
B201 - Coffrages ordinaires des surfaces non vues = **11,63 m²**



B209 - Béton de structure C35/45 = **13,339 m³**



B211 - Réglage et finition des surfaces non coffrées = **23,23 m²**



En vue de compléter le cadre du DQE, on souhaite vérifier ces résultats.

Question 23

Sur le Document Réponse DR6, établir l'avant-métré de la semelle du mur M4, compléter les schémas avec la cotation utile et les découpages en surfaces élémentaires, pour les articles B201, B209 et B211.

Toutes les valeurs seront justifiées.

ÉTUDE 7 : ÉTABLISSEMENT D'UN CALENDRIER POUR L'OUVRAGE DE DÉCHARGE

Compétence visée : Établir un calendrier

Voir le Documents Technique DT11

Dans le cadre de l'élaboration d'un modèle BIM 4D, il est nécessaire d'établir un calendrier prévisionnel pour la réalisation de l'ouvrage de décharge. Ensuite ce planning sera saisi sur un logiciel de planification pour le coupler à la maquette.

Données complémentaires :

- extrait DQE pour les semelles des murs M2+M3 :

Surface coffrée = 23,00 m²

Masse armatures = 1950 kg

Volume de béton = 26,000 m³

- temps unitaire à prendre en compte :

Coffrage (y compris décoffrage) = 0,90 h/m²

Mise en œuvre armatures = 0,015 h/kg

Bétonnage = 0,45 h/m³

- la durée de travail journalier est de 7 h ;

- les murs M2 et M3 sont réalisés avec un effectif de 3 ouvriers ;

- les durées des tâches sont données (sauf pour la tâche n°111) ;

- les remblais ne peuvent démarrer que 5 jours ouvrés après la réalisation des murs retours ;

- les ressources de l'entreprise ne permettent pas de réaliser plusieurs tâches de génie civil simultanément.

Question 24

Sur copie, déterminer la durée de la tâche n°111 en utilisant les temps unitaires. Reporter la durée sur le Document Réponse DR7.

Question 25

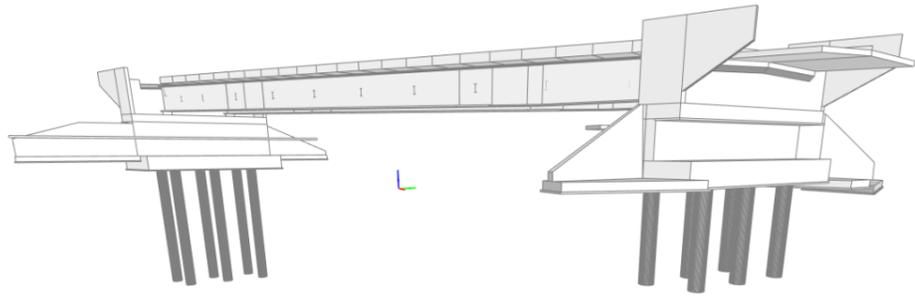
Sur le Document Réponse DR7, déterminer les antécédents avec leur lien, pour la réalisation des murs M1, M2, M3 et M4 puis représenter les tâches correspondantes (tâches n° 110 – 111 – 112 – 115 - 116 – 117 – 118) de façon à achever les travaux en fin de semaine 37 au plus tard.

Question 26

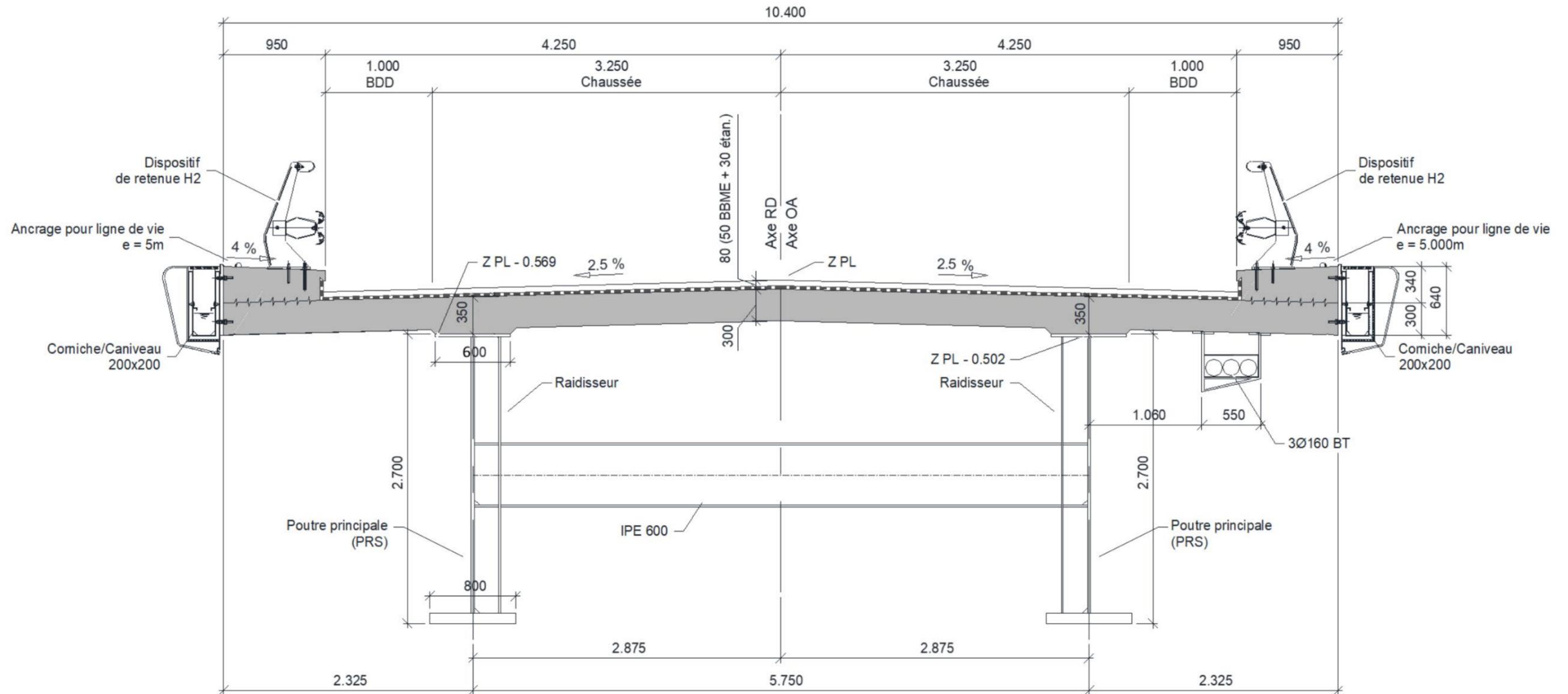
Sur copie, justifier le ou les antécédents avec leur lien ainsi que la date de démarrage, pour la tâche n°109.

DOCUMENT TECHNIQUE DT 2 : OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT

Perspective issue de la maquette de l'ouvrage



COUPE TRANSVERSALE DROITE A-A
Sans indication d'échelle



APPAREILS D'APPUI EN ÉLASTOMÈRE FRETTÉ

NF EN 1337-3 : Appareils d'appui structuraux en élastomère
 Guide technique SETRA - Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires (juillet 2007)
 NF EN 15129 : Dispositifs antisismiques
 Guide CEREMA - Ponts en zone sismique - Conception et dimensionnement selon l'EC 8 (août 2015)

Données d'entrée (extrait) :

Chargement vertical	3929 kN
Chargement horizontal	109 kN

Résultats (extrait) :

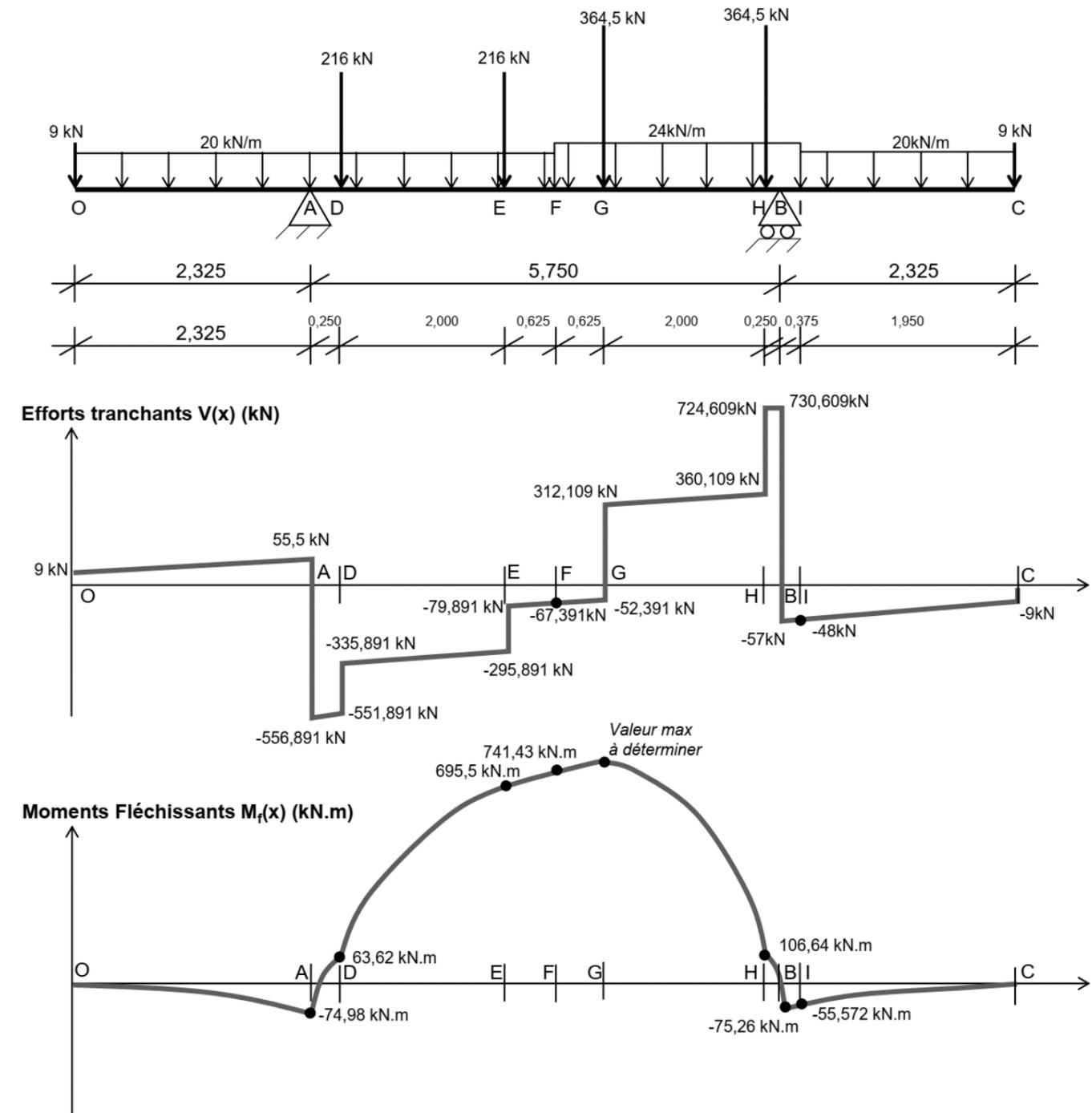
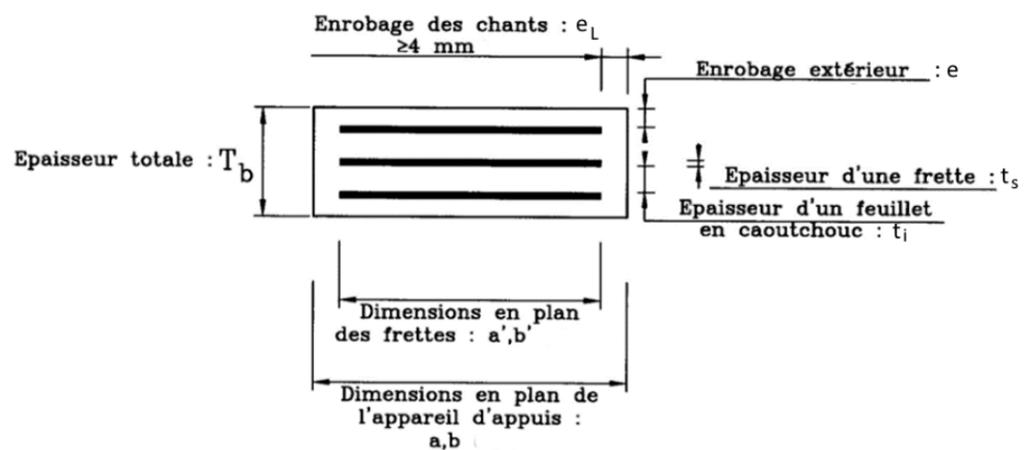
Caractéristiques géométriques

