

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	III
Remerciements	VII
Liste des sources des figures et des tableaux	XV
Liste des symboles	XIX
Introduction	XXIII
1 Eau des bassins versants	1
1.1 Cycle de l'eau	2
1.1.1 Modélisation hydrologique	5
1.2 Bassin versant et réseau de drainage	6
1.2.1 Délimitation du bassin versant	6
1.2.2 Caractéristiques physiographiques.....	9
1.2.3 Caractéristiques du réseau hydrographique	12
1.2.4 Nature du sol et couverture végétale.....	14
1.3 Bilan hydrique	14
1.4 Activités proposées.....	19
1.4.1 Exercices de compréhension.....	19
1.4.2 Exercices pratiques	20
1.4.3 Lecture complémentaire	24
2 Atmosphère et hydrométéorologie	25
2.1 Chimie et physique de l'atmosphère.....	26
2.1.1 Composition chimique	26
2.1.2 Température de l'air.....	27
2.1.3 Couche d'ozone	29
2.1.4 Pression de l'air	30
2.2 Composantes énergétiques.....	31
2.2.1 Rayonnements solaire et terrestre	31
2.2.2 Effet de serre naturel et changements climatiques	37
2.2.3 Énergies sensible et latente	38
2.3 Vapeur d'eau.....	40
2.3.1 Calcul des paramètres de la vapeur d'eau.....	40
2.3.2 Distribution de la vapeur d'eau	45
2.3.3 Précipitation potentielle	46
2.4 Vents	48
2.5 Activités proposées.....	51
2.5.1 Exercices de compréhension.....	51
2.5.2 Exercices pratiques	52
2.5.3 Lecture complémentaire	54

3	Précipitations	55
3.1	Mécanique des précipitations	56
3.1.1	Processus enclencheurs de précipitations	56
3.1.2	Mouvements de masses d'air humide	59
3.1.3	Classification des régimes de précipitations	65
3.2	Instrumentation au sol	67
3.2.1	Précipitations liquides.....	68
3.2.2	Précipitations solides	70
3.2.3	Causes d'erreurs.....	70
3.2.4	Réseaux de stations de mesure des précipitations.....	71
3.2.5	Techniques de mesure indirecte	73
3.3	Interprétation préliminaire des données de précipitation.....	74
3.3.1	Hyétogramme	74
3.3.2	Données manquantes	75
3.3.3	Homogénéisation	76
3.4	Précipitation moyenne sur un bassin versant.....	78
3.4.1	Méthode de la moyenne arithmétique.....	79
3.4.2	Méthode des polygones de Thiessen.....	80
3.4.3	Méthode des isohyètes	81
3.4.4	Autres méthodes	84
3.5	Hyétogrammes synthétiques	84
3.6	Activités proposées.....	88
3.6.1	Exercices de compréhension.....	89
3.6.2	Exercices pratiques	90
3.6.3	Lecture complémentaire	95
4	Écoulements	97
4.1	Parcours terrestre de l'eau	98
4.2	Eau des sols	101
4.2.1	Caractérisation des sols.....	102
4.2.2	Équation de Bernoulli	104
4.2.3	Expérience de Darcy	107
4.2.4	Infiltration, percolation et redistribution	111
4.3	Modélisation de l'infiltration	114
4.3.1	Modèles de pluie nette	114
4.3.2	Modèle empirique de Horton	119
4.3.3	Modèle de Green et Ampt	121
4.4	Eaux souterraines.....	125
4.4.1	Écoulements non confinés.....	127
4.4.2	Essais de pompage	131
4.4.3	Nappes de bord de mer	136
4.5	Mesure de l'écoulement dans les cours d'eau.....	138
4.5.1	Mesure instantanée	138
4.5.2	Mesure en continu.....	142
4.6	Activités proposées.....	144
4.6.1	Exercices de compréhension.....	145
4.6.2	Exercices pratiques	147

