

CHAPITRE 1

GÉNÉRALITÉS ET RAPPELS SUR LES PONTS

INTRODUCTION:

Dans le cadre de son développement économique, l'Algérie a connu une augmentation considérable du nombre de véhicules, ce qui a engendré une insuffisance du réseau routier pour satisfaire la circulation automobile. Pour y remédier, elle a été amenée à élargir le réseau routier en construisant des trémies et des ponts.

La construction des ouvrages d'art a connu une activité significative à la faveur des programmes initiés pour répondre à des exigences socio-économiques du pays. Ces réalisations témoignent du génie national qui se consacre d'avantage dans l'art de concevoir et de construire. Ce capital va certainement servir de source de référence au lancement des futurs grands projets.

La réalisation en matière d'ouvrage d'art a connu une évolution très rapide passant de 2583 ouvrages recensés en 1990 à 3756 ouvrages recensés en 2002 pour atteindre un nombre de 6285 ouvrages recensés en 2013.

Ce chapitre sera divisé en deux parties distinctes: une première partie consacrée à la typologie, terminologie et éléments composants un pont. Une deuxième partie pour exposer les différentes actions et sollicitations pour un pont.

1^{ère} PARTIE : TYPOLOGIE ET ELEMENTS COMPOSANTS UN PONT

I. DEFINITION ET FONCTIONS D'UN PONT :

D'une façon générale, un pont est un ouvrage d'art en élévation construit in situ soit en maçonnerie, béton armé, béton précontraint, charpente métallique ou mixte, permettant à une voie de communication de franchir soit un obstacle naturel (brèche, vallée large ou profonde rivière ou bras de mer) soit un obstacle artificiel (route, voie ferrée, ...etc.). La voie portée peut être une voie routière (pont-route), piétonnière (passerelle), ferroviaire (pont-rail) ou oued (pont-canal).

Cette définition est peu précise dans la mesure où elle ne se réfère à aucune notion de dimension, de forme ou de nature d'ouvrage. Pour les petits ponts hydrostatiques, on parle couramment de ponceaux ou de dalots. A l'inverse, on emploie de préférence le terme de viaduc lorsqu'il s'agit d'un ouvrage de grande longueur possédant de nombreuses travées et généralement situé on site terrestre.

II. DIFFERENTS TYPES DE PONTS :

Il existe plusieurs paramètres pour classer les ponts, parmi les quels, on peut citer :

- **L'objet** : Suivant la nature de la voie de communication portée, on distingue :
 - Pont routier : qui porte une voie routière ou autoroutière, cyclable ou piétonnière
 - Pont rail : qui porte une voie ferrée
 - Pont canal : qui porte une voie fluviale (canal ou simple canalisation)

Enfin, les ponts sont fixes ou mobiles.

- **Le matériau principal de construction** : On distingue les ponts en maçonnerie, béton armé, béton précontraint, métalliques ou mixtes.

- **La forme**: Suivant leur forme, les ponts sont dits :

- A poutres droites.
- En arcs.
- Suspendus (à câbles ou à haubans).

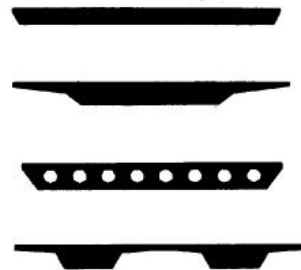
Ils sont à une ou plusieurs travées.

Enfin, la voie de communication qu'ils supportent peut être située au dessus des poutres, au dessous de celles-ci ou enfin occuper une position intermédiaire.

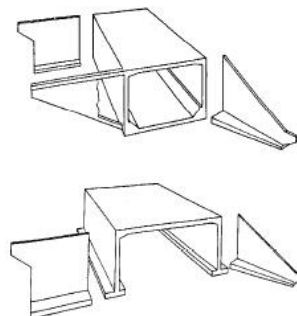
- **L'importance** : On distingue :

- Les ponts de faible importance : portée de 10 à 50 mètres.
 - Les ponts de moyenne importance : portée de 50 à 100 mètres.
 - Les ponts de grande importance : Centaine de mètres à plusieurs centaines de mètres en une ou plusieurs travées.
 - **Le type de la structure portante** : On distingue :
 - Les ponts à dalles.
 - Les ponts à poutres multiples : sous chaussée, de rive (sur chaussée ou intermédiaire).
 - Les ponts portiques (droits ou béquilles) ou ponts cadres.
 - Les ponts en arc.
 - Les ponts suspendus.
 - Les ponts haubanés.
 - **La fonction mécanique** : Isostatique ou hyperstatique.
 - **La disposition de l'axe longitudinal du tablier**: On distingue :
 - Les ponts droits : dont l'axe est rectiligne et perpendiculaire à celui de l'obstacle à franchir.
 - Les ponts biais : dont l'axe est rectiligne et oblique par rapport à celui de l'obstacle à franchir
 - Les ponts courbes : dont l'axe de l'ouvrage est courbe.
 - **La durée de vie prévue** : définitif ou provisoire ;
- Par ailleurs, on citera :
- Aqueducs : Ce sont des ponts en maçonnerie qui sont utilisés pour les adductions d'eau.
 - Le viaduc : qui est pont comportant un grand nombre de travées, situées généralement en site terrestre et franchissant une vallée.
 - La passerelle : c'est un pont court pour piétons.

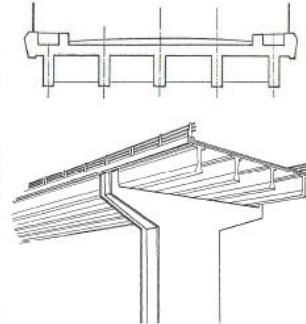
■ Ponts à dalles



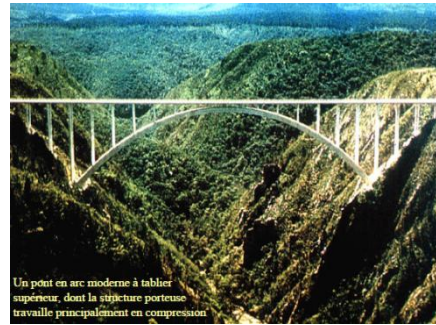
■ Ponts cadres



■ Ponts à poutres



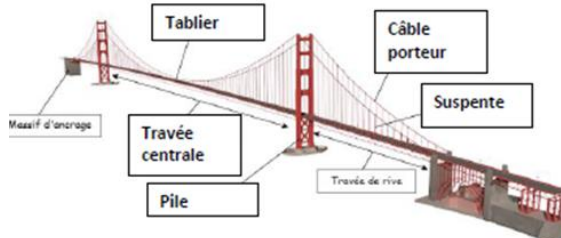
Ponts en Arc
Métallique
et en béton
armé



■ Ponts à béquille



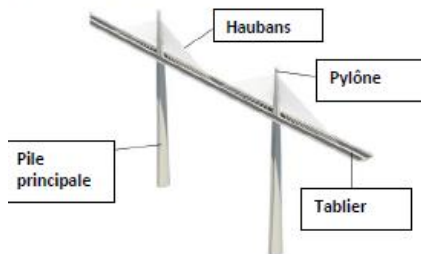
• Pont suspendu



Exemple : Le Golden Gate Bridge

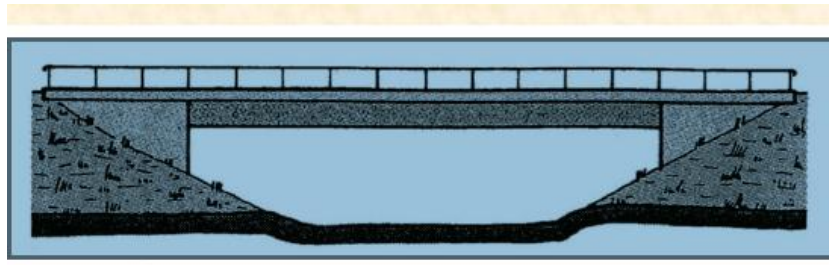


• Ponts à haubans



Exemple : Le viaduc de Millau





Exemple de pont à poutre isostatique

Notions de biais d'un ouvrage et de biais des appuis

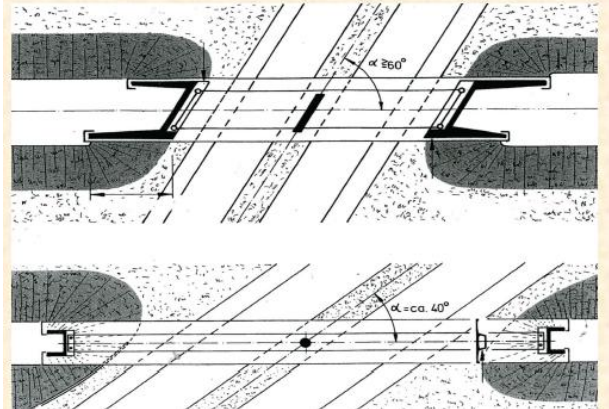


Figure.1 : Différents types de ponts

- **Méthodes générales d'exécution :**
 - ✓ **Les ponts à poutres ou dalles (structure fonctionnant en flexion) :**
 - Ouvrage coulé en place sur un étalement ou un cintre fixe.
 - Ouvrage à poutres préfabriquées et hourdis coulé en place.
 - Ouvrage coulé sur cintre par phases successives.
 - Ouvrage coulé sur cintre auto-lanceur.
 - Ouvrage préfabriqué posé à l'avancement.
 - Ouvrage mis en place par déplacement (poussage, ripage, rotation).
 - Ouvrage construit par encorbellements successifs.
 - ✓ **Les ponts en arc et à béquilles (structure fonctionnant en compression).**
 - ✓ **Les ponts à câbles (ponts suspendus et ponts à haubans).**

III. CHOIX DU TYPE D'OUVRAGE :

La conception d'un pont doit satisfaire un certain nombre d'exigence puisque 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 qui influent sur sa conception.

La conception d'un pont résulte, le plus souvent, d'une démarche itérative dont l'objectif est l'optimisation technique et économique de l'ouvrage de franchissement projeté vis-à-vis de l'ensemble des contraintes naturelles et fonctionnelles imposées, tout en intégrant un certain nombre d'exigences de qualité architecturale ou paysagère.

L'étude d'un projet de pont est conduite par un ingénieur expérimenté et imaginatif, possédant une bonne connaissance des divers types d'ouvrages, de leur pré-dimensionnement et de leurs sujétions d'exécution, et capable d'une hardiesse réfléchiée dans la recherche de

solutions à la fois économiques et originales lorsque se posent des problèmes de complexité inhabituelle.

Pour franchir une brèche donnée, on recherche la solution la plus économique respectant les contraintes imposées dont la nature peut être très diverse, pour obtenir un meilleur choix, il doit d'une part bien connaître l'éventail des solutions possibles avec leurs sujétions, leurs limites et leurs coûts, Cette opération fait appel à l'expérience et les connaissances de l'ingénieur (c'est l'art de l'ingénieur).

III.1. Paramètres intervenants dans le choix du type d'ouvrage :

- Les profils de la chaussée de la route (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.

III.2. Domaines privilégiés d'emploi et types d'ouvrages :

En fonction des portées des travées principales, de la géométrie de la brèche ou du tracé de l'ouvrage, certains types de structures ou certaines méthodes de construction peuvent être privilégiées.

