

norme française

P 10-202-2

Avril 1994

DTU 20.1

Travaux de bâtiment

Ouvrage en maçonnerie de petits éléments - parois et murs

Partie 2 : règles de calcul et dispositions constructives minimales

E : Execution of work - small masonry unit walls - part 2 : calculation rules and minimum construction provisions

D : Durchführung der Arbeiten kleinelementmauerwerk - wände und außenwände - teil 2 : berechnungsregeln und mindestfestlegungen für den bau

Statut

Norme expérimentale publiée par l'AFNOR en avril 1994

Les observations relatives au présent document doivent être adressées à l'AFNOR, avant le 20 octobre 1996.

Le présent document inclut les «règles de calcul et dispositions constructives minimales» du DTU 20.1 de septembre 1985 et son amendement d'octobre 1993

Correspondance

A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux européens ou internationaux sur le sujet.

Analyse

Le présent document a pour objet de définir les dispositions constructives minimales applicables aux maçonneries traditionnelles de petits éléments dont l'exécution est définie dans la norme P 10-202-1

Descripteurs

bâtiment, maçonnerie, paroi, mur, règle de construction, généralités, règles de calcul, protection contre l'humidité, action des intempéries, isolation thermique, montage, dimension, essai, schémas, béton, pierre de taille, épaisseur.

Modifications

L'amendement de décembre 1995 paru dans le Cahier 2855 et l'amendement A2 de décembre 1999 paru

dans le Cahier 3191 incorporés.

Sommaire

- Liste des auteurs
- Préambule
 - 0 Rappel des diverses fonctions que les parois et murs traditionnels en maçonnerie ont à assurer dans un bâtiment d'usage courant
 - 1 Stabilité mécanique, sécurité sous les sollicitations exceptionnelles
 - 2 Étanchéité à la pluie, à la neige fondante et à l'air
 - 3 Hygrométrie et acoustique
 - 4 Parements
- Chapitre 1 généralités
 - 1.1 Objet
 - 1.2 Domaine d'application
- Chapitre 2 dispositions constructives minimales
 - 2.1 Ouvrages en béton associés aux maçonneries
 - 2.1.1 Chainages horizontaux
 - 2.1.2 Chainages verticaux
 - 2.1.3 Appui de linteaux isolés
 - 2.1.4 Appui des planchers
 - 2.1.5 Appuis des baies
 - 2.1.6 Trumeaux porteurs
 - 2.1.7 Cas particulier des ouvrages saillants
 - 2.1.8 Cas particulier des murs enterrés en maçonnerie enduite en blocs de béton cellulaire autoclavé (contreforts de soutènement)
 - 2.2 Fractionnement des murs par des joints de dilatation et de retrait
 - 2.2.1 Considérations générales
 - 2.2.2 Distance maximale entre joints
- Chapitre 3 épaisseurs minimales des parois et murs
 - 3.1 Murs de façade
 - 3.1.1 Épaisseurs minimales des parois principales des murs de type I, II et III, en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie
 - 3.1.2 Épaisseurs minimales des murs de type IV
 - 3.1.3 Épaisseurs minimales des murs composites
 - 3.2 Maçonneries extérieures enterrées, limitant des locaux utilisés (murs de sous-sol)
 - 3.3 Cloisons de distribution et de doublage
 - 3.3.1
 - 3.3.2
- Chapitre 4 règles de calcul statique des maçonneries proprement dites
 - 4.1 Contraintes admissibles dans les parois porteuses sous l'effet de charges verticales
 - 4.1.1 Élançement
 - 4.1.2 Élançements inférieurs ou égaux à 15
 - 4.1.3 Élançements compris entre 15 et 20
 - 4.1.4 Élançements supérieurs à 20
 - 4.1.5 Adoption de coefficients différents
 - 4.1.6 Remarque sur l'application du coefficient N
 - 4.2 Évaluation des efforts sollicitant les parois
 - 4.2.1 Généralités

- 4.2.2 Efforts dus aux charges verticales
- 4.2.3 Efforts dus aux forces horizontales
- 4.3 Vérification des contraintes
 -
 - 4.3.1 Hypothèses de calcul
 - 4.3.2 Vérification de la résistance de la paroi
- 4.4 Contreventement
- 4.5 Cas des murs doubles
 -
 - 4.5.1 Généralités
 - 4.5.2 Parois porteuses
 - 4.5.3 Maçonneries de remplissage et maçonneries faiblement chargées
- Chapitre 5 règles de calcul pour éviter les condensations dans l'épaisseur des murs
 -
 - 5.0 Préambule
 - 5.1 Domaine d'application
 -
 - 5.1.1
 - 5.1.2
 - 5.1.3
 - 5.2 Énoncé des exigences
 -
 - 5.2.1
 - 5.2.2
 - 5.3 Règles permettant de satisfaire ces exigences
 -
 - 5.3.1 Condensation sur la face intérieure de l'isolant
 - 5.3.2 Condensation dans l'épaisseur de l'isolant
 - 5.3.3 Condensation sur la face intérieure de la paroi extérieure en maçonnerie
 - 5.3.4 Application aux murs courants
- Chapitre 6 règles relatives aux parois en maçonnerie utilisées en soubassement 1
 -
 - 6.1 Domaine de validité
 - 6.2 Conception de la partie hors-sol des maçonneries de soubassement
 - 6.3 Conception de la partie enterrée des maçonneries de soubassement
 -
 - 6.3.0 Exigences
 - 6.3.1 Résistance mécanique, nature et épaisseurs minimales des matériaux constitutifs
 - 6.3.2 Prescriptions particulières aux murs enterrés de sous-sols
- Annexe conception des ouvrages annexes associés aux maçonneries enterrées : regards d'eaux pluviales et réseaux de drainage
 -
 - 0 Objet
 - 1 Considérations générales
 -
 - 1.1
 - 1.2
 - 2 Regards d'eaux pluviales
 - 3 Conception des réseaux de drainage
 -
 - 3.1 Généralités
 - 3.2 Conception globale d'un réseau de drainage
 - 3.3 Conception de la tranchée drainante
 - 3.4 Prescriptions complémentaires relatives aux drainages périphériques de bâtiments
 - 3.5 Prescriptions complémentaires relatives aux réseaux collectifs de drainage
 - 3.6 Collecte et évacuation des eaux drainées
- Annexe B Murs simples en maçonnerie apparente de bâtiments autres que courants (voir 1.2 du CCT et 4.4 du Guide de choix)

Membres de la commission de normalisation

Président M. CLAUZON

Secrétariat : UNION NATIONALE DE LA MACONNERIE

- M ALBENQUE CTTB
- M ALVISET CTTB

- M BALCON BUREAU SOCOTEC
- M BARON WEBER ET BROUTIN
- M BICHATON S.N LANORD ET BICHATON
- M BONHOMME CETEN APAVE
- M BOUINEAU CEBTP
- M BOULLARD CAPEB
- M BRUSIN BNIB
- M CLAUZON UNION NATIONALE DE LA MACONNERIE
- M COLAS CAMPENON BERNARD
- M COLLOT CNET-HLM
- M COSTAZ ENTREPRISE PASCO
- M CUNIN CONTROLE ET PREVENTION
- M DALIGAND SNIP
- M DELASSUS SMI
- M DESDEVISES ATILH
- M DRAN CERIB
- M FONTAINE CTTB
- M LLE FOUSSADIER CTTB
- M FURGEAUD SIPOREX
- M GARNON SMR
- M LLE GIRARDOT AFNOR
- M GIROT AFNOR
- M GROSJEAN UNM
- M HRABOVSKY BNTEC
- M LABRU BUREAU VERITAS
- M LEJEUNE CSTB
- M LUGEZ CSTB
- M MARRAST INGENIEUR CONSEIL
- M MERLET CSTB
- M MIROUX ENTREPRISE MIROUX
- M MONTRELAY CAPEB
- MME MUYLAERT UNEP
- M POSSEME BATIMENT ASSOCIES
- M SCHMOL SNBATI
- M SHUMACHER SNECC
- M SIDOROFF CERIB
- M TARRADE UNSFA
- M TOMAT INGENIEUR CONSEIL

avant-propos

La présente norme expérimentale inclut l'amendement 1 au DTU 20.1 (Règles de calcul et dispositions constructives minimales). Les articles 3.2, 6.1, 6.30 et 6.312 du DTU 20.1 (Règles de calcul et dispositions constructives minimales), de septembre 1985, sont remplacés par les articles de même numérotation de l'amendement 1, d'octobre 1993.

L'Amendement A1 de décembre 1995 apporte les modifications suivantes :

- Les paragraphes 2.1.2.1, 2.1.8.2, 3.3.1 sont modifiés.
- Les paragraphes 3.3.2, 4.1.2 remplacent ceux de même numérotation de la présente norme. Le terme «plein» est supprimé dans les désignations des «blocs de béton cellulaire autoclavé»
- Une annexe B est ajoutée.
- l'amendement modifie la norme XP P 10-202-1 en ce qui concerne les maçonneries de blocs de béton cellulaire autoclavé, les murs doubles, et prend en compte les ouvrages autres que courants.