Nombre d'appareils d'appuis : 1
 Appareil d'appui retenu : 400 x 600

Dimensions des appareils d'appuis

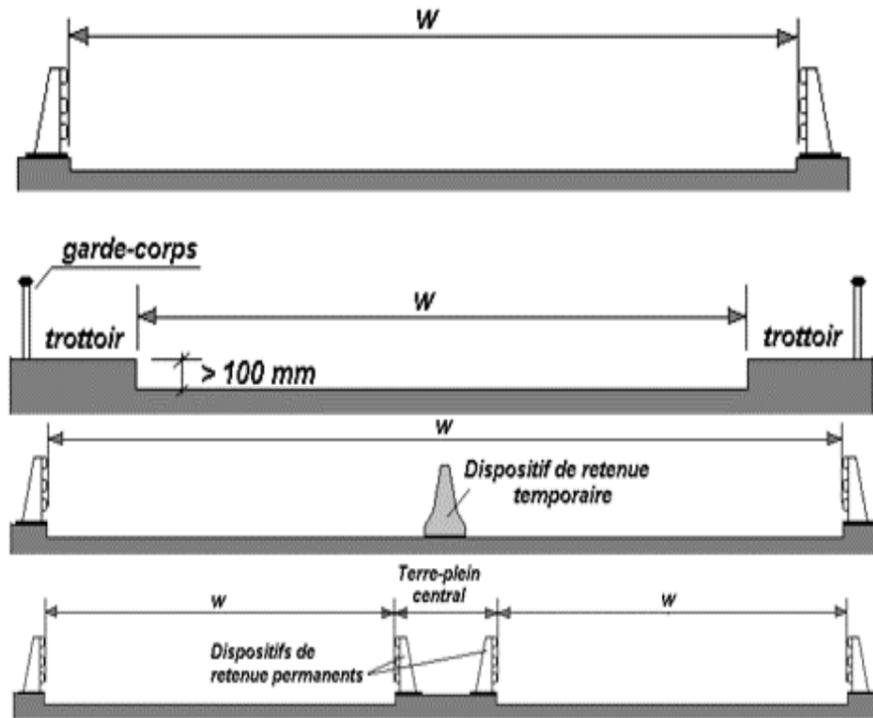
Largeur (dimension // axe OA)	a	0,400 m	
Longueur (Dimension ⊥ axe OA)	b	0,600 m	
Épaisseur d'un feuillet d'élastomère	t _i	0,012 m	
Épaisseur des frettes	t _s	0,004 m	
Nombre de feuillet intermédiaire	n	4	
Enrobage latéral des frettes	e _l	0,005 m	≥ 4mm - généralement = 5mm
Enrobage inférieur et supérieur	e	0,006 m	Souvent égal à t _s /2
Largeur des frettes (// axe OA)	a'	0,390 m	Dimension // axe OA
Longueur des frettes	b'	0,590 m	Dimension ⊥ axe OA
Épaisseur nominale totale de l'AAEF	T _b	0,080 m	
Épaisseur nominale totale d'élastomère	T _e	0,060 m	
Ep. tot. d'élastomère en cisaillement	T _q	0,060 m	

Constitution type d'un appareil d'appui en élastomère fretté :



DOCUMENT TECHNIQUE DT5 : Extrait de l'EN 1991-2 /AN

a) Largeur de chaussée w : largeur mesurée entre bordures de hauteur supérieure à 100 mm ou entre limites intérieures des dispositifs de retenue.

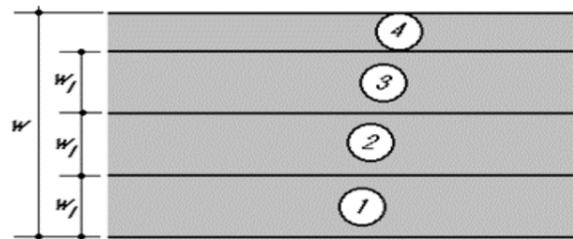


b) Détermination du nombre de voies.

Largeur de la chaussée w	Nombre de voies conventionnelles	Largeur d'une voie conventionnelle w_i	Largeur de l'aire résiduelle
$w < 5,4$ m	$n_i = 1$	3 m	$w - 3$ m
$5,4 \text{ m} \leq w < 6$ m	$n_i = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$6 \text{ m} \leq w$	$n_i = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right)$	3 m	$w - 3 \times n_i$

NOTE Par exemple, pour une chaussée ayant une largeur de 11 m, $n_i = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right) = 3$, et la largeur de l'aire résiduelle est $11 - 3 \times 3 = 2$ m.

Int = partie entière

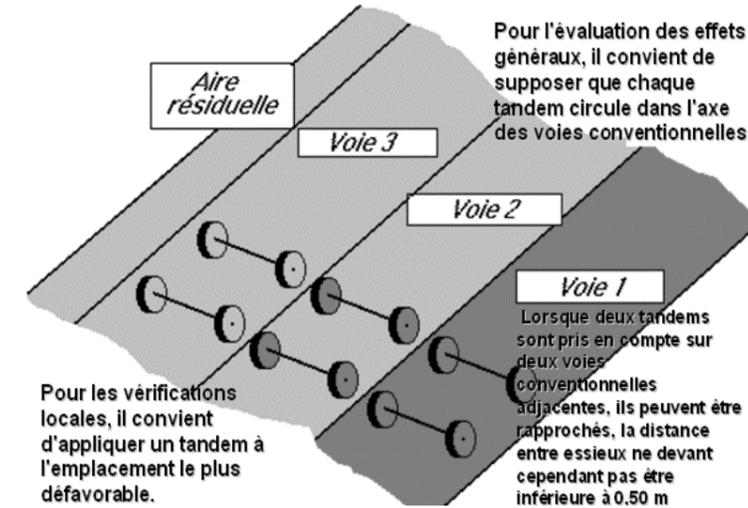


Légende

- w Largeur de la chaussée
- w_i Largeur de la voie conventionnelle
- 1 Voie conventionnelle n° 1
- 2 Voie conventionnelle n° 2
- 3 Voie conventionnelle n° 3
- 4 Aire résiduelle

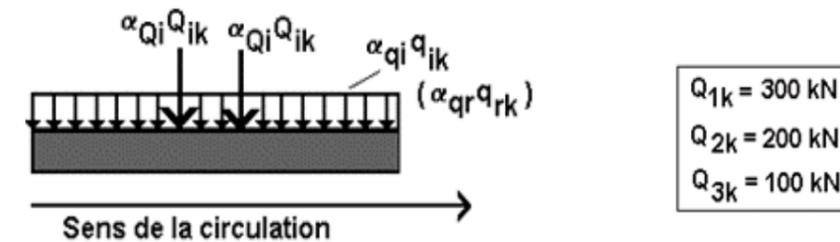
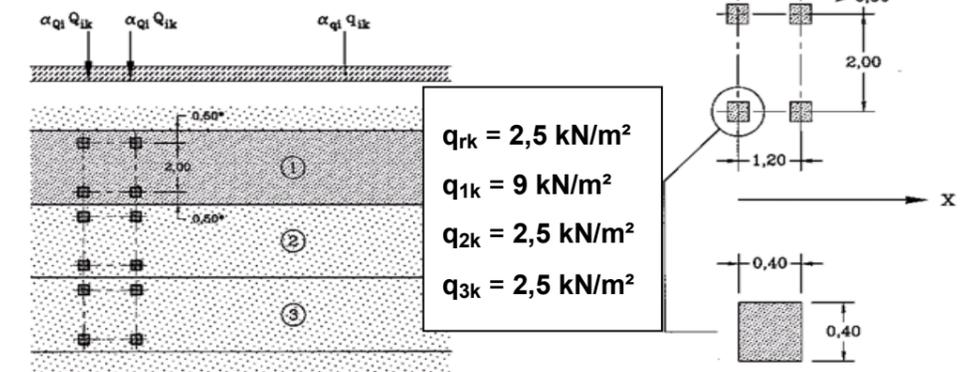
c) Modèles de charge LM1.