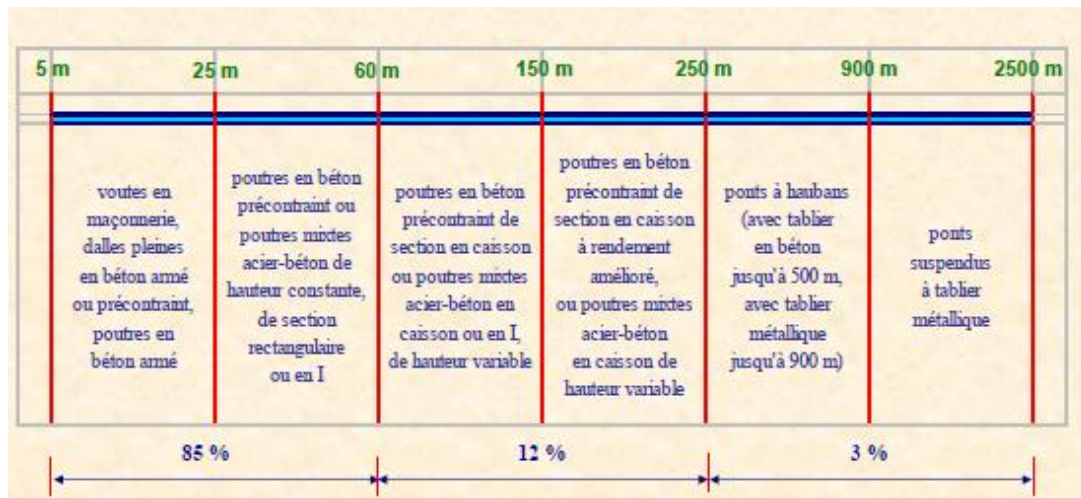


Figure.2 : Choix du type de pont en fonction des portées des travées principales

IV. ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN PONT ET LEURS FONCTIONS :

Un pont comprend deux grandes parties distinctes:

- **La superstructure** : qui est constituée essentiellement du tablier et de ses équipements, le tablier est structure sur laquelle se fait le déplacement à niveau ou avec une pente suffisamment faible pour être admissible par des piétons ou des véhicules entre ses deux extrémités.

Il comprend une ou des travées qui sont des parties du pont comprises entre les piles ou entre une pile et une culée. Cette notion ne concerne que les ponts à poutres, suspendus ou haubanés. Pour les ponts en arc ou ponts voûtés en maçonnerie, on parlera plutôt d'arches. Dans le cas des ponts suspendus et des ponts à haubans, le tablier est soutenu par des suspentes ou des haubans accrochés à des pylônes

- **L'infrastructure** : elle est constituée essentiellement des appuis, on distingue :

Les culées désignent les parties d'un pont situées sur la rive, destinées à supporter du tablier

Les piles intermédiaires sont des ouvrages en maçonnerie ou en béton destinés à supporter les arches ou le tablier du pont ou piles - culées si le tablier n'est pas continu ;

Ces appuis reposent sur des fondations aux quelles ils transmettent les efforts reçus de la superstructure par l'intermédiaire des appareils d'appui.

Les appareils d'appui constituent l'intermédiaire entre les tabliers de ponts et les appuis, les tabliers ne reposent jamais directement sur les appuis. Ces appareils d'appui reposent sur les piles et les culées et leurs transmettent les charges supportées par les tabliers.

Ils permettent par ailleurs la translation et la rotation des éléments porteurs principaux du tablier sur les appuis

➤ **Définitions complémentaires :**

La terminologie suivante peut être donnée (voir Figure3) :

- L'ouverture libre est l'espace libre entre les piles ou entre une pile et une culée.
- L'ouverture totale est la distance entre les murs droits (piédroits) des culées.
- Le tirant d'air est la hauteur libre sous l'ouvrage.
- Le gabarit de navigation est l'espace libre nécessaire au passage sous ou sur l'ouvrage (non représenté sur le schéma : gabarit = tirant d'air x ouverture libre).
- Le parapet est une rambarde destinée à empêcher la chute des piétons ou des véhicules.
- La portée d'un pont désigne la longueur d'une partie d'un pont comprise entre deux piles ou entre une pile et une culée (Entre le 2 milieux des piles).

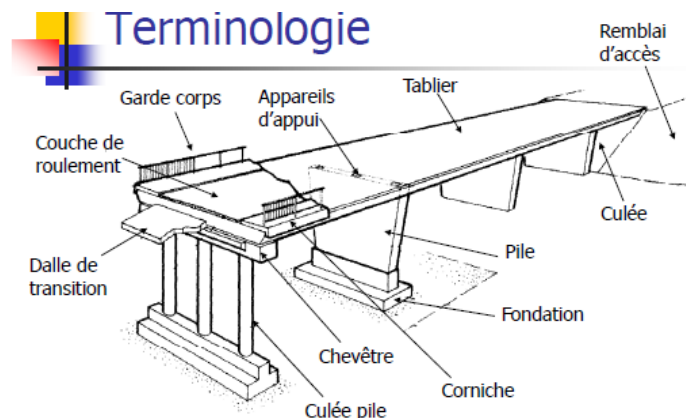
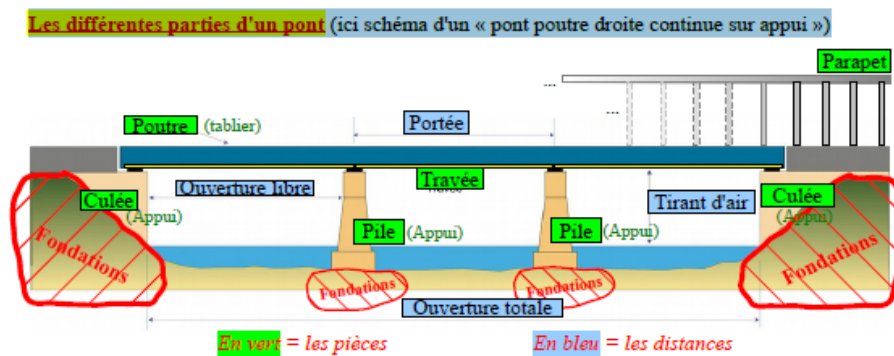


Figure. 3 : Représentation des éléments composants un pont.

IV.1. Etude de la superstructure :

Les principaux éléments constitutifs de la superstructure sont :

IV.1.1. Tablier :

Il est composé des éléments suivants :

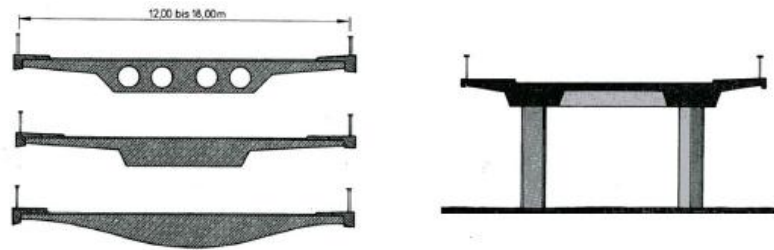
1. Dalle (Hourdis) : C'est une dalle pleine du pont à poutres (plus mince que pour les ponts dalles) réalisée en béton armé ou en béton précontraint, qui sert de couverture pour le pont, en effet, elle est destinée à recevoir la couche de roulement, les surcharges d'un pont et à transmettre ces dernières aux poutres.

Pour un tablier à hourdis général, la dalle est habituellement coulée sur des coffrages perdus, ces coffrages se présentent sous la forme de pré-dalles en mortier de fibres ou en béton armé.

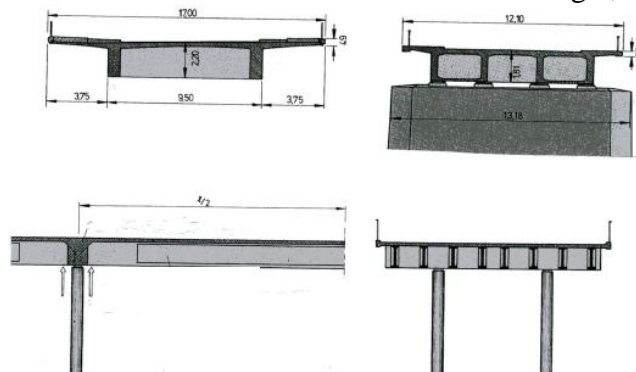
En général, l'épaisseur de la dalle varie selon l'espacement entre axes des poutres, plus l'entre axes est grand plus l'épaisseur de la dalle est grande pour répandre mieux aux efforts de flexion transversaux, L'épaisseur de la dalle est comprise entre 20cm et 30cm.

En fonction des caractéristiques de l'ouvrage, de sa largeur, de la portée des travées, de la méthode de construction, la section transversale de la dalle du tablier pourra être :

- Une dalle pleine (section rectangulaire, avec encorbellements, élégie...)
- Une dalle nervurée (une ou plusieurs nervures)
- Une section à poutres (deux ou plusieurs poutres)



a) Différents types de sections transversales en dalle : dalle élégie, ou dalle nervurée



b) Différents types de sections transversales à poutres

Figure .4 : Différents types de sections transversales de la dalle.

2. Poutres principales (poutres maitresses) : ce sont des poutres en béton armé ou précontraint ou métalliques sous chaussée ou de rive qui sont parallèles à l'axe longitudinal du pont et reçoivent les charges et surcharges de la voie portée par la dalle.

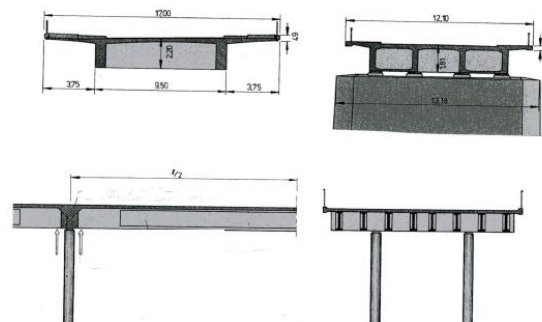


Figure.5 : Différents types de sections transversales à poutres

3. Les entretoises (ou pièces du pont) : Généralement, on réalise des ponts avec entretoises lorsque la largeur du pont est nettement inférieure à sa longueur (leur rapport inférieur à 1/2). Les entretoises sont espacées d'une distance maximale égale à la largeur du pont.

Les entretoises sont des poutres en béton armé ou métalliques disposées transversalement par rapport à l'axe longitudinal de la chaussée, ces poutres s'assemblent sur les poutres principales et assurent la rigidité et la répartition transversale des charges.

