

COLLECTION DE LA DIRECTION DES ÉTUDES  
ET RECHERCHES D'ÉLECTRICITÉ DE FRANCE

# Barrages mobiles et ouvrages de dérivation,

à partir de rivières transportant  
des matériaux solides

Maurice Bouvard

École Nationale Supérieure d'Hydraulique  
Institut de Mécanique de Grenoble

Professeur à l'École Nationale  
des Ponts et Chaussées

Préface de

Luis Veiga Da Cunha

Ancien Président de la Section d'Hydraulique  
Fluviale de l'A.I.R.H.



EDITIONS EYROLLES

61, Bd Saint-Germain Paris 5<sup>e</sup>

1984

# TABLE DES MATIÈRES

## CHAPITRE I GÉNÉRALITÉS

I.1. PHILOSOPHIE DES OUVRAGES DE DÉRIVATION .....	1
I.1.1. INTÉRÊTS EN JEU EN CAS DE MAUVAIS FONCTIONNEMENT .....	1
I.1.1.1. Réseau d'irrigation .....	1
I.1.1.2. Ouvrages hydroélectriques .....	2
I.1.1.3. Influence sur la « méthodologie de l'étude ».....	3
I.1.2. MULTIPLICITÉ DES PARAMÈTRES .....	5
I.1.2.1. Paramètres naturels.....	5
I.1.2.2. Paramètres propres aux ouvrages .....	6
I.1.2.3. Conclusion .....	7
I.1.3. MULTIPLICITÉ DES DISCIPLINES .....	7
I.1.3.1. Disciplines et procédés d'étude en jeu .....	7
I.1.3.2. Les très grandes lignes d'une étude d'ouvrage .....	9
I.1.3.3. La formation des spécialistes des ouvrages de prise .....	10
I.2. DONNÉES FONDAMENTALES NÉCESSAIRES A L'ÉTUDE D'UN PROJET (SAUF TRANSPORT SOLIDE) .....	11
I.2.1. DÉBITS LIQUIDES .....	11
I.2.2. CORPS FLOTTANTS .....	12
I.2.3. LE SOUS-SOL .....	13
I.2.4. TOPOGRAPHIE — GÉOGRAPHIE HUMAINE.....	13
I.3. CONCLUSION .....	14

## CHAPITRE II

### TRANSPORTS SOLIDES : DONNÉES PRINCIPALES INFLUENÇANT LES OUVRAGES DE DÉRIVATION

II.1. CHARRIAGE ET SUSPENSION .....	17
II.2. LE CHARRIAGE.....	18
II.2.1. PHYSIQUE — THÉORIE — PREMIERS RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX .....	18
II.2.1.1. Causes physiques. — La théorie .....	18
II.2.1.1.1. Analyse par les vitesses. — Début du mouvement .....	18

II.2.1.1.2. Analyse par les forces de frottement .....	19
a) Début du mouvement .....	19
b) Débit solide en écoulement uniforme.....	21
II.2.1.2. <i>Équilibre de transport solide d'une rivière</i> .....	21
II.2.1.2.1. Théorie de l'équilibre .....	21
II.2.1.2.2. Ruptures artificielles d'équilibre .....	23
a) Surélévation de niveau.....	23
b) Dérivation d'un certain débit .....	25
c) Endiguement d'une rivière naturelle .....	26
d) Conclusion .....	28
II.2.1.3. <i>Phénomènes annexes</i> .....	28
II.2.1.3.1. Courants secondaires .....	28
a) Généralités du phénomène. — Son utilisation dans les ouvrages de dérivation .....	28
b) Courants secondaires dans un chenal courbe. Instabilité des lits en plan. — Les méandres .....	29
c) Affouillements à l'amont des piles de barrage .....	32
d) Généralisation .....	32
II.2.1.3.2. Usure des matériaux en charriage .....	32
II.2.1.4. <i>Pavage des lits de rivière</i> .....	34
II.2.1.4.1. Physique du phénomène.....	34
II.2.1.4.2. Paramètres fondamentaux .....	36
II.2.1.4.3. Incidences sur la théorie du charriage.....	37
II.2.1.4.4. Conclusion.....	37
II.2.2. MOYENS D'ÉTUDE DU CHARRIAGE.....	37
II.2.2.1. <i>Études en vraie grandeur</i> .....	37
II.2.2.1.1. Mesure directe du débit solide en charriage.....	37
II.2.2.1.2. Mesure indirecte par alluvionnement des retenues.....	38
II.2.2.2. <i>Études sur modèle réduit</i> .....	38
II.2.2.2.1. Modèles « locaux » .....	38
a) Type de similitude .....	38
b) Charge en matériaux .....	39
II.2.2.2.2. Modèles « d'évolution » à fond mobile .....	40
a) Types de modèles : modèles non distordus, modèles distordus ..	40
b) Loi débit solide - débit liquide.....	41
c) Application .....	41
II.2.2.2.3. Difficultés de mise en œuvre.....	41
a) Modèles locaux .....	41
b) Modèles d'évolution .....	41
II.2.2.3. <i>Formules de transport solide</i> .....	42
II.2.2.3.1. Généralités .....	42
II.2.2.3.2. Formule de Meyer Peter.....	43
II.2.2.3.3. Formule d'Einstein.....	44
II.2.2.3.4. Transport de fond avec matériaux fins .....	45
II.2.2.3.5. Emploi des formules. — Difficultés.....	46
II.2.2.3.6. Applications aux transports solides dans les ouvrages de dérivation.....	46
II.2.2.4. <i>Modèles mathématiques</i> .....	46
II.2.2.5. <i>Moyens d'étude complémentaires</i> .....	47
II.2.2.5.1. Profil en long des rivières .....	47
II.2.2.5.2. Cartes géologiques. — Photos et vues aériennes directes.....	50

