

AVANT-PROPOS

L'enveloppe des bâtiments est l'interface physique séparant l'intérieur d'un bâtiment de son environnement extérieur. Par la qualité de son design et la haute technicité de sa conception, elle traduit la créativité et l'innovation des architectures modernes ou traditionnelles, tout en assurant des fonctions techniques nombreuses. Elle offre aux occupants un confort thermique, acoustique, un éclairage naturel maîtrisé, tout en assurant de hautes performances énergétiques et environnementales. Elle contribue également à la protection des biens et des personnes contre les intempéries et les intrusions.

Compte-tenu des problématiques croissantes d'impact environnemental et de recherche de haute performance énergétique, l'enveloppe des bâtiments est un domaine professionnel en veille constante et en évolution technologique permanente.

Ce Mémotech « Enveloppe du bâtiment » couvre un large domaine relatif à une dizaine de métiers. Cet ouvrage contient des extraits de normes, de règlements techniques et de sécurité, des solutions constructives, des caractéristiques techniques et des méthodes de calculs indispensables dans le domaine de l'enveloppe des bâtiments. En une quinzaine de chapitres, sont abordés les bardages, les murs-manteaux, les couvertures sèches, les systèmes d'étanchéité sur bacs aciers, les murs-rideaux, les menuiseries, les produits verriers, les fixations, les protections solaires, la sécurité incendie et l'isolation thermique et acoustique des bâtiments. **Trois nouveaux chapitres** abordent les problématiques liées à l'**étanchéité à l'air** des bâtiments, à la **domotisation des enveloppes** et à l'arrivée des **maquettes numériques 3D** (Bâtiments et Informations Modélisées).

Nous nous sommes attachés à présenter cette véritable banque de données avec méthode et clarté pour faciliter la recherche d'informations pour les lecteurs (sommaire, index, références, noms des fabricants, etc.).

Ce livre s'adresse en particulier à tous les jeunes en formation sous toutes les formes : initiale, apprentissage ou continue.

Tous mes remerciements à l'ensemble des personnes qui m'ont aidé à la rédaction de cet ouvrage et en particulier les acteurs des différentes branches professionnelles du bâtiment.

Jean-Marc DESTAC

TABLE DES MATIÈRES

A. LES BARDAGES 7	C2.1. Pentes minimales et recouvrements..... 93
A1. Matériaux et différents types de bardages..... 7	C2.2. Charges à prendre en compte et fixations... 94
A2. Bardages métalliques en plaques nervurées..... 7	C2.3. Ventilation de la couverture..... 97
A2.1. Définition des expositions atmosphériques... 7	C2.4. Ouvrages particuliers..... 98
A2.2. Choix du revêtement..... 9	C3. Couvertures sèches en feuilles et bandes..... 99
A2.3. Bardages simple peau..... 13	C3.1. Couverture en acier inoxydable étamé..... 100
A2.4. Bardages double peau..... 19	C4. Plaques et panneaux d'éclairage pour couvertures sèches..... 103
A3. Cassettes métalliques à surface plane..... 31	C5. Caractéristiques de profils supports de couvertures et de produits de finitions..... 105
A4. Bardages à lames métalliques..... 33	
A5. Bardages translucides..... 35	
A6. Bardages en fibres-ciment..... 36	
A7. Répartition et densité minimale des fixations pour les bardages métalliques..... 38	
A8. Pressions appliquées sur les bardages..... 40	
B. LES MURS-MANTEAUX 43	D. LES SYSTÈMES D'ÉTANCHÉITÉ SUR BACS ACIER 108
B1. Les vêtements..... 44	D1. Profilés en tôles d'acier nervurées supports d'étanchéité..... 108
B2. Les vêtements..... 45	D1.1. Caractéristiques du profilé Nervobac 38..... 108
B3. Les bardages rapportés..... 47	D1.2. Caractéristiques du profilé Nervobac 153..... 109
B3.1. Bardage rapporté à base d'éléments de parois de diverses natures..... 47	D1.3. Procédé Nofix acier à fixation d'isolant invisible..... 110
B3.2. Bardage rapporté à base de plaques en stratifié haute pression..... 49	D1.4. Procédé Parasteel 42 à fixation d'isolant invisible..... 113
B3.3. Bardage rapporté à base de clins en matériau de synthèse..... 50	D2. Systèmes d'étanchéité sur bacs acier..... 114
B3.4. Bardage rapporté à base de grandes plaques en fibres-ciment..... 52	D2.1. Classement FIT..... 114
B4. Les enduits minces ou hydrauliques sur isolant..... 55	D2.2. Étanchéité monocouche bitume SBS soudée..... 115
B5. Les revêtements en pierres minces attachées..... 60	D2.3. Étanchéité monocouche bitume SBS fixée mécaniquement..... 116
B5.1. Les revêtements attachés par agrafes métalliques et polochons..... 61	D2.4. Étanchéité bicouche bitume SBS soudée..... 116
B5.2. Les revêtements fixés par attaches métalliques sans polochon..... 61	D2.5. Étanchéité bicouche bitume SBS fixée mécaniquement..... 117
B6. Classement REVETIR..... 62	D2.6. Membrane thermoplastique d'étanchéité à base de PVC..... 117
C. LES COUVERTURES SÈCHES EN GRANDS ÉLÉMENTS 66	D3. Règles de mise en œuvre..... 124
C1. Couvertures sèches en tôles d'acier nervurées..... 66	D3.1. Choix des tôles support d'étanchéité..... 124
C1.1. Choix des tôles..... 66	D3.2. Pentes admissibles en climat de plaine..... 125
C1.2. Règles de mise en œuvre des tôles..... 75	D3.3. Règles de mise en œuvre des tôles d'acier nervurées..... 126
C1.3. Ouvrages particuliers..... 81	D3.4. Dispositifs d'évacuation des eaux pluviales..... 126
C1.4. Précautions contre les risques de condensation..... 90	D3.5. Relevés d'étanchéité..... 129
C1.5. Ventilation des couvertures..... 92	
C2. Couvertures sèches en fibres-ciment..... 92	E. LES MURS-RIDEAUX 132
	E1. L'ossature des murs-rideaux..... 132
	E1.1. Les murs-rideaux à ossature grille..... 132
	E1.2. Les murs-rideaux à ossature cadre..... 137

