

commission chargée de formuler des avis techniques

groupe spécialisé n° 7

produits et systèmes d'étanchéité et
d'isolation complémentaire de parois verticales

conditions générales
d'emploi des systèmes
d'isolation thermique
des façades par l'extérieur
faisant l'objet
d'un avis technique

sommaire

1		
Généralités		1
1,1	Objet et domaine d'application	1
1,2	Terminologie et définitions	1
1,3	Autres documents de référence	2
1,4	Cas particuliers des parois déjà en service	2
<hr/>		
2		
Dispositions constructives minimales		3
2,1	Généralités	3
2,2	Maçonnerie d'éléments	3
2,3	Béton banché	4
<hr/>		
3		
Choix des types de murs isolés par l'extérieur en fonction de leur exposition à la pluie		4
3,1	Généralités	4
3,2	Analyse du risque de pénétration de l'eau de pluie	5
3,3	Choix du type de mur en fonction de l'exposition à la pluie	8
<hr/>		
4		
Épaisseurs minimales des parois en maçonnerie ou en béton banché		8
4,1	Murs en maçonnerie d'éléments	9
4,2	Murs en béton	9
<hr/>		
5		
Autres règles		9

conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur faisant l'objet d'un avis technique

Commentaires

D'une manière générale, il est considéré qu'un système d'isolation par l'extérieur peut assurer partiellement ou totalement certaines des fonctions auparavant dévolues à la paroi en maçonnerie ou en béton. On citera par exemple la fonction étanchéité à l'eau.

Par ailleurs, du fait de la forte résistance thermique rapportée à l'extérieur, la paroi support, qui n'est généralement que peu isolante, se trouve protégée en grande partie des sollicitations d'écart de température journalières et saisonnières qui sont à l'origine de nombreuses prescriptions constructives dans les DTU n° 20.11 et 23.1.

C'est pour cela que le GS n° 7 a établi le présent document dans l'attente de l'établissement d'un DTU spécifique.

1 Généralités

1,1 Objet et domaine d'application

Le présent document a pour objet de définir les conditions d'emploi des systèmes d'isolation par l'extérieur destinés à renforcer l'isolation thermique de parois extérieures verticales en maçonnerie d'éléments ou en béton coulé sur place, neuves ou anciennes.

Il s'applique aux systèmes rapportés sur une façade préexistante suivants :

- enduits sur isolants ;
- bardages rapportés non traditionnels (1) ;
- bardages par enduit armé ;
- vêtements ;
- mortiers légers d'isolation thermique complémentaire.

On distingue :

- Les systèmes d'isolation thermique proprement dits qui assurent pratiquement à eux seuls la satisfaction des exigences réglementaires en matière d'isolation thermique. Leur résistance thermique peut atteindre 3 à 4 m².°C/W.
- Les systèmes d'isolation thermique complémentaire qui, soit du fait de leur épaisseur maximale et/ou de leur conductivité thermique, doivent être associés à des supports ayant déjà de bonnes propriétés thermiques. En épaisseur maximale, leur résistance thermique ne dépasse que très rarement 1 m².°C/W.

1,2 Terminologie et définitions

1,21 Bardages rapportés (avec isolation)

Ces systèmes sont constitués d'une paroi extérieure en éléments manufacturés, généralement minces, de formes et de dimensions diverses, fixée sur une ossature, elle-même accrochée mécaniquement à la paroi support. Un produit isolant est fixé entre ou derrière l'ossature contre la paroi support.

Une lame d'air continue et ventilée sur l'extérieur est toujours réservée entre la paroi extérieure et l'isolant.

Sont considérés comme non traditionnels les systèmes pour lesquels soit la technologie de mise en œuvre n'est pas traditionnelle, soit le produit utilisé en paroi extérieure n'est pas traditionnel (matériaux de synthèse par exemple).

Ils se distinguent des bardages formant écrans par le fait qu'ils sont rapportés sur une paroi préexistante.

On distingue les bardages à peau extérieure étanche à l'eau, des bardages à joints ouverts.

1. Les règles générales du chapitre 2 peuvent être appliquées, en l'attente d'un DTU, aux bardages rapportés traditionnels.