II.2.3. DIVERGENCES ENTRE LES THÉORIES, LES MODÈLES ET LES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX .....	50
II.2.3.1. <i>Basculement des lits dus à la dérivation des eaux. — Evaluation du débit solide en charriage</i> .....	50
II.2.3.2. <i>Surélévation des niveaux à l'amont des retenues</i> .....	53
II.2.3.3. <i>Injection d'eau claire</i> .....	53
II.2.4. LES BASES DE L'ÉTABLISSEMENT D'UN PROJET. — CONCLUSION .....	54
II.2.4.1. <i>Ouvrages de dérivation et transports solides</i> .....	55
II.2.4.2. <i>Paramètres globaux</i> .....	55
II.2.4.2.1. <i>Débit critique de charriage/débit maximum dérivable</i> .....	55
II.2.4.2.2. <i>Débit maximum dérivable/débit moyen naturel</i> .....	55
II.2.4.3. <i>Charriage et dragage</i> .....	56
II.2.4.4. <i>Conclusion</i> .....	56
II.2.5. PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION .....	57
II.3. LE TRANSPORT EN SUSPENSION .....	58
II.3.1. PHYSIQUE. — THÉORIES .....	58
II.3.1.1. <i>Causes physiques</i> .....	58
II.3.1.2. <i>Analyse théorique</i> .....	60
II.3.1.3. <i>Remarques sur la théorie</i> .....	61
II.3.1.4. <i>Données expérimentales sur la turbulence. — Extension aux canaux à surface libre</i> .....	63
II.3.2. MOYENS D'ÉTUDE .....	64
II.3.2.1. <i>Généralités</i> .....	64
II.3.2.2. <i>Mesures dans les rivières naturelles</i> .....	65
II.3.2.3. <i>Mesures dans les ouvrages de décantation</i> .....	66
II.3.2.4. <i>Modèles réduits de décantation</i> .....	66
II.3.2.5. <i>Quantités transportées. Données numériques</i> .....	67
II.3.3. CONCLUSION .....	67

## CHAPITRE III

## HYDRAULIQUE DES OUVRAGES DE CAPTAGE

III.1. MÉTHODES DE CALCUL THÉORIQUES .....	71
III.1.1. CONSERVATION DE L'ÉNERGIE .....	71
III.1.2. ACTION DE LA FORCE CENTRIFUGE .....	72
III.1.2.1. <i>Généralités</i> .....	72
III.1.2.2. <i>Application : Ecoulements sur un profil déversant</i> .....	73
III.1.2.2.1. <i>Profil Creager. — Tracé</i> .....	73
III.1.2.2.2. <i>Profil plat</i> .....	76
III.1.2.2.3. <i>Profil déversant surmonté d'une vanne</i> .....	77
III.1.3. VARIATIONS DES QUANTITÉS DE MOUVEMENT .....	78