Les nombreux schémas illustrant ce document sont destinés à faciliter la compréhension du texte ; ils constituent des exemples non exclusifs de réalisation des ouvrages auxquels ils se rapportent

Préambule

0 Rappel des diverses fonctions que les parois et murs traditionnels en maçonnerie ont à assurer dans un bâtiment d'usage courant

Ces fonctions concernent principalement :

- la stabilité mécanique sous les sollicitations normales provenant des charges appliquées ou des déformations imposées par

les phénomènes thermiques, climatiques et de retrait ;

- la sécurité en cas d'incendie et, le cas échéant, en cas de séismes ou d'autres sollicitations exceptionnelles ;
- l'étanchéité à la pluie ;
- une contribution à la satisfaction des exigences hygrothermiques et acoustiques ;
- le cas échéant, l'aspect extérieur et/ou intérieur de la construction.

1 Stabilité mécanique, sécurité sous les sollicitations exceptionnelles

En ce qui concerne la stabilité mécanique, on appliquera le cahier des clauses techniques *DTU n° 20.1* relatif aux travaux de maçonnerie.

On se référera en outre :

- aux Règles de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé 1 ;
 - 1
 - Actuellement *Règles CC BA 68 et BAEL 83*
 -
 -
- aux Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions 2 ;
 - 2
 - Actuellement *Règles NV 65* révisées en 1967 et 1970 et complétées en 1974 et 1975.
 -
 -
- pour le calcul et les dispositions constructives minimales des murs, dans l'attente du DTU « Règles de calcul des maçonneries », aux indications du présent document ;
- pour la conception des murs destinés à être associés à une toiture-terrasse avec plancher en béton armé ou béton précontraint, au *DTU n° 20.12* relatif à la conception du gros oeuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité ;
- si les travaux traditionnels de maçonnerie mettent accessoirement en oeuvre des produits ou procédés non traditionnels faisant l'objet d'Avis Techniques délivrés par la Commission instituée par l'arrêté interministériel du 2 décembre 1969, à l'Avis Technique relatif au produit ou procédé considéré.

La sécurité en cas d'incendie est à apprécier, selon la destination des ouvrages, en fonction des dispositions réglementaires en vigueur.

S'il est prescrit de tenir compte des séismes, on se référera au DTU en vigueur ; actuellement « Règles parasismiques 1969 » dites « *Règles PS 69* », et addenda de 1982.

2 Étanchéité à la pluie, à la neige fondante et à l'air

La satisfaction de l'exigence relative à cette fonction est à examiner tant en partie courante qu'aux points singuliers des parois et murs.

Le problème de l'étanchéité à la pluie en partie courante est traité dans le *Guide pour le choix des types de murs en fonction du site*.

Le problème de l'étanchéité à l'air est à examiner en particulier pour les murs à double paroi, y compris les murs avec bardage : dans le cas de ces murs, le problème se trouve, en effet, reporté :

- d'une part, au niveau de la paroi intérieure lorsque la paroi extérieure est organisée, pour d'autres raisons, de façon telle qu'elle ne peut assurer cette fonction (par exemple, mise en communication avec l'extérieur en vue du rejet des eaux d'infiltration) ;
- d'autre part, aux liaisons de la paroi intérieure avec les autres ouvrages (baies, refends, planchers, coffres de volets roulants, incorporations électriques...),

et ne peut donc être traité de façon complète dans le cadre du présent document.

Pour l'étanchéité au raccordement des murs avec les menuiseries, on se référera au cahier des clauses techniques *DTU n° 20.1* et aux cahiers des charges *DTU n° 36.1 et 37.1* relatifs aux travaux de menuiserie en bois et métal.

3 Hygrométrie et acoustique

Les exigences relatives à ces fonctions dépendent de la destination du bâtiment ; elles font, d'autre part, intervenir d'autres éléments que les seules parois en maçonnerie et ne peuvent être traitées de façon complète dans le cadre du présent document. Pour le calcul des caractéristiques thermiques des parois, on se réfère au DTU « Règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois de construction », dites « *Règles Th-K* » 3.

Actuellement « *Règles Th K 77* ».

Les règles destinées à prévenir les risques de condensation dans les parois extérieures comportant une isolation thermique rapportée sur leur face interne font l'objet du chapitre 5 du présent document.

Pour le choix des parois, on peut se référer aux documents suivants :

- Isolation thermique - titre I, Hygrothermique, des

- « Exemples de solutions pour faciliter l'application du Règlement de construction des bâtiments d'habitation » * ;
- « Exemples de solutions pour faciliter l'application du Règlement de construction concernant les bâtiments autres que l'habitation » ** ;

- Isolation acoustique-titre III Acoustique, des « Exemples de solutions pour faciliter l'application du Règlement de construction des bâtiments d'habitation » *** .

4

Actuellement *Cahier du CSTB n°1505* (juin 1978) et 1994 (avril 1985).

5

Actuellement *Cahier du CSTB n°1506* (juin 1978).

6

Actuellement *Cahier du CSTB n°1373* (avril 1976).

4 Parements

documents de référence

On se référera :

- au *DTU n°20.1* pour les maçonneries apparentes ;
- au DTU spécifique du type de finition rapportée pour les maçonneries protégées par un enduit, un revêtement ou un bardage traditionnel 4 ;
- 7
-
- **DTU 26.1 et 25.1**
- « Travaux d'enduits au mortier de liants hydrauliques » et « Travaux d'enduits intérieurs en plâtre »
- **DTU 41.1**
- « bardages et essentages » (en préparation)
- **DTU 55.1**
- « Revêtements muraux scellés » (en préparation)
- **DTU 55.2**
- « Revêtements muraux attachés »
-
-
- pour les revêtements et bardages non traditionnels ayant fait l'objet d'un Avis Technique, à cet Avis Technique.

Remarque importante

L'attention des maîtres d'oeuvre est tout spécialement attirée sur le fait que le parement extérieur n'a pas seulement un rôle esthétique ; il assume, la plupart du temps, une fonction très importante dans la résistance à la pénétration de l'eau de pluie ; ce parement étant directement exposé au choc thermique, les dispositions qui tendent à accentuer ce choc thermique sont à proscrire ; à cet égard, les revêtements de couleurs foncées sont à éviter pour les façades ensoleillées.

De même, des fissurations et décollements sont à craindre lorsque des revêtements scellés rigides sont mis en oeuvre sur des maçonneries à bas module d'élasticité : de telles dispositions sont à éviter.

En règle générale, les murs en maçonneries doivent recevoir, en partie supérieure, une protection contre la pluie.

Le phénomène de fissuration des maçonneries provient souvent, dans le cas d'association de maçonneries au béton armé, des dilatations et retraités différentiels. Il peut se produire indépendamment du respect des règles de conception et d'exécution élaborées dans le présent document. Il ne présente en général pas de caractère de gravité dans la mesure où l'ouvrage n'est pas rendu impropre à sa destination.

Chapitre 1 généralités

1.1 Objet

Le présent document a pour objet de définir les dispositions constructives minimales (chaînages, appuis des planchers et linteaux, fractionnement des murs par des joints de dilatation et retrait,...), applicables aux maçonneries traditionnelles de petits éléments dont l'exécution est définie par le cahier des clauses techniques *DTU n°20.1*.

Il détermine, en fonction des techniques d'exécution et des risques de pénétration de la pluie, les épaisseurs minimales des parois et murs.

Des dispositions différentes peuvent être adoptées lorsque les murs comprennent une isolation thermique rapportée côté extérieur pour lesquels on se référera au *Cahier du CSTB n°1833* (mars 1983).

Dans l'attente de l'établissement d'un DTU traitant de façon complète et détaillée des « Règles de calcul des murs en maçonnerie de petits éléments », il définit les contraintes admissibles dans les murs et fixe des règles simples de vérification de ces contraintes pour les cas courants.

Il donne les règles à suivre pour éviter les condensations dans l'épaisseur des murs à isolation thermique rapportée sur leur face intérieure. Enfin, il indique les dispositions particulières à respecter pour le cas des maçonneries utilisées en soubassement.

Voir commentaire ci-dessus.

1.2 Domaine d'application

C'est celui défini dans le cahier des clauses techniques *DTU n°20.1*.

Chapitre 2 dispositions constructives minimales

2.1 Ouvrages en béton associés aux maçonneries

2.1.1 Chaînages horizontaux

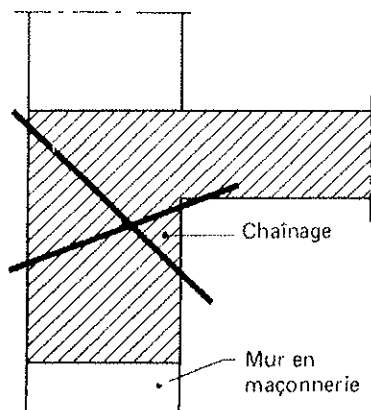
Les murs en maçonnerie porteuse et en maçonnerie de remplissage sont ceinturés à chaque étage, au niveau des planchers, ainsi qu'en couronnement, par un chaînage horizontal en béton armé, continu, fermé ; ce chaînage ceinture les façades et les relie au droit de chaque refend.

Dans le cas de maçonnerie de remplissage, la fonction de chaînage est normalement assurée par l'ossature.

