I.1 Historique :

La construction des ponts a été toujours liée aux matériaux disponibles à chaque époque, ainsi qu'à l'évolution des moyens de construction.est Le bois matériau le plus utilisé et jusqu'au XVIIe siècle.

En Amérique du Nord Le bois a été utilisé jusqu'au XIXème siècle pour la construction des grand viaducs ferroviaires la large sa simple manipulation cependant ce matériau a les inconvénients qui limitent, par fois son utilisation, tel que la sensibilité ou feu et intempéries

Plus ses caractéristiques mécaniques par conséquent un notre matériau était nécessaire Pour couvriez les inconvénients du bois La pierre furent utilisé par excellence pour la construction des ouvrages des grandes envergures et ce jusqu'a la fin de XIXème siècle. [1]

La pierre a de sont coté les avantages qui limitent eux même utilisation de ce matériau dans toutes les types d'ouvrage un des grands inconvénients de la pierre est sa fable résistance en traction par conséquence elle utilisées toutes le temps pour construire des ouvrages structure travaillons en compression seulement comme les en toutes en arcs ceci a comme conséquence la limitation de la portée entre les piles dons le cas d'un pont on viaduc

L'acier, avec de très bonnes caractéristiques mécaniques et qui fut mis au point vers 1867, va permettre d'accroître les performances des ponts et amener des structures beaucoup plus légères.

Au milieu du XIXème siècle que la formulation du béton est mise au point (mélange de granulats, de sable, de ciment et d'eau dans des proportions précises) [2]. Par la suite feint intro dent le béton armé (association d'armatures en acier au béton), puis le béton précontraint. Par conséquence d'antre types de pont voient le jour

I.2 Introduction:

Le Génie civil représente l'ensemble des techniques concernant les constructions civiles. Le domaine d'application du génie civil est très vaste ; il englobe les travaux publics, le Bâtiment, les constructions industrielles, les infrastructures de transport, les constructions hydrauliques et les infrastructures urbaines. Dans cette dernière partie du génie civil on trouve les ouvrages d'art

Les ponts sont indispensable, pour franchir de nouvelles routes en et reliant des les rives de montages ou en Joubert des routes existantes

I.2.1 Définition des ponts:

Le Pont est une structure permettant de franchir un obstacle (cours d'eau Route, voie ferrée). En général, les ponts font partie des route, mais ils peuvent également supporter des canaux ou conduites d'eau, Un viaduc est un ouvrage routier ou ferroviaire de grande longueur, constitué de travées et permettant le franchissement à grande hauteur d'une brèche

I.3 Différents Types de ponts:

Il existe différents types de ponts qui peuvent être choisis selon le type de l'ouvrage.

Les conditions imposées et les contraintes existantes. Pour cela, il est important de connaître l'ensemble des connaîtrais cette ensemble de contraintes et des conditions pour pouvoir envisager les meilleures solutions et choisir la structure qui répond le mieux a la situation. Cette opération fait appel à l'expérience et les connaissances de l'ingénieur.

I.2.1 Pont suspendue:

Les câbles de suspension des ponts suspendus exercent sur les massifs d'ancrage des tractions tendant à rapprocher ces appuis extrêmes. En général, ils sont à trois travées, l'appui des câbles sur les pylônes intermédiaires se traduit par une action verticale que le pylône est chargé de reporter en compression jusqu'au massif de fondation. L'acier est le matériau presque exclusivement utilisé : acier à très haute résistance pour les câbles de suspensions, acier également pour le tablier, quant aux pylônes ils peuvent être construits en acier ou en béton arm. [3]