Le modèle de charges principal pour les ponts routiers (LM1) : représentation schématique



Modèles de charges pour les ponts routiers

Le modèle de charges principal (LM1)



Pour les ouvrages neufs ne comportant pas de limitation de tonnage, deux classes de trafic sont définies par les jeux de coefficients suivants :

Classe de trafic	α_{Q1}	α_{Qi} ($i \geq 2$)	α_{q1}	α_{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

Classe C

SOLS COMPORTANT DES FINES ET DES GROS ELEMENTS

DOCUMENT TECHNIQUE DT6 : IDENTIFICATION DES SOLS

Classification du sol de l'emprunt C1B5m

Classement selon la nature		Caractères principaux		Classement selon l'état hydrique et le comportement			
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Classement selon l'état hydrique et le comportement		
Dmax > 50mm et tamisat à 80 µm > 12% ou si le tamisat à 80 µm ≤ 12% la VBS est > 0,1	C Sols comportant des fines et des gros éléments	Matériaux anguleux dont la proportion de la fraction 0/50 mm dépasse 60 à 80% et Matériaux roulés La fraction 0/50 mm est un sol de la classe A	C₁A_i Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, moraines, alluvions grossières...	Le comportement des sols de cette classe peut être assez justement apprécié par celui de leur fraction 0/50 mm. L'évaluation de la proportion de la fraction 0/50 mm est cependant nécessaire dans le cas des sols constitués d'éléments anguleux. Celle-ci peut se faire visuellement par un géotechnicien expérimenté dès que le Dmax du sol dépasse 200 mm. L'identification des sols de cette classe doit être précisée à l'aide d'un double symbole de type C ₁ (A _i) ou C ₁ (B _i), A _i ou B _i étant respectivement la classe de la fraction 0/50 mm du matériau considéré. On peut encore très utilement compléter cette identification en indiquant la valeur du Dmax présent dans le sol. Ainsi, par exemple, un sol classé : C ₁ ⁴⁰⁰ (A _i) correspond à un sol roulé ou anguleux ayant plus de 60 à 80% d'éléments < 50 mm, dont les plus gros éléments ont une dimension de 400 mm et dont la fraction 0/50 mm est de type A _i .	C ₁ A ₁ C ₁ A ₂ C ₁ A ₃ C ₁ A ₄	état th, h, m, s ou ts	
		Matériaux anguleux dont la proportion de la fraction 0/50 mm dépasse 60 à 80% et Matériaux roulés La fraction 0/50 mm est un sol de la classe B	C₁B_i Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, moraines, alluvions grossières...	L'importance de cette influence est toujours difficile à évaluer (fonction de la continuité granulométrique et de l'angularité des éléments grenus) en raison des difficultés pratiques qu'il y a à réaliser des essais de laboratoire sur ces matériaux. Il est néanmoins utile, comme pour les C ₂ , de préciser l'identification des sols de cette classe à l'aide d'un double symbole de type C ₁ (A _i) ou C ₁ (B _i), A _i ou B _i étant respectivement la classe de la fraction 0/50 mm du matériau considéré. De même cette identification pourra être très utilement complétée par l'indication du Dmax présent dans le sol (Cf. classe C ₁). Des essais en semi ou vrate grandeur seront souvent nécessaires pour caler l'interprétation des mesures réalisées sur la fraction 0/50 mm.	C ₁ B ₁₁ C ₁ B ₁₂ C ₁ B ₃₁ C ₁ B ₃₂	Matériaux généralement insensibles à l'état hydrique	état th, h, m, s ou ts
		Matériaux anguleux comportant une fraction 0/50 mm ≤ 60 à 80%. La fraction 0/50 mm est un sol de la classe A.	C₂A_i Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, biefs à silex...				
		Matériaux anguleux comportant une fraction 0/50 mm ≤ 60 à 80%. La fraction 0/50 mm est un sol de la classe B.	C₂B_i Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, biefs à silex...				

Classe B (suite)

SOLS SABLEUX ET GRAVELEUX AVEC FINES (suite)



Classement selon la nature			Classement selon l'état hydrique			Classement selon le comportement				
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe		
Dmax ≤ 50 mm et tamisat à 80 µm ≤ 35%	B Sols sableux et graveleux avec fines	- tamisat à 80 µm ≤ 12% - VBS > 0,2 ou ES ≤ 25	B₄ Graves argileuses (peu argileuses)...	La plasticité de leurs fines rend ces sols sensibles à l'eau. Ils sont plus graveleux que les sols B ₅ et leur fraction sableuse est plus faible. Pour cette raison, ils sont en général perméables. Ils réagissent assez rapidement aux variations de l'environnement hydrique et climatique (humidification - séchage). Lorsqu'ils sont extraits dans la nappe, il est assez peu probable, en climat océanique, que leur état hydrique puisse s'améliorer jusqu'à devenir "moyen". Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des LH nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (Los Angeles, LA, et/ou Micro Deval en présence d'eau, MDE).	IPI ≤ 7 ou w _n ≥ 1,25 w _{OPN} 7 < IPI ≤ 15 ou 1,10 w _{OPN} ≤ w _n < 1,25 w _{OPN} 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,10 w _{OPN} 0,6 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN} w _n < 0,6 w _{OPN}	B ₄ th B ₄ h B ₄ m B ₄ s B ₄ ts	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45 LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE ≥ 45 LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45 LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45 LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45 LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₄ th B ₄ h B ₄ m B ₄ s B ₄ ts	B ₄ th B ₄ h B ₄ m B ₄ s B ₄ ts	
		- tamisat à 80 µm compris entre 12 et 35% - VBS ≤ 1,5 ou Ip ≤ 12	B₅ Sables et graves très silteux...	La proportion de fines et la faible plasticité de ces dernières, rapprochent beaucoup le comportement de ces sols de celui des sols A ₁ . Pour la même raison qu'indiquée à propos des sols A ₁ , il y a lieu de préférer le critère VBS au critère Ip, pour l'identification des sols B ₅ . Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des LH nécessite de connaître leur résistance mécanique (Los Angeles, LA, et/ou Micro Deval en présence d'eau, MDE).	IPI ≤ 5 ou w _n ≥ 1,25 w _{OPN} 5 < IPI ≤ 12 ou 1,10 w _{OPN} ≤ w _n < 1,25 w _{OPN} 12 < IPI ≤ 30 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,10 w _{OPN} 0,6 w _{OPN} ≤ w _n < 0,9 w _{OPN} w _n < 0,6 w _{OPN}	B ₅ th B ₅ h B ₅ m B ₅ s B ₅ ts	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45 LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45 LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45 LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45 LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 LA > 45 ou MDE > 45	B ₅ th B ₅ h B ₅ m B ₅ s B ₅ ts	B ₅ th B ₅ h B ₅ m B ₅ s B ₅ ts	B ₅ th B ₅ h B ₅ m B ₅ s B ₅ ts
		- tamisat à 80 µm compris entre 12 et 35% - VBS > 1,5 ou Ip > 12	B₆ Sables et argileux à très argileux	L'influence des fines est prépondérante : le comportement du sol se rapproche de celui du sol fin ayant même plasticité que les fines du sol avec toutefois une plus grande sensibilité à l'eau due à la présence de la fraction sableuse en plus grande quantité.	IPI ≤ 4 ou w _n ≥ 1,3 w _{OPN} ou Ic ≤ 0,8 4 < IPI ≤ 10 ou 0,8 < Ic ≤ 1 ou 1,1 w _{OPN} ≤ w _n < 1,3 w _{OPN} 10 < IPI ≤ 25 ou 1 < Ic ≤ 1,2 ou 0,9 w _{OPN} ≤ w _n < 1,1 w _{OPN} ou 1,2 < Ic ≤ 1,3 w _n < 0,7 w _{OPN} ou Ic > 1,3	B ₆ th B ₆ h B ₆ m B ₆ s	B ₆ th B ₆ h B ₆ m B ₆ s	B ₆ th B ₆ h B ₆ m B ₆ s	B ₆ th B ₆ h B ₆ m B ₆ s	B ₆ th B ₆ h B ₆ m B ₆ s

Les paramètres inscrits en **caractères gras** sont ceux dont le choix est à privilégier.

DOCUMENT TECHNIQUE DT7 : CONDITIONS D'UTILISATION DES MATÉRIAUX

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

C₁A₁ et C₁B₅ (états th, h et m)

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code									
				E	G	W	T	R	C	H			
C ₁ A ₁ th C ₁ B ₅ th	Sols inutilisables en l'état			NON									
	La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisagée après étude spécifique												
C ₁ A ₁ h C ₁ B ₅ h	Ces sols sont très difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance; ils peuvent conserver des pressions intersticielles après mise en œuvre	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes			NON						
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)			0	0	0	0	0	3	1
	La présence de blocs peut entraîner des difficultés lors de la réalisation des traitements	++	évaporation importante	Solution 2 : traitement G : élimination des éléments supérieurs à 250 mm pour traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen			0	2	0	1	0	2	0
		-		Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)			0	0	0	0	0	3	1
C ₁ A ₁ m C ₁ B ₅ m	Ces sols sont très sensibles aux conditions atmosphériques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier par excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un sol trop sec difficile à compacter	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes			NON						
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)			2	0	0	0	0	2	2
	=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen			0	0	0	0	0	2	0	
	-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense			0	0	0	0	0	1	0	
Solution 2 : maintien de l'état W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage moyen			0	0	3	0	0	2	0				

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

C₁B₂₁, C₂B₂₁, C₁B₄₁, C₂B₄₁, C₁B₅₁, C₂B₅₁

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS	Epaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plate-forme support de chaussée					
					PST n° 1		PST n° 2		PST n° 3	PST n° 4
					AR 1	AR 1	AR 1	AR 2	AR 2	
C ₁ B ₂₁ th C ₁ B ₄₁ th C ₁ B ₅₁ th C ₂ B ₂₁ th C ₂ B ₄₁ th C ₂ B ₅₁ th	Les sols de ces classes sont constitués d'une fraction argileuse en faible quantité et d'une fraction granulaire grossière résistante aux sollicitations du trafic. Dans leur état naturel ils sont sensibles ou très sensibles à l'eau. Pour les utiliser en couche de forme deux techniques différentes peuvent être appliquées. a) Eliminer par tout moyen ad hoc (lavage, criblage, concassage) à la fois les gros éléments ne permettant pas un réglage correct de la plate-forme et la fraction o/d renfermant les éléments fins sensibles à l'eau. Il est également conseillé d'améliorer la stabilité du matériau ainsi corrigé en mettant en œuvre une couche de fin réglage de 1 à 5 cm d'épaisseur d'un matériaux sableux. b) Traiter ces matériaux avec des liants hydrauliques. Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage homogène à l'aide de malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) est réalisable dans des conditions économiques acceptables. Ceci suppose soit que l'on procède à l'élimination préalable des éléments grossiers interdisant le fonctionnement correct du malaxeur, soit que le malaxeur utilisé puisse absorber et fragmenter ces éléments grossiers.	++ + = ou -	toutes situations météorologiques	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3					
		++ ou +	pluie même forte	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3	e = 0,8 ou (2) e = 0,65	e = 0,5 ou (2) e = 0,4	e = 0,4 ou (2) e = 0,3	e = 0,3 ou (2) e = 0,2	(3)
C ₁ B ₂₁ s C ₁ B ₄₁ s C ₁ B ₅₁ s C ₂ B ₂₁ s C ₂ B ₄₁ s C ₂ B ₅₁ s	Ceci suppose soit que l'on procède à l'élimination préalable des éléments grossiers interdisant le fonctionnement correct du malaxeur, soit que le malaxeur utilisé puisse absorber et fragmenter ces éléments grossiers.	= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage Solution 2 : G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1	(1)	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
		++ ou +	pluie même forte	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3	e = 0,8 ou (2) e = 0,65	e = 0,5 ou (2) e = 0,4	e = 0,4 ou (2) e = 0,3	e = 0,3 ou (2) e = 0,2	(3)
C ₁ B ₂₁ ts C ₁ B ₄₁ ts C ₁ B ₅₁ ts C ₂ B ₂₁ ts C ₂ B ₄₁ ts C ₂ B ₅₁ ts		= ou -	pas de pluie	Solution 1 : G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage Solution 2 : G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Humidification pour changer l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 2 1 1	(1)	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
		++ + = ou -	toutes situations météorologiques	G : Elimination de la fraction o/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant le réglage correct de la plate-forme S : Mise en place d'une couche de fin réglage	4 0 0 3	e = 0,8 ou (2) e = 0,65	e = 0,5 ou (2) e = 0,4	e = 0,4 ou (2) e = 0,3	e = 0,3 ou (2) e = 0,2	(3)

(1) Sur cette PST, la mise en œuvre d'un matériau traité répondant à une qualité "couche de forme" n'est pas réalisable. Procéder d'abord à un traitement selon une technique "remblai" et se rapporter alors au cas de PST n°4 si l'effet du traitement est durable et aux cas PST n°2 ou 3 s'il ne l'est pas.
 (2) Si intercalation d'un géotextile à l'interface PST-couche de forme.
 (3) Dans le cas de la PST n°4, une couche de forme conduisant à une PF2 peut se limiter à une couche de protection superficielle de quelques centimètres d'épaisseur de ce matériau. Celle-ci peut même être inutile si l'on a prévu la possibilité d'éliminer par rabotage les 5 à 10 cm supérieurs de la PST. Elle peut également être remplacée par un enduit de cure gravillonné ou éventuellement clouté, appliqué directement sur l'arase terrassement.