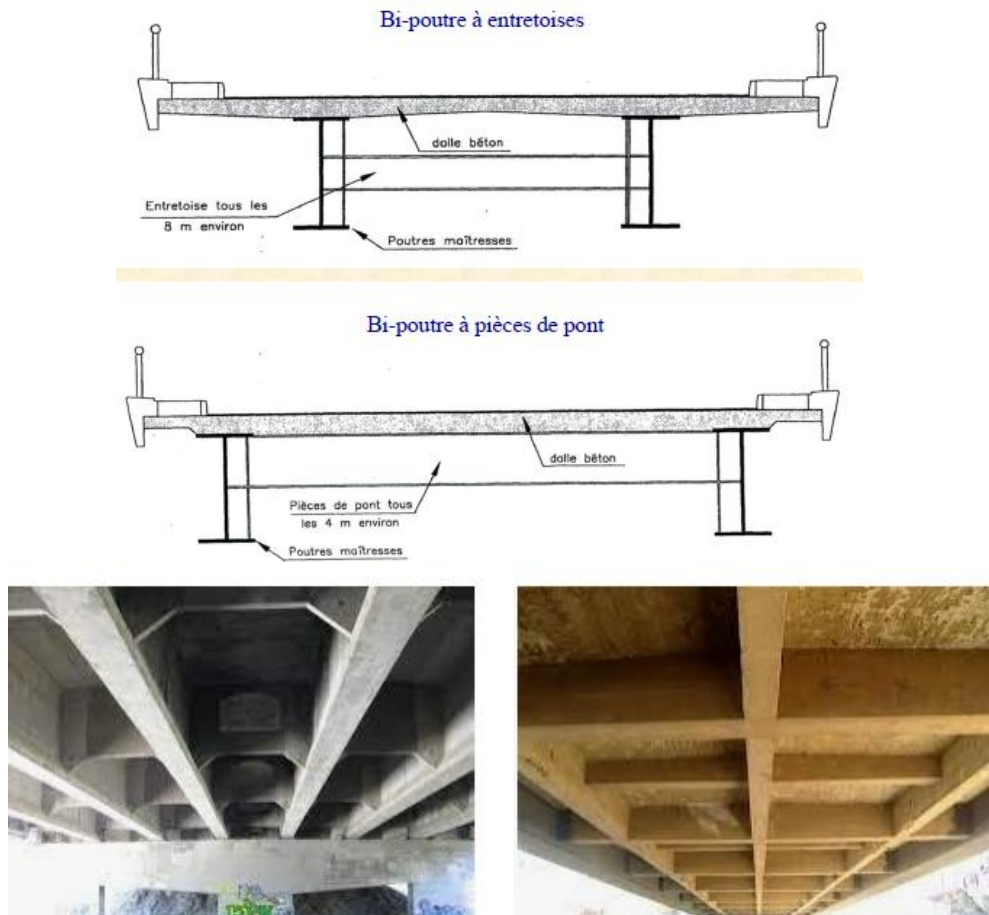


Figure.6 : Ponts à poutres principales avec entretoises.

4. Les longerons : qui sont des poutres métalliques parallèles aux poutres principales et s'assemblent sur les entretoises.

IV.1.2. Les équipements du tablier:

Ces éléments ne participent pas à la résistance de l'ouvrage. Leur incidence est par contre majeure sur l'aspect du tablier, en particulier pour les corniches et les dispositifs de sureté. Ils jouent également un rôle essentiel du point de vue de la sécurité des usagers (dispositifs de sureté) et de la pérennité de l'ouvrage (étanchéité, assainissement).

La conception de l'ouvrage serait donc incomplète si elle ne comportait pas de détails concernant les équipements suivants :

1. Chape d'étanchéité ;
2. Gargouilles ou dispositifs d'assainissement ;
2. Couche de roulement pour chaussée;
3. Trottoirs et pistes cyclables;
4. Corniches ;
5. Dispositifs de sécurité (barrières, glissières ou garde-corps) ;
6. Joints de chaussée

1. Chape d'étanchéité : C'est une couche imperméable disposée sur la surface supérieure de la dalle pour lui éviter le contact avec l'eau, car l'infiltration des eaux peut aggraver l'hourdis (corrosion des armatures, dissoudre certains constituants du ciment et même faire éclater le béton).

Le choix se portera sur des systèmes conformes aux normes et aux spécifications du fascicule 67.

Les systèmes usuels sont à base d'asphalte coulé, de films minces adhérents aux supports ou de feuilles préfabriquées protégées ou non par de l'asphalte gravillonné.

Le choix de type d'étanchéité correspond au site de l'ouvrage (les conditions thermo hygrométriques). Les qualités demandées à une étanchéité sont évidentes :

- L'adhérence au tablier.
- La résistance mécanique (fatigue, fissuration, fluage).
- La résistance au choc thermique lors de la mise en œuvre de la couche de roulement.
- La durabilité.



Figure.7 : Étanchéité du tablier

2. La couche de roulement pour chaussée :

La couche de roulement doit sur ouvrage d'art comme en section courante, présenter un bon confort et offrir de bonne caractéristique antidérapante (l'adhérence entre le pneu et la chaussée) pour assurer la sécurité et le confort des usagers.

Généralement cette couche est composée d'un béton bitumineux de granulométrie de 0/14 avec une épaisseur entre 6 et 8cm et réalisée avec des pentes transversales vers les trottoirs de 2.5% pour permettre l'évacuation des eaux vers les caniveaux.

3. Les trottoirs et pistes cyclables :

Le rôle des trottoirs est de protéger les piétons en les isolants de la circulation des véhicules, en général par simple surélévation de 15 à 20 cm par rapport à la chaussée et la largeur doit être suffisante pour assurer la circulation des piétons. Les trottoirs sont encadrés par une glissière de sécurité et un garde-corps. Sur les ponts des autoroutes, il n'y a pas de trottoir, seulement il faut prévoir un passage de service de 1,50 m environ de largeur.

Les trottoirs présentent aussi pour l'écoulement des eaux, une pente transversale vers la chaussée de 1 à 2,5% selon la pente longitudinale de l'ouvrage. Il existe plusieurs formes de trottoirs, on distingue :

- 1- Les trottoirs sur caniveau.
- 2- Les trottoirs en béton maigre.
- 3- Les trottoirs par décrochement de la dalle de la couverture.

Les pistes cyclables sont quelques fois à prévoir, pour leurs dispositions par rapport à la chaussée, plusieurs choix sont disponibles.

4. Les corniches :

Le rôle essentiel des corniches en plus de l'embellissement de l'ouvrage, il sert comme protection des extrémités latérales du tablier contre les intempéries, elles doivent en effet recouvrir l'extrémité de la dalle, empêchant ainsi les pénétrations d'eau par la tranche du hourdis. Elles jouent également le rôle de larmier, afin d'éviter le ruissellement de l'eau de pluie sur les parements de la structure porteuse (pérennité et esthétique). La corniche joue également d'autres fonctions aussi : esthétique, scellement de garde-corps, support du relevé d'étanchéité, butée du trottoir, ces fonctions seront appelées fonctions habituelles. Il y a plusieurs catégories de corniches :

- 1- Les corniches en béton coulé en place.
- 2- Les corniches en béton préfabriqué.
- 3- Les corniches métalliques.

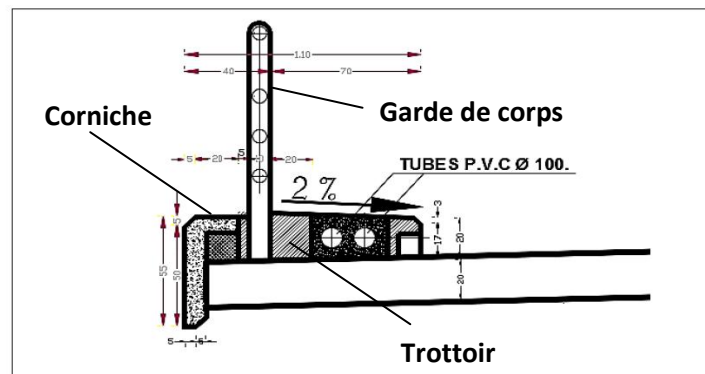


Figure.8 : Schéma d'un trottoir avec corniche préfabriquée et garde corps.

5. Gargouilles ou dispositifs d'assainissement :

L'évacuation des eaux est nécessaire non seulement du point de vue de la durabilité de la structure, mais également pour la sécurité des usagers. Les eaux sont d'abord recueillies dans un fil d'eau sur les côtés de la chaussée se fait en donnant à la chaussée une double pente transversal de 2,5 % en forme de toit puis évacuées par des gargouilles implantées au droit de ce fil d'eau, le nombre de gargouilles nécessaire dépend de la pente longitudinale de pont.

D'un point de vue esthétique, les descentes d'eau doivent être aussi discrètes que possible, notamment dans le cas des ouvrages urbains. Lorsque ces descentes doivent être évitées, il est également possible de recourir à des corniches caniveaux ou de recueillir les eaux dans un collecteur sur ouvrage.

6. Les dispositifs de sureté (Dispositifs de retenus):

Les dispositifs de sureté doivent assurer la sécurité des usagers et la sécurité des ponts :

- Sécurité des usagers :
 - les gardes corps ;
 - les glissières ;
 - les barrières ;
- Sécurité des ponts :
 - glissières ou barrières protégeant les piles ;
 - panneaux signalant les gabarits de l'intrados ;
 - panneaux signalant les charges maximales supportées.
- **Sécurités des usagers :** Ils sont placés sur les bords des ponts pour retenir les piétons ou les véhicules en perdition. Selon la fonction, on distingue :

✓ **Les gardes corps :**

Le rôle des gardes corps est la sécurité des piétons sur les trottoirs et les véhicules circulant sur le pont, ayant une hauteur variant entre 1 m et 1.2 m, les gardes corps ont souvent une

fonction esthétique surtout dans les zones urbaines. Ils sont constitués de montants verticaux bien scellés dans les corniches et traverses horizontales métalliques et rigides (Figure 9) et sont classés en trois catégories suivantes :

- Les garde-corps de type S.
- Les garde-corps de type I.
- Les garde-corps de type U.

Les garde-corps standards en Algérie ont une hauteur égale à 1,10m.

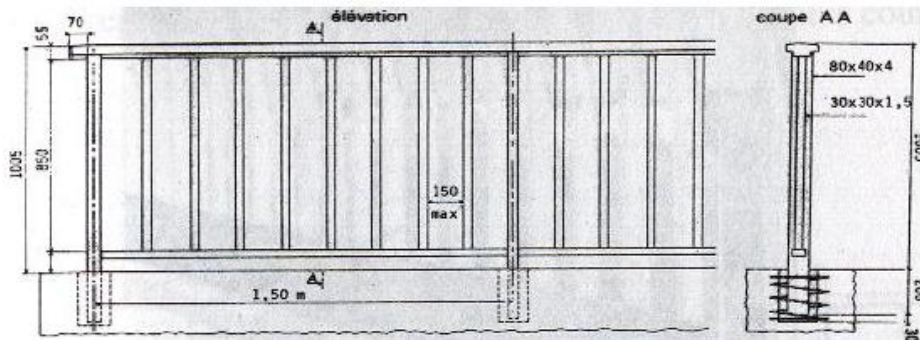


Figure. 9 : Schéma général d'un garde corps.

✓ **Glissières et barrières de sécurité :**

Les glissières : Leur rôle est de sécuriser les piétons sur les trottoirs en les protégeant des véhicules en perdition qui roulent sur les voies des ponts en basse compagnie (hors ville). Il existe principalement deux types de glissières : rigides et souples, généralement, c'est les glissières souples (montants verticaux encastrés dans la chaussée et des tôles ondulées d'une hauteur de 75cm) qui sont employés dont leurs dimensions sont normalisées (figure 10).

Les barrières : comme les glissières sont constituées de différents types et servent aussi à reprendre les véhicules en perdition mais à tonnage élevé.

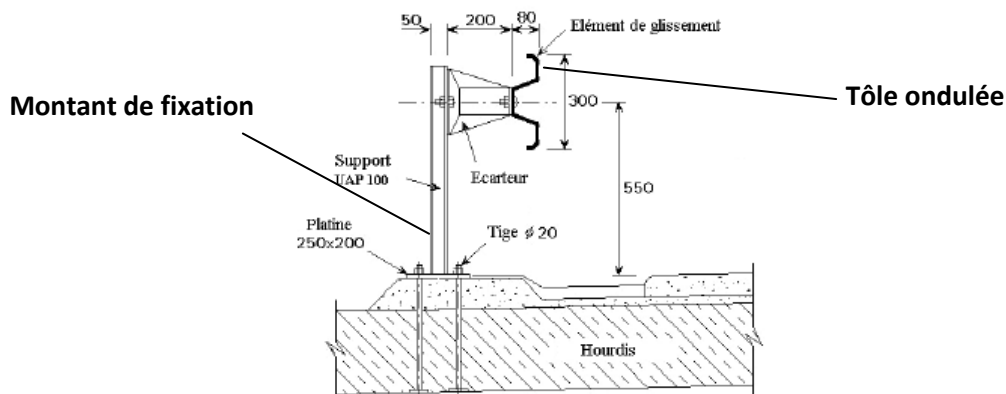


Figure. 10 : Représentation d'une glissière de sécurité

7. Les joints de chaussée:

Les joints de chaussée ont pour rôle de rendre le tablier librement dilatable, en plus du fait que la jonction entre deux parties doit se faire de sorte à créer un confort de passage aux usagers, on prévoit des joints de chaussée transversaux (Figure 11).



