



ANDRÉ L. ROLLIN
PATRICK PIERSON
STÉPHANE LAMBERT

GÉOMEMBRANES

Guide de choix



PRESSES INTERNATIONALES
POLYTECHNIQUE

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	III
Remerciements	v
À propos des auteurs	VII
Table des matières	IX
Liste des figures	XV
Liste des tableaux	XXI
Chapitre 1 Introduction	1
1.1 À propos de l'ouvrage	1
1.2 Définitions	2
1.2.1 Définitions IGS (International Geosynthetic Society).....	2
1.2.2 Définitions ISO (International Standard Organization)	2
1.2.3 Définitions ISO/CEN (Comité européen de normalisation)	3
1.2.4 Définitions ASTM (American Society for Testing and Materials).....	3
1.2.5 Définition AFNOR (Association française de normalisation)	4
1.2.6 Définitions ONGC (Office des normes générales du Canada)	4
1.3 Géomembranes	4
1.3.1 Avantages de l'utilisation des géomembranes.....	4
1.3.2 Différents types de géomembranes.....	5
1.4 Marché des géomembranes	6
1.4.1 Marché nord-américain.....	6
1.4.2 Marché européen.....	8
1.4.3 Géocomposites bentonitiques	9
1.4.4 Applications	10
1.5 Sources	11
Chapitre 2 Applications	13
2.1 Introduction.....	13
2.2 Applications dans des ouvrages du génie civil	18
2.2.1 Canaux.....	18
2.2.2 Barrages.....	19
2.2.3 Bassins et réservoirs d'eau	21
2.2.4 Applications ferroviaires.....	23
2.2.5 Applications routières.....	25
2.2.6 Stationnements	27
2.2.7 Ouvrages souterrains	27
2.2.8 En résumé	28
2.3 Applications relevant du génie de l'environnement	29
2.3.1 Bassins de rétention des effluents industriels	29
2.3.2 Centres de confinement des déchets	30
2.3.3 Recouvrement de terrils miniers.....	32
2.3.4 Stockage des déjections animales.....	34

2.3.5	Aires de compostage et plates-formes.....	35
2.3.6	Bassins de traitement des eaux usées	36
2.3.7	En résumé	37
2.4	Sources	37
Chapitre 3 Géomembranes en polyéthylène (PE)		43
3.1	Introduction.....	43
3.2	Polymère et formulations	44
3.3	Production des feuilles.....	45
3.3.1	Géomembranes lisses	45
3.3.2	Coextrusion	48
3.3.3	Géomembranes rugueuses	49
3.4	Propriétés	50
3.4.1	Propriétés physiques.....	52
3.4.2	Propriétés mécaniques	52
3.4.3	Propriétés hydrauliques.....	59
3.4.4	Résistance à la dégradation	60
3.5	Mise en œuvre	63
3.5.1	Transport et stockage.....	63
3.5.2	Facilité de pose	64
3.5.3	Techniques de soudure	65
3.5.4	Précautions à prendre lors de la soudure	66
3.5.5	Facilité de réparation	68
3.6	Durabilité	68
3.6.1	Durée de vie des géomembranes	68
3.6.2	Quantité et qualité des additifs.....	70
3.6.3	Épaisseur de la géomembrane.....	71
3.6.4	Contraintes	71
3.6.5	Durée de vie espérée.....	71
3.6.6	Conclusion	71
3.7	Sources	72
Chapitre 4 Géomembranes en chlorure de polyvinyle (CPV)		79
4.1	Introduction.....	79
4.2	Polymère et formulations	79
4.3	Production et assemblage	80
4.4	Propriétés	82
4.4.1	Propriétés physiques.....	84
4.4.2	Propriétés mécaniques	84
4.4.3	Propriétés hydrauliques.....	91
4.4.4	Propriétés de durabilité	92
4.5	Mise en œuvre	96
4.5.1	Transport et stockage.....	96
4.5.2	Facilité d'installation	96
4.5.3	Essais en chantier	98

