Version 5.43A

SIC^2

Simulation intégrée des canaux et de leur contrôle

UMR G-EAU · INRAE

2026-11-02

Table des matières

1 SIC² **1**

2 **3**

I Documentation de SIC **5**

3 Préambule **7**
3.1 Documentation de SIC^2 : Simulation Intégrée des Canaux et de leur Contrôle 7

4 **9**

II Manuel Utilisateur **11**

5 La notion de projet et de fichier XML de données **13**
5.1 Propriétés du réseau 14

6 Les trois modes : géométrie, hydraulique et résultat **17**
6.1 Edition de la géométrie 17
6.2 Édition des données hydrauliques 17
6.3 Visualisation des résultats 18

7 La fenêtre principale de l'application **19**
7.1 Partie arborescence 20
7.2 **Recherche, déplier et replier** 20
7.3 **Légende de l'arborescence** 21
7.4 Partie graphe du réseau 21
7.5 **Menus et barres d'outils** 21
7.6 ***Fichier** 21
7.7 ***Outils** 21
7.8 ***Affichage** 22
7.9 **Partie basse de la fenêtre** 22

8 La clé de protection **23**

9 Menu Options > Options **25**
9.1 Général 27
9.2 Sauvegarde automatique 27
9.3 **Récupération d'une sauvegarde automatique** 27
9.4 Affichage 27
9.5 Limitation du nombre de points d'un profil en travers à l'enregistrement 27
9.6 Version du lien DDE Matlab ou Scilab 28

10 Spécificités des différentes licences de SIC **29**

11 Installation de la clé de protection USB **31**
11.1 Utilisation monoposte 32
11.2 Serveur de licence 32
11.3 Client réseau 33
11.4 **Emplacement du serveur prédéfini (Option conseillée)** . . 33
11.5 **Mode Automatique (déconseillé)** 33
11.6 **Informations complémentaires** 34

12 Paramétrages avancés de la clé de protection USB **35**
12.1 Paramétrage du serveur de clé 36
12.2 Paramétrage du client réseau 37

13 Installation d'une clé de protection parallèle **39**

14 Spécifications matérielles **41**

15 Procédure d'installation **43**

16 Comment utiliser les outils de modélisation automatique **45**

17 Définition de la portion **47**

18 Modification des noeuds et des biefs **49**

19 Modification des sections **51**

20 Modification des abscisses et cotes de fond **53**
20.1 Caler les abscisses par rapport à la carte du réseau 54
20.2 Homothétie sur les abscisses en long 54
20.3 Définitions des cotes de fond à pente constante 54
20.4 Décaler les cotes de Sections 54
20.5 Changer le pas d'interpolation des Sections dans le Bief 54

21 Modification des profils en travers **55**

22 Interpolation de sections **57**

23 Modification des paramètres de la section **59**

24 Modification du graphe du réseau **61**

25 Géolocalisation **63**

26 Création d'un réseau (noeuds et biefs) **67**

27 Création des sections et description des profils en travers **69**
27.1 Description du bief 70
27.2 Description des sections 71
27.3 **L'onglet «Profil de la section»** 72
27.4 **L'onglet «Description et photo de la section»** 72
27.5 **L'onglet «Analyse»** 73
27.6 **L'onglet «Géolocalisation»** 74
27.7 Contrôle de la saisie 75

28 Profils prédéfinis : gestion d'une bibliothèque de profils en travers **77**

29 Import de sections et de profils en travers au format texte **81**
29.1 Format acceptés pour les tableaux Abscisse - Cote 83
29.2 **Tableau Normal** 83
29.3 **Tableau Transposé** 83
29.4 Exemple de fichier importé 83
29.5 Importation en ligne de commande 86

30 Import de fichier de géométrie Mascaret ou HEC-RAS **87**
30.1 *Spécificités de Mascaret 87
30.2 **Exemple de fichier Mascaret importé** 88
30.3 *Spécificités de HEC-RAS 88
30.4 **Exemple de fichier HEC-RAS importé** 89

31 Import de fichier de géométrie au format Mike 11 **91**

32 Import de géométrie à partir d'un MNT ou d'un relevé de géomètre **93**
32.1 Format du fichier d'importation des points à coordonnées (X, Y, Z) 93
32.2 Tracé de la ligne centrale d'écoulement 94
32.3 Extraction de profils en travers à partir d'un MNT 95
32.4 Extraction de profils en travers à partir d'un relevé de profils en travers de géomètre 97

33 Utilisation d'un fond de carte **101**

34 Gestion des photos associées aux éléments du réseau **103**

35 Description d'un noeud et d'un casier 105
35.1 Affichage des biefs amont et aval et définition du casier au nœud 106
35.2 Photo du noeud 107
35.3 Géolocalisation 108

36 Modification de la structure d'un réseau 109
36.1 Insertion d'un noeud : scinder un bief 109
36.2 Suppression d'un noeud : concaténer deux biefs 110
36.3 Transformer des sections de calcul en sections de données 111

37 Gestion des incohérences du réseau 113
37.1 Principaux types d'erreurs 114

38 Visualisations des sections, des branches et des profils en long 115
38.1 Affichage des sections 115
38.2 Visualisation des branches 116
38.3 Visualisation des profils en long 118

39 Exécution du mailleur (Talweg) 119

40 Importation des fichiers de géométrie des versions précédentes de SIC (.TAL) 121

41 Exporter les profils de toutes les sections au format X, Y, Z 123

42 Changement de la bathymétrie avec un fichier externe 129

43 Saisie des paramètres de calcul et d'écriture des résultats 131

44 Paramètres du calcul Permanent 133
44.1 Coefficient de relaxation aux diffluences 134
44.2 Itérations max système maillé 134
44.3 Précision aux nœuds 135
44.4 Petit pas automatique 136
44.5 Mode débuggage 136
44.6 Autoriser l'inversion du sens des biefs 136
44.7 Autoriser le calcul du torrentiel 136
44.8 Calcul du premier pas de temps uniquement 137
44.9 Écrire dans toutes les sections de calcul (pour autoriser le démarrage d'un transitoire) 137

45 Paramètres du calcul Transitoire 139
45.1 Paramètres de discrétisation 141
45.2 Méthode de résolution numérique 143
45.3 Écrire dans toutes les sections de calcul (démarrage à chaud) . . 144

46 Paramètres de Temps 145

46.1 Simulation en régime permanent 147
46.2 Simulation en régime transitoire 147

47 Paramètres d'écriture des résultats 149

48 Paramètres généraux 151
48.1 Calcul du débit aux prises 152
48.2 Perte de charge automatique aux élargissements 152
48.3 Paramètres d'écriture des résultats 152
48.4 **Ecriture des résultats de simulation** 152
48.5 **Mode d'écriture des fichiers résultats sur le XML** 153
48.6 Remarque sur les instabilités éventuelles du logiciel 153

49 Les ouvrages disponibles dans SIC 155

50 Les équations de débit aux ouvrages 157

51 La surverse d'une vanne (débordement au dessus d'une vanne) 159

52 Les vannes GEC-Alsthom (AMIL, AVIS, AVIO, Mixtes) 161
52.1 Type 161
52.2 Référence 162
52.3 Décrément 163
52.4 Cote de l'axe 163
52.5 Cote de radier 163
52.6 Rayon 163
52.7 Équations de débit 163
52.8 L'ouverture maximum 163
52.9 Ouverture minimum 164
52.10Z amont max 164
52.11Filtrage S1/S2 164
52.12Décalage prise bac 165
52.13Limitation pour les vannes mixtes 165

53 Description des prises 167
53.1 Caractéristiques d'une prise 168
53.2 Régulation d'une prise par un débit objectif 169
53.3 Débit initial 169
53.4 Débit de référence 169
53.5 Convention de signe pour les débits 169

54 Condition limite amont de réseau 171

55 Condition limite aval du réseau 175

56 Gestion des variables paramétrées 183
56.1 Introduction 183

56.2 Comment paramétrer une variables ? 183
56.3 Manipulation du fichier des variables paramétrées dans EdiSic . . 184

57 Format du fichier .par **185**
57.1 Syntaxe des lignes commençant par X 186
57.2 Syntaxe des lignes commençant par L 186
57.3 Exemple de fichier .par 188

58 L'explorateur de projet **191**

59 Définition des coefficients de Manning - Strickler **193**
59.1 Valeurs usuelles des Strickler K[[Extrait de "Hydraulique pour le génie rural", J.-P. Baume, G. Belaud, P.-Y. Vion (Avril 2006)]] . 195

60 Définition des débits latéraux (infiltrations) **197**

61 Définition du mode de calcul au noeud **199**

62 Initialisation du calcul aux diffluences **201**

63 Les conditions aux limites **203**

64 Description des structures en travers **205**
64.1 Régulation (permanent) : cote objectif 206

65 Cohérence du scénario hydraulique **209**

66 Vérification des débits initiaux **211**

67 Les lois fonction du temps **213**

68 Gestion des variables (visualisation synthétique) **215**
68.1 Saisie des données de variante 216

69 Scenario et variante : mode d'emploi **219**

70 Exécution d'un calcul en régime permanent (FLUVIA) **221**

71 Exécution d'un calcul en régime transitoire (SIRENE) **223**

72 Généralités sur les résultats **225**

73 Profil en long des cotes et des débits **229**

74 Les données présentes dans les résultats **233**

75 Les tableaux de résultats **235**
75.1 Export des données 235
75.2 Tri des données 235

75.3 Afficher des graphiques 235
75.4 Autres actions possibles 236

76 Résultats pour les objets d'un même type 237

77 Chroniques de résultats pour un objet sélectionné 241

78 Paramètres avancés des tableaux de résultats 243

79 Codes couleur utilisés dans les tableaux de résultat 247
79.1 Couleurs utilisées pour les nœuds 247
79.2 Couleurs utilisées pour les sections 247

80 Signification des flags 249
80.1 Signification des codes «Flag d'erreur» à une prise 249
80.2 Signification des codes «Flag d'erreur» à une section 249
80.3 Signification des codes «Type d'écoulement» à un ouvrage 250
80.4 Signification des codes «Flag d'erreur vannes Gec» à un ouvrage 250

81 Créer un fichier vidéo à partir d'une animation graphique 253
81.1 Enregistrer les images de l'animation dans EdiSIC 254
81.2 Convertir les images en un fichier vidéo avec MakeAVI 254

82 La méthode AMIL 257

83 Exemple de routine de calcul CAMIL (Vannes Amil) 261

84 La méthode AVIS - AVIO 265
84.1 Contrôleur 1 267

85 Exemple de routine de calcul CGEC (Vannes Avis et Avio) 269

86 La méthode PID 271

87 Exemple de routine de lecture LPID 273

88 Exemple de routine de calcul CPID 275

89 Modules de régulation 279
89.1 Choix d'un module de régulation 280
89.2 Edition d'un module de régulation 281

90 Paramètres généraux pour U 285

91 Paramètres généraux pour Y 287

92 Consignes sur Y 289

93 Paramètres généraux pour Z 291

94 Paramètres spécifiques **293**
94.1 Définition des paramètres spécifiques par fichier texte 294
94.2 Exemple pour un régulateur PID 294

95 Compilation **295**

96 Remarques sur les modules de régulation **297**

97 La méthode ATV **299**

98 La méthode ATVPID **303**

99 La méthode BIVAL **307**

100 La méthode BOLST **309**
100.1 Créer un fichier de commande .txt au format texte ASCII ou ANSI ou autre 309
100.2 Configuration du module BOLST dans SIC 311
100.3 Paramètres spécifiques du module BOLST 311
100.4 **Paramètre de mise à l'échelle** 312
100.5 **Constante additive** 312
100.6 **Méthode d'interpolation** 313
100.7 **Ecriture sur fichier LST** 313
100.8 Restriction 313

101 La méthode BOMAT **317**

102 La méthode BOSCIL **321**
102.1 Créer une matrice de commande avec Scilab 321
102.2 Configuration du module BOSCIL dans SIC 321
102.3 Paramètres spécifiques du module BOSCIL 322
102.4 **Paramètre de mise à l'échelle** 322
102.5 **Méthode d'interpolation** 323
102.6 **Ecriture sur fichier LST** 323
102.7 Restriction 323

103 La méthode DIGEST **325**

104 La méthode DSS **327**

105 La méthode FILEX (FILe EXchange) **329**

106 La méthode LP **331**

107 La méthode MATLAB **333**

108 La méthode PLOT **339**

109 La méthode POMPES **341**

110 La méthode PRINT **347**

111 La méthode QSCP **349**

112 La méthode SCADA **351**
112.1 Architecture informatique globale . . . 351
112.2 Variables gérées par le digesteur et le module de régulation Scada de SIC . . . 351
112.3 Fichiers gérés par le digesteur et Scada_SIC . . . 353
112.4 **Architecture des sous répertoires :** . . . 353
112.5 **Sous-répertoire Commande** . . . 353
112.6 **CdeF.txt :** . . . 353
112.7 **Config.txt :** . . . 353
112.8 **Sous-répertoire Csg** . . . 354
112.9 **Csg.txt :** . . . 354
112.10 **Sous-répertoire CsgRepli** . . . 354
112.11 **CsgRepli.txt :** . . . 355
112.12 **Sous-répertoire Data** . . . 355
112.13 **Data.txt :** . . . 355
112.14 **Sous-répertoire ParamDigesteur** . . . 359
112.15 **Param.txt :** . . . 359
112.16 **SaveCsg** . . . 360
112.17 **SaveData** . . . 360
112.18 Exemple de mise au point de contrôleurs . . . 361
112.19 **Mise au point sous SIC** . . . 361
112.20 **Création du fichier Lieu.txt** . . . 361
112.21 Activation du module Scada_Sic . . . 363
112.22 Edition du fichier de régulation .reg pour le module SCADA . . . 363
112.23 Interface du module Scada de Sic . . . 363

113 La méthode SCILAB **365**

114 La méthode STEPS **371**

115 La méthode STOP **373**

116 Les méthodes USER1 à USER9 **375**

117 La méthode WDLANG **379**

118 Présentation **385**

119 Ajout d'un module Qualité à un scénario hydraulique **387**

120 Définition des classes de qualité **389**

120.1Classe de qualité de type température ou nutriment 389
120.2Classe de qualité de type algue ou sédiment 390

121Conditions initiales des algues fixées 391

122Saisie des lois d'évolution 393

123Conditions aux limites 395

124Données météorologiques 399
124.1Coefficients de masquage 400

125Paramètres de simulation 401
125.1Paramètres de la méthode de Newton 402
125.2Options de simulation 403
125.3**Simulation en transitoire** 403
125.4**Dump texte du dernier pas** 403
125.5Temps 403

126Comment construire un réseau 405

127Comment réaliser une simulation en régime permanent (FLUVIA) 407

128Comment réaliser une simulation en régime transitoire (SIRENE) 409
128.1Création d'un nouveau scénario ou d'une variante 409
128.2Importation de la condition initiale 410
128.3Édition des évènements du calcul transitoire 410
128.4Paramètres du calcul 411
128.5Lancement de la simulation 411

129Simuler le fonctionnement d'un clapet avec un module WDLANG 413
129.1Création du module et connexion aux ouvrages 413
129.2Ecriture du script de régulation 423
129.3Paramètres de simulation et résultats 424

130Introduction 427

131Importation de fichiers .TAL et .FLU en ligne de commande 429
131.1Syntaxe 429
131.2Description des paramètres 429
131.3Limitation de la ligne de commande : utilisation de EDISIC.MAC 430
131.4Exemples de ligne de commande 430

132Importer des sections au format texte 433
132.1Syntaxe 433

132.2Description des paramètres 433
132.3Les modes d'importation 434
132.4Limitation de la ligne de commande : utilisation de EDISIC.MAC 434
132.5Exemple de ligne de commande 434

133Le mode macro d'EdiSIC : une alternative à la ligne de commande 437
133.1Syntaxe du fichier EDISIC.MAC 437

134Importer une condition initiale pour une simulation en écoulement transitoire 439
134.1Syntaxe de la ligne de commande : 439
134.2Description des paramètres de la ligne de commande 439
134.3Exemple d'utilisation sur le fichier C:/titi/toto.xml 440

135Exécution de TALWEG, FLUVIA et SIRENE en ligne de commande 441
135.1Signification des arguments : 441
135.2[**Nom du fichier Xml**] 441
135.3[**Mode d'interface**] 441
135.4[**Options de Fluvia et Sirene**] 442
135.5Exemple d'utilisation 442

136SicExport : utilitaire d'exportation des résultats au format texte 443
136.1Syntaxe d'utilisation 443
136.2**Paramètres obligatoires** 444
136.3**Paramètres optionnels** 444
136.4***Options sur les entêtes du fichier : le paramètre /quiet** . 444
136.5Exemple 445

137Annexes 447

138Modélisation de biefs torrentiels 449

139Modélisation des passages à sec 451

140Modélisation des seuils triangulaires 453
140.1Loi des seuils 453
140.2Comparaison des résultats obtenus par les deux lois sur un exemple 454

141Equation et calage des ouvrages (vannes et seuils) 455
141.1Modélisation des ouvrages (vannes et seuils) (code à copier dans un fichier Qouvrage.m) 455
141.2Fonction intermédiaire utilisée pour le calage (code à copier dans un f.m) 461
141.3Calage du coefficient de débit (code à copier dans un fichier calage_r.m) 462

142 Modélisation d'une pompe en ligne **463**

143 Abaques des vannes Gec-Alsthom **465**

144 Format du fichier TAL (SIC version 4.33) **471**
144.1 Description du réseau (1 ligne) 472
144.2 Description d'un noeud 472
144.3 Description d'un bief (2 lignes + les sections du bief) 472
144.4 1ère ligne 472
144.5 2ème ligne 472
144.6 Description d'une section (nombre de lignes variables) 473
144.7 1ère ligne 473
144.8 2ème ligne et suivantes 473
144.9 Description d'une branche 474
144.10 1ère ligne 474

145 Format du fichier FLU (SIC version 4.33) **475**
145.1 La ligne du commentaire 475
145.2 Ligne pour les paramètres de calcul 476
145.3 Ligne Seuil 476
145.4 Ligne Vanne 476
145.5 Ligne Vanne Gec-Alsthom 476
145.6 Ligne Prise 477
145.7 Ligne pour les coefficients de Strickler 477
145.8 Ligne pour les débits latéraux 477
145.9 Ligne pour les conditions aval 478
145.10 Ligne pour les diffluences 478
145.11 Ligne pour cotes de calage 478
145.12 Ligne pour le mode de calcul aux noeuds 478

146 Format du fichier SIR (SIC version 4.33) **479**

147 **487**

III Guide Théorique 489

148 Description du réseau hydraulique **491**

149 Choix des biefs **493**

150 Choix des branches **495**

151 Classement des biefs **497**

152 Recherche des noeuds amont et aval de modèle **501**

153 Description des sections en travers de données 503

154 Abscisse-cote 505

155 Largeur-cote 507

156 Sections paramétrées 509

157 Siphons 511

158 Rangement des biefs dans le vecteur des inconnues pour avoir H triangulaire supérieure 515

159 Remplissage des blocs H, B ET A 517

160 Sections singulières 519

161 Sections de calcul 521

162 Introduction 523

163 Transformation d'une section de données en largeur-cote 525

164 Interpolation des sections de calcul 527

165 Interpolation des sections singulières 529

166 Classement des biefs de maille pour le calcul en régime permanent - Solution initiale 531

167 Équations de correction 533
167.1 **Pour tous les nœuds de la maille qui ne sont pas nœuds aval de maille :** 534
167.2* **Continuité des débits :** 534
167.3* **Égalité des cotes :** 534
167.4 **Pour tous les nœuds aval de maille :** 534

168 Résolution du système linéaire des équations de correction 535

169 Equations des ouvrages en travers 537

170 CEM88(D) : Déversoir / Orifice (pelle importante) 539
170.1 Déversoir - régime dénoyé ($h_1 < W$ et $h_2 \leq \frac{2}{3}h_1$) 539
170.2 Déversoir - régime noyé ($h_1 < W$ et $h_2 \geq \frac{2}{3}h_1$) 539
170.3 Orifice - régime dénoyé ($h_1 \geq W$ et $h_2 \leq \frac{2}{3}h_1$) 540
170.4 Orifice - régime noyé 540
170.5 **Régime partiellement noyé ($h_1 \geq W$ et $\frac{2}{3}h_1 < h_2 < \frac{2}{3}h_1 + \frac{W}{3}$)** 540
170.6 **Régime totalement noyé ($h_1 \geq W$ et $\frac{2}{3}h_1 + \frac{W}{3} < h_2$)** 540

171 CEM88(V) : Déversoir / Vanne de fond (pelle faible) 543
171.1 Déversoir - régime dénoyé 543
171.2 Déversoir - régime noyé 543
171.3 Vanne de fond - régime dénoyé 544
171.4 Vanne de fond - régime noyé 544
171.5 **Régime partiellement noyé** 544
171.6 **Régime totalement noyé** 544

172 CEM02(V) et CEM02(D) : Seuils et vannes trapézoïdaux 547

173 Equation dans la section singulière 549

174 Régulateur 551

175 Equation des prises 553

176 Conditions aval de prise 555

177 Méthodes numériques 557

178 Rappel de la méthode de Newton 559

179 Résolution de l'équation de la ligne d'eau 561

180 Résolution du calcul de la cote critique 563

181 Résolution du calcul dans une section singulière 565

182 Résolution du calcul des prises 567

183 Unité 2 - Régime permanent 569

184 Introduction 571

185 Equation de l'écoulement graduellement varié 573

186 Equation différentielle de la ligne d'eau 575

187 Les équations de Saint-Venant 577

188 Equation de continuité 579

189 Equation dynamique 581

190 Conditions initiales et aux limites 585

191 Discrétisation semi-implicite 587

192 Equations générales du schéma 589

193 Equation de continuité **591**

194 Equation dynamique **593**

195 Indices de performance **595**

196 Indices volumiques **597**

197 Indices temporels **599**

198 Introduction **601**

199 Double balayage - Cas général **603**

200 Singularités **605**

201 Prise sous forme Qp(t) **609**

202 Prise sous forme W(t) **611**

203 Liste des symboles **613**

204 Croissance exponentielle à coefficient fixe **615**
204.1 Définition 615
204.2 Cas classique d'utilisation 615
204.3 Caractéristiques 615

205 Transport des sédiments **617**
205.1 Généralités 617

206 Engelund-Hansen (1967) **619**
206.1 Loi d'Engelund-Hansen 619
206.2 Caractéristiques 619

207 Détachement Algual en réponse à une chasse **621**
207.1 Définition 621
207.2 Caractéristiques 621

208 Croissance des algues (Thèse O. Fovet, 2010, p.101) **623**
208.1 Définition 623
208.2 Variables et paramètres 623
208.3 Nutriments limitants 624
208.4 Caractéristiques 624
208.5 Calcul de la dérivée de l'échange 624

209 Détachement algual en réponse à une chasse avec des contraintes de cisaillement de référence et critique égales au cisaillement

au premier pas de temps de simulation **625**
209.1Définition 625
209.2Caractéristiques 626

210Évolution de la température **627**
210.1Définition 627
210.2Caractéristiques 627

211Principe des lois d'évolution **629**
211.1Principe des lois d'évolution 629

212Introduction **631**

213L'équation de transport diffusion **633**
213.1Classes de qualité 633
213.2Équation de transport-diffusion 633
213.3Calcul du terme d'échange 634
213.4Résolution de l'équation 634

214Concepts et équations au nœud **635**
214.1Débits entrants dans le nœud (i.e. débits positifs) 636
214.2Débits sortants du nœud (i.e. débits négatifs) 636
214.3**Biefs** 636
214.4**Prises** 636
214.5**Infiltration au nœud** 636
214.6Débits de stockage au casier 636
214.7Équation du bilan de masse au nœud 637
214.8Contraintes au nœud pour les k 637
214.9**Tous les départs sont homogènes** 637
214.10**Les départs sont hétérogènes et il y a un casier au nœud** 637
214.11**Les départs sont hétérogènes et il n'y a pas de casier au nœud** 637

215Calcul du réseau **639**

216Calcul du transport en régime permanent **641**
216.1Calcul du transport dans un bief de section à section 641
216.2**Équation de transport** 641
216.3**Intégration par la méthode de Runge-Kutta d'ordre 4** . . 641
216.4Calcul de la conservation au nœud 642
216.5Équation de continuité au nœud 642
216.6**Résolution par la méthode de Newton** 642
216.7**Calcul pour un nœud avec casier** 642
216.8**Calcul pour un nœud sans casier** 643

217Calcul du transport en régime transitoire **645**
217.1Résolution à la section de calcul 645

217.2 **Discrétisation avec le schéma de Preissmann** 645
217.3 **Résolution par la méthode du gradient conjugué** 646
217.4 Discrétisation au nœud 646
217.5 **Équation de continuité au Nœud** 646
217.6 **Calcul pour un nœud avec casier : résolution par itération de Newton** 646
217.7 Calcul pour un nœud sans casier 647

218 Calcul des classes fixées en régime transitoire **649**

219 Simulation de la température **651**
219.1 Equation de transport et d'échange 651
219.2 Calcul des termes du rayonnement 652

220 Guide Théorique **655**

221 Introduction **657**

222 **659**

IV Informations commerciales **661**

223 Informations commerciales **663**

224 **665**

V Calculs hydrauliques avec Cassiopée **667**

225 Calculs hydrauliques avec Cassiopée **669**

Chapitre 1

SIC²

Simulation intégrée des canaux et de leur contrôle

Ce manuel est la documentation complète du logiciel **SIC²** (version 5.43A), développé et maintenu par l'UMR G-EAU (INRAE). Il est généré depuis le site de documentation ; la version courante du site reste la référence.

SIC² 5.43A — 2 novembre 2026

Chapitre 2

Première partie

Documentation de SIC

Chapitre 3

Préambule



UMR G-EAU Inrae Montpellier 361,
rue J.-F. Breton B.P. 5095 34196
Montpellier Cedex 5, France

3.1 Documentation de SIC^2 : Simulation Intégrée des Canaux et de leur Contrôle

— Guide Utilisateur SIC 5.x
— Guide Théorique

Cette documentation concerne les versions : - Version 5.43 - Février 2025 (validée)

La documentation la plus récente est disponible à l'adresse http://sic.g-eau.fr

Le logiciel SIC a été réalisé par l'Equipe Gestion Hydraulique, Optimisation et Supervision des Transferts d'Eau (GHOSTE) de l'unité mixte de recherche «Gestion de l'Eau, Acteurs, Usages» (UMR G-EAU)

Pour toute question ou remarque, contacter : - David DORCHIES - Pierre-Olivier MALATERRE - Gilles BELAUD (module sédiment et qualité)

UMR G-EAU Inrae Montpellier 361, rue J.-F. Breton B.P. 5095 34196 Montpellier Cedex 5, France

— Tél. : (33 ou 0) 467 04 63 56
— Tél. : (33 ou 0) 467 04 63 22
— Email : sic@g-eau.fr
— Web : http://sic.g-eau.fr

Chapitre 4

Deuxième partie

Manuel Utilisateur

Chapitre 5

La notion de projet et de fichier XML de données

Un fichier XML de données comprend un projet.

Un projet est constitué de : - Un réseau aussi appelé géométrie (Définition des noeuds, des biefs et des sections) - Un ou plusieurs scénarii hydrauliques (Définition des Prises, des structures en travers, des Stricklers et des infiltrations). - Un ou plusieurs modules de régulations.

Chaque scénario hydraulique peut comprendre : - Une ou plusieurs variantes (Modification des données de gestion par rapport aux données du scénario) - Un module de qualité.

Chaque scénario, variante de scénario ou module de qualité d'un scénario peut comprendre un résultat de simulation.

5.1 Propriétés du réseau

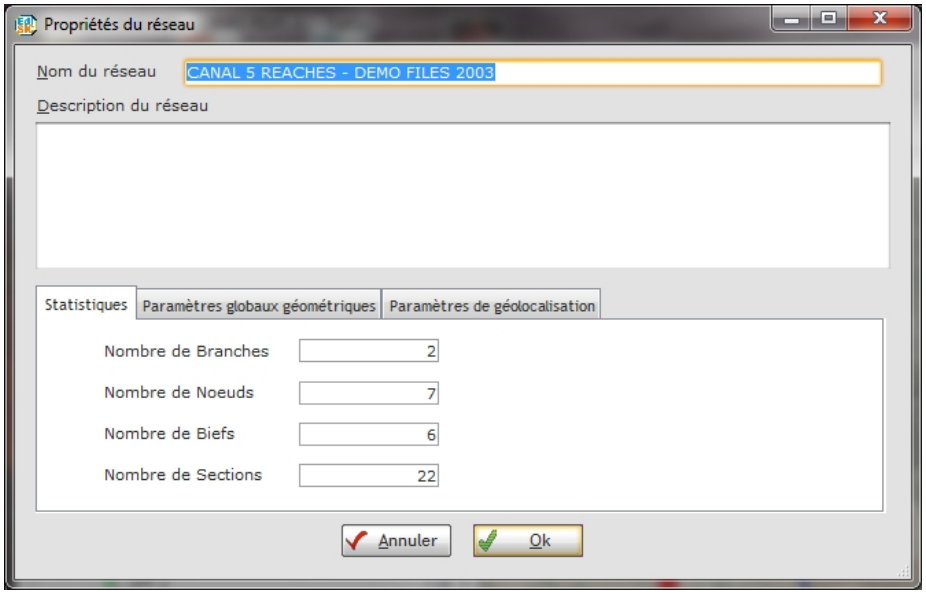


FIGURE 5.1 – propreseau

Le nom du projet est défini dans la fenêtre «Propriétés du réseau» dans le champ «Nom du réseau». On peut ajouter un texte descriptif libre permettant d'archiver des informations sur ce projet.

On peut également définir un facteur d'homothétie en Y et en Z pour les profils en travers d'un réseau, dans l'onglet "Paramètres globaux géométriques". Ces facteurs d'homothétie pourront être également re-définis bief par bief et section par section, au niveau de la description de ces objets. Cela peut être utile pour le recalibrage de réseaux par exemple.

Un pas d'espace global pour tout le réseau peut être défini à ce stade. Il s'appliquera pour tous les biefs du réseau et/ou toutes les sections, sauf si ce pas est redéfini (différent de 0) à ces niveaux inférieurs.

Cette fenêtre donne aussi accès aux statistiques du réseau (nombre de noeuds, de biefs et de sections) qui permettent de vérifier si on se trouve dans les limites de fonctionnement de la licence de SIC. On conseille de se reporter à la notice théorique pour vérifier la définition de ces concepts qui sont différents pour chaque logiciel.

Les paramètres globaux de géolocalisation peuvent être définis ici. Les unités en degrés décimaux ou en unités métriques (UTM), ainsi que la référence angulaire pour la géolocalisation des sections en travers (avec les choix du Nord

Géographique, de la ligne centrale du bief ou du segment dessiné au sein du bief).

Chapitre 6

Les trois modes : géométrie, hydraulique et résultat

L'interface EdiSic fonctionne selon trois modes successifs : - Édition de la géométrie - Édition des données hydrauliques - Visualisation des résultats

La navigation entre ces différents modes est facilitée par la fenêtre «Explorateur de projet».

6.1 Edition de la géométrie

Dans ce mode, l'utilisateur pourra importer un fichier .TAL des anciennes versions de SIC, modifier un réseau ou saisir un nouveau réseau. La saisie du réseau permet de définir : - Les biefs et leurs noeuds de raccordement - Les sections dans les biefs - Parmi ces sections, les sections singulières qui pourront accueillir des ouvrages en travers dans le mode hydraulique - Les profils de toutes les sections (Avec définitions des lits mineurs/moyens et majeurs)

Avant de passer en mode hydraulique, l'application proposera de vérifier la complétude et la cohérence du réseau saisi et de lancer le mailleur du réseau (TALWEG).

6.2 Édition des données hydrauliques

EdiSic permet de saisir plusieurs scénarii hydraulique pour une géométrie. Dans ce mode, l'utilisateur définira les données suivantes : - Caractéristiques des prises aux noeuds (avec les ouvrages les constituant, et les conditions aux limites) - Caractéristiques des ouvrages en travers situés sur les sections singulières. - Coefficients de rugosités (Manning-Strickler) dans les biefs pour les lits mineurs/moyens

- Infiltrations - Modules de régulation - Options de simulation (notamment la définition des résultats qu'il faudra enregistrer pendant la simulation pour la visualisation ultérieure)

Après une vérification de la complétude et de la cohérence des données saisies, l'interface permet le lancement d'une simulation hydraulique en écoulement permanent (FLUVIA).

Si la simulation réussie, il est ensuite possible d'importer la ligne d'eau obtenue en écoulement permanent dans un nouveau scénario hydraulique pour démarrer une simulation en écoulement transitoire (SIRENE).

6.3 Visualisation des résultats

Comme son nom l'indique, ce mode permet de visualiser les résultats générés par une simulation hydraulique en écoulement permanent ou transitoire sous forme de tableaux de données et de graphiques.

Chapitre 7

La fenêtre principale de l'application

L'écran principal affiche le réseau avec une représentation de type arbre à gauche et une partie de type graphe à droite. Les sélections peuvent se faire sur l'une ou l'autre des 2 représentations pour la plupart des fonctionnalités.

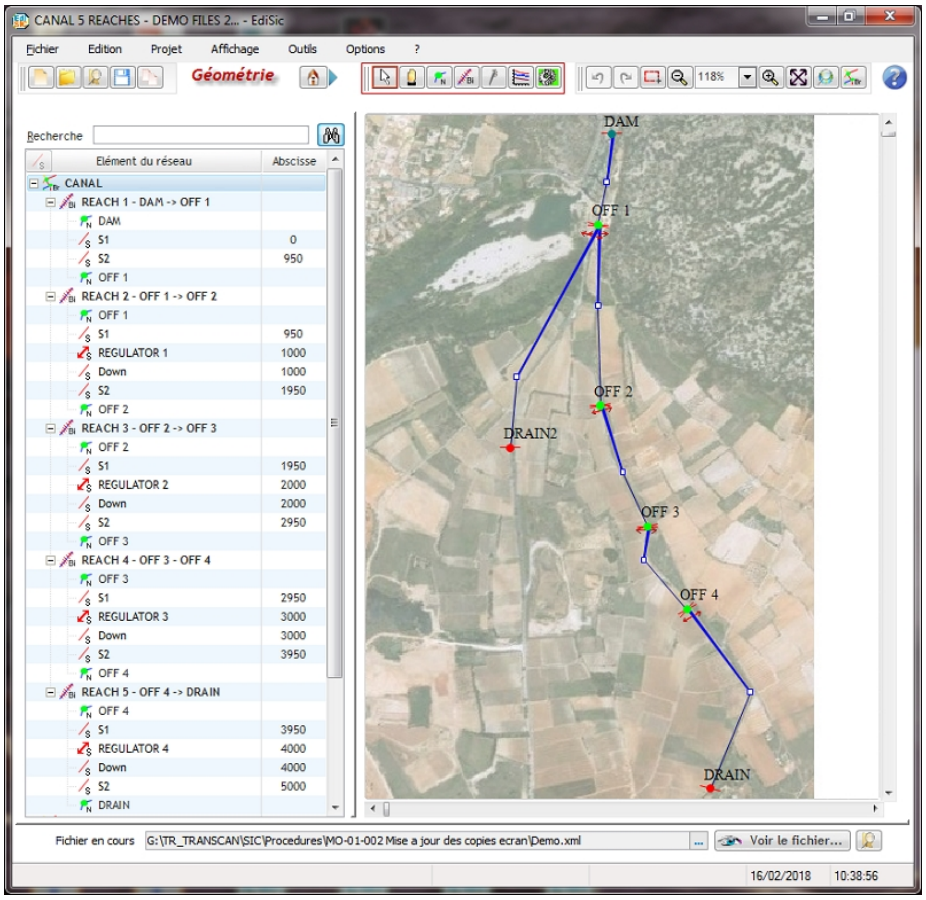


FIGURE 7.1 – premiere_tal

7.1 Partie arborescence

7.2 Recherche, déplier et replier

Le champ «Recherche» offre la possibilité de faire une recherche en fonction d'une partie du nom d'un objet, ou de l'abscisse exacte ou approchée de celui-ci.

Le bouton à gauche de la barre de titre de l'arborescence permet de replier et déplier les différents niveaux du réseau.



FIGURE 7.2 – doc4

7.3 Légende de l'arborescence

Icône | *Nom* | *Description* |



| Branche | Suite continue de biefs sans diffluence ni confluence |



| Bief | Portion continue du cours d'eau entre deux nœuds |



| Nœud | Point de délimitation du bief et d'insertion des prises |



| Section | Description d'un profil en travers |



| Section singulière| Description d'un profil en travers offrant la possibilité d'ajouter un ou plusieurs ouvrages en travers |

7.4 Partie graphe du réseau

7.5 Menus et barres d'outils

Tous les modes sont accompagnés de trois barres d'outils qui regroupent les fonctionnalités présentes dans les menus du même nom :

7.6 *Fichier



FIGURE 7.3 – doc10

— Nouveau document
— Ouvrir un document existant
— Ouvrir l'Explorateur Windows ® dans le dossier en cours
— Enregistrer le fichier
— Enregistrer le fichier sous un nouveau nom

7.7 *Outils



FIGURE 7.4 – doc11

Les outils disponibles varient en fonction du mode (géométrie, hydraulique, résultat). Ils seront décrits dans les parties correspondantes de la documentation.

7.8 *Affichage

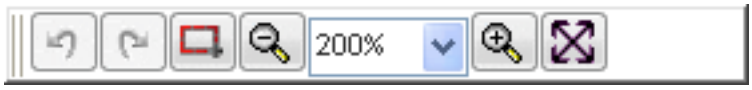


FIGURE 7.5 – doc13

— Annuler la précédente opération
— Rétablir l'opération annulée
— Sélectionner tous les objets du réseau
— Diminuer le zoom
— Définir le zoom
— Augmenter le zoom
— Adapter le zoom au réseau (Réseau en pleine page)

7.9 Partie basse de la fenêtre

Cette partie sert à afficher le fichier en cours avec possibilité d'ouvrir un nouveau fichier, d'afficher le fichier dans l'éditeur de fichier XML par défaut ou d'ouvrir l'explorateur dans le dossier en cours.



FIGURE 7.6 – doc14

Cette partie sert aussi à afficher des graphiques de profils en long dans les différents modes.

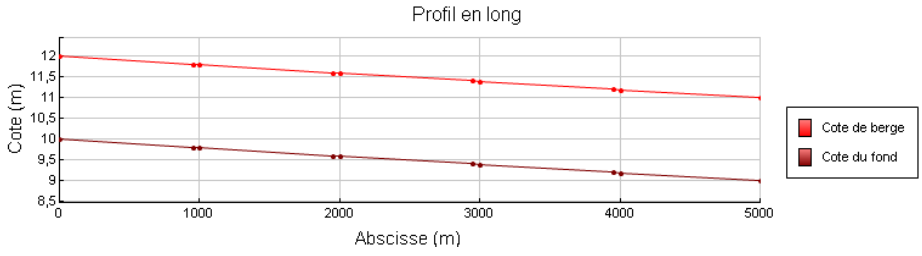


FIGURE 7.7 – doc15

Chapitre 8

La clé de protection

Les paramètres de la clé de protection sont modifiables dans la fenêtre «Clé de protection» (Menu Options > Clé de protection)

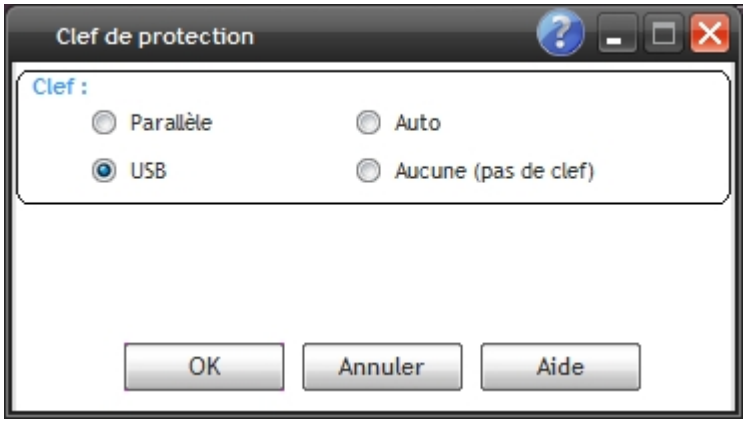


FIGURE 8.1 – dungle

En mode sans dongle, Les utilisations de l'éditeur de géométrie et du mailleur TALWEG sont verrouillées. Mais le reste des applications est utilisable.

Lors de l'utilisation du logiciel, si la clef devient indisponible, le logiciel passera automatiquement en mode sans clef.

Si la clef est à nouveau disponible, il faudra alors aller dans cette interface recocher le type de clé utilisée.

Chapitre 9

Menu Options > Options

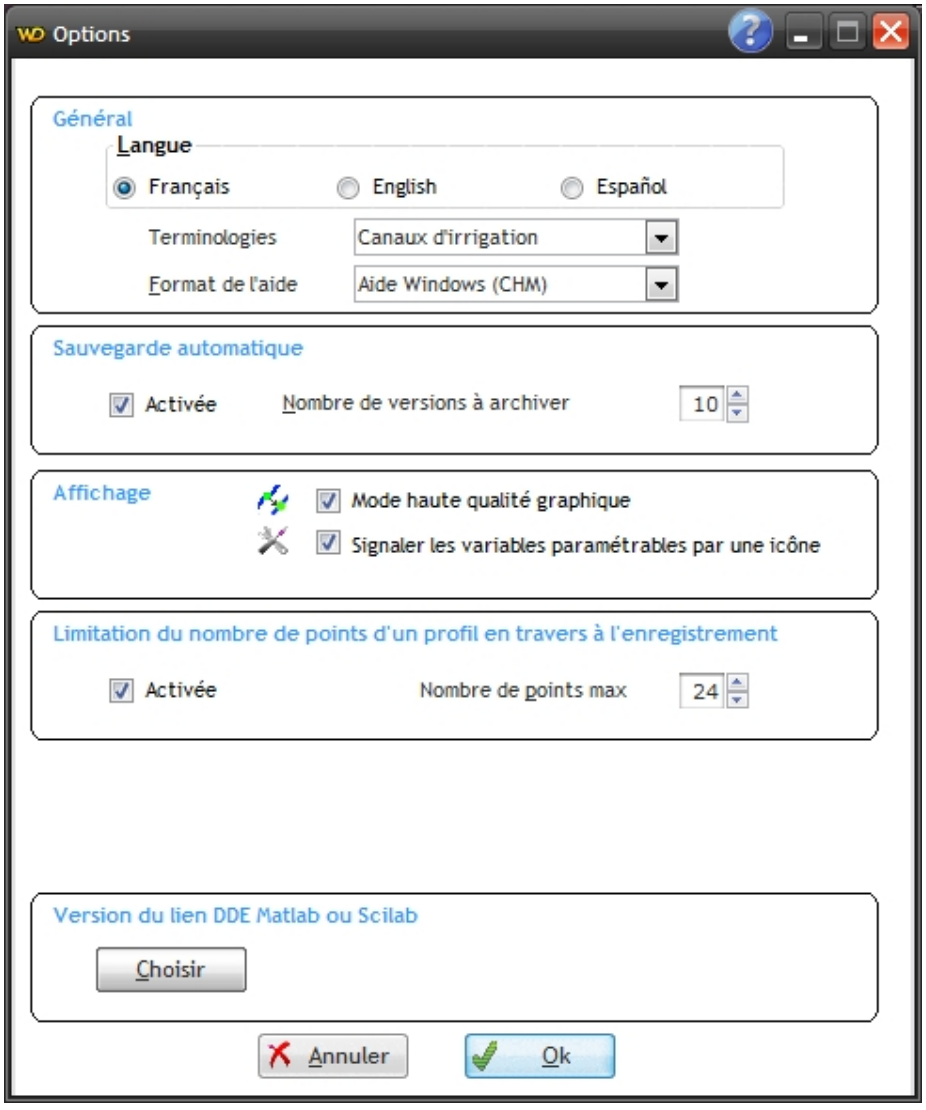


FIGURE 9.1 – options

9.1 Général

Langue : L'interface est traduite en Français, Anglais et Espagnol. Certaines parties du logiciel peuvent ne pas être encore entièrement traduites en Anglais et en Espagnol, elles apparaissent alors en Français.

9.2 Sauvegarde automatique

— Le bouton «*activée*» permet d'activer ou non la sauvegarde automatique du fichier en cours de saisie.
— «{{Toutes les x minutes}}» permet de définir la fréquence de la sauvegarde automatique si celle-ci est activée.

Note : Actuellement la sauvegarde automatique n'est activée qu'en mode «EdiSIC : édition de la géométrie».

9.3 Récupération d'une sauvegarde automatique

Après un arrêt inopiné du logiciel, EdiSIC propose de récupérer la dernière sauvegarde automatique du fichier. Si l'utilisateur accepte d'ouvrir le fichier récupéré, le logiciel crée un sous-répertoire «Sauv» à l'emplacement du fichier et copie les deux versions du fichier avec les noms suivants : - nomdufichier_Récupéré.xml : copie du fichier enregistré par la sauvegarde automatique et qui vient d'être récupéré. - nomdufichier_Original.xml : copie du fichier original et qui correspond au dernier enregistrement volontaire réalisé par l'utilisateur.

9.4 Affichage

— «Mode haute qualité graphique» : Améliore l'affichage du réseau à l'écran. Désactiver cette option si l'affichage du réseau est trop lent ou saccadé.
— «Signaler les variables paramétrables par une icône» : Active l'affichage du bouton «Variable paramétrée» sur les champs où cette option est disponible.

9.5 Limitation du nombre de points d'un profil en travers à l'enregistrement

Lors de l'import ou la saisie de profils avec plus de points que la limite fixée ici, le logiciel supprimera automatiquement le nombre de points nécessaires en minimisant la perte d'information (minimisation de la hauteur entre le point supprimé et le segment reliant le point précédent avec le point suivant). Lors de la sauvegarde du fichier xml, si des points sont supprimés pour respecter les contraintes de nombre maximum de point indiquées ci-dessous, les messages correspondants seront écrits dans une fenêtre trace.

— «Activée» : contrôle à l'enregistrement d'une géométrie que le nombre de points des profils en travers ne dépasse pas le nombre défini ci-après.
— «Nombre de points max.» : La limitation par défaut est de 24 points et elle correspond à la limite actuelle du mailleur Talweg. Un profil supérieur à 24 points provoquera une erreur dans le mailleur (Talweg).

9.6 Version du lien DDE Matlab ou Scilab

Les liens DDE Matlab et/ou Scilab ne sont pas compatibles entre eux, et utilisent des librairies dll qui ont les mêmes noms mais ne sont pas compatibles. C'est pour cela que nous proposons diverses versions de Fluvia et Sirene générées avec diverses versions du lien DDE pour Matlab ou Scilab. Vous devez choisir celui qui vous convient, en fonction de la version qui est installée sur votre ordinateur. Si vous avez plusieurs versions installées, il sera même probablement nécessaire de désactiver les versions que vous ne voulez pas utiliser, pour éviter des conflits. Il n'est pas nécessaire de désinstaller ces versions, un simple renommage temporaire du répertoire où est située cette ou ces versions sera suffisant.

Chapitre 10

Spécificités des différentes licences de SIC

Il existe plusieurs licences pour le logiciel SIC : - Version professionnelle - Version enseignement-recherche

La seule différence technique entre la version professionnelle et la version d'enseignement et de recherche est la taille maximum des systèmes qui peuvent être modélisés. Autrement, toutes les options sont disponibles dans les deux versions. La version professionnelle inclut également 3 jours de formation à l'utilisation du logiciel.

Puisque la plupart des programmes de calcul sont en Fortran, sans allocation dynamique de mémoire, quelques limitations subsistent dans la version professionnelle. Mais nous pouvons les modifier autant que vous voulez. Nous pouvons modéliser n'importe quel système dans le monde, du modèle à échelle réduite de l'école d'ingénieurs de SupAgro Montpellier, jusqu'au fleuve Amazone au Brésil, le fleuve Congo ou le canal de Narmada en Inde. Pour votre information les limitations par défaut sont :

Limitation sur | Version professionnelle | Version enseignement-recherche |
nombre de branches (dans le cas de confluences, diffluences, boucles) IBR | 75 | 5 |
nombre de biefs (un bief est une portion de canal ou de fleuve compris entre 2 prises, apports ou prélèvements ponctuels d'eau) IB | 350 | 20 |
nombre de sections en travers de données (sections où vous décrivez la géométrie de ces sections) NSD | 5000 | 200 |
nombre de sections en travers de calcul (sections où les variables hydrauliques seront calculée ; elles peuvent être des sections de données que vous décrivez ou des sections supplémentaires interpolées automatiquement en fonction du pas de calcul précisé pour chaque bief) NSC | 20000 | 250 |

nombre de sections singulières (où il y a un ou plusieurs seuils, vannes, vannes Gec Alsthom, pompes, etc) NSS | 200 | 10 |
nombre d'ouvrages en travers (seuils, vannes, vannes Gec Alsthom, pompes, etc.) NTO | 500 | 10 |
nombre de modules de régulation (un algorithme qui manipule une ou plusieurs variables en utilisant une ou plusieurs variables mesurées) NBCM | 100 | 20 |
nombre de variables de contrôle NBUM | 100 | 50 |
nombre of variables controllées NBYM | 100 | 50 |
nombre of variables mesurées NBZM | 500 | 500 |
nombre de classes de sédiment (pour le module de transport de sédiments) NCL/NCLG | 6/11 | 6/11 |

Chapitre 11

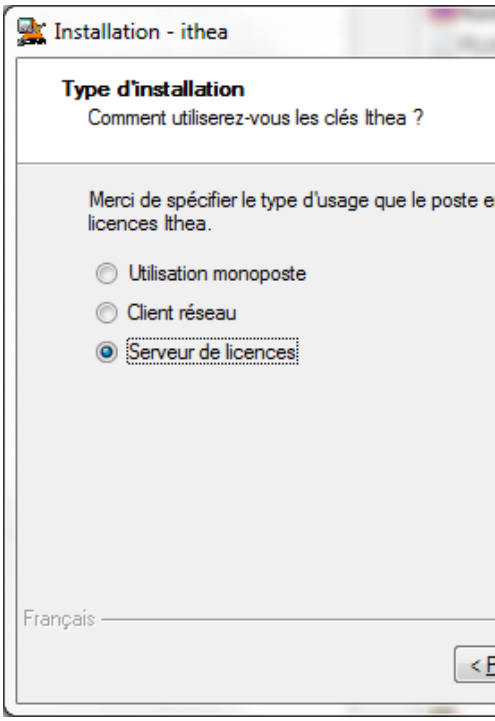
Installation de la clé de protection USB

Si votre licence de SIC utilise une clef de protection USB, vous devez installer sur votre poste les pilotes et les services permettant d'accéder à ces clefs.



| Attention ! L'installation du driver de clé doit être réalisée avant de connecter la clé USB à l'ordinateur ! Dans le cas contraire, Microsoft Windows installe par défaut un driver qui empêche l'installation correcte du driver Ithea. Il faudra, dans ce cas, supprimer manuellement ce driver dans les paramètres systèmes de votre ordinateur. |

A la première utilisation de SIC, celui-ci propose automatiquement d'installer le service de clé Ithea, s'il détecte que ce driveur n'est pas déjà installé. Pour installer manuellement le service de clé USB, il faut lancer le programme setup_ithea.exe présent dans le sous-répertoire «exe» de l'installation de SIC.



Lors de l'installation, trois types d'installations sont proposées :

Le choix du type d'installation n'est pas figé et peut être modifié sans devoir refaire l'installation (Voir Paramétrages avancés de la clé de protection USB).

11.1 Utilisation monoposte

A utiliser si vous voulez connecter la clef directement sur votre poste de travail. Dans ce cas, cliquez une fois sur suivant, et l'installation est terminée. Si vous exécutez SIC sous une session Wine sur un ordinateur Linux, cette connexion locale ne fonctionnera pas correctement. Vous devez utiliser l'option du serveur de licences décrite ci-après.

11.2 Serveur de licence

Si vous voulez connecter une clef USB directement sur l'ordinateur et que vous voulez que d'autres postes du même réseau puissent utiliser cette clé. Une clé USB est configurée avec un nombre donné de jetons, spécifié dans votre contrat. Vous pouvez également accéder à ce serveur via une connexion distante, par exemple via un réseau privé virtuel (VPN). Pour installer un serveur de licence, choisissez l'option puis cliquer sur suivant, l'installation est terminée.

11.3 Client réseau

A utiliser si vous utilisez une clef connectée à un autre poste du réseau. Si vous exécutez SIC sous une session Wine sur un ordinateur Linux, le serveur de licences distant sera également disponible. Pour cela, choisissez l'option puis cliquez sur suivant. Une fenêtre de configuration apparaît alors :

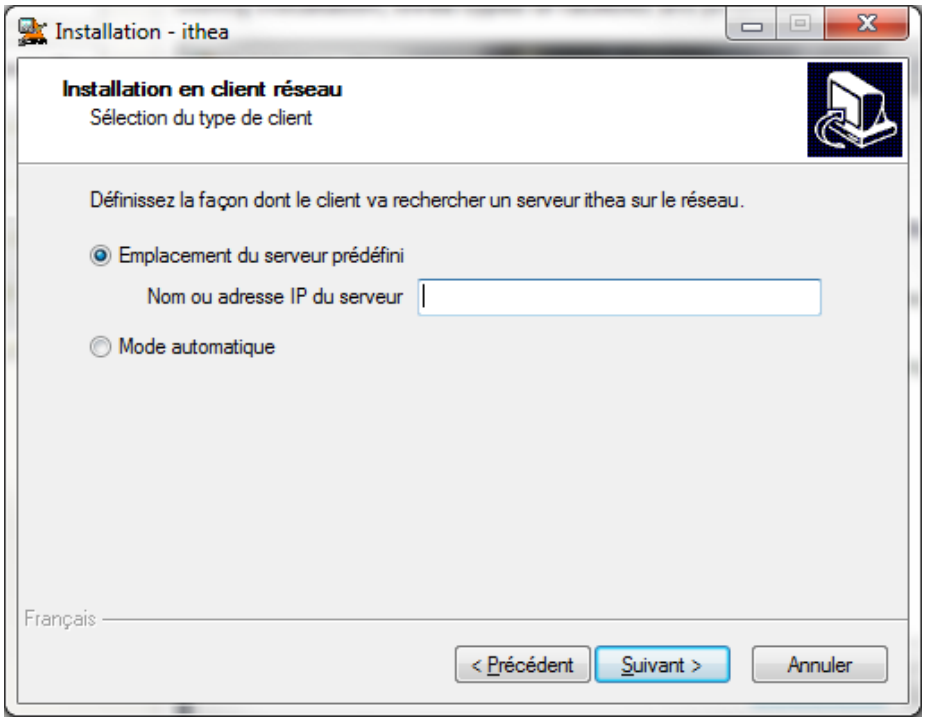


FIGURE 11.1 – doc73

11.4 Emplacement du serveur prédéfini (Option conseillée)

— Si vous faites ce choix, vous devez saisir dans la zone Nom ou Adresse IP du serveur, le Nom ou l'adresse IP du serveur de licence.

11.5 Mode Automatique (déconseillé)

— Ce mode permet de rechercher directement sur le réseau un poste configuré en serveur de licence. Cependant, suivant le type de réseau, l'accès aux clefs peut être ralenti voire ne pas fonctionner.

11.6 Informations complémentaires

— Une fois SIC installé, des informations complémentaires sont disponibles sur cette clef, les driveurs et leur paramétrage, dans le fichier Actikey.pdf ainsi que Ithea-os_fr.pdf sous SIC/DOC. En particulier le paramétrage du pare-feux Windows est discuté, pour résoudre des problèmes éventuels de blocage du port 1331 utilisé par cette clef. Il faut effectivement autoriser les connections entrantes sur ce port.

Chapitre 12

Paramétrages avancés de la clé de protection USB

Ithea fournit un utilitaire pour modifier la configuration du service de clé USB. Il est disponible sur `C:/Program Files/ithea/instSvc.exe` et doit être exécuté en tant qu'administrateur.

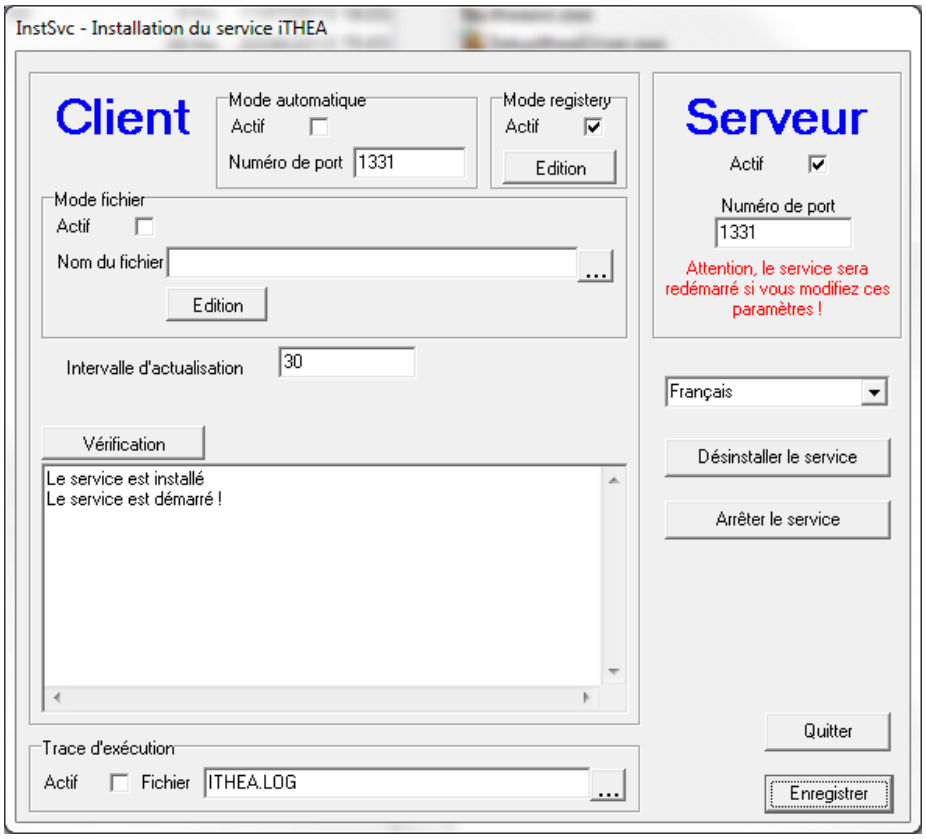


FIGURE 12.1 – doc74

12.1 Paramétrage du serveur de clé

Pour utiliser l'ordinateur en tant que serveur réseau, il faut cocher «Actif» dans l'encadré «Serveur» en haut à droite de la fenêtre.

Le port d'écoute par défaut du serveur est le 1331, ce champ n'est à modifier que si vous avez une autre application susceptible d'utiliser le même port.

Le bon fonctionnement du serveur peut être vérifié à l'aide de la commande `netstat -an`. Le port 1331 doit apparaître en LISTENING dans les connexions actives :

```
Connexions actives

  Proto  Adresse locale         Adresse distante       État

  TCP    0.0.0.0:1331           0.0.0.0:0              LISTENING
```

Si cette ligne n'apparaît pas, il faut vérifier que le port est bien ouvert pour les communications entrantes dans les paramètres du pare-feu de l'ordinateur.

12.2 Paramétrage du client réseau

Si la clé de protection se trouve sur un serveur de clé, il est nécessaire de renseigner l'adresse IP du serveur. Dans la partie «Client», il faut cocher Actif dans l'encadré «Mode Registry» puis saisir l'adresse IP et le port du serveur de clé dans la fenêtre accessible à partir du bouton «Edition» :

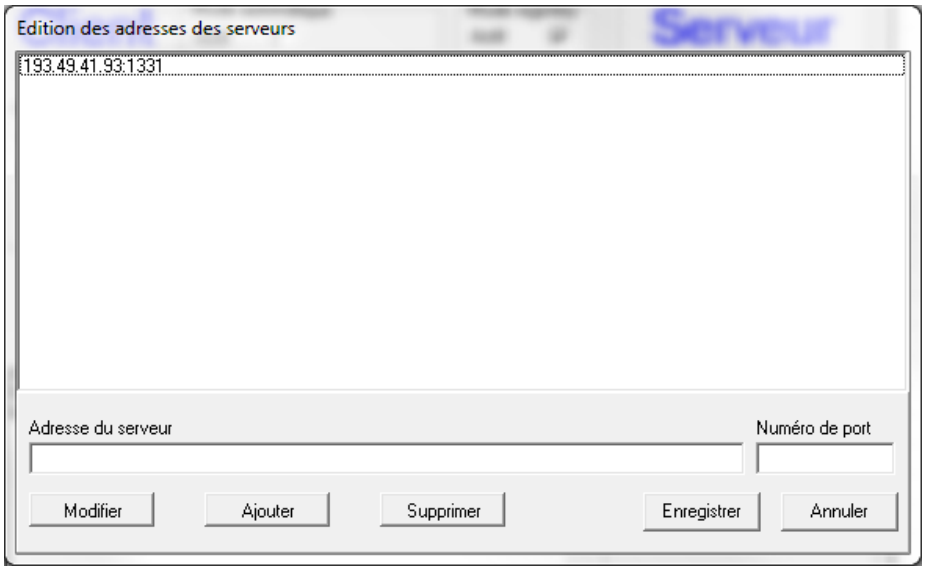


FIGURE 12.2 – doc75

Si le serveur de clé est susceptible de changer, il est possible d'entrer plusieurs adresses.

Chapitre 13

Installation d'une clé de protection parallèle

Cette notice ne vous concerne que si votre licence de SIC comprend une clé de protection se branchant sur le [?port parallèle] de l'ordinateur. Pour l'utilisation d'une clé USB se reporter à la documentation correspondante.

Une procédure d'installation de drivers spécifiques pour Windows NT, 2000 et XP est fournie. Voir les FAQ sur le site www.canari.free.fr et le fichier Drivers.exe téléchargeable sur ces pages.

Dans un premier temps, en exécutant le fichier Drivers.exe (ou le fichier .exe contenant uniquement le driver qui vous intéresse), vous allez copier les fichiers correspondant à ce ou ces driver(s) sur votre ordinateur.

Si vous avez exécuté Drivers.exe nous vous conseillons de faire une installation personnalisée (et non complète) et de ne récupérer sur votre ordinateur que le ou les drivers qui vous sont nécessaires :

Une fois ces fichiers copiés, il faut lancer l'installation proprement dite du driver en lançant le programme d'installation (install.exe) situé dans le sous répertoire que vous venez juste de créer et de remplir. Suivez les instructions. Fermez ensuite la fenêtre du programme d'installation en cliquant sur la croix en haut à droite :

Il est possible d'activer, de désactiver ou de désinstaller le driver.

Pour utiliser une cléf réseau il faut également installer un serveur de clef uniquement sur l'ordinateur faisant office de serveur, avec la même procédure que ci-dessus.

Chapitre 14

Spécifications matérielles

Le logiciel SIC est conçu pour fonctionner sur un micro-ordinateur de type PC.

La version SIC 2.1 n'existait que sous système d'exploitation MS/DOS.

La version 3.1 existait sous DOS et sous Windows, afin d'assurer la transition progressive de tous les utilisateurs vers Windows.

La version 3.5 n'existait que sous Windows. Cette version était une version 16 bits et pouvait donc fonctionner sous Windows 3.1, 3.11, 95 ou 98 (et éventuellement Windows NT).

A partir de la version 3.6, le logiciel SIC est une version 32 bits et ne peut donc fonctionner que sous Windows 95 ou 98 (et ultérieurs). Il fonctionne également sous Windows NT, Windows 2000, Windows XP (et ultérieurs). Par contre, sous ces derniers systèmes d'exploitation, des drivers supplémentaires doivent être installés pour que la clef de protection soit détectée. Ces drivers peuvent être téléchargés sur le site web de SIC (sur la page FAQ) dont l'adresse est mentionnée en tête de cette documentation. L'avantage de la version 32 bits est d'être plus rapide, surtout sur machine à base de Pentium 2 et ultérieur, et plus fiable. Par ailleurs, elle autorise le multi-instance, ce qui signifie qu'il est possible d'exécuter, par exemple, Ediflu et Fluvia en même temps, plusieurs instances de Resir pour comparer plusieurs simulation, et même potentiellement plusieurs SIC en même temps, même si cela ne présente pas d'intérêt particulier. Il faut cependant faire attention à ne pas lancer simultannément des instances qui vont créer le même fichier en même temps et nous ne garantissons pas la manière dont Windows gère la protection des fichiers dans ce cas.

Les versions de SIC sous Windows peuvent modéliser des systèmes beaucoup plus grands que les anciennes versions sous DOS. Par ailleurs, la version sous Windows bénéficie d'un nouvel éditeur de la topologie et de la géométrie (Edital).

SIC nécessite un co-processeur mathématique (automatiquement présent sur les

processeurs récents de type Pentium) et un écran EGA ou VGA. La mémoire centrale doit être d'au moins 128 MB. Un espace d'environ 80 MB est requis sur le disque dur pour les trois unités du logiciel. Une configuration confortable est un Pentium IV, 64 MB de RAM, Disque Dur 1 Giga octets.

Le logiciel a aussi des possibilités de sorties graphiques sur les traceurs compatibles HP (langage HPGL) en format A4 ou A3, et via des fichiers au format DXF AutoCad, Wmf ou Bmp. Les résultats des calculs peuvent être exportés sous de nombreux formats dont XML, XLS ou des fichiers texte ASCII.

L'unité topographique (Unité I) du logiciel est protégée par une clé qui doit être connectée à la sortie parallèle de l'ordinateur. Si une imprimante (ou n'importe quel autre périphérique) est aussi connecté sur ce port, il doit être allumé et la clé doit être placée directement sur la sortie de l'ordinateur. En cas de détérioration de cette clef, contacter le Cemagref pour en racheter une (avec retour de l'ancienne). En cas de perte, le Cemagref n'assure aucun remplacement.

Certains ordinateurs ont des problèmes pour reconnaître la clé, en particulier sous Windows NT, 2000 ou XP. Pour résoudre ce problème il faut installer un driver fournis sur la page FAQ du site web SIC à www.canari.free.fr. Voir également la rubrique Procédure d'installation pour plus de détails.

Chapitre 15

Procédure d'installation

Tous les fichiers nécessaires pour installer et lancer le logiciel SIC sont contenus dans 1 fichier .exe autoextractible fourni par nos services.

Pour installer le modèle SIC sur le disque dur vous devez : - lancer l'exécution de ce fichier .exe (ex : siccemagref422.exe), - suivre les instructions de l'utilitaire d'installation.



| Avec Windows Vista et supérieurs, il faut s'assurer que l'utilisateur aura les droits d'écriture dans le dossier d'installation de SIC. La configuration du logiciel est définie dans des fichiers .ini situés dans le sous-dossier exe de l'installation. Ces fichiers auront besoin d'être modifiés à l'exécution du programme. |

L'installateur automatique crée un groupe de programme "SIC" et les icônes correspondant aux différents exécutables inclus dans SIC.

Pour installer les drivers des clef de protection, voir en fonction du type de clef :

- Installation des clefs USB
- Installation des clef Parallèle

Chapitre 16

Comment utiliser les outils de modélisation automatique

L'outil de construction automatique de réseau permet de définir et/ou de modifier en quelques clics les paramètres d'une portion de réseau (abscisses, noeuds, biefs, sections, pentes et profils, paramètres, etc).

Pour l'utiliser, il faut d'abord avoir créé un ou plusieurs biefs sur le graphe (par exemple à l'aide d'un fond de carte, ou sur un fond vierge). Ensuite sélectionner la portion sur laquelle on veut travailler. Il est possible de tout sélectionner avec Ctrl+A. Et enfin cliquer sur le bouton  «Construction automatique». Si plusieurs possibilités de parcours linéaires sont possibles, pour cette portion sélectionnée, elles seront proposés avec indication de leurs longueurs totales. La zone sélectionnée pourra ensuite être retouchée en modifiant le Bief amont et le Bief aval, dans la liste proposée, ainsi que la Section amont et la Section aval.

Pour certaines actions, comme indiqué sur les bulles d'aide, l'action choisie peut s'étendre à la totalité du réseau (en faisant Shift+Click ou Ctrl+Click).

Cet outil se découpe en plusieurs parties distinctes symbolisées par des onglets :

- Définition de la portion
- Modification des noeuds et biefs
- Modification des sections
- Modification des abscisses et cotes de fond
- Modification des profils en travers
- Interpolation de profils en travers
- Modification des paramètres de sections

— Modification de la taille et forme des biefs sur le graphe

Chapitre 17

Définition de la portion

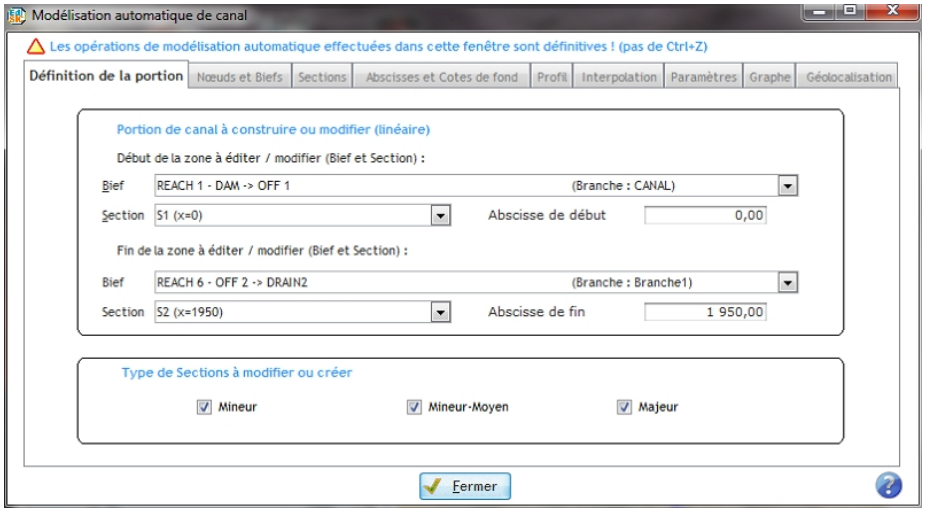


FIGURE 17.1 – extrapolationonglet1

Ce premier onglet sert à affiner la sélection effectuée à la souris sur le graphe ou l'arborescence en permettant :

- la sélection du bief de début et de fin dans la liste des biefs de la sélection réalisée avant l'appel à cette option de modélisation automatique ;
- la sélection de la section de début et de fin dans respectivement le bief amont et le bief aval de la sélection ;
- le type de section qui sera concerné par les actions de modélisation automatique (sections avec lit mineur uniquement, sections avec des lits mineur et moyen ou des sections avec un lit majeur).

Chapitre 18

Modification des noeuds et des biefs

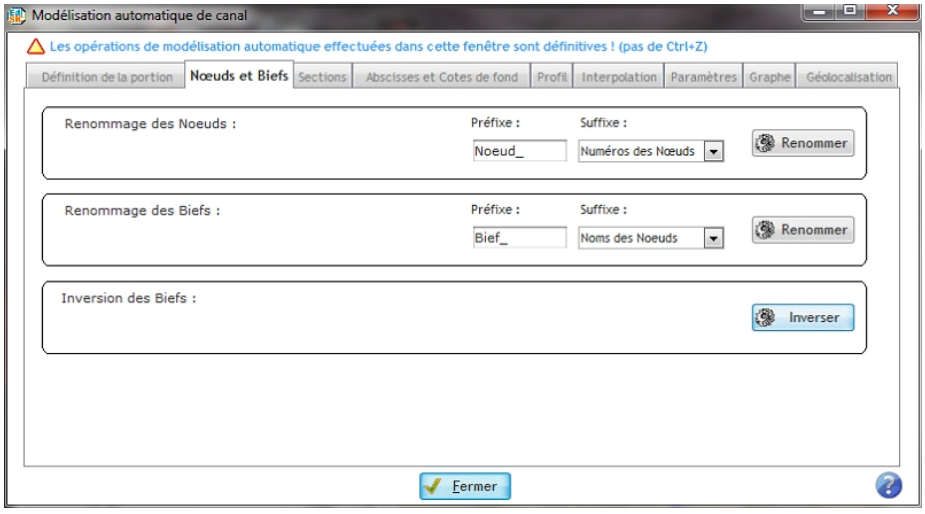


FIGURE 18.1 – extrapolationonglet2

Dans cette partie, plusieurs opérations sont disponibles :

— Renommer automatiquement les nœuds avec un numéro d'ordre ou également avec le nom de la branche.
— Renommer automatiquement les biefs avec les noms ou les numéros d'ordre des nœuds amont et aval, ou encore avec le nom de la branche et le numéro du bief.

— Inverser le sens d'écoulement par défaut des biefs (la référence de l'écoulement Q>0, sachant qu'ensuite on pourra toujours avoir une inversion du débit et donc Q<0, si les conditions aux limites le permettent).

Chapitre 19

Modification des sections

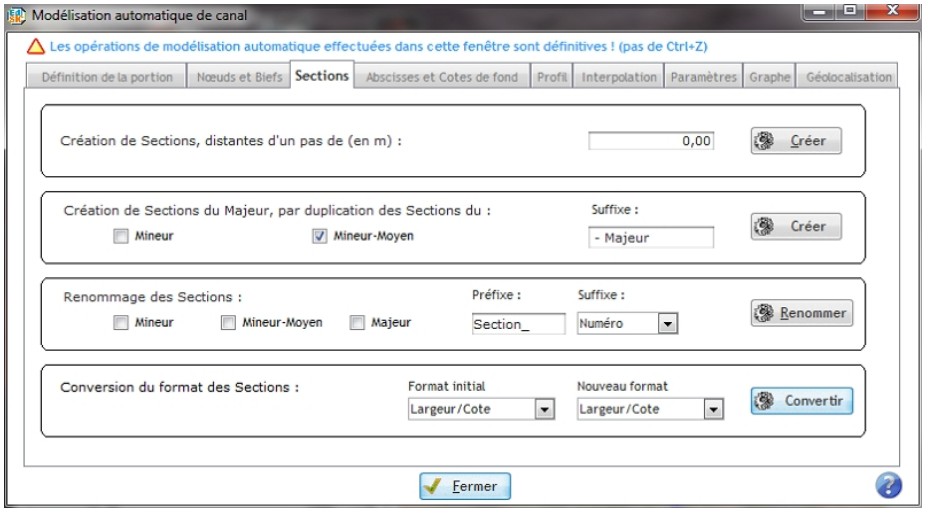


FIGURE 19.1 – extrapolationonglet3

Dans cette partie, on peut effectuer plusieurs opérations :

— Création de sections équidistante d'un pas défini. Dans cette opération, des sections seront créées et copiées à l'identique de la section amont de la portion choisie. A ce stade il n'y a aucune interpolation, ni sur la forme de la section, ni sur la cote de fond. Pour cela, il faut utiliser l'onglet "Interpolation" pour interpoler les sections en forme et éventuellement en cote de fond, ou juste l'onglet "Abscisses et Cotes de fond" pour changer les cotes de fond ;

- Création de sections du lit majeur à partir de sections du lit mineur ou mineur-moyen existantes ;
- Renommage automatique des sections avec un numéro d'ordre ou en fonction de leur point kilométrique.
- Changement de format des sections, par exemple de Largeur/Cote ou Abscisse/Cote à Trapézoïdale, ou réciproquement, de Trapézoïdale à Dalot (donc en fermant la section à son plafond), etc. Actuellement toutes les combinaisons d'options ne sont pas gérées, mais la liste sera étendue, et les options les plus classiques sont implémentées. N'hésitez pas à contacter les développeurs pour une option particulière si nécessaire.
- Changement de type des sections, de Mineur à Mineur/Moyen ou réciproquement. Dans le cas de passage de Mineur seul à Mineur/Moyen, la cote de débordement entre les 2 lits est proposée comme étant (1) soit la moyenne de la cote de fond et de la cote de berge, (2) soit la cote de berge. A vous ensuite de la modifier si nécessaire. On pourra imaginer ultérieurement d'autres choix. On n'autorise pas actuellement les changements de ou vers des lits Majeurs, car un lit Majeur n'existe qu'en complément d'un lit Mineur ou Mineur/Moyen. Mais si un intérêt apparait pour cette option on peut le faire.

Remarque : Si en format Largeur/Cote il y a plus de 2 couples de valeurs, seuls les 2 premiers seront utilisés pour un passage en format Trapézoïdal, Dalot ou Rectangulaire. Pour un passage en format Rectangulaire, le second couple sera juste utilisé pour la cote de berge, la largeur sera ignorée. Idem pour un format Abscisse/Cote s'il y a plus de 4 points, seuls les 4 premiers seront utilisés.

Chapitre 20

Modification des abscisses et cotes de fond

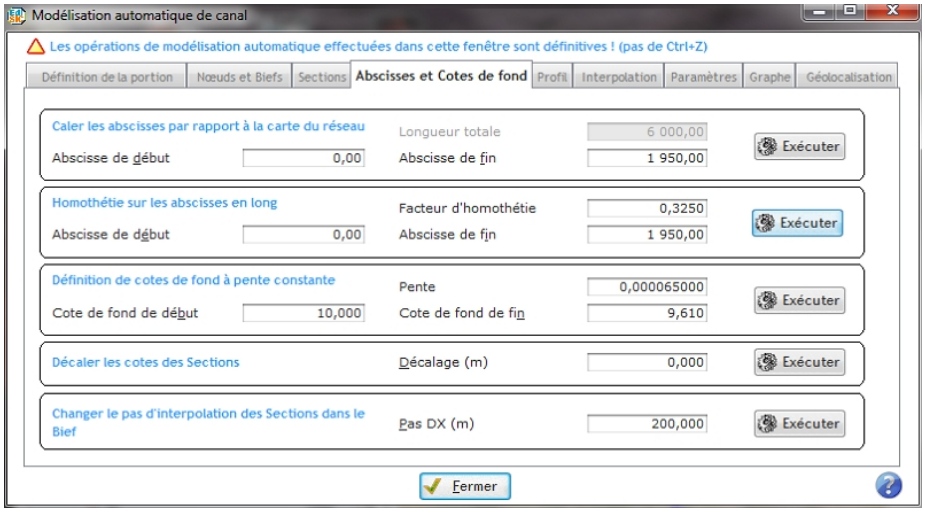


FIGURE 20.1 – extrapolationonglet4

Dans cette partie, on peut effectuer plusieurs opérations :

20.1 Caler les abscisses par rapport à la carte du réseau

Les abscisses des sections existantes seront recalées par rapport à l'abscisse de début et de fin définies ici et proportionnellement à leur position sur le graphe du réseau. C'est utile pour définir grossièrement les abscisses des sections (et a fortiori des noeuds) d'un réseau dessiné à partir d'un plan ou d'un fond de carte.

20.2 Homothétie sur les abscisses en long

Permet de modifier à la volée les abscisses des sections en conservant les proportions du réseau.

20.3 Définitions des cotes de fond à pente constante

Cet outil permet de définir une pente constante à partir de la cote de la section amont, de la cote de la section aval de la portion sélectionnée et /ou de la pente.

20.4 Décaler les cotes de Sections

Permet de relever ou abaisser l'ensemble du réseau sélectionné d'une hauteur choisie.

20.5 Changer le pas d'interpolation des Sections dans le Bief

Permet de modifier pour un ensemble de bief le pas d'interpolation pour les sections de calcul.

Chapitre 21

Modification des profils en travers

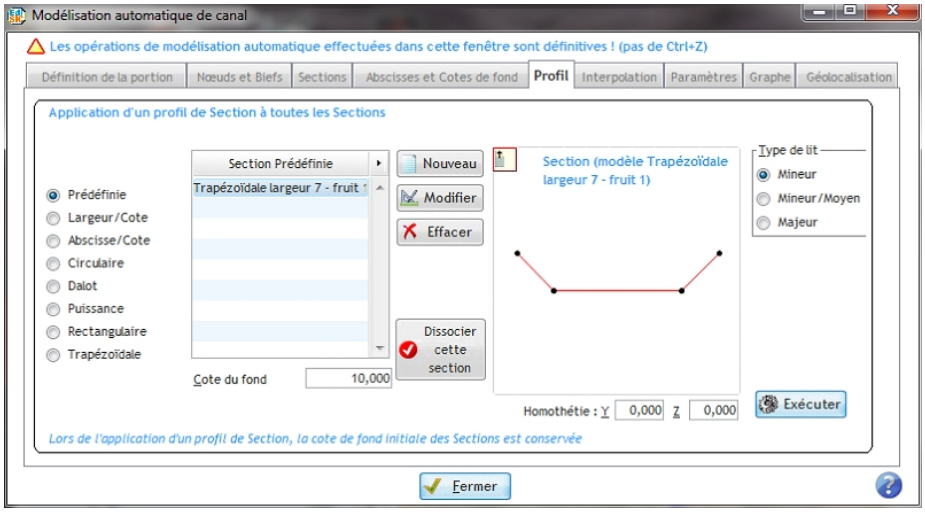


FIGURE 21.1 – extrapolationonglet5

Cet outil permet d'appliquer un profil en travers à toutes les sections sélectionnées. Les profils sont positionnés en altitude à partir de la cote de fond des sections au moment de l'opération.

Il est conseillé d'utiliser les profils prédéfinis afin de pouvoir modifier facilement par la suite les profils de toutes les sections ayant un même profil.

Chapitre 22

Interpolation de sections

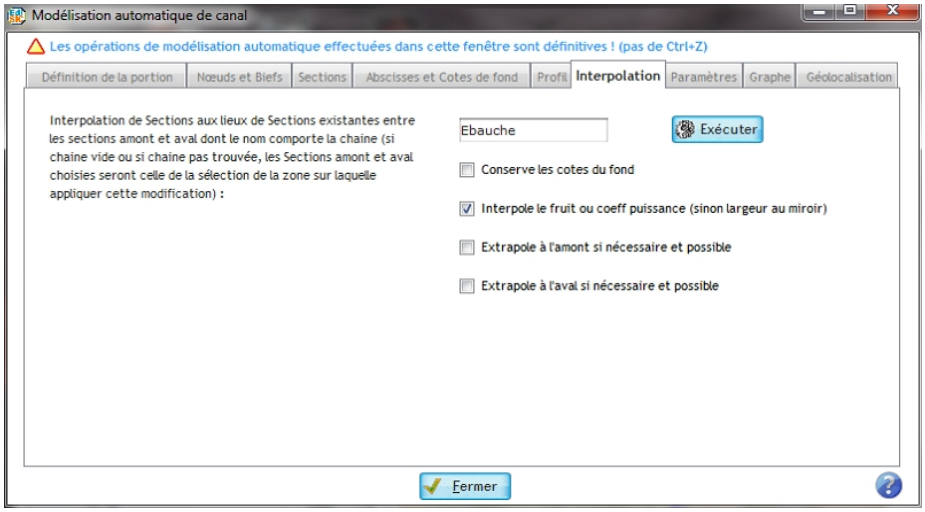


FIGURE 22.1 – extrapolationonglet6

Cet outil permet d'interpoler linéairement des Sections entre des Sections spéciales appelée Ebauche (Background en anglais), ou de référence. Les profils sont positionnés aux mêmes abscisses que les Sections existantes. La cote du fond peut être maintenue ou changée (et du coup également interpolée linéairement entre les Sections Ebauche amont et aval).

Actuellement les Sections amont et aval d'Ebauche doivent être de même type, et de type paramétrées (ex : Trapézoïdales, Rectangulaires, Circulaires, etc, les sections de type Largeur - Cote et Abscisse - Cote ne sont pas encore prises en compte). Par contre, comme avec l'option de changement des formats des sections

on peut passer du format Largeur - Cote ou Abscisse - Cote à Trapézoïdal (en utilisant les 2 premiers couples L-C ou les 4 points A-C en partant du fond permettant de décrire un trapèze), cette limitation peut donc éventuellement être levée indirectement.

Si aucune Section Ebauche n'est trouvée, alors les sections amont et aval de la portion sélectionnée sont choisies comme Sections Ebauche, et seront utilisées comme tel pour les interpolations.

Si une seule Section Ebauche est trouvée, alors pour l'instant on la garde et on ajoute comme dans le cas précédent où il n'y a pas de Section Ebauche du tout, les Sections amont et aval. On se retrouve donc avec 3 Sections Ebauche.

Si on a au moins 2 Sections Ebauche, elles seront donc utilisées pour interpoler les Sections entre elles et en fonction de leurs caractéristiques géométriques. Si les options "Extrapole à l'amont …" et/ou "Extrapole à l'aval …" sont activées, et si la zone sélectionnée dépasse à l'amont et/ou à l'aval la zone encadrée par la première et la dernière Section Ebauche, alors ces zones extrêmes seront également modifiées mais non pas par interpolation entre les Sections Ebauche encadrantes, mais par extrapolation des 2 Sections Ebauche les plus proches. Si les options "Extrapole à l'amont …" et/ou "Extrapole à l'aval …" ne sont pas activées, les interpolations débuteront à la première Section Ebauche et se termineront à la dernière Section Ebauche, les autres Sections extrêmes amont et aval hors de cette zone Ebauche-Ebauche ne seront pas modifiées, même si elle font partie de la sélection.

La méthode d'interpolation n'est pas unique. Par exemple, pour une section trapézoïdale, on peut choisir d'interpoler linéairement le fruit des berges, ce qui est la méthode la plus classique et facile à implémenter puisque le fruit est un des paramètres de la section. Idem pour les sections de forme puissance, où l'on peut interpoler le coefficient puissance. Mais on peut également choisir une autre méthode qui consisterait à d'interpoler linéairement la largeur au miroir, qui n'est pas un paramètre de la section, mais une conséquence des autres paramètres (largeur au fond, fruit et profondeur pour une section trapézoïdale). Les 2 méthodes ne sont pas équivalentes dans le cas où la profondeur (cote des berges - cote du fond) n'est pas identique dans les 2 sections à interpoler. Une option est donc disponible pour choisir une méthode ou une autre (case à cocher "Interpole le fruit ou coeff puissance (sinon largeur au miroir)). Pour l'instant cette option est implémentée pour les sections trapézoïdales, mais pas encore pour les sections puissance pour lesquelles seule l'option interpolation du coeff puissance fonctionne.

Chapitre 23

Modification des paramètres de la section

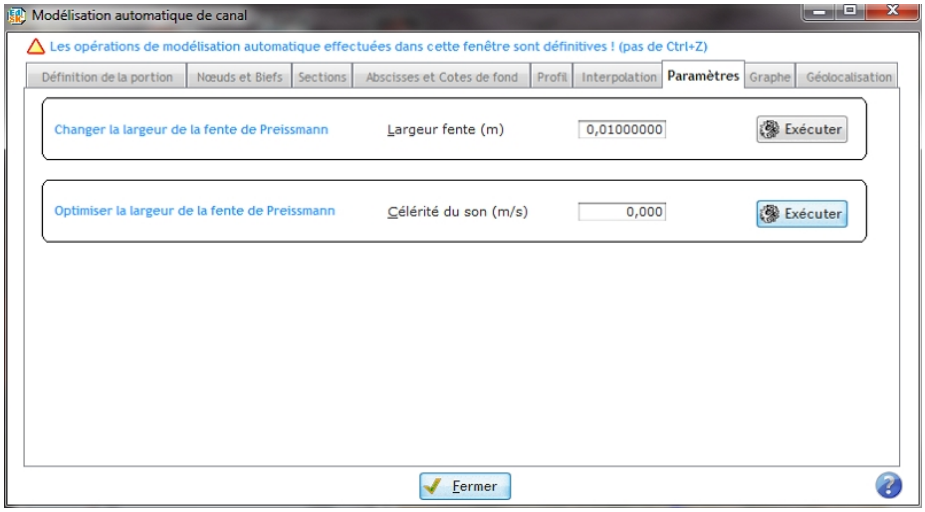


FIGURE 23.1 – extrapolationonglet7

Cet onglet permet de modifier les paramètres liés à la fente de Preissmann utilisée dans le cas de sections fermées en charge.

Pour les sections sélectionnées, on peut ainsi définir :

— une largeur de fente fixée ;
— une largeur calculée pour chaque section à partir d'une célérité des ondes fixée.

Chapitre 24

Modification du graphe du réseau

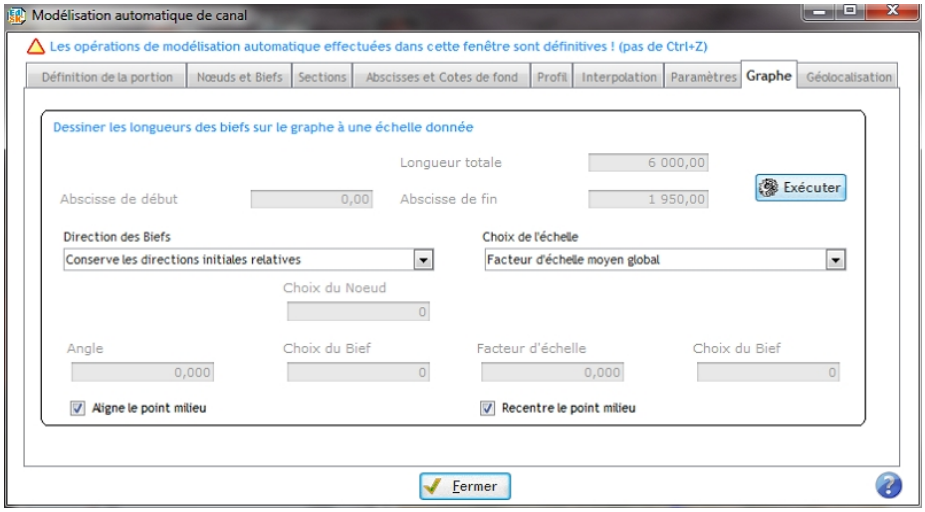


FIGURE 24.1 – extrapolationonglet8

Cet outil permet de redessiner le graphe du réseau en conservant les proportions liées aux abscisses des sections dans les biefs.

Cette option ne fonctionne pas encore de manière satisfaisante sur les réseaux maillés et ou ramifiés

Chapitre 25

Géolocalisation

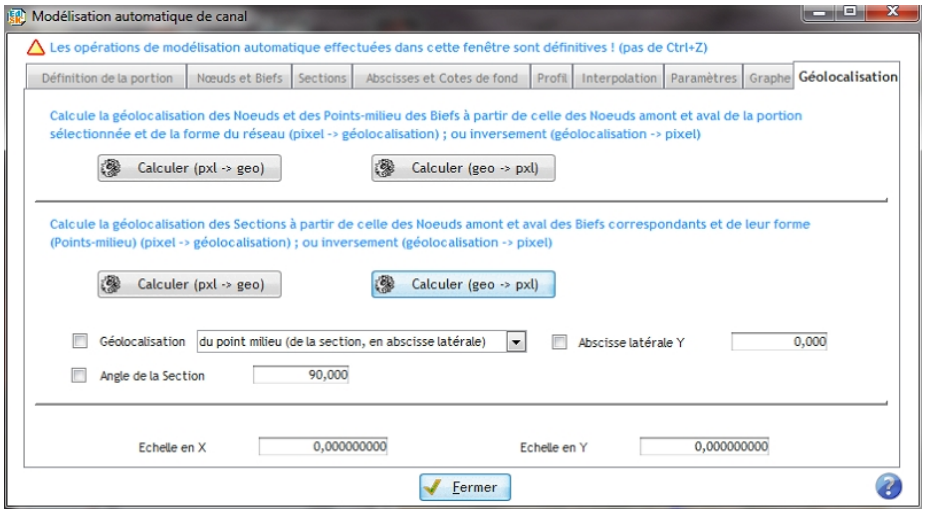


FIGURE 25.1 – extrapolationonglet9

Cet outil permet de gérer la géolocalisation des objets du réseau (nœuds, points de préemption des biefs aussi appelés points milieu, sections en travers).

La partie supérieure de l'onglet "Géolocalisation" permet de traiter les nœuds et les points-milieu des biefs (appelés aussi points de préemption puisqu'ils permettent de sélectionner un bief, pour en éditer les paramètres ou en visualiser les résultats).

L'option "Calculer pxl -> geo" va utiliser les données des pixels (position x-y des objets graphiques sur le dessin en plan 2D) pour calculer la géolocalisation (lat-lon) des objets traités (nœuds et points de préemption ici). Cela se fera en

utilisant la géolocalisation des nœuds amont et aval de la zone sélectionnée. Il faut donc renseigner cela avant d'utiliser cette option. Cela se fait par de simples relations de proportionnalité entre x-y et lat-lon (dite règle de 3). Ces données de géolocalisation seront ensuite stockées dans les champs correspondants des objets correspondants.

L'option "Calculer geo -> pxl" va faire le contraire, c'est à dire positionner (x-y) les objets sur le dessin en plan 2D en tenant compte des données de géolocalisation (lat-lon), en conservant les nœuds amont et aval comme références (x1-y1 et x2-y2) et en utilisant de simples règles de 3 pour calculer leurs positions. Il faut donc positionner ces points amont et aval où on le souhaite, par exemple sur un fond de carte importé auparavant (voir la page dédiée). Ces données seront stockées et les objets nœuds et points milieu seront ensuite dessinés à ces endroits sur le plan 2D.

La partie inférieure de l'onglet "Géolocalisation" permet de traiter les sections en travers. Cette option est proche de la précédente dans les idées derrière "Calculer pxl -> geo" et "Calculer geo -> pxl". Cependant les points de référence seront pris pour chaque bief avec son nœud amont et son nœud aval (et non pas comme précédemment le nœud amont de la sélection et le nœud aval de la sélection). Il faut donc les avoir traité précédemment avec les options de la partie supérieure de l'onglet, détaillées ci-dessus. En outre les positions (x-y) des sections en travers seront calculées pour l'option "Calculer geo -> pxl", et dessinées ainsi juste après avoir lancé ce calcul (cliqué sur le bouton correspondant), mais comme de base les biefs sont dessinés sur le plan 2D comme 2 segments de droite entre le nœud amont et le point milieu puis le point milieu et le point aval, et que les sections sont dessinées et réparties sur ces segments en fonction de leurs abscisses longitudinales au sein de leur bief (les coordonnées des pixels x-y seront donc recalculées à chaque affichage), ce dessin en plan détaillé des sections ne sera pas dessiné ainsi aux affichages ultérieurs.

Une évolution ultérieure de SIC autorisant plus de segments et potentiellement autant que les sections en travers permettrait de gérer cela plus esthétiquement.

Dans cette gestion de la géolocalisation des sections en travers, on peut/doit aussi donner d'autres informations, puisque la section entière est géolocalisée (1 seule donnée lat-lon pour chaque section) et non pas les divers points de la section. Cependant une section vue de près n'est pas ponctuelle (elle peut être de plusieurs centaines de m ou km), mais constituée par un ensemble de points. Il faut donc indiquer à quel point correspond la géolocalisation donnée, ainsi que comment se situe la section par rapport à ce point de géolocalisation, latéralement en angulairement. L'angle est donné par rapport à une référence indiquée dans les options globales de géolocalisation (Edition/Propriétés du Réseau/Paramètres de Géolocalisation), avec les choix du Nord Géographique, de la ligne centrale du bief ou du segment dessiné au sein du bief. L'"abscisse latérale Y" est donnée dans le cas du choix "pour une abscisse latérale donnée". Si on coche les boites pour ces valeurs elles seront ainsi renseignées pour les objets correspondants lors du lancement de calcul "Calculer pxl -> geo". Actuellement ces données sont

stockées mais ne sont pas prises en compte lors du dessin des sections en travers (à faire dans une version ultérieure). Pour l'instant l'angle utilisé pour le dessin est de 90° par rapport au segment, et le point de géolocalisation supposé est celui central de la section.

En bas l'onglet on indique une échelle en X et en Y, faisant la correspondance entre les lat-lon et les x-y. Ces champs permettent de visualiser ces échelles après avoir utilisé une des 2 options de modification ci-dessus, mais pas de forcer un dessin à une échelle donnée (ce sont des variables en sortie pas en entrée de calcul). Comme indiqué par la bulle d'aide quand on positionne la souris sur les champs correspondants, les valeurs indiquées sont les nombres de pixels pour 1 degré d'angle.

Un exemple de projet géolocalisé est donné à : dat/ex30_garonne/Garonne_benchmark_MinMoy_v4.xml



FIGURE 25.2 – Garonne_Geoloc.png — image absente de la source

Chapitre 26

Création d'un réseau (noeuds et biefs)

Le réseau hydraulique sous SIC est constitué de nœuds et de biefs. Chaque nœud peut être connecté à un ou plusieurs biefs et chaque bief est nécessairement situé entre deux nœuds.

Les nœuds seront situés à chaque emplacement où : - on définira une condition limite (entrée ou sortie ponctuelle de débit, définition d'une cote fixée ou d'une relation entre la cote et le débit) ; - on voudra définir une perte de charge singulière.

La création des nœuds et des biefs s'effectue à l'aide des outils suivants : - Menu Outils > Création de noeud ou le bouton  dans la barre d'outils - Menu Outils > Création de bief ou le bouton  dans la barre d'outils

Pour dessiner un réseau continu, il est possible de dessiner en une seule fois les nœuds et les biefs les reliant en cochant l'option «Création automatique des biefs» du menu Options.

|L'ordre de création du réseau est important ! Il doit être dessiné de l'amont vers l'aval selon le sens dans lequel coulera la simulation en régime permanent. Si la création automatique de biefs est activée, les nœuds doivent être créés dans cet ordre et la création de bief doit être faite en reliant le nœud amont au nœud aval dans cet ordre.|

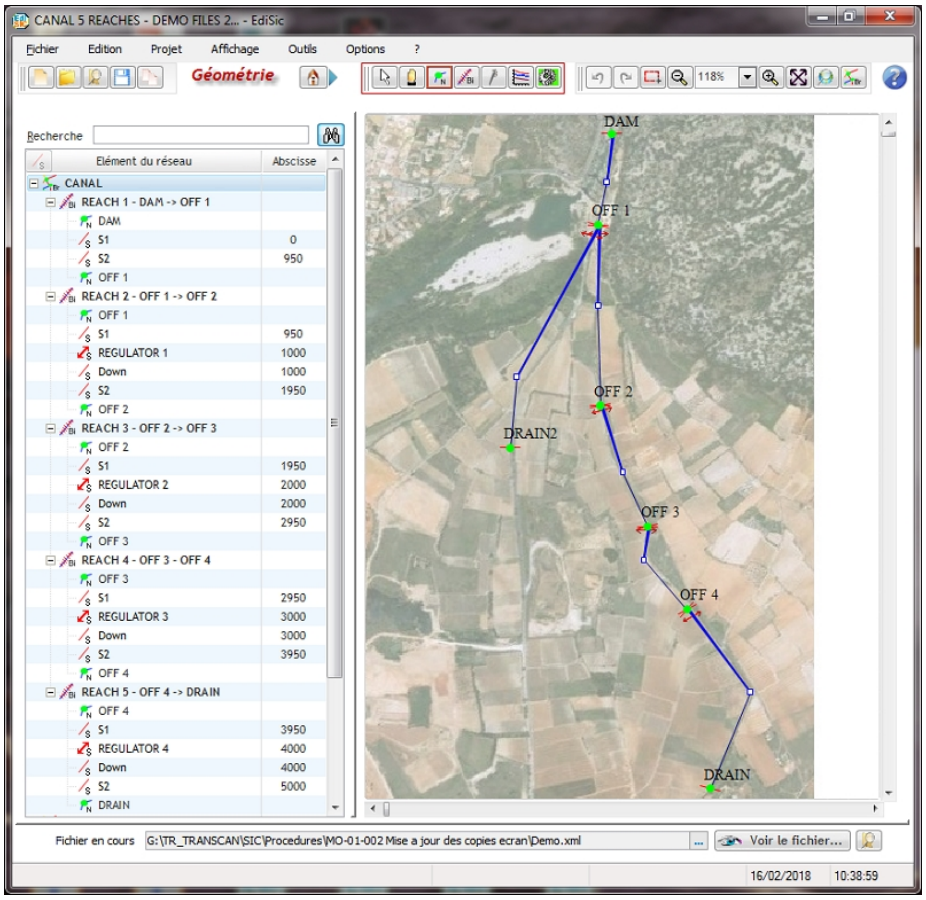


FIGURE 26.1 – premiere_talnoeud

Chapitre 27

Création des sections et description des profils en travers

Il existe plusieurs solutions pour accéder à la fenêtre d'édition d'un bief : - Clic-droit sur un bief dans l'arborescence ou dans le graphe puis choisir «Description du bief XXX» - Si l'outil «sélectionner» est activé (cliquer sur  ou appuyer sur [Echap]) par un double-clic sur un bief dans l'arborescence ou dans le graphe

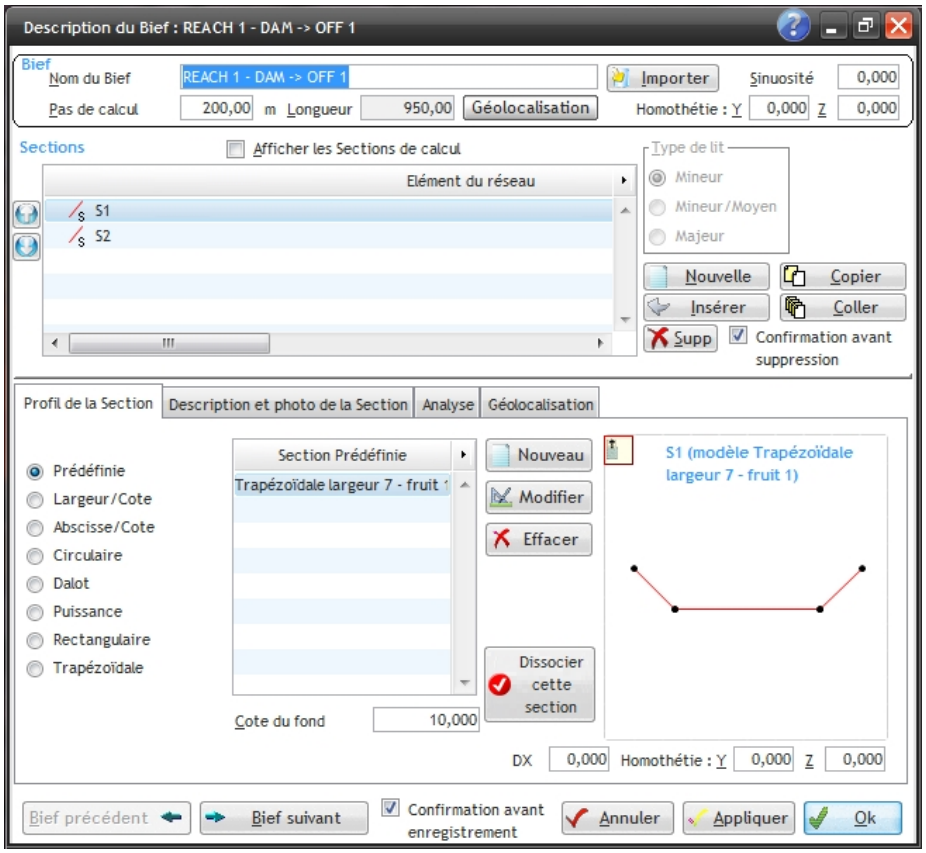


FIGURE 27.1 – descriptionbiefonglet1

27.1 Description du bief

La description du bief permet la saisie : - du nom du bief - du pas de calcul qui définit l'espace maximum entre chaque section de calcul qui seront générées par TALWEG dans ce bief. Cette notion est expliquée dans la notice théorique. Ce pas d'espace peut être défini à 3 niveaux : au niveau du réseau complet (Propriétés du Réseau), au niveau du bief (écran ci-dessus, en haut à gauche), au niveau des sections (écran ci-dessus en bas, dans ce cas ce pas d'espace sera appliqué entre cette section et la suivante). Si un niveau a une valeur nulle, la valeur du niveau supérieur est utilisée. Si toutes les valeurs sont nulles, une valeur par défaut (100 m) sera utilisée. Un message sera écrit dans le fichier .log ainsi que dans la fenêtre de message. - du coefficient de sinuosité (Coefficient, compris entre 0 et 1 qui sert à modifier le volume du lit moyen (s'il en existe un) pour tenir compte de la sinuosité du lit mineur à l'intérieur du lit moyen). Si l'on rentre 0 ou 1 le volume n'est pas modifié, considérant que le lit mineur et le

lit moyen sont alignés. Si l'on rentre 0.5 par exemple, on suppose que l'abscisse curviligne dans le lit moyen est la moitié de celle dans le lit mineur (le lit mineur serpente dans le lit moyen). - des facteurs d'homothétie Y et Z pour les profils en travers du bief (qui écraseront pour ce bief ceux définis dans les propriétés du réseau) - La géolocalisation du point milieu du bief (point de préemption) peut être visualisée et modifiée. Cette géolocalisation est donnée soit en degrés décimaux, soit en variables métriques suivant l'option choisie. - Des sections en travers peuvent aussi être importées dans le bief courant à différents formats (texte, Mascaret).

— de nouvelles sections en cliquant sur le bouton «Nouvelle» ou «Insérer»
— de l'ordre des sections en cliquant sur les deux flèches situées à gauche du tableau listant les sections

On créera des sections aux emplacements suivants : - Au début et à la fin de chacun des biefs. Les abscisses de ces deux sections détermineront la longueur du bief. Il faut comprendre que ces sections sont physiquement présentes à l'emplacement du nœud à l'extrémité du bief. - A chaque changement ponctuel de géométrie du profil de la section (modification de la pente…). - A chaque emplacement d'une structure en travers constituée d'un ou plusieurs ouvrages (seuil, vanne…) et immédiatement à l'aval (même abscisse) de ces structures.

Les valeurs des abscisses entre différents biefs n'ont pas de signification particulière pour le logiciel : elles peuvent être continues ou discontinues entre les biefs, croissantes ou décroissantes à l'intérieur des biefs.

27.2 Description des sections

Pour chaque section sélectionnée dans le tableau section, on aura : - l'abscisse en mètres (dans un bief, les abscisses doivent être monotones croissantes ou décroissantes, on peut repartir de n'importe quelle référence en x pour chaque bief, et le sens peut également changer pour chaque bief). - le mode (lit mineur, mineur-moyen ou majeur) - le type de profil - la singularité (une section singulière est une section dans laquelle un ou plusieurs ouvrages en travers peuvent être définis) - la cote de séparation entre le lit mineur et le lit moyen si le mode mineur-moyen a été activé - les facteurs d'homothétie Y et Z pour le profils en travers de la section (qui écraseront pour la section sélectionnée ceux définis pour le réseau et le bief en cours) - le pas d'espace DX entre cette section et les suivantes, jusqu'à nouvelle définition de ce DX, pour l'interpolation éventuelle de nouvelles sections de calcul. Ce pas d'espace DX peut être défini au niveau du réseau complet, au niveau du bief (cf. ci-dessus), et ici au niveau de cette section. Si une valeur est à 0 Talweg prendra la valeur du niveau supérieur - la largeur de la fente de Preissmann si cette section est fermée en haut

Les sections singulières sont les seules sections sur lesquelles on pourra ajouter une structure en travers avec un ou plusieurs ouvrages en mode hydraulique. Il est conseillé de créer une section à l'aval à la même abscisse de chaque section

singulière pour faciliter la lecture des graphiques de résultat.

27.3 L'onglet «Profil de la section»

Les différents types de profils de section disponibles sont : - Prédéfinie - Largeur / Cote - Abscisse / Cote - Circulaire - Dalot - Puissance - Rectangulaire - Trapézoïdale

Les profils prédéfinis permettent de ne pas avoir à ressaisir un profil qui se répète le long du réseau (Cf. Profils prédéfinis : gestion d'une bibliothèque de profils en travers).

27.4 L'onglet «Description et photo de la section»

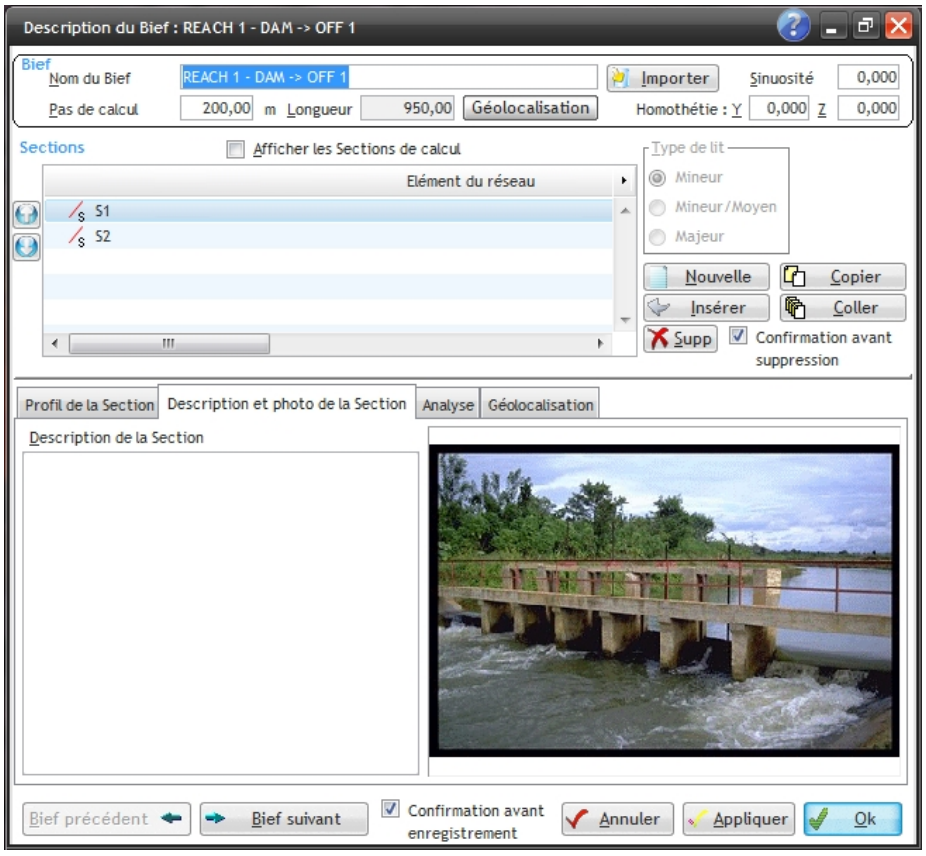


FIGURE 27.2 – descriptionbiefonglet2

Cliquer sur l'image pour définir l'image associée à la section. On peut également ajouter du texte libre pour y indiquer et mémoriser des informations si nécessaire.

Pour plus détails sur la gestion des images, voir la page dédiée.