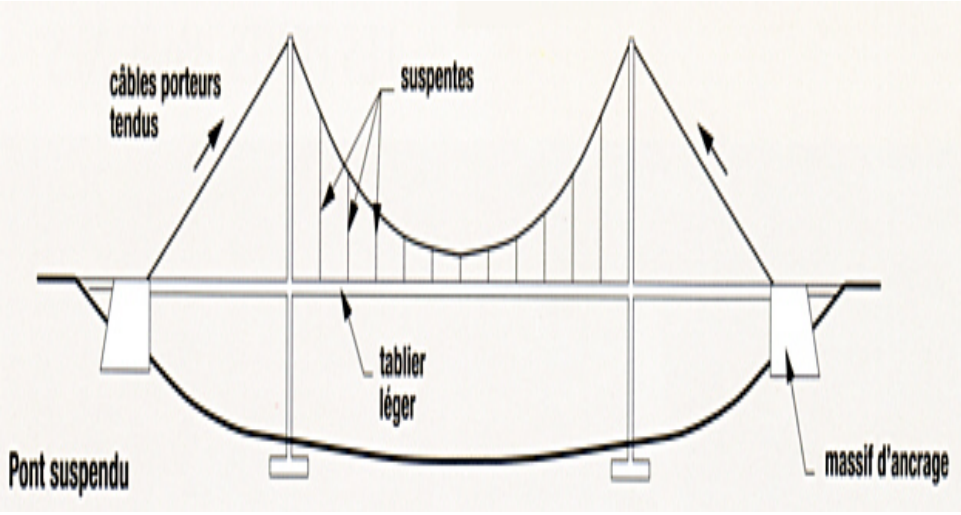


Fig. I.1:Pont suspendue

I.2.1.1 Avantages et Inconvénients:

- Tableau I.1 : les Avantages et Inconvénients d'un pont suspendu

Avantages	Inconvénients
• Le principal avantage de ce genre de pont est sa portée. En effet, grâce aux câbles porteurs permettant l'absence de pylône au milieu de la travée centrale, la navigation fluviale sous le pont est possible. • La structure d'un pont suspendu lui permet d'avoir des portées importantes • L'avantage premier des ponts suspendus est que ça structure permet de franchirez des plus grandes distances. • Le tablier étant plus flexible que le tablier des autres ponts, il est plus simple de donner à la structure une trajectoire courbée. • L'absence de nombreux piliers facilite la circulation maritime et terrestre sous le pont.	• remplacement des câbles est un travail très dur et fastidieux avec fermeture du pont. • Il nécessite la présence de massifs d'ancrage imposants et lourds, indispensables pour retenir les forces considérables qui s'exercent, ce qui le lie fonctionnellement à la géologie du sol qui va le supporter. • Le remplacement des câbles devient un travail très dur et fastidieux demandant plusieurs mois ainsi que la fermeture du pont durant ce délai.

I.2.2 Pont à haubans:

Les ponts à haubans ne tiennent pas comme les ponts suspendus, grâce à deux câbles principaux ancrés sur les rives, mais plutôt grâce à de nombreux câbles obliques partant d'un pilier supportant le tablier qui supportera en fin de compte tout le poids du fablier.

Les ponts à haubans ont des portées moins impénitents que les ponts suspendus car les piliers où sont rattachés les haubans doivent être élevés, et par conséquent, plus fragiles et plus vulnérables au vent et aux vibrations engendrées par la circulation, ce qui limite à 1500m [3]