DOCUMENT TECHNIQUE DT8 : CATALOGUE DES STRUCTURES DE CHAUSSÉES NEUVES

(ÉDITION 2020)

Tableau de classe de trafic :

Classe de trafic	T5-	T5+	T4	T3-	T3+
TMJA _d (PL/jours/an)	1-10	11-25	26-50	51-85	86-150
Centre de classe (moyenne géométrique)	3	17	35	65	115

TMJA_d : Trafic poids lourds Moyen Journalier Annuel à la mise en service

Le trafic cumulé N_{pl} pendant la durée de service se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$N_{pl} = 365 \times TMJA_d \times C$$

- Avec TMJA_d : Trafic poids lourds Moyen Journalier Annuel à la mise en service ;
- C, facteur de cumul sur la période considérée :

$$C = n \left(1 + \frac{(n-1)t}{2} \right)$$

- avec n : durée de service retenue par le maître d'ouvrage ;
- t : taux de croissance arithmétique du trafic de poids lourds.

Le nombre d'essieux équivalents NE pendant la durée de service se calcule à l'aide de la

formule suivante : NE = N_{PL} X CAM.

Tableau donnant le coefficient d'agressivité moyen d'un trafic donné (CAM) :

Type de matériau	Valeur de CAM			
	Classe de trafic			
	T5	T4	T3-	T3+
GNT et sol	0,4	0,5	0,6	0,75
Béton, Matériaux traités aux liants hydrauliques	0,4	0,5	0,6	0,6
Matériaux bitumineux	0,3	0,3	0,4	0,5

Tableau 5 : Valeur de CAM en fonction du trafic et des matériaux d'assise

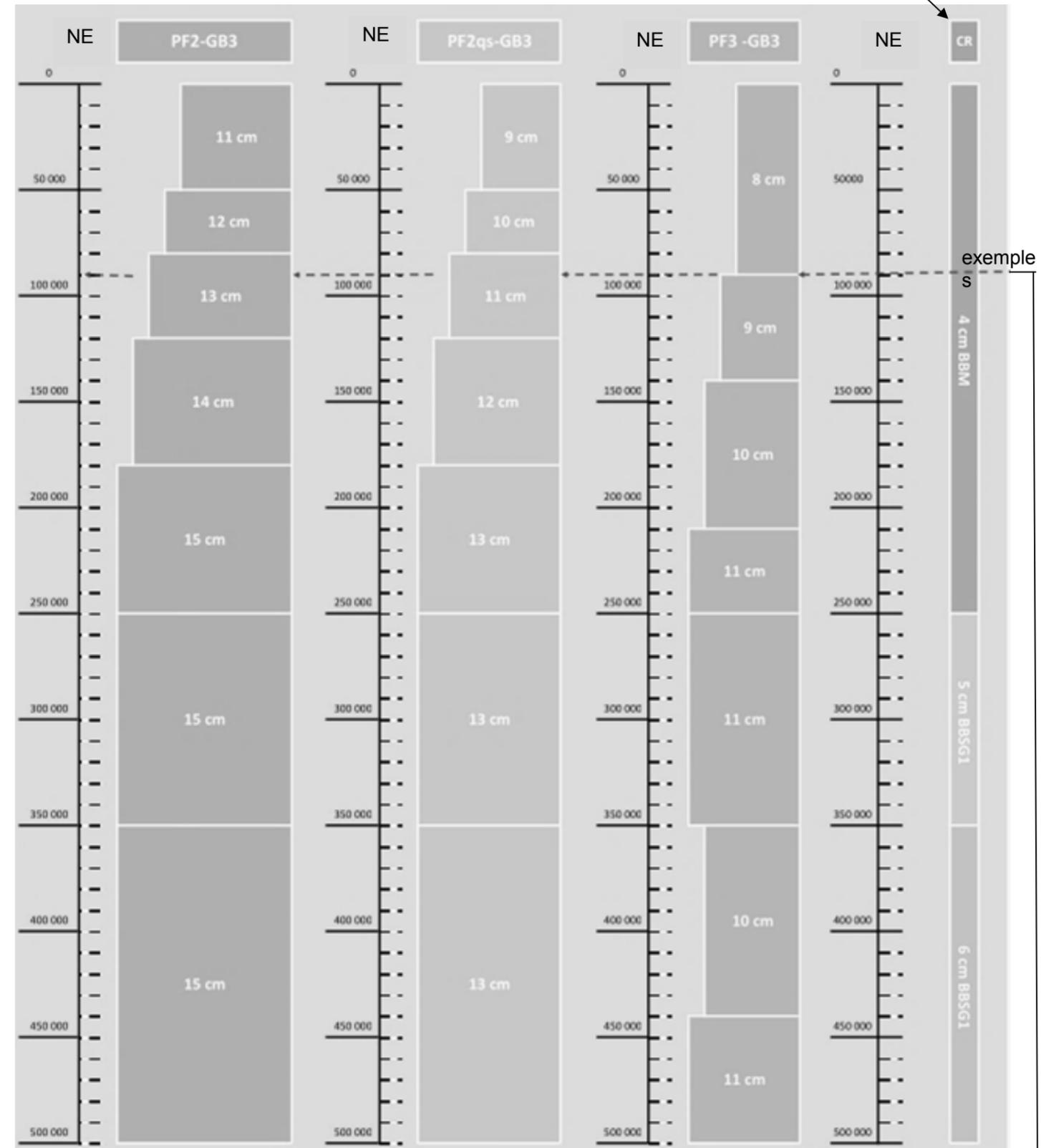
Pour les chaussées souples du type GNT ou GE/GNT, le CAM à retenir est le CAM inhérent aux matériaux GNT et sol.

Pour les chaussées bitumineuses GB2 et GB3, le CAM à retenir est celui inhérent aux matériaux bitumineux.

Pour les chaussées semi-rigides SC3, GC3, BCR et sols traités ainsi que pour les chaussées rigides en béton, le CAM à retenir est celui inhérent aux matériaux bétons et matériaux traités aux liants hydrauliques.

Voirie faible trafic – structure GB3 : dimensionnement mécanique

CR = Couche de Roulement



Exemples de structures obtenues avec un trafic de 90 000 NE :

- 4cm BBM + 8cm GB3 (cas d'un PF3)
- 4cm BBM + 11cm GB3 (cas d'un PF2qs)
- 4cm BBM + 13cm GB3 (cas d'un PF2)

DOCUMENT TECHNIQUE DT9 : ASSAINISSEMENT ROUTIER

Extraits du CCTP

« ...

1.7 ASSAINISSEMENT

1.7.1 PRINCIPE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

[...]

Les eaux pluviales qui ruisselleront des bassins versants naturels seront collectées séparément des eaux provenant des chaussées. Ces dernières seront dirigées vers deux bassins de rétention. Ces bassins seront étanches.

1.7.2 LES BASSINS

Les bassins disposeront d'un volume mort favorisant la décantation des matières en suspension et seront équipés d'une vanne de fermeture pour contenir une éventuelle pollution accidentelle. Ils permettront en outre l'écrêtement des débits rejetés et limiteront l'impact quantitatif du projet.

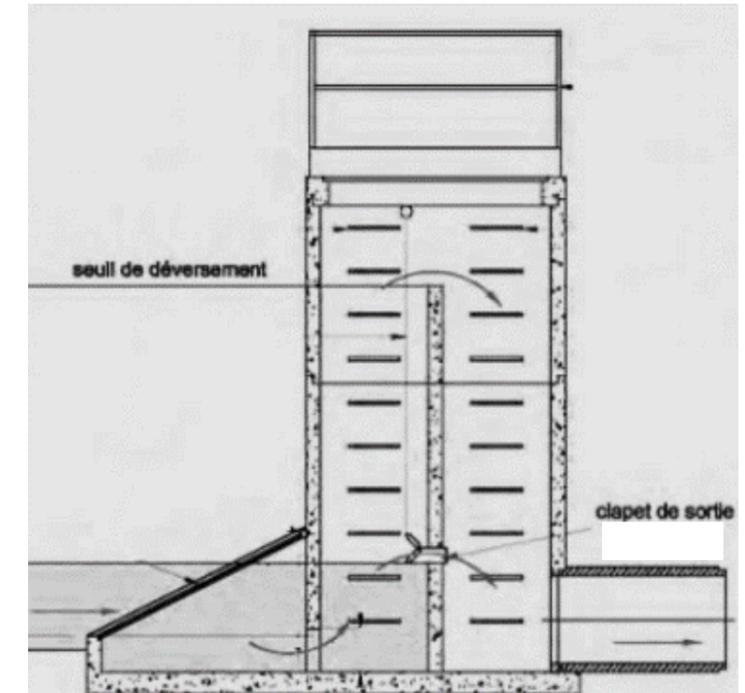
BASSINS ÉTANCHES Ces bassins sont étanches et végétalisés. Le fond de forme des bassins est recouvert de bas en haut de :

- un géotextile anti-poinçonnant qui sera certifié ASQUAL et possède le marquage CE et NF. Il est non tissé aiguilleté de filaments continus en polypropylène ;
- une géomembrane PeHD d'épaisseur 1,5 mm. La géomembrane est certifiée ASQUAL et marquée CE et NF. Le fabricant, l'origine et le produit doivent être soumis à l'agrément du maître d'œuvre ;
- un géotextile anti-poinçonnant supérieur, associé sur les talus à un géotextile accroche-terre. Le géo-composite supérieure aura une double fonction : anti-poinçonnant pour la protection de la géomembrane et accroche-terre ;
- une couche de terre végétale d'apport sur une épaisseur de 20 cm minimum, elle sera engazonnée.

