

E U R O C O D E

# Dimensionner les ouvrages en maçonnerie

Guide d'application



Marcel Hurez  
Nicolas Juraszek  
Marc Pelcé

**afnor**  
ÉDITIONS

**EYROLLES**

# Sommaire

Préface .....	1
Biographies .....	3
Avant-propos .....	5
Symboles et notations .....	9
<b>1 Le marché unique européen .....</b>	<b>15</b>
1. Les eurocodes .....	15
2. La directive « Produits de construction » et les Exigences essentielles .....	16
3. Le dimensionnement des structures par les eurocodes .....	16
4. L'eurocode 6 .....	18
4.1 Termes et définitions .....	18
4.1.1 Termes relatifs à la maçonnerie .....	18
4.1.2 Termes relatifs à la résistance de la maçonnerie .....	19
4.1.3 Termes relatifs aux éléments de maçonnerie .....	20
4.1.4 Termes relatifs au mortier .....	21
4.1.5 Termes relatifs au béton de remplissage .....	22
4.1.6 Termes relatifs aux armatures .....	22
4.1.7 Termes relatifs aux composants accessoires .....	22
4.1.8 Termes relatifs aux joints de mortier .....	22
4.1.9 Termes relatifs aux types de mur .....	23
4.1.10 Autres termes .....	25
<b>2 Caractérisation des matériaux et éléments   constitutifs .....</b>	<b>27</b>
1. Les éléments de maçonnerie .....	29

1.1	Les types d'éléments .....	29
1.1.1	Principales caractéristiques définies par les normes produits .....	31
1.2	Classement en groupes .....	37
1.3	Catégorie déclarée .....	37
1.4	Résistance à la compression déclarée .....	38
1.5	Résistance à la compression moyenne normalisée $f_b$ .....	38
1.5.1	En résumé .....	40
1.5.2	Exemples de calcul de $f_b$ .....	40
2.	Le mortier de montage .....	41
2.1	Types de mortier et compositions .....	41
2.2	Résistance à la compression $f_m$ .....	42
2.3	Adhérence entre éléments et mortier .....	43
3.	Le béton de remplissage .....	44
3.1	Résistances caractéristiques $f_{ck}$ et $f_{cvk}$ .....	44
4.	Les armatures .....	44
4.1	Diagramme contrainte-déformation .....	46

### **3 Propriétés et caractéristiques des ouvrages de maçonnerie** ..... 47

1.	Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie $f_k$ .....	47
1.1	Exemples de calcul de $f_k$ .....	50
1.1.1	Éléments de terre cuite .....	50
1.1.2	Blocs en béton .....	50
1.1.3	Blocs de béton cellulaire autoclavé .....	50
1.2	Cas des maçonneries montées à joints interrompus .....	50
1.3	Cas des blocs à bancher .....	51
1.3.1	Blocs maçonnés .....	51
1.3.2	Blocs montés à sec .....	52
1.4	Cas des maçonneries chargées parallèlement au lit de pose .....	52
2.	Résistance caractéristique au cisaillement $f_{vk}$ .....	53
2.1	Cas particulier : résistance verticale au cisaillement de la jonction entre deux murs .....	54
3.	Résistance caractéristique à la flexion $f_{xk}$ .....	55
4.	Résistance caractéristique à l'adhérence acier-béton $f_{b0k}$ .....	56

5.	Déformation .....	58
5.1	Relation contrainte-déformation .....	58
5.2	Module d'élasticité E .....	60
5.3	Module de cisaillement G .....	61
5.4	Fluage, retrait, gonflement et dilatation thermique .....	61
6.	Matériaux accessoires .....	62
6.1	Attaches, feuillards, corbeaux et ancrages .....	62
6.2	Linteaux ou prélinteaux préfabriqués .....	62