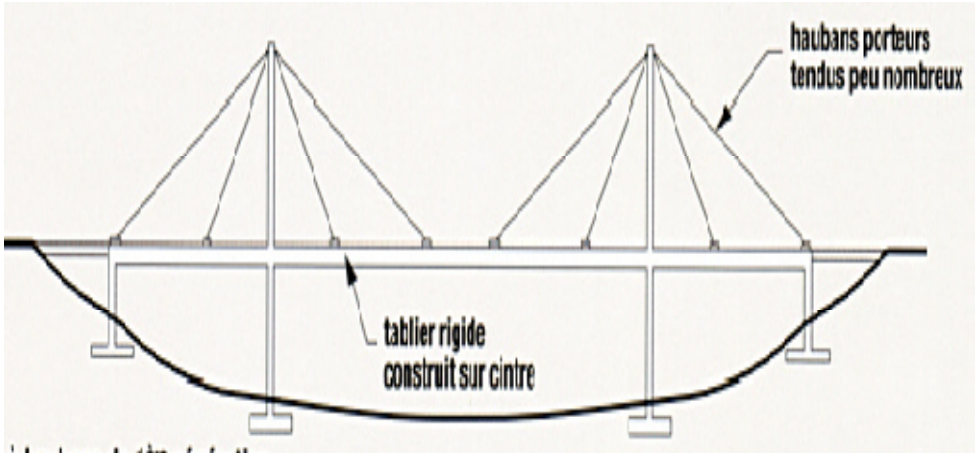


Fig. I.2:Pont à haubans

I.2.2.1 Avantages et Inconvénients:

- Tableau I.2 : les Avantages et Inconvénients d'un pont à haubans

Avantages	Inconvénients
• le franchissement de très grandes portées par la multiplicité des appuis. • La libération totale de l'espace intérieure. • L'élancement exceptionnel des tabliers.	• Le montage est la première difficulté a résoudras. • Les grandes déformations induisent un comportement non linéaire de la structure. • L'état des forces extérieures est complexe : aux surcharges d'exploitation s'ajoutent les effets du vent sur la structure qui augmentent avec la portée. Les forces dynamiques prennent le dessus sur les charges statique.

I.2.3 Pont en arc:

Ce sont des ponts qui exercent sur ses appuis des forces qui ont tendance à les écarter. Ils ajoutent ainsi une composante horizontale à la réaction verticale d'appui. Ils sont essentiellement construits avec des matériaux résistant à la traction. Il existe des arcs encastré et des arcs articulés. Les ponts-voûtes en maçonnerie sont classés parmi les ponts en arc [3]

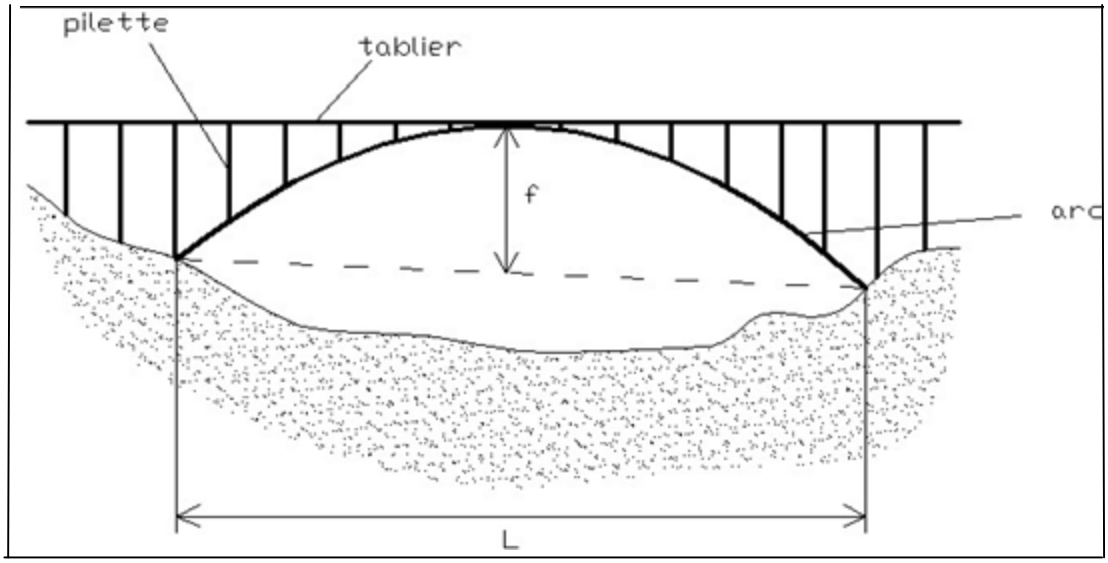


Fig. I.3:Pont en arc

I.2.3.1 Avantages et Inconvénients :

- Tableau I.3 : les Avantages et Inconvénients d'un pont en arc

Avantages	Inconvénients
• La libération totale de l'espace inférieur. • Les franchissements des très grandes portées. • Les tabliers élancés. • Sa structure de pont donne une belle forme esthétique.	• Leur entretien est onéreux contre la corrosion et le phénomène de la fatigue dans les assemblages. • Coût important.

