

① - Présentation du projet :

Pages 4/8 et 5/8.

1.1 - Description et consistance des travaux : plans P1 et P2

Le projet consiste à supprimer l'option tourne à gauche de la RD 111 dans le sens MONTRE_VERSE ainsi que le croisement à niveau entre la RD 111 et la route entre le village de Beaura et le village de Blain. par la création d'une bretelle AB, d'un rond point BC, d'une bretelle CD avec ouvrage pont mixte de franchissement.

Le terrain est généralement peu accidenté (TN +4 à +6 m IGN) sauf à l'arrivée du *Village de Blain* au Nord du projet marqué par une falaise (TN +14 à +18 m IGN)

Le projet pénètre au sud dans une zone marécageuse boisée, bordée par la rivière *le Nad* dont le niveau +3.26 IGN caractérise le niveau général de la nappe phréatique.

Le profil en long du projet est rasant (remblais inférieurs à 1 m) sur la première partie du tracé jusqu'à 140 m après le rond point, puis monte par un remblai d'accès jusqu'à l'ouvrage d'art qui franchit *le Nad et la RD 111*.

Enfin il est poursuivi en remblais jusqu'à la fin du projet au Nord.

1.2 - Description de l'Ouvrage pont mixte : Plans P4 à P9

L'ouvrage est un pont mixte acier-béton bipoutre à deux travées continues de 33 m et 26,50 m de portée, reposant sur des appuis en béton armé fondés sur pieux pour la culée sud et la pile centrale et sur une semelle superficielle sur terrain naturel pour la culée Nord.

La structure du tablier, qui supporte une voie départementale, est composée d'une dalle en béton armé de 10,60 m de largeur et de 0,25 m d'épaisseur associée à 2 poutres métalliques de hauteur constante (1,50 m) espacées de 6,60 m. Ces poutres sont reliées par 10 entretoises (IPE 500 ou HEB 600) espacées de 4,00 m à 9,25 m

Tous les éléments des poutres et des entretoises seront assemblés par soudage aussi bien en atelier que sur le chantier.

Le tablier repose sur ses appuis par l'intermédiaire d'appareils d'appui en élastomère fretté.

La pile et les culées seront réalisées en béton B30

Lors de la réalisation des travaux, l'intégrité de la circulation devra être maintenue sur la RD 111 ; cependant lors de la réalisation du tablier, des circulations réduites de préférence de nuit (basculement, circulation à une voie) seront exceptionnellement autorisées.

1.3 - Etude Géotechnique - Application au projet : Plans P1 , P2 et P5

• 1.3.1 - Le remblai d'accès Nord :

Le remblai d'accès au nord (hauteur maxi. = 8m) s'appuiera sur des matériaux de remblais anciens (épaisseur de 1 à 4 m) constitués de blocs avec matrice limono-argileuse reposant sur des éboulis calcaires (6m maxi), puis sur des calcaires parfois altérés en tête.

Hormis la tête limoneuse, ces formations sont de bonne qualité, cependant, un tassement de l'ordre de 10 à 15 cm est prévisible sur une durée de quelques mois.

Un pré-chargement est envisagé.

• **1.3.2 - Le remblai d'accès sud :**

Le remblai d'accès au sud de l'ouvrage (hauteur max. = 8 m) s'appuiera sur des remblais superficiels dont l'épaisseur peut varier de 1,20 et 3,20 m reposant sur un dépôt d'alluvions fluvio-marines compressibles surmonté de sables vasards avec intercalations de lentilles sableuses compressibles dans le secteur des remblais supérieurs à 1 m de haut.

Ces remblais superficiels sont compacts, hétérogènes et évolutifs, leur perméabilité est faible et ne permettra pas le drainage superficiel des sables vasards rencontrés en sommet des alluvions ; Il faut envisager leur substitution.

Certains sondages mettent en évidence une épaisseur de 3 à 6 m de tourbe juste au-dessus du calcaire.

Les tassements prévisibles sont importants (0.60 à 1 m) avec des temps de tassement de plusieurs années.

Etant donné la profondeur des horizons tourbeux, un pré-chargement avec drainage vertical sur toute l'épaisseur des formations compressibles est envisagé.

Un système d'évacuation des eaux de ruissellement et un drainage à la base du remblai devront être mis en place.

