

072

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF M'SILA

FACULTE DES SCIENCES ET DES SCIENCES DE L'INGENIEUR

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

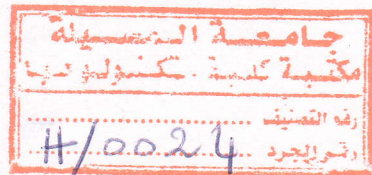
OPTION : Hydraulique urbaine

THEME :

Conception d'un outil informatique pour
L'équilibrage des réseaux d'AEP
(Maillés)

Présenté par :
M^r Guettaf Mohamed
M^r Ben Belaiche Mokhtar

Promotrice :
M^{me} Nemili. Zahra



PROMOTION 2009

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE		01
<u>Chapitre 01</u>		
Introduction et problématique		
1.1	Introduction	03
1.2	But de travail	03
1.3	Méthode de résolution	03
1.4	Exemple d'application	03
<u>Chapitre 02</u>		
Notions d'hydraulique		
2.1	Définitions	04
2.1.1	Propriétés spécifiques du liquide	04
1	Poids et masse	04
2	Masse spécifique (ρ)	05
3	Poids spécifique (ou poids volumique) \bar{W}	05
4	Densité (δ)	05
5	Coefficient de viscosité dynamique (μ)	05
6	Coefficient de viscosité cinématique (ν)	05
7	Pression	05
8	Tension superficielle –capillarité	06
2.1.2	Energie d'écoulement	06
2.1.2.1	Type d'énergie	06
2.1.2.2	Théorème de Bernoulli	06
3	Analyse des écoulements	09
3.1	Régime d'écoulement	09
3.2	Classification suivant Reynolds	09
3.3	Distribution des vitesses en régime laminaire	10
3.4	Les différents régimes d'écoulement d'après l'expérience de Reynolds	10
4	perte de charge	11
4.1	Pertes de charges linéaires	11
4.1.1	Rugosité absolue et Rugosité relative	12
4.1.2	Tuyaux lisses et tuyaux rugueux	12
4.1.3	Coefficient de perte de charge λ et diagramme de Moody	13
4.2	Les pertes des charges singulières	15
<u>Chapitre 03</u>		
Réseau d'alimentation en eau potable		
3.1	Méthodes d'alimentation d'un réseau d'alimentation en eau potable	16
3.1.1	Distribution gravitaire	16
3.1.2	Pompage combiné	16
3.1.3	Pompage direct	16
3.2	Schémas d'alimentation en eau potable	16
3.2.1	Schéma simplifié	16

3.2.2	Schéma à réservoir de Tête	17
3.2.3	Schéma à contre réservoir	18
3.3	Classification des réseaux d'alimentation en eau potable	18
3.3.1	<u>La classification selon la disposition des réseaux dans l'agglomération</u>	18
3.3.1.1	Réseau unique	18
3.3.1.2	Réseau en zones étagées	18
3.3.2	Classification selon la disposition des tronçons dans le réseau	18
3.3.2.1	<u>Les réseaux maillés</u>	18
3.3.2.2	Réseau ramifié	19
3.4	<u>Conception d'un réseau de distribution d'eau potable</u>	20
3.4.1	Principe de tracé d'un réseau maillé	20
3.4.2	<u>Types des matériaux des conduites</u>	20
1	tuyaux en acier	20
2	tuyaux en béton	20
2-1	Tuyaux en béton armé ordinaire	20
2-2	<u>Tuyaux en béton armé ordinaire en âme de tôle</u>	21
2-3	Tuyaux en béton armé précontraint	21
3	<u>tuyaux en amiante de ciment</u>	21
4	tuyaux en matériaux thermoplastiques	21
3.4	<u>Exigences relatives aux réseaux</u>	22
3.4.1	Consommation de pointe horaire	22
3.4.2	<u>Consommation journalière max durant un ou plusieurs incendies</u>	22
3.4.3	<u>Consommation journalière maximale en cas de bris d'une conduite secondaire ou principale</u>	23
3.4.4	Débit nécessaire pour combattre les incendies	23
3.4.5	<u>Situations particulières</u>	23
3.5	Norme appropriées a une étude	23
3.5.1	<u>Choix initiale de diamètre des conduites</u>	23
3.5.2	Pressions et vitesses à garantir dans un réseau de distribution	24
3.6	<u>Éléments constituant un réseau de distribution</u>	25
3.6.1	Réservoir	25
3.6.1.1	Fonction du réservoir	25
3.6.1.1.1	Fonctions techniques d'un réservoir	25
3.6.1.1.2	<u>Fonctions économiques d'un réservoir</u>	26
3.6.1.2	Classifications des réservoirs	26

