

CHAPITRE II

Les rideaux de palplanches

CHAPITRE 2 – LES RIDEAUX DE PALPLANCHES.

1 – GENERALITES :

Ce sont des rideaux plans enfoncés dans le sol. Ils sont destinés à supporter des efforts tel que :

- poussée hydraulique,
- poussée des terres avec charges fixes ou mobiles sur le terre-plein,
- traction sur bollards,
- charges verticales directes.

Elles se comportent comme des poutres verticales et le but du calcul est de déterminer la longueur et le profil des palplanches en vérifiant au besoin les déformations et de donner les valeurs des réactions d'attaches ou d'appuis.

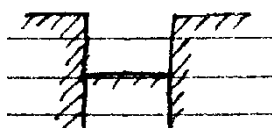
La contrainte admissible dans les palplanches sera une fraction plus ou moins importante de la limite élastique de l'acier considéré comme valeur limite au delà de laquelle des déformations permanentes apparaîtront.

Cette contrainte est choisi en fonction de l'incertitude des caractéristiques géotechniques du sol , de l'évaluation des charges extérieures et de la marges de sécurité désiré ci-dessous valeurs des fractions des limites d'élasticité couramment prise en compte.

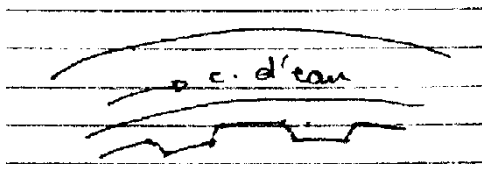
Nuance de l'acier	E245P	E275P	E325P	E365P
σ_e (Kgf /cm ²)	2400	2700	3200	3600
$2/3 \sigma_e$	1600	1800	2130	2400
$3/4 \sigma_e$	1800	2020	2400	2700
$4/5 \sigma_e$	1920	2160	2560	2880

3 – UTILISATION DES PALPLANCHES :

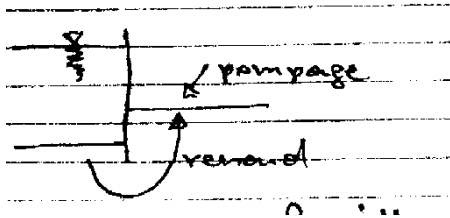
- Fouille,



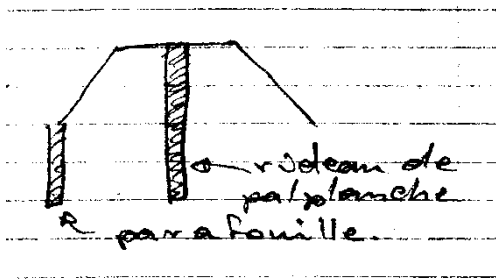
- Paroi étanche le long d'un cours d'eau,



- Travailler à sec,



- Etanchéité d'une digue par parafouille,



- Grande fouille : blindage ou batardeau,

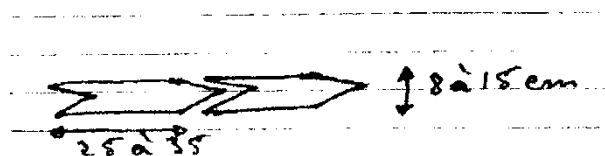


4 – MISE EN PLACE :

- Le battage (par trépideur ou des marteaux diesels),
- Le vibro-fonçage (par vibro-fonçeur),
- Le lançage.

5 – TYPE DE PALPLANCHES :

- Palplanches en bois :



- En béton armé :



Avantage : durable, résistance à la corrosion, longueur de forme libre, et bonne apparence finale.

Inconvénient : poids élevé, fragilité (lors du battage et de la manutention) d'où fissure et rupture. Pour ce cas la précontrainte.