2.1.1.1 Section transversale du béton

La section transversale du béton de ces chaînages doit être limitée en façade (fig. 1).

Figure 1



Les sections importantes de béton constituent, en l'absence de précautions particulières, une source de désordres dans les maçonneries.

En général, la hauteur d'un chaînage de façade est celle du plancher qui lui est associée (fig. 2a). Dans le cas de planchers autres que les planchers en béton armé (par exemple, planchers à solivages en bois ou en métal, certains planchers en béton précontraint ne comportant pas d'armatures dépassant en about, ...), des chaînages plats peuvent être réalisés (fig. 2b).

Figure 2a

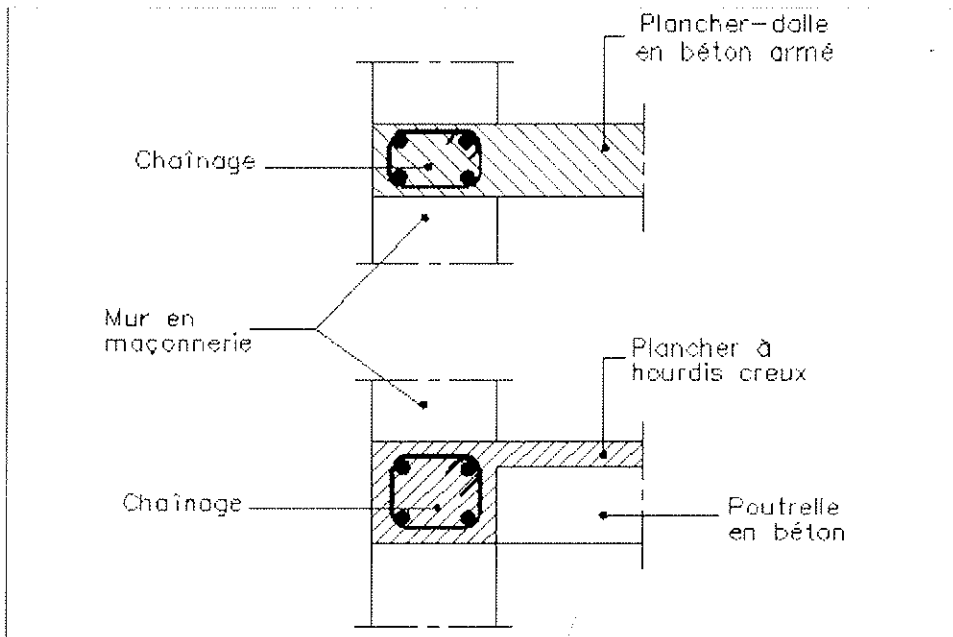
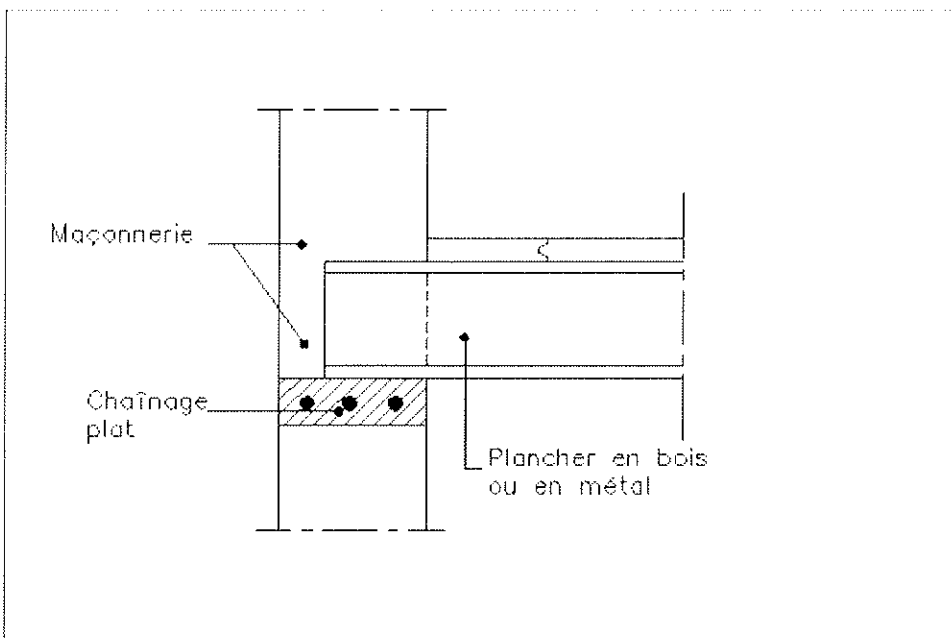


Figure 2b



2.1.1.2 Armatures

2.1.1.2.1

Les armatures des chaînages horizontaux doivent respecter les règles de bonne construction du béton armé (recouvrements, ancrages, etc.). Des liaisons efficaces doivent être assurées entre les armatures des divers chaînages (fig. 3a et b).

Figure 3a Les chaînages verticaux éventuels ne sont pas représentés

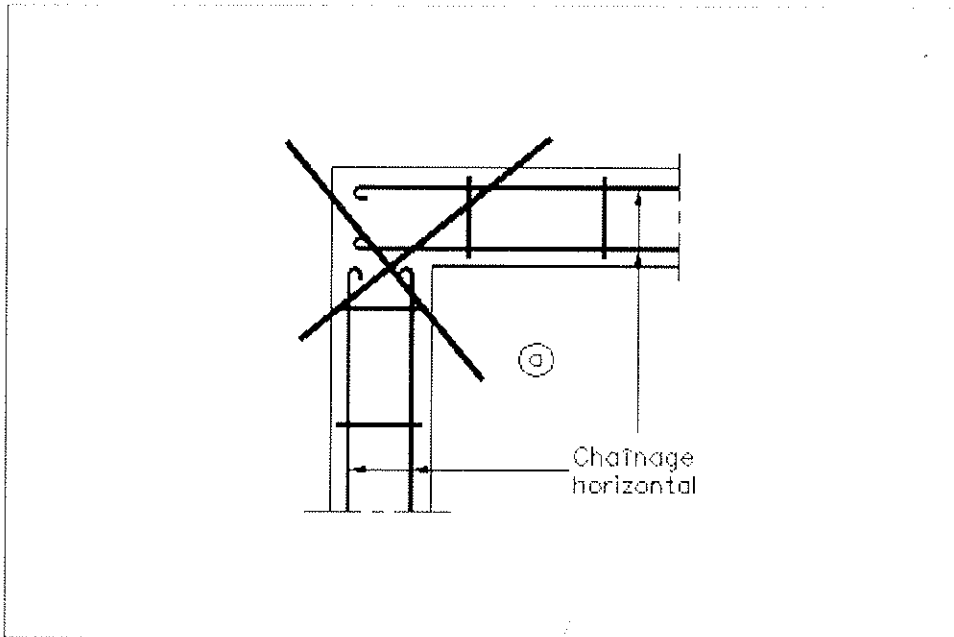
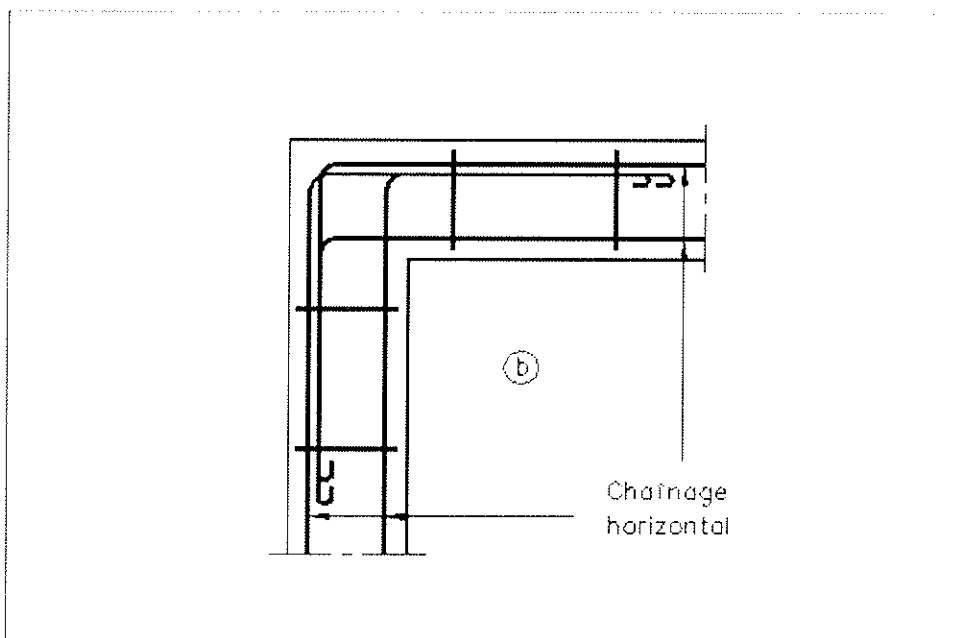


