1er Colloque international de l'eau,
25 – 27 Octobre 2010 à Annaba,Algérie.

DIMMENSIONNEMENT CONDITIONNE PAR DEGAGEMENT RAPIDE DU DEBIT DANS DES CONDUITES PARTIELLEMENTS REMPLIES

L.Zeghadnia[1], L.Djemili[2],L.Houichi[3], N.Rezgui[1]
[1]Maître assistant, Département de Génie Civil, Institut des Sciences & Technique,
Centre Universitaire de Souk-Ahras, Algérie.
Zeghadnia_lotfi@yahoo.fr
[2]l_djemili@hotmail.com
[3]houichil@hotmail.com

***Résumé*-Le dimensionnement des ouvrages fonctionnant à ciel ouvert constitue une tache très importante, que les cherches n'ont pas cessé de y résoudre et de simplifier les modèles destinés pour répondre à ces fins. L'équation de Manning est la formule la plus utiliser pour modéliser l'écoulement à surface libre, et ce, dû à la disponibilité des tableaux et des graphes établies pour déterminer les paramètres hydrauliques ; mais restent très limités, à cause de la nature des ces solutions, et moins exacte que les solutions analytiques, qui sont presque introuvables, sauf quelques façons laborieuses. En assainissement, le dimensionnement adéquat est ce lui qui permet d'évacuer rapidement le débit, et tolère la détermination des paramètres géométriques et topographiques aisément. La présente communication à pour but de répondre aux questions suscitées, pour une conduite partiellement remplie, et conditionner par dégagement rapide du débit transité.**

***Mots Clés*- Conduite, Ecoulement uniforme, Vitesse d'écoulement, Equation de Manning.**

I. Introduction

L'assainissement par une définition devenu classique, consiste à évacuer par voie hydraulique le plus rapidement possible et sans stagnation les eaux usées provenant d'une agglomération humaine ou plus généralement d'un centre d'activité économique. Le bon fonctionnement d'un system d'assainissement est basé sur une bonne conception de l'aspect technique, sanitaire, écologique législatifs et économique. Ce qui nous intéresse ici et d'essayer de répondre à quelques questions techniques primordiales, soient la détermination des paramètres géométriques et hydrauliques des ouvrages fonctionnant à ciel ouvert, rarement en charge et plus particulièrement les conduites partiellement remplie[1], que les chercheurs n'ont pas cessé de y proposer des solutions oscillent entre des méthodes graphiques[2], semi-graphiques ou bien des tableaux qui restent tous limitées, imprécises ; ses dernières utilises la formule de Manning, destinée pour décrire l'écoulement à surface libre. Ce travail à pour but de proposer une démarche analytique, tire sa légitimité du développement mathématique, destiner pour dimensionner une conduite partiellement remplie.

II. Equation de Manning

L'utilisation de Manning pour calculer les caractéristiques hydraulique, mène à supposer que l'écoulement est uniforme, Cet à dire, la pente est la section transversale restent constante, une section transversale ne diffère rien des autres, et la vitesse reste constante tout le long d'un filet liquide [3].

L'équation de Manning peut être écrite sous les formes suivantes :

$$Q = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S\, i^{1/2} \qquad (1)$$

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3}\, i^{1/2} \qquad (2)$$

Où :

Q : est le débit écoulant dans la conduite.
R_h: Le rayon hydraulique.
n : coefficient déterminant l'état interne de la Paroi de la conduite.
S: la section mouillée.
I : la pente de la conduite.
V: la vitesse d'écoulement.

Les équations (1) et (2) peuvent êtres exprimées en fonction un angle, soit θ , où, elle décrit le taux de remplissage dans la conduite.

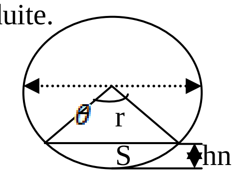

Fig. 1 Section d'écoulement partiellement remplie de Rayon « r »

D'après la figure 1:

$$Q = \frac{1}{n}\left(\frac{r^8}{2^5}\right)^{1/3}\left[\frac{(\theta-\sin\theta)^5}{\theta^2}\right]^{1/3} i^{1/2} \quad (3)$$

$$V = \frac{1}{n}\left(\frac{r}{2}\right)^{2/3}\left[\frac{(\theta-\sin\theta)}{\theta}\right]^{2/3} i^{1/2} \quad (4)$$

Où :

r : est le rayon de la conduite, soit : r = D/2, tel que D est son diamètre interne.

L'équation (3) et (4) pour les valeurs connues suivantes Q, n, i, D, ne peuvent êtres résolues qu'à partir des itérations longues [4].

Les graphes et les tableaux existant serrent aussi à résoudre les équations suscitées, mais ils restent imprécis et limités.

