



N° 666 / GRHA

Note sur un procédé de
Colonne filtrante avec gravier de protection

I - Introduction -

La présente note complète la note 325/GRHA du 10 Mars 1959, relative à un procédé de fabrication de colonne filtrante pour puits cuvelé en béton.

Le procédé que nous allons décrire ci-après dérive en tant que technique et mise en oeuvre, du procédé exposé dans la note citée ci-avant.

II - Description du procédé.-

a) Principe.

La description que nous donnons se réfère au plan 7/59 ci-joint.

Ce plan correspond aux cotes d'une colonne filtrante pour puits à partie courante réalisée en béton armé de cuvelage intérieur Ø 140 - pour d'autres diamètres, en particulier supérieurs, on peut augmenter le diamètre intérieur de la colonne sans changer l'épaisseur de gravier, ou augmenter ces deux données.

De plus, pour un puits de 140 on peut réduire si besoin est, l'épaisseur de gravier pour augmenter le diamètre intérieur de la colonne.

L'impossibilité au Tchad de descendre dans des conditions économiques d'emploi un premier coffrage provisoire d'un diamètre suffisant destiné à recevoir une colonne filtrante avec remplissage intermédiaire de gravier d'une part, d'autre part la nécessité de construire une colonne suffisamment résistante pour ne pas se cisailler à la suite d'un mouvement des terrains, nous ont amené à dessiner un plan de colonne d'après les deux principes ci-après :

- Mise en place du gravier en même temps que la colonne filtrante.
- Construction de la colonne filtrante, d'une manière continue, en béton armé.

b) Description générale -

La colonne filtrante est construite au fonds du puits paroi courante en béton armé terminée jusqu'au niveau de la nappe, et élevée sur toute la hauteur désirée, sauf prolongation possible par la suite, après descente par havage, soit à la main, soit au HAMMER GRAB ou à la benne BENOTO.

Elle se compose :

- A la base d'un rouet en acier et béton
- A la périphérie extérieure d'une couche de grillage
- A l'intérieur d'une ossature en béton armé composée de six piliers verticaux et d'anneaux en béton armé.
- Entre grillage et béton armé, d'une couche de graviers calibrés.

c) Rouet en acier et béton armé -

Il est constitué suivant plan joint en tôle d'acier de 4 mm d'épaisseur.

Sa hauteur est 33 cm environ (1/3 largeur plaque de 1 m) à sa base il est muni d'une trousse coupante de 8 mm d'épaisseur sur 13 cm de hauteur par doublage de la tôle de 4mm ou directement en tôle de 8 mm. Le bas en est soigneusement aiguisé formant ciseau. Dans le cylindre ainsi constitué est soudé un cône. Sur ce cône sont soudés des crochets pour scellement des ferraillages verticaux des piliers.

La partie supérieure du rouet est remplie jusqu'au niveau supérieur de béton, après mise en place du ferraillage de reprise des piliers, et de la première nappe de grillage.

Il est prévu un jeu entre paroi intérieure du cuvelage et paroi extérieure du rouet de 2,5 cm sur le rayon.

Notons que le rouet doit être soigneusement calé au départ en horizontalité (donc verticalité) pour éviter toute déviation ultérieure de la colonne lors de sa descente par havage.

d) Paroi extérieure de la colonne :

La paroi extérieure de la colonne n'a en fait qu'un rôle secondaire. Elle doit être suffisamment résistante pour maintenir le gravier jusqu'à la descente de la colonne. Elle doit être suffisamment lisse pour ne pas accuser un frottement trop élevé sur le terrain naturel à la descente de la colonne. Elle doit pouvoir recevoir facilement à la mise en œuvre une forme aussi proche du cylindre que possible.

Pour ces raisons nous avons prévu que le grillage extérieur sera réalisé soit :

- en grillage acier type tiss-métal, acier N° 12 fil N° 4 diamètre 0,9
- ou lattis Métal déployé, maille 6,5, descentes réduites, lanière 3 x 0,6

A noter que pour ce dernier matériau, les losanges se trouveront placés verticalement de préférence aux lèvres du losange présentées vers le haut et vers l'extérieur de la colonne.

Dans l'autre sens les lattis formeraient rappe sur le terrain naturel à la descente de la colonne.

Il y a lieu d'éviter :

- que le gravier puisse s'échapper avant descente de la colonne.
- que le grillage glisse sur la colonne en béton, étant retenu par frottement sur le sol naturel.
- se déformer sous la pression du gravier ainsi que nous l'avons indiqué.