Figure 3b Les chaînages verticaux éventuels ne sont pas représentés



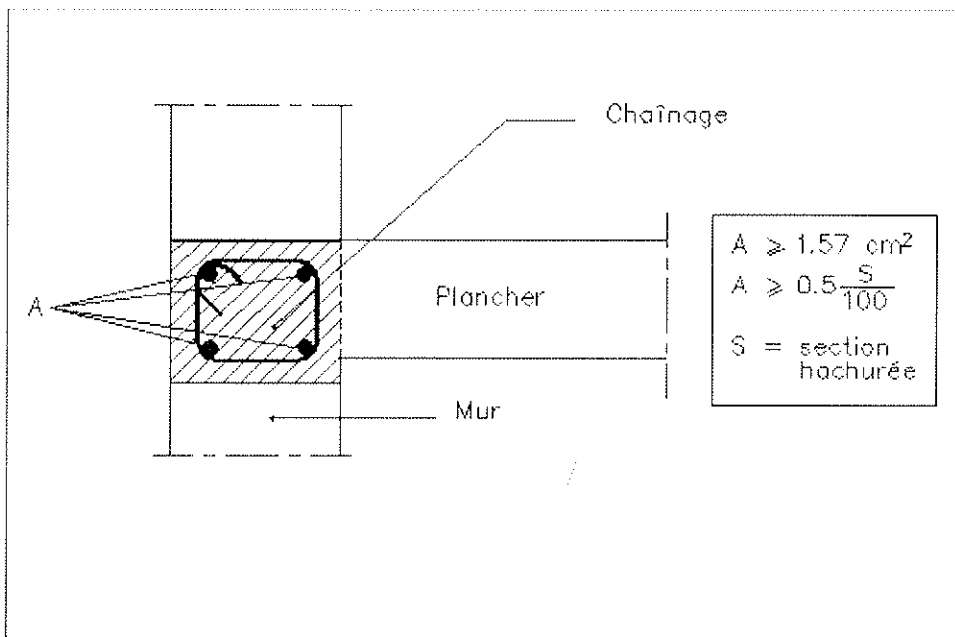
2.1.1.2.2

Dans les étages courants, le pourcentage minimal des armatures longitudinales des chaînages surmontant les murs extérieurs et intérieurs, rapporté à la section de béton du chaînage, est de :

$$\frac{0,5}{100} \times \frac{40}{C_{e,n}}$$

formule dans laquelle σ_{en} représente la limite d'élasticité garantie de l'acier, en daN/mm².

Figure 4a Armatures minimales des chaînages (pour un acier Fe E 40)



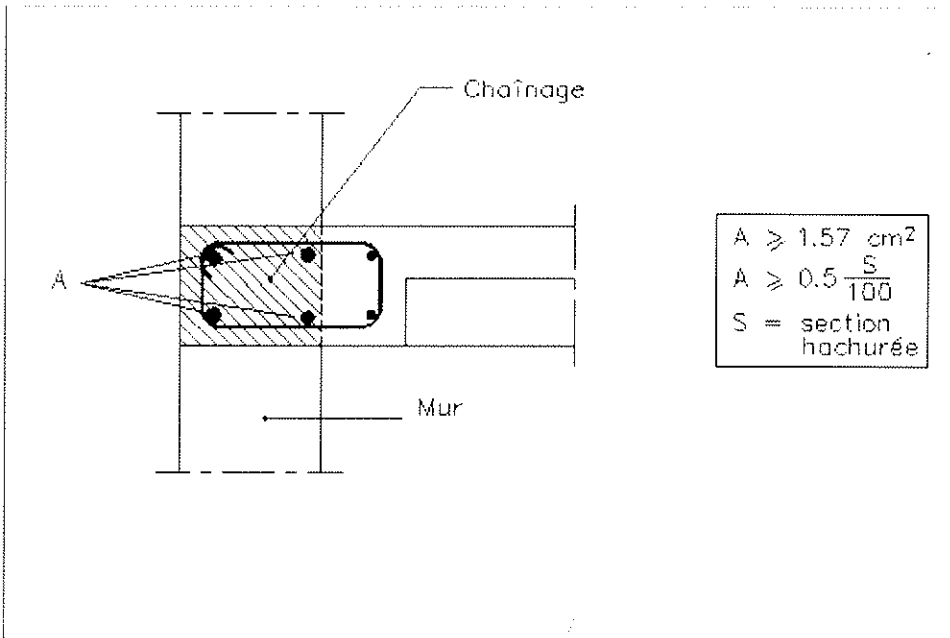
En outre, la section des armatures longitudinales des chaînages, telle qu'elle résulte du pourcentage précédent, ne peut être inférieure à :

- 3 cm² dans le cas d'aciers de la nuance Fe E 22,
- 1,57 cm² (soit 2 C6 10) dans le cas d'aciers de la nuance Fe e 40,
- 1,50 cm² dans le cas d'aciers des nuances Fe E 45 et Fe E 50.

A section équivalente, plusieurs barres de faible diamètre sont préférables à des barres de gros diamètre, et les aciers à haute adhérence sont recommandés.

Lorsque la largeur du chaînage excède l'épaisseur du mur, les pourcentages ci-dessus s'appliquent à la section du béton comprise dans l'épaisseur du mur (fig. 4b) et les armatures sont à placer dans cette section.

Figure 4b Armatures minimales des chaînages (pour un acier Fe E 40)



Des armatures transversales peuvent, le cas échéant, être prévues pour le montage des armatures longitudinales.

2.1.1.2.3

Dans le cas de planchers-terrasses en béton armé, la section minimale des armatures longitudinales des chaînages est de :

$$3,85 \times \frac{40}{\sigma_{en}} \text{ cm}^2$$

σ_{en} étant la limite d'élasticité garantie de l'acier, en daN/mm².

Ces armatures sont distinctes de celles des voiles d'acrotère (voir DTU n°20.12, annexe 2) ou des corniches (art. 2.1.7.3).

La section minimale ainsi définie est de :

- 7 cm² dans le cas d'aciers de nuance Fe F 22,
- 3,85 cm² dans le cas d'aciers de nuance Fe E 40,
- 3,08 cm² dans le cas d'aciers de nuance Fe E 50.

A section équivalente, plusieurs barres de faible diamètre sont préférables à des barres de gros diamètre, et les aciers à haute adhérence sont recommandés.

2.1.1.2.4

Il n'est pas traité du cas des planchers chauffants qui nécessitent un renforcement des armatures longitudinales, suivant la nature du chauffage et la disposition des éléments chauffants.

2.1.2 Chaînages verticaux

2.1.2.1

Sauf exception définie en 2.1.2.3, des chaînages verticaux doivent être établis lorsque les trois conditions ci-après sont réunies :

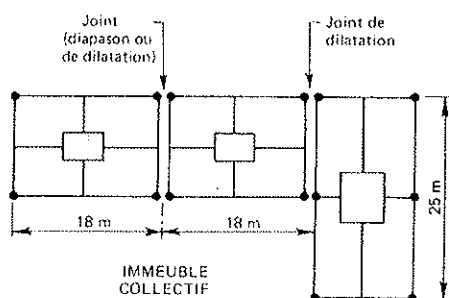
- les murs en maçonnerie sont porteurs ;
- ces murs sont réalisés avec l'un des matériaux ci-après :
 - briques creuses de terre cuite (à face de pose continue ou à rupture de joint) à perforations horizontales (norme NF P 13-301),
 - blocs perforés de terre cuite à perforations verticales à enduire (norme NF P 13-305) ou destinés à rester apparents (norme NF P 13-306),

- blocs creux de granulats courants (norme NF P 14-301),
 - blocs creux de granulats légers (norme NF P 14-304),
 - blocs de béton cellulaire autoclavé (norme NF P 14-306) ;
- le plancher haut du premier étage est en béton armé ou précontraint 1 .
 - 8
 - Tel que plancher en dalles pleines, coulées en place, plancher à poutrelles et entrevous avec table de compression coulée en oeuvre, ...
 -
 -

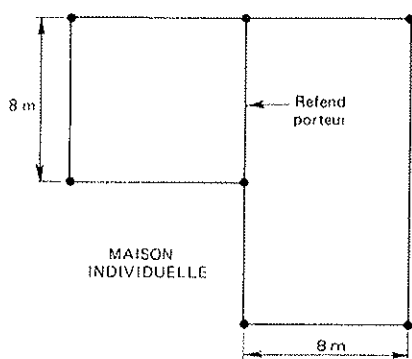
L'utilité des chaînages verticaux est double : ils ceinturent la maçonnerie en liaison avec ces chaînages horizontaux et s'opposent par ailleurs au soulèvement des dalles de planchers en béton armé dans les angles. Dans le cas des maçonneries d'éléments pleins où l'exécution de ces chaînages est plus délicate, il convient de pallier les conséquences d'une fissuration toujours possible par des dispositions pouvant s'opposer aux pénétrations d'eau (bandeau saillant, débord de toiture,...), dispositions d'ailleurs utiles dans tous les cas car limitant le ruissellement sur les parois.

Ces chaînages doivent être réalisés au moins dans les angles saillants et rentrants des maçonneries, ainsi que de part et d'autre des joints de fractionnement du bâtiment (fig. 6).