1,22 Bardages par enduit armé

Ces systèmes ont une constitution identique aux précédents à la différence près que la paroi extérieure est un enduit hydraulique mis en œuvre sur le chantier, appliqué généralement sur un support en treillis métallique. Ces systèmes ne sont pas traditionnels.

On entend par enduit hydraulique un enduit réalisé à l'aide d'un mortier à base de liants minéraux, hydrauliques et/ou aériens.

1,23 Systèmes d'enduit sur isolant

Ces systèmes sont constitués d'un isolant manufacturé collé au mur support et revêtu ensuite d'un enduit : ils sont tous non traditionnels. On distingue actuellement deux familles :

- a) les systèmes avec enduit mince, à base de liant de synthèse, armé d'un treillis de verre ;
- b) les systèmes avec enduit hydraulique plus épais, armé d'un treillis métallique.

1,24 Vêtures

Il s'agit d'ouvrages non traditionnels constitués de complexes préfabriqués isolant-peau extérieure, collés et/ou fixés mécaniquement sur la paroi support.

1,25 Systèmes à base d'enduit léger

Il s'agit de systèmes d'isolation complémentaire constitués de la façon suivante :

- couche d'accrochage éventuelle, soit prête à gâcher, soit gobetis traditionnel ;
- couche isolante en mortier léger le plus souvent fourni prêt à gâcher ;
- couche de protection, assurant en outre une finition d'aspect, le plus souvent sous la forme prête à gâcher.

Ces systèmes ne sont pas traditionnels.

1,3 Autres documents de référence

DTU n° 20.11	Parois et murs en maçonnerie
DTU n° 23.1	Parois et murs en béton banché
DTU Règles Th-K 77	Règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois en construction
DTU n° 22.1	Travaux de murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire
DTU n° 36.1	Travaux de menuiserie en bois
DTU n° 37.1	Travaux de menuiserie métallique
DTU n° 55.2	Revêtements muraux attachés en pierre mince

« Définition et Classification des ouvrages de revêtement extérieur de façades en maçonnerie ou en béton » Cahier du CSTB n° 1633, janvier-février 1980.

1,4 Cas particuliers des parois déjà en service

En effet, la paroi déjà en service est une donnée à la fois par sa constitution et sa situation.

Il importe cependant de rappeler que le prescripteur devra plus particulièrement veiller, dans tous les cas, aux aspects ci-après :

- adéquation du système d'isolation à la façade, compte tenu de sa composition et de son exposition (choc, vent, pluie, etc.) ;
- reconnaissance et préparation des supports ;
- dispositions technologiques aux points singuliers ;
- respect des règles de sécurité (feu, stabilité...);
- murs sujets à des remontées capillaires : suppression de l'arrivée de l'eau en pied du mur.

2 Dispositions constructives minimales

2,1 Généralités

Le présent chapitre a pour objet de définir, indépendamment des calculs de stabilité mécanique, les dispositions à respecter pour assurer la conservation et la cohésion des murs vis-à-vis des sollicitations qu'il subit.

Il ne vise que les murs en maçonnerie d'éléments ou en béton banché ⁽²⁾.

2,2 Maçonnerie d'éléments

Les dispositions ci-après sont valables pour des parois traditionnelles en maçonnerie répondant à la définition du § 1,2 du chapitre I du DTU n° 20.11, exécutées suivant les prescriptions du DTU n° 20.1 et pour lesquelles l'élançement des murs porteurs, c'est-à-dire le rapport entre la distance verticale entre planchers et l'épaisseur brute du mur est au plus égal à 20.

Elles s'appliquent à la maçonnerie et aux éléments de béton armé qui lui sont incorporés (chainages, linteaux).

Les dispositions concernant les éléments en béton armé parfois associés aux maçonneries (bandeaux saillants, balcons, corniches) sont données dans l'annexe 2 du DTU n° 20.11.

Dans l'attente de l'établissement d'un DTU « Règles de calcul relatives aux parois et murs en maçonnerie », des règles simplifiées pour le calcul et la vérification des contraintes admissibles dans ces ouvrages sont en outre données dans l'annexe 1 du DTU n° 20.11.

2,21 Joint de dilatation et de retrait

Les dispositions du § 2,21 du chapitre II du DTU n° 20.11 sont applicables aux parois destinées à recevoir une isolation par l'extérieur.