Ce pré-chargement avec drainage vertical des formations compressibles permettra d'accélérer les tassements et d'obtenir une consolidation rapide (3 à 4 mois) des alluvions autorisant ainsi de supporter les remblais d'accès sans désordres notables.

Technique et Phasage de réalisation d'un remblai de pré-chargement avec drainage vertical des formations compressibles.

Technique :

- 1) Le pré-chargement provoque une mise en charge des terrains dont une partie est reprise par la pression interstitielle de la nappe.
- 2) Sous cette pression, les drains verticaux, constitués de drains mèche au maillage dense, alimentent « par capillarité » un massif drainant superficiel.
- 3) Grâce aux drains verticaux, la pression interstitielle peut donc rapidement se dissiper et le chargement se transfère ainsi totalement au niveau du sol, permettant ainsi un tassement et une consolidation rapides.

Phasage :

- a) Dessouchage et décapage de la terre végétale
- b) Mise en œuvre du massif drainant superficiel isolé par une enveloppe anticontaminante.
- c) Réalisation des drains verticaux mis en place à l'aide d'un mat aiguille monté sur le bras d'une pelle excavatrice :
 - _ Drains mèches
 - _ maillage 1m
 - _ profondeur 7m environ
- d) Mise en œuvre du remblai de pré-chargement avec instrumentation pour mesures et surveillance des tassements.
- e) Attente des effets du pré chargement et interprétations des résultats.

② - Sujet de Technologie des Constructions :

Pages 6/8 ; 7/8 ; et 8/8

L'ensemble des documents réponse/même non utilisés est à remettre obligatoirement avec la copie du candidat.

2.1 - Réalisation du remblai d'accès Sud , pré chargement avec drainage vertical : **(Plans P1 et P2)**

***Question 2.1.1 :** Comment est constitué le massif drainant superficiel et comment réalise t-on son enveloppe anticontaminante ?.*

Comment assurer l'évacuation des eaux de drainage à la base du remblai d'accès ?

***Question 2.1.2 :** Etablir une succession chronologique de coupes transversales permettant d'apprécier le phasage de réalisation de ce pré-chargement avec drainage vertical.*

2.2 – Fondations : (Plans P4 et P5)

2.2.1 - Pile et Culée Sud :

Les profils géotechniques au droit de ces appuis montrent une épaisseur de remblais récents et d'alluvions fluvio marines fines de 12 à 14 m

Etant donné les très faibles caractéristiques géotechniques des alluvions fines, la pile et la culée Sud devront être fondées par des pieux ancrés dans les calcaires sous-jacents.

Au niveau du CCTP, deux solutions concernant la réalisation des pieux sont envisagées :

- solution profilés métalliques battus ,
- solution Pieux béton armé réalisés à la tarière creuse continue avec enregistrement des paramètres de forage et de bétonnage.

***Question 2.2.1 :** préciser pour chacune de ces solutions :*

- *la technique de réalisation.*
- *les principaux moyens et matériels de mise en œuvre.*

2.2.2 - Culée Nord :

Pour cet appui, l'épaisseur de remblais anciens composés d'éboulis de blocs calcaires est d'environ 6 m, mais une altération assez importante est relevée jusqu'à 18 m.

Dans la mesure où sous le poids des remblais d'accès, les tassements prévisibles seront modérés et vite dissipés, une solution de fondation superficielle sur ces remblais anciens peut être retenue.

Un pré-chargement permettant de conforter le blocage des éboulis anciens (ep.6m) devra cependant être envisagé .

***Question 2.2.2 :** Au niveau de ce projet, décrire et justifier quelle autre solution technique aurait pu être retenue afin de conforter le « blocage » de ces éboulis calcaires.*

En vous aidant du plan P4 et à l'aide de schémas, préciser les moyens de réalisation et de mise en œuvre associés.

2.3 - Exécution de la Culée Nord : (Plans P4 , P5 et P7)

La culée Nord est fondée sur une semelle superficielle encastrée dans le terrain naturel et sera réalisée selon le phasage suivant :

- _a) pose d'une canalisation \varnothing 500 mm assurant la continuité du fossé et déblaiement du terrain naturel jusqu'à atteindre l'horizon des éboulis rocheux ,
- _b) réalisation de la semelle, de la nervure et des fûts de la culée avec leur enveloppe de 1200 mm ,
- _c) mise en place des remblais contigus à la culée, du remblai des fouilles et des remblais armés « TERRATREL » avec protection des armatures au sommet des fûts ,
- _d) mise en place d'un remblai de pré-chargement de 4 m de hauteur sur les remblais armés ,
- _e) attente des effets du pré-chargement ,
- _f) enlèvement des remblais excédentaires ,
- _g) dégagement et adaptation des armatures du fût et réalisation des superstructures de la culée (chevêtre, mur garde grève, murs retour et abouts, dalle de transition.)