Figure 6 Exemples d'implantation des chaînages verticaux (coupe horizontale)/immeuble collectif/Chaînages verticaux

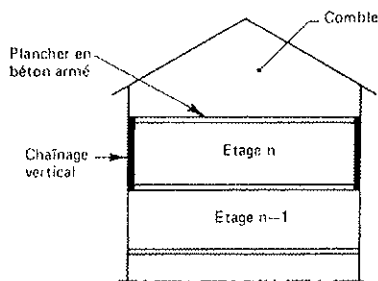
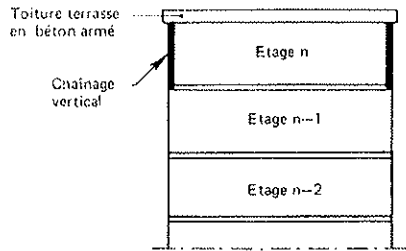


● Chaînages verticaux



Ils sont alors placés :

- dans la hauteur du dernier étage dans le cas des planchers-terrasses en béton armé ou en béton précontraint (fig. 5a) ;
- Figure 5
-
-



-
-
-
- dans la hauteur de l'étage situé sous le dernier plancher dans le cas où le plancher surmontant ce dernier étage n'est pas un plancher terrasse (par exemple, plancher de comble) et où ce plancher est en béton armé (ou précontraint) (fig. 5b) .

Ces chaînages verticaux constituent de simples liaisons et n'interviennent pas comme des poteaux d'ossature. Leur section doit toutefois permettre la mise en place correcte du béton (voir art. 3.3.1.3 du cahier des clauses techniques DTU n°20.1).

Un alvéole de section carrée de 10 cm de côté ou circulaire de 10 cm de diamètre est, en général, suffisant.

2.1.2.2

La section d'armatures des chaînages verticaux, réalisée en acier à haute adhérence de la nuance Fe E 40, doit être au moins équivalente à celle qui correspond à 2 C6 10. Ces armatures doivent être ancrées par retour d'équerre dans les planchers ou les chaînages horizontaux.

Les recouvrements sont établis pour assurer la continuité.

2.1.2.3

Les chaînages verticaux ci-dessus peuvent ne pas être établis lorsque le plancher en béton armé ou précontraint n'est pas un plancher terrasse et à condition que :

- le plancher soit lui-même isolé dans le comble ou que le comble lui-même soit isolé,
- les dispositions 3.3.2.1 complétant l'habillage du chaînage horizontal du plancher et décrites à l'article 3.3.2.1 du cahier des clauses techniques DTU n°20.1 soient respectées.

2.1.3 Appui de linteaux isolés

La longueur d'appui de linteaux isolés résultant des calculs statiques qui précèdent sera limitée au minimum de 0,20 m.

Voir art. 3.3.3.4 du cahier des clauses techniques DTU n°20.1 .

2.1.4 Appui des planchers

L'appui des planchers sur les parois porteuses est, sauf justification, au moins égal aux 2/3 de l'épaisseur de ces parois, enduits non compris.

Voir art. 3.3.1.1 du cahier des clauses techniques DTU n°20.1 . Cette règle est particulièrement importante dans les derniers niveaux.

2.1.5 Appuis des baies

Les appuis de baies en béton armé de grande longueur (supérieure à 2 m) doivent comporter un pourcentage d'armatures longitudinales suffisant pour contrecarrer les effets du retrait.

A défaut de justification, un pourcentage minimal forfaitaire de 0,25 % est admis.

2.1.6 Trumeaux porteurs

Les trumeaux porteurs de moins de 0,80 m de largeur doivent comporter un élément porteur, en béton, prolongé au moins jusqu'au chaînage inférieur.

Quand les efforts transmis par cet élément porteur conduisent à des contraintes supérieures aux contraintes admissibles (art. 4.1), dans le matériau constitutif de la maçonnerie, une semelle de répartition ou un renforcement de ce chaînage est nécessaire. Les armatures du trumeau en béton sont ancrées dans cette semelle.

Voir art. 3.3.3.2 du cahier des clauses techniques DTU n° 20.1.

2.1.7 Cas particulier des ouvrages saillants

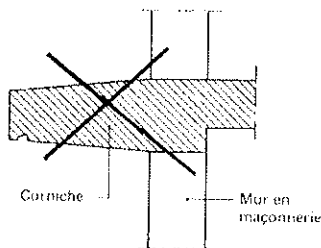
Il s'agit ici des ouvrages en béton armé, saillants en façade (bandeaux, balcons, loggias, coursives ou corniches), à l'exclusion des acrotères surmontant éventuellement les maçonneries du dernier étage, lesquels sont traités dans le DTU n° 20.12.

Les figures illustrant le présent article ne sont pas représentées dans les Règles BAEL. Elles ont pour but de permettre une meilleure compréhension du texte. C'est la raison pour laquelle il a paru utile de rappeler, en face de ces figures, les prescriptions des Règles BAEL.

2.1.7.1 Section du béton

Lorsque des ouvrages extérieurs en béton armé sont saillants en façade, leur section doit être réduite à la valeur strictement nécessaire (fig. 7).

Figure 7



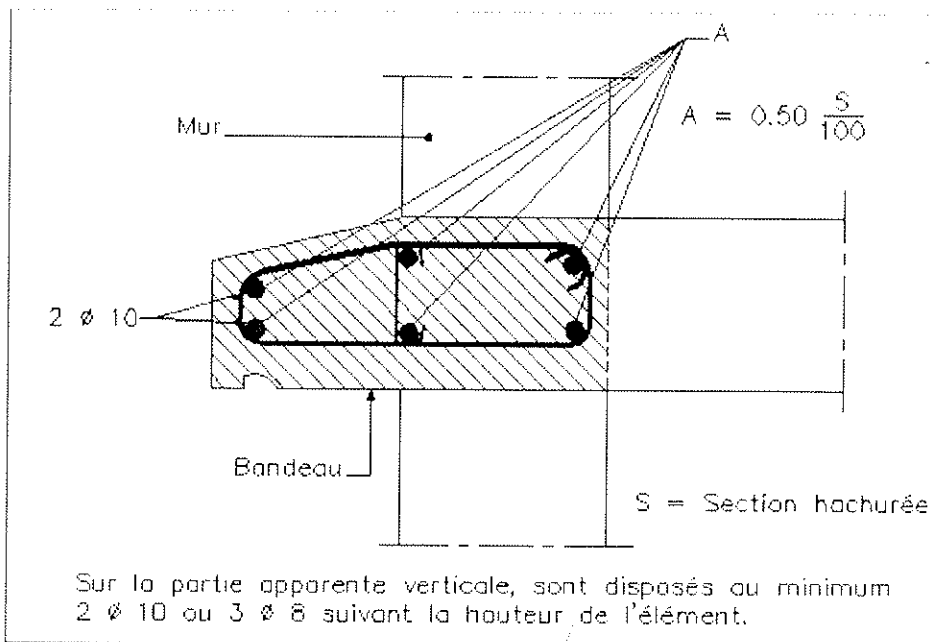
Il faut éviter les éléments extérieurs volumineux en béton.

2.1.7.2 Bandeaux saillants

Leur longueur est, en général, égale à la distance entre joints de fractionnement (art. 2.2).

Ils doivent comporter une section longitudinale d'armatures à haute adhérence, de la nuance Fe E 40, au moins égale à 0,50 % de la section du béton (fig. 8).

Figure 8



2.1.7.3 Balcons, loggias, coursives ou corniches

Lorsque ces éléments sont recoupés par des joints transversaux dont la distance est au plus égale à :

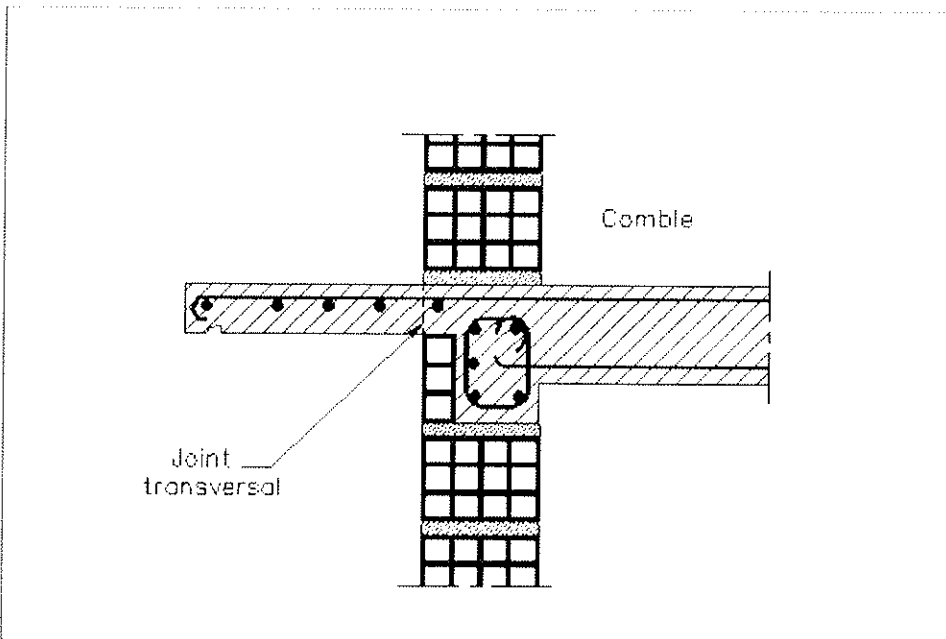
- 6 m dans les régions humides et tempérées (fig. 9) ,

