



N° Ref :.....

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de Technologie

Département de sciences et Techniques

**Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme
LICENCE ACADEMIQUE
En Hydraulique
Spécialité : Sciences Hydrauliques**

Thème

***Etude de l'écoulement à surface libre
(Cas ressaut hydraulique)***

Préparé par :

**Azioui Asma
Bouzit Youssef
Hammoudi Mounira
Labed Ahmed**

Dirigé par : Dr : M.Bensouici

Année universitaire : 2013/2014

Dédicaces

***Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail,
en signe de respect et de reconnaissance envers :***

Nos mères et Nos pères.....

***Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel
dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.***

Je le dédie également à Nos frères et Nos sœurs.

***M.Bensalah Med Cherif pour sa contribution dans notre
travail.***

***M.Zineb enseignante à l'université de Constantine pour
son aide.***

***En un mot, à toute nos familles, nos amis et tous ceux qui
ont contribué de prés ou de loin à notre formation.***

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier DIEU, grâce à lui nous avons terminé ce travail.

Je tiens à remercier vivement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à notre formation, et en particulier au

Dr: M. Bensouici mon encadreur qui nous' a aidé à travers ses conseils, son encouragement et ses orientations.

Nous tiens à remercier aussi M. Ben Salah Cherif et Madame Zineb.

Sommaire

Dédicaces.....	2
Remerciements.....	3
Sommaire.....	4
Introduction générale et objectif du travail.....	6
Classification des écoulements à surface libre.	
a) Ecoulement uniforme et non uniforme.	
b) Ecoulement permanent et non permanent.	
c) Ecoulement Laminaire et Turbulent.	
d) Ecoulement fluviale, critique et Torrentielle.	
Le ressaut hydraulique:.....	7
Chapitre I : L'hydraulique et ses applications.....	10
I. 1- Définition de l'hydraulique.....	6
II. 2- Les Applications de l'hydraulique :.....	11
• alimentation en eau potable	11
• Canaux d'irrigation	11
• La production d'électricité	12
• canaux d'assainissement	13
• les barrages.....	14
Chapitre II : Etude bibliographique.....	16
Conclusion générale.....	21
Références.....	22

Introduction générale et objectif du travail

Introduction générale et objectif du travail

L'hydraulique à surface libre se distingue de l'hydraulique en charge par l'existence d'une surface libre, c'est-à-dire d'une surface où l'écoulement est en contact direct avec l'air : le gradient de pression peut plus être le moteur de l'écoulement, c'est la gravité qui joue plutôt ce rôle.

L'écoulement à surface libre est caractérisé par l'existence d'une surface libre en contact direct avec l'air ambiant, donc la surface de l'écoulement à une pression égale à la pression atmosphérique.

L'écoulement dans les conduites fermées à la pression atmosphérique, ou lorsque le niveau d'eau est égal au diamètre de la conduite est aussi un écoulement à surface libre.

Dans ce cas la force prédominante est celle de la gravité, le mouvement est dû principalement à la pente du canal.

Les écoulements à surface libre sont classés en différents types :

a)- Ecoulement uniforme et non uniforme :

L'écoulement est uniforme si pour une longueur donnée du canal, la vitesse, la profondeur, la pente et la section du canal restent constantes.

Dans ce cas la ligne de charge, la surface d'eau ainsi que le radier sont parallèles.

b)- Ecoulement permanent et non permanent :

Si les caractéristiques de l'écoulement (Vitesse, profondeur, débit) restent constantes dans une section du canal, et ne change pas par rapport au temps, l'écoulement est dit permanent.

c)- Ecoulement Laminaire et Turbulent :

L'écoulement est dit laminaire si le nombre de Reynolds est inférieur à 500 ou 600.

d)- Ecoulement Fluviale, Critique et Torrentielle :

L'écoulement est supposé fluvial si le nombre de Froude est inférieur à 1.

Parmi les phénomènes existant dans l'écoulement à surface libre, on cite le ressaut hydraulique.

Est un phénomène couramment observé lors d'écoulements hydrauliques à ciel ouvert tels des rivières ou des déversoirs. Lorsque le fluide subit une perte importante de vitesse, la surface de l'écoulement s'élève brusquement. L'énergie cinétique est transformée en énergie potentielle et en turbulence, qui se traduit par des pertes irréversibles de charge. Le flot, qui était rapide, ralentit et s'empile sur lui-même à la manière d'une onde de choc supersonique.

