

II.1. Choix du type d'ouvrage:

L'objectif est de déterminer du point de vue technique, esthétique et économique le type d'ouvrage capable de satisfaire le mieux possible toutes les conditions imposées et les contraintes existantes.

II.2. Critères de choix du type d'ouvrage:

Dans le cas de notre ouvrage, plusieurs propositions peuvent être envisagées, mais, tout d'abord, nous signalons la diversité des ponts. Leur classement est réalisé de la manière suivante :

- Selon la voie portée : pont (route, rails, aqueducs.....).
- Selon l'obstacle à franchir.
- Selon le matériau principal dont ils sont constitués.
- Selon la fonction mécanique : isostatique ou hyperstatique.
- Selon la disposition en plan : droits, biais, courbes.
- Selon leur durée de vie prévue : définitif ou provisoire.

II.3. Les paramètres intervenants dans le choix du type d'ouvrage :

- Les profils de la chaussée (en long, en travers, en plan).
- Les positions possibles des appuis.
- La nature du sol de fondation.
- Le gabarit à respecter.
- Les conditions d'exécution et d'accès à l'ouvrage.

II.4. Conception de tablier :

Nous proposons trois variantes suivantes :

- Variante 1 : pont à caisson fermée
- Variante 2 : Pont a poutre précontraint par post-tension.
- Variante 3 : pont mixte.

II.4.1. Variante N°1: pont à caisson fermée (hauteur constante):

II.4.1.a. Introduction :

L'emploi très fréquent de la méthode de construction par échafaudage témoigne des nombreux avantages de ce procédé dans les cas les plus courants, elle consiste à construire un tablier de pont colée sur place à partir des culées, après l'exécution d'un tronçon appelé voussoir, on le fixe à la partie d'ouvrage déjà exécutée à l'aide d'une précontrainte.

Le tablier peut être de hauteur constante ou variable. Il est plus facile à confectonner dans le premier cas que dans le second, mais la hauteur constante ne peut convenir que dans une gamme de portées limitées, de l'ordre de 50 à 60 ou 70 m.

Dans notre ouvrage on prend la hauteur de tablier constante.

II.4.1.b. Avantages et les inconvénients :**1. Les avantages :**

- La durée d'utilisation (l'entretien) est plus longue.
- Sa structure de pont donne une belle forme esthétique.
- La portée de ce type de pont est plus grande.

2. Les inconvénients :

- Les ponts caisson fermée présentent des difficultés d'exécution.
- L'aspect économique est très élevé.
- Le volume des calculs nécessaires est bien plus considérable que celui des autres types d'ouvrages.
- Les effets de fluage du béton et de la relaxation des aciers précontrainte.

II.4.1.c. Implantation des appuis :

Dans cette variante il y a une seule travée, de longueur $L= 56,20m$.

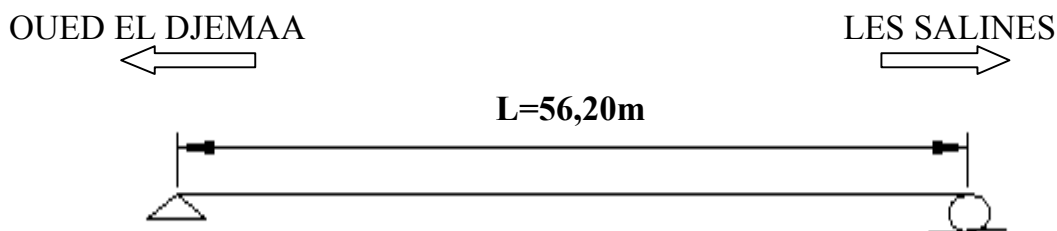


Figure : II.1. Schéma statique.