2,22 Prescriptions particulières aux maçonneries porteuses

Les dispositions du § 2,221 du chapitre 2 du DTU n° 20.11 sont applicables sauf les articles :

- 2,221.13 ;
- 2,221.14 ;
- 2,221.22.

On estime que les systèmes visés par le présent document sont aptes à porter la jonction entre maçonnerie et chaînage sans risque supplémentaire de fissuration.

Dans le cas où la maçonnerie est enduite préalablement à l'application d'un système d'isolation par l'extérieur, la protection apportée par celui-ci permet d'envisager l'absence de disposition complémentaire à la jonction maçonnerie-chaînage ou linteau.

Cela implique que les armatures longitudinales des poutres aient une section au moins égale à celle qui est prescrite à l'article 2,221.15 du DTU n° 20.11 pour les chainages horizontaux.

2,23 Prescriptions particulières aux maçonneries de remplissage

2,231 La fonction de chaînage des maçonneries est assurée par l'ossature.

2,232 Aucune disposition n'est à prévoir à l'extérieur de la paroi lorsque la maçonnerie et les chainages sont au même nu extérieur car l'ensemble est revêtu par le système.

Lorsque les éléments d'ossature sont en saillie, on distingue deux cas :

- a) le système d'isolation est continu à l'extérieur de l'ossature saillante et il n'y a pas d'autre dispositif particulier ;
- b) le système d'isolation est interrompu au droit de l'ossature saillante et l'on doit prévoir d'une part :
 - des dispositions d'étanchéité au raccordement ;
 - des armatures supplémentaires dans l'ossature du fait des sollicitations thermiques différentielles entre la partie isolée et celle qui ne l'est pas.

Le cas *b* est en tout état de cause à déconseiller.

2. Pour les panneaux préfabriqués en béton, les dispositions correspondantes feront ultérieurement l'objet d'un additif au DTU n° 22.1 qui prévoira ces dispositions.

2,24 Trumeaux porteurs

Les dispositions du § 2,24 du chapitre II du DTU n° 20.11 sont applicables aux parois destinées à recevoir une isolation par l'extérieur.

2,25 Allèges et appuis de baie

Les dispositions du § 2,25 du chapitre II du DTU n° 20.11 sont applicables aux parois destinées à recevoir une isolation par l'extérieur.

2,3 Béton banché

Les dispositions du chapitre II des règles de calcul du DTU n° 23.1 sont applicables aux parois extérieures destinées à recevoir une isolation par l'extérieur, hormis les limites d'épaisseur et l'exigence de l'armature de peau (§ 2,131 et 2,132 du DTU n° 23.1).

En conséquence :

- a) L'épaisseur minimale d'une paroi en béton banché est celle résultant de l'application des règles de calcul. En tout état de cause, l'épaisseur ne sera jamais inférieure à 0,12 m pour permettre l'exécution correcte des parois.

Elle doit tenir compte cependant de la nécessité d'effectuer des reprises de bétonnage et des jonctions avec les ouvrages adjacents corrects et respectant les tolérances fixées.

- b) Dans le cas où l'isolation par l'extérieur est interrompue au droit d'un local chauffé sur une surface supérieure à 2 m², l'armature de peau doit être prévue. Celle-ci devra déborder sur la partie isolée au moins de la distance nécessaire pour l'ancrer correctement.

Pour les soubassements non isolés à l'extérieur délimitant un volume non habitable et non chauffé du type sous-sol, cave, vide sanitaire, etc., l'exigence d'armature de peau ne s'applique pas.

3

Choix des types de murs isolés par l'extérieur en fonction de leur exposition à la pluie

3,1 Généralités

Deux règles de qualité sont à satisfaire de façon durable :

- l'eau ne doit pas parvenir jusqu'à la face intérieure du mur ;
- les matériaux sensibles à l'eau ne doivent pas risquer d'être humidifiés.

3,11 Mécanismes de pénétration de l'eau de pluie

Dans les parois dont le matériau est capillaire, l'eau atteignant le mur pénètre par capillarité et s'évacue par séchage au terme de la période de pluie ; pour ces matériaux, la pression dynamique du vent est de peu d'importance. La profondeur de pénétration est peu fonction de l'intensité de la pluie fouettante mais directement conditionnée par la durée et la fréquence des séquences « vent + pluie » ainsi que par l'hygrométrie ambiante de l'air entre les périodes de pluie.