OUVRAGES DE SORTIE DES BASSINS

Pour les deux bassins de rétention, il est prévu la création d'un ouvrage de sortie gérant à la fois le débit de régulation et le débit de surverse. Un clapet de sortie sera mis en place sur l'orifice de fuite pour permettre de confiner une éventuelle pollution. Il devra être manœuvrable depuis la plateforme sur l'ouvrage.

CLÔTURE ET PORTAIL DES BASSINS La clôture des bassins est réalisée au moyen de treillis soudés type Bekaert ou techniquement équivalent, d'une hauteur de 2.00 m fixés sur des poteaux métalliques espacés de 2.5 m. Les portails sont à 2 vantaux et à un passage utile de 4.0 m et une hauteur hors sol de 2.0m.



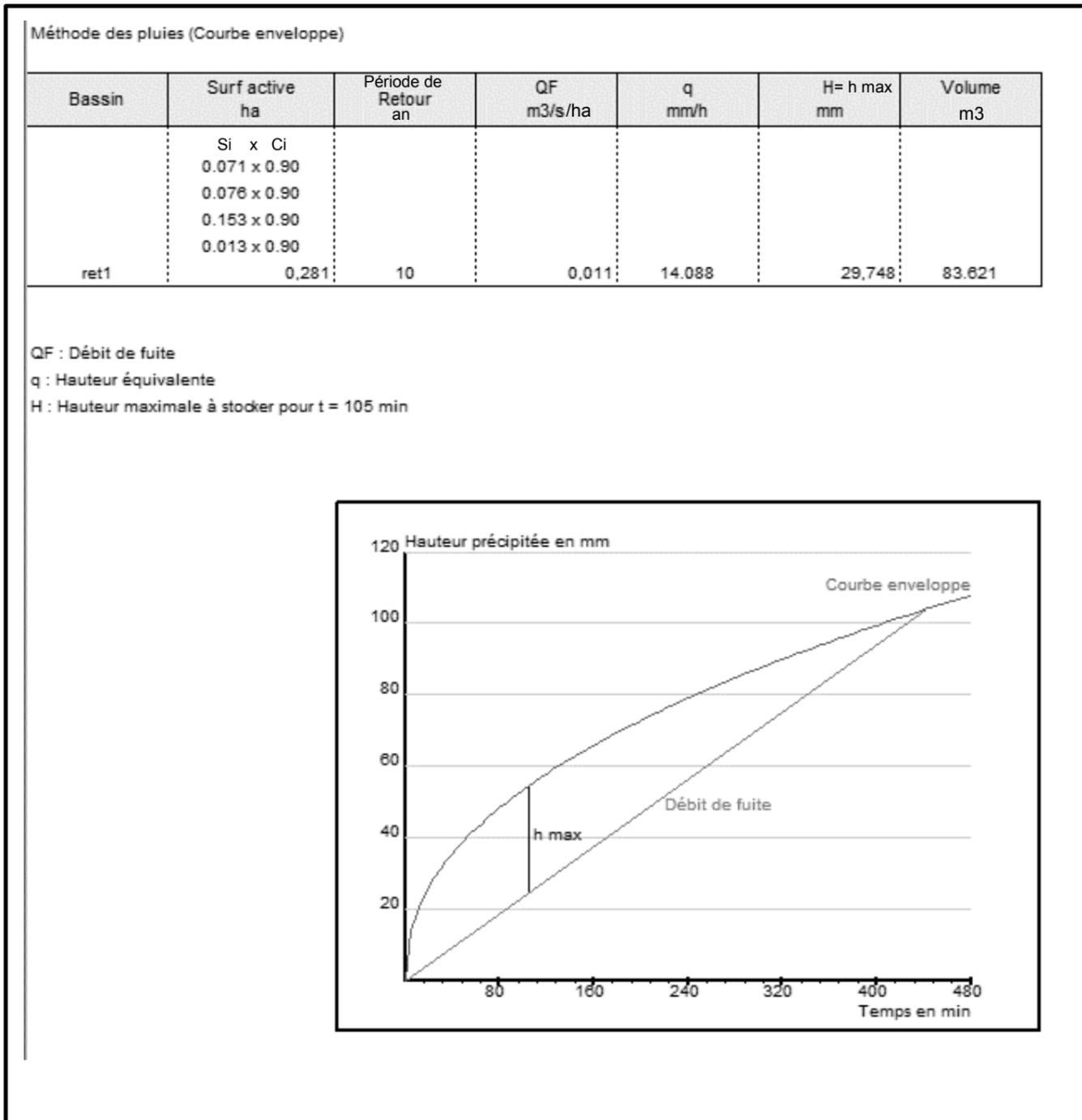
1.7.3 DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

- Les réseaux pluviaux seront dimensionnés pour une pluie de période de retour 10 ans.
- Les coefficients de Montana à prendre en compte pour une période de retour de 10 ans sont :
 - a = 4,591
 - b = -0,469
- Les coefficients de Strickler considérées pour les dimensionnements sont de :
 - 80 pour canalisations lisses (béton, PVC, PEHD) ;
 - 70 pour ouvrages superficiels en béton (fossés, cunettes et caniveaux) ;
 - 25 pour fossés enherbés (fossés trapézoïdaux et triangulaire).
- Le dimensionnement des bassins sera réalisé en tenant compte des fonctions :
 - Fonction de confinement : L'hypothèse adoptée est celle du stockage d'une pollution accidentelle augmentée du volume correspondant à une pluie bimensuelle de durée 2 heures (soit environ 11,7 mm sur le secteur) sur l'impluvium desservi, et ménageant idéalement un délai d'intervention de 1 heure (temps d'intervention dimensionnant notamment en terme de volume mort) ;
 - Fonction de traitement des pollutions chroniques : La fonction de traitement des pollutions chroniques est assurée en vérifiant que la fonction de décantation, qui dépend de la vitesse de sédimentation, est bien vérifiée en regard des caractéristiques géométriques pour le bassin de rétention : surface au miroir, débit entrant, débit de fuite, etc.. ;
 - Fonction d'écrêtement : La fonction d'écrêtement, assurée par un volume tampon à débit régulé, sera obtenue en considérant le volume maximal mobilisable sur l'ouvrage (correspondant en pratique au volume de confinement d'une pollution accidentelle par temps de pluie) et en déterminant via la méthode des pluies. Le débit de fuite QF associé pour une pluie de période de retour 10 ans sera limité à 11 l/s par hectare de bassin versant.

... »

DOCUMENT TECHNIQUE DT10 : ASSAINISSEMENT

Extrait de la note de calcul du bassin n°1 issu du logiciel de dimensionnement associé à la maquette :



Nota :

Surf active = Surface active (en ha) = Sa = Σ (Si x Ci).

Si = Surface du bassin versant i en ha

Ci = Coefficient de ruissellement du bassin versant i (C= 0,9 pour la voirie)

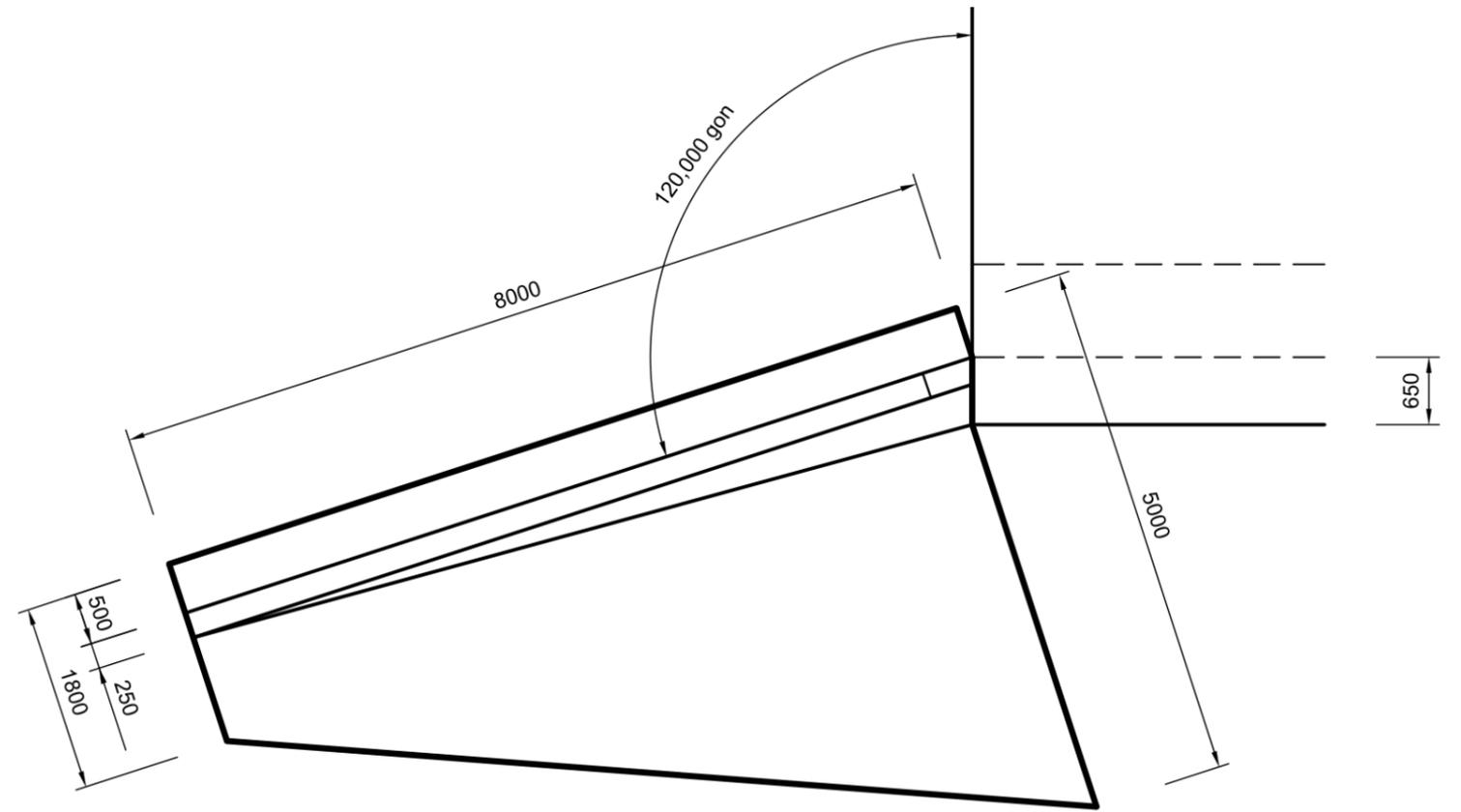
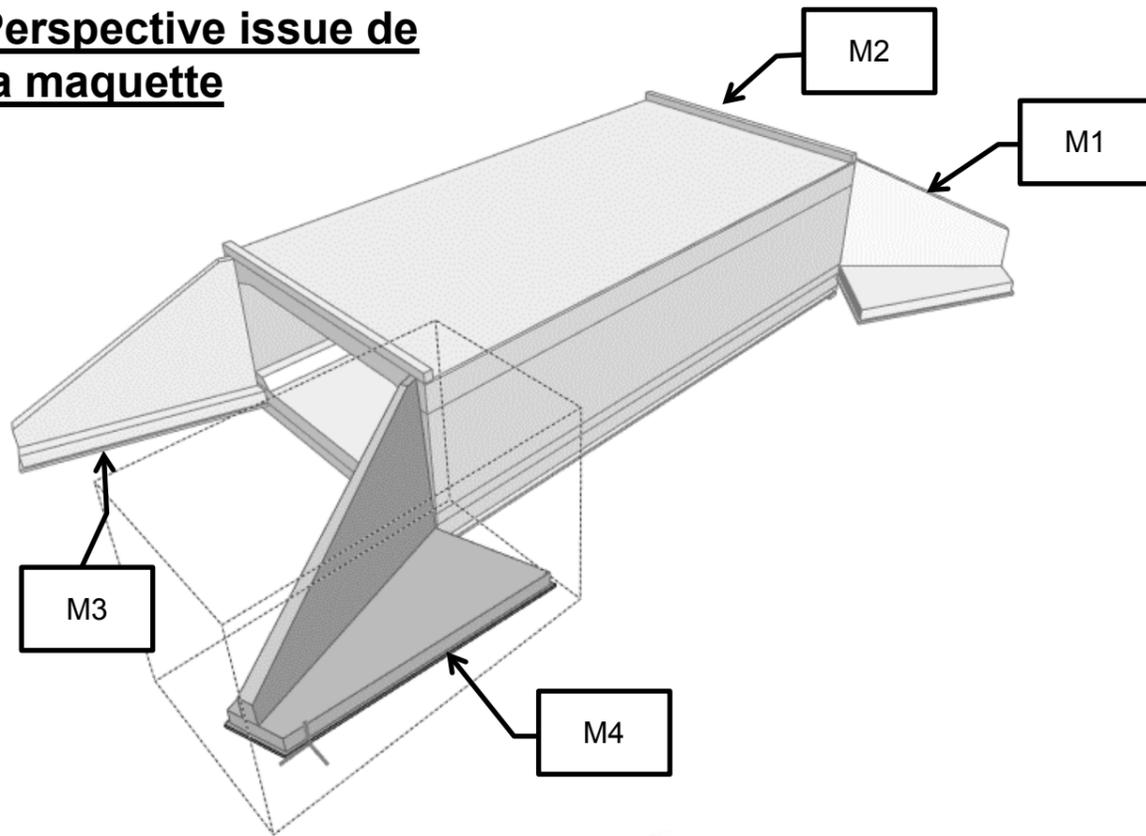
Tableau 01 – Largeurs et Longueurs de bassin, précalculées en fonction de la surface miroir et du coefficient de forme souhaitée :