II.4.1.d. Dimension de voussoir :**1. La Largeur totale :**

$$L_t = 13m$$

2. La Largeur de la nervure de l'intrados :

$$L_i = 0,5 L_t$$

$$L_i = 6,5m$$

3. La hauteur de voussoir h :

$h = L/30$; L : la longueur de travers égale à 56,20m

$$h = 56,20/30 = 1,87 m$$

On prend $h=1,9m$

4. Largeur de l'encorbellement :

$$E = (L_t - L_i)/2 = 3,25m$$

$$E < L/5 = 11m$$

5. Hourdis supérieur :

$$L_i/30 \leq e_s \leq L_i/25$$

On prend : $e_s = 25 \text{ cm}$

6. Hourdis inférieur :

$$18 \leq e_i \leq 25$$

On prend : $e_i = 25 \text{ cm}$

7. Epaisseur des âmes :

On prend : $e_a = 26 + L/5 = 37 \text{ cm}$

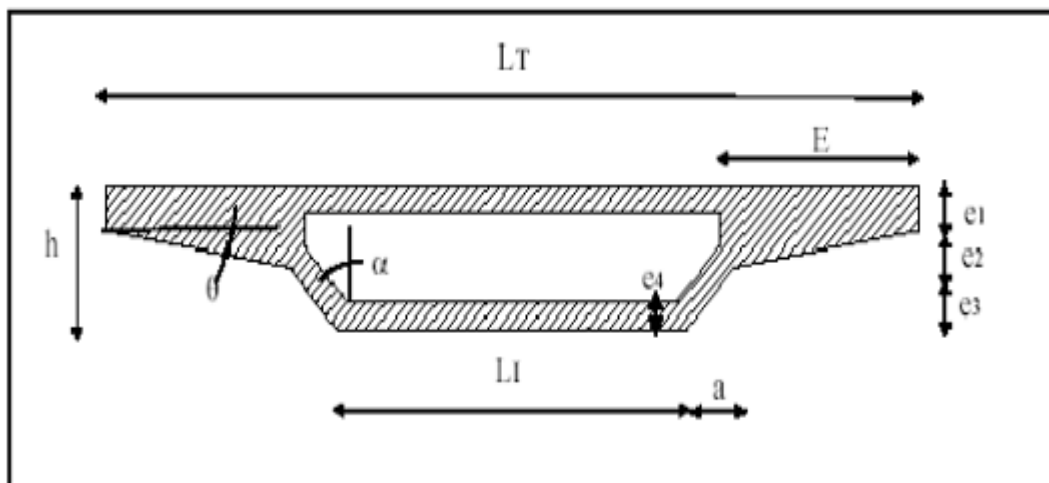


Figure : II.2. La section de voussoir.

II.4.2. Variante N°2 : Pont à poutre précontraint par post-tension:

II.4.2.a. Introduction:

Il est possible de réaliser des tabliers à l'aide de poutres précontrainte par pré tension ou bien par post tension solidarisée par une dalle de couverture coulée on place également des coffrages perdus non participant.

II.4.2.b. Avantages et les inconvénients:

1. Les avantages:

- La possibilité d'assembler des éléments préfabriqués sans échafaudages.
- La possibilité de franchir de plus grandes portées.

2. Les inconvénients:

- Poids très important.
- Déformation des poutres par fluage due à la compression excessive.

II.4.2.c. Implantation des appuis:

Pour cette variante, il y a deux travée de longueur : $L = 28,1 \text{ m}$.

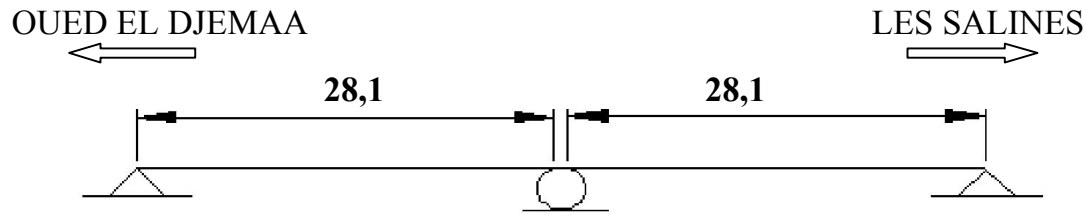


Figure : II.3. Schéma statique.