Dans les parois dont les constituants sont grossièrement poreux et perméables ou qui comportent des discontinuités soit d'origine, du fait de l'existence de joints, soit du fait de fissurations non capillaires accidentellement apparues après coup, la pénétration de l'eau est à la fois fonction de l'intensité de la pluie fouettante et de la pression dynamique du vent.

3,12 Application aux systèmes d'isolation par l'extérieur

D'une manière générale, on peut considérer qu'un mur isolé par l'extérieur est constitué de trois couches successives :

- paroi support (y compris ses enduits éventuels) ;
- isolant (porteur ou non de la peau) ;
- peau extérieure.

Entre ces couches peuvent éventuellement exister des lames d'air et des matériaux en faible épaisseur de destinations diverses (collage, barrière de vapeur, platines de fixations, etc.).

Dans leur principe, les mécanismes de pénétration de l'eau dans une paroi en maçonnerie ou en béton restent les mêmes que ceux déjà répertoriés dans les DTU correspondants. Les niveaux des sollicitations sont différents du fait de la présence du système d'isolation extérieure :

- pression de vent plus faible ;
- quantité d'eau plus faible, voire négligeable ou nulle.

Cependant, il convient d'éviter que le système d'isolation ne soit source d'accumulation d'eau risquant d'une part d'augmenter la durée de présence de l'eau en contact de la maçonnerie, d'autre part de créer des pressions hydrostatiques sur la paroi support ou l'isolation.

Les processus de pénétration de l'eau dans et au travers du système d'isolation peut être une pénétration capillaire ou résulter de l'existence de fentes (joints ou fissures).

De ce fait, ce sont à la fois les performances d'étanchéité à l'eau des matériaux de peau et la constitution des joints éventuels entre éléments qui seront pris en compte.

Dans les systèmes avec lame d'air continue entre peau et isolant, on pourra alors employer un isolant plus sensible à l'eau (forte reprise d'eau en immersion) quoique non hydrophile, alors que dans les systèmes sans lame d'air pour conserver son pouvoir isolant, même en cas de pénétration accidentelle, l'isolant doit être très peu sensible à l'eau liquide (très faible reprise d'eau en immersion).

En outre, il apparaît que la position de l'isolant à l'extérieur supprime presque totalement les effets des chocs thermiques, entraînant ainsi une diminution notable du risque de fissuration du support et donc de pénétration par infiltration dans ces fissures.

L'ensemble de ces considérations permet, dans les paragraphes suivants, de définir différents types de murs en fonction de leur composition.

3,2 Analyse du risque de pénétration de l'eau de pluie

3,21 Définition des cas d'exposition

Les cas d'exposition sont ceux définis au § 3,21 du DTU n° 20.11.

3,22 Définition des types de murs isolés par l'extérieur

On distingue 4 types de murs selon l'efficacité du système d'isolation et/ou de la paroi support.

Ces murs sont classés de XI à XIV. La comparaison des performances de ces murs avec ceux des DTU n° 20.11 et n° 23.1 ne doit pas être faite à partir des valeurs de l'indice mais uniquement par référence aux tableaux des paragraphes relatifs au choix du type de mur, en fonction de l'exposition à la pluie.

L'Avis Technique précise dans chaque cas les classements obtenus par un système sur les différentes parois auxquelles il est associé ⁽³⁾.

3. Pour les Avis Techniques en cours de validité, lors de la sortie du présent texte, on adoptera le classement illustré par les exemples ci-après.
Si les exemples ne s'appliquent pas, les prescriptions de l'Avis Technique prévalent.

3,221 Mur du type XI

Dans un tel mur, les trois conditions suivantes sont réunies :

- le système d'isolation ne peut empêcher l'eau de pluie d'atteindre la maçonnerie du fait :
 - soit de la faible imperméabilité à l'eau de sa peau (fissuration ou perméance forte);
 - soit de la forte capillarité ou du peu d'imperméabilité de l'isolant.
- la paroi support elle-même non revêtue du système d'isolation n'est pas suffisante pour pouvoir être considérée seule comme de type I au sens des DTU n° 20.11 et n° 23.1;
- il n'y a pas de coupure de capillarité dans le système ni dans la paroi ni entre les deux.

