

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Méthodes de calcul du moyen anti béliier dans les conduites de refoulement.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0005-21

APA Citation (توثيق APA):

Herri, Ibtissam (2021). Méthodes de calcul du moyen anti béliier dans les conduites de refoulement[Thèse de master, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بثمين الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات، مبداعات، مقالات، دوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



MEMOIRE DE MASTER

Pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique

**Option: CONCEPTION DES SYSTEMES D'ALIMENTATION
EN EAU POTABLE**

THEME :

**METHODES DE CALCUL DES MOYENS ANTI BELIER
DANS LES CONDUITES DE REFOULEMENT**

**Présenté par :
HERRI Ibtissam**

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
AMMARI Abdelhadi	M.C.A	Président
HACHEMI Abdelkader	M.C.B	Examinateur
BELLABAS Salima	M.A.A	Examinatrice
KAHLERRAS Malika	M.C.B	Promotrice

Session Avril 2021

ملخص:

غالبا ما تسبب التغييرات في الحالة الثابتة لتدفق السائل في الأنبوب تغييرات مفاجئة في الضغط وتؤدي إلى ما يسمى بالتدفق العابر تحت الحمل. لذلك، تهدف دراسة ظاهرة التدفقات العابرة تحت الحمل إلى تحديد ما إذا كان الضغط في النظام بأكمله ضمن الحدود المقررة، بعد حدوث اضطراب في التدفق.

عند تحديد نطاق دراسة المطرقة المائية، سيتم النظر في الاختلافات في السرعة أو التدفق والضغط الناتج عن التشغيل غير السليم للنظام، والتشغيل العادي، وعمليات الطوارئ.

تقدم دراستنا نمذجة رقمية لظاهرة التدفقات العابرة في الأنابيب المحملة مع هندسيات القسم المعقدة أو المتغيرة. يتم استخدام طريقة الخصائص لحل معادلات "Saint-Venant"، والتي تتكون من معادلتين: معادلة الحفاظ على الكتلة (الاستمرارية) ومعادلة حفظ الزخم (الديناميكية).

باختصار، هدفنا النهائي يتمثل في تنفيذ برنامج يجعل من الممكن الحصول على دقة مقبولة لخزان الهواء من خلال تقديم الاستخدام البياني لطرق "Vibert" و "Bergeron".

الكلمات المفتاحية

التدفق العابر، طريقة الخصائص، المطرقة المائية.

Résumé :

Les changements du régime permanent d'écoulements d'un fluide dans une conduite, entraînent souvent des brusques variations des pressions et donnent naissance à ce qu'on appelle les écoulements transitoires en charge. Donc l'étude du phénomène des écoulements transitoires en charge vise à déterminer si la pression dans l'ensemble d'un système est à l'intérieur des limites prescrites, suite à une perturbation de l'écoulement.

En définissant l'étendu d'une étude du coup de bélier, on prévoira l'examen des variations de vitesse ou de débit et de pression qui résultent de mauvaise opération du système, de son opération normale et des opérations d'urgence.

Notre étude présente une modélisation numérique du phénomène des écoulements transitoires dans les conduites en charge à géométries complexe ou a sections variables. La méthode des caractéristiques est utilisée pour résoudre les équations de "Saint-Venant", qui

sont composées d'un couple d'équations : l'équation de conservation de la masse (continuité) et l'équation de conservation de la quantité de mouvement (dynamique).

En somme notre objectif final consiste à réaliser un programme qui permettra d'avoir une précision acceptable du réservoir d'air en rendant l'utilisation graphique des méthodes de « Vibert » et de « Bergeron ».

Mots-clés

Ecoulement transitoire, méthode des caractéristiques, coup de bélier.

Abstract:

The changes of the steady flow of fluid in a pipe, often lead to sudden variations in pressure and give what is called the transient flows in closed conduit. So the study of the phenomenon of transient flows in charge is to determine whether the pressure in the entire system is within the prescribed due to a disruption of the flow limits.

Defining the extent of a study of water hammer, it will include consideration of changes in speed or flow and pressure resulting from improper operation of the system, its normal operation and emergency operations.

