

SOMMAIRE

Chapitre I

GENERALITES SUR LES CANAUX ET ECOULEMENT DANS LES CANAUX

I. Les canaux	1
I.1. Type de canaux	1
I.1.1. Les canaux naturels	1
I.1.2. Les canaux artificiels	1
I.2. Géométrie des canaux	2
II. Ecoulement dans les canaux	5
II.1. Types d'écoulement	5
II.2. Régimes d'écoulement	6
II.2.1. Classification selon le nombre de <i>Reynolds</i>	6
II.2.2. Classification selon le nombre de <i>Froude</i>	7

Chapitre II

CALCUL DES CONDUITES ET CANAUX

Ecoulement uniforme

PARTIE I

Calcul des canaux	8
I. Définition de l'écoulement uniforme	8
II. Coefficient de frottement, coefficient de résistance de l'écoulement et vitesse d'écoulement	9
II.1. Equation de <i>Darcy – Weisbach</i>	9
II.2. Formule de <i>Manning – Strickler</i>	9
II.3. Formule de <i>Chézy</i>	11
II.3.1. Formule de <i>Bazin</i>	11
II.3.2. Formule de <i>Ganguillet et Kutter</i>	12
II.3.3. Formule de <i>Kutter</i>	12

II.3.4. Formule de <i>Manning</i>	12
II.3.5. Formule de <i>Strickler</i>	14
II.4. Rugosité composée	14
III. Calcul de débit, Fond fixe	14
III.1. Débitance	15
III.2. Profondeur normale	15
III.3. Section composée	15
III.4. Section de débit maximal	16
IV. Calcul de débit, fond mobile	17
IV.1. Tension due aux forces de frottement	17
IV.2. Vitesse de frottement	18
IV.3. Ondulation du fond mobile	18
IV.4. Coefficient de frottement, fond mobile	20
IV.4.1. Calcul directe de f	20
IV.4.2. Calcul de f''	21
IV.4.2.1. 1 ^{ère} relation	21
IV.4.2.2. 2 ^{ème} relation	22
IV.5. Calcul de débit	23
IV.5.1. Vitesse de sédimentation	24
IV.5.2. Vitesse critique	24
IV.5.3. Répartition de tension	26
IV.5.4. Section stable	27
V. Energie spécifique	29
V.1. Courbe d'énergie spécifique	29
V.2. Courbe de débit	30

PARTIE II

Calcul des conduites.....	32
Exemple d'application	33
Solution	33

Chapitre III

ÉCOULEMENTS GRADUELLEMENT VARIÉS

(Courbes de remous)

I. Equation de la surface libre	35
II. Pente critique	36
III. Forme de la surface d'eau	36
IV. Calcul de la surface d'eau	38
IV.1. Méthode par approximations successives	38
IV.1.1. Méthode des tronçons (Δx est fixée)	41
IV.1.2. Méthode des variations de profondeur (Δh est fixée)	42
IV.2. Méthode par intégration directe	42
IV.2.1. Méthode de <i>Bresse</i> (Canal rectangulaire large)	43
IV.2.2. Méthode de <i>Bakhmeteff</i>	44
IV.2.3. Méthode de <i>Chow</i>	46
IV.3. Méthode par intégration graphique	48

Chapitre IV

ÉCOULEMENT RAPIDEMENT OU BRUSQUEMENT VARIÉ

(Ressaut hydraulique)

I. Introduction	49
II. Caractéristiques du ressaut hydraulique	49
II.1. Longueurs du ressaut	49
II.2. Hauteurs (profondeurs) du ressaut	50
II.3. Nombre de <i>Froude</i> , IF_1 , caractérisant l'écoulement incident	50
II.4. Charge totale initiale	50
II.5. Rendement du ressaut	51
III. Equation de mouvement	51
IV. Forces de pression hydrostatiques F_1 et F_2 appliquées sur les sections 1 et 2	52

V. Rapport des hauteurs conjuguées	53
VI. Longueurs caractéristiques du ressaut en canal rectangulaire	55

Chapitre V

LE COUP DE BELIER

I. Définition du phénomène de coup de bélier	56
II. Hypothèses de base – Intervention de la compressibilité de l'eau et de l'élasticité des enveloppes	57
III. Equations différentielles du régime variable (Equations d'Alliévi)	57
III.1. Théorème des quantités de mouvement	58
III.2. Equation de continuité, compte tenu de la compressibilité de l'eau et de l'élasticité de la conduite	59
III.2.1. Compressibilité de l'eau	59
III.2.2. Dilatation de l'enveloppe	60
III.3. Intégration des équations différentielles du mouvement	62
III.4. Interprétation des équations d'Alliévi	63
IV. Application des équations d'Alliévi	65
IV.1. Représentation graphique du phénomène	65
IV.2. Valeur numérique du coup de bélier	66
IV.2.1. Cas de la fermeture brusque ($t < 2L/a$)	66
IV.2.2. Cas de fermeture lente ($t > 2L/a$)	68
IV.3. Répartition du coup de bélier le long de la conduite	69
IV.3.1. Arrêt brusque ($t \leq 2L/a$)	69
IV.3.2. Arrêt lent	69
IV.4. Analyse physique du phénomène du coup de bélier	70
V. Protection des conduites de refoulement	71
V.1. Moyens de protection	71
V.2. Conduite longue ($L > 1000$ m) protégée par un réservoir	72
V.2.1. Dépression	73
V.2.2. Surpression	74
V.2.3. Etranglement	75
V.3. Conduite courte ($L < 1000$ m) protégée par l'inertie des parties tournantes	76

VI. Exemple	78
ANNEXES	82
Annexe I : Abaques de <i>Puech</i> et <i>Meunier</i> pour l'étude de la dépression d'une conduite protégée par un ballon	82
Annexe II : Abaque de <i>Dubin</i> et <i>Guéneau</i> donnant la surpression d'une conduite protégée par un ballon	87
Annexe III : Abaque de <i>Lechapt</i> pour l'étude de la dépression d'une conduite protégée par l'inertie des parties tournantes	88
Références bibliographiques	90