III.1.3.1. <i>Diffusion des jets (Théorème de Borda)</i> .....	78
III.1.3.2. <i>Aération des lames déversantes</i> .....	80
III.1.3.3. <i>Théorie du ressaut</i> .....	82
III.1.4. THÉORIE DES ÉCOULEMENTS A POTENTIEL DE VITESSE .....	84
III.1.4.1. <i>Application à une lame déversante</i> .....	84
III.1.4.2. <i>Tracé d'une ligne de jet</i> .....	86
III.1.4.3. <i>Tracé des réseaux d'écoulement</i> .....	88
III.2. ÉTUDE DES ÉCOULEMENTS A TRAVERS LE BARRAGE .....	88
III.2.1. VANNES COMPLÈTEMENT EFFACÉES .....	88
III.2.1.1. <i>Cas d'un écoulement fluvial dans le lit naturel</i> .....	90
III.2.1.2. <i>Cas d'un écoulement torrentiel</i> .....	93
III.2.2. VANNES EN POSITION D'OUVERTURE PARTIELLE .....	96
III.2.2.1. <i>Contraction latérale</i> .....	96
III.2.2.2. <i>Contraction verticale</i> .....	96
III.2.2.2.1. <i>Vannes à tablier vertical</i> .....	96
III.2.2.2.2. <i>Vannes à tablier incliné. — Vanne segment</i> .....	97
III.2.2.3. <i>Écoulement noyé ou dénoyé</i> .....	97
III.3. DISSIPATION D'ÉNERGIE A L'AVAL DU BARRAGE .....	98
III.3.1. ÉNERGIE A DISSIPER EN FONCTION DE L'OUVERTURE DES VANNES .....	98
III.3.2. ÉVOLUTION DE L'ÉNERGIE PERDUE : ÉCOULEMENT AVEC RESSAUT .....	99
III.3.3. POUVOIR D'ÉROSION ET DISSIPATION D'ÉNERGIE .....	101
III.4. ÉCOULEMENTS PARTICULIERS .....	102
III.4.1. MODULES A MASQUE .....	102
III.4.2. DÉVERSOIRS LATÉRAUX .....	104
III.4.3. OSCILLATIONS DE NIVEAUX .....	104
III.5. CONCLUSION : CALCULS ET MODÈLE RÉDUIT .....	104

#### CHAPITRE IV

#### BARRAGES MOBILES : HYDRAULIQUE, FONDATIONS, PROBLÈMES ASSOCIÉS

IV.1. GÉNÉRALITÉS .....	109
IV.1.1. DONNÉES HYDRAULIQUES DE BASE.....	109
IV.1.1.1. <i>Évacuation des crues. — Crue de projet</i> .....	109
IV.1.1.2. <i>Évacuation des débits solides</i> .....	110
IV.1.2. DIMENSIONS DE PRINCIPE .....	110
IV.1.2.1. <i>Calage du seuil. — Largeur. — Hauteur du barrage</i> .....	110

IV.1.2.1.1. Calage du seuil .....	111
IV.1.2.1.2. Largeur du barrage.....	111
a) Cas général.....	111
b) Cas particulier : Lit très large. Transport solide faible .....	111
Dérivation d'un faible débit. — Dérivation temporaire.....	112
c) Conclusion .....	113
IV.1.2.1.3. Hauteur du barrage .....	116
a) Influence de la crue de projet .....	116
b) Surélévation par rapport au niveau de la « crue de projet » .....	116
c) Stockage optimal du débit solide dans les retenues .....	117
IV.1.2.1.4. Conclusion .....	118
IV.1.2.2. Vannes. — Nombre de passes .....	119
IV.1.2.2.1. Vannes levantes. — Vannes abaissantes. — Types de vannes. — Evolution technique actuelle.....	119
IV.1.2.2.2. Nombre de vannes .....	120
IV.1.2.2.3. Barrage « surélevé » .....	122
IV.1.2.3. Conclusion.....	123
IV.2. PILES ET CULÉES.....	123
IV.2.1. DIMENSIONS.....	124
IV.2.1.1. Volume total .....	124
IV.2.1.2. Epaisseur. — Hauteur. — Longueur. — Forme .....	125
IV.2.2. CONTRAINTES DANS LES PILES .....	127
IV.2.2.1. Répartition des contraintes moyennes.....	127
IV.2.2.2. Efforts secondaires dus aux vannes et batardeaux .....	127
IV.2.2.2.1. Batardeaux. — Vannes wagons .....	127
IV.2.2.2.2. Vannes segment.....	129
a) Vannes segment « droites » .....	129
b) Vannes segment « inversées » .....	131
IV.3. LE RADIER.....	132
IV.3.1. FONDATION DE L'OUVRAGE .....	132
IV.3.1.1. Radier général.....	132
IV.3.1.2. Radier indépendant des piles .....	136
IV.3.1.3. Critères de choix — « grands » et « petits » ouvrages .....	137
IV.3.1.4. Cas spéciaux .....	138
IV.3.2. PROTECTION DES ALLUVIONS CONTRE LES FORTES VITESSES. — DISSIPATION D'ÉNERGIE .....	140
IV.3.2.1. Ressaut localisé sur le radier .....	140
IV.3.2.1.1. Cote du radier .....	140
IV.3.2.1.2. Longueur du radier .....	143
IV.3.2.2. Radier « en tremplin ».....	144
IV.3.2.3. Forme aval du radier.....	144
IV.3.2.4. Protection du radier contre l'usure. Revêtement .....	145
IV.3.2.4.1. Pierre de taille.....	145
IV.3.2.4.2. Blindage métallique .....	146
IV.3.2.4.3. Revêtement en bois .....	146
IV.3.2.4.4. Solutions diverses. Conclusion .....	146