4.6.3	Lecture complémentaire	152
5	Neige au sol	153
5.1	Accumulation	154
5.1.1	Caractéristiques physiques.....	155
5.1.2	Paramètres descriptifs	157
5.1.3	Sublimation et redistribution	158
5.2	Fonte de neige.....	161
5.2.1	Bilan énergétique.....	163
5.2.2	Degrés-jours.....	168
5.3	Parcours terrestre de l'eau de fonte	169
5.4	Activités proposées.....	170
5.4.1	Exercices de compréhension.....	171
5.4.2	Exercices pratiques	172
5.4.3	Lecture complémentaire	174
6	Estimations statistiques	177
6.1	Données hydrologiques	178
6.2	Notions de probabilités, de statistique et de risque.....	180
6.2.1	Fonctions de fréquence et de probabilités.....	182
6.2.2	Période de retour.....	186
6.2.3	Risque hydrologique	187
6.3	Paramètres statistiques.....	189
6.3.1	Moments ordinaires	189
6.3.2	Moments linéaires.....	191
6.4	Ajustement de fonctions de distribution communes en hydrologie.....	192
6.4.1	Distributions normales.....	192
6.4.2	Distributions de Pearson de type III.....	195
6.4.3	Distributions des valeurs extrêmes généralisées.....	197
6.5	Qualité de l'ajustement.....	200
6.5.1	Diagramme de moments linéaires.....	200
6.5.2	Fonctions de distribution de probabilité empiriques.....	201
6.5.3	Inférences statistiques	204
6.6	Intervalles de confiance pour les quantiles	209
6.7	Compléments statistiques reliés aux extrêmes.....	213
6.7.1	Méthode du renouvellement	213
6.7.2	Analyse régionale	215
6.7.3	Choix des méthodes pour l'analyse de fréquence des crues	219
6.7.4	Étiages et autres débits extrêmes	220
6.8	Cas d'application aux précipitations.....	221
6.8.1	Quantiles de précipitations.....	222
6.8.2	Courbes intensité-durée-fréquence	224
6.9	Activités proposées.....	225
6.9.1	Exercices de compréhension.....	225
6.9.2	Exercices pratiques	227
6.9.3	Lectures complémentaires	230

7	Modélisation événementielle des crues	231
7.1	Temps de concentration	232
7.1.1	Temps de concentration de bassins versants naturels.....	233
7.1.2	Temps de concentration de bassins versants urbanisés	236
7.2	Estimation du débit de pointe par la méthode rationnelle.....	239
7.2.1	Méthode	239
7.2.2	Coefficient de ruissellement.....	240
7.2.3	Intensité de précipitation.....	241
7.3	Modélisation averse-crue par hydrogramme unitaire	243
7.3.1	Éléments d'un hydrogramme	244
7.3.2	Séparation d'un hydrogramme.....	246
7.3.3	Construction d'un hydrogramme unitaire.....	249
7.3.4	Limites d'applicabilité des hydrogrammes unitaires	254
7.3.5	Hydrogrammes synthétiques.....	255
7.4	Méthodes hydrologiques de propagation d'ondes de crue.....	257
7.4.1	Méthode hydrologique en réservoir	260
7.4.2	Méthode hydrologique en bief.....	271
7.5	Transferts de données entre bassins voisins.....	276
7.6	Activités proposées.....	277
7.6.1	Exercices de compréhension.....	277
7.6.2	Exercices pratiques	278
7.6.3	Lecture complémentaire	288
8	Évaporation et évapotranspiration	289
8.1	Processus physiques	293
8.1.1	Évaporation.....	293
8.1.2	Transpiration	294
8.1.3	Évapotranspiration.....	295
8.1.4	Répartition géographique	296
8.2	Estimation par bilan hydrique.....	298
8.2.1	Bac évaporatoire	299
8.2.2	Évapotranspiromètre	301
8.3	Estimation par bilan énergétique	303
8.3.1	Description du bilan	303
8.3.2	Rayonnement incident de courte longueur d'onde	309
8.4	Estimation par la méthode de l'advection turbulente	310
8.5	Estimation par transfert de masse.....	313
8.6	Estimation par une approche combinée.....	314
8.7	Estimation empirique.....	318
8.8	Activités proposées.....	319
8.8.1	Exercices de compréhension.....	319
8.8.2	Exercices pratiques	321
8.8.3	Lectures complémentaires	323
9	Exploitation des eaux de surface	325
9.1	Réalisation de projets	326
9.2	Exploitation des eaux de surface	328

9.2.1	Réservoirs et ouvrages de contrôle	328
9.2.2	Ouvrages hydroélectriques	337
9.2.3	Occupation du territoire	339
9.2.4	Changements climatiques	342
9.3	Modèles de bassins versants	347
9.3.1	Description.....	347
9.3.2	Outil de support : les systèmes d'information géographique	352
9.3.3	Outil de support : la télédétection	354
9.4	Activités proposées.....	360
9.4.1	Exercices de compréhension.....	360
9.4.2	Exercices pratiques	361
9.4.3	Lecture complémentaire	364
Annexe		365
Bibliographie		371
Index		383