4.5.4	Facilité de réparation	98
4.6	Vieillessement	98
4.6.1	Introduction	98
4.6.2	Qualité des additifs	99
4.6.3	Épaisseur de la géomembrane	100
4.6.4	Propriétés affectées	100
4.7	Performance d'ouvrages	101
4.7.1	Étanchéité de canaux d'irrigation	102
4.7.2	Couverture d'une décharge municipale	102
4.7.3	Étanchéité d'un bassin de lixiviat	102
4.7.4	Étanchéité d'un bassin de décantation	102
4.7.5	Étanchéité de barrages	103
4.7.6	Étanchéité d'un étang d'eau	103
4.7.7	Étanchéité d'étangs d'évaporation	103
4.7.8	En résumé	104
4.8	Sources	104
Chapitre 5 Géomembranes polypropylène souple (PPS)		109
5.1	Introduction	109
5.2	Matériau	109
5.3	Fabrication	110
5.3.1	Copolymérisation	110
5.3.2	Production des feuilles	110
5.4	Caractéristiques	113
5.4.1	Propriétés physiques	113
5.4.2	Propriétés mécaniques	114
5.4.3	Propriétés hydrauliques	121
5.4.4	Résistance à la dégradation	122
5.5	Mise en œuvre	127
5.5.1	Transport et stockage	127
5.5.2	Installation sur une assise	127
5.5.3	Installation de panneaux	128
5.5.4	Soudure et expertise de l'équipe	129
5.5.5	Essais en chantier	130
5.5.6	Réparation	130
5.6	Performance	130
5.6.1	Bassins de retenue de liqueur noire	131
5.6.2	Centres de confinement des déchets (CET)	131
5.6.3	Réservoirs	131
5.7	Sources	132
Chapitre 6 Géomembranes élastomères		135
6.1	Introduction	135
6.2	Fabrication des géomembranes élastomères	136
6.2.1	Fabrication du polyéthylène chloro-sulfoné (PECS)	136

6.2.2	Fabrication de la géomembrane PECS	136
6.2.3	Fabrication de la géomembrane EPDM	137
6.2.4	Fabrication de la géomembrane butyle.....	137
6.2.5	Production des géomembranes.....	137
6.2.6	Production des panneaux.....	138
6.3	Caractéristiques du polyéthylène chloro-sulfoné	139
6.3.1	PECS	139
6.3.2	Propriétés physiques du PECS	140
6.3.3	Propriétés mécaniques du PECS	141
6.3.4	Propriétés hydrauliques du PECS.....	146
6.3.5	Durée de vie fonctionnelle du PECS.....	147
6.4	Propriétés des géomembranes en éthylène-propylène-diène (EPDM)	148
6.4.1	Propriétés physiques de l'EPDM.....	148
6.4.2	Propriétés mécaniques de l'EPDM.....	150
6.4.3	Propriétés hydrauliques de l'EPDM	153
6.4.4	Durée de vie fonctionnelle de l'EPDM.....	153
6.5	Propriétés du caoutchouc butyle.....	153
6.6	Mise en œuvre	154
6.6.1	Transport et stockage.....	154
6.6.2	Installation des rouleaux sur une assise.....	154
6.6.3	Installation de panneaux.....	155
6.6.4	Assemblage et expertise de l'équipe.....	155
6.6.5	Essais en chantier.....	155
6.6.6	Réparation.....	156
6.7	Performance	156
6.7.1	Réservoirs	156
6.7.2	Canaux.....	157
6.8	Sources	157
Chapitre 7	Géomembranes bitumineuses.....	159
7.1	Introduction.....	159
7.2	Mélange bitumineux (masse d'enrobage).....	160
7.2.1	Origine et constitution du bitume (liant)	160
7.2.2	Bitumes oxydés.....	162
7.2.3	Bitumes modifiés	163
7.2.4	Charge minérale (<i>filler</i>)	163
7.2.5	En résumé	164
7.3	Procédés de fabrication	164
7.3.1	Procédé de fabrication en usine.....	164
7.3.2	Procédé d'épandage de bitume chaud.....	168
7.4	Propriétés des géomembranes bitumineuses	170
7.4.1	Propriétés physiques.....	171
7.4.2	Propriétés mécaniques	173
7.4.3	Propriétés hydrauliques.....	180
7.4.4	Propriétés de durabilité	181