Longueur en m	Surface miroir en m²	Coefficient de forme				
		3	4	5	6	7
Largeur = 2 m	Longueur	6	8	10	12	14
	Surface miroir	12	16	20	24	28
Largeur = 3 m	Longueur	9	12	15	18	21
	Surface miroir	27	36	45	54	63
Largeur = 4 m	Longueur	12	16	20	24	28
	Surface miroir	48	64	80	96	112
Largeur = 5 m	Longueur	15	20	25	30	35
	Surface miroir	75	100	125	150	175
Largeur = 6 m	Longueur	18	24	30	36	42
	Surface miroir	108	144	180	216	252
Largeur = 7 m	Longueur	21	28	35	42	49
	Surface miroir	147	196	245	294	343
Largeur = 8 m	Longueur	24	32	40	48	56
	Surface miroir	192	256	320	384	448

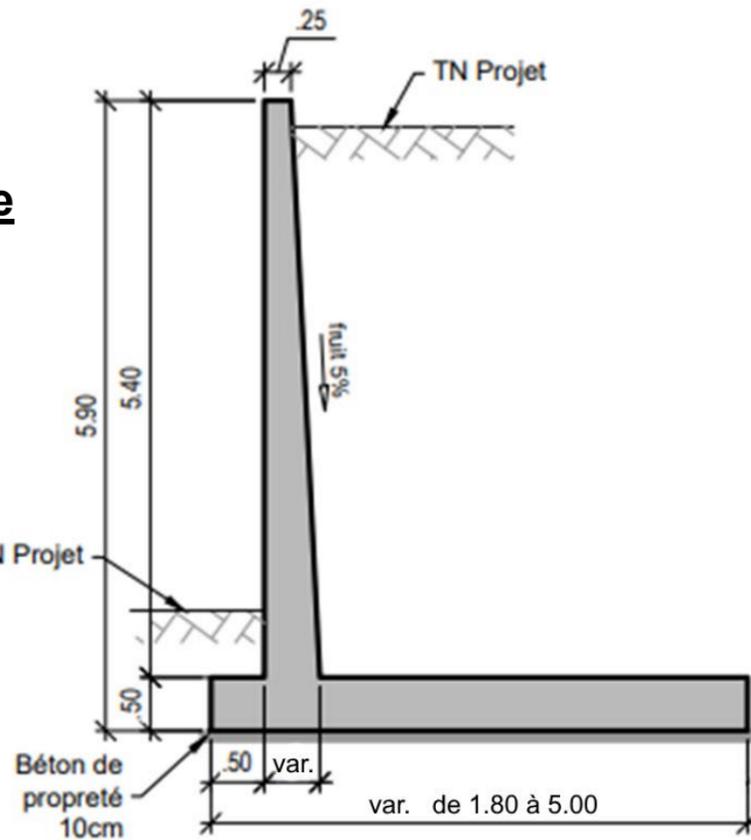
Tableau 02 – Débits de fuite Qf calculés en fonction des hauteurs utiles couramment rencontrées sur les chantiers et des diamètres de tuyaux disponibles sur le marché :

Débit de fuite Qf (l/s)	DN tuyau de fuite (mm)															
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110	125	160	200	
Hauteur utile en m	0,1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	7	9	14	22
	0,2	1	2	2	2	3	3	4	4	5	6	8	9	12	20	31
	0,3	2	2	2	3	3	4	5	5	6	8	10	12	15	24	38
	0,4	2	2	3	3	4	5	5	6	7	9	11	13	17	28	44
	0,5	2	2	3	4	4	5	6	7	8	10	12	15	19	31	49
	0,6	2	3	3	4	5	6	7	8	9	11	13	16	21	34	54
	0,7	2	3	4	4	5	6	7	8	9	12	15	18	23	37	58
	0,8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	16	19	24	40	62
	0,9	3	3	4	5	6	7	8	9	11	13	16	20	26	42	66
	1	3	4	4	5	6	7	9	10	11	14	17	21	27	45	70
	1,1	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	18	22	28	47	73
	1,2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	15	19	23	30	49	76
	1,3	3	4	5	6	7	8	10	11	13	16	20	24	31	51	79
	1,4	3	4	5	6	7	9	10	12	13	17	21	25	32	53	82
	1,5	3	4	5	6	8	9	10	12	14	17	21	26	33	55	85