27.5 L'onglet «Analyse»

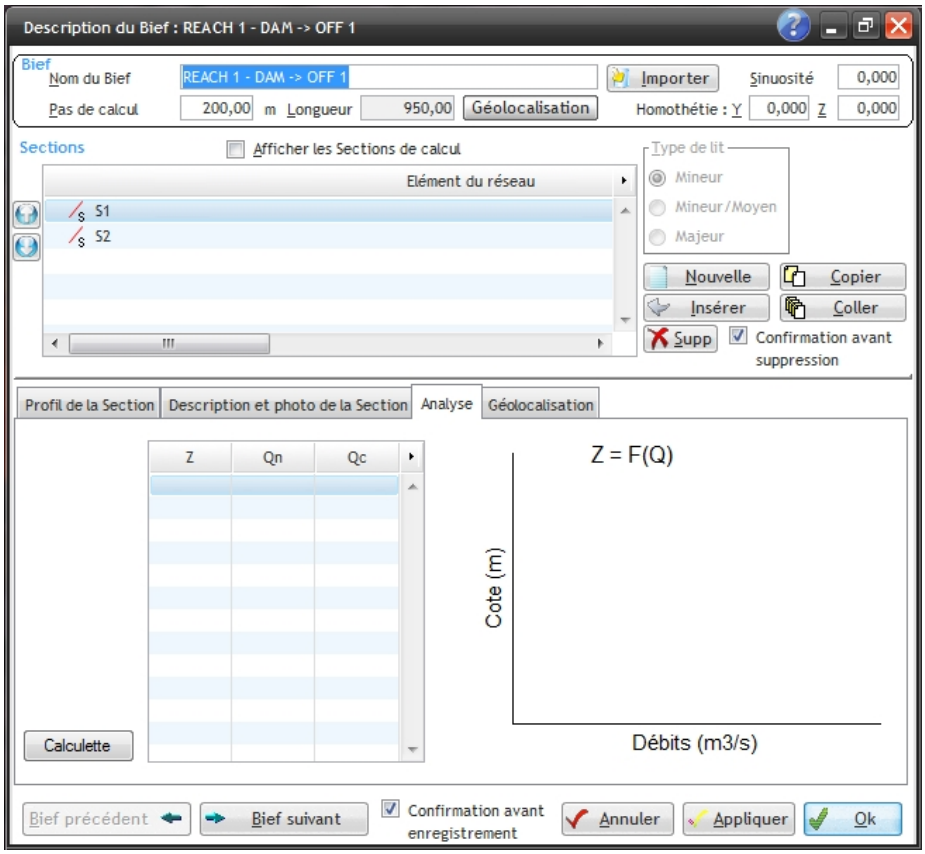


FIGURE 27.3 – descriptionbiefonglet3

Cet onglet permet d'analyser les caractéristiques hydrauliques de la section, et en particulier de calculer les débits critiques et uniformes. L'outil "calculette" fonctionne de la même manière que dans le mode prise ou condition aux limites Q(Z) (sauf l'option permettant de sélectionner le bief en amont, car nous sommes déjà dans un bief donnée).

27.6 L'onglet «Géolocalisation»

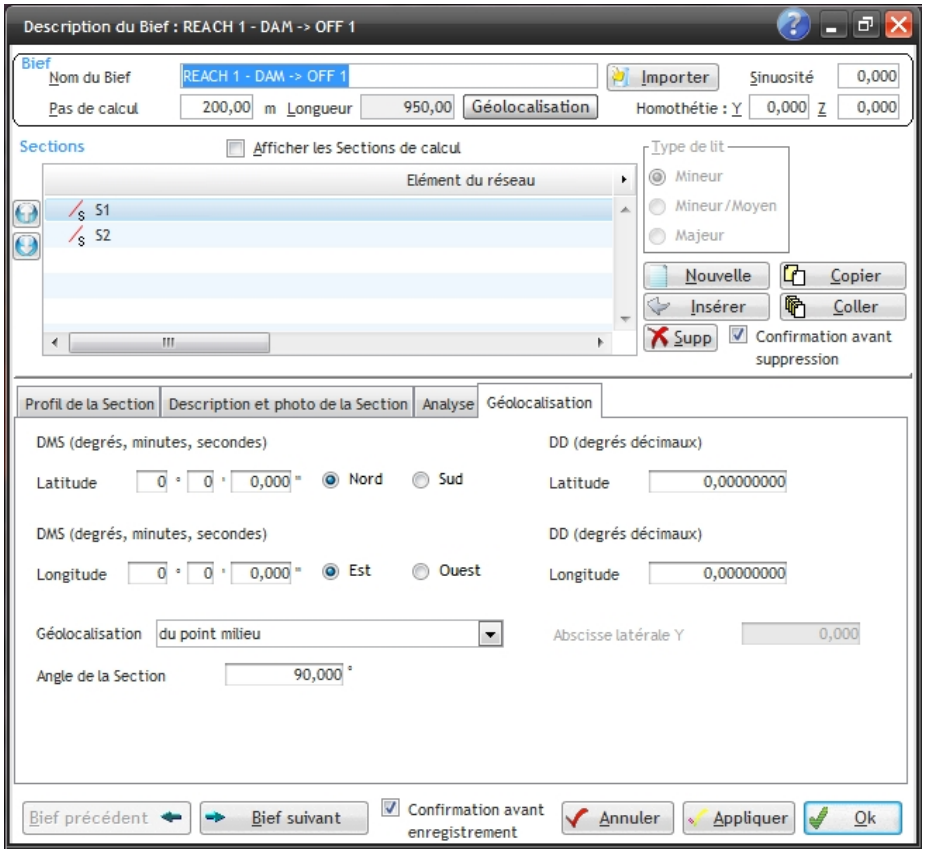


FIGURE 27.4 – descriptionbiefonglet4

Cet onglet permet de définir et visualiser les variables de géolocalisation de la section. Si la géométrie a été importée globalement à partir d'un fichier .CSV (style HEC-RAS) ou à l'intérieur de biefs à partir de fichiers TXT avec des données de géolocalisation, ces informations apparaitront alors ici. Idem si le mode "Baguette magique" a été utilisé pour renseigner ces données automatiquement à partir de la disposition graphique des objets noeuds et point milieu sur l'écran.

Pour une section, qui a en fait une étendue spatiale, supposée dans un plan vertical, les variables de géolocalisation sont données pour un point de la section avec diverses options (point milieu de la section, berge rive droite, berge rive gauche, point le plus bas, etc), ainsi qu'un angle de la section par rapport à une référence. Les options sont :

-1 : du point milieu -2 : du point le plus bas -3 : du point le plus haut -4 : de la

berge gauche -5 : de la berge droite -6 : pour une abscisse latérale donnée

Actuellement cette référence est le Nord géographique. Dans le futur, d'autres options pourront être gérées (exemple autre orientation fixe, orientation de la ligne centrale du bief, orientation de la ligne du dessin à l'écran du bief, etc). Cette option peut être choisie dans la fenêtre Propriété du réseau, onglet Paramètres de géolocalisation.

La géolocalisation du point choisi est donnée soit en degrés décimaux, soit en variables métriques suivant l'option choisie.

27.7 Contrôle de la saisie

Les biefs apparaissant en fuchsia sur le schéma du réseau ont une saisie incomplète. Ceux considérés comme valides sont dessinés en bleu.

Afin de vérifier que la saisie de la géométrie est cohérente, utiliser les outils de «Visualisations des sections, des branches et des profils en long» et la «Gestion des incohérences du réseau».

Chapitre 28

Profils prédéfinis : gestion d'une bibliothèque de profils en travers

La création d'un profil prédéfini s'effectue en cliquant sur le bouton 

présent dans la description du profil en travers d'une section existante.

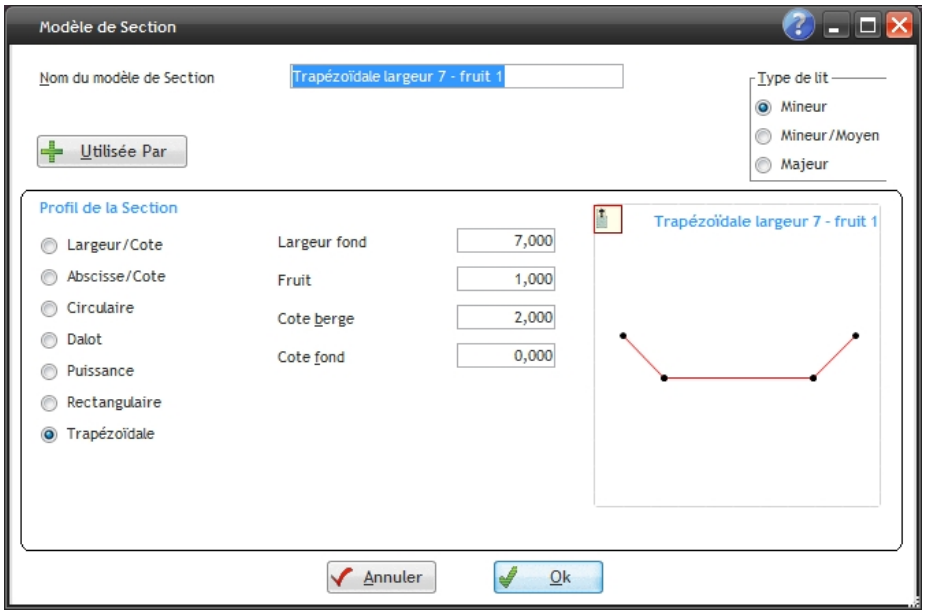


FIGURE 28.1 – sectionpredefinie

La cote du fond sera ensuite le seul paramètre modifiable dans la section utilisant un profil prédéfini. Les autres paramètres verticaux du profil seront redéfinis relativement à la cote de fond présente dans le profil prédéfini.

Le bouton «Utilisé par» permet d'afficher la liste des sections utilisant le profil prédéfini en cours et de modifier la cote de fond de ces sections.

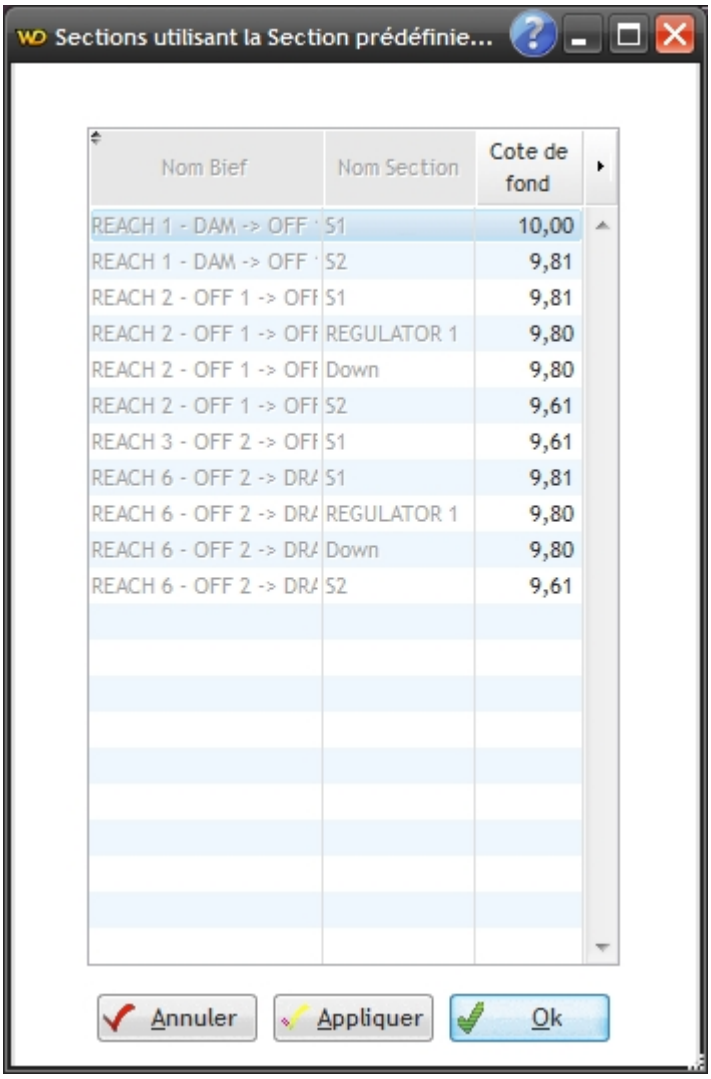


FIGURE 28.2 – sectionsutilisant

Chapitre 29

Import de sections et de profils en travers au format texte

Il est possible d'importer des sections à partir de fichiers texte contenant des tableaux dont les valeurs sont séparées par des tabulations, sur plusieurs lignes. Ce fichier peut être un fichier texte au(x) format(s) décrit(s) ci-dessous, un fichier geo au format Mascaret ou un fichier g* au format HEC-RAS.

Dans le cas d'un fichier texte, tous les formats gérés par SIC sont accessibles :

-* L ou 1 = Section du type Largeur - Cote -* A ou 2 = Section du type Abscisse - Cote -* C ou 3 = Section du type Circulaire -* D ou 4 = Section du type Dalot -* P ou 5 = Section du type Puissance -* R ou 6 = Section du type Rectangulaire -* T ou 7 = Section du type Trapézoïdale

Si derrière cette lettre ou ce chiffre on ajoute la lettre s ou S (attaché, sans espace), cette section sera considérée comme singulière, pour y insérer ensuite un ou plusieurs ouvrages en travers (seuils, vannes, etc).

Exemple :

```
section_234 $145782.9$ $0$ A $45.089584$   9.902083  $2$ 0.0 $22.0918
  -174.223       39.000
  -173.065       38.312
   173.065       38.312
   174.223       39.000
ld_Isola-Serafini$   146338.4$$ 0 $As$  45.092918 $9.900417$ 2 $0.0$ -
2.8141
   -57.613       38.000
   -55.546       36.403
```

```
    55.546       36.403
    57.613       38.000
section_236 $147124.1$ $0$ A $45.099583$   9.897083  $2$ 0.0$-
22.3343
  -125.365       32.880
  -124.500       32.486
   124.500       32.486
   125.365       32.880
```

Pour accéder à la fenêtre d'importation des sections d'un bief, il existe deux possibilités : - Sélectionner un bief, effectuer un clic-droit et choisir «Importer les sections» dans le menu contextuel ; - Dans la fenêtre de description d'un bief, cliquer sur le bouton «Importer» situé en haut de la fenêtre.

Ces tableaux peuvent être dans des formats assez variés (cf. ci-dessous).

Avant chaque description de section, une ligne permet d'importer les données générales sur la section, séparées par des caractères$ (Dollar). 1. Nom de la section 2. Abscisse (en m) 3. Cote de débordement mineur moyen (pour une section mineur/moyen) ou Distance Majeur (pour une section Majeur). Laisser un espace si aucun de ces 2 cas, c'est à dire section avec seulement un lit mineur 4. Type de section : 1 la section est majeur, 0 la section est mineur ou mineur/moyen si la cote de débordement mineur/moyen est renseignée. Pour une section avec juste un lit mineur on peut aussi laisser un ou plusieurs caractères espace 5. Format de la section avec un code en lettre ou en chiffre (L ou 1, A ou 2, C ou 3, D ou 4, P ou 5, R ou 6, T ou 7, cf signification ci-dessus). Lettre additionnelle s ou S si la section est singulière (pour un ouvrage comme un seuil, une vanne, etc) (Ls, As, Cs, etc) 6. Latitude en degrés décimaux ou en variables métriques (option) 7. Longitude en degrés décimaux ou en variables métriques (option) 8. Référence de géolocalisation de la section (option, prochainement) :

-* 1 : du point milieu -* 2 : du point le plus bas -* 3 : du point le plus haut -* 4 : de la berge gauche -* 5 : de la berge droite -* 6 : pour une abscisse latérale donnée

9. Abscisse latérale de la référence de géolocalisation (option, prochainement)

en mètres, si l'option 6 ci-dessus est choisie ("pour une abscisse latérale donnée").

10. Angle de la section par rapport à un axe de référence (option, prochainement)

en degrés, en référence à la direction Nord par exemple. Cette référence peut être modifiée dans les Propriétés du réseau, onglet Paramètres de géolocalisation. Il peut s'agir du Nord géographique, de la ligne centrale ou du segment dessiné.

Ces données de géolocalisation apparaitront dans l'onglet Géolocalisation de la description des sections

L'abscisse et la cote de débordements mineur-moyen sont optionnels, en cas d'absence de valeurs (juste un ou plusieurs espaces, l'abscisse par défaut sera égale à 0 et la section sera considérée comme une section mineur (donc sans cote de débordement mineur/moyen). Si le format de la section n'est pas précisé, on s'attendra par défaut à un format Abscisse - Cote (donc correspondant aux codes A ou 2).

29.1 Format acceptés pour les tableaux Abscisse - Cote

29.2 Tableau Normal

Sur une colonne :

```
Abs1 <tab> Cote1
Abs2 <tab> Cote2
Abs3 <tab> Cote3
Abs4 <tab> Cote4
```

Sur plusieurs colonnes :

```
Abs1 <tab> Cote1<tab>Abs2 <tab> Cote2
Abs3 <tab> Cote3<Tab>Abs4 <tab> Cote4
```

29.3 Tableau Transposé

Sur une Ligne :

```
Abs1 <tab> Abs2 <tab> Abs3 <tab> <Abs4>
Cote1 <tab> Cote 2 <tab> Cote 3 <tab> < Cote 4>
```

Sur plusieurs Ligne :

```
Abs1 <tab> Abs2
Cote1 <tab> Cote 2
Abs3 <tab> <Abs4>
Cote 3 <tab> < Cote 4>
```

29.4 Exemple de fichier importé

```
DX=00000250.0;
section_1  $0.0$ $0$ A $45.087082$    9.034584  $2$ 0.0 $22.0918
   -92.213       60.849
   -82.990       52.889
    82.990       52.889
    92.213       60.849
```

```
section_2$       555.6  $$ 0 $A$   45.087917  $9.039583$ 2 $0.0$ -
2.8141
  -131.488       60.778
  -122.729       53.538
   122.729       53.538
   131.488       60.778
section_3  $1111.1$ $0$ A $45.087082$    9.044583  $2$ 0.0$-
22.3343
   -92.213       60.707
   -82.990       52.747
    82.990       52.747
    92.213       60.707
DX=00000100.0;
ld_Pancarana$      1666.7  $$ 0 $A$   45.086250  $9.048750$ 2 $0.0$ -
2.1906
   -92.213       60.636
   -82.990       52.677
    82.990       52.677
    92.213       60.636
section_5  $2452.3$ $0$ A $45.082916$    9.054584  $2$ 0.0 $3.2219
   -70.381       60.566
   -60.195       51.416
    60.195       51.416
    70.381       60.566
DX=00000400.0;
section_6$      3007.9  $$ 0 $A$   45.083748  $9.058750$ 2 $0.0$ -
41.0541
   -43.210       60.495
   -43.210       50.193
    43.210       50.193
    43.210       60.495
section_7  $3793.6$ $0$ A $45.087082$    9.064583  $2$ 0.0$-
49.3008
   -92.122       60.424
   -82.602       52.077
    82.602       52.077
    92.122       60.424
```

Pour le format Largeur - Cote (code L ou 1) on a aussi accès aux 2 possibilités : normal ou transposé, avec la même idée que ci-dessus mais avec des largeurs à la place des abscisses.

Pour les formats paramétrés le mode transposé n'existe pas. Les données doivent être fournies sous la forme suivante :

C ou 3 = Section du type Circulaire :

```
Rayon
```

```
Cote de Berge <tab> Cote du Fond
```

D ou 4 = Section du type Dalot :

```
Largeur <tab> Fruit
Cote de Berge <tab> Cote du Fond
```

P ou 5 = Section du type Puissance :

```
Largeur <tab> Coeff Puissance
Cote de Berge <tab> Cote du Fond
```

R ou 6 = Section du type Rectangulaire :

```
Largeur
Cote de Berge <tab> Cote du Fond
```

T ou 7 = Section du type Trapézoïdale :

```
Largeur <tab> Fruit
Cote de Berge <tab> Cote du Fond
```

Exemple avec divers formats :

```
section1$         0.0  $$ $A$   45.047122  $10.768145$ 2 $0.0$ 22.0918
   -99.547       25.486
   -84.567       16.489
    84.567       16.489
    99.547       25.486
section2  $800.0$ $$L $45.039195$   10.793122  $2$ 0.0$-2.8141
   149.536       15.432
   189.072       25.419
section3$       875.0  $$ $C$   45.042937  $10.806417$ 2 $0.0$ -
22.3343
   111.111
    25.409       15.603
section4  $1185.0$ $$D $45.042849$   10.822073  $2$ 0.0$-2.1906
   222.222        0.5
    25.379       15.661
section5$      1525.0  $$ $P$   45.040071  $10.833905$ 2 $0.0$ 3.2219
   127.411        0.536
    25.333       15.274
section6  $2050.0$ $$R $45.046153$   10.844424  $2$ 0.0$-41.0541
   171.086
    25.226       17.043
section7$      2725.0  $$ $T$   45.049515  $10.848664$ 2 $0.0$ -
49.3008
   176.586        0.536
    25.096       17.318
```

Le pas d'interpolation DX peut également être spécifiée dans le fichier. Le format est le suivant :

```
DX=00000500.0;
```

Si ce fichier est créé par le logiciel Matlab, le format d'écriture est par exemple :

```
fprintf(fidout,'%s%010.1f%s\\r\\n','DX=',PasDX,';');
```

Le premier "DX=" trouvé sera attribué à l'ensemble du bief. Les prochains, le cas échéant, seront attribués aux sections jusqu'à ce qu'un nouveau soit spécifié. Les lignes "DX=" doivent toujours être indiquées avant les informations générales des sections (cf exemple ci-dessus).

29.5 Importation en ligne de commande

Si un grand nombre de biefs doivent être créés, il est possible d'automatiser cet import en appelant le logiciel en ligne de commande avec plusieurs fichiers de profils en paramètres, soit directement dans les options de la ligne de commande, soit via un fichier edisic.mac. Pour plus d'informations, voir l'article dédié.

Chapitre 30

Import de fichier de géométrie Mascaret ou HEC-RAS

Le logiciel Mascaret (http://www.openmascaret.org) est un code de modélisation hydraulique monodimensionnelle à surface libre, basé sur les équations de Saint-Venant développé par EDF R&D et le Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales (CETMEF).

Le logiciel HEC-RAS (http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/) est un code de modélisations hydrauliques unidimensionnels et bidimensionnels développé par l'US Army Corps of Engineers.

Pour importer un fichier au format Mascaret ou HEC-RAS, il suffit d'utiliser l'outil d'importation des sections et profils en travers au format texte et de sélectionner le fichier à importer (.geo pour mascaret, .g01, .g02… pour HEC-RAS). Cette importation se fait dans un bief choisi.

Cet outil ne permet d'importer qu'un seul bief dans le cas où le fichier comporte plusieurs biefs, seul le premier bief trouvé dans le fichier sera importé, dans le bief courant pour lequel se fait cette importation. Pour importer plusieurs bief, il faudra réitérer l'opération en supprimant préalablement les lignes correspondants au bief déjà importé dans le fichier et en faisant cette importation bief par bief dans les interfaces de SIC².

30.1 *Spécificités de Mascaret

Dans Mascaret, la description d'un profil en travers comprend une partie topologie et une partie bathymétrie qui sont traduites sous SIC en terme de lit mineur et

lit moyen. La séparation entre lit mineur et lit moyen dans Mascaret s'effectue donc en fonction de l'abscisse dans le profil alors que sous SIC cette séparation s'effectue en fonction d'une cote de débordement mineur moyen (cf. Description des sections). Sous Mascaret, la séparation des lits peut donc survenir pour deux cotes différentes sur les berges gauche et droite, SIC² retiendra la moyenne entre ces deux cotes par défaut mais présentera un tableau de sélection de votre option préférée en cas de lits multiples, parmi différentes options.

30.2 Exemple de fichier Mascaret importé

```
PROFIL Bief_1 P_29 13150.0
0.0 31.0 T
51.05 28.0 T
3535.11 27.1 T
3609.48 27.1 T
3619.07 26.63 B
3627.03 22.7 B
3688.68 14.6 B
3700.09 15.46 B
3822.77 23.98 B
3827.4 24.23 B
3835.92 24.15 T
3850.62 38.0 T
PROFIL Bief_1 DUPL_P_30_A 13950.0
0.0 31.0 T
44.74 27.75 T
2974.32 27.3 T
2987.55 27.17 B
3087.12 14.18 B
3184.8 25.09 B
3219.98 25.0 T
3693.8 35.0 T
```

30.3 *Spécificités de HEC-RAS

HEC-RAS permet l'utilisation de lits multiples plus complexe que le concept de lit mineur/moyen développé dans SIC et Mascaret. La formule d'Einstein (Hans Albert, le fils ainé d'Albert) est alors appliquée. Elle n'est pas spécialement meilleure que la formule de Debord (au contraire d'après diverses études, cf les travaux de Proust et al.), mais elle permet plus que 2 lits. L'importation dans SIC ne prend pas en compte les différents lits détaillés dans HEC-RAS. Mais si plusieurs lits sont présents, l'importation placera une cote de débordement Mineur - Moyen à la cote la plus basse des divers lits trouvés. Par ailleurs, HEC-RAS défini ses lits multiples par des abscisses transversales, alors que SIC le fait

par des une cote de débordement. Vérifier alors ce point lors de l'importation, on ne garantit pas une récupération idéale de cette notion. SIC récupère aussi la géolocalisation des sections, ainsi que les digues latérales (levees) si présentes.

30.4 Exemple de fichier HEC-RAS importé

```
Geom Title=Base Geometry Data
Program Version=4.00
Viewing Rectangle= 0.0614 , 0.8779 , 1.0165 , 0.0426

River Reach=Butte Cr.       ,Tributary
Reach XY= 15
           0.756       0.9830827           0.732       0.9755639
             0.7       0.9567669       0.6746667       0.9172932
           0.644       0.8721805       0.6306667       0.8289474
       0.5986667       0.7932331       0.5718829       0.7725555
       0.5426667            0.75       0.5146667       0.7142857
       0.4893333       0.6578947            0.48       0.6109023
       0.4746667       0.5601504       0.4600303       0.5263027
       0.4452555       0.4921348
Rch Text X Y=0.6506667,0.8590226
Reverse River Text=-1

Type RM Length L Ch R = 1 ,0.2     ,500,500,500
BEGIN DESCRIPTION:
Upstream Boundary of Butte Cr.
END DESCRIPTION:
XS GIS Cut Line=5
0.76654992940443 0.95100091453960.757316930017350.97887906106609
           0.756       0.98308270.754683069982660.98728633893391
0.748537396568381.00690332062549
Node Last Edited Time=Jul/08/1997 13:59:46
#Sta/Elev= 8
     210      90     220      82     260      80     265      70     270      71
     275      81     300      83     310      91
#Mann= 3 , 0 , 0
     210     .07       0     260     .04       0     275     .07       0
Bank Sta=260,275
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,0.1     ,500,500,500
BEGIN DESCRIPTION:
Upstream Boundary of Butte Cr.
END DESCRIPTION:
```

```
XS GIS Cut Line=5
0.59020551178268 0.74403505399820.572259239672030.76728092779905
0.569567297985670.770767808197710.566875356299310.77425468859636
0.554312965514880.79052680001996
Node Last Edited Time=Jul/08/1997 13:59:46
#Sta/Elev= 8
     210    89.4     220    81.4     260    79.4     265    69.4     270    70.4
     275    80.4     300    82.4     310    90.4
#Mann= 3 , 0 , 0
     210     .07       0     260     .04       0     275     .07       0
Bank Sta=260,275
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,0.0     ,0,0,0
BEGIN DESCRIPTION:
Upstream Boundary of Butte Cr.
END DESCRIPTION:
XS GIS Cut Line=5
0.484413027535690.497599132986690.457457886370460.50925501974819
0.453414614630170.511003401454660.449371342889890.51275178316112
 0.43050274258970.52091090046108
Node Last Edited Time=Jul/08/1997 13:59:46
#Sta/Elev= 8
     210    89.1     220    81.1     260    79.1     265    69.1     270    70.1
     275    80.1     300    82.1     310    90.1
#Mann= 3 , 0 , 0
     210     .07       0     260     .04       0     275     .07       0
Bank Sta=260,275
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0.3,0.1
```

Chapitre 31

Import de fichier de géométrie au format Mike 11

Le logiciel Mike 11 (https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-11) est un code de modélisation hydraulique monodimensionnelle à surface libre, basé sur les équations de Saint-Venant développé par DHI (Dansk Hydraulisk Institut).

Pour importer un fichier au format Mike 11, il faut utiliser l'outil en ligne de conversion de fichier au format Mike 11 vers le format d'import de sections et de profils en travers au format texte de SIC : http://sic.g-eau.fr/sic_tools/import/_mike11.html

Une autre option est, sous Mike 11, d'exporter les sections dans un fichier txt en mode raw data, puis de lancer une routine sous Matlab (script mike2sic.m) qui va convertir ce fichier dans un autre fichier txt au format d'importation de SIC, et enfin d'importer les données de ce fichier dans un bief. En option on peut convertir le format des sections de abscisse-cote en largeur-cote (routine ac2lc), ainsi que de réduire le nombre de point de description (routine F_Approx_Sections_v6). Ces routines sont disponibles sur simple demande.

Les sections en travers de MIKE11 peuvent être exportées en suivant les étapes ci-dessous : -* Ouvrir MIKE Zéro -* Ouvrez le .xns11 via Ouvrir (ou glisser-déposer) -* Sélectionnez Fichier » Exporter toutes les sections » Exporter les données brutes… -* Enregistrez les sections transversales sous forme de fichier .txt

Chapitre 32

Import de géométrie à partir d'un MNT ou d'un relevé de géomètre

Nous proposons un outil en ligne permettant d'extraire des profils en travers et de créer un fichier d'importation au format texte de SIC à partir d'un MNT ou d'un relevé de géomètre :

http://sic.g-eau.fr/sic_tools/import/_xyz.html

Deux méthodes d'extractions des profils en travers sont proposées : l'une est plus adaptée à des relevés homogènes de points tels que les MNT, l'autre est plus adaptée à des relevés de géomètres où des profils en travers ont été relevés.

32.1 Format du fichier d'importation des points à coordonnées (X, Y, Z)

Le fichier d'importation est un fichier au format texte contenant 3 colonnes représentant l'abscisse, l'ordonnée et l'altitude dans un repère orthonormé et métrique des points de géométrie relevés sur le terrain (Par exemple des points référencés dans le système de coordonnées Lambert pour la France). Les séparateurs acceptés pour les colonnes sont la tabulation, le point-virgule et la virgule. Le caractère utilisé pour les décimales est le point.

Exemple de fichier de points en coordonnées Lambert avec séparateur tabulation : <doc115|center>

Il est conseillé de mettre l'outil directement en plein écran avant d'effectuer l'importation du fichier. L'importation consiste à choisir le fichier sur son disque

dur à l'aide du bouton "Parcourir..." et de cliquer sur le bouton "Process file".

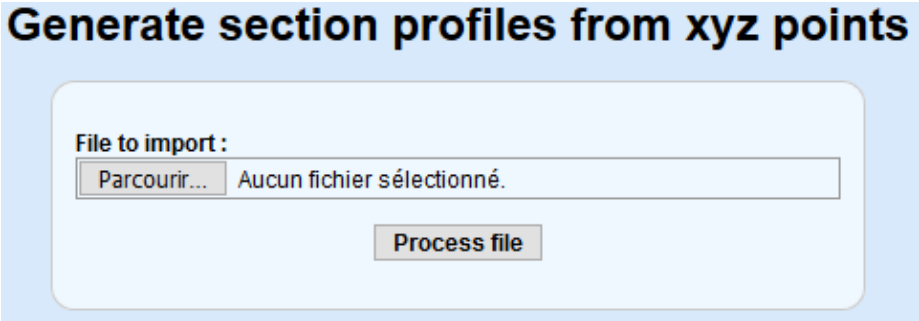


FIGURE 32.1 – doc116

32.2 Tracé de la ligne centrale d'écoulement

Une fois le fichier importé, il faut indiquer où se trouve le cours d'eau à numériser en dessinant à la souris la ligne centrale d'écoulement. Cela se fait en posant, par un clic de souris, des noeuds qui vont former un ensemble de segments.

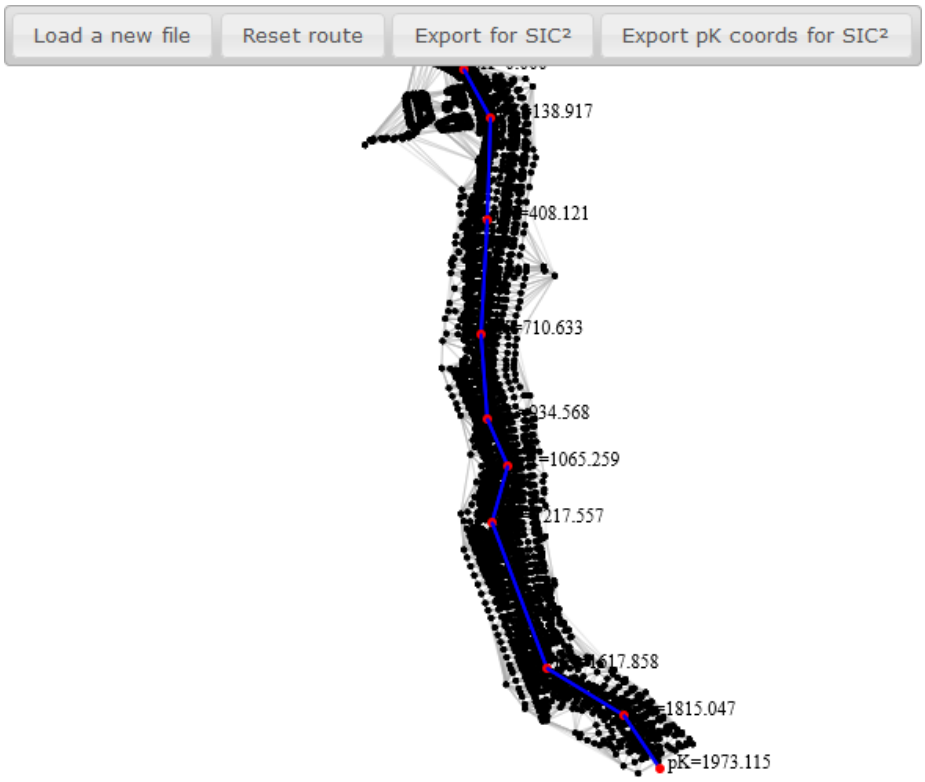


FIGURE 32.2 – doc117

Le point kilométrique (pK) est indiqué à chaque noeud tracé. Il est possible de recommencer son tracé en cliquant sur le bouton "Reset route".

32.3 Extraction de profils en travers à partir d'un MNT

Cet outil permet d'extraire des profils en travers à intervalles réguliers en transformant le relevé de point en un modèle numérique de terrain par la méthode de triangulation de Delaunay.

L'accès à cet outil se fait par le bouton "Export for SIC²". Les paramètres de l'outil sont les suivants : - Space step (m) : le pas d'espace désiré entre chaque section en travers (en mètres) ; - Section width (m) : la largeur maximale de la section (en mètres). Au delà de cette distance par rapport à la ligne centrale, les intersections de la section avec les arêtes des triangles de Delaunay seront ignorées ; - Max length of triangle edges (m) : Longueur maximale des arêtes des triangles de Delaunay.

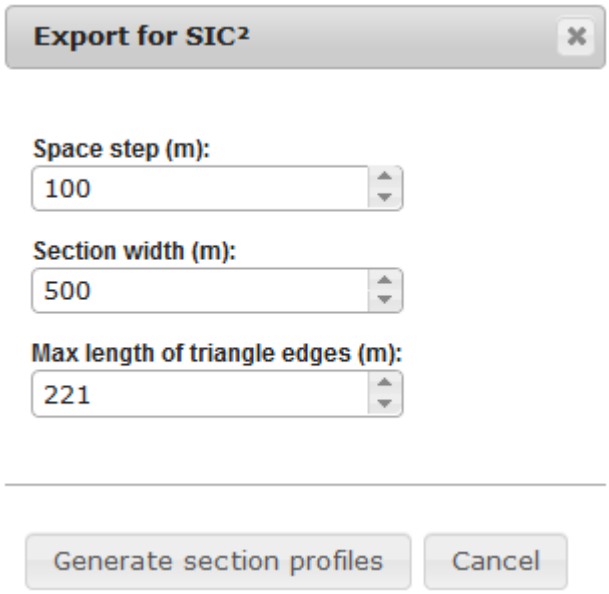
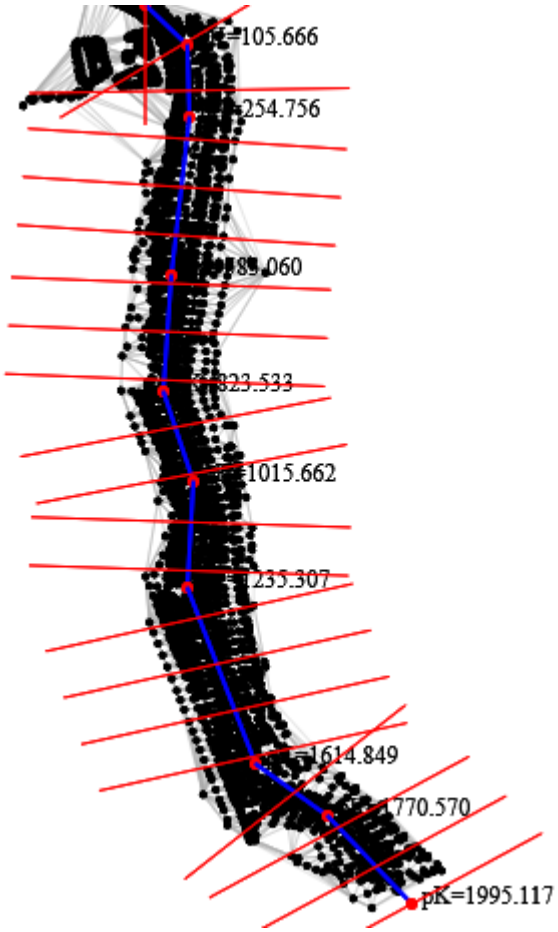


FIGURE 32.3 – doc118

Un appui sur le bouton "Generate section profiles" lance l'outil avec les paramètres choisis. Le résultat s'affiche graphiquement et produit un texte à copier-coller dans l'outil d'import de sections et de profils en travers au format texte d'EdiSIC. L'opération peut prendre du temps et il faut patienter même si le navigateur indique qu'un script bloque le fonctionnement de l'application.



Export results

275.5864950767174	0.5042667537277741
275.63887954528644	0.506164220654827
276.00148645034966	0.36905363379355605
276.0015713886953	0.36905352173041833
276.0883797398875	0.3688756266258623
280.02109859370074	0.33661115333734226
281.8416948969827	1.0625408090645259
288.94009563379666	1.3293792413306331
288.97445597418357	1.3288926899030524
291.35986195145904	2.195642137638558
308.38389854978504	2.1913345899982293
308.3839292506124	2.191334580563807
308.4274972257193	2.191318968245562
308.78685154949414	2.1912083975235546
311.97912499602717	2.1856535401991937
311.98145945102135	2.185654794373842
311.9814613560821	2.185654804662249
320.64426372976135	2.161944171896634
320.67309445645117	2.1621238302831256
322.3977078853888	2.1513043526416986
324.01628014228646	2.0632196506383385
325.60598435274585	2.077077093306355
328.2170857485722	2.207853016407298
x=1995.1170309810755	$1995.1170309810755

32.4 Extraction de profils en travers à partir d'un relevé de profils en travers de géomètre

Cet outil permet de créer automatiquement les sections pour SIC à l'emplacement où ont été effectués des relevés de profils en travers. L'algorithme convertit les coordonnées des points dans un repère correspondant au tracé de la ligne centrale d'écoulement (axe pK). Il regroupe ensuite les points proches par section.

L'accès à l'outil se fait par le bouton "Export pK coords for SIC²". Les paramètres de l'outil sont les suivants : - Max Length between points (m) : distance maximale selon l'axe pK entre deux points pour un regroupement dans une même section (en mètres) ; - Max width of cross profiles (m) : largeur maximale des sections en travers (en mètres). Au delà de cette largeur, les points sont ignorés. - Min number of points in section : nombre minimum de points pour constituer une section

en travers. Si un regroupement de points n'atteint pas cette limite minimale, la section est ignorée.

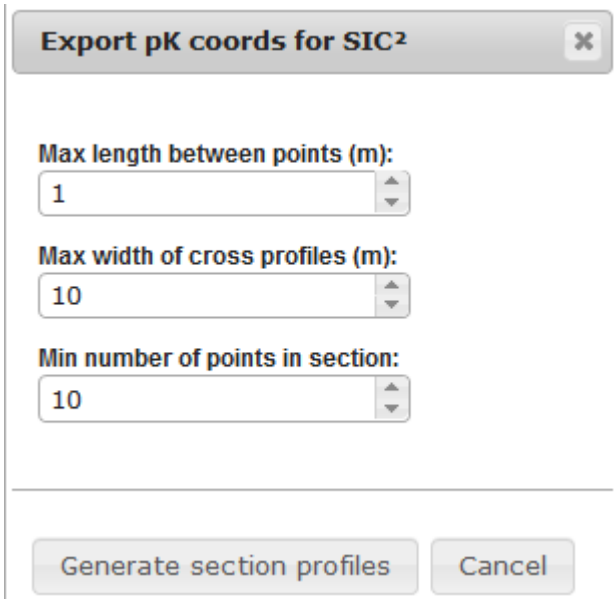


FIGURE 32.4 – doc121

Le résultat s'affiche graphiquement et produit un texte à copier-coller dans l'outil d'import de sections et de profils en travers au format texte d'EdiSIC. L'opération peut prendre du temps et il faut patienter même si le navigateur indique qu'un script bloque le fonctionnement de l'application.

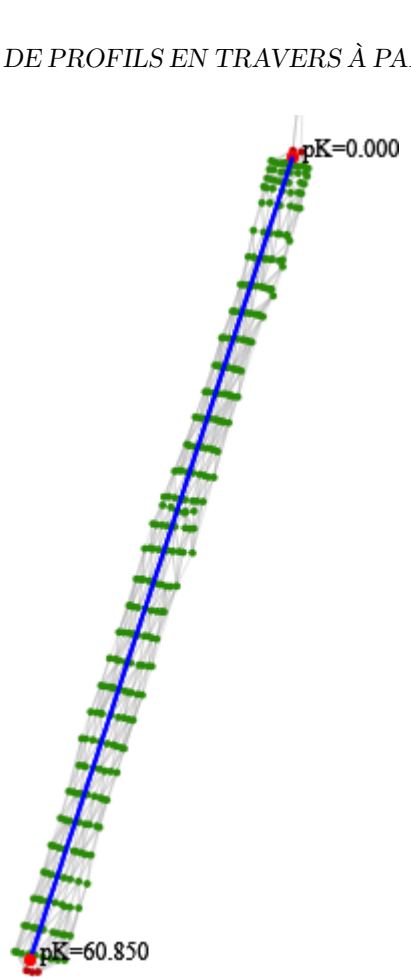


FIGURE 32.5 – doc122

Chapitre 33

Utilisation d'un fond de carte

Il est possible de placer une image de fond afin de superposer le graphe du réseau sur une carte. L'image placée au fond peut être travaillée dans l'application (Réglage de la luminosité, de l'opacité…) pour obtenir une superposition lisible.

Pour modifier le fond de carte, aller dans le menu Outils > Ajouter / Modifier un fond de carte ou cliquer sur le bouton .

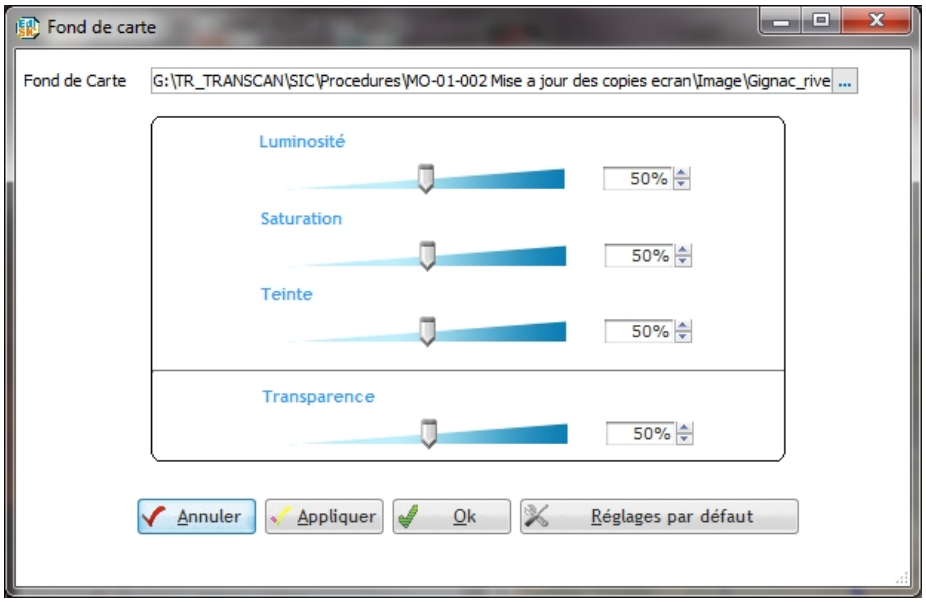


FIGURE 33.1 – fond

Pour plus détails sur la gestion des images, voir la page dédiée.

Les dimensions maximales de l'image acceptées par le logiciel sont de 2000 x 2000 pixels. Au delà, l'image sera tronquée.

La création du réseau - Voir Création d'un réseau (noeuds et biefs) - se fait avec un zoom d'affichage à 100%. L'image utilisée en fond de plan devra être dimensionnée pour faciliter la saisie avec ce zoom.

Chapitre 34

Gestion des photos associées aux éléments du réseau

Il est possible d'associer une image à différents éléments du réseau : - fond de carte pour le graphe du réseau - section - noeud - prise (en mode hydraulique)

Cette association s'effectue par la boîte de dialogue suivante :

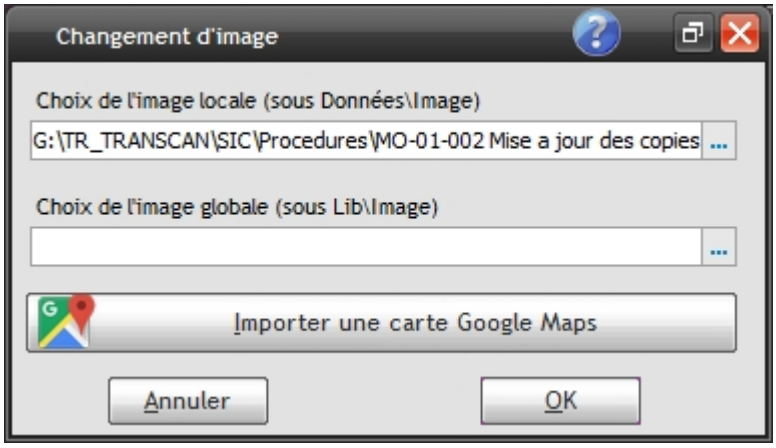


FIGURE 34.1 – images

Les fichiers d'images utilisés peuvent être sélectionnés parmi la bibliothèque fournie avec SIC (image globale) ou sélectionnés par l'utilisateur (image locale). Les images locales sont stockées dans un sous-répertoire «Image» du répertoire où se trouve le fichier XML en cours. Si le fichier sélectionné est situé ailleurs sur le disque celui-ci sera automatiquement copié dans le dossier des images locales.

Les formats supportés correspondent à tous les formats classiquement utilisés : BMP, JPEG, GIF, PNG, TIF, WMF…

Un survol de la souris sur les sections et les nœuds associés à une image provoque l'affichage de la photo.

Chapitre 35

Description d'un noeud et d'un casier

Il existe plusieurs solutions pour accéder à la fenêtre d'édition d'un nœud : - Clic-droit sur un nœud dans l'arborescence ou dans le graphe puis choisir «Description de XXX» - Si l'outil «Sélectionner» est activé (cliquer sur  ou appuyer sur [Echap]), l'accès se fait par un double-clic sur un nœud dans l'arborescence ou dans le graphe

35.1 Affichage des biefs amont et aval et définition du casier au nœud

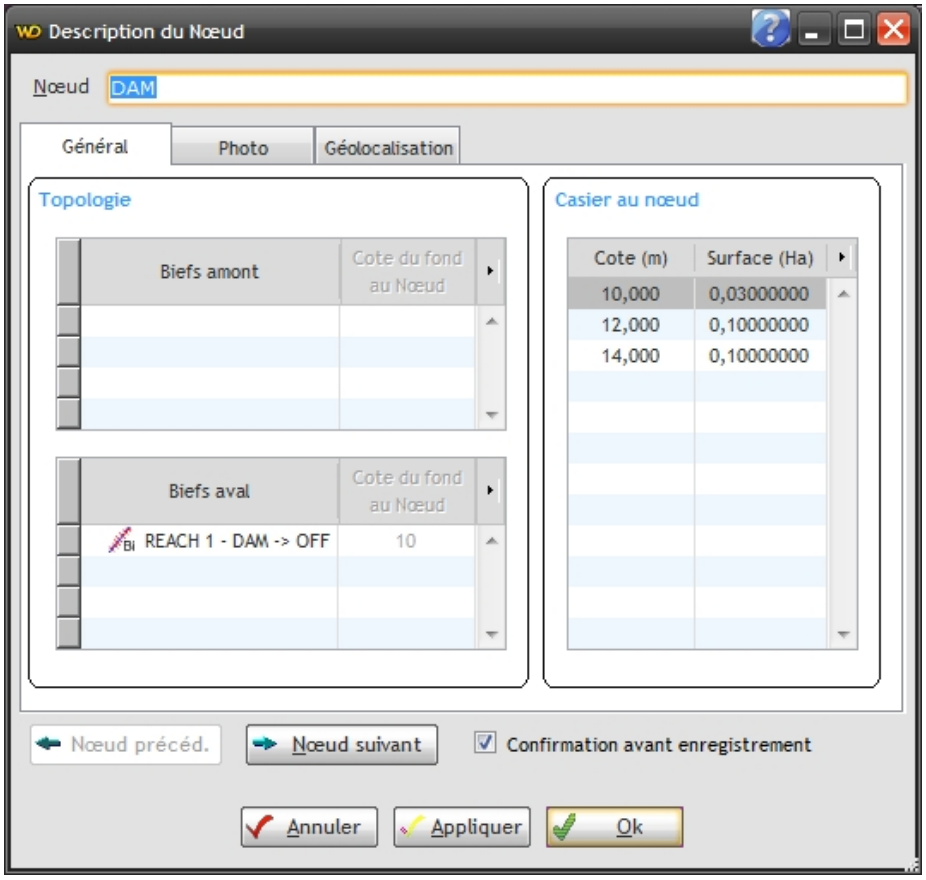


FIGURE 35.1 – descriptionnoeudonglet1

Dans l'onglet «Général», on trouve un rappel de la topologie avec la liste des biefs amont et aval entrant et sortant du nœud mais aussi un tableau permettant la saisie d'un casier au nœud en entrant une série de cote /surface.

Note : Dans les précédentes versions de SIC la saisie du casier était située dans EDISIR.

35.2 Photo du noeud

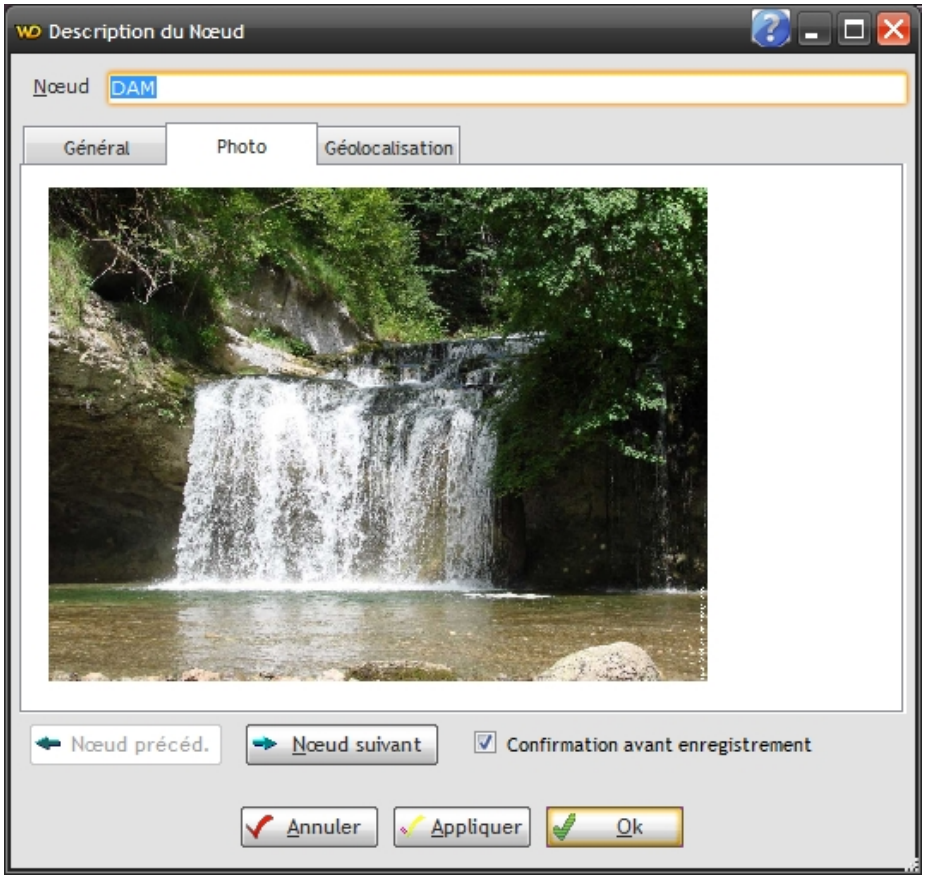


FIGURE 35.2 – descriptionnoeudonglet2

Tout comme pour les sections, il est possible d'associer une photo au nœud en cliquant sur l'image.

Pour plus détails sur la gestion des images, voir la page dédiée.

35.3 Géolocalisation

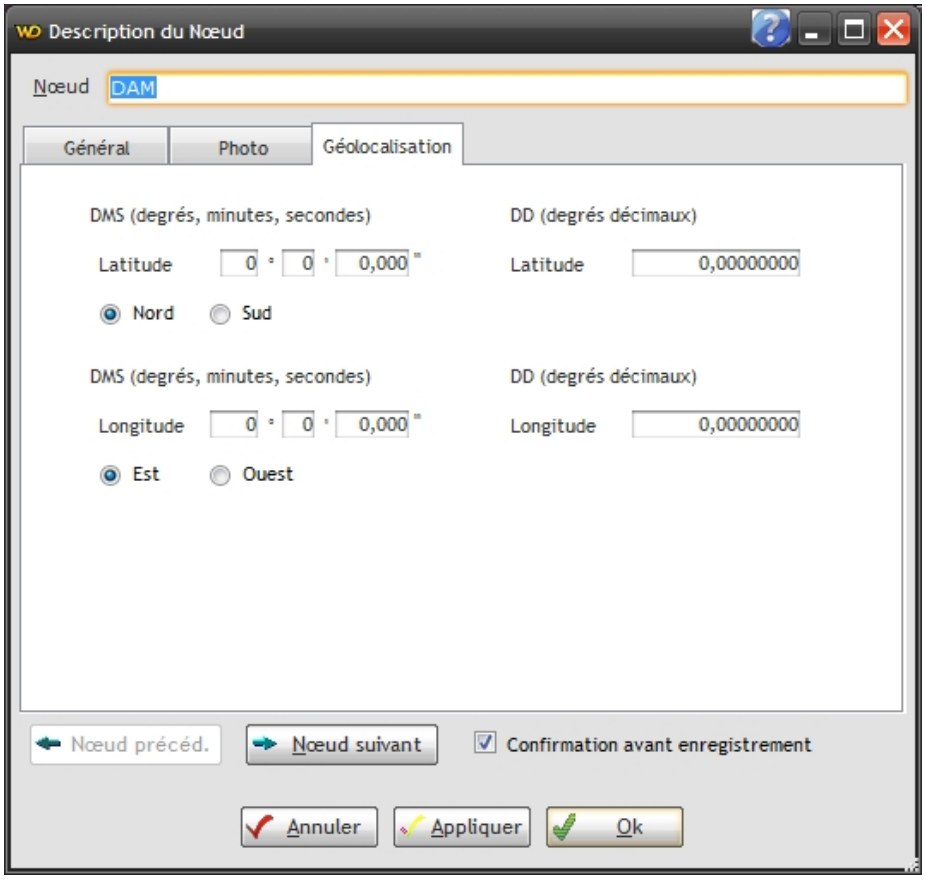


FIGURE 35.3 – descriptionnoeudonglet3

La géolocalisation du nœud (latitude et longitude) peut être définie dans cette fenêtre (troisième onglet). Cette information peut alors être utile pour afficher le réseau en fonction de ces géolocalisations (en utilisant l'option modélisation automatique d'un canal), et également utilisée dans l'importation et l'exportation de données des sections en travers. Cette géolocalisation peut être donnée en degrés décimaux ou en unités métriques suivant l'option choisie.

Chapitre 36

Modification de la structure d'un réseau

36.1 Insertion d'un noeud : scinder un bief

Il est possible de scinder un bief en deux biefs contigus en sélectionnant le bief ou une des section du bief à scinder avec un clic-droit de la souris. Dans le menu contextuel qui apparait, choisir «Scinder bief».

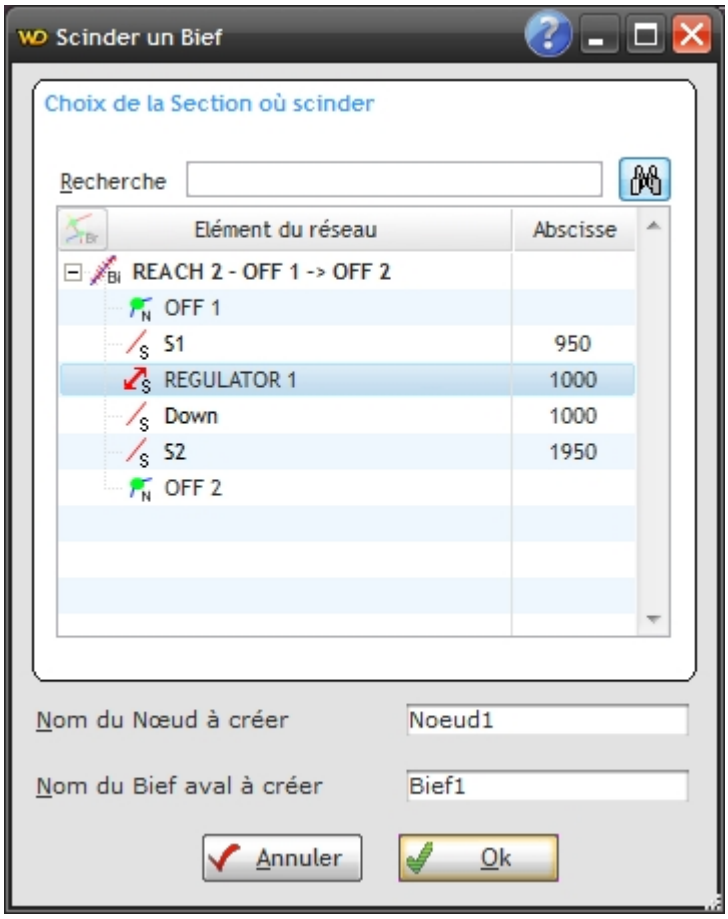


FIGURE 36.1 – scinderbief

La fenêtre dédiée permet ensuite de déterminer à quelle section le nouveau nœud doit être créé, ainsi que le nom du nouveau nœud et du nouveau bief à créer. Le noeud ainsi créé hérite de la géolocalisation de la section, si elle existe. Le nouveau bief créé apparait en bas de l'affichage en arbre (colonne de gauche), mais sera correctement classé lors de la prochaine sauvegarde du réseau, ou le rafraichissement de l'affichage du mode géométrie.

36.2 Suppression d'un noeud : concaténer deux biefs

L'opération s'effectue en sélectionnant le noeud à supprimer avec un clic-droit de la souris et en choisissant «Concaténer biefs» dans le menu contextuel.

36.3 Transformer des sections de calcul en sections de données

Il est parfois préférable pour l'affichage des lignes d'eau ou de toute autre donnée en tout point du réseau d'avoir des sections supplémentaires. Pour ce faire, le logiciel permet de transformer des sections de calcul générées par TALWEG en sections de données afin de pouvoir afficher les résultats sur ces sections.

En mode géométrie, cette fonctionnalité est disponible via le menu Outils > Transformer des sections calculées en sections de données.

Chapitre 37

Gestion des incohérences du réseau

A l'enregistrement du réseau et avant de lancer le mailleur TALWEG, l'application effectue des tests de cohérence sur le réseau saisi. Les erreurs détectées sont de deux niveaux distincts : - Avertissement : l'incohérence trouvée n'empêchera pas le mailleur et les simulation de fonctionner correctement, mais le réseau saisi ne correspond à une utilisation du logiciel dans de bonnes conditions. - Erreur : l'incohérence trouvée empêchera le maillage effectué par TALWEG d'aboutir.

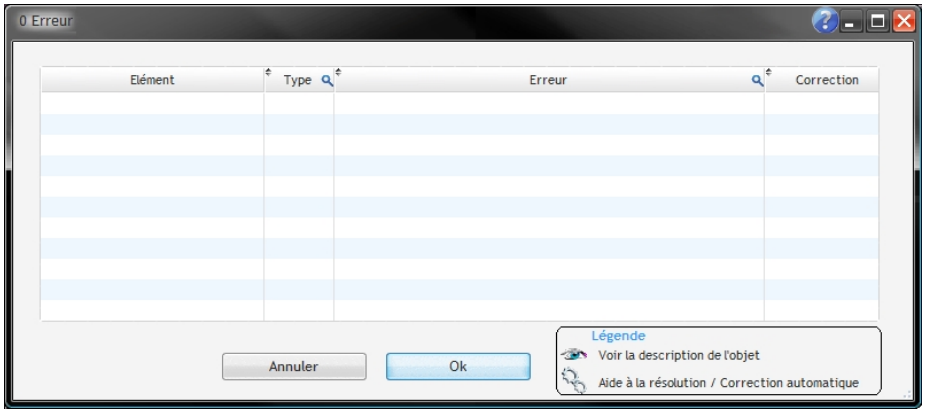


FIGURE 37.1 – erreurs_tal

Un clic dans la colonne correction permet d'ouvrir directement la fenêtre où se trouve l'erreur.

37.1 Principaux types d'erreurs

Voici des exemples de message d'erreur : - Les positions doivent être monotones dans le bief. - Le pas d'espace ne peut pas être nul (sinon une valeur par défaut : 100 m sera choisie). - Les abscisses des sections majeurs doivent être comprises entre les abscisses min et max des sections mineur ou mineur moyen. - La première section majeur (ordre des abscisses croissantes) doit avoir une distance nulle. - Il ne peut pas y avoir qu'une seule section majeur, il en faut au moins deux. - Il faut au moins deux sections majeurs d'abscisse différentes pour définir un lit majeur. - La dernière section majeur (ordre des abscisses croissantes) ne peut avoir une distance nulle, ou alors une section majeur devrait suivre avec une valeur de distance non nulle. - Les abscisses de début et de fin du bief sont identiques. Un bief ne peut être de longueur nulle. - Le réseau contient au moins une boucle. - Le réseau n'est pas connexe. - La branche possède une boucle. - La branche n'est pas connexe ou possède des ramifications n'appartenant à aucune branche. - Les cotes du casiers au Noeud doivent être monotones.

Chapitre 38

Visualisations des sections, des branches et des profils en long

38.1 Affichage des sections

L'affichage des sections sur le graphe est entièrement paramétrable. Dans le menu «Affichage», il est ainsi possible de choisir d'afficher ou non les sections et les sections singulières. Dans ce même menu, «Options d'affichage des sections» permet d'effectuer des réglages plus fins sur l'aspect et le type de section à afficher.

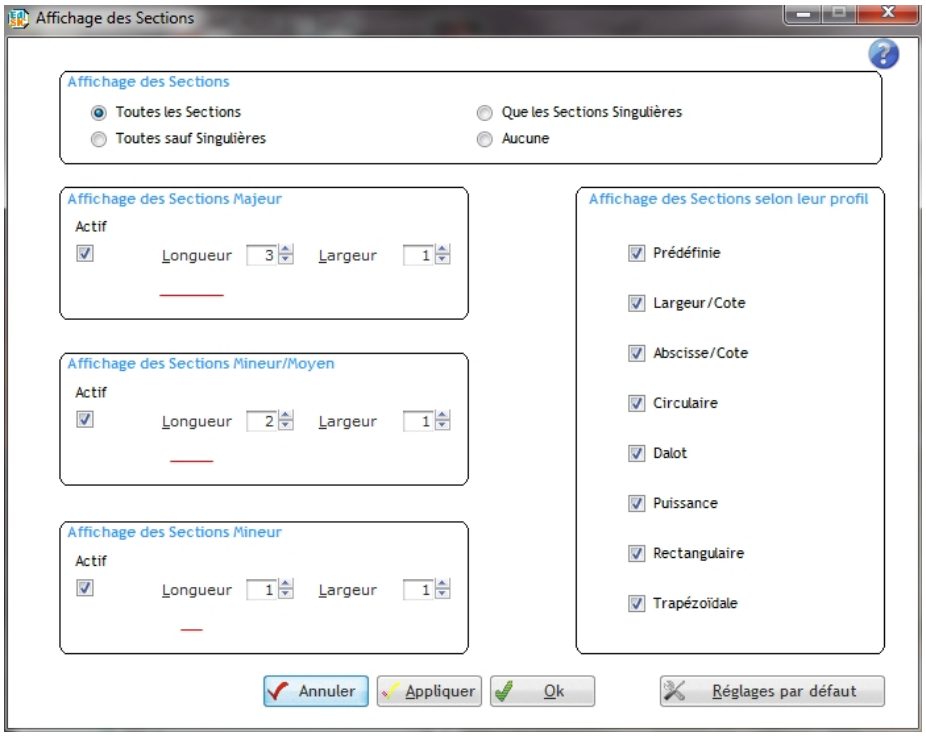


FIGURE 38.1 – affsections

38.2 Visualisation des branches

Cette option de visualisation est disponible dans le menu «Outils > Visualisation des branches».

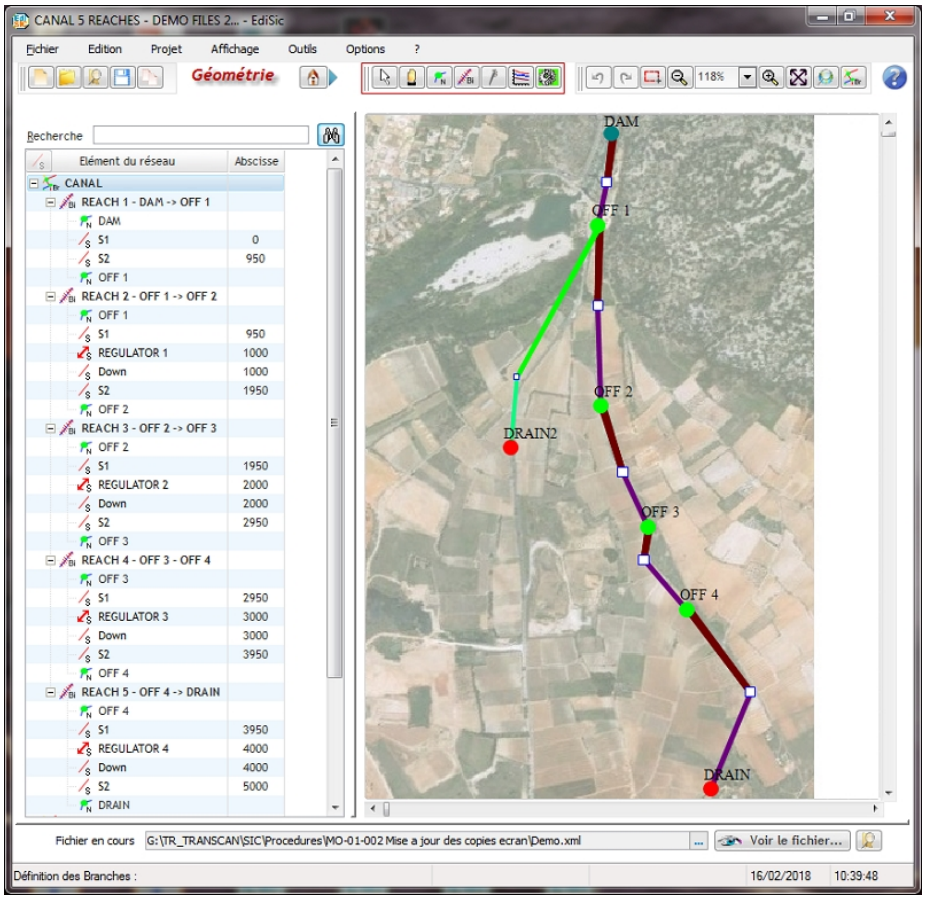


FIGURE 38.2 – premiere_branche_tal

Les branches, ensemble contigu de biefs sans diffluence ni confluence, sont gérées automatiquement par l'application et il n'y a pas de raison à priori de modifier ces dernières. Il est cependant possible d'affecter un ou plusieurs biefs à une branche en sélectionnant le bief par un clic-droit et en choisissant «Changer de branche > …» dans le menu contextuel.

38.3 Visualisation des profils en long

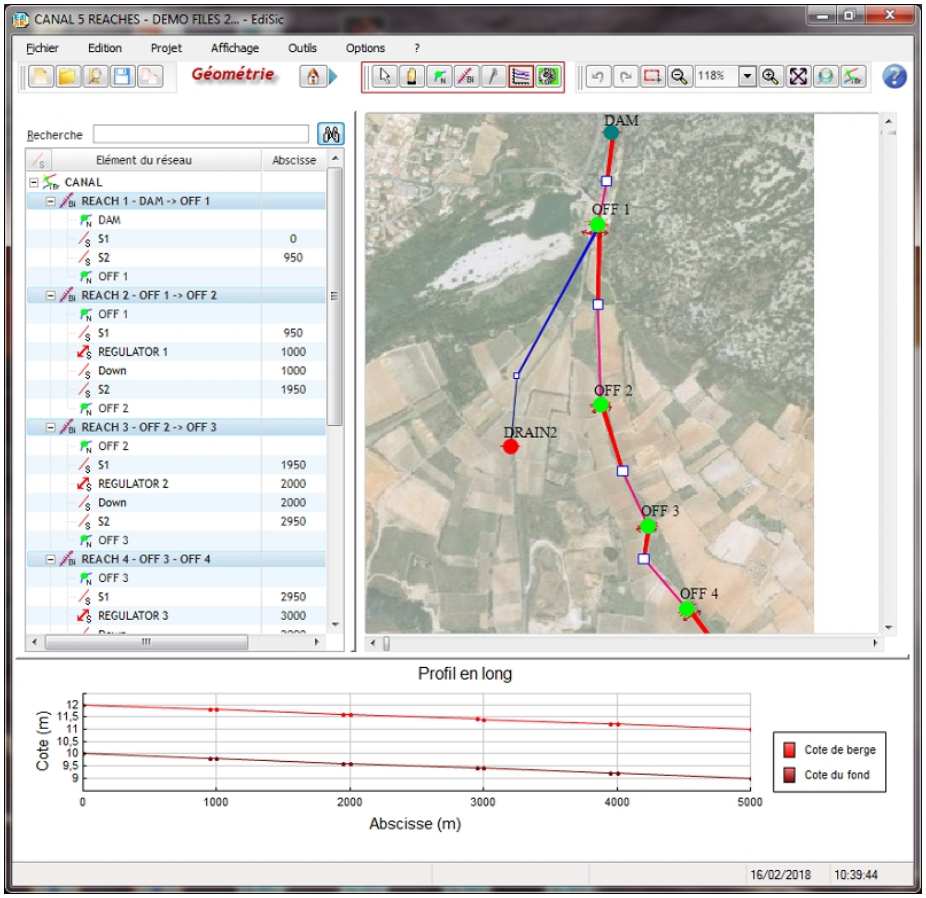


FIGURE 38.3 – premiere_profil_tal

Cette option très utile pour vérifier la cohérence de la topographie du réseau saisi permet d'afficher les cotes de fond et de berge d'une sélection de bief.

Pour y accéder : Sélectionner les biefs désirés puis menu Outils > Profil en long ou clic sur le bouton .

Chapitre 39

Exécution du mailleur (Talweg)

Avant de pouvoir saisir les données hydrauliques et de lancer des simulations en écoulement permanent et transitoires, il est nécessaire d'exécuter le mailleur Talweg.

Le mailleur se lance à partir du menu Outils > Lancer le maillage du réseau (module Talweg) ou en cliquant sur le bouton .

Si le réseau comporte des incohérences, le logiciel le signale et propose de visualiser et corriger les incohérences du réseau (cf. Gestion des incohérences du réseau).

Si le maillage s'est correctement déroulé, le bouton du lancement du mailleur apparaît en vert .

Le mailleur va créer des sections de calculs qu'il est possible par la suite de transformer en section de données notamment pour améliorer l'affichage des profils en long des résultats.

Le détail des opérations effectuées par le mailleur se trouve dans la documentation théorique.

Chapitre 40

Importation des fichiers de géométrie des versions précédentes de SIC (.TAL)

Pour ouvrir un fichier .TAL, il suffit d'utiliser le menu «Fichier > Ouvrir» et de sélectionné le fichier .TAL.

Les formats des fichiers .TAL compris sont les formats des versions 4.*, ainsi que les versions générées par l'éditeur PamHyr (Inrae Lyon).

Ensuite, l'application proposera par défaut d'enregistrer les modifications au format XML.

 | Même si le logiciel permet encore d'enregistrer des fichiers au format .TAL, les données correspondants aux nouvelles fonctionnalités ne pourront être sauvegardées qu'avec le format XML. |

Chapitre 41

Exporter les profils de toutes les sections au format X, Y, Z

Cette fonction permet d'exporter dans un fichier texte avec séparateur$pour les informations descriptives des sections (en format "texte linéaire") et séparateur tabulation entre les valeurs numériques, l'ensemble des profils des sections du lit mineur/moyen et/ou du lit majeur quel que soit leur format : largeur-cote, abscisse-cote, circulaires, dalot, puissance, rectangulaire, trapézoïdales.

Des commentaires (écrits après le caractère spécial % en première colonne) peuvent aussi être écrits.

Pour exécuter l'export, il faut être en mode géométrie et choisir l'option «Exporter tous les profils de section au format X, Y, Z». Le logiciel propose alors, par une fenêtre de sélection des choix, de :

- choisir entre sections du lit mineur/moyen ou du lit majeur,
- choisir le format du fichier : -* texte linéaire (abscisse longitudinale, Section) -* texte 3D (x,y,z,idminmoy) -* format kml 3D (pas encore géré, mais en cours …) -* format cvs 3D style HEC-RAS : river, reach, station, x, y, z (pas encore géré, mais en cours …)
- choisir le format des sections (d'origine ou systématiquement converti en abscisse-cote)
- choisir d'ajouter des commentaires en tête de fichier (type de lit) ainsi qu'entre chaque section (après le caractère %, son abscisse longitudinale, son type de format)
- choisir d'ajouter des commentaires sur les nœuds séparant les biefs comportant les sections (après le caractère %, les coordonnées graphiques et

géolocalisation du point milieu, les noms des nœuds amont et aval, ainsi que leur position graphique ainsi que leur géolocalisation)
— choisir d'écrire la géolocalisation (latitude, longitude en degrés et ses fractions décimales, ou en valeurs métriques suivant l'option choisie)
— choisir d'avoir une visualisation 3D de la géométrie exportée

Puis on peut choisir un nom de fichier pour cet export, avec l'extension .txt.

1. En format "texte linéaire", le fichier généré est au même format que celui permettant l'importation des données des sections dans un bief. Il contient une ligne descriptive de la section, avec des champs séparés par le code$, puis des lignes décrivant les paramètres numériques de la section. Il peut contenir des commentaires optionnels commençant par le caractère % en première ligne.

La ligne descriptive de la section contient ses informations générales, séparées par le caractère$ (cf pour les détails).

Les lignes suivantes (2 ou plus suivant le format) contiennent les paramètres géométriques de la section, suivant son format (cf pour les détails).

2. En format "texte 3D (x,y,z,idminmoy)" le fichier peut contenir des lignes commentaires optionnelles comme ci-dessus, puis les points x,y,z,idminmoy selon quatre colonnes séparées par des tabulations :

— colonne 1 : abscisse longitudinale de la section (x)
— colonne 2 : ordonnées du point courant dans le profil de la section (y)
— colonne 3 : cote du point courant (z)
— colonne 4 : flag idminmoy (0 ou 1), avec valeur de 1 si ce(s) point(s) est le point de délimitation des lits mineur et moyen, et 0 sinon. Pour l'instant, si la cote de débordement mineur-moyen ne correspond pas à un point indiqué, ce flag ne sera donc pas renseigné. Dans le futur on créera alors un point supplémentaire pour ce point particulier. Remarquons que dans le format linéaire précédant cela est bien géré car la cote de débordement mineur-moyen est indiqué dans une ligne spécifique avant la description des points constituant la section.

Ce fichier (sous sa forme avec commentaire) peut être importé dans un outil de visualisation 3D dont le lien est donné ci-dessous.

Si l'option de visualisation 3D est sélectionnée (cf ci-dessus), on aura aussi une visualisation directe dans une fenêtre de l'interface. Mais pour l'instant cette visualisation est limitée en terme de fonctionnalité et de points maximum pouvant être gérés (limitation liée aux possibilités offertes à ce jour par Windev 25, mais qui devraient évoluer dans le futur : angle de vue modifiable, transparence, etc). D'autres fonctions permettent de faire des visualisations 3D dans un script Matlab fourni en exemple sous ex45_3Dvisu sous sic/dat, à partir des 2 formats de fichiers traités ci-dessus.

Prochainement ce format sera modifié avec x,y en géolocalisation lorsqu'elle est renseignée (latitude, longitude) et z altitude. Ou on gardera les 2 options.

3. En format "kml 3D" les coordonnées des points des sections seront en géolocalisation (latitude, longitude) et altitude, et en format kml importable dans Google Earth (prochainement … en cours).
4. En format "cvs 3D" les coordonnées des points des sections seront écrites dans le format d'import csv au style HEC-RAS, avec 6 colonnes : river, reach, station, x, y, z. Comme on dispose de ces informations dans SIC on ajoutera également 2 colonnes supplémentaires avec le nom de la section ainsi que l'abscisse longitudinale (pas encore géré, mais en cours …).

Les fichiers générés dans ces 2 formats peuvent soit contenir les informations dans le mode d'origine de la section (paramétrée comme rectangulaire, dalot, trapézoïdale, etc, largeur-cote, abscisse-cote), soit transformé en abscisse-cote.

Exemple en format "texte 3D (x,y,z,idminmoy)" :

```
%
% MNT du lit Mineur-Moyen
%
%
%   0   Abscisse/Cote
0   -3.18   48.08    0
0   -3.18   44.3    0
0   0   44.3    0
0   3.18    44.27    0
0   3.18    49.05    0
%
%   100 Abscisse/Cote
100 -8.3    48.85    0
100 -5.4    46.57    0
100 -4.85   46.57    0
100 -3.2    45.01    0
100 0   45    0
100 3.2 45.02    0
100 4.7 46.72    0
100 6.85    48.75    0
%
%   200 Abscisse/Cote
200 -7.1    49.18    0
200 -4.4    46.56    1
200 -3.3    45.09    0
200 0   45.13    0
200 3.6 45.16    0
200 5.15    46.62    0
200 7.65    48.96    0
```

```
%
%   300 Abscisse/Cote
300 -7.75   49.34    0
300 -4.86   46.58    0
300 -3.25   45.04    0
300 0   45.04    0
300 3   45.09    0
300 4.55    46.67    0
300 7.5 49.33    0
%
%   400 Abscisse/Cote
400 -6.7    49.58    0
400 -3.75   47.44    0
400 -2.7    45.29    0
400 0   45.23    0
400 3.3 45.46    0
400 5   47.7    0
400 6.8 49.87    0
%
%   500 Abscisse/Cote
500 -4.95   48    0
500 -2.3    45.45    0
500 0   45.21    0
500 2.35    45.42    0
500 4.4 47.92    0
%
%   550 Largeur/Cote
550 0   45.28    0
550 -1.96   45.52    0
550 1.96    45.52    0
550 -3.03   45.84    0
550 3.03    45.84    0
550 -4.665  48.07    0
550 4.665   48.07    0
550 -4.885  49.31    0
550 4.885   49.31    0
```

L'export insère un saut de ligne entre chaque nouvelle section.

Toutes les sections sont gérées quel que soit leur format (abscisse-cote, largeur-cote et paramétrées), ainsi que les sections modèles. L'homothétie en y est également gérée pour les formats largeur-cote et paramétrés, mais pas encore pour abscisse-cote, ni les homothéties en z (prochainement …).

Un outil de visualisation 3D de la géométrie est disponible en ouvrant votre navigateur internet à l'adresse suivante : http://sic.g-eau.fr/sic_tools/geometrie.html, ou avec un script Matlab fourni en exemple sous ex45_3Dvisu sous

sic/dat.

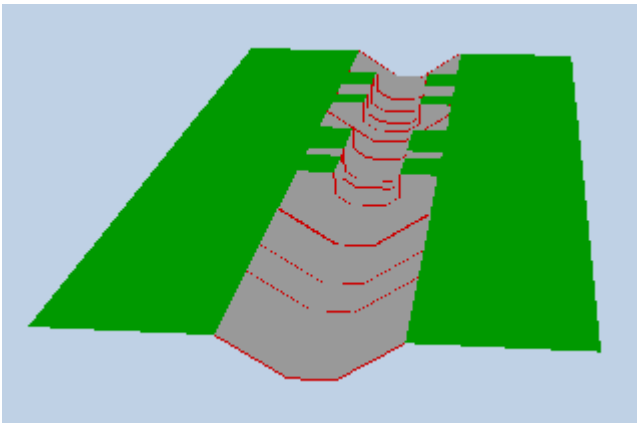


FIGURE 41.1 – doc112

Chapitre 42

Changement de la bathymétrie avec un fichier externe

On veut parfois changer la bathymétrie d'un canal ou d'un fleuve à partir d'un programme externe (ex. : script Matlab, Scilab, R, etc) pour faire de l'optimisation de profils par exemple, ou pour calculer la sensibilité de certaines variables à des paramètres de bathymétrie.

On peut faire cela avec un fichier nommé changebathy.txt, qui doit être localisé avec le fichier du projet xml. L'exemple dat/ex32_lacguiers/LacGuiers_v1.xml utilise cette fonctionnalité.

Ce fichier a la structure suivante :

```
27   2  0.00000  0.00000  0.10000
 28   2  0.00000  0.00000  0.10000
 28   3  0.00000  0.00000  0.15000
```

On peut avoir autant de lignes que l'on souhaite. Le format est libre ('*' en format Fortran), c'est à dire que les nombres peuvent être séparés par autant d'espaces que souhaité, ou a priori aussi des tabulations.

Sur chaque ligne : -* le premier nombre est le numéro du bief -* le second nombre est le numéro de la section dans ce bief -* le troisième est le facteur d'homothétie en Y (latérale) que l'on veut appliquer -* le quatrième est le facteur d'homothétie en Z (verticale) que l'on veut appliquer -* le cinquième est le décalage vertical de la cote de fond, et donc de toute la section (en m)

Lors de l'exécution du programme de calcul (Fluvia ou Sirene) les sections ainsi modifiées seront indiquées dans la fenêtre de contrôle.

Chapitre 43

Saisie des paramètres de calcul et d'écriture des résultats

Les paramètres de calcul et d'écriture des résultats sont appliqués lors des calculs effectués en régime permanent (FLUVIA) et en régime transitoire (SIRENE). Ces paramètres sont définis par scénario et seront utilisées pour toutes les variantes du scénario.

L'accès à la fenêtre peut s'effectuer à partir de : - la fenêtre Explorateur de projet en sélectionnant un scénario hydraulique ou une variante et en appuyant sur le bouton «Paramètres de calcul», - la fenêtre principale d'édition du scénario en appuyant sur le bouton  , - la fenêtre principale d'édition du scénario via le menu Outils > Paramètres.

La fenêtre se compose de 5 onglets : - Temps : définition des paramètres temporels de la simulation (temps de début, de fin, pas de temps de calcul, début de sauvegarde des résultats et fréquence d'écriture des résultats) - Écriture des résultats (définition des données qui seront exploitables en mode «Résultat») - Paramètres du calcul permanent - Paramètres du calcul transitoire - Paramètres généraux

Chapitre 44

Paramètres du calcul Permanent

Cet onglet permet de modifier des paramètres influençant l'algorithme de calcul en régime permanent, en particulier les itérations en cas de réseau maillé, et/ou avec des prises en mode calcul de débit.

Les paramètres par défaut permettent quasiment tout le temps de calculer une solution avec une très bonne précision. Dans certains cas on peut faciliter, accélérer ou rendre possible la convergence de l'algorithme.

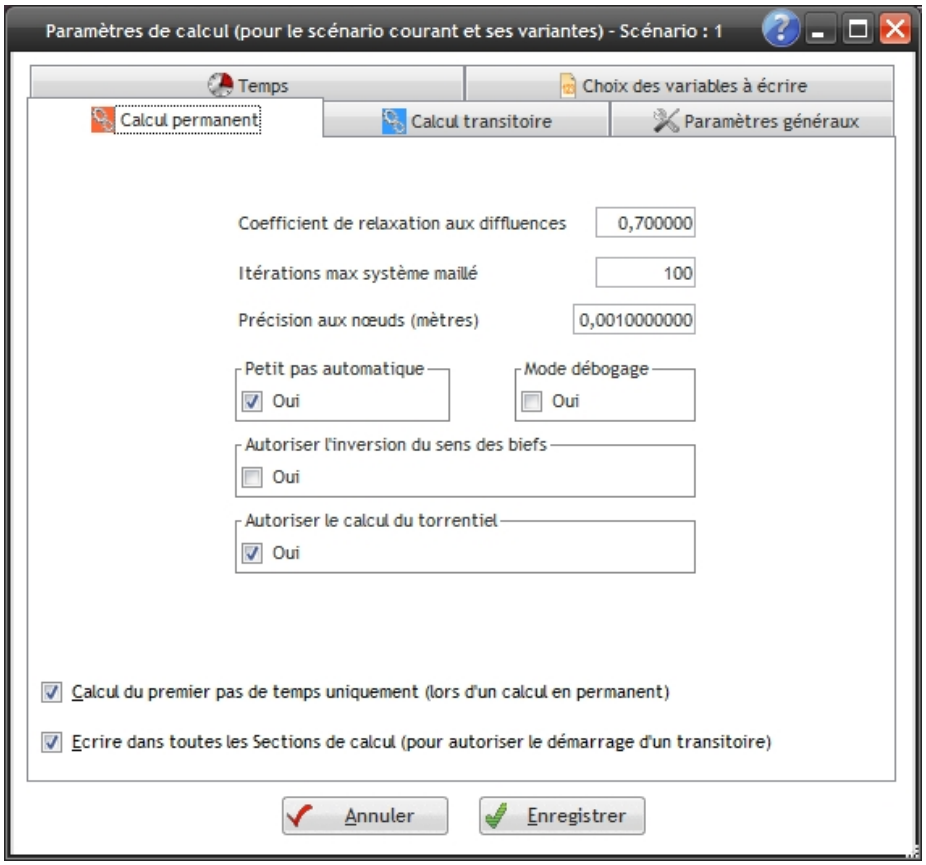


FIGURE 44.1 – paraflu_flu

44.1 Coefficient de relaxation aux diffluences

Cette option permet d'accélérer ou de ralentir la manière dont la répartition des débits aux diffluences est corrigée lors des itérations du calcul de maille. Il peut être nécessaire de le diminuer quand l'algorithme de maille s'arrête pour cause de débit négatif dans un bief.

44.2 Itérations max système maillé

On peut augmenter le nombre d'itérations si le nombre fourni par défaut n'est pas suffisant pour assurer la convergence du calcul de maille. En général la solution est trouvée en quelques itérations, voire quelques dizaines d'itérations dans les cas difficiles très ramifiés et maillés. S'il faut plus d'itérations c'est probablement qu'il y a un problème de données, ou un coefficient de relaxation trop petit.

44.3 Précision aux nœuds

C'est l'écart maximum autorisé aux prises et diffluences (en cote ou en charge en mètres) entre les hypothèses faites lors de l'itération en cours et les cotes réelles calculés compte tenu des conditions hydrauliques (cotes et débits) calculées dans le canal. A chaque nœud on peut choisir dans le mode de calcul à ce nœud si l'on veut un test de convergence en égalité des cotes ou en égalité des charges. On peut même combiner divers choix, en cote pour certains biefs et en charge pour d'autres biefs connectés au même nœud. L'écart maximum qu'on indique ici (précision au nœud) est celui maximum autorisé (maximum pour tous les nœuds) calculé pour chaque nœud entre la valeur moyenne au nœud (moyenne des cotes et/ou des charges comme indiqué dans le mode de calcul selon le choix fait) et les cotes et/ou charges des dernières sections des biefs confluents arrivant à ce nœud et des premières sections des biefs diffluents partant de ce nœud.



| En cas de difficulté à faire un calcul en régime permanent, en particulier dans des réseaux fortement maillés où il est difficile de connaître les sens d'écoulement a priori, deux possibilités sont offertes :

- il est possible de trouver la solution hydraulique en augmentant fortement la valeur de "précision aux prises et diffluences" (mettre par exemple 1 ou 2 m et lancer le calcul en régime permanent, puis lancer le calcul en transitoire qui lui sera capable d'inverser les sens d'écoulement dans les biefs si nécessaire, et trouver la solution hydraulique.
- on peut actionner l'option «Autoriser l'inversion du sens des biefs» |

44.4 Petit pas automatique

Le mode “Petit pas automatique” sert à introduire localement des nouvelles sections de calcul (on divise le pas d’espace local par 10) si des pentes de ligne d’eau fortes ont été détectées (Pente supérieure à 5/1000 y compris en contre-pente). Attention ce mode n’est pas géré dans le calcul en transitoire, ce qui n’est pas un gros problème, mais ce qui peut introduire des “vagues” en début de calcul en transitoire. Si un transitoire a du mal à démarrer à partir d’un calcul en régime permanent (ce qui est très très rare, voire jamais arrivé) à cause de ces vagues initiales, il faut alors décocher cette option, et activer la discrétisation homogène au permanent. Dans ce cas, aucune vague ne doit apparaître au démarrage du calcul transitoire, car les équations résolues en transitoire sont équivalentes à celles résolues en permanent.

44.5 Mode débuggage

On peut activer le mode “Debug” qui inscrira plus de variables intermédiaires sur le fichier (.log) lors du calcul en régime permanent. Ces informations permettront de suivre plus en détail les itérations de calcul.

44.6 Autoriser l’inversion du sens des biefs

Comme son nom l’indique, cette option permet à l’algorithme de résolution de la maille d’inverser le sens d’écoulement des biefs durant le calcul. Seuls les biefs “intermédiaires” (c.à.d. ne jouxtant pas un nœud situé à l’amont ou l’aval du système) pourront être inversés. En fait récemment (2017) les biefs situés en aval de système peuvent également être inversés automatiquement lors du calcul en régime permanent (cf exemple dat/ex40_delta_senegal). Il faut souligner que ce problème est difficile en régime permanent, mais qu’il ne pose aucune difficulté en régime transitoire. En régime transitoire le seul problème éventuel est lié à ce que l’on autorise comme condition limite amont et aval.

44.7 Autoriser le calcul du torrentiel

Lorsque cette option est cochée, FLUVIA calcule les lignes d’eau torrentielles, les passages au tirant d’eau critique et la localisation des ressauts hydrauliques. Dans le cas contraire, les écoulements torrentiels sont représentés de manière simplifiée par un écoulement critique. De manière plus précise, dans ce cas, si le programme de calcul en régime permanent détecte une zone en torrentiel, la cote retenue sera celle du régime critique, qui majore la ligne d’eau réelle. Alors que si l’option est cochée un vrai calcul en torrentiel sera réalisé dans les zones correspondantes. Pour pouvoir effectuer un calcul en transitoire à partir d’une ligne d’eau comportant des écoulements torrentiels, il est conseillé de ne pas cocher cette option afin que le calcul puisse s’effectuer avec l’option “Torrentiel

sommaire" de SIRENE. Attention, si cette option est cochée le traitement aux nœuds sera aussi modifiée. En particulier même si l'option "égalité des cotes" a été activée pour les nœuds correspondants (mode de calcul), ils seront basculés en mode "égalité des charges", qui est plus réaliste lors des écoulements torrentiels à ces nœuds. Par contre, comme ce changement est réalisé au niveau du programme de calcul FLUVIA et non pas aux interfaces, les résultats à ces nœuds seront présentés comme si leur mode n'a pas été changé, ce qui peut être perturbant. Par exemple, un écart à un nœud peut être indiqué de manière en fait erronée car il est calculé sur une cote au lieu d'une charge (cela sera amélioré dans une version future). Si cela arrive et vous gêne, il est toujours possible d'aller indiquer aux interfaces qu'à ce nœud on veut un test d'égalité en charge au lieu d'en cote.

44.8 Calcul du premier pas de temps uniquement

Cette option est utile pour ne réaliser qu'un pas de temps de calcul même si les paramètres de temps en spécifient plusieurs. En effet, l'utilisation classique du logiciel pour réaliser un calcul en transitoire consiste à créer un scénario en spécifiant les temps de simulation, effectuer un calcul sur le premier pas de temps en permanent, puis de créer une variante pour exécuter le calcul en transitoire.

Cette option sera décochée uniquement dans le cas où l'on désire exécuter une simulation avec des régimes permanent successifs.

44.9 Écrire dans toutes les sections de calcul (pour autoriser le démarrage d'un transitoire)

Un calcul effectué avec cette option activée pourra être ensuite sélectionné pour importer une condition initiale pour un calcul en régime transitoire.

Chapitre 45

Paramètres du calcul Transitoire

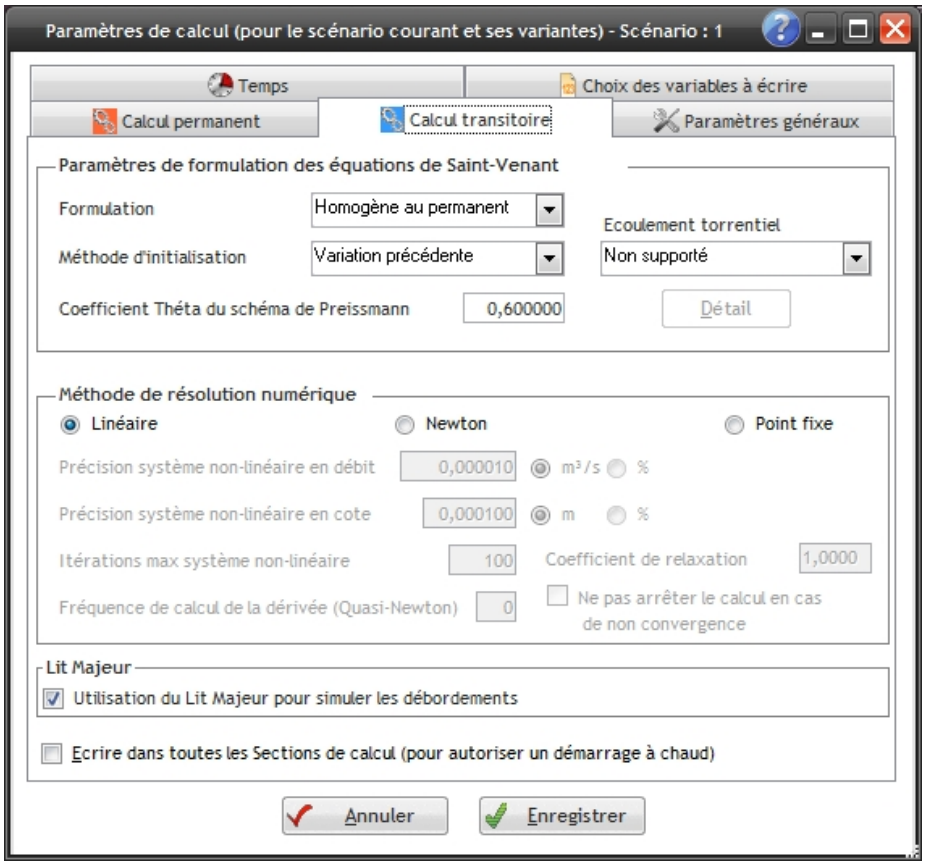


FIGURE 45.1 – paraflu_sir

45.1 Paramètres de discrétisation

Méthode de discrétisation :

-* La méthode dite “Classique” est celle décrite dans la documentation théorique.
-* La méthode “homogène au permanent” permet de limiter les “vagues” qui peuvent apparaître au démarrage d'un calcul en transitoire à partir d'une ligne d'eau calculée par le programme de calcul en régime permanent (Fluvia). En effet, dans ce cas, la discrétisation des équations en régime transitoire donne exactement les équations du régime permanent lorsqu'on supprime les termes de dérivées par rapport au temps. Elle est moins classique car elle peut conduire à des phénomènes hydrauliques pas très normaux dans le cas de changement de géométrie (cf livre de Cunge 1980). Les petites “vagues” évoquées ci-dessous s'expliquent par le fait que le régime de stabilisation du schéma classique ne conduit pas exactement à la ligne d'eau permanente initiale. Le nouvel équilibre ne sera pas très éloigné, mais pour y parvenir, un équilibrage des niveaux et donc des transferts de masse vont se réaliser.

Méthode d'initialisation :

-* Variation nulle : pour un pas de temps donné, le calcul de la nouvelle ligne d'eau est initialisé à partir de la ligne d'eau calculée au pas de temps précédent.
-* Variation précédente : Le calcul de la nouvelle ligne d'eau est initialisé à partir de la ligne d'eau calculée au pas de temps précédent à laquelle on applique les variations de débits et de cotes observés au pas de temps précédent. Cette option peut accélérer la convergence si les évolutions des variables hydrauliques sont souvent progressives. Notre expérience indique cependant que la convergence est très rapide, et que cette option n'est donc pas essentielle.

Coefficient Théta du schéma de Preissmann :

Ce coefficient règle la part des éléments implicites du schéma numérique. Il doit être compris, a priori, entre 0.5 (limite de stabilité) et 1 (implicitation totale). Si cette condition est respectée, le schéma implicite de Preissmann est inconditionnellement stable. Il est réglé à 0.6 par défaut. Il est possible de le moduler automatiquement en fonction du Froude (cf ci-dessous). Ceci peut être utile car un coefficient de Théta élevé génèrera plus de dissipation numérique et donc limitera les oscillations numériques pouvant apparaitre avec des Froude élevés. Le mettre fort (proche de 1) tout le temps n'est pas très bon numériquement, donc l'option de le mettre variable, juste en fonction du Froude, est intéressante.

Remarque : par défaut HEC-RAS conseille de commencer une modélisation avec Théta=1, ce qui est assez violent quand même, car cela génère beaucoup de diffusion numérique.

Torrentiel sommaire

Cette option permet, dans le cas de la discrétisation classique ainsi que la discrétisation homogène au permanent, de supprimer progressivement les termes

d'inerties de l'équation dynamique de Saint-Venant lorsque le nombre de Froude dépasse une certaine valeur et par exemple devient proche de 1. Ceci est une méthode classique pour mieux gérer les Froude élevés, ainsi que les écoulements torrentiels dans certains cas. Cela provient du fait que ce sont ces termes qui génèrent des problèmes numériques dans le schéma de Preissmann à Froude élévé. On supprime ces termes de manière progressive et linéaire : 0% pour Fr = FrMin (par défaut 0.6) jusqu'à 100% pour Fr >= FrMax (par défaut 0.9). Les valeurs par défaut de FrMin et FrMax peuvent être modifiées dans les paramètres avancés de cette option (bouton "Détail"). Cette option est à utiliser avec modération car elle présente certains risques de stabilité numérique à Froude élevés et surtout à tirant d'eau faible.

-* Non : L'option n'est pas appliquée et le calcul est stoppé dès que le Froude est supérieur ou égal à 1 sur une des sections du modèle. -* Oui local : L'option est appliquée uniquement sur les sections à Froude élevé, aux instant où cela arrive et progressivement comme expliqué ci-dessus. -* Oui global : L'option est appliquée sur l'ensemble des sections du modèle et en enlevant 100% des termes sélectionnés tout le temps de la simulation. -* Sart-Preissmann : méthode plus avancée avec modification du schéma de Preissmann cf article Sart et al 2010 (http://hal.ird.fr/hal-00632009/document).

On peut également, dans les options avancées (bouton "Détail"), choisir le ou les termes à supprimer : le terme d'accélération localedQ/dt, et/ou le terme d'accélération convective$\frac{d\frac{Q^2}{S}}{dx}$. Si on enlève ces 2 termes on a donc le modèle de l'onde diffusante, ou diffusive. Les anciennes versions de SIC (antérieures à 5.37b) permettaient d'enlever uniquement le second terme, d'accélération convective qui est celui qui pose les problèmes de stabilité numérique à Froude élevé. Ces termes sont enlevés progressivement localement ou globalement (suivant l'option choisie ci-dessus). Pour l'option locale, ce ou ces termes sont enlevés pour des valeurs de Froude situés entre FrMin (0.6 par défaut) et FrMax (0.9 par défaut), mais rien n'empêche de mettre FrMin=0 et FrMax=0, ce qui implique que ces termes seront toujours enlevés quelque soit le Froude. On a ainsi dans ce cas une implémentation du modèle de l'onde diffusante. L'option globale donnera la même chose. Attention en cas de Théta variable, cette réduction s'appliquera également sur ce coefficient Théta, dans ce cas on aurait donc Théta=ThetaMax.

Nous ne permettons pas actuellement d'enlever le terme$\frac{dy}{dx}$, qui conduirait alors au modèle de l'onde cinématique. Voir par exemple http://www.agroparistech.fr /coursenligne/hydraulique/degoutte1.pdf pour des informations sur ces variantes simplifiées des équations de Saint-Venant.

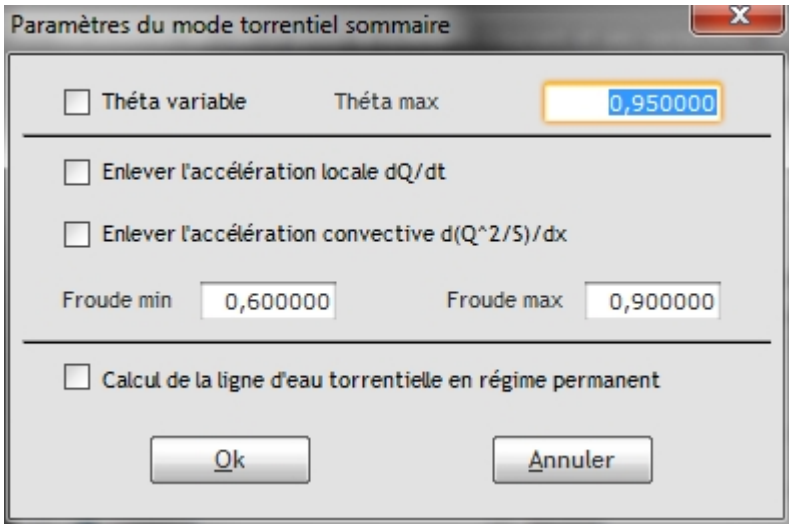


FIGURE 45.2 – paraflu_torrentiel_details_sir

Une autre option consiste à proposer un coefficient d'implicitation Théta de Preissmann variable, augmentant lorsque les Froudes sont élevés. On le fait varier avec la même logique que pour les termes d'inertie, localement, et linéairement entre Théta et ThétaMax en fonction du Froude pour l'option locale. Pour l'option globale on a dans ce cas systématiquement Théta=ThetaMax, partout et tout le temps.

Une autre option activable consiste à recalculer la ligne d'eau torrentielle en régime permanent. Les débits et cotes sont d'abord calculés avec la méthode classique, et ensuite les cotes sont recalculées avec l'algorithme du régime permanent. Cette option est à utiliser sous toute réserve et sans garantie, surtout en cas de réseaux maillés et/ou ramifiés, et n'est plus conservative en volume, puisque les cotes de la ligne d'eau sont recalculées.

45.2 Méthode de résolution numérique

Le calcul peut être effectué en linéaire (sans itérations) ou en non linéaire avec la méthode de Newton ou quasi-Newton (la dérivée n'est pas calculée à chaque itération). Dans le cas du calcul non linéaire, il faut définir les critères de convergence des itérations :

Précision du système non linéaire

La convergence du système linéaire est testée sur les débits des ouvrages et des conditions aux limites. Les itérations sont faites également sur les équations de Saint-Venant.

Le calcul aboutit quand les écarts en cote et en débit sont inférieurs aux précisions demandées. Les précisions peuvent être définies en valeur absolue (en m3/s pour les débits et en m pour les cotes) ou en valeur relatives (en proportion par rapport au débit ou par rapport à la hauteur d'eau avec pour référence la cote la plus basse du système étudié).

Ce test peut devenir très exigeant si on conserve une valeur petite (ex. : 0.0001 m3/s). Sur des systèmes ayant des débits nominaux importants il est souhaitable, voire obligatoire, de l'augmenter. Par exemple, sur le Rhône, qui a des débits de l'ordre de 2000 m3/s le système n'arrivera pas à converger avec une précision de 0.0001 m3/s. Par contre avec une valeur de 0.01 m3/s cela se fait sans problème et est d'une précision largement suffisante. Si vous avez des messages indiquant que la convergence n'est pas possible, il faut diminuer ce coefficient dans des limites raisonnables (ex. : 0.1 % du débit nominal).

Itérations max. du système non linéaire

Nombre maximum d'itérations pour faire converger le système. Si une précision importante est demandée sur un système ayant des difficultés à converger, il peut être nécessaire de l'augmenter.

A noter que si le système n'arrive pas à converger, SIRENE recommence le calcul en divisant par deux le pas de temps de calcul. Cette opération et réitérée si nécessaire jusqu'à diviser par 8 le pas de temps de calcul choisi par l'utilisateur.

Fréquence de calcul de la dérivée (Quasi-Newton)

- 0 : le calcul s'effectue en linéaire (sans itérations).
- 1 : le calcul s'effectue en non-linéaire avec la méthode de Newton
- 1 : le calcul s'effectue en quasi-Newton (le calcul de la dérivée n'est pas effectué à chaque itération)

Ne pas arrêter le calcul en cas de non convergence

Par défaut, si le calcul n'a pas atteint la précision demandée au bout du maximum d'itérations après les divisions du pas de temps de calcul, la simulation est stoppée. Activer cette option permet de n'afficher qu'un message d'avertissement et de passer au calcul du pas de temps suivant.

45.3 Écrire dans toutes les sections de calcul (démarrage à chaud)

En cochant cette option, on pourra utiliser les résultats de la simulation comme condition initiale d'une nouvelle simulation en transitoire. Pour les réseaux possédant de nombreuses sections de calcul, il peut être opportun d'augmenter la fréquence d'écriture des résultats pour ne pas trop alourdir le fichier XML et les traitements associés (Cf. Paramètres de Temps).

Chapitre 46

Paramètres de Temps

Sur cet onglet on définira les paramètres de temps de simulation et les paramètres de temps d'écriture des résultats pour un scénario et ses variantes.

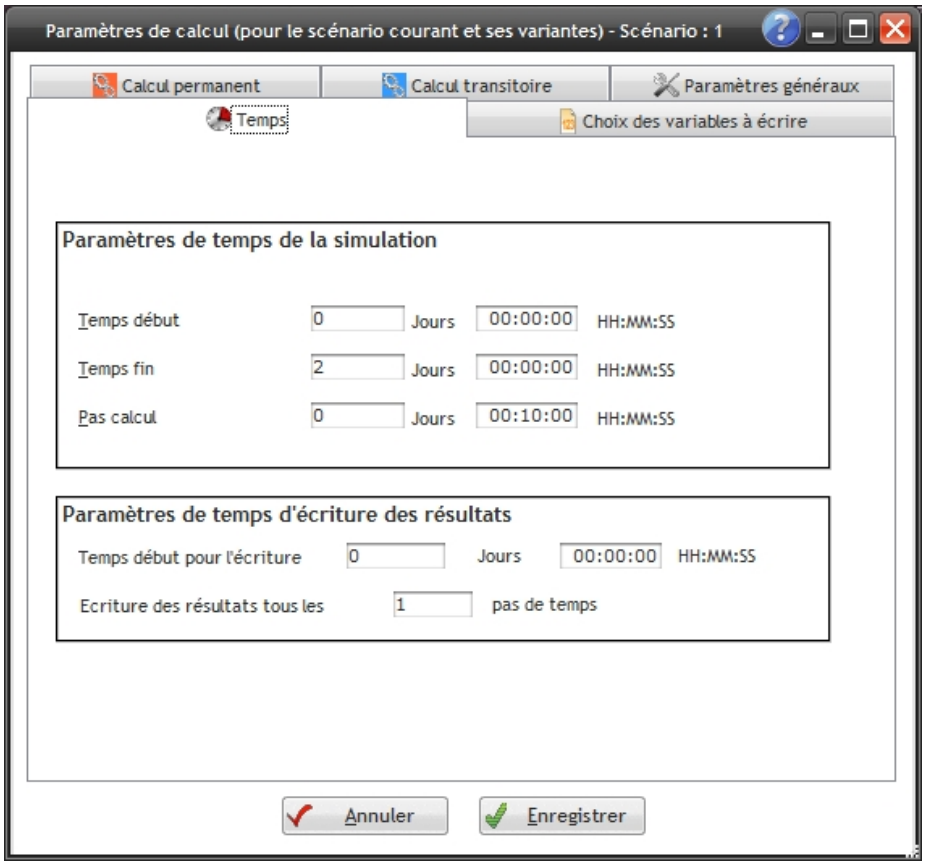


FIGURE 46.1 – paraflu_temps

Paramètres de temps de simulation

- Temps de début (Jour : 0 Heure : 00:00:00 par défaut)
- Temps de fin (Jour : 0 Heure : 00:00:00 par défaut)
- Le pas de temps de calcul (10 minutes par défaut)

Paramètres de temps d'écriture des résultats

Ces paramètres permettent de réduire la taille des résultats écrits durant la simulation. Cela permet d'avoir des simulations et une exploitation des résultats plus rapides mais aussi de résoudre des problèmes de dépassement de mémoire qui pourraient intervenir avec des simulations très longues sur de larges systèmes.

- Temps de début pour l'écriture (Jour : 0 Heure : 00:00:00 par défaut) : utile si on ne s'intéresse à un phénomène n'ayant lieu qu'à partir d'un certain pas de temps.
- La fréquence d'écriture des résultats (Tous les 1 pas de temps par défaut) :

utile si les résultats ne sont pas indispensables à chaque pas de temps de calcul.

46.1 Simulation en régime permanent

Par défaut, pour une simulation en permanent (FLUVIA), seul le premier pas de temps est exécuté. Pour exécuter plusieurs régimes permanent successifs en fonction du temps, il faudra décocher l'option Calcul du premier pas de temps uniquement situé dans l'onglet «Paramètres du calcul permanent».

46.2 Simulation en régime transitoire

La valeur par défaut du pas de temps de calcul est fixée à 10 minutes. On doit être prudent en changeant cette valeur puisqu'elle a une influence sur le schéma numérique et par conséquent sur la précision du calcul. Par contre, il n'a pas d'influence sur la stabilité du schéma numérique puisque le schéma utilisé est le schéma implicite de Preissmann qui est inconditionnellement stable (Cf. Notice Théorique).

