

I.1. Introduction :

Parmi les constructions importantes fréquemment utilisées dans la vie humaine c'est la famille des ouvrages d'art. Les ponts constituent une partie assez grande de cette famille vue de sa présence dans le site terrestre et maritime.

On appelle un pont tout ouvrage permettant à une voie de circulation de franchir un obstacle naturel ou une autre voie de circulation.

La Conception d'un pont doit satisfaire à un certain nombre d'exigence Puisqu'il est destiné à offrir un service d'usager.

On distingue les exigences fonctionnelles qui sont les caractéristiques permettant au pont d'assurer sa fonction d'ouvrage de franchissement, et les exigences naturelles qui sont L'ensemble des éléments de son environnement influent sur sa conception.

I.2. But de l'étude :

Ce mémoire de fin d'étude consiste à faire la conception et l'étude d'un pont franchissant l'autoroute est-ouest pour reliant **OUED EL DJEMAA** avec **LES SALINES** dans la wilaya de **RELIZANE** .

Pour cela, on doit suivre les étapes suivantes, commencé par la proposition de trois variantes, qui Seront prés dimensionnés, et après l'analyse multicritères, nous retiendrons la variante la plus avantageuse pour le dimensionnement le plus profond.

I.3. Présentation de l'ouvrage :

L'ouvrage consiste à franchir l'autoroute est-ouest au **PK11+518 sur CW2** reliant la daïra de **OUED EL DJEMAA** avec la village de **SALINES**.

La conception d'un pont doit satisfaire un certain nombre d'exigences, puisqu'il est destiné à offrir des services aux usagers, on distingue :

- ✓ Les exigences fonctionnelles qui sont l'ensemble des caractéristiques permettant au pont d'assurer sa fonction d'ouvrage de franchissement.
- ✓ Les exigences naturelles qui sont l'ensemble des éléments de son environnement influant.

I.4. Données fonctionnelles :

I.4.1. Trace en plan :

Le tracé en plan est la ligne définissant la géométrie de l'axe de la voie porté, dessinée sur un plan de situation et repérée par les coordonnées de ces points caractéristiques.

La structure géométrique de l'ouvrage est droite de longueur de **56,20m**.

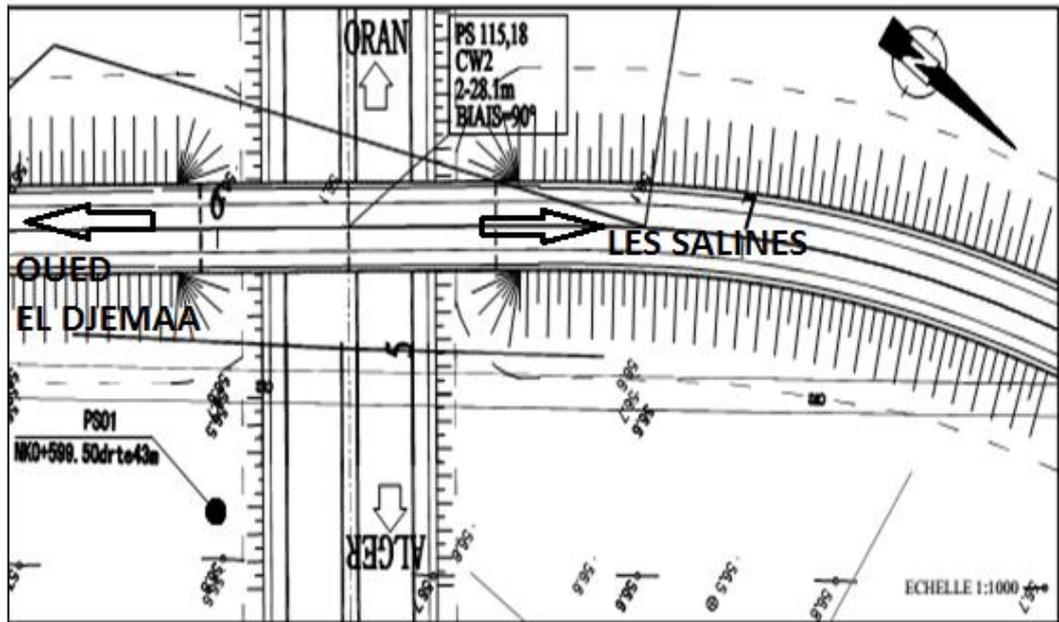


Figure : I.1. Vue en plan.