• Figure 9

•

•

•



•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

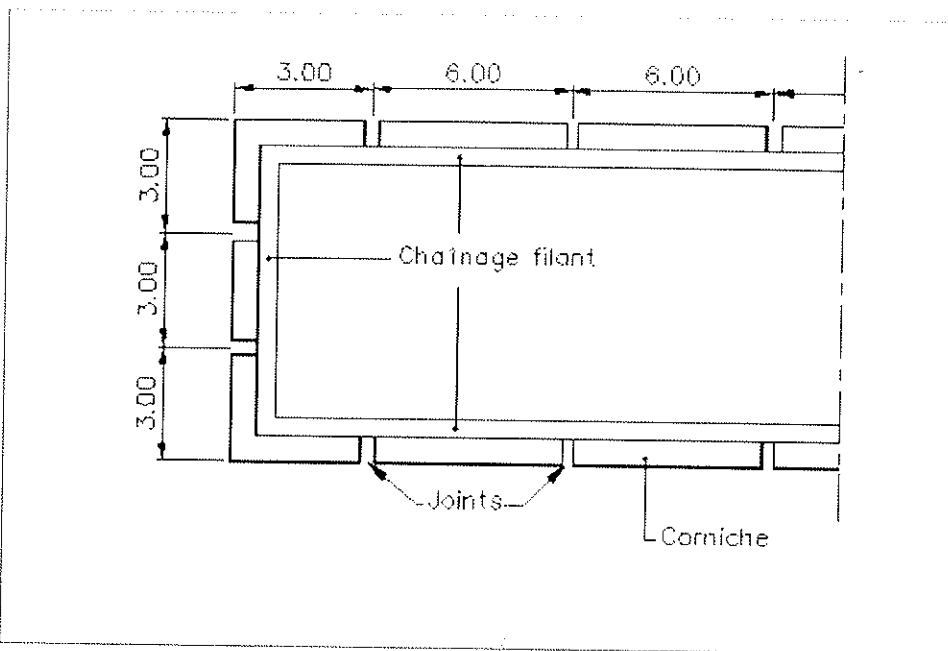
•

•

•

•

Figure 9

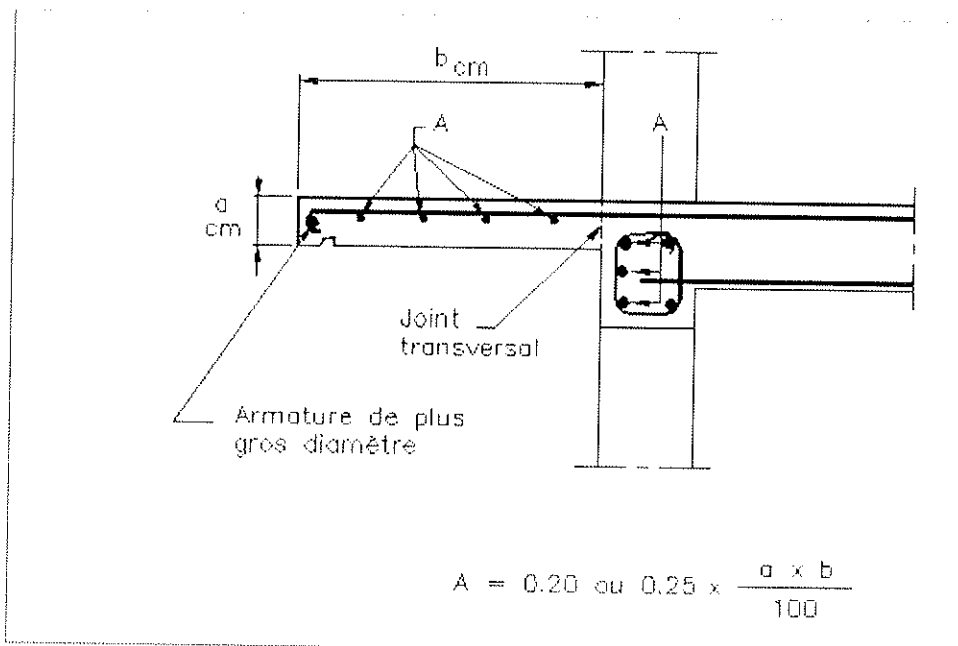


- 4 m dans les régions sèches ou à forte opposition de température (telles la région littorale méditerranéenne et certaines régions de l'Est à climat relativement continental),

ils doivent comporter un pourcentage d'armatures longitudinales à haute adhérence, de la classe Fe E 40, au moins égal à (fig. 10) :

- 0,20 % de la section de béton, lorsque le béton a une résistance à la traction σ_{28} au moins égale à 24 bars et que des précautions sont prises pour éviter une dessiccation trop rapide pendant les premiers jours du durcissement,
- 0,25 % de la même section lorsque les conditions ci-dessus ne sont pas réalisées.

Figure 10 Corniche ou balcons recoupés par des joints transversaux rapprochés



Lorsque les longueurs des éléments dépassent :

- 12 m dans les régions humides et tempérées,
- 8 m dans les régions sèches ou à forte opposition de température.

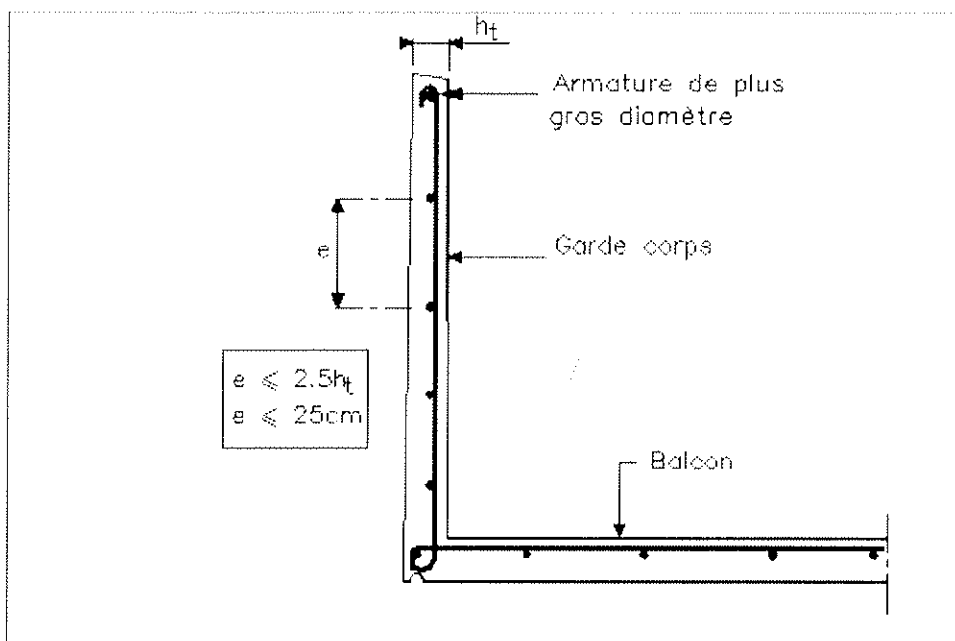
- ou lorsque les éléments sont solidaires à leurs extrémités d'une structure rigide (balcon ou loggia entre deux murs),

la section des armatures longitudinales est au moins égale à 0,50 % de la section de béton.

Pour les longueurs comprises entre 6 m et 12 m d'une part, et 4 m et 8 m d'autre part, suivant les régions, la section minimale des armatures longitudinales est obtenue par interpolation linéaire entre les valeurs précédentes.

L'espacement maximal des armatures longitudinales est égal à la plus petite des deux valeurs $2,5 h_t$ (h_t étant l'épaisseur minimale de l'élément) et 25 cm (fig. 11).

Figure 11



Il est recommandé de renforcer la section d'armatures par mise en place d'une barre de plus gros diamètre ou éventuellement d'un groupe de barres,

- au voisinage de l'extrémité des éléments en saillie (bandeaux saillants, balcons) (fig. 10 et 11),
- à la partie haute des garde-corps (fig. 11).

Les barres de trop gros diamètre placées à l'extrémité d'un élément mince exposé aux intempéries sont à éviter, en raison du risque de corrosion de l'acier et d'éclatement du béton.

Les armatures normales ou de renfort à l'extrémité des éléments saillants ne doivent pas avoir un diamètre supérieur à 10 mm.

Pour éviter que des fissures ne se propagent dans le prolongement des joints transversaux lorsque de tels joints ont été prévus, il faut que les balcons, corniches, etc, comportent au droit des joints et au voisinage de la coupure, des armatures dont la section est du même ordre que celle disposée dans l'élément coupé.

2.1.8 Cas particulier des murs enterrés en maçonnerie enduite en blocs de béton cellulaire autoclavé (contreforts de soutènement)

2.1.8.1

Afin d'accroître la stabilité des murs précités sous la poussée des terres, il y a lieu d'établir des contreforts verticaux espacés de :

- 6 m lorsque la hauteur H des terres est inférieure à 1,80 m,
- 2,50 m lorsque la hauteur H des terres est comprise entre 1,80 m et 2,40 m,

cette hauteur étant mesurée à partir du niveau bas du local (fig. 12 et 13).