Figure.11: Réalisation de joints de chaussée des ponts

IV.2. Etude de l'infrastructure :

IV.2.1. Appuis :

1. Les piles :

Une pile courante est constituée d'un corps ou un fût (simple ou multiple) et d'une fondation (simple ou multiple). Le fût peut être en béton armé, en béton précontraint, en maçonnerie ou en métal, un sommier ou chevêtre généralement en béton armé est réalisé sur la partie supérieure du fût, c'est sur lui que le tablier repose par l'intermédiaire d'appareil, le sommier ou chevêtre peut être distinct ou non du fût.

En plan, transversalement à l'axe, longitudinalement à l'ouvrage, les piles présentent des formes allongées terminées par des becs dont le rôle est hydrodynamique.

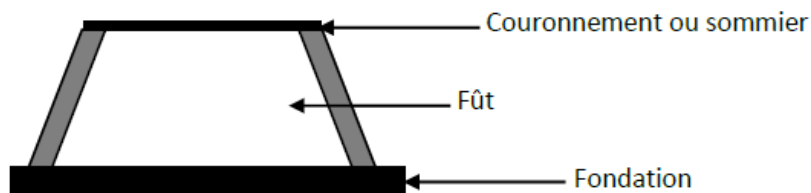


Figure.12 : Schéma d'une pile courante

➤ **Différents types de piles :** On distingue plusieurs types de piles, les plus courants sont :

1. **Piles pleines :** Elles s'adaptent facilement aux diverses dispositions d'appuis (poutres multiples sous chaussée, poutres latérales, etc. ...) et elles présentent une excellente résistance aux chocs.



Figure.13 : Pile pleine

2. Piles à fûts jumeaux : En présence d'ouvrages à poutres latérales, on allège le fût de la pile pour constituer deux fûts jumeaux centrés sous les appareils d'appuis, les deux fûts sont contreventés entre eux par un chaînage en béton armé ou métallique. Ce chaînage a pour rôle la bonne répartition des charges entre les fûts, il permet aussi de limiter le flambement de ces derniers.

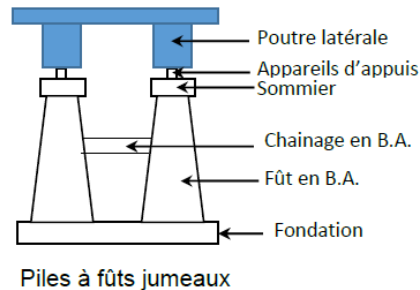


Figure.14 : Pile à fûts jumeaux en béton armé

3. Piles à colonnes et chevêtre : Ce type de piles est surtout utilisé pour les tabliers de ponts à poutres multiples sous chaussée très large, le fût de la pile est allégé pour constituer une série de colonnes assemblées en tête par une poutre chevêtre en béton armé ou métallique sur laquelle s'appuie les poutres du tablier. Souvent, une nervure à la base des colonnes est à prévoir pour permettre un bon encastrement sur la semelle.

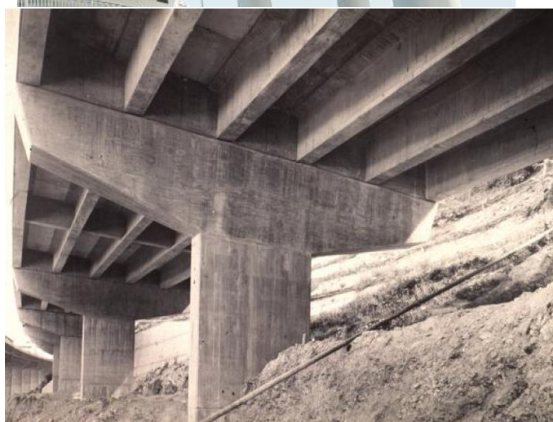
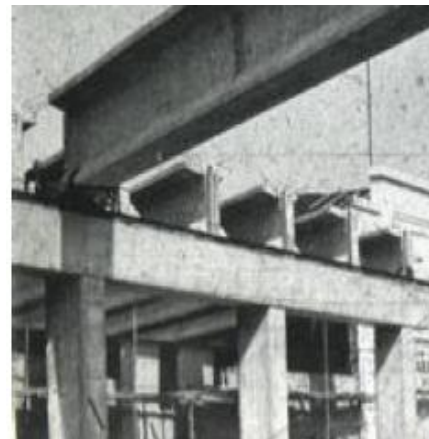


Schéma de principe d'une pile avec chevêtre supportant les poutres

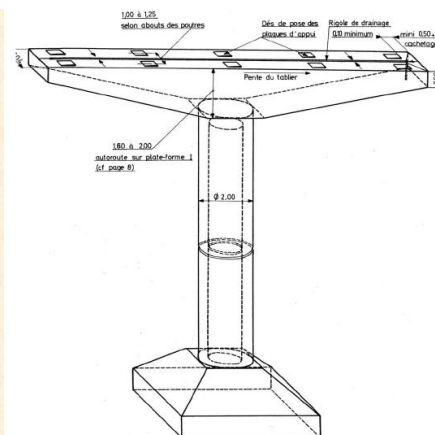


Figure.15: Piles à multiples colonnes et colonne centrale avec chevêtre

4. Piles élancés avec sections en I et creuses : La section des piles de grande hauteur est déterminée en fonction de l'action du vent, les piles élancés doivent présenter une certaine souplesse, pour ce cas les piles de section en I à inertie variable, en caissons à inertie constante ou variable ou Sections creuses sont les plus adoptés, ces sections permettent l'utilisation du coffrage glissant ou grimpant.

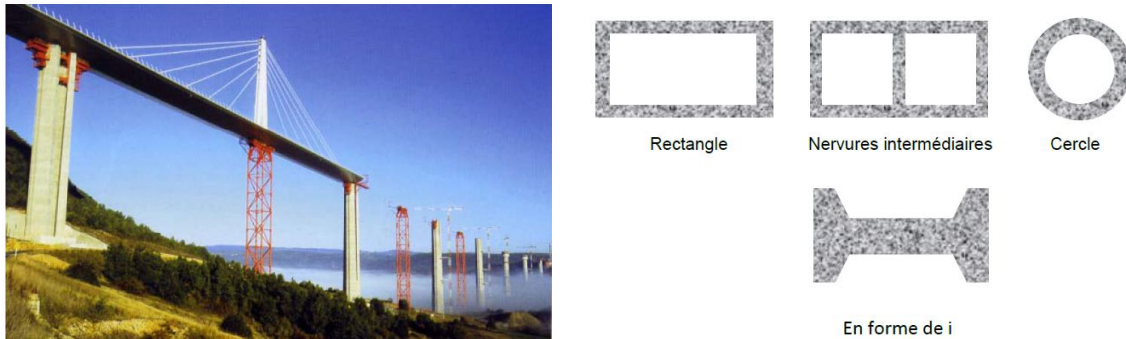


Figure.16: Piles avec Sections creuses des fûts élancés

5. Piles de formes particulières : Pour des raisons fonctionnelles ou esthétiques, la pile peut prendre plusieurs formes, parmi lesquelles celles des figures 17 et 18 :

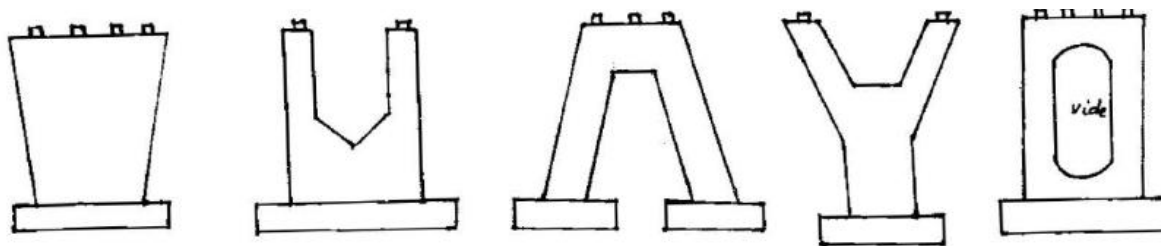


Figure. 17 : Formes particulières des piles.





Figure.18: Photos de quelques piles de formes particulières

2. Les culées :

Les culées sont les appuis d'extrémité d'un pont qui ont pour rôle d'assurer l'appui du tablier d'une part et le soutènement des terres de remblais d'accès d'autre part.

➤ **Types de culées :** Le type de culées à adopter dépend de la nature du sol, il est influencé par le mode de fondations et par la qualité des terrains sur lesquelles les remblais d'accès à l'ouvrage seront réalisés, les types de culées les plus fréquemment utilisés sont généralement (Figure 19) :

- Les culées enterrées
- Les culées remblayées
- Les culées creuses
- Les culées en terre armée
- Les culées contrepoids

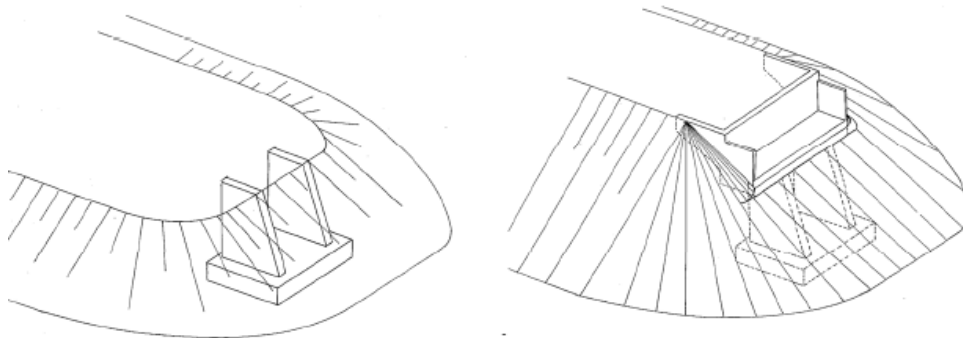


Figure.19: Quelques types de culées : Culées enterrées et culées remblayées.

➤ **Éléments constitutifs d'une culée :** Une culée courante est constituée d'un ensemble de murs (Figure 20) :

- Un mur frontal sur le quel repose le tablier et en même temps soutient les terres derrière.
- Un mur garde grève destiné à isoler le tablier du contact des remblais.
- Des murs latéraux avec divers positions (Figure 21) :
 - ✓ Murs en retour : qui sont parallèles à l'axe longitudinal de l'ouvrage.
 - ✓ Murs en ailes : qui sont inclinés avec un angle α allant jusqu'à 90° avec cet axe.