I.4.2. Profil en long :

Le profil en long est la ligne située sur l'axe de l'ouvrage, définissant en élévation du tracé en plan, il doit être défini en tenant compte de nombreux paramètres liés aux contraintes fonctionnelles de l'obstacle franchit ou aux contraintes naturelles, Il présente une :

- Longueur de **56,20m**.

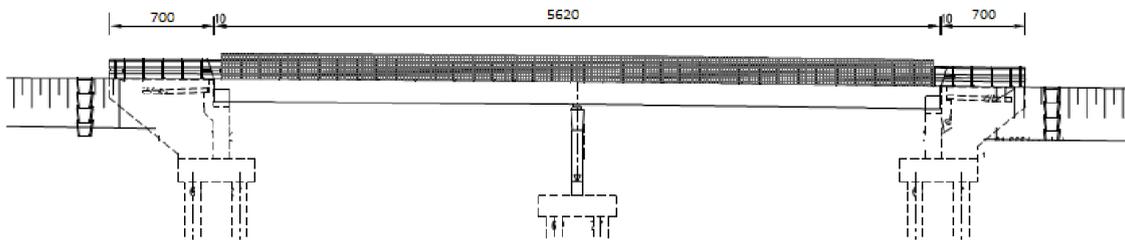


Figure : I.2. Coupe longitudinale.

I.4.3. Profil en travers :

Le profil en travers est l'ensemble des éléments qui définissent la géométrie et les équipements de la voie dans le sens transversal.

Les composantes du profil en travers de notre chaussée sont :

- Largeur roulable : $L_r=2 \times 3,5\text{m}$.
- Largeur de trottoir : $l=1,25\text{m}$.
- Nombre de voies de circulation : 2 voies de $3,5\text{m}$.
- Dévers unique de $2,5\%$.
- Une bande d'arrêt d'urgence de 1m .

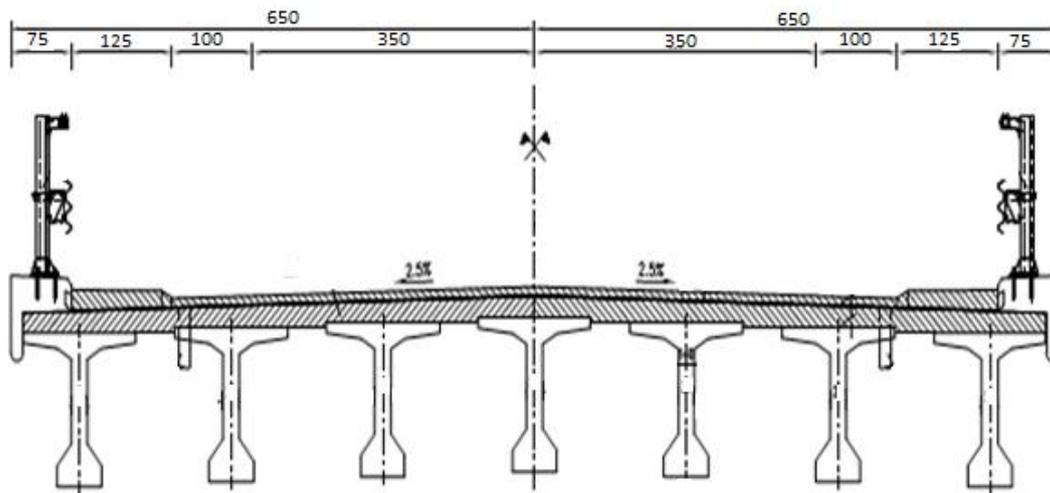


Figure : I.3. Coupe transversale.

I.5. Données naturelles :

I.5.1. Données géotechniques :

La couche d'assise de la zone de l'emplacement du pont est d'une structure simple. Les couches sont constituées de sols lâches et entassés du quaternaire. Voir le tableau donnant la structure du stratum de la zone de l'emplacement du pont.

| N ⁰ | Epaisseur (m) | Nom des sols et des roches | Nature du sol |
|----------------|---------------|----------------------------|---------------|
| 1 | 0.70-0.80 | Terre végétale | TV |
| 2 | 2.40-2.80 | Argiles peu plastiques | Ap |
| 3 | 3.50-5.50 | Argiles peu plastiques | Ap |
| 4 | 21.1-23.6 | Argiles peu plastiques | Ap |

Tableau : I.1. Caractéristique de l'assise de l'ouvrage.