I.2.4 Pont en maçonnerie :

Le pont en maçonnerie est fait en pierre et en ciment.

La maçonnerie étant une matière qui ne travaille pratiquement pas à la traction, les ponts en maçonnerie présentent toujours la forme d'une voûte, seule forme qui permette de satisfaire à cette condition. Un pont est composé d'une ou de plusieurs voûtes qui s'appuient sur des piles ou des culées. [3]



Fig. I.4:Pont en maçonnerie (romains)

I-2-4-1 Avantages et Inconvénients:

- Tableau I.4 : les Avantages et Inconvénients d'un pont maçonnerie

Avantages	Inconvénients
• La libération totale de l'espace inférieur. • Les franchissements des très grandes portées. • Les tabliers élancés. • Sa structure de pont donne une belle forme esthétique.	• Leur entretien est onéreux contre la corrosion et le phénomène de la fatigue dans les assemblages. • Coût important. • Longue durées d'exécutai

I-2-5-Pons en encorbellement:

L'emploi très fréquent de la méthode de construction en encorbellement témoigne des nombreux avantages de ce mode d'exécutions.

Les ponts ont été construits par la méthode des encorbellements successifs ; elle reste toujours très compétitive dans une gamme de portées très étendues, dans la mesure ou elle permet de s'affranchir de tout cintre ou échafaudage ; elle est particulièrement intéressante pour franchir des rivières larges et profondes ; des rivières à fortes crues ou pour construire des ouvrages possédant des piles de grande hauteur.

Ces ponts sont en général, construits à partir des piles en assemblât des voussoirs, on réalisées sur place préfabriqués. [3]

I.5. Avantages et Inconvénients:

- Tableau I.5 : les Avantages et Inconvénients d'un pont encorbellement

Avantages	Inconvénients
• L'effort de précontrainte agissant en sens inverse des charges extérieures limite les déformations. • économise considérablement en coffrage et elle permet le réemploi des coffrages • L'exécution de coffrage est aisée et la simplicité de ses formes • Minceur et légèreté relatives : La silhouette de l'ouvrage est élancée, elle ménage de larges ouvertures et assure une excellente visibilité. • S'adapte mieux pour les ponts biais.	• Consomme plus de béton et d'acier par rapport à un pont à poutre en béton armé • Echafaudage important. • La nécessité de fabriquer du béton plus résistant principalement avant 28 jours. • La nécessité de disposer d'un personnel qualifié pour la vérification de la pose des gaines et câbles et pour la mise en tension des câbles.

I.2.6 Domaine d'utilisation des ponts :

- Le tableau suivant résume l'utilisation des différents types des ponts cités précédemment

type du pont	La portée
Pont suspendu	les ponts suspendus (portée jusqu'à 2000 m)
Pont à haubans	les ponts à haubans (portée jusqu'à 900 m)
Pont en arc	Les ponts en arc (portées jusqu'à 500 m.)
Pont en maçonnerie	Les ponts en maçonnerie (de faible portée jusqu'à 5 ⟶ 15 m)
Pons en encorbellement	Les Pons en construction encorbellement (portées jusqu'à140 m. ⟶200 m.)