II.4.2.d. Pré-dimensionnement des éléments du tablier:

1) La poutre :

➤ L'espacement entre axes des poutres (λ):

$$1,5\text{m} \leq \lambda \leq 2,5\text{m}$$

On prend $\lambda = 2 \text{ m}$

➤ Nombre des poutres(N):

Le nombre de poutres est déterminé par : $N = (L_a / \lambda) + 1$

L_a : est la distance entre appuis de rive, $L_a = 12\text{m}$

$N = 7$ poutres.

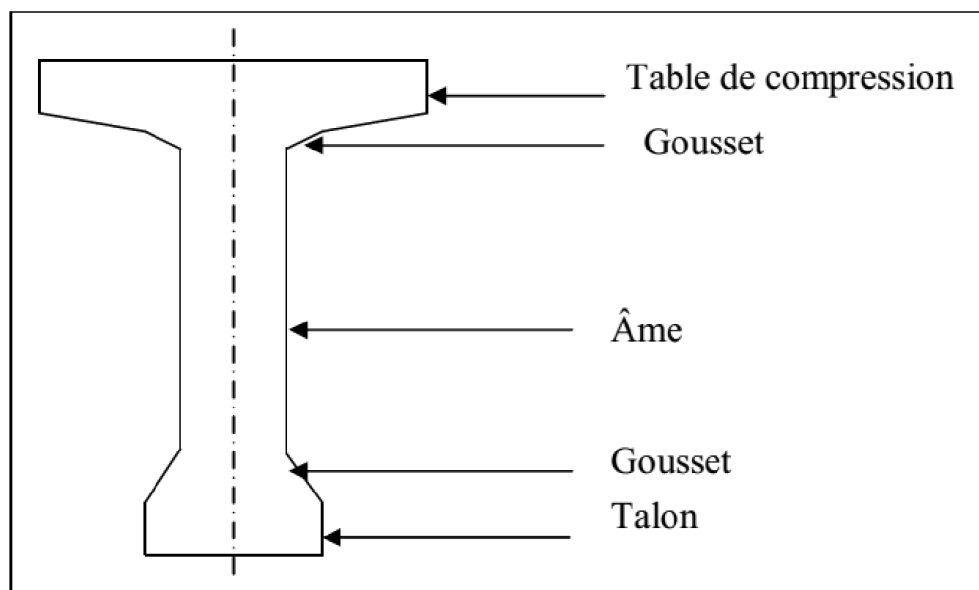


Figure : II.4. Coupe transversale d'une poutre.

➤ **Hauteur des poutres:**

On considère généralement que l'élançement optimal L/h se situe entre 17 et 22 ; avec
 $\{L : \text{est la portée d'une travée et } h : \text{la hauteur totale de tablier}\}$

$$L/22 \leq h_t \leq L/17$$

Avec : $L = 28,1\text{m}$

Donc $1,27 \leq h_p \leq 1,65\text{m}$; soit $h_p = 1,45\text{m}$

➤ **Largeur du talon (L_t):**

Le talon, dont les dimensions sont commandées à la fois par la résistance à la flexion, et par les conditions d'encombrement des câbles de précontraints.

Pour des poutres élancées au $1/21$ et avec un espacement est de l'ordre de $1,5\text{m}$, la largeur du talon varie entre 50 et 80cm :

$$50 \leq L_t \leq 80\text{cm} ; \text{ soit } L_t = 55\text{cm}.$$

➤ **Épaisseur du talon (e_t):**

Soit : $e_t = 20\text{cm}$

➤ **Largeur de la table de compression (b):**

La largeur de la table de compression est donnée par suivante $0,6h_p \leq b \leq 0,7h_p$ avec ; $h_p = 1,45\text{m}$

Donc $0,87 \leq b \leq 1,015\text{m}$; et comme les poutres ont la forme T et l'espacement entre leurs axes est de $1,88\text{m}$ on prend : $b = 1,4\text{m}$.