IV.4. LES PARAFOUILLES .....	149
IV.4.1. LES AFFOUILLEMENTS. — LE PARAFOUILLE AVAL .....	149
IV.4.1.1. <i>Généralités</i> .....	149
IV.4.1.2. <i>Profondeur des affouillements</i> .....	149
IV.4.1.3. <i>Dispositions annexes</i> .....	151
IV.4.1.3.1. Parafouille aval et tapis d'enrochement .....	151
IV.4.1.3.2. Affouillements latéraux. — Affouillements amont .....	152
IV.4.2. LES SOUS-PRESSIONS. — LE PARAFOUILLE AMONT .....	153
IV.4.2.1. <i>Fonction des parafouilles amont</i> .....	153
IV.4.2.2. <i>Dimensionnement</i> .....	154
IV.4.2.2.1. Théorie des écoulements potentiels .....	154
IV.4.2.2.2. Méthode empirique de Bligh et Lane .....	156
IV.4.2.2.3. Longueur du parafouille amont .....	157
IV.4.2.3. <i>Dispositions annexes</i> .....	157
IV.4.2.3.1. Filtres drains .....	157
IV.4.2.3.2. Piézomètres .....	159
IV.4.3. RÉALISATIONS DES PARAFOUILLES AMONT ET AVAL .....	160
IV.4.3.1. <i>Paroi en béton réalisée en fouille ouverte</i> .....	160
IV.4.3.2. <i>Rideau de palplanches</i> .....	161
IV.4.3.3. <i>Techniques de Forage et Injections</i> .....	161
a) Pieux sécants .....	161
b) Parois moulées.....	161
c) Injections .....	162
IV.4.4. JOINT PARAFOUILLE RADIER .....	162
IV.5. EXÉCUTION DES TRAVAUX. — CONDUITE D'UNE ÉTUDE D'OUVRAGE	163
IV.5.1. EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	163
IV.5.2. CONDUITE D'UNE ÉTUDE DE BARRAGE MOBILE .....	166

CHAPITRE V

PRISES D'EAU

V.1. SYSTÈME D'ÉLIMINATION DES MATÉRIAUX. CHASSES CONTINUES ET DISCONTINUES. LA RETENUE .....	177
V.1.1. RENDEMENT D'UNE CHASSE .....	177
V.1.1.1. <i>Chasses discontinues et continues</i> .....	177
V.1.1.1.1. Chasses discontinues .....	177
V.1.1.1.2. Chasses continues .....	178
V.1.1.2. <i>Notion de rendement d'une chasse</i> .....	179
V.1.1.2.1. Rendement hydraulique .....	179
V.1.1.2.2. Rendement économique .....	179
V.1.2. RENDEMENT DES CHASSES DANS LA RETENUE .....	179
V.1.2.1. <i>Paramètres fondamentaux</i> .....	179
V.1.2.1.1. Allure topographique de la retenue .....	179