Ce phénomène dépend de la vitesse initiale du fluide. Si cette vitesse est inférieure à la vitesse critique, aucun ressaut n'est possible. Lorsque la vitesse du liquide n'est pas nettement supérieure à la vitesse critique, la transition apparaît comme un système d'ondes. Si la vitesse du flot devient plus grande, la transition est de plus en plus abrupte, jusqu'à ce que la zone de transition se brise et s'enroule sur elle-

même. Lorsque ce phénomène se produit, le ressaut apparaît, en conjonction avec une violente turbulence, la formation de rouleaux et de Vagues.

Le ressaut hydraulique se caractérise par une variation importante et croissante de la hauteur d'eau de l'amont vers l'aval du phénomène sur Une courte distance. Dans la plupart des cas, une agitation importante de la surface libre permet rapidement de localiser le phénomène, comme par exemple dans le cas d'un ressaut fort.

Il est l'un des phénomènes les plus complexes en hydraulique à surface libre. Les connaissances actuelles sur le ressaut hydraulique ne sont pas encore suffisamment étendues pour que l'écoulement interne soit parfaitement compris.

Pour le ressaut hydraulique on cite quelques exemples :

- Le ressaut hydraulique stationnaire ou le flot rapide se transforme en un flot plus lent (**voir les figures 1 et 2 et 3**)



- Figure 1 : Canoë franchissant un ressaut hydraulique sue la [CanolfanTryweryn](#), en [Pays de Galles](#)



- **Figure 2 :** Un exemple de courant de ressaut hydraulique qui se manifeste par une onde circulaire stationnaire autour du jet d'eau. Le ressaut se trouve là où le cercle est stationnaire et où la turbulence est visible.



Figure 3 : Exemple ressaut hydraulique

Chapitre I

L'Hydraulique et ses applications

Chapitre I : L'hydraulique et ses applications

I. 1. Définition de l'hydraulique:

L'hydraulique: a pour racine le mot grec hydro (eau), Hydraulique c'est science et technique qui traduit des lois régissant la stabilité et l'écoulement des liquides et des problèmes posés par l'utilisation de l'eau.

L'hydraulique est une branche indispensable dans le système Socio-économique, Les observations effectuées sur les écoulements ont produit une somme considérable d'appréciations qualitatives et quantitatives que les progrès de l'informatique ont pus ces dernières décennies, mettre sous forme numérique.

Les civilisations anciennes ont émergé le long des rivières qui fournissent de l'eau pour l'agriculture, les Egyptiens de plantation autour de la terre de l'an 5000 av. j.-c. Qui s'est avéré faire les zones d'inondation de fleuve du Nil. Et ensemble vers 3000 av. J.-C. construits de systèmes contenant une eau de canaux de navigation soignée du Nil dans leurs champs. À cette époque construite également une irrigation massive des projets en Chine et Inde et Asie du Sud-ouest et du Moyen-Orient comme l'Irak et la Jordanie.

Utilisez les Indiens au Mexique et au Pérou vers les rivières 800 av. j.-c. À planter du maïs. Les Espagnols trouvent en entrant dans le pays au XVIe siècle, les grandes civilisations basées sur l'agriculture de l'irrigation, les scientifiques estiment que les Indiens d'Amérique ils atterrissent des milliers d'hectares de terres avant le septième siècle, dans les zones connues aujourd'hui, Arizona.

L'eau est la substance la plus commune sur terre et couvre plus de 70 % de la surface terrestre. Remplir l'eau des Océans, rivières, lacs et souterrain et dans l'air que nous respirons et partout. Et Jack sans eau, Tous les organismes vivants (plantes, animaux, humain) doivent avoir de l'eau pour vivre. En fait, tous les organismes vivants sont souvent consistant d'eau, et les deux tiers du corps humain est composé d'eau et les trois quarts du corps du poulet de l'eau. Quatre cinquièmes du fruit de l'ananas de l'eau. Certains physiciens pensent que la vie elle-même a commencé dans l'eau en eau de mer salée.

II. 2. Les Applications de l'hydraulique :

L'hydraulique s'applique dans plusieurs domaines :

- ❖ Alimentation en eau portable : l'hydraulique assure l'alimentation en eau portable à travers au système de canalisation jusqu' aux consommateurs, (**voir figures**).



- ❖ Canaux d'irrigation : les canaux d'irrigation étaient traditionnels pour assurer la vie agricole et avec le temps et les recherches elle est devenue moderne – rapide et économique, (**voir figures**).