Un mur du type XI ne comporte aucune disposition spécifique permettant de s'opposer au cheminement de l'eau de pluie jusqu'au parement intérieur. Le système d'isolation et la paroi support sont chacun considérés comme perméables à l'eau.

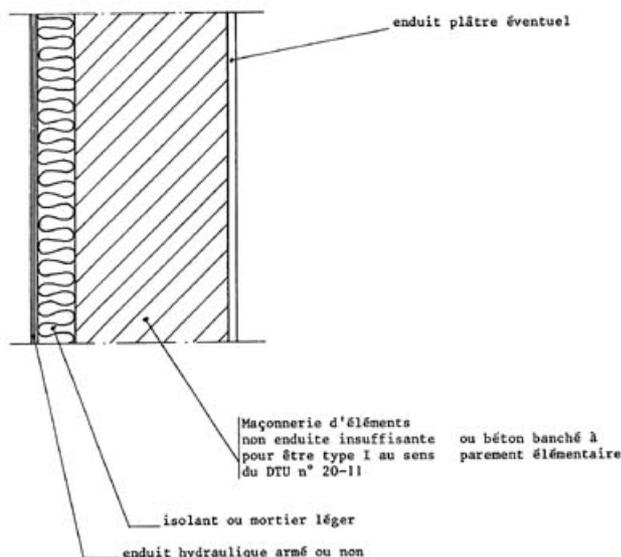


Figure 1 Exemple de murs de type XI

3,222 Mur de type XII

L'étanchéité à l'eau d'un tel mur est assurée soit grâce aux caractéristiques d'étanchéité du système d'isolation, indépendamment du support lui-même, soit par une paroi considérée à elle seule comme étant de type I au sens des DTU n° 20.11 et n° 23.1 (hormis les règles d'épaisseur) car la protection apportée par le système d'isolation limitant les arrivées d'eau, la conservation de la fonction étanchéité est assurée.

Un mur de type XII comporte :

- soit un système d'isolation capable de s'opposer au cheminement de l'eau de pluie vers l'intérieur (fig. 2a).

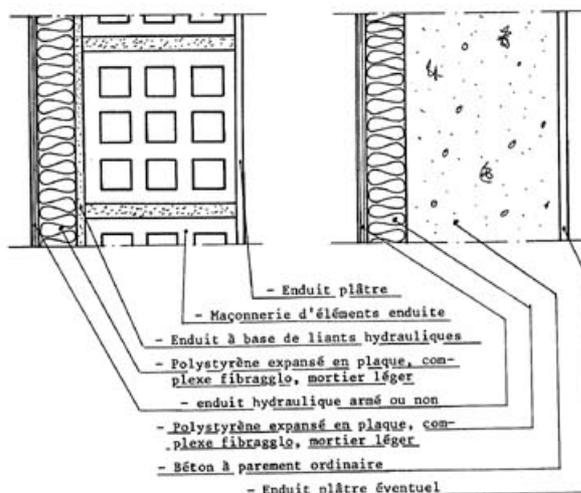


Figure 2a Exemples de murs de type XII

Dans ces cas, le système d'isolation à lui seul n'est pas suffisamment étanche à l'eau et la paroi support vient compléter cette étanchéité.

- soit une paroi en maçonnerie pouvant empêcher de faibles quantités d'eau de pénétrer vers l'intérieur (fig. 2b).

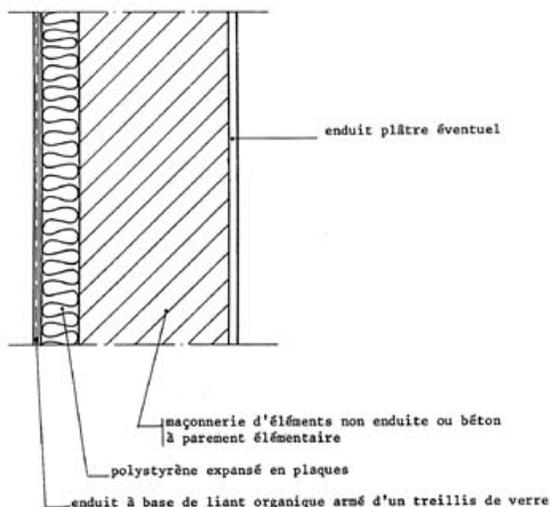


Figure 2b Exemple de murs de type XII

Dans ce cas, le système est suffisamment étanche (pour des expositions à la pluie moyennement sévères).