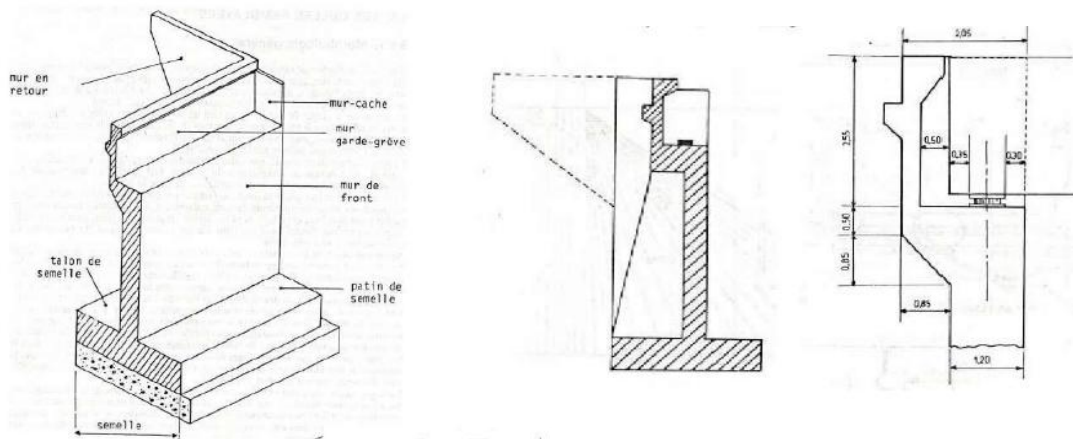


Figure.20: Eléments constitutifs de la culée.

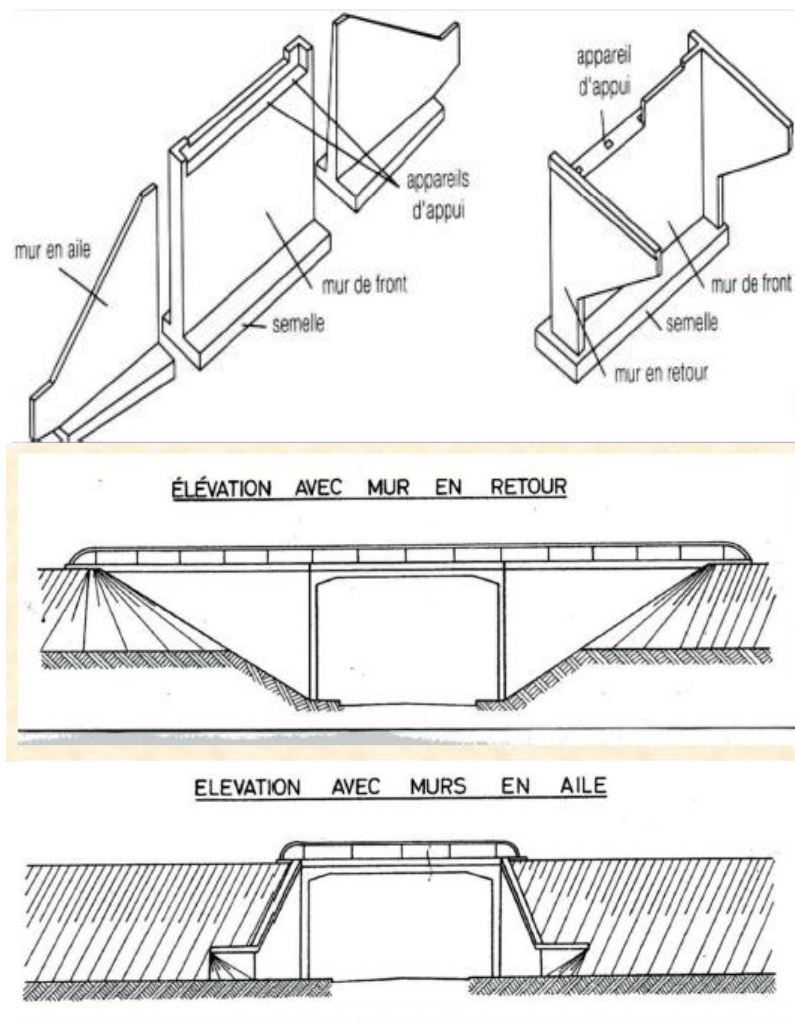


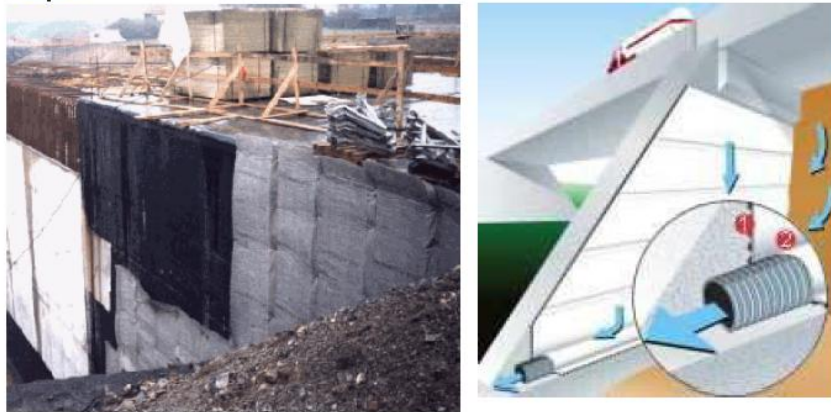
Figure.21: Murs en retour murs et en ailes

Le rôle de ces murs latéraux est d'assurer le soutènement des terres des remblais d'accès au pont. La partie supérieure du mur frontale présente vers l'avant un sommier sur le quel s'appuie le tablier par l'intermédiaire des appareils d'appui et à l'arrière un mur garde grève qui empêche le déplacement horizontal du tablier.

➤ **Éléments accessoires d'une culée** : En plus de ces éléments, les culées contiennent d'autres éléments (Figure 22) pour assurer la durabilité et leur bonne fonction :

- **Les dispositifs de drainage** : qui recueillent et évacuent les eaux qui s'infiltrent par les joints de chaussée.
- **La dalle de transition** : qui a pour rôle d'empêcher le tassement éventuel qui peut se produire entre le tablier du pont et la chaussée de route après pont et permet le confort du conducteur en passant d'un corps rigide (chaussée du pont) à une chaussée souple (chaussée route), ce tassement est dû au mauvais comptage des remblais à proximité immédiate de la culée (difficultés d'exécution). La dalle de transition est réalisée en béton armé et s'appuie d'un côté sur la culée d'autre côté sur les remblais d'accès. L'épaisseur habituelle de la dalle de transition est de 30cm et d'une longueur allant jusqu'à 40m.

Drainage des culées



Dalles de transition

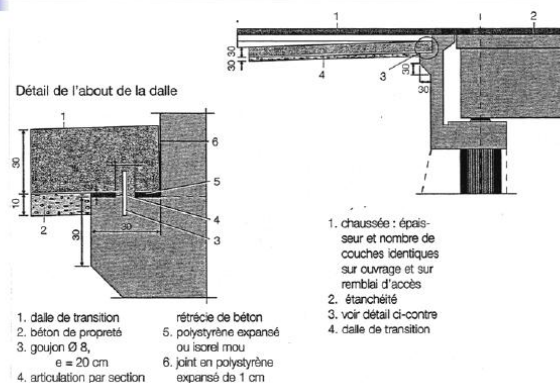


Figure.22: Éléments accessoires d'une culée

IV.2.2.Appareils d'appuis :

➤ **Rôle des appareils d'appui** : Les poutres des tabliers ne reposent jamais directement sur les appuis, elles y reposent par l'intermédiaire d'appareils appelés appareils d'appui qui repartissent les charges sur les appuis et permettent, le cas échéant le déplacement et la rotation des poutres sur leurs appuis.

➤ **Constitution des appareils d'appui** : La forme et les dimensions de l'appareil d'appui dépendent de la nature et de la valeur des efforts qui les sollicitent ainsi que de la force portante des appuis.

Auparavant, les appareils d'appui exécutaient en acier, mais cela présentait plusieurs inconvénients (problème de cout d'entretien et de leur poids).

L'apparition de la fabrication industrielle des caoutchoucs industriels a offert des possibilités nouvelles des constructeurs pour la réalisation des appareils d'appui et cela pour leur pouvoir remarquable d'élasticité et d'allongement, ainsi que de résistance de vieillissement et à l'action des matières chimiques, les rendant particulièrement de matériau de base aptes à servir pour l'exécution de ces appareils d'appui.

Le caoutchouc synthétique utilisé à l'heure actuelle est le néoprène permettant de réaliser des appareils de faibles dimensions relativement économiques qui sont venus se substituer aux appareils en acier.

➤ **Description des appareils en néoprène** : Ces appareils sont essentiellement constitués par des plaques de néoprène dont l'épaisseur commerciale varie de 2mm à 20mm.

Le choix de l'épaisseur des plaques et leur nombre dépend des dimensions de l'appareil et des charges qu'il supporte.

Les plaques de néoprène sont associées à des plaques intermédiaires en acier généralement inoxydable de 2mm à 3mm d'épaisseur.

Appareils d'appuis



Figure.23 : Types et constitution des appareils appui.

2^{ème} PARTIE : ACTIONS ET SOLLICITATIONS SUR LES PONTS.

I. INTRODUCTION:

Le calcul d'un pont, comme toute autre construction a pour objet de vérifier que le dimensionnement adopté lui confère le niveau (initial) de fiabilité requis compte tenu de la qualité exigée des matériaux qui seront utilisés et du niveau de contrôle prévu lors de son exécution. Pour assurer sa fonction, il doit être capable de résister, avec une marge de sécurité appropriée, non seulement aux efforts engendrés par son poids propre, mais aussi aux efforts dus à l'ensemble des actions d'origine naturelle et fonctionnelle qui lui seront appliquées.

Dans la plupart des cas, toutes ces actions sont introduites dans les calculs avec des valeurs codifiées.

Dans cette partie, on va présenter les charges et surcharges routières selon le règlement algérien **DTR-RCPR 2008** que le pont doit supporter car il possède une fonction porteuse, les actions appliquées à un ouvrage peuvent être permanentes ou variables.

I.1. Actions permanentes: Elles comprennent le poids propre des:

- Eléments porteurs : poutres principales, dalle.
- Entretoises.
- Equipements du tablier dont l'existence est imposée par la fonction de l'ouvrage (trottoirs, corniches, garde-corps, glissières, revêtement).

I.2. Actions variables :

I.2.1. Charges d'exploitation : Elles sont définies souvent par un règlement dans le cas d'un pont routier tel que le règlement algérien (DTR-RCPR 2008) ou français (fascicule 61 titre II); ces charges peuvent aussi être définies par la fonction de l'ouvrage tel que le CCTP (cahier des clauses techniques particulières), elles doivent alors comporter une marge de sécurité, afin de permettre ultérieurement des modifications éventuelles des conditions d'exploitation. L'expérience montre en effet que, lorsqu'un ouvrage a été conçu de façon à satisfaire trop strictement aux conditions prévues, tout changement de celles-ci impose des renforcements très onéreux des structures porteuses.

I.2.2. Charges climatiques :

Vent : son influence sur l'ouvrage dépend de l'état de celui-ci (état de construction ou état d'exploitation), son effet n'est pas cumulable avec les charges d'exploitation.

Température : son effet intervient dans le dimensionnement des joints de chaussée.

Neige : il est rare à considérer que dans le cas des passerelles.

I.2.3. Actions accidentelles:

Telles que le choc d'un bateau ou d'un véhicule sur une pile de pont ou l'effet d'un séisme, la prise en compte de l'action des séismes est définie par un règlement parasismique algérien (R.P.A.O 2008).

II. CHARGES PERMANENTES ET COMPLEMENTS DES CHARGES PERMANENTES :

Les charges permanentes (G) comprennent le poids propre de la structure porteuse et les compléments des charges permanentes (CCP) qui sont les poids propres des éléments non porteurs et des installations fixes, on les appelle équipements du tablier.

