

PROBLÈME D'AFFOUILLEMENT
ET PROTECTION

H. EJJAOUANI (LPEE)

Dans cette communication, on essayera de traiter le problème d'affouillement et de ses conséquences sur la stabilité des berges. On ne reviendra pas sur l'évaluation de l'affouillement, et pour lequel il y a une multitude des formules qui existent dans la littérature, et qui donnent des valeurs assez différentes.

HYPOTHÈSE DE CALCUL

Un paramètre important qui intervient dans les formules d'affouillement est le diamètre des grains. Or celui-ci est variable avec la profondeur. Logiquement dans les terrains alluvionnaires on devrait avoir un diamètre moyen qui augmente avec la profondeur jusqu'au niveau affouillable.

En effet après la crue, et au fur et à mesure que la vitesse du courant commence à chuter, se sont les grands éléments qui se déposent les premiers et ainsi de suite.

Néanmoins ce n'est pas toujours le cas et il y a lieu toujours de connaître la variation de la granulométrie avec la profondeur pour pouvoir déterminer l'affouillement réel.

Par ailleurs, les formules classiques resteront valables tant qu'il n'y a pas l'effet de la cohésion. Ainsi pour les diamètres faibles, inférieurs à 0,3mm, on remarque que les formules d'évaluation de l'affouillement ne peuvent pas être utilisées. Mais ceci ne veut pas dire que les terrains cohérents ne sont pas affouillables.

Dans les terrains pulvérulents, l'affouillement maximum est observé lors des passages des crues où on a le matériau qui est soit charié soit uniquement mis en suspension. Après la crue les matériaux se déposent et le lit reprend son niveau. Ainsi donc l'affouillement n'est pas visible et ne se traduit pas nécessairement par une baisse du lit de l'oued. C'est généralement cette dernière forme d'affouillement que nous rencontrons au niveau des lits marocains, lorsqu'on est en présence de sols cohérents (limons, marnes ...). C'est la baisse qu'on observe et elle est due à l'érosion en continue du fond de l'oued par l'écoulement.

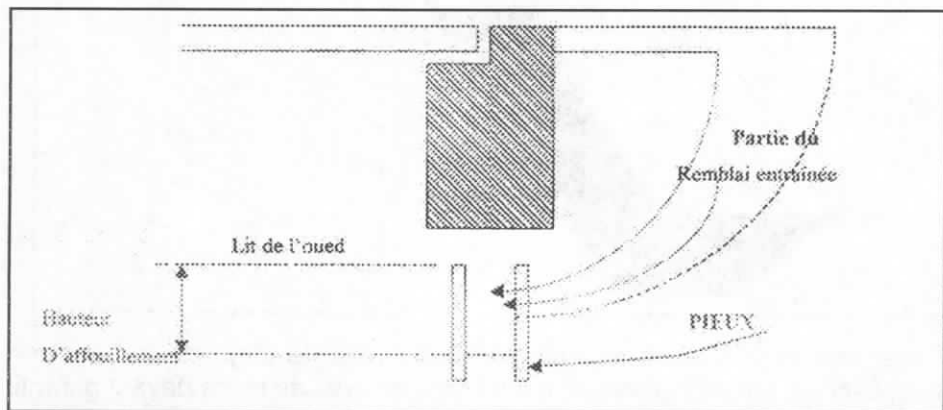
Cette érosion du fond est plus défavorable dans les sols cohérents que dans les sols pulvérulents à cause de la non tenue des talus raides dans ce dernier cas. Pour l'évaluation de l'érosion il faut se référer aux efforts du courant d'eau.