Figure 12

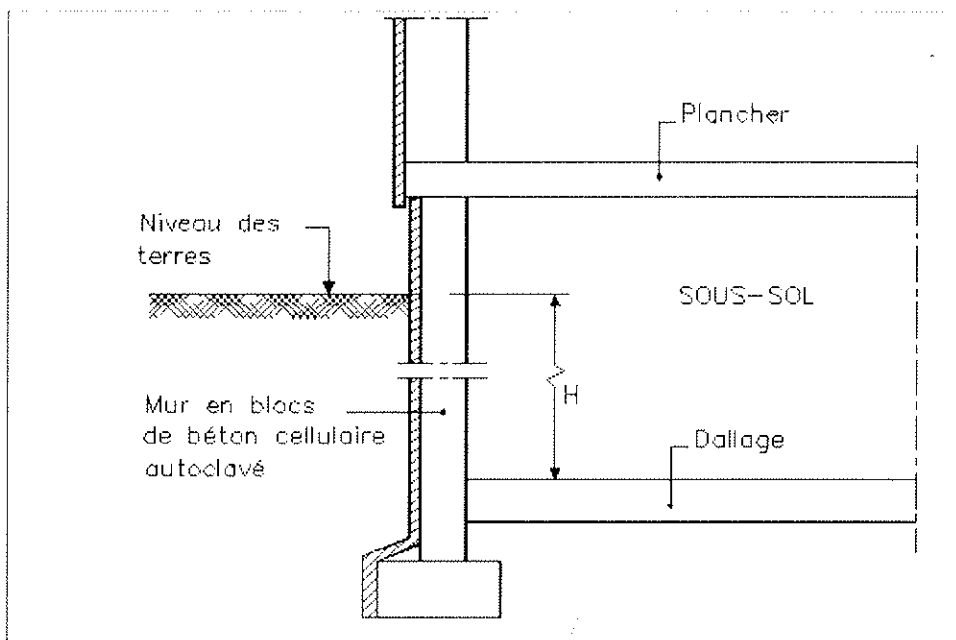
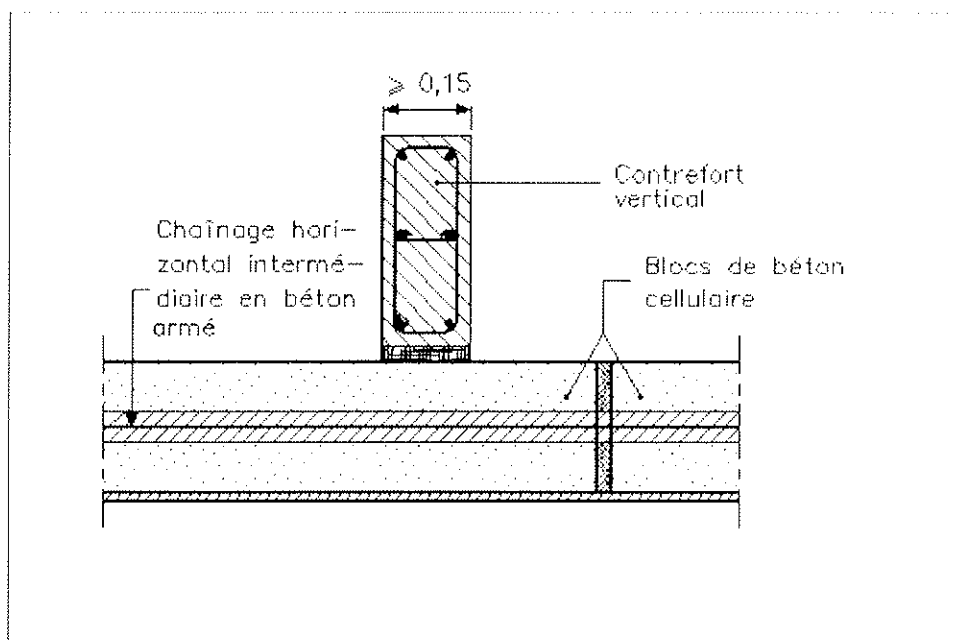


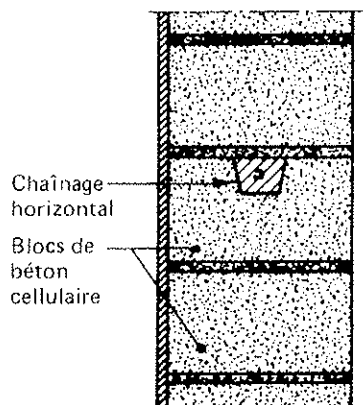
Figure 13 Coupe horizontale sur un contrefort au niveau d'un chaînage horizontal



2.1.8.2

En plus de ces raidisseurs verticaux, il est nécessaire d'établir dans les joints horizontaux de maçonnerie situés environ au tiers et aux deux tiers de la hauteur des murs, des chaînages intermédiaires en béton armé de section 5×5 cm environ, ayant pour armature minimale un acier $\varnothing 12$ à haute adhérence (fig. 14) ou de mettre en place dans tous les joints horizontaux des armatures en treillis galvanisé.

Figure 14 Coupe verticale sur un chaînage horizontal



2.2 Fractionnement des murs par des joints de dilatation et de retrait

2.2.1 Considérations générales

Des joints de dilatation et de retrait sont nécessaires dans les maçonneries de grande surface.

La distance entre deux joints successifs, ou entre l'extrémité du bâtiment et le premier joint, est à apprécier en fonction des éléments ci-après :

- rôle des maçonneries (porteuses ou de remplissage),
- conception générale du bâtiment.

A défaut de justifications, les distances maximales fixées à l' *article 2.2.2* seront retenues.

2.2.2 Distance maximale entre joints

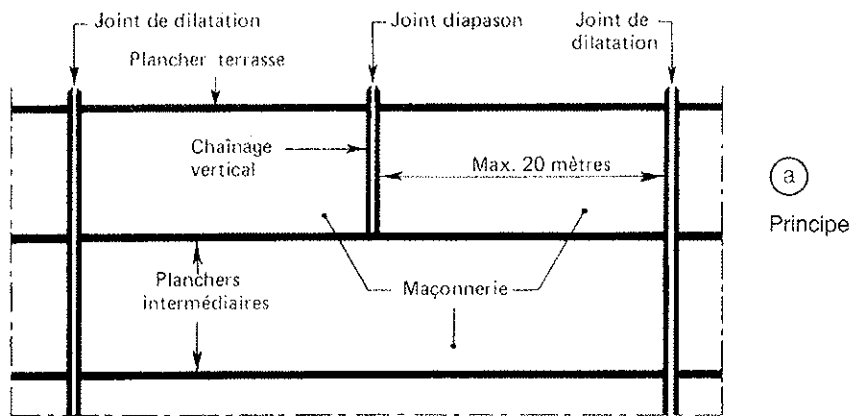
2.2.2.1 Maçonneries porteuses

Dans les constructions à façades en maçonnerie porteuse, les joints de dilatation et de retrait intéressent toute la structure ; leur espacement ne peut être supérieur aux valeurs ci-après :

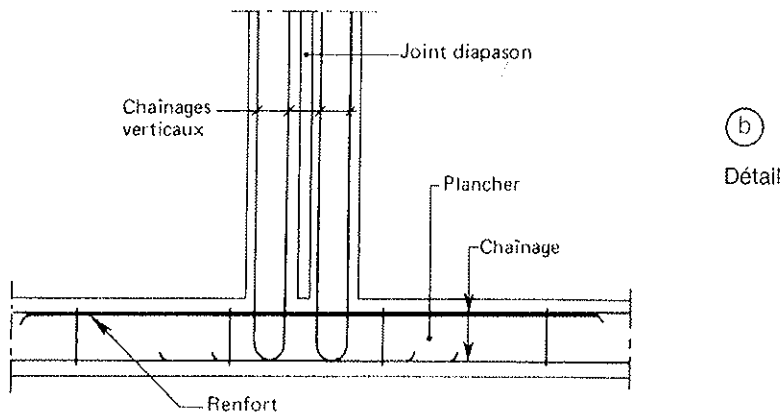
- 20 m dans les régions sèches ou à forte opposition de température,
- 35 m dans les régions humides et tempérées.

Lorsque les ouvrages surmontant le plancher en béton armé de la toiture ont une résistance thermique inférieure à celle qui figure dans le *DTU n°20.12*, il est nécessaire de recouper le gros oeuvre de la toiture et les maçonneries porteuses dans la hauteur du dernier étage par des joints supplémentaires, appelés « joints diapason », et prévus de telle sorte que la distance entre joints de fractionnement successifs ne dépasse pas 20 m (fig. 15).