V.1.2.1.2. Débit critique d'entraînement rapporté au débit maximum dérivable.....	181
V.1.2.1.3. Profil en long de la rivière. Degré de saturation du courant en débit solide .....	182
V.1.2.1.4. Formules et pratique de l'exploitation .....	183
V.1.2.2. Conclusion.....	183
V.1.2.2.1. Barrages « surélevés » .....	183
V.1.2.2.2. Barrages de hauteur « normale ».....	183
V.1.3. PASSES A GRAVIERS ET DISPOSITIFS ASSOCIÉS.....	184
V.1.3.1. Généralités.....	184
V.1.3.1.1. La nécessité de « surconcentrer » l'eau déversée en débit solide .....	184
V.1.3.1.2. Courants secondaires .....	184
V.1.3.2. La réalisation .....	184
V.1.3.2.1. Aménagement des courants secondaires.....	184
V.1.3.2.2. Dispositifs de passe à gravier.....	185
a) Passe à graviers « à chenal » .....	185
b) Passe à graviers « à chenal déversant » .....	193
c) Passe à graviers « à orifices complémentaires » .....	193
V.1.3.2.3. Prises d'eau « frontales ». Passe à graviers « en tunnel » .....	199
V.1.3.3. Conclusion.....	200
V.2. PERTUIS D'ENTRÉE. — GRILLES.....	204
V.2.1. POSITION ET DIMENSIONS DES PERTUIS .....	204
V.2.1.1. Angle barrage prise d'eau.....	204
V.2.1.2. Vitesse moyenne à travers les pertuis .....	204
V.2.1.3. Revanche et longueur du pertuis .....	205
V.2.1.4. Angle des grilles par rapport à la verticale .....	207
V.2.1.5. Niveau général de la prise d'eau.....	207
V.2.2. LES GRILLES .....	207
V.2.2.1. Espacement et constitution des barreaux.....	208
V.2.2.2. Nettoyage des grilles .....	210
V.2.2.2.1. Les dégrilleurs mécaniques.....	210
V.2.2.2.2. Automatisation du nettoyage .....	212
V.2.2.2.3. Evacuation des détritux .....	214
V.2.2.3. Calcul des grilles : Les pressions à considérer.....	214
V.2.2.4. Nombre de grilles.....	214
V.2.2.5. Grilles et matériaux en charriage .....	215
V.2.2.6. Effets spéciaux .....	216
V.2.3. DRÔMES.....	216
V.3. RACCORDEMENT AU BARRAGE ET AUX RIVES.....	217
V.4. PRISES D'EAU SANS BARRAGE .....	222
V.4.1. PRISES « EN-DESSOUS ».....	222
V.4.1.1. Principes fondamentaux. — Différentes composantes .....	222
V.4.1.2. Fosse de captage et grilles .....	223



V.4.1.2.1. Espacement des grilles. — Forme. — Accessoires .....	223
a) Espacement des barreaux .....	223
b) Forme des barreaux .....	225
c) Accessoires du panneau des grilles .....	226
V.4.1.2.2. Dimensionnement des panneaux de grilles .....	227
a) Surface théorique .....	227
b) Surface réelle. — Sélectivité des grilles .....	227
c) Pente des grilles .....	229
V.4.1.3. <i>Le sélecteur de débit aval : le module à masque</i> .....	231
V.4.1.4. <i>Le réglage des débits</i> .....	232
V.4.1.4.1. Base du problème .....	232
V.4.1.4.2. Dérivation en charge sur les machines .....	232
V.4.1.4.3. Dérivation à écoulement libre .....	233
V.4.1.5. <i>Domaines d'utilisation</i> .....	233
V.4.2. PRISES EN SIPHON. — SYSTÈMES DIVERS .....	235

## CHAPITRE VI

## DÉGRAVEURS. — DESSABLEURS. — DÉCANTEURS

VI.1. PROBLÈMES POSÉS PAR LES MATÉRIAUX SOLIDES DANS LES DÉRIVATIONS .....	237
VI.1.1. OBSTRUCTION DES CANALISATIONS .....	237
VI.1.1.1. <i>Matériaux en charriage</i> .....	237
VI.1.1.2. <i>Matériaux en suspension</i> .....	239
VI.1.1.2.1. Points critiques d'un ouvrage hydraulique .....	239
a) Canaux « en antenne » .....	239
b) Ouvrages « en remous » .....	239
c) Partie remontante des siphons .....	240
VI.1.2. USURE DES ÉQUIPEMENTS HYDROMÉCANIQUES .....	240
VI.1.2.1. <i>Mécanisme global</i> .....	240
VI.1.2.2. <i>Paramètres de l'usure et de ses conséquences</i> .....	241
VI.1.2.2.1. Caractéristiques des matériaux en suspension .....	241
a) Origine minéralogique .....	241
b) Granulométrie .....	241
c) Concentration .....	241
VI.1.2.2.2. Caractéristiques du réseau d'utilisation (ouvrages hydroélectriques) .....	241
VI.1.2.2.3. Types de machines .....	242
a) Dureté du métal .....	242
b) Caractéristiques des machines .....	242
c) Facilité de démontage .....	242
d) Conclusion .....	242
VI.1.2.2.4. Hauteur de chute .....	242
VI.1.3. « SPECTRE » DES PROBLÈMES. CHOIX DE L'EFFICACITÉ DU DESSABLAGE .....	242
VI.1.3.1. <i>Ouvrages hydroélectriques</i> .....	243
VI.1.3.2. <i>Ouvrages d'irrigation</i> .....	244
VI.1.3.2.1. Généralités. Un cas extrême : le plus grand dessableur du monde .....	244