Lors de la prospection et suivant la constitution des sols et des roches, leurs natures, la déposition du substratum, leurs propriétés physiques, nous pouvons distinguer quatre (4) couches :

1. Terre végétale (TV) : de couleur brun-grisâtre et lâche, constituée essentiellement d'argile. L'épaisseur de cette couche est de 0,7 à 0,8 m.

2. Argiles peu plastiques (Ap): de couleur gris-brunâtre et gris-noirâtre, dure à très dure et homogène, contenant des blocs de calcaire blanc et des morceaux de coquillages. L'épaisseur de cette couche est de 2,4 à 2,8m.

3. Argiles peu plastiques (Ap): de couleur gris-brunâtre et gris-vertâtre, dure à très dure et homogène, contenant quelques morceaux de coquillages. L'épaisseur de cette couche est de 3,5 à 5,5 m.

4. Argiles peu plastiques (Ap): de couleur jaune-brunâtre, presque dure à dure et homogène, contenant quelques concrétions et des blocs de calcaire ainsi que des grains de sable. L'épaisseur de cette couche est de 21 à 23,6 m.

I.5.2. Données hydrologiques:

- Zonage météorologique : zone B : (tempéré ou sec) .
- Humidité d'environnement : $\rho_h = 55\%$

I.5.3. Données sismologiques :

Un séisme est une succession de déplacements rapides imposés aux fondations d'un ouvrage on l'appelle aussi accélération à la base. Sur un ouvrage rigide, les efforts sont identiques à ceux d'une accélération uniforme présentant une composante horizontale et une composante verticale.

Selon la classification sismique des Wilayas et communes d'Algérie, la wilaya de **RELIZANE** est classée en Zone IIa. La valeur d'accélération sismique pour une période de retour de 100 ans est de 0,20g.

I.6. Caractéristiques des matériaux:

I.6.1. Béton:

Le béton est défini par la valeur de sa résistance à la compression à l'âge de 28 jours qui est notée f_{28} . Le béton est dosé à **400 kg/m³** de ciment **CPA 325**.

Densité : la masse volumique du béton armé $\gamma = 2,5 \text{ t/m}^3$.

La résistance caractéristique à la compression :

Pour un béton âgé de j jours, on a :

$$f_{C28} = \begin{cases} 35\text{MPa} ; 30\text{MPa} & \text{si } j \geq 28 \text{ j.} \\ f_{cj} = \frac{j}{4.76+0.83j} f_{c28} & \text{si } j < 28 \text{ j.} \end{cases}$$

| | |
|---|----------------------------|
| Dés d'appui | $f_{c28} = 35 \text{ MPa}$ |
| Entretoise | $f_{c28} = 35 \text{ MPa}$ |
| Poutres | $f_{c28} = 35 \text{ MPa}$ |
| Fabriquées in situ dalle et dalle de continuité sur les piles | $f_{c28} = 35 \text{ MPa}$ |

Tableau : I.2. Caractéristique de béton.

La résistance caractéristique à la traction :

La résistance à la traction est liée à la résistance à la compression :

$$f_{tj} = 0,6 + 0,06 f_{cj}$$

I.6.1.1. Contrainte de Compression Admissible du Béton:

Selon E.L.U (Etat Limite Ultime), la contrainte admissible en compression du béton est :

$$f_{bu} = 0,85 / \theta \gamma_b \times f_{c28}$$

| | | | |
|--------------|------|---|--|
| $\gamma_b =$ | 1,50 | Combinaisons Fondamentales des Charges | (ELU; Etat Limite Ultime) |
| $\gamma_b =$ | 1,15 | Combinaisons Accidentelles des Charges. | (ELA ; Etat Limite à une Condition Accidentelle) |

Tableau : I.3. γ_b

Le coefficient θ dépend de la durée possible d'application de charge ($\theta = 1$ quand la durée de charge est plus de 24 heures).