On peut donc choisir les pas d'espaces locaux et le pas de temps comme on le souhaite en fonction de l'étude réalisée. On sait cependant (cf. Cunge 1983, Malaterre 1994) que lorsque le [?nombre de Courant] est très petit (ex. : < 0.1) ou très grand (ex. : > 10) alors le schéma introduit de la diffusion numérique et du déphasage. Il est donc souhaitable de garder des paramètres conduisant à des nombres de Courant dans la gamme [0.5, 10].

Chapitre 47

Paramètres d'écriture des résultats

Les résultats enregistrés sur le fichier de projet (.XML) pour le scénario en cours sont entièrement paramétrables.

Pour les différents objets du réseau (Sections, Noeuds, Prises, Ouvrages), il est possible de choisir les données que l'on voudra récupérer et afficher dans les résultats.

Cela se fait via l'onglet «Ecriture des résultats» de la fenêtre «Paramètres de calcul» en cochant les lignes des données choisies dans le tableau ci-dessous.

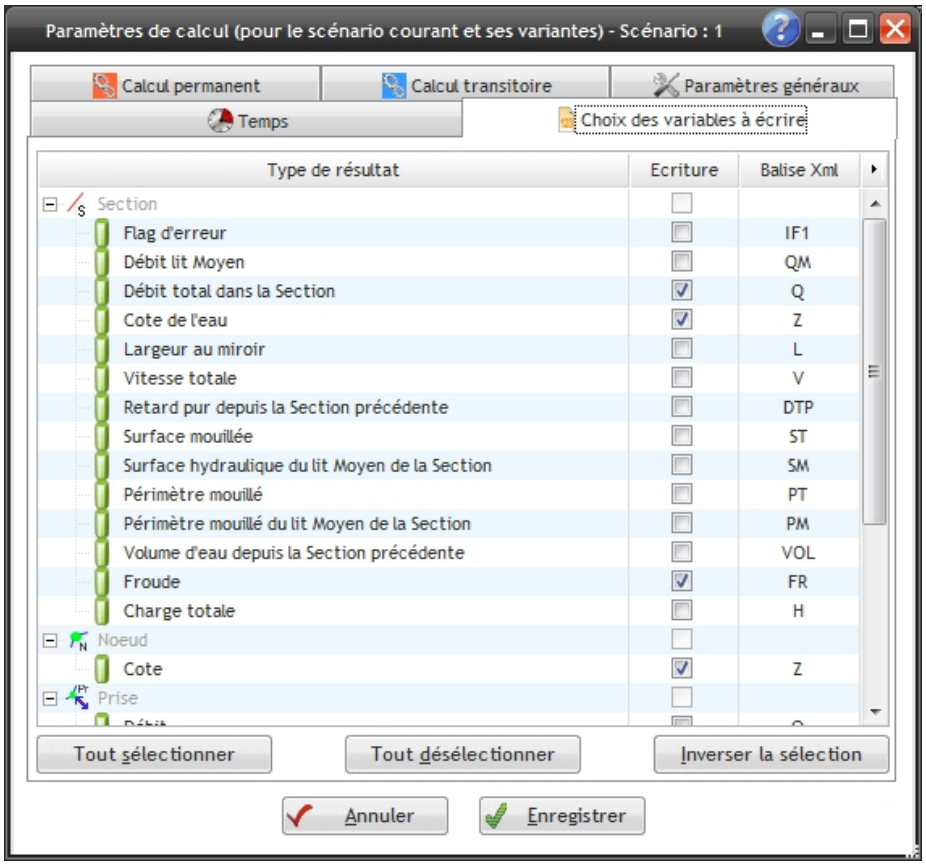


FIGURE 47.1 – paraflu_result

En plus des variables évoquées dans le tableau ci-dessus, toute variable faisant l'objet d'une régulation (Loi fonction du temps, régulation objectif à une prise ou à une structure en travers, variable régulée par un module de régulation) sera ajoutée aux résultats.

Chapitre 48

Paramètres généraux

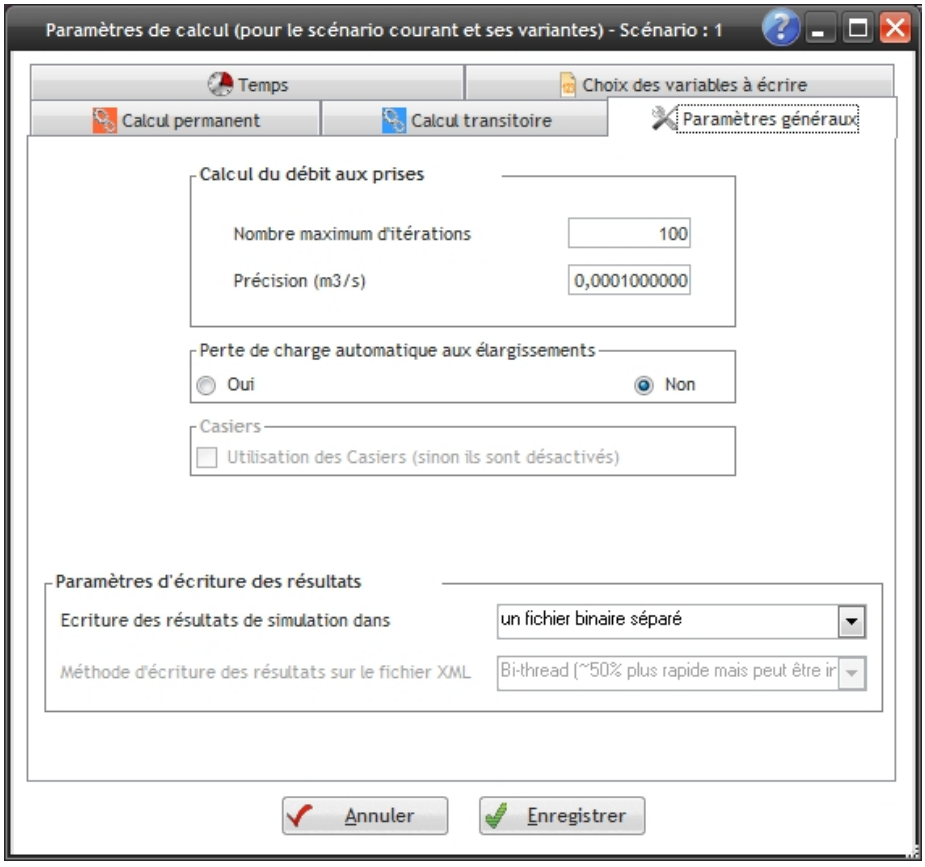


FIGURE 48.1 – paraflu_gen

L'onglet "Paramètres généraux" contient trois blocs :

48.1 Calcul du débit aux prises

Ce bloc règle les critères du calcul itératif aux prises. Les paramètres sont le nombre maximum d'itération et la précision à atteindre en m3/s. Leur valeur par défaut convient pour la plupart des cas. Il peut être nécessaire d'affiner ces critères si on demande un précision importante dans la précision aux noeuds en calcul permanent ou dans la précision du système non linéaire en calcul transitoire.

48.2 Perte de charge automatique aux élargissements

On peut ajouter la prise en compte de perte de charge automatique aux élargissements. Dans ce cas on ajoute une perte de charge à la Borda de la forme$\Delta H = c(V_{amont} - V_{aval})^2/2g$ où c est un paramètre dépendant de l'angleα de l'élargissement : - $c = 0.525ln(tan(\alpha)) + 1$ (Logarithme Népérien) - $c = 0$ pour $tan(\alpha) < 0.15$ - $c = 1$ pour $tan(\alpha) \geq 1$

48.3 Paramètres d'écriture des résultats

48.4 Ecriture des résultats de simulation

Il y a deux options possibles : - dans le fichier XML du projet - dans un fichier binaire séparé

Cette option, une fois sélectionnée, est valable pour le scénario en cours et pour toutes ses variantes. Mais il est possible de changer cette option à tout moment, et d'avoir ainsi, si on le souhaite, des résultats hétéroclites dans le format que l'on souhaite pour les divers calculs, que ce soit dans un scénario ou dans une variante, que ce soit en permanent ou en transitoire. Dans le cas du choix du fichier XML, tous les résultats des calculs exécutés pour cette branche du projet (scénario et variantes) après ce choix seront écrits dans le fichier XML du projet. L'avantage est d'avoir toutes les données d'entrée et de sortie dans un fichier unique. Mais l'inconvénient est que ce fichier XML peut devenir très grand, et suivant la puissance de l'ordinateur utilisé (mémoire interne en particulier), cela peut poser parfois des problèmes avec même parfois des pertes de bouts de ce fichier XML. Nous avons en effet remarqué que lorsque le fichier XML dépasse les 60 ou 70 MB (Méga-octets), ces problèmes peuvent apparaître. En plus de ces risques liés à la taille du fichier XML, les temps d'écriture et de lecture des résultats sur ce fichier XML peuvent devenir très longs. C'est pour ces raisons que nous avons ajouté l'option d'écriture des résultats sur des fichiers binaires. Ces fichiers ont l'extension .res pour les résultats en permanent ou en

transitoire, et .rci pour les conditions initiales. Les noms des fichiers .res et .rci sont construits à partir du nom du fichier XML auquel on ajoute _ns_nv, où ns est le numéro du scénario et nv le numéro de la variante (ou 0 si ce n'est pas une variante, mais directement un scénario). Tous ces fichiers sont écrits dans le sous-répertoire où se situe le fichier XML.

48.5 Mode d'écriture des fichiers résultats sur le XML

Il y a deux options possibles : - Bi-thread - Mono-thread

L'option bi-thread permet, sur les ordinateurs pourvus de plusieurs cœurs, d'augmenter sensiblement la vitesse d'écriture des résultats sur le fichier XML lors d'une simulation avec Fluvia ou Sirene. Elle présente l'inconvénient de ne pas être totalement stable et, dans de rares cas, de planter le programme chargé de faire la simulation au moment de l'écriture des résultats.

48.6 Remarque sur les instabilités éventuelles du logiciel

Si vous observez des plantages aléatoires de Fluvia ou de Sirene au moment de l'écriture des résultats, il faut choisir l'option mono-thread.

Si vous observez des problèmes de stabilité du logiciel et de perte éventuelle de données, voir même une perte complète du fichier XML, utilisez les options de résultats sur fichiers binaires. Des sauvegardes automatiques sur des fichiers .bak sont aussi créées dans le sous-répertoire du projet, ce qui permet en général de récupérer l'ancien fichier XML. Il peut être aussi plus sécurisant de travailler directement sur un sous-répertoire avec archivage automatique (ex. : Dropbox) qui permettra de récupérer toutes les versions intermédiaires des fichiers en cas de problème.

Chapitre 49

Les ouvrages disponibles dans SIC

Les ouvrages sont définis au niveau de la structure en travers d'une section singulière ou au niveau d'une structure d'ouvrages de 1er ou 2ème niveau d'une prise.

Au sein d'une structure, on peut définir un ou plusieurs ouvrages placés en parallèle.

Différents types d'ouvrages peuvent être combinés au sein d'une même structure. Pour chacun de ces types d'ouvrage, SIC propose un choix d'équation de débit défini ci-dessous entre parenthèses : - Seuil rectangulaire (CEM 88 (D), Dénoyé, CUN 80, CEM 88 (V)) ; - Vanne rectangulaire (CEM 88 (V), Noyé, CUN 80, CEM 88 (D)) ; - Vanne circulaire (CEM 88 (V), Noyé, CUN 80, CEM 88 (D)) ; - Vannes auto-régulées GEC-Alsthom, AMIL, AVIO-AVIS et MIXTES (GOU 93, CEM 02 (V)) ; - Seuil trapézoïdal (CEM 02 (V), CEM 02 (D)) ; - Vanne trapézoïdale (CEM 02 (V), CEM 02 (D)) ; - Tube - APM

Chapitre 50

Les équations de débit aux ouvrages

— “CEM 88(V)” (Déversoir / Vanne de fond) est l’équation proposée par défaut pour une vanne rectangulaire ou circulaire . Elle prend en compte les différents écoulements : noyé, dénoyé, à surface libre et en charge. De plus, elle assure une continuité du débit entre ces différents écoulements. Elle peut aussi être utilisée dans le cas d’un seuil, c’est à dire sans possibilité de mise en charge. Elle peut être utile dans le cas d’un seuil avec une pelle faible ou nulle.

— “CEM 88(D)” (Déversoir / Orifice) est l’équation proposée par défaut pour un seuil rectangulaire. Elle prend aussi en compte les différents écoulements (noyé, dénoyé, à surface libre et en charge) et assure une continuité du débit entre ces différents écoulements. Elle peut être utile dans le cas d’une vanne avec une pelle importante.

— “CUN 80” sont les équations décrites par Cunge dans son livre [[Cunge, Holly, Verwey, 1980, “Practical aspects of computational river hydraulics”, Pitman, p. 169 pour les seuils et p. 266 pour les vannes]], ou avec plus de détails dans un article de Mahmood et Yevjevich [[Mahmood K., Yevjevich V., 1975, “Unsteady flow in open channels, Volume 1 and 2”, Water resources publications, Fort Collins, USA, 923 p]]. Les équations “CUN 80” prennent aussi en considération les différentes conditions d’écoulement : noyé, dénoyé, à surface libre et en charge (comme les équations Cemagref “CEM 88”), mais il n’y a aucune continuité entre les conditions d’écoulement à surface libre et en charge. Cela peut entraîner des problèmes de calcul quand nous sommes près de cette transition.

— “Noyée” correspond à l’équation classique d’une vanne noyée en racine de cote amont - cote aval.

— “Dénoyé” correspond à l’équation classique d’un seuil dénoyé en cote amont à la puissance 1.5.

— “GOU 93 Amil” et “GOU 93 Avi” sont les équations proposées par défaut pour les vannes GEC-Alsthom AVIS/AVIO et AMIL. Elles sont issues de documents internes de GEC-Alsthom et permettent de reproduire les débits fournis dans les abaques du constructeur.
— “CEM 02(V)” est l’équation proposée par défaut pour les vannes trapézoïdales. C’est la somme de l’équation déversoir / vanne de fond “CEM 88(V)” pour la partie rectangulaire et de l’équation de Gourley pour la partie triangulaire.
— “CEM 02(D)” est l’équation proposée par défaut pour les seuils trapézoïdaux. C’est la somme de l’équation déversoir / orifice “CEM 88(D)” pour la partie rectangulaire et de l’équation de Gourley pour la partie triangulaire.

Chapitre 51

La surverse d'une vanne (débordement au dessus d'une vanne)

Pour les différentes vannes disponibles parmi les types d'ouvrages, il y a la possibilité de modéliser la surverse éventuelle se faisant par dessus l'ouvrage en cas de hautes eaux.

Pour se faire, il suffit de : - cocher la case "Surverse" au bas de l'écran, - définir la hauteur de la vanne - choisir l'équation de seuil (les même que pour un seuil rectangulaire) - définir le coefficient de débit pour l'équation de seuil

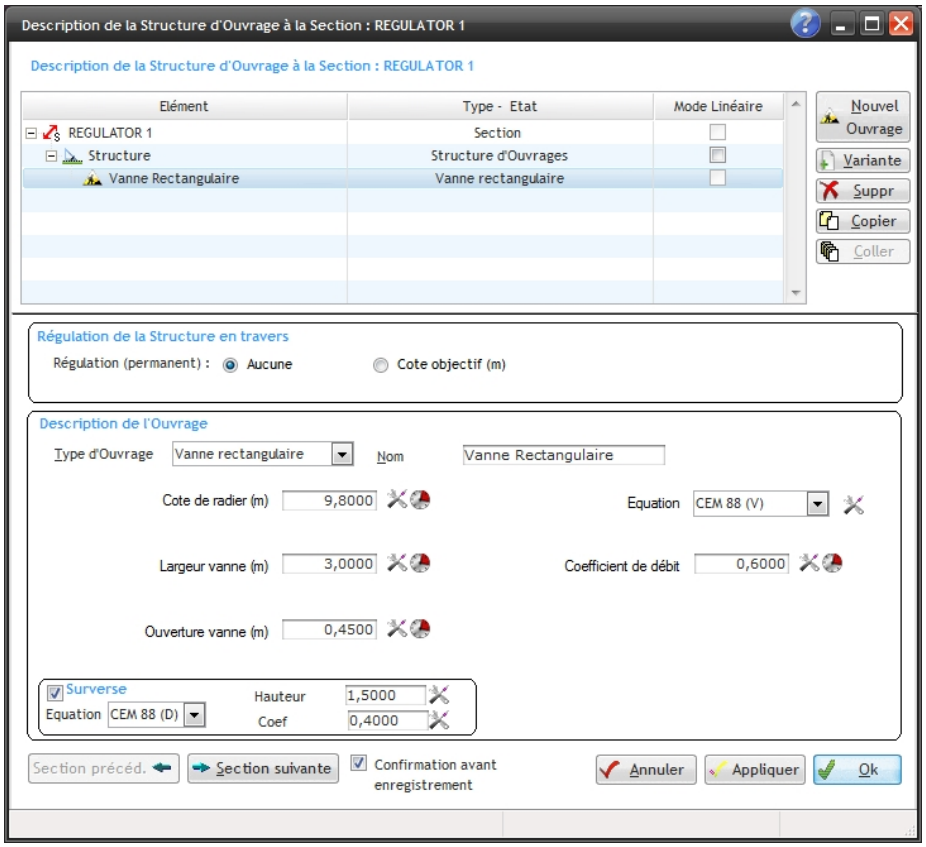


FIGURE 51.1 – descriptionouvragetravers

La surverse se déclenche à partir du moment où la cote de l'eau à l'amont est supérieure à la cote de radier + l'ouverture de la vanne + la hauteur de la vanne.

La largeur prise en compte pour la surverse correspond : - à la largeur de la vanne pour une vanne rectangulaire ; - à la largeur au niveau des berges pour une vanne trapézoïdale.

Si la surverse n'est pas cochée, la hauteur de la vanne est considérée comme infinie et aucune surverse n'est possible.

Chapitre 52

Les vannes GEC-Alsthom (AMIL, AVIS, AVIO, Mixtes)

Les vannes de régulation AMIL, AVIS et AVIO et mixtes peuvent être modélisées directement sans faire appel à un module de régulation. Cela présente l'avantage de modéliser ce type d'ouvrage dès le calcul et régime permanent et d'avoir une modélisation beaucoup plus précise.

Lors de la création de ces vannes (à chaque modification de modèle ou à chaque modification de rayon de la vanne) on indique, à titre d'information, la perte de charge maximale admissible Jmax, le débit correspondant Q pour Jmax, le débit maximum Qmax qui peut passer à travers cette vanne ainsi que la charge correspondante J pour Qmax. Pour les vannes Amil cette perte de charge maximum Jmax n'est pas pertinente (pas d'indication du constructeur) et est donc remplacée par la perte de charge Jlimite correspondant à la transition noyée-dénoyée. Cette indication permet de choisir la vanne adaptée aux conditions hydrauliques locales du canal modélisé.

Les abaques des vannes, que nous avons régénérées à partir des équations que nous avons programmées sont fournies en Annexe. On peut vérifier qu'elles sont identiques à celles d'origine fournies par le constructeur Gec-Alsthom (maintenant Hydrostec).

52.1 Type

Le "type" correspond à la gamme des vannes choisies (Amil, Avio Haute Chute, Avio Basse Chute, Avis Haute Chute, Avis Basse Chute, Mixte sans masque

d'ouverture max 45°, Mixte sans masque d'ouverture max 55°, Mixte avec masque).

52.2 Référence

La "référence" correspond à celle du catalogue constructeur Gec-Alsthom. Si vous voulez modéliser une vanne différente vous pouvez sélectionner l'option "autre". Dans ce cas nous utilisons certaines dimensions nécessaires pour le calcul déterminées à partir du rayon R indiqué en s'inspirant des valeurs proches des vannes classiques : -* Amil : -** D=1.6R - ***E=0.95*R (hauteur du tablier pour calcul des débordements éventuels) - b=0.91*R** *(largeur du tablier en bas)* **- Avis Haute Chute : - E=0.81*R** *(hauteur du tablier pour calcul des débordements éventuels)* **-** *b=1.19*R (largeur du tablier en bas) -* Avis Basse Chute : -** E=0.95R *(hauteur du tablier pour calcul des débordements éventuels)* - ***b=1.19*R - *Avio Haute Chute : -*** *L=0.5*R (largeur buse) - Avio Basse Chute : -** L=R (largeur buse)

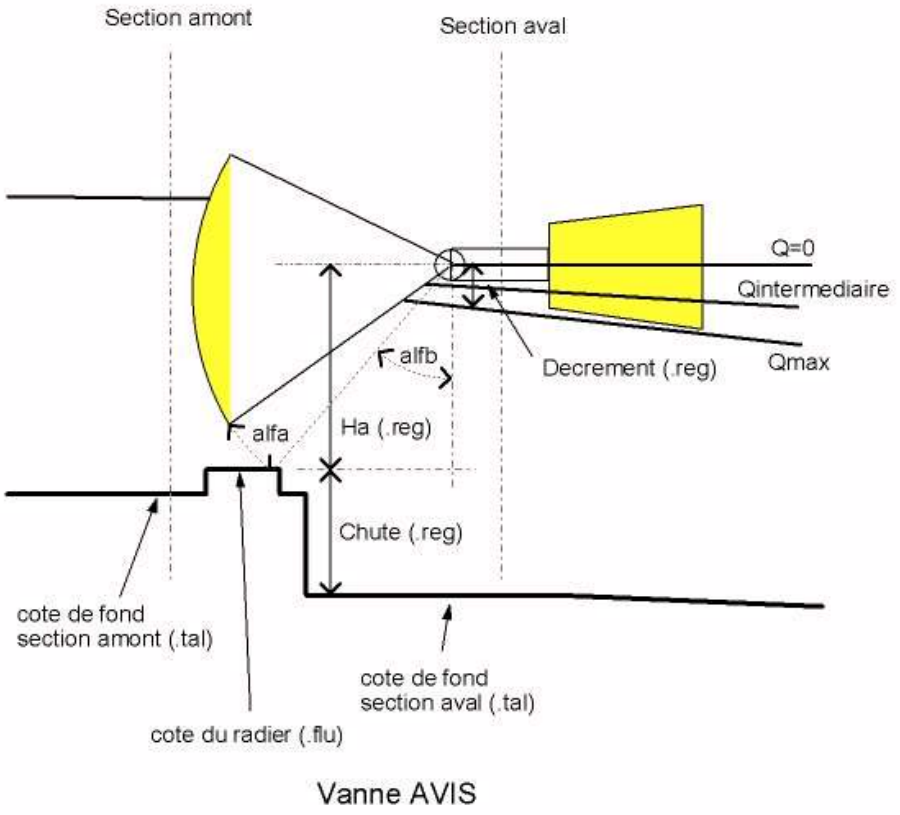


FIGURE 52.1 – doc67

52.3 Décrément

Le “décrément” est la différence entre les niveaux minimum et maximum régulés. Pour des raisons de stabilité ce décrément ne peut être nul. Pour une vanne AMIL la valeur par défaut proposée par le constructeur (et par le logiciel SIC) est de d=0.02*D. Pour une vanne AVIS, la valeur par défaut est d=0.028*R (basse chute) et d=0.032*R (haute chute). Pour une vanne AVIO, la valeur par défaut est d=0.028*R (basse chute et haute chute).

52.4 Cote de l’axe

La “cote de l’axe” est la cote de l’axe de rotation de la vanne. Elle correspond à la cote de consigne pour Q=0 pour les vannes AVIS, AVIO et les vannes AMIL en réglage alternatif (ou pour Q=Qmax pour une AMIL en réglage classique). La cote de l’axe par défaut proposée par le constructeur est calculée et proposée par le logiciel.

52.5 Cote de radier

La “cote de radier” est la cote du fond de l’ouvrage de génie civil à l’endroit où la vanne bute en fermeture complète.

52.6 Rayon

Le “rayon” est le rayon du tablier de la vanne. Il est proposé automatiquement en fonction de la référence de la vanne choisie, mais il peut être modifié. C’est un paramètre essentiel pour le calcul du fonctionnement de la vanne.

52.7 Équations de débit

L’équation “GOU 93” correspond à l’équation déduite d’un document fourni par Goussard, ancien ingénieur de Gec-Alsthom, et rédigé en 1993.

L’équation “CEM 02” correspond à une équation mise au point par le Cemagref en 2002.

52.8 L’ouverture maximum

La variable “ouverture maximum” correspond à l’ouverture réelle bloquée de la vanne si l’équation choisie est “CEM 02 (V)” et correspond à l’ouverture maximum atteinte pour le réglage lié au décrément de la vanne si l’équation choisie est “GOU 93”. Une valeur par défaut correspondant à la butée mécanique est proposée par défaut en fonction du type et de la référence de la vanne. Cette

valeur peut être modifiée si une butée différente limite ou augmente l'ouverture maximum atteignable.

Pour une vanne Amil en réglage classique la vanne sera à cette ouverture max dès que le niveau de l'eau amont sera >= à la cote de l'axe. Pour une vanne Amil en réglage alternatif la vanne sera à cette ouverture max dès que le niveau de l'eau amont sera >= à la cote de l'axe + décrément. Pour une vanne Amil en réglage intermédiaire la vanne sera à cette ouverture max dès que le niveau de l'eau amont sera >= à la cote de l'axe + Z amont max (cf. ci dessous pour la définition de cette variable).

Pour les vannes Avis et Avio, la vanne sera à cette ouverture max dès que le niveau de l'eau aval sera <= à la cote de l'axe - décrément. Modifier cette valeur revient à modifier la butée contrôlant l'ouverture maximum de la vanne et à modifier l'équilibrage de la vanne.

52.9 Ouverture minimum

Par défaut les vannes GEC ont par défaut une fermeture minimum égale à 0.5% du rayon de la vanne. Cela permet de mimer le fait que ces vannes ne sont pas parfaitement étanches et facilite le calcul en régime permanent pour les vannes AVIS et AVIO car une vanne fermée complètement générera une perte de charge très importante qui se répercutera d'aval en amont.

52.10 Z amont max

La variable "Z amont max" correspond à la hauteur d'eau max par rapport à la cote de l'axe (correspond au réglage dans le cas de la vanne AMIL) : 0 <= Zmax <= d. Zmax=0 pour le réglage classique et Zmax=d pour le réglage alternatif. Les réglages intermédiaires sont possibles. Pour le réglage classique les niveaux amont vont donc varier entre Z=cote de l'axe - d pour Q=0 et Z=cote de l'axe pour Q=Qmax. Pour le réglage alternatif les niveaux amont vont donc varier entre Z=cote de l'axe pour Q=0 et Z=cote de l'axe + d pour Q=Qmax. Cette variable n'est pas utilisée pour les vannes autres que les vannes Amil.

52.11 Filtrage S1/S2

La variable "filtrage S1/S2" permet de filtrer la cote influençant le déplacement du flotteur de la vanne. Nous n'utilisons pas cette variable pour l'instant pour les vannes Amil. On pourrait imaginer l'utiliser pour mimer l'amortissement lié à l'amortisseur à piston installé sur ces vannes. Pour les vannes Avis et Avio, cette valeur permet de mimer le filtrage lié au bac dans lequel le flotteur est situé. Théoriquement, le coefficient S1/S2 à renseigner ici correspond au ratio entre la surface libre de l'eau dans le bac autour du flotteur divisé par la surface de l'orifice qui fait communiquer le bac au bief de canal à l'aval. Mais dans

la pratique ce coefficient doit être augmenté pour tenir compte des pertes de charges supplémentaires liées aux tuyauteries éventuelles de cette prise d'eau.

52.12 Décalage prise bac

La variable "décalage prise bac" correspond à déporter la prise d'eau du bac vers le bief aval. Dans la pratique, en particulier lorsqu'il y a plusieurs vannes en parallèle, la prise d'eau du ou des bacs est reliée à un tuyau communiquant au bief aval plusieurs mètres à l'aval de la vanne dans une zone tranquillisée. Ce décalage est indiqué en mètres (SIC cherche alors la valeur de la cote de l'eau dans la section de calcul la plus proche).

52.13 Limitation pour les vannes mixtes

Il n'est possible de définir qu'une seule vanne mixte par structure (Le modèle ne permet pas de placer plusieurs vannes mixtes en parallèle).

Chapitre 53

Description des prises

On accède à la description d'une prise en double-cliquant sur un nœud du graphe ou de l'arborescence.

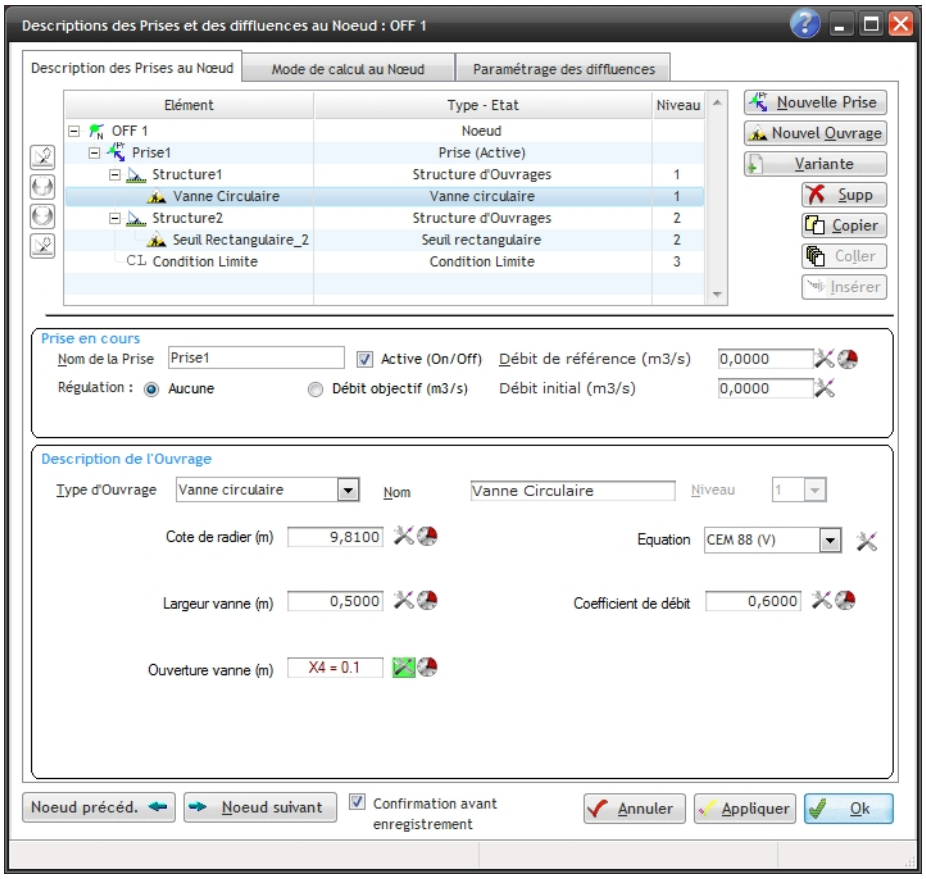


FIGURE 53.1 – descriptionprise

A partir de SIC 5.20, les nœuds intermédiaires peuvent avoir plusieurs prises.

53.1 Caractéristiques d'une prise

Chaque prise a les caractéristiques suivantes : - Une condition limite aval de type débit imposé $Q(t)$, cote fixée $Z(t)$, courbe de tarage $Q(Z)$ (ou plutôt $Z(Q)$) ou loi puissance $Q = Z^{\alpha}$ (ou plutôt $Q(t) = Q_{ref}[(Z(t) - Z_0)/(Z_{ref} - Z_0)]^{\alpha}$ pour être plus précis)

— Éventuellement un premier niveau de structure avec un ou plusieurs ouvrages dont un pourra être régulé afin d'obtenir un débit objectif.
— Éventuellement un deuxième niveau de structure à l'aval du premier contenant un ou plusieurs ouvrages fixes.

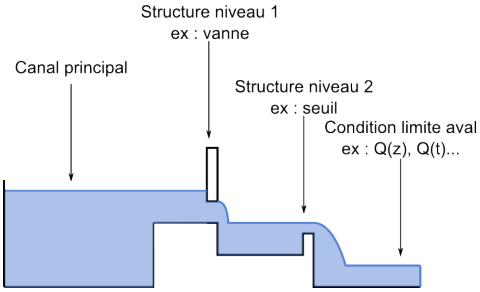


FIGURE 53.2 – doc28

53.2 Régulation d'une prise par un débit objectif

En mode permanent et transitoire, il est possible de faire calculer l'ouverture d'une vanne ou la hauteur du radier d'un seuil situé sur le premier niveau de structure pendant la simulation afin d'obtenir un débit défini (appelé «débit objectif») à la prise.

53.3 Débit initial

Lorsqu'une prise n'est pas en régulation «débit objectif», le calcul du débit est effectué par dichotomie et nécessite un débit initial pour commencer le calcul.

53.4 Débit de référence

Le débit de référence n'est pas utilisé dans les calculs hydrauliques, par défaut. Il est utilisé pour calculer des indices de performances et sera présenté dans les résultats pour pouvoir vérifier visuellement ou à l'aide des indices calculés si la distribution (débits fournis) est conforme à la demande (débits demandés).

Ces débits de références peuvent également être utilisés par les modules de régulation, et dans ce cas ils peuvent influencer le calcul hydraulique, en fonction de ce que fait le module de régulation.

53.5 Convention de signe pour les débits

Puisque les débits peuvent entrer ou sortir du système hydraulique (aux nœuds ou aux sections par des débits latéraux ou des infiltrations), une convention de signe a dû être choisie. Tous les débits entrant dans le système hydraulique sont positifs. Tous les débits quittant le système hydraulique sont négatifs. Ceci est vrai pour tous les nœuds et toutes les sections pour les débits latéraux à l'entrée des données et également à l'étape d'affichage des résultats. Pour les structures transversales (vannes, déversoirs, etc.), la convention de signe est positive pour

les écoulements de l'amont vers l'aval et négative pour les directions d'écoulement de l'aval vers l'amont.

Chapitre 54

Condition limite amont de réseau

Il est possible de lister et d'éditer directement les Noeuds Amonts (compte tenu de la topographie du réseau) en allant dans le Menu Outils > Nœud Amont.

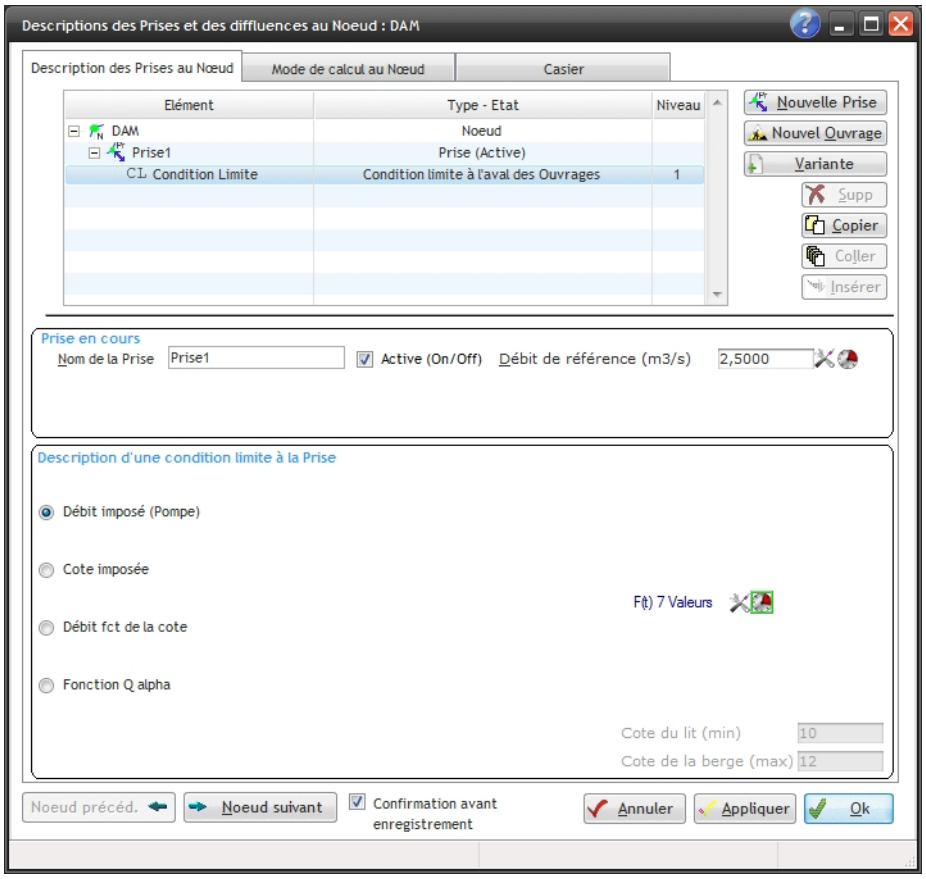


FIGURE 54.1 – descriptionpriseconditionamont

Le sens Amont-Aval défini en mode géométrie conditionne le calcul en régime permanent. En régime transitoire, l'orientation topologique des biefs n'a pas d'importance.

Les Conditions Limites Amont vont être celles qui ont la possibilité de faire entrer du débit dans le réseau. Il s'agit de conditions limites de type : - «Débit imposé (pompe)» avec un débit défini positif ou nul - «Cote fixée» avec une cote imposant un débit positif compte tenu des conditions topographiques et hydrauliques du réseau.

La Condition Limite Amont de type «Cote fixée» est disponible en régime permanent depuis la version 5.27 de SIC et c'est à notre connaissance le seul logiciel de ce type offrant cette possibilité.

N.B. : Il est tout à fait possible de mélanger des prises avec des Conditions Limites Amont et des Conditions Limites Aval dans un Noeud Amont. La seul

condition nécessaire en régime permanent sera que le bilan des Débits Entrants et Sortants du réseau soit positif.

Chapitre 55

Condition limite aval du réseau

La saisie de la condition limite à l'aval (ou aux différents points aval) du réseau peut se faire de différentes manières, par : - Menu Outils > Nœud Aval - Double-clic sur le Nœud Aval sur le graphe ou l'arborescence

Un modèle hydraulique a forcément des conditions limites amont et aval, qui indiquent comment le réseau que l'on modélise est relié au reste du monde à ses frontières. En l'absence de telles précisions explicites (c'est à dire si on ne rentre pas de "prise" à ces noeuds), SIC supposera que la ou les conditions limites aux noeuds amont (ainsi qu'aux noeuds éventuels intermédiaires) est $Q(t) = 0$, et que la ou les conditions aux limites aval est le tirant d'eau critique $Y_c(Q)$, qui est une fonction du débit Q. Pourquoi le tirant d'eau critique $Y_c(Q)$ et non pas le tirant d'eau normal $Y_n(Q)$? D'autant plus que le tirant d'eau critique est plus difficile à gérer dans un modèle hydraulique, surtout en régime transitoire. En effet, par définition le tirant d'eau critique correspond à un nombre de Froude $F_r = 1$, avec des pentes de ligne d'eau très fortes, ce que SIC peut traiter en régime permanent très bien et en régime transitoire avec parfois plus de difficultés, ou en tout cas avec des simplifications (ex : suppression partielle ou totale des termes d'inertie, option Preissmann-Sart, etc). La raison en est simple, c'est que le régime uniforme, qui serait un autre bon candidat, n'existe pas toujours, contrairement au régime critique (en cas de pente nulle voire de contre pente). Malgré ces choix de conditions limite amont et aval par défaut il est toujours préférable de les définir explicitement, pour mieux maitriser ce que le modèle fait.

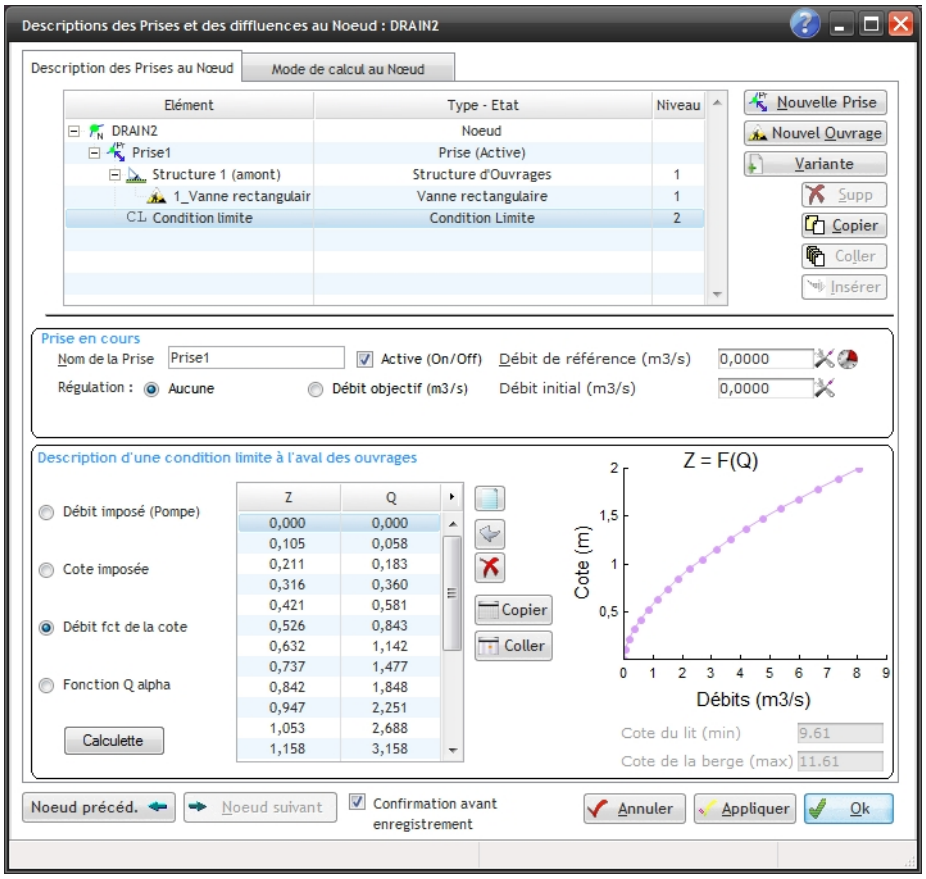


FIGURE 55.1 – descriptionpriseconditionav

Si le réseau est maillé, il peut exister plus d'un nœud de ce type (noeud aval). Par ailleurs, il est également possible d'entrer une ou plusieurs "prises" à chaque noeud, qu'il soit amont, intermédiaire ou aval, et chacune de ces prises doit contenir une condition aval. Les détails et informations données ici sont donc applicables à d'autres cas qu'aux conditions aux noeud aval stricto-sensu.

Le calcul de la courbe de remous en régime permanent nécessite de fixer ou d'être capable de calculer la cote de l'eau sur les noeuds aval du modèle. Cette cote est soit fixée par l'utilisateur (Type cote fixe $Z(t)$), soit calculée par une relation reliant le débit et la cote ($Z(Q)$ ou $Q = Z^{\alpha}$).

Pour un calcul en régime transitoire, toutes les conditions limites aval sont possibles ($Z(t)$, $Q(t)$, $Q(Z)$).

Si l'on veut rentrer une loi $Q(Z)$ (ou plutôt $Z(Q)$) aval de type tirant d'eau uniforme ou tirant d'eau critique, on peut utiliser la calculette disponible par

appui du bouton «Calculette».

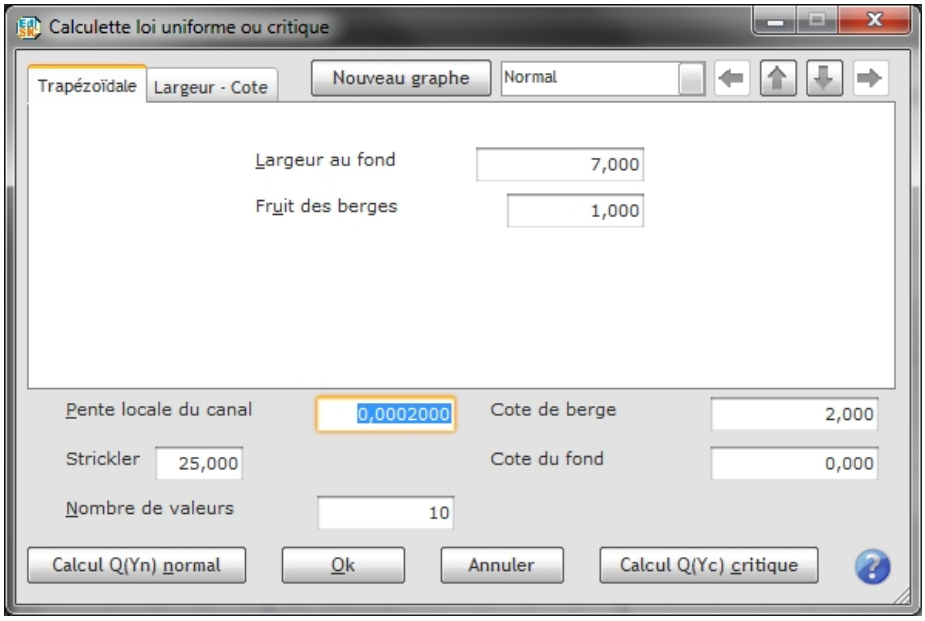


FIGURE 55.2 – calculettetrapez

Cette calculette permet également de récupérer la section géométrique de la section locale (juste à l'amont du noeud) ou de toute autre section en remontant ou descendant sur le réseau en utilisant les flèches dans la partie haute de la fenêtre, et de calculer la loi uniforme ou critique correspondante.

Si plusieurs biefs arrivent à ce noeud, une question sera posée permettant de choisir le bief amont souhaité, pour y récupérer la section et sa description géométrique. Les flèches gauche et droite dans la partie haute de la fenêtre permettent de changer de bief amont le cas échéant.

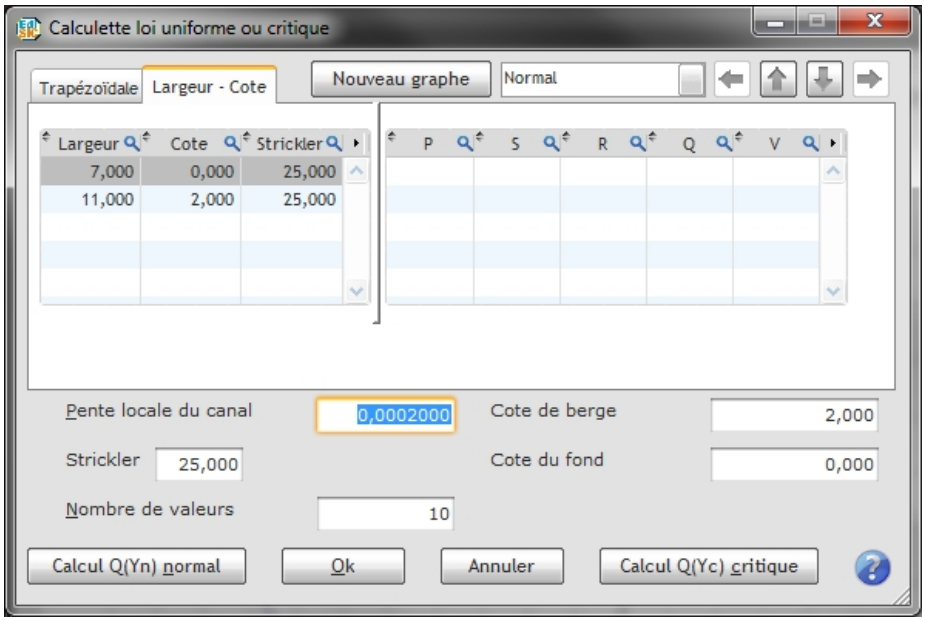


FIGURE 55.3 – calculettelargeurcote

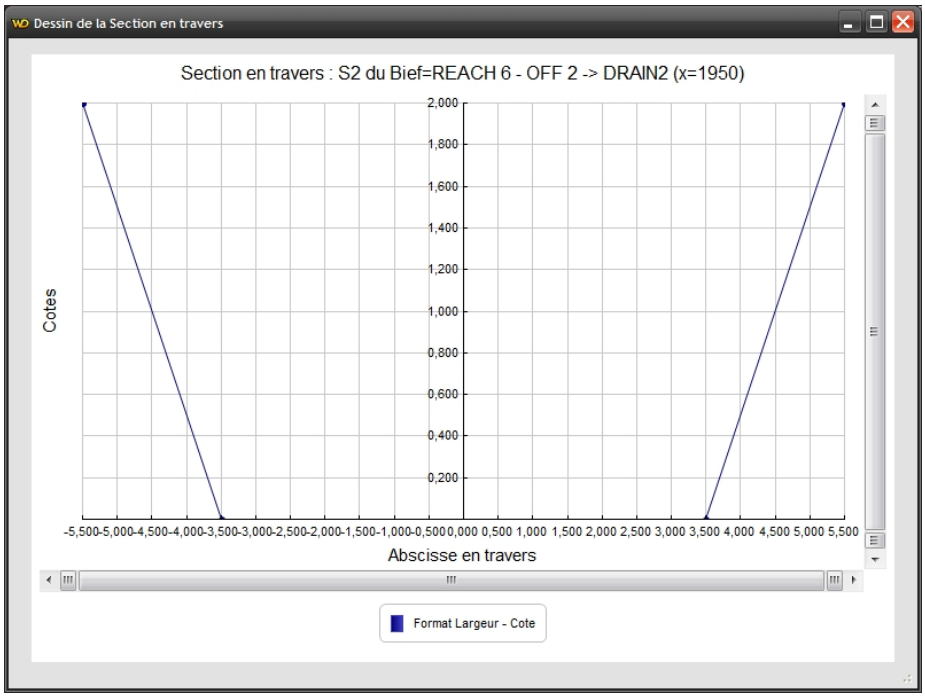


FIGURE 55.4 – dessinsection

La calculette permet de calculer une loi $Q(Z)$ correspondant au régime uniforme (Y_n), ainsi qu'au régime critique (Y_c).

Pour le régime uniforme l'équation utilisée est l'équation classique de Manning-Strickler :

$Q_n = K_s S R^{2/3} \sqrt{I}$, où K_s est le coefficient de Strickler, et I est la pente du fond, S la surface mouillée, R le rayon hydraulique ($R = \frac{S}{P}$, où P est le périmètre mouillé).

Pour le régime critique, l'équation suivante est utilisée :

$Q_c = \sqrt{gS^3/L}$, où L est la largeur au miroir, $g = 9.81 ms^{-2}$.

En cliquant sur le bouton "Calcul Q(Yn) normal" ou "Calcul Q(Yc) critique", EdiSIC calculera les valeurs correspondantes de Q pour différentes cotes : - tout d'abord pour les cotes correspondant à la description de la section en format Largeur - Cote. Ce sont ces valeurs qui apparaissent sur le tableau de droite dans la fenêtre. Les variables intermédiaires ou auxiliaires P, S, R ainsi que V sont calculées. - afin d'avoir une définition plus fine de ces lois, on peut préciser le nombre de valeurs calculées, ainsi que la cote min (cote du fond) et max (cote de berge). Ces cotes min et max sont pré-remplies (aux cotes de fond et de la berge de la section étudiée) mais elles peuvent être modifiées. Le nombre de

valeurs par défaut rentré est 20 mais peut également être modifié. Les cotes générées automatiquement, pour lesquelles les débits seront calculés, sont a priori équi-réparties. Mais afin de conserver les points de la description largeur - cote, ces points particuliers remplacent les points les plus proches de la génération équi-répartie initiale.

Cette calculette gère également les sections avec un lit moyen, le cas échéant. Dans ce cas, la cote de débordement entre le lit mineur et le lit moyen doit être renseignée (elle est pré-remplie, avec la bonne valeur, mais peut éventuellement être modifiée). Ainsi que 2 coefficients de frottement, un pour le lit mineur, l'autre pour le lit moyen. Les variables d'échange entre le lit mineur et le lit moyen sont également calculées et représentées graphiquement. Si la section sélectionnée n'a pas de lit moyen, il est quand même capable de faire des calculs dans cette configuration en augmentant la cote maximale. Dans ce cas, l'ancienne cote maximale devient la cote de débordement mineur-moyen, et un nouveau coefficient de Strickler peut être rentré pour ce lit moyen.

Dans le cas d'un lit mineur-moyen les variables hydrauliques (S, P, R, Q, V) pour le lit mineur et pour le lit moyen, ainsi que le total sont calculés. Les variables d'échange entre lit mineur et moyen qui sont calculées sont : - Phi : c'est le ratio entre le débit du lit mineur et celui qu'on aurait s'il n'y avait pas d'interaction avec le lit moyen, c'est à dire s'il y avait des parois verticales sans frottement séparant le lit mineur et le lit moyen (cf Thèse Sébastien Proust 2005, ou article de Nicollet et Uan). - 1/Eta : c'est le ratio entre le débit moyen et le débit mineur - Beta : c'est le coefficient classique utilisé dans le calcul de la quantité de mouvement : Beta.Qt.Vt = Qmin.Vmin + Qmoy.Vmoy.



FIGURE 55.5 – minmoysection — image absente de la source



FIGURE 55.6 – minormedium — image absente de la source



FIGURE 55.7 – minmoydischarge — image absente de la source



FIGURE 55.8 – variablesechanges — image absente de la source

Chapitre 56

Gestion des variables paramétrées

56.1 Introduction

Certaines variables peuvent être “paramétrées”. C’est à dire qu’au lieu de leur affecter une valeur fixe, on leur assigne un nom de variable (ex. : X1, X2, etc), et la valeur prise par cette variable sera lue dans un fichier texte contenant ces variables ainsi que leur valeur.

L’intérêt de cette option est de pouvoir générer ou modifier ce fichier .par à la main ou par un programme extérieur (Notepad, MatLab, Scilab, R, etc), et ainsi de piloter des simulations avec des variables facilement modifiées. Des utilisations possibles par exemple sont pour des séquences automatiques de calcul, pour des analyses de sensibilité, de l’optimisation, du calage, etc.

56.2 Comment paramétrer une variables ?

Pour “Paramétrer” une variable du modèle (Condition au limite de prise, caractéristique d’un ouvrage, Manning-Strickler, infiltration…), il faut cliquer sur les outils situés à droite du champ à paramétrer :

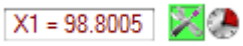


Figure 56.1 – doc113

La génération des noms des variables (X1, X2, etc) se fait de manière automatique, avec la lettre X, et un nombre qui est incrémenté automatiquement.

Il est aussi possible d'ajouter des variables paramétrées en renseignant directement le fichier .par (voir le format du fichier .par pour plus de détails).

56.3 Manipulation du fichier des variables paramétrées dans EdiSic

Le menu "Variable paramétrées" dans le mode Hydraulique permet d'avoir une vision synthétique de ces variables ainsi que leur valeurs par défaut. Au moment de l'exécution du calcul hydraulique du scénario (et éventuellement de la variante correspondante), si le fichier .par est trouvé et si la valeur de la variable est trouvée, alors c'est cette valeur qui sera utilisée. Sinon ce sera la valeur par défaut.

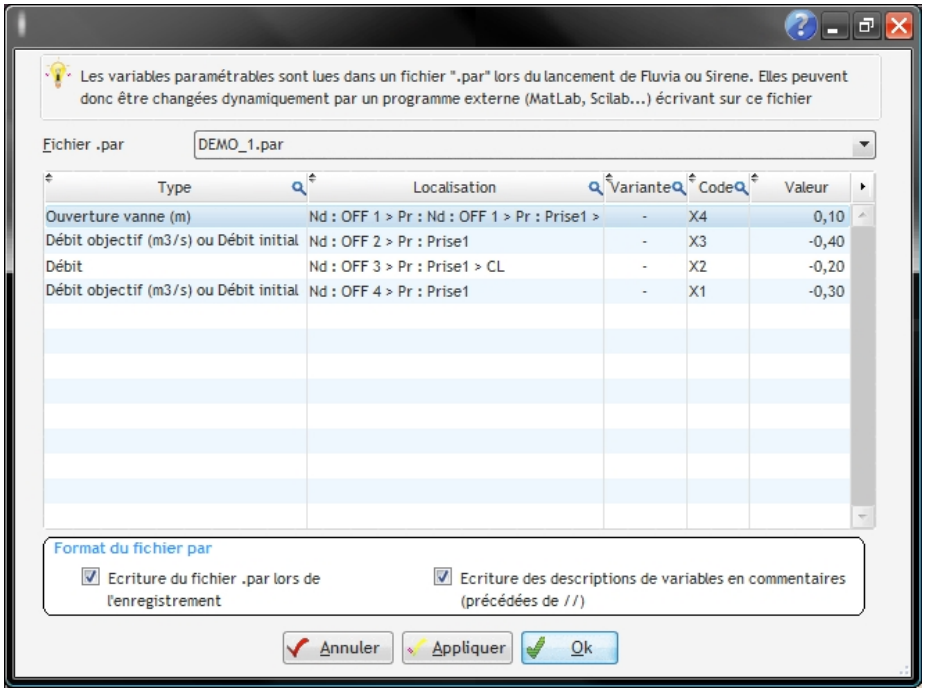


FIGURE 56.2 – variableparametrees

Chapitre 57

Format du fichier .par

Un fichier des variables paramétrées est par créé par scénario (et contenant les informations également pour ses variantes éventuelles) et est par défaut mis à jour automatiquement lors de l'enregistrement du scénario dans EdiSic. Le fichier se nomme `[Nom du projet XML]_[N° de scénario].par`.

Dans le nom du fichier ci-dessus, nous avons fait le choix de conserver le nom du projet initial [Nom du projet XML] dans le nom, même si le nom du projet est ensuite modifié, que ce soit par la commande "enregistrer sous" d'EdiSic, ou à la main sous Windows ou sous Dos. Si vous avez une routine générant ce fichier pour des exécutions automatiques, vous n'aurez donc pas à la modifier même si le nom du fichier projet est ensuite modifié.

C'est un fichier texte contenant des lignes et des colonnes. Les séparateurs acceptés pour les colonnes sont les espaces, la tabulation, le point-virgule et la virgule. Le format est le suivant : - Les lignes ne commençant ni par «L» ni par «X» sont ignorées. Par convention, les lignes de commentaires commencent par le double symbole «//». - Les lignes commençant par X1, X2, X3, … Xn servent à définir la valeur de la variable paramétrée - Les lignes commençant par L1, L2, L3, … Ln servent à définir la localisation d'une variable paramétrée dans le réseau

EdiSic permet de définir la localisation des variables paramétrées à partir des interfaces de saisie du mode hydraulique (cf. gestion des variables paramétrées). Mais il est aussi possible de définir de nouvelles variables paramétrées directement dans le fichier .par en définissant leur localisation dans le réseau à l'aide des lignes commençant par L.

Une fois que des variables ont été définies comme variables paramétrées dans l'interface EdiSic, des noms (X1, X2, etc) sont affectés automatiquement en prenant le premier nom disponible non utilisé, par ordre croissant. Il n'est pas possible ensuite de les modifier dans la version actuelle d' EdiSic (sauf

éventuellement en retouchant directement le fichier xml à la main).

57.1 Syntaxe des lignes commençant par X

Pour une valeur fixe, la syntaxe sera : `X[n]  [Valeur]` Exemple : `X1  0.25`

Par une valeur évoluant en fonction du temps (Loi fonction du temps), la syntaxe sera

```
X[n]    LOI    [E ou R]
X[n]    [Temps en secondes]    [Valeur]
X[n]    [Temps en secondes]    [Valeur]
...
```

Le paramètre [E ou R] permet de choisir entre le mode échelon [E] ou le mode rampe [R].

Exemple pour un tour d'eau évoluant à 0, 1 et 2 heures :

```
// Loi fonction du temps en mode "E" Echelon
X1  LOI E
X1  0   -0.1
X1  3600    -0.2
X1  7200    -0.1
```

57.2 Syntaxe des lignes commençant par L

Les lignes commençant par L contiennent un ensemble de colonnes avec des couples [Type d'objet]=[Valeur]. La signification des types d'objet est la suivante : - BF : n° du Bief - ND : n° du Noeud - PR : n° de la Prise - ST : n° de la Structure d'ouvrage - OUV : n° d'Ouvrage - SN : n° de Section - PBF : n° de la Portion de bief (pour les Strickler et les infiltrations) - CAR : Variable à paramétrer sur l'objet (voir la liste des variables ci-dessous)



|Le numéro des biefs, des noeuds et des sections est visible dans l'infobulle qui apparaît lorsqu'on passe la souris sur les différents objets du réseau dans la vue arborescente d'EdiSic. Le fichier .par écrit par EdiSic comporte la ligne «L» en commentaire pour chaque variable définie à titre d'exemple de syntaxe. |

Il est possible de définir plusieurs localisations pour un seule variable. Un avertissement sans conséquence s'affichera lors de la simulation et la même valeur sera appliquée aux différentes localisation demandée.

Voici différents exemple de localisation pour différents objets du réseau :

Type d'objet | Syntaxe de la ligne |
Débit de la prise n°1 du noeud n°1 | `L1 ND=1 PR=1 CAR=Q` |
Ouverture de la vanne de l'ouvrage du premier niveau de structure de la prise n°1 du noeud n°2 | `L2 ND=2 PR=1 ST=1 OUV=1 CAR=W` |
Coefficient de débit de la vanne de l'ouvrage n°1 de la structure en travers située dans la section n°4 du bief n°1 | `L3 BF=1 SN=4 OUV=1 CAR=CoefQR` |
Strickler de la première portion de Strickler du bief n°1 | `L4 BF=1 PBF=1 CAR=KMin` |

La liste des variables disponibles par le paramètre CAR est la suivante (attention les minuscules et majuscules sont importants) :

Variable | *Signification* | *Localisation possible* |
Q | Débit ou débit objectif | Prise avec une condition limite en débit ou avec un débit objectif contrôlant un ouvrage (`ND=... PR=... CAR=Q`) |
Z | Cote de l'eau | Prise avec une condition limite en cote (`ND=... PR=... CAR=Z1`) |
KMin | Strickler du lit mineur | Portion de bief (`BF=... PBF=... CAR=KMin`) |
KMoy | Strickler du lit moyen | Portion de bief (`BF=... PBF=... CAR=KMoy`) |

Inf | Infiltration | Portion de bief (`BF=... PBF=... CAR=Inf`) |

Aux interfaces d'EdiSic les frottements sont indiqués en Strickler en Français et en Manning en Anglais et en Espagnol. Mais de manière interne, ces frottements sont écrits dans les fichiers .xml ainsi que dans les fichiers .par en Strickler. Si vous êtes plutôt anglo-saxon et avez l'habitude de manipuler des Manning il faudra cependant penser à les convertir (Ks = 1/n) en Strickler si vous les écrivez dans un fichier .par.

On pourra aussi piloter des paramètres d'ouvrages en travers (`BF=... SN=... OUV=...`) et les ouvrages de prises (`ND=... PR=... ST=... OUV=...`). Les variables disponibles sont les suivantes :

Variable | *Signification* | *Type d'ouvrage possible* |
CoteRadier | Cote du radier | Tous les ouvrages |
Largeur | Largeur | Toutes les vannes et seuils sauf vanne circulaire et tube |
Ouverture | Ouverture de vanne | Toutes les vannes sauf GEC-Alsthom |
CoefQR | Coefficient de débit rectangulaire | Toutes les équations de vannes et seuil sauf Goussard |
SurverseHauteur | Hauteur de la pelle | Toutes les vannes |
CoefQSurverse | Coefficient de débit de la surverse | Toutes les vannes avec surverse au dessus de la pelle |
TanAl | Fruit des berges | Vannes et seuils trapézoïdaux, vannes GEC-Alsthom |
CoefQT | Coefficient de débit triangulaire | Vannes et seuils trapézoïdaux et vannes GEC avec équation CEM02 |
CoteAxe | Cote de l'axe | Vannes GEC-Alsthom |
Rayon | Rayon de la vanne | Vannes GEC-Alsthom |
D | Caractéristique "D" de la loi de Goussard | Vannes AMIL |
JMax | Perte de charge maximale | Vannes GEC-Alsthom |
S1S2 | Rapport des surfaces pour le filtrage | Vannes AVIS, AVIO, Mixtes |
Decal | Décalage de prise | Vannes AVIS, AVIO, Mixtes |
Decrement | Décrément | Vannes AMIL, AVIS, AVIO |
CoteAmont | Cote amont max. | Vannes AMIL |

57.3 Exemple de fichier .par

```
// Localisation définie par EdiSic
//Nd : OFF 3 > Pr : Prise1 > CL Débit
// L1   Nd=3    Pr=1    Car=Q
// Loi fonction du temps en mode "E" Echelon
X1  LOI E
X1  0   -0.1
X1  3600    -0.2
X1  7200    -0.1
// Ajout par l'utilisateur de Nd : DAM > Pr : Prise 1 > CL Débit
L2  Nd=1    pr=1    car=Q
```

```
// Loi fonction du temps en mode "R" Rampe
X2  LOI R
X2  0   2.5
X2  3600    3
X2  7200    2.5
// Ajout par l'utilisateur des Nd 3 et 5 Prise 1 avec débit fixe de 0.4 m3/s
L3  Nd=3    Pr=1    Car=Q
L3  Nd=5    Pr=1    Car=Q
X3  -0.4
```

Chapitre 58

L'explorateur de projet

L'explorateur de projet est la fenêtre permettant de naviguer entre les différents modes d'EdiSic (Géométrie, hydraulique et résultat) mais aussi de gérer les scénarios hydrauliques et les variantes qui seront abordés dans cette partie (Cf. Les trois modes : géométrie, hydraulique et résultat).

Pour y accéder : - Menu Projet > Explorateur de projet - Le bouton 

Note : il est aussi possible de naviguer rapidement entre les différents modes (Géométrie - Hydraulique - Résultat) en utilisant les flèches situées à droite et à gauche du bouton 

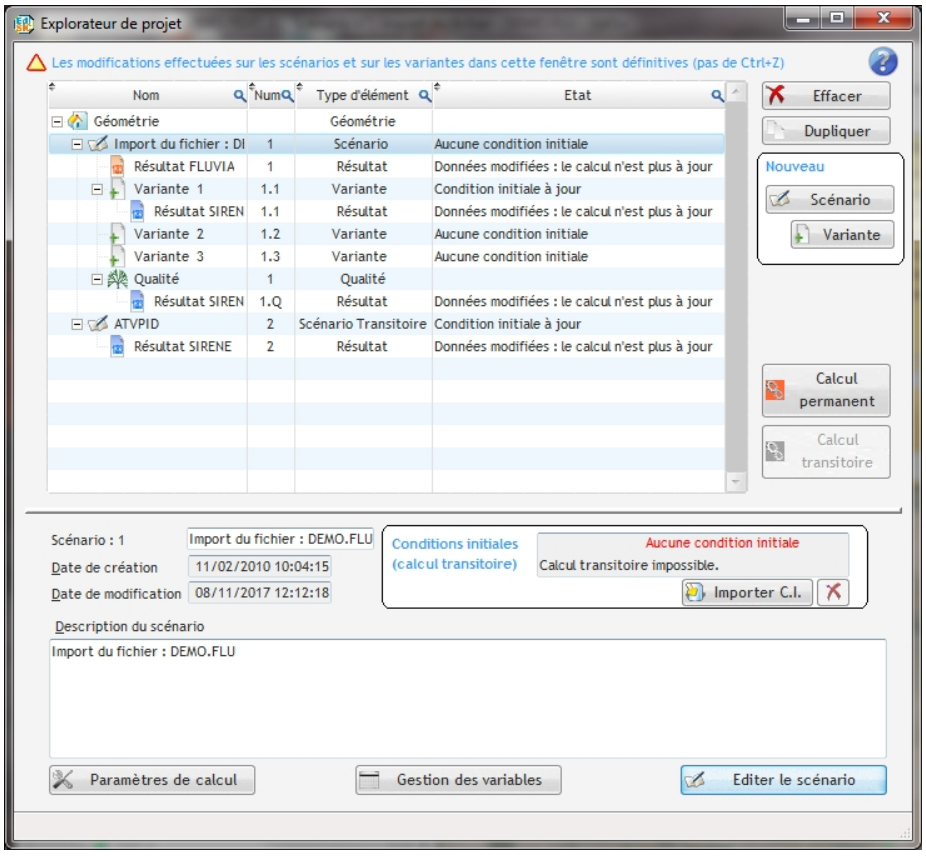


FIGURE 58.1 – explorateurprojet

Dans cette fenêtre, il est possible de créer des nouveaux scénarios hydrauliques, de dupliquer ou supprimer des scénarios existant.

Pour éditer un scénario : - Sélection du scénario à éditer puis clic sur le bouton «Editer le scénario» - Double-clic sur le scénario à éditer

Chapitre 59

Définition des coefficients de Manning - Strickler

Les interfaces en Français permettent de rentrer les coefficients de rugosité en terme de Strickler. Les interfaces en Anglais et en Espagnol permettent de rentrer ces mêmes coefficients de rugosité en terme de Manning qui est l'inverse du Strickler : $n = \frac{1}{K_S}$.

Pour accéder à l'interface de saisie des coefficients : - menu Outils > Définition des Strickler - Bouton 

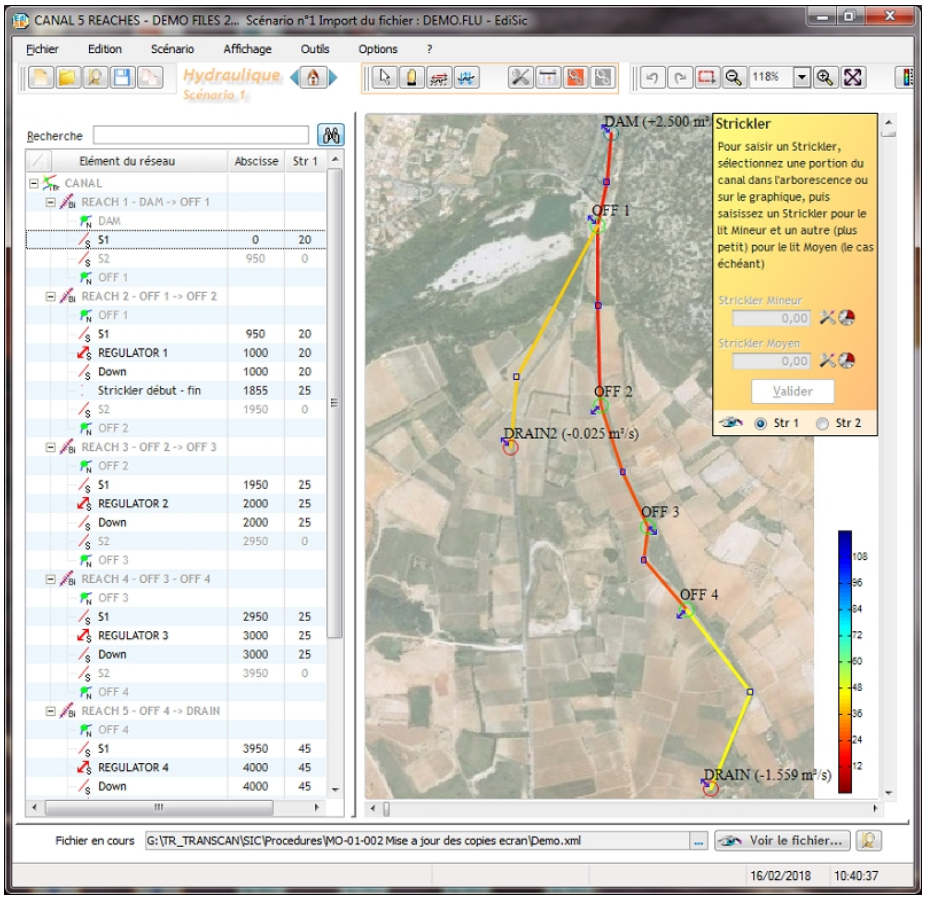
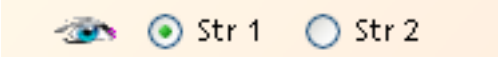


FIGURE 59.1 – premiere_flustrickler

Les sections sont sélectionnées directement sur le graphe ou dans l'arborescence. Il est aussi possible d'affiner la sélection et de saisir des coefficients entre deux abscisses même s'il n'existe pas de sections de données à ces abscisses[[Les coefficients saisis seront alors appliqués aux sections de calcul les plus proches.]]. Les abscisses et les coefficients sont saisis dans la partie droite de l'écran : - Strickler min pour le lit mineur - Strickler moy pour le lit moyen quand il existe.

Le coefficient est représenté sur le graphe par une échelle de couleur : - Les boutons radio 

permettent de choisir le Strickler qui est représenté graphiquement (lit mineur ou lit moyen) - Dans la barre d'outils «affichage», le bouton  permet d'afficher ou non la légende de la coloration - Dans le menu «Affichage > Modification du nuancier», on peut aussi modifier les paramètres de la coloration

59.1 Valeurs usuelles des Strickler K[[Extrait de “Hydraulique pour le génie rural”, J.-P. Baume, G. Belaud, P.-Y. Vion (Avril 2006)]]

Type de cours d'eau	*Valeurs usuelles de K (m1/3/s)*
Canal bétonné, très lisse	75 à 100
Canal bétonné, état moyen	50 à 75
Canal en terre	30 à 50
Cours d'eau régulier, bien entretenu	40 à 50
Cours d'eau ordinaire	30 à 40
Cours d'eau avec embâcles	20 à 30

Chapitre 60

Définition des débits latéraux (infiltrations)

Pour accéder à l'interface de saisie des infiltrations : - menu Outils > Définition des infiltrations - Bouton 

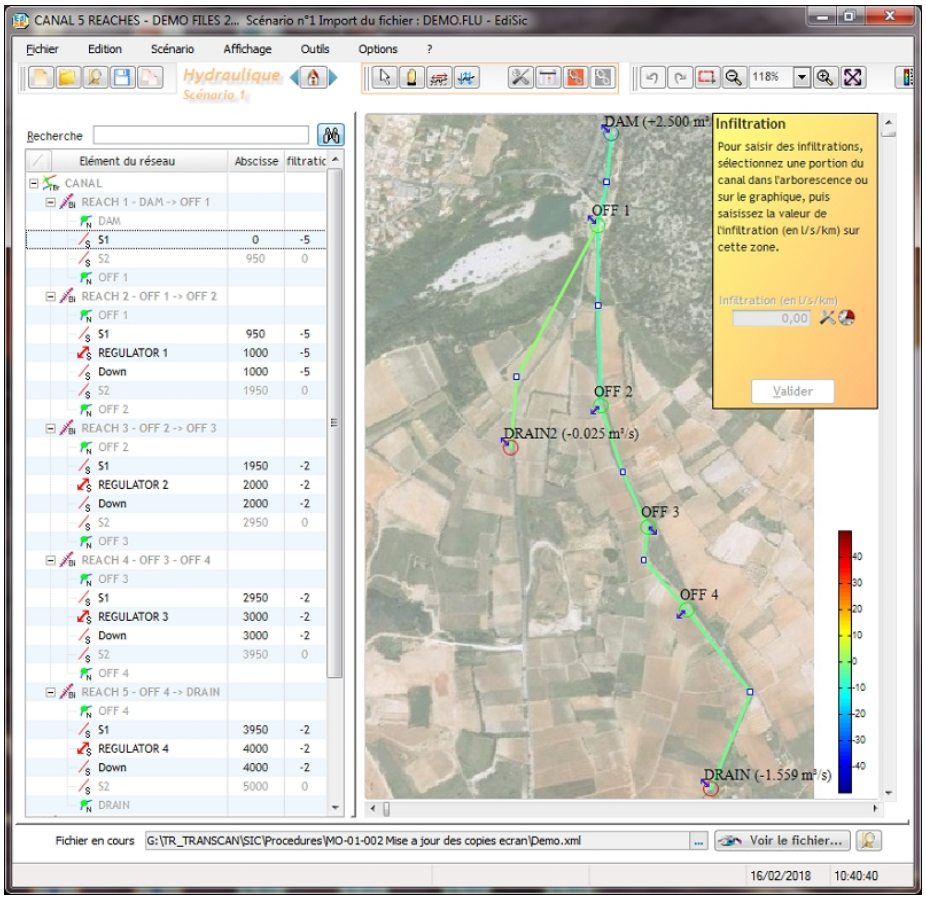


FIGURE 60.1 – premiere_fluinfiltration

La saisie s'effectue de la même façon que la saisie des coefficients de rugosité.

Cet écran affiche la valeur de l'infiltration courante (négative) ou du débit latéral d'apport (positif). Le débit s'exprime en l/s/km.

Chapitre 61

Définition du mode de calcul au noeud

La résolution du calcul de la ligne d'eau aux nœuds peut se faire selon deux modes :

— égalité des cotes (mode par défaut)
— égalité des charges

Dans le cas de l'égalité des charges, il est possible de définir une perte de charge à l'entrée du nœud (pour les biefs Amont arrivant à ce nœud) et à la sortie du nœud (pour les biefs Aval quittant ce nœud). Il est possible d'avoir pour le même nœud des biefs arrivant à ou partant de ce nœud avec des modes différents (cote pour certains et charge pour d'autres). Dans ce cas d'une perte de charge une équation de type Borda (proportionnelle à la vitesse au carré) est utilisée.

Remarque : Dans le cas où l'écoulement à un nœud est en régime torrentiel sur un ou plusieurs des biefs arrivant ou partant de ce nœud, le mode de calcul sera basculé automatiquement en mode "égalité des charges", même si c'était le mode "égalité des cotes" qui avait été choisi ici. C'est en effet plus réaliste physiquement. Pour que les calculs en régime torrentiel soient autorisés il faut activer l'option correspondante dans les paramètres de calcul permanent.

Chapitre 62

Initialisation du calcul aux diffluences

Sur un réseau pourvu de diffluences (cas courant sur les canaux d'irrigation contrairement aux rivières), le calcul de la ligne d'eau en régime permanent effectue des itérations pour distribuer le débit provenant de l'Amont dans chaque Bief Aval diffluent.

Par défaut, la répartition est initialisée à partir de la surface des biefs situés à l'aval de la diffluence. Dans le cas où cette répartition par défaut provoquerait des débits initiaux négatifs dans certaines Branches du réseau, l'utilisateur peut modifier ces paramètres en double-cliquant sur le Nœud posant problème et modifier la répartition du débit entre les Biefs à l'Aval du Nœud.

Chapitre 63

Les conditions aux limites

Les prises sont obligatoirement pourvues d'une condition aux limites. Les conditions aux limites disponibles sont : - Débit imposé (Pompe) : Q(t) - Cote fixe : Z(t) - Débit fonction de la cote (tabulée) : Q(Z) (ou plutôt Z(Q)) - Fonction Q puissance alpha : $Q(t) = Q_{ref}[(Z(t) - Z_0)/(Z_{ref} - Z_0)]^{\alpha}$

Les nœuds amont et aval sont considérés également comme des endroits où il faut définir des "prises", qui seront utilisées comme conditions aux limites dans les algorithmes de calcul hydraulique. La terminologie peut sembler abusive mais il faut bien choisir un terme générique. Cela est défendable, dans le sens où ce sont les points qui permettent d'injecter ou retirer du débit dans le réseau hydraulique, aussi bien aux nœuds amont et aval, qu'aux nœuds intermédiaires.

Les conditions aux nœuds amont et aval peuvent être choisis dans cette liste. Les détails donnés pour les noeuds aval sont donc applicables aussi ici pour un noeud amont ou intermédiaire.

Toutes les combinaisons sont possibles en régime transitoire.

Quelques combinaisons sont impossibles en régime permanent : Q(t) à l'amont et à l'aval. En effet dans ce cas soit il n'y a pas de solution, soit il y a une infinité de solutions. La configuration la plus classique est Q(t) à l'amont et Q(Z) à l'aval. Les autres options qui n'indiquent pas le débit à l'amont de manière explicite impliqueront des itérations du programme de calcul Fluvia afin de trouver le débit qui satisfait la conditions amont choisie.

Rappel : les débits entrants ou sortants, dans SIC, suivent une convention de signe qui est que les débits entrants sont positifs et les débits sortants sont négatifs. Cela est valable généralement aux conditions aux limites externes (amont et aval), internes (prises) et les infiltrations ou apports répartis le long des sections. Mais, pour éviter les erreurs classiques qu'on rencontrait souvent avec des utilisateurs, on fait des exceptions à cette convention quand il n'y a pas d'ambiguïté. Par exemple une condition limite aval de type Q(Z) ne peut être que sortante, et

on attend donc des débits positifs aux interfaces de saisie des données alors que selon la convention il faudrait les choisir négatifs. La calculette les choisira positifs, mais ce seront bien des débits sortants.

Chapitre 64

Description des structures en travers

Pour saisir une structure en travers : double-clic sur la section singulière correspondante.

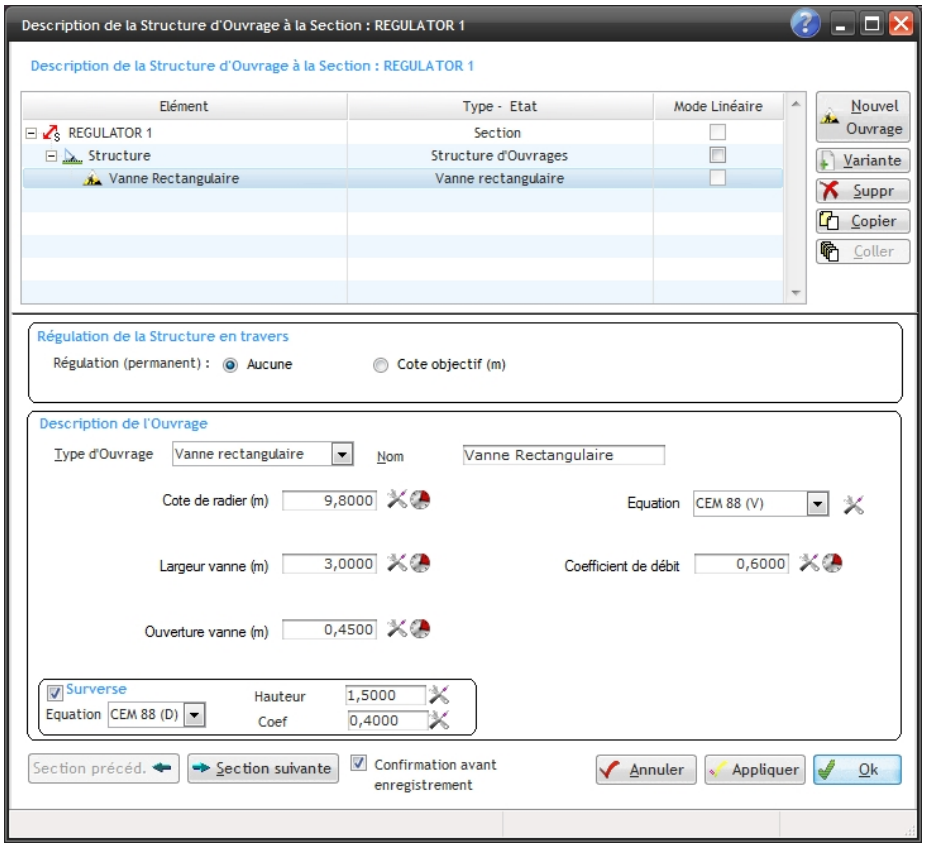


FIGURE 64.1 – descriptionouvragetravers

Une structure en travers est composée d'un ou plusieurs ouvrages.

64.1 Régulation (permanent) : cote objectif

En régime permanent, il est possible de faire calculer à FLUVIA une ouverture de vanne ou une cote de radier de seuil afin d'obtenir une cote d'eau définie à l'amont de la structure en travers.

Dans la partie «régulation de la structure en travers», choisir «Cote objectif (m)» et définir la cote que l'on veut obtenir à l'amont de la structure. Ensuite, sélectionner l'ouvrage que l'on désire réguler et cliquer sur la calculatrice  en face de la caractéristique d'ouvrage (ouverture de vanne, largeur, cote de radier…) qui sera régulée pour atteindre l'objectif. Le champ sélectionné fait apparaître en vert la mention «En calcul» à la place de sa valeur et un encadré en bas à droite permet de saisir des bornes mini et maxi ainsi qu'une valeur

d'initialisation du calcul.

Chapitre 65

Cohérence du scénario hydraulique

Pour que la simulation hydraulique puisse être lancée, le scénario hydraulique doit répondre à des règles de cohérence.

Les tests de cohérence peuvent être lancés de plusieurs façon : - automatiquement lors de l'enregistrement du fichier XML ou lors de la validation des fenêtres de description des prises ou de description des ouvrages en travers - manuellement par le bouton «Cohérence du réseau»

La fenêtre de cohérence du scénario hydraulique liste les erreurs fatales et les avertissements constatés dans le scénario et permet quand cela est possible d'éditer directement l'élément concerné par un double-clic sur la ligne de l'erreur.

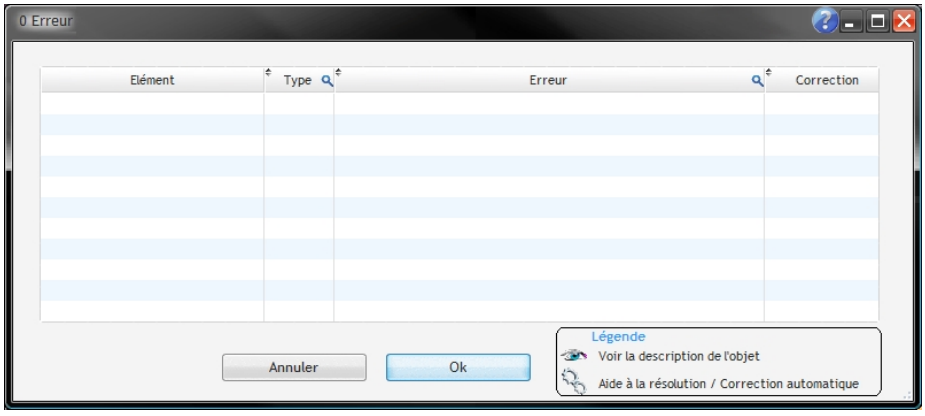


FIGURE 65.1 – erreurs_flu

Parmi les tests effectués, le logiciel vérifie que les débits initiaux sont positifs dans tous les biefs du réseau. Cette condition est nécessaire pour pouvoir effectuer un calcul en régime permanent, mais peut être ignorée pour un calcul en régime transitoire.

Chapitre 66

Vérification des débits initiaux

Un calcul hydraulique en permanent (Fluvia) est initialisé par un débit initial dans chaque bief estimé à partir des conditions limites (Cf. Classement des biefs de maille pour le calcul en régime permanent - Solution initiale). Ces débits doivent être débits positifs dans tous les biefs. Le logiciel propose donc un contrôle des débits initiaux à partir des conditions limites du réseau et un affichage des débits amont et aval pour chaque bief.

Cette vérification est automatiquement effectuée lors d'un test de cohérence du réseau.

Pour afficher la fenêtre de vérification des débits initiaux s'effectue : - A partir de la fenêtre de cohérence du réseau s'il y a effectivement une erreur de débit sur un bief par double-clic sur cette erreur. - Par le menu Outils > Débits initiaux

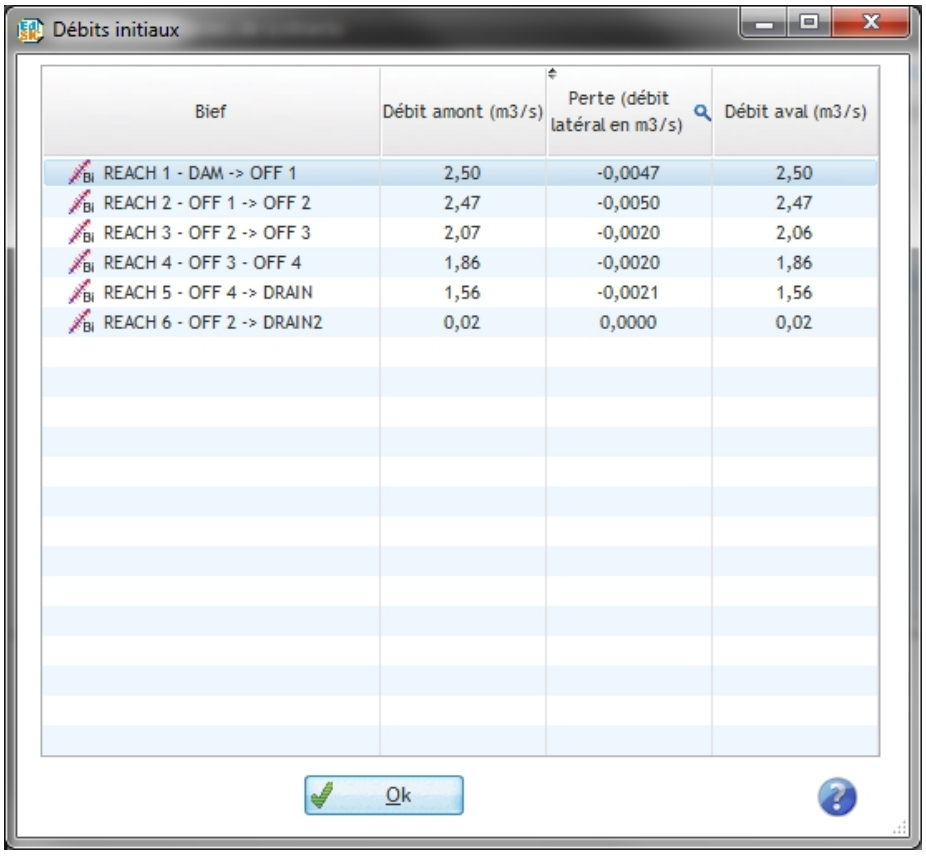


FIGURE 66.1 – debitsinitiaux

Les débits initiaux s'affichent aussi directement sur le graphe du réseau aux nœuds amont et aval ainsi qu'au survol des biefs.

Chapitre 67

Les lois fonction du temps

Sur les conditions aux limites (débit ou cote fixé) et sur les caractéristiques d'ouvrage (largeur, cote de seuil, ouverture…), il est possible de définir des valeurs fixes ou des valeurs qui évoluent au cours du temps.

Partout où c'est possible, pour passer d'une valeur fixe à une lois fonction du temps, il suffit de cliquer sur le symbole  présent à droite du champ à saisir.

On définit ensuite dans un tableau les évènements en définissant la date et la nouvelle valeur à cette date.

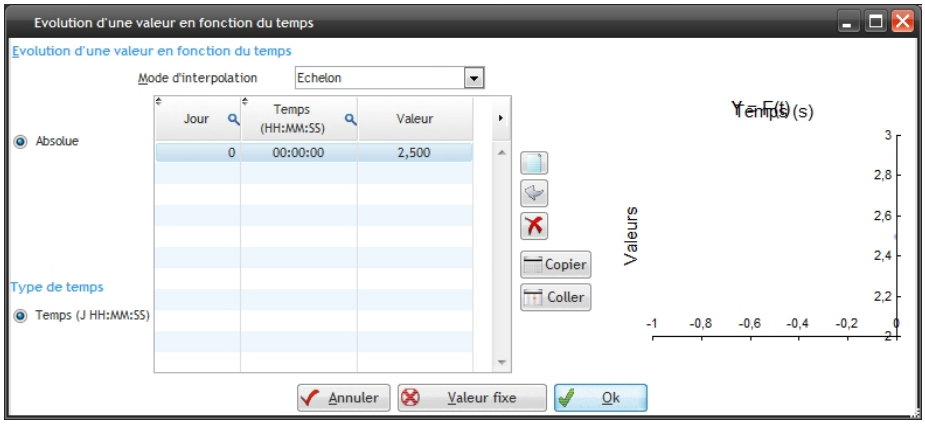


FIGURE 67.1 – donneesft

Il existe deux méthodes d'interpolation des données entre deux évènements : - le mode échelon - le mode rampe

Le mode échelon correspond à une manœuvre ponctuelle à un pas de temps donné. La manœuvre est effective un pas de temps après la date de l'évènement.

Le mode rampe correspond à une évolution linéaire entre deux évènements. La valeur calculée à chaque pas de temps est une interpolation entre l'évènement précédent et l'évènement suivant.

Il est possible de revenir à une valeur fixe ne dépendant pas du temps en cliquant sur le bouton «Valeur fixe».

Chapitre 68

Gestion des variables (visualisation synthétique)

Pour accéder à la fenêtre synthétisant toutes les variables hydrauliques modifiables pour les scénarios et les variantes : - A partir de l'explorateur de projet, sélectionner un scénario ou une variante et cliquer sur le bouton « Gestion des variables». - A partir du mode hydraulique d'édition d'un scénario, aller dans le menu Outils > Gestion des variables ou cliquer sur le bouton .

La fenêtre propose un tableau avec la liste de toutes les variables modifiables. Ces variables correspondent à tous les éléments modifiables dans le cadre d'un scénario et d'une variante (cf. Scenario et variante : mode d'emploi pour voir la description de ces variables).

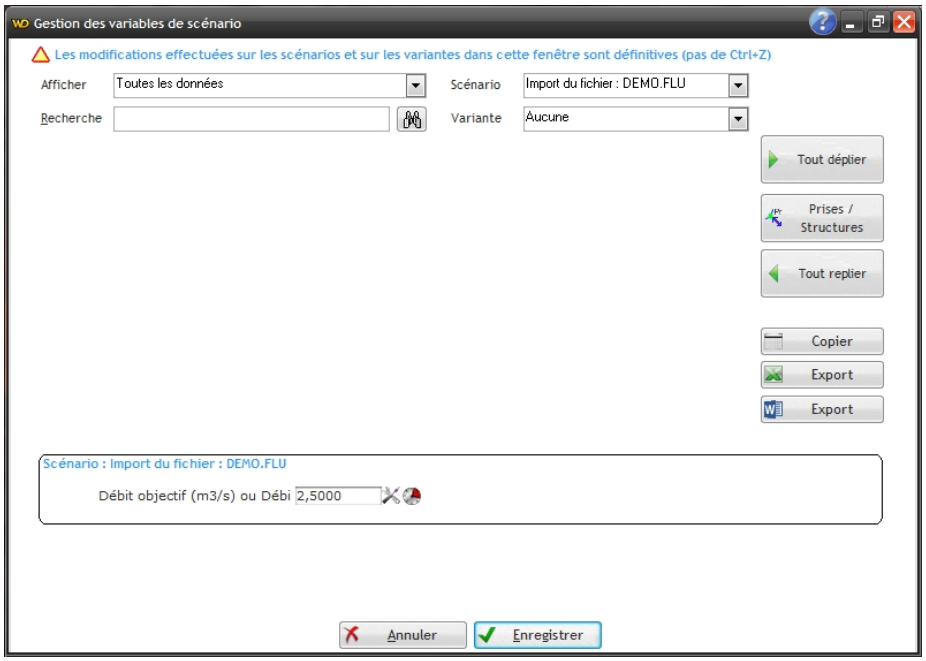


FIGURE 68.1 – gestionvar_1

Pour modifier une variable, sélectionner la ligne correspondante dans le tableau et effectuer la modification dans le champ prévu à cet effet en bas de la fenêtre.

68.1 Saisie des données de variante

Pour modifier les données des variantes, on peut : - Ouvrir la «Gestion des variables», à partir de l'explorateur de projet en ayant préalablement sélectionné une variante. - Choisir une variante dans la liste déroulante «Variante» dans la fenêtre de «Gestion des variables»

Les données de la variante sélectionnée apparaissent dans une deuxième colonne à côté des données du scénario.

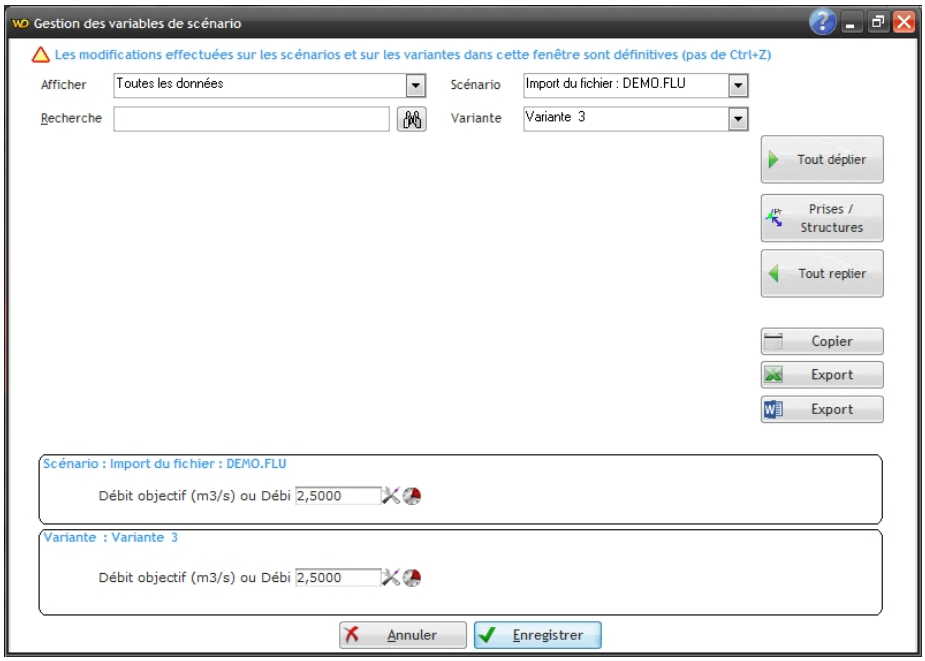


FIGURE 68.2 – gestionvar_2

Pour saisir une donnée de variante, il faut sélectionner la donnée concernée et saisir cette donnée à l'aide du champ dédié au bas de la fenêtre. Attention : le premier champ modifie la donnée du scénario, le second celle de la variante.

Si une donnée de variante a été saisie, il est possible de la supprimer en cliquant sur le bouton «Supprimer variante».

Chapitre 69

Scenario et variante : mode d'emploi

Dans un scénario sont définies toutes les données nécessaires au lancement d'un calcul en permanent ou transitoire. La variante (d'un scénario) va permettre d'écraser certains paramètres du scénario tout en gardant les données du scénario comme référence pour tous les paramètres non modifiés.

La modification des paramètres modifiables par la variante se font uniquement dans le tableau de gestion des variables.

Le tableau suivant définit où peuvent se saisir les différents éléments du mode hydraulique : | *Élément* | *Scénario* | *Variante* | | *Paramètres de calcul :* | < | < | | –> Permanent ou transitoire | X | | | –> Temps | X | | | –> Écriture des résultats | X | | | –> Paramètres généraux | X | | | *Description des nœuds :* | < | < | | –> Création, suppression des prises | X | | | –> État de la prise (Active / Inactive) | X | X | | –> Modification du type de condition limite Aval | X | | | –> Modification de la cote fixée ou du débit fixée d'une condition limite Aval | X | X | | –>Création suppression, modification de la nature des ouvrages aux prises | X | | | –> Modification des caractéristiques des ouvrages (largeur, cote de radier, ouverture…) | X | X | | *Description des ouvrages en travers :* | < | < | | –> Création suppression, modification de la nature des ouvrages | X | | | –> Modification des caractéristiques des ouvrages (largeur, cote de radier, ouverture…) | X | X | | *Rugosité (Strickler) et infiltrations* | X | |

Comme un calcul en transitoire nécessite une condition initiale, il est conseillé d'effectuer les différentes simulations (un permanent et un ou plusieurs transitoires) dans un scénario et de créer une variante par simulation transitoire que l'on veut effectuer.

Chapitre 70

Exécution d'un calcul en régime permanent (FLUVIA)

Pour une simulation en régime permanent, les informations minimum à fournir sont : - La rugosité (Manning-Strickler) sur la totalité du réseau - Les débits entrants (positifs) sur tous les nœuds amont du réseau - Les conditions limites aval (Cote fixe, Q(Z) ou Q alpha) sur tous les nœuds aval de réseau

 | Le sens amont-aval de l'écoulement en régime permanent a été défini lors de la saisie de la topologie du réseau. Si des biefs sont dans le mauvais sens, il faut retourner dans le mode géométrie, cliquer sur les biefs à inverser et choisir au clic-droit de la souris «Inverser bief». Ensuite, il faut relancer le maillage (Talweg) avant de revenir en mode hydraulique. |

Si ces trois informations sont saisies, il est possible de réaliser un premier calcul en régime permanent. Ensuite, l'utilisateur peut complexifier son système en décrivant : - les structures en travers placés sur les sections singulières, - les prises aux nœuds intermédiaires qui peuvent être des conditions limites en débit (négatifs) ou des ouvrages.

Pour lancer une simulation en régime permanent à partir de l'édition d'un scénario, il suffit de cliquer sur le bouton . Cela peut aussi se faire à partir de l'explorateur de projet en sélectionnant la ligne du scénario et en cliquant sur le

bouton «  Calcul permanent». Avant le calcul, le logiciel propose d'enregistrer les modifications effectuées et effectue des tests de cohérence, notamment sur le sens des écoulements dans les biefs pour s'assurer que le simulateur a les données nécessaires pour calculer.

Durant son exécution, le programme de calcul en régime permanent (FLUVIA) va : - Calculer la ligne d'eau et enregistrer les résultats demandés dans les paramètres de calcul > Écriture des Résultats - Afficher à l'écran les avertissements et les erreurs en cours de calcul - Écrire un fichier de log, nommé [NomDuFichierXML]*FLUVIA*[N° Scénario]_[N° Variante].log où on pourra trouver des détails des erreurs rencontrées

Chapitre 71

Exécution d'un calcul en régime transitoire (SIRENE)

Pour lancer une simulation en régime transitoire à partir de l'édition d'un scénario, il suffit de cliquer sur le bouton . Cela peut aussi se faire à partir de l'explorateur de projet en sélectionnant la ligne du scénario et en cliquant sur le bouton «  Calcul transitoire». Avant le calcul, le logiciel propose d'enregistrer les modifications effectuées et effectue des tests de cohérence.

|Les test de cohérence sont actuellement conçus pour le régime permanent, si les conditions aux limites et le sens de l'écoulement ne correspondent pas à celles acceptées en régime permanent, il ne faut pas tenir compte de ces avertissements. |

Durant son exécution, le programme de calcul en régime transitoire (SIRENE) va : - Calculer la ligne d'eau à chaque pas de temps et enregistrer, à la fréquence définie dans les paramètres de temps, les résultats demandés dans les paramètres de calcul > Écriture des Résultats - Afficher à l'écran les avertissements et les erreurs en cours de calcul

Chapitre 72

Généralités sur les résultats

Après avoir effectué une simulation en permanent (FLUVIA) ou transitoire (SIRENE), le résultat est disponible à partir de l'explorateur de projet.

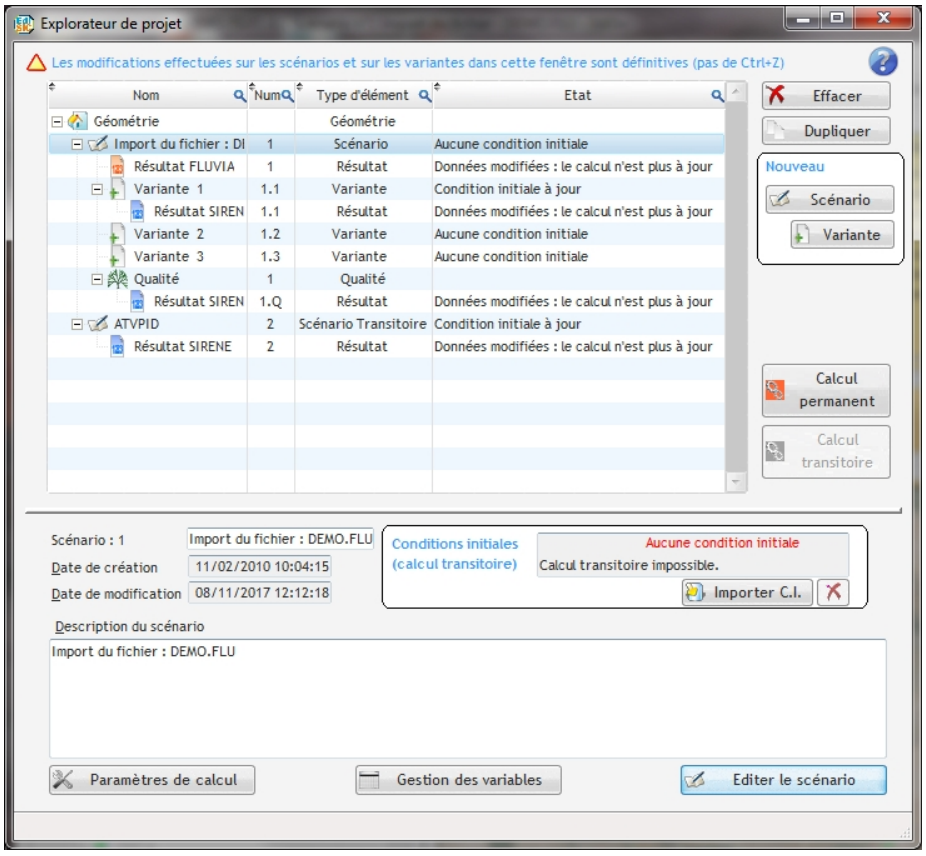


FIGURE 72.1 – explorateurprojet

Pour un scénario ou pour une variante de scénario, un seul résultat est enregistré. L'exécution d'une simulation écrase le résultat précédemment enregistré.

L'utilisation du mode résultat s'effectue en sélectionnant une ligne de résultat dans l'explorateur de projet et en cliquant sur «Éditer le résultat».

Plusieurs modes de visualisation sont disponibles :

-* Profil en long des cotes et des débits -* Résultats pour les objets d'un même type pas de temps par pas de temps -* Chronique des résultats pour un objet sélectionné -* Calcul du volume d'eau pour une portion de canal (Calcul du retard moyen)

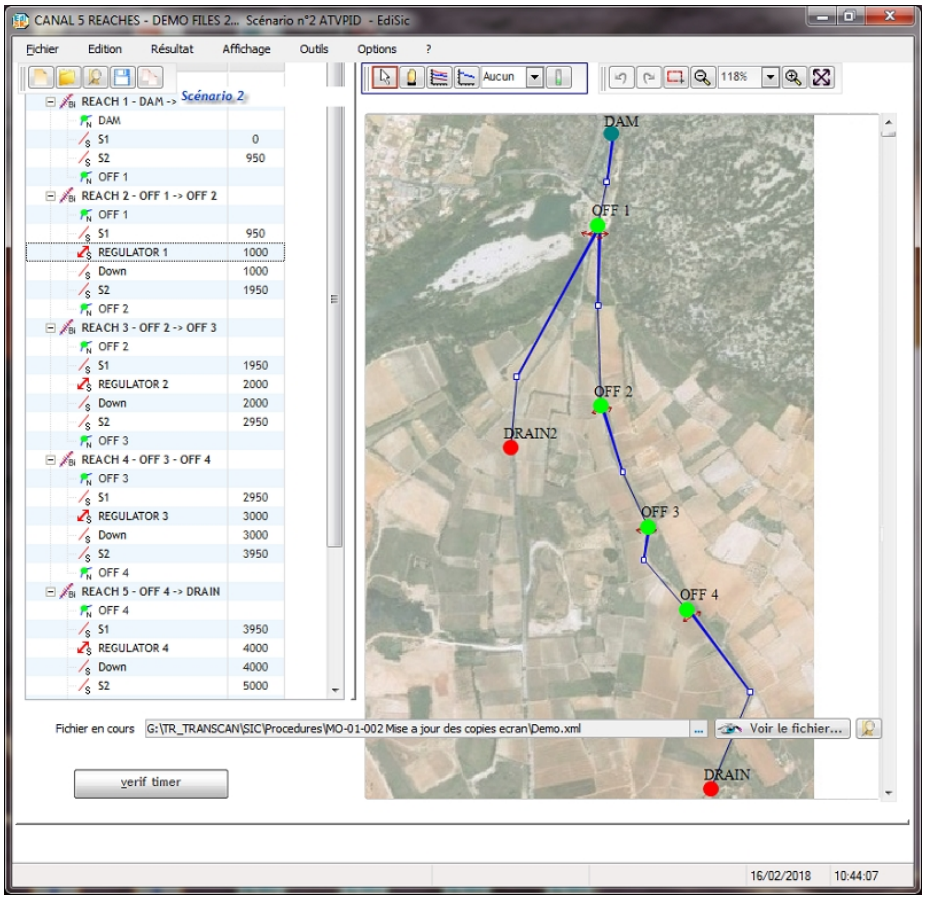
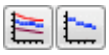


FIGURE 72.2 – premiere_res

Chapitre 73

Profil en long des cotes et des débits

L'affichage des profils en long se fait à l'aide des boutons  ou du menu Outils > Débits ou Outils > Cotes. Avant la sélection de l'outil ou pendant son utilisation, il faut sélectionner la portion du réseau pour laquelle on veut afficher le profil en long. Un graphique apparaît alors en bas de la fenêtre principale avec le profil demandé.

Au cas où une diffluence ou une confluence fait partie de la sélection, une fenêtre s'ouvre avec la liste des chemins amont-aval possibles de l'eau. La sélection d'un chemin fait alors apparaître ce chemin en rouge sur le graph du réseau et le profil en long correspondant.

Dans le cas d'une simulation en transitoire ou de succession de permanent, les débits et cotes pour les différents pas de temps sont sélectionnables à l'aide d'outils disposés en bas de la fenêtre du profil.