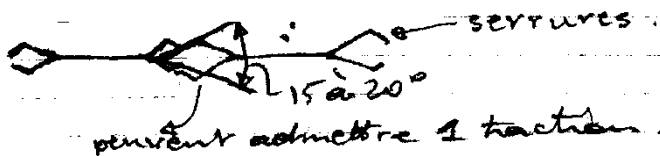
- En métal : (Acier) les plus utilisés : (robustes, légères, récupérables)

Inconvénient : corrosion, inesthétique.

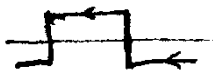
Se caractérisant par leur profil (propre à chaque fabricant).

On a les palplanches métalliques :

- plans : (appelé aussi plates)



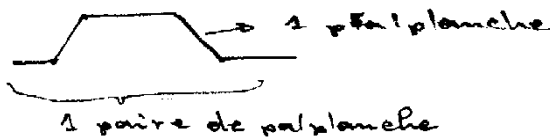
- palplanche Belral : ($I_x \uparrow$)



- palplanche Larsen :



- palplanche BZ : (Belval en forme de Z)

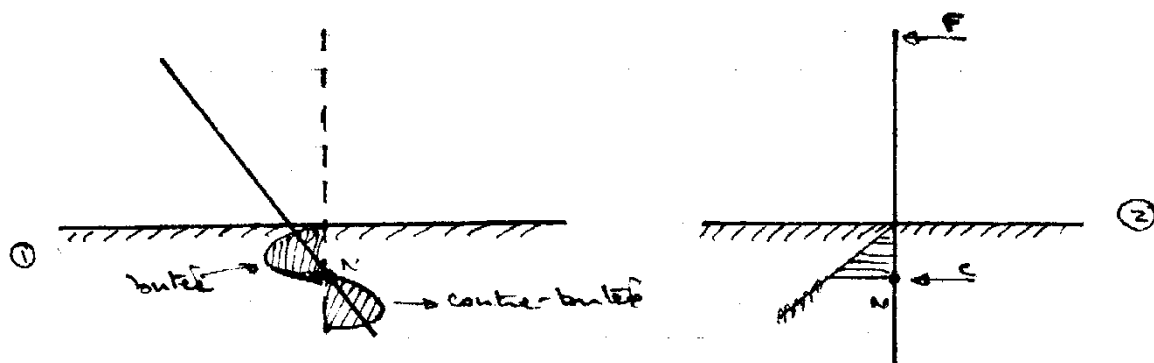


On protège l'acier contre la corrosion par (l'acier à base de cuivre)

6 – STABILITE DES PALPLANCHES :

- a) **Stabilité extérieure** : il y a risque de renversement \Rightarrow la fiche (qui est la partie enfoncée) doit être suffisante.
- b) **Stabilité intérieure** : risque de rupture de profil \Rightarrow la section doit être suffisante.

7 – ENCASTREMENT D'UN RIDEAU DANS LE SOL :



- 1) Encastrement d'un rideau : répartition des pressions passives,
- 2) Encastrement d'un rideau ; hypothèses simplificatrices.

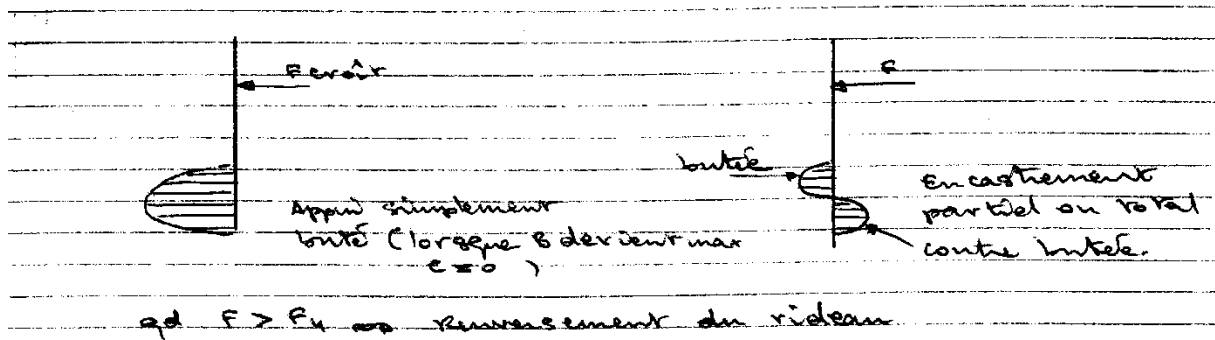
Considérons le rideau comme infiniment rigide enfoncé dans un terrain homogène et sur lequel on exerce une force F en tête amenant le terrain en rupture.