- ❖ La production d'électricité : L'hydraulique est toujours contribué dans la production de l'électricité par les turbines.

Ces provoquées dans le temps par des mouline traditionnels de venue après civilisation des génératrices, (**voir figures**).



- ❖ [canaux d'assainissement](#) : les canaux d'assainissement pavoisent le transport des eaux usées vers les barrages qui seront par vue système de purification et traitement utilisées comme eau portable, (**voir figures**).



- ❖ les barrages : les barrages sont des réservoirs des eaux usées pluvieuses et rivières, (**voir figures**).



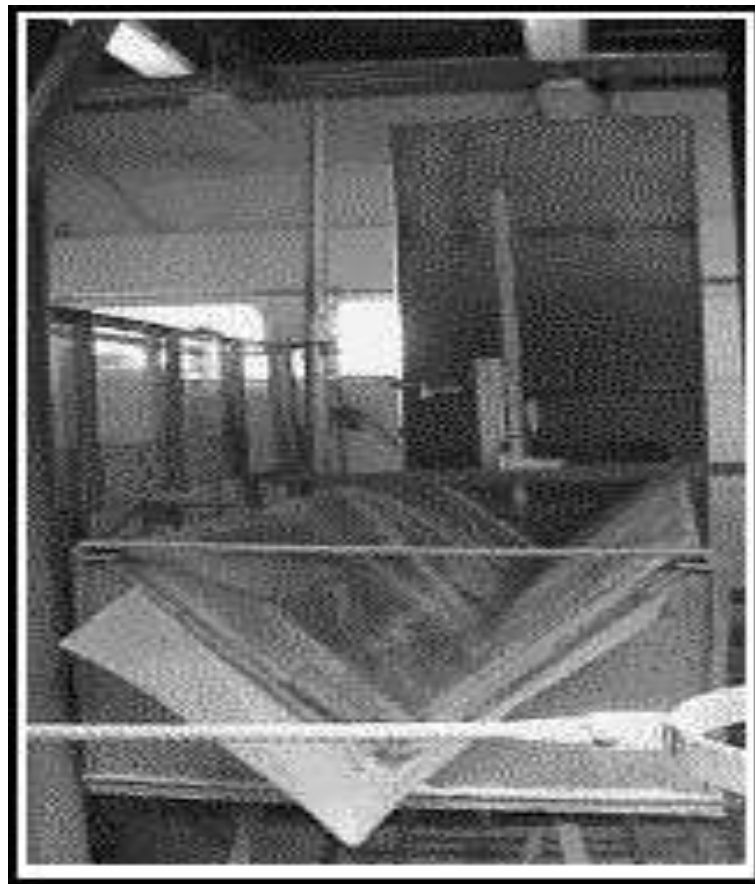
Chapitre II

Etude bibliographique

Chapitre II : Etude bibliographique

Plusieurs canaux ont été réalisés dans ce domaine :

- [1]** M.DEBABECHE & B.ACHOUR a fait une étude expérimentale dans un laboratoire (**voire figure**); L'objectif de cette expérience est basé sur la comparaison entre les caractéristiques du ressaut contrôlé et forcé par seuil, afin de tirer l'influence l'un seuil sur les caractéristiques du ressaut hydraulique dans canal à différentes sections. Ce travail présente de multiples avantages lorsqu'elle est appliquée dans les raies d'irrigation.



- [2]** Mr MANSRI a fait une étude de l'influence du seuil sur le ressaut hydraulique en canal triangulaire et a pour but d'analyser théoriquement et expérimentalement le ressaut hydraulique en canal triangulaire, a fin d'éviter d'importantes modifications du lit de la rivière situé à l'aval.

[3] RIGUET Ferhat l (à pente positive un angle de $72,68^\circ$) a fait une théorique et exemple (**voire figure**).

L'objectif de cette expérience, est de quantifier la longueur relative dans la gamme de valeurs testées de la pente du canal, afin de l'influence du paramètre pente du canal sur les autres caractéristiques.

Les caractéristiques étudiées sont: le débit volume Q , la longueur du rouleau,

Les hauteurs conjuguées à l'aval du ressaut;

La pente du canal par rapport à l'horizontale (l'angle α);

La longueur du ressaut.