Le profil des débits permet par exemple de repérer les points d'apport ou de prélèvement :

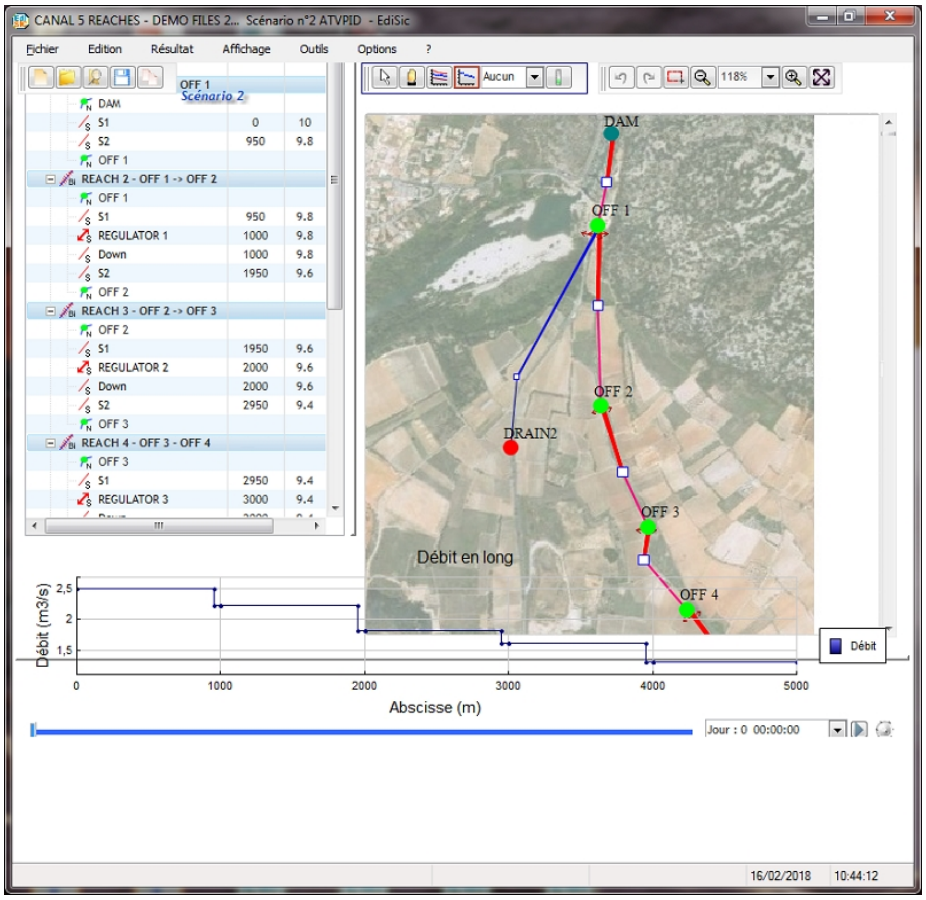


FIGURE 73.1 – premiere_resdebit

Le profil des cotes de l'eau permet par exemple de repérer les zones où se situent les pertes de charges singulières et les débordements :

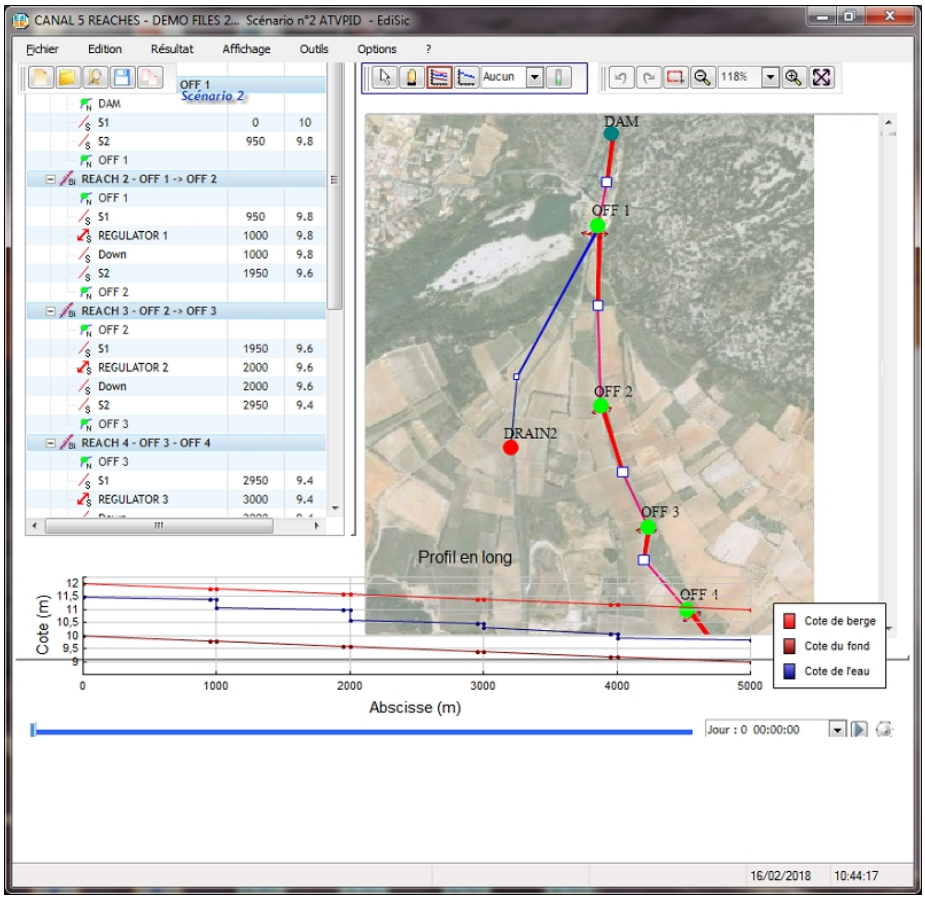


FIGURE 73.2 – premiere_resprofil

Chapitre 74

Les données présentes dans les résultats

Les données enregistrées lors des simulations et visualisables en mode résultats sont celles définies dans les paramètres d'écriture de résultats.

En plus des variables définies dans ces paramètres, toute variable faisant l'objet d'une régulation (Loi fonction du temps, régulation objectif à une prise ou à une structure en travers, variable régulée par un module de régulation) sera ajoutée aux résultats et disponible en visualisation.

Les pas de temps disponibles seront ceux définis à l'aide des paramètres de temps de simulation.

Chapitre 75

Les tableaux de résultats

Les résultats de simulations se présentent sous la forme de tableaux sur lesquels plusieurs actions sont disponibles.

75.1 Export des données

L'export du tableau affiché vers un fichier Excel 2003 se fait grâce au bouton . Le bouton  permet de copier le contenu du tableau dans le presse-papier pour être ensuite collé dans un tableur ou un éditeur de texte.

75.2 Tri des données

En cliquant sur les entêtes de colonnes, il est possible de trier celles-ci dans l'ordre croissant ou décroissant.

75.3 Afficher des graphiques

Au bas de la fenêtre, une liste déroulante «Afficher un graphique» permet d'afficher les graphiques correspondant aux différentes variables présentes dans les colonnes du tableau.

Exemple pour une chronique débit à une section :



FIGURE 75.1 – graphique1section1graphe3 — image absente de la source

Dans le cas d'affichage, des résultats pour les objets d'un même type pour un pas de temps, le minimum et le maximum rencontré lors de la simulation figurent respectivement en vert clair et vers foncé sur le graphique.

Exemple pour les débits aux Prises :



FIGURE 75.2 – graphique1type5graphe3 — image absente de la source

75.4 Autres actions possibles

Les fenêtres des tableaux de résultats sont aussi pourvues d'un bouton «Paramètres avancés» qui permet de modifier le format d'affichage des colonnes et de supprimer ou d'ajouter de nouvelles colonnes contenant des données calculées à partir des résultats existants.

Pour les tableaux de Sections, un code couleur est utilisé pour figurer l'état de débordement.

Enfin, une aide est disponible pour connaitre la signification de codes d'état ou d'erreur sur différents objets du réseau.

Chapitre 76

Résultats pour les objets d'un même type

Des résultats sont disponibles pour les différents types d'objets présents dans SIC :

-* Les Sections -* Les Sections Singulières -* Les Ouvrages aux Structures en Travers -* Les Nœuds -* Les Prises -* Les Ouvrages aux Prises

Il est possible d'afficher les résultats de tout ou partie de ces objets en effectuant une sélection sur le graphe du réseau.

Pour afficher les résultats pour un type d'objet particulier, sélectionner éventuellement une portion de réseau, et cliquer sur la liste déroulante présente dans la barre d'outils :

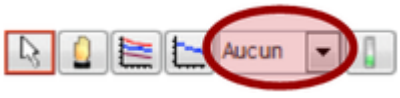


FIGURE 76.1 – doc98

Les résultats s'affichent pour le type d'objet sélectionné :

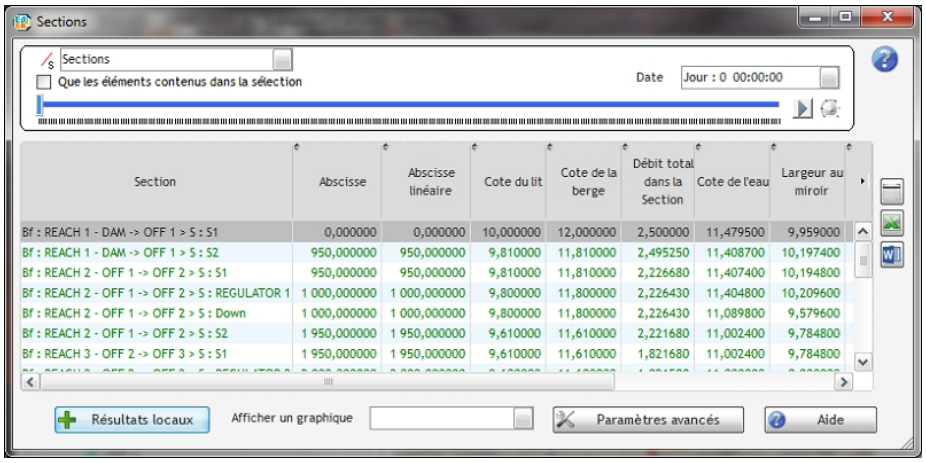


FIGURE 76.2 – resultatselements_1

Si le résultat de simulation comporte plusieurs pas de temps, le premier pas de temps est affiché par défaut. Il est possible d'afficher les autres pas de temps à l'aide d'une barre de défilement et d'une liste déroulante :



FIGURE 76.3 – doc103

Cette fonction est aussi disponible pour les graphiques affichés à partir de cette fenêtre. Le bouton lecture et le potentiomètre situé à sa droite permettent de lancer une animation dynamique des résultats au cours du temps. Il est aussi possible d'enregistrer l'animation d'un graphique sous forme d'une vidéo.

En plus des options communes présentes sur les tableaux de résultats, ce mode de visualisation propose différentes actions :

-* Sélectionner directement un autre type d'objet à afficher à l'aide de la liste déroulante présente en haut de la fenêtre. -* La possibilité de basculer entre l'affichage de tous les objets et de la sélection à l'aide de la case à cocher « Que les éléments contenus dans la sélection » située en haut de l'écran. -* La possibilité d'afficher la chronique de résultat pour un élément listé en double-cliquant sur l'élément de la liste ou en le sélectionnant et en cliquant sur le bouton « Résultats locaux » situé au bas de la fenêtre.

Suivant les objets sélectionnés pour y visualiser les résultats, il y a des codes de couleur indiquant par exemple les débordements ou mises en charge pour les objets de type sections de calcul, ou les modes de calcul aux nœuds (égalité des cotes ou égalité des charges).

Remarque : dans le cas des résultats à des objets de type nœuds, si on demande l'information concernant les écarts aux nœuds, attention l'information calculée à ce niveau et indiquée ici compare pour chaque nœud la valeur à ce nœud qui dépend des choix fait pour le mode de calcul à ce nœud (ex : égalité des cotes ou égalité des charges, défini dans le scénario hydraulique, voire basculé automatiquement par FLUVIA en égalité des charges si on a des écoulements torrentiels à ce nœud), et donc potentiellement une cote, une charge voire même une combinaison de cotes et de charges, aux cotes des biefs arrivant à et partant de ce nœud. Il est donc possible qu'un écart soit indiqué par rapport à ces variables qui sont parfois de natures différentes (cotes, charges, combinaisons de cotes et charges), alors qu'au niveau du calcul on a bien eu la convergence souhaitée autour des variables souhaitées ou déterminées automatiquement par FLUVIA à la précision souhaitée comme défini dans les paramètres de calcul en régime permanent.

Chapitre 77

Chroniques de résultats pour un objet sélectionné

Ces chroniques sont disponibles soit en double-cliquant sur l'arbre des objets du réseau ou sur les objets du graphe du réseau ou alors en double cliquant sur une ligne des tableaux de résultats pour un type d'objet du réseau.



FIGURE 77.1 – resftnoeud1 — image absente de la source

Pour les possibilités offertes par les tableaux de résultats en général, se reporter à la documentation dédiée.

La partie supérieure de la fenêtre permet de naviguer entre les objets présents sur la même localisation ainsi que sur les objets voisins. Dans l'exemple ci-dessus, on pourra ainsi voir les résultats du Noeud, de la ou des Prises et des Ouvrages présents dans les différentes Structures de la Prise. On pourra aussi facilement afficher les données des noeuds ou prises adjacents à l'aide des flèches entourant

les logos  et  ainsi que les données de la section amont du biefs défluents et de la section aval des biefs confluents en double-cliquant sur une ligne du tableau des biefs jouxtant le noeud.

Chapitre 78

Paramètres avancés des tableaux de résultats

Au bas de la fenêtre de résultats pour les objets d'un même type ou de la fenêtre de chronique de résultats pour un objet sélectionné, le bouton «Paramètres avancés» permet de modifier le format et/ou les unités des données, on peut notamment choisir de :

-* Choisir le nombre de décimales utilisées pour l'affichage. -* Convertir les longueurs dans différentes unités : m (système métrique par défaut, USI=Unités du Système International), pieds (UK, USA). -* Convertir les débits dans différentes unités : m3/s (USI), Ml/jour (Méga litres par jour, Australie), cfs (cubic feet per second, USA).

Attention, ces unités sont modifiées juste dans ces résultats hydrauliques (pas dans l'édition des données géométriques ni hydrauliques qui restent en unités métriques, ni dans le stockage des résultats dans le fichier projet xml ou les fichiers binaires le cas échéant). Les abscisses longitudinales restent en m. Les résultats en m2 (surfaces) et en m3 (volumes) sont conservés dans les unités métriques (on peut le changer si vous le souhaitez). Sur les tableaux il n'est pas fait référence de l'unité qui a été changée, dans le libellé en haut des colonnes. Par contre, sur les graphiques les unités sont correctement mentionnées sur la légende de l'axe des ordonnées (m, pieds ou feet, m3/s, Ml/day ou cfs, etc). Il faut donc être très vigilant sur l'utilisation de cette option, qui est mémorisée dans les paramètres d'Edisic (Edital.ini, dans le sous-répertoire exe, avec par exemple UnitLResults=2, UnitQResults=3), donc conservée entre les différentes utilisations d'Edisic. Une demande d'avertissement et de confirmation est effectuée à l'ouverture d'un projet pour clarifier cette option. Les exportations de résultats par les modules de régulation (Ex module PRINT) ou par SicExport restent eux en unités métriques.

Dans cette fenêtre, on peut aussi choisir de ne pas afficher certaines colonnes et d'afficher des données supplémentaires calculées à partir des données existantes.

Pour les sections, on pourra ainsi calculer :

-* le tirant d'eau (hauteur d'eau à partir du fond) et la revanche (ce qu'il reste comme marge avant débordement par rapport à la cote de berge la plus basse des 2 berges droite et gauche) ; -* le débit et la surface hydraulique du lit mineur dans le cas d'un lit mineur-moyen ; -* la célérité des ondes (c) ainsi que V+c et V-c, où V est la vitesse de l'écoulement (V=Q/S). Pour avoir accès à cette variable il faut avoir activé, dans les options de sauvegarde des résultats des calculs, les variables de surface mouillée (pour c et V) et de largeur au miroir (pour c). -* DTVPC : le temps (en secondes) nécessaire pour avoir un nombre de Courant égal à 1 (dt=dx/(V+c)). Attention on calcule les DX uniquement en fonction des sections d'affichage, il faudrait le faire pour les sections de calcul. Il faudrait donc d'abord basculer toutes les sections de calcul en section d'affichage. -* le débit latéral ; -* les Strickler des lit mineur et moyen.

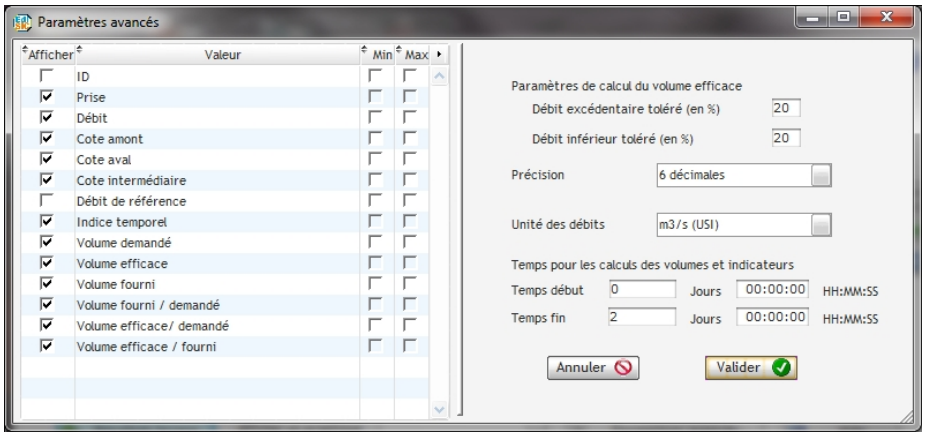


FIGURE 78.1 – parametresavances

Dans le cas de l'affichage de la liste d'un type d'objet sur plusieurs pas de temps, il est possible d'afficher le minimum et le maximum de chacune des variables au cours du temps ainsi que le volume écoulé. Pour tous les volumes calculés, la fenêtre propose de définir le temps de début et de fin devant servir pour le calcul.

Pour les prises des indicateurs supplémentaires sont accessibles :

-* Le volume demandé calculé à partir de l'intégration du débit de référence aux prises ; -* Le volume efficace (la tolérance inférieure et excédentaire par rapport au débit demandé se paramètrent dans la même fenêtre) ; -* Différent rapport : écoulé / demandé, efficace / demandé, efficace / écoulé ; -* L'indice temporel.

La méthode de calcul des indices volumiques et de l'indice temporel est décrite dans la documentation théorique.

Chapitre 79

Codes couleur utilisés dans les tableaux de résultat

79.1 Couleurs utilisées pour les nœuds

Les informations concernant les nœuds peuvent apparaître en trois couleurs selon de mode de calcul des biefs adjacents au nœud : - bleu : tous les biefs sont en mode égalité des cotes - vert : tous les biefs sont en mode égalité des charges - rouge : certains biefs sont en égalité des charges et d'autres en égalité des cotes

Attention : dans le cas d'un écoulement torrentiel à un nœud (si ce mode a été autorisé), le mode de calcul a été basculé automatiquement en mode "égalité des charges" par le programme de calcul FLUVIA, mais cette information n'est pas encore transférés aux résultats et donc la couleur indiquée ici correspondant au mode d'origine choisi par l'utilisateur.

79.2 Couleurs utilisées pour les sections

Les informations concernant les sections peuvent apparaître en trois couleurs selon la cote de l'eau dans la section : - vert : la cote est inférieure à la cote de berge et à la cote de débordement du lit mineur / moyen si elle existe. - orange : la cote de l'eau est comprise entre la cote de débordement du lit mineur / moyen et la cote de berge - rouge : la cote de l'eau est supérieure à la cote de berge

Attention : dans le cas d'un écoulement en charge, la cote de l'eau indiquée est en fait la cote de l'eau qui serait obtenue dans la fente de Preissmann. C'est à dire celle en soustrayant $\frac{v^2}{2g}$ à la charge.

Chapitre 80

Signification des flags

80.1 Signification des codes «Flag d'erreur» à une prise

Le flag d'erreur à la prise est utilisé pour contrôler le résultat d'une régulation en débit objectif sur une prise. Il a les significations suivantes :

Code | *Signification* |
-4 | Non convergence |
-3 | Cote aval supérieure à la cote amont (on ferme la prise !) |
-2 | Cote du radier ou du seuil aval supérieure à la cote amont |
-1 | Le débit demandé ne peut être satisfait |
0 | La demande est nulle (on ferme la prise !) ou il n'y a pas de régulation sur la prise |
1 | Le débit demandé est satisfait |

80.2 Signification des codes «Flag d'erreur» à une section

Le flag d'erreur (variable IF1 dans le fichier XML) a les significations suivantes :

Code | *Signification* |
10 | Cote de l'eau imposée au régulateur < cote aval |
9 | Cote de l'eau imposée au régulateur trop grande |
8 | Cote de l'eau imposée au régulateur trop petite |
7 | Non convergence de calcul régulateur |
6 | Ouvrage surdimensionné par rapport à la géométrie de la rivière (cote < cote critique) |
5 | La largeur au miroir varie trop rapidement : calcul imprécis. Le Froude est

>1 alors que l'on est sur la branche de HS(Y) |
4 | Forte variation de cote après calcul avec le petit pas et pente de la ligne d'eau toujours forte |
3 | Pente de la ligne d'eau forte avec le petit pas |
2 | Passage par ZC dans la première section |
1 | Fluvial |
0 | Torrentiel |
-1 | Cote de l'eau inférieure à la cote du fond |
-2 | Cote de l'eau énorme dans la section |
-3 | Non convergence du calcul de la cote critique |
-4 | Débit négatif dans la Section |
-5 | Non convergence calcul de la cote de l'eau |
-6 | Non convergence calcul d'une Structure en travers |

80.3 Signification des codes «Type d'écoulement» à un ouvrage

Le type d'écoulement (variable ITEC dans le fichier XML) a les significations suivantes :

Code | *Signification* |
-2 | Écoulement à surface libre dénoyé |
-1 | Écoulement à surface libre noyé |
0 | Débit nul |
1 | Écoulement en charge dénoyé |
2 | Écoulement en charge noyé |
8 | Écoulement à surface libre dénoyé avec surverse |
9 | Écoulement à surface libre noyé avec surverse |
11 | Écoulement en charge dénoyé avec surverse |
12 | Écoulement en charge noyé avec surverse |

80.4 Signification des codes «Flag d'erreur vannes Gec» à un ouvrage

Le flag d'erreur des vannes GEC (variable IERR dans le fichier XML) a les significations suivantes :

Code | *Signification* |
0 | RAS |
-1 | J = Z1-Z2 > JM pour vanne AVIS |
-2 | Butée fermée – Niveau d'eau en dessous du niveau à réguler - Augmenter Z1 (AMIL) ou Z2 (AVIO/S) |
-3 | Butée ouverte – Niveau d'eau en dessus du niveau à réguler - Diminuer Z1 (AMIL) ou Z2 (AVIO/S) |

-4 | Vannes AMIL, ZMAX n'est pas compris entre 0 et D |
-5 | Si R=<0 ou HA-ZR>R ou D=<0 ou H=<0 ou HA-H-ZR<-R (toutes vannes sauf mixtes) |
-5 | Si R=<0 D=<0 ou H=>0 (toutes vannes mixtes) |
-6 | AMIL avec surverse (Z1 > ZR+W+EC) |
-7 | Problème sur le débit objectif trop élevé pour la vanne sélectionnée |
-8 | AVIO avec surverse (normalement ce cas n'est pas possible) |
-9 | AVIS avec surverse (Z1 > ZR+W+EC) |
-10 | si J=Z1-Z2 < 0 |

Chapitre 81

Créer un fichier vidéo à partir d'une animation graphique

Pour les résultats comprenant plusieurs pas de temps (Calcul avec une succession de régimes permanents ou calcul en régime transitoire), les données affichées pour un ensemble d'objets peuvent être animées en fonction du temps.

Voici une méthode qui permet d'enregistrer dans un dossier toutes les images de l'animation et d'en faire une vidéo (fichier .AVI).

81.1 Enregistrer les images de l'animation dans EdiSIC

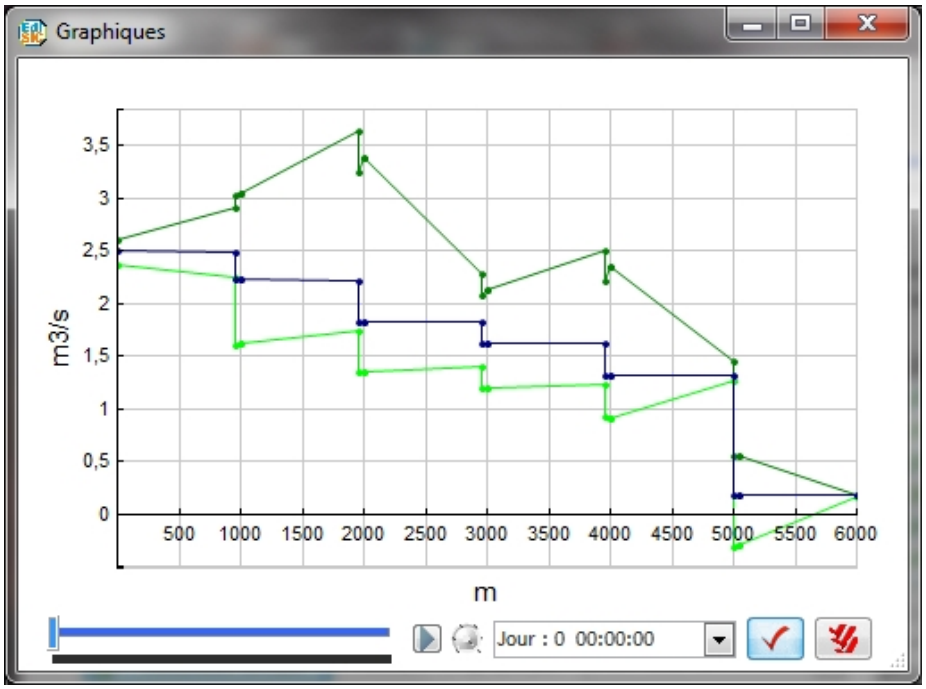


FIGURE 81.1 – graphique1_type_1_graphe_3

Pour lancer l'animation, chaque graphique est pourvu d'un bouton «lecture».

Pour enregistrer les images de l'animation au format JPG sur le disque, il faut appuyer sur la touche [Ctrl] au moment où on clique sur le bouton lecture. A ce moment, EdiSIC propose de choisir un dossier où enregistrer les images. Ensuite l'animation et l'enregistrement se lancent simultanément. L'animation et l'enregistrement peuvent être stoppés à tout moment en cliquant n'importe où sur l'écran.

81.2 Convertir les images en un fichier vidéo avec MakeAVI

Une fois les images enregistrées, il faut utiliser un programme permettant de convertir cette série d'images en vidéo. La suite de cette documentation propose d'utiliser MakeAVI un programme minimaliste et gratuit téléchargeable à l'adresse suivante :

— http://sourceforge.net/projects/makeavi/files/latest/download?source=files



FIGURE 81.2 – doc68

MakeAVI est très simple à utiliser, il faut dans l'ordre : - Cliquer sur «Add files», sélectionner l'ensemble des fichiers images (Ctrl+A pour sélectionner tous les fichiers d'un répertoire) avec lesquelles on veut faire une vidéo - Choisir le «Playback frame rate», c'est-à-dire le nombre d'images par secondes de la vidéo. (ex : pour une simulation de 100 pas de temps, on mettra un frame rate de 10 fps pour obtenir une vidéo de 10 secondes) - Cliquer sur «Begin !» pour choisir l'emplacement et le nom du fichier .AVI créé, choisir le codec[[Si ce terme n'évoque rien pour vous, dans la liste proposée, choisissez «Intel Indeo» ou s'il n'est pas présent «Codec Cinepak de Radius» en laissant les réglages par défaut]] utilisé et créer le fichier vidéo.

Chapitre 82

La méthode AMIL



| Remarque : Dans les versions de SIC antérieures à 4.0 la seule manière de modéliser les vannes AMIL, AVIS et AVIO était d'utiliser un module de régulation. Dans la version 4.0 et ultérieures il y a une meilleure manière de modéliser ces vannes, puisqu'elles sont programmées comme des ouvrages frontaux au même titre que les vannes plates et les seuils. Cette modélisation est disponible pour les régimes permanent et transitoire et ces vannes sont décrites dans les éditeurs de structure en travers et de structure de prise du mode hydraulique. Nous avons cependant conservé les modules AMIL, AVIS et AVIO pour avoir la compatibilité avec les anciennes versions du logiciel. Cette ancienne modélisation présente 2 inconvénients majeurs : il faut choisir une dimension de vanne plate et un coefficient de débit qui lui confère un comportement hydraulique proche de la vanne AMIL, AVIS ou AVIO à modéliser et la vanne est bougée avec un pas de temps de retard par rapport aux conditions hydrauliques (ce qui implique l'utilisation du FILTRE ci-dessous). |

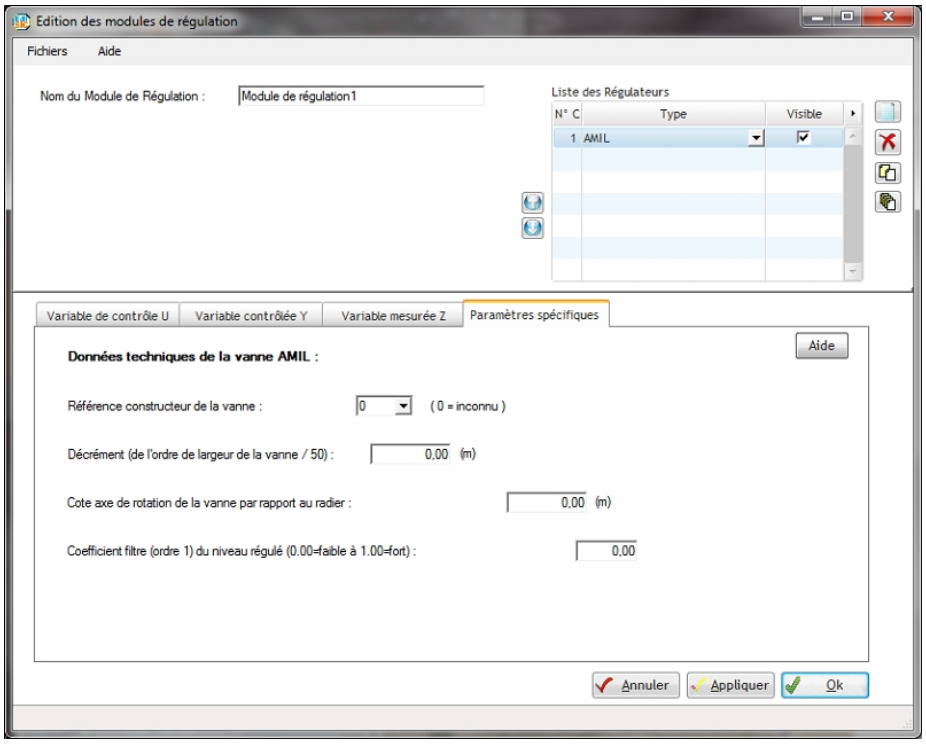


FIGURE 82.1 – editregv5_amil

Pour les vannes AMIL les variables D, d, HA et FILTRE doivent être données au format (3(F8.2,1X),F8.2) :

— `D d HA FILTRE`

PS= 220. .10 1.50 0.8

- D est la référence constructeur parmi la liste : 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800,
- d est le décrément (de l'ordre de L/50 pour AMIL, où L la largeur de la vanne, Cf. Documentation du constructeur), donné en mètres (m),
- HA est la cote de l'axe de rotation de la vanne par rapport au radier (en m).
- FILTRE est le coefficient du filtre d'ordre 1 utilisé pour filtrer le niveau régulé. Il doit être compris entre 0 et 1 et le filtre est d'autant plus fort que le coefficient est proche de 1. Ce filtre permet de garantir la stabilité de la vanne.

Remarque : On calcule le rayon de la vanne R à partir de D et des tables du constructeur (63, 63, 63, 63, 90, 90, 90, 125, 125, 125, 160, 160, 200, 200, 250, 250, 315, 315, 400, 400, 450),

Remarque : Dans les listes ci-dessus les valeurs de D et R sont en centimètres (cm). Dans le logiciel on converti D et R en mètres (m) à la lecture des paramètres spécifiques. C'est pour cette raison que les valeurs écrites sur le fichier .LST sont en mètres. Si le décrément d n'est pas rentré (i.e. mis à zéro) on prend 2% de D (d=0.05*D).

La routine Fortran de calcul pour la vanne AMIL est fournie ici. Vous pouvez vous inspirer de cette routine pour écrire un module de régulation CUSER si vous désirez tester une autre formule.

Attention la cote régulée Y doit être déclarée en mode "tirant d'eau".

Voici un exemple de paramètres spécifiques correspondant à un module de régulation AMIL.

```
*          D         d        HA    FILTRE (3(F8.2,1X),F8.2)
PS=     220.       .10     1.50       0.8
```

Chapitre 83

Exemple de routine de calcul CAMIL (Vannes Amil)

Voilà le module de régulation CAMIL utilisé pour les vannes AMIL. Vous pouvez vous inspirer de ce module de régulation pour en écrire d'autres. Les équations programmées proviennent d'un document de M. Goussard ancien ingénieur de Gec-Alsthom.

```
SUBROUTINE CAMIL(U,Y,PARA)
    PARAMETER(NBCM=$NBCM,NBUM=$NBUM,NSING=$NTO,NBIEF=$IB)
    PARAMETER(NPOIN=$NPOIN,NSECT=$NSC)
    CHARACTER CFIC1*3
    DIMENSION Y(*),U(*),PARA(*)
C-----index of the current controller (INURE),
C-----current number of calls of the controller n (INUAP(n))
    COMMON/P1/IFIC1,INURE,INUAP(NBCM),IFIC2
    COMMON/P2/INU,IFIC3(2),FIC1(3)
    COMMON/REGU/IFIC4,CFIC1(NBUM),IFIC5(NBUM,2),NSUG(NBUM)
1           ,IFIC6(NBUM),NKSU(NBUM),FIC2(NBUM,2)
    COMMON/REG2/NUD(NBCM),IFIC7(NBCM),BFIC1(NBCM)
    COMMON/NGEO/IFIC8(NBIEF,2),IP1(NSECT),IFIC9(NSECT,2)
    COMMON/RGEO/IFIC10,FIC3(NSECT),YGEO(NPOIN),FIC4(NPOIN,3)
1           ,FIC5(NSECT,3)
    COMMON/RSIN/FIC6(NSING),ZSO(NSING),FIC7(NSING,3)
C-----Equations de Goussard
C-----Affectations
C-----PARA(1) Modele (D parmis LISTD) de vanne AMIL
```

```
      D=PARA(1)
      Dec=PARA(2)
      R=PARA(3)
      HA=PARA(4)
C-----On met un filtre d'ordre 1 : S/E = (1-a)Z-1 / 1-aZ-1 (FILTRE = a)
      FILTRE=PARA(5)
C-----ZD : hauteur du radier % cote de fond
      ZD=ZS0(NKSU(NUD(INURE)))-YGE0(IP1(NSUG(NUD(INURE))))
C-----Calcul pour cette methode
      alfmax=asin(0.45*D/R)-asin(0.2205*D/R)
      alfb=HA/R
      alfb=min(alfb,1.)
      alfb=max(alfb,-1.)
      alfb=acos(alfb)
      alfc=alfb+alfmax
      UMAX=HA-R*cos(alfc)
C-----Y(1) est en tirant d'eau (mode TYS obligatoire sur le fichier .REG)
      Z=Y(1)-HA-ZD
C-----Initialisation de Zold au premier appel
      IF(INUAP(INURE).EQ.1) PARA(10)=Z
      Z=FILTRE*PARA(10)+(1.0-FILTRE)*Z
C-----On stocke Zold filtré dans PARA(10) pour le filtre
      PARA(10)=Z
C-----Regular setting
      if (Z.LE.-Dec) then
          alfa=0
          c=0
      elseif (z.GE.0.) then
          alfa=alfmax
          c=1
      else
          alfa=alfmax-asin(-Z/Dec*sin(alfmax))
          c=(1 - (0.45*D/R)**2)**0.5 * sin(alfa)
          1  / (0.2295*D/R) + 1.9608 * (1 - cos(alfa))
      endif
C-----Calcul de la commande
      U(1)=c*UMAX
C-----Si plusieurs U (SIMO) on duplique la meme ouverture
C-----(interessant dans le cas de plusieurs vannes identiques en parallele
C       en mode V par exemple)
      IF(INU.GT.1) THEN
          DO 10 I=2,INU
              U(I)=U(1)
          10    CONTINUE
      ENDIF
```

```
C-----Calcul du debit
C     En réglage classique Zmax=0, en réglage alternatif Zmax=Dec
C     Kj=1 + 2.2*zmax/D - 1.6*(zmax/D)**2
C     Kq=1 + 2.82*zmax/D - 34.8*(zmax/D)**2 + 164*(zmax/D)**3
C     x=Y(1)-z2
C     if (x.LT.0) then
C        Q=0.
C     elseif (x.LE.(0.45*(1 - 0.7211*c**0.3)*Kj*D)) then
C        Q=0.7096*c*Kq*D**2.103*x**0.397
C     else
C        Q=0.3113*c*Kq*Kj**0.397*D**2.5
C     endif
END
```

Chapitre 84

La méthode AVIS - AVIO

Voir la remarque sur la modélisation des vannes AMIL, AVIS et AVIO dans les versions de SIC 4.0 et ultérieures.

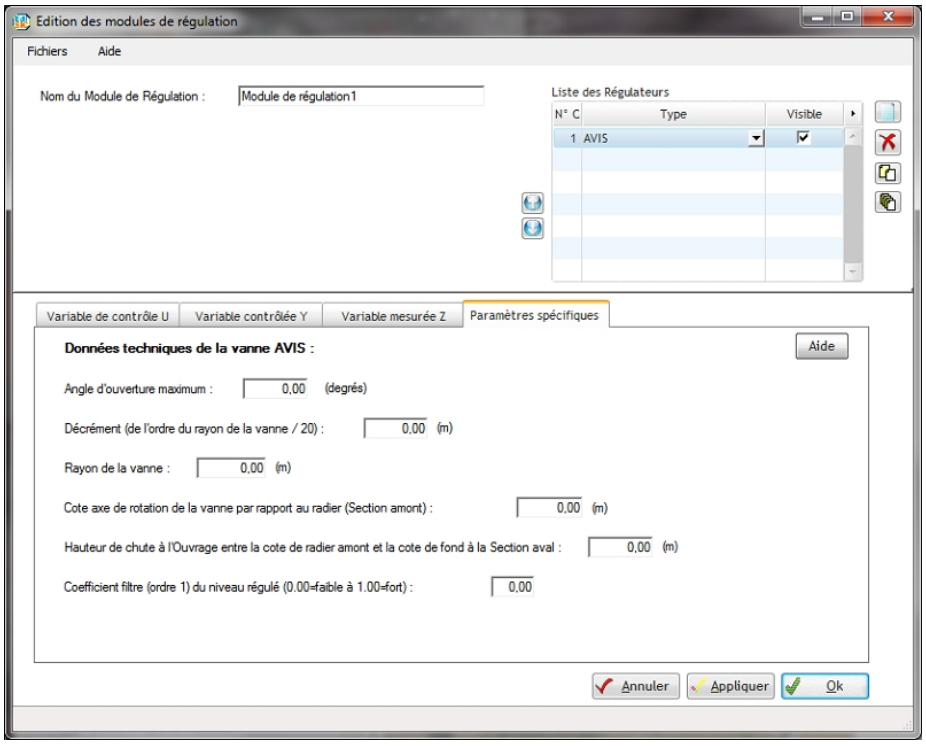


FIGURE 84.1 – editregv5_avis

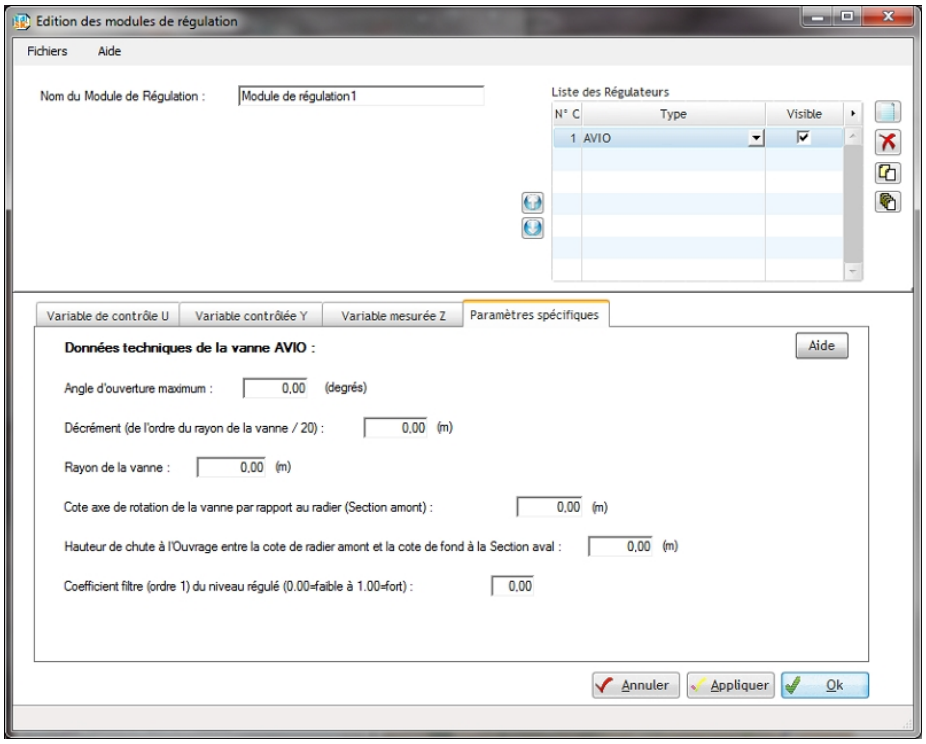


FIGURE 84.2 – editregv5_avio

Pour les vannes AVIS et AVIO les 6 paramètres sont donnés au format (5(F8.2,1X),F8.2) :

— ALFMAX d R HA CHUTE FILTRE PS= 60.00 .10 2.00 1.50 0.03 0.8 ** - ALFMAX est l'angle d'ouverture maximum de la vanne mesuré par rapport à la position fermée (en degrés),

- d est le décrément (de l'ordre de r/20 = 0.05r *pour AVIS et AVIO, où r est le rayon du flotteur, ou également 0.028*R pour les AVIO et les AVIS basse-chute et 0.032R *pour les AVIS haute-chute, où R est le rayon de la vanne. Le décrément peut être ajusté entre 0.05*r et 0.10r*; Cf. Documentation du constructeur),* -* R est le rayon de la vanne (en m),

- HA est la cote de l'axe de rotation de la vanne par rapport au radier (en m), - CHUTE est la hauteur de chute éventuelle au passage à l'ouvrage entre la cote du radier et la cote du fond à l'aval de l'ouvrage, elle est positive si le fond baisse vers l'aval, elle est donnée en (m),

- FILTRE est le coefficient du filtre d'ordre 1 utilisé pour filtrer le niveau régulé. Il doit être compris entre 0 et 1 et le filtre est d'autant plus fort que le coefficient est proche de 1. Ce filtre permet de garantir la stabilité de la vanne.

<doc107|center>

Remarque : Si le décrément d n'est pas rentré (i.e. mis à zéro) on prend d=0.028*R. Attention, cette valeur n'est pas la valeur recommandée pour les AVIS haute-chute (d=0.032*R). Nous ne pouvons pas faire ce choix automatiquement car nous n'avons pas l'information si c'est une vanne AVIS ou AVIO, ni si c'est une basse-chute ou une haute-chute. Pour certaines valeurs de R il n'y a pas d'ambiguïté (ex : si R=0.90 m alors ce ne peut être qu'une AVIS haute-chute), mais pour d'autres valeurs de R les divers cas sont possibles (ex : les 4 vannes existent pour R=2.5 m).

Un exemple de fichier de régulation pour des vannes AVIS est donné ci-dessous. La routine de calcul pour la vanne AVIS (ou AVIO) est donné ci-dessous. Vous pouvez vous inspirer de cette routine pour écrire un module de régulation CUSER si vous désirez tester une autre formule.

Attention la cote régulée Y doit être déclarée en mode "tirant d'eau" (mode TYS obligatoire sur le fichier .REG)

Voici un exemple de fichier .reg correspondant à un module de régulation AVIS. Voir également les pages précédentes pour la signification des divers paramètres.

—

84.1 Contrôleur 1

D=AVIS

— DUMin DUMax UMin UMax DT ('PU',1X,4(F5.2,1X),F6.0) PU= 0.00 0.50 0.00 2.00 0 U=AWS(X, 2415.0, 3) Y=TYS(R, +0, +1)

— ALFMAX d R HA CHUTE FILTRE (5(F8.2,1X),F8.2) PS= 60.00 .10 2.00 1.50 0.03 0.8

Chapitre 85

Exemple de routine de calcul CGEC (Vannes Avis et Avio)

Voilà le module de régulation CGEC utilisé pour les vannes AVIS et AVIO. Vous pouvez vous inspirer de ce module de régulation pour en écrire d'autres. Les équations programmées proviennent d'un document de M. Goussard.

```
SUBROUTINE CGEC(U,Y,PARA)
    PARAMETER(NBCM=$NBCM)
    DIMENSION Y(*),U(*),PARA(*)
C-----index of the current controller (INURE),
C-----current number of calls of the controller n (INUAP(n))
    COMMON/P1/ILNPS,INURE,INUAP(NBCM),IREGS
    COMMON/P2/INU,INY,INZ,DTU,DTY,DTZ
C-----Equations de Goussard
C-----Affectations
C-----PARA(1) en degres, ALFMAX en radiants
    ALFMAX=PARA(1)*0.01745
C-----Dec est negatif dans la formule de Goussard
    Dec=-PARA(2)
    R=PARA(3)
    HA=PARA(4)
C-----CHUTE &gt; 0 si ca descend vers l'aval
    CHUTE=PARA(5)
C-----On met un filtre d'ordre 1 : S/E = (1-a)Z-1 / 1-aZ-1 (FILTRE = a)
    FILTRE=PARA(6)
C-----Calcul pour cette methode
```

```
C-----Y(1) est en tirant d'eau (mode TYS obligatoire sur le fichier .REG)
    Z=Y(1)-CHUTE-HA
C-----Initialisation de Zold au premier appel
    IF(INUAP(INURE).EQ.1) PARA(10)=Z
    Z=FILTRE*PARA(10)+(1.0-FILTRE)*Z
C-----On stocke Zold filtré dans PARA(10) pour le filtre
    PARA(10)=Z
    IF (Z.GE.0.) THEN
        ALFA=0.
    ELSEIF (Z.LE.Dec) THEN
        ALFA=ALFMAX
    ELSE
        ALFA=0.
        IF(Dec.NE.0.) ALFA=SIN(ALFMAX)*Z/Dec
        ALFA=MIN(ALFA,1.)
        ALFA=MAX(ALFA,-1.)
        ALFA=ASIN(ALFA)
    ENDIF
C-----Calcul de U
    ALFB=0.
    IF(R.NE.0.) ALFB=HA/R
    ALFB=MIN(ALFB,1.)
    ALFB=MAX(ALFB,-1.)
    ALFB=ACOS(ALFB)
C-----Calcul de la commande
    U(1)=HA-R*COS(ALFA+ALFB)
C-----Si plusieurs U (SIMO) on duplique la meme ouverture
C-----(interessant dans le cas de plusieurs vannes identiques en parallele
C      en mode V par exemple)
    IF(INU.GT.1) THEN
        DO 10 I=2,INU
            U(I)=U(1)
        10    CONTINUE
    ENDIF
END
```

Chapitre 86

La méthode PID

La méthode PID correspondant à un contrôleur PID classique est programmée selon la routine CPID présentée ci-dessous. Vous pouvez vous inspirer de cette routine pour écrire une routine de calcul CUSER si vous voulez tester une variante de PID.

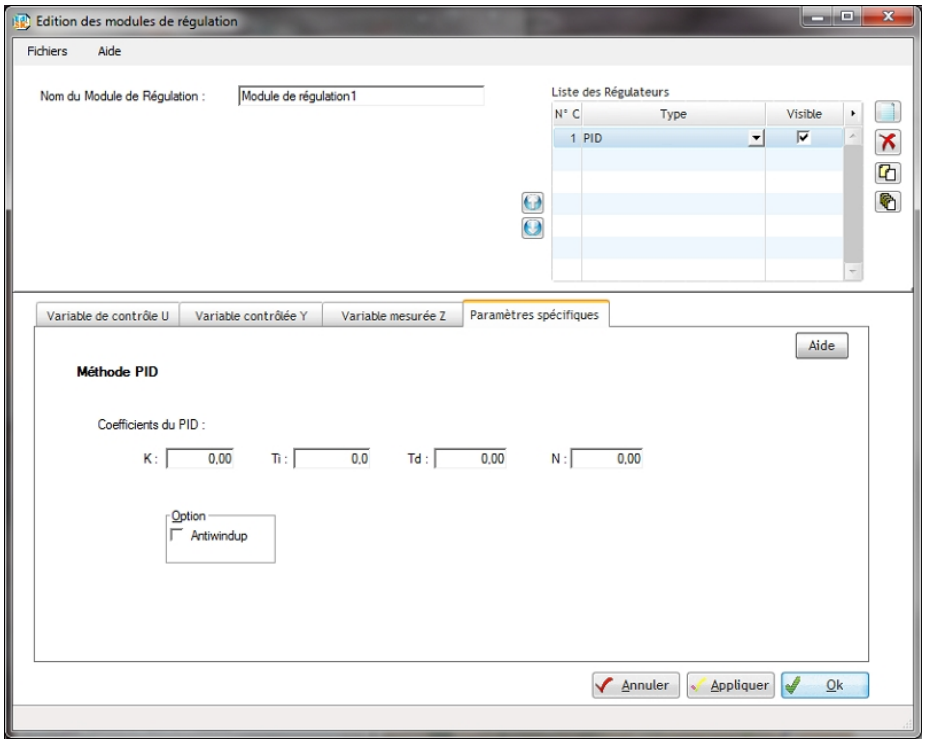


FIGURE 86.1 – editregv5_pid

Pour la méthode PID ce sont les coefficients K, Ti, Td, N et Antiwindup au format `(4(F8.2,1X),F8.2)`

```
* Paramètres spécifiques
*          K        Ti        Td         N  AntiWup
PS=    -0.23   1245.20      0.00      5.00      0.00
```

La routine de lecture LPID de ces paramètres est donné ci-dessous. Vous pouvez vous inspirer de cette routine pour écrire une routine de lecture LUSER pour un module de régulation USER (USER1 à USER9).

Le but de l'antiwindup est d'arrêter d'intégrer les écarts sur les variables contrôlées par rapport aux consignes, lorsque l'actionneur est en saturation. Cela sert à éviter d'avoir un terme intégral trop important à rattraper lorsque la saturation est terminée.

Chapitre 87

Exemple de routine de lecture LPID

Routine de lecture des paramètres spécifiques du PID :

```
!=====================================================================================
!> Lecture des parametres specifiques pour la methode PID
!=====================================================================================
SUBROUTINE LPID(U,PARA)
   USE SIRENE_parametres, ONLY : LONG
   USE F1       , ONLY : IERROR,IWARN,CWARN

   IMPLICIT NONE

   CHARACTER, INTENT(IN) :: U*(*)
   REAL(KIND=LONG), DIMENSION(*), INTENT(OUT) :: PARA
   INTEGER :: I

!-----Debut de la routine
!-----Lecture des parametres specifiques pour cette methode

!-----Debut de la routine
      READ(U,'(4(F8.2,1X),F8.2)',ERR=10) (PARA(I),I=1,5)
      PARA(6)=0
      PARA(7)=0
      PARA(8)=0
      RETURN
   10 CONTINUE
      IERROR=2
```

```
END SUBROUTINE LPID
```

Chapitre 88

Exemple de routine de calcul CPID

La méthode PID correspond à un PID classique, avec filtre éventuel sur le terme dérivé, antiwindup et bande morte. Il est programmé de la manière suivante :

```
SUBROUTINE CPID(Reg)
   USE SIRENE_parametres, ONLY : LONG
   USE TEMPS    , ONLY : T
   USE D_REGULATION, ONLY : Regulateur_t

   IMPLICIT NONE

   TYPE(Regulateur_t), INTENT(INOUT) :: Reg

   REAL(KIND=LONG), POINTER :: KP,N,TI,TD,AWU,EOLD,SE,DE
   REAL(KIND=LONG) :: E,STI,A1,A2,U2

   LOGICAL SATURE !< Détection de l'anti wind-up
   INTEGER :: iU !< Compteur pour les commandes U

   ! Pointeurs pour faciliter la lecture du code
   KP=>Reg%tPara(1)
   TI=>Reg%tPara(2)
   TD=>Reg%tPara(3)
   N=>Reg%tPara(4)
   AWU=>Reg%tPara(5)
   EOLD=>Reg%tPara(6)
   SE=>Reg%tPara(7)
   DE=>Reg%tPara(8)
```

```
! Calcul pour cette methode
! Nouvel ecart (e = y* - y)
E=Reg%tY(1)%YTVal-Reg%tY(1)%VarY%V
! On gère une bande morte (POM 21/07/04)
IF(ABS(E).LT.Reg%tY(IY)%DYMax) THEN
   E=0.
ENDIF

! Terme integral (approximation de Tustin)
IF(TI.NE.0.) THEN
   STI=KP*Reg%tU(1)%VarU%DT/TI*(EOLD+E)/2
ELSE
   STI=0.
ENDIF
! On gère l'antiwindup en utilisant le code de blocage du filtre de la commande :
!> 0 = Fonctionnement libre normal
!> 1 = Caractéristique volontairement bloquée (Valeur calée par Umin>=Umax à la lect
!> 2 = Caractéristique bloquée par problème de régulation (Umin, Umax, surverse, hor
!> 3 = FiltreU => Umin atteint
!> 4 = FiltreU => Umax atteint
!> 5 = FiltreU => DUmin atteint
!> 6 = FiltreU => DUmav atteint
SATURE=Reg%tU(1)%FiltreU%iFlagBloc>=3 .AND. Reg%tU(1)%FiltreU%iFlagBloc/=5
IF(AWU == 0. .OR. .NOT.SATURE) THEN
      SE=SE+STI
ENDIF

! Terme derive
IF(TD.NE.0.) THEN
   IF(N.EQ.0.) THEN
      ! Terme derive sans filtre (backward difference)
      ! Avec une consigne y* constante
      DE=KP/Reg%tU(1)%VarU%DT*TD*(E-EOLD)
   ELSE
      ! Terme derive avec filtre (backward difference)
      ! Avec une consigne y* constante
      A1=1/(1+N*Reg%tU(1)%VarU%DT/TD)
      A2=KP*N*A1
      DE=A1*DE+A2*(E-EOLD)
   ENDIF
ENDIF

! Calcul de la commande
Reg%tU(1)%VarU%V=KP*E+SE+DE
! Ancien ecart
```

```
   EOLD=E
   ! Si plusieurs U (SIMO) on duplique la meme ouverture
   ! (interessant dans le cas de plusieurs vannes identiques en parallele, en mode V par exemple)
   DO iU=1, Reg%nbrU
      Reg%tU(iU)%VarU%V = Reg%tU(1)%VarU%V
   ENDDO

END SUBROUTINE CPID
```

Si vous voulez un PID différent vous pouvez toujours copier cette routine dans un module USER et la modifier comme bon vous semble (dans ce cas faire aussi cela pour la routine LPID -> LUSER pour la lecture des paramètres)

Chapitre 89

Modules de régulation

Dans SIC^2, un module de régulation correspond à un ensemble de régulateurs (appelés aussi contrôleurs) qui fonctionneront simultanément lors d'une simulation. Il est possible de définir plusieurs modules de régulations dans un projet, donc stockés dans le fichier xml et disponibles potentiellement (si sélectionnés et activés) pour tous les scénarios et variantes. Pour chaque scénario, il faut définir quel module de régulation utiliser avant de lancer une simulation. Si un module est sélectionné pour un scénario, il sera aussi actif pour toutes ses variantes. Pour le désactiver au niveau d'une variante, il faut le désactiver au niveau du scénario père. On peut bien entendu n'en sélectionner aucun, mais au maximum un seul. On peut dire qu'un module de régulation permet de définir une logique de gestion d'un réseau, composé d'éventuellement plusieurs régulateurs (ou contrôleurs).

Les modules de régulation sont utilisables aussi bien en calcul en régime transitoire qu'en calcul en régime permanent. A part le fait que les itérations des modules de régulations (ils seront appelés régulièrement pour lire des données Y et Z et calculer des commandes U) se feront soit sur les instants du régime transitoire soit sur les instants des successions de régimes permanents, les principes de calcul sont très proches. Il y a cependant une différence sur le mode de calcul des variables en mode relatif. En effet ce mode relatif considère une variable par rapport à sa valeur initiale à t=0, et est donc pertinent en transitoire. Cependant sur les successions de calculs en régime permanent il n'y a pas de notion de temps initial et donc le mode relatif fonctionnera en fait comme le mode absolu.

Les modules de régulations sont accessibles à partir du mode hydraulique de SIC, soit par le menu Outils > Modules de régulation, soit en effectuant un clic-droit sur une zone vierge du graphe du réseau.

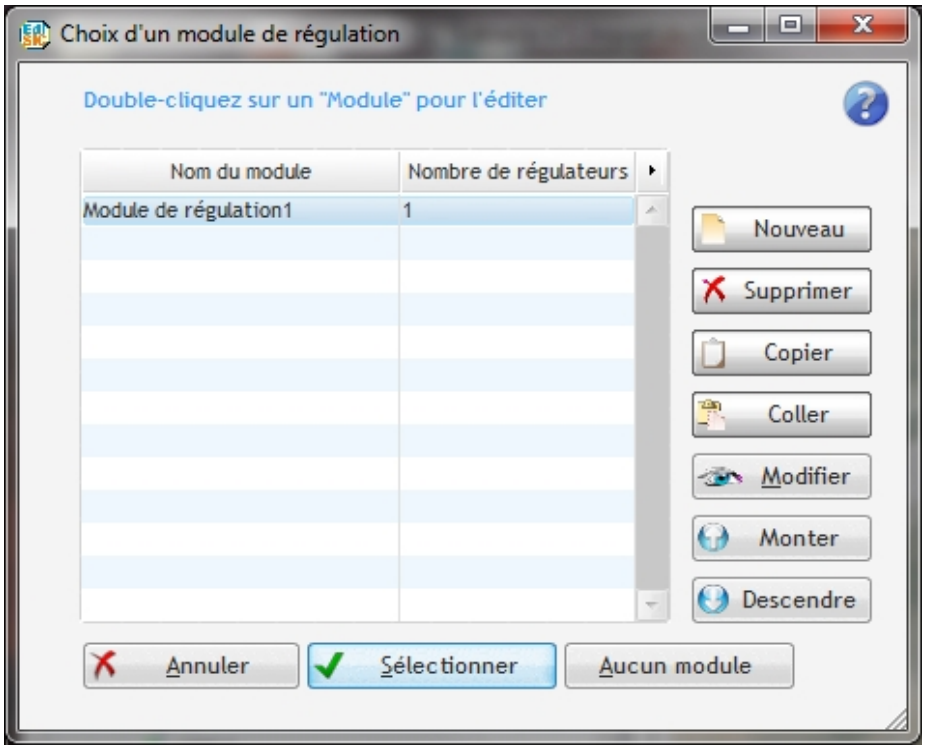


FIGURE 89.1 – choixmodulereg

La fenêtre qui apparaît permet de : - Ajouter, supprimer et modifier des modules de régulation dans le projet en cours. - Sélectionner un module de régulation à utiliser pour la simulation.

89.1 Choix d'un module de régulation

Pour ne pas utiliser de module de régulation cliquer sur le bouton “Aucun Module”. Sinon, choisir un module dans la liste et cliquer sur “Sélectionner”.

Dans le mode hydraulique, d'édition des scénarios et variantes, l'ensemble des régulateurs du module de régulation sélectionné apparaitront sur le graphe du réseau. Sauf si bien entendu, par exemple pour alléger l'affichage, ou pour en cacher certains moins importants que d'autres, certains d'entre eux sont déclarés comme non-visibles (cliquer ou non sur la boite Visible à droite du nom du Régulateur dans la liste). Les variables U sont reliées à la boite représentant le régulateur avec un trait rouge. Les variables Y avec un trait vert foncé. Les variables Z avec un trait vert clair.

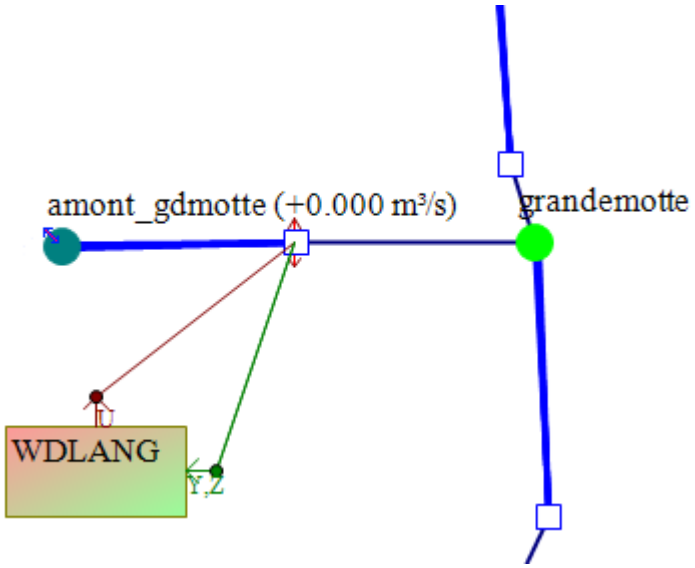


FIGURE 89.2 – doc90

89.2 Edition d'un module de régulation

Le principe des modules de régulation dans cette version est d'une part de définir les points de mesure (variables mesurées Z), de régulation (variables contrôlées Y ainsi que leurs consignes fonction du temps YT, éventuellement) et de contrôle (variables de contrôle U), et d'autre part de préciser la méthode de régulation agissant sur ces points, quelque soit leur nature et leur localisation.

Cette méthode peut être choisie parmi une bibliothèque existante. Les méthodes de régulation proposées pour l'instant sont :

- AMIL (vannes de régulation Gec-Alsthom, mais ancienne option disponible dans les versions 4 de SIC, il est possible maintenant de sélectionner directement cet ouvrage dans la bibliothèque d'ouvrages, ce qui est bien mieux car implémentation implicite au lieu de bouger l'ouverture avec un pas de temps de retard)
- AVIS (même remarque que pour AMIL)
- AVIO (même remarque que pour AMIL)
- ATV (Auto Tuning Variation, permettant de caler automatiquement un PID)
- ATVPID (Méthode qui applique la méthode ATV dans un premier temps puis qui enclenche le PID dès qu'ATV a fournis les paramètres du PID, et passe d'un U à un autre s'il y en a plusieurs, avec une temporisation éventuelle pour ne caler un autre U que une fois la stabilisation hydraulique obtenue)

- BIVAL (Méthode contrôlant un point intermédiaire virtuel obtenu comme la combinaison linéaire d'un point amont et d'un point aval, qui, si bien choisis, correspond à peu près à contrôler un volume dans ce tronçon. L'algorithme du contrôleur est de type PID. Méthode développée par la Sogreah dans les années 80)
- BOLST (boucle ouverte fournie sous forme d'un fichier texte)
- BOMAT (boucle ouverte fournie sous forme d'un fichier .mat MatLab)
- BOSCI (boucle ouverte fournie sous forme d'un fichier .dat SciLab)
- DIGEST (simulateur du digesteur du SCADA inspiré de celui du canal de Gignac, par échange de données via des fichiers texte structurés, cf. SCADA ci-dessous)
- DSS (contrôleur discret dans l'espace d'état dont les matrices A, B, C et D sont données dans un fichier .mat MatLab, permettant de simuler tout contrôleur LTI = Linear Time Invariant)
- FILEX (échange de données U, Y, YT et Z dans un fichier externe)
- GPC (Generalized Predictive Contôleur. Pas actif dans cette version)
- LP (calcul de la norme LP d'un signal Z choisi)
- MATLAB (lien DDE avec MatLab)
- PID (contrôleur Proportionnel, Intégral, Dérivé)
- PLOT (dessins. En cours de dévelopement)
- POMPES (déclanchements et arrêts de pompes en fonction de cotes, voir exemple et documentation spécifique)
- PRINT (écriture des variables U, Y, YT et Z choisie sur le fichier .LST)
- QSCP (scénario type de prélèvement à des prises d'irrigation)
- SCADA (simulateur du SCADA inspiré de celui du canal de Gignac, cf. DIGEST)
- SCILAB (lien DDE avec SciLab)
- STEPS (génération automatique d'échelons)
- STOP (interruption du calcul permettant de mimer une régulation manuelle)
- USER1 à USER9 (9 modules ouverts à l'utilisateur, à programmer en FORTRAN dans DLLUSERn.FOR (n=1 à 9) puis à compiler avec le compilateur Digital ou Intel, cf MkDllUser.bat sous sic/prog, pour en faire une dll qui remplacera la dll vide initiale sous sic/exe).
- WDLANG (possibilité d'écrire un script en language WdLanguage de Windev)

Des exemples sont fournis pour chacune de ces méthodes.

Ces méthodes de régulation utilisent les variables U, Y, YT et Z ou parfois juste une sous-partie de ces différentes variables. Par exemple, la méthode LP ne calcule pas de variable U, et n'utilise pas les variables Y ni YT, puisqu'elle fait juste le calcul de la norme Lp des variables mesurées Z. Si le bon nombre minimum de ces variables n'est pas fournis, un message d'erreur sera indiqué lors de l'exécution du calcul.

Nous indiquons dans le tableau suivant les variables utilisées par les différentes

méthodes. Cette table est importante puisqu'elle indique par exemple que si vous utilisez la méthode de régulation PID, il faudra définir la variable commandée comme variable Y, et non pas comme variable Z.

Méthode | U (variables de contrôle) | Y (variables contrôlées) | YT (Consignes sur les variables contrôlées) | Z (Variables mesurées) | Mono ou Multivariable |
AMIL, AVIS, AVIO | X | X : doit être donné en tirant d'eau | | | SISO |
ATV | X | X | X | option si calcul des paramètres à partir de Z au lieu de U | SISO mais dupliqué si nu > 1. Option également si on veut appliquer ATV non pas sur Y mais sur une pondération de Z, pour caler un régulateur Bival par exemple |
ATVPID | X | X | X | option si calcul des paramètres à partir de Z au lieu de U | MIMO avec des SISO successifs envoyés vers ATV puis PID |
BIVAL | X | X : une variable Y(1) doit être définie, même si elle est recalculée ensuite à partir de Z(1) et Z(2), mais rend ainsi disponible les trajectoires au cours du temps YT | X | X | 2ISO mais dupliqué si nu > 1 |
BOLST | X | | | | SISO mais on peut en avoir plusieurs qui partagent le même fichier de paramétrisation BOLST.TXT |
BOMAT, BOSCIL | X | | | | MO |
DIGEST | X | X | X | X | MIMO |
DSS | X | X | X | X | MIMO |
FILEX | X | X | X | X | MIMO |
GPC | X | X | X | X | pas actif |
LP | | | | X | MI |
LQR | X | X | X | X | pas actif |
MATLAB | X | X | X | X | MIMO |
PID | X | X | X | | SISO mais dupliqué si nu > 1 |
POMPES | X | X | X | | SISO mais SI2O si nu = 2 : le débit est réinjecté ailleurs : U(2)=-U(1) |
PRINT | X | X | X | X | MIMO |
QSCP | X | | | | SISO mais dupliqué si nu > 1 |
SCADA | X | X | X | X | MIMO |
SCILAB | X | X | X | X | MIMO |
STEPS | X : tous les U sont bougés de la même manière | option : écrites sur fichier LST | | X : le seuil de déclanchement est calculé sur le min de tous les Z | MIMO |
STOP | X | | | X | MIMO |
USER1 à USER9 | X | X | X | X | MIMO |
WDLANG | X | X | X | X | MIMO |

Chapitre 90

Paramètres généraux pour U

Les paramètres généraux rentrés aux interfaces et stockés sur le fichier xml sont les suivants :

— DUMin DUMax UMin UMax DTU IFU1 IFU2

Format : 'PU=',4(F5.2,1X),F6.0,1X,I1,1X,I1)

Exemple : PU= 0.02 0.20 0.01 2.00 600. 0 0

Où : - DUMin (respectivement DUMax) est la variation minimum (respectivement maximum) de la commande U entre T et T+DTU (où DTU est le pas de temps de régulation). - UMin (respectivement Umax) est la valeur minimum (respectivement maximum) de la commande U (exprimée en absolu quelque soit le mode R, I ou A définis ci-dessous).

Remarque : Même si la commande U choisie est un débit à un ouvrage en travers (Cf. ci-dessous), les valeurs minimum et maximum explicitées ci-dessus concerne la traduction de la commande U en ouverture (sauf dans le cas IFU(2)=4 où l'on simule une vrai pompe, sans conversion en mouvement d'ouverture. Dans ce cas les valeurs minimum et maximum sont appliquées directement aux débits à l'ouvrage).

— DTU est le pas de temps de commande. Si DTU=0, le pas de temps de commande sera pris égal au pas de temps de simulation DT. On peut rentrer un DTU différent pour chaque U d'un même module de régulation mais pour l'instant on n'utilise que le dernier pour l'ensemble des U de ce même module de régulation. Si vous voulez des pas de temps de commande différents pour les divers U il faut donc découper en plusieurs modules de régulation ou gérer cela explicitement dans votre module USER ou MATLAB. Il est fortement conseillé de choisir un DTU multiple

de DT, ou inversement un DT fraction entière de DTU (ex. : DTU=DT ou DTU=2*DT, ou DTU=3*DT, etc). En effet, les actions que l'on veut réaliser à chaque DTU doivent correspondre à un instant où l'on peut acquérir des données et où l'on peut réaliser un calcul hydraulique. Si l'on choisi un DTU non multiple entier de DT, alors le module de régulation sera quand même appelé à chaque instant qui sera à la fois un multiple de DT et l'instant le plus proche possible supérieur ou égal à un multiple de DTU. Dans ce cas les appels risquent de ne pas être à intervalles réguliers.

— Les flags IFU1 et IFU2 ne servent qu'en mode commande en débit (B=Q ci-dessous). Ils permettent dans ce cas de choisir la manière dont le débit Q donné comme sortie du module de régulation sera traduit en ouverture W appliquée à l'ouvrage.

— IFU1 = Flag mode 1 pour U : -* 0 : normal ie action à chaque DTU, -* 1 : action à chaque DT du calcul en mode Q

— IFU2 = Flag mode 2 pour U : -* 0 : normal, -* 1 : méthode des caractéristiques en mode Q pour DZ1 et DZ2, -* 2 : méthode des caractéristiques en mode Q pour DZ2 seul, -* 3 : méthode des caractéristiques en mode Q pour DZ1 seul, -* 4 : mode pompe sans passage par l'ouverture.

Dans le cas de l'utilisation des modes avec correction par la méthode des caractéristiques, la correction est effectuée avec la formule : - $dz_1 = \frac{dQ}{L(V-C)}$ - $dz_2 = \frac{dQ}{L(V+C)}$

Tous ces paramètres PU sont valides jusqu'à nouvel ordre. Il n'est donc pas la peine de les redéfinir pour les prochaines commandes U du même module de régulation ni pour les suivants, si ces valeurs ne changent pas. Il est par contre possible de les moduler pour chaque commande U si nécessaire.

Chapitre 91

Paramètres généraux pour Y

— DYMax DTY(s) (Format 'PY=',F5.2,1X,F6.0) PY= 0.02 600.

où DYMax est la précision requise sur la variable contrôlée Y. Cela signifie que si l'écart entre Y et la consigne correspondante YT est inférieure à DY-Max, alors l'écart est considéré comme nul (ce mode est écrit dans le common REGPY/DYMAX(NBYM),DTY(NBYM) accessible pour les modules USER et est géré pour l'instant uniquement dans le module PID). Ce paramètre est valide jusqu'à nouvel ordre.

DTY est le pas de temps de mesure des variables contrôlées. Si DTY=0, le pas de temps de mesure des variables contrôlées sera pris égal au pas de temps de simulation DT.

Chapitre 92

Consignes sur Y

On peut assigner des consignes YT aux variables contrôlées Y.

Utilisez le clic droit souris pour : - Créer une nouvelle consigne sur Y - Supprimer une consigne - Copier/Coller une consigne sur une autre.

Sur le fichier .REG ces consignes sont stockées en indiquant “T”, puis le numéro de la variable contrôlée Y, le jour, l’heure, les minutes et la valeur correspondante de YT au format (‘T’,I3,6X,3(I2,2X),F8.3) :

T1 0 00 00 0.000 T1 0 04 00 0.200 T1 0 10 00 0.100

Attention : les consignes à chaque pas de temps sont interpolées linéairement entre les valeurs décrites précédemment (rampes).

Chapitre 93

Paramètres généraux pour Z

— DTZ(s) (Format 'PZ=',F6.0) PZ=600.

où DTZ est le pas de temps de mesure. Ce paramètre est valide jusqu'à nouvel ordre.

Les variables mesurées Z sont rafraîchies toutes les DTZ secondes.

Si DTZ est plus grand que DTU alors il y auras des appels à la routine de calcul du module de régulation (ex. : CPID, CUSER, etc.) avec des Z qui n'auront pas changés, ce qui mime bien une acquisition des mesures à une cadence plus lente que le calcul de l'algorithme de régulation proprement dit.

Si DTZ est plus petit que DTU alors la routine de calcul du module de régulation (ex. : CPID, CUSER, etc.) n'aura accès qu'au dernier vecteur des variables Z mesurées. Les autres Z aux temps intermédiaires précédents ne seront pas accessibles. Si vous voulez que la routine de calcul du module de régulation fasse quelque-chose pour ces mesures Z (qui ont éventuellement changé) aux temps intermédiaires, cela veut alors dire que cela doit être fait dans la routine CUSER (par exemple, ou CMATLAB) et que le vrai DTU qu'il faut utiliser est en fait plus petit (= DTZ). On peut éventuellement garder le DTU d'origine et faire ce traitement particulier des mesures Z intermédiaires dans la routine de supervision SUSER qui elle est appelée à tous les pas de temps (DT) du calcul numérique.

Chapitre 94

Paramètres spécifiques

Les paramètres spécifiques de la méthode de régulation dépendent de la méthode choisie. Ils sont saisis dans l'onglet "Paramètres spécifiques" du module de régulation.

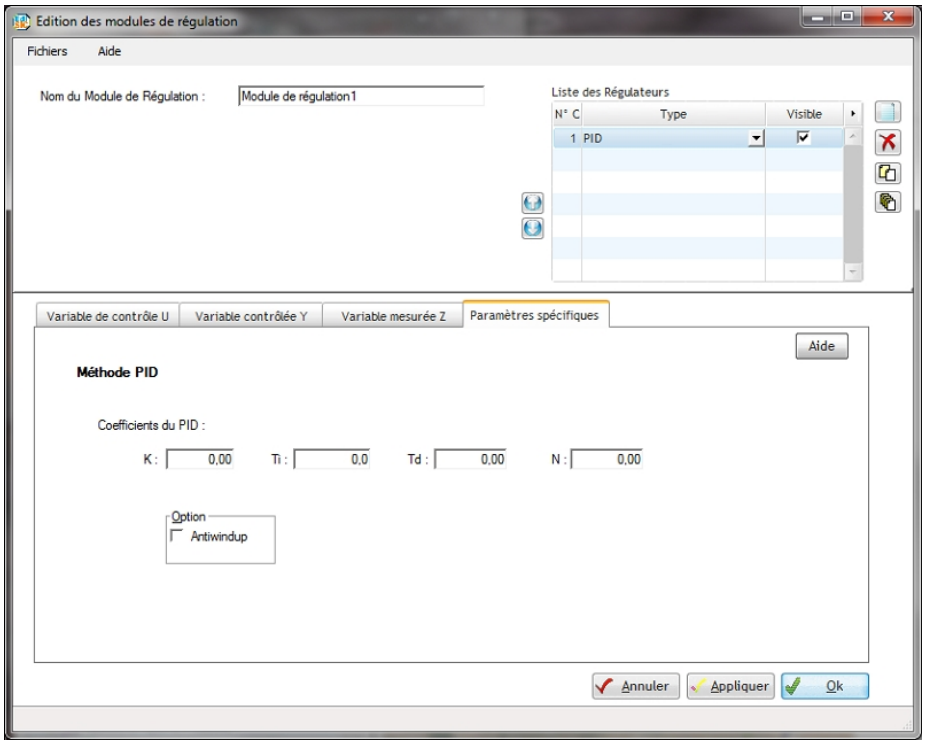


FIGURE 94.1 – editregv5_pid

94.1 Définition des paramètres spécifiques par fichier texte

Il est possible d'écraser ces paramètres définis dans le projet à l'aide d'un fichier texte. Cela est notamment utile lorsqu'on a besoin de redéfinir à la volée les paramètres des modules de régulation dans le cadre d'une utilisation de SIC en mode batch.

Pour cela, il faut créer un fichier nommé `REGPSn.TXT` dans le même répertoire que le fichier de projet XML avec `n` le numéro du régulateur pour lequel on désire écraser les paramètres spécifiques. Ce fichier contient une ou des lignes commençant par «`PS=`» et complétée par des paramètres. Le format des paramètres de la ou des lignes PS est défini dans la documentation pour chaque régulateur. Pour le régulateur PID, les 5 paramètres sont lus avec le format suivant : `(4(F8.2,1X),F8.2)`

94.2 Exemple pour un régulateur PID

Le module de régulation utilisé pour la simulation contient un régulateur PID. On pourra redéfinir les paramètres spécifiques de ce régulateur en créant un fichier `REGPS1.TXT` dans le même dossier que le fichier de projet XML et ce fichier pourra contenir la ligne suivante :

```
PS=    8.01  8036.75     0.00     0.00     0.00
```

Ce qui correspond à un régulateur PI avec respectivement les coefficients 8.01 et 8036.75 pour les paramètres proportionnel et intégral.

Chapitre 95

Compilation

Un grand nombre de modules de régulation sont proposés en standard, incluant un lien DDE MatLab qui permet d'écrire tous les modules imaginables (à condition d'avoir le logiciel commercial MatLab).

Il est également possible d'écrire un module de régulation en langage Fortran, aussi complexe que l'on veut, avec l'avantage de la rapidité d'exécution par rapport au lien DDE MatLab, mais avec a priori une programmation moins aisée car Fortran ne propose pas beaucoup de librairies mathématiques avancées.

La compilation et l'édition de lien pour ce ou ces modules écrits dans le fichier Sirvid.for s'effectuent grâce au fichier batch MKREG.BAT.

MKREG compile Sirvid.for et le link avec les librairies idoines pour un faire un nouveau programme sirene.exe. Il utilise le compilateur FORTRAN Digital-Compaq-Microsoft (Version 6.1 en 32 bits ou ultérieure) et l'utilitaire NMAKE de ce compilateur.

Ensuite, vous devez copier le fichier SIRENE.EXE dans le répertoire EXE. Pensez à faire une sauvegarde du programme SIRENE.EXE initial, avant de l'écraser.

Remarque importante : Pour lancer l'utilitaire MKREG.BAT il faut créer un raccourci à partir du Bureau de Windows et modifier les propriétés "Mémoire (conventionnelle, paginée, étendue et MS-DOS)" pour pour leur affecter la taille maximum et non la taille "Auto" proposée par défaut.

Chapitre 96

Remarques sur les modules de régulation

Si aucun module de régulation n'est actif, les lois Q(t), W(t), Z(t), ou L(t) sont lues normalement dans le fichier (.xml).

Contrairement à la version Dos de SIC 2.1, les modules de régulation dans les versions Windows de SIC 5.* sont prioritaire sur les données lues sur le fichier .xml (version 5.*) ou ancienneemnt fichier .SIR (versions antérieures). Ainsi, si un module de régulation contrôle certaines variables à des noeuds (et leurs prises et ouvrages) ou sections singulières (et leurs ouvrages), les lois Q(t), W(t), Z(t), ou L(t) du fichier (.xml) ou (.SIR) seront totalement ou partiellement ignorées. Totalement si les variables des contrôleurs du module sont en mode Ecrasement, et partiellement si ces variables sont en mode Addition, Soustraction, Multiplication, etc

Avant de commencer un calcul hydraulique, le sous-programme LUSERn (n = 1 à 9) (ou les routines correspondantes des modules préprogrammés PID, DSS, BOMAT, etc.) est appelé pour lire les paramètres de régulation dans le fichier (.REG pour les versons 4 et antérieures, ou xml pour les versions 5.*). A chaque pas de temps de calcul, avant le calcul hydraulique par double balayage, les sous-programmes SUSERn et CUSERn (ou les routines correspondantes des modules préprogrammés PID, DSS, BOMAT, etc.) sont appelés pour calculer les manoeuvres des ouvrages en travers, les manoeuvres aux prises et les Z(t) aval le cas échéant.

Si plusieurs modules de régulation utilisent la même variable de contrôle U alors seul le dernier module définit la manipulera (c'est le dernier module qui a raison). On pourrait imaginer une manière différente de gérer ce type de configuration (par exemple additionner les différentes actions ou les réaliser de manière séquentielle). Mais en l'absence de manière claire de gérer ces options

nous ne les traitons pas de manière autre que celle décrite ci-dessus. Cela ne doit pas poser de problèmes en général, cependant il faut bien avoir en tête que cette règle est vrai pour tous les modules. Cela peut par exemple être génant si l'on utilise un module PID pour manipuler une vanne, puis un module PRINT pour écrire les valeurs de U sur fichier et/ou un module LP pour calculer une norme sur cette variable U. Dans ce cas il vaut mieux décrire le module PID en dernier pour que les vannes soient réellement manoeuvrées (cette remarque est pertinente si les modules PRINT et/ou LP concernent des variables U, si seules des variables Y et Z sont concernées, ne problème ne se pose pas).

Chapitre 97

La méthode ATV

La méthode ATV (Auto Tuning Variation) est une méthode simple permettant de caler automatiquement des contrôleurs de type PID sans connaissances d'automatique, par une simple expérience sur le modèle du canal, fleuve ou rivière.

La méthode s'applique par défaut sur une variable Y, avec son éventuelle consigne YT. Cette trajectoire de consigne est à utiliser avec prudence car ATV doit être appliquée en l'absence de perturbations autres que celles générées par ATV, pour bien capturer la dynamique à contrôler. Mais il peut y avoir des petits écarts au démarrage du transitoire qu'on veut justement enlever en décalant la variable Y de cet écart justement en utilisant YT. Il est aussi possible d'appliquer la méthode ATV non pas sur Y(1), mais sur une combinaison linéaire des composantes d vecteur Z. Par défaut les coefficients de la combinaison linéaire sont les mêmes (1/nombre de Z), ce qui donne la moyenne arithmétique. Mais il est possible de choisir d'autres coefficients en les écrivant, 1 par ligne, dans un fichier ATV.TXT. Cela peut être utile pour caler les coefficients PID d'un régulateur Bival par exemple.

Exemple de fichier ATV.TXT :

```
0.4
0.6
```

Dans ce cas la variable contrôlée sera $0.4Z(1)+0.6$Z(2)

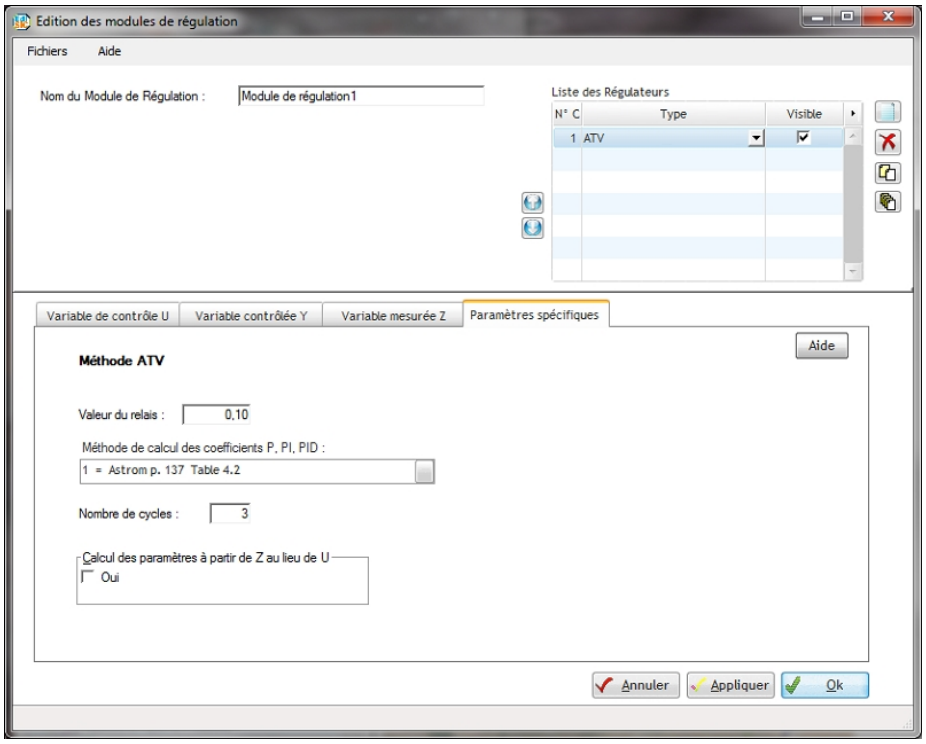


FIGURE 97.1 – editregv5_atv

Pour la méthode ATV on lit 6 paramètres (Format de la ligne PS : `(5(F8.2,1X),F8.2)`) qui sont, dans l'ordre :

```
*          R      METH     CYCLE      UouZ        MG        MP
PS=     0.20      1.00      0.00      0.00      0.00      0.00
```

- R est le relai (en mètres, ou en m^3/s s'il y a une structure maitre-esclave). Il est positif pour des contre-réactions classiques (par exemple, le contrôle par aval) et négatif pour la configuration inverse (par exemple contrôle par l'amont).
- METH est la méthode utilisée pour calculer les coefficients P, PI et PID : *-1 = Astrom p. 137 Table 4.2* -2 = Astrom p.141-142 (r=0.5, Phi = 20°) *-3 = Astrom p.141-142 (r=0.41, Phi = 61°)* -4 = Astrom p.141-142 (r=0.29, Phi = 46°) *-5 = Flaus p. 72 Table 2.7* -6 = Flaus p. 72 Table 2.8 léger dépassement *-7 = Flaus p. 72 Table 2.8 sans dépassement* -8 = Cemagref à partir des marges de gain et de phase
- CYCLE est le nombre de cycles souhaités (ou validation manuelle si = 0)
- UouZ est le choix permettant (si =1) d'utiliser la mesure Z plutôt que U pour calculer Ku (utile en cas de saturations ou précision limitée des actionneurs et que vous utilisez des données réelles à l'aide de la liaison

SCADA). Dans ce cas, vous définissez le Z correspondant comme la mesure de l'ouverture de la vanne, et de cette façon vous obtiendrez l'ouverture réelle de la vanne appliquée à la place de la théorique théorique.
— MG est la Marge de Gain souhaitée (pour l'option 8)
— MP est la Marge de Phase souhaitée (pour l'option 8)

Les coefficients K, T_i et T_d du PID sont obtenus à partir de K_u et T_u de la méthode de l'ATV en utilisant les formules ci-dessous. T_u est la période d'oscillation des cycles. K_u est calculé par $K_u = 4\frac{R}{\pi E_{max}}$. Si UouZ=0 R vaut la valeur du relai souhaité et si UouZ=1 R vaut la valeur du relai effectivement mesurée sur le canal (= $Z(1)$). Les valeurs des coefficients K, T_i et T_d du PID sont ensuite calculés à partir de K_u et T_u de la méthode ATV de la manière suivante :

Astrom p. 137, Table 4.2 :

| *K* | *Ti* | *Td* |

|P | 0.5 Ku | | | |PI | 0.4 Ku | 0.8 Tu | | |PID | 0.6 Ku | 0.5 Tu | 0.125 Tu |

Astrom p. 141-142, r=0.5, Phi=20° :

| *K* | *Ti* | *Td* |

|P | 0.5 Ku | | | |PI | 0.47 Ku | 0.4373 Tu | | |PID | 0.47 Ku | 0.4546 Tu | 0.1136 Tu |

Astrom p. 141-142, r=0.41, Phi=61° :

| *K* | *Ti* | *Td* |

|P | 0.5 Ku | | | |PI | 0.1988 Ku | 0.0882 Tu | | |PID | 0.1988 Ku | 1.23 Tu | 0.3077 Tu |

Astrom p. 141-142, r=0.29, Phi=46° :

| *K* | *Ti* | *Td* |

|P | 0.5 Ku | | | |PI | 0.2015 Ku | 0.1537 Tu | | |PID | 0.2015 Ku | 0.7878 Tu | 0.197 Tu |

Flaus p. 72, table 2.7 :

| *K* | *Ti* | *Td* |

|P | 0.5 Ku | | | |PI | 0.45 Ku | 0.833 Tu | | |PID | 0.6 Ku | 0.5 Tu | 0.125 Tu |

Flaus p. 72, table 2.8, léger dépassement :

| *K* | *Ti* | *Td* |

|P | 0.5 Ku | | | |PI | 0.45 Ku | 0.833 Tu | | |PID | 0.33 Ku | 0.5 Tu | 0.333 Tu |

Flaus p. 72, table 2.8, sans dépassement :

| *K* | *Ti* | *Td* |

|P | 0.5 Ku | | | |PI | 0.45 Ku | 0.833 Tu | | |PID | 0.2 Ku | 0.5 Tu | 0.333 Tu |

Pour la méthode “Cemagref à partir des marges” : on spécifie les performances souhaitées en terme de marge de gain et de marge de phase. Lorsque l'on rentre une valeur pour une marge de gain, l'interface propose automatiquement la marge de phase maximum que l'on peut demander. Il est possible de la diminuer mais pas de l'augmenter (ou cela conduirait à des coefficients aberrants). Nous contacter pour plus de détails ou voir nos publications scientifiques sur ce sujet.

Références bibliographiques :

Cheng-Ching Yu. Autotuning of PID controllers. A relay feeback approach. 2nd Edition. Springer, 2006.

X. Litrico and P.-O. Malaterre. Test of auto-tuned automatic downstream controllers on gignac canal. In USCID conference on SCADA, editor, USCID conference on SCADA, Denver, 2007.

X. Litrico, P.-O. Malaterre, J.-P. Baume, P.-Y. Vion, and J. Ribot-Bruno. Automatic tuning of PI controllers for an irrigation canal pool. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 133:27–37, February 2007.

Chapitre 98

La méthode ATVPID

La méthode ATVPID consiste à enchaîner la méthode ATV, puis d'appliquer le PID ainsi calé puis de passer à l'ouvrage suivant et de faire la même chose ainsi de suite sur tous les ouvrages choisis pour cette méthode ATVPID (si on a donc plusieurs U).

Pour bien comprendre cette méthode il est donc conseillé de lire la documentation de la méthode ATV, ainsi que du PID. Un article détaille ces procédures : https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00450874/document.

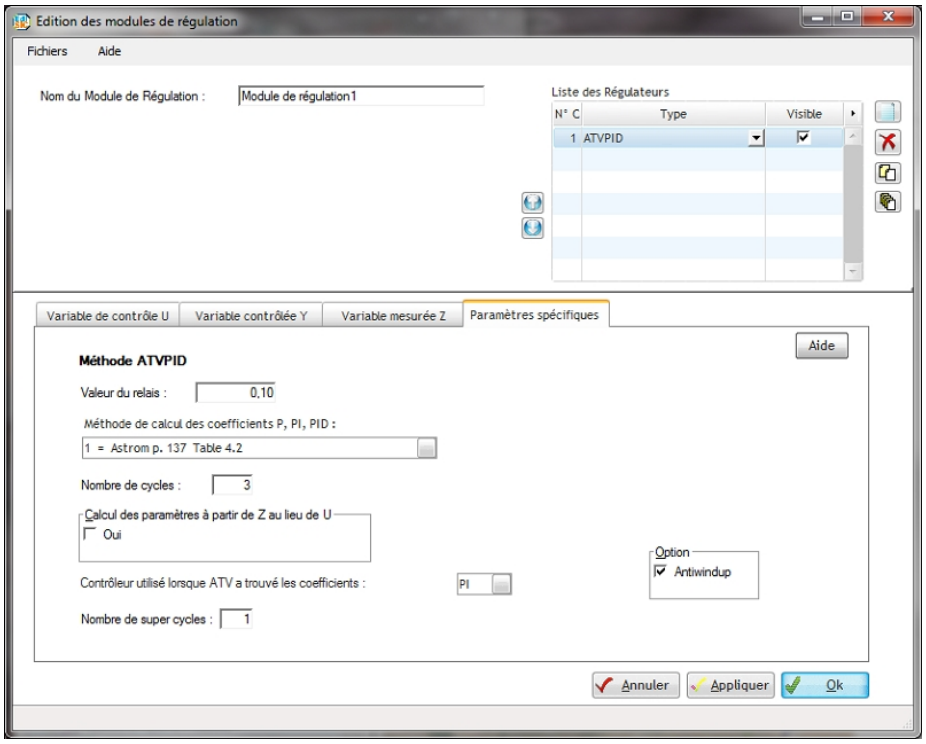


FIGURE 98.1 – editregv5_atvpid

Pour la méthode ATVPID on lit 8 paramètres au format (7(F8.2,1X),F8.2) :

```
* Paramètres spécifiques
*          R      METH     CYCLE      UouZ     CHOIX   AntiWup        MG        MP
PS=     0.20      8.00      3.00      1.00      2.00      1.00     10.00     61.00
```

- R est la valeur du relais (par défaut il est le même pour tous les U s'il y en a plusieurs, mais il peut être différentié pour chaque U grâce au fichier ATVPID.TXT, cf ci-dessous). Il est positif pour les cas classiques de contre réaction (régulation par l'aval) et négatif pour le cas inverse (régulation par l'amont).
- METH est la méthode utilisée pour calculer les coefficients P, PI et PID lors du calcul ATV : *-1 = Astrom p. 137 Table 4.2* -2 = Astrom p.141-142 (r=0.5, Phi = 20°) *-3 = Astrom p.141-142 (r=0.41, Phi = 61°)* -4 = Astrom p.141-142 (r=0.29, Phi = 46°) *-5 = Flaus p. 72 Table 2.7* -6 = Flaus p. 72 Table 2.8 léger dépassement *-7 = Flaus p. 72 Table 2.8 sans dépassement* -8 = Cemagref à partir des marges
- CYCLE est le nombre de cycles souhaités (ou validation manuelle si = 0)
- UouZ est le choix permettant (si =1) d'utiliser la mesure Z plutôt que U pour calculer Ku (utile en cas de saturations ou précision limitée des

actionneurs et que vous utilisez des données réelles à l'aide de la liaison SCADA). Dans ce cas, vous définissez le Z correspondant comme la mesure de l'ouverture de la vanne, et de cette façon vous obtiendrez l'ouverture réelle de la vanne appliquée à la place de la théorique théorique.
- CHOIX correspond au choix fait pour enclencher le contrôleur P (CHOIX=1), PI (CHOIX=2) ou PID (CHOIX=3) lorsque ATV a trouvé les coefficients adéquats.
- AntiWup est l'option Antiwindup comme décrite pour le PID (cf. routine CPID).
- MG est la Marge de Gain souhaitée (pour l'option 8)
- MP est la Marge de Phase souhaitée (pour l'option 8)

Comme on peut le comprendre à la lecture, ci-dessus, des paramètres à fournir, le relais R est, par défaut, le même pour toutes les variables de contrôle U. Cela est restrictif car il y a de nombreux cas où l'on souhaite avoir des valeurs différentes, par exemple pour caler automatiquement en cascade des contrôleurs en débit par-ci et en ouverture par-là, ou des contrôleurs par l'amont à certains ouvrages et par l'aval à d'autres. Depuis la version 4.29g cela est possible en créant un fichier ATVPID.TXT dans le sous répertoire des données en cours. Ce fichier doit a priori contenir autant de lignes que de variables U, chaque ligne indiquant la valeur souhaitée du relai de la variable U. Ces lignes correspondent aux U dans le même ordre qu'indiqué dans les variables de contrôle. Si des lignes sont manquantes ou ne correspondent pas à une valeur réelle, alors la valeur par défaut provenant du paramètre R ci-dessus sera utilisée.

Ce fichier permet également d'ajouter éventuellement des temporisations, c'est à dire un temps (en seconde) à attendre avant le déclenchement d'ATV sur le U suivant (tout cela bien entendu dans le cas où il y a plusieurs U).

Exemple de fichier ATVPID.TXT :

```
*
*
*
*
0.5
3600.
3600.
3600.
3600.
3600.
```

Les valeurs du relais pour U(1) à U(4) seront celles provenant des paramètres ci-dessus $R = 0.2$ car la ligne contient un caractère "*" qui n'est donc pas une valeur réelle acceptable. Le relais de la cinquième variable U(5) sera 0.5.

Des temporisation de 3600s = 1h sont ajoutés, c'est à dire que le module ATVPID attendra 1h avant de lancer ATV sur la variable U suivante.

Lors de l'exécution du calcul en régime transitoire avec ce module, les résultats des cycles obtenus et des coefficients correspondants des PID sont affichés à l'écran dans la fenêtre de message habituelle (cf ci-dessous), et également sur un fichier ATVPIDCOEF.TXT. L'exemple fournit avec SIC (ex2) donne par exemple :

1.70 | 3598.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2400.00 | 4.59 | 1200.00 | 19.78 |
2.42 | 3598.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2400.00 | 6.54 | 1200.00 | 31.30 |
3.85 | 3598.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2400.00 | 10.41 | 1200.00 | 35.26 |
3.01 | 3598.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2400.00 | 8.13 | 1200.00 | 29.83 |
6.99 | 4498.48 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3000.00 | 18.91 | 0.00 | 0.00 |

Les colonnes correspondent, respectivement à : K_p, T_i, T_d, N (filtre), Antiwindup (0 si pas actif ou 1 si actif), T_u, K_u, $\widetilde{T_u}$ $\widetilde{K_u}$ (pour les reports aval-amont, cf références bibliographiques ci-dessous pour les détails des équations)

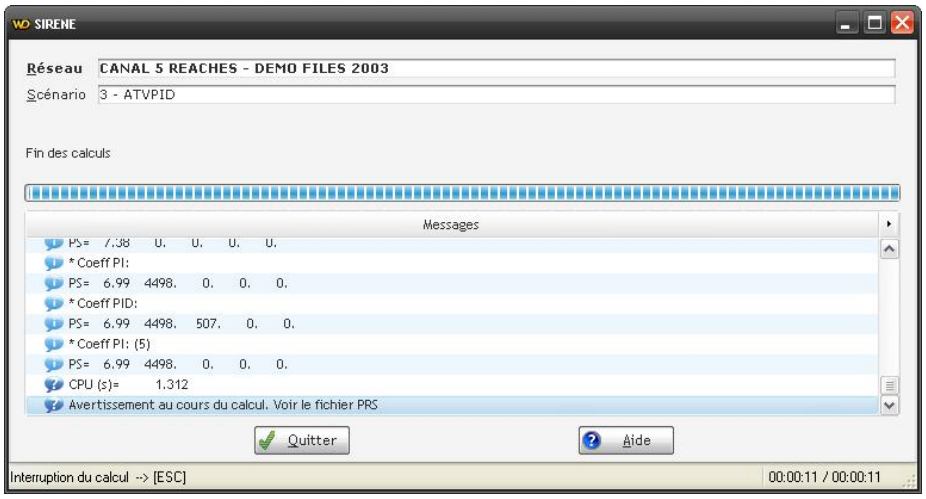


FIGURE 98.2 – doc76

Chapitre 99

La méthode BIVAL

La méthode BIVAL est une méthode de type PI (voire PID) sur une pondération de cote amont et aval dans le bief, inventée par la Sogreah. Il y a peu de documentations sur cette méthode, et il existe probablement différentes variantes. Certaines variantes ont également une méthode de type incrément - décrément - temporisation plutôt que PID. Nous n'implémentons ici que la méthode la plus classique a priori avec un contrôleur de type PID. Sinon quitte à vous de programmer d'autres variantes avec les modules Matlab, Scilab, WDLangue ou User.

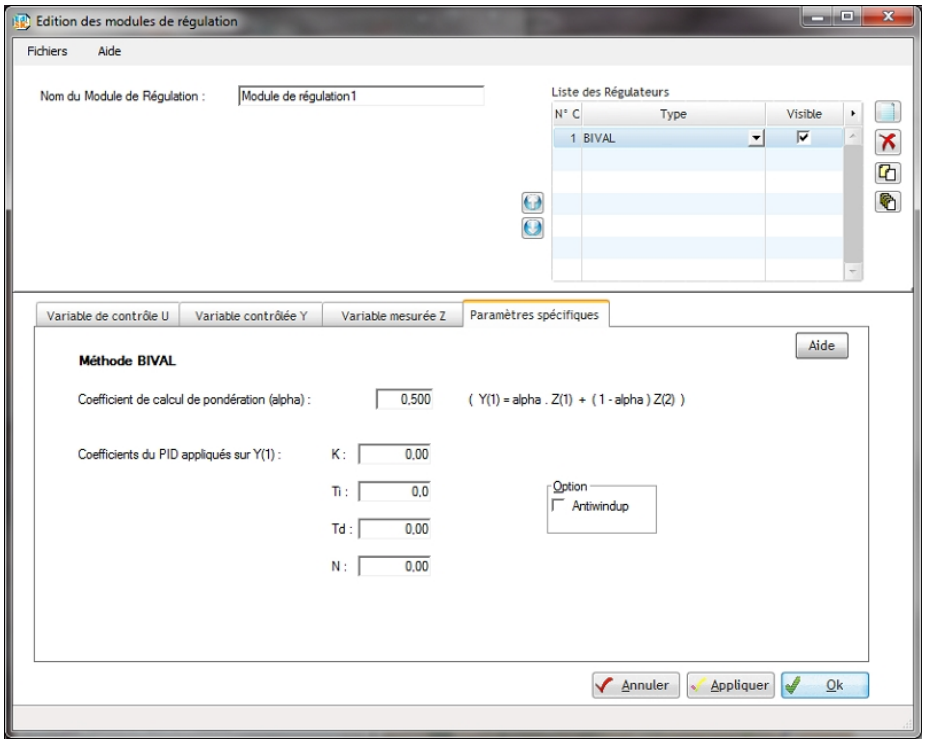


FIGURE 99.1 – editregv5_bival

```
* ALPHA au format (F8.4)
PS=0.5
* K, Ti, Td, N, Antiwindup au format (4(F8.2,1X),F8.2)
PS=0.23     1245.2   0.00     5.00    0.0
```

ALPHA est le coefficient utilisé pour calculer la pondération entre Z(1) et Z(2) :

Y(1)=ALFA*Z(1)+(1-ALFA)*Z(2)

Ce calcul de Y(1) réalisé ainsi à partir de Z(1), Z(2) et ALFA remplace donc la variable d'origine Y(1). Mais il est nécessaire de définir à partir des interfaces cette variable Y(1), pour que la place mémoire soit disponible, et pour pouvoir aussi y affecter une trajectoire YT au cours du temps.

Sur cette variable Y(1) on applique ensuite un PID avec les coefficients K, Ti, Td et N fournis, ansi que l'antiwindup éventuel.

Chapitre 100

La méthode BOLST

La méthode BOLST est une méthode permettant d'imposer des modifications de commandes U à partir d'un fichier texte .txt (format texte ASCII ou ANSI par exemple). Ces modifications sont indiquées en fonction du temps auquel elles sont désirées. Le temps n'est pas forcément à pas de temps régulier. Les valeurs seront ensuite utilisées en mode échelon (visible au pas de temps suivant, comme pour une loi fonction du temps rentrée aux interfaces : on l'applique à l'instant T et elle est visible dans les résultats à l'instant T+DT, donc si on veut la voir à l'instant T il faut la décaler de DT, avec Tlag par exemple) ou rampe (interpolation linéaire, dans ce cas les valeurs seront visibles dans les résultats aux instants indiqués). Ce sont donc des modifications de type Boucle Ouverte, puisque non calculées à partir de variables contrôlées Y ou de variables mesurées Z.

100.1 Créer un fichier de commande .txt au format texte ASCII ou ANSI ou autre

Le fichier texte .txt produit devra contenir les temps d'application de la commande dans les premières colonnes et la valeur des différentes commandes U dans la dernière colonne. Les formats du temps et de la commande sont relativement libres, ou en tout cas peuvent être indiqués avec un format non figé (cf ci-dessous) mais doivent être indiqués au format Fortran dans un fichier de paramétrisation BOLST.TXT. Ce temps est indiqué cependant en jours, mois, année, heure, minute, seconde, même si le format peut être choisi. Attention, la lecture au format Fortran est relativement stricte, il faut respecter les colonnes indiquées dans le format, et les points décimaux de préférence. Si vous n'êtes pas habitués à ces formats, il est préférable le lire une documentation sur le sujet. Sinon le module peut avoir des plantages, ou des comportements non souhaités.

On peut avoir divers régulateurs BOLST, chacun monovariable, et donc agissant

sur une seule commande U, mais le fichier de paramétrisation BOLST.TXT est commun à tous ces régulateurs BOLST, avec une ligne de configuration pour chaque régulateur BOLST.

Un exemple est fourni sous dat/ex8_bolst, avec 2 modules BOLST. Un des 2 fichiers agissant sur une commande U en débit (fichier QPRISE_02092001.TXT) contient 4 changements de valeurs :

```
02:09:2001:00:00:00:0.000
02:09:2001:05:00:00:-.100
02:09:2001:15:00:00:0.100
02:09:2001:21:00:00:0.300
```

Attention à ne pas laisser de lignes vides en bas de ce fichier, car sinon ces lignes seront lues comme si tous les nombres sont à 0, ce qui donnera T=0 et a-priori créera un message d'erreur selon lequel les temps ne sont pas croissants (ou ligne vide).

Le format des dates et heures est ici JJ:MM:AA:HH:MM:SS, et la variable U en format F10.3, comme indiqué sur la ligne correspondante du fichier BOLST.TXT avec les notations de format classiques en FORTRAN : (2(I2,1X),I4,1X,3(I2,1X),F10.3)

Ce fichier doit être enregistrée dans un fichier nommé avec un nom de son choix, qui sera indiqué dans le fichier BOLST.TXT. Dans l'exemple fournit on a 2 fichiers : `QPRISE\_02092001.TXT` et `HCRUE\_G\_02092001.TXT` situés par défaut dans le même dossier que le fichier XML du projet. Mais quitte à l'indiquer dans le fichier BOLST.TXT ces fichiers peuvent aussi être situés ailleurs, dans un ou plusieurs autres sous-répertoires, avec la commande "DIR=" :

```
% Cette ligne est optionnelle et ignorée si elle débute par DIR=DEF
DIR=DEFAUT
```

Mais si on indique un sous-répertoire avec le code "DIR=", alors les fichiers suivants lus plus bas dans le fichier BOLST.TXT seront cherchés dans cet autre sous-répertoire. Il faut mettre le nom complet C:/..., ou il est possible qu'il accepte également les chemins relatifs par rapport au sous-répertoire des données ..DAT2 ! Il est possible aussi que sous certains OS il faille doubler les \. A tester si besoin ... On peut mettre autant de commande "DIR=" que l'on veut dans un fichier BOLST.TXT, et ainsi les fichiers suivants seront cherchés et lus dans ce ou ces sous-répertoires.

```
% Dans ce cas les fichiers de données des modules BOLST (QPRISE\_02092001.TXT et HCRUE\
DIR=C:/DATA/SICBOLST
```

Ce dernier cas permet d'avoir plusieurs projets SIC situés dans des sous-répertoires différents qui vont lire les même fichiers de données pour des modules BOLST dans un ou plusieurs sous-répertoires communs à ces divers projets SIC.

Attention : pour les versions des programmes Fluvia et Sirene compilés avec le

compilateur Digital, le même fichier .TXT ne peut pas être ouvert simultanément plusieurs fois par plusieurs modules. Dans ce cas il faut le dupliquer avec des noms différents utilisés par les modules BOLST correspondants (ou utiliser une version de Fluvia ou Sirene compilée en Intel, cela est indiqué dans la sélection de la version souhaitée).

100.2 Configuration du module BOLST dans SIC

Pour configurer un module BOLST dans SIC, il faut :

— Choisir le module BOLST dans la fenêtre d'édition des modules de régulation,
— Choisir la (une seule, sinon les autres seront identiques à la première et seule lue sur le fichier .txt correspondant) commande U. Les variables Y, YT et Z ne sont pas utilisées dans ce module, car c'est un module de type Boucle Ouverte,
— Définir les paramètres spécifiques de la méthode BOLST.

100.3 Paramètres spécifiques du module BOLST

Les paramètres spécifiques sont les mêmes que ceux de la méthode BOMAT ou BOSCI : - Facteur de mise à l'échelle "a" (facteur multiplicatif, ou encore appelé homothétie) - Constante additive "b" (on aura alors U=ax+b) - Mode Rampe ou Échelon - Ecriture ou non des données du fichier .txt lues sur le fichier Nom_Sirene.lst

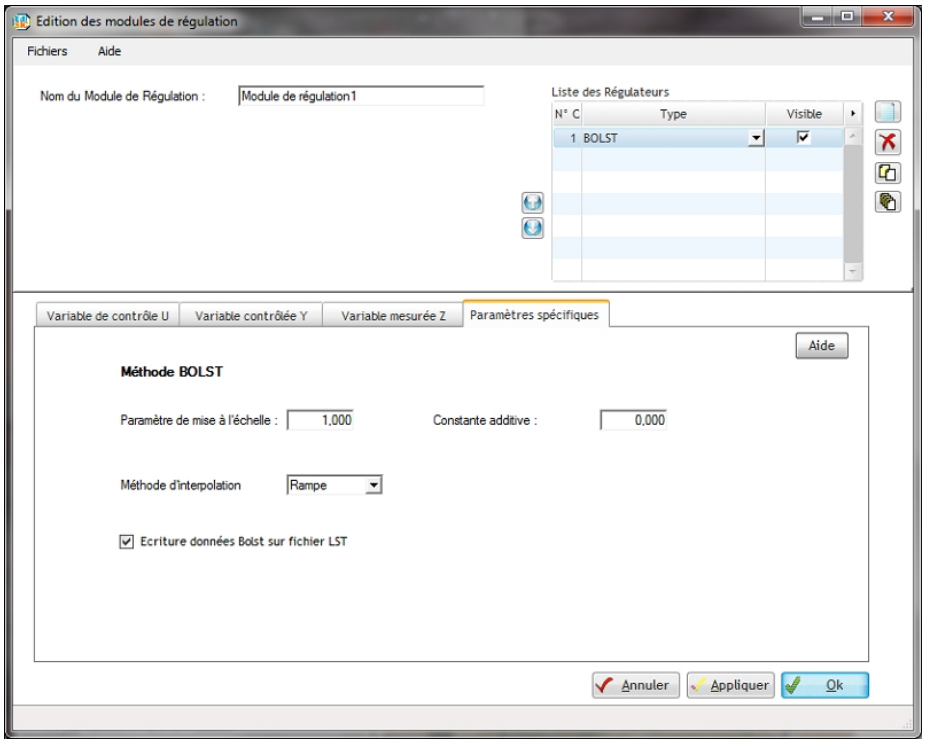


FIGURE 100.1 – editregv5_bolst

100.4 Paramètre de mise à l'échelle

C'est un coefficient multiplicateur qui sera appliqué aux valeurs présentes dans le fichier .txt avant application de la commande. Un second coefficient multiplicateur peut être ajouté dans le fichier BOLST.TXT qui se multipliera à celui-là pour obtenir un facteur modifié global. Ces coefficients seront écrits et indiqués sur le fichier Nom_Sirene.lst

100.5 Constante additive

Cette constante additive sera ajoutée à la valeur lue, éventuellement modifiée par le facteur multiplicatif évoqué ci-dessus. La variable U injectée dans le modèle sera donc de la forme U=ax+b où a est le facteur multiplicatif, b la constante additive et x la valeur lue sur le fichier .TXT (ou plutôt interpolée pour le temps courant en mode rampe).

100.6 Méthode d'interpolation

Les deux méthodes d'interpolation disponibles sont les mêmes que celles des lois fonction du temps.

