

Chapitre : Etude des Culées

La définition de la forme et du nombre des appuis d'un ouvrage est fondamentale pour un projet.

Le choix se fait progressivement et il résulte d'une vaste synthèse englobant la nature et le mode de construction du tablier, les contraintes naturelles du site et les contraintes fonctionnelles du projet.

Les appuis d'un pont sont les piles et les culées.

Assurant la liaison entre les ponts et les terrains naturels, les culées sont particulièrement sensibles à une mauvaise conception. En cas de comportement défectueux, les remèdes sont rares et coûteux. Pour cela, on s'oriente vers un dimensionnement raisonnablement surabondant et des formes aussi simples que possibles.

1. La fonction de la culée :

Une culée bien conçue doit satisfaire à toutes les exigences de la fonction mécanique et technique.

Les caractéristiques de la fonction mécanique sont :

- Une bonne transmission des efforts au sol de fondations en respectant une répartition équilibrée des efforts dans les diverses parties de la culée.
- La limitation des déplacements horizontaux en tête de façon à ne pas entraver le fonctionnement des appareils d'appuis.
- La limitation des déplacements verticaux (le tassement) surtout pour les tabliers en béton précontraint dont des tassements de l'ordre de 2 à 3 cm deviennent rapidement inadmissibles.

La fonction technique d'une culée se caractérise par :

- Accès à l'intérieur de l'ouvrage,
- On peut lui associer une chambre lorsque des conduites ou des canalisations passent à l'intérieur du tablier.

2. Les éléments composants une culée :

La culée a un double rôle : Elle assure l'appui du tablier et le soutènement des terres.

Une culée courante est formée d'un groupe de murs :

- Un mur de front sur lequel s'appuie le tablier et qui soutient les terres,
- Des murs latéraux :

- Murs en retour : s'ils sont parallèles à l'axe longitudinal de l'ouvrage,
- Murs en aile : s'ils sont courbes ou inclinés sur cet axe
- Un dispositif de drainage qui évacue les eaux qui s'infiltrent par les joints de chaussée.
- La dalle de transition qui limite les déformations de la chaussée dues aux tassements éventuellement des remblais derrière la culée.

3. Les divers types de la culée :

Le type de culée à adopter dépend du mode de fondation et de la qualité des terrains sur lesquels les remblais d'accès à l'ouvrage sont placés.

3.1. Culée enterrée :

La culée est constituée uniquement par un mur garde grève, un chevêtre et des poteaux remblayés qui remplacent le mur de front.

L'utilisation de ces culées nécessite un allongement du tablier souvent compensé par l'économie réalisée sur les appuis du fait d'une réduction considérable de la poussée des terres.

3.2. Culée à mur front ou culée remblayée :

C'est le type de culée courante qui s'appuie sur le terrain par l'intermédiaire d'une semelle en béton armé.

Les murs en retour sont fondés sur le terrain ou accrochés en encorbellement sur le mur de front et ils participent à l'équilibre d'ensemble en stabilisant le mur de front.

Une culée remblayée assure à la fois une fonction porteuse et une fonction de soutènement de remblai.

Pour que l'effort transmis à la fondation ne soit pas déséquilibré, on peut jouer sur la dimension des murs en retour et celle de partie arrière de la semelle. Pour cela, il convient d'avoir présent à l'esprit la cinématique de construction d'une culée.

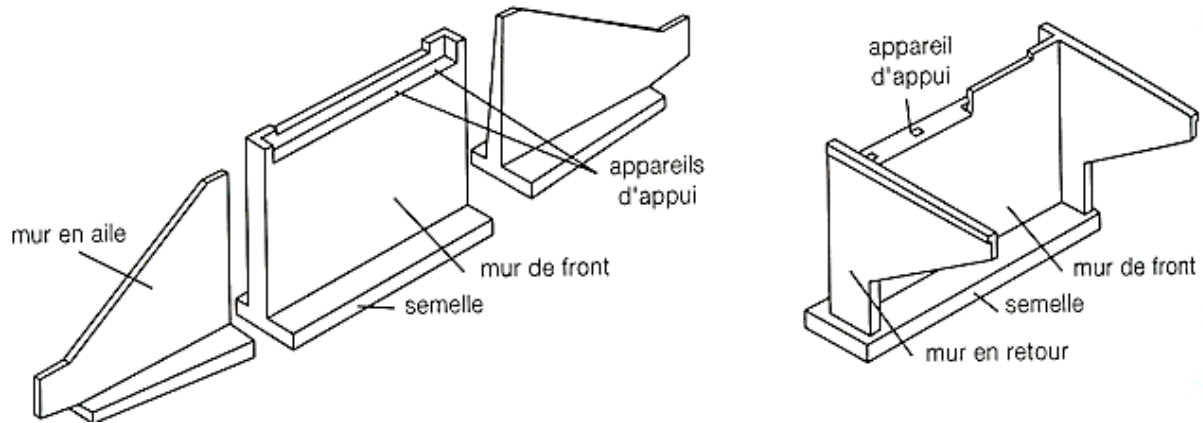
Une culée remblayée ne peut se concevoir que pour une hauteur limitée à une dizaine de mètres. Au-delà les quantités à mettre en œuvre deviennent trop importantes. Il sera plus économique d'allonger le tablier et de passer à des culées enterrées qui s'adaptent à des hauteurs de remblais quelconques.