#### **4 Analyse structurale .....** 65

1.	Sécurité des structures : les bases .....	65
1.1	Vérification aux états limites .....	69
1.1.1	Les situations de projet .....	70
1.1.2	États limites ultimes (ELU) .....	70
1.1.3	États limites de service (ELS) .....	71
1.2	Actions sur les ouvrages .....	71
1.2.1	Valeurs de calcul des effets des actions .....	72
1.2.2	Actions permanentes .....	72
1.2.3	Actions variables .....	73
1.2.4	Charge de neige S .....	75
1.2.5	Charges de vent W .....	79
1.2.6	Actions accidentelles .....	82
1.3	Combinaisons d'actions pour les calculs .....	82
1.3.1	Combinaisons à l'ELU .....	82
1.3.2	Combinaisons à l'ELS .....	83
1.4	Valeurs de calcul de la résistance .....	84
1.5	Coefficients partiels pour la maçonnerie $\gamma_M$ .....	84
2.	Analyse des ouvrages .....	86
2.1	Imperfections géométriques .....	87
2.2	Effets du second ordre .....	87
2.3	Murs de maçonnerie soumis à un chargement vertical .....	87
2.3.1	Élancement des murs .....	87
2.3.2	Hauteur effective des murs de maçonnerie $h_{ef}$ .....	88
2.3.3	Épaisseur effective des murs de maçonnerie $t_{ef}$ .....	91

2.4	Ouvrages de maçonnerie armée soumis à un chargement vertical .....	93
2.4.1	Élancement des murs .....	93
2.4.2	Portée utile des poutres de maçonnerie .....	93
2.4.3	Portée utile des poutres hautes .....	94
2.4.4	Portée limite des ouvrages de maçonnerie armée soumis à une flexion hors plan .....	95
2.5	Murs de maçonnerie soumis à un cisaillement .....	96
2.5.1	Répartition des murs de contreventement ...	97
2.5.2	Répartition des forces horizontales .....	98
2.5.3	Effet de la torsion .....	99
2.5.4	Partition des charges verticales accompagnant le calcul de la résistance au cisaillement .....	102
2.5.5	Répartition des contraintes de cisaillement .....	102
2.6	Ouvrages de maçonnerie armée soumis à un cisaillement .....	102
2.7	Murs de maçonnerie soumis à un chargement latéral .....	103
2.7.1	Caractérisation des appuis .....	103
2.7.2	Calcul des moments sollicitants .....	104
<b>5</b>	<b>Dimensionnement à l'état limite ultime (ELU) .....</b>	<b>105</b>
1.	Mur soumis principalement à un chargement vertical réparti .....	107
1.1	Méthode générale (mur armé ou non) .....	107
1.1.1	Calcul de la résistance de la maçonnerie .....	108
1.1.2	Coefficient de réduction $\Phi$ en tête et en pied de mur .....	109
1.1.3	Calcul des moments fléchissants Mid (méthode forfaitaire) .....	110
1.1.4	Calcul des moments fléchissants (méthode des rigidités) .....	111
1.1.5	Exemple 5.1 : comparaison des deux méthodes de calcul des moments fléchissants .....	113
1.1.6	Coefficient de réduction $\Phi_m$ à mi-hauteur du mur .....	114

1.1.7	Exemple 5.2 : vérification de la résistance verticale des murs pour un bâtiment de trois niveaux (méthode générale) .....	117
1.2	Méthode simplifiée (mur non armé) .....	119
1.2.1	Conditions d'utilisation .....	119
1.2.2	Résistance à la compression .....	121
1.2.3	Exemple 5.3 : vérification de la résistance à la compression (méthode simplifiée) – comparaison avec l'exemple 5.2 .....	123
2.	Mur soumis à des charges concentrées .....	124
2.1	Dispositions pour les éléments de maçonnerie des groupes 2, 3 ou 4 .....	125
2.2	Dispositions pour les éléments de maçonnerie du groupe 1 .....	125
2.3	Exemple 5.4 : vérification de la résistance des appuis d'un linteau .....	127
3.	Murs soumis à un cisaillement .....	129
3.1	Murs de maçonnerie non armée .....	129
3.1.1	Exemple 5.5 : résistance au cisaillement d'un mur non armé .....	131
3.2	Murs de maçonnerie armée .....	131
3.2.1	Cas 1 : mur ne comportant que des armatures verticales .....	132
3.2.2	Cas 2 : mur ne comportant que des armatures horizontales .....	133
3.2.3	Cas 3 : mur comportant des armatures verticales et horizontales .....	133
3.2.4	Exemple 5.6 : résistance au cisaillement d'une maçonnerie armée .....	134
3.3	Murs de maçonnerie chaînée .....	135
3.4	Résistance au basculement des murs armés ou chaînés verticalement .....	136
3.4.1	Exemple 5.7 : résistance au cisaillement d'un mur de maçonnerie chaînée .....	139
4.	Murs de maçonnerie soumis à un chargement latéral .....	140
4.1	Méthode générale .....	141
4.1.1	Détermination du moment sollicitant $M_{Ed}$ ..	141
4.1.2	Détermination de $f_{xd1,app}$ .....	143
4.1.3	Détermination de $f_{xd2,app}$ .....	144