7.5	Mise en œuvre	186
7.5.1	Produits préfabriqués en usine	186
7.5.2	Produits fabriqués <i>in situ</i> (épandage).....	190
7.6	Durée de vie et performance d'ouvrages	191
7.6.1	Vieillessement du bitume modifié.....	191
7.6.2	Phénomènes de vieillissement en surface	192
7.6.3	Conditions réelles d'exposition de géomembranes	192
7.6.4	En résumé	195
7.7	Conclusion	196
7.8	Sources	196
Chapitre 8 Géocomposites bentonitiques (GCB).....		205
8.1	Introduction.....	205
8.2	Bentonite.....	206
8.2.1	Structure	206
8.2.2	Propriétés de la bentonite	207
8.2.3	Modifications des propriétés.....	209
8.3	Produits.....	210
8.3.1	GCB textiles collés.....	210
8.3.2	GCB textiles aiguilletés	211
8.3.3	GCB textiles cousus	211
8.3.4	GCB films.....	212
8.3.5	GCB préhydratés.....	212
8.3.6	Autres types de GCB	212
8.4	Fabrication	213
8.5	Propriétés des géocomposites bentonitiques	216
8.5.1	Caractéristiques dimensionnelles	216
8.5.2	Propriétés mécaniques	216
8.5.3	Propriétés hydrauliques.....	218
8.5.4	Propriétés de durabilité des GCB	223
8.5.5	Essais normalisés	224
8.6	Mise en œuvre	227
8.6.1	Emballage	227
8.6.2	Livraison, manutention et stockage	227
8.6.3	Fond de forme et couche support	228
8.6.4	Ancrage en tête de talus	228
8.6.5	Déroulement des lés	229
8.6.6	Recouvrement.....	230
8.6.7	Structure de confinement et de protection	231
8.6.8	Hydratation	231
8.7	Durée de vie et performance	231
8.7.1	Applications en centres de confinement de déchets	231
8.7.2	Plan d'eau d'agrément : champ Dolin, Saint-Priest (France)	232
8.7.3	Canaux.....	232
8.8	Sources	232

Chapitre 9	Normalisation	241
9.1	Structure et relations internationales.....	241
9.2	Organismes.....	242
9.2.1	ISO/TC-221.....	242
9.2.2	CEN/TC-189.....	243
9.2.3	Organismes nationaux (IBN, AFNOR, ASTM, ONGC, SNV).....	243
9.3	Essais.....	246
9.4	Discussion.....	251
9.4.1	Multitude de normes.....	251
9.4.2	Laboratoires.....	252
9.5	Conclusion.....	252
Chapitre 10	Plan d'assurance-qualité : géomembranes	253
10.1	Plan d'assurance-qualité.....	253
10.2	Contrôle de la qualité à l'usine.....	255
10.2.1	Matériaux (matières premières).....	255
10.2.2	Fabrication des géomembranes.....	255
10.3	Contrôle de la qualité en chantier.....	256
10.3.1	Transport et stockage.....	256
10.3.2	Vérification de l'état de l'assise.....	256
10.3.3	Mise en œuvre.....	257
10.3.4	Soudures sur chantier.....	258
10.3.5	Essais non destructifs.....	259
10.3.6	Essais destructifs.....	265
10.3.7	Autres techniques d'évaluation de la qualité des soudures.....	266
10.3.8	Réparation.....	266
10.4	Recouvrement et protection.....	267
10.4.1	Protection générale.....	267
10.4.2	Type de protection de la géomembrane.....	267
10.5	Documentation.....	267
10.6	Sources.....	269
Glossaire		271