Sous l'action de cette force, il y a effet de bêche dans le sol, et le rideau pivote autour d'un centre instantané de rotation en développant un couple résistant dans le sol. Pour une fiche donnée, le couple maximum possible provient d'une mise en butée du sol devant le rideau et de contrebutée en arrière du rideau.

Il n'est pas possible de connaître le diagramme exacte, on est donc amené à faire des hypothèses simplificatrices. Dans les terrains homogènes à simple frottement interne (fig 2), on suppose que :

- la butée est totale jusqu'au point N ,
- la contrebutée est totale et constante au dessous du point N
- la contrebutée peut être remplacé par une force « C » unique en N

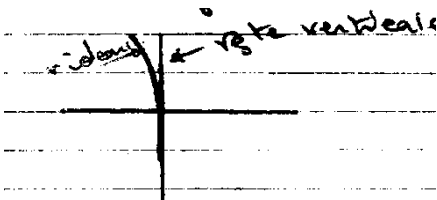
8 – NATURE DE L'APPUI DANS LE SOL :



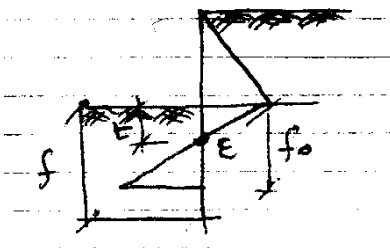
Un rideau fiché dans le sol est soumis à une force extérieure F croissante passe par plusieurs étapes avant le renversement de l'ouvrage :

- pour certaines valeurs de F , la butée est mise à contribution partiellement (Contrebutée = $C \neq 0$) ou complètement.
- Quand la butée (B) atteint sa valeur max (quand $C = 0$), on dit qu'on a un rideau simplement butée.
- Pour cette valeur supérieure, il y a ruine du rideau.

On admet que l'encastrement complet se réalise lorsque la tangente au pied du rideau est verticale.

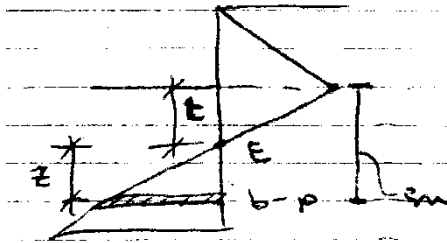


Dans le cas de rideau de soutènement avec appui en tête et encastree complètement dans des terrains homogènes à simple frottement interne, on prend forfaitairement une hauteur de contrebutée égale à 20% de la hauteur de butée. Le point de pression nulle ϵ est le point où la poussée est égale à la butée, il est situé à une profondeur t .



Au dessous de ϵ , à chaque hauteur z , la réaction du sol disponible pour l'appui du rideau est :

$$b - p = \gamma' . z . (Kp - Ka)$$



Il y a équilibre du rideau pour une valeur de $z=f_0$. La fiche totale est donc égale à :

$$f = t + 1,2 . f_0$$

9 – METHODE DE CALCUL :

Le calcul sera conduit suivant les méthodes classiques de la RDM que l'on pourra classer suivant deux catégories .

