

Ministère de l'enseignement supérieure
et de la recherche scientifique



UNIVERSITE DE M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

Département d'hydraulique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme
De MASTER

FILIERE : Hydraulique

Option : Hydraulique Urbaine

THEME

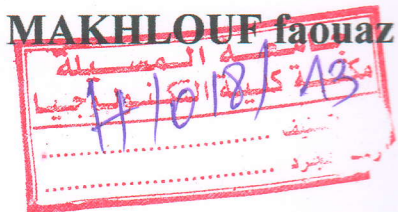
*Etude de la propagation des ondes du phénomène du coup
de Béliet par la méthode des caractéristiques*

Dirigé par :

Mr. M.HAMIDOU

Présenté par :

MAKHLOUF faouaz



Promotion: 2012/2013

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : Aperçu bibliographique

I.1. Introduction	3
I.2. Généralités	3
I.2. Types d'écoulements	3
I.2.1. Ecoulement permanent	3
I.2.2. Ecoulement non permanent	3
I.2.3. Ecoulement uniforme.....	3
I.2.4. Ecoulement non uniforme.....	4
I.2.5. Ecoulement transitoire	4
I.3. Types d'onde	4
I.3.1. Ondes linéaires.....	4
I.3.1. Ondes non linéaires.....	5
I.4. Phénomène du coup de bélier	5
I.4.1. Définition	5
I.4.2. Causes du coup de bélier	5
I.4.3. Risques dus aux coups de bélier	6
a. Cas de surpression.....	6
b. Cas de dépression	6
c. Fatigue de la canalisation	7
I.4.4. Analyse physique du phénomène du coup de bélier.....	7
I.4.5. Valeur de la célérité d'onde dans les conduites.....	10
I.4.6. Valeur numérique du coup de bélier	11
1) Cas de fermeture brusque	11
2) Cas de fermeture lente	13
I.4.7. Répartition du coup de bélier le long de la conduite	15
I.4.8. Représentation graphique du phénomène du coup de bélier	18
I.5. Conclusion	20
 Chapitre II : Equations de base et méthodes d'analyse du coup de bélier	
II.1. Introduction	21
II.2. Equations de SAINT VENANT	21
II.2.1. Equation de continuité	21

II.2.2. Equation dynamique.....	25
II.3. Les équations d'ALLIEVI	29
II.3.1. Interprétation des équations d'ALLIEVI	31
II.4.Méthode graphique de SCHNYDER-BERGERON	33
II.4.1. Principe de la méthode	34
II.4.2. Application à un cas général	39
II.4.3. Prise en compte de la perte de charge	43
II.5. Conclusion.....	44

Chapitre III : Méthode des caractéristiques

III.1. Introduction.....	46
III.2. Exposé mathématique de la méthode des caractéristiques.....	46
III.3. Hypothèses de base et problème posé.....	49
III.4. Application de la méthode à l'étude des phénomènes du coup de bélier.....	50
III.4.1. Schéma de la méthode des caractéristiques	52
III.4.2. Conditions initiales	53
a-) A la sortie du réservoir	53
b-) Au niveau de la vanne	54
III.4.3. Discrétisation des résultats obtenus dans le réseau.....	54
III.5. Exemple d'application	58
III.5.1. Affichage des résultats	59
III.5.1. 1. Cas sans pertes de charge	59
a-) Fermeture brusque	59
b-) Fermeture lente	62
III.5.1. 2. Cas avec pertes de charge	64
a-) Fermeture brusque	64
b-) Fermeture lente	67
III.5.2. Interprétations et résultants	69
III.6. Conclusion	70

Chapitre IV : Moyens anti-bélier

IV.1. introduction	71
IV. 2. Volants d'inertie	71
IV.3. soupapes de décharge	72
IV.3.1. Description générale	72
IV.3.2. Principe	74
IV.3.3. Domaine d'application	75

IV.3.4. Choix de l'appareil	75
IV.4 cheminées d'équilibre	76
IV.4.1. But de l'ouvrage	76
IV.4.2. Domaine d'application	76
IV.4.3. Types de cheminées	77
IV 4.3.1. Cheminée à étranglement	78
IV.4.3.2. Cheminée à épanouissement	78
IV.4.3.4. Cheminée différentielle	78
IV.5. Réservoirs d'air	79
IV.6. Tableau récapitulatif	80
IV.7. Calcul simplifié d'un réservoir d'air	81
IV.8. Exemple d'application	84
IV.8.1. Affichage des résultats	84
IV.9. Conclusion	84
Conclusion générale	

Bibliographie

Annexes

Figure II.6 : Courbe gravitaire	2
Figure II.7 : Représentation des deux maux P et I	7
Figure II.8 : Représentation graphique de la solution	14
Figure II.9 : Prépare de MERGLER pour le cas général	12
Figure II.10 : Prise en compte des pertes de charge dans une pipe de longueur	18
Figure II.11 : Prise en compte des pertes de charge dans une pipe de longueur (D en mm)	44
Figure III.1 : Étude des fonctions	14
Figure III.2 : caractéristique Courbe gravitaire	19
Figure III.3 : schéma numérique	32
Figure III.4 : schéma numérique sortie du réservoir	34
Figure III.5 : schéma numérique au niveau de la vanne	54
Figure III.6 : schéma de maillage	36
Figure III.7 : schéma de l'exemple	58
Figure III.8 : évolution de la vitesse à la vanne (sans p.d.c. Permeteur brisé)	59
Figure III.9 : évolution de la vitesse au point milieu (sans p.d.c. Permeteur brisé)	60
Figure III.10 : évolution de la vitesse dans le réservoir (sans p.d.c. Permeteur brisé)	60

Résumé

Dans les réseaux d'adduction et de distribution d'eau sous pression. Les problèmes qu'ils rencontrent, le plus fréquent est le coup de bélier. C'est cette dernière qui sera abordée dans notre travail telle que nous étudie de la propagation des ondes du phénomène du coup de bélier par la méthode des caractéristiques. Qui on a transformant les équations physiques à des équations numériques. Travers l'étude qu'on a entamé les cas les plus simple et les plus fréquents rencontrés dans les installations hydrauliques. Enfin on déduit les valeurs des pressions et des vitesses varie suite aux temps fermetures des vannes et caractéristiques des conduites.

ملخص

في شبكات نقل وتوزيع الماء تحت الضغط ، المشاكل التي تصادفنا والأكثر شيوعاً صدمة الضغط ، هذه الأخيرة تناولناها في عملنا حيث قمنا بدراسة انتشار أمواج ظاهرة صدمة الضغط باستعمال méthode des caractéristique حيث قمنا بتحويل المعادلات الفيزيائية إلى معادلات رقمية. في دراستنا تطرقنا إلى الحالة البسيطة والأكثر شيوعاً لنخلص في الأخير أن قيم الضغط والسرعة تتغيران بتغير مدة غلق الصمام وخصائص القناة.

Abstract

In the transmission and distribution networks of water under pressure. The problems they face, the most common is coup belier. It is the latter that will be addressed in our work as we study the spread of the phenomenon of coup belier by the method of characteristics. Which was transforming the physical equations of numerical equations, through the study we began the simplest and most frequent encountered in hydraulic systems case? Finally deduce the values of the pressures and speeds will vary in response to time of the valves and closures for pipes.