Our study presents a numerical modeling of the phenomenon of transient flows in pipes over complex geometries or variable sections. The method of characteristics is used to solve the equations of "Saint-Venant", which consist of a pair of equations: the equation of conservation of mass (continuity) and the equation of conservation of momentum (dynamic).

In short, our final objective consists in carrying out a program which will make it possible to have an acceptable precision of the air reservoir by making the graphic use of the methods of « Vibert » and « Bergeron ».

Keywords

Transient flows, method of characteristics, water hammer

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale.....	01

CHAPITRE I : Etude bibliographique sur le coup de bélier

I.1. Introduction.....	02
I.2. Aperçu historique sur le coup de bélier	02
I.3. Conclusion	21

CHAPITRE II : Equations gouvernant le phénomène du coup de bélier et méthodes de résolution

II.1. Introduction.....	22
II.2. Equations de Saint-Venant.....	22
II.2.1. Equation de continuité.....	22
II.2.1.1. Expressions des contraintes dans les tuyaux sous pression.....	22
A. Contrainte σ_2	23
B. Contrainte σ_1	24
II.2.1.2. Expression de l'équation de continuité	25
II.2.1.2.1. Variation de longueur de l'élément liquide	25
II.2.1.2.2. Variation de la masse volumique de l'élément liquide.....	26
II.2.1.2.3. Variation de section de l'élément liquide	26
II.2.2. Equation dynamique	28
II.3. Equations aux caractéristiques.....	32
II.4. Equations d'ALLIEVI	35
II.5. Les méthodes de résolution.....	37
II.5.1. Méthode des caractéristiques.....	37
II.5.2. Méthodes des volumes finis.....	37

II.5.3. Méthode des éléments finis.....	38
II.5.4. Méthode de Louis Bergeron.....	38
II.6. Conclusion	39

CHAPITRE III : Moyens de protection anti-bélier

IV.1. Introduction.....	40
IV.2. Les risques dus aux coups de bélier	40
IV.3. Moyens de protection anti-bélier	41
IV.3.1. Le volant d'inertie.....	41
IV.3.2. Les soupapes de décharge	42
IV.3.3. Les ventouses (Les reniflards).....	43
IV.3.4. Les réservoirs d'air.....	44
IV.3.5. Les clapets d'entrée d'air.....	44
IV.3.6. Les cheminées d'équilibre.....	45
IV.4. Conclusion.....	46

CHAPITRE IV : Méthodes de calcul des moyens anti-béliers

Introduction.....	47
Calcul du volume de réservoir d'air anti bélier.....	47
La méthode de VIBERT.....	47
La méthode de PEUTCH et MEUNIER.....	48
La méthode de BERGERON.....	50
Principe de calcul.....	51
Application des étapes du calcul pour un réservoir d'air.....	52
a) Cas de la montée de l'eau	54
b) Cas de la descente de l'eau	56
Elaboration d'un programme de calcul de la méthode de BERGERON.....	58
Application à la station de pompage de Djerma.....	61
Conclusion.....	62
Conclusion générale.....	63
Références bibliographiques	

Introduction générale :

Le coup de bélier est un ensemble des phénomènes hydrauliques complexes provenant de la modification brutale du champ de vitesse et de pression dans une conduite.

L'importance de l'étude du coup de bélier est extrêmement grande. L'amplitude et la soudaineté des surpressions et dépressions qui sont mises en jeu peuvent détériorer la conduite ou les organes qui y sont branchées. Il est nécessaire par conséquent d'empêcher la production de telles perturbations ou du moins de les atténuer.

Dans l'optique d'une meilleure compréhension du phénomène, on se propose, dans le cadre de ce mémoire, de faire une étude sur méthode de calcul des moyens anti béliers dans la conduite de refoulement. Notre travail sera présenté sous quatre principaux chapitres :

Nous entamerons notre travail par un aperçu historique sur le phénomène transitoire.

Dans le deuxième chapitre, nous allons établir les équations de base des écoulements non permanents dans le cadre d'une analyse du régime transitoire pour une quantification du phénomène, et leurs méthodes de résolution.

Dans le chapitre qui suit, nous nous illustrerons les moyens de protection contre ce phénomène.

Enfin, nous allons voir les méthodes de calcul des moyens anti-béliers et on fait une application numérique pour un cas réel (station de pompage de Djerma).