I-4-Composants d'un pont :

I.4.1 Tablier:

C'est la partie de l'ouvrage supportant la chaussée ou la voie ferrée. Divers tabliers peuvent être conçus :

- Tablier en dalle, poutres en béton ou poutre caisson (en béton ou en acier)
- Les tabliers mixtes acier-béton

I.4.1.1 Les tabliers métallique (acier) :

Le tablier métallique (acier) est un panneau structural qui agit comme la surface d'appui d'un plancher ou d'un toit. Le tablier est un profilé laminé fabriqué à partir de tôle d'acier de construction, conçu pour reposer sur les solives ou les pannes. Les variétés d'épaisseurs, de formes et de profondeurs peuvent répondre à diverses portées et conditions de charges. Le tablier est fixé aux éléments d'appui et peut également être fixé à la charpente à l'aide d'attaches supplémentaires, de sorte à agir comme diaphragme et fournir un contreventement latéral à l'ossature. [5]

I.4.1.2 Les tabliers mixtes acier-béton:

Les tabliers mixtes acier-béton sont constitués de poutres métalliques solidarisées à une dalle supérieure en béton, par des connecteurs. Les poutres sont en général de hauteur constante (ou de hauteur variable pour les grandes portées), elles sont entretoisées dans le sens transversal au niveau des appuis par des entretoises métalliques ou en béton armé en plus Intermédiaire [5]

I.4.2 Les appuis: Lés appuis des ouvrage est une option fondamentale du projet. Le choix résulte d'une vaste synthèse englobant :

- ✓ la nature et le mode de construction du tablier ;
- ✓ les contraintes naturelles du site ;
- ✓ les contraintes fonctionnelles du projet.
- ✓ En considérant l'ouvrage dans son ensemble, ces nombreux facteurs conditionnent l'implantation des appuis, ce qui se répercute le plus souvent sur le tablier lui-même. Seule une étude économique du coût global permet d'optimiser la solution

I.4.2.1 Conception des culées :

Les culées assurent la liaison entre le pont et les remblais (ou le terrain naturel), les culées sont particulièrement sensibles à une mauvaise conception, en cas de comportement défectueux, les remèdes sont rares et coûteux. C'est pourquoi, on s'oriente toujours vers un dimensionnement raisonnablement surabondant.

On distingue trois (03) types des culées sont :

- **Les culées enterrées :**

Ce sont des culées dont leur structure porteuse est noyée dans le remblai d'accès à L'ouvrage, elles assurent essentiellement une fonction porteuse puisqu'elles sont relativement peu sollicitées par des efforts horizontaux de poussée des terres. [5]

- **Les culées remblayées :**

Une culée remblayée est constituée par un ensemble de murs ou voiles en béton armé. Sur L'un d'entre eux, appelé mur de front; les autres sont les murs latéraux appelés mur en aile ou en retour selon qu'ils ne sont pas ou qu'ils sont parallèles à l'axe longitudinal de l'ouvrage projeté. Elles jouent le double rôle de soutènement et de structure porteuse. Le tablier s'appuie sur un sommier solidaire de mur de front massif qui soutient les terres du remblai .Compte tenu des efforts horizontaux importants, on pourra l'envisager que si la hauteur du soutènement reste inférieure à une dizaine de mètres. [5]

I.4.2.2 Les éléments d'une culée :

- **Un mur de front** : sur lequel s'appuie le tablier et qui soutient les terres. La partie supérieure présente vers l'avant un redan horizontal ou sommier sur lequel repose le tablier par l'intermédiaire d'appareils d'appui et à l'arrière un mur garde grève.
- **Les murs en retour** : ce sont des voiles d'épaisseur généralement constante, ils sont encastrés sur le mur de front et le mur garde grève. Ces murs sont parallèles à l'axe longitudinal de l'ouvrage.
- **Un mur garde grève** : il est destiné à isoler le tablier du remblai. Il s'agit d'un voile en béton armé construit après achèvement du tablier par reprise de bétonnage sur le sommier. Il doit résister aux efforts de poussée des terres, aux efforts de freinage dus à la charge d'exploitation et enfin aux efforts transmis par la dalle de transition. Le meilleur mur garde grève est doté d'un corbeau avant permettant d'atténuer le choc du tablier sur le mur garde grève et d'un corbeau arrière sur lequel prend appui la dalle de transition.