Table des matières	
E2. Les liaisons avec la structure.....	141
E3. Raccords d'angle et joint de dilatation structurel.....	146
E4. Intégration des châssis dans les murs-rideaux.....	149
E4.1. Intégration d'ouvrants cachés.....	149
E4.2. Intégration d'ouvrants traditionnels.....	150
E5. Les murs-rideaux à « facettes ».....	151
E6. Mise en œuvre des murs-rideaux.....	153
E6.1. Méthode d'assemblage montant/traverse pièce par pièce.....	153
E6.2. Méthode d'assemblage montant/traverse par échelles.....	155
E6.3. Chronologie de pose des remplissages.....	156
E6.4. Drainage des eaux de condensation et d'infiltration.....	157
E7. Règles de dimensionnement des murs-rideaux.....	157
E7.1. Détermination des actions à prendre en compte.....	157
E7.2. Vérification des performances.....	159
E7.3. Caractéristiques mécaniques des profilés.....	160
F. LES MENUISERIES	164
F1. Matériaux et terminologie des ouvrages.....	164
F1.1. Tableau comparatif des caractéristiques mécaniques et thermiques.....	164
F1.2. Principaux types d'ouvertures et terminologie.....	164
F2. Conception et mise en œuvre des menuiseries aluminium.....	168
F2.1. Conception et mise en œuvre de châssis coulissants.....	169
F2.2. Conception et mise en œuvre de châssis à frappe.....	172
F3. Conception et mise en œuvre des menuiseries acier.....	177
F4. Règles de mise en œuvre des menuiseries.....	180
F4.1. Répartition des fixations pour montants et traverses.....	181
F4.2. Les modes et produits de calfeutrement.....	183
F4.3. Drainage des eaux d'infiltration et de condensation.....	184
F5. Conception et mise en œuvre des menuiseries PVC.....	186
F5.1. Le matériau et ses spécificités.....	186
F5.2. Conception et mise en œuvre de châssis coulissants.....	188
F5.3. Conception et mise en œuvre de châssis à frappe.....	189
F6. Certification des produits et exigences.....	191
F6.1. Choix des fenêtres et des portes extérieures en fonction de leur exposition.....	191
F6.2. Exigences relatives aux fenêtres.....	192
F6.3. Certification Acotherm des menuiseries et marque NF.....	194
G. LES PRODUITS VERRIERS	196
G1. Fabrication et transformation des produits verriers.....	196
G1.1. Les produits recuits de base.....	196
G1.2. Les produits à couche.....	197
G1.3. Les produits transformés.....	199
G2. Caractéristiques lumineuses, énergétiques et acoustiques des produits verriers.....	205
G2.1. La glace claire : SGG Planiclear.....	206
G2.2. Le double vitrage à isolation thermique renforcée : SGG Planitherm.....	207
G2.3. Le double vitrage de contrôle solaire : SGG Planistar Sun.....	209
G2.4. Le vitrage feuilleté de sécurité : SGG Stadip & SGG Stadip Protect.....	210
G2.5. Le verre feuilleté acoustique et de sécurité : SGG Stadip Silence.....	213
G2.6. Exemples de compositions en doubles et triples vitrages.....	214
G3. Règles de mise en œuvre des produits verriers.....	216
G3.1. Exigences de sécurité pour la protection des personnes.....	216
G3.2. Règles de calage des vitrages.....	220
G4. Dimensionnement des produits verriers.....	222
G4.1. Pression de vent.....	222
G4.2. Charge de neige et poids propre du vitrage.....	224
G4.3. Combinaisons de charges.....	226
G4.4. Détermination de l'épaisseur des vitrages.....	226
G5. Contraintes d'origine thermique.....	230
G6. Les films pour vitrage.....	233
H. LES FIXATIONS	234
H1. Fixations par chevilles métalliques pour béton.....	234
H1.1. Dimensionnement des chevilles métalliques pour béton.....	234
H1.2. Caractéristiques des chevilles métalliques.....	237
H2. Fixations par chevilles plastiques.....	241
H3. Fixations pour bardages et couvertures.....	242
H3.1. Fixations pour bardage en acier nervuré.....	243
H3.2. Fixations pour couverture en bac acier nervuré.....	244