L'équation (4) peut être remplacée avec succès par une autre plus simple, qui est l'équation (05), elle peut être réécrite sous la forme [4]:

$$V = a\theta^{-2/5} \quad (05)$$

Avec :

$$a = \frac{1}{n}\left(\frac{r}{2}\right)^{2/3} K^{2/3} i^{1/2}$$

$$K = \left[\left(\frac{nQ}{i^{1/2}}\right)^3\left(\frac{2^5}{r^8}\right)\right]^{1/5}$$

III. Condition de vitesse moyenne maximale

Pour un écoulement effectué avec une vitesse moyenne maximal, il est impératif de vérifier la condition suivante :

$$PdS - SdP = 0 \quad (06)$$

Tel que :

p : est le périmètre mouillé.

S : Section mouillée.

$$P = \theta r \Rightarrow dP = rd\theta \quad (07)$$

$$S = \frac{r^2}{2}(\theta - \sin\theta) \Rightarrow dS = \frac{r^2}{2}(1 - \cos\theta)d\theta \quad (08)$$

La combinaison entre les équations (07) et (08) donne ce qui suit :

$$-\theta\cos\theta + \sin\theta = 0 \quad (09)$$

L'équation (09) nécessite une méthode itérative pour en résoudre, la méthode dichotomie [6], nous a donné ce qui convient : l'équation (09) est vérifiée pour $\theta = 257{,}584$, cette valeur a été obtenue pour un écart absolu égal à 10^{-6}.

L'équation (07) peut être réécrite comme suit :

$$PdS = SdP \quad (10)$$

$$\frac{ds}{s} = \frac{dp}{p} \quad (11)$$

D'après l'équation (07), (08) et (11) on peut obtenir après plusieurs simplifications la formule suivante :

$$r\sqrt{i} = \frac{nQ}{{\theta_{vmax}}^{3/5}} = \frac{nQ}{(4.49)^{3/5}} \quad (12)$$

Tel que :

θ : Taux de remplissage correspond à la vitesse max .

Au regard de l'équation (12) il est aisé de déduire que la détermination du diamètre est directe pour : n,Q,$i_{propos\ é}$, connus, et même se dit pour le calcul des pentes avec : n,Q,$D_{propos\ é}$, connus .

D'après nous essais sur la formule, qui a pour base de conception le principe du dégagement rapide, ce choix à la fin conduit à obtenir des vitesse d'écoulement très rapide, et ce dû à la nature de cette approche qui vise en premier lieu d'élaborer une approche destiner pour résoudre le problème de dimensionnement.

Pour éclaircir cette difficulté, suivant l'exemple qui suit :

Exemple 01 : soit une conduite circulaire, dont le coefficient de Manning$n = 0.013$, transporte un débit $= 1.05\ m^3/s$. Calculer le diamètre D pour une pente $i = 0.4\%$

Solution :

1) D'après l'équation (12) le diamètre peut être calculé comme suit :

$$D = \frac{nQ}{\sqrt{i}(4.49^{3/5})} = 175mm$$

2) Vérification de vitesse :

Basant sur l'équation (08), et l'hypothèse d'écoulement avec taux de remplissage correspond à θ_{vmax} :

$$v = \frac{Q}{s} = 50m/s$$

Cette vitesse est entièrement refusée, et ce dû aux problèmes qu'elle peut engendrer.

Avant de résoudre ce problème il est impérative de comprendre que la relation entre le diamètre est la pente est une relation proportionnelle, en plus les paramètres voire manipulable son la pente et le diamètre, car les autres sont imposés, de ce faite, nous pouvons déduire que la seule façon est de recourir à la tentative jusqu'à l'obtention des paramètres désirés.

A titre d'exemple, l'exemple passé devient :

Pour :

1) Dégagement avec taux de remplissageθ_{vmax} .
Nous proposons de varier la pente soit :
$i = 0.002\%$.
Le diamètre obtenu est de $D = 800mm$, et la vitesse : $v = 2.4m/s$ qui est une vitesse acceptable.

IV. Conclusion

Dans ce travail nous avons proposé une démarche analytique, destiner pour répondre au besoin de dimensionnement des conduites écoulant à ciel ouvert, mais il faut dire qu'elle est conseillée pour des applications limitées, et ce dû aux exigences techniques qu'elles imposent le calcul de ce type d'écoulement.

V. Référence

[1] L Zeghadnia. Computation of the pressurized turbulent flow in circular pipe. Badji Mokhtar university-Algeria. 2007.

[2]Chow V-T. Open channel hydraulics. Mc Graw-Hill, New York, 1959.

[3] M. Carlier, 1980. Hydraulique Générale, Eyrolles. , 1980.

[4] J.P.Giroud, B.palmer, and J.E.Dove, "Calculation of flow Velocity in pipes as function of flow rate", Géosynthétics International, Vol, 7, Nos. 4-6, 2000,pp. 583-600.

[5] L. Zeghadnia, L Djemil, L Houichi, N Rezgui . Détermination de la vitesse et la hauteur normale dans une conduite partiellement remplie[Estimation of the flow velocity and normal depth in partially filled pipe]. EJSR, Vol.37 No.4, 2009, pp.561-566.

[6] André Fortin, Analyse Numérique pour Ingénieur, Ecole polytechnique de Montréal, 1995.