- **Culée avec mur en retour**

En site terrestre, on préfère les murs en retour qui sont beaucoup plus économiques.

Si le pont est établi sur une rivière, les murs en aile présentent plusieurs avantages. Leur fondation peut se faire à un niveau supérieur à celui d'un mur de front et elles protègent le talus de l'érosion créée par les eaux.

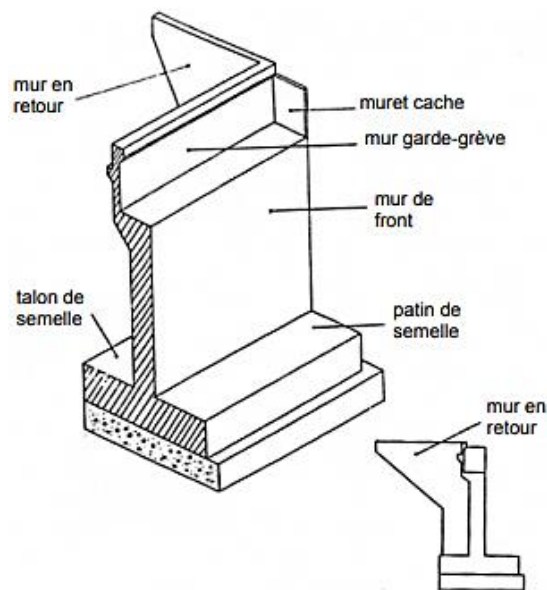
On peut aménager entre le mur de front d'une part et les murs en retour ou les murs en aile soit des joints francs soit un chaînage pour les solidariser.



Il faut éviter que les culées subissent des mouvements sous l'action de la poussée des terres en utilisant des terres de bonne qualité pour les remblais d'accès.

Il existe d'autres éléments composant une culée :

- Un mur garde grève destiné à isoler le tablier du contact du remblai.



3.3. Les culées creuses :

C'est une culée comportant un mur de front, des murs en retour et un platelage supérieur, formant une boîte renversée dans laquelle le remblai est taluté de façon à ne pas pousser sur le mur de front.

Généralement, une culée creuse est une culée ayant un aspect extérieur fermé dont étaient dissociées les fonctions porteuses et de soutènement.

Il est indispensable de prévoir une ouverture pour vérifier le talus intérieur. Cette ouverture peut être placée soit dans la dalle de couverture, soit dans le mur de front, soit dans les murs en retour.

Parfois, des contreforts viennent épauler le mur de front. Ils sont disposés le plus souvent à côtés des terres.

3.4. Les culées en terre armée :

En ce qui concerne les culées de ponts, on rencontre essentiellement deux types de conception. Le premier type correspond au cas où le tablier repose directement sur le remblai d'accès en terre armée par l'intermédiaire d'une tête de culée.

Cette dernière réduite à sa simple expression est directement posée sur le remblai en terre armée, et traitée en surface pour améliorer la transmission des charges.

Le deuxième type correspond au cas d'ouvrage dont le tablier repose sur une pile culée indépendante du massif en terre armée, géométriquement reliée au remblai situé à l'arrière. Ainsi la fondation porteuse assurée par la pile culée est dissociée de la fonction soutènement directement assurée par le remblai en terre armée.

4. Stabilité des culées :

On vérifie la stabilité d'ensemble de la culée en supposant qu'elle constitue un solide indéformable. On tient compte de différentes étapes de la construction de la culée et des différents cas de charges en service, et dans le cas d'une culée sur berge des différents niveaux d'eau.

4.1 Efforts à prendre en compte sont les suivants :

- Poids propre de la culée
- Poids du massif de la fondation
- Poids des terres sur la semelle
- Surcharges des remblais
- Surcharge de la culée (culée creuse)
- Réaction du tablier (P.P. et surcharges).

Forces horizontales :

- Réaction de freinage sur tablier

- Réaction de freinage sur la culée (culée creuse)
- Poussée des terres (sur le mur de front)
- Poussée des surcharges de remblai
- Vent transversal (si la culée est très haute (voir chapitre 2)).
- Séisme (H + V)

A partir de ces efforts, on calcule la résultante générale et le moment résultant des forces extérieures dans les différents cas de charge et on vérifie la stabilité dans les hypothèses les plus défavorables et ceci pour différentes phases de construction et de service de l'ouvrage en entier :

1. Phase de construction (Culée seulement)

- Mur garde grève,
- Mur de front,
- Mur en retour,
- Semelles,
- Corbeau.

2. Phase de construction +remblai

- Culée,
- Poids des terres,
- Poussée des terres,
- Surcharges remblai,

3. Phase de construction.

- Culée,
- Réaction du tablier,
- Variations linéaires du tablier.

4. Phase en service à vide

- Culée,
- Poids des terres,
- Poussée des terres,
- Surcharges sur remblai,
- Réaction du tablier,
- Variations linéaire du tablier.

5. Phase en service en charge

- Culée,
- Poids des terres,
- Surcharges sur remblai,
- Réaction du tablier,
- Variations linéaires du tablier,
- Surcharges routières,
- Effort de freinage.

Remarques :

- Le calcul à faire est accompli aux états limites de service, c'est-à-dire que les surcharges sont majorées de 20%.
- Les variations linéaires du tablier sont multipliées par un coefficient de pondération égale à 0,6.
- Les convois militaires ne sont pas majorés.
-