La paroi extérieure de la colonne étant constituée d'un cylindre en grillage ou lattis, formé d'une suite d'anneaux successifs, nous avons prévu que tous les 50 cm le grillage ou lattis serait ceinturé

Ajoutons que la colonne filtrante travaille également à la flexion en tant que poutre posée sur deux appuis, l'un étant dû à l'enfoncement du rouet dans la couche imperméable, l'autre au raccordement avec la partie courante en béton armé.

Le procédé 2 est très supérieur au procédé 1 à ce point de vue, les poteaux verticaux étant plus gros et davantage ferraillés et se trouvant extérieurement à la colonne présentant donc un moment d'inertie beaucoup plus élevé. Donnons comme dernière précision :

- la quantité de gravier qui sera utilisé par mètre de colonne du procédé 2 :

$$S = \pi (67^2 - 52^2) - 6 \times 300 = 5608 - 1800 = 3807 \text{ cm}^2$$

soit un volume de gravier de 381 l. au mètre de hauteur.

- la surface effective de captage de la colonne par mètre de hauteur qui est :

$$2 \times \pi \times 0,675 - 1,20 = 4,24 - 1,20 = 3,04 \text{ m}^2.$$

cette surface est les 3/4 de la surface totale : notons qu'il sera utilisé pour faire un tour de la colonne, environ 4,5 mètres de grillage ou lattis.

L'Ingénieur du Génie Rural

J. BAZIADOLY

Cette ceinture est constituée soit d'un anneau de tole soudée, soit d'un fer plat de 4 x 85 cintré et soudé.

Cet anneau est lui même soudé ou maintenu par des vis à métaux après perçage des anneaux et filetage à la couronne.

En cas d'utilisation de grillage, il est préférable d'utiliser celui-ci dans la qualité 1m de largeur. Cette dimension facilite le montage, la colonne en béton armé étant montée également par section d'un mètre environ.

La ceinture en fer plat ou tole de 4 formera couvre-joint de deux cylindres en grillage ou métal déployé superposé.

L'expérience montrera si les ceintures peuvent être supprimées. Leur intérêt existe quand même au moins en temps que couvre-joint, quoique rien n'empêche de faire chevaucher légèrement les cylindres successifs de grillage ou lattes après crantage de la base. La mise en forme des cylindres de grillage ou lattis, en dehors de l'utilisation d'une cintreuse peut se faire après coupe de la longueur nécessaire pour un cylindre, sur chantier, grâce à un gabarit en bois par exemple.

Nous n'insisterons pas sur les détails de mise en oeuvre qui sont du ressort de l'Entrepreneur et pour lesquels nous pourrions proposer différentes solutions.

Pour assurer l'entraînement du grillage à la descente de la colonne, nous prévoyons que celui-ci sera scellé aux poteaux de béton armé :

- du fait que ce grillage en métal déployé servira de coffrage extérieur aux dits poteaux ;

- par retournement dans un poteau suivant une génératrice verticale du grillage ou lattis, avant coulée.

- par rabattement d'une languette du grillage ou lattis dans le poteau à sa base et en face du poteau.

Rien n'est aussi facile si par exemple on fait légèrement chevaucher les cylindres successifs de grillage ou lattis. Il suffit alors de rabattre à 90° les languettes découpées à la base par le crantage devant les poteaux. Il y aura lieu d'effilocher le grillage.

.../..

Néanmoins toutefois que la coulée des poteaux devra être soigneusement effectuée pour ne pas laisser de vide et assurer un ancrage suffisant.

Une fois la colonne descendue, il importe peu que le grillage se maintienne ou disparaîsse, son rôle n'étant que de permettre la mise en place du gravier, d'où le choix d'un acier nu.

e) Partie en béton armé :

La résistance à la poussée des terrains est dévolue à une ossature en béton armé.

Celle-ci doit être suffisamment résistante pour résister au choc de l'appareil de sondage, aux efforts de flexion et cisaillage à travers le gravier.

Elle se fabrique suivant le même procédé que celui exposé dans la note 325/GRHA, soit une suite d'anneaux préfabriqués et superposés reliés par des poteaux verticaux en béton armé.

Dans le cas présent les anneaux de dimensions plus réduites sont à l'intérieur du puits et les piliers sont reportés à l'extérieur.

1^o Anneaux :

Ils ont comme dimensions 90 cm de diamètre intérieur et 7 cm d'épaisseur de parois. Leur épaisseur est de 10 cm.

Ils sont fabriqués au sol, en piles superposées de 1m soit 10 anneaux séparés les uns des autres, par une couche de papier.

Le moule est en acier de même genre que celui du plan 12/59/GRT mais simplifié.