1) Méthode analytique :

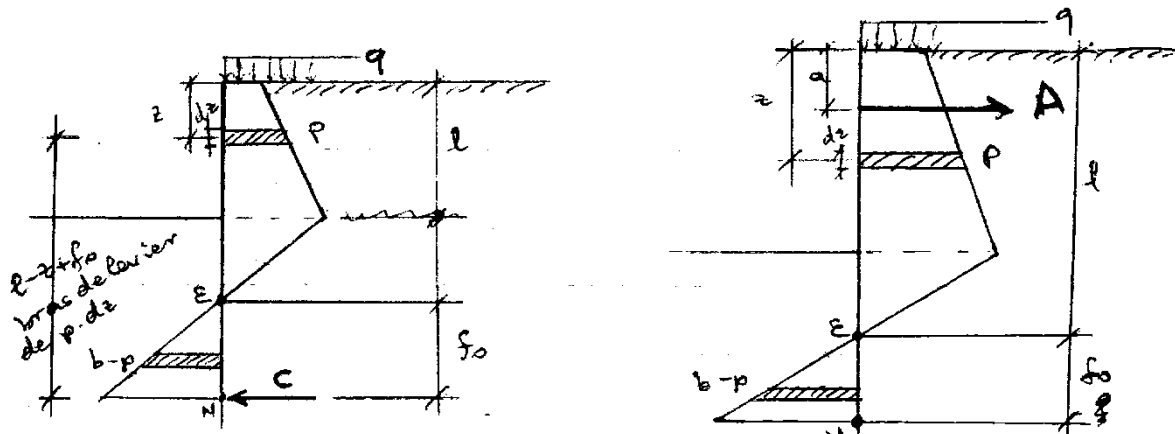
Dans le cas des rideaux de palplanches, ces méthodes se compliquent très vite dans la majorité des cas :

- les pressions sur les rideaux ne suivent généralement pas une loi continue à cause des couches différentes de terrain , de l'influence de l'eau et des surcharges,
- l'encastrement dans le sol est fonction de la fiche c'est à dire de la longueur de poutre,
- le niveau des appuis ou des attaches supérieures n'est souvent pas connu à priori. De plus leurs précisions est illusoire puisque :
 - les données géomécaniques ne sont données qu'avec une certaine imprécision,
 - les variations des différents paramètres comme les poussées hydrostatiques, l'influence des surcharges, la relaxation des appuis ou des attaches, les erreurs de battage peuvent modifier assez sensiblement les résultats sans qu'il soit possible d'en connaître les lois exactes.

2) Méthodes graphique :

Son principe est basé sur l'emploi de la statique graphique qui permet de résoudre assez rapidement et par approximations successives tous les cas courants. Elle a l'avantage de montrer facilement l'influence des différents paramètres et de mettre en évidence les valeurs des efforts de chaque section.

9.1- Méthode analytique :



a) Rideau simplement encastrée en pied b) Rideau butée en pied et maintenu en tête.
dans un terrain homogène.

Lorsque le rideau est isostatique, il suffit d'appliquer les deux équations de la statique $\Sigma F=0$, $\Sigma M=0$. Or, généralement, ils sont hyperstatiques, donc il faut avoir des conditions supplémentaires.

Elles peuvent être donnés par les conditions de déformation (flèche ou rotation), ou par des hypothèses simplificatrices.

a) Calcul d'un rideau simplement encastrée en pied dans un terrain homogène (fig a) :

On suppose le diagramme des charges connues et la profondeur du point de pression nul calculé (« t »), on suppose la contrebutée C concentrée en N, l'équilibre sera alors assuré pour une certaine valeur de f_0 . Les équations de la statique nous donne :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow \int p.dz + C = \gamma'(Kp - Ka) \cdot \frac{f_0^2}{2}$$

$$\Sigma M = 0 \Rightarrow \int p \cdot (l + f_0 - z) \cdot dz = \gamma'(Kp - Ka) \cdot \frac{f_0^3}{6}$$

De ces deux équations, on déduit f_0 et C, ce problème est donc statiquement déterminé. Il est facile ensuite de déterminer le M_{max} avec $\frac{dM}{dz} = 0$.