Question 2.3.1 : La mise en œuvre des remblais armés Terratrel s'apparente à la mise en œuvre d'un soutènement en terre armée.

Enoncer le principe de fonctionnement et décrire la technique de la terre armée .

Etablir une coupe de principe et préciser le phasage et les principaux moyens et matériaux de mise en œuvre et de réalisation.

Question 2.3.2 : En vous aidant du plan P4, et à l'aide de schémas, proposer une solution permettant d'assurer la stabilité provisoire du remblai de pré-chargement de 4m de hauteur (durée prévisible 2 à 3 mois).

2.4 - Exécution de la Pile : (Plans P5 et P8)

La pile centrale est fondée sur pieux. Il faut ensuite procéder à l'exécution du massif de couronnement puis du raidisseur.

Question 2.4 : Comment justifiez-vous l'utilisation d'un batardeau ?

2.5 - Exécution du tablier à ossature mixte :

(Plans P5, P9 , Documents Réponses DR 10 a, DR 10 b, et DR 10 c)

Exécution de la dalle en béton armé :

Les poutres de la charpente constituant l'ossature métallique sont préfabriquées en usine par tronçons puis seront livrées sur chantier par camions plateaux.

Les différents tronçons sont ensuite levés puis posés à l'aide d'engins de levage (grue) pour être ensuite assemblés sur place par soudure.

Trois options de mise en œuvre de cette dalle peuvent être étudiées :

- a) coulée en place par équipage mobile ,
- b) coulée en place avec coffrage supporté par la charpente métallique (le pré-perçage des poutres principales est autorisé)
- c) réalisée à l'aide d'éléments préfabriqués.

Question 2.5.1: Pour chacune de ces solutions, en vous aidant du plan P9 et à l'aide des documents réponses DR10 (a, b, c), représenter les principes des structures coffrantes permettant d'assurer l'exécution du hourdis béton.

Question 2.5.2: Comment s'effectue la liaison entre les poutres principales de la charpente métallique (hauteur 1,50m) et la dalle en béton armé ?

2.6 - Exécution des couches de chaussée : **(Document Réponse DR 9)**

Après terrassement, les fonds de forme en remblais seront constitués de graves ou de calcaire classés D32, on peut donc s'attendre à obtenir une partie supérieure de terrassement de classe PST3 AR2.

La couche de forme sera donc constituée d'un matériau d'apport type graves sur un géotextile résistant pour une épaisseur totale de 40 cm.

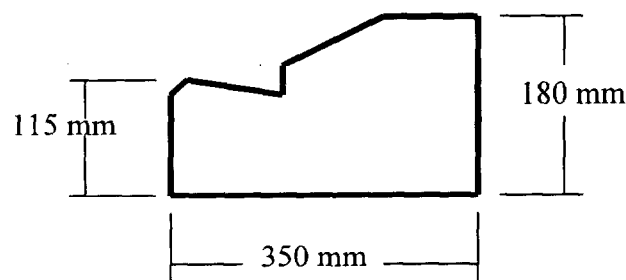
Les couches de base et de fondation seront constituées d'une grave bitume 0/20 de classe 2
8 cm (couche de base) et 8 cm (couche de fondation).

La couche de roulement sera, quant à elle, constituée d'un béton bitumineux de 6 cm d'épaisseur (2+4 cm).

La chaussée est une chaussée bidirectionnelle à 2 voies de 3,30 m de large chacune avec un dévers de 2,5%.

Les accotements de 2 m de largeur à gauche et de 3 m à droite de la chaussée sont constitués d'une grave non traitée et d'un enduit monocouche 6/10 de 15 cm d'épaisseur totale avec un dévers de 3 %.

Entre l'accotement et la chaussée, des bordures de type AC1 seront mises en place sur un béton de pose prenant appui sur la couche de forme.



Bordure AC1 (112 kg)

Question 2.6.: Sur le document réponse DR 9 fourni, établir le profil en travers type de la future route entre le giratoire et le village de Blain.

Repérer et donner le rôle des différentes couches de chaussée.