100.7 Ecriture sur fichier LST

Les données lues sur les fichiers .TXT peuvent être écrites sur le fichier Nom_Sirene.lst, pour vérifier si elle sont bien lues correctement. Dans ce cas, le format est le suivant :

```
Numéro du BOLST    T-Tlag    Tavant    Taprés    U(1)
BOLST n°    1    -3000.         0.       3600.       2.500
BOLST n°    2   -13800.      -3600.      14400.       0.000
```

Le Numéro du BOLST est celui lu dans le fichier BOLST.TXT décrit ci-dessous en bout de ligne. Tavant et Taprés sont les 2 temps lus dans le fichier .TXT sur 2 lignes consécutives qui encadrent ou encadreront le temps courant éventuellement décalé du temps de retard Tlag : T-Tlag

100.8 Restriction

On peut avoir plusieurs régulateurs de ce type (BOLST) pour une simulation. Chaque BOLST est monovariable. Toutes les méthodes BOLST récupèrent le nom du fichier et certains paramètres sur un fichier commun BOLST.TXT :

```
% We can put comment, with lines beginning by %, ! or /
DIR=DEFAUT                % This line is optionnal and ignored if starts by DIR=DEF
TLAG=3600.                % This line is optionnal. It gives a time shift (in s) to apply to the
% From version 5.38c3 the scaling factor format changes from 4.1 to 7.3
% The format is then : FORMAT(A20,1X,A36,1X,F7.3,1X,2(I2,1X),I4,1X,3(I2,1X),I2)
HCRUE\_G\_02092001.TXT      (2(I2,1X),I4,1X,3(I2,1X),F10.3)   1.000 02/09/2001 00:00:00  1
% Time Lag can be different for each BOLST module (as DIR also)
TLAG=14400.               % This line is optionnal. It gives a time shift (in s) to apply to the
QPRISE\_02092001.TXT       (2(I2,1X),I4,1X,3(I2,1X),F10.3)   1.000 02/09/2001 01:00:00  2
```

TLAG= permet de décaler dans le temps les valeurs lues. Si TLAG > 0 on ajoute un retard. Si TLAG < 0 on anticipe. On peut avoir plusieurs lignes de définition de Tlag qui s'appliqueront alors aux fichiers des BOLST indiqués à la suite de cette ligne.

Dans le fichier BOLST.TXT il y a également autant de lignes de que modules BOLST utilisés de définition des paramètres de ces modules. Il faut respecter le format de ce fichier. En particulier on doit y trouver sur chaque ligne (illustré sur l'exemple fourni) :

```
Cette ligne est lue au format : (A20,1X,A36,1X,F7.3,1X,2(I2,1X),I4,1X,3(I2,1X),I2)
QPRISE\_02092001.TXT : le nom du fichier sur 20 caractères maximum
(2(I2,1X),I4,1X,3(I2,1X),F10.3) : le format de lecture sur 36 caractères maximum
1.000 : un facteur de scaling supplémentaire qui se multipliera à celui éventuel des pa
02/09/2001 01:00:00 : un temps de référence, qui sera soustrait aux temps lus sur les l
2 : le numéro du module BOLST, puisqu'on peut en avoir plusieurs, au format I2.
```

Le numéro du module BOLST est celui dans l'ordre des modules de régulation défini dans les interfaces de SIC. Ils peuvent être dans l'ordre naturel 1 à n, ce qui est le plus classique ou dans un ordre quelconque si pour une raison ou pour une autre c'est plus simple ainsi. On peut également mettre le numéro 0, pour tous, dans ce cas ils seront appliqués dans l'ordre des lignes lues.

Dans le fichier BOLST.TXT on peut mettre des lignes de commentaires qui commencent par les caractères %, ! ou / en première colonne.

La version de Fluvia et/ou Sirene utilisée est libre hormis la remarque ci-dessus sur Digital ou Intel pour avoir la possibilité d'utiliser le même fichier .TXT plusieurs fois par différents modules BOLST.

Le format du fichier BOLST.TXT ainsi que des fichiers contenant les données doivent etre respectés de manière stricte, car ils seront lus ensuite par des programmes Fortran Fluvia ou Sirene.

Prochainement le format des dates et heures pourra être plus largement choisi, dans une liste de formats standards, avec par exemple les formats de Matlab :

Table 1 : Standard MATLAB Date format definitions

Number	String	Example
0	'dd-mmm-yyyy HH:MM:SS'	01-Mar-2000 15:45:17
1	'dd-mmm-yyyy'	01-Mar-2000
2	'mm/dd/yy'	03/01/00
3	'mmm'	Mar
4	'm'	M
5	'mm'	03
6	'mm/dd'	03/01
7	'dd'	01
8	'ddd'	Wed
9	'd'	W
10	'yyyy'	2000
11	'yy'	00
12	'mmmyy'	Mar00
13	'HH:MM:SS'	15:45:17
14	'HH:MM:SS PM'	3:45:17 PM
15	'HH:MM'	15:45
16	'HH:MM PM'	3:45 PM

17		'QQ-YY'	Q1-96
18		'QQ'	Q1
19		'dd/mm'	01/03
20		'dd/mm/yy'	01/03/00
21		'mmm.dd,yyyy HH:MM:SS'	Mar.01,2000 15:45:17
22		'mmm.dd,yyyy'	Mar.01,2000
23		'mm/dd/yyyy'	03/01/2000
24		'dd/mm/yyyy'	01/03/2000
25		'yy/mm/dd'	00/03/01
26		'yyyy/mm/dd'	2000/03/01
27		'QQ-YYYY'	Q1-1996
28		'mmmyyyy'	Mar2000
29	(ISO 8601)	'yyyy-mm-dd'	2000-03-01
30	(ISO 8601)	'yyyymmddTHHMMSS'	20000301T154517
31		'yyyy-mm-dd HH:MM:SS'	2000-03-01 15:45:17

Table 2: Free-form date format symbols

Symbol	Interpretation of format symbol
yyyy	full year, e.g. 1990, 2000, 2002
yy	partial year, e.g. 90, 00, 02
mmmm	full name of the month, according to the calendar locale, e.g. "March", "April" in the UK and USA English locales.
mmm	first three letters of the month, according to the calendar locale, e.g. "Mar", "Apr" in the UK and USA English locales.
mm	numeric month of year, padded with leading zeros, e.g. ../03/.. or ../12/..
m	capitalized first letter of the month, according to the calendar locale; for backwards compatibility.
dddd	full name of the weekday, according to the calendar locale, eg. "Monday", "Tueday", for the UK and USA calendar locales.
ddd	first three letters of the weekday, according to the calendar locale, eg. "Mon", "Tue", for the UK and USA calendar locales.
dd	numeric day of the month, padded with leading zeros, e.g. 05/../.. or 20/../..
d	capitalised first letter of the weekday; for backwards compatibility
HH	hour of the day, according to the time format. In case the time format AM | PM is set, HH does not pad with leading zeros. In case AM | PM is not set, display the hour of the day, padded with leading zeros. e.g 10:20 PM, which is equivalent to 22:20; 9:00 AM, which is equivalent to 09:00.
MM	minutes of the hour, padded with leading zeros, e.g. 10:15, 10:05, 10:05 AM.
SS	second of the minute, padded with leading zeros, e.g. 10:15:30,

```
        10:05:30, 10:05:30 AM.
FFF     milliseconds field, padded with leading zeros, e.g.
        10:15:30.015.
PM      set the time format as time of morning or time of afternoon. AM
        or PM is appended to the date string, as appropriate.
```

Chapitre 101

La méthode BOMAT

La méthode BOMAT est une méthode permettant d'imposer des modifications de commandes U à partir d'un fichier .mat au format MatLab. Ces modifications sont indiquées en fonction du temps auquel elles sont désirées. Ce sont donc des modifications de type Boucle Ouverte.

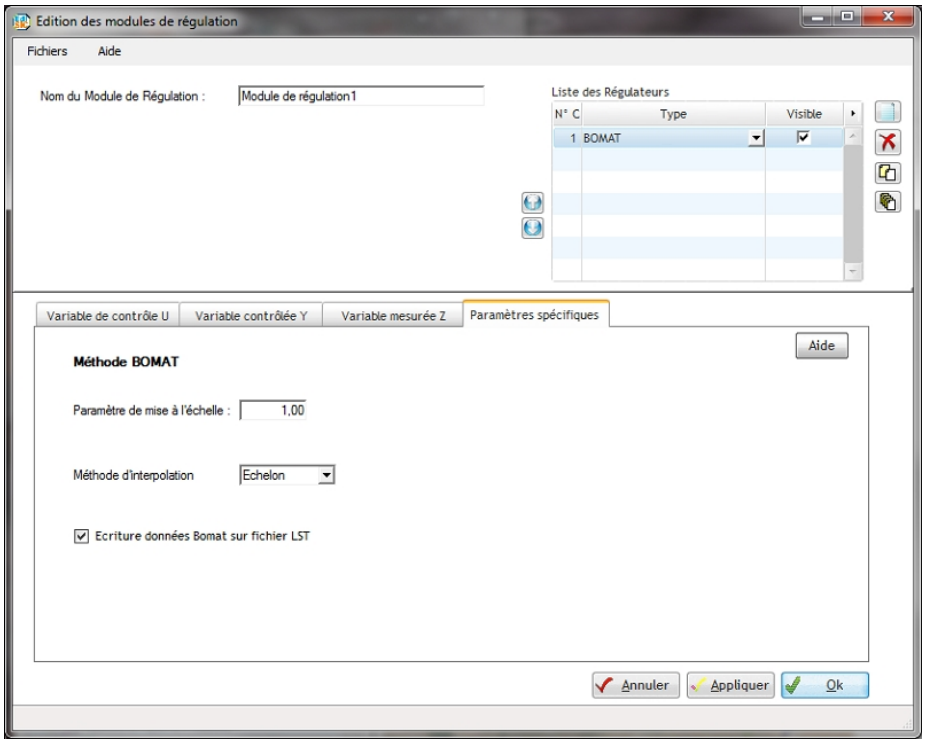


FIGURE 101.1 – editregv5_bomat

— SCALING INTERPOL WRITE au format (F8.2,1X,F8.2,1X,F8.2) PS=1.0 0. 1.

Le nom du fichier est quelconque car il peut être sélectionné dans la liste des fichiers .mat. Si un fichier Bomat.mat existe alors il sera choisi sans demande aux interfaces. Le nom de la matrice doit être si possible U. Sinon il y aura un warning à l'écran et sur le fichier .lst. Mais, même dans ce cas, la première matrice trouvée sera lue et le programme continuera. La matrice doit comporter les temps en seconde dans la 1ere ligne et les divers U à ces instants dans les lignes suivantes. Le fichier doit être créé par MatLab, par exemple par une commande :

save Bomat.mat U ;

On lit un paramètre de scaling, un paramètre d'interpolation ainsi qu'un flag pour écrire ou non les données de la matrice .mat sur le fichier Nom_Sirene.lst, sur le fichier .xml aux balises PS=

READ(U,'(F8.2,1X,F8.2,1X,F8.2)',ERR=10) PARA(1),PARA(2),PARA(3)

Si le paramètre d'interpolation PARA(2)=0 alors les modifications des U sont faites par échelon, si PARA(2)=1 alors les modifications des U sont faites par

rampes (interpolation linéaire).

Attention on ne peut avoir qu'un seul module de ce type (BOMAT)

En sortie de lecture on a : PARA(4)=NU PARA(5)=NT

Le module BOMAT peut gérer les variables U en mode absolu et relatif, mais pas en mode incrémental (il n'y aura pas de message d'erreur mais la commande U sera appliquée à tous les instants intermédiaires entre deux valeurs de temps, ce qui n'est a priori pas souhaité en mode incrémental).

Une version de lien DDE avec Matlab doit etre sélectionnée en option pour que ce module soit actif. En effet la programmation de ce module utilise des routines fournies par MatLab. Si cela pose problème nous pouvons programmer une lecture des fichiers .mat au format -V4 qui peut se faire en lecture directe en binaire sans utiliser de routines internes MatLab. La méthode BOSCIL très proche pour des matrices dans des fichiers au format .dat de Scilab ne nécessite pas une version avec lien DDE Scilab, mais juste une version compilée avec le compilateur Intel ou DIgital, que nous fournissons (cf les options).

Chapitre 102

La méthode BOSCIL

La méthode BOSCIL est une méthode permettant d'imposer des modifications de commandes U à partir d'un fichier binaire au format Scilab. Ces modifications sont indiquées en fonction du temps auquel elles sont désirées. Ce sont donc des modifications de type Boucle Ouverte.

102.1 Créer une matrice de commande avec Scilab

La matrice produite dans Scilab devra contenir les temps d'application de la commande en première ligne et la valeur des différents commandes U dans les lignes suivantes.

Exemple pour créer deux commandes U qui prennent respectivement les valeurs 5, 10, 5 et 4, 2, 4 à 0, 1 et 2 heures :

```
U=[0, 3600, 7200 ; 5, 10, 5; 4, 2, 4]
```

Le nom de la variable n'a pas d'importance. Celle-ci doit être enregistrée dans un fichier nommé `BOSCILAB.DAT` situé dans le même dossier que le fichier XML du projet à l'aide de la commande :

```
save("Dossier du projet XML/BOSCILAB.DAT",U)
```

102.2 Configuration du module BOSCIL dans SIC

Pour configurer un module BOSCIL dans SIC, il faut :

— Choisir le module BOSCIL dans la fenêtre d'édition des modules de régulation
— Définir un nombre de commande U correspondant à celui de la matrice créée sous Scilab
— Définir les paramètres spécifiques de la méthode BOSCIL

102.3 Paramètres spécifiques du module BOSCIL

Les paramètres spécifiques sont les mêmes que ceux de la méthode BOMAT : - Facteur de mise à l'échelle (facteur multiplicatif, ou encore appelé homothétie) - Mode Rampe ou Echellon - Ecriture ou non des données de la matrice lue sur le fichier Nom_Sirene.lst

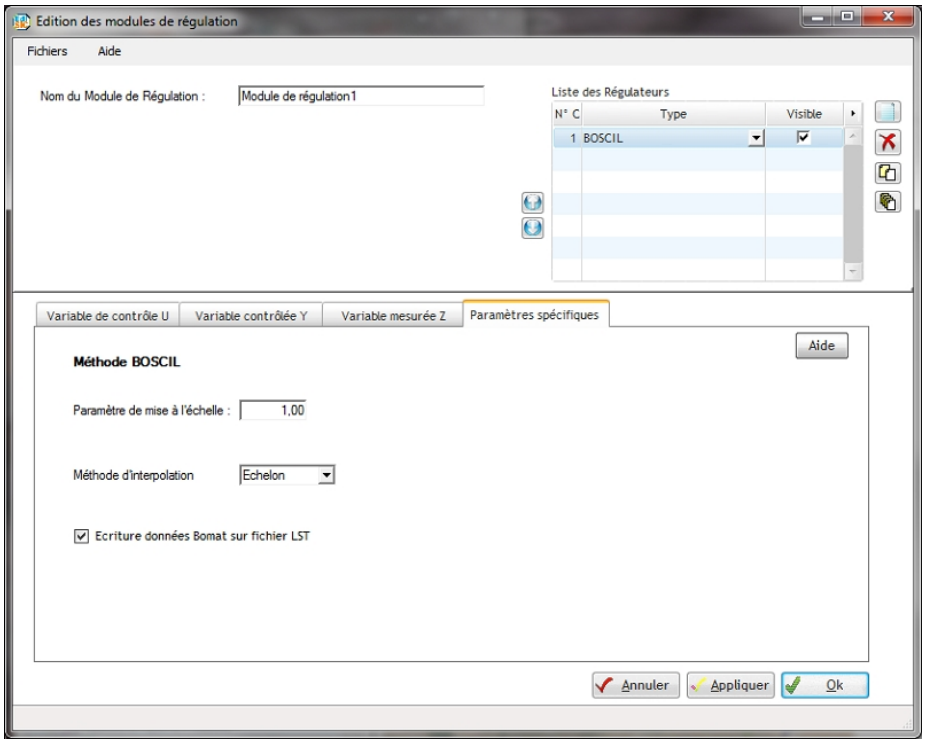


FIGURE 102.1 – editregv5_boscil

102.4 Paramètre de mise à l'échelle

C'est un coefficient multiplicateur qui sera appliqué aux valeurs présentes dans la matrice avant application de la commande.

102.5 Méthode d'interpolation

Les deux méthodes d'interpolation disponibles sont les mêmes que celles des lois fonction du temps.

102.6 Ecriture sur fichier LST

Les données lues sur la matrice BOSCILAB.DAT au format Scilab peuvent être écrites sur le fichier Nom_Sirene.lst, pour vérifier si elle est bien lue correctement.

102.7 Restriction

On ne peut avoir qu'un seul module de ce type (BOSCIL) pour une simulation.

La version de Fluvia et/ou Sirene utilisée n'est pas obligée de contenir le lien DDE Scilab. Avant la version 5.36c incluse, il fallait cependant une version compilée avec le compilateur Fortran Intel (dans les options lien DDE Matlab ou Scilab on indique entre parenthèse quel compilateur a été utilisé pour la version correspondante). A partir de la version 5.36d cette option est disponible de base pour toutes les versions de Fluvia et Sirene, compilées avec les compilateurs Fortran Intel ou Digital, avec ou sans lien DDE Matlab et/ou Scilab.

Chapitre 103

La méthode DIGEST

La méthode DIGEST est une méthode qui simule le Digesteur de DSA sur le canal de Gignac. Cette méthode peut par exemple être utilisée par une instance de Sirene pendant qu'une autre instance fonctionne avec le module SCADA. Le module Digesteur est un module récupérant des données mesurées sur le système hydraulique étudié, et les écrit dans un fichier Data.txt.Il attend en retour un fichier Csg.txt dans lequel il y a des consignes à appliquer à des ouvrages mobile. Une fois ce fichier lu il est détruit, pour attendre le prochain.

Afin d'éviter des problèmes d'écriture dans le fichier Data.txt, sachant d'un programme l'attend peut être pour calculer une commande et le détruire ensuite, un fichier intermédiaire Data0.txt est d'abord généré, puis une fois terminé et fermé est renommé en Data.txt.

Cette méthode est gérée par l'éditeur des modules de régulation d'Edisic.

Le premier paramètre à fournir est le temps (en s) séparant chaque génération de fichiers data.txt. Si l'on met un temps inférieur au temps utilisé dans l'instance de Sirene avec le module SCADA on aura une accélération par rapport au temps réel. Cela évite de passer trop de temps devant l'ordinateur tout en ayant les mêmes résultats (en tout cas tant que les algorithmes n'utilisent pas la variable temps réel).

Le second paramètre est le nom complet du sous-répertoire REGULATEUR qui sera utilisé avec sa structure de sous-répertoires décrit dans une documentation complémentaire. Avant la version 5.38c7 ce nom était forcément C:/REGULATEUR. Depuis la version 5.38c7 il est possible de changer ce nom.

Chapitre 104

La méthode DSS

La méthode DSS est une méthode permettant de tester n'importe quel contrôleur de type LTI (linear time invariant) donné par les matrices de sa représentation dans l'espace d'état. Ces matrices (A, B, C et D) sont fournies dans un fichier .mat au format MatLab. Cette méthode permet donc de tester des contrôleurs de type Hinfini, H2, l1, etc.

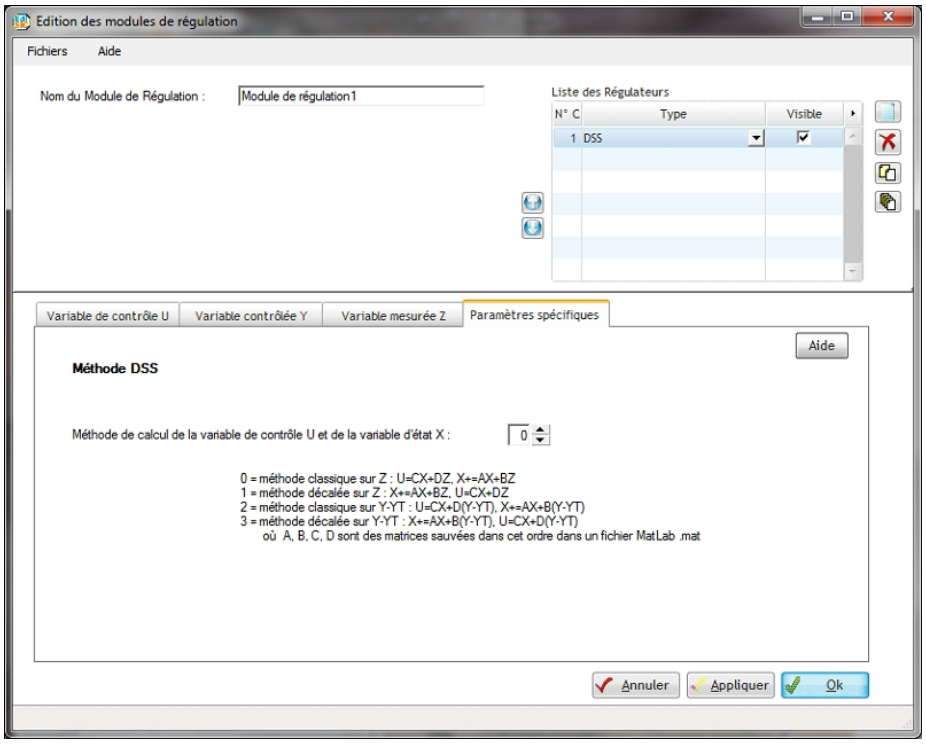


FIGURE 104.1 – editregv5_dss

Pour la méthode DSS on lit un paramètre au format (F8.2) : * N PS= 1.

-* N=0 pour la méthode classique sur Z (U=CX+DZ, X+=AX+BZ) -* N=1 pour la méthode décalée sur Z (X+=AX+BZ, U=CX+DZ) -* N=2 pour la méthode classique sur Y-YT (U=CX+D(Y-YT), X+=AX+B(Y-YT)) -* N=3 pour la méthode décalée sur Y-YT (X+=AX+B(Y-YT), U=CX+D(Y-YT))

Remarques : Le nom du fichier est quelconque car il est sélectionné dans la liste des fichiers .mat Le nom des matrices doit être A, B, C et D et doivent être dans cet ordre dans le fichier .mat

Le fichier a donc du être crée par une commande : save Gains.mat A ; save Gains.mat B -APPEND ; save Gains.mat C -APPEND ; save Gains.mat D -APPEND ;

En sortie de lecture on a :

PARA(1)=NX (nombre d'états) PARA(2)=NU (nombre de variables de contrôle) PARA(3)=NZ (nombre de variables mesurées)

Chapitre 105

La méthode FILEX (FILe EXchange)

La méthode FILEX est une méthode qui s'apparente à celle du digesteur. Elle permet d'envoyer à une application tiers les données récoltées sur le modèle (les commandes U, les variables contrôlées Y, les consignes YT et les mesures Z) et de récupérer des commandes U à appliquer sur le système et calculées par l'application tiers.

A chaque pas de temps de régulation, le module écrit, dans le dossier du projet XML, les fichiers SIC_U.txt, SIC_Y.txt, SIC_YT.txt, SIC_Z.txt comprenant respectivement, les commandes, les variables contrôlées, les consignes et les mesures. Le format d'écriture est `F12.5` avec une ligne par variable.

A l'issue de l'écriture de ces 4 fichiers, le module écrit un fichier SIC_GO.txt indiquant à l'application tiers qu'elle peut lire les 4 fichiers de données. L'application tiers doit alors supprimer le fichier SIC_GO.txt, lire les fichiers de données, écraser le fichier SIC_U.txt avec les nouvelles commandes et écrire un fichier SIC_OK.txt pour indiquer à SIC qu'il peut lire le fichier SIC_U.txt.

Pendant ce temps, le module FILEX scrute la présence du fichier SIC_OK.txt, et, si ce dernier est présent, il efface le fichier SIC_OK.txt et lit le fichier SIC_U.txt. Les commandes lues dans le fichier sont ensuite utilisées telles quelles.

Ce module comprend deux paramètres spécifiques : - Le temps d'attente entre chaque boucle vérifiant la présence de SIC_OK.txt (par défaut 0.1 seconde) - Le temps d'attente maximum pour vérifier la présence de SIC_OK.txt. Si le fichier n'est pas présent au delà de ce temps, la simulation est arrêtée (par défaut 120 secondes)

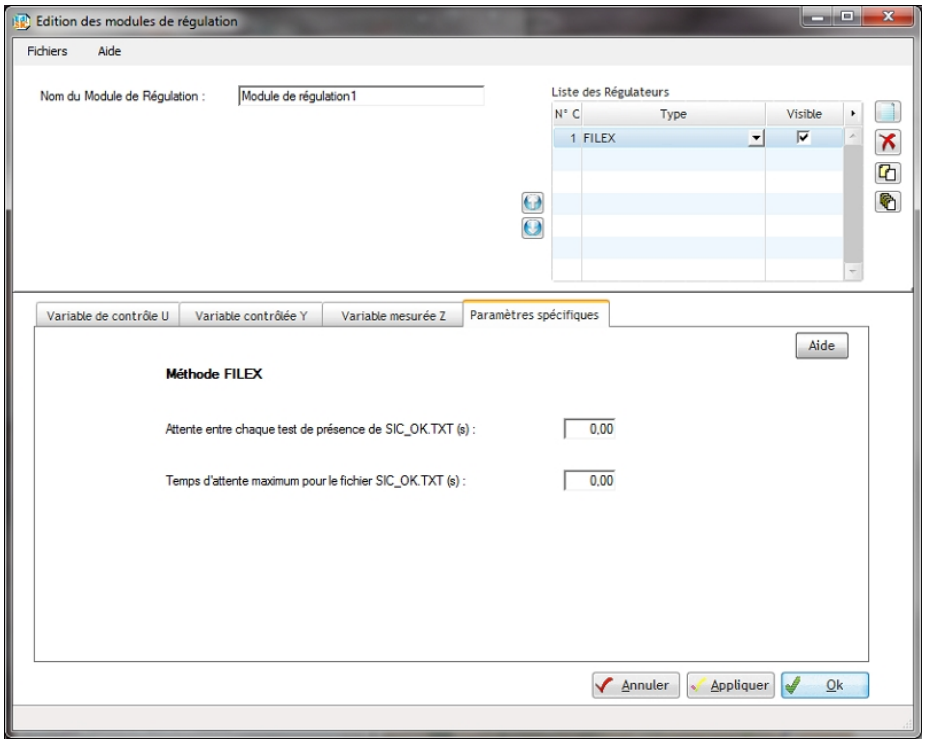


FIGURE 105.1 – editregv5_filex

Exemple de fichier SIC_Y.txt produit par le module FILEX pour 4 variables de contrôlées et lu par l'application tiers :

```
98.45955
98.60769
99.01830
99.61246
```

Exemple de fichier SIC_U.txt produit par l'application tiers pour 4 variables de contrôle et lu par le module FILEX :

```
0.248462
0.284745
0.195793
0.177652
```

Chapitre 106

La méthode LP

Cette méthode ne calcule pas des commandes U à appliquer à des ouvrages, mais calcule la norme Lp d'une mesure Z choisie.

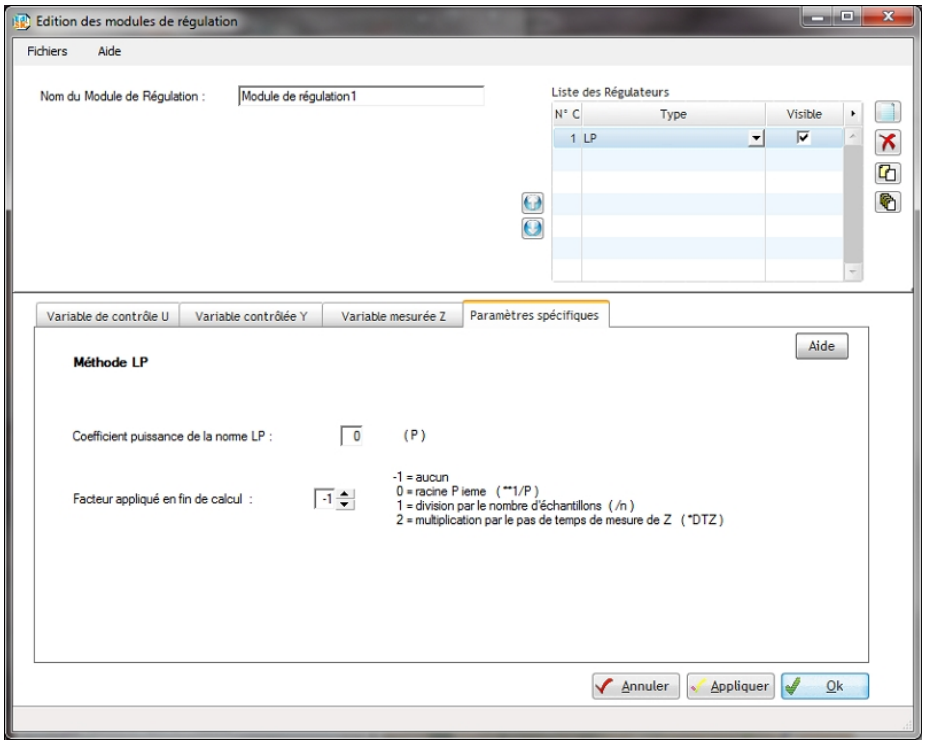


FIGURE 106.1 – editregv5_lp

Pour la méthode LP on lit 2 paramètres au format (F8.2,1X,F8.2) : * P N PS= 2. 1.

P : coeff puissance de la norme LP N : flag pour différentes options (0 : **1/P, 1 : /n, 2:*DTZ, sinon idem)

```
C-----Calcul de l'exposant P, pour la norme LP :
C-----|Z|lp  = (Somme((Z)**p))**(1/p) (pour p entier positif)
C-----|Z|inf = Max(abs(Z)) (pour p=0)

IF(IP.NE.0) THEN
     PARA(3)=PARA(3)+ABS(Z(I))**IP
ELSE
     PARA(3)=MAX(PARA(3),ABS(Z(I)))
ENDIF
```

Le flag N est utilisé en fin de calcul :

```
IF(INT(PARA(2)).EQ.0) THEN
C------Norme classique LP
     IF(IP.NE.0) PARA(3)=PARA(3)**(1./IP)
ELSEIF(INT(PARA(2)).EQ.1) THEN
C------On divise par le nombre d'échantillons
     IF(PARA(4).NE.0) PARA(3)=PARA(3)/PARA(4)
ELSEIF(INT(PARA(2)).EQ.2) THEN
C------Norme utilisée pour l'optimisation des PID par exemple
     PARA(3)=PARA(3)*DTZ
ENDIF
```

Chapitre 107

La méthode MATLAB

La méthode MATLAB ouvre un lien DDE avec le programme Matlab au temps initial et permet d'exécuter un script Matlab (d'extension .m) à chaque pas de temps de régulation DTU pour ce module (qui peut être un multiple du pas de temps de calcul numérique DT).

Le fichier Matlab .m choisi sera utilisé de la manière décrite ci-après. Le nom de ce fichier peut être indiqué dans les paramètres spécifiques de la méthode MATLAB (pidsic.m dans l'exemple fourni sous dat/exemple/matlab). On peut indiquer ce nom soit avec l'extension .m (ex. : pidsic.m), soit sans cette extension (ex. : pidsic). Dans le cas où cette extension n'est pas présente elle sera ajoutée automatiquement. Si ce fichier est trouvé dans le sous-répertoire courant où se trouve le fichier xml du projet en cours, alors il sera celui utilisé, sans proposer à l'utilisateur d'en choisir un autre, ce qui facilite la tâche de l'utilisateur. Mais si ce fichier n'existe pas dans ce sous-répertoire courant, alors un fichier pourra être sélectionné parmi les fichiers .m existants dans le sous répertoire des données. Si aucun nom n'est indiqué, alors un nom par défaut est généré et recherché : module2.m, module3.m, etc, ou de manière générique module"n".m, où "n" est le numéro du régulateur, débutant en général à 2 (car l'indice 1 est utilisé pour les lois fonction du temps, qui sont gérées en interne également comme un régulateur le cas échéant).

Dans les anciennes versions de Matlab, le nom de ce fichier .m ne devait pas être un nom réservé ou une fonction intrinsèque de Matlab (pi.m, bode.m n'étaient par exemple pas autorisés, car dans ce cas Matlab était perturbé et ne lançait pas le fichier .m). Dans les versions plus récentes de Matlab cela ne pose plus de problème. Mais en cas de problème de non exécution de votre script vous pouvez penser à cette précaution. De manière générale nous conseillons de veillez à ne pas utiliser un nom déjà utilisé par une fonction Matlab intrinsèque pour ce fichier. m (par exemple pid.m). Avec certaines versions de Matlab cela ne pose pas de problème (ex 7.1), mais avec d'autres versions cela va générer une erreur

(ex Matlab 2010b), et le script .m ne sera pas exécuté (sans donner de message d'erreur, ce qui peut rendre le débuggage difficile).

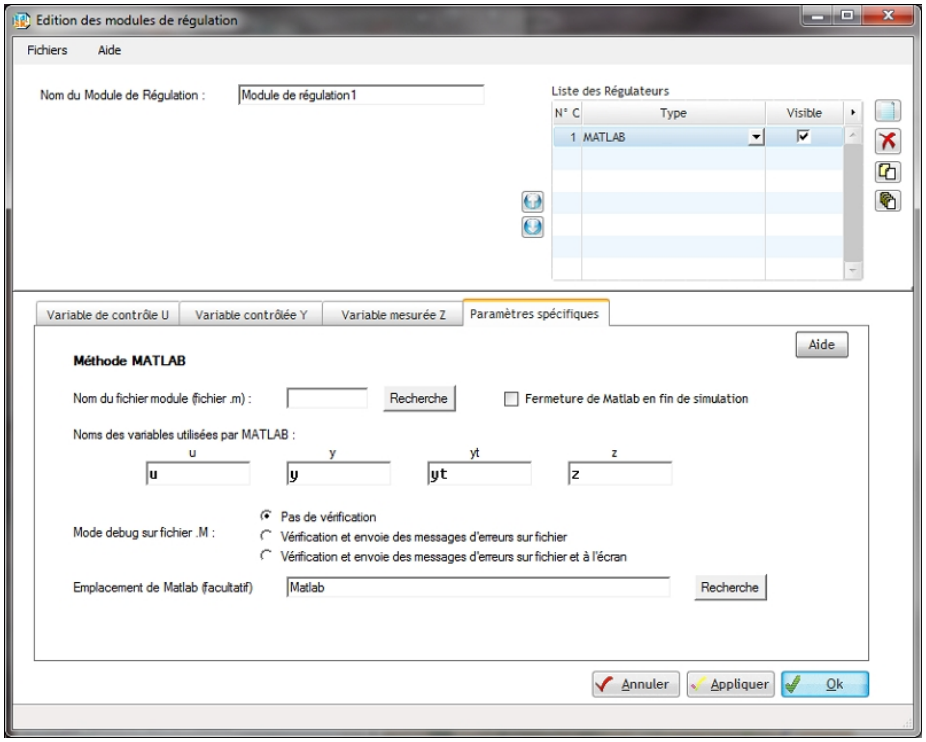


FIGURE 107.1 – editregv5_matlab

Dans l'interface du calcul en régime permanent (Programme FLUVIA) ou transitoire (Programme SIRENE), les noms de ces fichiers .m provenant du projet (fichier xml), générés automatiquement ou sélectionnés par l'utilisateur, sont indiqués.

Au temps initial (t = dt) le programme de calcul en régime transitoire (programme SIRENE de SIC) envoie dans l'environnement Matlab (espace de travail) le pas de temps de calcul dt, le pas de temps de régulation dtu, le temps final tfin et un indice "interf" indiquant si l'on est en mode avec interface ou sans interface (Cf. menu option). Cet indice peut éventuellement être utilisé pour autoriser ou non des affichages à l'écran programmés dans le fichier .m. Il est également possible de faire la même chose avec une série de simulations en régime permanent (programme FLUVIA de SIC).

Puis, à ce pas de temps initial et à chaque pas de temps ultérieur t dt, multiple de dtu (cf. discussion sur DTU et DT), le programme SIRENE (ou FLUVIA) envoie dans l'environnement Matlab (workspace) les variables contrôlées y, les

consignes correspondantes yt, les variables mesurées z, les anciennes commandes u et le temps courant t. Ces variables (ie leurs noms utilisés dans le script Matlab) sont celles décrites dans les paramètres du module de régulation, et on peut éventuellement changer ces noms. Les vecteurs sont gérés dans Matlab comme des vecteurs ligne (size(u) = [1 nu]), contrairement à Scilab où ils sont gérés comme des vecteurs colonne (size(u) = [nu 1]), puisque c'est l'option choisie par défaut dans ces différents environnements. Ces vecteurs y, yt et z sont ceux de l'instant courant t. Le vecteur u est celui calculé à l'instant courant t et qui sera donc appliqué et effectif dès l'instant de calcul suivant t+dt. Si vous voulez avoir l'historique de ces vecteurs c'est à vous de les stocker dans des variables dans l'espace mémoire de Matlab (les variables sont conservées entre 2 appels), ou éventuellement sur un fichier.

Le programme SIRENE (ou FLUVIA) exécute ensuite le fichier Matlab .m (ex. : pidsic.m) sélectionné comme indiqué ci-dessus (et ce à chaque pas de temps t=n.dtu, n=1 à nmax tel que t=nmax.dtu=tfin).

Enfin, le programme SIRENE (ou FLUVIA) récupère les variables de contrôle u dans l'espace de travail et les applique dans SIRENE (ou FLUVIA) aux ouvrages correspondants (définition classique des u dans l'interface Edisic pour le module de régulation correspondant, avec aussi les y, yt et z).

Cette méthode MATLAB permet d'écrire et de tester rapidement une méthode de régulation en profitant de tout l'environnement de développement de Matlab. Elle ne nécessite en outre aucune compilation ni édition de lien du programme SIRENE (ou FLUVIA). Par contre, l'exécution du module de régulation est plus lente (que pour un module de régulation interne (ex. : PID) ou écrit en Fortran via les modules USER1 à USER9) du fait des échanges de données entre SIRENE (ou FLUVIA) et Matlab et du fait qu'un fichier .m est interprété par Matlab et non pas compilé en code directement exécutable. Vous pouvez comparer ces temps d'exécution, et nous fournissons le même exemple avec le PID interne, le lien DDE Matlab, le lien DDE Scilab et le module wdlang.

Exemple de fichier .M (voir l'exemple fourni sous dat/ex4_matlab) :

```
% fichier PIDSIC.M correspondant à un contrôleur PID
% initialisation
% Matlab et Scilab gèrent les vecteurs différemment
% Dans Matlab, par défaut un vecteur est une ligne (size(u)=1 nu)
% Dans Scilab, par défaut un vecteur est une colonne (size(u)=nu 1)
% Pour éviter la double indexation inutile, on s'adapte à cette convention
% Les scripts sous Matlab et sous Scilab sont donc légèrement différents

if t == dt
eold=0;
se=0;
de=0;
[n1 nu]=size(u);
```

```
vu=zeros(n1,nu)+1;
[n1 ny]=size(y);
vy=zeros(n1,ny)+1;
end;

% calcul des coefficients utiles
------
Kp=zeros(n1,nu)+0.5;
Ti=zeros(n1,nu)+5*dt;
Td=zeros(n1,nu);
N =zeros(n1,nu);
%Kp=[16.2 1.69 0.59 1 1.7 1.06 1.38 0.76];
%Ti=[10084 4482 16807 5976 5602 5005 4482 4482];
for i=1:nu,
if Ti(i)==0;
Ki(i)=0;
else
Ki(i)=Kp(i)/Ti(i)*dt/2;
end
if Td(i)==0;
Kd1(i)=0;
Kd2(i)=0;
else
if N==0
Kd1(i)=0;
Kd2(i)=Kp(i)*Td(i)/dt;
else
Kd1(i)=1/(1+N(i)/Td(i)*dt);
Kd2(i)=Kp(i)*N(i)*Kd1(i);
end;
end;
end;

% calcul du pid vectoriel
------
e=yt-y;
se=se+Ki.*(eold+e);
de=Kd1.*de+Kd2.*(e-eold);
u=Kp.*e+se+de;

% sauvegarde ancien ecart
------
eold=e;

if interf == 1
```

```
% dessin de y et u
------
if t == dt
subplot(211),xlabel('temps (h)'),ylabel('y, yt')
,axis([0 25 -.5 .5]),title('Sorties, Consignes');
hold;
subplot(212),xlabel('temps (h)'),ylabel('u')
,axis([0 25 -1.5 1.5]),title('Commandes');
hold;
end;
subplot(211),plot(t*vy/3600,y,'g+',t*vy/3600,yt,'b+');
subplot(212),plot(t*vu/3600,u,'r+');
end
```

Les paramètres pour la méthode MATLAB sont le nom du fichier .m par défaut et le nom des variables dans l'espace de travail Matlab. Ces indications sont facultatives car des noms par défauts sont proposés.

En mode débug = 0 aucune vérification de syntaxe du fichier .m n'est effectuée, en mode débug = 1 des vérifications sont effectuées et les messages éventuels sont écrits sur un fichier matlab.dbg (attention à l'effacer en fin de simulation car il est ouvert en mode "append" et les messages sont concaténés en fin de fichier s'il existe déjà, il peut donc devenir très gros), en mode débug = 2 les messages sont, en outre, affichés à l'écran. On conseille d'utiliser le mode 2 au cours de la mise au point du fichier .m, puis de basculer en mode 0 pour faire les simulations de routine (gain en temps).

On peut indiquer l'emplacement du programme matlab.exe, ce qui est utile si différentes versions de Matlab sont installées sur l'ordinateur. Mais la version de Matlab désirée doit aussi et surtout être définie dans l'option correspondante du menu "Options/Options" qui gère les exe de SIRENE et FLUVIA avec la bonne version de Matlab. Il faut aussi que le PATH système contienne bien la référence au sous répertoire de Matlab (de la bonne version qu'on souhaite utiliser), et qu'il n'y ait pas de référence avant à un autre sous-répertoire contenant également des librairies comme lapack.dll. Sinon il y aura un conflit (par exemple avec une autre version de MatLab, ou une version de Scilab, voir ci-dessous). Dans ce cas on peut avoir un message d'erreur disant que Fluvia ou Sirene ne trouve pas la librairie libmx.dll ("The program can't start because libmx.dll is missing from your computer. Try reinstalling the program to fix this problem"). Les solutions peuvent alors être soit de modifier ce path, soit de renommer temporairement les sous-répertoires d'installation de ces autres programmes (il faut en général avoir les droits administrateur pour faire cela).

On peut aussi indiquer si l'on veut fermer Matlab en fin de simulation (Case cochée pour fermer Matlab).

Le lien DDE Matlab a été compilé avec la version 6.5 (release 13) de Matlab

pour les versions 4.07 à 4.21, avec la version 7.1 (release 14) pour la version 4.22, puis également avec les versions 7.4 (Release 2007a), 7.5 (Release 2007b), 2008 et 2009. Si vous avez une autre version, veuillez nous contacter. Avec les librairies de votre version nous pouvons normalement compiler une version spécifique adaptée à votre version de Matlab (pour l'instant uniquement en 32 bits). Certaines versions de Matlab assurent une compatibilité ascendante avec des versions antérieures du lien DDE Matlab, mais la politique de Matlab sur ce point n'est pas claire. Des versions récentes comme la version 2010b de Matlab (Release 7.11.0.584 pour être précis) est par exemple compatible avec nos versions de Fluvia et Sirene avec le lien DDE MatLab 7.1. Donc, même si votre version de Matlab n'est pas proposée explicitement dans notre liste, nous vous conseillons de tester les différentes versions que nous proposons avec votre version de Matlab, avant de conclure que cela n'est pas disponible.

En cas de problème au lancement du lien DDE (problème pour lancer Matlab, message indiquant que des dll ne sont pas trouvées, ou que des points d'entrée de procédure ne sont pas trouvés dans des dll, ou fonction non trouvée) c'est que vous avez probablement un conflit entre diverses dll liées à MatLab et à Scilab installées sur votre ordinateur. Le problème c'est que ces programmes utilisent un certain nombre de dll dont certaines ont le même nom, comme lapack.dll en particulier. Si vous choisissez l'option "Aucun lien DDE" (en mode "Hydraulique" aller dans le menu Options / Options, Bouton "Choisir" de la rubrique "Version du lien DDE Matlab ou Scilab"), alors les programmes FLUVIA et SIRENE actifs sont ceux ne comportant pas les liens DDE avec MatLab ni Scilab. Il n'y aura donc plus de conflit mais vous ne pourrez pas utiliser ce lien DDE. Vous aurez un message dans la fenêtre d'affichage lors du calcul. Il faudra donc choisir la version de FLUVIA et SIRENE qui correspond à la version de MatLab ou Scilab que vous utilisez (installée sur votre ordinateur) en choisissant l'option "MatLab 6", "MatLab 7.1", "MatLab 7.4", "MatLab 7.5", "MatLab 2008", "MatLab 2009", "Scilab 4" ou "Scilab 5". Dans ce cas, les exe correspondants de FLUVIA et de SIRENE, ainsi que les dlluser*.dll sont copiées dans le sous-répertoire SIC/EXE et deviennent les versions actives.

Si vous avez plusieurs versions de Matlab installées sur votre ordinateur, il faudra définir celle que vous voulez utiliser. Pour cela suivre les instructions indiquées sur le forum Matlab (Register MATLAB as Automation Server) :

https://fr.mathworks.com/help/matlab/matlab_external/register-matlab-as-automation-server.html?requestedDomain=nl.mathworks.com

Sinon vous risquez d'avoir un problème à l'exécution de Fluvia ou Sirene lors de leur tentative d'ouverture de Matlab avec le message "MATLAB ne peut être lancé".

Chapitre 108

La méthode PLOT

En cours ...

Chapitre 109

La méthode POMPES

Cette méthode de régulation mime le fonctionnement d'une station de pompage comprenant un certain nombre de pompes identiques qui se déclenchent ou s'arrêtent en fonction d'un niveau d'eau bas ou haut et d'une temporisation.

```
SUBROUTINE CPOMPES(U,Y,YT,PARA)

   USE D_GLOBAL, ONLY : REPSI
   USE SIRENE_parametres, ONLY : LONG
   USE TEMPS, ONLY : T,TDEB,TFIN
   USE IFICH, ONLY : JREGS
   USE P1, ONLY : INURE
   USE P2, ONLY : INU,INY,DTU

   IMPLICIT NONE

   REAL(KIND=LONG), INTENT(IN) :: Y,YT
   REAL(KIND=LONG), INTENT(INOUT) :: PARA, U

   INTEGER :: NBMIN,NBINI,NBMAX,NBNOW
   REAL(KIND=LONG) :: ZH,ZB,Z1,Z2,Q,TLASTON,TLASTOF
   REAL(KIND=LONG) :: TEMPOonoff,TEMPOoffon,TEMPOonon,TEMPOoffoff
   REAL(KIND=LONG) :: RHO,P,H,PMAX,ETOT
   LOGICAL :: Bon,Boff

   DIMENSION U(*),Y(*),YT(*),PARA(*)
!-----Affectations
      ZH=PARA(1)
      ZB=PARA(2)
      NBMIN=INT(PARA(3))
      NBINI=INT(PARA(4))
```

```
      NBMAX=INT(PARA(5))
      Q=PARA(6)
      TEMPOonoff=PARA(7)
      TEMPOoffon=PARA(8)
      TEMPOonon=PARA(9)
      TEMPOoffoff=PARA(10)
      TLASTON=PARA(11)
      TLASTOF=PARA(12)
      PMAX=PARA(13)
      ETOT=PARA(14)
      NBNOW=PARA(15)

!-----Protection
      IF (Q.EQ.0.) RETURN

!-----Calcul des booléens pour savoir si on peut faire un on et/ou un off
!-----en tenant compte des tempos. Par défaut on ne peut pas (=FALSE)
      Bon=.FALSE.
      Boff=.FALSE.
      IF(TLASTON<=TDEB.AND.TLASTOF<=TDEB) THEN
      !--On n'a rien fait encore donc on peut tout faire (on ou off)
         Bon=.TRUE.
         Boff=.TRUE.
      ELSEIF(TLASTON<=TDEB) THEN
      !--On a déjà fait un off mais pas encore un on
         IF((T-TLASTOF).GE.TEMPOoffon) Bon=.TRUE.
         IF((T-TLASTOF).GE.TEMPOoffoff) Boff=.TRUE.
      ELSEIF(TLASTOF<=TDEB) THEN
      !--On a déjà fait un on mais pas encore un off
         IF((T-TLASTON).GE.TEMPOonon) Bon=.TRUE.
         IF((T-TLASTON).GE.TEMPOonoff) Boff=.TRUE.
      ELSE
      !--On a déjà fait un on et un off
         IF(TLASTON<TLASTOF) THEN
         !--Le dernier réalisé est un off
            IF((T-TLASTOF).GE.TEMPOoffon) Bon=.TRUE.
            IF((T-TLASTOF).GE.TEMPOoffoff) Boff=.TRUE.
         ELSE
         !--Le dernier réalisé est un on (ou les 2 en mm temps mais pas possible)
            IF((T-TLASTON).GE.TEMPOonon) Bon=.TRUE.
            IF((T-TLASTON).GE.TEMPOonoff) Boff=.TRUE.
         ENDIF
      ENDIF

      IF (Y(1).GT.ZH) THEN
```

```
         IF (Q.GT.0) THEN
!--------Arret d'une pompe (alimentation) si possible si Q>0 (N>NBMIN et TEMPO)
            IF(NBNOW.GT.NBMIN.AND.Boff) THEN
               NBNOW=NBNOW-1
               TLASTOF=T
               WRITE(JREGS,830) 'POMPE ',INURE,' - Arret d''une pompe (alimentation) à T=',T,' :
               ,' . U=',U(1),' -> ',NBNOW*Q
            ENDIF
         ELSE
!--------Démarrage d'une pompe (extraction) si possible si Q<0 (N<NBMAX et TEMPO)
            IF(NBNOW.LT.NBMAX.AND.Bon) THEN
               NBNOW=NBNOW+1
               TLASTON=T
               WRITE(JREGS,830) 'POMPE ',INURE,' - Démarrage d''une pompe (extraction) à T=',T,'
               ,' . U=',U(1),' -> ',NBNOW*Q
            ENDIF
         ENDIF
      ELSEIF (Y(1).LT.ZB) THEN
         IF (Q.GT.0) THEN
!--------Démarrage d'une pompe (alimentation) si possible si Q>0 (N<NBMAX et TEMPO)
            IF(NBNOW.LT.NBMAX.AND.Bon) THEN
               NBNOW=NBNOW+1
               TLASTON=T
               WRITE(JREGS,830) 'POMPE ',INURE,' - Démarrage d''une pompe (alimentation) à T=',T,
               ,' . U=',U(1),' -> ',NBNOW*Q
            ENDIF
         ELSE
!--------Arret d'une pompe (extraction) si possible si Q<0 (N>NBMIN et TEMPO)
            IF(NBNOW.GT.NBMIN.AND.Boff) THEN
               NBNOW=NBNOW-1
               TLASTOF=T
               WRITE(JREGS,830) 'POMPE ',INURE,' - Arret d''une pompe (extraction) à T=',T,' : ',
               ,' . U=',U(1),' -> ',NBNOW*Q
            ENDIF
         ENDIF
      ENDIF
!-----Affectation du débit dans la commande U
      U(1)=NBNOW*Q
!-----Vérification des cotes de l'eau
      IF (Q.LT.0) THEN
!-----Vérification de la cote de l'eau à l'aspiration (Q<0)
!-----Récupération de la cote d'aspiration Z1 pour le calcul du gain de charge
       IF(Y(1).LT.YT(1)) THEN
          WRITE(JREGS,800) 'POMPE ',INURE,' - Cote de l''eau trop basse à l''aspiration au temps
          Z1=YT(1)
```

```
       ELSE
          Z1=Y(1)
       ENDIF
!-----Récupération de la cote de refoulement Z2 pour le calcul du gain de charge
!-----Si on a un Y2, en option on prend YT(2), sinon on prend YT(1)+10m
       IF(INY.LT.2) THEN
          Z2=YT(1)+10.0
       ELSE
!-----Si on a un U2 on regarde alors la valeur de Y(2) % YT(2) sinon on prend YT(2)
          IF(INU.GT.1) THEN
             IF(Y(2).LT.YT(2)) THEN
!---------------Le refoulement est dénoyé
                Z2=YT(2)
             ELSE
!---------------Le refoulement est noyé
                Z2=Y(2)
             ENDIF
          ELSE
             Z2=YT(2)
          ENDIF
       ENDIF
      ELSE
!-----Vérification de la cote de l'eau au refoulement (Q>0)
!-----Récupération de la cote de refoulement Z2 pour le calcul du gain de charge
       IF(Y(1).GT.YT(1)) THEN
          WRITE(JREGS,800) 'POMPE ',INURE,' - Cote de l''eau plus haute au refoulement
          Z2=Y(1)
       ELSE
          Z2=YT(1)
       ENDIF
!-----Récupération de la cote d'aspiration Z1 pour le calcul du gain de charge
!-----Si on a un Y2, en option on prend YT(2), sinon on prend YT(1)-10m
       IF(INY.LT.2) THEN
          Z1=YT(1)-10.0
       ELSE
!-----Si on a un U2 on regarde alors la valeur de Y(2) % YT(2) sinon on prend YT(2)
          IF(INU.GT.1) THEN
             IF(Y(2).LT.YT(2)) THEN
!---------------L'aspiration est dénoyé (pb mais on doit qd mm faire le calcul)
                Z1=YT(2)
             ELSE
!---------------L'aspiration est noyé (ok cas normal)
                Z1=Y(2)
             ENDIF
          ELSE
```

```
            Z1=YT(2)
          ENDIF
       ENDIF
      ENDIF
!-----Calcul de la hauteur de refoulement - hauteur d'aspiration
!-----On néglige les V^2/2g à l'amont et à l'aval ainsi que les pertes de charges dans le disposi
      H=Z2-Z1
!-----Calcul de la puissance hydraulique nécessaire au refoulement
      RHO=1
      P=RHO*9.81*ABS(U(1))*H
!-----Stockage de la puissance max dans PMAX
      IF(P.GT.PMAX) THEN
        PMAX=P
        WRITE(JREGS,810) 'POMPE ',INURE,' - Puissance maximum au temps T=',T,' : ',P,' Watts'
      ENDIF
!-----Calcul de l'énergie totale consommée dans ETOT
      ETOT=ETOT+P*DTU
      IF(T.GE.TFIN) THEN
        WRITE(JREGS,820) 'POMPE ',INURE,' - Energie totale consommée jusqu''au au temps T=',T,' :
      ENDIF
!-----Possibilité de faire communiquer la pompe avec un autre emplacement (si INU>1)
      IF(INU.GT.1) THEN
        U(2)=-U(1)
      ENDIF
!-----Sauvegarde des variables
      PARA(11)=TLASTON
      PARA(12)=TLASTOF
      PARA(13)=PMAX
      PARA(14)=ETOT
      PARA(15)=NBNOW
  800 FORMAT(A6,I2,A55,F12.2,A3,F14.3,A3,F14.3)
  810 FORMAT(A6,I2,A55,F12.2,A3,F12.1,A6)
  820 FORMAT(A6,I2,A55,F12.2,A3,E20.1,A7)
  830 FORMAT(A6,I2,A55,F12.2,A3,F14.3,A3,F14.3,A5,F10.3,A4,F10.3)

END SUBROUTINE CPOMPES
```

Si vous voulez un module de régulation de stations de pompage différent vous pouvez toujours copier cette routine dans un module USER et la modifier comme bon vous semble (dans ce cas faire aussi cela pour la routine LPOMPES -> LUSER pour la lecture des paramètres).

```
SUBROUTINE LPOMPES(CHAINE,Reg)
   USE D_REGULATION, ONLY : Regulateur_t
   USE SIRENE_parametres, ONLY : LONG
   USE F1       , ONLY : IERROR,IWARN,CWARN
```

```
   USE TEMPS   , ONLY : TDEB

   IMPLICIT NONE

   CHARACTER, INTENT(IN) :: CHAINE*(*)
   TYPE(Regulateur_t), INTENT(INOUT) :: Reg

   REAL(KIND=LONG) :: TEMPOonoff,TEMPOoffon,TEMPOonon,TEMPOoffoff
   INTEGER :: I

!-----Debut de la routine
!-----Lecture des parametres specifiques pour cette methode

!-----Debut de la routine
!-----En V 5.31e on passe à 10 paramètres
      READ(CHAINE,'(9(F8.3,1X),F8.3)',ERR=10) (Reg%tPara(I),I=1,10)
      TEMPOonoff=Reg%tPara(7)
      TEMPOoffon=Reg%tPara(8)
      TEMPOonon=Reg%tPara(9)
      TEMPOoffoff=Reg%tPara(10)
      Reg%tPara(11)=TDEB-MAX(TEMPOonoff,TEMPOonon)   ! TLASTON
      Reg%tPara(12)=TDEB-MAX(TEMPOoffon,TEMPOoffoff) ! TLASTOF
      Reg%tPara(13)=0        ! Puissance
      Reg%tPara(14)=0        ! Energie
      Reg%tPara(15)=Reg%tPara(4)  ! Nb de pompes actives en temps réel (NBNOW=NBINI)

      RETURN
   10 CONTINUE
      IERROR=2

END SUBROUTINE LPOMPES
```

Chapitre 110

La méthode PRINT

Cette méthode ne calcule pas des commandes U à appliquer à des ouvrages, mais imprime sur un fichier les variables U, Y, YT et Z choisies.

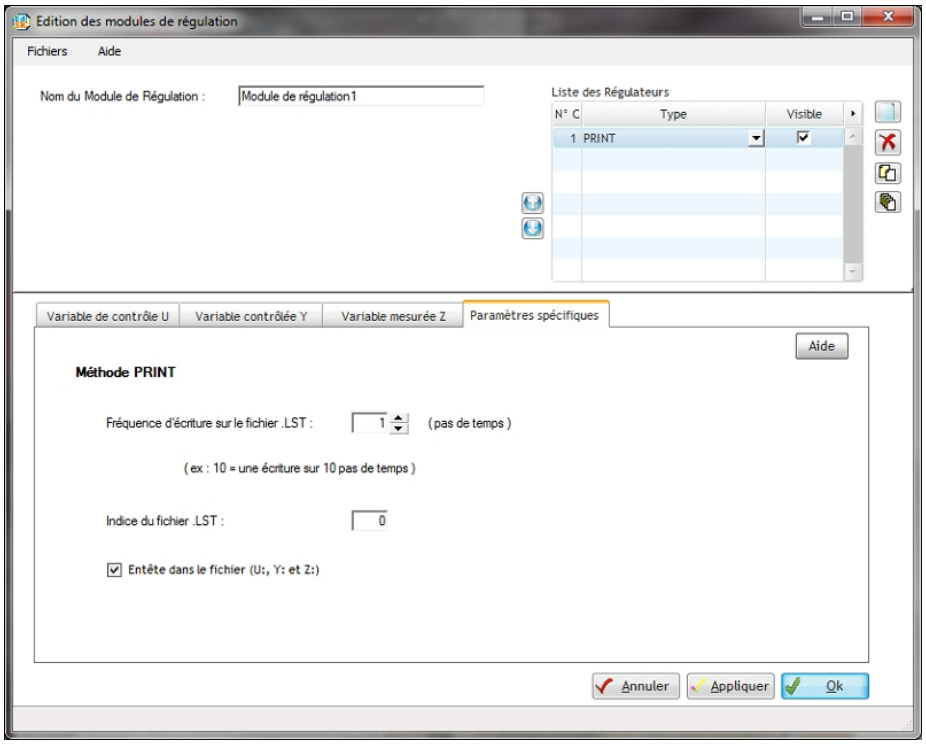


FIGURE 110.1 – editregv5_print

On peut choisir la fréquence d'écriture des données choisies sur le fichier .LST. Par exemple, si on choisit 10, dans ce cas on écrit seulement un pas de temps sur 10.

On peut choisir d'avoir les données écrites dans un fichier différent du fichier LST standard Nom_du_projet_Programme_Scenario_Variante.LST, ainsi qu'un numéro d'index dans le nom du fichier. Cela est utile dans le cas où l'on a plusieurs régulateurs PRINT, afin d'avoir des fichiers séparés. Cela est aussi utile quand plusieurs modules écrivent des informations dans le fichier LST, afin de faciliter la lecture des données correspondant seulement au module PRINT. Dans ce cas les noms des fichiers sont REGULPRINTn.LST, où n est le numéro choisit.

On peut enfin choisir d'avoir ou non les entêtes en première colonne U:, Y : YT : ou Z : Si vous voulez importer ces fichiers dans un logiciel externe (ex. : Matlab), c'est probablement mieux de ne pas avoir ces entêtes afin de n'avoir que des données numériques.

Dans le fichier LST, la première colonne indique le temps T-DT, la seconde colonne le temps T, et les colonnes suivantes indiquent les valeurs demandées. Les régulateurs du module de régulation actif sont calculés avant le calcul hydraulique. Donc en général les valeurs écrites à l'instant T, disponibles en mémoire proviennent en fait du calcul hydraulique réalisé précédemment, donc correspondant au temps T-DT. Dans certains cas, on peut demander dans les variables Z des résultats d'autres régulateurs du module de régulation actif. Donc si ce régulateur PRINT est situé (dans l'ordre des régulateurs) avant le régulateurs visé par le Z du PRINT, la valeur correspondante sera celle de l'instant T-DT, et sinon dans le cas contraire de l'instant T (car le U aura été calculé juste avant l'appel du PRINT). C'est pour cette raison que l'on indique les 2 temps T-DT et T, afin que vous puissiez utiliser celui qui vous intéresse.

Le nombre de variables pouvant être écrites dans un fichier PRINT est limité à 100. Si vous en voulez plus utilisez plusieurs modules PRINT.

Chapitre 111

La méthode QSCP

La méthode QSCP permet de générer des perturbations aux prises de type rencontré sur des canaux d'irrigation fonctionnant à la demande (modèle mis au point à partir de données fournies par la Société du Canal de Provence).

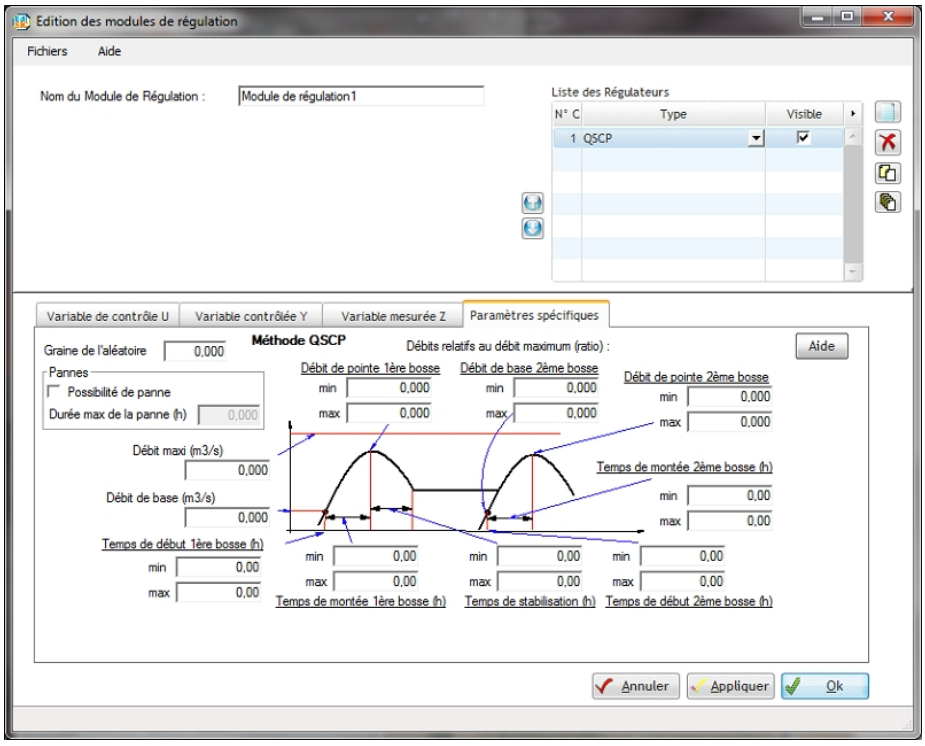


FIGURE 111.1 – editregv5_qscp

— Les parametres indiques contournent les min et max
— Graine Qbase Qmax TMAXP IFLAGP ('PS',1X,(4(F10.0),I10)) PS=10. -0.350 -0.700 10. 1
— T01MIN T01MAX PS=5.5 7.
— TM1MIN TM1MAX PS=2.5 4.75
— TSMIN TSMAX PS=1.5 4.5
— QP1MIN QP1MAX PS=0.457 0.857
— Q02MIN Q02MAX PS=0.267 0.508
— QP2MIN QP2MAX PS=0.576 0.929
— T02MIN T02MAX PS=14.25 16.75
— TM1MIN TM1MAX PS=3.5 5.75

Chapitre 112

La méthode SCADA

Le « Digesteur » est le nom donné par DSA à l'interface de communication entre les frontaux (1 et 2 en redondance) et les outils Cemagref (Irstea, Inrae) décrits ci-dessous permettant de réaliser des expériences de régulation automatique temps réel sur le canal de Gignac.

Le module SCADA noté « Scada_Sic » ci-dessous est le nom donné par le Cemagref au module de régulation qui gère la communication entre les fichiers du Digesteur détaillés ci-dessous (csg.txt, data.txt ainsi que les fichiers de paramétrage) et le programme Sirene de calcul en régime transitoire de SIC incluant les modules de régulation standards.

112.1 Architecture informatique globale

112.2 Variables gérées par le digesteur et le module de régulation Scada de SIC

Les variables écrites sur le fichier data.txt et lues sur le fichier csg.txt (par le digesteur DSA) sont définies dans la base de donnée SQL grâce au champ «ItemRegulateur». Si ce champ n'est pas renseigné, alors cette variable n'est pas gérée par le digesteur, ni par conséquent par les outils Cemagref de régulation. Il est très facile d'ajouter une nouvelle variable dans cette gestion. Il suffit en effet de renseigner ce champs « ItemRegutaleur ». Les noms suivent une certaine logique (ex. : Data.Avencq.DebitAmont pour les données mesurées, Csg.Avencq.PosVanneReg pour les variables de contrôle) qu'il est bon de suivre, même si cela n'est pas obligatoire. Les variables ainsi disponibles sont donnés ci-dessous en exemple pour le site d'Avencq.

||Liste des variables de contrôles U disponibles à Avencq|| | *Tag* | *Libelle* | *ItemRegulateur* | *Unite* | *TableHisto* | |3076 | Consigne débit aval CEMAGREF vanne

régulation Avencq | Csg.Avencq.DebitAvalVanneReg | l/s | H_Avencq_Consignes | | 3081 | Consigne niveau amont CEMAGREF vanne décharge Avencq | Csg.Avencq.NivAmontVanneDec | cm | H_Avencq_Consignes | | 3079 | Consigne position CEMAGREF vanne décharge Avencq | Csg.Avencq.PosVanneDec | cm | H_Avencq_Consignes | | 3074 | Consigne position CEMAGREF vanne régulation Avencq | Csg.Avencq.PosVanneReg | cm | H_Avencq_Consignes | | 3127 | Seuil bas niveau canal amont Avencq | Csg.Avencq.SeuilBasAmont | cm | H_Avencq_Consignes | | 3126 | Seuil haut niveau canal amont Avencq | Csg.Avencq.SeuilHautAmont | cm | H_Avencq_Consignes | | 3128 | Seuil haut niveau canal aval Avencq | Csg.Avencq.SeuilHautAval | cm | H_Avencq_Consignes |

|| Liste des variables mesurées Z disponibles à Avencq || | Tag | Libelle | ItemRegulateur | Unite | TableHisto | | 3015 | Débit amont Avencq | Data.Avencq.DebitAmont | l/s | H_Avencq_DebAmont | | 3020 | Débit aval Avencq | Data.Avencq.DebitAval | l/s | H_Avencq_DebAval | | 3019 | Débit aval (vitesse, hauteur) Avencq | Data.Avencq.DebitAvalVH | l/s | H_Avencq_DebAval1 | | 3018 | Débit déversoir Avencq | Data.Avencq.DebitDeversoir | l/s | H_Avencq_DefbDeversoir | | 3017 | Débit vanne décharge Avencq | Data.Avencq.DebitVanneDec | l/s | H_Avencq_DebVDecharge | | 3016 | Débit vanne régulation Avencq | Data.Avencq.DebitVanneReg | l/s | H_Avencq_DebVRegule | | 3053 | Défaut calcul débit v décharge Avencq | Data.Avencq.DefCalculDebitVanneDec | | H_Avencq_Defauts | | 3051 | Défaut calcul débit amont Avencq | Data.Avencq.DefDebitAmont | | H_Avencq_Defauts | | 3056 | Défaut calcul débit aval (vanne-déversoir) Avencq | Data.Avencq.DefDebitAval | | H_Avencq_Defauts | | 3055 | Défaut calcul débit aval (vitesse-hauteur)Avencq | Data.Avencq.DefDebitAvalVH | | H_Avencq_Defauts | | 3054 | Défaut calcul débit déversoir Avencq | Data.Avencq.DefDebitDeversoir | | H_Avencq_Defauts | | 3033 | Défaut capteur position v décharge Avencq | Data.Avencq.DefDebitVanneDec | | H_Avencq_Defauts | | 3052 | Défaut calcul débit v régulation Avencq | Data.Avencq.DefDebitVanneReg | | H_Avencq_Defauts | | 3030 | Défaut capteur niveau canal amont Avencq | Data.Avencq.DefNivAmont | | H_Avencq_Defauts | | 3031 | Défaut capteur niveau canal aval Avencq | Data.Avencq.DefNivAval | | H_Avencq_Defauts | | 3131 | Défaut niveau trop bas canal amont Avencq | Data.Avencq.DefNivBasAmont | | H_Avencq_Defauts | | 3133 | Défaut niveau trop bas canal amont Avencq | Data.Avencq.DefNivBasAval | | H_Avencq_Defauts | | 3130 | Défaut niveau trop haut canal amont Avencq | Data.Avencq.DefNivHautAmont | | H_Avencq_Defauts | | 3132 | Défaut niveau trop haut canal aval Avencq | Data.Avencq.DefNivHautAval | | H_Avencq_Defauts | | 3032 | Défaut capteur position v régulation Avencq | Data.Avencq.DefPosVanneReg | | H_Avencq_Defauts | | 3089 | Défaut surverse Avencq | Data.Avencq.DefSurverse | | H_Avencq_Defauts | | 3034 | Défaut capteur vitesse aval Avencq | Data.Avencq.DefVitesseEauAval | | H_Avencq_Defauts | | 3008 | Niveau canal amont Avencq | Data.Avencq.NivAmont | cm | H_Avencq_NivAmont | | 3009 | Niveau canal aval Avencq | Data.Avencq.NivAval | cm | H_Avencq_NivAval | | 3011 | Position vanne décharge Avencq | Data.Avencq.PosVanneDec

| cm | H_Avencq_PositionV2 | | 3010 | Position vanne régulation Avencq | Data.Avencq.PosVanneReg | cm | H_Avencq_PositionV1 | | 3012 | Vitesse de l'eau aval Avencq | Data.Avencq.VitesseEauAval | m/s | H_Avencq_VitesseAval |

112.3 Fichiers gérés par le digesteur et Scada_SIC

112.4 Architecture des sous répertoires :

Le Digesteur gère ses différents fichiers d'entrée et de sortie dans un ensemble de sous-répertoires ayant la structure suivante :

-* REGULATEUR -** Commande -** Csg -** CsgRepli -** Data -** ParamDigesteur -** SaveCsg -** SaveData

112.5 Sous-répertoire Commande

Ce sous répertoire contient 2 fichiers :

112.6 *CdeF.txt :

Ce fichier contient une seule ligne avec :

STOP ou START

pour indiquer si le Digesteur est en action ou non. C'est le module Scada_Sic qui écrit cette variable « START » (au démarrage du calcul) ou « STOP » (à la fin de la simulation) dans ce fichier. Il est à tout moment possible d'écrire dans ce fichier ce que l'on veut avec tout éditeur de texte, comme Notepad par exemple. Cela permet d'interrompre le test en cas d'urgence. Cela pourra être également forcé au niveau de l'interface du module Scada_Sic.

112.7 *Config.txt :

Ce fichier contient des informations sur des périodes de temps et sur l'option de sauvegarde des fichiers data.txt et csg.txt. La variable PeriodeData est très importante puisque c'est elle qui va cadencer la génération des mesures et des créations des fichiers data.txt. Le module Scada_Sic lit cette variable et vérifie qu'elle est identique à celle du module de régulation. Un message d'avertissement est mis à l'écran en cas de différence.

```
'time out (en s) sur l'envoi des consignes du fichier de consignes. Après, prise en compte du fic
TimeoutCsg=900

'Période (en s) de génération du fichier d'acquisition
```

```
PeriodeData=300

'Commutateur permettant de savoir si on réalise les sauvegardes des fichiers data (1 po
ActivationTraceData=1

'Commutateur permettant de savoir si on réalise les sauvegardes des fichiers csg (1 pou
ActivationTraceCsg=1
```

112.8 Sous-répertoire Csg

C'est dans le sous répertoire Csg que seront lus périodiquement les fichiers csg.txt contenant les consignes à appliquer en temps réel aux ouvrages de régulation (consignes envoyées aux automates programmables sur sites). Dès qu'un fichier csg.txt est lu par le digesteur il est détruit. Les unités sont celles spécifiées dans la base de donnée. Ce sont souvent des cm pour des ouvertures et des l/s pour des débit. Attention à bien vérifier ces unités. Ces fichiers csg.txt seront créés périodiquement par le module Scada_Sic. L'index est incrémenté à chaque nouveau fichier. Attention cette variable est importante car vérifiée par le digesteur et doit correspondre à l'index du fichier data.txt lu. L'horodate est l'heure de création du fichier csg.txt. Cet horodate n'est pas gérée par le Digesteur, elle est juste écrite pour information.

112.9 *Csg.txt :

```
[Header]
Horodate=25/10/2004 14:43: 7
Index=    1
[Data]
CSG.AVENCQ.POSVANNEDEC                                    ;25/10/2004 14:43: 7;
CSG.AVENCQ.POSVANNEREG                                    ;25/10/2004 14:43: 7;
[End]
```

112.10 Sous-répertoire CsgRepli

Le fichier CsgRepli.txt est un fichier utilisé a priori en cas de problème, lorsqu'un fichier csg.txt n'a pas été fourni pendant un laps de temps indiqué dans la variable TimeoutCsg dans le fichier param.txt décrit ci-dessous. Il a le même format que les fichiers csg.txt. Ni l'index ni l'horodate ne sont utilisés dans ce cas.

112.11 *CsgRepli.txt :

```
[Header]
Horodate=01/01/2000 00:00:00
Index=1
[Data]
CSG.AVENCQ.POSVANNEDEC                                  ;25/10/2004 14:43: 7;      +0.520E+01
CSG.AVENCQ.POSVANNEREG                                  ;25/10/2004 14:43: 7;      +0.298E+02
[End]
```

112.12 Sous-répertoire Data

Ce sous répertoire data contiendra les fichiers data.txt générés périodiquement par le digesteur à une période indiquée dans le fichier config.txt décrit ci-dessus (variable PeriodeData). Ces fichiers data.txt seront lus par le module Scada_Sic et détruit dès la fin de la lecture, pour laisser la place à un nouveau fichier. Ce fichier contient l'ensemble des variables ayant un ItemRegulateur dans la base de donnée SQL. C'est le fichier lieu.txt qui indiquera les variables qui nous intéressent pour le module Scada_Sic et qui fera le lien entre les variables de terrain et les variables internes du module Scada_Sic (variables U, Y et Z du module de régulation).

112.13 *Data.txt :

```
[Header]
Horodate=26/10/2004 17:03:02
Index=01
[Data]
DATA.AURELLE.DEFPIEZZO                  ;20/03/2004 10:31:16;0.0000000000E000
DATA.AURELLE.DEFSURVERSE                ;20/03/2004 10:31:16;0.0000000000E000
DATA.AURELLE.NIVPIEZZO                  ;26/03/2004 15:51:07;7.0000000000E001
DATA.AVENCQ.DEBITAMONT                  ;26/03/2004 15:51:27;5.3100000000E002
DATA.AVENCQ.DEBITAVAL                   ;26/03/2004 15:51:27;5.3100000000E002
DATA.AVENCQ.DEBITAVALVH                 ;26/03/2004 15:51:27;7.0100000000E002
DATA.AVENCQ.DEBITDEVERSOIR              ;26/03/2004 15:51:27;4.7700000000E002
DATA.AVENCQ.DEBITVANNEDEC               ;26/03/2004 10:55:54;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEBITVANNEREG               ;26/03/2004 15:51:27;5.4000000000E001
DATA.AVENCQ.DEFCALCULDEBITVANNEDEC      ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFDEBITAMONT               ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFDEBITAVAL                ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFDEBITAVALVH              ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFDEBITDEVERSOIR           ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFDEBITVANNEDEC            ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
```

```
DATA.AVENCQ.DEFDEBITVANNEREG              ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFNIVAMONT                   ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFNIVAVAL                    ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFNIVBASAMONT                ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFNIVBASAVAL                 ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFNIVHAUTAMONT               ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFNIVHAUTAVAL                ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFPOSVANNEREG                ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFSURVERSE                   ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.DEFVITESSEEAUAVAL             ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.NIVAMONT                      ;26/03/2004 15:50:57;8.5200000000E001
DATA.AVENCQ.NIVAVAL                       ;26/03/2004 15:51:27;5.5200000000E001
DATA.AVENCQ.POSVANNEDEC                   ;26/03/2004 10:37:08;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.POSVANNEREG                   ;26/03/2004 10:06:57;0.0000000000E000
DATA.AVENCQ.VITESSEEAUAVAL                ;26/03/2004 15:51:27;8.7000000000E-001
DATA.BELBEZET.DEBAMONT                    ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEBAVAL                     ;26/03/2004 07:07:45;1.0370000000E003
DATA.BELBEZET.DEBVANNEDECHARGE            ;26/03/2004 07:00:45;4.2000000000E001
DATA.BELBEZET.DEBVANNEDROITE              ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEBVANNEGAUCHE              ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEBVANNEMILIEU              ;26/03/2004 07:07:45;1.0370000000E003
DATA.BELBEZET.DEFDEBAMONT                 ;26/03/2004 07:00:39;1.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFDEBDECHARGE              ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFDEBDROITE                ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFDEBGAUCHE                ;26/03/2004 07:00:39;1.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFDEBMILIEU                ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFNIVAMONT                 ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFNIVAVAL                  ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFNIVBASAMONT              ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFNIVBASAVAL               ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFNIVBASRETENUE            ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFNIVHAUTAMONT             ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFNIVHAUTAVAL              ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFNIVHAUTRETENUE           ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFNIVHERAULT               ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFPOSVANNEDECHARGE         ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFPOSVANNEDROITE           ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFPOSVANNEGAUCHE           ;26/03/2004 07:00:39;1.0000000000E000
DATA.BELBEZET.DEFPOSVANNEMILIEU           ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.NIVAMONT                    ;26/03/2004 07:00:45;1.1060000000E002
DATA.BELBEZET.NIVAVAL                     ;26/03/2004 07:07:45;8.7800000000E001
DATA.BELBEZET.NIVHERAULT                  ;26/03/2004 07:00:45;1.2550000000E002
DATA.BELBEZET.NIVHERAULTNGF               ;26/03/2004 07:00:39;7.2050000000E001
DATA.BELBEZET.POSVANNEDECHARGE            ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
DATA.BELBEZET.POSVANNEDROITE              ;26/03/2004 07:00:39;0.0000000000E000
```

```
DATA.BELBEZET.POSVANNEGAUCHE                ;26/03/2004 07:07:45;3.4400000000E001
DATA.BELBEZET.POSVANNEMILIEU                ;26/03/2004 07:00:39;2.4200000000E001
DATA.CEYRAS.DEBITCANALAMONT                 ;25/03/2004 09:52:27;4.0777196875E005
DATA.CEYRAS.DEBITDEVERSOIR                  ;25/03/2004 09:52:27;0.0000000000E000
DATA.CEYRAS.DEBITREJET                      ;25/03/2004 09:52:27;0.0000000000E000
DATA.CEYRAS.DEBITVANNERESERVOIR             ;25/03/2004 09:52:27;0.0000000000E000
DATA.CEYRAS.NIVBASCANALAMONT                ;25/03/2004 09:51:53;0.0000000000E000
DATA.CEYRAS.NIVCANALAMONT                   ;25/03/2004 09:52:27;5.4615091173E001
DATA.CEYRAS.NIVHAUTCANALAMONT               ;25/03/2004 09:51:53;0.0000000000E000
DATA.CEYRAS.PCTFERMETUREVANNEDEV            ;25/03/2004 09:51:53;7.1900511177E001
DATA.GIGNAC.DEFPIEZZO                       ;20/03/2004 10:31:11;0.0000000000E000
DATA.GIGNAC.DEFSURVERSE                     ;20/03/2004 10:31:11;0.0000000000E000
DATA.GIGNAC.NIVEAUPIEZZO                    ;26/03/2004 15:50:28;7.2200000000E001
DATA.LAGAREL.DEBITAMONTTH                   ;26/03/2004 15:51:28;3.7000000000E001
DATA.LAGAREL.DEBITAVALTH                    ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEBITAVALVH                    ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEBITDEVERSOIR                 ;26/03/2004 15:51:28;3.7000000000E001
DATA.LAGAREL.DEBITVANNEDEC                  ;25/03/2004 15:15:37;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEBITVANNEREG                  ;20/03/2004 10:31:26;-3.2768000000E004
DATA.LAGAREL.DEFDEBITAMONTTH                ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFDEBITAVALTH                 ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFDEBITAVALVH                 ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFDEBITDEVERSOIR              ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFDEBITVANNEDEC               ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFDEBITVANNEREG               ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFNIVCANALAMONT               ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFNIVCANALAVAL                ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFNIVEAUBASAMONT              ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFNIVEAUBASDEVERSOIR          ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFNIVEAUHAUTAMONT             ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFNIVEAUHAUTDEVERSOIR         ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFPOSITIONVANNEDEC            ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFPOSITIONVANNEREG            ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFSURVERSE                    ;25/03/2004 18:29:52;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEFVITESSEEAUAVAL              ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.DEVERSOIR                      ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.NIVCANALAMONT                  ;26/03/2004 15:50:58;8.6000000000E001
DATA.LAGAREL.POSITIONVANNEDEC               ;24/03/2004 09:56:29;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.POSITIONVANNEREG               ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.LAGAREL.VITESSEEAUAVAL                 ;20/03/2004 10:31:26;0.0000000000E000
DATA.MOBILE.DEFPIEZZO                       ;20/03/2004 10:35:53;0.0000000000E000
DATA.MOBILE.NIVPIEZZO                       ;26/03/2004 17:02:53;9.2000000000E001
DATA.PARTITEUR.DEBDEVERSOIRAMONT            ;26/03/2004 11:13:17;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEBITAMONTTH                 ;26/03/2004 17:03:00;1.6090000000E003
DATA.PARTITEUR.DEBITDECHARGEDROITE          ;25/03/2004 18:00:19;0.0000000000E000
```

```
DATA.PARTITEUR.DEBITDECHARGEGAUCHE        ;20/03/2004 10:31:25;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEBITDROITE                ;26/03/2004 17:03:00;9.7300000000E002
DATA.PARTITEUR.DEBITGAUCHE                ;26/03/2004 17:03:00;6.3600000000E002
DATA.PARTITEUR.DEBITREGULDROITE           ;26/03/2004 17:03:00;8.2100000000E002
DATA.PARTITEUR.DEBITREGULGAUCHE           ;26/03/2004 17:03:00;7.4600000000E002
DATA.PARTITEUR.DEFDEBITAMONT              ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFDEBITDECHARGEDROITE     ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFDEBITDECHARGEGAUCHE     ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFDEBITDROITE             ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFDEBITGAUCHE             ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFDEBITREGULDROITE        ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFDEBITREGULGAUCHE        ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFNIVBCANALCOMMUN         ;20/03/2004 10:31:25;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFNIVBCANALDROITE         ;20/03/2004 10:31:25;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFNIVBCANALGAUCHE         ;20/03/2004 10:31:25;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFNIVCANALCOMMUN          ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFNIVCANALDROITE          ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFNIVCANALGAUCHE          ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFNIVHCANALCOMMUN         ;20/03/2004 10:31:25;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFNIVHCANALDROITE         ;20/03/2004 10:31:25;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFNIVHCANALGAUCHE         ;20/03/2004 10:31:25;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFPOSITIONVANNEDECDROITE  ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFPOSITIONVANNEDECGAUCHE  ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFPOSITIONVANNEREGDROITE  ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFPOSITIONVANNEREGGAUCHE  ;25/03/2004 11:50:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFVITESSEEAUDROITE        ;20/03/2004 10:31:25;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.DEFVITESSEEAUGAUCHE        ;20/03/2004 10:31:25;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.NIVCANALCOMMUN             ;26/03/2004 17:03:00;6.8900000000E001
DATA.PARTITEUR.NIVCANALDROITE             ;26/03/2004 17:02:23;1.0510000000E002
DATA.PARTITEUR.NIVCANALGAUCHE             ;26/03/2004 17:03:00;8.2100000000E001
DATA.PARTITEUR.POSITIONVANNEDECDROITE     ;25/03/2004 18:00:19;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.POSITIONVANNEDECGAUCHE     ;25/03/2004 11:37:30;0.0000000000E000
DATA.PARTITEUR.POSITIONVANNEREGDROITE     ;26/03/2004 16:35:18;3.5700000000E001
DATA.PARTITEUR.POSITIONVANNEREGGAUCHE     ;26/03/2004 16:27:31;1.4300000000E001
DATA.PARTITEUR.VITESSEEAUDROITE           ;26/03/2004 17:03:00;6.9800000000E-001
DATA.PARTITEUR.VITESSEEAUGAUCHE           ;26/03/2004 17:03:00;5.3100000000E-001
DATA.PONTLUSSAC.DEBITAMONT                ;25/03/2004 07:03:41;5.6315850000E005
DATA.PONTLUSSAC.DEBITAVAL                 ;25/03/2004 07:03:41;2.0273704960E009
DATA.PONTLUSSAC.DEBITDEVERSOIR            ;25/03/2004 07:03:41;8.0417953491E001
DATA.PONTLUSSAC.DEBITREJET                ;25/03/2004 07:03:41;8.0417953491E001
DATA.PONTLUSSAC.DEBITVANNECONDUITE        ;25/03/2004 07:03:41;0.0000000000E000
DATA.PONTLUSSAC.DEBITVANNEPONT            ;25/03/2004 07:03:41;0.0000000000E000
DATA.PONTLUSSAC.NIVBASCANALAMONT          ;25/03/2004 07:03:41;0.0000000000E000
DATA.PONTLUSSAC.NIVCANALAMONT             ;25/03/2004 07:03:41;6.1597619593E001
DATA.PONTLUSSAC.NIVHAUTCANALAMONT         ;25/03/2004 07:03:41;1.0000000000E000
```

```
DATA.PONTLUSSAC.PCTFERMETUREVANNECONDUITE ;25/03/2004 07:03:41;0.0000000000E000
DATA.PONTLUSSAC.PCTFERMETUREVANNEPONT     ;25/03/2004 07:03:41;2.1484702831E000
DATA.ROUVIERE.DEBITAMONT                  ;20/03/2004 10:31:27;1.3600000000E002
DATA.ROUVIERE.DEBITAMONTVH                ;26/03/2004 15:51:29;2.5400000000E002
DATA.ROUVIERE.DEBITAVAL                   ;26/03/2004 15:51:29;1.1400000000E002
DATA.ROUVIERE.DEBITDEVERSOIR              ;26/03/2004 15:51:29;1.1400000000E002
DATA.ROUVIERE.DEBITVANNEREG               ;23/03/2004 07:29:40;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.DEFBASNIVCANAL              ;20/03/2004 10:31:27;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.DEFDEBITAMONTVH             ;20/03/2004 10:31:27;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.DEFDEBITAVAL                ;20/03/2004 10:31:27;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.DEFDEBITDEVERSOIR           ;20/03/2004 10:31:27;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.DEFDEBITVANNEREG            ;20/03/2004 10:31:27;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.DEFHAUTNIVCANAL             ;20/03/2004 10:31:27;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.DEFNIVCANAL                 ;20/03/2004 10:31:27;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.DEFPOSVANNEREG              ;20/03/2004 10:31:27;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.DEFSUSRVERSE                ;20/03/2004 10:31:27;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.DEFVITESSEEAUAMONT          ;20/03/2004 10:31:27;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.NIVCANAL                    ;26/03/2004 15:51:29;7.3800000000E001
DATA.ROUVIERE.POSVANNEREG                 ;23/03/2004 07:29:40;0.0000000000E000
DATA.ROUVIERE.VITESSEEAUAMONT             ;26/03/2004 15:51:29;1.4600000000E-001
DATA.STJEAN.DEFSUSRVERSE                  ;20/03/2004 10:31:10;0.0000000000E000
DATA.STJEAN.NIVEAUPIEZZO                  ;26/03/2004 15:51:38;5.6700000000E001
DATA.STJEAN.POSVANNE                      ;26/03/2004 15:51:38;1.5600000000E001
[End]
```

112.14 Sous-répertoire ParamDigesteur

Le sous-répertoire ParamDigesteur contient le fichier Param.txt contenant un ensemble de paramètres utiles pour le digesteur. Le module Scada_Sic ne lit pas ce fichier. Les variables TimeoutCsg et PeriodeData définies ci-dessous (attention : en ms et non en s) seront écrasées par celles définies dans le fichier config.txt décrit ci-dessus.

112.15 *Param.txt :

```
'N° PORT SOCKET
Sck_Port=***

'Adresse IP Connexion serveur CIA
Sck_AdrIP=***

DBPARAMTYPE=MYSQL
DBPARAMPATH=reference_gignac
```

```
DBPARAMSERVER=***
DBPARAMUSER=***
'DBPARAMPWD=***

'time out (en ms) prise en compte du fichier de consignes de repli
TimeoutCsg=900000

'Période (en ms) de génération du fichier d'acquisition
PeriodeData=60000

'Chemin du fichier d'acquisition (Chemin FTP)
PathData=/REGULATEUR/Data

'Chemin de sauvegarde des fichiers d'acquisition (Chemin FTP)
TraceData=/REGULATEUR/SaveData

'Chemin du fichier de consigne (Chemin FTP)
PathCsg=/REGULATEUR/Csg

'Chemin de sauvegarde des fichiers de consigne (Chemin FTP)
TraceCsg=/REGULATEUR/SaveCsg

'Chemin du fichier de command (start et stop) (Chemin FTP)
PathCdeFrontal=/REGULATEUR/Commande/CdeF.txt

'Chemin du fichier de consignes de repli (chemin local)
PathCsgRepli=C:/Outils_DSA/digesteur/CsgRepli

'Paramètres du serveur FTP
Ftp_AdrIP=***
Ftp_Login=***
Ftp_Pwd=***
```

112.16 SaveCsg

Ce sous-répertoire contient les sauvegardes de tous les fichiers csg.txt créés avec un nom de fichier incluant l'horodate de création du fichier. Ces fichiers de sauvegarde sont créés si l'option ActivationTraceCsg a été activée (=1) dans le fichier config.txt :

112.17 SaveData

Ce sous-répertoire contient les sauvegardes de tous les fichiers data.txt créés avec un nom de fichier incluant l'horodate de création du fichier. Ces fichiers de

sauvegarde sont créés si l'option ActivationTraceData a été activée (=1) dans le fichier config.txt :

112.18 Exemple de mise au point de contrôleurs

112.19 Mise au point sous SIC

Mettre au point le module de régulation sous SIC avec les procédures habituelles (modules ATV, DSS, PID, MATLAB, USER1 à 9, etc.). Pour l'instant le module Scada_Sic ne peut piloter qu'un seul module de régulation de SIC. Pour une régulation complexe (nécessitant plusieurs modules de régulation de SIC, comme 2 modules PID simultanés par exemple) il peut donc être nécessaire d'utiliser le module MATLAB ou un module USER. Cette limitation sera levée dans une prochaine version.

112.20 Création du fichier Lieu.txt

Le fichier lieu.txt fait le lien entre les données terrain telles que manipulées dans les fichiers csg.txt et data.txt et les données de Sic (variables U, Y et Z du module Scada_Sic). Ce fichier permet également de définir un facteur d'échelle et un décalage (ValeurSic = a*ValeurTerrain + b). Ce fichier est très important car il permet de traduire les données compréhensibles par le Digesteur et par le module Scada_Sic, dans les 2 sens. L'ordre des variables est également important puisque la correspondance des U, des Y et des Z sera faite dans cet ordre :

```
[Header]
[Z]
Data.Avencq.NivAmont                                    ;0.01      -
.852
Data.Lagarel.NivCanalAmont                              ;0.01      -
.86
[Y]
Data.Lagarel.NivCanalAmont                              ;0.01      -
.86
[U]
Csg.Avencq.PosVanneDec                                  ;0.01      -
.052
Csg.Avencq.PosVanneReg                                  ;0.01      -
.298
[End]
```

Dans l'exemple donné ci-dessus : - la variable Z(1) correspondra à 0.01 * Data.Avencq.NivAmont - 0.852, - Z(2) correspondra à 0.01 * Data.Lagarel.NivCanalAmont - 0.86, - Y(1) correspondra à 0.01 * Data.Lagarel. NivCanalAmont - 0.86, - Csg.Avencq.PosVanneDec correspondra à (U(1)+0.052)/0.01, -

Csg.Avencq.PosVanneReg correspondra à (U(2)+0.298)/0.01.

Les Horodates des variables Y et Z sont stockées au format A19 dans le COMMON/HOROYZ/HORODY(100),HORODZ(100)

Si l'on souhaite que l'offset "b" soit initialisé automatiquement à la valeur initiale, il suffit de mettre un code non numérique. Par exemple :

```
Data.Lagarel.NivCanalAmont                                    ;0.01      -
xx6
Csg.Avencq.PosVanneDec                                        ;0.01      -
.*
```

Dés que la lecture de cet offset retourne une erreur de lecture, l'offset est initialisé à la valeur initiale lue dans le fichier data.txt. A l'écran de l'interface scada apparaîtra la valeur -9999.0 pour signifier que cette option a été utilisée. Un fichier lieu2.txt est créé avec les valeurs des offsets mises à jour automatiquement. Cette option est intéressante lorsque l'on veut récupérer et manipuler des variables en mode relatif, comme cela est souvent le cas dans les contrôleurs linéaires, sans avoir à rentrer à la main ces valeurs, ce qui est lourd et source d'erreurs.

Attention, il arrive que les libellés (ItemRegulateur) de certaines variables de type Csg.*** ne soient pas les mêmes que ceux des variables correspondantes en Data.***. Par exemple Csg.Partiteur.DebVanneRegDroite et Data.Partiteur.DebitRegulDroite. Il aurait été plus judicieux de respecter cette cohérence. Il est possible d'améliorer cela en modifiant la base SQL de référence qui contient ces libellés ItemRegulateur. En tout état de cause, il est essentiel que le fichier lieu.txt contienne dans ses rubriques [U] le bon libellé de la variable Csg. correspondante, car c'est cette variable que va attendre et décoder le Digesteur (Csg.Partiteur.DebVanneRegDroite dans notre exemple ci-dessus). Il y aura un avertissement disant que cette variable de type U n'a pas été trouvée dans le fichier DATA.TXT, et que du coup le nombre de U du fichier .REG n'est pas le même que celui des U ayant été trouvés correctement dans le fichier DATA.TXT. C'est juste un avertissement ne posant pas de problème particulier. Le seul inconvénient éventuel est que la variable correspondante U qui est normalement initialisée à sa valeurs provenant du terrain ne sera pas initialisée correctement et sera donc à 0. Une évolution future du module SCADA sera de permettre de rentrer 2 libellés, celui en Csg. et celui en Data., dans le cas où ces 2 libellés sont différents :

```
[U]
Csg.Partiteur.DebVanneRegDroite                               ;0.001     -
.652
Data.Partiteur.DebitRegulDroite                               ;0.001     -
.652
[End]
```

Le libellé en Csg. sera utilisé pour la génération des fichiers CSG.TXT et le libellé en Data. sera utilisé pour l'initialisation de la valeur de U correspondante.

112.21 Activation du module Scada_Sic

Une fois le module de régulation mis au point dans SIC, il suffit d'activer le module SCADA, avec en paramètres (lignes PS) les mêmes paramètres que ceux du module d'origine, précédés d'une ligne de paramètres au format (A6,1X,I1,1X,I1,1X,I4) indiquant le nom du module (ex. : MATLAB dans l'exemple ci-dessous), le flag de synchronisation (0 ci-dessous), le flag d'écriture des U sur les fichiers csg.txt (1 ci-dessous) et un nombre d'itérations de préchauffage de synchronisation pendant lesquelles le module Scada n'efface pas les data.txt pour accélérer les itérations de calcul pour se synchroniser le plus vite possible sur les données terrain, si nécessaire :

112.22 Edition du fichier de régulation .reg pour le module SCADA

Si le flag de synchronisation vaut 1, alors les commandes U seront non seulement fournies au digesteur via les fichiers csg.txt, mais elles seront également appliquées au calcul dans SIC. Cela peut permettre de vérifier l'évolution dans le simulateur et dans le canal réel. Par contre, cela peut être dangereux si des manœuvres brutales créent des problèmes de calcul dans SIC (torrentiel, passage à sec, etc). En effet, tout plantage de SIC dans ce genre de simulation interrompra la génération des fichiers csg.txt. Les consignes indiquées dans le fichier de repli seront alors appliquées à l'issue de la période d'attente TimeoutCsg indiquée dans le fichier config.txt.

Une fois la simulation lancée une interface permet de suivre l'évolution des échanges de fichiers et de variables entre Sic (via Scada_Sic de Sirene) et le Canal (via le Digesteur) :

112.23 Interface du module Scada de Sic

Chapitre 113

La méthode SCILAB

La méthode SCILAB ouvre un lien DDE avec le programme Scilab au temps initial et permet d'exécuter un script Scilab (d'extension .sce) à chaque pas de temps de régulation DTU pour ce module (qui peut être un multiple du pas de temps de calcul numérique DT).

Le fichier Scilab .sce choisi sera utilisé de la manière décrite ci-après. Le nom de ce fichier peut être indiqué dans les paramètres spécifiques de la méthode SCILAB (pid.sce dans l'exemple fourni sous dat/exemple/scilab). On peut indiquer ce nom soit avec l'extension .sce (ex. : pid.sce), soit sans cette extension (ex. : pid). Dans le cas où cette extension n'est pas présente elle sera ajoutée automatiquement. Si ce fichier est trouvé dans le sous-répertoire courant où se trouve le fichier xml du projet en cours, alors il sera celui utilisé, sans proposer à l'utilisateur d'en choisir un autre, ce qui facilite la tâche de l'utilisateur. Mais si ce fichier n'existe pas dans ce sous-répertoire courant, alors un fichier pourra être sélectionné parmi les fichiers .sce existants dans le sous répertoire des données. Si aucun nom n'est indiqué, alors un nom par défaut est généré et recherché : module2.sce, module3.sce, etc, ou de manière générique module"n".sce, où "n" est le numéro du régulateur, débutant en général à 2 (car l'indice 1 est utilisé pour les lois fonction du temps, qui sont gérées en interne également comme un régulateur le cas échéant).

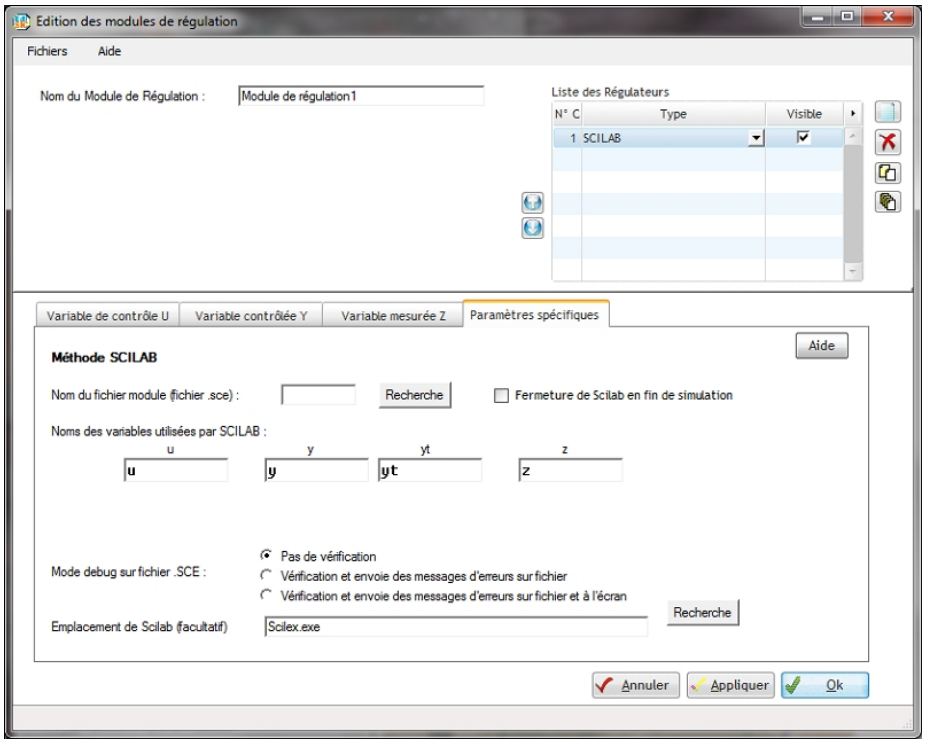


FIGURE 113.1 – editregv5_scilab

Dans l'interface du calcul en régime permanent (Programme FLUVIA) ou transitoire (Programme SIRENE), les noms de ces fichiers .sce provenant du projet (fichier xml), générés automatiquement ou sélectionnés par l'utilisateur, sont indiqués.

Au temps initial (t = dt) le programme de calcul en régime transitoire (programme SIRENE de SIC) envoie dans l'environnement Scilab (espace de travail) le pas de temps de calcul dt, le pas de temps de régulation dtu, le temps final tfin et un indice "interf" indiquant si l'on est en mode avec interface ou sans interface (Cf. menu option). Cet indice peut éventuellement être utilisé pour autoriser ou non des affichages à l'écran programmés dans le fichier .sce. Il est également possible de faire la même chose avec une série de simulations en régime permanent (programme FLUVIA de SIC).

Puis, à ce pas de temps initial et à chaque pas de temps ultérieur t dt, multiple de dtu (cf. discussion sur DTU et DT), le programme SIRENE (ou FLUVIA) envoie dans l'environnement Scilab (workspace) les variables contrôlées y, les consignes correspondantes yt, les variables mesurées z, les anciennes commandes u et le temps courant t. Ces variables (ie leurs noms utilisés dans le script Scilab) sont celles décrites dans les paramètres du module de régulation, et on peut

éventuellement changer ces noms. Les vecteurs sont gérés dans Scilab comme des vecteurs colonne (size(u) = [nu 1]), contrairement à Matlab où ils sont gérés comme des vecteurs ligne (size(u) = [1 nu]), puisque c'est l'option choisie par défaut dans ces différents environnements. Ces vecteurs y, yt et z sont ceux de l'instant courant t. Le vecteur u est celui calculé à l'instant courant t et qui sera donc appliqué et effectif dès l'instant de calcul suivant t+dt. Si vous voulez avoir l'historique de ces vecteurs c'est à vous de les stocker dans des variables dans l'espace mémoire de Scilab (les variables sont conservées entre 2 appels), ou éventuellement sur un fichier.

Le programme SIRENE (ou FLUVIA) exécute ensuite le fichier Scilab .sce (ex. : pid.sce) sélectionné comme indiqué ci-dessus (et ce à chaque pas de temps t=n.dtu, n=1 à nmax tel que t=nmax.dtu=tfin).

Enfin, le programme SIRENE (ou FLUVIA) récupère les variables de contrôle u dans l'espace de travail et les applique dans SIRENE (ou FLUVIA) aux ouvrages correspondants (définition classique des u dans l'interface Edisic pour le module de régulation correspondant, avec aussi les y, yt et z).

Cette méthode SCILAB permet d'écrire et de tester rapidement une méthode de régulation en profitant de tout l'environnement de développement de Scilab. Elle ne nécessite en outre aucune compilation ni édition de lien du programme SIRENE (ou FLUVIA). En plus Scilab est un programme gratuit développé sous licence libre et téléchargeable sur Internet. Par contre, l'exécution du module de régulation est plus lente (que pour un module de régulation interne (ex. : PID) ou écrit en Fortran via les modules USER1 à USER9) du fait des échanges de données entre SIRENE (ou FLUVIA) et Scilab et du fait qu'un fichier .sce est interprété par Scilab et non pas compilé en code directement exécutable. Vous pouvez comparer ces temps d'exécution, et nous fournissons le même exemple avec le PID interne, le lien DDE Matlab, le lien DDE Scilab et le module wdlang.

Exemple de fichier .sce (voir l'exemple fourni sous dat/ex_scilab) :

```
% fichier pid.sce correspondant à un contrôleur PID
// initialisation ----------
// Matlab et Scilab gèrent les vecteurs différemment
// Dans Matlab, par défaut un vecteur est une ligne (size(u)=1 nu)
// Dans Scilab, par défaut un vecteur est une colonne (size(u)=nu 1)
// Pour éviter la double indexation inutile, on s'adapte à cette convention
// Les scripts sous Matlab et sous Scilab sont donc légèrement différents

if t == dt
   [nu n1]=size(u);
   [ny n1]=size(y);
   eold=zeros(ny,1);
   se=eold;
   de=eold;
end;
```

```
// calcul des coefficients utiles ----------
Kp=[14.78;1.44;4.22;2.51;1.53];
Ti=[1440;1680;1200;1440;1440];
Td=zeros(nu,1);
N =zeros(nu,1);
for i=1:nu,
    if Ti(i)==0;
       Ki(i)=0;
    else
       Ki(i)=Kp(i)/Ti(i)*dt/2;
    end
    if Td(i)==0;
       Kd1(i)=0;
       Kd2(i)=0;
    else
       if N==0
          Kd1(i)=0;
          Kd2(i)=Kp(i)*Td(i)/dt;
       else
          Kd1(i)=1/(1+N(i)/Td(i)*dt);
          Kd2(i)=Kp(i)*N(i)*Kd1(i);
       end;
    end;
end;

// calcul du pid vectoriel ----------
e=yt-y;
se=se+Ki.*(eold+e);
de=Kd1.*de+Kd2.*(e-eold);
u=Kp.*e+se+de;

// sauvegarde ancien ecart ----------
eold=e;

// dessin de y et u ----------
if interf==1
//   plot2;
end;
```

Les paramètres pour la méthode SCILAB sont le nom du fichier .sce par défaut et le nom des variables dans l'espace de travail Scilab. Ces indications sont facultatives car des noms par défauts sont proposés.

En mode débug = 0 aucune vérification de syntaxe du fichier .sce n'est effectuée, en mode débug = 1 des vérifications sont effectuées et les messages éventuels sont

écrits sur un fichier scilab.dbg (attention à l'effacer en fin de simulation car il est ouvert en mode "append" et les messages sont concaténés en fin de fichier s'il existe déjà, il peut donc devenir très gros), en mode débug = 2 les messages sont, en outre, affichés à l'écran. On conseille d'utiliser le mode 2 au cours de la mise au point du fichier .sce, puis de basculer en mode 0 pour faire les simulations de routine (gain en temps). [rmq : cette gestion est bien fonctionnelle dans le lien DDE Matlab, mais pas encore dans le lien DDE Scilab, le module Scilab est donc plus difficile à débugger à partir de SIC, il est bon de le tester d'abord directement dans Scilab à l'aide d'un petit script garnissant des vecteurs y, yt et z, ainsi que les variables t, dt, tfin, etc lancant le script .sce à tester et vérifiant le vecteur u calculé tant en dimension qu'en valeurs].

On peut indiquer l'emplacement du programme scilab.exe, ce qui est utile si différentes versions de Scilab sont installées sur l'ordinateur. Mais la version de Scilab désirée doit aussi et surtout être définie dans l'option correspondante du menu "Options/Options" qui gère les exe de SIRENE et FLUVIA avec la bonne version de Scilab. Il faut aussi que le PATH système contienne bien la référence au sous répertoire de Scilab (de la bonne version qu'on souhaite utiliser, par exemple : C:/Program Files/scilab-5.3.3/bin), et qu'il n'y ait pas de référence avant à un autre sous-répertoire contenant également des librairies comme lapack.dll. Sinon il y aura un conflit (par exemple avec une autre version de Scilab, ou une version de MatLab, voir ci-dessous). Les solutions peuvent alors être soit de modifier ce path, soit de renommer temporairement les sous-répertoires d'installation de ces autres programmes (il faut en général avoir les droits administrateur pour faire cela). Il faut aussi que la variable d'environnement TMPDIR soit définie (Menu Windows Démarrer, Système, Propriétés système avancé, Variables d'environnement, TMPDIR=C:/tmp par exemple).

On peut aussi indiquer si l'on veut fermer Scilab en fin de simulation (Case cochée pour fermer Scilab).

Le lien DDE SciLab est disponible à partir de la version 5.29 de SIC et est compatible avec les versions de Scilab 4.0, 5.0.2, 5.2.2 et 5.3.3. En Février 2013 la version 5.4.0 de Scilab est devenue disponible, mais les routines du lien DDE ont changé (la librairie libscilab.lib n'est plus disponible mais remplacée par call_scilab.lib). Idem pour les versions 5.5.1 et ultérieures. Ces nouvelles versions n'ont pas encore été testées, mais nous le ferons prochainement, ou sur demande urgente !

En cas de problème au lancement du lien DDE (problème pour lancer Scilab, message indiquant que des dll ne sont pas trouvées, ou que des points d'entrée de procédure ne sont pas trouvés dans des dll, ou fonction non trouvée) c'est que vous avez probablement un conflit entre diverses dll liées à MatLab et à Scilab installées sur votre ordinateur. Le problème c'est que ces programmes utilisent un certain nombre de dll dont certaines ont le même nom, comme lapack.dll en particulier. Si vous choisissez l'option "Aucun lien DDE" (en mode "Hydraulique" aller dans le menu Options / Options, Bouton "Choisir" de la rubrique "Version du lien DDE Matlab ou Scilab"), alors les programmes FLUVIA et SIRENE actifs

sont ceux ne comportant pas les liens DDE avec MatLab ni Scilab. Il n'y aura donc plus de conflit mais vous ne pourrez pas utiliser ce lien DDE. Vous aurez un message dans la fenêtre d'affichage lors du calcul. Il faudra donc choisir la version de FLUVIA et SIRENE qui correspond à la version de MatLab ou Scilab que vous utilisez (installée sur votre ordinateur) en choisissant l'option "MatLab 6", "MatLab 7.1", "MatLab 7.4", "MatLab 7.5", "MatLab 2008", "MatLab 2009", "Scilab 4" ou "Scilab 5". Dans ce cas, les exe correspondants de FLUVIA et de SIRENE, ainsi que les dlluser*.dll sont copiées dans le sous-répertoire SIC/EXE et deviennent les versions actives.

Chapitre 114

La méthode STEPS

La méthode STEPS permet de générer des échelons sur la ou les commandes U.