II.1. Poids propre de la structure :

- Béton armé : 25 kN/m^3 .
- Acier : 78.5 kN/m^3 .

II.2. Poids propre des équipements :

- Béton non armé : 22 kN/m^3 .

- Béton bitumineux : 24 kN/m^3 .
- Chape d'étanchéité : 23 kN/m^3 .
- Glissière de sécurité ou du garde corps : 1 kN/ml .
- corniche préfabriquée avec le trottoir : 11.25 kN/ml .

III. SURCHARGES REGLEMENTAIRES SUR LES PONTS ROUTES:

Les ponts en exploitation sont généralement soumis à des charges mobiles et il faut tenir compte de cette mobilité dans le calcul des réactions, des efforts internes et des déplacements.

Les réglementations nationales s'accordent sur le principe de réduire la diversité des configurations de charges dues à la circulation des véhicules à un nombre limité de système de charges formels. Un système de charges se compose de :

- La modalité d'application des charges comme le nombre d'essieux ou de véhicules, coefficients de dégressivité, coefficients de majoration dynamique, etc....
- Un modèle définissant les poids et dimensions des roues et des essieux circulant sur l'ouvrage ainsi les densités de charges.

Le D.T.R-RCPR 2008 algérien et le fascicule 61 titre II français ont définies essentiellement les systèmes de surcharges mobiles suivants :

1. Les surcharges de chaussée :

- Les charges routières normales avec deux systèmes différents: Système A et système B;
- Les charges routières à caractère particulier du type militaire et du type exceptionnel;

2. Les charges sur les trottoirs et sur les pistes cyclables du type local et du type général ;

3. Les surcharges sur les remblais d'accès aux ponts.

4. Les surcharges dues au vent et au séisme.

5. Les efforts dus à un choc de bateau ou d'un véhicule sur une pile de pont.

Pour cette partie, on ne considère que les surcharges sur les chaussées et trottoirs et leur disposition selon l'axe longitudinal.

III.1. Paramètres de calcul :

Avant de procéder à toute étude de chargements, il est nécessaire de définir tout d'abord des paramètres qui seront utiles pour la suite du calcul.

Toutes les parties de tablier ne sont pas forcément à charger par les charges de chaussée. Il faut donc définir une largeur chargeable qui se déduit elle-même de la largeur roulable. On donne ci-dessous les définitions suivantes:

a) Largeur roulable:

La largeur roulable (L_r) est définie comme la largeur de tablier comprise entre dispositifs (glissières) de sureté s'il y en a, ou bordures se trouvant de part et d'autre de la chaussée. Elle comprend donc la chaussée proprement dite et les sur-largeurs éventuelles telles que les bandes d'arrêt d'urgence (BAU), bandes dérasées (BDG) (Figure 1).

b) La largeur chargeable:

La largeur chargeable (L_c) se déduit de la largeur roulable, en enlevant une bande de $0,50\text{m}$ le long de chaque dispositif de sureté (glissière, barrière ou séparateur) lorsqu'il existe :

$$L_c = L_r - 2(0.50\text{m}) \quad (1)$$

c) Nombre de voie:

Les chaussées comportent un nombre de voie de circulation (N_v) égal à la partie entière du quotient par 3 de leur largeur chargeable (L_c) :

$$N_v = \text{Entier} (L_c/3) \quad (2)$$

d) Largeur de voie :

Largeur de voie (L_v) c'est la largeur chargeable divisée par le nombre de voies :

$$L_v = L_c / N_v \quad (3)$$

Si la largeur chargeable (L_c) est comprise entre 5m et 6m , la chaussée est considérée comme comportant 2 voies de circulation : $N_v = 2$ voies.

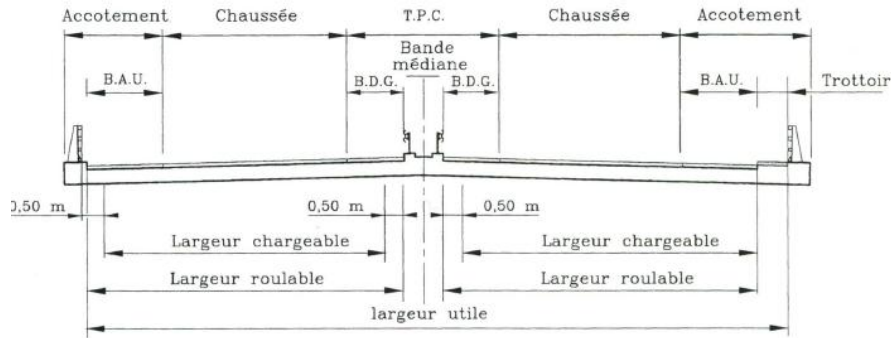


Figure.1: Notions de largeur roulable, de largeur chargeable et de largeur utile sur un tablier d’ouvrage d’art

e) Classe du pont :

On distingue trois classes de ponts, en fonction de leur largeur roulable et leur destination:

- **Classe I :** $L_r \geq 7 \text{ m}$
- **Classe II :** $5,5 \text{ m} < L_r < 7 \text{ m}$
- **Classe III :** $L_r \leq 5,50 \text{ m}$

III.2. Surcharges de chaussée :

III.2.1. Système de la surcharge A:

Ce système se compose des charges uniformément réparties d'intensité variable suivant la longueur surchargée et qui correspondent à une ou plusieurs files de véhicules à l'arrêt sur le pont. Elles représentent un embouteillage ou un stationnement (pont urbain équipé de feux aux extrémités ou embouteillage d'ordre quelconque), ou bien tout simplement une circulation continue à une vitesse à peu près uniforme d'un flot de véhicules composé de voitures légères et de poids lourds. Ainsi, la chaussée des ponts de portées unitaires inférieures à 200 m est soumise à une surcharge uniformément répartie dont l'intensité est égale au produit de A_L (variable avec la longueur surchargée L) par des coefficients a_1 et a_2 , il est défini par la formule suivante :

$$A = A(L) \cdot a_1 \cdot a_2 \tag{4}$$

Avec :

$$A(L) = 2,3 + \frac{360}{12+L} \text{ en kN/m}^2 \tag{5}$$

L : la longueur chargée en mètres

a_1 : Coefficient de dégressivité transversale de la charge, est donné par le tableau suivant :

Classe du pont	Nombre de voies chargées				
	1	2	3	4	≥ 5
I	1	1	0.9	0.75	0.7
II	1	0.9	-	-	-
III	0.9	0.8	-	-	-

Tableau .1: Valeurs du coefficient a_1 .

a_2 : Coefficient de pondération donné par la relation suivante :

$$a_2 = \frac{L_0}{L_v} \tag{6}$$

Avec :

L_v : Largeur d’une voie.

L_0 : est donnée par :

$$L_0 = \begin{cases} 3.50 \text{ m pour ponts de classe I} \\ 3.0 \text{ m pour ponts de classe II} \\ 2.75 \text{ m pour ponts de classe III} \end{cases} \quad (7)$$

Application du système A :

- Longitudinalement : La charge A peut s'appliquer soit sur la longueur totale du pont soit sur quelques parties des travées pour avoir l'effet le plus défavorable.
- Transversalement : cette charge peut être appliquée sur une voie, deux voies ou sur toute la largeur de la chaussée pour rechercher l'effet le plus défavorable.

III.2.2. Système de surcharges B :

Le système de charge B est système de charges concentrées et comprend trois sous systèmes:

- ✓ Sous système B_c : se compose de 02 camions types de 30 tonnes(t) chacun et comporte 3 essieux.
- ✓ Sous système B_i : se compose d'un tandem de 32 tonnes(t).
- ✓ Sous système B_r : se compose d'une roue isolée de 10 tonnes (t).

a) Sous système B_c :

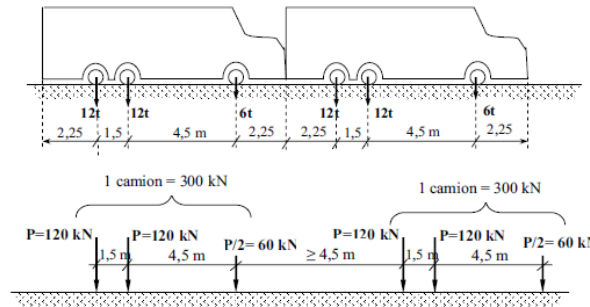
Une file de système B_c se compose de deux camions types de 30t chacun et comporte trois essieux (un essieu avant de 6t et 2 essieux arrières de 12t chacun) tous trois à roues simples munies de pneumatiques, les camions du système B_c symbolisent des véhicules de chantier, la longueur d'encombrement d'un camion est de 10.50 m, sa largeur est de 2.50 m (voir figure 2).

Règles pour l'application de B_c :

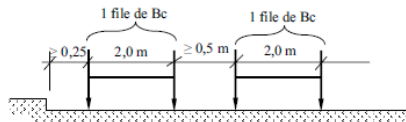
On les dispose sur la chaussée au plus autant de files ou convois de camions que la chaussée comporte de voies de circulation (selon le fascicule 61 titre II) et l'on place toujours ces files dans la situation la plus défavorable pour l'élément considéré ; tout en respectant le règlement suivant:

- **Pour le sens longitudinal** : le nombre de camions est limité à 2 par file, orientés dans le même sens. La distance des 2 camions d'une même file est déterminée pour produire l'effet le plus défavorable et peut être nulle (minimum 4,5m entre essieux des 2 camions). On peut considérer une partie d'un camion, l'autre partie étant sur la travée suivante ou sur le remblai d'accès, mais on ne peut couper un camion.
- **Pour le sens transversal** : le nombre de files de camions(N_f) ne doit pas dépasser le nombre de voies(N_v) (c.à.d. $N_f \leq N_v$), même si cela est géométriquement possible. On ne peut pas couper une file de camion. De plus, une distance minimale de 0,25 m (Figure 2) est exigée entre l'axe de la file de roues la plus excentrée et le bord de:
 - la largeur chargeable s'il s'agit du calcul des poutres principales.
 - la largeur roulable s'il s'agit du calcul des autres éléments du tablier (hourdis, entretoises).

➤ Longitudinalement : (masse relative à une file de camion et charge donnée par essieu)



➤ Transversement



➤ En plan

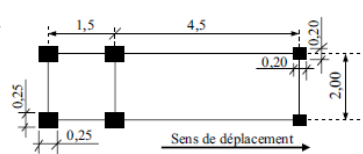


Figure.2 : Disposition du système B_c

En fonction de la classe du pont et du nombre de files considérées, la valeur des charges du système B_c prise en compte est multipliée par un coefficient de pondération b_c, donné dans le tableau suivant :

Classe du pont	Nombre de voies chargées				
	1	2	3	4	≥5
I	1.20	1.10	0.95	0.80	0.70
II	1.00	1.00	-	-	-
III	1.00	0.80	-	-	-

Tableau.3 : Valeurs du coefficient de pondération b_c.

b) Sous système B_t :

Un tandem type se compose de deux essieux qui pèsent chacun 16t distants de 1.35m munis de roues simples pneumatiques.les caractéristiques du system B_t sont représentées sur la figure 3 ci-dessous :

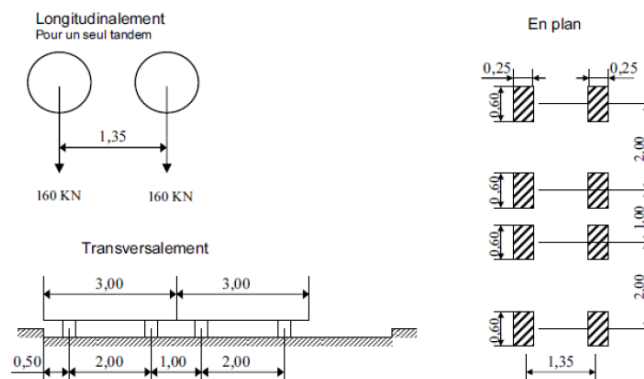


Figure.3: Disposition du sous système B_t

Le system B_t ne s'applique pas au pont de la 3^{ème} classe.