4.1.4	Exemple de calcul de $f_{xd2,app}$ pour un mur avec joints d'assise armés .....	145
4.1.5	Exemple d'utilisation des tableaux de valeurs de $\alpha_2$ .....	145
4.1.6	Détermination du moment résistant $M_{Rd}$ ....	155
4.1.7	Vérification alternative : effet de voûte .....	156
4.2	Méthode simplifiée pour les murs de soubassement .....	156
4.2.1	Conditions d'utilisation .....	156
4.2.2	Vérification .....	157
4.3	Méthode simplifiée pour le calcul de murs non chargés verticalement et soumis à un chargement latéral uniforme .....	159
4.4	Méthode simplifiée pour le calcul des cloisons .....	164
5.	Éléments armés soumis à une flexion et à un effort tranchant .....	165
5.1	Généralités .....	165
5.2	Vérification des ouvrages de maçonnerie armée soumis à une flexion .....	166
5.2.1	Moment résistant $M_{Rd}$ d'une section rectangulaire armée .....	167
5.2.2	Moment résistant $M_{Rd}$ d'une section armée composite .....	167
5.3	Vérification des ouvrages de maçonnerie armée en cisaillement .....	168
5.4	Cas des murs armés verticalement soumis à un chargement latéral .....	168
5.4.1	Moment résistant .....	169
5.4.2	Résistance à l'effort tranchant .....	170
5.5	Cas des linteaux .....	170
5.5.1	ELU de flexion .....	170
5.5.2	ELU d'effort tranchant .....	172
<b>6</b>	<b>Dimensionnement à l'état limite de service (ELS) .....</b>	<b>173</b>
<b>7</b>	<b>Détails de mise en œuvre .....</b>	<b>175</b>
1.	Surface minimale d'un mur .....	175

2.	Montage des éléments .....	175
2.1	Recouvrement des éléments d'une maçonnerie non armée .....	176
2.2	Recouvrement des éléments d'une maçonnerie armée .....	177
2.3	Recouvrement des éléments d'une maçonnerie de pierres naturelles apparentes .....	177
2.4	Cas des maçonneries dont les éléments ne traversent pas l'épaisseur du mur .....	177
2.5	Performance minimale du mortier pour une maçonnerie armée .....	178
2.6	Épaisseur des joints de mortier .....	178
2.7	Joints verticaux .....	179
2.8	Charges concentrées : longueur minimale d'appui .....	180
3.	Armatures .....	180
3.1	Diamètre minimal de l'armature .....	181
3.2	Rayon de cintrage .....	181
3.3	Longueur d'ancrage .....	181
3.3.1	Longueur d'ancrage utile $\ell_{b,u}$ .....	181
3.3.2	Ancrage des armatures longitudinales sur appuis simples .....	182
3.3.3	Ancrage des armatures d'effort tranchant .....	183
3.4	Longueur de recouvrement entre barres tendues ou comprimées .....	184
3.5	Enrobage minimal des armatures .....	185
3.6	Section des armatures .....	186
3.6.1	Armatures coulées dans du béton (section minimale) .....	186
3.6.2	Armatures placées dans les joints d'assise (section minimale) .....	187
3.6.3	Armatures concentrées dans des alvéoles (section maximale) .....	187
3.6.4	Partie de maçonnerie travaillant en flexion (linteau, poutre haute, etc.) .....	188
3.7	Arrêt des barres tendues dans une section fléchie .....	189
3.8	Espacement des aciers d'armature .....	190
3.8.1	Espacement maximal des cadres et étriers d'effort tranchant .....	190
3.9	Maintien de l'acier d'armature comprimée .....	191



4.	Chaînages des maçonneries confinées .....	192
4.1	Dispositions générales .....	192
4.2	Dispositions particulières aux maçonneries des groupes 1 et 2 .....	195
5.	Liaison des murs .....	195
5.1	Liaison avec les planchers et les toitures .....	195
5.1.1	Transfert des charges latérales .....	195
5.1.2	Plancher fonctionnant en diaphragme .....	197
5.1.3	Liaison par feuillard d'ancrage .....	198
5.1.4	Liaison par adhérence-frottement .....	198
5.1.5	Attache ou chaînage périphérique .....	198
5.1.6	Plancher ne fonctionnant pas en diaphragme ou bandes de glissement .....	199
5.2	Liaisons entre les murs .....	199
5.2.1	Intersections .....	199
5.2.2	Liaisons par attaches des murs creux ou d'habillage .....	200
6.	Saignées et réservations .....	203
6.1	Saignées et réservations verticales .....	203
6.2	Saignées horizontales ou inclinées .....	204
7.	Coupures de capillarité .....	207
8.	Chargement de la maçonnerie en phases provisoires .....	207