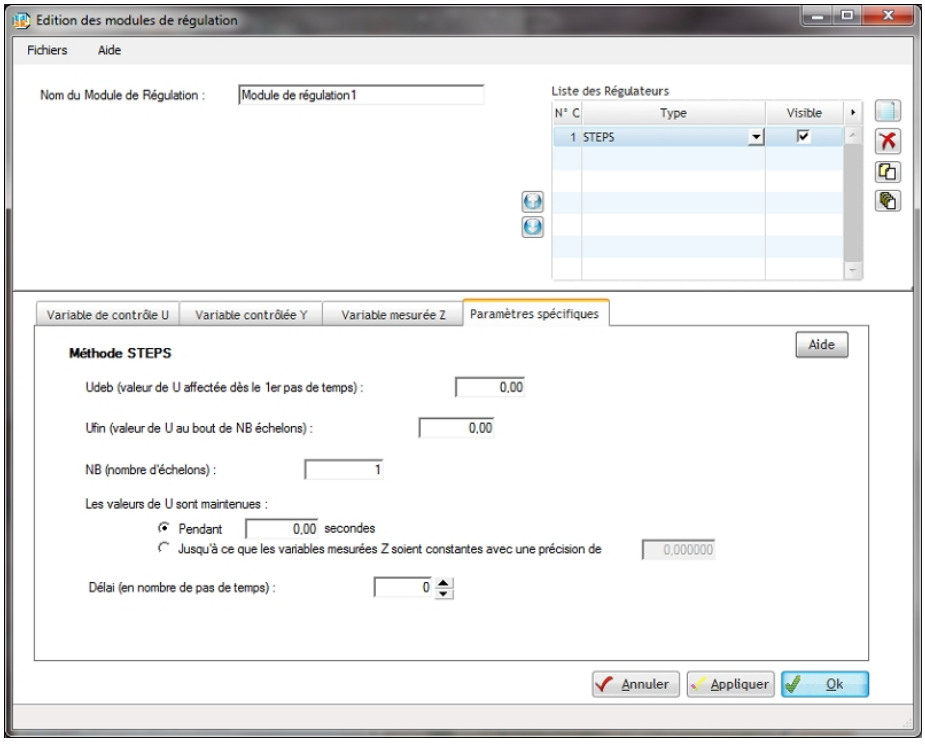


FIGURE 114.1 – editregv5_steps

On lit les paramètres suivants sur le fichier .reg sur la ligne PS=

READ(U,900,ERR=10) UMIN,UMAX,NB,MODE,XSWITCH,IDELAI 900 FORMAT(2(F8.2,1X),I2,1X,I1,1X,F8.2,1X,I2)

Où : STEPS est un module qui va modifier les valeurs de U entre UMIN et UMAX, UMIN est affecté à U dès le premier pas de temps, en passant par NB steps de même valeur (NB > 0), et jusqu'à UMAX, (remarque : on peut avoir UMIN < ou > UMAX) MODE défini la manière de passer d'une valeur à une autre : MODE=0 : les valeurs de U sont maintenues pendant XSWITCH secondes, MODE=1 : les valeurs de U sont maintenues jusqu'à ce que les variables mesurées Z sont constantes à la précision XSWITCH près. Dans ce cas les variables Z choisies doivent être rentrées en mode I (incrémental). IDELAI permet de retarder le step (par exemple pour vérifier qu'on est bien en régime permanent, ou pour synchroniser avec d'autres modules comme USER1, LQG par exemple). Il est donné en nombre de pas de temps (entier I2 >=0).

Remarque : si des variables Y sont décrites sur le fichier .reg pour ce module, leurs valeurs seront écrites sur le fichier .lst juste avant la génération du step. Cela permet de vérifier l'état de certaines variables hydrauliques juste avant les générations de steps.

Chapitre 115

La méthode STOP

La méthode STOP interrompt le calcul du programme SIRENE, indique à l'utilisateur les 5 premières variables mesurées z1 à z5, lui permet de rentrer une nouvelle valeur pour les 5 premières variables de contrôle u1 à u5 et de choisir le prochain temps d'intervention (en nombre de pas de temps).

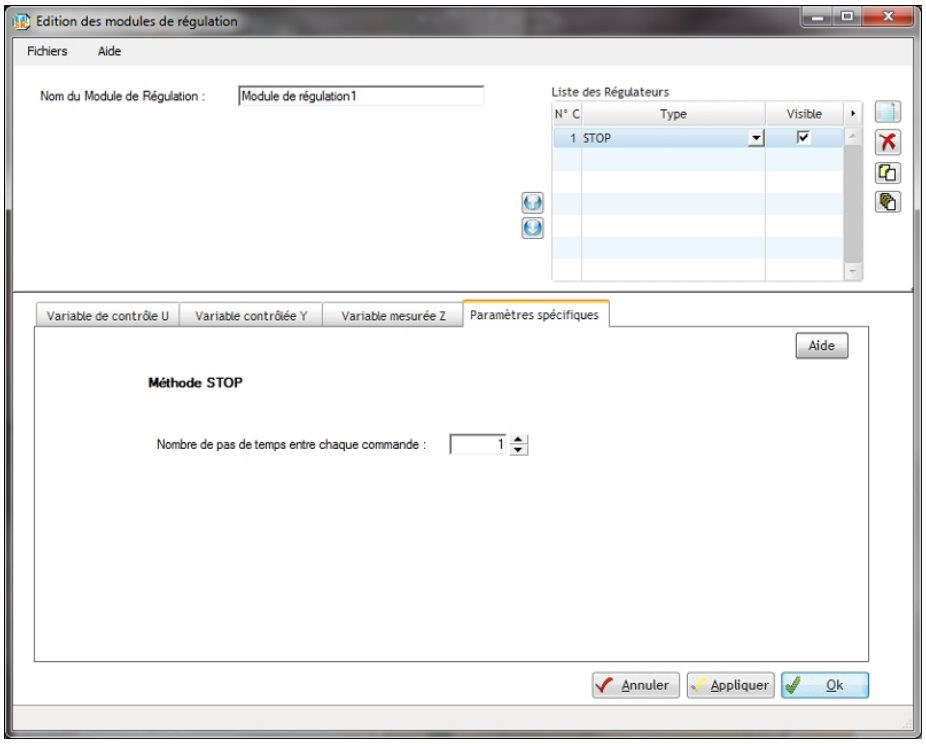


FIGURE 115.1 – editregv5_stop

Pour la méthode STOP c'est le nombre de pas de temps entre chaque commande au format (F8.2).

PS= 1.00

Chapitre 116

Les méthodes USER1 à USER9

Les méthodes USER1 à USER9 permettent d'écrire des nouveaux modules de régulation directement en langage FORTRAN. Elles se programment d'une manière similaire à la routine CPID. Ces méthodes nécessite une compilation d'un module USER avec le compilateur Microsoft Digital 6.1 ou ultérieur ou avec le compilateur Intel 10 ou supérieur (compilation en 32 bits), et une nouvelle édition de lien avec le linkeur associé. Un module programmé en FORTRAN et compilé est beaucoup plus rapide qu'avec un lien DDE MatLab ou un module WDLANG.

Pour écrire ce module on peut s'inspirer du module PID. On peut imaginer que l'on met au point une méthode grâce à la méthode MATLAB et une fois qu'elle est mise au point et testée on l'intègre au logiciel SIC par la méthode USER1 (ou USER2 à USER9) pour gagner en rapidité d'exécution.

On peut programmer jusqu'à 9 modules de régulation en utilisant les méthodes USER1 à USER9. Pour chacune, on dispose de 3 routines à renseigner éventuellement dans le fichier REGUSER.FOR :

```
!=====================================================
!> Routine de supervision du module de régulation USER1
!=====================================================
SUBROUTINE SUSER1(Reg)
   IMPLICIT NONE

   TYPE(Regulateur_t), INTENT(INOUT) :: Reg

END SUBROUTINE SUSER1
```

```
!=================================================!> Lecture des parametres specifiq
!=================================================
SUBROUTINE LUSER1(CHAINE,Reg)

   USE SIRENE_Parametres, ONLY : LONG
!   USE F1 , ONLY : IERROR

   IMPLICIT NONE

   CHARACTER, INTENT(IN) :: CHAINE*(*)
   TYPE(Regulateur_t), INTENT(INOUT) :: Reg

!-----Exemple de lecture d'un reel sur une ligne PS=12. par exemple
!-----Cette valeur est mise dans PARA pour une utilisation future dans
!-----le regulateur correspondant. Le vecteur PARA est en effet
!-----transmis a CUSER1.
!-----A maximum of $NBPA parameters can be read and stored in the PARA
!-----array variable. If you need more than$ NBPA parameters, you must
!-----store them in another common.

!     READ (CHAINE,'(F3.0)',ERR=100) Reg%tPara(1)
   Reg%tPara(1)=0.
!      RETURN
! 100  CONTINUE
!      IERROR=2

END SUBROUTINE LUSER1

!=================================================
!> Calcul de la commande U a partir des données du régulateur (variables
!> controllees Y, consignes correspondantes YT et variables mesurees Z
!=================================================
SUBROUTINE CUSER1(Reg)

   USE SIRENE_Parametres, ONLY : LONG

   IMPLICIT NONE

   !> Régulateur (Voir structure Regulateur_t dans le source FLUXML, module D_REGULATI
   TYPE(Regulateur_t), INTENT(INOUT) :: Reg

!-----Exemple d'utilisation de CUSER1 pour imprimer des variables sur
!-----le fichier .LST

!-----Exemple de calcul de la premiere composante U(1)
```

```
     IF (Reg%tZ(1)%V > 0.) THEN
        Reg%tU(1)%VarU%V = Reg%tPara(1) * (Reg%tY(1)%VarY%V - Reg%tY(1)%YTVal)
     ELSE
        Reg%tU(1)%VarU%V = Reg%tPara(2) * (Reg%tY(1)%VarY%V - Reg%tY(1)%YTVal)
     ENDIF
   Reg%tU(1)%VarU%V = 0.

END SUBROUTINE CUSER1
```

La routine SUSER1 est une routine de supervision appelée à chaque pas de temps. Elle permet éventuellement de changer les paramètres d'un module de régulation, de type de méthode, etc.

La routine LUSER1(CHAINE,PARA) est appelée uniquement en début de programme, au temps initial. Elle est appelée pour chaque ligne de paramètres spécifiques du régulateur. Elle permet de lire les paramètres spécifiques de la méthode USER1, dans la chaîne de caractère CHAINE située à la suite d'un code "PS=". Si plusieurs lignes "PS=" doivent être lues il faut donc gérer un compteur de ligne dans cette routine LUSER1, permettant de lire des variables différentes dans différentes lignes. Ce compteur `iLignePS` est géré et founit dans le module `D_REGULATION`. Le vecteur PARA est dimensionné à 50 (ce nombre était limité à 10, 20 ou 22 paramètres dans d'anciennes versions de SIC), ce qui signifie qu'un maximum de 50 paramètres peuvent être lus et stockés par cette routine de lecture pour chaque régulateur. Si vous voulez lire et stocker plus de 50 paramètres il faut créer de nouvelles variables en tête du module `USER`.

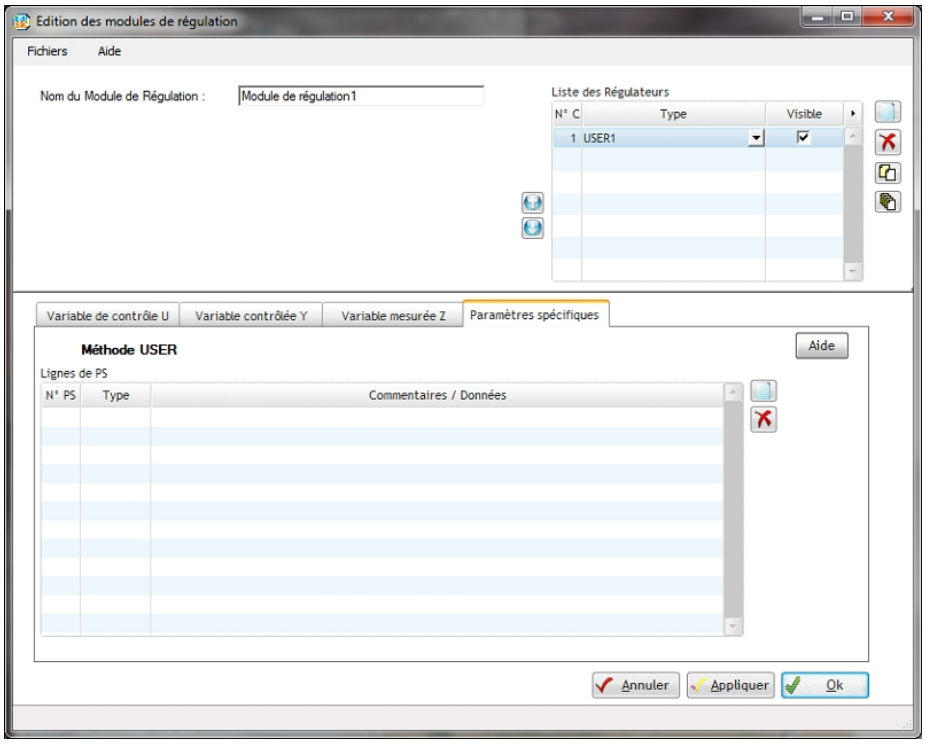


FIGURE 116.1 – editregv5_user1

La routine CUSER1 est une routine de régulation appelée à chaque pas de temps de régulation (DTU), après la routine de supervision SUSER1. Elle permet de calculer les `Reg%nbrU` variables de contrôle `Reg%tU(:)%VarU%V` à partir des `Reg%nbrY` variables contrôlées `Reg%tY(:)%VarY%V`, des `Reg%nbrZ` consignes correspondantes `Reg%tY(:)%YTVal`, des variables mesurées `Reg%tZ(:)%V` et des paramètres placés dans le tableau Reg%tPara(:).

Chapitre 117

La méthode WDLANG

La méthode WDlang permet d'écrire un module de régulation en WDlangage tel que défini dans l'environnement de développement Windev. Une aide sur ce langage est disponible sur le site http://www.pcsoft.fr.

Cette fonctionnalité, réalisée en WinDev, a pour but d'offrir une alternative à l'actuel lien DDE avec MATLAB ou SCILAB ou à l'interface Fortran utilisés avec les programmes FLUVIA et/ou SIRENE pour la programmation de modules de régulation. Cette nouvelle fonctionnalité ne nécessite aucun logiciel tiers, contrairement au lien DDE MatLab qui nécessite le logiciel MatLab, au lien DDE SciLab qui nécessite le logiciel SciLab (logiciel libre sous licence GNU) ou à l'interface Fortran qui nécessite un compilateur Fortran (Digital ou Intel).

Cette fenêtre offre un fonctionnement proche de celui des liens DDE MATLAB ou SCILAB. Elle applique des lois à des données d'entrée (Y, YT, Z) pour générer des données de sortie (U) résultats du calcul et éventuellement en utilisant des paramètres (PARA). Cette fenêtre offre comme MATLAB la possibilité à l'utilisateur d'écrire ses propres lois de calcul. Les variables Y, YT, Z et U sont optionnelles, on n'est pas obligé de toutes les définir et utiliser. On peut par exemple juste utiliser des variables Z pour les visualiser numériquement ou graphiquement, ou on peut juste utiliser des variables U pour les modifier en fonction du temps par exemple, ou les lire sur un fichier externe (commande de type Boucle Ouverte). On peut bien entendu toutes les utiliser pour par exemple calculer des commandes U à partir de variables mesurées Z, de variables contrôlées Y, éventuellement affectées de consignes YT (commande de type Boucle Fermée).

Voici un aperçu global de la fenêtre, composée en partie supérieure des tableaux de données, résultats, et en partie inférieure de l'algorithme à exécuter.

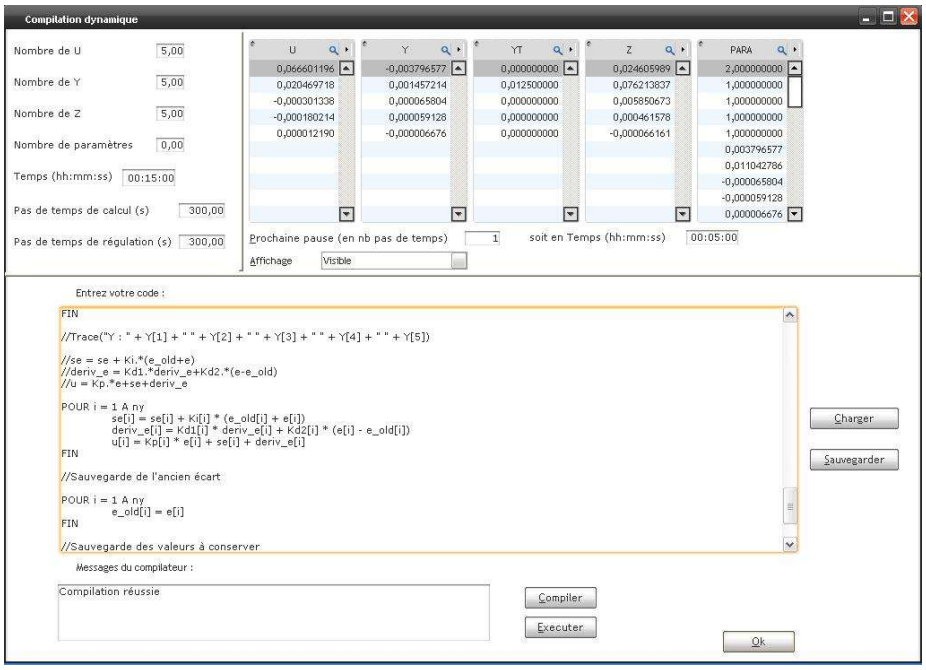


FIGURE 117.1 – doc109

La fenêtre reçoit les données sous forme de quatre tableaux de réels appelés « Y, YT, Z et PARA » que les programme Fluvia et Sirene de calcul hydraulique en régime permanent et transitoire respectivement (écrits en Fortran) renseigne à chaque pas de temps de régulation.

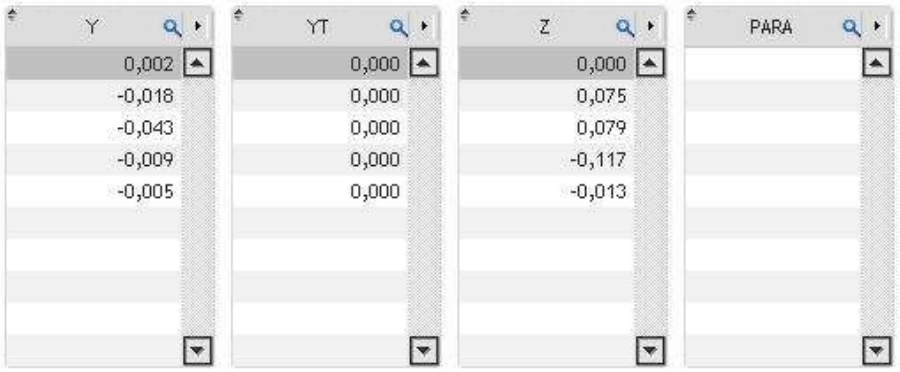


FIGURE 117.2 – doc110

La fenêtre va ensuite exécuter un code (loi de calcul), saisi par l'utilisateur ou encore chargé à partir d'un fichier texte. Si le fichier "wdroutine.txt" existe dans le sous répertoire de donnée, il sera chargé au premier appel. Sinon il sera possible de sélectionner un autre fichier d'extension .txt, ou de l'écrire dans la fenêtre de saisie (et de le sauvegarder).

Cette loi a pour but, par exemple, de renseigner le tableau de résultat « U » ci-contre en suivant l'algorithme de la loi de calcul (écrit en WLangage).

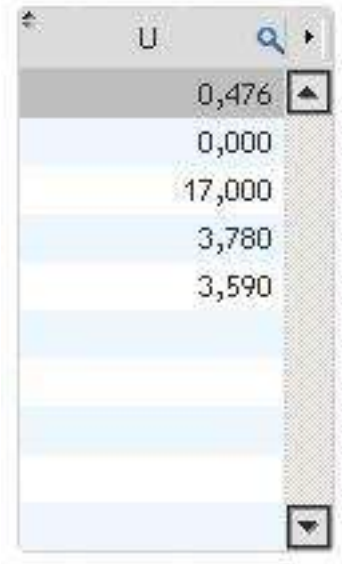


FIGURE 117.3 – doc111

Le programme Fluvia ou Sirene renseigne les tableaux d'entrée (Y, YT, Z PARA) à chaque pas de temps de régulation, lance le calcul de l'algorithme, récupère les variables de sorties (U) calculées ainsi que les autres variables modifiables à l'écran.

On peut faire passer la fenêtre en mode invisible pour accélérer les calculs (l'affichage de la fenêtre et des calculs ne sont alors réalisés que lors de la prochaine reprise en main). On peut également demander à ne reprendre la main que dans plusieurs pas de temps de calcul (ou à un instant futur).

L'utilisateur peut ensuite écrire du code en WLangage dans le champ prévu à cet effet dans la partie inférieure de la fenêtre, le sauvegarder en fichier texte, ou charger un fichier existant.

Bouton Compiler : Compile le code écrit dans la zone de texte. Cette phase est nécessaire si le code a été modifié, ou si un autre fichier a été chargé. Des messages sont indiqués s'il y a des erreurs de compilation, ou si au contraire tout s'est bien passé.

Bouton Exécuter : Exécute le dernier code compilé avec succès, sans incrémenter le temps, et sans retourner dans le calcul hydraulique de Fluvia ou Sirene.

Bouton Continuer : Exécute le dernier code compilé avec succès et redonne la main au programme Fluvia ou Sirene, pour ainsi réitérer sur la simulation hydraulique.

Un certain nombre de variables sont accessibles et modifiables à partir du code :

Les variables PARA correspondent au tableau des paramètres. Il est affiché sur la droite de la fenêtre. Ce tableau est dimensionné à 50 variables réelles dans les versions actuelles de SIC^2, mais peuvent être augmentées si nécessaire pour des versions futures (il était de 10, 20 ou 22 dans des versions antérieures). Ce sont des variables persistantes entre 2 appels au code. Les 5 premières variables PARA sont utilisées par le module de régulation WDLANG. Elles peuvent être modifiées par le code mais cela aura du coup des conséquences sur le fonctionnement du module :

PARA[1] pour fenêtre visible avec rafraîchissement des valeurs à chaque DTU (si PARA[1]=2) ou invisible (si PARA[1]=1) hors saisie écran (lu sur le fichier de données .xml, dans les données spécifiques du module, modifiable à l'écran) PARA[2] pour compteur pour saisie écran (valeur max) (idem) PARA[3] pour compteur pour saisie écran (valeur courante) PARA[4] pour compteur pour exécution du calcul (valeur max) (lue sur .reg, pas modifiable à l'écran) PARA[5] pour compteur pour exécution du calcul (valeur courante)

D'autres variables sont accessibles : T : temps courant en secondes DT : pas de temps du calcul numérique en secondes DTU : pas de temps d'appel du module de régulation en secondes TFIN : temps de fin de la simulation NGR : numéro du régulateur INU : nombre de variables U INY : nombre de variables Y INZ : nombre de variables Z INPARA : nombre de paramètres (50 par défaut actuellement)

T et DT sont pilotés par le programme Fortran Fluvia et/ou Sirene. Les modifier n'aura pas de conséquence, hormis dans les lignes de codes suivant cette modification, et pour l'exécution présente. Ils seront remis à leurs valeurs initiales au prochain appel. DTU peut être modifé soit dans le code, soit grâce au champ "Prochaine pause" en Nombre de pas de temps ou en Temps. TFIN peut être changé dans le code, mais uniquement en le racourcissant. Sinon il y aura des problèmes lors de l'écriture des résultats dans le fichier, en tout cas en format binaire. Les autres paramètres ci-dessus ne peuvent pas être changés, ou en tout cas cela n'aura pas d'effets.

On peut aussi avoir accès à 2 champs Graphe (cf ce type de champs dans la documentation du langage Windev WdLangue sur leur site web www.pcsoft.fr) pour y dessiner ce que l'on veut, et par exemple les ou des variables U, Y, YT et/ou Z. Mais aussi d'autres choses comme des calculs intermédiaires de l'algorithme programmé par exemple. Ces champs Graphes sont nommés GRFU et GRFZ. Ils sont visibles sur le 2ème onglet de la fenêtre. Le code de programmation permettant de les utiliser est par exemple :

```
i est un entier
pour i=1 à INU
   grNuageAjouteDonnéeXY(GRFU,i,t,u[i])
fin
pour i=1 à INZ
   grNuageAjouteDonnéeXY(GRFZ,i,t,z[i])
```

```
fin
grDessine(GRFU)
grDessine(GRFZ)
```

Ces variables, ainsi que les u, y, yt, z, para, etc peuvent être utilisées en majuscules ou minuscules. Avant compilation, il y a une mise en forme et modification du source du code programmé, pour qu'il utilise les noms des variables compréhensibles par Windev, c'est à dire en utilisant le nom des variables globales (en ajoutant l'extension COL_RegWDLang.) ou faisant référence au nom de la fenêtre Windev (regWDLang.). Le source ainsi modifié est visible sur le 3ème onglet. Cette information est juste donnée pour les experts souhaitant comprendre comment cela fonctionne. Cette mise en forme change également les variables minuscule -> majuscule, et sa visualisation sur le 3ème onglet indique aussi le numéro de ligne, ce qui facilite le débuggage, puisque cette ligne est indiquée dans les retours de messages du compilateur dynamique.

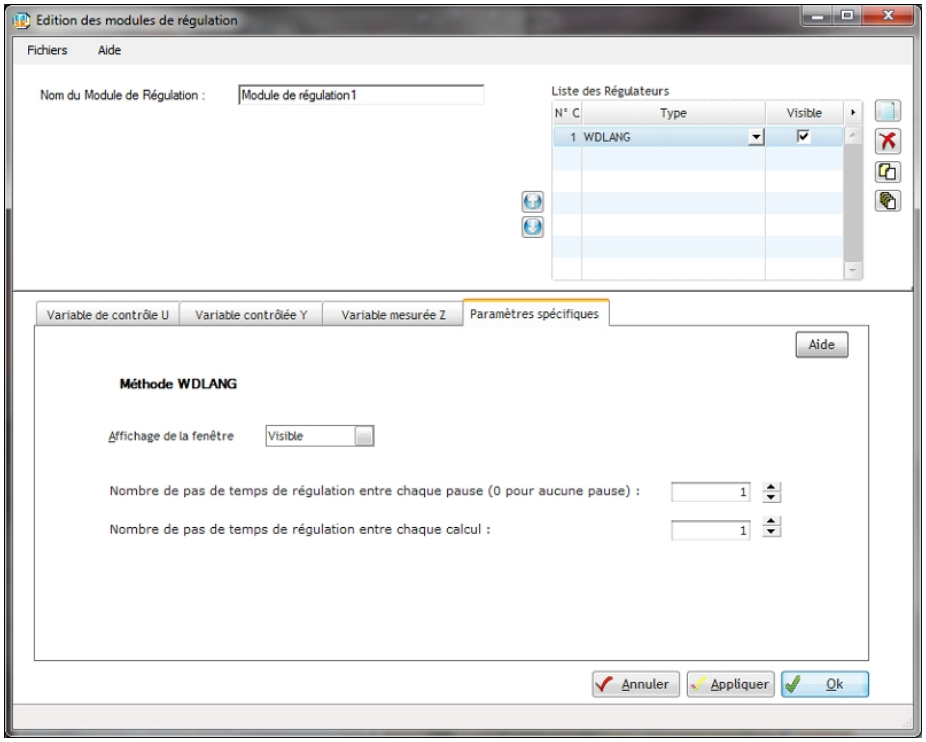


FIGURE 117.4 – editregv5_wdlang

Format de la ligne PS : `(F8.2,1X,F8.2,1X,F8.2)`

Chapitre 118

Présentation

Le module ALGEQUEAU est un module permettant d'effectuer des simulations de qualité des eaux à partir d'une simulation hydraulique réalisée avec FLUVIA ou SIRENE. Il a été développé spécialement pour simuler le développement des algues dans les canaux d'irrigations.

Un scénario hydraulique ne peut contenir qu'un seul module ALGEQUEAU. Cependant, les données hydrauliques utilisées pour le calcul du module pourront parvenir de n'importe quelle variante du scénario hydraulique.

La première étape nécessaire pour utiliser ce module est de définir les classes de qualité qui devront être simulées.

Les classes de qualité gérées par le module ALGEQUEAU sont de 6 types : - Température (en °C) - Nutriment (en mg/l) - Algue fixe (en g/mètre linéaire de canal) - Algue en dérive (en mg/l) - Sédiment fixe (m3/m) - Sédiment transporté (g/m3)

Les classes de qualité pouvant être dépendantes ou non les unes des autres via les lois d'évolutions, il est possible de simuler plusieurs scénarios d'évolution d'un même nutriments ou d'une même algues en un seul calcul en définissant autant de classe et lois d'évolution que nécessaire.

Pour l'instant le logiciel permet de : - Transporter les températures, les nutriments et les algues en dérives de l'amont vers l'aval du réseau via l'intégration de l'équation de transport (sans la diffusion). - Calculer en chaque section les échanges (lois d'évolution) entre les classes de qualités pendant le calcul du transport. - Définir des répartitions non homogènes aux diffluences (biefs défluents et prises aux nœuds) avec un ajustement paramétrable et automatique pour la conservation de la masse au nœud.

Fonctionnalités à développer : - Permettre des inversions de débit dans le réseau par rapport au sens topologique. - Définir des répartitions non-homogène aux

structures en travers.

Chapitre 119

Ajout d'un module Qualité à un scénario hydraulique

Pour chaque scénario hydraulique, il est possible de créer un module Qualité.

Lors de l'édition d'un scénario hydraulique, on entre dans le module Qualité en allant dans le menu Outils et en choisissant «Module Qualité».

La première étape nécessaire pour utiliser ce module est de définir les classes de qualité qui devront être simulées.

Le module est ensuite accessible à partir de l'explorateur de projet à partir du moment où au moins une classe de qualité a été définie. Le module peut être supprimé du scénario à partir de l'explorateur de projet.

Chapitre 120

Définition des classes de qualité

L'accès à la définition des classes de qualité se fait via le bouton  ou via le menu Outils >  Définition des classes de qualité.

Pour ajouter une nouvelle classe de qualité, cliquer sur le bouton «Ajouter une classe de qualité». L'ordre choisi des classes de qualité n'a pas d'importance car la résolution des échanges entre classes est simultanée.

Pour chaque classe de qualité, on peut définir : - Son nom - Son type

En fonction du type de classe de qualité, les fonctionnalités disponibles seront différentes.

120.1 Classe de qualité de type température ou nutriment

Ces types de classe de qualité ne possède qu'un compartiment dérivant, ils ne proposent que la possibilité de saisir des lois d'échange que pour ce compartiment.

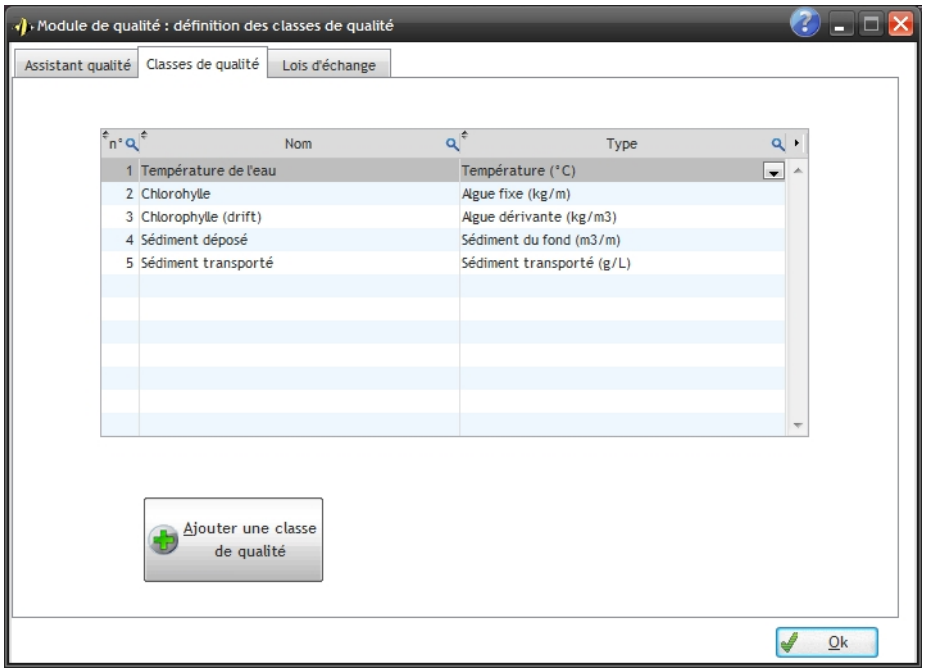


FIGURE 120.1 – qualite_defclasse_temperature

120.2 Classe de qualité de type algue ou sédiment

Ces types possèdes un compartiment fixé et un compartiment dérivant. Chaque compartiment aura ses propres lois d'évolution et, pour le compartiment fixé, il sera nécessaire de définir les conditions initiales de la simulation.

qualite_defclasse_sediment_fond

Image absente de la source SPIP (à récupérer) — Missing from the SPIP source

FIGURE 120.2 – qualite_defclasse_sediment_fond — image absente de la source

Chapitre 121

Conditions initiales des algues fixées

La définition des conditions initiales des algues fixées est accessible via l'écran de définition des classes de qualité en cliquant sur le bouton «Editer les conditions initiales de ... fixé»

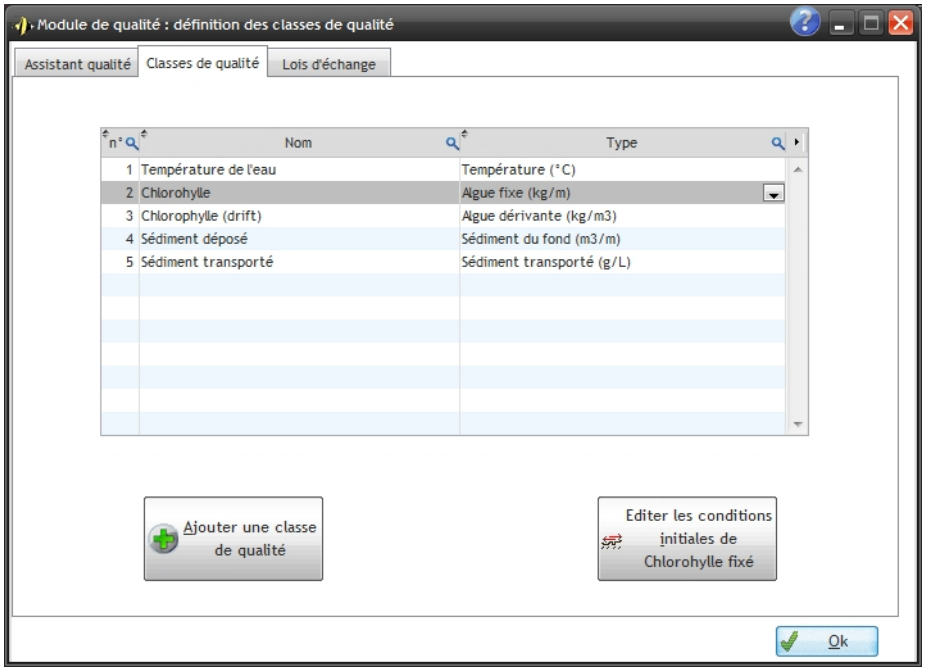


FIGURE 121.1 – qualite_defclasse_algues

Les conditions initiales sur les sections du réseau se saisissent de la même façon que les Striklers et les infiltrations en mode hydraulique : on définit une valeur par bief ou portion de bief définie par une abscisse de début et de fin.

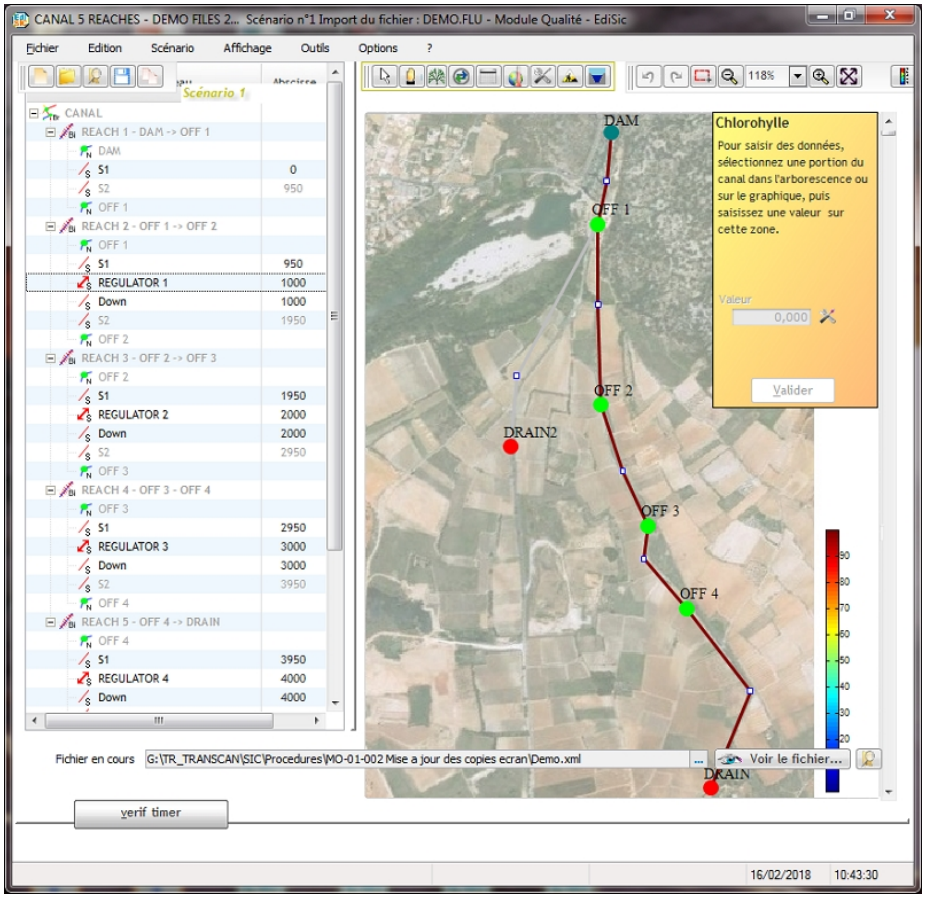


FIGURE 121.2 – premiere_algequeau_ci

Chapitre 122

Saisie des lois d'évolution

On définit les lois d'évolution pour chaque compartiment de classe de qualité.

L'accès à la saisie des lois d'évolution se fait via l'écran de saisie des classes de qualité.

Cliquer sur le bouton «Ajouter une loi» pour ajouter une loi d'évolution à la classe de qualité en cours.

Pour chaque loi d'évolution, on peut définir une description est choisir une loi dans une liste déroulante. Les lois d'évolution gérées par le module ALGEQUEAU sont décrites précisément dans le guide théorique.

Pour chaque loi d'évolution, on définira une ou plusieurs classe de qualité dite «actante» qui interviennent dans la loi (en entrée et/ou en sortie) ainsi que des paramètres. Les paramètres saisis peuvent éventuellement être paramétrés ou fonction du temps.

Pour la loi d'évolution de la température, nous aurons à définir la classe actante à savoir la température elle-même.

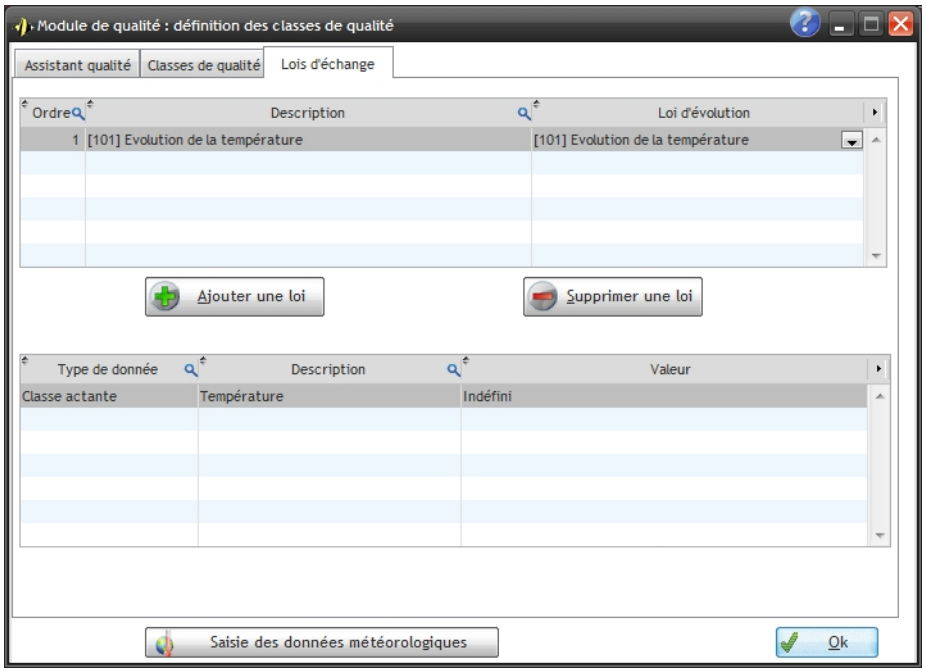


FIGURE 122.1 – qualite_defclasse_loi_101

Chapitre 123

Conditions aux limites

Les classes de qualité simulées de le module se déplacent de l'amont vers l'aval, il est donc nécessaire de définir les concentrations ou la température de l'eau entrant à l'amont du système. De plus, à chaque intersection du réseau (diffluence de bief ou de prise à un nœud), la répartition de la classe de qualité peut ne pas être homogène et nécessite la définition d'un coefficient k de répartition. L'écran de saisie des conditions aux limites permet de saisir tous ces paramètres.

Pour saisir les conditions aux limites, cliquer sur le bouton  ou aller dans le menu Outils > Conditions aux limites.

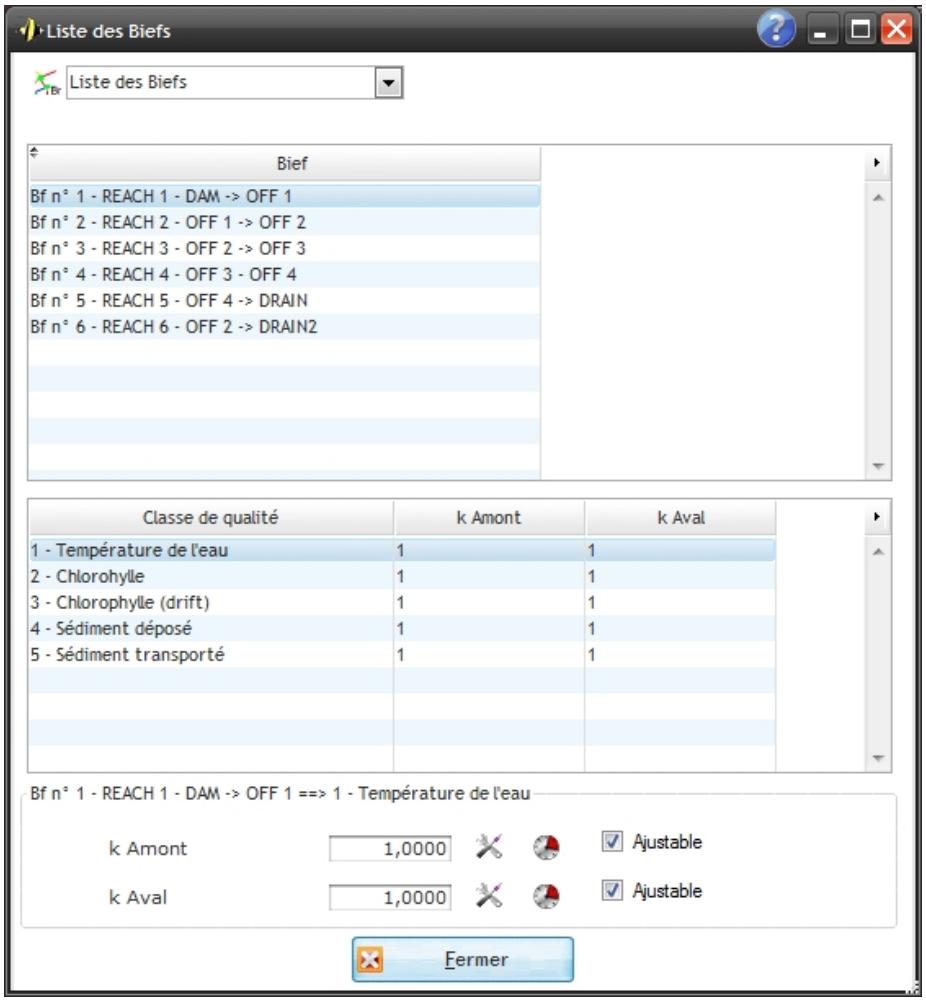


FIGURE 123.1 – qualite_condlim

Le premier menu déroulant permet de choisir le type d'élément du réseau sur lequel on veut définir un paramètre : - Bief : k à l'amont topologique (pour gérer le cas de l'inversion de débit) et k à l'aval topologique ; - Ouvrage en travers : k de l'ouvrage en travers ; - Noeud : k de l'infiltration dans le casier ; - Prise : Apport (= condition à la limite) pour un débit entrant dans le système et k pour les débits sortants.

La seconde liste permet de choisir l'élément parmi le type choisi.

La troisième liste permet de choisir sur quelle classe de qualité on veut agir.

Une fois la classe de qualité choisie, on peut saisir au bas de la fenêtre les différents paramètres qui peuvent être paramétrés ou fonction du temps.

Les coefficient de répartition k peuvent être «ajustables» afin d'assurer la conservation de la masse au nœud dans le cas où on définit des coefficients de répartition k différents de 1 et qu'il n'y a pas de casier au nœud.

Chapitre 124

Données météorologiques

Pour saisir les données météorologiques, il faut cliquer sur le bouton  ou aller dans le menu Outils > Données météorologiques.

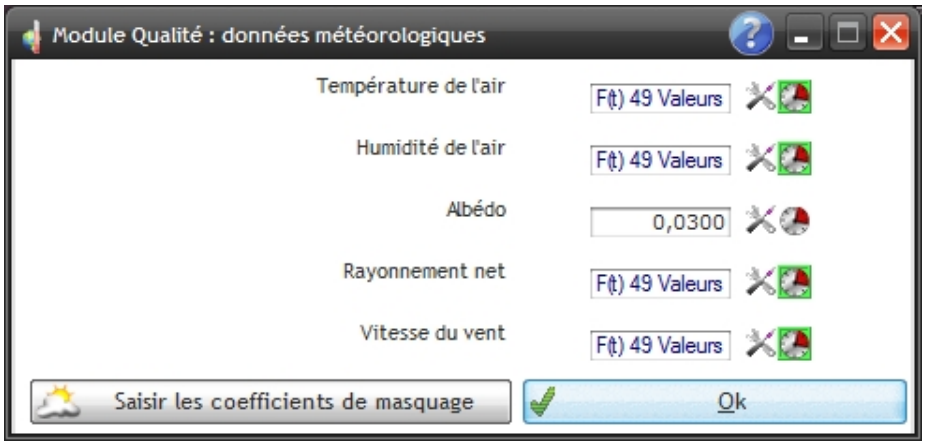


FIGURE 124.1 – qualite_meteo

Cet écran permet de saisir les paramètres suivants : - Température de l'air (°C) - Humidité de l'air (entre 0 et 1) - Albédo (entre 0 et 1) - Rayonnement net (W.m-2) - Vitesse du vent (m.s-1)

Toutes ces données peuvent être paramétrées ou fonction du temps.

124.1 Coefficients de masquage

La présence de tunnel ou plus généralement d'ombrage est signalée sur le réseau par un coefficient de masquage valant entre 0 et 1.

Pour accéder à la saisie de ces coefficients, cliquer sur le bouton «Saisir les coefficients de masquage» présent au bas de l'écran de saisie des données météorologiques.

La saisie des coefficients de masquage se fait comme pour les Strickler et les infiltrations avec une sélection par bief ou portion de bief définie par des abscisses de début et de fin.

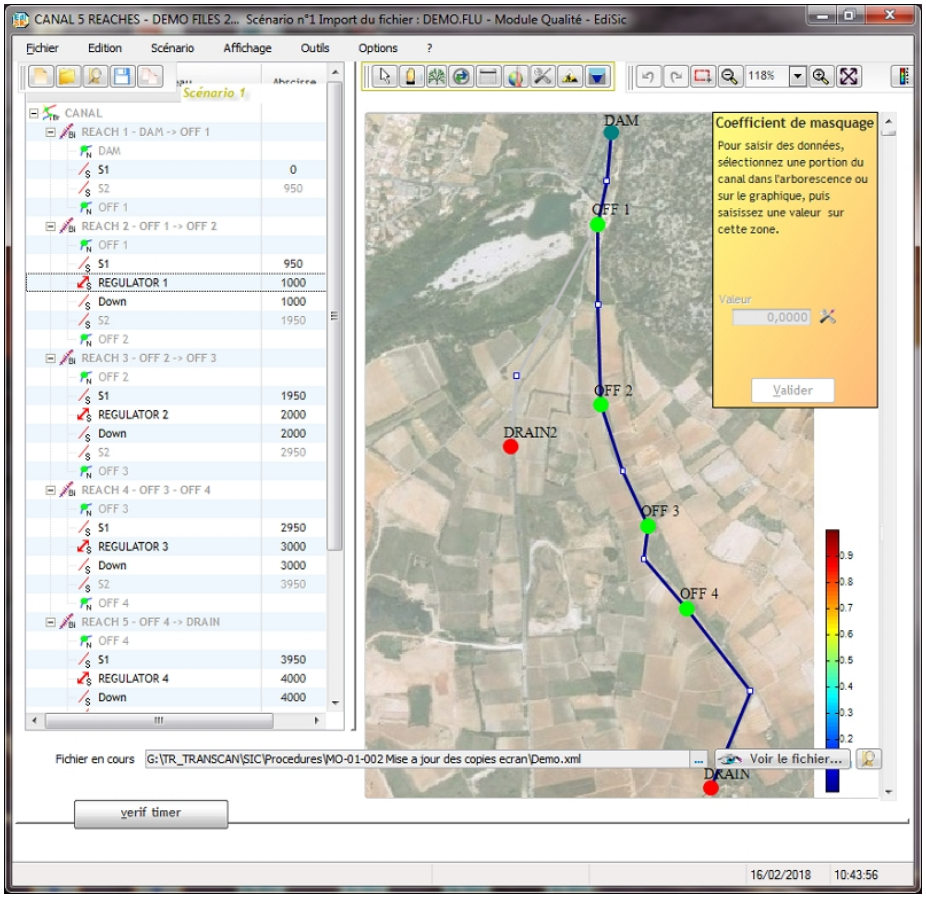


FIGURE 124.2 – premiere_algequeau_masquage

Le coefficient de masquage est constant, il n'est donc pas pour l'instant possible de simuler un ombrage modifié par l'orientation du Soleil au cours de la journée.

Chapitre 125

Paramètres de simulation

Par saisir les paramètres de simulation, cliquer sur le bouton  ou aller dans le menu Outils > Paramètres de simulation.

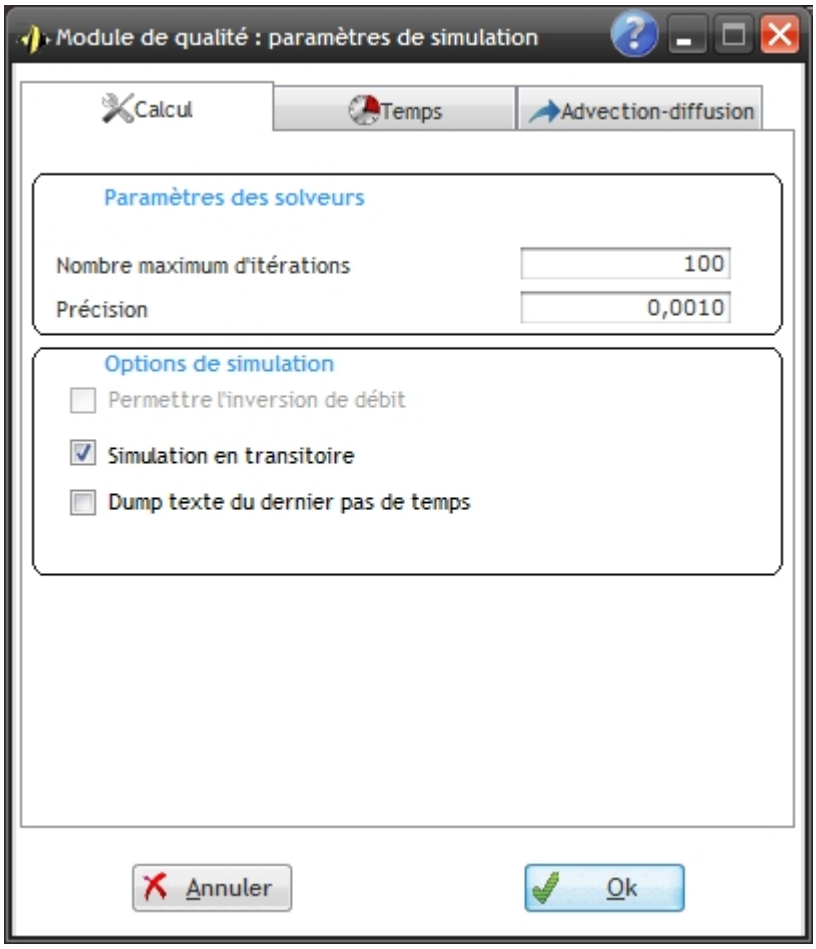


FIGURE 125.1 – qualite_param

125.1 Paramètres de la méthode de Newton

Les calculs de transport réalisés dans les sections et dans les noeuds avec casier nécessitent, dans le cas où au moins une loi d'évolution est non nulle, de résoudre l'équation par la méthode de Newton.

On peut donc définir : - le nombre maximum d'itération de la méthode - La précision recherchée

Si la précision recherchée n'est pas atteinte au bout du nombre maximum d'itération, le calcul s'arrêtera avec le message d'erreur «Non convergence du Newton dans la section».

125.2 Options de simulation

125.3 Simulation en transitoire

Au premier pas de temps de calcul, la simulation est en régime permanent qui sert ensuite de condition initiale pour le calcul des pas de temps suivant en transitoire. Cette option si elle est décochée permet de faire calculer les pas de temps suivant en régime permanent.

125.4 Dump texte du dernier pas

Cette option permet d'écrire toutes les données du dernier pas de temps du module ALGEQUEAU aux sections de calcul dans un fichier texte à colonnes fixes.

Le fichier sera crée dans le même dossier que le fichier XML et sera nommé NomDuFichierXml_FLUVIA.ALG ou NomDuFichierXml_SIRENE.ALG en fonction du calcul hydraulique utilisé.

125.5 Temps

La description de ces paramètres est la même que celle des paramètres de temps de l'hydraulique.

Le temps de début et de fin de simulation et le pas de temps peuvent être différents de ceux de l'hydraulique : - si un pas de temps du module ALGEQUEAU n'est pas égal à celui d'un pas de temps hydraulique, les données hydrauliques utilisées pour le calcul seront une interpolation des deux pas de temps hydrauliques les plus proches à droite et à gauche du pas de temps calculé. - le début et la fin effective de la simulation se caleront à l'intersection des plages de temps de l'hydraulique et du module ALGEQUEAU (cf. schéma exemple si dessous).

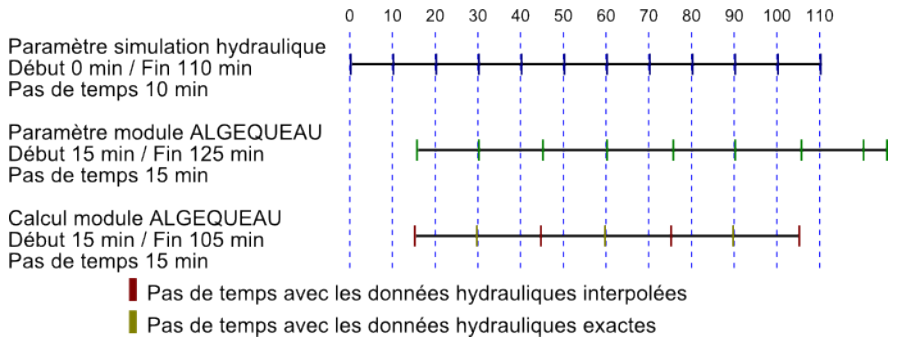


FIGURE 125.2 – doc34

Chapitre 126

Comment construire un réseau

Lancer EdiSic à partir de l'icône 

du programme située sur le bureau Windows® ou dans le menu «Démarrer».

Si un projet est déjà ouvert, créer un nouveau projet (Menu Fichier > Nouveau ou bouton ) et enregistrer le fichier au format XML.

Il est possible d'utiliser un fond de carte pour faciliter la saisie et la compréhension du réseau (Cf. Utilisation d'un fond de carte).

La première étape de création du réseau est de décrire sa topologie (càd. dessiner les nœuds et les biefs). Cette étape est décrite à la page Création d'un réseau (nœuds et biefs).

Ensuite, il faut décrire la géométrie des nœuds et des biefs : - La géométrie des nœuds consiste uniquement à décrire le casier éventuel placé dans le nœud (cf. Description d'un nœud et d'un casier). - La géométrie des biefs consiste à décrire les sections présentes dans chacun des biefs (cf. Création des sections et description des profils en travers).

A chaque enregistrement du fichier, si le réseau comporte des incohérences, le logiciel invite à visualiser et corriger celles-ci (cf. Gestion des incohérences du réseau).

Une fois que l'on a obtenu un réseau cohérent on peut lancer le maillage du réseau (cf. Exécution du mailleur (Talweg)).

Chapitre 127

Comment réaliser une simulation en régime permanent (FLUVIA)

Pour pouvoir réaliser une simulation en régime permanent, il faut d'abord avoir construit un réseau et lancer Talweg avec succès sur celui-ci.

Ensuite, il faut éditer un scénario hydraulique pour y entrer les données nécessaires pour réaliser une simulation en régime permanent. Pour se faire, ouvrir l'explorateur de projet, sélectionner le scénario créé par défaut ou créer un nouveau scénario, et cliquer sur le bouton "Éditer le scénario".

Les informations à saisir sont résumées sur la page de présentation des trois modes (géométrie, hydraulique, résultats).

Les informations minimum à saisir et l'exécution du logiciel de calcul (FLUVIA) sont décrites dans la page «Exécution d'un calcul en régime permanent (FLUVIA)».

Si le calcul s'est bien passé, il est ensuite possible de visualiser les résultats.

Chapitre 128

Comment réaliser une simulation en régime transitoire (SIRENE)

Pour réaliser un calcul en régime transitoire, il faut d'abord au minimum avoir pu réaliser un calcul en régime permanent ou un autre calcul en régime transitoire qui servira de condition initiale au calcul. De plus, le calcul servant de condition initiale devra avoir été réalisé avec le paramètre «Ecrire dans toutes les sections de calcul» coché. Ce paramètre est coché par défaut pour les paramètres du calcul permanent et est décoché par défaut pour les paramètres du calcul en transitoire.

128.1 Création d'un nouveau scénario ou d'une variante

Le calcul de cette nouvelle simulation sera réalisé soit dans un nouveau scénario, soit dans une variante du scénario servant de condition initiale. La première opération à réaliser dans l'explorateur de projet est donc au choix : - Dupliquer le scénario servant de condition initiale - Créer une nouvelle variante dans le scénario servant de condition initiale



| Le calcul en régime transitoire nécessitant une condition initiale, il est important que les conditions limites et les paramètres du début de la simulation en transitoire soient compatibles avec la ligne d'eau initiale provenant d'un calcul précédent. Pour avoir cette garantie, il est conseillé de créer une variante dans le scénario où se trouve le calcul servant de condition initiale au calcul transitoire. |

128.2 Importation de la condition initiale

Dans l'explorateur de projet, se placer sur la ligne du scénario ou de la variante où doit se faire le calcul en transitoire et cliquer sur le bouton «  Importer C.I.» (C.I. = Condition Initiale). Choisir dans la liste des résultats présents, le résultats de calcul qui servira de condition initiale.

Une fois cette opération réalisée, le bouton «  Calcul transitoire» devient actif.

128.3 Édition des évènements du calcul transitoire

L'utilisateur va ensuite entrer les modifications qui auront lieu sur le système au cours du temps (Variation des débits fournis ou prélevés, manœuvres aux ouvrages…). Ceci se fait par la saisie de lois fonction du temps.



| Si les types de conditions aux limites ne changent pas entre le scénario permanent et le calcul en transitoire, il est conseillé de saisir directement dans le scénario permanent les lois fonction du temps. Le calcul en permanent sera réalisé sur le premier pas de temps uniquement et le calcul en transitoire situé dans une variante (qui ne contient aucune modification par rapport au scénario), va calculer à partir du deuxième pas de temps sur les données du scénario. |

128.4 Paramètres du calcul

L'utilisateur devra définir les paramètres temporels de la simulation tel que présentés sur la page Paramètres de Temps. Il pourra aussi éventuellement modifier les paramètres du calcul transitoire et les paramètres d'écriture des résultats.

128.5 Lancement de la simulation

Suivre les instructions de la page Exécution d'un calcul en régime transitoire (SIRENE)

Chapitre 129

Simuler le fonctionnement d'un clapet avec un module WDLANG

SIC ne comprend pas d'ouvrage ni de module de régulation de type "clapet", ouvrage qui ne permet au débit de couler que dans un seul sens. Pour modéliser ce type d'ouvrage, il faut programmer soi-même un module de régulation. C'est que ce tutoriel propose de faire à l'aide du module WDLANG.

129.1 Création du module et connexion aux ouvrages

En mode hydraulique, aller dans le menu outils > Module de régulation

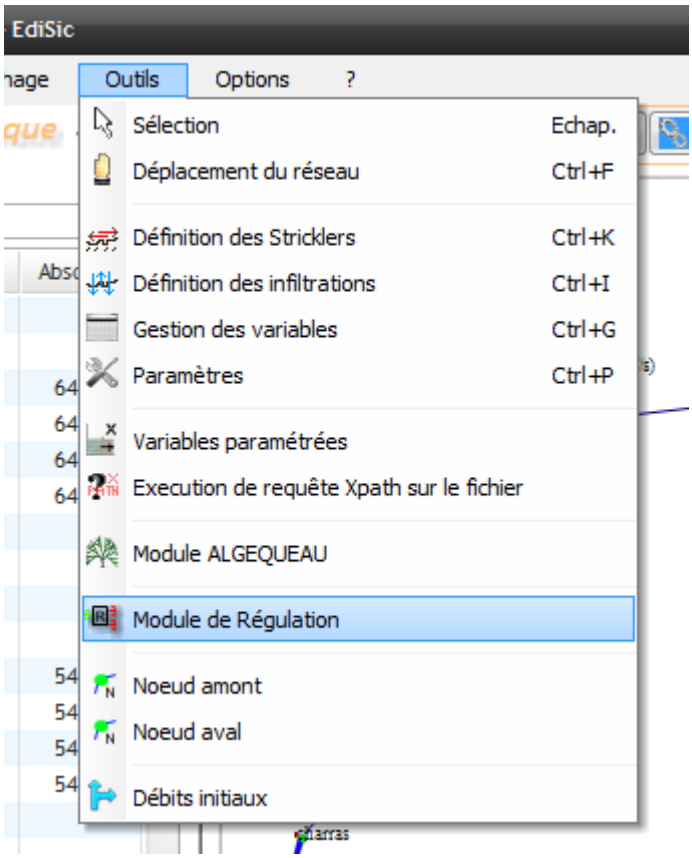


FIGURE 129.1 – doc81

Dans le fenêtre qui s'ouvre, cliquer sur « Nouveau », donner un nom au module, puis cliquer sur « Modifier » :

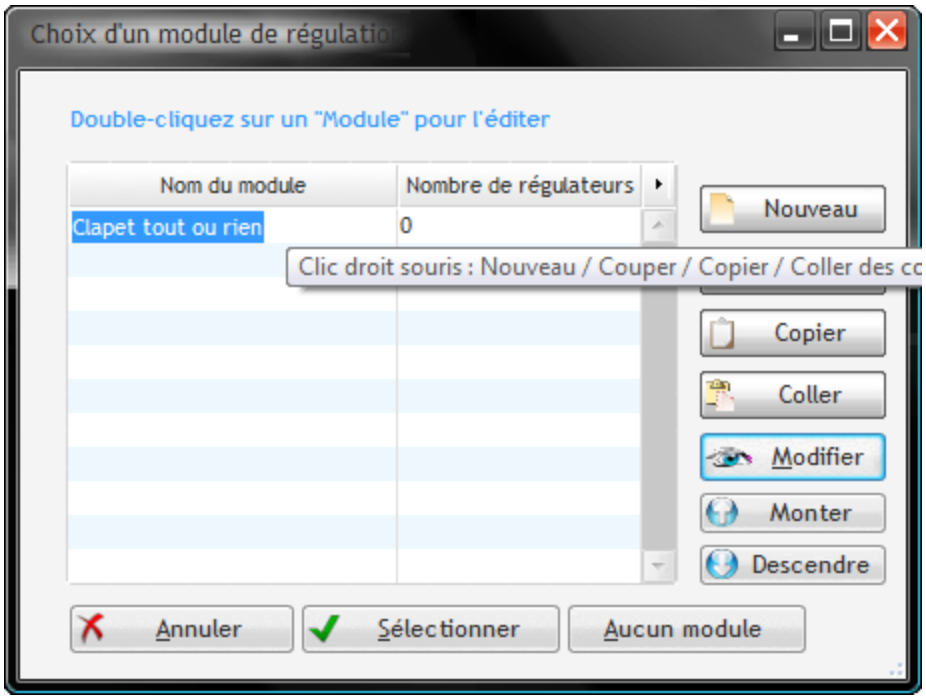


FIGURE 129.2 – doc82

Dans la fenêtre d'édition des modules de régulation, ajouter un régulateur WDLANG en choisissant dans la liste déroulante en haut à droite :

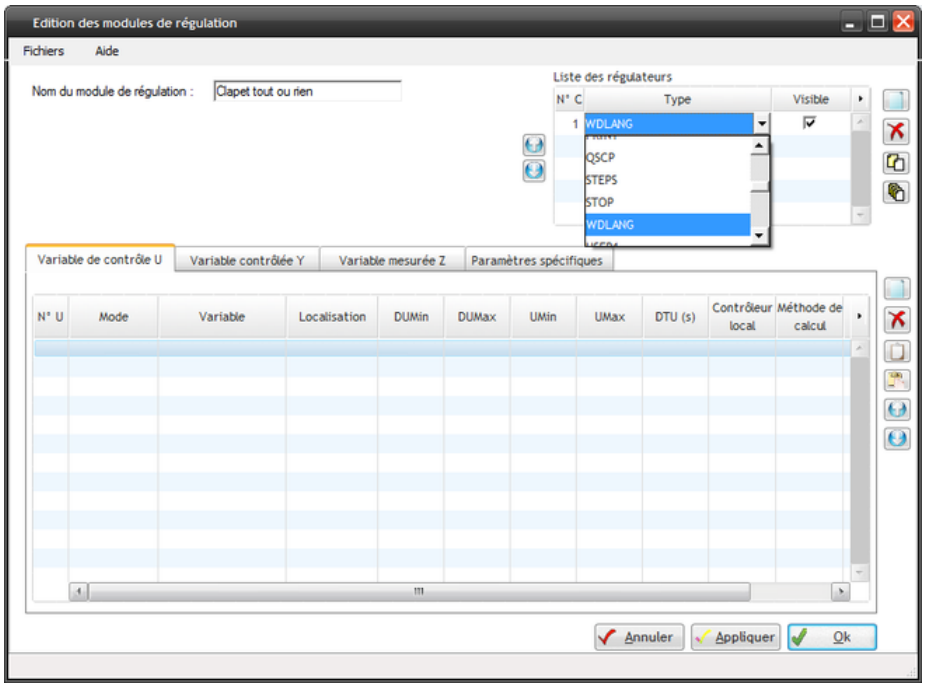


FIGURE 129.3 – doc83

Ajouter une variable de contrôle U en cliquant sur la première ligne du tableau et choisir l'ouverture d'une vanne où doit être placé le clapet :

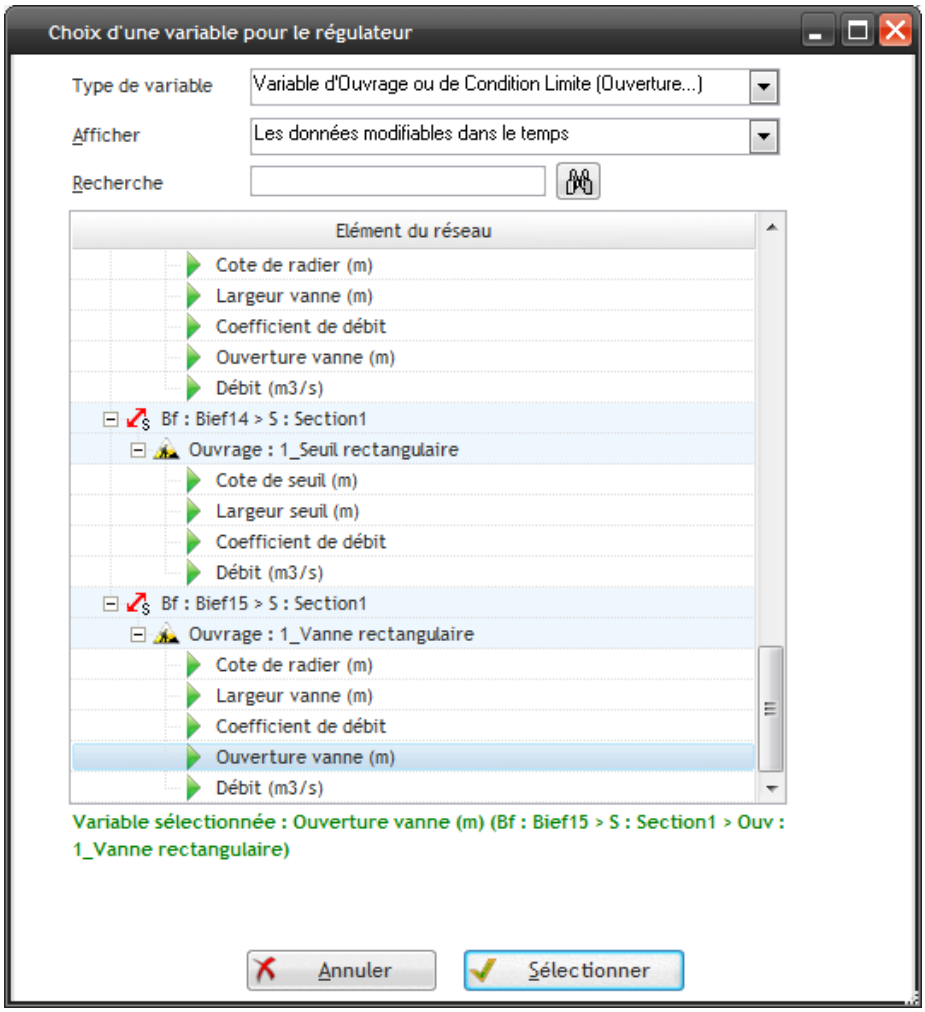


FIGURE 129.4 – doc84

Définir les paramètres de la variable de contrôle : pour un clapet, il faut utiliser une commande en mode absolu (i.e. la valeur envoyée par U sera égale à la valeur de l'ouverture) et on peut éventuellement définir Umin et Umax pour que ça corresponde à l'ouverture min et max de la vanne pour le cas où l'algorithme de régulation renverrait des valeurs en dehors de la plage. Ensuite, il faut qu'on définisse les mesures hydrauliques qui vont nous permettre de commander le clapet. Je propose de mettre la cote amont dans la variable contrôlée (Y) et la cote aval dans la variable mesurée (Z).

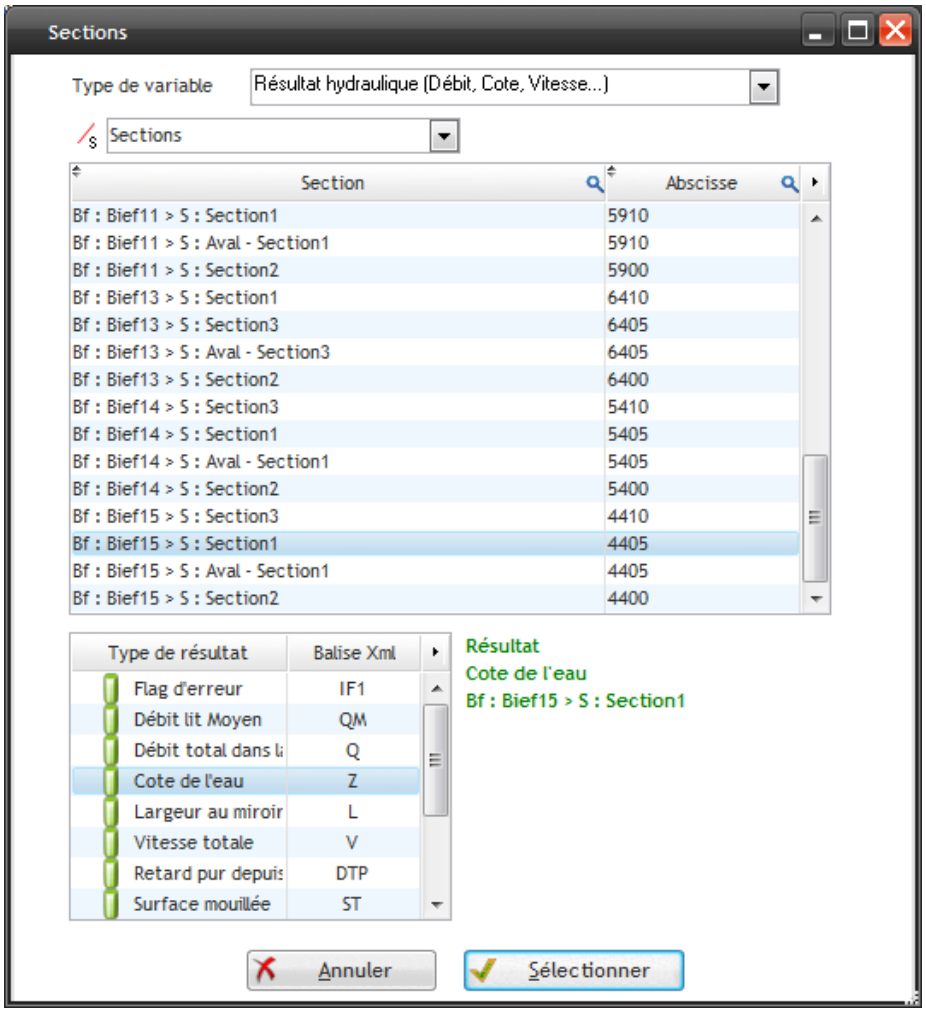


FIGURE 129.5 – doc85

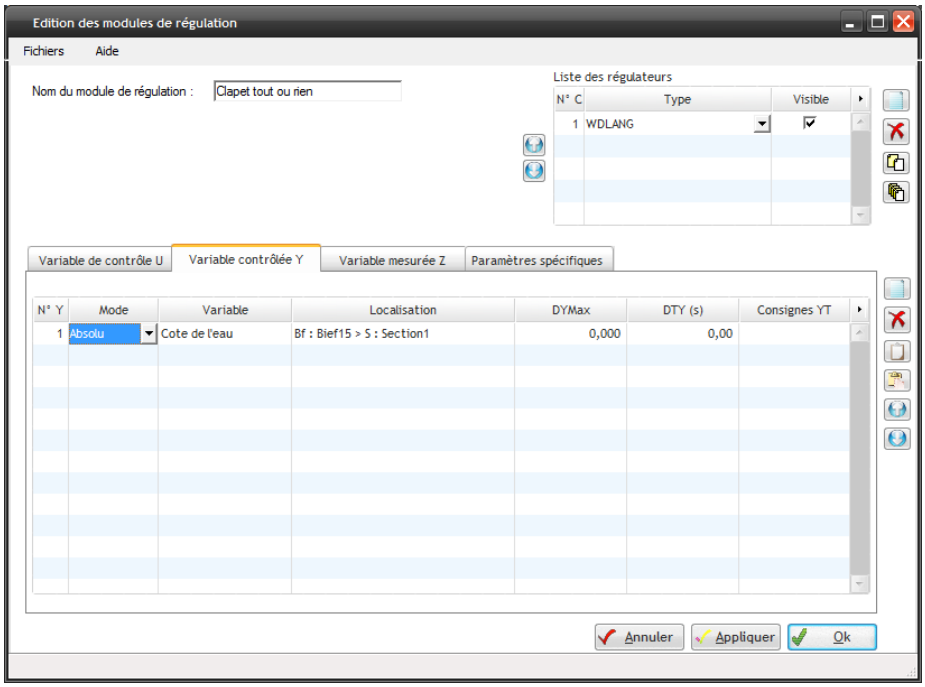


FIGURE 129.6 – doc86

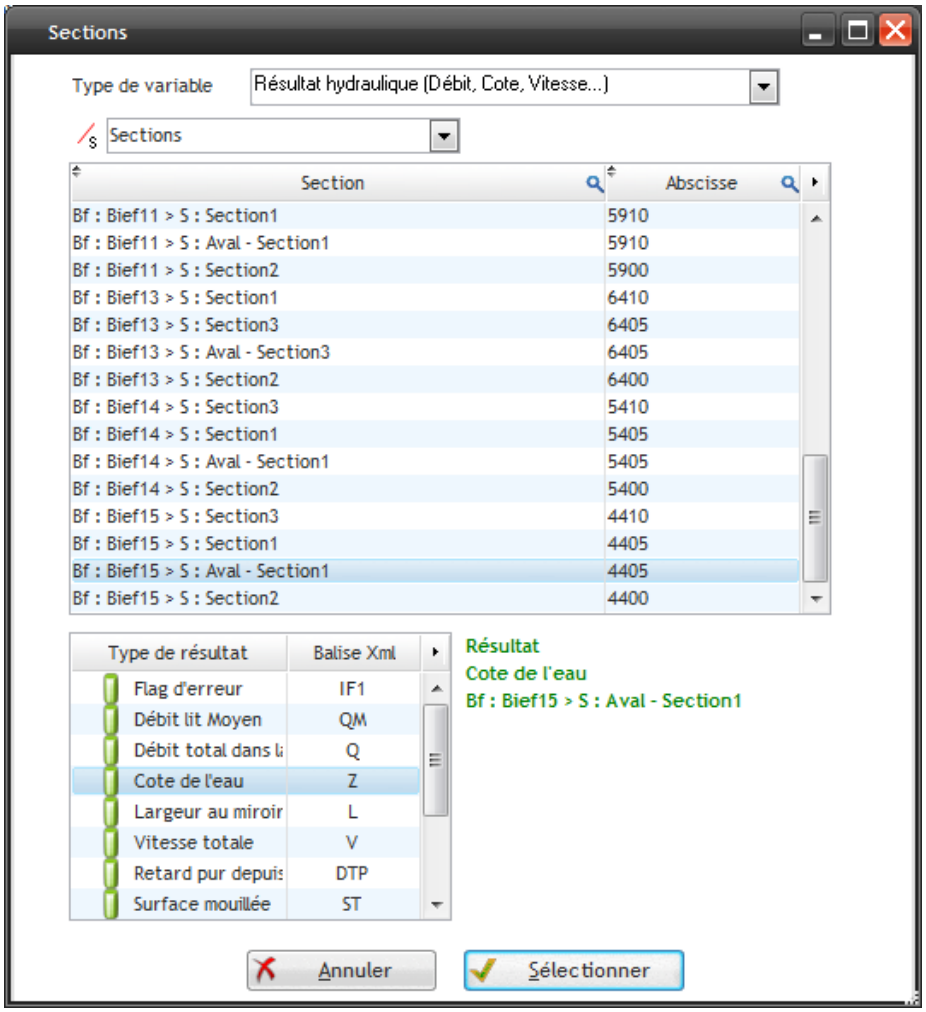


FIGURE 129.7 – doc87

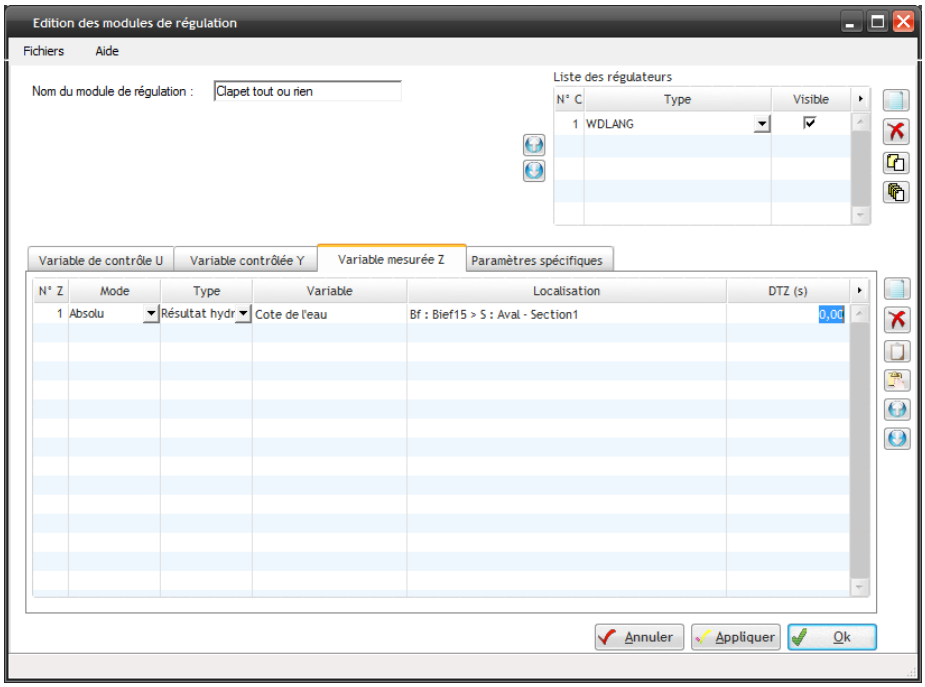


FIGURE 129.8 – doc88

Je mets Y et Z en absolu pour pouvoir comparer les cotes Z des deux sections.

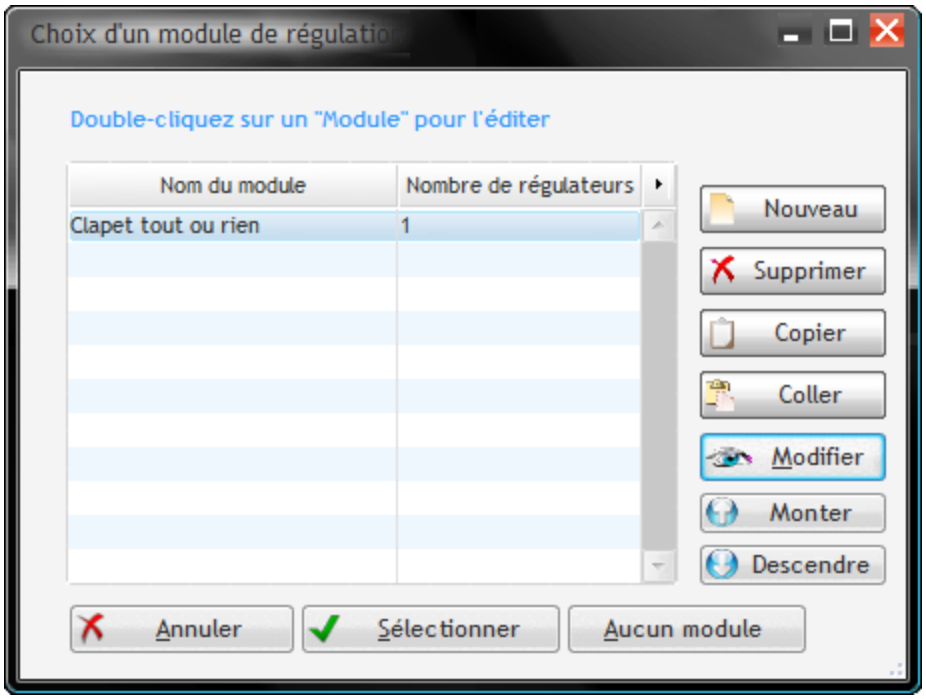


FIGURE 129.9 – doc89

Cliquer sur « Sélectionner ».

Sur le graph du réseau, une boite « WDLANG » doit être connectée à la vanne :

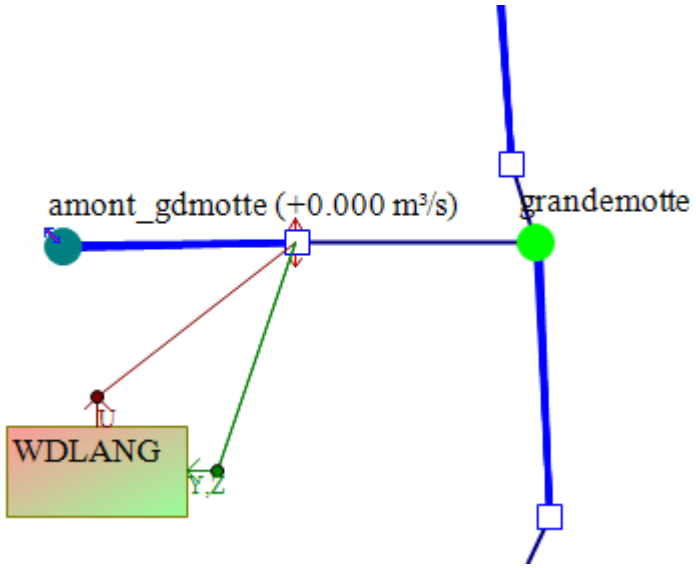


FIGURE 129.10 – doc90

129.2 Ecriture du script de régulation

Ensuite, on peut lancer SIRENE et on va pouvoir écrire le script de régulation pendant la simulation.

Au lancement de SIRENE, on a une fenêtre qui s'ouvre avec un premier message :

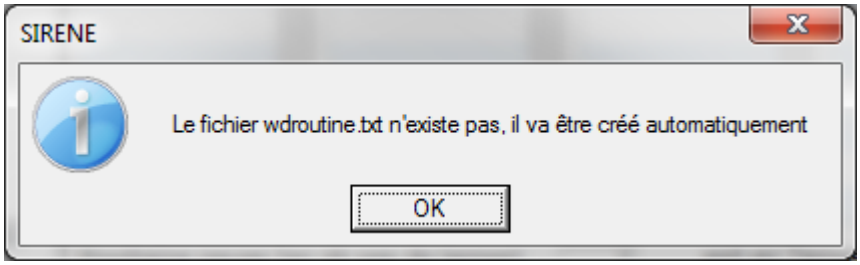


FIGURE 129.11 – doc91

On peut écrire notre code dans la fenêtre du module WDLANG :

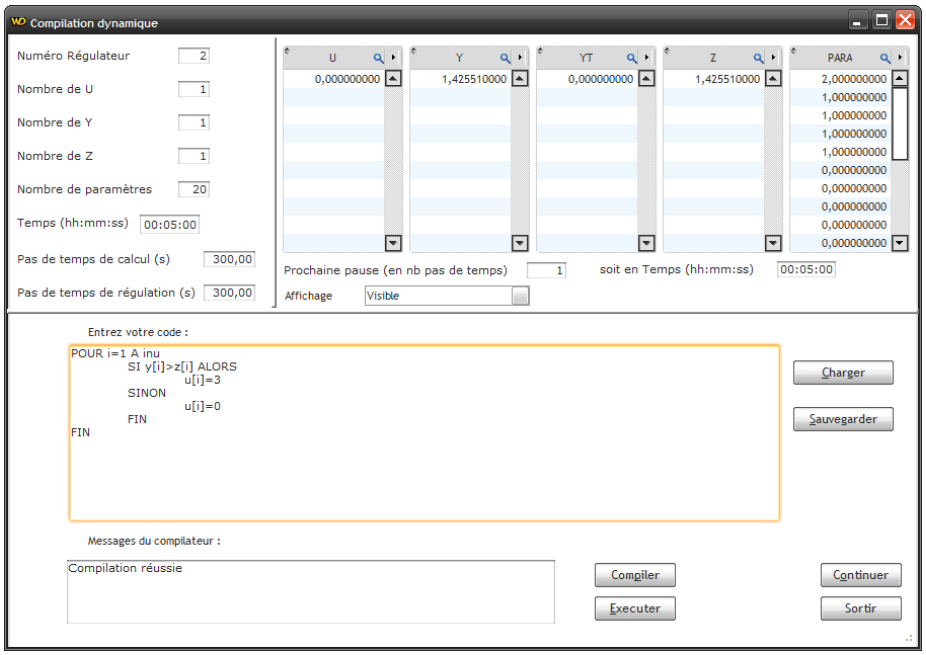


FIGURE 129.12 – doc92

Dans les tableaux U, Y et Z, on voit en temps réel respectivement, l'ouverture, la cote amont et la cote aval de la vanne.

La portion de code en WDLangage ci-dessus boucle sur tous les U et, pour chaque U, va ouvrir la vanne à 3 mètres si la cote amont est supérieure à la cote aval et fermer la vanne sinon. De cette façon, on peut ajouter d'autres clapets en rajoutant des lignes dans les U, Y et Z de la fenêtre d'édition des modules de régulation.

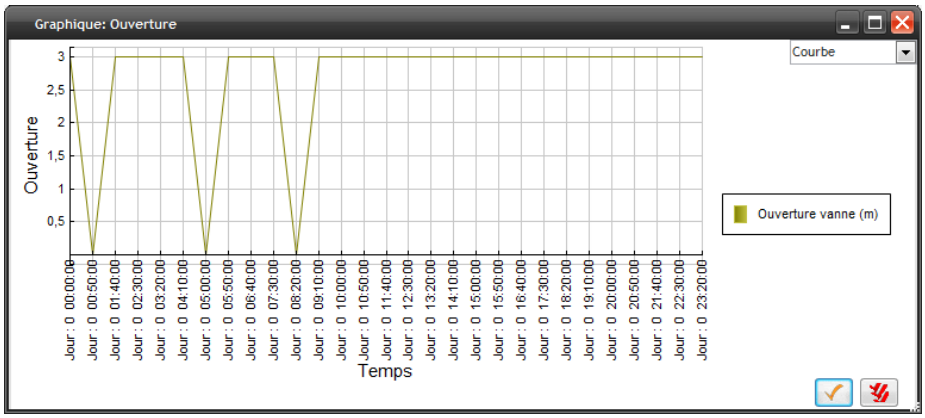
Il faut sauvegarder le script et le compiler avec les boutons ad hoc. Ensuite, si on clique sur Exécuter, le script mettra à jour la valeur de U.

Si on clique sur Continuer, cela va faire tourner la simulation jusqu'au temps défini par le champs "Prochaine pause (en nb de pas de temps)".

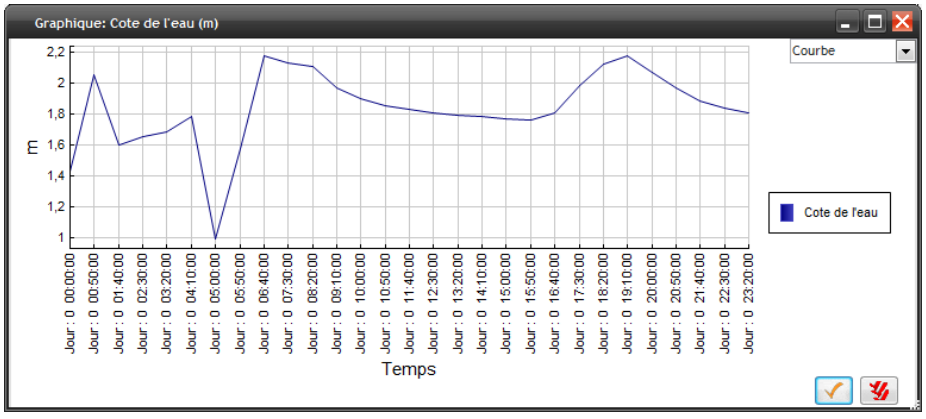
129.3 Paramètres de simulation et résultats

Voici un exemple où on voit fonctionner le clapet :

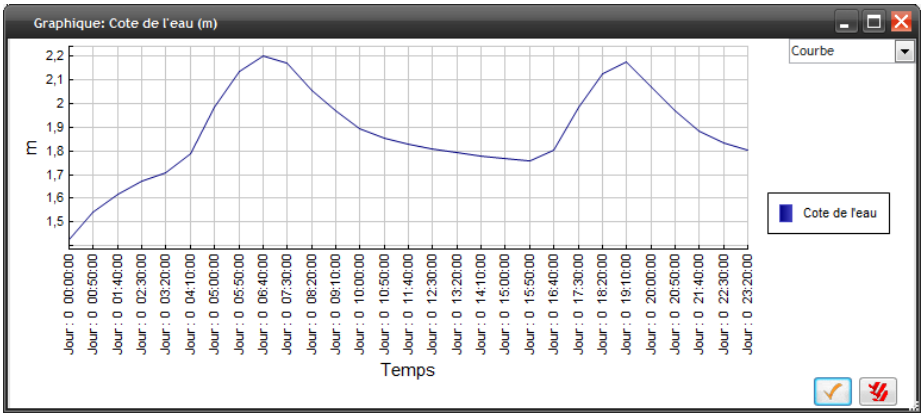
Ouverture de la vanne :



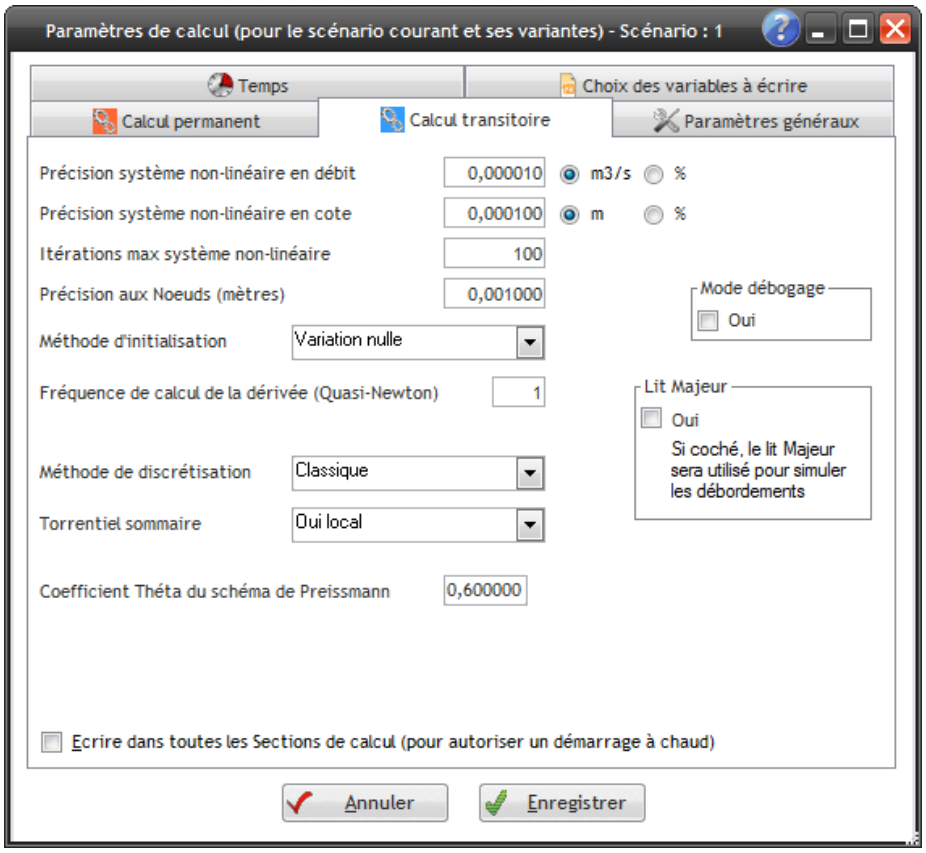
Cote amont du clapet :



Cote aval du clapet :



On remarque que le changement brusque d'ouverture de la vanne crée des instabilités numériques. Il faut faire le calcul en non linéaire en mettant 1 dans "Fréquence de calcul de la dérivée (Quasi-Newton)" des paramètres de calcul du transitoire :



Un autre point à signaler est que la commande d'ouverture du clapet s'effectue avec un pas de temps de retard sur les mesures. C'est-à-dire que le clapet se ferme si au pas de temps précédent le débit s'est mis à couler en sens inverse et ne se rouvre que si la cote amont et supérieure à la cote aval au pas de temps précédent. Il faut donc éventuellement diminuer le pas de temps de calcul si la fréquence d'ouverture/fermeture du clapet est importante.

Chapitre 130

Introduction

Les différentes fonctionnalités de SIC sont utilisables à partir du programme d'édition et de visualisation des résultats «EdiSIC». Cela suffit pour une utilisation courante du logiciel. Les utilisateurs désirant réaliser des opérations plus complexes telles que de l'optimisation auront besoin d'automatiser les opérations courante (exécution des différents programmes TALWEG, FLUVIA, SIRENE, traitement des résultats…) sans passer par l'interface utilisateur.

Cette section décrit les différentes fonctionnalités du logiciel disponibles à partir d'une ligne de commande aussi appelé «mode Batch». Cette ouverture permettra à des scripts (.BAT, Scilab, Matlab, R, Python…) écrits par l'utilisateur d'automatiser ces opérations.

Chapitre 131

Importation de fichiers .TAL et .FLU en ligne de commande

Cette fonctionnalité permet de lancer EdiSIC, d'ouvrir un fichier *.TAL*, de l'enregistrer en Xml, de lancer le maillage par le programme Talweg, puis si tout s'est bien passé, d'importer un ou plusieurs fichiers *.FLU*. Ces fichiers sont ceux au format des versions de SIC 4.**.

131.1 Syntaxe

```
EDISIC.EXE "Répertoire_de_travail" IMPORT "Fichier.TAL" "Fichier1.FLU"
["Fichier2.FLU" ...]
```

131.2 Description des paramètres

— "EDISIC.EXE" : Le nom de l'exécutable peut être donné avec son chemin complet si on n'est pas positionné dans son sous répertoire d'installation, et/ou s'il n'est pas défini dans le path
— "Répertoire_de_travail" : Répertoire de travail (dans lequel seront générés le fichier XML de sortie et le fichier .log)
— IMPORT : Mode de lancement d'EdiSIC - ouverture et enregistrement d'un ou plusieurs fichiers. Ce mot clef peut être écrit en majuscule ou minuscule, indifféremment.
— "Fichier.TAL" : Nom d'un fichier .TAL (chemin complet ou relatif au répertoire de travail)

— “Fichier1.FLU”, “Fichier2.FLU”… : Nom d’un fichier .FLU (chemin complet ou relatif au répertoire de travail)

L’option fonctionne pour autant de fichiers .FLU que voulus. Il est même possible de mettre plusieurs lot de .TAL suivis de plusieurs .FLU.

131.3 Limitation de la ligne de commande : utilisation de EDISIC.MAC

La taille de la ligne de commande étant limitée, il peut être utile de définir les options de la ligne de commande dans le fichier EDISIC.MAC et de lancer EdiSIC en mode «macro».

131.4 Exemples de ligne de commande

```
EDISIC.EXE "C:/Fichiers/Sic V5/dat/ex1" IMPORT Demo.tal Demo.flu
```

ou

```
C:/Sic538f5/exe/Edisic.exe "C:/Fichiers/Sic V5/dat/ex1" Import Demo.tal Demo.flu
```

Les actions suivantes seront effectuées : - Ouverture de Demo.tal - Enregistrement en format xml - Maillage du fichier xml par Talweg - Import du fichier Demo.flu

Le fichier Demo.flu sera utilisé pour créer un scénario. Afin de s’adapter au mieux à des exécutions en mode batch, plusieurs choses seront définies et activées pour ce scénario : - Une variante sera créée, dans le cas où l’on voudra l’utiliser par exemple pour des simulations en régime transitoire (en mode batch on peut importer une condition initiale dans un scenario ou une variante et y lancer ensuite un calcul en permanent ou transitoire) - La gestion du fichier .par sera positionnée dans le mode où ce fichier .par ne sera pas réécrit par Edisic. Il sera ainsi possible de le créer par un programme tiers et d’en tenir compte ainsi lors des calculs (sinon par défaut c’est Edisir qui le réécrit à chaque sauvegarde du fichier .xml) - Le mode de calcul en régime permanent pour plusieurs instants et non pas uniquement pour le premier instant est également activé, pour autoriser ces calculs multiples en mode batch. On peut effectivement penser que cette fonctionnalité sera utile en mode batch. Il sera de toute façon possible dans les paramètres de calcul du programme Fluvia de préciser les temps de fin (TFIN=) et le pas de temps (DT=) si on ne veut pas excécuter tous les instants possibles.

Dans le cas de l’utilisation d’un fichier edisic.mac il faudra alors y mettre :

```
"C:/Fichiers/Sic V5/dat/ex1" IMPORT Demo.tal Demo.flu
```

ce fichier étant positionné dans le sous-répertoire du projet, où les fichiers à importer seront également présents. Ce sous-répertoire sera recherché grâce au nom indiqué comme “Répertoire_de_travail” (le premier paramètre ci-dessus).

et juste exécuter en ligne de commande :

```
EDISIC.EXE
```

ou

```
C:/Sic538f5/exe/Edisic.exe
```

Chapitre 132

Importer des sections au format texte

Cette fonctionnalité permet de lancer EdiSIC, de créer un nouveau projet vierge ou de modifier un projet existant, d'importer des fichiers contenant la géométrie des sections au format texte et de l'enregistrer au format TAL (pour SIC Version 4.xx) ou XML (pour SIC version 5.xx). Pour plus d'informations concernant les formats texte d'importation des sections, consulter l'article dédié.

La modification d'un projet existant permet de conserver toutes les données des scénarios hydrauliques, des modules qualité et des modules de régulation. Les biefs sont alors importés dans l'ordre de leur numérotation.

132.1 Syntaxe

```
EDISIC.EXE "Repertoire_de_travail" Mode_importation "Fichier à
créer" "Fichier1.txt" ["Fichier2.txt" ...]
```

132.2 Description des paramètres

- "Repertoire_de_travail" : Répertoire de travail (dans lequel seront généré le fichier XML ou TAL de sortie et un fichier .log). Ce répertoire de travail peut être différent du sous-répertoire courant, cf ci-dessous ;
- Mode_Importation : ce paramètre peut prendre 4 valeurs différentes en fonction du mode d'importation choisi (Voir ci-dessous les modes d'importation) ;
- "Fichier à créer" : Nom du fichier XML ou TAL à créer à la fin de l'importation sans l'extension. Un fichier du même nom avec l'extension .log sera créé et contiendra les messages d'erreurs de l'opération ;

— “Fichier1.txt”[, “Fichier2.txt”…] : Nom d’un ou plusieurs fichier(s) .txt à importer (chemin complet ou nom simple). Chaque fichier .txt représente un bief. L’ordre des fichiers définit une branche allant de l’amont vers l’aval. Si le nom de ces fichiers n’est pas donné avec un chemin complet, ils seront recherchés par défaut dans le sous-répertoire courant, qui est le dernier utilisé par Edisic (et stocké dans le fichier sic.ini sous exe. S’ils n’y sont pas trouvés, on change de sous-répertoire courant pour se positionner dans le sous-répertoire de travail défini ci-dessus. Cela permet d’avoir une bibliothèque de fichiers txt dans un sous-répertoire courant, et de créer divers fichiers xml ou tal dans des sous-répertoire et avec des noms choisis selon les besoins.

132.3 Les modes d’importation

Il existe 4 modes au choix qui permettent de définir le type de fichier créé (Xml ou Tal) et le format du fichier texte (normal ou transposé) : | *Mode d’importation* | *Format du fichier texte* | *Format du fichier généré* | | ImportXml | Normal | XML (SIC version 5.xx) | | ImportTal | Normal | TAL (SIC version 4.xx) | | ImportXmlTrans | Transposé | XML (SIC version 5.xx) | | ImportTalTrans | Transposé | TAL (SIC version 4.xx) |

Si le fichier de projet existe déjà, l’interface demande si l’utilisateur souhaite écraser le projet, modifier le projet existant ou annuler l’opération. Il est possible de passer outre cette question en ajoutant soit `_NEW`, soit `_UPDATE` au mode d’importation (Exemple : utiliser `IMPORTXML_NEW` pour écraser un fichier de projet XML existant).

132.4 Limitation de la ligne de commande : utilisation de EDISIC.MAC

La taille de la ligne de commande étant limitée, il peut être utile de définir la ligne de commande dans le fichier EDISIC.MAC et de lancer EdiSIC en mode «macro».

132.5 Exemple de ligne de commande

```
EDISIC.EXE "C:/Fichiers/Sic V5/dat/test" ImportXml "Demo" "bief1.txt"
"bief2.txt"
```

Les actions suivantes seront effectuées : - Création du fichier C:/Fichiers/Sic V5/dat/test/Demo.xml ; - Création du bief 1 à l’amont ; - Import des sections du bief 1 et de leur profil en travers à partir du fichier C:/Fichiers/Sic V5/dat/test/bief1.txt ; (ou le fichier bief1.txt situé dans le sous-répertoire courant s’il s’y trouve) - Création du bief 2 à l’aval du bief 1 ; - Import des sec-

tions du bief 2 et de leur profil en travers à partir du fichier C:/Fichiers/Sic V5/dat/test/bief2.txt ; (ou le fichier bief2.txt situé dans le sous-répertoire courant s'il s'y trouve) - Enregistrement du fichier C:/Fichiers/Sic V5/dat/test/Demo.xml. Si ce fichier existe déjà, une question est posée pour autoriser l'écrasement

Chapitre 133

Le mode macro d'EdiSIC : une alternative à la ligne de commande

Les fonctionnalités d'EdiSIC telles que l'importation des sections au format texte peuvent nécessiter l'emploi d'un ligne de commande plus longue que les 256 caractères acceptés par le système d'exploitation Windows®.

Il existe donc pour EdiSIC un mode permettant d'écrire des lignes de commande plus longue dans un fichier EDISIC.MAC. Le fichier EDISIC.MAC est recherché dans cet ordre :

-# dans le répertoire défini en premier argument de la ligne de commande si un argument est présent au lancement d'EdiSic ; -# dans le répertoire en cours, lors de l'exécution d'EdiSic ; -# Dans le répertoire du dernier projet ouvert avec EdiSic.

Exemple pour charger le fichier EDISIC.MAC dans un répertoire défini dans la ligne de commande :

```
C:/MyDocs/MyInputs>C:/SIC/exe/edisic.exe C:/MyDocs/MyFolderWithEdisicMac
```

133.1 Syntaxe du fichier EDISIC.MAC

Il suffit d'écrire les arguments utilisés dans la ligne de commande utilisée habituellement pour demander à EdiSIC d'accomplir une tâche spécifique. Voir les exemples dans la section «Piloter SIC à partir d'autres logiciels (Mode Batch)».

Par exemple, pour un fichier edisic.mac :

```
D:/SIC/Po ImportXml_new Po exportdata1.txt  exportdata2.txt  exportdata3.txt  exportdat
```

Il suffit ensuite d'exécuter Edisic.exe en ligne de commande, ou directement de manière habituelle (double click sur le raccourci Windows), et les instructions écrites dans le fichier Edisic.mac seront exécutées. Ici dans cet exemple l'importation de 10 fichiers de données de section dans un fichier Po.xml qui sera sauvé dans le sous-répertoire de données D:/SIC/Po. Même si le fichier existe déjà un nouveau fichier sera créé (car option d'import ImportXml_new). Pour arrêter l'utilisation de ce mode automatique en mode macro il suffit de supprimer (ou renommer) le fichier edisic.mac.

Chapitre 134

Importer une condition initiale pour une simulation en écoulement transitoire

Cette commande permet simplement d'importer le résultat d'une simulation en permanent ou en transitoire d'un scénario ou variante vers les conditions initiales d'un scénario ou d'une variante pour pouvoir lancer une simulation en écoulement transitoire (SIRENE).

134.1 Syntaxe de la ligne de commande :

```
EDISIC.EXE "Répertoire_de_travail" CI "Fichier.XML" [ResSce]
[ResVar] [ResTps] [CiSce] [CiVar]
```

134.2 Description des paramètres de la ligne de commande

- `"Répertoire_de_travail"` : répertoire où se trouve le fichier XML du modèle
- `CI` : commande à EdiSic de lancer l'importation des conditions initiales
- `"Fichier.XML"` : Fichier où ce trouve le modèle à traiter. `-[ResSce]` : numéro de scénario où se trouve le résultat de simulation à importer
- `[ResVar]` : numéro de variante où se trouve le résultat de simulation à importer
- `[ResTps]` : date (en secondes) du résultat de simulation à importer
- `[CiSce]` : Scénario vers lequel importer la condition initiale
- `[CiVar]` : Variante vers laquelle importer la condition initiale

134.3 Exemple d'utilisation sur le fichier C:/titi/toto.xml

Pour importer le résultat au temps 0 du scénario 1 vers la variante 1 du scénario 1 : `EDISIC.EXE "C:/titi" CI "toto.xml" 1 0 0 1 1`

Pour importer le résultat à 6 heures de la variante 1 du scénario 1 vers la variante 2 du même scénario : `EDISIC.EXE "C:/titi" CI "toto.xml" 1 1 21600 1 2`

Chapitre 135

Exécution de TALWEG, FLUVIA et SIRENE en ligne de commande

Les exécutables de SIC peuvent être lancés en ligne de commande avec différentes options qui permettent d'automatiser le lancement de simulation.

La syntaxe de lancement de TALWEG, FLUVIA et SIRENE est la suivante :

```
PROGRAM.EXE [Nom du fichier Xml] [Mode d'interface] [Options de
Fluvia et Sirene]
```

Toutes les arguments de la ligne de commande sont facultatifs, si le nom du fichier XML n'est pas spécifié, celui-ci sera demandé à l'utilisateur via la boite de dialogue standard de Windows®.

135.1 Signification des arguments :

135.2 [Nom du fichier Xml]

Nom du fichier XML à ouvrir. Si le chemin n'est pas spécifié, c'est le chemin courant qui est utilisé par défaut.

135.3 [Mode d'interface]

C'est le type d'affichage et d'interaction avec l'utilisateur durant l'exécution du programme. Les différents modes sont les suivants :

— 0 : Aucune interface à l'écran (lit toutes les options dans la ligne de commande)
— 1 : Pas d'interface (exécution des instructions du fichier de macro PROGRAM.MAC)
— 2 : Interfaces normales
— 3 : Interfaces normales + écriture des inputs sur PROGRAM.MAC (enregistrement macro)
— 4 : Interfaces normales sauf suivi du calcul (obsolète dans la version 5)
— 5 : Interfaces normales sauf ouverture des fichiers (récupère nom fichier sur PROJECT.INI)
— 6 : Pas d'interface du tout (i.e. idem 1 sans petite fenêtre)

En l'absence de deuxième argument correspondant dans la ligne de commande, c'est le mode 2 qui est utilisé.