➤ **Épaisseur de la table de compression (e):**

Nous allons utiliser des poutres en T avec une hauteur de $1,45\text{m}$ et un espacement entre leurs axes de $1,857\text{m}$, ce qui influe sur l'épaisseur de la table de compression qui reprend les forces de compressions : $10\text{cm} \leq e \leq 15\text{cm}$; On prend : $e = 0,15\text{m}$.

➤ **Épaisseur de l'âme en travée (b_0):**

Épaisseur de l'âme est variée entre $0,15$ et $0,25\text{m}$

$$0,15\text{m} \leq b_0 \leq 0,25\text{m} ; \text{ soit } b_0 = 0,20\text{m}$$

La largeur minimale des âmes est à la fois déterminée par les conditions de bétonnage, et par les prescriptions réglementaires;

$$b_0 = 0,20\text{m}.$$

➤ **Épaisseur de l'âme aux abouts d'appuis (b_0):**

L'épaisseur de l'âme à l'about de la poutre doit être grande à cause de l'augmentation des efforts tranchants et aussi pour permettre bien l'emplacement des l'encrage des câbles de précontraints;

$$\text{Donc : } 40\text{cm} \leq b_0 \leq 50\text{cm}$$

On fixe :

$$b_0 = 0,55\text{m} \text{ pour la section d'about.}$$

➤ **Goussets:**

C'est l'angle disposé pour permettre d'améliorer la section et de placer les armatures d'acier et les câbles précontraints. Cet angle est fixe entre 45° et 60° :

$$45^\circ < \alpha < 60^\circ$$

➤ **Gousset de la table de compression:**

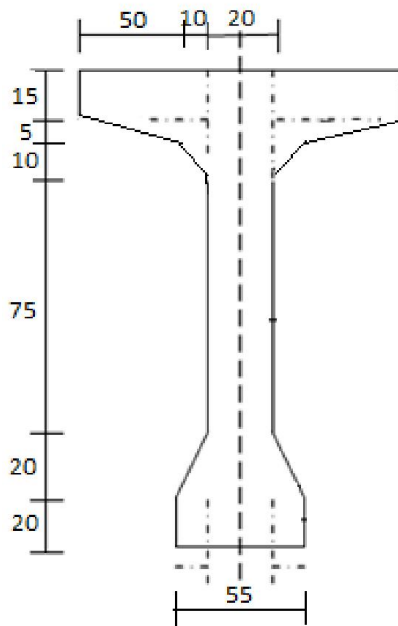
Mi-travée : $\alpha_1 = 5,7^\circ$ donc $e_1 = 0,05\text{m}$

$$\alpha_2 = 45^\circ \text{ donc } e_2 = 0,10\text{m}$$

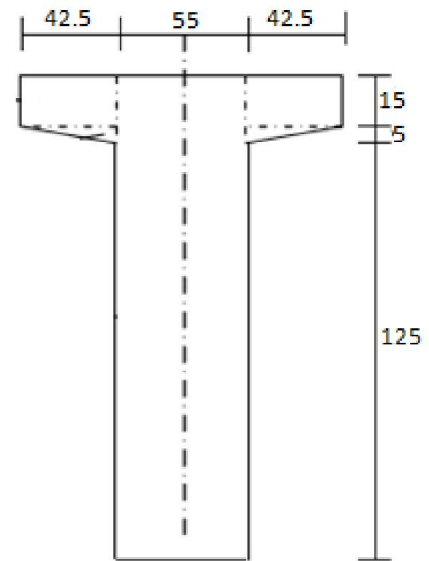
About : $\alpha_3 = 6,7^\circ$ donc $e_3 = 0,05\text{m}$