Table des matières			
H3.3. Fixations pour couverture en bac acier support d'étanchéité et isolant.....	245	K3. L'isolation des bardages métalliques.....	298
H3.4. Fixations pour couverture en plaques fibres-ciment.....	247	K4. L'isolation des couvertures métalliques sèches.....	301
H3.5. Fixations pour isolants rigides.....	248	K5. L'isolation des couvertures métalliques avec étanchéité.....	302
I. LES PROTECTIONS SOLAIRES ET LES FERMETURES.....	249	K6. L'isolation thermique par l'extérieur.....	304
I1. Fonctions des protections solaires.....	249	L. L'ISOLATION ACOUSTIQUE DE L'ENVELOPPE.....	306
I2. Facteur solaire de la baie.....	249	L1. Performances acoustiques des façades.....	306
I3. Réglementation thermique et confort d'été.....	251	L1.1. Durée de réverbération et calcul du coefficient d'absorption moyen d'un local.....	306
I4. Matériaux et familles de produits.....	256	L1.2. Caractéristiques acoustiques d'une paroi.....	307
I4.1. Les fermetures.....	256	L1.3. Calcul de l'isolement aux bruits aériens venus de l'extérieur d'une façade.....	310
I4.2. Les stores extérieurs.....	264	L1.4. Exigences réglementaires et classification des produits.....	311
I4.3. Les stores intérieurs.....	268	L2. L'isolation acoustique des bardages métalliques.....	311
I5. La marque NF.....	270	L3. L'isolation acoustique des couvertures métalliques sèches.....	315
J. LA SÉCURITÉ INCENDIE ET L'ENVELOPPE.....	271	L4. L'isolation acoustique des couvertures métalliques avec étanchéité.....	317
J1. Classification au feu des produits de construction.....	271	M. L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DES BÂTIMENTS.....	319
J1.1. Réaction au feu des produits.....	271	M1. Présentation et obligations réglementaires.....	319
J1.2. Résistance au feu des produits.....	273	M2. Test d'étanchéité à l'air.....	320
J2. La réglementation incendie.....	273	M3. Conception et mise en œuvre.....	321
J2.1. Exigences relatives aux façades.....	275	M3.1. Étanchéité à l'air des bâtiments d'habitation.....	321
J2.2. Liaison des murs-rideaux avec les planchers.....	277	M3.2. Étanchéité à l'air des bâtiments industriels.....	324
J3. Les règles de désenfumage des bâtiments.....	278	M4. Les produits d'étanchéité à l'air.....	330
J3.1. Terminologie et principe de fonctionnement du désenfumage.....	278	N. LA DOMOTISATION DES ENVELOPPES.....	333
J3.2. Calcul des surfaces de désenfumage.....	279	N1. Présentation.....	333
J3.3. Règles de cantonnement.....	279	N2. Les principaux types de capteurs.....	336
J3.4. Caractéristiques des exutoires de désenfumage.....	280	N3. Centralisation des volets roulants électriques.....	339
K. L'ISOLATION THERMIQUE DE L'ENVELOPPE.....	283	O. LA GESTION NUMÉRIQUE D'UNE OPÉRATION DE CONSTRUCTION.....	341
K1. Les exigences de la RT 2012 pour les bâtiments.....	283	O1. Processus BIM : bâtiments et informations modélisées.....	341
K1.1. Performances minimales d'isolation.....	284	O2. BIM et échanges.....	344
K1.2. Calcul du coefficient de transmission surfacique U d'une paroi opaque.....	285	INDEX.....	347
K1.3. Calcul des coefficients de transmission surfacique d'une paroi vitrée.....	288		
K1.4. Calcul des coefficients de transmission surfacique d'un mur-rideau.....	292		
K2. Les matériaux d'isolation.....	294		
K2.1. Certification ACERMI.....	294		
K2.2. Caractéristiques thermiques des matériaux isolants.....	294		