## **8 Durabilité et mise en œuvre .....209**

1.	Durabilité .....	209
1.1	Classes d'exposition des ouvrages de maçonnerie .....	209
2.	Spécifications relatives aux matériaux et à leur mise en œuvre .....	212
2.1	Spécifications admissibles pour les éléments de maçonnerie .....	212
2.2	Spécifications du mortier de montage .....	213
2.3	Spécifications du béton de remplissage .....	214
2.4	Spécifications des armatures .....	215
2.4.1	Choix des aciers selon la classe d'exposition ...	215
2.4.2	Distances d'enrobage .....	216
2.4.3	Armatures préfabriquées pour joints d'assise .....	217
2.5	Linteaux .....	217
2.6	Composants accessoires et cornières .....	218

3.	Termes utilisés dans l'exécution des travaux .....	220
3.1	Dossier de conception .....	220
3.2	Largeur du vide .....	220
3.3	Bardage .....	220
4.	Mise en œuvre des maçonneries .....	221
4.1	Mouvement de la maçonnerie .....	221
4.2	Joints de rupture .....	221
4.2.1	Largeur d'un joint de rupture .....	222
4.2.2	Profondeur du joint de rupture par rapport de l'épaisseur de la paroi .....	222
4.2.3	Disposition des plans de glissement .....	222
4.2.4	Comportement à l'eau des joints de rupture .....	223
4.2.5	Espacement des joints de rupture verticaux .....	223
4.2.6	Espacement des joints de rupture horizontaux .....	223
4.3	Écart géométrique de mise en œuvre admis .....	224
4.4	Résistance à l'humidité des murs extérieurs .....	226
4.5	Préparation des matériaux .....	227
4.5.1	Mortiers et bétons de remplissage préparés sur le chantier .....	227
4.5.2	Adjuvants et additions .....	227
4.5.3	Proportion d'eau dans le béton de remplissage .....	228
4.5.4	Méthode et durée de gâchage .....	228
4.5.5	Durée d'utilisation des mortiers et du béton de remplissage .....	228
4.5.6	Gâchage par temps froid .....	228
4.5.7	Mortiers industriels, mortiers prédosés, mortiers prémélangés de chaux/sable et béton de remplissage prêt à l'emploi .....	228
4.6	Adhérence entre le mortier et les éléments de maçonnerie .....	228
4.7	Pose des éléments de maçonnerie .....	229
4.8	Rejointoiement et jointoiement des maçonneries autres qu'à joints minces .....	229
4.8.1	Rejointoiement .....	229
4.8.2	Jointoiement .....	230
4.8.3	Incorporation de membranes d'étanchéité .....	230
4.8.4	Joints de rupture .....	230

4.8.5	Incorporation de matériaux d'isolation thermique .....	231
4.8.6	Nettoyage des maçonneries de parement ....	231
4.8.7	Procédés de protection et de cure au cours de la construction .....	231
4.8.8	Protection contre la pluie .....	231
4.8.9	Protection contre les cycles de gel-dégel .....	231
4.8.10	Protection contre les effets d'une faible humidité .....	231
4.8.11	Protection contre les dommages d'origine mécanique .....	231
4.8.12	Hauteur de construction journalière de la maçonnerie .....	232