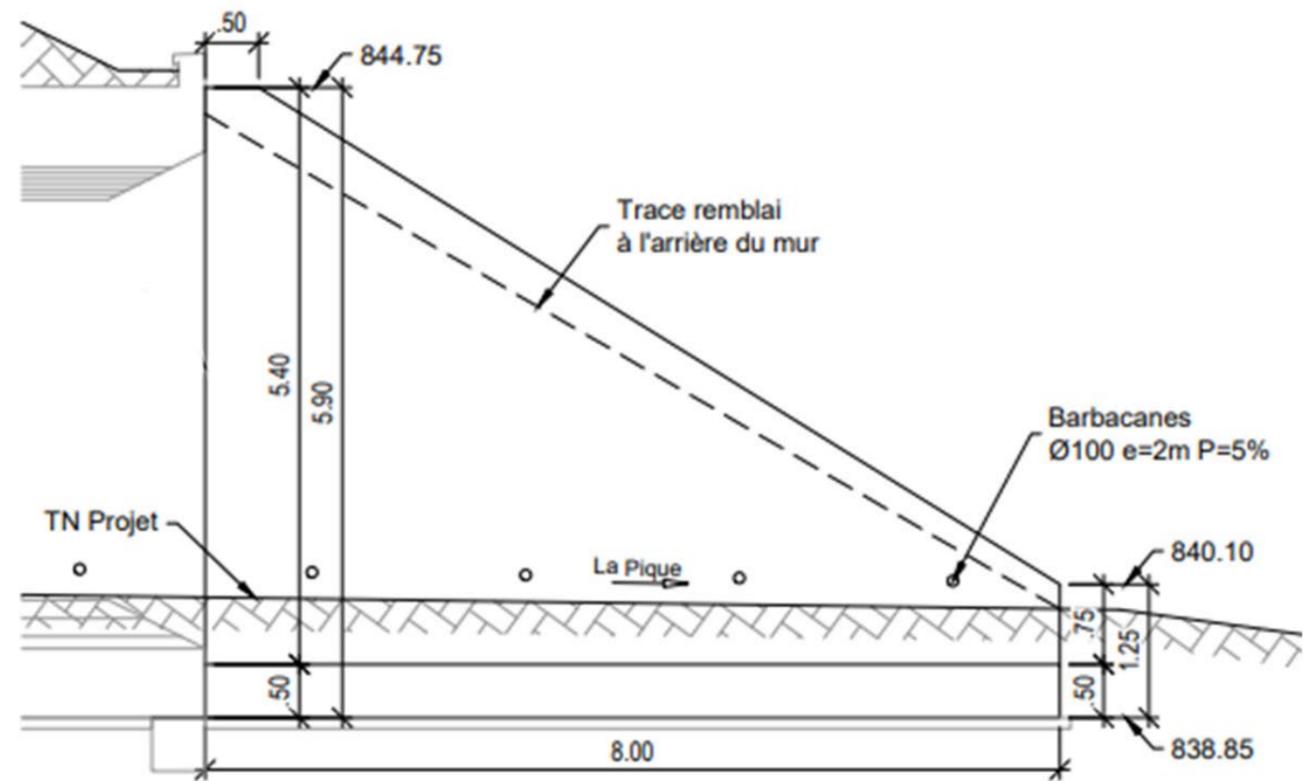
Perspective issue de la maquette



MUR 4 – Coupe type



MUR 4 – Vue en plan



DOCUMENT TECHNIQUE DT12 : Extrait du BPU

N° PRIX	Désignation de la nature des travaux Prix d'application en toutes lettres	Prix H.T. en chiffres
B200 – ACIERS, BETONS, COFFRAGES		
B201 – Coffrages ordinaires des surfaces non vues		
	<p>Ce prix rémunère au mètre carré, les coffrages nécessaires à la construction des ouvrages de génie civil constituant les appuis de l'ouvrage conformément au CCTP.</p> <p>Ce prix comprend notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la mise à disposition à pied d'œuvre, le montage, la fixation, les opérations de réemploi et le repliement des différents éléments de coffrage nécessaires ; • l'isolation thermique si nécessaire, l'application des produits de démoulage ; • les sujétions de réalisation en plusieurs phases, les murs garde-grèves étant réalisés après mise en place du tablier de l'ouvrage dont la mise en place ne fait pas l'objet du présent marché. <p>Les quantités rémunérées sont les quantités calculées sur les plans d'exécution, surfaces de reprise exclues. Les trous de petites dimensions (fixation des coffrages, trous pour scellements...) ne sont pas déduits.</p> <p>LE MÈTRE CARRÉ :</p>	
B209 – Béton de structure C35/45		
	<p>Ce prix rémunère au mètre cube, la fourniture et la mise en œuvre des bétons des structures (culées C0 et C1, piédroits et traverse de l'ouvrage de décharge, murs de soutènement, hourdis, et dalles de frottement)</p> <p>Ces prix comprennent notamment :</p> <p>les constituants, la fabrication, le transport et la mise en place des bétons dans le respect des stipulations du CCTP ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • toutes les dépenses de matériel nécessaires à la mise en œuvre du béton et à sa vibration ; • les sujétions liées à la présence du ferrailage ; • les frais de traitement des reprises de bétonnage ; • les frais de traitement thermique dus aux précautions à prendre pour bétonner par temps chaud ou par temps froid ; • les frais résultant des épreuves d'étude, de convenance et de contrôle définies par le CCTP ; • toutes les sujétions liées au site ; • les sujétions de réalisation en plusieurs phases, les murs garde-grèves étant réalisés après mise en place du tablier de l'ouvrage dont la mise en place ne fait pas l'objet du présent marché. <p>Ce prix comprend toutes les prestations d'humidification, de fourniture et d'application du produit de cure, ainsi que le maintien des coffrages pendant le temps nécessaire.</p> <p>LE MÈTRE CUBE :</p>	
B211 – Réglage et finition des surfaces non coffrées		
	<p>Ce prix rémunère au mètre carré le réglage, la cure et la finition des surfaces non coffrées.</p> <p>Les quantités rémunérées sont déterminées à partir des plans d'exécution visée par le maître d'œuvre, en excluant les surfaces de reprise.</p> <p>LE MÈTRE CARRÉ :</p>	

DOCUMENT RÉPONSE DR1 : Analyse de la démarche BIM

Question 1 : « ... cocher l'organisation correspondante au processus BIM de niveau 2. »

Réponse n° 1



Chaque acteur travaille sur une copie de la même maquette. Le BIM manager compile, mutualise et établit des rapports de synthèse. La collaboration est totale.

Réponse n°2



Chaque acteur travaille seul et (re)dessine ou modifie la maquette numérique pour ses propres besoins. La collaboration est partielle.

Réponse n°3



Chaque acteur travaille sur la même maquette en temps réel. L'intégration est totale.

Question 2 : « ... cocher les deux familles d'outils indispensables pour permettre à une entreprise soumissionnaire de récupérer et d'exploiter le modèle BIM inclus dans le DCE. »

Familles d'outils	
Logiciel de modélisation généraliste	<input type="checkbox"/>
Logiciel de modélisation technique	<input type="checkbox"/>
Logiciel des métiers de l'économie	<input type="checkbox"/>
Visionneuse BIM	<input type="checkbox"/>
Plateforme collaborative	<input type="checkbox"/>

Question 3 : « ... relier les dimensions (de la 3D à la 5D) avec les données correspondantes. »

Dimensions	
BIM 3D	•
BIM 4D	•
BIM 5D	•

Données correspondantes	
• Les données financières	
• Des données temporelles	
• Les trois dimensions géométriques X-Y-Z	

Question 4 : « ... cocher le(s) élément(s) figurant dans un ND3. »

Éléments	
Les dimensions, l'emplacement et l'orientation approximatifs	<input type="checkbox"/>
Les dimensions, l'emplacement et l'orientation précis	<input type="checkbox"/>
Les dimensions réelles avec les armatures	<input type="checkbox"/>
Les moyens de réalisation	<input type="checkbox"/>
Les principales caractéristiques des bétons	<input type="checkbox"/>

Question 5 : « ... compléter l'extrait de la charte BIM en donnant un exemple de nommage de fichier qui correspondra à la première version de la maquette réalisée ce jour. »

«... Art 5.21 - Règles de nommage des fichiers.

Le nom d'un fichier doit être le plus court possible et doit refléter son contenu. Il doit contenir les éléments suivants : le nom du projet (DEV RD46 = déviation de la RD46), sa phase, son sujet, sa date, sa version (Vxxx).

Utiliser l'underscore « _ » qui permettra de séparer les éléments.

Les dates doivent s'écrire au format AAAAMMJJ (année, mois, jour).

Pour réduire le nombre de caractères, utilisez des abréviations facilement reconnaissables, exemples pour les phases de projet : ESQ = Esquisse ; APS = Avant-Projet Sommaire ; DCE = Dossier de Consultation des Entreprises ; EXE = Etudes d'Exécution).

Exemple du nommage de la maquette en phase DCE :

... »

DOCUMENT RÉPONSE DR2 : ÉTUDE MÉCANIQUE DU TABLIER

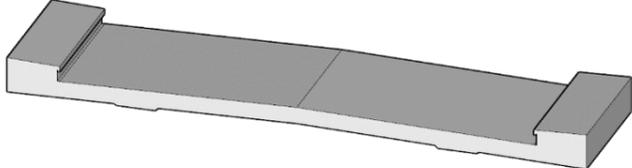
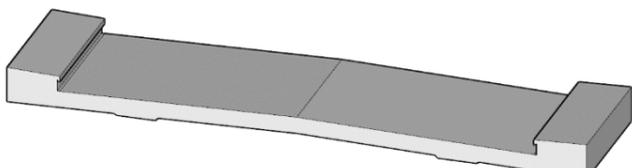
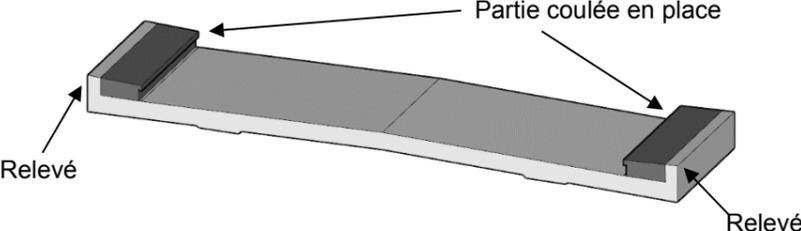
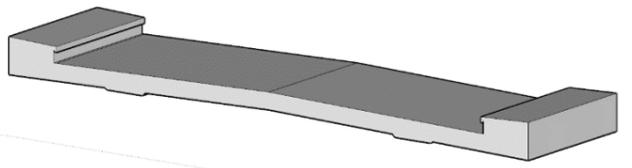
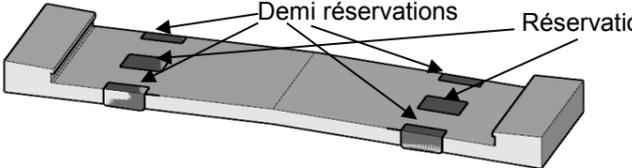
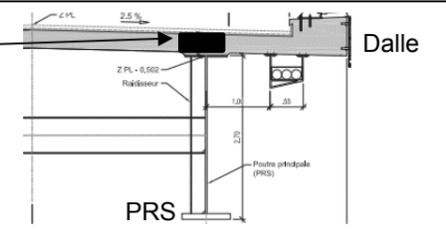
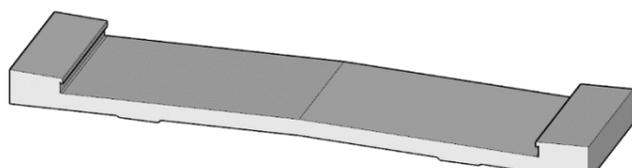
Question 9 : Appareil d'appui fretté en élastomère entièrement enrobé.

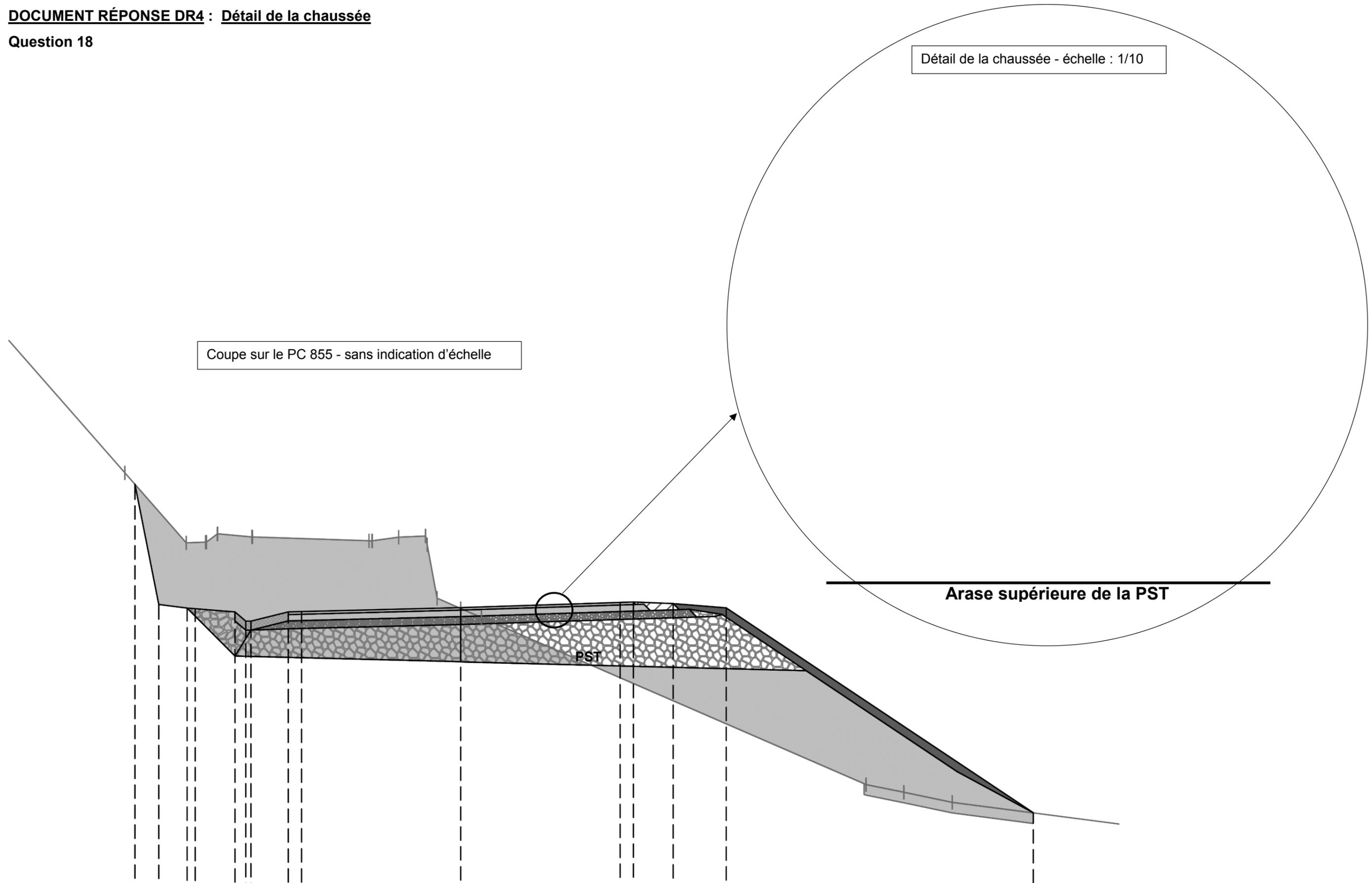
Dénomination :