➤ **Gousset du talon:**

Mi travée : $\alpha_4=48,81^\circ$ donc $e_4=0,2m$



Section à mi-travée



section d'about

Figure : II.5. Section des poutres

2) **Hourdis (la dalle) h_0 :**

On général $20 \leq h_0 \leq 30cm$

Dans ce cas on fixe : $h_0 = 20cm$

II.4.3. Variante N°3: pont mixte:

II.4.3.a. Introduction:

Un tablier mixte est constitué par l'association d'une ossature métallique et d'une dalle en béton armé par l'intermédiaire des connecteurs empêchant le glissement et le soulèvement de la dalle par rapport à l'ossature.

Les poutres peuvent être de hauteur variable ou constante, elles peuvent être sous chaussée, ou latéralement au-dessus de la chaussée. Pour les petites portées, souvent, on utilise des travées indépendantes, même dans le cas d'une suite de plusieurs travées.

II.4.3.b. Avantages et les inconvénients:

1. **Les avantages :**

- La possibilité de franchir les grandes portées.
- La rapidité d'exécution globale.
- La précision dimensionnelle des structures.

2. **Les inconvénients:**

- Le problème majeur des ponts mixtes est l'entretien contre la corrosion et le phénomène de la fatigue des assemblages.

- Demande des mains d'œuvre qualifiées (surtout les soudeurs).
- Les poutres en I sont sensibles au déversement pour les ensembles des pièces du pont.
- Stabilité des membrures de poutres qui ont tendance à flambé latéralement lorsqu'elles sont comprimées.
- Surveillance exigée avec des visites périodiques.

II.4.3.c. Implantation des appuis:

Pour cette variante, il y a une seule travée longueur : $L = 56,20\text{m}$.

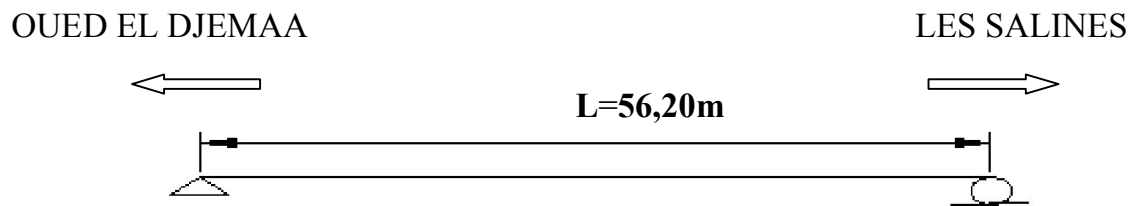


Figure : II.6. Schéma statique.

II.4.3.d. Pré-dimensionnement des éléments du tablier:

1) La poutre :

➤ Nombre des poutres (N):

Le nombre des poutres est déterminé par le rapport entre la largeur de tablier et l'espacement.

$$N = \frac{L_a}{d}$$

L_a : est la largeur du tablier égale à 13 m.

On fixe l'espacement : $d = 2,6\text{ m}$.

$$N = \frac{13}{2,6} = 5$$

➤ La hauteur des poutres(h):

La hauteur de la poutre est déterminée par le rapport : $L/30$; $H = 1,90\text{m}$

➤ Epaisseur de l'âme des poutres(e):

Pour déterminer l'épaisseur de l'âme, il faut respecter les quatre conditions suivantes :

- Résistance à la corrosion.
- Résistance au cisaillement.
- Flambage vertical.
- Fatigue.

L'épaisseur de l'âme :

$e = 35$ mm sur appui.