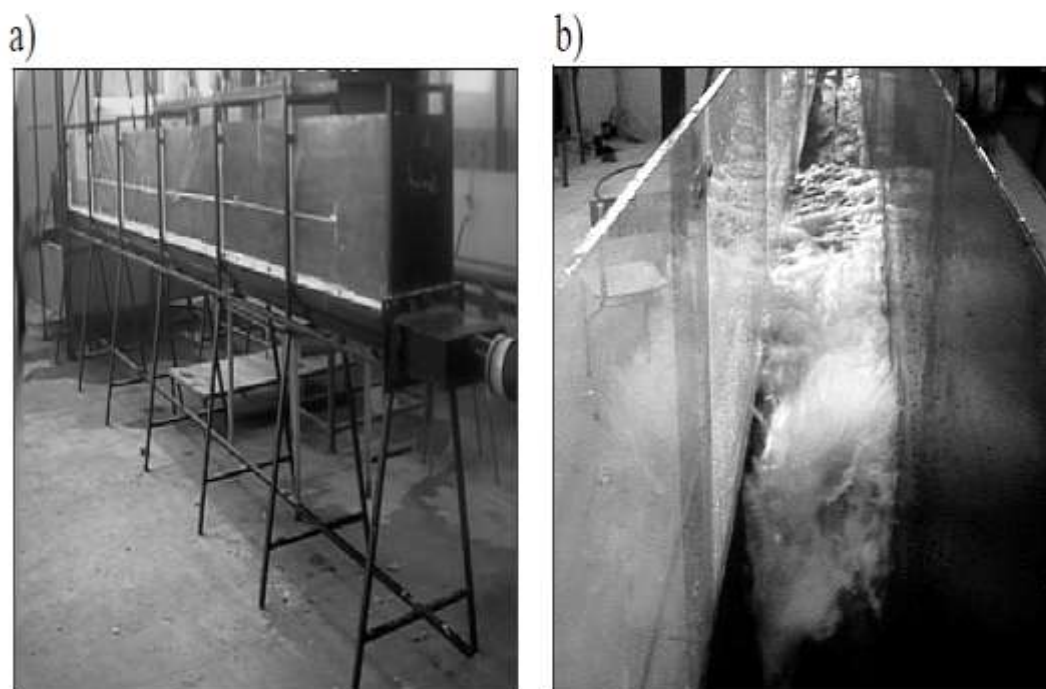
[4] M. BENMALEK Ahmed l'objet de notre étude expérimentale le ressaut hydraulique, dans un canal trapézoïdale symétrique à angle d'inclinaison du talus de 73° et de hauteur initiale h_1 et de longueur $L_0 = 100$ cm. (**voire figure**).

Le but principal de notre étude expérimentale est d'étudier les caractéristiques de deux types de ressaut hydraulique, à savoir, le ressaut contrôlé par marche positive et le ressaut de type A, forcé par marche positive évoluant dans un canal trapézoïdal. Pour ces deux types du ressaut hydraulique nous allons déterminer : le débit volume Q , la hauteur initiale h_1 , mesurée au pied du ressaut par les ouvertures des convergents, la hauteur finale h_2 à l'aide du limnimétrie, mesurée au droit de la marche positive pour le cas du ressaut contrôlé et sur la marche pour le ressaut type A, la hauteur s de la marche, la longueur L_r

du rouleau, mesurée à l'amont immédiat de la marche pour le cas du ressaut contrôlé et au droit de la marche pour le cas du ressaut type A et la position x de la marche



[5] Mr HACHEMI Ali a fait une étude, qui a concerné le ressaut hydraulique (**voire figure**). contrôlé par seuil à paroi mince en canal profilé en “U” et a pour but d’analyser théoriquement et expérimentalement le ressaut hydraulique contrôlé et le ressaut de type A forcé par marche positive en canal profilé en U. Cette étude a permis de trouver avec de bonnes corrélations des relations empiriques montrant, entre autres, l’effet de la marche sur les caractéristiques de ce type de ressaut et aussi d’évaluer les caractéristiques essentielles intervenant au phénomène du ressaut à partir conditions initiales ,et surtout trouver des paramètres adimensionnels relatifs au control du ressaut ,a fin de mener à bien les expérimentations réalisées sur le ressaut évoluant dans un canal profilé en U.



[6] BENABDESSELAM ABDERRAHMANE a fait une étude concerne les caractéristiques géométriques du ressaut et en particulier les rapports des hauteurs conjuguées du ressaut noyé et dénoyé du canal triangulaire, et leurs homologues du canal rectangulaire pour pouvoir comparer les secondes hauteurs conjuguées, partant du principe de conserver la première hauteur.