Coupe Transversale (échelle 1/2)

DOCUMENT RÉPONSE DR3 : Étude des dalles préfabriquées qui composent le tablier

Question12

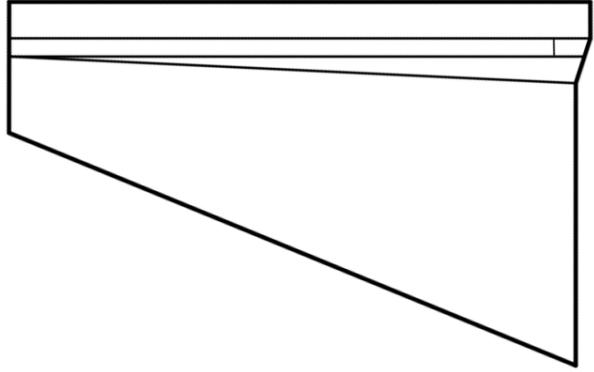
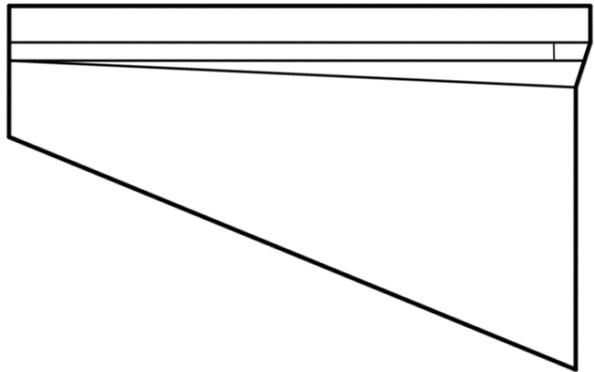
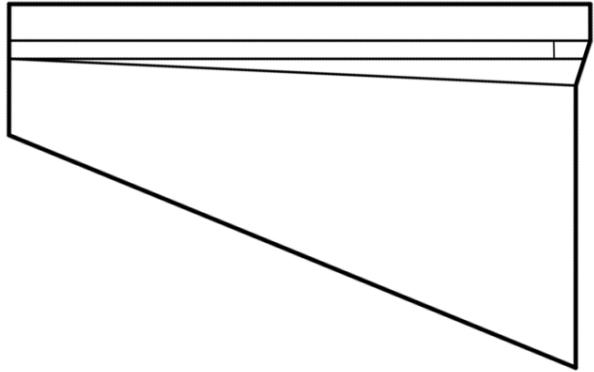
Problématique	Solution technique pour modifier l'objet	Localisation schématique de la modification à apporter sur l'objet (dalle)	
		Schématiser la modification sur la perspective de la maquette de base	Vue libre (si nécessaire)
Permettre la fixation d'un dispositif de levage des dalles.			
Permettre la fixation, sur la dalle, des dispositifs provisoires de protection collective.			
Permettre le coffrage de la rive extérieure des longrines supportant les dispositifs de retenue.	<i>Préfabriquer la dalle avec un relevé au niveau de la corniche qui servira de coffrage perdu.</i>		
Permettre la fixation et le réglage de la corniche caniveau.			
Permettre la liaison de la dalle préfabriquée avec la charpente équipée de goujons.	<i>Rajouter des réservations traversant la dalle pour laisser passer les goujons soudés à la charpente. Ensuite on viendra couler un béton de clavage.</i> <i>Exemple : En latéral 4 demi-réservations et au centre 2 réservations.</i>		
Permettre la liaison mécanique entre deux dalles.			



EXTRAIT DU BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES

N° PRIX	Désignation de la nature des travaux Prix d'application en toutes lettres	Prix H.T. en chiffres
A400 – Assainissement		
A424 – Réalisation du bassin étanche végétalisé n°1		
	Ce prix rémunère au forfait la réalisation d'un bassin étanche végétalisé tel que décrit au CCTP et dans les plans. Il comprend :	
	LE FORFAIT :	
A425 – Réalisation des ouvrages d'entrées du bassin n°1 :		
	Ce prix rémunère à l'unité la fourniture et mise en œuvre d'une tête de buse avec enrochement brise-énergie. Il comprend : <ul style="list-style-type: none"> - les terrassements nécessaires et l'évacuation des déblais ; - la fourniture et mise en œuvre d'un béton de propreté ; - la fourniture et mise en œuvre de la tête de buse ; - le calage altimétrique en fonction du fil d'eau ; - le raccordement au collecteur. 	
	L'UNITE :	

N° PRIX	Désignation de la nature des travaux Prix d'application en toutes lettres	Prix H.T. en chiffres
A426 – Réalisation d'un ouvrage de sortie du bassin n°1		
	Ce prix rémunère au forfait la réalisation d'un ouvrage de sortie de bassin, de régulation et d'isolement conformément au CCTP et aux plans. Il comprend : <ul style="list-style-type: none"> - le terrassement et évacuation des déblais ; - le compactage du fond de forme ; - la réalisation d'un béton de propreté ; - la fourniture et la mise en œuvre d'un ouvrage de sortie préfabriqué ou coulé en place assurant les fonctions de régulation, surverse contrôlée, isolement en cas de pollution ; - la fourniture et mise en œuvre de l'ensemble des accessoires de sécurité (échelles de visite, canes, garde-corps) ; - la fourniture et mise en œuvre de l'ensemble des accessoires de manœuvre et de contrôle (cloison siphonide, seuil, vanne, orifice de vidange avec clapet manœuvrable depuis l'extérieur) ; - la fourniture et mise en œuvre d'une grille en entrée d'ouvrage, de caillebotis verrouillables sur l'ouvrage ; - le raccordement au collecteur de sortie ; - le remblaiement autour de l'ouvrage et la mise en forme. 	
	L'UNITE :	
A427 – Fourniture et mise en œuvre d'une clôture autour du bassin n°1		
	Ce prix rémunère au mètre linéaire la fourniture et mise en œuvre d'une clôture en panneaux rigides hauteur 2 m conformément aux plans et au CCTP. Il comprend : <ul style="list-style-type: none"> - la fourniture et la mise en œuvre de la clôture ; - la réalisation des massifs bétons y compris toutes sujétions ; - la fourniture et mise en œuvre de jambes de force et contreventements ; - toutes sujétions de découpe. 	
	LE METRE LINEAIRE :	
A428 – Fourniture et mise en œuvre d'un portail d'accès au bassin n°1		
	Ce prix rémunère à l'unité la fourniture et mise en œuvre d'un portail double vantaux assurant un passage libre de 4 m et de hauteur 2 m conformément aux plans et au CCTP. Il comprend : <ul style="list-style-type: none"> - la fourniture et la mise en œuvre d'un portail ; - la réalisation des massifs bétons y compris toutes sujétions ; - le raccordement aux clôtures ; - la fourniture des accessoires du portail : taquets latéraux d'arrêt et butée centrale, poignée avec serrure. 	
	L'UNITE :	

N°	Désignation	Unité	Quantités	Schéma découpage, cotation
B201	Coffrages ordinaires des surfaces non vues - Semelle M4 <i>Détaillez les calculs ici, avec schémas si nécessaire :</i>	m ²		
B209	Béton de structure C35/45 - Semelle M4 <i>Détaillez les calculs ici :</i>	m ³		
B211	Réglage et finition des surfaces non coffrées – Semelle M4 <i>Détaillez les calculs ici :</i>	m ²		

N°	Nom Tâche	Entreprise	Durée (jour)	Antécédent + lien	semaine 26	semaine 27	semaine 28	semaine 29	semaine 30	semaine 31	semaine 32	semaine 33	semaine 34	semaine 35	semaine 36	semaine 37	semaine 38	semaine 39
101	Terrassement : Fouilles pour ouvrage	Terrassement	2	/	Terrassement : Fouilles pour ouvrage													
102	Radier : béton de propreté (BP)	Génie civil	2	101-FD	Radier : béton de propreté (BP)													
103	Radier : bêches	Génie civil	1	102-FD	Radier : bêches													
104	Radier : coffrage + aciers + bétonnage	Génie civil	7	103-FD	Radier : coffrage + aciers + bétonnage													
105	Piédroits	Génie civil	8	104-FD	Piédroits													
106	Traverse : étaielement + coffrage	Génie civil	6	105-FD	Traverse : étaielement + coffrage													
107	Traverse : bétonnage	Génie civil	1	106-FD	Traverse : bétonnage													
108	Traverse : longrines de rive	Génie civil	3	107-FD	Traverse : longrines de rive													
109	Traverse : décintrage + décoffrage	Génie civil	3	107-FD+10j	Traverse : décintrage + décoffrage													
110	Murs M2 et M3 : BP	Génie civil	2	108-FD														
111	Murs M2 et M3 : semelles (coffrage + aciers + bétonnage)	Génie civil																
112	Murs M2 et M3 : élévation voiles	Génie civil	5															
113	Terrassement : remblai technique y-compris remblai M2 et M3 + accès sur traverse	Terrassement	5	109-FD 112 FD + 3j	Terrassement : remblai technique + accès sur traverse													
114	Etanchéité : décapage + mise en œuvre + protection	Equipements	5	113-FD	Etanchéité : décapage + mise en œuvre + protection													
115	Murs M1 et M4 : BP	Génie civil	2															
116	Murs M1 et M4 : semelles (coffrage + aciers + bétonnage)	Génie civil	3															
117	Murs M1 et M4 : élévation voiles	Génie civil	5															
118	Terrassement : remblai M1 et M4 + finitions	Terrassement	3															

syntaxe pour antécédents et liens : 101-FD la tâche démarre à la fin de la tâche 101 (lien Fin-Début)
 107-FD+10j la tâche démarre 10 jours ouvrés après la fin de la tâche 107 (lien Fin-Début avec retard)