- **La dalle de transition** : qui a pour rôle d'atténuer les effets de dénivellement se produisant entre la chaussée courante et le pont, résultant d'un compactage nécessairement imparfait du remblai des maçonneries ou des légers tassements de celui-ci. La dalle de transition est réalisée en béton armé et s'appuie d'un coté sur la culée et de l'autre sur la terre naturelle. L'épaisseur que l'on donne habituellement aux dalles de transition est de l'ordre de 30cm et se calcule comme une travée indépendante.

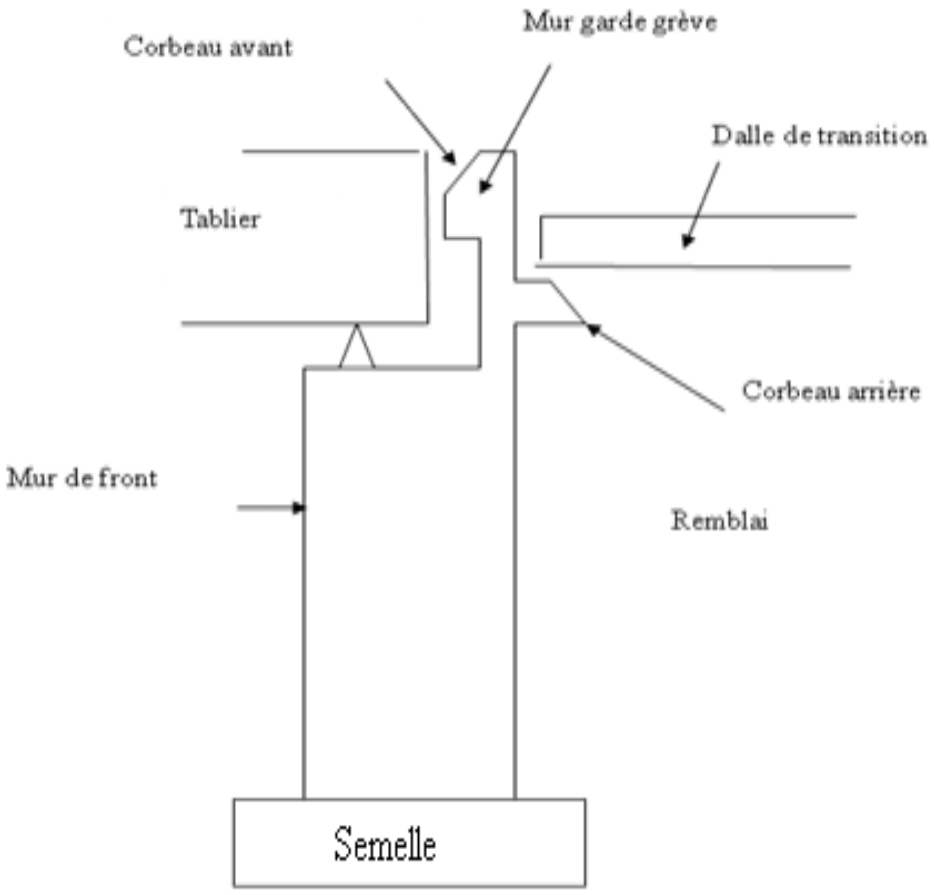


Fig. I.5:Les éléments des cules

I.4.2.3 Conception des piles :

La définition des appuis d'un ouvrage est une des options fondamentales du projet. Cette définition est indissociable de celle de l'ouvrage dans son ensemble. Le choix ne peut se faire que progressivement, ou itérativement; il résulte d'une vaste synthèse englobant :

- La nature et le mode de construction du tablier.
- Les contraintes naturelles du site.
- Les contraintes fonctionnelles du projet.