VI.1.3.2.2. Critères de choix.....	246
VI.1.3.3. Conclusion.....	246
VI.2. MÉCANISME DU DESSABLAGE. — DÉGRAVEURS. — DESSABLEURS ..	246
VI.2.1. RÉGIME DE SUSPENSION. RÉGIME DE DÉCANTATION .....	247
VI.2.2. CONDITIONS DE TRANSPORT EN CHARRIAGE. — FORMULES PRATIQUES.....	248
VI.2.3. DÉGRAVEURS.....	251
VI.2.3.1. Dégraveurs « à rainure centrale ».....	251
VI.2.3.2. Dégraveur « à rainure vortex ».....	251
VI.2.4. DESSABLEURS.....	253
VI.2.4.1. Double aspect du dessablage : Décantation, Evacuation. Ouvrage à purge aval, à purge répartie .....	253
VI.2.4.2. Intérêt de « resserrer la granulométrie » .....	254
VI.2.4.3. Dimensionnement des dessableurs.....	255
VI.2.4.3.1. Cadre du problème.....	255
VI.2.4.3.2. Vitesse moyenne de l'eau. — Longueur de l'ouvrage.....	255
VI.3. DESSABLEURS.....	256
VI.3.1. DESSABLEURS A PURGE CONCENTRÉE.....	256
VI.3.2. DESSABLEURS A PURGE RÉPARTIE.....	258
VI.3.2.1. Forme initiale : dessableur Dufour type II.....	258
VI.3.2.2. Dessableur « BIERI » .....	259
VI.3.2.3. Comparaison des deux types de « purgeurs ».....	261
VI.3.2.4. Dessableurs à « double décantation » .....	262
VI.3.3. ACCESSOIRES DES DESSABLEURS .....	262
VI.3.3.1. Dispositif d'isolement.....	262
VI.3.3.2. Grilles tranquillisatrices.....	263
VI.3.3.3. Orifice de vidange .....	264
VI.3.4. LIMITE D'UTILISATION : DESSABLEUR A PURGE CONCENTRÉE — A PURGE RÉPAR- TIE .....	264
VI.3.4.1. Ouvrage à purge concentrée .....	264
VI.3.4.2. Ouvrage à purge répartie.....	265
VI.4. DÉCANTEURS .....	266
VI.4.1. PRINCIPE .....	266
VI.4.1.1. Rendement « hydraulique » des décanteurs .....	267
VI.4.2. DIMENSIONNEMENT.....	268
VI.4.2.1. Volume de l'ouvrage. — Intervalle des chasses.....	268
VI.4.2.2. Forme et pente du chenal .....	269
VI.4.2.3. Limiteur de débit amont. — Pertuis et vanne aval.....	270
VI.4.3. AUTOMATISATION DES CHASSES .....	271

VI.4.3.1. <i>Automatisme électrique</i> .....	273
VI.4.3.1.1. Détecteurs d'engravement .....	273
VI.4.3.1.2. Commande des chasses .....	273
VI.4.3.2. <i>Automatisme hydraulique</i> .....	275
VI.4.3.2.1. Détecteur d'engravement .....	275
VI.4.3.2.2. Commande des chasses .....	276
VI.4.3.2.3. Conclusion .....	277
VI.4.4. DOMAINE D'EMPLOI DES DÉCANTEURS. — ASSOCIATION AUX PRISES « PAR DESSOUS » .....	277
VI.4.5. EFFET DE DÉCANTATION DANS LA RETENUE .....	278
VI.5. CONCLUSION SUR LES DÉGRAVEURS-DESSABLEURS-DÉCANTEURS ..	278
VI.5.1. UNE DIFFICULTÉ : LA « GLOBALISATION » DU PROBLÈME .....	279
VI.5.2. IMPORTANCE DE LA TECHNOLOGIE .....	279
VI.5.3. DIFFICULTÉS DU DIMENSIONNEMENT .....	279