Pour les ponts de la 1^{ère} et de la 2^{ème} classe, il convient de respecter les règlements suivants :

- **Disposition dans le sens longitudinal** : un seul tandem est disposé par file
- **Disposition dans le sens transversal** : un seul tandem est supposé circuler sur les ponts à une voie. Alors que pour les ponts supportant deux voies ou plus, on ne peut placer que deux tandems au plus sur la chaussée, Ils peuvent être contigus ou séparer pour produire l'effet le plus défavorable. La charge du système B_t est multipliée par le coefficient b_t qui dépend de la classe du pont (Tableau. 3).

Classe du pont	I	II
b_t	1.0	0.9

Tableau.3 : Valeurs du coefficient de pondération b_t

c) Sous système B_r :

C'est une roue isolée qui pèse 10t disposée normalement à l'axe longitudinal de la chaussée, les caractéristiques de cette roue sont présentées dans la figure 4 ci-dessous :

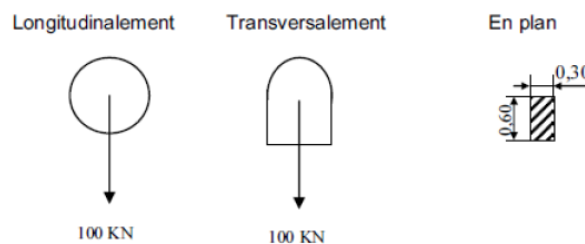


Figure.4 : Disposition du système B_r

Le rectangle de la roue peut être placé n'importe où sur la largeur roulable (L_r) de manière à produire l'effet le plus défavorable. Ce système est souvent utilisé dans l'étude des effets locaux du tablier tel que le poinçonnement de l'hourdis.

Remarques :

1. Les systèmes A et B sont distincts et indépendants l'un de l'autre et ne peuvent pas être appliqués simultanément (s'appliquent successivement).
2. Les 3 sous systèmes : B_c , B_t et B_r sont distincts et indépendants l'un de l'autre et ne peuvent pas être appliqués simultanément (s'appliquent successivement).

Résumé des règles d'application du système B :

Système	Max longitudinal par file	Transversal
B_c	2 camions	$N_f \leq N_v$
B_t	1 tandem	$N_f = N_v : N_f = 1$ $N_v \geq 2 : N_f = 2$
B_r	1 roue	1 roue

d) Coefficient de majoration dynamique :

Pour prendre en compte l'effet de mobilité des charges du système B dans le calcul, leurs valeurs statiques sont multipliées par un coefficient de majoration dynamique δ qui doit être supérieur à 1, ce coefficient applicable aux trois sous systèmes, il est déterminé par la formule suivante:

$$\delta = 1 + \frac{0.4}{1+0.2L} + \frac{0.6}{1+4\frac{G}{S}} \quad (8)$$

Avec :

G : est la charge permanente appliquée sur la longueur L.

S : est la surcharge maximale des essieux du système B ($b_c.B_c$ ou $b_t.B_t$ ou B_r) qu'il sera possible de placer sur la longueur L.

L : est une longueur du tablier en mètres. Nous avons 2 cas à considérer dans le calcul de L :

- **1^{er} cas** : S'il s'agit de calculer les poutres principales ou les fermes maîtresses, la longueur L est celle de la portée de la travée considérée, la charge permanente G est le poids total de cette travée, donc :

$$L = L_c \quad (9)$$

- **2^{ème} cas** : Soit, s'il s'agit de calculer le tablier d'un pont à poutres ou fermes latérales, et que la couverture de ce tablier est une dalle en B.A, la longueur L est calculée et donnée par l'équation 10, la charge permanente G est le poids total de les éléments du tablier sur la longueur L (l'hourdis, les longerons, les entretoises, la chape d'étanchéité, le revêtement, les trottoirs, les gardes corps et les autres équipements) sans prendre en compte le poids des poutres ou fermes latérales :

$$L = \text{Min}[L_c, \text{Max}(L_r, L_{\text{rive}})] \quad (10)$$

Avec :

L_c : La portée de la poutre considérée.

L_r : La largeur roulable du pont.

L_{rive} : L'entraxe des poutres de rive droite et gauche s'il s'agit de poutres multiples.

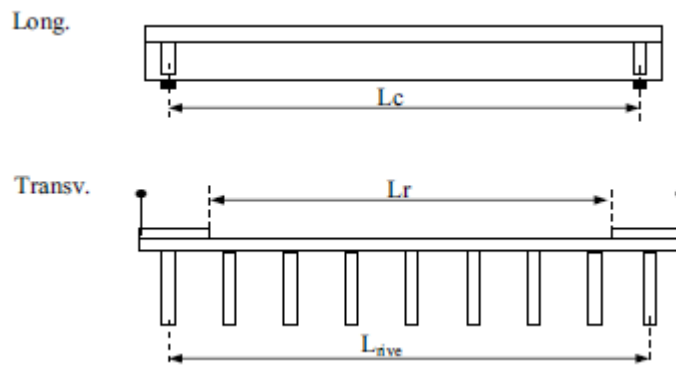


Figure.5: Calcul de la longueur L.

III.2.3. Système de surcharges militaires :

Pour les ponts qui se situent sur les routes empruntées par les véhicules militaires, ils doivent être calculés d'une manière à supporter les véhicules militaires susceptibles dans certains cas d'être plus défavorable que les charges A et B, les charges militaires comprennent deux convois militaires de classe M_{80} et M_{120} , chaque classe se compose de deux systèmes M_c et M_e dont il y a d'examiner indépendamment les effets pour chaque élément de pont :

- Le système M_c : se compose de véhicule type chenilles.
- Le système M_e : se compose de véhicule type essieux

1. Système M_c :

a) Sous système M_{c80} :

Il comporte deux chenilles d'un poids total de 72 t, la longueur d'une chenille est de 4,90m et d'une largeur de 0,85m. Les caractéristiques de ce sous système sont représentées par la figure 6 ci-dessous.

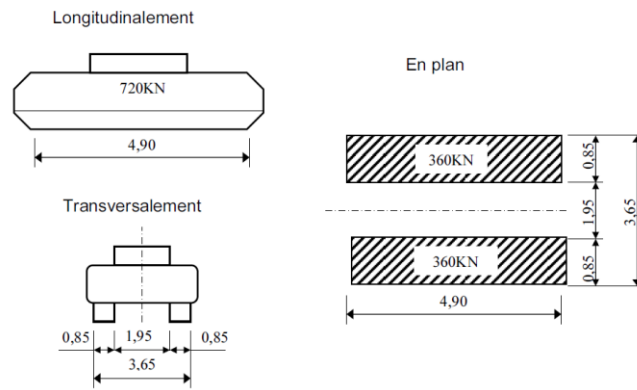


Figure.6 : Les caractéristiques du Véhicule M_{c80}

b) Sous système M_{c120} :

Il comporte deux chenilles d'un poids total de 110 t, la longueur d'une chenille est de 6,10m et d'une largeur de 1,00m. Les caractéristiques de ce sous système sont représentées par la figure 7 ci-dessous. Le rectangle d'impacts de chacune d'elle est supposé uniformément chargé.

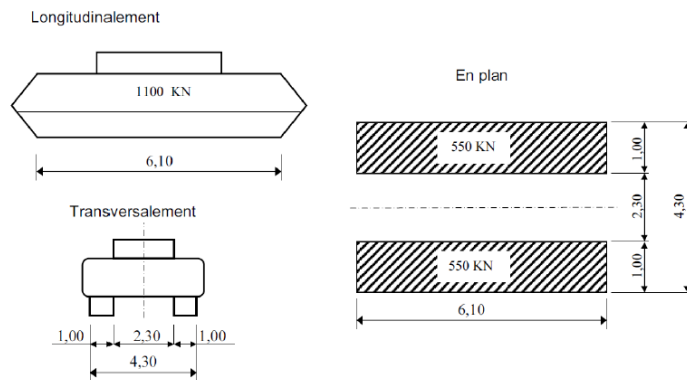


Figure.7 : Les caractéristiques du Véhicule M_{c120}

2. Le système M_e :

a) Sous système M_{e80} :

Il est constitué deux essieux d'un poids total de 44 t, la longueur d'un essieu est de 3,50m et d'une largeur de 0,12m. Ce sous système est représenté par la figure 8 ci-dessous.

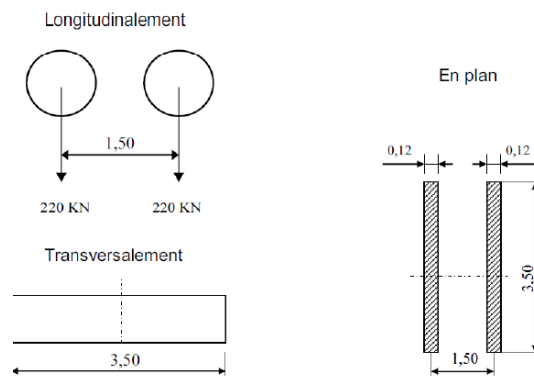


Figure.8 : Les caractéristiques du Véhicule M_{e80}

b) Sous système M_{e120} :

C'est un système formé deux essieux d'un poids total de 66 t, la longueur d'un essieu est de 4,00m et d'une largeur de 0,15m. La figure 9 ci-dessous est représentée ce système.

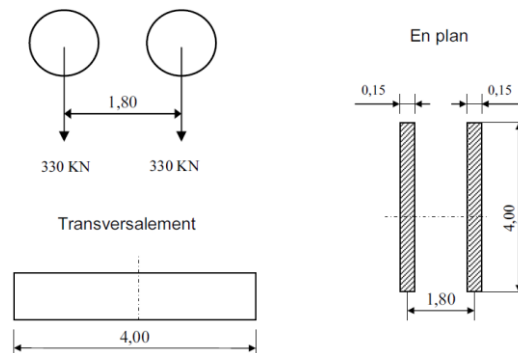


Figure.9 : Représentation du Véhicule M_{e120}

3. Disposition des surcharges militaires :

- **Dans le sens longitudinal** : le nombre de convois disposés parallèlement à l'axe du pont n'est pas limité, la distance entre axe des impacts sur la chaussée de deux véhicules successifs doit être au moins égale à 35.40 m pour le M_{c80} et de 36.60 m pour le M_{c120} .
- **Dans le sens transversal** : un seul convoi circule sur L_c quelque soit le nombre de voies disponibles

N.B. : Le coefficient de majoration dynamique(δ) doit être appliqué aux surcharges militaires.

III.2.4. Système de convois Exceptionnels :

La plupart des ponts modernes sont soumis à la circulation de convois lourds exceptionnels de l'un des types D et E comportant chacun deux remorques d'où ils doivent être calculés pour supporter ces convois. Ce type de charges est indiqué par le CCTP du projet de pont à réaliser.

1. Convoi exceptionnel type D240 :

Le convoi D240 comporte une remorque de trois(03) éléments dont chacun est composé de quatre lignes à deux essieux d'un poids total de 240 t, ce poids est supposée réparti au niveau de la chaussée sur un rectangle uniformément chargé de 3,20 m de large et 18,60 m de long (figure 10).