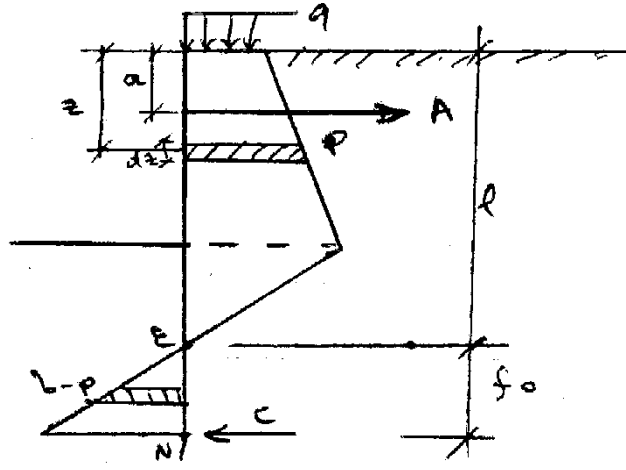
b) Calcul d'un rideau butée en pied et maintenu en tête (fig b) :

C n'existe plus, mais A intervient :

$$\sum F = 0 \Rightarrow \int p.dz = A + \gamma'(Kp - Ka) \cdot \frac{f_0^2}{2}$$

$$\sum M = 0 \Rightarrow \int p.(l + f_0 - z).dz = \gamma'(Kp - Ka) \cdot \frac{f_0^3}{6} + A(l + f_0 - a)$$

c) Calcul d'un rideau encastré en pied et maintenu en tête (fig c):



c) Rideau encastré en pied et maintenu en tête

On a une inconnue supplémentaire A \Rightarrow Système hyperstatique.

$$\sum F = 0 \Rightarrow \int p.d \Rightarrow z + C = A + \gamma'(Kp - Ka) \cdot \frac{f_0^2}{2} \Rightarrow f_0 \text{ et } A$$

$$\sum M = 0 \Rightarrow \int p.(l + f_0 - z).dz = \gamma'(Kp - Ka) \cdot \frac{f_0^3}{6} + A(l + f_0 - a)$$

$$\Rightarrow M \text{ max } \rightarrow \frac{dM}{dz} = 0$$

Inconnues f_0 , C et A \Rightarrow Conditions supplémentaires.

Deux hypothèses :

- la tangente à la ligne élastique au pied du rideau est verticale. La traduction algébrique de cette condition n'est pas simple puisqu'il faut écrire les équations des déformations qui se compliquent très vite lorsque les couches de terrains ne sont pas homogènes.
- Les points de pression nul et de moment nul coïncident. Pour les rideaux calculés avec la condition précédente, on constate généralement que la cote de moment nul est très voisine de ε . Ceci permet d'écrire facilement l'équation supplémentaire en écrivant les moments par rapport au point ε , **B étant la butée résiduelle totale.**

$$M / \varepsilon \Rightarrow B \cdot \frac{2}{3} \cdot f_0 = C \cdot f_0 \Rightarrow C = \frac{2}{3} \cdot B$$

Puisqu'au point ε , le moment étant égal à 0, tout se passe comme si on avait un appui simple fictif en ce point.

La réaction fictive d'appui est alors :

$$R = B - C = \frac{B}{3} \quad \text{avec} \quad B = \gamma'(Kp - Ka) \cdot \frac{f_0^2}{2} = 3.R$$

$$d'où : f_0 = \sqrt{\frac{6.R}{\gamma'(Kp - Ka)}}$$

Le rideau peut être ainsi calculé avec un appui fictif en ε , mais il n'est pas possible d'attribuer une grande précision à ce genre de calcul qui est basé sur une approximation.

Le point de moment nul est fixé arbitrairement, c'est le procédé de la poutre équivalente de BLUM.

Méthode de BLUM, dite de la poutre équivalente :