## CHAPITRE VII

### ÉQUIPEMENTS HYDROMÉCANIQUES. — VANNES

VII.1. GÉNÉRALITÉS : ÉVOLUTION RÉCENTE DES ÉQUIPEMENTS HYDRO-MÉCANIQUES .....	283
VII.1.1. VANNES DU BARRAGE. — VANNES DES DÉRIVATIONS .....	283
VII.1.2. ÉVOLUTION RÉCENTE DES TYPES DE VANNES .....	283
VII.1.2.1. <i>Types de vannes périmées</i> .....	283
VII.1.2.2. <i>Vannes inadaptées aux rivières transportant des matériaux</i> .....	284
VII.1.2.3. <i>Vannes wagons à deux corps</i> .....	284
VII.1.2.4. <i>Généralisation des vannes segment et dérivées</i> .....	285
VII.1.2.5. <i>Vannes des dérivations</i> .....	287
VII.1.2.6. <i>Vannes « en charge »</i> .....	287
VII.1.2.7. <i>Treuil. Commande des vannes</i> .....	287
VII.1.3. CONCLUSION .....	288
VII.2. VANNES SEGMENT A COMMANDE MÉCANIQUE .....	289
VII.2.1. DIMENSIONS LIMITES .....	289
VII.2.2. RAYON. — FORME DU TABLIER AMONT .....	289
VII.2.2.1. <i>Vannes segment « excentrées »</i> .....	289
VII.2.2.2. <i>Vannes à tablier spécial</i> .....	290
VII.2.3. PIVOT .....	290
VII.2.3.1. <i>Puissance limite. Dispositions constructives</i> .....	290
VII.2.3.2. <i>Position du pivot</i> .....	292
VII.2.3.3. <i>Report des efforts reçus par le pivot sur les piles</i> .....	293

VII.2.4. TREUILS. — LIAISONS AVEC LES VANNES.....	293
VII.2.4.1. <i>Vérins à huile</i> .....	293
VII.2.4.2. <i>Treuil classique à chaîne</i> .....	293
VII.2.5. VANNES SEGMENT A VOLET DÉVERSANT .....	294
VII.2.5.1. <i>Position du « volet déversant »</i> .....	294
VII.2.5.2. <i>Effet du « déversement » sur l'effort de remontée de la vanne</i> .....	295
VII.2.5.3. <i>Commande des volets</i> .....	295
VII.2.6. VANNES SEGMENT « DROITES » ET VANNES SEGMENT « INVERSÉES » .....	296
VII.3. VANNES SEGMENT A AUTOMATISME HYDRAULIQUE .....	299
VII.3.1. PRÉLIMINAIRE : ÉVOLUTION DE LEUR UTILISATION .....	299
VII.3.2. RÉALISATION. — ÉQUILIBRAGE. — STABILITÉ DU RÉGLAGE .....	300
VII.3.3. CIRCUIT HYDRAULIQUE D'AUTOMATISME .....	302
VII.3.4. VANNES AUTOMATIQUES A OUVERTURE SOUDAINE .....	303
VII.3.4.1. <i>Vannes type « BOURNE »</i> .....	304
VII.4. VANNES ET ÉQUIPEMENTS DIVERS .....	306
VII.4.1. CLAPETS DE SURFACE .....	306
VII.4.1.1. <i>Généralités</i> .....	306
VII.4.1.2. <i>Commande hydraulique</i> .....	306
VII.4.1.3. <i>Commande par vérin à huile</i> .....	307
VII.4.1.4. <i>Accessoires des clapets. Domaine d'emploi</i> .....	307
VII.4.1.4.1. <i>Aération des lames déversantes</i> .....	308
VII.4.1.4.2. <i>Becs de fractionnement de la lame</i> .....	308
VII.4.1.4.3. <i>Domaine d'emploi des clapets</i> .....	308
VII.4.1.5. <i>Solution dérivée : les clapets « à balancier »</i> .....	308
VII.4.2. VANNES DU CIRCUIT DE LA DÉRIVATION .....	309
VII.4.2.1. <i>Vannes de coupure principale</i> .....	309
VII.4.2.2. <i>Vannes « de service »</i> .....	310
VII.4.3. BATARDEAUX DU BARRAGE PRINCIPAL.....	310
VII.4.3.1. <i>Généralités : leur importance</i> .....	310
VII.4.3.2. <i>Constitution et mise en place des batardeaux</i> .....	311
VII.5. DIMENSIONNEMENT DES VANNES ET DES TREUILS .....	313
VII.5.1. GÉNÉRALITÉS .....	313
VII.5.2. EFFORTS ACCIDENTELS .....	314
VII.5.2.1. <i>Conclusion : protection contre les efforts trop élevés ou trop faibles</i> .....	315
VII.5.3. CAS DES VANNES DE SERVICE .....	317
VII.5.4. VITESSE DE MANŒUVRE .....	317