Selon E.L.S (Etat Limite de Service), la contrainte admissible de compression peut être prise comme suit;

$$\sigma_b = \begin{cases} 0,5 f_{c28} & \text{En service.} \\ 0,6 f_{c28} & \text{En construction.} \end{cases}$$

I.6.1.2. Contrainte admissible à la traction :

On doit vérifier que les contraintes de traction du béton soient limitées aux Valeurs suivantes :

En situation d'exploitation, sous l'effet des combinaisons rares, aussi bien qu'en situation de construction f_{tj} dans la section d'enrobage, $1.5 f_{tj}$ ailleurs.

En situation d'exploitation, sous l'effet des combinaisons fréquentes :

0 dans la section d'enrobage.

I.6.1.3. Contrainte admissible au cisaillement :

Les essais effectués sur des poutres précontraintes, soumises à des efforts de cisaillement ont mis en évidence l'existence de deux modes de rupture de béton :

1^{ère} par fissuration pour laquelle la contrainte de cisaillement admissible est donnée par :

$$\tau_{1}^2 = \sigma_x \cdot \sigma_t + 0.4 f_{tj} (f_{tj} + \sigma_x + \sigma_t)$$

2^{ème} par compression cisaillement pour laquelle la contrainte de cisaillement admissible est donnée par :

$$\tau_2 = \sigma_x \cdot \sigma_t + 2f_{tj} / (f_{cj}) + (0.6f_{cj} - \sigma_x - \sigma_t) (f_{tj} + \sigma_x + \sigma_t)$$

La seconde formule est rarement prépondérante. Elle n'est utilisée que dans le cas d'élément soumis à des fortes compressions longitudinales. (Si $\delta_x + \delta_t > 0,4 f_{cj}$)

Avec $\tau = \min(\tau_1 + \tau_2)$

En cas de traction donc le béton, on applique la 1^{ère} formule avec $\delta_x=0$, et Comme il n'y a pas de précontrainte transversale : $\delta_t=0$ $\tau_1=0,4 f_{tj} (f_{tj})$

I.6.1.4. Déformation longitudinale du béton :

On considère un module de déformation longitudinal pour le béton "E_{ij}" défini par les règles BPEL comme suit :

- Module de déformation instantanée du béton (courte durée < 24h) :
 $E_{ij} = 11000(f_{cj})^{1/3}$.
- Module de déformation différée (longue durée > 24h) :
 $E_{vj} = E_{ij} / 3 = 3700(f_{cj})^{1/3}$.

I.6.1.5. Déformation transversale du béton :

Elle est donnée par la formule suivante :

$$G = E / 2(1+\nu) \quad \text{Avec } \nu = 0,2 \text{ pour le béton précontraint.}$$

- **Coefficient de poisson :**

Le coefficient de poisson est le rapport de la déformation relative longitudinale et transversale.

$$\nu = ((\Delta a) / a) / (\Delta l / l)$$

Avec : a : cote (largeur) de l'élément considéré.

l : longueur de l'élément considéré.

Pour les calculs de béton précontraint le coefficient de poisson ν , prend les valeurs suivantes :

- $\nu = 0,2$ pour un béton non fissuré. (E.L.S).
- $\nu = 0,00$ pour un béton fissuré. (E.L.U).

I.6.2. L'acier :

Les aciers utilisés dans les ouvrages en béton précontraint sont de deux natures différentes :

- Les aciers actifs, qui créent, et maintiennent la précontrainte sur le béton.
- Les aciers passifs nécessaires pour reprendre les efforts tranchants pour limiter la fissuration.

I.6.2.1. Aciers actifs :

Les armatures actives sont des armatures en acier à haute résistance que l'on utilise pour les constructions en béton précontraint par pré tension, ou post tension.

- Les armatures actives de précontrainte sont sous tension même sans aucune sollicitation extérieure.

- Les aciers de précontraints ont été classés par catégories : fils, barres, Torons.
La précontrainte initiale à prendre en compte dans les calculs est donnée par la formule suivante :

$$P_0 = (0,8f_{prg}, 0,9 f_{peg}).$$

f_{prg} : la limite de rupture garantie de l'acier de précontrainte.

f_{peg} : la limite d'élasticité de l'acier de précontrainte.

I.6.2.2. Aciers passifs :

Les armatures passives sont des armatures comparables à celle du béton armé. (Les armatures passives sont tendues que sous des sollicitations extérieures).