Les piles sont des appuis intermédiaires qui transmettent les efforts dus au tablier jusqu'au sol de fondation. Les piles peuvent jouer un rôle plus au moins important dans le fonctionnement mécanique du tablier à savoir si ce dernier est simplement appuyé, ou partiellement ou totalement encastré. Elles sont caractérisées par le fait qu'elles soient à l'air libre sur la grande Partie de leur hauteur.

On peut classer à deux familles:

- Les piles constituées des éléments larges (voiles).
- Les piles constituées des éléments minces (poteaux ou colonne). [5]

I.4.2.3.1 Les pile:

Elles sont généralement préférables pour les ouvrages courants aux appuis à base de colonnes ou de poteaux et elles sont plus favorables mécaniquement. Piles poteaux ou colonnes: Elles peuvent être libre en tête si elles sont placées au droit des descentes de charges par l'intermédiaire des appareils d'appuis, ou liées par un chevêtre dans le cas contraire.

On distingue plusieurs types de piles en fonction du site, de l'ouvrage, de l'esthétique. Les piles courantes sont :

a)-Les piles pleines ou piles voiles :

Elles s'adaptent facilement aux diverses dispositions des appuis. Elles présentent une excellente résistance aux chocs (des corps flottants en milieu aquatique et des véhicules en milieu terrestre [5]

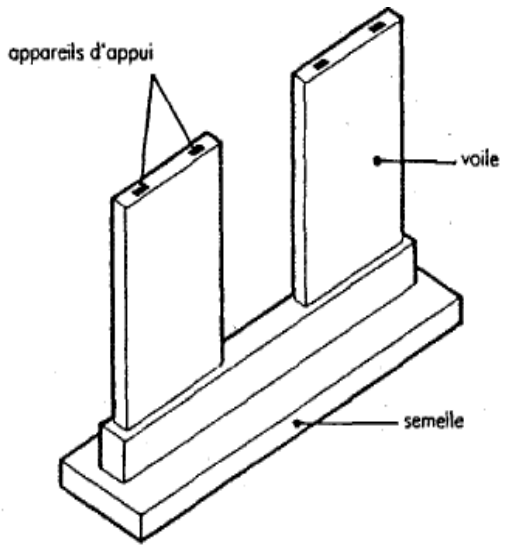


Fig. I.6:appui composé de voiles

b)-Les piles à colonnes et chevêtre :

Ce type de piles est surtout utilisé lorsqu'on est en présence de pont à poutres sous chaussées très larges. On allège le fût de la pile pour en constituer des colonnes réunies en tête par un chevêtre ou poutre chevêtre en béton armé ou en métal sur lequel s'appuient les poutres. Souvent, à la base des colonnes on prévoit une nervure qui permet un bon encastrement de chaque colonne dans la semelle de fondation. [5]