3,223 Type de mur XIII

Le principe du mur de type XIII repose sur le fait que, dans les conditions d'exposition sévères, l'eau qui atteint le système d'isolation peut en quantité limitée pénétrer derrière la peau extérieure de celui-ci. Il faut alors soit la recueillir et l'évacuer si les matériaux sont sensibles à l'humidité ou s'ils ne peuvent sécher normalement, soit prévoir une disposition complémentaire sur la maçonnerie elle-même.

Un mur de type XIII comporte :

- soit un système d'isolation par l'extérieur dont la peau extérieure n'est pas totalement étanche à l'eau de pluie mais derrière laquelle est disposée une lame d'air continue permettant la récupération et l'évacuation des eaux d'infiltration (fig. 3a) ;
- soit un système d'isolation par l'extérieur s'opposant au cheminement de l'eau par capillarité et par gravité, mis en œuvre sur une maçonnerie suffisamment imperméable pour s'opposer au cheminement de l'eau qui pourrait l'atteindre accidentellement (fig. 3b) ;

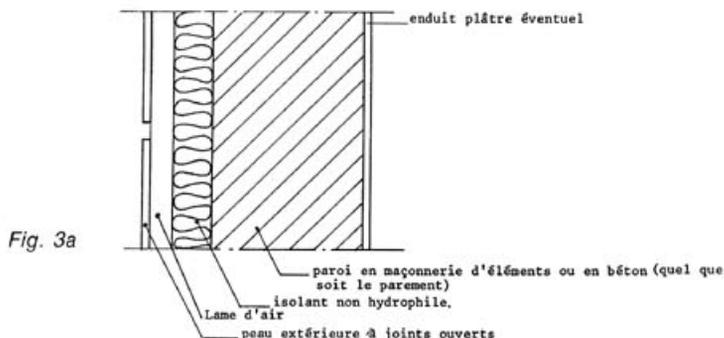


Fig. 3a

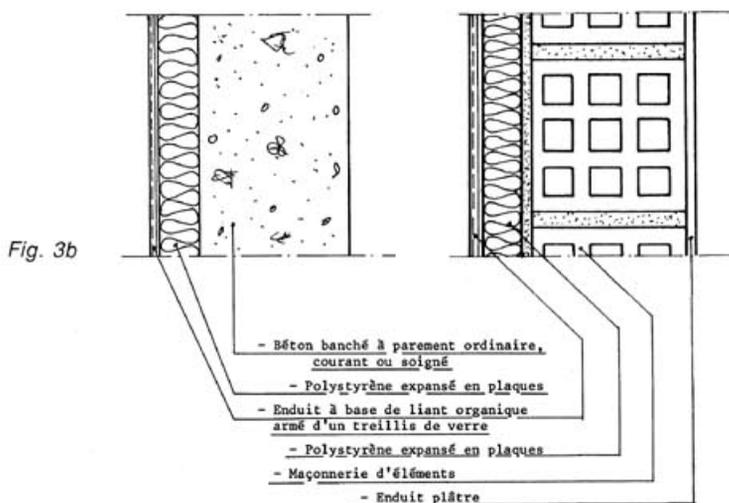


Fig. 3b

- Béton banché à parement ordinaire, courant ou soigné
- Polystyrène expansé en plaques
- Enduit à base de liant organique armé d'un treillis de verre
- Polystyrène expansé en plaques
- Maçonnerie d'éléments
- Enduit plâtre

Figure 3 Exemples de murs de type XIII

3.224 Mur de type XIV

L'eau ne pénètre pas derrière la peau extérieure du fait à la fois de l'étanchéité intrinsèque du matériau et des dispositions prises aux jonctions.

La solution classique de type de mur XIV est le bardage rapporté à recouvrement avec isolation; elle est assimilable aux solutions de murs de type IVa des DTU n° 20.11 et VI du DTU n° 23.1 dans lesquels la position de l'isolant n'est pas définie.