**9 Exercices pratiques .....233**

1	Calcul d'une façade porteuse chargée au vent .....	233
1.1	Hypothèse de calcul .....	233
1.2	Vérification à l'état limite ultime de résistance .....	234
1.3	Calcul de la pression du vent $w$ à l'ELU .....	234
1.4	1 <sup>re</sup> vérification : résistance en partie supérieure du mur .....	235
1.4.1	Charge $N_{id,h}$ en tête de mur .....	235
1.4.2	Excentricité $e_{i,h}$ en tête du mur .....	236
1.4.3	Coefficient de réduction $\phi_{i,h}$ en tête de mur (équation 5.5) .....	236
1.4.4	Résistance de la maçonnerie en partie supérieure (équation 5.3) .....	236
1.4.5	Vérification de la résistance en partie supérieure (équations 9.1.1 et 9.1.2) .....	236
1.5	2 <sup>e</sup> vérification : résistance en pied de mur .....	237
1.5.1	Charge $N_{id,b}$ en pied de mur .....	237
1.5.2	Excentricité $e_{i,b}$ en pied de mur .....	237
1.5.3	Coefficient de réduction $\phi_{i,b}$ en pied de mur (équation 5.5) .....	238
1.5.4	Résistance de la maçonnerie en partie inférieure (équation 5.3) .....	238
1.5.5	Vérification de la résistance en partie inférieure (équations 9.1.1 et 9.1.2) .....	238

1.6	3 <sup>e</sup> vérification : résistance en partie médiane du mur .....	238
1.6.1	Charge $N_{md}$ en partie médiane .....	239
1.6.2	Excentricité à mi-hauteur $e_{mk}$ .....	239
1.6.3	Calcul de l'excentricité $e_{hm}$ due au vent .....	239
1.6.4	Calcul de l'excentricité $e_k$ due au fluage .....	240
1.6.5	Calcul de $e_{mk}$ .....	240
1.6.6	Coefficient de réduction $\phi_m$ .....	240
1.6.7	Résistance de la maçonnerie .....	241
1.6.8	Vérification de la résistance .....	241
1.7	Conclusion .....	241
2.	Calcul d'une façade non porteuse chargée au vent .....	241
2.1	Hypothèse de calcul .....	241
2.2	Vérification à l'état limite ultime de résistance .....	242
2.3	Calcul de la pression du vent $w$ à l'ELU .....	242
2.4	Vérification de la résistance de la maçonnerie .....	243
2.4.1	Calcul en maçonnerie non armée .....	243
2.4.2	Calcul en maçonnerie armée .....	243
3.	Calcul de la résistance d'un linteau en maçonnerie .....	244
3.1	Vérification de l'ELU en flexion .....	245
3.2	Vérification de l'ELU d'effort tranchant .....	246
4.	Exemple de calcul : mur de soutènement (section composite) .....	247
4.1	Documents de référence .....	248
4.2	Dimensionnement .....	248
4.3	Prédimensionnement et chargement .....	249
4.4	Données du projet .....	250
4.4.1	Caractéristiques des matériaux .....	250
4.4.2	Caractéristiques géométriques de l'ouvrage .....	252
4.5.	Actions et sollicitations .....	252
4.5.1	Calcul des sollicitations dues à la poussée des terres et à la charge $q$ .....	253
4.6	Vérification des différents états limites .....	256
4.6.1	Vérification de la stabilité au renversement (ELU – EQU) .....	256
4.6.2	Vérification de la stabilité au glissement (ELU – GEO, glissement) .....	256

4.6.3	Vérification de la capacité portante du sol (ELU – GEO, portance) .....	257
4.6.4	Vérification du voile de maçonnerie et de l'aile armée (résistance interne de l'ouvrage) .....	260
4.6.5	Calcul des aciers longitudinaux de la semelle (sections S2 et S3) .....	262
4.6.6	Dispositions constructives .....	266
5.	Répartition des forces horizontales : application au séisme .....	266
5.1	Documents de référence .....	266
5.2	Dimensionnement .....	266
5.3	Détermination des sollicitations sismiques et prise en compte des effets de la torsion .....	266
5.4	Vérification des murs de contreventement .....	272

### Annexes

#### **A** Sécurité incendie – résistance au feu .....277

1.	Exigence de résistance au feu selon le type d'établissement ..	277
2.	Résistance au feu des éléments .....	278
2.1	Résistance au feu des maçonneries de blocs en béton de granulats courants .....	280
3.	Dispositions constructives .....	283
3.1	Liaisons et joints .....	283
3.2	Canalisations électriques, tuyaux et câbles .....	286
4.	Vérification de la résistance au feu d'une structure .....	287

#### **B** Complément pour le calcul au séisme .....289

1.	Conditions sur les matériaux .....	291
1.1	Les éléments de maçonnerie .....	291
1.2	Les mortiers de jointoiement .....	291
1.3	Le béton de remplissage .....	292
1.4	Les armatures .....	293
2.	Dispositions constructives minimales pour les maçonneries chaînées .....	293
2.1	Chaînages verticaux .....	295