$e = 30$ mm à mi travée

➤ **largeur et épaisseur de la semelle (L_s, e_s):**

a) Semelle supérieure en travée:

$$200\text{mm} \leq L \leq 500\text{mm}$$

$$20\text{mm} \leq e \leq 50\text{mm}$$

Donc on prend :

$$L_s = 500 \text{ mm}$$

$$e_s = 40 \text{ mm}$$

b) Semelle inférieure en travée:

$$300\text{mm} \leq L_i \leq 600\text{mm}$$

$$20\text{mm} \leq L_i \leq 50\text{mm}$$

Donc on prend:

$$L_i = 600 \text{ mm}$$

$$e_i = 50 \text{ mm}$$

c) Semelle supérieure sur appui:

$$400\text{mm} \leq L \leq 900\text{mm}$$

$$20\text{mm} \leq e \leq 50\text{mm}$$

Donc on prend :

$$L_s = 500 \text{ mm}$$

$$e_s = 40 \text{ mm}$$

d) Semelle inférieure sur appui :

$$400\text{mm} \leq L \leq 900\text{mm}$$

$$30\text{mm} \leq e \leq 60\text{mm}$$

Donc on prend :

$$L_i = 600\text{mm}$$

$$e_i = 50\text{mm}$$

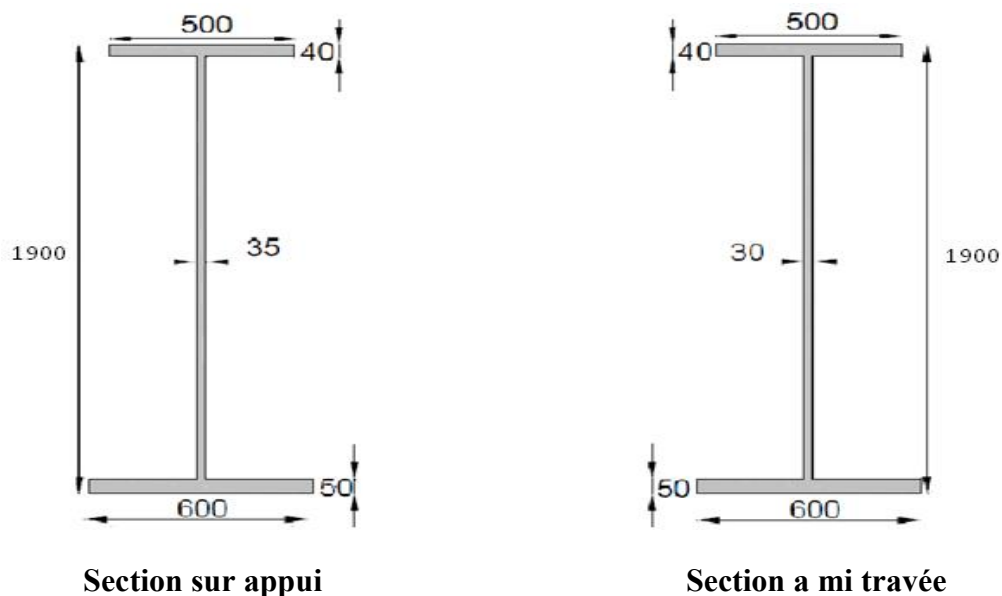


Figure : II.7. La section des poutres.

2) Hourdis (la dalle) h_0 :

On général $20 \leq h_0 \leq 30\text{cm}$

Dans ce cas on fixe : $h_0 = 20\text{cm}$

3) Pré-dalle :

On prend : $h_0=45\text{cm}$

$L=1,035\text{m}$

II.5. Analyse multicritères :

Pour retenir une variante l'analyse sera effectuée du point de vue.

- L'esthétique.
- La réalisation.
- L'entretien.
- Coût.

+ : favorable.

- : peu favorable.

	pont caisson fermée	pont à poutre précontraint par post-tension	pont mixte
esthétique	+	+	+
réalisation	-	+	+
entretien	+	+	-
Coût	+	+	-

Tableau : II.1. L'analyse multicritères.

II.6. Variante retenue:

Après le pré dimensionnement des trois variantes et d'après l'analyse multicritères on a opté à la solution la plus avantageuse qui est le pont à poutres précontraintes par post-tension) qui serait retenue pour une étude plus détaillée.