Dans un tel mur, l'étanchéité est assurée par la peau extérieure du système d'isolation à elle-seule.

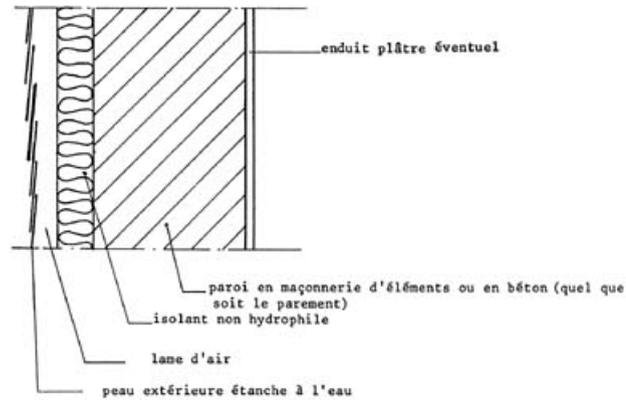


Figure 4 Exemple de murs de type XIV

3.3 Choix du type de mur en fonction de l'exposition à la pluie

Le tableau ci-après précise le type minimal de mur à prévoir selon le cas d'exposition dans lequel il se trouve.

Hauteur du mur au-dessus du sol	Situation a, b ou c		Situation d		
	Façade abritée	Façade non abritée	Façade abritée	Façade non abritée	
				Zone littorale sauf front de mer	Front de mer
< 6 m	XI	XI	XI	XII	XII
6-18 m	XI	XII	XI	XII	XII
18-28 m	XI	XII	XI	XII	XIII
28-50 m		XIII		XIII	XIII
50-100 m		XIII		XIV	XIV

4 Épaisseurs minimales des parois en maçonnerie ou en béton banché

Les prescriptions d'épaisseur minimales définies ci-après concernent uniquement les murs simples en maçonnerie et en béton :

- béton plein de granulats courants ;
- maçonneries d'éléments enduites (blocs de béton, briques, moellons, béton cellulaire) au mortier de liants hydrauliques ;
- maçonneries d'éléments non enduites.

Elles ne s'appliquent :

- ni aux murs doubles ;
- ni aux murs composites ;
- ni aux parois légères.

4,1 Murs en maçonnerie d'éléments

Les épaisseurs minimales brutes (e) des maçonneries d'éléments destinées à recevoir un système d'isolation par l'extérieur sont celles résultant des règles de calcul et d'élançement sans jamais descendre au dessous de 0,15 m en cas de mur porteurs et 0,10 m en cas de mur de remplissage (4).

Ces épaisseurs ne sont valables que si :

- d'une part les matériaux employés sont conformes aux normes les concernant et mis en œuvre traditionnellement (joints horizontaux et verticaux) conformément aux indications du DTU n° 20.1 ;
- d'autre part, pour les maçonneries enduites, les enduits hydrauliques sont soit traditionnels et conformes au DTU 26.1 (5), soit non traditionnels et ayant fait l'objet d'un Avis Technique concluant à l'identité de fonction imperméabilisation avec l'enduit du DTU n° 26.1 ;
- les règles d'élançement maximal du DTU n° 20.11 sont satisfaites.

4,2 Murs en béton

L'épaisseur minimale d'une paroi est définie au § 2,13.

5 Autres règles

Les règles relatives à la sécurité incendie, à l'isolation thermique, à l'isolation acoustique et aux risques de condensation sont à examiner par référence aux lois et règlements en vigueur ou aux exigences en la matière.

De nombreuses études sont en cours pour définir d'une manière générale les règles correspondant aux exigences évoquées ci-dessus.

Dans l'attente des conclusions qui en découleront, on se référera aux Avis Techniques qui fournissent, cas par cas, les éléments utiles.

4. Pour les maçonneries de remplissage dont la hauteur entre appuis dépasse 30 e (en mètres) ou 4,50 m, on devra justifier de la résistance au vent en assimilant la paroi à une plaque simplement appuyée sur 2, 3 ou 4 côtés, comme indiqué au § 3,2 de l'annexe 1 du DTU n° 20.11.

5. Hormis la couche de finition.