<b>C</b>	<b>Modifications apportées par l'Annexe nationale belge .....</b>	<b>297</b>
1.	Valeurs des coefficients de sécurité $\gamma_M$ .....	297
1.1	Classe d'exécution N (normale) .....	297
1.2	Classe d'exécution S (spéciale) .....	298
2.	Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie $f_k$ .....	298
3.	Résistances caractéristiques à la flexion $f_{xk1}$ et $f_{xk2}$ .....	299
4.	Épaisseur effective des murs creux .....	299
5.	Épaisseur minimale du mur .....	299
<b>D</b>	<b>Prescriptions géométriques relatives aux groupes d'ouvrages de maçonnerie .....</b>	<b>301</b>
<b>E</b>	<b>Caractéristiques géométriques des aciers d'armature .....</b>	<b>303</b>
<b>F</b>	<b>Adresses utiles .....</b>	<b>305</b>
1.	En France .....	305
2.	En Belgique .....	307
3.	En Suisse .....	307
4.	Au Québec .....	308
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>309</b>

Afin d'harmoniser les règles de conception et de mise en œuvre des ouvrages de maçonnerie entre les états membres de l'Union européenne, les règles de calcul ont été unifiées avec la publication de l'eurocode 6. Les Annexes françaises de la norme NF EN 1996-1-1/NA « Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 1-1 : règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée - Annexe nationale à la NF EN 1996-1-1:2006 - Règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée » sont en cours de rédaction.

## Comprendre les changements par rapport aux règles actuelles basées en France sur le DTU 20.1

En adoptant le modèle semi-probabiliste, l'eurocode 6 bouleverse les règles de conception des maçonneries en France. Jusque-là, l'approche déterministe s'imposait. Un gros coefficient de sécurité empirique garantissait une sollicitation très largement inférieure à la résistance de la structure, et tout se passait bien. L'eurocode 6, comme les autres eurocodes, sépare l'analyse des sollicitations de l'analyse des résistances, affectant un facteur partiel à chacune de ces grandeurs. Cette méthode de calcul plus fine prend aussi en compte la durée de vie probable de l'ouvrage. Cette évolution consistant à considérer chaque facteur non plus comme une valeur absolue mais comme une variable aléatoire marque une rupture radicale dans l'art de construire !

## Appliquer les nouvelles méthodes de calcul

Cet ouvrage s'efforce d'abord de clarifier les spécifications de l'eurocode 6 sur la façon de concevoir, de calculer, puis de mettre en œuvre une maçonnerie réalisée avec des briques, des blocs de béton ou de béton cellulaire ou des pierres.

Une autre façon d'utiliser cet ouvrage consiste à entrer directement par les exercices pratiques du chapitre 9. Cinq cas classiques y sont présentés en détail pour guider le concepteur dans des cas comparables.

À noter que les tableaux de calcul sous Excel® de chacun de ces exercices sont disponibles à l'adresse suivante : [www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com)

**Chapitre 1** — Le marché unique européen

**Chapitre 2** — Caractérisation des matériaux et éléments constitutifs

**Chapitre 3** — Propriétés et caractéristiques des ouvrages de maçonnerie

**Chapitre 4** — Analyse structurale

**Chapitre 5** — Dimensionnement à l'état limite ultime (ELU)

**Chapitre 6** — Dimensionnement à l'état limite de service (ELS)

**Chapitre 7** — Détails de mise en œuvre

**Chapitre 8** — Durabilité et mise en œuvre

**Chapitre 9** — Exercices pratiques

Cet ouvrage s'adresse aux techniciens, ingénieurs, projeteurs, vérificateurs, formateurs, enseignants et étudiants... chargés de la conception, du calcul, du dimensionnement et de la justification des ouvrages en maçonnerie.

**afnor**  
EDITIONS

Groupe Eyrolles | Diffusion Geodif | Distribution Sodis

[www.boutique-livres.afnor.org](http://www.boutique-livres.afnor.org)  
[www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com)

**Dimensionner les ouvrages  
en maçonnerie** | Guide d'application

M. Hurez  
N. Juraszek  
M. Pelcé

Code éditeur : Eyrolles : G12280  
ISBN EYROLLES : 978-2-212-12280-0  
Code éditeur : Afnor 3381011  
ISBN AFNOR : 978-2-12-381011-7

[barbary-courier.com](http://barbary-courier.com)



72 €