Il n'est plus nécessaire que de réserver sur la paroi extérieure six encoches de 15 x 1cm destinées à assurer une meilleure liaison des poteaux aux anneaux.

Les anneaux sont armés de fers de 6 horizontaux assemblés par épingle.

.../...

Le point délicat est le coffrage.

Les coffrages intérieur et extérieur sont réalisés par la pile d'anneaux mis en place et le grillage, recouvert préalablement si besoin est d'une mince couche de mortier.

Il ne reste donc à coffrer que les parois latérales ce qui peut facilement se faire avec des coffrages bois ou acier préfabriqués qui auront de plus l'avantage de centrer le grillage sur les anneaux.

Soulignons ici que ces derniers à l'empilage des anneaux avant coulée doivent être aussi parfaitement centrés que possible dans le puits par rapport au cuvelage.

Le coffrage des poteaux intervenant dès que possible il sera mis en place immédiatement le gravier pour la hauteur de colonne qui viendra d'être terminée.

f) Gravier :

Le gravier pourra être à un, ou, comme représenté, deux granulométries. Dans ce dernier cas il sera placé dans l'espace que celui-ci doit remplir, un cache élevé au fur et à mesure du remplissage.

g) Finition de la colonne :

Nous proposons que le gravier reste apparent au sommet supérieur de la colonne ce qui permet d'effectuer un remplissage si on constate un tassement à la longue.

Les piliers verticaux et les anneaux seront prolongés au-delà du niveau supérieur du gravier pour se raccrocher au ferraillage de la partie courante.

Remarquons que si le niveau supérieur du gravier est légèrement inférieur à la base de la partie courante, on pourra, après expension du puits, envoyer du gravier à l'extérieur de la colonne.

Nous complèterons cette note par une comparaison des quantités de béton utilisées dans les deux procédés et la résistance au cisaillement.

.../...

Nous appellerons procédé 1 celui de la note 325/GRHA et du plan 12/59, procédé 2 celui que nous venons d'exposer soit du plan 7/59.

III - Comparaison des quantités de béton et de la résistance au cisaillement.

On admettra que le taux de cisaillement du béton est de 6 Kg/cm²

Le taux du cisaillement de l'acier est de 10Kg/mm²
que le pourcentage d'acier des piliers en béton est de 2 %.

a) Procédé 1 :

La surface d'une section horizontale de la colonne est
 $S_1 = \pi (R^2 - R_1^2) = \pi (65^2 - 50^2) = 5419,26 \text{ cm}^2$

La surface d'un pilier est :

$$S_2 = 22 \times 7,5 = 165 \text{ cm}^2$$

La résistance du cisaillement du béton est :

$$R_{cb} = 165 \times 6 \times 6 = 5940 \text{ K}$$

Avec un pourcentage d'acier des poteaux de 2 % la résistance au cisaillement des aciers des poteaux est :

$$R_{ca} = \frac{165 \times 6 \times 2 \times 1000}{100} = 19.800 \text{ K}$$

La résistance au cisaillement est donc au total

$$R_c = R_{cb} + R_{ca} \neq 26 \text{ T.}$$

b) Procédé 2 :

La surface d'un anneau est :

$$S'1 = \pi (52^2 - 45^2) = 2133,15 \text{ cm}^2$$

.../...

La section d'un poteau est :

$$S'2 = 20 \times 15 = 300 \text{ cm}^2$$

La surface totale d'une section de la colonne est :

$$S_3 = S'1 + S'2 = 3933 \text{ cm}^2$$

Le rapport entre les surfaces est donc de

$$\frac{S_3}{S_1} = \frac{3933}{5419} = 0,725$$

En négligeant l'influence des joints, d'ailleurs au bénéfice du procédé 2, ce dernier entraîne une économie de 27,5 % de béton.

La résistance au cisaillement du béton est :

$$R'cb = 6 \times 300 \times 6 = 1800 \text{ K}$$

La résistance au cisaillement de l'acier est :

$$R'ca = \frac{6 \times 300 \times 2 \times 1200}{100} = 43.200 \text{ K}$$

La résistance au cisaillement est donc au total de :

$$R'c = R'cb + R'ca = 54 \text{ T.}$$

soit considérablement plus élevée. Cette différence est encore plus apparente si nous augmentons le pourcentage d'acier.

Remarquons qu'au pourcentage de 2 % correspond par poteau au ferraillage suivant :

Procédé 1 : 3 fers de 12

Procédé 2 : 4 fers de 15 ou 6 fers de 12 ou 8 fers de 8.

.../...