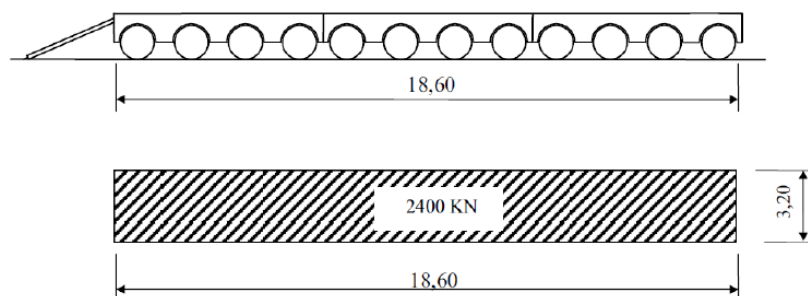


Figure.10 : Convoi exceptionnel type D240

2. Convoi exceptionnel type E360 :

Le convoi E360 comporte une remorque de trois(03) éléments dont chacun est composé de quatre lignes à trois essieux d'un poids total de 360 t, ce poids est supposée réparti au niveau de la chaussée sur un rectangle uniformément chargé de 5,10 m de large et 18,60 m de long (figure 11).

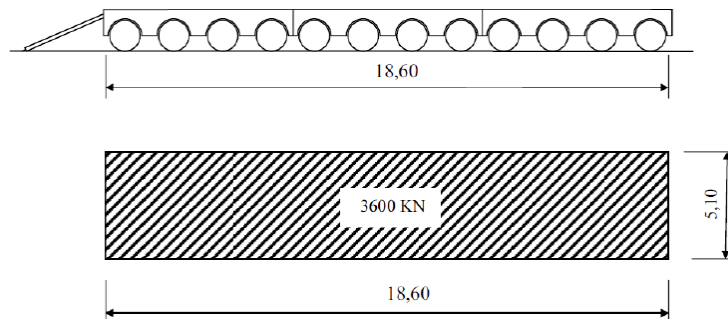


Figure.11 : Convoi exceptionnel type E360

3. Règles d'application des surcharges exceptionnelles :

- Chacun des convois type D et E est supposé circuler seul quelle que soit la largeur et la longueur du pont.
- Les surcharges des convois exceptionnels ne sont pas frappées par le coefficient de majoration dynamique(δ). Elles sont supposées ne développer aucune réaction de freinage, ni de force centrifuge
- Les surcharges des convois exceptionnels sont indépendantes et non simultanées à d'autres surcharges de chaussée.

III.2.5. La force de freinage (F_r) :

Les surcharges de chaussée des systèmes A et B_c sont susceptibles de développer des réactions de freinage, efforts qui s'exercent à la surface de la chaussée dans un sens ou l'autre, ces forces sont supposées centrées sur l'axe longitudinal du tablier :

1. Effets de freinage correspond au système A :

Il est donné par la relation :

$$F_r (A) = \frac{A.S}{20+0.0035S} \quad (11)$$

Avec :

A : surcharge

S : Surface du tablier en m² chargée qui donne l'effet le plus défavorable sous la surcharge A.

2. Effets de freinage correspond au système B_c :

Selon le fascicule 61 titre 2 concernant le système de B_c, l'effort de freinage est limité au poids d'un seul véhicule :

$$F_r(B_c) = b_c \times 30t \quad (12)$$

N.B : Les efforts de freinage ne sont pas concernés par la majoration dynamique.

III.3. Surcharges de trottoir :

Le règlement prévoit deux systèmes de Surcharges de trottoir (ou sur les pistes cyclables si elles existent):

- Surcharges locales : destinées à la justification des éléments de couverture du tablier (hourdis, entretoises).
- Surcharges générales : pour le calcul des poutres principales.

Ces surcharges appliquées sur les trottoirs ne sont pas pondérées par le coefficient de majoration dynamique(δ).

III.3.1. Charges locales:

Elles sont utilisées dans le calcul des éléments du tablier se trouvant sous le trottoir tels que la dalle, les entretoises et les longerons. La charge locale se compose de 2 sous systèmes :

1. Charge uniforme (S_t): $S_t = 4.50 \text{ kN/m}^2$ (13)

Les effets de S_t peuvent être cumulés avec ceux des systèmes : A, B et surcharges Militaires.

2. Roue isolée (P_{tr}) :

Dans les trottoirs franchissables qui ne sont pas protégés de la chaussée par glissière de sureté, on peut utiliser comme charge de trottoir une roue isolée de poids égal à 6 tonnes et dont la surface d'impact est de : 0.25m x 0.25 m.

Cette charge est placée pour produire l'effet le plus défavorable. Ses effets peuvent éventuellement se cumuler avec les charges de B et de M_c .

III.3.2. Charges générales:

Pour le calcul des éléments porteurs du tablier (les poutres ou fermes maîtresses), on applique sur le trottoir ou la piste cyclable, une charge uniforme S_t à disposer sur les trottoirs bordant une chaussée et qui est donnée par :

$$S_t = 1.50 \text{ kN/ m}^2 \quad (14)$$

Ce système répond aux règles d'application suivantes:

- **Dans le sens longitudinal** : on dispose cette charge pour qu'elle produise l'effet le plus défavorable (soit de la même façon que la charge A_L des tabliers de ponts routiers).
- **Dans le sens transversal** : toute la largeur du trottoir est chargée, mais on peut considérer, soit qu'un seul trottoir est chargé, soit que les deux le sont, de manière à obtenir l'effet le plus défavorable (suivant le signe de l'effet).

Cette charge est cumulable avec la charge routière à caractère normal et particulier, c.à.d. qu'on peut l'ajouter à la charge A_L , à la charge B_c ou à la charge M_c si elle peut donner un effet plus défavorable.

III.4. Charges sur le garde corps :

La charge horizontale sur le garde corps due à la main courante, sa valeur q par mètre linéaire est donnée par la relation :

$$q = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.5(1 + b) \\ 2.50 \end{array} \right\} \text{ en kN/ml} \quad (15)$$

Où b est la largeur du trottoir en mètres.

Lorsqu'il s'agit d'un garde-corps de service, la poussée q est supposée égale à :

$$q = 1 \text{ kN/ml} \quad (16)$$

La charge verticale p sur le garde corps due à la main courante est donnée par mètre linéaire :

$$p = 1 \text{ kN/ml} \quad (17)$$

Les effets des charges q et p ne sont cumulés pas avec les surcharges du trottoir.

IV. SURCHARGES DES PONTS RAILS :

L'union internationale des chemins de fer (U.I.C) a développé un schéma de charge appelé U.I.C71 qui a été défini de telle sorte que les sollicitations calculées qui en résultent pour les tabliers à une seule travée, couvrent celles calculées pour les convois –types de référence composés des matériels existants les plus agressifs et circulant chacun à leur vitesse maximale autorisée, ce schéma est donné aussi par l'EUROCODE 1.

V. COMBINAISONS D' ACTIONS :

Les combinaisons d'actions à considérer pour le calcul des ponts aux états limites sont :

- Etats-limites ultime (E L U) :

$$(1.35G_{\max} \text{ ou } G_{\min}) + 1.6 (Q_r + Q_{tr})$$

$$(1.35G_{\max} \text{ ou } G_{\min}) + 1.35 (Q_{rp} + Q_{tr})$$

- Etats-limites de service (E L S) :

$$(G_{\max} \text{ ou } G_{\min}) + 1.2 (Q_r + Q_{tr})$$

$$(G_{\max} \text{ ou } G_{\min}) + Q_{rp} + 1.2 (Q_{tr})$$

Avec :

G_{\max} : ensemble des actions permanentes défavorables ;

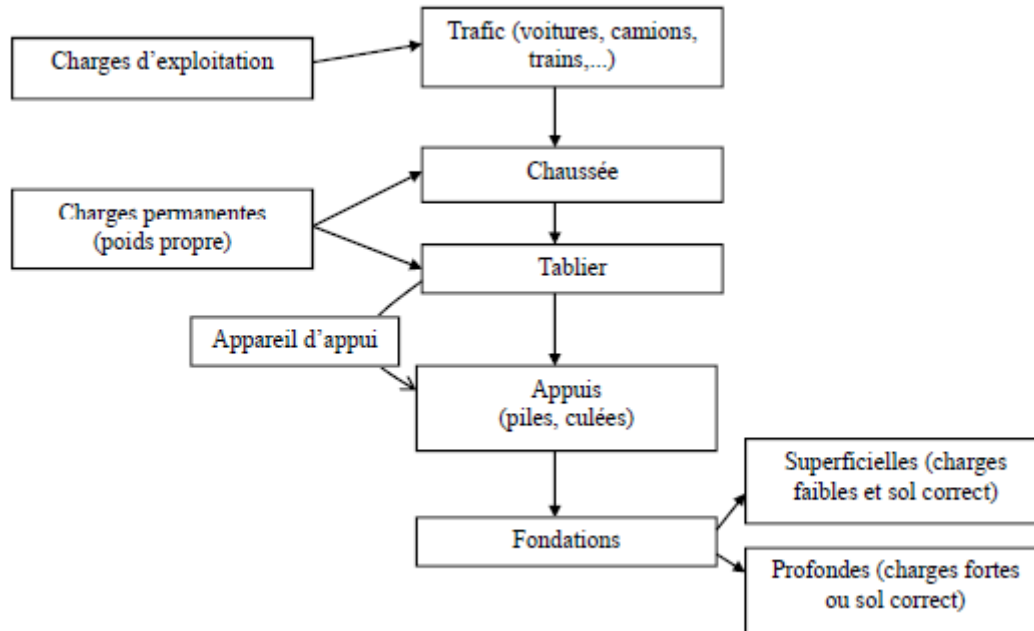
G_{\min} : ensemble des actions permanentes favorables ;

Q_r : surcharges de chaussée sans caractère particulier (Systèmes : A, B) ;

Q_{rp} : surcharges de chaussée à caractère particulier (Systèmes militaires et exceptionnels) ;

Q_{tr} : surcharges de trottoirs.

VI. TRANSMISSION DES EFFORTS VERTICAUX :



CONCLUSION :

➤ Les différents types de ponts possèdent tous un tablier qui permettent aux personnes de traverser. Plusieurs classifications possibles des ponts, en fonction :

- des matériaux constitutifs (acier, béton armé ou précontraint) ;
- de la fonctionnalité de l'ouvrage et de sa destination ;
- de la nature des réactions exercées aux appuis ;
- du mode de fonctionnement longitudinal de la structure ;
- du schéma statique transversal ;
- de son mode de construction.

➤ Les types de surcharges routières appliquées en Algérie sont celles du DTR-RCPR 2008 (fascicule 61 titre II) :

- Les charges routières normales avec deux systèmes différents: Système **A** et système **B**;
- Les charges routières à caractère particulier du type **militaire** et du type **exceptionnel**;
- Les charges sur les trottoirs et sur les pistes cyclables du **type local** et du **type général** ;

Les systèmes A, B, militaires et exceptionnels sont distincts et indépendants, leurs effets ne peuvent être appliqués simultanément. Le système A ne donne pas un effet défavorable pour le calcul des hourdis et par conséquent ne sera utilisé que pour le calcul des sollicitations dans les autres éléments tels que celui des poutres principales. Le système B est en général utilisé pour tous les éléments d'un pont. Alors que les charges routières à caractère particulier ne sont à prendre en compte que pour les itinéraires classés à cet effet.