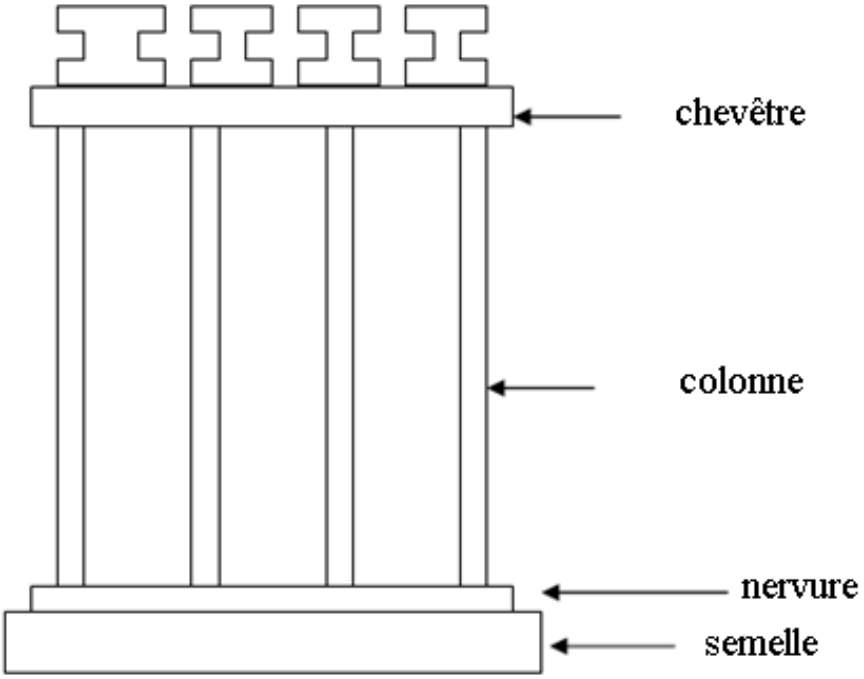


Fig. I.7 : Pile de colonne

I.4.2.4 Les appareils d'appui :

Les appareils d'appui assurent la liaison mécanique entre les éléments porteurs principaux (poutres principales, arcs...) et les appuis (piles, culées, massifs, etc.). Ils contribuent au fonctionnement d'ensemble de l'ouvrage et transmettent aux appuis les actions provenant des charges permanentes, surcharges d'exploitation, effets thermiques, actions sismiques, vent et tassements d'appui**:**

- les forces verticales et horizontales**.**
- les déplacements de translation et de rotation**.**

Dans son plan horizontal, et sous les actions horizontales, l'équilibre du tablier doit être satisfait tout en garantissant une libre dilatation tant longitudinalement que transversalement

pour les ouvrages de grande largeur. De sorte que le schéma d'appui idéal bâti sur ce principe doit comprendre

- un appareil d'appui fixe bloquant les efforts horizontaux
- des appareils d'appui mobiles unidirectionnels en x ou y
- des appareils d'appui mobiles multidirectionnels en x et y

Il existe déférents types de d'appareils d'appui**:**

On distingue quatre grandes familles d'appareils d'appui se différenciant par leur mode de fonctionnement et les matériaux employés.

- Appareils d'appui en acier
- Appareils d'appui en élastomère fretté
- Appareils d'appui à pots d'élastomères

I.4.3 Les fondations :

Lorsque la capacité du sol de surface est trop faible, les tassements prévus sont préjudiciables à la construction, on fait appel à des fondations profondes. Les fondations, sont celles qui permettent de reporter les charges dues à la construction qu'elles supportent sur des couches situées depuis la surface jusqu'à une profondeur variant de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres.[6]

Il existe déférents types de fondation :

I.4.3.1 Fondation superficielle :

Elles sont mise en œuvre lorsque il existe dans le sol à faible profondeur une couche suffisamment résistante pour supporter l'ouvrage. Actuellement, on appel fondation superficielle toute fondation dont l'encastrement dans le sol ne dépasse pas 4 ou 5 fois la largeur B de la semelle.

On distingue Les trois types de fondations superficielles

- **les semelles isolées** sous poteaux sont telles que **L < 5B.**

- **les radiers** sous l'ensemble ou une partie d'un ouvrage.

- **les semelles filantes** sous murs ou sous plusieurs poteaux rapprochés, sont telles que **L > 5 B**.

I.4.3.2 Fondation profonde :

Lorsque il n'existe pas une profondeur acceptable un terrain de résistance suffisante pour supporter la structure, il faudra ancrer plus profond, dans la fondation profonde, on à deux types :

- Fondation par puits (semi profonde)
- Fondation par pieux (profonde) il y a : Les pieux qui travail par frottement et des pieux résiste par pointe. Les pieux forés et les pieux battus. [6]

Objectif de Notre travail :

Notre modeste travail à pour un objectif de l'optimisation de la conception d'un tablier en béton à travée simple, les poutres sont en béton précontrainte, et la dalle est en béton. Paramètres à étudié : hauteur des poutres et l'espacement entre les axes des poutres.