3.6.1.2.1	Classification selon le matériau de construction	26
3.6.1.2.2	Classification selon la situation des lieux	26
3.6.1.2.3	Classification selon l'usage :	27
3.6.1.2.4	Classification selon des considérations esthétiques :	27
3.6.1.2.5	Classification selon la forme géométrique :	27
3.7.1.2	Pièces spéciales de raccords	31
<u>Chapitre 04</u>		
Méthode d'équilibrage des réseaux d'AEP (maillés)		
4.1	Principes de base	32
4.2	Méthodes de calcul	33
4.3	Méthode de Hardy Cross	33
4.3.1	Développement de la méthode	33
4.3.2	Les étapes à suivre lorsqu'on utilise la méthode de Hardy Cross	36
4.3.3	Choix de la formule de calcul du coefficient de perte de charge	37
4.4	Méthodes de corrections simultanées	38
4.4.1	Méthode matricielle par mailles	38
4.4.1.2	Méthode matricielle par nœuds	42
4.4.2	Méthodes directes	43
4.4.2.1	Méthode des débits	43
<u>Chapitre 05</u>		
<u>Programmation numérique et résultats</u>		
5.1	Programme de la méthode de Hardy Cross	46
5.1.1	Organigramme de la méthode Hardy cross	46
5.1.1.1	Elaboration du lexique	46
5.1.1.2	Organigramme principal	47
5.1.1.3	Organigramme de la subroutine calcul pression	48
5.1.1.4	Langage de programmation	49
5.1.1.5	Présentation du Programme de la méthode de Hardy cross	49
5.2	Programme de la méthode de matricielle par maille	49
5.2.1	Organigramme de la méthode matricielle par maille	49
5.2.1.1	Elaboration du lexique	49
5.2.1.2	Organigramme principal	51
5.2.1.3	Organigramme de la subroutine insert matrice	52
5.2.1.4	Organigramme de la subroutine inverse matrice	53
5.2.1.5	Organigramme de la subroutine calcul pression	54
5.3	Exemple d'application des deux programmes	56
	Conclusion générale	74

Résumé:

L'équilibrage des réseaux d'AEP, présent une tâche plus ou moins difficile, le problème devient plus complexe lorsqu'il s'agit d'un réseau maille vu le grand nombre de calcul à effectuer.

Dans ce travail on a réalisé deux programmes de calcul hydraulique qui résultent d'une étude approfondie des réseaux l'alimentation en eau potable, on a présente les étapes à suivre pour une approche numérique de l'équilibrage des réseaux maillés avec une seul amené en utilisant deux méthodes (Hardy Cross et matricielle).

Les programmes aussi établis permettant de calculer les différents paramètres de l'écoulement en charge (vitesses, débits final, perte de charge et pressions).

Ce travail présente un outil informatique pour l'équilibrage des réseaux maillé aussi qu'une étude comparative entre les deux méthodes d'équilibrage, en se basant sur les résultats donnés par l'Epanet.

Mots clés:

Réseau d'AEP maillé, équilibrage, méthode de Hardy Cross, Méthode matricielle.

المخلص:

ان موازنة الشبكات الخاصة بتوزيع المياه الصالحة للشرب تعد عملية صعبة، حيث تزداد تعقيدا عندما يتعلق الأمر بالشبكات ذات الشكل الحلقي نظرا لعدد العمليات الحسابية الكبير التي يجب إجراؤها.

في هذا العمل قمنا بإنشاء برنامجين حسابيين ناتجين عن دراسة معمقة لشبكات توزيع المياه الصالحة للشرب، حيث حددنا الخطوات الواجب إتباعها للحصول على موازنة الشبكات الحلقية الشكل ذات مدخل تغذية واحد باستعمال طريقة (Hardy Cross) وطريقة المصفوفات.

باستعمال البرنامجين يمكننا حساب مختلف خصائص الجريان داخل الأنابيب (السرعة، التدفق المصحح، الضغط...).

هذا العمل يمثل برنامج لموازنة الشبكات الحلقية لتوزيع المياه الصالحة للشرب كما انه يجسد مقارنة بين النتائج المحصل عليها باستعمال الطريقتين والنتائج المحصل عليها باستعمال (Epanet).

كلمات المفتاح :

شبكة المياه الصالحة للشرب، الموازنة، طريقة (Hardy Cross)، طريقة المصفوفات.