[7] Mr TAMIM DJAMAL a fait une étude du ressaut hydraulique évoluant dans an canal triangulaire symétrique à angle d’ouverture de 90 à pente négative nous décrirons en premier lieu le protocole expérimental constitué du canal triangulaire des appareils st instruments utilisés pour la mesure des caractéristiques du ressaut hydraulique nous entamerons en second lieu la procédure expérimentale suivie durant les essais.

[8] Dans laboratoire LARHYSS (en Biskra) a fait une étude ressaut hydraulique classique et contrôlé dans quelques profils de canaux : l'expérimentation a montré qu'en règle générale, le ressaut est bien régi par l'équation de la quantité de mouvement quelque soit la forme Du canal considéré, le présent travail présente les travaux effectués par le laboratoire LARHYSS (en Biskra) et relatifs au ressaut dans quelque profils géométriques de canaux : le canal profilé en U circulaire et triangulaire.

[9] Achour Bachir a fait une étude, d'un point de vue théorique et expérimental, le ressaut hydraulique, dans un canal trapézoïdal symétrique, incliné d'une pente positive (**voire figure**), Des relations fonctionnelles, en terme adimensionnel, liant les différentes caractéristiques du ressaut, faisant apparaître l'influence de la pente du fond du canal, ont été proposées. Les équations obtenues sont représentées en termes adimensionnels, afin de permettre leur utilisation dans la pratique. Abstract: This memory aims to study, from a theoretical and experimental point of view, the hydraulic jump in a sloped trapezoidal symmetrical channel of a positive slope. Functional relationships, linking the various characteristics of the jump, showing the influence of the channel bottom slope, were proposed. The obtained equations are represented in non-dimensional terms to allow their use in the practice.



Conclusion générale

L'hydraulique est une activité les plus anciennes de la civilisation humaine, puisqu'elle commande toutes les utilisations de l'eau.

Le ressaut hydraulique a fait l'objet de nombreuses études entre autre l'analyse des mesures de turbulence dans des écoulements liquides le choix d'un phénomène hydraulique important a savoir le ressaut hydraulique permettait de réunir plusieurs condition particulièrement intéressantes un écoulement d'eau en canal ouvert un écoulement dans un état supercritique représentant le nombre de Froude de l'écoulement enfin un écoulement double phase du au fort entrainement d'air dans le rouleau du ressaut par ailleurs ce choit permettait d'apporter une contribution a phénomène naturel bien connu et très souvent utilisé en pratique mais encore peu compris

Nous avons étudié deux chapitres dans notre mémoire :

Le premier chapitre, on a fait une étude sur l'hydraulique et ses applications.

Le deuxième chapitre est basé sur l'étude bibliographique. Dans cette partite nous avons résumé neuf thèses et mémoires.

Références

- [1]- M.DEBABECHE & B.ACHOUR, the Université Mohamed Khider – Biskra – Algérie;
- [2]- Mr MANSRI Naïm, Université Mohamed Khider – Biskra– Algérie ;
MEMOIRE DE MAGISTER EN HYDRAULIQUE **ressaut hydraulique contrôle par marche positive dans un canal triangulaire ** ; Soutenu le : 2006.
- [3]- RIGUET Ferhat, 2012 Université Mohamed Khider – Biskra– Algérie ;
Mémoire présentée en vue de l'obtention Du diplôme de Magister en Hydraulique
**Étude théorique et expérimentale du ressaut hydraulique évoluant dans un canal trapézoïdal incline **.
- [4]- BENMALEK Ahmed 2012 Mémoire présenté en vue de l'obtention du
Diplôme de Magister Ressaut hydraulique en canal triangulaire)
- [5] - Mr HACHEMI Ali 2008 Ingénieur d'Etat en Hydraulique thème le (Ressaut
hydraulique contrôle par marche positive dans canal de section droite profile en U)
- [6]- BENABDESSELAM ABDERRAHMANE 2002 Ingénieur d'Etat en
Hydraulique (Mémoire de magister en hydraulique contribution a l'étude du ressaut)
- [7]- Mr TAMIM DJAMAL 2008 Ingénieur d'Etat en Hydraulique (Ressaut
hydraulique en canal triangulaire en contre pente)
- [8]- Etude dans laboratoire [LARHYSS](#) (en Biskra) en 2001.
- [9]- Achour Bachir, the Université Mohamed Khider – Biskra – Algérie;