VII.6. ÉTUDE. — CONCEPTION. — ENVIRONNEMENT .....	317
VII.6.1. ÉTUDES. — FOURNITURE ET MONTAGE. — LIAISONS AVEC LE GÉNIE CIVIL ..	317
VII.6.2. ÉTANCHÉITÉ .....	319
VII.6.3. ENTRETIEN. — RÉPARATION DES USURES .....	320
VII.6.4. PROTECTION CONTRE LA CORROSION .....	320
VII.6.5. PROTECTION DU MATÉRIEL CONTRE LES INTEMPÉRIES .....	321
VII.6.5.1. <i>Les capots métalliques</i> .....	321
VII.6.5.2. <i>Les bâtiments</i> .....	321
VII.7. COMMANDE. — AUTOMATISATION.....	322
VII.7.1. COMMANDE SUR PLACE ET A DISTANCE .....	322
VII.7.2. APPROVISIONNEMENT EN ÉNERGIE .....	322
VII.7.3. COMMANDES AUTOMATIQUES .....	323
VII.7.3.1. <i>Commande hydraulique de sécurité</i> .....	323
VII.7.3.2. <i>Commande électrique « par palier »</i> .....	323
VII.7.3.3. <i>Réglage automatique du débit évacué à travers le barrage</i> .....	323
VII.7.3.3.1. <i>Position du niveau de consigne</i> .....	324
VII.7.4. EXPLOITATION AUTOMATIQUE DES BARRAGES .....	324
VII.7.4.1. <i>Généralités</i> .....	324
VII.7.4.2. <i>Divers types de manœuvre automatique</i> .....	325
VII.7.4.3. <i>Domaines et contraintes d'application</i> .....	326

### MONOGRAPHIES

M1. LA DÉRIVATION DE FUNES SUR L'ISARCO (ITALIE DU NORD).....	329
M.1.1. DONNÉES GÉNÉRALES .....	329
M.1.2. BARRAGE ET PRISE D'EAU .....	329
M.1.3. DESSABLEUR.....	329
M.1.4. CONSIGNES D'EXPLOITATION .....	330
M.1.5. OBSERVATIONS GÉNÉRALES .....	330
M2. LA PRISE D'EAU SUR L'ARVAN (ALPES FRANÇAISES) .....	336
M.2.1. DONNÉES GÉNÉRALES .....	336
M.2.2. DONNÉES DU PROJET INITIAL (1950) .....	336
M.2.3. MODIFICATIONS DU PROJET (1980) .....	337
M.2.3.1. <i>Barrage</i> .....	337
M.2.3.1.1. <i>Vannes</i> .....	337
M.2.3.1.2. <i>Exploitation</i> .....	337
M.2.3.1.2.1. <i>Réglage de niveau</i> .....	337
M.2.3.1.2.2. <i>Chasse automatique des matériaux</i> .....	337
M.2.3.2. <i>Prise d'eau</i> .....	337

M.2.3.3. <i>Dessableur</i> .....	338
M.2.3.4. <i>Remarques</i> .....	338
M.2.4. CONCLUSIONS .....	338
M3. LA PRISE D'EAU SUR « LA BLANCHE » (ALPES FRANÇAISES).....	342
M.3.1. DONNÉES GÉNÉRALES .....	342
M.3.2. BARRAGE ET RETENUE.....	342
M.3.3. PRISE D'EAU .....	343
M.3.4. DÉCANTEURS .....	343
M.3.5. OBSERVATIONS EN EXPLOITATION .....	344
M4. LA DÉRIVATION DE « PRESSY » (ALPES FRANÇAISES) .....	350
M.4.1. DONNÉES GÉNÉRALES .....	350
M.4.2. BARRAGE .....	350
M.4.3. PRISE D'EAU .....	350
M.4.4. DESSABLEUR.....	351
M.4.5. OBSERVATIONS DEPUIS LA MISE EN SERVICE.....	351
M.4.6. AUTOMATISATION DE LA PRISE D'EAU.....	351