

Collection de la Direction
des Études et Recherches
d'Électricité de France

C. 18

54

Barrages mobiles et ouvrages de dérivation,

à partir de rivières
transportant
des matériaux solides

Maurice Bouvard



En collaboration avec la
Section d'Hydraulique Fluviale
de l'Association Internationale
de Recherches Hydrauliques


EYROLLES

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>Equilibre 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. <i>Vannes. — Nombre de passes</i>	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. <i>Conclusion</i>	123
IV.2. PILES ET CULÉES.....	123
IV.2.1. DIMENSIONS.....	124
IV.2.1.1. <i>Volume total</i>	124
IV.2.1.2. <i>Epaisseur. — Hauteur. — Longueur. — Forme</i>	125
IV.2.2. CONTRAINTES DANS LES PILES	127
IV.2.2.1. <i>Répartition des contraintes moyennes</i>	127
IV.2.2.2. <i>Efforts secondaires dus aux vannes et batardeaux</i>	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. <i>Radier général</i>	132
IV.3.1.2. <i>Radier indépendant des piles</i>	136
IV.3.1.3. <i>Critères de choix — « grands » et « petits » ouvrages</i>	137
IV.3.1.4. <i>Cas spéciaux</i>	138
IV.3.2. PROTECTION DES ALLUVIONS CONTRE LES FORTES VITESSES. — DISSIPATION D'ÉNERGIE	140
IV.3.2.1. <i>Ressaut localisé sur le radier</i>	140
IV.3.2.1.1. Cote du radier.....	140
IV.3.2.1.2. Longueur du radier	143
IV.3.2.2. <i>Radier « en tremplin »</i>	144
IV.3.2.3. <i>Forme aval du radier</i>	144
IV.3.2.4. <i>Protection du radier contre l'usure. Revêtement</i>	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 desatardeaux</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
M.4. 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