PROTECTION ET IMPACT DE L'AFFOUILLEMENT SUR LA STABILITÉ DES BERGES

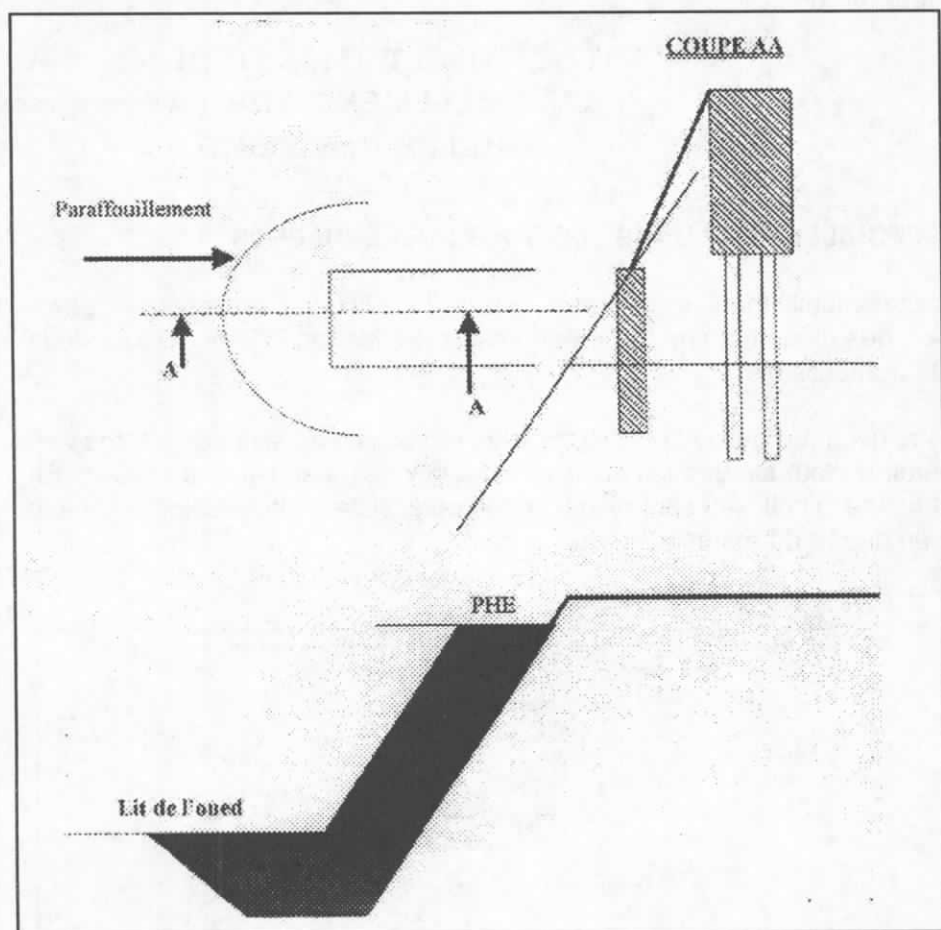
1 - AFFOUILLEMENT DANS LES SOLS PULVÉRULENTS

En cas d'affouillement il est bien connu qu'il y a lieu soit de prévoir une protection des différents appuis soit de descendre les fondations au-delà de la hauteur affouillable.

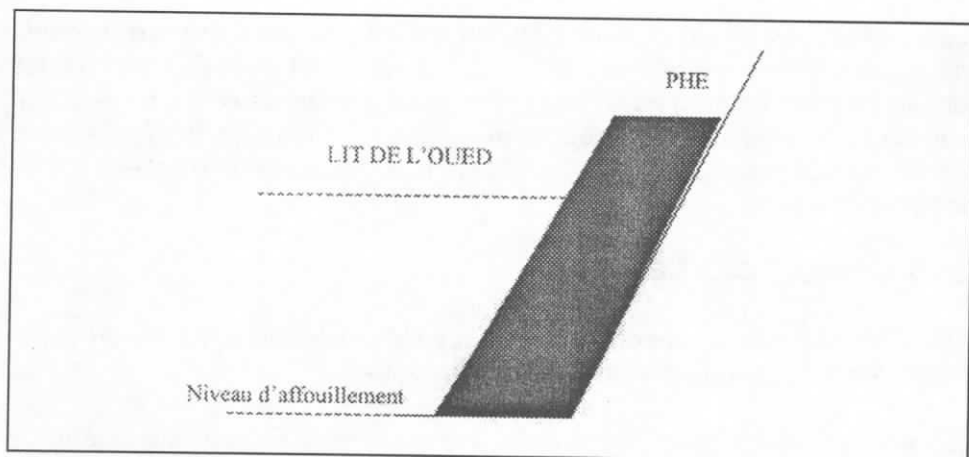
Mais souvent on oublie la protection des remblais d'accès et des berges en général, surtout lorsque les culées sont avancées, dans le lit de l'oued. En effet même si celles-ci sont bien fondées on assiste à une érosion à la base et à un départ du matériau.



Ce cas est arrivé récemment à des ouvrages au Maroc. Ainsi dans des cas similaires, il faut prévoir une protection des remblais soit par un parafeuille, qui entoure le remblai, soit par enrochements ou par gabions.



A noter que la protection en enrochement comporte toujours un sabot en pieds, ceci est fait dans l'objectif d'avoir une réserve de blocs devant garantir la stabilité du perré en cas d'affouillement. En effet si on pouvait lors de l'exécution de la protection descendre celle-ci jusqu'au niveau d'affouillement on pourrait se passer du sabot.



Mais comme il est difficile d'arriver à ce profil, exécution sous-eau, profondeur d'affouillement importante, on prévoit le sabot qui au fil des années va prendre la forme du profil limite donné ci-dessus. De ce fait les dimensions du sabot, et donc la réserve en blocs, dépend de la distance résiduelle entre le niveau de fondation de la protection au moment de l'exécution et le niveau d'affouillement. On pourrait ne pas mettre tout le stock en une seule fois, mais on prévoit dans ce cas un rechargement et un entretien régulier.