135.4 [Options de Fluvia et Sirene]

Les différentes options disponibles s'écrivent sous la forme `OPTION=VALEUR` séparées par des espaces. Les différentes options possibles sont : - `INTERF=n` : mode d'interface n (voir ci-dessus). Par défaut `INTERF=2`. - `SCE=n` : lancer la simulation hydraulique sur le scénario hydraulique n°n. Ce paramètre est obligatoire. - `VAR=n` : lancer la simulation sur la variante n°n. Par défaut, la simulation est lancée sur les données du scénario (`VAR=0`). - `REG=n` : lancer la simulation avec le module de régulation n°n. Par défaut, c'est le module de régulation sélectionné dans EdiSic qui est utilisé. - `TFIN=x` : définir le temps de fin de simulation à x secondes. - `DT=x` : définir le pas de temps de simulation à x secondes. - `MODRES=n` : définir le format d'écriture des résultats : -** `MODRES=0` (par défaut) : conserve le format d'écriture défini dans les paramètres du scénario -** `MODRES=1` : force l'écriture des résultats au format binaire -** `MODRES=2` : force l'écriture des résultats dans le fichier de projet XML

135.5 Exemple d'utilisation

Pour lancer SIRENE avec les options suivantes : - Fichier `C:/DOC/DEMO.XML` - Scénario n°2 - Variante n°1 - Module de régulation n°1 - Sans aucune interface à l'écran

La ligne de commande sera la suivante :

```
SIRENE.EXE C:/DOC/DEMO.XML INTERF=0 SCE=2 VAR=1 REG=1
```

ou encore

```
SIRENE.EXE C:/DOC/DEMO.XML 0 SCE=2 VAR=1 REG=1
```

Chapitre 136

SicExport : utilitaire d'exportation des résultats au format texte

SicExport est un exécutable à utiliser en ligne de commande fourni dans le répertoire EXE de l'installation de SIC. Il peut être lancé directement en ligne de commande DOS ou Windows, mais aussi à partir de script écrit dans d'autres langages (MatLab, Scilab, R, etc), par exemple pour enchainer des calculs et leur pré et post-traitements.

Il permet de créer rapidement un fichier texte à séparateur tabulation avec les résultats d'une ligne d'eau pour un temps donné ou les résultats d'une localisation précise du réseau pour tous les temps.

Il peut gérer des résultats de calculs en régime permanent ou transitoire.

Cet utilitaire permet d'exporter les résultats qu'ils soient écrits au format XML directement dans le fichier du projet, ou également au format binaire dans un fichier externe RES. Ce format est choisi avant le lancement de calcul en permanent (programme Fluvia) ou transitoire (programme Sirene), dans les paramètres généraux et cette information est stockée dans le fichier XML. SicExport ira lire ce mode et cherchera les informations dans le fichier adhoc (XML ou RES). Si le fichier RES correspondant au scénario et variante concernés n'existe pas, un message d'erreur sera indiqué.

136.1 Syntaxe d'utilisation

La syntaxe d'utilisation de Sic Export est la suivante :

```
SicExport.exe FichierXml /sce=n /out=FichierTexte [Options]
```

Il ne doit y avoir aucun espace entre la barre oblique «/» et l'option, et entre l'option, le signe égal et la valeur de l'option sous peine de voir les options ignorées.

136.2 Paramètres obligatoires

- `FichierXml` : Nom du fichier de projet à utiliser . Les noms avec des espaces doivent être entre guillemets.
- `/sce=n` : n° du scénario où se trouve le résultat à extraire.
- `/out=FichierTexte` : Nom du fichier texte où seront stockés les résultats extraits. Si le chemin n'est pas spécifié, c'est celui de `FichierXml` qui est utilisé. Les noms avec des espaces doivent être entre guillemets.

136.3 Paramètres optionnels

- `/var=n` : n° de la variante où se trouve le résultat à extraire. `/var=0` correspond au résultat du scénario sans variante.
- `/t=n` : Ligne d'eau au temps n. Si ce paramètre est présent le fichier généré contient les résultats de toutes les sections du réseau au temps n au format n°bief .
- `/bf=n` : n° de bief
- `/sn=n` : n° de section de lit mineur
- `/x=n` : Abscisse. Ne peut être utilisée que si l'option `/bf=n` est présente et l'option `/sn=n` absente.
- `/nd=n` : n° de noeud
- `/pr=n` : n° de prise (valide uniquement si l'option `/nd=n` est présente)
- `/st=n` : n° de structure. S'utilise uniquement pour extraire les données d'un ouvrage à une prise (valide uniquement si les options `/nd=n` et `/pr=n` sont présentes)
- `/ouv=n` : n° d'ouvrage
- `/quiet=0;1;2` : Options d'entêtes sur le fichier (voir ci-dessous).

Si aucune de ces options n'est présente, c'est la ligne d'eau au temps 0 qui est exportée (option `/t=0`).

136.4 *Options sur les entêtes du fichier : le paramètre /quiet

- Option absente ou `/quiet=0` : Entêtes complètes avec des commentaires sur 3 lignes et le nom des variables sur 1 ligne après un retour charriot
- `/quiet=1` : Entête du tableau (noms des variables) uniquement
- `/quiet=2` : Aucun entête (ni commentaires, ni noms des variables)

136.5 Exemple

Exemple de fichier de sortie avec la commande `SicExport "C:/SIC/DAT/asce1/asce1.xml" /sce=1 /out=test.txt /t=0`

```
% Projet : C:/DocDD/SIC/Validation/asce1/asce1.xml
% Scenario 1
% Simulation FLUVIA Version 5.12 du 17/03/2011 15:20:10

Bief    Section Abscisse    Q   Z   L   V   ST
1   1   0   8.000000E-01    100.703850  3.111552    5.528833E-
01    1.446960
1   2   95  8.000000E-01    100.700073  3.670238    3.849038E-
01    2.078442
2   1   95  7.000000E-01    100.700073  3.670238    3.367907E-
01    2.078442
2   2   100 7.000000E-01    100.699997  3.699981    3.309729E-
01    2.114977
2   3   100 7.000000E-01    99.163811   2.091429    1.244785    5.623461E-
01
2   4   1295    7.000000E-01    97.300064   3.670175    3.368033E-
01    2.078365
...
```

Chapitre 137

Annexes

Les annexes ci-dessous donnent des indications pour réaliser certaines modélisations particulières.

Chapitre 138

Modélisation de biefs torrentiels

Cependant, le problème ne sera pas résolu en régime transitoire, puisque certaines sections seront en écoulement critique, ce qui générera des instabilités numériques et un arrêt du calcul par des passages en écoulement torrentiel. Une meilleure solution garantissant à la fois un calcul en permanent mais également en transitoire est alors de définir une section singulière avec un ouvrage de type seuil à chaque chute importante avec passage par le tirant d'eau critique Yc (courbe F2). Dans ce cas, le tirant d'eau à l'amont de la chute sera calculé par cette équation de seuil, et ne sera donc pas à Yc. Hydrauliquement cela revient à calculer le tirant d'eau non pas exactement à l'amont de la chute (Yc), mais légèrement à l'amont de cette chute dans une zone ou la contraction des filets d'eau est négligeable et où l'hypothèse de répartition hydrostatique des pressions est vérifiée (Cf. les démonstrations habituelles des équations de seuil). Le problème qui subsiste est de définir les paramètres de ce seuil. Il faudrait donner la géométrie véritable de la section. Cela n'est pas possible (hormis le cas simple d'une section rectangulaire), puisque seuls les seuils horizontaux peuvent êtres modélisés dans SIC. Cependant, si la section est proche d'une section rectangulaire, un seuil horizontal dont la cote de radier est à la cote du fond doit fournir une bonne approximation. Sinon, l'utilisation de plusieurs seuils en parallèle comme indiqué au chapitre précédent sur les seuils triangulaires permet de modéliser des seuils de formes plus complexes. Dans tous les cas, il faudra également fournir un coefficient de débit pour le seuil, qui peut être pris arbitrairement à 0.4 ou calé sur des mesures de terrain.

Le même problème peut se poser également à des changements brusques de géométrie (élargissement), avec passage local à Yc. La solution à mettre en oeuvre est la même. Après avoir effectué ces corrections, la ligne d'eau calculée est plus réaliste. Malgré ces corrections qui ont permis de mieux modéliser les

chutes existant en certains point du système, il peut subsister de nombreux point ou le régime d'écoulement est torrentiel (Cf. le fichier .BAK).

Souvent ces passages en torrentiel ont lieu loin des prises. Cela paraît relativement normal dans la mesure ou une prise gravitaire est en général placée dans une zone d'écoulement fluvial, afin de contrôler son niveau d'alimentation. On peut donc imaginer simplifier la modélisation des zones torrentielles par des chutes brutales munies de seuils. Après avoir effectué ces modifications, on obtient alors une ligne d'eau entièrement fluviale (Cf. fichier .BAK).

Le problème du passage au tirant d'eau critique Yc ou du passage en écoulement torrentiel peut donc être résolu moyennant une modification de la géométrie du système. Il faudra donc, au moment du calage du modèle, ne pas s'intéresser aux zones où ces modifications ont eu lieu, mais par contre être vigilant ailleurs, et vérifier que ces modifications de géométrie n'altèrent pas trop les résultats obtenus dans les zones en écoulement fluvial.

Chapitre 139

Modélisation des passages à sec

Un autre problème rencontré sur certains réseau est celui des biefs secs. En calcul en régime permanent cela ne pose pas de problème particulier. Par contre, il est impossible d'effectuer une simulation sur un tel réseau en régime transitoire. Deux solutions sont envisageables.

La première consiste à ajouter un débit fictif en tête de zone sèche et à retrancher ce débit en fin de zone, afin de ne pas perturber l'écoulement ailleurs.

Une deuxième solution consiste à extraire un sous-système du système complet ne contenant que les biefs qui coulent. Cette deuxième solution n'est plus satisfaisante si le ou les biefs secs se mettent à couler ou s'assèchent en cours de simulation.

Mais ce problème dit du "front sec" (cas du remplissage) ou du "fond sec" (cas du remplissage et de la vidange ou ressuyage) est difficile à résoudre de manière satisfaisante. Le Cemagref y travaille et une prochaine version de SIC devrait intégrer cette possibilité.

Chapitre 140

Modélisation des seuils triangulaires

140.1 Loi des seuils

```
function [Q] = vnotch(T,h,alfa,Cd,e)
% T   : 1 pour vrai V-Notch
% T   : 2 pour V-Notch equivalent
% h   : cote amont
% Q   : debit
% Initialisation ----------------------------------------------
R2G = sqrt(2*9.81);
if (T==1)
% Seuil triangulaire
  Q=1.32*tan(alfa/2)*h^2.47;
else
% Seuils horizontaux équivalents
if (h>0)
  L=e*tan(alfa/2);
  Q=Cd*R2G*L*h^1.5;
end
if (h>e)
  Q=Q+Cd*R2G*2*L*(h-e)^1.5;
end
if (h>2*e)
  Q=Q+Cd*R2G*2*L*(h-2*e)^1.5;
end
if (h>3*e)
  Q=Q+Cd*R2G*2*L*(h-3*e)^1.5;
```

```
end
if (h>4*e)
  Q=Q+Cd*R2G*2*L*(h-4*e)^1.5;
end
end
```

140.2 Comparaison des résultats obtenus par les deux lois sur un exemple

```
% Parametres --------------------------------------------
pas=0.005;
val=100;
alfa=pi/2;
e=0.1;
Cd=0.38;
% Calcul -------------------------------------------------
for i=1:val
   [Q(i,1)]=vnotch(1,i*pas,alfa,Cd,e);
   [Q(i,2)]=vnotch(2,i*pas,alfa,Cd,e);
end
% Ecarts en débit
plot(Q);
% Ecarts relatifs en %
plot((Q(:,2)-Q(:,1))/Q(:,1));
```

Chapitre 141

Equation et calage des ouvrages (vannes et seuils)

Nous fournissons ci-dessous les codes de 2 fonctions MatLab .m (Qouvrage.m et calage_f.m) et d'un fichier script .m (calage_r.m) utiles pour caler un coefficient de débit à partir de mesures en utilisant les équations d'ouvrages programmées dans SIC.

141.1 Modélisation des ouvrages (vannes et seuils) (code à copier dans un fichier Qouvrage.m)

```
function [Q,C,w] = Qouvrage(T,h1,h2,w,hv,L,Cd)
% T=1 : Seuil Orifice avec surverse éventuelle (SIC)
%   2 : Seuil Vanne avec surverse éventuelle (SIC)
%   3 : Classique Seuil
%   4 : Classique Orifice
%   5 : Classique Noyee
%   6 : Cunge avec differentes conditions d'ecoulement
% h1  : cote amont (par rapport au radier)
% h2  : cote aval (par rapport au radier)
% w   : ouverture (par rapport au radier)
% hv  : hauteur de la vanne (pour le calcul de la surverse éventuelle)
% L   : largeur
% Cd  : coefficient de debit
% Q   : debit
% C   : code couleur correspondant aux conditions d'ecoulement
```

```
%       C=0; debit nul
%       C=1; surface libre denoye
%       C=2; surface libre noye
%       C=3; charge denoye
%       C=4; charge noye partiel
%       C=5; charge noye total
%       C=C+10; si surverse
% Initialisation ----------------------------------------------
R2G = sqrt(2*9.81);
R32 = 3*sqrt(3)/2;
% Tests -------------------------------------------------------
Q=0;
C=0;
if (w==0 & hv==0)
  Q=0;
  return
end
if (h2>h1)
  Q=0;
  return
end
if (h1==0)
  Q=0;
  return
end
% Seuil - Orifice ===========================================
if (T==1 & w>0)
% Conditions d'ecoulement -------------------------------------
  if (h1<=w)
     surfacelibre='oui';
  else
     surfacelibre='non';
  end
  alfa=2/3;
  if (h2<=alfa*h1)
     denoye='oui';
  else
     denoye='non';
     if (h2<=2/3*h1+w/3)
        partiel='oui';
     else
        partiel='non';
     end
  end
% Seuil - Denoye ----------------------------------------------
```

```
  if (surfacelibre=='oui') & (denoye=='oui')
     Q=Cd*L*R2G*(h1^1.5);
     C=1;
  end
% Seuil - Noye ------------------------------------------------
  if (surfacelibre=='oui') & (denoye=='non')
     Cs=R32*Cd;
     Q=Cs*L*R2G*((h1-h2)^0.5)*h2;
    C=2;
  end
% Orifice - Denoye --------------------------------------------
  if (surfacelibre=='non') & (denoye=='oui')
     Q=Cd*L*R2G*(h1^1.5-(h1-w)^1.5);
     C=3;
  end
% Orifice - Noye ----------------------------------------------
  if (surfacelibre=='non') & (denoye=='non')
%  Ennoyement partiel -----------------------------------
     if (partiel=='oui')
        Q=Cd*L*R2G*(R32*h2*(h1-h2)^0.5-(h1-w)^1.5);
        C=4;
%  Ennoyement total -------------------------------------
     else
        Cs=R32*Cd;
        Q=Cs*L*R2G*((h1-h2)^0.5)*w;
       C=5;
     end
  end
end
% Seuil - Vanne ===============================================
if (T==2 & w>0)
% Calcul de parametres ----------------------------------------
  mu0=2/3*Cd;
% Conditions d'ecoulement -------------------------------------
  if (h1<=w)
     surfacelibre='oui';
     muf=mu0-0.08;
     alfa=0.75;
  else
     surfacelibre='non';
     mu =mu0-0.08/(h1/w);
     mu1=mu0-0.08/(h1/w-1);
     alfa=1-0.14*h2/w;
     if (alfa<0.4)
        alfa=0.4;
```

```
    end
    if (alfa>0.75)
       alfa=0.75;
    end
  end
  if (h2<=alfa*h1)
     denoye='oui';
  else
     denoye='non';
     x=sqrt(1-h2/h1);
     beta=-2*alfa+2.6;
     if (x>0.2)
        KF=1-(1-x/sqrt(1-alfa))^beta;
     else
        KF=5*x*(1-(1-0.2/sqrt(1-alfa))^beta);
     end
     alfa1=1-0.14*(h2-w)/w;
     if (alfa1<0.4)
        alfa1=0.4;
     end
     if (alfa1>0.75)
        alfa1=0.75;
     end
     if (h2<=alfa1*h1+(1-alfa1)*w)
        partiel='oui';
     else
        partiel='non';
     end
  end
% Seuil - Denoye ------------------------------------------------
  if (surfacelibre=='oui') & (denoye=='oui')
     Q=muf*L*R2G*(h1^1.5);
     C=1;
  end
% Seuil - Noye --------------------------------------------------
  if (surfacelibre=='oui') & (denoye=='non')
     Q=KF*muf*L*R2G*(h1^1.5);
     C=2;
  end
% Vanne - Denoye ------------------------------------------------
  if (surfacelibre=='non') & (denoye=='oui')
     Q=L*R2G*(mu*h1^1.5-mu1*(h1-w)^1.5);
     C=3;
  end
% Vanne - Noye --------------------------------------------------
```

```
  if (surfacelibre=='non') & (denoye=='non')
     x1=sqrt(1-(h2-w)/(h1-w));
     beta1=-2*alfa1+2.6;
     if (x1>0.2)
        KF1=1-(1-x1/sqrt(1-alfa1))^beta1;
     else
        KF1=5*x1*(1-(1-0.2/sqrt(1-alfa1))^beta1);
     end
%  Ennoyement partiel ---------------------------------
     if (partiel=='oui')
        Q=L*R2G*(KF*mu*(h1^1.5)-mu1*(h1-w)^1.5);
        C=4;
%  Ennoyement total -----------------------------------
     else
        Q=L*R2G*(KF*mu*(h1^1.5)-KF1*mu1*(h1-w)^1.5);
        C=5;
     end
  end
end
% Surverse dans cas 1 et 2 ===================================
if hv==0
  hv=inf;
end;
if (T==1) | (T==2)
  if (h1>w+hv)
     surverse='oui';
     alfa=2/3;
     if (h2-w-hv<=alfa*(h1-w-hv))
        denoyesurverse='oui';
     else
        denoyesurverse='non';
     end
  else
     surverse='non';
  end
  % Surverse - Denoye ----------------------------------------
  if (surverse=='oui')
     if (denoyesurverse=='oui')
        Q=Q+0.4*L*R2G*(h1-w-hv)^1.5;
        C=C+10;
     else
        Q=Q+1.04*L*R2G*((h1-h2)^0.5)*(h2-w-hv);
        C=C+10;
     end
  end
```

```
end
% Classique - Seuil ======================================
if (T==3)
  Q=Cd*L*R2G*h1^1.5;
  C=1;
end
% Classique - Orifice ======================================
if (T==4)
  if (h1>w)
     Q=Cd*w*L*R2G*(h1-w/2)^0.5;
     C=3;
  else
     Q=0;
     C=0;
  end
end
% Classique - Noyee ======================================
if (T==5)
  if (h1>h2)
     Q=Cd*w*L*R2G*(h1-h2)^0.5;
     C=5;
 else
     Q=0;
     C=0;
  end
end
% Classique Cunge ======================================
if (T==6)
% Conditions d'ecoulement ----------------------------------
  if (h2<=2/3*h1)
     denoye='oui';
     if (w<=2/3*h1)
        surfacelibre='non';
        Q=Cd*L*R2G*w*((h1-w)^0.5);
        C=3;
     else
        surfacelibre='oui';
        Q=Cd*L*R2G/R32*h1^1.5;
        C=1;
     end
  else
     denoye='non';
     if (w<=h2)
        surfacelibre='non';
        Q=Cd*L*R2G*w*((h1-h2)^0.5);
```

```
        C=5;
     else
        surfacelibre='oui';
        Q=Cd*L*R2G*h2*((h1-h2)^0.5);
        C=2;
     end
  end
end
```

141.2 Fonction intermédiaire utilisée pour le calage (code à copier dans un f.m)

```
function Q = f(Cd)
% fonction utilisee pour le calage dans calage\_r.m
% T=1 : Seuil Orifice (SIC)
%   2 : Seuil Vanne (SIC)
%   3 : Classique Seuil
%   4 : Classique Orifice
%   5 : Classique Noyee
% h1  : cote amont (par rapport au radier)
% h2  : cote aval (par rapport au radier)
% w   : ouverture
% hv  : hauteur de la vanne (pour le calcul de la surverse éventuelle)
% L   : largeur
% Cd  : coefficient de debit
% Q   : debit calcule par Qouvrage
% Qm  : debit mesure pour le calage
% C   : code de couleur correspondant aux conditions d'ecoulement
% Initialisation
T = 2;
hr = 41.95
h1 = 43.28 - hr;
h2 = 42.77 - hr;
hv = 0;
w = 0.66;
L = 1.39;
Qm = 1.909;
% Calcul
[Q,C,w] = Qouvrage(T,h1,h2,w,hv,L,Cd);
Q = Q - Qm;
```

141.3 Calage du coefficient de débit (code à copier dans un fichier calage_r.m)

```
% Fichier .M utilisé pour caler Cd
% fzero est une fonction MatLab qui trouve le zéro
% d'une fonction proche d'une valeur donnée
Cd = fzero('calage_f',0.5)
```

Une fois que ces codes ont été copiés dans les fichiers .m comme indiqué ci-dessus, il suffit d'exécuter le fichier script .m (calage_r.m) pour calculer le coefficient de débit Cd à partir de mesures h1, h2, Qm et de la description de l'ouvrage (hr, hv, w, L) en utilisant les équations d'ouvrages programmées dans SIC (divers choix sont proposés).

Chapitre 142

Modélisation d'une pompe en ligne

Depuis la version 4.12, on peut modéliser une pompe en ligne en utilisant un module de régulation. En effet, on créé un module de régulation (avec une méthode quelconque adaptée à la méthode qu'on veut utiliser pour les variations de la pompe, par exemple la méthode STOP, BOMAT, WDLANG, SCILAB, MATLAB, etc). A l'emplacement de la pompe en ligne on met une section singulière avec un ouvrage de type vanne. Pour cette même vanne on déclare l'ouverture comme commande U du module de régulation, en mode débit (contrôleur esclave). Cf doc sur les Modules de régulation et les Paramètres généraux pour U pour plus de détail. Cette solution est probablement la meilleure mais elle nécessite l'utilisation d'un module de régulation.

Chapitre 143

Abaques des vannes Gec-Alsthom

Les abaques ont été recalculées à partir des équations programmées dans SIC. On retrouve celles fournies par le constructeur :

— Pour les vannes AMIL avec Zmax=0 (Tirant d'eau maximum calé sur la cote de l'axe) :

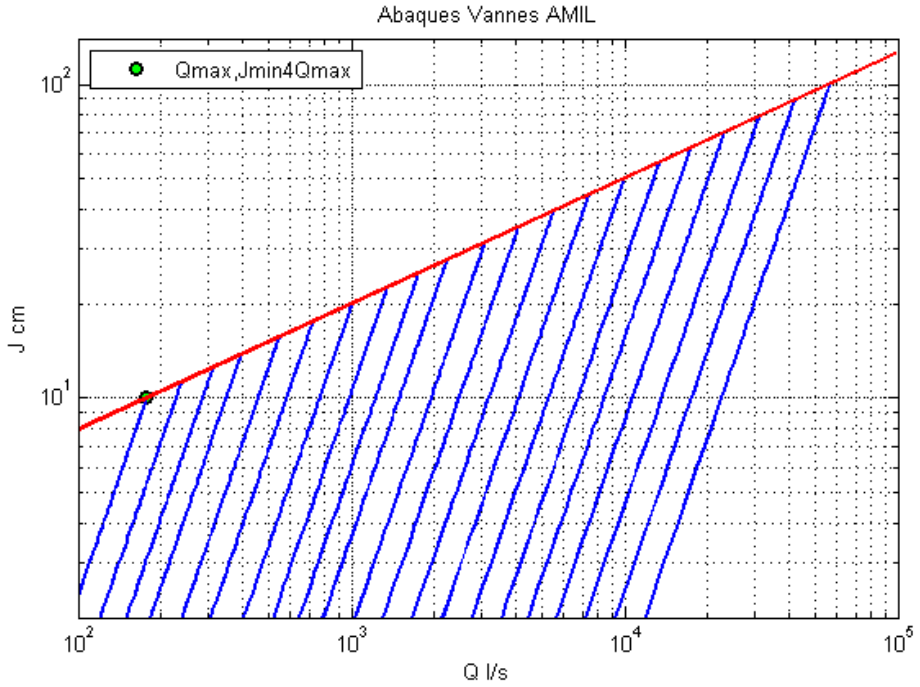
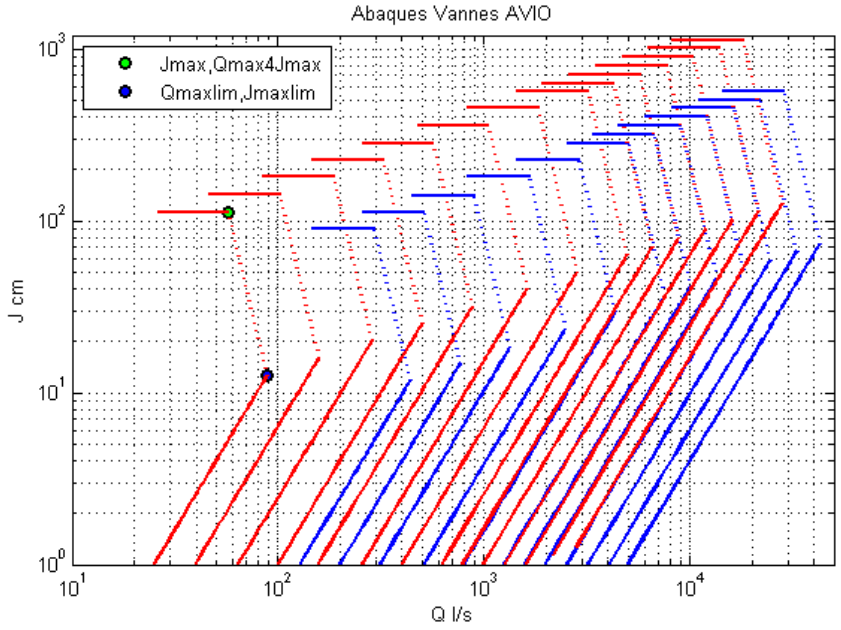
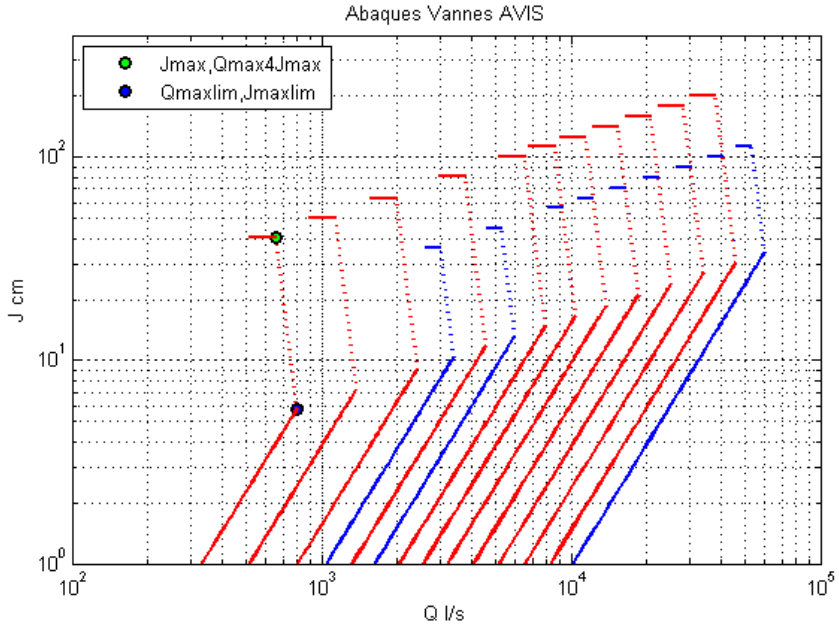


FIGURE 143.1 – doc69

— Pour les vannes AVIO (en rouge les HC et en bleu les BC) :



— Pour les vannes AVIS (en rouge les HC et en bleu les BC) :



A partir de ces équations nous trouvons les points remarquables suivants :

— Pour les vannes AMIL avec Zmax = 0 :

Modèle de vanne	*Jmin pour Qmax*	*Qmax*
AMIL 80/63	0.1004	0.1782
AMIL 90/63	0.1130	0.2392
AMIL 100/63	0.1255	0.3113
AMIL 110/63	0.1381	0.3951
AMIL 125/90	0.1569	0.5438
AMIL 140/90	0.1757	0.7219
AMIL 160/90	0.2008	1.0080
AMIL 180/125	0.2259	1.3532
AMIL 200/125	0.2510	1.7610
AMIL 220/125	0.2761	2.2348
AMIL 250/160	0.3137	3.0763
AMIL 280/160	0.3514	4.0839
AMIL 315/200	0.3953	5.4822
AMIL 355/200	0.4455	7.3917
AMIL 400/250	0.5020	9.9615
AMIL 450/250	0.5647	13.3723
AMIL 500/315	0.6275	17.4020
AMIL 560/315	0.7028	23.1018
AMIL 630/400	0.7906	31.0118
AMIL 710/400	0.8911	41.8139

AMIL 800/450 | 1.0040 | 56.3508 |

— Pour les vannes AMIL avec Zmax = d = 0.02D :

Modèle de vanne | *Jmin pour Qmax* | *Qmax* |
AMIL 80/63 | 0.1044 | 0.1889 |
AMIL 90/63 | 0.1175 | 0.2536 |
AMIL 100/63 | 0.1305 | 0.3300 |
AMIL 110/63 | 0.1436 | 0.4188 |
AMIL 125/90 | 0.1631 | 0.5765 |
AMIL 140/90 | 0.1827 | 0.7653 |
AMIL 160/90 | 0.2088 | 1.0687 |
AMIL 180/125 | 0.2349 | 1.4346 |
AMIL 200/125 | 0.2610 | 1.8669 |
AMIL 220/125 | 0.2871 | 2.3692 |
AMIL 250/160 | 0.3263 | 3.2613 |
AMIL 280/160 | 0.3654 | 4.3295 |
AMIL 315/200 | 0.4111 | 5.8119 |
AMIL 355/200 | 0.4633 | 7.8363 |
AMIL 400/250 | 0.5220 | 10.5606 |
AMIL 450/250 | 0.5873 | 14.1766 |
AMIL 500/315 | 0.6525 | 18.4487 |
AMIL 560/315 | 0.7308 | 24.4912 |
AMIL 630/400 | 0.8222 | 32.8769 |
AMIL 710/400 | 0.9265 | 44.3288 |
AMIL 800/450 | 1.0440 | 59.7399 |

— Pour les vannes AVIO et AVIS :

Modèle de vanne | *Jmax* | *Qmax pour Jmax* | *Jmax lim* | *Qmax lim* |
AVIO HC 28/6 | 1.1250 | 0.0574 | 0.1264 | 0.0889 |
AVIO HC 36/10 | 1.4175 | 0.1023 | 0.1593 | 0.1584 |
AVIO HC 45/16 | 1.8000 | 0.1859 | 0.2023 | 0.2879 |
AVIO BC 45/32 | 0.9000 | 0.2935 | 0.1184 | 0.4404 |
AVIO HC 56/25 | 2.2500 | 0.3248 | 0.2529 | 0.5029 |
AVIO BC 56/50 | 1.1250 | 0.5128 | 0.1480 | 0.7693 |
AVIO HC 71/40 | 2.8125 | 0.5674 | 0.3161 | 0.8785 |
AVIO BC 71/80 | 1.4063 | 0.8958 | 0.1850 | 1.3440 |
AVIO HC 90/63 | 3.6000 | 1.0518 | 0.4046 | 1.6284 |
AVIO BC 90/125 | 1.8000 | 1.6605 | 0.2368 | 2.4913 |
AVIO HC 110/100 | 4.5000 | 1.8374 | 0.5058 | 2.8448 |
AVIO BC 110/200 | 2.2500 | 2.9007 | 0.2959 | 4.3521 |
AVIO HC 140/160 | 5.6250 | 3.2098 | 0.6322 | 4.9696 |
AVIO BC 140/315 | 2.8125 | 5.0673 | 0.3699 | 7.6028 |
AVIO HC 160/200 | 6.3000 | 4.2611 | 0.7081 | 6.5973 |
AVIO BC 160/400 | 3.1500 | 6.7270 | 0.4143 | 10.0929 |
AVIO HC 180/250 | 7.0875 | 5.7201 | 0.7966 | 8.8563 |
AVIO BC 180/500 | 3.5437 | 9.0304 | 0.4661 | 13.5487 |

AVIO HC 200/315 | 7.9875 | 7.7125 | 0.8978 | 11.9411 |
AVIO BC 200/630 | 3.9937 | 12.1759 | 0.5253 | 18.2681 |
AVIO HC 220/400 | 9.0000 | 10.3939 | 1.0116 | 16.0925 |
AVIO BC 220/800 | 4.5000 | 16.4089 | 0.5919 | 24.6191 |
AVIO HC 250/500 | 10.1250 | 13.9527 | 1.1380 | 21.6026 |
AVIO BC 250/1000 | 5.0625 | 22.0272 | 0.6659 | 33.0486 |
AVIO HC 280/630 | 11.2500 | 18.1573 | 1.2645 | 28.1125 |
AVIO BC 280/1250 | 5.6250 | 28.6651 | 0.7399 | 43.0078 |
AVIS HC 56/106 | 0.4050 | 0.6561 | 0.0576 | 0.7974 |
AVIS HC 71/132 | 0.5040 | 1.1385 | 0.0723 | 1.3826 |
AVIS HC 90/170 | 0.6300 | 1.9978 | 0.0910 | 2.4242 |
AVIS BC 90/190 | 0.3600 | 2.9977 | 0.1045 | 3.3925 |
AVIS HC 110/212 | 0.8100 | 3.7635 | 0.1180 | 4.5631 |
AVIS BC 110/236 | 0.4500 | 5.2602 | 0.1316 | 5.9486 |
AVIS HC 140/265 | 1.0080 | 6.5303 | 0.1479 | 7.9118 |
AVIS BC 140/300 | 0.5625 | 9.2303 | 0.1657 | 10.4304 |
AVIS HC 160/300 | 1.1250 | 8.6122 | 0.1657 | 10.4304 |
AVIS BC 160/335 | 0.6300 | 12.2814 | 0.1863 | 13.8729 |
AVIS HC 180/335 | 1.2600 | 11.4589 | 0.1863 | 13.8729 |
AVIS BC 180/375 | 0.7087 | 16.5254 | 0.2104 | 18.6596 |
AVIS HC 200/375 | 1.4175 | 15.4187 | 0.2104 | 18.6596 |
AVIS BC 200/425 | 0.7987 | 22.3349 | 0.2380 | 25.2093 |
AVIS HC 220/425 | 1.5975 | 20.8392 | 0.2380 | 25.2093 |
AVIS BC 220/475 | 0.9000 | 30.1717 | 0.2693 | 34.0411 |
AVIS HC 250/475 | 1.8000 | 28.1512 | 0.2693 | 34.0411 |
AVIS BC 250/530 | 1.0125 | 40.5980 | 0.3041 | 45.7866 |
AVIS HC 280/530 | 2.0250 | 37.8793 | 0.3041 | 45.7866 |
AVIS BC 280/600 | 1.1250 | 52.9436 | 0.3391 | 59.6890 |

Chapitre 144

Format du fichier TAL (SIC version 4.33)

Le fichier .TAL est un fichier texte décrivant l'ensemble des informations de nature bathymétrique nécessaires à EDITAL et à TALWEG pour les anciennes versions de SIC 4.33 ou antérieures. Ces fichiers peuvent être importés et/ou exportés à partir de SIC versions 5 et ultérieures (Editeur de projet EDISIC). C'est pour cette raison que ce format, devenu obsolète est néanmoins décrit dans cette documentation.

Sa structure est hiérarchisée en ce qui concerne l'ordre et la nature des informations, et comprend les parties suivantes, obligatoirement dans cet ordre :

-* Description du réseau -* Description des noeuds du réseau -* Description des biefs du réseau & Description des sections du bief -* Description des branches.

Chaque partie comprend un certain nombre d'éléments, dont la structure de stockage est organisée en lignes. Le premier caractère de la ligne identifie le type de ligne, donc l'élément auquel la ligne se rapporte. Dans cette version du logiciel, les caractères suivants sont "réservés" :

! identifie un réseau $identifie un noeud # identifie un bief N identifie une section % identifie une branche * identifie une ligne commentaire + identifie une ligne suite.

Attention ! Dans les descriptions suivantes, chaque virgule est traduite en un caractère espace dans le fichier, et chaque ligne est terminée par un retour chariot (caractère \r\n en c).

144.1 Description du réseau (1 ligne)

‘!’, titre, version, cohérence, iflagx, xlm, ylm au format : A1, A40, F5.3, I1, I1, F10.4, F10.4 où : version est la version d’EDITAL (ou EDISIC) utilisée pour générer ce fichier, cohérence vaut 1 si le réseau est cohérent et 0 sinon, iflagx : si vaut 1 les abscisses longitudinales sont à multiplier par 1000 xlm : facteur d’homothétie en largeurs pour tout le réseau ylm : facteur d’homothétie en hauteur pour tout le réseau

Nota Bene : TALWEG pourrait tester “cohérence” pour analyser ou non le réseau ! Pour l’instant il re-vérifie systématiquement la cohérence.

144.2 Description d’un noeud

‘$’, nom, x, y, cohérence au format : A1, A6, I5, I5, I1 où : nom est le nom du noeud x et y sont les coordonnées en pixels du noeud, cohérence vaut 1 si le noeud est cohérent et 0 sinon (toujours 1 pour cette version).

144.3 Description d’un bief (2 lignes + les sections du bief)

144.4 1ère ligne

‘#’, nom branche, nom noeud amont, nom noeud aval, pas, sin, aff, nom, xlm, ylm au format : A1, A8, A6, A6, I5, F5.3, I1, A40, F10.4, F10.4 où : pas : est le pas de calcul sin : est la sinuosité du bief = rapport de la longueur du lit moyen du bief / longueur du lit mineur du bief (entre 0 et 1). aff : est un paramètre qui vaut 0 par défaut et 1 si l’on veut que toutes les sections de calcul de ce bief soient stockées sur le fichier résultat en régime transitoire (.RES). Cela permet d’avoir une plus grande précision dans la présentation des résultats en régime transitoire. C’est une nouveauté des versions à partir de la 3.3. nom : le nom du bief xlm : facteur d’homothétie en largeurs pour tout le bief ylm : facteur d’homothétie en hauteur pour tout le bief

Nota Bene : dans l’ancienne version SIC 2.1 un signe - peut apparaître en 2ème colonne si le bief a été inversé. Cette particularité a disparu dans les fichiers des versions postérieures à 3.0. Maintenant le bief inversé est stocké de la même manière qu’un bief normal, avec ses vrais noeuds amont et aval.

144.5 2ème ligne

‘+’, numéro noeud amont, numéro noeud aval, x, y, cohérence au format : A1, I5, I5, I5, I5, I1 où : numéro noeud est l’indice d’apparition du noeud dans la

liste des noeuds qui précède, x et y sont les coordonnées du "point milieu" du bief en pixels, cohérence vaut 1 ou 0 si le bief est cohérent et 0 sinon.

144.6 Description d'une section (nombre de lignes variables)

144.7 1ère ligne

'N', nom, abscisse, type, singulière, display, cohérence, xlm, ylm au format : A1, A14, F8.1, A1, A1, A1, I1, F10.4, F10.4 où : abscisse est l'abscisse de la section, type vaut : C si la section est Circulaire D si la section est Dalot R si la section est Rectangulaire P si la section est Puissance T si la section est Triangulaire ou Trapézoïdale L si la section est Largeur-cote A si la section est Abscisse-cote

singulière : vaut S si la section est singulière display : vaut D si la section est d'affichage cohérence vaut 1 si la section est cohérente et 0 sinon xlm : facteur d'homothétie en largeurs pour la section ylm : facteur d'homothétie en hauteur pour la section

Le nombre de lignes dépend du type de section :

pour les sections paramétrées, le nombre de lignes est de 2,

pour les sections largeur-cote et abscisse-cote, le nombre de ligne est : 4+2*(nombre de points-1)/8 (sauf si aucun point auquel cas il n'y a que 2 lignes).

144.8 2ème ligne et suivantes

La deuxième ligne (et les lignes suivantes éventuelles) dépendent du type de section.

Section Circulaire '+', cote fond, cote berge, rayon, cote de débordement des lits mineur - moyen au format : A1, F7.2, F7.2, F7.2, 7X, F7.2

Section Rectangulaire '+', cote fond, cote berge, largeur, cote de débordement des lits mineur - moyen au format : A1, F7.2, F7.2, F7.2, 7X, F7.2

Section Dalot ou Trapézoïdale (ou Triangulaire) '+', cote fond, cote berge, largeur, fruit, cote de débordement des lits mineur - moyen au format : A1, F7.2, F7.2, F7.2, F7.2, F7.2

Section Puissance '+', cote fond, cote berge, largeur, coefficient, cote de débordement des lits mineur - moyen au format : A1, F7.2, F7.2, F7.2, F7.2, F7.2

Section Abscisse-cote et Largeur-cote 2ème ligne '+', référence élévation, cote de débordement des lits mineur - moyen

au format : A1, F7.2, F7.2

lignes suivantes (par paires) (tant qu'il y a des points) '+', (abscisse ou largeur [I] I = 1 à 8) '+', (cote [I] I = 1 à 8) au format : 1A, (F7.2), x 8

144.9 Description d'une branche

144.10 1ère ligne

'%', nom, couleur, cohérence au format : A1, A8, I10, I1 où : couleur est la couleur RGB de la branche cohérence vaut 1 si la branche est cohérente et 0 sinon.

Le nombre de lignes dépend du nombre de biefs que contient la branche. Il vaut : 2 + (nombre de biefs - 1)/12 si la branche comporte au moins un bief et 1 sinon.

Chaque ligne suivante est composée de : '+' (numéro du bief I = 1 à 12) au format : (A1, (I5), x 12) où : numéro du bief est l'ordre d'apparition du bief dans le fichier EDITAL.

Chapitre 145

Format du fichier FLU (SIC version 4.33)

Ce fichier ASCII est créé par EDIFLU ou au moyen d'un éditeur de fichier ASCII quelconque. Il contient les données hydrauliques pour le programme de calcul en régime permanent FLUVIA. Il sera vérifié au moyen du programme EDIFLU et un fichier (.DON) destiné à FLUVIA sera créé.

Ce fichier est destiné aux anciennes versions de SIC 4.33 ou antérieures. Ces fichiers peuvent être importés à partir de SIC versions 5 et ultérieures. C'est pour cette raison que ce format, devenu obsolète est néanmoins décrit. Ils peuvent être importés en mode interface, pour créer un nouveau scénario, ou également en mode batch (un ou plusieurs fichiers FLU), en complément d'un fichier de géométrie TAL.

Aucun ordre spécial n'est suivi pour écrire ce fichier de données. Les différents types de lignes possibles sont décrits ci-dessous, chaque ligne commençant avec un emblème particulier.

145.1 La ligne du commentaire

Contient un caractère "*" dans la première colonne et un commentaire à la suite. Ligne titre_etude '!', TITM, VERNUM au format (A1,1X,A40,1X,F5.3,I1) '!' en colonne 1, TITM titre de l'étude, VERNUM numéro de version d'EDIFLU utilisée pour créer ce fichier IFLAGQ mode grands débits (0 si non, 1 si oui ie les débit seront multipliées par 1000)

145.2 Ligne pour les paramètres de calcul

Ces données étaient stockées dans le fichier .LDA dans les versions antérieures à 3.5. Ce fichier n'est plus utilisé maintenant, ces informations étant directement dans le fichier .FLU. 'X', XLAMBQ, XLAMBZ, ERQ, ERZ, NMI, NMAX, IDHA, IWRIT, IPAS au format (A1, 4F10.5, 2I5, 3(1X, I1)) XLAMBQ coefficient_Lambda de norme_erreur_Q_apport (prises) XLAMBZ coefficient_Lambda de norme_erreur_Z1 (diffluences) ERQ erreur maxi sur la continuité aux noeuds avec prises ERZ demi-erreur maxi aux diffluences= (Z_amont - Z_moyenne) NMI nombre maxi d'itérations NMAX nombre maxi d'itérations de calage IDHA indice de perte de charge automatique aux élargissements (0 : non, 1 : oui) IWRIT pour avoir plus de messages dans le fichier .LST créé par Fluvia (mode Debug) IPAS pour avoir le petit pas automatique activé quand les pentes de l'eau sont fortes.

145.3 Ligne Seuil

'D', NB, NS, NUM, XL, ZD, COF, IFOL, IFOC au format (A1, I3, I4, I3, 2F10.4, 10X, F10.4, 30X, 2I2) D in colonne 1 NB = nombre du bief NS = nombre de la section dans le bief NUM = numéro de l'ouvrage XL = largeur du radier ZD = élévation du radier COF = coefficient de débit IFOL = équation (0 : Cemagref déversoir/orifice, 1 : Cunge, 2 : Dénoyée, 3 : Cemagref déversoir/vanne de fond, 4 : Matlab, 5 : Fortran). Les modes 4 et 5 ne sont pas encore gérés IFOC = 0 (pas utilisé pour l'instant)

145.4 Ligne Vanne

'V', NB, NS, NUM, XL, ZD, W, COF, Z1, HS, IFOL, IFOC au format (A1, I3, I4, I3, 6F10.4, 10X, 2I2) V en colonne 1 NB, NS, NUM, XL, ZD même signification que ci-dessus W = Ouverture si IFOC=0 et ouverture maximum si IFOC=1 (bouge ouverture) ou incrément cote radier maximum si IFOC=2 (bouge cote radier) COF = coefficient de débit Z1 = élévation objectif si IFOC=1 ou 2 HS = hauteur de la vanne (utile en cas de débordement) IFOL = équation (0 : Cemagref déversoir/vanne de fond, 1 : Cunge, 2 : Noyée, 3 : Cemagref déversoir/orifice, 4 : Matlab, 5 : Fortran). Les modes 4 et 5 ne sont pas encore gérés IFOC = 0 aux vannes et 1 aux vannes ajustables en régulation amont

145.5 Ligne Vanne Gec-Alsthom

'G', NB, NS, NUM, XL, ZD, W, COF, Z1, HS, S1S2, IDNS, IFOL, IFOC, NOT au format (A1, I3, I4, I3, 6F10.4, F7.1, I3, 3I2) G en colonne 1 NB, NS, NUM = même signification que ci-dessus XL = Rayon du tablier de la vanne (R) ZD = Cote du radier W = Ouverture (utilisé si IFOL = 2) ou sinon ouverture verticale max COF = Hauteur d'eau amont max (ZMAX pour AMIL) par rapport à la

cote de l'axe (entre 0 et d) Z1 = Cote de l'axe HS = Décrément (d) S1S2 = Ratio S1/S2 surface libre / surface fente pour bac vannes AVIS, AVIO et Mixtes IDNS = Décalage de la section pour Z2 (utile pour vannes AVIS, AVIO et Mixtes) IFOL = Type de loi (0 Goussard, 1 Cemagref non bloqué, 2 Cemagref bloqué) IFOC = type de vanne. AMIL, AVIS, AVIO, haute chute, basse chute (0 Amil, 1 Avio Haute Chute, 2 Avio BC, 3 Avis HC, 4 Avis BC, 5 Mixte 45, 6 Mixte 55, 7 Mixto 45) NOT = Numéro du type (divers modèles AVIO, AVIS ET AMIL)

145.6 Ligne Prise

'P', NOEUD, TYPEP, IFPD, TYPEC, QP, XL, ZD, WMAX, W, COF, Z2, XMV, Q0V, Z0V, IFPL au format (A1, A6, A1, I1, A1, F10.3, F9.3, F7.2, F8.3, F8.3, F4.2, F7.2, F4.2, F6.2, F7.2, I2) P en colonne 1 NOEUD = nom du noeud sur 6 caractères des colonnes 2 à 7 TYPEP = type de prise sur 1 caractère en colonne 8 Q = débit imposé V = vanne D = déversoir A = APM P = tube L = courbe de tarage IFPD = condition aval sur 1 caractère en colonne 9 0 = rien 1 = cote constante 2 = seuil 3 = courbe de tarage TYPEC = mode de calcul sur 1 caractère en colonne 10 F = off N = on Q = calcul de débit W = calcul d'ouverture Z = calcul de la cote de seuil L = calcul de la largeur de seuil I = débit imposé QP = débit à la prise sur 10 caractères en colonnes 11 à 20 XL = largeur ou diamètre sur 9 caractères en colonnes 21 à 29 ZD = cote de seuil sur 7 caractères en colonnes 30 à 36 WMAX = ouverture maximum sur 8 caractères en colonnes 37 à 44 W = ouverture sur 8 caractères en colonnes 45 à 52 C0F = coefficient de débit sur 4 caractères en colonnes 53 à 56 Z2 = cote aval ou cote du seuil aval sur 7 caractères en colonnes 57 à 63 XMV = coefficient du seuil aval ou puissance sur 4 caractères en colonnes 64 à 67 Q0V = débit ou largeur sur 6 caractères en colonnes 68 à 73 Z0V = cote correspondant à Q0V sur 7 caractères en colonnes 74 à 80. IFPL = équation (0 : Cemagref ou 1 : Cunge)

145.7 Ligne pour les coefficients de Strickler

'K', NB, NI, NS, SK au format (A1, I3, 2I4, F10.4) K en colonne 1 NB = numéro du bief sur 3 caractères en colonnes 2 à 4 NI = numéro de la première section de calcul sur 4 caractères en colonnes 5 à 8 NS = numéro de la dernière section de calcul sur 4 caractères en colonnes 9 à 12 SK = valeur du coefficient de Strickler de la section NI à NS sur 10 caractères en colonnes 13 à 22

145.8 Ligne pour les débits latéraux

'L', NB, NI, NS, QL au format (A1, I3, 2I4, F10.4) L en colonne 1 NB = numéro du bief sur 3 caractères en colonnes 2 à 4 NI = numéro de la première section de calcul sur 4 caractères en colonnes 5 à 8 NS = numéro de la dernière section de calcul sur 4 caractères en colonnes 9 à 12 QL = valeur du débit latéral de la section NI à NS sur 10 caractères en colonnes 13 à 22

145.9 Ligne pour les conditions aval

'A', NOEUD, QAV, ZAV au format (A1, A6, 3X, 2F10.3) A en colonne 1 NOEUD = nom du noeud aval de modèle sur 6 caractères en colonnes 2 à 7 QAV = débit sur 10 caractères en colonnes 11 à 20 ZAV = cote sur 10 caractères en colonnes 21 à 30

145.10 Ligne pour les diffluences

'B', NB, X au format (I3, F10.3) B en colonne 1 NB = numéro du bief X = débit correspondant (en m3/s, % ou surface des biefs aval. Seules les valeurs relatives sont importantes)

145.11 Ligne pour cotes de calage

'C', NB, NS, COT au format (2I3, F8.2) C en colonne 1 NB = numéro du bief NS = numéro de la section COT = cote de calage correspondante

145.12 Ligne pour le mode de calcul aux noeuds

Par défaut, Fluvia fait le calcul en écrivant l'égalité des cotes aux noeuds. L'option suivante propose d'utiliser à la place l'égalité des charges aux noeuds, avec éventuellement introduction d'une perte de charge en entrée et en sortie de bief. Cette perte de charge est de la forme DH=K.V*V/(2g). 'H', I, PCAM(I), PCAV(I) au format (A1,I3,6X,2F10.5) H en colonne 1 I = numéro du bief PCAM(I) = coefficient de perte de charge à l'amont du bief PCAV(I) = coefficient de perte de charge à l'aval du bief

Chapitre 146

Format du fichier SIR (SIC version 4.33)

Ce fichier ASCII est créé par EDISIR ou au moyen d'un éditeur de fichier ASCII quelconque. Il y a certaines rubriques qui sont gérées par SIRENE mais pas entièrement par EDISIR. EDISIR peut les lire et écrire mais pas les saisir aux interfaces. Ces rubriques doivent donc être saisies par un éditeur de fichier ASCII. Il contient les données hydrauliques pour le programme de calcul en régime transitoire SIRENE. C'est directement ce fichier qui sera destiné à SIRENE, il n'y a pas d'équivalent binaire intermédiaire contrairement au calcul en régime permanent (DON équivalent binaire du fichier ASCII FLU).

Ce fichier est destiné aux anciennes versions de SIC 4.33 ou antérieures. Ces fichiers peuvent également être importés à partir de SIC versions 5 et ultérieures (en mode interface, mais pas en mode batch). Par ailleurs, si vous avez des anciens projets SIC version 4 vous avez peut être envie de comprendre ce format pour saisir les données correspondantes dans un projet SIC version 5. C'est pour cette raison que ce format, devenu obsolète est néanmoins décrit. Des versions préliminaires de la version 5 ont utilisé à une époque des fichiers à ce format, pour accompagner la transition entre la version 4 et la version 5, mais ce n'est plus le cas actuellement.

Aucun ordre spécial n'est suivi pour écrire ce fichier de données. Les différents types de lignes possibles sont décrits ci-dessous, chaque ligne commençant avec un emblème particulier. Par contre, pour importer des données à un objet il faut que cet objet soit déjà défini (ex : une vanne doit être définie avant d'y rentrer une loi d'ouverture fonction du temps).

Ce fichier contient toutes les informations de nature hydraulique nécessaires pour le calcul en régime transitoire du programme SIRENE. Les données géométriques sont dans des fichiers séparés, les mêmes que pour le régime permanent. Lorsque

l'unité n'est pas précisée ce sont les unités SI qui sont utilisées.

Pour les fichiers de la version 4 toutes les lois fonctions du temps sont comprises en relatif, c'est à dire que s'il y a un écart entre la valeur initiale dans la ligne d'eau initiale et la valeur au temps initial de cette loi, alors les valeurs de la loi seront toutes décalées de cet écart pour avoir une continuité entre le régime initial et le transitoire que l'on veut simuler.

Pour les fichiers de la version 5 cette manière de gérer les lois dans le calcul a changé et ce décalage des lois n'est plus fait, les lois étant alors considérées comme en absolu. Cela est vrai pour toutes les lois, sauf les lois des débits latéraux en fonction du temps qui sont toujours décalées de l'écart initial éventuel, s'il existe. Pour la version 5 ce sont les éditeurs de données qui gèrent les recalages automatiques éventuels des lois par rapport aux valeurs initiales.

Titre_etude

TITM, VERFIC, IFLAGX, IFLAGQ FORMAT ('!', A40, 1X, F5.3, 1X, I1, 1X, I1)

TITM titre de l'étude, VERFIC version du fichier (3.0, 3.1, 4.0, 4.32, 4.33, etc.), IFLAGX mode grandes abscisses (0 si non, 1 si oui ie les abscisses en long seront multipliées par 1000), IFLAGQ mode grands débits (0 si non, 1 si oui ie les débit seront multipliées par 1000)

Biefs et Noeuds

IB, N1, N2, TITB FORMAT ('N', 3I3, A40)

IB numéro de bief, N1 numéro noeud amont du bief IB, N2 numéro noeud aval du bief IB, TITB titre du bief

A partir de la version 5 le format est modifié comme suit : FORMAT ('N', 3I3, A40, 2I5, 2F10.5) avec les mêmes données que si dessus et 4 nouvelles données : IFBPC(I,1), IFBPC(I,2), PCAM(I), PCAV(I) IFBPC(I,1)=1 si égalité des charges a l'amont, =0 si égalité des cotes, IFBPC(I,2)=1 si égalité des charges a l'aval, =0 si égalité des cotes, PCAM(I) perte de charge a l'entrée du bief, PCAV(I) perte de charge a la sortie du bief

Paramètres du calcul 1

IFLTI, IREP, TREP, IDHA, NEWT, NQUAS, IDISCR FORMAT ('B', 1X, I1, 1X, I1, 1X, F10.0, 1X, I1,1X,I1,1X,I3,1X,I1)

IFLTI flag_terme_inertie (1 : avec terme d'inertie classique, 2 : torrentiel local, 0 torrentiel global), IREP flag_continuation_fichiers_res/rcs (0 : non), TREP temps_de_reprise (démarrage a chaud) en mn, IDHA indice de perte de charge automatique aux élargissements (0 : non, 1 : oui), ce flag est transmis à partir de celui indiqué dans le fichier .flu, NEWT = 0 si point fixe, 1 si Newton, 2 si Point fixe + Newton, NQUAS = 0 si Newton pur, N si Quasi-Newton : fréquence calcul de la dérivée, IDISCR indice de discrétisation (0 : classique, 1 : homogène au permanent)

A partir de la version 5 le format est modifié comme suit :

IFLTI, IREP, TREP, IDHA, INISV, NLSV, IDISCR

INISV=0 initialisation classique valeur du pas précédent, INISV=1 initialisation variation du pas précédent, NLSV=0 calcul en linéaire, NLSV>0 calcul en non-linéaire donne la mise à jour de la jacobienne tous les NLSV itérations

Paramètres du calcul 2

IPS, IFR, IRCS, DT, TDEB, TFIN, XX, WW, XLAMB, ITER1, ERZ0, ITER2, EPSI FORMAT ('C', I3, 1X, 2(I1, 1X), F10.2, 1X, 2(F10.0, 1X), 2(F4.2, 1X), F8.6, 1X, 2(I4, 1X, F8.6))

IPS pas_de_stockage_resultat (tous les 1 ou n pas de calcul, pour limiter la taille des fichiers .RES), IFR flag_de_regulation (0 : sans utilisation de fichier .reg de régulation, 1 : avec), IRCS flag de fichier complet .RCS (0 : sans création de ce fichier, 1 : avec création de ce fichier qui est nécessaire pour une reprise à chaud ultérieure, ie un calcul en transitoire à partir d'un autre calcul en transitoire), DT pas_de_temps (en minutes), TDEB temps_debut du calcul (en minutes), TFIN temps_fin du calcul (en minutes), XX limite_superieure du debit_effectif_aux_prises, WW limite_inferieure du debit_effectif_aux_prises, XLAMB coefficient lambda de contractance (0<lambda<=1), ITER1 nombre d'itérations (sections singulières, casiers), ERZ0 valeur numérique de la précision du système non linéaire, ITER2 nombre d'itérations (prises), EPSI erreur max. sur les itérations locales pour les prises

Ligne d'eau initiale (temps_debut)

IB, IS, IQL, Q, Z, QL, SK, SKM FORMAT ('I', 3I3, 2F10.5, F10.7, 2F10.5) en version 4.32 FORMAT ('I', I3, I4, I3, 2F10.5, F10.7, 2F10.5) en version 4.33

IB bief, IS numero_section_relatif_bief, IQL indicateur_debit_lateral (0 : sans débit latéral, 1 : avec débit latéral), ce flag provient de ce qui a été rentré dans le fichier .flu, c'est lui qui permettra de repérer les sections sur lesquelles répartir éventuellement les débits latéraux variables au cours du temps (cf rubrique ci-dessous), Q débit (m3/s), Z cote (m), QL debit_lateral (m3/s/m, ie avec un facteur 10-6 par rapport à ce qui a été rentré dans le fichier .flu), SK strickler_lit_moyen, SKM Strickler_lit_mineur

Déversoirs ou vannes

IB, IS, KS, (CSG(NSG, I), I=1, 5), IFOL, ISF FORMAT ('D' ou 'V', 3I3, 5F13.6, 2I2) en version 4.32 FORMAT ('D' ou 'V', I3, I4, I3, 5F13.6, 2I2) en version 4.33

IB numéro du bief, IS numero_section_relatif, KS numero_singularite_relatif, (CSG(NSG, I), I=1, 5) caractéristiques de la singularité NSG (1 larg._seuil, 2 cote_seuil, 3 ouverture, 4 coef._debit, 5 haut._surverse), IFOL = équation (0 : Cemagref 88 seuil-vanne pour V ou seuil-orifice pour D, 1 : Cunge 80, 2 : Classique noyée pour V ou dénoyé pour D, 3 : Cemagref 88 seuil-orifice pour

V ou seuil-vanne pour D, 4 : MatLab, 5 : Fortran), ISF = mode de calcul (0 : non-linéaire, 1 : linéaire)

Vannes Gec-Alsthom

IB, IS, KS, (CSG(NSG, I), I=1, 8), IDNS, IFOL, IFOC, IFLO, ISF FORMAT ('G', 3I3, 7F13.6, F7.1, I3, 2I2, I3, I2) en version 4.32 FORMAT ('G', I3, I4, I3, 7F13.6, F7.1, I3, 2I2, I3, I2) en version 4.33

IB numéro du bief, IS numero_section_relatif, KS numero_singularite_relatif, (CSG(NSG, I), I=1, 8) caractéristiques de la singularité NSG (1 rayon, 2 cote_seuil, 3 ouverture max, 4 Zamont_max, 5 décrément, 6 cote_axe cadrée par rapport a ZMIN, 7 ouverture réelle, 8 ratio S1/S2 surface libre / surface fente pour bac vannes AVIS, AVIO et Mixtes pour Versions >= 4.17), IDNS=décallage de la section pour Z2 (utile pour vannes AVIS, AVIO et Mixtes) en nombre de sections de calcul (Versions >= 4.17), IFOL = équation (0 : Goussard, 1 : Goussard pour position et Cemagref pour débit, 2 : W donné par l'utilisateur et Cemagref pour débit), IFOC = type (0 : Amil, 1 : Avio Haute Chute, 2 : Avio BC, 3 : Avis HC, 4 : Avis BC), IFLO = modèle, ISF = mode de calcul (0 : non-linéaire, 1 : linéaire).

Noms des noeuds, somme débits et cotes aux noeuds

TC(NOMAX), ITN(NOMAX), QAE(NOMAX), ZNO(NOMAX), I FORMAT ('S', A6, I3, 2F10.5, 7X, I3)

TC nom_noeud (alphanumérique), ITN type_noeud = 1 si amont_modele, 2 si noeud_intermédiaire, -2 si aval_modele, QAE somme_debits = (Somme_Q_partant - Somme_Q_arrivant) au noeud non aval_modele ou débit de fuite au noeud aval_modele, ZNO somme_cotes, I numéro du noeud

Prises définies par leurs caractéristiques géométriques

I, KP(I), KVP(I), QPO(I), QPR(I), X1P(I), X2P(I), X3P(I), X4P(I), X5P(I), X6P(I), X7P(I), X8P(I), X9P(I), IFPL(I) FORMAT ('P', 3I3, 2F7.3, F6.2, 3F10.5, 3F6.2, F7.3, F6.2, I2)

I noeud (non amont_modele et non_aval_modele) (KP) cas_prise = 1 Q(t) vanne calcul ouverture W 2 Q(t) déversoir calcul Z_seuil 3 Q(t) déversoir calcul largeur_seuil 4 vanne calcul Q 5 déversoir Z(t) calcul Q 6 apm calcul Q 7 tube calcul Q 8 Q(z) calcul Q 9 déversoir L (t) calcul Q (KVP) cas_aval_prise = 1 Z_aval_prise constante 2 deversoir_aval_prise 3 Q(z)_aval_prise

les lois Q(z) aux prises sont introduites sous forme analytique : Q=Q_base*((Z-Z_seuil)/(Z_base-Z_seuil))**exposant

(QPO) debit_prise_objectif (QPR) debit_prise_reel (X1P) coefficient_debit (KP=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9) ou exposant (KP=8) (X2P) Z_seuil (X3P) larg._seuil (KP=1, 2, 3, 4, 5, 6, 9) ou diamètre (KP=1, 4, 7) ou Q_base (KP=8) (X4P) ouverture (KP=1, 4, 6) ou Z_seuil_mini (KP=2) ou Z_base (KP=8) (X5P) ouverture_maxi (KP=1, 4 et X5P>0) ou indique vanne circulaire (KP=1, 4 et X5P=0)

ou Z_seuil_maxi (KP=2) ou largeur_seuil_maxi (KP=3) ou switch (KP=6, 7, 8) (X6P) coefficient_debit_aval_prise (KVP=2) ou exposant_aval_prise (KVP=3) (X7P) Z_aval_prise (KVP=1) ou Z_seuil_aval_prise (KVP=2, 3) (X8P) largeur_seuil_aval_prise (KVP=2) ou Q_base_aval_prise (KVP=3) (X9P) Z_base_aval_prise (KVP=3) IFPL = équation (0 : Cemagref ou 1 : Cunge)

Lois Q(z) au noeud aval de modèle

I, Z, Q FORMAT ('A', I3, 6X, 2F10.3)

I noeud_aval, Z cote_aval (m), Q debit_aval (m3/s)

Paramètres display (affichage)

CODEM, BRANM, NAMEM, NBM, NSM, XLONG, ZREF FORMAT ('Y', A1, A8, A6, 2I3, F8.0, F8.2) en version 4.32 FORMAT ('Y', A1, A8, A6, I3, I4, F8.0, F8.2) en version 4.33

CODEM code, BRANM nom_branche, NOEUDM nom_noeud, NBM bief, NSM num._relatif_section, XLONG abscisse, ZREF cote_refer

Variations ouverture des vannes

IB, IS, KS, IO, T, X, K, L, ITYPOUV FORMAT ('U', 4I3, 2F10.3,3I3)

IB bief, IS num._section_relatif, KS num._singular._relatif, IO type d'ouvrage : 1 (Déversoir), 2 (Vanne rectangulaire) et 3 (Vanne Gec-Alsthom) à partir de la version 4.07 incluse (avant la version 4.07 on ne gérait que les vannes en ouvrage mobile) T temps (mn), X ouverture, K numéro de la loi, L numéro du point de la loi, ITYPOUV (0 : échelon, 1 : rampe)

Hydrogramme ou loi a la prise au noeud non aval de modèle

CH1, J, T, X, I, L, IOD, NOE, ITYPOFF FORMAT ('H', A1, 2X, I3, 3X, 2F10.3, I3, I5, 3I3)

CH1 caractere_loi_prise : 'Q' débit_prise, 'W' ouverture_prise, 'S' switch_prise, 'L' largeur_seuil_prise, 'Z' Z_seuil_prise, J noeud_non_aval, T temps (mn), X valeur_loi, I numéro de la loi, L numéro du point de la loi, IOD(I) type de prise, NOE(I,3) mode de calcul à la prise, ITYPOFF (0 : échelon, 1 : rampe)

Débits objectifs

J, T, Q, I, L FORMAT ('O', I3, 6X, 2F10.3, 2I3)

J noeud, T temps (mn), Q debit_objectif, I numéro de la loi, L numéro du point de la loi

Casier (loi S(z) au noeud)

I, Z, S, X FORMAT ('K', I3, 6X, 3F10.3)

I noeud, Z cote, S surface (ha), X vitesse_evaporation (cm/jour)

Hydrogramme latéral (géré par Sirene mais pas par Edisir)

Cette rubrique permet de faire évoluer le terme d'infiltration - évaporation (si le terme est négatif) ou d'apport (si le terme est positif) en fonction du temps. En régime permanent, ce terme était une constante éventuellement différente pour chaque section de calcul. La valeur entrée pour le régime permanent était exprimée en l/s/km. En régime transitoire, ce terme peut être défini comme une fonction du temps. La valeur entrée est un débit total (en m3/s) pour le bief considéré. Ce débit sera réparti sur les zones à l'intérieur du bief pour lesquelles il existe un débit latéral, au prorata de leurs longueurs. A priori, par défaut, ces zones correspondent à celles ainsi définies en régime permanent. Mais il est possible de les modifier en mettant des 0 ou des 1 dans la colonne correspondante des lignes "I" du fichier .SIR. Le débit n'est pas modulé proportionnellement aux débits latéraux initiaux. Il sera réparti de manière homogène sur toutes les zones ayant un débit latéral. On fait donc l'hypothèse que dans le bief il y a des zones avec et des zones sans débit latéral, et que, dans les zones où il y a un débit latéral, le taux d'apports latéraux ou de pertes latérales est identique sur toutes ces zones (en débit/unité de longueur). Si ce n'est pas le cas il faut découper ce bief en plusieurs biefs.

Si le débit latéral total initial indiqué dans cet hydrogramme latéral pour ce bief n'est pas égal au débit latéral total initial provenant du calcul en régime permanent, l'hydrogramme sera translaté pour assurer la continuité au démarrage entre le régime permanent et le régime transitoire. Cela est vrai pour les versions 4 de SIC mais également pour les version 5.

Par contre, il n'est pas possible, pour l'instant, de rentrer un terme d'infiltration - évaporation comme une fonction du tirant d'eau. Cela peut éventuellement être modélisé de manière approchée par une succession de prises en mode calcul de débit. Cette limitation nous semble peut contraignante dans la mesure où une estimation du terme d'infiltration - évaporation est très délicate avec un facteur d'incertitude très important et il est illusoire de considérer d'une loi q=f(z) donnera un modèle plus réaliste.

Cette rubrique "hydrogramme latéral fonction du temps" sera prochainement gérée entièrement par Edisir (saisie aux interfaces graphiques) dans une version ultérieure. Edisir permet déjà de le lire et de l'écrire sur fichier, mais pas de le garnir par les interfaces (depuis la version 3.8). Sirene le gère parfaitement au niveau des calculs.

IB, K, T, Q FORMAT ('L', 2I3, 3X, 2F10.3)

IB numéro de bief, K flag échelon (0) ou rampe (1) T temps (mn), Q debit_lateral (m3/s)

Limnigramme au noeud aval de modèle (géré par Sirene mais pas par Edisir)

Cette rubrique permet de remplacer la loi Q(z) rentrée pour le calcul en régime permanent par une loi z(t) permettant par exemple de représenter l'influence aval d'une marée.

Prochainement géré par Edisir dans une version ultérieure. Edisir permet déjà de le lire et de l'écrire sur fichier, mais pas de le garnir par les interfaces.

Les valeurs de z sont traitées en relatif par rapport à la première valeur. Par exemple, si vous voulez augmenter la cote z de 1m à l'instant 2h=120mn, il suffit de rentrer :

Z 2 0 0.000 0.000 Z 2 0 120.000 1.000

Attention : si vous rentrez une loi z(t) il faut penser à enlever la loi Q(z) car sinon elle sera conservée car elle est prioritaire par rapport à la z(t). Une loi Q(z) est également prioritaire par rapport à un casier qui fermerait le canal. Si ce casier est rentré à partir des interfaces, alors la Q(z) sera correctement supprimée du fichier .SIR. Par contre, si ce casier est rentré à la main directement dans le fichier .SIR il faut alors penser à supprimer la Q(z) pour qu'elle ne soit plus utilisée.

Le calcul avec une z(t) est beaucoup plus rapide qu'avec une Q(z) car il n'y a pas d'itérations non-linéaires pour le calcul au noeud aval. Par contre, cette condition aval z(t) est parfois considérée comme "dure" hydrauliquement et peut générer des oscillations sur les débits dans cette zone, par exemple dans le cas où un hydrogramme amont arrive sur un noeud aval avec une z(t) constante. Cette condition aval z(t) n'est en effet pas très physique car la "pincette à surface" n'existe pas. La marée est physique mais n'est pas une simple imposition d'une cote, mais un procédé qui relie également les débits et les cotes via des processus physiques complexes. Dans le cas d'une z(t) aval de type sinusoïdale mimant une marée il n'y a pas, a priori, d'oscillation parasite.

Même si cela est possible au niveau du fichier .SIR, il n'est pas conseillé d'avoir à la fois un casier et une z(t) pour un même noeud aval. Dans ce cas on imposerait le débit ainsi que la cote ce qui pose des problèmes numériques. Dans une version ultérieure ce mode sera explicitement interdit et dans ce cas c'est la z(t) qui sera effective et le casier inopérant.

I, K, T, Z

FORMAT ('Z', 2I3, 3X, 2F10.3)

I numéro du noeud_aval, K flag échelon (0) ou rampe (1) [option depuis la version 3.7] T temps (mn), Z cote_aval

Chapitre 147

Troisième partie

Guide Théorique

Chapitre 148

Description du réseau hydraulique

Le réseau hydraulique est décomposé en tronçons homogènes, les biefs, repérés par un noeud amont et un noeud aval. Les relations entre biefs se font uniquement au niveau des noeuds.

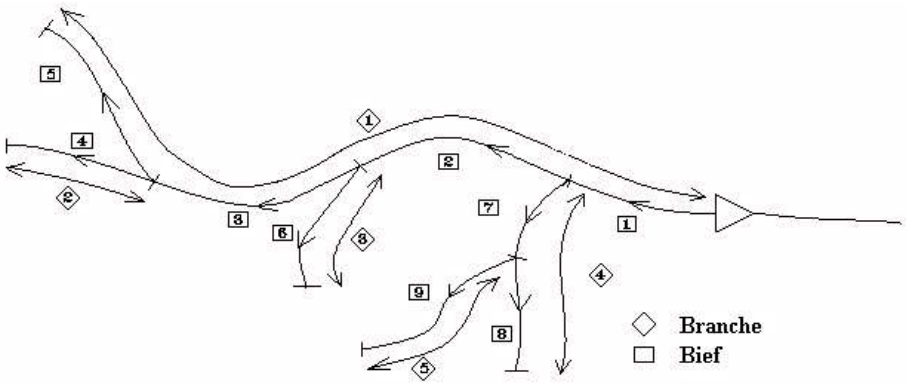


FIGURE 148.1 – doc39

Chapitre 149

Choix des biefs

Le choix des biefs par le projeteur est donc soumis à certaines contraintes que nous allons préciser : - contraintes dues à la topologie du réseau, - contraintes liées aux apports ou départs ponctuels de débit (on ne peut introduire ou soutirer un débit ponctuel qu'à un nœud).

Le projeteur peut toujours découper une partie du canal en plusieurs biefs pour tenir compte d'une particularité quelconque, ceci même si les contraintes précédemment décrites n'imposent pas un tel découpage. Par exemple, on peut créer un bief différent pour une zone de canal revêtue (rugosité faible) et une zone non revêtue (rugosité forte). On peut aussi découper en biefs pour des raisons administratives, etc.

Le découpage pour la commodité de l'utilisateur n'a pas d'influence sur le résultat du calcul hydraulique.

En général, quand on divise artificiellement un bief, la section aval du bief supérieur est la même que la section amont du bief inférieur. S'il existe des ouvrages de régulation et contrôle en travers du canal, ceux-ci peuvent parfaitement être intégrés à l'intérieur d'un bief et ne nécessitent pas de découpage particulier. Cette solution facilite la modélisation de l'ennoiement des ouvrages.

Chapitre 150

Choix des branches

Le choix des biefs est principalement lié aux contraintes hydrauliques. Pour permettre à l'utilisateur de visualiser simplement certaines parties du canal qu'il veut traiter ensemble, on permet de regrouper les biefs par branche. Une branche est donc un ensemble de biefs chaînés les uns aux autres en série.

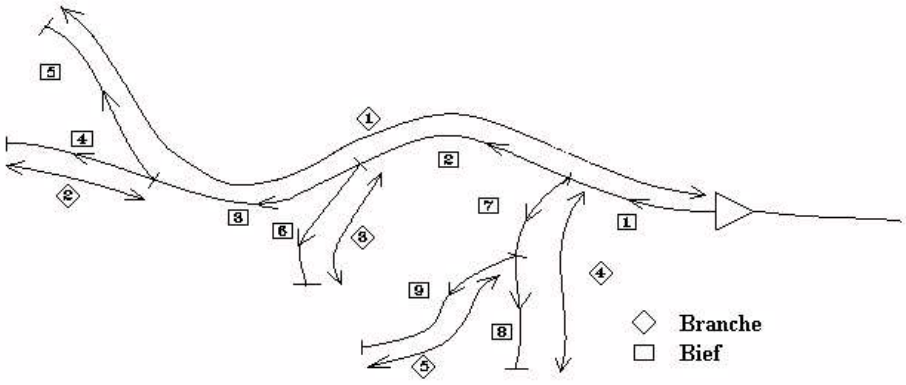


FIGURE 150.1 – doc39

Si le réseau n'est ni ramifié (i.e. sans confluences) ni maillés (i.e. sans diffluences) le découpage en biefs et branches se réduit à un schéma plus simple.

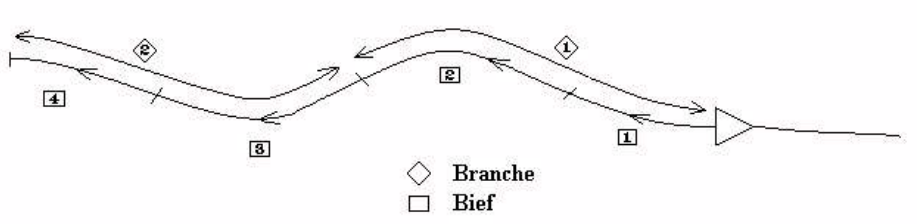


FIGURE 150.2 – doc40

Chapitre 151

Classement des biefs

Les noms des nœuds permettent de décrire l'enchaînement des biefs. La position d'un bief dans le réseau est entièrement définie par la connaissance des noms des nœuds amont et aval. On fixe ainsi en même temps le sens de l'écoulement. On décrit ainsi simplement la topologie du réseau qui est donc représenté sous la forme d'un graphe orienté. Les nœuds sont les sommets et les biefs sont les arcs de ce graphe. Ils sont numérotés automatiquement par le programme en fonction de l'ordre dans lequel ils sont introduits dans le fichier de données.

Un écoulement fluvial étant régi par l'aval, le calcul d'une ligne d'eau s'effectue en remontant l'écoulement, de l'aval vers l'amont. Afin de démarrer le calcul, il faut donc disposer d'une relation reliant la cote et le débit à la condition limite aval.

Un réseau hydraulique peut être représenté par un graphe orienté connexe sans circuit, sur lequel on effectue un parcours à l'aide de l'algorithme suivant :

On cherche un sommet sur lequel n'arrive aucun arc et d'où il ne part qu'un seul arc. On sélectionne ce dernier dans une liste puis on le supprime du graphe. On applique récursivement le procédé sur le sous graphe obtenu tant qu'il existe des sommets ainsi définis. Ensuite soit le problème est terminé, soit il reste des arcs non récupérés. Dans ce cas, on cherche dans le sous-graphe restant un sommet sur lequel n'arrive aucun arc et d'où il part plus d'un arc. On sélectionne ces derniers, puis on les supprime du graphe et on applique récursivement le procédé sur le sous-graphe obtenu tant qu'il existe des sommets ainsi définis. Ensuite soit le problème est terminé, soit il reste des arcs non récupérés. Dans ce cas, on recommence sur le sous-graphe restant l'algorithme depuis le début.

En lisant à l'envers la liste des arcs ainsi obtenue, on trouve une relation d'ordre partiel satisfaisante (Remarque : seuls les nœuds amont de biefs sont concernés par cet algorithme). De la liste, on tire également le repérage des biefs de maille. Ces biefs sont groupés en commençant par la première diffluence (les deux

premiers biefs successifs ayant le même nœud amont). Si le modèle a plusieurs conditions aval en cote, alors tous les biefs suivant la première diffluence de la liste appartiennent à la maille. Si, en revanche, la maille se referme, elle s'arrête à la dernière confluence (le dernier bief ayant le même nœud aval qu'un autre bief situé dans la liste et localisé après le début de la maille).

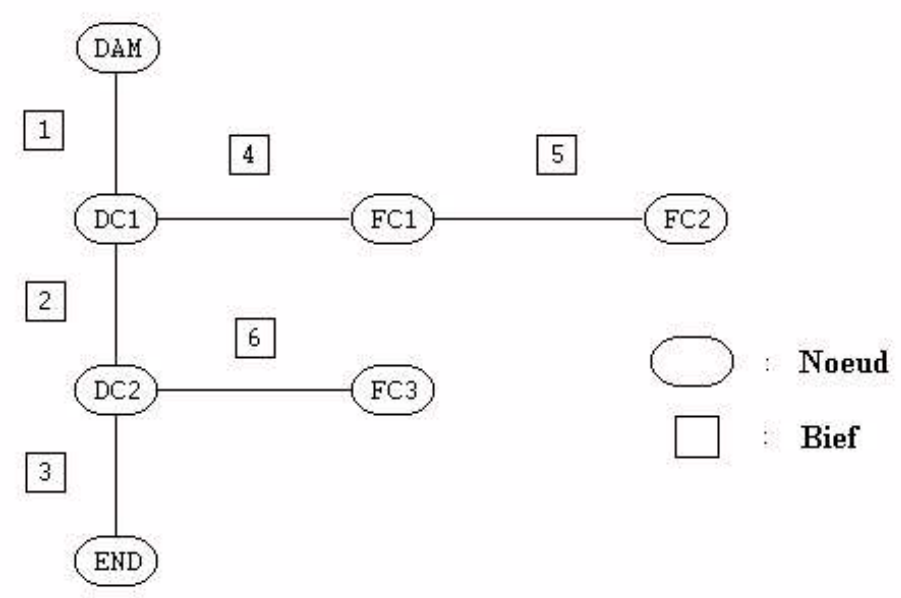


FIGURE 151.1 – doc41

Appliquons le 1er critère : Le premier sommet sur lequel n'arrive aucun arc et d'où il ne part qu'un seul arc est le sommet DAM. On retient le bief [1] dans la liste et on le supprime du graphe. On a alors : - DAM [1] - DC1 [2] [4] [-1] - DC2 [3] [6] [-2] - FC1 [5] [-4] - FC2 [-5] - FC3 [-6] - Liste : [1]

On ne peut plus trouver de nœud étant nœud amont d'un unique bief. On cherche alors un nœud n'ayant jamais été nœud aval, mais étant nœud amont de plusieurs biefs. Le nœud DC1 vérifie ces conditions. Les biefs 2 et 4 sont alors ajoutés à la liste : - DC1 [2] [4] [-1] - DC2 [3] [6] [-2] - FC1 [5] [-4] - Liste : [1], [2], [4]

Le même algorithme est appliqué à nouveau. On obtient ainsi le nœud DC2 et les biefs 3 et 6 sont ajoutés à la liste. - DC2 [3] [6] [-2] - FC1 [5] [-4] - Liste : [1], [2], [4], [3], [6]

Il n'existe plus de nœud ayant deux biefs aval. On applique alors le premier algorithme. On obtient ainsi le nœud FC1, et le bief 5 est ajouté à la liste. - Liste : [1], [2], [4], [3], [6], [5]

La maille commence à partir du premier nœud de diffluence (biefs 2 et 4, nœud DC1). Tous les biefs suivants appartiennent à la maille, car cette maille n'est pas fermée (il existe plusieurs conditions limite aval).

Chapitre 152

Recherche des noeuds amont et aval de modèle

Le programme détermine les noeuds amont de modèle dans lesquels il faut rentrer une condition à la limite amont en débit. Il détermine aussi les noeuds aval dans lesquels il faut rentrer une condition à la limite aval en cote ou une courbe de tarage. Dans le cas de SIC, on ne considère que des conditions aval sous forme de loi de tarage Q(z). Les noeuds amont de modèle sont des noeuds qui ne sont jamais noeuds aval de bief. Les noeuds aval de modèle sont des noeuds qui ne sont jamais noeud amont de bief. Un modèle qui n'est ni ramifié, ni maillé, n'a finalement qu'un seul noeud amont de modèle (correspondant au barrage) et un seul noeud aval de modèle (correspondant à la fin du canal). Le modèle SIC autorisant des mailles et ramifications, on peut avoir plusieurs noeuds amont de modèle, et plusieurs noeuds aval de modèle.

Nous venons d'examiner la manière dont le modèle prend en compte la topologie du réseau. Il nous faut examiner à présent comment caractériser la géométrie d'un bief, élément de base de tous les calculs hydrauliques.

Chapitre 153

Description des sections en travers de données

La géométrie d'un bief est déterminée par les profils en travers caractéristiques de la forme et du volume du canal. Les cotes sont repérées par rapport à un repère unique pour permettre les calculs des pentes locales. Les profils en travers sont repérés suivant l'abscisse curviligne du canal (abscisse en long).

En général, on choisit comme origine le barrage réservoir d'alimentation et comme orientation le sens de l'écoulement. Si le modèle est maillé ou ramifié on a besoin de plusieurs abscisses en long pour l'ensemble du modèle.

Les sections en travers peuvent être définies de 3 manières différentes : abscisses-cotes, largeurs-cotes et paramétrées. Le type de description peut varier d'une section de donnée à l'autre à l'intérieur d'un bief.

Chapitre 154

Abscisse-cote

En général, les profils fournis par le géomètre se présentent sous la forme de séries abscisse - cotes.

Il suffit donc d'introduire chaque point au moyen de son abscisse en travers et de sa cote. On peut introduire la section à partir de la rive gauche ou de la rive droite.

Supposons que l'on commence par la rive gauche, on n'est pas obligé de rentrer le 1er point car la berge du canal s'arrête au point 2, de même pour le point 9. Si l'on introduit les points 1 et 9, ils seront éliminés par le programme. En effet, les points à gauche et à droite de la section sont supprimés si leur cote est inférieure ou égale à la cote de la berge proprement dite.

Il faut donc tenir compte de ces suppressions de points si l'on rentre une section que l'on veut fermer au plafond. Ainsi plutôt que de fermer "brutalement" horizontalement, voire moins bien en redescendant, ce qui donnerait 2 points à la même hauteur, ou un point extrême plus bas, il faudra garder une légère pente croissante en revenant vers le point initial.

Chapitre 155

Largeur-cote

Une autre manière de décrire une section en travers est de décrire pour chaque cote la largeur de la section.

Il suffit donc d'introduire les couples (Zi, Li). On peut commencer à partir du point 1 (largeurs cotes décroissantes) ou du point 4 (largeurs cotes croissantes). Cette solution est en général adoptée quand on n'a pas de relevé précis de la section ou si la section est symétrique.

Si l'on introduit la section en travers en largeur-cote, on ne tient pas compte de la dissymétrie de la section. Le périmètre mouillé est calculé en considérant la section comme symétrique. Le seul moyen de prendre en compte la dissymétrie d'une section est de l'introduire en abscisse-cote. Une section fermée peut être introduite en largeur-cote, dans ce cas la largeur L1 de notre schéma serait nulle.

Chapitre 156

Sections paramétrées

On peut introduire les sections de forme géométrique particulière sous une forme paramétrée. Cercle : défini par le rayon R, la cote du fond ZF et la cote de berge ZB. Si ZB n'est pas précisé l'on prend ZB = ZF + 2R.

Dalot : défini par la largeur au plafond L et le fruit m (qui peut être négatif), ainsi que par la cote du fond ZF et de couverture ZB.

Puissance : défini par XLo, a et la cote de berge et du fond. L = XLo * (Y/Yo)a avec : Yo = ZB - ZF Y = Z - ZF tirant d'eau Le profil parabolique correspond à a = 0.5

Rectangle : défini par la largeur, les cotes du fond et de berge.

Trapèze ou triangle : défini par la largeur au plafond L (nulle pour le triangle) et les cotes du fond et de berge. Le fruit peut être négatif dans le cas du trapèze. En cas de fruit négatif si avant ZB la section se referme, le programme déplace la cote de berge.

Chapitre 157

Siphons

Il est possible de modéliser des siphons dans le logiciel SIC grâce à la technique dite de la "fente de Preissmann" [[Cunge J.A., Wegner M., 1964. "Intégration numérique des équations d'écoulement de Barré de Saint Venant par un schéma implicite de différences finies. Application au cas d'une galerie tantôt en charge, tantôt à surface libre". La Houille Blanche, n°1-1964, pp 33-39]] [[Vasconcelos J.G., Wright S.J., 2004. "Numerical modeling of the transition between free surface and pressurized flow in storm sewers". Innovative Modeling of Urban Water Systems, Monograph 12, Chap 10, W. James, Ed., pp 189-214]] [[Ukon T., Shigeta N., Watanabe M., Shiraishi H., Uotani M., 2008. "Correction methods for dropping of simulated water level utilising Preissmann and MOUSE slot models". 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, pp 1-9]]. Cette méthode s'applique que ce soit pour les calculs en régime permanent (Fluvia) ou en régime transitoire (Sirène). Le programme de calcul de la géométrie (Talweg) détecte automatiquement les sections qui sont fermées à leur extrémité supérieure. Cela est possible pour les sections de type largeur-cote, abscisse-cote, dalot (toujours), circulaire (si la cote de berge est supérieure ou égale à la cote de fond + 2 fois le rayon) et trapézoïdales (avec un fruit négatif et données adhoc si la hauteur est suffisante pour que le plafond se referme). De toute façon, de manière interne, toutes ces sections sont transformées en format largeur-cote, et les algorithmes sont ensuite les mêmes pour toutes ces sections.

La technique dite de la fente de Preissmann consiste à créer une fente artificielle en haut de la section à partir de son plafond, pour transformer une section fermée en charge en une section ouverte à surface libre. Mais dans cette fente artificielle on ne tient pas compte de frottement. Pour être plus précis, le périmètre mouillé P, la surface S, la vitesse V et/ou le rayon hydraulique Rh=S/P utilisés dans le calcul de la perte de charge J sont limités à la section réelle du siphon (sans la fente) avec $J = \frac{Q^2}{(KSR_h^{2/3})^2}$

Mais la cote Z est calculée dans la section complète comprenant la fente artificielle.

Dans le calcul de la charge H on prend la vitesse V limitée à la section réelle, et le Z dans la fente. Les tables largeur-cote sont calculées par Talweg une fois pour toute et écrites dans le fichier xml. Ces tableaux sont également indiqués dans le fichier log généré par Talweg. Quand il y a une fente de Preissmann on peut vérifier que P ne change pas dans la fente. On peut aussi voir que S ne change pas non plus dans la fente dans ces tables.

L'avantage de cela c'est que tous les calculs sont les mêmes (hormis l'astuce sur P, S, V, Rh et H) avec ou sans fente, en permanent ou en transitoire. Les inconvénients sont que du volume est stocké dans cette fente, mais cela doit être limité si la fente est mince.

On peut montrer que les équations de Saint Venant posent problème avec une largeur L=0, ce que l'on aurait sans la fente de Preissmann d'où justement l'idée de cette astuce.

Par contre attention, on peut avoir l'impression que cela n'est pas le cas, car quand on regarde la section mouillée par exemple dans les résultats, on ne trouve pas exactement ce à quoi on s'attendrait. Par exemple si on a un dalot de 9 m de large par 4 m de haut on s'attendrait à avoir une surface de 36 m2. En fait on aura 36.0045 m2 (36 + 9/2*0.001). Cela est dû au fait que le plafond de la section est légèrement modifié lors du traitement par talweg, en mettant une section débutant la fente de Preissmann à 1 mm plus faut que le plafond initial. Au lieu d'avoir un plafond plat horizontal on a donc un léger toit pendu de hauteur 1mm, avec donc un petit volume en plus. Cela a pour but d'améliorer la stabilité numérique du schéma et d'avoir une dérivée $\frac{dL}{dZ}$ mieux définie. Pour mieux visualiser cela on a augmenté le format d'écriture de S, P et L sur le fichier log de F8.2 à F9.3 (cf Talweg.ans, messages 53, 54, 55 et 56). Le périmètre mouillé P est quand à lui calculé sans cette petite modification car il n'intervient que dans le terme de frottement.

La fente doit être choisie de largeur petite (L=0.01 m par défaut dans SIC, mais on peut la changer section par section dans les options de la section, ou globalement pour une zone sélectionnée avec l'option "baguette magique" aussi appelée "construction automatique") afin de ne pas y stocker des volumes trop importants. Dans les réseaux d'assainissement, où il y a des regards, certains logiciels utilisent une astuce pour réduire la section de ces regards pour compenser le volume stocké artificiellement dans la fente, pour avoir une meilleure conservation du volume total dans le réseau.

On peut également choisir cette largeur de fente L pour avoir une célérité des ondes proche de celle des ondes sonores dans l'eau, soit environ 1500 ms-1 avec $c = \sqrt{\frac{gS}{L}}$.

Cette modification peut se faire également automatiquement avec l'option "baguette magique". Cela peut conduire par exemple à des fentes de l'ordre de 10-4 m à 10-6 m. Dans les schémas numériques explicites cela posait un problème car impliquait des pas de temps de calcul très petits afin d'avoir un nombre de

Courant Cr< 1 avec $C_r = \frac{(V+c)DT}{DX}$, où V est la vitesse de l'eau, c la célérité des ondes, DT le pas de temps de calcul et DX le pas d'espace entre 2 sections de calcul.

Mais le schéma de Preissmann implicite n'est pas soumis aux mêmes contraintes. Il est inconditionnellement stable quel que soit le nombre de Courant. Mais numériquement un Cr très grand (ou aussi très petit ce qui n'est pas notre cas ici) introduit des biais numériques (diffusion et déphasage, cf thèse de Cunge). Par défaut dans SIC nous choisissons une largeur de fente de 0.01 m. Par exemple dans un dalot de 1 m2, pour un débit de 1 m3s-1, on a une célérité c de l'ordre de 30 ms-1 avec une fente de 0.01 m. Pour avoir c de l'ordre de 1500 ms-1 il faudrait une largeur de fente de l'ordre de 0.000005 m. L'avantage d'une fente aussi petite c'est que du coup les volumes stockés dans la fente sont faibles. L'inconvénient c'est que numériquement cela est un peu moins bien. C'est un compromis à trouver en cas de soucis.

Références bibliographiques :

Chapitre 158

Rangement des biefs dans le vecteur des inconnues pour avoir H triangulaire supérieure

Nous allons décrire l'algorithme de classement en utilisant l'exemple précédent dans lequel nous nous intéresserons uniquement aux biefs de maille.

On met dans le tableau colonne NOEUD, la liste des noeuds amont des biefs de maille et dans le tableau à deux dimensions BIEF, la liste des biefs de maille reliés à ces noeuds. Quand un bief arrive sur un noeud, il est affecté du signe moins.

NOEUDBIEF Ligne 1DC124Ü Liste des biefsLigne 2DC236-2 connectés au noeudLigne 3FC15-4 DC1

Dans le tableau BIEF, les nombres positifs qui n'apparaissent qu'une seule fois sont des biefs aval de maille.

Biefs aval de maille : 3, 5, 6

L'algorithme se déroule deux étapes :

Première étape : on parcourt les lignes du tableau BIEF.

Si dans une ligne on trouve un (ou plusieurs) bief(s) aval de maille, on le (ou les) retient dans une liste RANGE.

Puis on ajoute à cette liste les valeurs absolues de tous les biefs négatifs de la ligne.

On regroupe toutes les lignes répondant au critère en tête du tableau BIEF pour pouvoir appliquer sur les lignes suivantes la deuxième étape.

Situation en fin de première étape :

NOEUDBIEF Ligne 1DC236-2Ligne 2FC15-4Ligne 3DC124

Soit le problème est résolu (comme ici), soit il reste des biefs. Dans ce dernier cas on procède à la deuxième étape.

Deuxième étape : on parcourt les lignes restantes du tableau BIEF.

Si dans une ligne on trouve un bief positif qui appartient déjà à la liste RANGE, on rajoute à cette liste les valeurs absolues de tous les biefs négatifs de la ligne. Cette ligne est éliminée et rejoint celles de la première étape. On procède à la deuxième étape pour chaque ligne restante jusqu'à ce que tous les biefs aient été récupérés.

La liste RANGE contient l'ordre inverse du rangement des biefs dans le vecteur des inconnues.

Liste RANGE : 36254 Biefs54321 Colonnes correspondantes dans les blocs la maille contient 5 biefs(lignes dans le vecteur des inconnues)

Chapitre 159

Remplissage des blocs H, B ET A

Le bloc H est rempli en même temps que la liste RANGE. Des valeurs -1 sont placées dans ce bloc H, aux emplacements (i, j).

Au cours de la première étape :

- le bief aval de maille donne l'indication de la colonne j de H
- le bief négatif, appartenant à la même ligne du tableau BIEF donne l'indication de la ligne i de H.

Ex : => H(3,5) = -1 => H(3,4) = -1 => H(1,2) = -1

Au cours de la deuxième étape (s'il y en a une)

- Le bief positif donne l'indication de la colonne j de H
- Le bief négatif appartenant à la même ligne du tableau BIEF, donne l'indication de la ligne i de H.

On emploi le block B avec les relations d'égalité des cotes aux diffluences. On parcourt chaque ligne du tableau BIEF et on récupère les couples indépendants de biefs positifs.

Tableau Bief : Ligne 136-2Ligne 25-4 => Couples [3 , 6] et [2 , 4]Ligne 324

Le bloc B est rempli à partir du bas. On met une relation par ligne i de B. Les biefs donnent l'indication des colonnes j. On met la relation d'égalité entres les cotes amont des biefs 3 et 6 dans la ligne du bas (i = 5 ; la maille contient 5 biefs). => On écrit la relation d'égalité entre les cotes amont des biefs 2 et 4 dans l'avant dernière ligne du bas, (i = 4). => On rempli le bloc A par la continuité des débits aux noeuds non aval de maille. A chaque ligne du tableau BIEF correspond une ligne i de A. Les biefs donnent l'indication des colonnes j. A la ligne 1 du tableau BIEF correspond la ligne i = 1 de A.

Bief Positif n°3 => RANGE(j)=3 => j=5 => A(1,5)=1 Bief Positif n°6 => RANGE(j)=6 => j=4 => A(1,4)=1 Bief Négatif n°2 => RANGE(j)=2 => j=3 => A(1,3)=-1

A la ligne 2 du tableau BIEF correspond la ligne i = 2 de A. Bief Positif n°5 => RANGE(j)=5 => j=2 => A(2,2)=1 Bief Négatif n°4 => RANGE(j)=4 => j=1 => A(2,1)=-1

A la ligne 3 du tableau BIEF correspond la ligne i= 3 de A. Bief Positif n°2 => RANGE(j)=2 => j=3 => A(3,3)=1 Bief Positif n°4 => RANGE(j)=4 => j=1 => A(3,1)=1

Nous venons d'examiner la manière dont le modèle prend en compte la topologie du réseau.

Il nous faut examiner à présent comment caractériser la géométrie d'un bief, élément de base de tous les calculs hydrauliques.

Chapitre 160

Sections singulières

Les sections comportant des ouvrages en travers sont appelées singulières. Dans ces sections, les lois générales de calcul de la ligne d'eau ne s'appliquent pas. Ces lois sont remplacées par les formules de débit des ouvrages.

Au niveau de la géométrie, on ne décrit pas les ouvrages hydrauliques, mais on indique les sections où ils sont situés. Il faut donc, à ce stade, introduire le gabarit du canal et non celui des ouvrages.

<doc108|center>

Une singularité est considérée comme ponctuelle par rapport à l'ensemble du bief. Il faut donc connaître 2 sections, que l'on supposera à la même abscisse, correspondant à l'amont et à l'aval de la singularité.

La section amont caractérise le gabarit du canal à l'amont des ouvrages, la section aval caractérise le gabarit du canal à l'aval des ouvrages. Si l'on n'introduit qu'une section pour décrire une section singulière, le programme génère automatiquement une section supplémentaire (voir § ci-dessus).

Remarque : attention, il ne faut pas (pour un calcul en régime transitoire) que les premières sections de tous les biefs partant d'un noeud amont de modèle soient singulières, ni que les dernières sections de tous les biefs arrivant à un noeud aval de modèle soient singulières. Sinon dans ce cas on aura un message d'erreur "Erreur numérique (pivot système réduit)".

Chapitre 161

Sections de calcul

Les sections de données sont réparties inégalement le long du canal. En effet, le projeteur choisit les sections qui sont le mieux représentatives du gabarit du canal, des changements de pentes, etc. Donc suivant que le canal est régulier ou pas les sections de données sont peu ou très espacées.

Le calcul hydraulique nécessite un pas d'espace permettant une bonne estimation de la ligne d'eau. Celui-ci est fixé par le projeteur en fonction de la connaissance qu'il a du comportement hydraulique du canal (quand les sections de données sont trop éloignées, le modèle interpole des sections de calcul supplémentaires pour permettre une meilleure simulation de la ligne d'eau).

Toutes les sections de données sont gardées comme section de calcul. Quel que soit le type retenu pour définir une section de donnée, le programme la transforme en largeur cote pour le stockage et l'interpolation. On ne conserve que des quadruplés : cotes, largeurs, périmètres mouillés, surfaces. Si la section a été introduite en abscisse-cote, le périmètre tient compte de la dissymétrie de la section.

Chapitre 162

Introduction

Un système de canaux primaires est un système de distribution d'eau à ciel ouvert qui permet de transférer de l'eau d'un barrage-réservoir à diverses prises qui délivrent de l'eau à des groupes d'utilisateurs connectés à des canaux secondaires ou tertiaires.

La modélisation hydraulique de ce type de réseau nécessite la prise en compte de la topographie réelle des canaux, c'est-à-dire d'une part la topologie du réseau et d'autre part la description de la géométrie du chenal d'écoulement. L'unité 1 est chargée de gérer tous les éléments topographiques nécessaires à l'ensemble du modèle.

Chapitre 163

Transformation d'une section de données en largeur-cote

Le programme recherche sur une section en travers tous les points hauts et tous les points bas. Il détermine donc les berges droites et gauches et élimine les points hors du lit. Ensuite à partir des points hauts et bas, il découpe la section en travers en chenal et pour chaque chenal il fait la transformation en largeur-cote. Puis il somme les largeurs de tous les chenaux pour chaque cote.

Chapitre 164

Interpolation des sections de calcul

Si deux sections de données sont distantes de plus d'un pas d'espace, le programme interpole à partir de ces deux sections de données des sections de calcul, au pas fixé par l'utilisateur.

En réalité, le pas est ajusté pour donner un nombre entier d'intervalles de calcul égaux entre les deux sections considérées. Cette interpolation est faite à tirant d'eau constant.

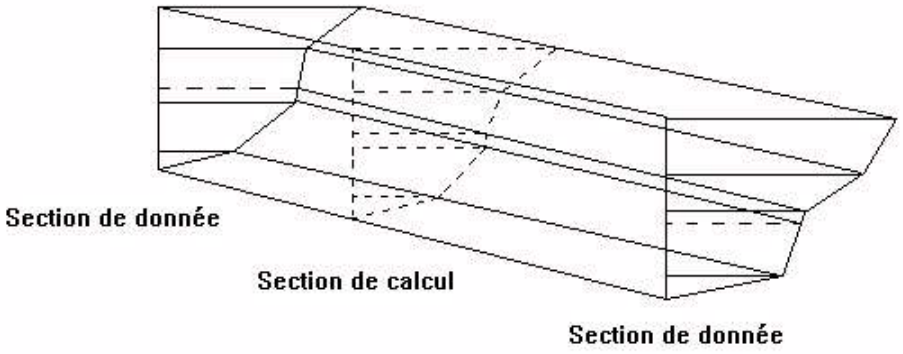


FIGURE 164.1 – doc105

La section de calcul peut donc avoir jusqu'à 2 fois plus de points que la section de donnée. Il faut donc prévoir des critères pour éliminer certains points afin de ne pas alourdir le nombre de points à stocker.

On élimine tout point de la section de calcul qui ne modifie pas la surface de la section de plus de 1 %, de même pour les points qui ne modifient pas le périmètre mouillé de plus de 5 %. Ainsi quel que soit le tirant d'eau, on est sûr d'avoir une estimation de la surface au moins à 1 % près et du périmètre à 5 %.

Les sections de calcul sont complétées verticalement par un point à 500 m de la cote de débordement pour permettre le calcul après débordement.

Les sections de calcul sont numérotées par bief, ainsi si le pas de calcul est modifié sur un bief la numérotation des autres biefs reste inchangée.

Chapitre 165

Interpolation des sections singulières

Pour une section singulière, il est nécessaire d'avoir deux sections de calcul à la même abscisse. Si le projeteur a rentré deux sections de données à la même abscisse, ce sont ces deux sections qui sont gardées comme section de calcul. Si le projeteur a introduit une seule section, la section de calcul aval est interpolée à partir de la section de donnée singulière et de la section de donnée aval suivante avec un pas de 1 m. Puis cette section interpolée est ramenée à la même abscisse que la section singulière.

On interpole une section k entre la section i et j avec un pas de 1 m et on lui donne l'abscisse de la section i. Il faut donc veiller à entrer une section j (à la même abscisse que i), si on a en particulier une cote du fond différente entre l'amont et l'aval des ouvrages ou un gabarit différent.

On prendra donc une section i et j comme indiqué, mais on donnera à j la même abscisse que i pour qu'il n'y ait pas d'interpolation.

Chapitre 166

Classement des biefs de maille pour le calcul en régime permanent - Solution initiale

On fixe un débit initial dans chaque bief de maille en respectant la continuité des débits aux nœuds, en prenant par exemple une répartition au prorata de la section moyenne du bief (rapport du volume du bief aux cotes de débordement sur sa longueur).

Puis, on calcule la ligne d'eau dans chaque bief successif, en suivant l'ordre établi (Cf. Classement des biefs) et en prenant pour condition aval (dans le cas d'un nœud défluent) la moyenne des cotes obtenues lors du calcul des biefs aval partant de ce nœud.

Soit une partie du bief n°i, définie par deux sections, on cherche la cote Zij (dans la section amont n°j) connaissant la cote Zij+1 (dans la section aval n°j+1) et le débit Qij s'écoulant dans la section n°j. Cela revient à résoudre numériquement l'équation de la courbe de remous qui peut se mettre sous la forme :

$f(Z_j^i, Z_{j+1}^i, Q_j^i) = 0$ *[1]*

Chapitre 167

Équations de correction

La ligne d'eau corrigée sera solution de l'équation :

$f(Z_j^i + \Delta Z_j^i, Z_{j+1}^i + \Delta Z_{j+1}^i, Q_j^i + \Delta Q^i) = 0$ *[2]*

En développant *[2]*, en série de Taylor limitée aux termes du premier ordre :

[2] - *[1]* => $a_j^i.\Delta Z_j^i + b_j^i.\Delta Z_{j+1}^i + c_j^i.\Delta Q^i = 0$ *[3]*

avec : $a_j^i = \frac{\partial f}{\partial Z_j^i} \sim \sim \sim b_j^i = \frac{\partial f}{\partial Z_{j+1}^i} \sim \sim \sim c_j^i = \frac{\partial f}{\partial Q^i}$

On sait que a_j^i n'est pas nul puisque la résolution de *[1]* est faite par la méthode de Newton où intervient le rapport $\frac{f}{a_j^i}$.

On pose : $d_j^i = \frac{b_j^i}{a_j^i}$ et $e_j^i = \frac{c_j^i}{a_j^i}$

Pour un bief i de n sections, les (n-1) équations *[3]* deviennent :

$\Delta Z_1^i = d_1^i.\Delta Z_2^i + e_1^i.\Delta Q^i$

...

$\Delta Z_j^i = d_1^i.\Delta Z_{j+1}^i + e_j^i.\Delta Q^i$

...

$\Delta Z_{n-1}^i = d_{n-1}^i.\Delta Z_n^i + e_{n-1}^i.\Delta Q^i$

En condensant ces équations relatives à deux sections, on obtient une relation caractéristique du bief :

$\Delta Z_1^i = D_n^i.\Delta Z_n^i + E^i.\Delta Q^i$ *[4]*

avec :

- i = indice du bief
- 1 = indice de la section amont du bief

— n = indice de la section aval du bief
— $D^i = \prod_{j=1}^{n} d_j^i$
— $E^i = D^i \prod_{k=1}^{n} \frac{e_k^i}{\prod_{j=k}^{n} d_j^i}$ (avec : $d_n^i = 1$ et $e_n^i = 0$)

Les autres relations dont on dispose sont :

167.1 Pour tous les nœuds de la maille qui ne sont pas nœuds aval de maille :

167.2 *Continuité des débits :

$\sum_{i=1}^{k} \varepsilon^i \Delta Q^i = 0$ *[5]*

avec :

— k = nombre de biefs de maille reliés au nœud
— $\varepsilon^i = 1$ pour un bief amont
— $\varepsilon^i = -1$ pour un bief aval

167.3 *Égalité des cotes :

$Z_u^i + \Delta Z_u^i = Z_v^l + \Delta Z_v^l$ *[6]*

soit k - 1 relations, avec : - u, v = 1 si le bief part du nœud et n si le bief arrive au nœud - i, l = biefs reliés au nœud

167.4 Pour tous les nœuds aval de maille :

— Si la condition aval est une cote donnée : $\Delta Z_n^i = 0$ *[7]*
— Si la condition aval est une courbe de tarage aval (dans ce cas un seul bief par nœud aval) : $\Delta Z_n^i = g(\Delta Q^i)$

Chapitre 168

Résolution du système linéaire des équations de correction

On a trois variables inconnues pour chaque bief n°i : - en cote : ΔZ_1^i à l'amont - en cote : ΔZ_n^i à l'aval - en débit : ΔQ^i sur tout le bief

Soit N le nombre de biefs de maille. On pourrait résoudre le système des 3 N équations. Mais, de toute façon, il sera nécessaire de refaire, après correction des débits, un calcul général de ligne d'eau pour obtenir la cote dans chacune des sections des biefs.

On voit donc que les seules inconnues qui nous intéressent directement sont lesΔQ^i.

Si l'on écrit les équations dans un ordre convenable on voit apparaître des blocs carrés d'ordre N :

$$\begin{pmatrix} A & B & 0 \\ D & I & F \\ G & H & I \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \Delta Q \\ \Delta Z_1 \\ \Delta Z_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \end{pmatrix}$$

Matrice . Vecteur = Constante

Soit : $M.V = K$ *[8]*

D, F sont des matrices diagonales I est la matrice unité H est une matrice triangulaire supérieure avec une diagonale principale nulle

Dans la première ligne de blocs du système, on range les équations de continuité des débits aux noeuds qui ne sont pas noeud aval de maille (remplissage du bloc A).

On complète ensuite par les relations d'égalité entre les cotes amont aux diffluences (remplissage des bloc B et C1).

Dans la deuxième ligne on a les équations de condensation.

Dans la troisième ligne on trouve les lois aval aux biefs aval de maille, ainsi que les relations d'égalité entre les cotes amont et les cotes aval des biefs aux nœuds qui ne sont pas nœud aval de maille.

En multipliant *[8]* par une matrice de passage P convenable : $(P.M).V = P.K$

On obtient un système de N équations enΔQ :

$A_0.\Delta Q = C_0$ *[9]*

avec : $\begin{cases} A_0 = A - B.D + \chi_0.(H.D - G) \\ C_0 = C_1 - \chi_0.C_3/c \\ \chi_0 = B.F.\chi_1^{-1}/c \\ \chi_1 = H.F - I/c \\ I = \text{Matrice unité}/c \end{cases}$

La méthode n'est valable, que si la matriceχ_1 est inversible. Or celle-ci présente la particularité de toujours pouvoir se mettre sous la forme d'une matrice triangulaire supérieure avec la diagonale composée uniquement de 1. On peut alors inverserχ_1 par la méthode de Gauss-Jordan. Le système *[9]* est résolu par la méthode Gauss avec un pivot partiel.

Chapitre 169

Equations des ouvrages en travers

Quand il existe des ouvrages en travers sur le canal (section singulière), on ne peut localement utiliser l'équation de la ligne d'eau pour calculer la cote amont de l'ouvrage. On doit utiliser les lois des divers ouvrages présents dans la section.

La modélisation des ouvrages est un problème délicat rencontré dans le développement des modèles d'hydraulique à surface libre. Les équations retenues pour modéliser les ouvrages sont très nombreuses et ne couvrent pas tout le domaine de fonctionnement. En particulier, il est très difficile d'assurer la continuité entre ces formulations, par exemple au moment du passage dénoyé-noyé ou surface libre-charge. Nous avons retenu une modélisation plus simple pour : - les ouvrages de type déversoir orifice : CEM88(V) (pelle importante) ; - les vannes de fond (pelle faible) avec une formulation dérivée de la précédente et donnant de meilleurs résultats.