- **La limite élastique :**

On définira la limite élastique comme étant un allongement résiduel de 0,1%. La limite élastique conventionnelle des aciers représente 89% de la résistance garantie à la rupture.

- **Module de Young :**

Le module d'élasticité longitudinale " E_p " des aciers de précontrainte est pris égal à :

- 200 000 MPa pour les barres.
- 190 000 MPa pour les torons.

- **Diagramme contrainte déformation :**

Le calcul en E.L.U sortant du domaine élastique, il est nécessaire de connaître la relation contrainte /déformation, aux différents stades de calcul.

- **La limite élastique :**

Les aciers utilisés sont des aciers courants à haute adhérence de béton armé, de classe $F_e E 40$, la limite élastique de ces derniers est 400 MPa.

Dans les calculs relatifs à l'E.L.U, on introduit un coefficient γ_s tel que :

- $\gamma_s = 1$ ➔ situation accidentelle.
- $\gamma_s = 1,15$ ➔ situation durable ou transitoire.

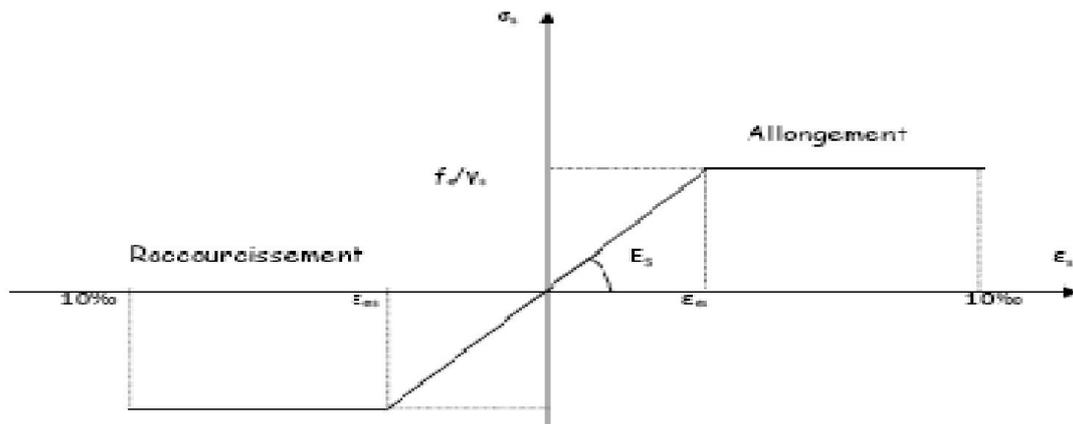


Figure : I.4. Contrainte limite de traction.

- En fissuration peu nuisible :

$$\sigma_s \leq f_e/\gamma_s$$

- En fissuration préjudiciable :

$$\sigma_s = \min (2/3 f_e , 110 (n f_{tj})^{1/2})$$

- En fissuration très préjudiciable :

$$\sigma_s = \min (1/2 f_e , 90 (n f_{tj})^{1/2})$$

Avec $n = 1 \rightarrow$ treillis soudés et ronds lisses.

$n = 1,6 \rightarrow$ aciers à haute adhérence.

Module d'élasticité longitudinal de l'acier :

$$E_s = 2.10^5 \text{ MPa.}$$

I.6.3. Précontraintes :

Ces qualités sont :

- Une très bonne résistance à la compression à court terme (quelque jours) et à long terme (28 jours et plus)
- Une très bonne résistance aux agents agressifs, aux intempéries à l'eau de mer, éventuellement à l'eau séléniteuse.
- Une bonne déformabilité instantanée, et différée la plus faible possible.
- Une maniabilité pour une mise en œuvre aussi bonne que possible.

Les torons utilisés dans ce projet sont T 15 Super TBR (très basse relaxation).

- Ces torons de précontrainte sont conformes aux Normes Européennes : (NORME EN 10138/6 - 79).
- Résistance ultime $f_{prg} = 1860 \text{ Mpa.}$
- Limite élastique $f_{peg} = 1660 \text{ Mpa.}$
- Module d'élasticité $E_p = 190000 \text{ Mpa.}$

- Section droite d'un toron $A_p = 140 \text{ mm}^2$.
- Les torons de précontrainte ont une très basse relaxation TBR, avec les caractéristiques suivantes $1000 = 3,5 \%$; $\mu_0 = 0,43$.