2 - BAISSÉ DU LIT DE L'OUED

On pourrait avoir dans plusieurs cas une baisse du lit de l'oued, qui est différente de l'affouillement, qui peut être due à l'un des phénomènes suivants :

- Rétrécissement de l'ouverture de l'oued et donc augmentation des vitesses
- Construction d'un barrage à l'amont arrêtant les transports solides
- Emprunt du matériau de l'oued
- Érosion en continu

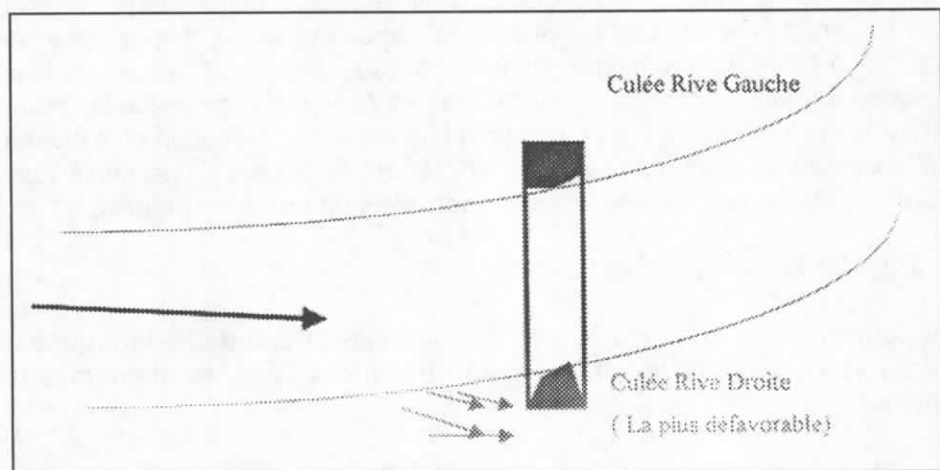
Devant de tels phénomènes, la meilleure protection est de protéger les fondations par des paraffouilles. En effet même si les fondations sont exécutées sur pieux profonds, ceux-ci se trouvent nus et doivent être protégés contre les transports solides.

Les protections en enrochement ou en gabions peuvent être envisagées, mais nécessitent d'être entretenues. Car il ne s'agit pas d'une instabilité observée uniquement lors des crues, et pour lesquelles on se base sur la vitesse du courant d'eau pour leur dimensionnement, mais plutôt d'une érosion continue avec le temps et donc la fondation de ces protections est elle même instable et sujette à un départ.

3 - SAPEMENT DES BERGES

Un autre phénomène rencontré dans les lits Marocains est celui du sapement des berges et la déviation des lits de l'oued.

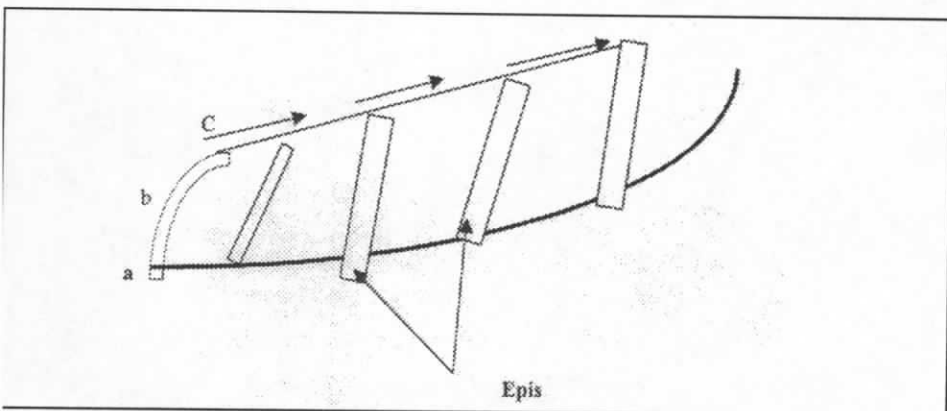
En effet plusieurs désordres ont été enregistrés au niveau des culées de pont situés dans des coudes.



La culée qui se trouve à l'extérieur du coude est la plus exposée au désordre. Les courants d'eau sont en général défavorables et commencent à saper le matériau constituant le pieds de la berge.

Ce sapement donne lieu à des glissements et à un recul progressif de la berge ; et la culée initialement ancrée dans la berge se trouve en plein lit de l'oued.

Le meilleur moyen dans de pareils cas est soit de protéger la berge par des enrochements, mais qui seront prolongés au-delà de la culée de part et d'autre et en particulier du côté amont, soit de prévoir des épis en enrochements, ou en gabions, pour le rétablissement du lit de l'oued. Ces épis doivent être correctement dimensionnés.



Généralement on prévoit :

- Un élément, le premier, en digue a b c donnant l'orientation recherchée.
- Série d'épis orientés de 40° à 60° et écartés de 1,5 à 2 fois la moyenne de leur longueur.
- Un ancrage dans les berges.
- La dimension des blocs peut être variable. Par contre ceux en tête, coté oued, doivent être dimensionnés pour résister au courant d'eau avec un sabot en pieds comme mentionné ci-haut.