Les équations sont également disponibles sous forme d'un fichier .m MatLab (fonction Qouvrage) fourni en Annexe.

Chapitre 170

CEM88(D) : Déversoir / Orifice (pelle importante)

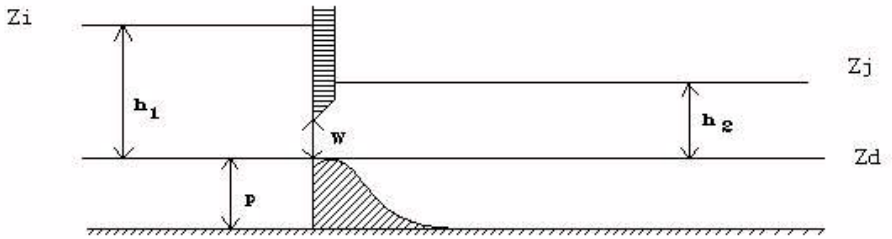


Figure 18. Schéma de l'ouvrage

170.1 Déversoir - régime dénoyé ($h_1 < W$ et $h_2 \leq \frac{2}{3}h_1$)

$Q = \mu_F L\sqrt{2g}h_1^{3/2}$ *[12]*

Formulation classique du déversoir dénoyé ($\mu_F \simeq 0.4$).

170.2 Déversoir - régime noyé ($h_1 < W$ et $h_2 \geq \frac{2}{3}h_1$)

$Q = \mu_S L\sqrt{2g}(h_1 - h_2)^{1/2}h_2$ *[13]*

Formulation classique du déversoir noyé.

Le passage noyé-dénoyé s'effectue pour $h_2 = \frac{2}{3}h_1$, on a alors :

$\mu_S = \frac{3\sqrt{3}}{2}\mu_F$ pour$\mu_F = 0.4 \Rightarrow \mu_S = 1.04$

On peut calculer un coefficient de débit dénoyé équivalent :

$\mu_F = \frac{Q}{L\sqrt{2g}h_1^{3/2}}$

qui permet de juger du degré d'ennoiement du seuil en le comparant au coefficient dénoyé μ_F introduit. En effet, le coefficient directeur de l'ouvrage introduit est celui du déversoir dénoyé (μ_F proche de 0.4).

170.3 Orifice - régime dénoyé ($h_1 \geq W$ et $h_2 \leq \frac{2}{3}h_1$)

On prend une formulation du type :

$Q = \mu L\sqrt{2g}\left(h_1^{3/2} - (h_1 - W)^{3/2}\right)$ *[14]*

Cette modélisation s'applique bien aux orifices rectangulaires de grande largeur.

La continuité vers le fonctionnement à surface libre est assuré quand :

$\frac{h1}{W} = 1$, on a alors$\mu = \mu_F$.

170.4 Orifice - régime noyé

Il existe deux formulations suivant que l'on est partiellement noyé ou totalement noyé.

170.5 Régime partiellement noyé ($h_1 \geq W$ et$\frac{2}{3}h_1 < h_2 < \frac{2}{3}h_1 + \frac{W}{3}$)

$Q = \mu_F L\sqrt{2g}\left[\frac{3\sqrt{3}}{2}\left((h_1 - h_2)^{1/2}\, h_2\right) - (h_1 - W)^{3/2}\right]$ *[15]*

170.6 Régime totalement noyé ($h_1 \geq W$ et$\frac{2}{3}h_1 + \frac{W}{3} < h_2$)

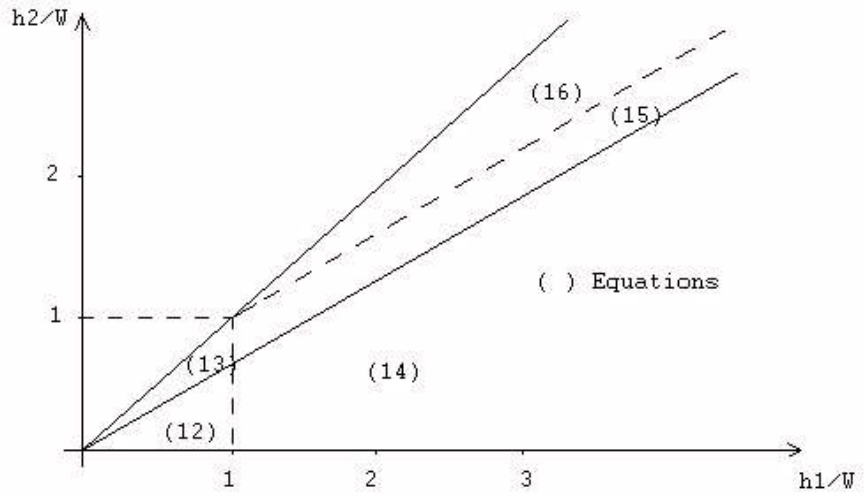
$Q = \mu` L\sqrt{2g}(h_1 - h_2)^{1/2}\,[h_2 - (h_2 - W)] \Rightarrow Q = \mu` L\sqrt{2g}(h_1 - h_2)^{1/2}W$ *[16]*

Formulation classique des orifices noyés, avec$\mu` = \mu_S$.

Le fonctionnement déversoir orifice est représenté par les équations ci-dessus et la figure 19. Quel que soit le type d'écoulement en charge, on calcule un coefficient

de débit dénoyé équivalent correspondant à la formulation classique de l'orifice dénoyé :

$C_F = \frac{Q}{L\sqrt{2g}W(h_1 - 0.5W)^{1/2}}$



(12) : Déversoir - dénoyé (15) : Orifice - partiellement noyé (13) : Déversoir - régime noyé (16) : Orifice - totalement noyé (14) : Orifice - dénoyé *Figure 19. Déversoir - Orifice*

Les équations sont également disponibles sous forme d'un fichier .m MatLab (fonction Qouvrage) fourni en Annexe.

Chapitre 171

CEM88(V) : Déversoir / Vanne de fond (pelle faible)

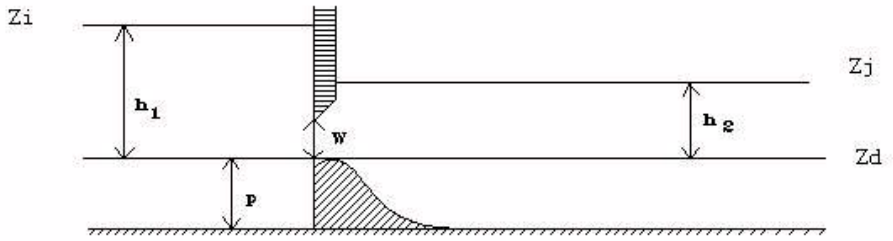


FIGURE 171.1 – doc77

171.1 Déversoir - régime dénoyé

$Q = \mu_f L \sqrt{2g} h_1^{3/2}$

171.2 Déversoir - régime noyé

$Q = k_F \mu_F L \sqrt{2g} h_1^{3/2}$ *[17]*

k_F coefficient de réduction de débit en noyé. Le coefficient de réduction de débit est fonction de$\frac{h_2}{h_1}$ et de la valeurα de ce rapport au moment du passage noyé dénoyé. L'ennoiement est obtenu quand $\frac{h_2}{h_1} > \alpha$. La loi de variation de k_F a été ajustée sur les résultats expérimentaux ($\alpha = 0.75$).

Posons $x = \sqrt{1 - \frac{h_2}{h_1}}$:

- Si $x > 0.2$: $k_F = 1 - \left(1 - \frac{x}{\sqrt{1-\alpha}}\right)^{\beta}$
- Si $x \leq 0.2$: $k_F = 5x\left(1 - \left(1 - \frac{0.2}{\sqrt{1-\alpha}}\right)^{\beta}\right)$

Avec$\beta = -2\alpha + 2.6$, on calcule un coefficient de débit dénoyé équivalent comme précédemment.

171.3 Vanne de fond - régime dénoyé

$Q = L\sqrt{2g}\left(\mu h_1^{3/2} - \mu_1(h_1 - W)^{3/2}\right)$ *[18]*

On constate expérimentalement que le coefficient de débit d'une vanne augmente avec$\frac{h_1}{W}$. On a ajusté une loi de variation deμ de la forme :

$\mu = \mu_0 - \frac{0.08}{\frac{h_1}{W}}$ avec : $\mu_0 \simeq 0.4$

donc $\mu_1 = \mu_0 - \frac{0.08}{\frac{h_1}{W} - 1}$

Pour assurer la continuité avec la surface libre dénoyé pour$\frac{h1}{W} = 1$, il faut donc que$\mu_F = \mu_0 - 0.08$ soit$\mu_F = 0.32$ pour$\mu_0 = 0.4$

171.4 Vanne de fond - régime noyé

171.5 Régime partiellement noyé

$Q = L\sqrt{2g}\left[k_F \mu h_1^{3/2} - \mu_1 \left(h_1 - W\right)^{3/2}\right]$ *[19]*

k_F étant le même que pour la surface libre.

Le passage noyé-dénoyé a été ajusté sur les résultats expérimentaux, on a une loi du type :

$\alpha = 1 - 0.14\frac{h_2}{W}$

$0.4 \leq \alpha \leq 0.75$

Pour assurer la continuité avec le fonctionnement à surface libre, il faut donc que le passage noyé-dénoyé à surface libre se fasse pour$\alpha = 0.75$ au lieu de 2/3 dans la formulation déversoir orifice.

171.6 Régime totalement noyé

$Q = L\sqrt{2g}\left(k_F \mu h_1^{3/2} - k_{F1}\mu_1 \left(h_1 - W\right)^{3/2}\right)$ *[20]*

La formulation de k_{F1} est la même que celle de k_F en remplaçant h_2 par $h_2 - W$ (et h_1 par $h_1 - W$) pour le calcul du coefficient x et deα (et donc de k_{F1}).

Le passage en totalement noyé a lieu pour :

$h_2 > \alpha_1 h_1 + (1 - \alpha_1)W$

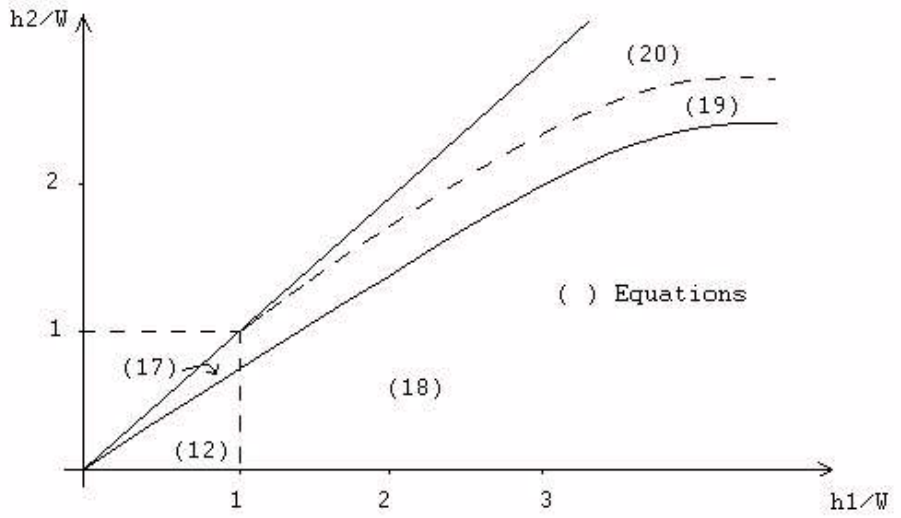
avec : $\alpha_1 = 1 - 0.14\frac{h_2 - W}{W}$ $(\alpha_1 = \alpha(h_2 - W))$

Le fonctionnement déversoir-vanne est représenté par les équations ci-dessus et la figure 20. Quel que soit le type d'écoulement en charge, on calcule un coefficient de débit dénoyé équivalent correspondant à une formulation classique de la vanne dénoyée :

$C_F = \frac{Q}{L\sqrt{2g}W\sqrt{h_1}}$

Le coefficient directeur introduit dans SIC pour l'ouvrage est un coefficient C_G habituellement proche de 0.6. On le transforme alors en$\mu_0 = \frac{2}{3}C_G$, qui permet de calculerμ etμ_1 de l'équation *[18]* de la vanne dénoyée.

Remarque : il est possible d'obtenir $C_F \neq C_G$, même en régime dénoyé, du moment que le coefficient de débit augmente avec le rapport$\frac{h_1}{W}$.



(12) : Déversoir - dénoyé (19) : Orifice - partiellement noyé (17) : Déversoir - régime noyé (20) : Orifice - totalement noyé (18) : Orifice - dénoyé *Figure 20. Déversoir - orifice*

Les équations sont également disponibles sous forme d'un fichier .m MatLab (fonction Qouvrage) fourni en Annexe.

Chapitre 172

CEM02(V) et CEM02(D) : Seuils et vannes trapézoïdaux

Ces deux équations sont la somme des équations “Cem88(V)” et “CEM88(D)” avec l'équation d'un seuil triangulaire.

Pour la partie triangulaire, la formule de Kindsvater-Shen est utilisée[[Norme NF X 10-311 : Mesure de débit de l'eau dans les canaux découverts au moyen de déversoirs en mince paroi]] :

$Q = C_e \frac{8}{15} \tan \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} h^{5/2}$

Le coefficient de débit C utilisé dans SIC est égal à $C = C_e \frac{8}{15} \sqrt{2g}$. On a $C = \approx 1,37$ pour $C_e = 0,58$ comme le suggère la norme[[<1>]].

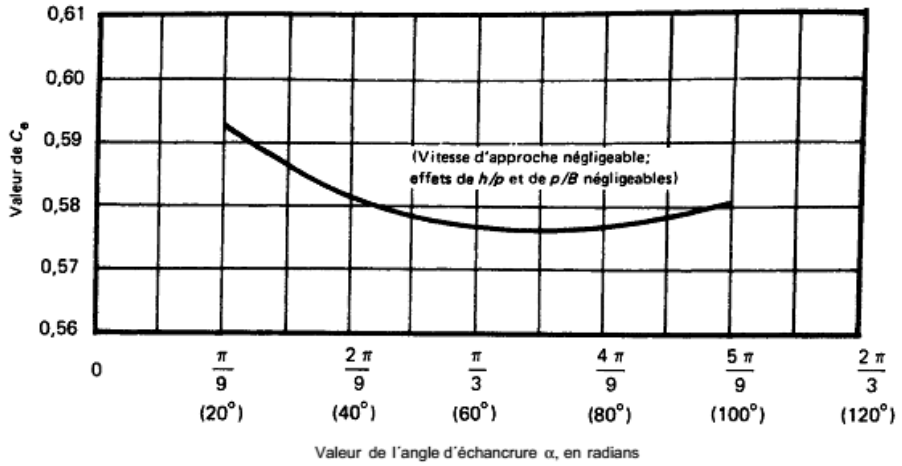


FIGURE 172.1 – doc80

Chapitre 173

Equation dans la section singulière

Pour calculer la cote de l'eau dans une section singulière on utilise les équations précédentes. On écrit que la somme des débits évacués par chaque ouvrage est égale au débit dans la section. On obtient l'équation *[23]* :

fk(Zi, Zj) = Q *[23]*

n étant le nombre d'ouvrages dans la section et Q le débit de la section. fk(Zi, Zj) est la loi de débit de l'ouvrage k, par exemple pour un déversoir noyé :

fk(Zi, Zj) = µL(Zi-Zj)1/2(Zj-Zd)

Connaissant le débit et la cote Zj, on doit donc calculer la cote amont Zi. Cela revient à résoudre une équation de la forme f(Zi) = 0 (voir paragraphe ci-dessus).

Chapitre 174

Régulateur

Dans une section singulière, on peut définir une vanne et une seule, ayant un rôle particulier, appelé régulateur. Pour cet ouvrage, on considère que l'ouverture n'est pas connue (on connaît seulement l'ouverture maximum), mais on connaît l'objectif de cote de l'eau que la vanne doit maintenir à l'amont. On a donc une équation dans la section singulière du type précédent, mais cette fois-ci l'inconnue à trouver n'est pas la cote amont mais l'ouverture de la vanne fonctionnant en régulateur. On a une équation de la forme :

Q - fk(Zi, Zj) = fr(Zi, Zj, W) *[24]*

avec : k=1 à n : pour les ouvrages fixes. W : étant l'ouverture à calculer de la vanne. Zi : Zi est connu (cote amont objectif). fk(Zi, Zj) : est le débit évacué par l'ouvrage fixe k pour la cote amont fixée Zi et la cote aval Zj. Les équations retenues sont celles décrites pour les déversoirs et les vannes. fr(Zi, Zj, W) est le débit évacué par la vanne-régulateur pour l'ouverture W et la cote fixée amont Zi.

Les fk(Zi,Zj) sont des valeurs connues donc l'équation *[24]* se réduit à fr(Zi,Zj,W) = Cste, on a donc encore à chercher le zéro d'une fonction, mais cette fois-ci la variable est W.

Chapitre 175

Equation des prises

Les prises latérales correspondent à des prélèvements de débit ponctuels. Elles sont donc situées dans un noeud amont de bief. En régime permanent, on peut soit fixer l'ouverture de la prise et calculer le débit correspondant (modèle maillé), soit fixer le débit objectif de la prise et calculer l'ouverture correspondante.

La modélisation de la prise est faite suivant des lois d'ouvrages du même type que pour les ouvrages en travers. L'originalité réside dans la prise en compte d'une éventuelle influence du niveau de l'eau à l'aval de la prise.

Pour l'équation de débit, on utilise la formulation retenue pour les vannes. Si la prise est circulaire, on calcule la largeur de la section rectangulaire d'ouverture équivalente pour pouvoir utiliser les équations précitées. On a donc à résoudre une équation de la forme :

fp(Z1,Z2,W) = Qp avec : Qp : Débit objectif de la prise connu, Z1 : Cote amont du canal principal, donné par le calcul de la ligne d'eau, Z2 : Cote aval connu ou fonction de Qp et de la condition aval de prise choisie. Si Z2 est fonction de Qp, on a donc une équation de la forme :

fp(Z1, fs-1(Qp),W) = Qp *[27]*

avec fs : courbe de tarage correspondant à la condition aval de prise choisie.

Dans tous les cas, on a donc à chercher le zéro d'une fonction avec comme variable W (voir § ci-dessus).

Attention, dans le cas où le calcul aux noeuds est fait en utilisant l'égalité des charges et non pas l'égalité des cotes, alors la valeur Z1 utilisée ci-dessus est la charge au noeud et non pas la cote au noeud. En effet dans ce cas il n'y a pas une cote unique au noeud.

Chapitre 176

Conditions aval de prise

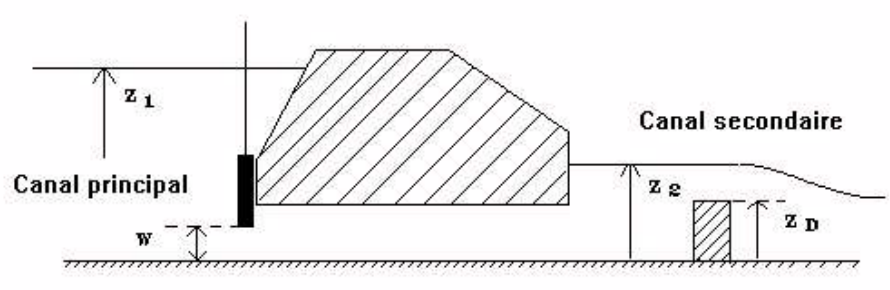


FIGURE 176.1 – img00000163000000010000000 0.jpg

Pour tenir compte de l'éventuel ennoiement des prises, on modélise trois types de conditions aval en tête du canal secondaire :

- une cote aval fixe,
- une cote aval Z2 variant comme la cote de l'eau à l'amont d'un déversoir dénoyé. Q(Z2) = µL (Z2-ZD)3/2 *[25]*
- une cote aval suivant une courbe de tarage : Q(Z2) = Qo( )n *[26]*

Chapitre 177

Méthodes numériques

Dans tous les cas évoqués, nous avons obtenu une équation de la forme f(Z)=0 ou f(W)=0 à résoudre. Nous examinons ici dans le détail comment ces équations sont résolues numériquement.

Chapitre 178

Rappel de la méthode de Newton

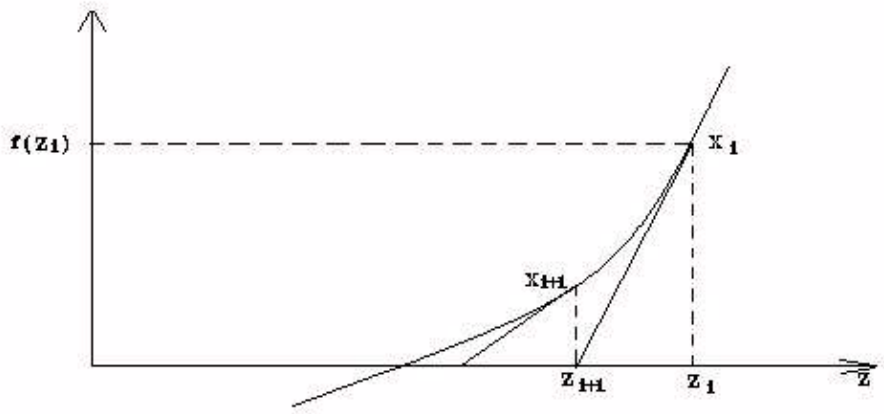


FIGURE 178.1 – img000001650000000100000000.jpg

Considérons les variations d'une fonction f(Z). La méthode de NEWTON consiste à partir d'une valeur Zi à calculer l'intersection de l'axe f(Z)=0 avec la tangente à la courbe f(Z) menée à partir du point Xi. Cette intersection est à l'abscisse Zi+1. L'équation de la tangente est : f(Zi+1) - f(Zi) = ( )i (Zi+1 - Zi) donc Zi+1 = Zi -

A chaque itération, on se rapproche de la solution Zi+1 tel que f(Zi+1)=0. Les itérations sont stoppées quand la charge hydraulique correspondant à Zi ne varie plus de façon significative et que f(Zi) est très proche de 0 soit :

H(Zi+1) - H(Zi) | < e1

et | f(Zi+1) | < e2

La convergence de cette méthode est assurée sous deux conditions :

— courbure de f(Z) toujours de même signe dans la zone de la solution,
— avoir une valeur de départ Zo judicieusement choisie.

Chapitre 179

Résolution de l'équation de la ligne d'eau

Chapitre 180

Résolution du calcul de la cote critique

Nous avons vu précédemment qu'il était nécessaire de calculer la cote critique dans chaque section de calcul pour pouvoir déterminer si une solution fluviale existe. La cote critique dans une section est définie par :

= 1 On transforme cette équation sous la forme :

f(Zci) = Log ( ) = 0

que l'on résout par la méthode de NEWTON. On remarque que cette fonction f est une fonction décroissante. La valeur initiale est déterminée en prenant le tirant d'eau critique dans le rectangle équivalent à la section pour la cote de débordement (ZDi). Zcio = ( )1/3 + ZFi avec : X =

Les valeurs de départ pour la dichotomie sont :

Zmin = ZFi Zmax = ZDM + 10 avec : ZDM cote du dernier point de la section.

Du fait que f est une fonction décroissante, on modifie ces valeurs de la façon suivante : Si f(Zcil) > 0 : Zmin = Zcil Si f(Zcil) < 0 : Zmax = Zcil

Chapitre 181

Résolution du calcul dans une section singulière

Dans une section singulière, on peut avoir jusqu'à 5 déversoirs et 5 vannes en parallèle. On doit donc résoudre l'équation *[23]* où les fk (Zi,Zj) sont les débits évacués par chaque ouvrage à une cote Zi pour l'ouvrage k. Cette équation est résolue par la méthode de NEWTON.

La valeur initiale est déterminée de la manière suivante : on considère un seul déversoir de longueur XL égale à la somme des longueurs de tous les ouvrages et à la cote du plus bas Zmin. Si la cote aval Zj est inférieure à Zmin, on initialise avec la formule du déversoir dénoyé :

Zio = Zmin + ( )2/3

Si Zj est supérieur à Zmin, on initialise avec la formule du déversoir noyé. Les valeurs de départ pour la dichotomie sont : Zmin = cote du plus bas des ouvrages ou Zj, si celle-ci est supérieure, Zmax = cote du plus haut des ouvrages + 10 m.

On modifie ces valeurs de la façon suivante : Si f(Zil) $>$ 0 : Zmax = Zil Si f(Zil) $<$ 0 : Zmin = Zil

La fonction f = fk(Zi, Zj) - Q est une fonction croissante.

Examinons le cas d'une vanne régulateur dans la section singulière. On a à résoudre l'équation *[24]* qui est de la forme f(W) = 0, W étant l'ouverture de la vanne permettant de maintenir la cote de l'eau à l'objectif Zi. On commence par calculer les débits évacués par tous les ouvrages fixes et on obtient :

fr(Zi, Zj, W) = Q - fk(Zi, Zj)

Cette équation est résolue par dichotomie en prenant comme ouverture de départ la moitié de l'ouverture maximum autorisée.

Le calcul est arrêtée quand les bornes de la dichotomie sont distantes de moins de 1 mm.

Chapitre 182

Résolution du calcul des prises

On a à résoudre l'équation *[27]* qui est de la forme fp(Z1,Z2,W) - Qp = 0. On calcule Z2 dans le cas où la condition aval est variable :

Z2 = ZD + ( )2/3 ou Z2 = ZD + (Zo-ZD) ( )1/n

On cherche la solution par dichotomie.

La valeur initiale de W est prise égale à la moitié de l'ouverture maximum autorisée. Le calcul est arrêté quand le débit diffère de moins de 5 % du débit objectif.

Chapitre 183

Unité 2 - Régime permanent

**

Chapitre 184

Introduction

L'unité 2 est chargée de calculer la ligne d'eau dans un canal en régime permanent. Cette ligne d'eau peut servir de condition initiale pour le calcul de l'écoulement transitoire dans l'unité 3. Mais un calcul en permanent permet aussi de tester l'influence des modifications des ouvrages, le nettoyage du canal, etc.

De plus, on dispose d'un module permettant de calculer les ouvertures des prises pour des débits objectifs donnés, et un autre module permettant de calculer les ouvertures nécessaires des régulateurs pour atteindre des niveaux de référence à l'amont de ces régulateurs. Ceci permet en particulier de prévoir la position des ouvrages pour une configuration de distribution de débits donnée. Il faut remarquer que ce régime permanent est un objectif à atteindre et que c'est le modèle transitoire qui nous permettra d'étudier la manière de l'atteindre.

Chapitre 185

Equation de l'écoulement graduellement varié

Le canal étant découpé en zones homogènes, les biefs, le problème se réduit à calculer la ligne d'eau en écoulement permanent fluvial dans un bief.

On considère les hypothèses classiques de l'hydraulique unidimensionnelle des canaux. La direction de l'écoulement est suffisamment rectiligne pour que la surface libre soit considérée comme une horizontale dans une section en travers. Les vitesses transversales sont négligeables et la répartition des pressions est hydrostatique. Les forces de frottement sont prises en compte sous la forme de Manning-Strickler. On étudie donc un écoulement permanent mono-dimensionnel et on considère uniquement un écoulement fluvial.

Chapitre 186

Equation différentielle de la ligne d'eau

L'équation de la ligne d'eau d'un bief peut s'écrire sous la forme : = - Sf + (k - 1) *[10]*

avec : Sf = et : g = 9.81 m/s-2 n : coefficient de Manning R : rayon hydraulique A : section mouillée (m2) H : charge totale q : débit latéral (entrant : k = 0 ; sortant : k = 1) Sf : pertes de charge linéaires Q : débit (m3/s)

Pour résoudre cette équation, on a besoin de connaître une condition à la limite amont en débit et une condition à la limite aval en cote.

De plus, il faut connaître le débit latéral et le coefficient de rugosité hydraulique le long du canal. Cette équation n'ayant pas de solution analytique, dans le cas général, elle est discrétisée pour obtenir une solution numérique. Connaissant le débit amont et la cote aval, on intègre la ligne d'eau pas à pas à partir de l'aval.

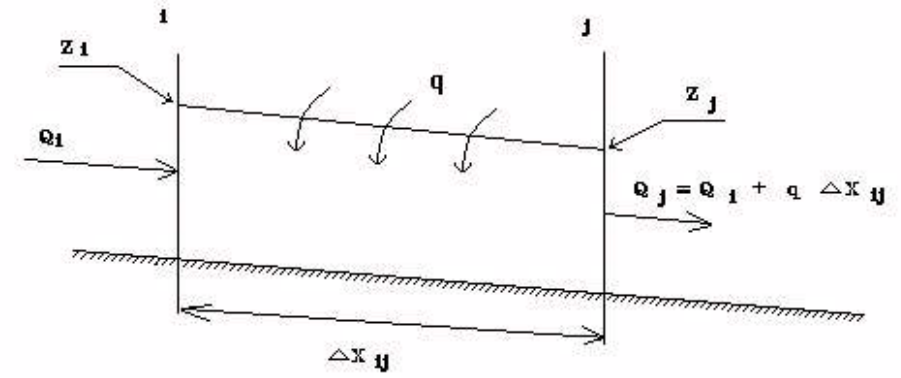


FIGURE 186.1 – img000001550000000100000000.jpg

Intégrons l'équation *[1]* entre les sections i) et j) + + = 0 Soit : Hj - Hi - (k-1) q (+) + Dxij = 0 *[11]*

L'équation *[11]* peut se mettre sous la forme : Hi(Zi)= Hj + DH(Zi) Il existe une solution fluviale si les courbes Hi(Zi) et Hj + DH(Zi) se coupent. Pour cela, il faut que : d = Hj + DH(ZCi) - Hi(ZCi) > 0 ZCi est la cote critique définie en *[10]* par = 1 d > 0 : Solution fluviale F d < 0 : Solution torrentielle. On se place systématiquement à la hauteur critique. La ligne d'eau calculée est donc surestimée.

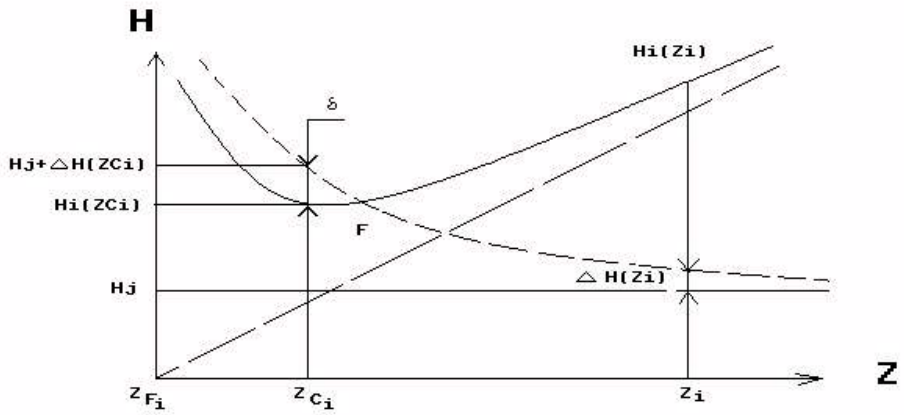


FIGURE 186.2 – img000001550000000100000001.jpg

Si une solution existe, on a donc à résoudre numériquement une équation de la forme f(Zi) = 0. Nous indiquons les méthodes numériques utilisées au paragraphe ci-dessus.

Chapitre 187

Les équations de Saint-Venant

Le canal étant découpé en zones homogènes, les biefs, nous examinons comment se présente l'étude de la ligne d'eau transitoire sur un bief. Nous verrons ensuite comment résoudre le problème pour l'ensemble du réseau hydraulique.

On prend les mêmes hypothèses que pour l'Unité 2. De plus, on ne considère que des phénomènes transitoires lisses donc la propagation de fronts raides ne peut être simulée.

Chapitre 188

Equation de continuité

Cette équation traduit la conservation de la masse d'eau. On considère la variation du volume d'eau compris entre deux sections à l'abscisse x et x + Dx pendant le temps Dt.

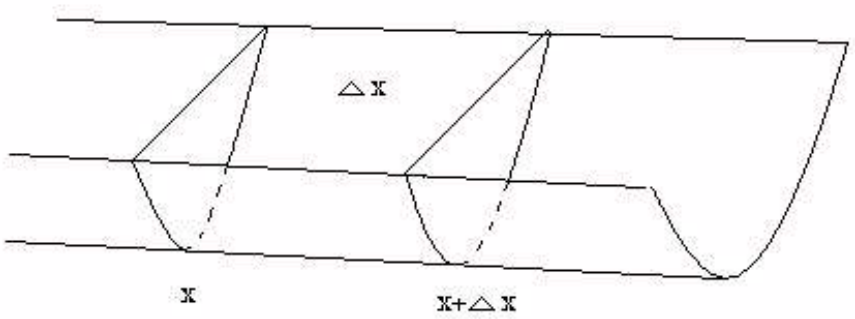


FIGURE 188.1 – img00000171000000010000000 0.jpg

Masse d'eau entrante : r.Q(x,t).Dt + r.q.Dx.Dt Masse d'eau sortante : r.Q(x+Dx,t).Dt Variation du stock : r Vt+Dt - r Vt = r(A.Dx)t+Dt - r(A.Dx)t Le bilan exprimant la conservation de la masse d'eau s'écrit : r(A.Dx)t+Dt - r(A.Dx)t = r(Q.Dt)x + rq.Dx.Dt - r(Q.Dt)x+Dx Par passage à la limite, on obtient l'équation *[28]* :

— = q *[28]*

Chapitre 189

Equation dynamique

Nous appliquons le théorème de quantité de mouvement à un volume d'eau compris entre les sections d'abscisses x et x + Dx. Nous nous intéressons à la projection sur l'axe du canal : = S Fext/x *[29]*

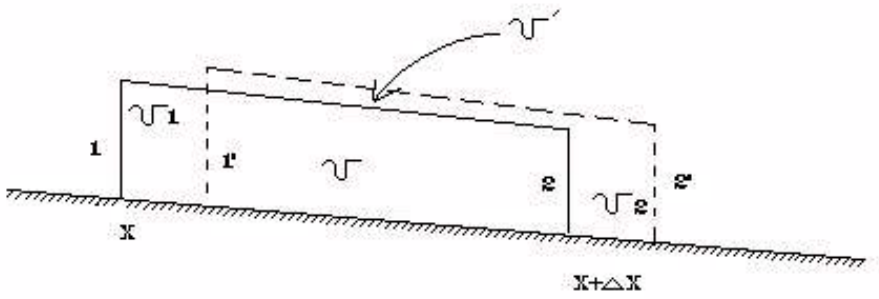


FIGURE 189.1 – img00000172000000010000000 1.jpg

Pendant le temps Dt le volume d'eau V compris entre les sections 1 et 2 se déforme et se déplace dans le volume V' compris entre les sections 1' et 2'. Il nous faut estimer la variation de quantité de mouvement en projection sur l'axe des x terme de gauche de l'équation *[29]*.

Estimation de la quantité de mouvement La quantité de mouvement perdue correspond au volume V1 soit : rV(x,t).Dt.A(x,t).V(x,t) La quantité de mouvement gagnée correspond au volume V2 : rV(x+Dx,t).Dt.A(x+Dx,t).V(x+Dx,t) La variation de quantité de mouvement dans la partie commune est de : rA(x,t+Dt).Dx.V(x,t+Dt) - rA(x,t).Dx.V(x,t) La variation de quantité de mouvement due aux apports latéraux : - rq(x,t).Dx.Dt.V(x,t) si débit de fuite (vitesse

égale à la vitesse de l'écoulement) + rq(x,t).Dx.Dt.0 si débit d'apport (vitesse nulle en projection sur l'axe des x) que l'on peut écrire de façon globale sous la forme : - krq(x,t).Dx.Dt.V(x,t)

avec : k = 1 pour un débit de fuite et k = 0 pour un débit d'apport.

On a donc : D(mVx) = (rV.Dt.A.V) (x+Dx,t) - (rV.Dt.A.V)(x,t) + (rA.Dx.V) (x,t+Dt) - (rA.Dx.V)(x,t) - k(rq.Dx.Dt.V) (x,t) que l'on peut écrire sous la forme : = rDx [+ - kqV]

Il faut évaluer à présent le terme de droite de l'équation *[29]* qui représente la résultante des forces extérieures en projection sur l'axe des x. On considère uniquement l'effet des forces de gravité, de pression et de frottement.

Estimation des forces extérieures La résultante des forces de gravité est : Fgx = r.g.A.Dx.sin(S0)

comme on est en écoulement quasi horizontal sin(S0) » S0 (pente du canal), donc : Fgx = rg.A.Dx.S0

La résultante des forces de pression est obtenue grâce à l'hypothèse de répartition hydrostatique des pressions. La résultante des forces de pression s'exerçant sur la masse d'eau comprise entre x et x+Dx est la même qu'en statique, c'est-à-dire quand la surface libre est horizontale nous pouvons alors écrire :

Fg = - rg.A.Dx = -Fp (résultante des forces nulle) Donc : |Fp| = rg.A.Dx et Fp est perpendiculaire à la surface libre.

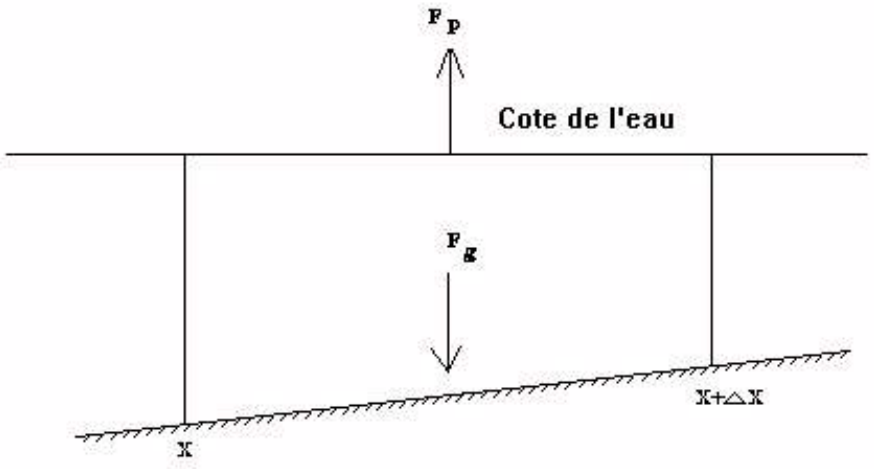


FIGURE 189.2 – img00000172000000100000000.jpg

La normale à la surface libre a pour composantes : n car l'équation de la surface libre dans des axes liés au fond est h - y (x,t) = 0 On suppose que |n| = 1 car la

surface libre est presque horizontale. La résultante des forces de pression s'écrit donc : Fp Donc : Fpx = -rg.A.Dx Les forces de frottement sont estimées à partir de la formule de MANNING-STRICKLER : Ffx = - rg.A.Dx.Sf avec : Sf = La résultante des forces extérieures en projection sur l'axe du canal est donc : S Fext/x = rg.A.Dx.S0 - rg.A.Dx. - rg.A.Dx.Sf = rg.A.Dx [S0 - Sf -] L'équation *[29]* se met donc sous la forme : rDx [+ - kqV] = rg.A.Dx [S0 - Sf -] Soit : + + g.A = g.A [S0 - Sf] + kqV que nous écrivons sous la forme : + + g.A = - g.A Sf + kqV *[30]*

Chapitre 190

Conditions initiales et aux limites

Les équations aux dérivées partielles doivent être complétées par des conditions aux limites et des conditions initiales pour pouvoir les résoudre. Les conditions aux limites sont les hydrogrammes dans les noeuds amont de bief et les courbes de tarage dans les noeuds aval de modèle (car on est en écoulement fluvial). La condition initiale est la ligne d'eau fournie par le calcul en permanent (Unité 2).

Chapitre 191

Discrétisation semi-implicite

Les équations de SAINT VENANT n'ayant pas de solution analytique connue en géométrie réelle, on résout numériquement en discrétisant les équations, c'est-à-dire que l'on remplace les dérivées partielles par des différences finies. La discrétisation retenue est le schéma semi-implicite de PREISSMANN.

Ce schéma est implicite car il fait intervenir dans l'expression des dérivées partielles d'espace les valeurs des variables au pas de temps inconnu.

Chapitre 192

Equations générales du schéma

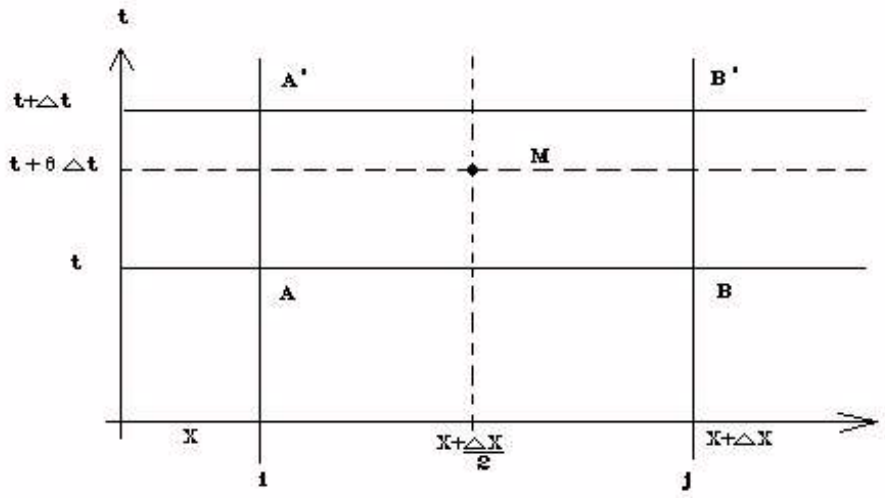


FIGURE 192.1 – img000001750000000100000000.jpg

Posons : Dfi = fA' - fA fA = fi Dfj = fB' - fB fB = fj L'expression d'une fonction en M s'écrit : fM = (1-Q) + Q fM = + (Dfi + Dfj) *[31]*

L'expression de la dérivée () en M s'écrit : ()M = (1-Q) + Q => ()M = + Q *[32]* L'expression de la dérivée () en M s'écrit : ()M = (+) => ()M = *[33]*

Nous allons utiliser les équations *[31]*, *[32]* et *[33]* pour discrétiser les équations de ST VENANT.

Chapitre 193

Equation de continuité

Discrétisons chaque terme de l'équation *[28]* :

= DAi » Bi.DZi => = = + Q q = qij (débit latéral entre les sections i et j)

L'équation *[28]* devient donc :

— — Q =

— — DQj - DQi = (qi + qj) DQi - Bi.DZi = DQj + Bj.DZj + - (qi + qj)

qui est de la forme :

A21.DQi + A22.DZi = B21.DQj + B22.DZj + B23 *[34]*

avec : A21 = 1 B21 = 1 A22 = - Bi B22 = Bj B23 = - (qi + qj)

Chapitre 194

Equation dynamique

Discrétisons chaque terme de l'équation *[30]* :

— = Calcul de :

= [-] + [D( ) - D( )] = [-] + [(- DAj) - (- DAi)] = [-] + DQj - DQi + BiDZi - BjDZj) * = a1.DQi + a2.DQj + a3.DZi + a4.DZj + a5

avec : a5 = [-] a4 = - Bj a3 = Bi a2 = a1 = -

Calcul de gA :

gA = g [+ Q].[] = [(Ai + Aj)(Zj - Zi) + Q(DAi + DAj)(Zj - Zi) + Q(DZj - DZi)(Ai + Aj)] = [(Ai + Aj)(Zj - Zi) + Q(BiDZi + BjDZj)(Zj - Zi) + Q(DZj - DZi)(Ai + Aj)] *** gA = [a6DZi + a7DZj + a8]

avec :

a6 = Q[Bi (Zj - Zi) - (Ai + Aj)] a7 = Q[Bj (Zj - Zi) + (Ai + Aj)] a8 = (Ai + Aj).(Zj - Zi)

Calcul de gASf :

gASf = g [+ [D(AiSfi) + D(AjSfj)]] = g [+ [SfiDAi + AiDSfi + SfjDAj + AjDSfj]]

Calculons DSf :

Sf = = sgn(Q)

avec :

sgn(Q) = 1 si Q > 0 sgn(Q) = -1 si Q < 0

=> DSf = 2 sgn(Q).Q - 2 sgn (Q) .DDe ou encore : DSf = 2 |Q| - 2 .DDe De =

=> DDe = + R-1/3 DR avec :

=> DDe = B.DZ + R-1/3 a DZ = ae DZ DSf = 2 |Q| - 2 DDe = 2 |Q| - 2 ae DZ => gASf = g [+ [(SfiBiDZi + SfjBjDZj) + Ai (2 |Qi| - 2 aei DZi) + Aj (2 |Qj| - 2 aej DZj)]] *** gASf = a9.DZi + a10.DZj + a11.DQi + a12.DQj + a13

avec :

a9 = [SfiBi - Ai 2 aei] a10 = [SfjBj - Aj 2 aej] a11 = gQ a12 = gQ a13 = g []

Calcul de kq :

kq = [qi + qj + Q (D(qi) + D(qj))] = [qi + qj + Q (qi - qi + qj - qj)]

*** kq = a14.DZi + a15.DZj + a16.DQi + a17.DQj + a18

avec : a14 = - Q qi Bi a15 = - Q qj Bj a16 = Q a17 = Q a18 = [qi + qj]

L'équation dynamique *[30]* peut donc se mettre sous la forme :

A11.DQi + A12.DZi = B11.DQj + B12.DZj + B13 *[35]*

avec : A11 = + a1 + a11 - a16 A12 = a3 + a6 + a9 - a14 B11 = - (+ a2 + a12 - a17) B12 = - (a4 + a7 + a10 - a15) B13 = - (a5 + a8 + a13 - a18)

Chapitre 195

Indices de performance

Des indices de performance ont été définis, qui permettent d'évaluer l'efficience de distribution de l'eau aux prises. Ils permettent de tenir compte de la distribution de l'eau, soit à une prise seule ou pour l'ensemble des prises. Ils sont de deux types : les indices volumiques et les indices temporels.

Chapitre 196

Indices volumiques

<emb99|center>

Les indices volumiques font référence à trois types de volumes :

- le volume demandé (VD), qui est le volume objectif à la prise,
- le volume fournis (VS), qui est le volume fournis à la prise,
- le volume efficace (VEF), qui est le volume réellement valorisable par l'usager.

Tous les volumes sont calculés à l'aide de la méthode des trapèzes :

$$V = \frac{t_d - t_f}{\Delta t} \left(\frac{f(t_d) + f(t_f)}{2} + \sum_{k=1}^{n-1} f\left(t_d + k \frac{t_d - t_f}{n} \right) \right)$$

Avec t_d le temps de début, t_f le temps de fin, Δt le pas de temps, n le nombre de pas de temps.

La définition du volume efficace dépend de deux coefficients : X et W (en %) :

- si (1-X/100).QD <= QS <= (1+W/100).QD => QEF = QS
- si QS < (1-X/100).QD => QEF = 0
- si QS > (1+W/100).QD => QEF = (1+W/100).QD

Par conséquent, seul le débit fournis proche du débit demandé est pris en compte. On définit alors trois indices volumiques :

- VS/VD
- VEF/VD
- VEF/VS

Chapitre 197

Indices temporels

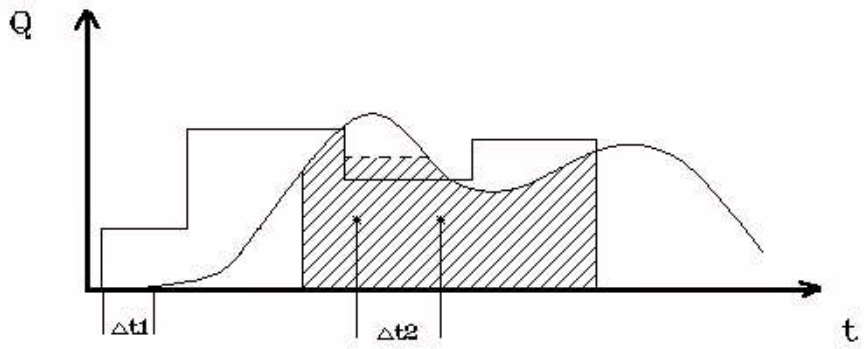


FIGURE 197.1 – img000001840000000100000000.jpg

On défini le temps TD comme le temps total pendant lequel le débit demandé est non nul et TEF comme le temps total pendant lequel le débit efficace est non nul. On défini l'indice IND4 = TEF/TD. Il compare la durée de la distribution efficace, avec la durée de la distribution demandée. Cet indice est adimensionnel et n'est calculé que pour chaque prise considérée individuellement. Il n'a pas de signification pour l'ensemble des prises.

On défini également deux temps de retard : DT1 et DT2. DT1 est le temps de retard entre le début de la demande en eau et le début de la fourniture d'un débit efficace. Ce temps est positif si le débit efficace arrive après le débit demandé. DT2 est le temps de retard entre les centres de gravité de l'hydrogramme demandé et l'hydrogramme efficace.

Tous ces indices sont définis pour chaque prise. Ils peuvent être calculés pour

n'importe quelle période de la simulation, en fonction des intérêts de l'utilisateur du modèle de simulation.

Chapitre 198

Introduction

L'Unité 3 est chargée de calculer la ligne d'eau dans le canal en régime transitoire. La ligne d'eau initiale est fournie par l'Unité 2 en régime permanent. L'Unité 3 permet, par exemple, d'étudier le passage d'un tour d'eau à un autre. De plus, un module permet de calculer la répartition des débits aux prises connaissant les ouvertures, ou de calculer les ouvertures aux prises permettant de satisfaire des consignes de débit données.

Mais à la différence de l'Unité 2, le calcul automatique de l'ouverture d'un régulateur connaissant une consigne en cote amont n'est pas possible de manière unique. Il faut implémenter des modules de régulation pour gérer ce problème ou tout autre problème de gestion manuelle ou de régulation automatique (Cf. Notice Utilisateur).

De même que l'Unité 2 (calculs en régime permanent), cette Unité 3 (calculs en régime transitoires) autorise les calculs sur tous les types de réseaux (ramifiés ou maillés).

Chapitre 199

Double balayage - Cas général

Considérons un bief ayant n sections de calcul, le système à résoudre est donc :

-* équations de SAINT VENANT sur chaque intervalle entre 2 sections de calcul à tout instant t, -* conditions aux limites amont et aval.

La discrétisation transforme ce bief en une suite de n sections de calculs reliées entre elles par les deux équations linéaires *[34]* et *[35]*. On a donc 2(n-1) équations linéaires en DQ, DZ. Les deux équations manquantes pour la résolution du système sont fournies par les conditions amont et aval que l'on linéarise à chaque pas de temps.

Condition à la limite amont : R1.DQ1 + S1.DZ1 = T1

Dans le cas d'une loi Q(t) on a :

R1 = 1, S1 = 0 et T1 = Q(t+Dt) - Q(t)

Condition à la limite aval : R'n.DQn + S'n.DZn = T'n, avec : = a, R'n = 1, S'n = -a, T'n = 0

On a donc à résoudre un système linéaire de 2 n équations. Au lieu d'inverser la matrice du système on utilise la méthode du double balayage :

A11.DQi + A12.DZi = B11.DQj + B12.DZj + B13 A21.DQi + A22.DZi = B21.DQj + B22.DZj + B23

Posons DEN = A11 A22 - A21 A12

DEN est différent de zéro car les deux équations sont linéairement indépendantes.

DEN.DQi = (B11.A22 - B21.A12).DQj + (B12.A22 - B22.A12).DZj + B13.A22 - B23.A12 DEN.DZi = (B21.A11 - B11.A21).DQj + (B22.A11 - B12.A21).DZj +

B23.A11 - B13.A21 *[36]* avec : A = B = C = D = E = F =

Regardons la forme du système pour trois sections de calcul : R1S1DQ1T11-D1-E1DZ1F11-A1-B1 .DQ2 =C11-D2-E2DZ2F21-A2-B2DQ3C2R'3S'3DZ3T'3 1er balayage : Le premier balayage amont - aval donne : R1S1DQ1T11-D1-E1DZ1F1R2S2 .DQ2 =T21-D2-E2DZ2F2R3S3DQ3T3R'3S'3DZ3T'3

Soit pour deux sections consécutives i et j : Ri.DQi + Si.DZi = Ti Ri.(Ai.DQj + Bi.DZj + Ci) + Si.(Di.DQj + Ei.DZj + Fi) = Ti R*j.DQj + S*j.DZj = T*j

avec :

R*j = Ri.Ai + Si.Di S*j = Ri.Bi + Si.Ei T*j = Ti - Ri.Ci - Si.Fi

On cadre les coefficients R'j, S'j, T'j en normant, pour éviter la propagation d'erreurs numériques.

Rj = etc.

On a alors :

Rj.DQj + Sj.DZj = Tj

qui est la relation d'impédance amont.

Arrivé à la condition à la limite aval, on a :

qui nous donne DQn et DZn : DQn = DZn = Puis on remonte le deuxième balayage.

2ème balayage Le balayage permet de calculer les variables DQ et DZ dans chaque section au moyen des équations *[37]* :

[37]

Chapitre 200

Singularités

Examinons comment introduire les singularités dans le processus du double balayage.

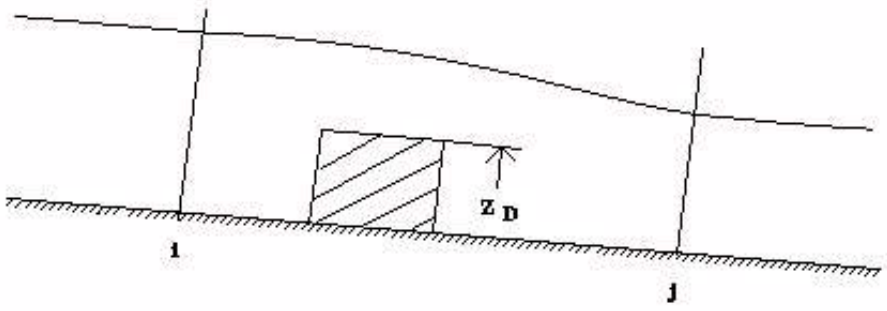


FIGURE 200.1 – img00000179000000010000000 0.jpg

Le problème que nous avons à résoudre dans le cas d'une singularité est le suivant :

[38]

On veut obtenir la relation d'impédance :

Rj.DQj + Sj.DZj = Tj

transmise à la section aval de la singularité.

Faisons l'hypothèse que l'ouvrage est mobile, mais avec une loi de variation W(t) en fonction du temps connue a priori. L'équation de l'ouvrage peut s'écrire à l'instant t+(n+1)dt :

Qin+1 = f(Zin+1, Zjn+1, Wn+1) Donc :

DQi = f(Zin + DZi, Zjn + DZj, Wn+1) - Qin

On obtient ainsi une expression de la relation d'impédance non linéarisée sous la forme :

DQj = f(Zin + (- DQj), Zjn+DZj, Wn+1) - Qin *[39]*

Le problème revient donc à trouver la meilleure approximation linéaire possible de cette expression. Nous écrivons l'équation d'approximation tangentielle de la loi de l'ouvrage sous la forme :

Qin + DQi = f(Zin + DZi, Zjn + DZj, Wn+1) = f(Zin, Zjn, Wn+1) + (Zin, Zjn, Wn+1) DZi + (Zin, Zjn, Wn+1) DZj

On obtient donc :

Rj.DQj + Sj.DZj = Tj *[40]*

avec :

Cette méthode n'évite pas l'erreur d'approximation tangentielle de la loi de l'ouvrage, mais la compense après coup pour le calcul du pas de temps suivant. Cela se traduit par l'envoi d'une "onde de correction" que l'on retrouve dans l'expression du coefficient Tj sous la forme d'un terme additif Si (f() - Qin). Il reste que les erreurs commises par l'approximation tangentielle peuvent être importantes lors de variations rapides des conditions d'écoulement (manoeuvres d'ouvrages, passage de régime dénoyé noyé, etc.). Il serait donc intéressant d'avoir une évaluation la plus précise possible de l'évolution des deux variables Zi et Zj pendant le temps Dt pour pouvoir utiliser la meilleure approximation linéaire de la loi de l'ouvrage. Nous disposons au niveau de chaque section singulière des trois équations *[38]*. Nous avons donc besoin d'une quatrième équation pour résoudre le système, on se contentera d'une hypothèse sur Zj. Cette hypothèse ne cherche pas vraiment à approcher l'équation R'S'T' manquante, mais plutôt ses effets sur l'évolution de la valeur de Zj.

On considère que :

DZj = k.DQj *[41]*

avec k déterminé lors du pas précédent. On a donc la démarche suivante pour le calcul de Rj Sj Tj :

1) Hypothèse sur DZj (*[41]*) + *[40]* = valeur DZj* prévue

=> valeurs DQj* et DZj* prévues

2) Calcul des deux valeurs DQi, *DZi* prévues. => DQi* = DQj*

et la valeur DZi* prévue grâce à la relation d'impédance RiSiTi.

Nous partons alors du principe que les valeurs réelles DQi, DZi, et DZj seront voisines de DQi* et DZi, *DZj* soit :

Nous pouvons alors écrire :

Qin+1 = Qin + DQi = f(Zin + DZi, Zjn + DZj, Wn+1) = f(Zin + DZi* + dzi, Zjn + DZj* + dzj, Wn+1)

avec dZi et dZj petits et en notant :

f(*) = f(Zin + DZi*, Zjn + DZj*, Wn+1)

on obtient :

Qin + DQi = f(*) + dzi + dzj => DQi = f()* - Qin + (DZi - DZi*) + (DZj - DZj*)* = f(*) - Qin - (DZi* + DZj*) + DZi + DZj

en ajoutant :

nous obtenons : *[42]*

avec : D = f(*) - Qin - (DZi* + DZj*) et f()* = f(Zin + DZi, *Zjn + DZj*, Wn+1)

Examinons dans le détail comment on détermine l'équation *[41]* : nous faisons l'hypothèse que Zj varie entre n et n+1 de la même manière qu'entre n-1 et n par rapport à la variation de débit.

On a donc :

k =

On prend k = 0 si | Qjn - Qjn-1 | < 0.01 ou si la pente de la R'S'T' aval est de même signe que la RST amont. Regardons comment vérifier que la RST et la R'S'T' ont des pentes de signe opposé :

Le système formé des équations *[38]* et *[41]* s'écrit :

[43]

DQj* = DZi* + DZj => *DQj* = (- .DQj*) + DZj* => DQj* (1 +) = + DZj*

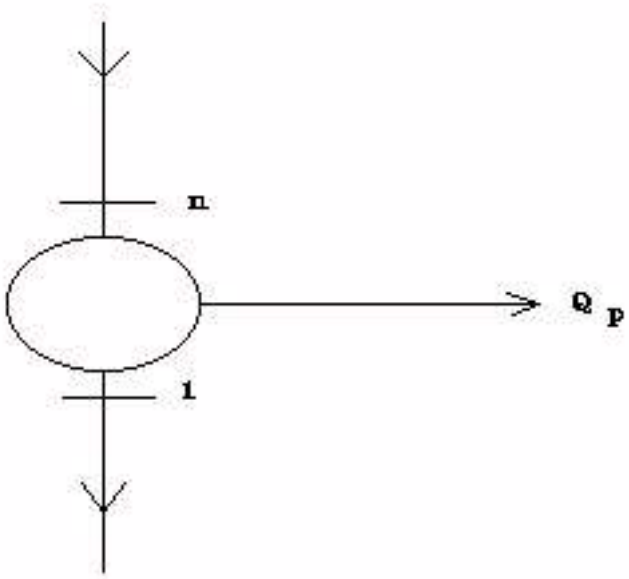
le système *[43]* donne :

Il faut que : k () < 0 ou k (1 +) < 0 pour que la RST et la R'S'T' aient des pentes opposées.

Chapitre 201

Prise sous forme Qp(t)

Examinons comment est prise en compte une prise que l'on décrit uniquement sous



la forme d'une loi de prélèvement Qp(t).

1er balayage *[44]* DQn = DQ1 + DQp + Q1n + Qpn - Qnn - DZn = DQ1 + - DZn + Q1n + Qpn - Qnn DQ1 + (-) DZ1 = Qnn - Q1n - Qpn + - Alors :

On peut donc ainsi descendre le 1er balayage ; le 2ème balayage ne pose pas de problème particulier et on calcule W(t) pour satisfaire le débit pour la cote donnée au noeud.

Chapitre 202

Prise sous forme W(t)

Chapitre 203

Liste des symboles

— A = surface mouillée
— B = largeur au miroir
— CF = coefficient de débit pour une vanne de fond dénoyée
— CG = coefficient de débit de référence pour une vanne
— CS = coefficient de débit pour une vanne de fond noyée
— g = accélération de la gravité
— H = charge totale
— h = hauteur de l'eau au dessus du fond
— hs = hauteur de la vanne (pour calculer les débordements)
— K = coefficient de Strickler
— k = 0 pour un débit entrant, 1 pour un débit sortant
— kF = coefficient de réduction pour une vanne noyée
— L = longueur du seuil
— n = coefficient de Manning
— Q = débit
— q = débit latéral
— R = rayon hydraulique
— So = pente du fond
— Sf = pente de frottement
— V = vitesse moyenne
— W= ouverture d'une vanne de fond ou d'une prise
— x= abscisse dans le sens de l'écoulement
— y= tirant d'eau
— Z= cote
— Zc= cote critique
— e= faible incrément
— m= coefficient de débit pour un écoulement en charge dénoyé
— m'= coefficient de débit pour un écoulement en charge noyé
— mF= coefficient de débit pour un écoulement à surface libre dénoyé

— mS= coefficient de débit pour un écoulement à surface libre noyé
— S= symbole de sommation

Chapitre 204

Croissance exponentielle à coefficient fixe

204.1 Définition

Cette loi fait évoluer la concentration en fonction d'une concentration (qui peut être elle-même ou une autre) et de deux coefficients fixe k etα_k selon la formule :

$\frac{dC_i}{dt} = kC_j^{\alpha_k}$

204.2 Cas classique d'utilisation

Pour de nombreux solutés, on a une réaction de cinétique d'ordre 1, ce qui se traduit par une équation du type :

$\frac{dC_{Ni}}{dt} = -k_{Ni}C_{Ni}$

où k_{Ni} est la constante de réaction (qui est l'inverse d'un temps). Par exemple, pour la demande bactériologique en oxygène (DBO_5), cette constante est de l'ordre de 0,3 jour-1. Cette dégradation traduit ainsi le processus d'auto-épuration d'un cours d'eau.

204.3 Caractéristiques

— Identifiant de la loi : 201
— Nombre de classes intervenant : 2
— Nombre de paramètres : 2

Classes intervenantes : - C_i : la classe variant sous l'effet de la loi - C_j : la classe paramètre de la loi

Paramètres : - k : constante de réaction - α_k : ordre de la réaction

Chapitre 205

Transport des sédiments

205.1 Généralités

Le calcul des lois sédimentaires se fait en trois étapes : - calcul d'une concentration d'équilibre C_{eq} en suspension dans le cours d'eau, selon une des lois proposées ; - calcul d'un temps d'adaptation selon la formule de Han $t_A = \beta \frac{Ru*}{VW}$ ou de Hazen : $t_A = \beta \frac{R}{W}$ avec W la vitesse de chute ; - calcul du terme d'échange $E = \frac{\alpha C_{eq} - C}{t_A}$;

où α etβ sont des paramètres adimensionnels.

La vitesse de chute est calculée selon la loi de Zanke :

$$W = 1.1 * 10 \frac{\nu}{d} \left(\sqrt{1 + \frac{0.01 g (\rho_S / \rho - 1) d^3}{\nu^2}} - 1 \right)$$

Cette loi est égale à la loi de Stokes pour les faibles diamètres, et à la loi de Newton pour les plus grosses particules.

Chapitre 206

Engelund-Hansen (1967)

206.1 Loi d'Engelund-Hansen

La Concentration d'équilibre est calculée de la façon suivante :

$$C_{eq} = 0.05\rho_S \frac{LU^2}{Q} \frac{(JR)^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{g}(\rho_S/\rho - 1)^2 d}$$

Avec : - ρ_S : la masse volumique du sédiment en kg/m3 - L : la largeur du cours d'eau en m - U : la vitesse moyenne en m/s - Q : le débit en m3/s - J : la pente en m/m - R : le rayon hydraulique en m - g : l'accélération de la gravité en m/s2 - ρ : la masse volumique de l'eau en kg/m3 - d : le diamètre du sédiment

206.2 Caractéristiques

- Identifiant de la loi : 561
- Nombre de classes intervenant : 4
- Nombre de paramètres : 6

Classes intervenantes : -# C_i : Classe dérivante variant sous l'effet de la loi -# C_j : Classe fixée variant sous l'effet de la loi -# C_k : Classe paramètre de la loi ($i = k$ pour un calcul standard) -# T : Température (utilisée pour calculer la viscosité de l'eau)

Paramètres éventuellement fonction du temps -# d : le diamètre du sédiment -# ρ_S : la masse volumique du sédiment -# p : la porosité du sédiment -# α -# i_{ech} : formule d'échange choisie :1 pour Han, 2 pour Hazen -# β

Chapitre 207

Détachement Algual en réponse à une chasse

207.1 Définition

Le taux de détachement accidentel de biomasse fixée est calculé, en chaque section comme suit :

$\frac{\partial B}{\partial t}(x,t) = -\frac{1}{\delta}\left(\frac{\tau_0(x,t)-\tau_{0,cr}(x)}{\tau_{ref}(x)} - s_B\right)^{\eta} B(x,t)$, si $\frac{\tau_0(x,t)-\tau_{0,cr}(x)}{\tau_{ref}(x)} > s_B$

$\frac{\partial B}{\partial t} = 0$, sinon

Avec : - $B(x,t)$: la biomasse fixée en kg m-1 - $\tau_0(x,t)$: la contrainte de cisaillement à la paroi en N m-2 - $\tau_{0,cr}(x)$: la valeur critique de cisaillement qui intègre l'effet mémoire des algues dans leur capacité de résistance. - $\tau_{ref}(x)$: la valeur de référence du cisaillement - s_B : le seuil de sensibilité qui prend en compte les fluctuations antérieures à la chasse - δ : une constante de temps en secondes - η : un exposant adimensionnel

207.2 Caractéristiques

- Identifiant de la loi : 201
- Nombre de classes intervenant : 1
- Nombre de paramètres : 5

Classes intervenantes : -# B

Paramètres fonction de l'abscisse : -# $\tau_{0,cr}$ -# τ_{ref}

Paramètres éventuellement fonction du temps -# s_B -# δ -# η

Chapitre 208

Croissance des algues (Thèse O. Fovet, 2010, p.101)

208.1 Définition

La croissance de la biomasse alguale fixée est calculé au temps t, en chaque section d'abscisse x comme suit :

$\frac{\partial B}{\partial t}(x,t) = \mu(x,t)B(x,t)F_{lim}(B'(x,t))$

avec : - $F_{lim}(B(x,t)) = \left(1 - \frac{B'(x,t)}{B_{Max}}\right)$ - $\mu(x,t) = \mu_0 \theta^{T(t)-T_0} \frac{I(x,t)}{I_{opt}} e^{1-\frac{I(x,t)}{I_{opt}}} \min\left(\frac{N_i(x,t)}{N_i(x,t)+K_{N_I}}\right)$
- $I(x,t) = I_s(x,t)e^{-k_{ext}h(x,t)}$ - $I_s(x,t) = (1 - C_m(x))(1-a)R_N(t)$

208.2 Variables et paramètres

- $B(x,t)$: la biomasse fixée en kg m-1
- $B'(x,t)$: la biomasse fixée en kg m-1
- B_{Max} : La valeur maximale de la biomasse fixée pour un mètre linéaire de canal en kg m-1
- μ_0 : le taux de croissance de référence en s -1
- θ : un coefficient de croissance
- $T(x,t)$: la température de l'eau en °C
- T_0 : la température de référence en °C
- $I(x,t)$: l'intensité lumineuse solaire au fond du canal en W m-2
- $I_s(x,t)$: l'intensité lumineuse solaire en W m-2
- $C_m(x)$: le coefficient de masquage (cf. Simulation de la température)
- a : albédo (cf. Simulation de la température)
- $R_N(t)$ le rayonnement net en W m-2 (cf. Simulation de la température)
- k_{ext} : facteur d'extinction lié à la turbidité

— $h(x,t)$: hauteur d'eau moyenne ($h = S/L$) en m
— $I_{opt}(x,t)$: l'intensité lumineuse optimale en W m-2
— $N_i(x,t)$: concentration du nutriment i en kg m-3
— K_{N_i} : constante de demi-saturation du nutriment limitant i en kg m-3

208.3 Nutriments limitants

Cette loi d'échange permet de saisir au maximum 3 nutriments au choix intervenant dans la croissance de l'algue. POur ne pas faire intervenir de nutriment limitant, il suffit de laisser les valeurs K_{N_i} à zéro.

208.4 Caractéristiques

— Identifiant de la loi : 301
— Nombre de classes intervenant : 6
— Nombre de paramètres météo : 3
— Nombre de paramètres utilisateur : 9

Classes intervenantes : -# $B(x,t)$: Classe variant sous l'effet de la loi -# $B'(x,t)$: Classe paramètre de la loi -# $T(x,t)$: Température de l'eau -# $N_1(x,t)$: Nutriment 1 -# $N_2(x,t)$: Nutriment 2 -# $N_3(x,t)$: Nutriment 3

Paramètres météorologiques : - $C_m(x)$ - a - $R_N(t)$

Paramètres éventuellement fonction du temps -# B_{Max} : Biomasse maximale -# μ_0 : Taux de croissance de référence -# θ : Coefficient de croissance -# T_0 : Température de référence -# k_{ext} : Coefficient d'extinction -# I_{opt} : Intensité lumineuse optimale -# K_{N_1} : Constante de demi-saturation du nutriment 1 -# K_{N_2} : Constante de demi-saturation du nutriment 2 -# K_{N_3} : Constante de demi-saturation du nutriment 3

208.5 Calcul de la dérivée de l'échange

La dérivée de l'échange par rapport à $B(x,t)$ est égale à : $E'_B(x,t) = \mu(x,t)\left(1 - \frac{2B(x,t)}{B_{Max}}\right)$

Chapitre 209

Détachement algual en réponse à une chasse avec des contraintes de cisaillement de référence et critique égales au cisaillement au premier pas de temps de simulation

209.1 Définition

Le taux de détachement accidentel d'une algue fixée B_i venant s'ajouter à une algue en dérive A_i est calculé, en chaque section comme suit :

$$\frac{\partial B_i}{\partial t}(x,t) = -S\frac{\partial A_i}{\partial t}(x,t) = -\frac{1}{\delta}\left(\frac{\tau_0(x,t)-\tau_0(x,0)}{\tau_0(x,0)} - s_B\right)^{\eta} B_j(x,t)$$

si $\frac{\tau_0(x)-\tau_0(x,0)}{\tau_0(x,0)} > s_B$

$\frac{\partial A_i}{\partial t}(x,t) = \frac{\partial B_i}{\partial t}(x,t) = 0$ sinon

Avec : - $A_i(x,t)$: la biomasse en dérive en kg/m3 - $B_i(x,t)$: la biomasse fixée de l'algue en dérive A_i en kg/m - $B_j(x,t)$: la biomasse de l'algue paramètre. Pour une utilisation standard, $i = j$. - $S(x)$: la surface hydraulique en m2 - $\tau(x,t)$:

la contrainte de cisaillement à la paroi en N m-2 - $\tau_0(x,0)$: la contrainte de cisaillement au premier pas de temps de simulation - s_B : le seuil de sensibilité qui prend en compte les fluctuations antérieures à la chasse - δ : une constante de temps en secondes - η : un exposant adimensionnel

209.2 Caractéristiques

— Identifiant de la loi : 341
— Nombre de classes intervenant : 3
— Nombre de paramètres : 3

Classes intervenantes : -# A_i : Classe dérivante variant sous l'effet de la loi -# B_i : Classe fixée variant sous l'effet de la loi -# B_j : Classe paramètre de la loi

Paramètres éventuellement fonction du temps -# s_B : Seuil de sensibilité -# δ : Constante de temps -# η : Exposant

Chapitre 210

Évolution de la température

210.1 Définition

Cette loi fait évoluer la température en fonction de la température de l'eau et des données météorologiques selon les formules développées dans l'article «Simulation de la température».

210.2 Caractéristiques

— Identifiant de la loi : 101
— Nombre de classes intervenant : 1
— Nombre de paramètres : 0

Classes intervenantes : - Température de l'eau

Chapitre 211

Principe des lois d'évolution

211.1 Principe des lois d'évolution

Une loi d'évolution fait varier une ou plusieurs classes de qualité, en fonction de paramètres spécifiques à la loi, de variables hydrauliques, et éventuellement des concentrations de certaines classes qualité.

Ainsi, les termes d'échanges relatifs à la loi i sont calculés de la façon suivante :

$$\left(E^i_{k_1}, \dots, E^i_{k_n}\right) = L^i\left(C_{k_1}, \dots, C_{k_n}, p_1, \dots, V, h, \dots\right)$$

Le terme d'échange d'une classe k pour une itération est la somme des termes d'échange pour toutes les lois où cette classe k intervient :

$$E_k = E^{i_1}_k + E^{i_2}_k + \cdots + E^{i_n}_k$$

Pour la résolution du Newton, E'_k est calculé de la même façon en sommant sur les lois où la classe intervient.

Chapitre 212

Introduction

Le module ALGEQUEAU a été développé par Jean-Pierre Baume, Gilles Belaud, David Dorchies et Ophélie Fovet dans le cadre de la thèse d'Ophélie Fovet et du projet ALGEQUEAU subventionné par l'Agence Nationale pour la Recherche pourla période 2007-2010. Ce module a pour objet de simuler un modèle de qualité avec les éléments suivants : - la température ; - les nutriments algaux ; - les algues fixées ; - les algues en dérive ; - les sédiments fixés ; - les sédiments transportés.

L'un des buts de la thèse a notamment été de simuler le transport d'algues en dérive résultant du détachement d'algues fixées suite à une chasse hydraulique.

Chapitre 213

L'équation de transport diffusion

Initialement développé à partir de la problématique des développements d'algues dans les canaux, le module ALGEQUEAU a évolué pour prendre aussi en compte le transport sédimentaire.

Le but de ce module est donc de simuler dans le réseau d'irrigation le transport et l'évolution de la température et de différentes classes de nutriments, d'algues ou de sédiments en dérive ou fixés dans le lit du canal.

213.1 Classes de qualité

La qualité dans le réseau est représentée en chaque point par un vecteur

$$C(x,t) = \begin{pmatrix} C_1(x,t) \\ \vdots \\ C_n(x,t) \end{pmatrix}$$

où C_k peut représenter : - une température (°C) ; - une concentration en nutriment (mg/L) ; - une concentration en algues dérivantes (kg/m3) ; - une masse linéique d'algues fixées (kg/m) - une concentration en sédiments dans l'eau (g/m3) ; - une masse linéique de sédiments dans le lit (g/m).

213.2 Équation de transport-diffusion

On cherche à résoudre pour les classes dérivantes l'équation de transport-diffusion dont l'expression générale est :

$$\frac{\partial SC_k}{\partial t} + \frac{\partial QC_k}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}\left(DS\frac{\partial C_k}{\partial x}\right) + SE_k$$

avec : - S la surface mouillée de la section (m2) ; - Q le débit (m3/s) ; - D le coefficient de diffusion (m2/s) ; - E_k un terme source ou d'échange ($[C_k]$/s avec $[C_k]$ l'unité de C_k).

Pour les classes fixes (algues ou sédiments), les termes de convection-diffusion disparaissent :

$$\frac{dC_k}{dt}(x,t) = E_k$$

213.3 Calcul du terme d'échange

Le vecteur E des termes d'échanges est calculé à partir de la liste des lois d'évolutions de qualité rentrées par l'utilisateur en fonction de C et de paramètres p

$$E_k = \mathcal{F}_k(C,p)$$

où F_k somme les contributions de toutes les lois faisant varier C_k.

213.4 Résolution de l'équation

La résolution de l'équation d'évolution se fait par la méthode du gradient conjugué.

Chapitre 214

Concepts et équations au nœud

On traite le cas du nœud dans sa plus grande généralité. Un nœud peut être constitué : - d'un casier ; - de prises avec débits entrants ou sortants ; - de biefs confluents ou défluents.

Les concepts et variables intervenant au nœud sont résumés dans le schéma suivant (seules les classes de qualité dérivantes sont considérées) :

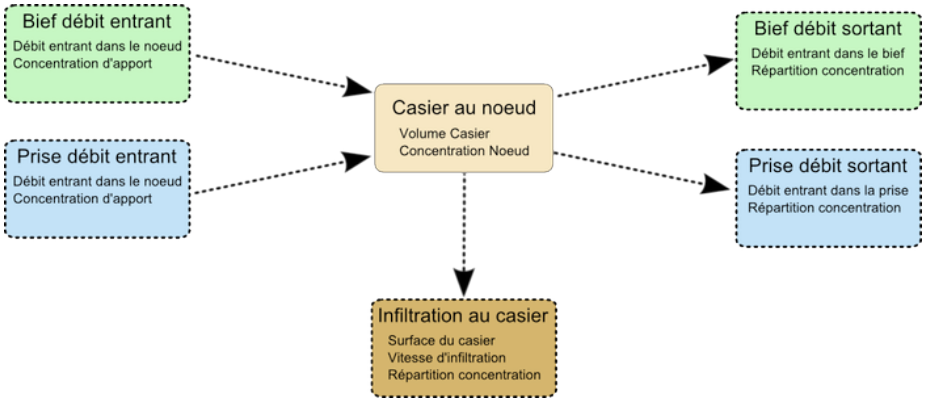


FIGURE 214.1 – doc36

Un casier est connu sous la forme d'une suite monotone de couples (surface, cote). Ce casier peut être soumis à l'évaporation connue sous la forme d'une vitesse d'évaporation $V_{ep}(t)$ et à une vitesse d'infiltration sous la forme $v_{inf}(Z_{nd})$, Z_{nd} étant la cote dans le casier.

Le Nœud reçoit ou perd du débit via les prises (Q_p) et les biefs (Q_b). Les débits entrants dans le nœud sont positifs, et les sortants négatifs.

Les biefs sont identifiés par un sens d'écoulement lié à leur topologie. Ce sens «topologique» d'écoulement est invariable dans le temps :

— $s_b = 1$ pour les biefs confluents
— $s_b = -1$ pour les biefs défluents

Le débit Q_b est positif s'il coule dans le sens d'écoulement du bief et négatif s'il coule dans le sens inverse. On obtient le débit entrant ou sortant du nœud avec le bon signe par la formule : $s_b Q_b$

214.1 Débits entrants dans le nœud (i.e. débits positifs)

Pour les biefs confluents ou défluents avec , $s_b Q_b > 0$ ou les prises avec $Q_p > 0$, on a une condition limite C qui est la concentration d'apport dans le nœud.

214.2 Débits sortants du nœud (i.e. débits négatifs)

214.3 Biefs

Pour les biefs confluents ou défluents avec , $s_b Q_b < 0$, on a $C_b = k_b C_{nd}$.

214.4 Prises

Pour les prises avec $Q_p < 0$, on a $C_p = k_p C_{nd}$.

214.5 Infiltration au nœud

On a $C_{inf} = k_{inf} C_{nd}$ et $Q_{inf} = S_{cas} v_{inf}$ avec : S_{cas} la surface du casier, v_{inf} la vitesse d'infiltration, C_{nd} la concentration au Nœud.

214.6 Débits de stockage au casier

On considère le casier comme un bassin à connexion directe au noeud, la concentration du noeud est donc la même que celle du casier. La quantité de matière présente dans le noeud-casier est : $m_{Cas} = V_{Cas} C_{nd}$ et le débit entrant ou sortant du noeud s'obtient avec : $Q_{cas} = S_{cas} \frac{dZ_{nd}}{dt}$.

214.7 Équation du bilan de masse au nœud

Écrivons l'équation de conservation de la masse d'une classe de qualité au nœud m_{nd} à l'instant t du calcul en tenant compte d'un terme source au nœud.

Au temps t on connaît : - la surface S_{cas} du casier, son volume V_{cas} ainsi que sa cote Z_{nd}, - les débits entrants et sortants du nœud, - les concentrations d'apport liées aux débits entrants dans le nœud, - les coefficients de répartition liés aux débits sortants du nœud.

$\frac{dm_{nd}}{dt} = \sum_{s_bQ_b>0} C_b s_b Q_b + \sum_{s_bQ_b<0} k_b s_b Q_b C_{nd} + \sum_{Q_p>0} C_p Q_p + \sum_{Q_p<0} k_p Q_p C_{nd} - k_{inf} S_{cas} C_{nd} v_{inf} + V_{Cas} E(t, C_{nd})$

Avec $\frac{dm_{nd}}{dt} = \frac{d(C_{nd}V_{cas})}{dt} = \frac{dV_{cas}}{dt} C_{nd} + \frac{dC_{nd}}{dt} V_{cas}$, l'équation de conservation de la masse au nœud devient :

$\sum_{s_bQ_b>0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p>0} C_p Q_p + V_{Cas} \left(E(t, C_{nd}) - \frac{dC_{nd}}{dt} \right) + C_{nd} \left[\sum_{s_bQ_b<0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0} k_p Q_p - k_{inf} S_{cas} v_{inf} - \frac{dV}{d}$
0

214.8 Contraintes au nœud pour les k

3 cas sont envisageables pour les coefficients de répartition de concentration sur les départ de matière du nœud :

214.9 Tous les départs sont homogènes

Tous les k valent alors 1 : la conservation de la masse au nœud est assurée par l'équation de conservation de la masse au nœud quelque soit les variations de débits et de concentration.

214.10 Les départs sont hétérogènes et il y a un casier au nœud

La masse de polluant entrant ou sortant du casier assure la conservation de la masse au nœud en permanent et en transitoire.

214.11 Les départs sont hétérogènes et il n'y a pas de casier au nœud

Il faut ajuster la valeur d'au moins un coefficient de répartition pour assurer la continuité au nœud avec la contrainte que ce coefficient reste positif.

L'utilisateur défini les coefficients de répartition aux prises, au bief et à l'infiltration. Pour chacun de ces coefficients, il définit aussi si ceux-ci sont fixes ou

ajustable pour assurer la continuité au nœud (Sauf pour l'infiltration car elle n'a lieu que dans un nœud avec casier et il n'y a donc pas d'ajustement dans ce cas).

La continuité s'effectue en introduisant un coefficient d'ajustement k_a tel que chaque coefficient de répartition puisse s'écrire ainsi : ${k_a}^{b_i} k_i$ où b_i est le choix pour le coefficient k_i entre rester fixe $b_i = 0$ et être ajustable $b_i = 1$ pour assurer la conservation de la masse. De ce fait, les deux possibilités sont représentées de cette façon : - Coefficient de répartition fixe : $b_i = 0$ et ${k_a}^{b_i} k_i = k_i$ - Coefficient de répartition ajustable : $b_i = 1$ et ${k_a}^{b_i} k_i = k_a k_i$

Si on simplifie l'écriture de l'équation de conservation de la masse au nœud en assimilant les débits aux biefs et aux prises sous forme de débits entrants $Q_i > 0$ et de débits sortants $Q_i < 0$, on obtient :

$\sum_{Q_i>0} C_i Q_i + C_{nd} \left[\sum_{Q_i<0, b_i=0} k_i Q_i + k_a \sum_{Q_i<0, b_i=1} k_i Q_i \right] = 0$ et donc $k_a = -\frac{\frac{1}{C_{nd}} \sum_{Q_i>0} C_i Q_i + \sum_{Q_i<0, b_i=0} k_i Q_i}{\sum_{Q_i<0, b_i=1} k_i Q_i}$

Or pour un nœud sans casier, la concentration au nœud peut s'écrire :

$C_{nd} = \frac{\sum_{Q_i>0} C_i Q_i}{\sum_{Q_i>0} Q_i}$

L'équation de k_a devient : $k_a = -\frac{\sum_{Q_i>0} Q_i + \sum_{Q_i<0, b_i=0} k_i Q_i}{\sum_{Q_i<0, b_i=1} k_i Q_i}$

L'équation complète du calcul de k_a donne :

$k_a = -\frac{\left(\sum_{s_b Q_b>0} s_b Q_b + \sum_{Q_p>0} Q_p\right) + \left(\sum_{s_b Q_b<0, b_b=0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0, b_p=0} k_p Q_p\right)}{\sum_{s_b Q_b<0, b_b=1} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0, b_p=1} k_p Q_p}$

L'équation de conservation de la masse au nœud devient alors :

$\sum_{s_b Q_b>0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p>0} C_p Q_p + C_{nd} \left(\sum_{s_b Q_b<0} {k_a}^{b_b} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0} {k_a}^{b_p} k_p Q_p \right) = 0$

Afin d'éviter de placer trop d'exponentielles qui pourraient pénaliser lourdement les calculs, on pourra aussi l'écrire cette équation de cette façon :

$\sum_{s_b Q_b>0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p>0} C_p Q_p + C_{nd} \left[\sum_{s_b Q_b<0, b_b=0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0, b_p=0} k_p Q_p + k_a \left(\sum_{s_b Q_b<0, b_b=1} k_b s_b$
0

Chapitre 215

Calcul du réseau

Dans le cas où il n'y a pas de débits négatifs, on calcule le réseau dans l'ordre amont-aval « topologique » calculé par Talweg.

Arrivé à un nœud on connait toutes les concentrations C_p et C_b des prises et des biefs confluents, et avec l'équation au nœud on est capable de calculer C_{nd} et donc C_b pour tous les biefs avec débit défluents.

La formule de calcul de C_b pour les biefs défluents diffère si le coefficient de répartition est ajustable ou non. Pour un coefficient non ajustable, on aura : $C_b = C_{nd} k_b$ et pour un coefficient ajustable on aura : $C_b = C_{nd} k_b k_a$.

Dans le cas où il existe des débits négatifs dans les biefs, le calcul nécessite un reclassement amont-aval dans le sens «hydraulique» des biefs et des sections. Cette fonctionnalité n'est pas gérée actuellement.

Chapitre 216

Calcul du transport en régime permanent

216.1 Calcul du transport dans un bief de section à section

216.2 Équation de transport

En régime permanent, l'équation de transport d'une classe dérivante devient :

$\frac{dCQ}{dx} = E(x, C)S$

216.3 Intégration par la méthode de Runge-Kutta d'ordre 4

L'intégration de l'équation précédente se fait par la méthode de Runge-Kutta d'ordre 4 (RK4).

Si on pose $y = CQ$, on a $\frac{dy}{dx} = f(y, x) = E(x, y)\, S$, la méthode de Runge-Kutta donne pour la section j+1 : $y_j + 1 = y_j + \frac{\Delta}{x} 6\,(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$ avec :

- $k_1 = f\left(y_j, x_j\right) = E\left(x_j, y_j\right) S_j = E\left(x_j, C_j\right) S_j$
- $k_2 = f\left(y_j + \frac{\Delta}{x} 2k_1, x_{j+\frac{1}{2}}\right) = E\left(x_{j+\frac{1}{2}}, y_j + \frac{\Delta}{x} 2k_1\right) S_{j+\frac{1}{2}} = E\left(x_{j+\frac{1}{2}}, \frac{y_j + \frac{\Delta}{x} 2k_1}{Q_{j+\frac{1}{2}}}\right) S_{j+\frac{1}{2}}$
  avec $S_{j+\frac{1}{2}} = \frac{S_j + S_j + 1}{2}$ et $Q_{j+\frac{1}{2}} = \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2}$
- $k_3 = f\left(y_j + \frac{\Delta}{x} 2k_2, x_{j+\frac{1}{2}}\right) = E\left(x_{j+\frac{1}{2}}, y_j + \frac{\Delta}{x} 2k_2\right) S_{j+\frac{1}{2}} = E\left(x_{j+\frac{1}{2}}, \frac{y_j + \frac{\Delta}{x} 2k_2}{Q_{j+\frac{1}{2}}}\right) S_{j+\frac{1}{2}}$

— $k_4 = f\left(y_j + \Delta x k_3, x_j + 1\right) = E\left(x_j + 1, y_j + \Delta x k_3\right) S_j + 1 = E\left(x_j + 1, \frac{y_j + \Delta x k_3}{Q_j + 1}\right) S_j + 1$

Les concentrations à la section j+1 sont alors égales à : $C_{j+1} = \frac{y_{j+1}}{Q_{j+1}}$

216.4 Calcul de la conservation au nœud

216.5 Équation de continuité au nœud

En régime permanent, l'équation de continuité au nœud devient :

$\sum_{s_b Q_b > 0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p > 0} C_p Q_p + V_{Cas} E(t, C_{nd}) + C_{nd} \left[\sum_{s_b Q_b < 0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p < 0} k_p Q_p - k_{inf} S_{cas} v_{inf}\right] = 0$

216.6 Résolution par la méthode de Newton

Soit $f(C_{nd}^i)$, l'équation de continuité au nœud à l'itération i.

La formule de l'itération de Newton est :

$C_{nd}^i = C_{nd}^{i-1} - \frac{f(C_{nd}^{i-1})}{f'(C_{nd}^{i-1})} = C_{nd}^{i-1} - \frac{b^i}{a^i}$

$b^i = \sum_{s_b Q_b > 0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p > 0} C_p Q_p + V_{Cas} E(t, C_{nd}^{i-1}) + C_{nd}^{i-1} \left[\sum_{s_b Q_b < 0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p < 0} k_p Q_p - k_{inf} S_{cas} v$

Dans le cas d'un nœud sans casier, il n'y a pas de terme source et le problème est donc linéaire. Avec des coefficients de répartition hétérogènes, les coefficients k_b, k_p et k_{inf} sont ajustés avant l'unique itération de calcul.

Dans le cas d'un nœud avec casier, le problème n'est plus linéaire du fait du terme source et nécessite plusieurs itérations cependant les coefficients k_b, k_p et k_{inf} ne sont pas ajustés. Ce qui nous permet d'avoir pour le cas général :

$a^i = V_{Cas} E'(C_{nd}^{i-1}) + \sum_{s_b Q_b < 0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p < 0} k_p Q_p - k_{inf} S_{cas} v_{inf}$ avec $E'(C_{nd}^{i-1})$ la dérivée de l'échange à chaque itération.

216.7 Calcul pour un nœud avec casier

On sépare les termes invariants dans l'itération en posant : $b_1 = \sum_{s_b Q_b > 0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p > 0} C_p Q_p$ et $a_1 = \sum_{s_b Q_b < 0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p < 0} k_p Q_p - k_{inf} S_{cas} v_{inf}$

Ce qui permet d'obtenir dans le cas d'un nœud avec casier :

$b^i = b_1 + V_{Cas} E(t, C_{nd}^{i-1}) + a_1 C_{nd}^{i-1}$ et $a^i = V_{Cas} E'(C_{nd}^{i-1}) + a_1$

216.8 Calcul pour un nœud sans casier

Pour un nœud sans casier, la concentration au nœud s'obtient directement en moyennant les concentrations d'apport au nœud :

$$C_{nd} = \frac{\sum_{s_b Q_b > 0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p > 0} C_p Q_p}{\sum_{s_b Q_b > 0} s_b Q_b + \sum_{Q_p > 0} Q_p}$$

Dans le cas d'un nœud sans casier avec départs hétérogènes, les coefficients de répartition doivent être ajustés afin d'assurer la conservation de la matière au nœud. Il s'agit de calculer Ka avant de calculer la concentration dans la première section du bief aval comme c'est décrit au chapitre "Calcul du réseau".

Chapitre 217

Calcul du transport en régime transitoire

217.1 Résolution à la section de calcul

217.2 Discrétisation avec le schéma de Preissmann

L'équation de transport (sans la diffusion) des classes dérivantes est :

$\frac{\partial CS}{\partial} t + \frac{\partial CQ}{\partial} x = E(x,t,C)S$

Les équations de discrétisation selon le schéma de Preissmann sont :

$\frac{\partial}{U} \partial t \approx (1-\psi) \frac{U_j^{n+1} - U_j^n}{\Delta} t + \psi \frac{U_{j+1}^{n+1} - U_{j+1}^n}{\Delta} t$

$\frac{\partial U}{\partial x} \approx (1-\theta) \frac{U_{j+1}^n - U_j^n}{\Delta x_{j+1/2}} + \theta \frac{U_{j+1}^{n+1} - U_j^{n+1}}{\Delta x_{j+1/2}}$ $U(x,t) = \theta \left(\psi U_{j+1}^{n+1} + (1-\psi) U_j^{n+1} \right) + (1-\theta) \left(\psi U_{j+1}^n + (1-\psi) U_j^n \right)$

Si on pose : $\Delta(U)_i = U_i^{n+1} - U_i^n$

L'application du schéma de Preissmann à l'équation de transport pour la section j+1 au temps k+1 donne :

$\frac{(1-\psi)\Delta(CS)_j + \psi.\Delta(CS)_j + 1}{\Delta} t + \frac{(CQ)_{j+1}^k - (CQ)_j^k + \theta(\Delta(CQ)_j + 1 - \Delta(CQ)_j)}{\Delta} x = \left[(1-\psi)(ES)_j^k + \psi (ES)_{j+1}^k \right] + \theta \left[(1-\psi)\Delta(ES)_j + \psi \Delta(ES)_j + 1 \right]$

L'équation de transport peut s'écrire sous la forme $F(C_{j+1}^{k+1}) = 0$ car C_j^{k+1} est connu par descente de la condition amont.

$\delta x \left[(1-\psi)\Delta(CS)_j + \psi.\Delta(CS)_j + 1 \right] + \Delta t \left[(CQ)_{j+1}^k - (CQ)_j^k + \theta \left(\Delta(CQ)_j + 1 - \Delta(CQ)_j \right) \right]$

$-\delta x\Delta t\left[(1-\psi)(ES)_j^k+\psi(ES)_{j+1}^k\right]-\delta x\Delta t\theta\left[(1-\psi)\Delta(ES)_j+\psi\Delta(ES)_j+1\right]=0$

$\delta x\left[(1-\psi)\left((CS)_j^{k+1}-(CS)_j^k\right)+\psi.\left((CS)_{j+1}^{k+1}-(CS)_{j+1}^k\right)\right]+\Delta t\left[(CQ)_{j+1}^k-(CQ)_j^k+\theta\left(\left((CQ)_{j+1}^{k+1}-(CQ\right.\right.\right.$
$-\delta x\Delta t\left[(1-\psi)(ES)_j^k+\psi(ES)_{j+1}^k\right]-\delta x\Delta t\theta\left[(1-\psi)\left((ES)_j^{k+1}-(ES)_j^k\right)+\psi\left((ES)_{j+1}^{k+1}-(ES)_{j+1}^k\right)\right]=0$

217.3 Résolution par la méthode du gradient conjugué

L'équation $F(C_{j+1}^{k+1})=0$ est ensuite résolue par la méthode du gradient conjugué : on pose $S(C_{j+1}^{k+1})={}^tF(C_{j+1}^{k+1})F(C_{j+1}^{k+1})$ le carré de la norme de $F(C_{j+1}^{k+1})$. La résolution de l'équation est obtenue par minimisation de S. On a pour cela besoin du gradient∇S de S, et donc du jacobien J de F qui prend en compte les dérivées partielles des termes d'échanges en fonction de chaque classe de qualité.

217.4 Discrétisation au nœud

217.5 Équation de continuité au Nœud

On intègre l'équation de conservation de la masse au nœud entre t et $t+\Delta t$:

$\int_t^{t+\Delta t}\left(\sum_{s_bQ_b>0}C_bs_bQ_b+\sum_{Q_p>0}C_pQ_p+V_{Cas}E(t,C_{nd})\right)dt-\int_{C_{nd}}^{C_{nd}+\Delta C_{nd}}V_{cas}dC_{nd}$
$+\int_t^{t+\Delta t}\left(C_{nd}\left[\sum_{s_bQ_b<0}k_bs_bQ_b+\sum_{Q_p<0}k_pQ_p-k_{inf}S_{cas}v_{inf}\right]\right)dt-\int_{V_{cas}}^{V_{cas}+\Delta V_{cas}}C_{nd}dV_{cas}=0$

On calcule cette intégrale avec la méthode des trapèzes :

$\frac{\Delta}{t}2\left(\sum_{s_bQ_b>0}C_bs_bQ_b+\sum_{Q_p>0}C_pQ_p+V_{Cas}E(t,C_{nd})\right)^k+\frac{\Delta}{t}2\left(\sum_{s_bQ_b>0}C_bs_bQ_b+\sum_{Q_p>0}C_pQ_p+V_{Cas}E\right.$
$-\frac{V_{cas}^{k+1}-V_{cas}^k}{2}\left[C_{nd}^k+C_{nd}^{k+1}\right]-\frac{C_{nd}^{k+1}-C_{nd}^k}{2}\left[V_{Cas}^k+V_{Cas}^{k+1}\right]+\frac{\Delta}{t}2C_{nd}^k\left[\sum_{s_bQ_b<0}k_bs_bQ_b+\sum_{Q_p<0}k_pQ_p-k_{inf}S_{cas}v\right.$
$+\frac{\Delta}{t}2C_{nd}^{k+1}\left[\sum_{s_bQ_b<0}k_bs_bQ_b+\sum_{Q_p<0}k_pQ_p-k_{inf}S_{cas}v_{inf}\right]^{k+1}=0$

L'équation est non linéaire uniquement du fait du terme source E.

217.6 Calcul pour un nœud avec casier : résolution par itération de Newton

Soit $f(C_{nd}^i)=0$, l'intégration de l'équation de continuité au Nœud par la méthode des trapèzes à l'itération i.

La formule de l'itération de Newton est : $C_{nd}^i=C_{nd}^{i-1}-\frac{f(C_{nd}^{i-1})}{f'(C_{nd}^{i-1})}=C_{nd}^{i-1}-\frac{b^i}{a^i}$

$b^i = \frac{\Delta}{t}2\left[\sum_{s_bQ_b>0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p>0} C_p Q_p + V_{Cas}E(t,C_{nd}) + C_{nd}^k\left(\sum_{s_bQ_b<0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0} k_p Q_p - k_{inf}S_{cas}v_{inf}\right)\right]^k$
$+\frac{\Delta}{t}2\left[\sum_{s_bQ_b>0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p>0} C_p Q_p + V_{Cas}E(t,C_{nd}^{i-1}) + C_{nd}^{i-1}\left(\sum_{s_bQ_b<0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0} k_p Q_p - k_{inf}S_{cas}v_{inf}\right)\right]^{k+}$
$-V_{cas}^{k+1}C_{nd}^k - V_{cas}^k C_{nd}^{k+1,i-1}$

Si on pose $b^i = b_1 + b_2^i$ avec b_1 invariant dans les itérations et b_2 dépendant de l'itération i, on a :

$b_1 = \frac{\Delta}{t}2\left[\sum_{s_bQ_b>0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p>0} C_p Q_p + V_{Cas}E(t,C_{nd}) + C_{nd}^k\left(\sum_{s_bQ_b<0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0} k_p Q_p - k_{inf}S_{cas}v_{inf}\right)\right]^k$
$+\frac{\Delta}{t}2\left[\sum_{s_bQ_b>0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p>0} C_p Q_p\right]^{k+1} - V_{cas}^{k+1}C_{nd}^k$

Si on pose : $b_1 1^k = \left[\sum_{s_bQ_b>0} C_b s_b Q_b + \sum_{Q_p>0} C_p Q_p\right]^k$ et $a_1^k = \left[\sum_{s_bQ_b<0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0} k_p Q_p\right]^k$

On obtient : $b_1 = \frac{\Delta}{t}2\left([b_1 1 + V_{Cas}E(t,C_{nd})]^k + b_1 1^{k+1}\right) + C_{nd}^k\left(\frac{\Delta}{t}2\left[a_1 - k_{inf}S_{cas}v_{inf}\right]_{cas}^{k+1,k-V}\right)$

et $b_2^i = \frac{\Delta}{t}2\left[V_{Cas}E(t,C_{nd}^{i-1}) + C_{nd}^{i-1}\left(a_1 - k_{inf}S_{cas}v_{inf}\right)\right]^{k+1} - V_{cas}^k C_{nd}^{k+1}, i-1$

Pour la dérivée en fonction de C_{nd}, on a : $a^i = \frac{\Delta}{t}2\left[V_{Cas}E'(t,C_{nd}^{i-1}) + \left(a_1 - k_{inf}S_{cas}v_{inf}\right)\right]^{k+1} - V_{cas}^k$

Dans le cas où C_{nd} est un vecteur de concentration cette équation est vérifiée pour chaque concentration $C_{nd}(i)$. Les équations sont couplées uniquement par le terme source E.

La matrice a est non diagonale uniquement du fait du terme E'. Si ce terme est négligeable devant les apports au nœud ou si seulement la dérivée par rapport à la concentration $C_{nd}(i)$ est prépondérante alors la matrice peut être supposée diagonale et on peut résoudre équation par équation à chaque itération.

217.7 Calcul pour un nœud sans casier

Un nœud sans casier est un nœud ayant un volume (ou une surface) de casier nulle au temps k+1 et au temps k.

L'équation est linéaire et le résultat exact est trouvé en une seule itération du Newton. Si les coefficients de répartition sont hétérogènes, les coefficients de répartition doivent être ajustés afin d'assurer la conservation de la matière au nœud.

La formule de calcul de C_{nd} devient : $C_{nd}^{k+1} = C_{nd}^k - \frac{f(C_{nd}^k)}{f'(C_{nd}^k)} = C_{nd}^k - \frac{b}{a}$

Les équations du calcul pour un nœud avec casier deviennent : $b = \frac{\Delta}{t}2\left[b_1 1^k + b_1 1^{k+1} + C_{nd}^k\left(a_1^k + a_1^{k+1}\right)\right]$ et $a = \frac{\Delta t}{2}a_1^{k+1}$

Et donc : $C_{nd}^{k+1} = C_{nd}^k - \frac{b_{11}^k + b_{11}^{k+1} + C_{nd}^k(a_1^k + a_1^{k+1})}{a_1^{k+1}}$

Si on prend en compte le coefficient ajustable dans la formule $a_1^k = \left[\sum_{s_b Q_b<0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0} k_p Q_p\right]^k$, on obtient :

$$a_1^k = \left[\sum_{s_b Q_b<0, b_i=0} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0, b_i=0} k_p Q_p + k_a \left(\sum_{s_b Q_b<0, b_i=1} k_b s_b Q_b + \sum_{Q_p<0, b_i=1} k_p Q_p\right)\right]^k$$

Chapitre 218

Calcul des classes fixées en régime transitoire

L'équation différentielle de variation des classes fixées est la suivante :

$\frac{\partial C_k}{\partial t}(x,t) = E_k(x,t)$

Avec :

- C_k : la masse par unité de longueur de cours d'eau de la classe au point considéré ;
- E_k : l'évolution de C_k en fonction du temps.

La discrétisation pour le temps $j+1 = t + \Delta t$ de cette équation est faite par une méthode d'Euler semi-implicite :

$C_k^{j+1} - C_k^j - \frac{\Delta t}{2}\left(E_k^j + E_k^{j+1}\right) = 0$

Sa résolution est ensuite réalisée dans les mêmes itérations de Newton que les classes de qualité dérivantes.

La formule de l'itération de Newton pour une itération i est :

$C_k^{j+1,i} = C_k^{j+1,i-1} - \frac{f\left(C_k^{j+1,i-1}\right)}{f'\left(C_k^{j+1,i-1}\right)} = C_k^{j+1,i-1} - \frac{b^i}{a^i}$

avec $b_i = C_k^{j+1,i-1} - C_k^j - \frac{\Delta t}{2}\left(E_k^j + E_k^{j+1,i}\right)$ et $a_i = 1 - \frac{\Delta t}{2} E_k'^{,j+1,i}$

$E_k^{j+1,i}$ et $E_k'^{,j+1,i}$ sont fonction de $C_k^{j+1,i-1}$ mais aussi des classes de qualité dérivantes $C_{k'}^{j+1,i-1}$

Chapitre 219

Simulation de la température

219.1 Equation de transport et d'échange

La température est définie par celle des apports et des échanges thermiques entre la masse d'eau et l'atmosphère et le substrat. On part de l'équation générale :

$\frac{\partial ST}{\partial t} + \frac{\partial QT}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}\left(DS\frac{\partial T}{\partial x}\right) + SE_T$

où E_T, le terme d'échange, exprime le taux de variation temporelle de la température (en °C/s).

Cette variation est donnée par un flux d'échange d'énergie (en W/m2). Pour une colonne de longueurδx, on a

$\rho S\delta x\ c_p E_T = PL_m\delta x$

où ρ est la masse volumique de l'eau, c_p la capacité calorifique de l'eau, L_m la largeur au miroir, P la puissance par unité de surface reçue à la surface de l'eau. Si on veut considérer d'autres flux thermiques avec le fond, on peut rajouter un terme $P_f P_m \delta x$ (P_m périmètre mouillé). On a donc

$E_T = \frac{L_m P}{\rho c_p S}$

On donne :

$\rho = 1000$ kg/m3

$c_p = 4186$ J/kg/°C

219.2 Calcul des termes du rayonnement

La puissance reçue par unité de surface est le bilan entre la somme du rayonnement solaire direct et du rayonnement atmosphérique, moins le rayonnement de la surface d'eau, le flux de chaleur sensible entre l'eau et l'air et le flux évaporatoire. On pourrait ajouter un terme d'échange entre la masse d'eau et le sol, bien que ce terme doit difficile à paramétrer (il dépend des propriétés thermiques du sol et de sa température).

On introduit un coefficient de masquage, C_m, dépendant de l'abscisse, qui tient compte de la couverture éventuelle du canal (passage en galeries notamment). Une couverture totale va annuler tous les flux d'échange entre l'eau et l'atmosphère. Le fait de négliger les échanges avec le substrat revient à considérer le milieu adiabatique, ou à supposer que ces échanges sont faibles au regard du processus de convection de la masse d'eau.

On a donc :

$$P = (1 - C_m)((1 - a)R_N + R_a - R_e - H_s - H_e)$$

Le rayonnement net est une donnée (attention aux unités, ces flux sont parfois précisés en J/h/cm2). Il peut être estimé à partir du rayonnement solaire au-dessus de l'atmosphère (compte tenu de l'heure et de la position sur le globe) et de l'atténuation atmosphérique. L'albédo a est généralement faible pour un plan d'eau. On prend une valeur moyenne de 0,03.

Le rayonnement atmosphérique est donné par la formule de Stefan-Boltzmann. Il tient compte également de la réflexion du plan d'eau et de la nébulosité. On tient compte de l'humidité de l'air (w_a, entre 0 et 1)avec la formule de Brutsaert (1982)[[W. Brutsaert. Evaporation into the atmosphere. Kluwer Acad. Pubs., 1982.]]. On calcule pour cela la pression de vapeur saturante de l'air e_s (en Pa) et la pression de vapeur en eau e_e (en Pa) à partir de la température de l'air T_a (en °C) et de w_a :

$$e_s = 101300 \exp\left(13.7 - \frac{5120}{273.15+T_a}\right)$$

$$e_a = w_a e_s$$

$$c_a = 1,24(1 - a)\left(\frac{e_a/100}{273.15+T_a}\right)^{1/7}$$

$$R_a = c_a \sigma (273.15 + T_a)^4$$

où $\sigma = 5.6710^{-8}$ W m-2K-4 est la constante de Stefan-Boltzmann.

De la même manière, le rayonnement de l'eau R_e vers l'atmosphère est donné par

$$R_e = \epsilon \sigma (273.15 + T_e)^4$$

avec T_e température de l'eau (en °C) etϵ émissivité de l'eau (fixée à 0,97).

Le flux de chaleur sensible par convection et conduction thermique est lié au gradient de température entre air et eau et à la vitesse du vent U_V. On utilise la fonction de De Bruin (1978), en W/m^2/Pa, citée par[[C. Jacovides, G. Papaioannou, and P. Kerkides. Micro and large-scale parameters evaluation of evaporation from a lake. Agricultural Water Management, 13(2-4):263-272, 1988]] :

$f_V = 0.029 + 0.021 U_V$

et

$H_s = C_B f_V (T_e - T_a)$

où $C_B = 63$ Pa/$^\circ$ C (coefficient de Bowen).

Enfin, le flux de chaleur latente est donné par

$H_e = f_V (e_s - e_a)$

Chapitre 220

Guide Théorique

Attention : Les équations de cet aide en ligne ne sont pas toujours visibles correctement. Ceci est lié au format des fichiers .chm ou .hlp. En cas de doute vous pouvez lire le fichier .pdf installé sous SIC/DOC ou contacter le Cemagref. Cela sera corrigé dans une version ultérieure en migrant toutes les équations en format graphique. **

Chapitre 221

Introduction

Le modèle SIC (*SI*mulation des *C*anaux d'Irrigation) est un logiciel de simulation hydraulique adapté à la plupart des canaux d'irrigation existant. Le principal objectif du modèle est de permettre une bonne représentation du comportement hydraulique du canal tout en ayant une interface utilisateur la plus conviviale possible.

Le modèle doit être capable de répondre aux principaux problèmes qui se posent au gestionnaire du canal. En particulier, il doit permettre de : - simuler l'état actuel, - tester les modifications de conception (ouvrages, recalibrage, etc.), - tester des règles de gestions nouvelles permettant une économie d'eau.

Il doit être en fait un outil d'entraînement pour le gestionnaire et un outil de recherche pour l'amélioration du fonctionnement hydraulique de l'ensemble du système.

La simulation des écoulements dans le modèle est basée sur des calculs d'hydraulique unidimensionnelle en régime permanent et transitoire. Le but de cette note est de présenter les concepts théoriques sur lesquels est basé le modèle, tant au niveau de la prise en compte de la topographie que du calcul hydraulique proprement dit.

Chapitre 222

Quatrième partie

Informations commerciales

Chapitre 223

Informations commerciales

Compagnie : Inrae - UMR G-EAU

Chefs de Projet : D. DORCHIES & P.-O. MALATERRE

Adresse : 361, Rue Jean-François BRETON

B.P. 5095 - 34196 MONTPELLIER cedex 5 - FRANCE

Tél. : (+33) [0]4 67 04 63 56 ou (+33) [0]4 67 04 63 22

Email : SIC webmaster

Prix : 14000 Euros (version Professionnelle) ou 1000 Euros (version Enseignement - Recherche)

Historique des versions récentes / Feuille de route des prochaines versions

Maintenance : 1 an, gratuitement (corrective et mises à jours)

Formation : 3 jours pour la version professionnelle ou convention spécifique

Chapitre 224

Cinquième partie

Calculs hydrauliques avec Cassiopée

Chapitre 225

Calculs hydrauliques avec Cassiopée

https://cassiopee.g-eau.fr

Le logiciel Cassiopée a été développé par le pôle R&D écohydraulique regroupant l'OFB (Office Français de la Biodiversité) et l'IMFT (Institut de mécanique des fluides de Toulouse) et par l'UMR G-EAU (UMR Gestion de l'Eau, Acteurs, Usages).

Il regroupe des outils d'aide à la conception des dispositifs de franchissement piscicoles pour la montaison et la dévalaison ainsi que des outils de calcul hydraulique utiles pour l'ingénierie en environnement et agriculture.