Figure 15 Joint diapason - principe et détail



(a)
Principe



(b)
Détail

a Entre les valeurs limites de 20 m et 35 m, on peut retenir, pour un bâtiment de situation géographique déterminée, une valeur intermédiaire justifiée. A titre d'exemple, on peut admettre comme distances entre joints des longueurs de :

- 20 m dans les départements voisins de la Méditerranée,
- 25 m dans les régions de l'Est, les Alpes, les Pyrénées et le Massif central,
- 30 m dans la région parisienne,
- 35 m dans les régions de l'Ouest.

a Il est à noter, à cet égard, que les règles de conception et de calcul des ouvrages en béton armé actuellement en vigueur [^] admettent que l'on peut ne pas tenir compte, pour les bâtiments courants (bâtiments d'habitation et à usage de bureaux), des effets du retrait et des variations de la température extérieure, dès l'instant que ces bâtiments sont recoupés par des joints dont la distance ne dépasse pas :

- 25 m dans les régions sèches ou à forte opposition de température,
- 50 m dans les régions humides et tempérées.

Pour la France métropolitaine, un commentaire de ces mêmes règles admet les distances maximales ci-après entre joints :

- 25 m dans les départements de la Méditerranée,
- 30 à 35 m dans les régions de l'Est, les Alpes et le Massif central,
- 40 m dans la région parisienne,
- 50 m dans les régions de l'Ouest.

Il est toutefois bien précisé, dans ces mêmes règles, que cette tolérance ne s'applique qu'aux bâtiments ayant une ossature complète en béton armé reposant sur des supports normalement flexibles (ce qui est le cas des poteaux courants en béton armé non bloqués par des remplissages).

Lorsque le support des planchers en béton armé est constitué par des panneaux de maçonnerie, ces panneaux n'ont en général pas une déformabilité suffisante, et il en résulte dans les maçonneries des sollicitations de traction et de cisaillement (le problème

est d'ailleurs sensiblement le même lorsque des panneaux en maçonnerie viennent en remplissage d'une ossature porteuse en béton armé - cas qui fait l'objet de l' *article 2.2.2.2*). C'est la raison pour laquelle les distances entre joints de fractionnement doivent être réduites dans le cas où les murs sont en maçonnerie.
 Dans l'édition actuelle du DTU n°20.12, la résistance thermique minimale requise pour les ouvrages surmontant le plancher de la toiture est de $1 \text{ }^\circ\text{C.m}^2/\text{W}$.

9
 Actuellement *Règles BAEL*

2.2.2.2 Maçonneries de remplissage

Dans les constructions à façades en maçonnerie de remplissage, les joints de dilatation et de retrait intéressent toute la structure ; leur espacement maximal doit être compris entre les deux limites ci-après :

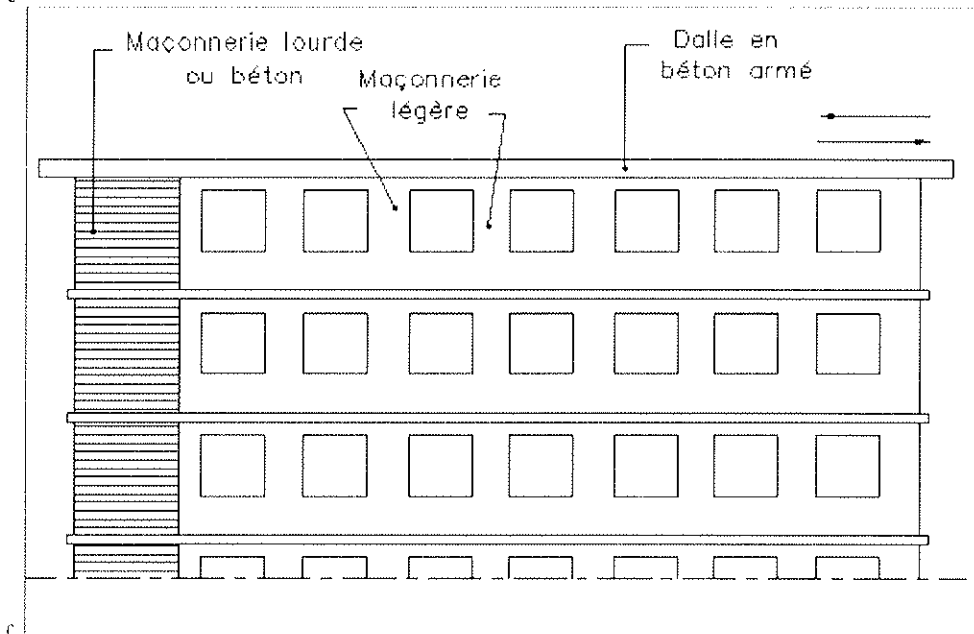
- 20 à 35 m dans les régions sèches ou à forte opposition de température,
- 30 à 35 m dans les régions humides et tempérées.

- a Dans la fourchette des valeurs limites indiquées pour une région donnée, la limite supérieure peut, à titre indicatif, être retenue lorsque les maçonneries de remplissage sont homogènes sur toute la longueur du bâtiment et lorsque le point d'ancrage du plancher (cage d'escalier, cage d'ascenseur) se trouve sensiblement au centre du corps du bâtiment compris entre deux joints successifs.
- b Par contre, la limite inférieure est à retenir lorsqu'il existe un point d'ancrage (cage d'escalier, murs en maçonnerie lourde ou en béton) très excentré par rapport au corps de bâtiment considéré (fig. 16) de telle sorte que les effets du retrait et de la dilatation ne s'exercent pratiquement que dans une seule direction. De même, les solutions dans lesquelles il existe aux deux extrémités du bâtiment, des maçonneries lourdes ou des murs en béton banché (fig. 17) impliquent presque toujours la création d'un joint intermédiaire, même lorsque la longueur du bâtiment est inférieure aux valeurs ci-dessus.

c Figure 16

d

e



f

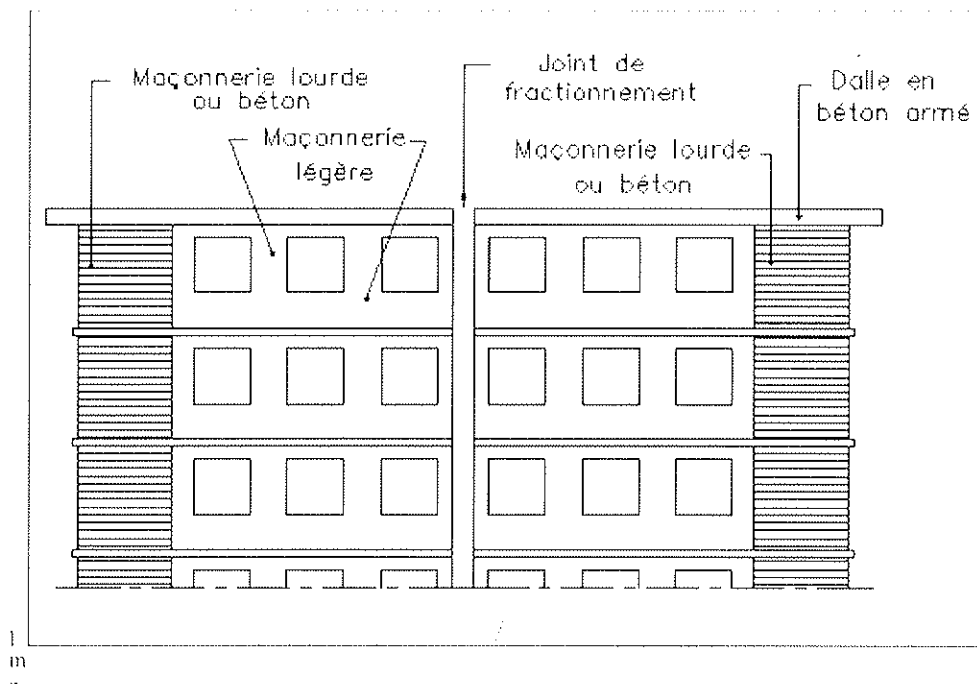
g

h

i Figure 17

j

k



o Entre les valeurs limites indiquées ci-avant, on peut retenir, pour un bâtiment de situation géographique déterminée, des fourchettes de valeurs intermédiaires justifiées. A titre d'exemple, pour la France métropolitaine, on peut admettre, entre joints, les longueurs ci-après :

- 20 à 25 m dans les départements voisins de la Méditerranée,
- 25 à 35 m dans les régions de l'Est, les Alpes, les Pyrénées et le Massif central,
- 30 à 40 m dans la région parisienne,
- 35 à 50 m dans les régions de l'Ouest.

Voir articles 4.4.4 et 4.5.2.6 du cahier des clauses techniques DTU n° 20.1 .

Les prescriptions indiquées à l' *article 2.2.2.1* concernant l'étage sous-toiture (joints diapason) s'appliquent également au cas des maçonneries de remplissage.

Un fractionnement complémentaire, intéressant seulement la maçonnerie de remplissage, par des joints calfeutrés après coup avec un mastic, distants de 8 à 15 m selon la conception et les conditions d'exposition de la façade, doit éventuellement être prévu à tous les étages, lorsque la maçonnerie est constituée de matériaux à fortes variations dimensionnelles.

Chapitre 3 épaisseurs minimales des parois et murs

3.1 Murs de façade

3.1.1 Épaisseurs minimales des parois principales des murs de type I, II et III, en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie

Pour la définition des types de murs, voir le *chapitre 2 du Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site* .

3.1.1.1 Domaine d'application

L'épaisseur considérée est l'épaisseur brute des parois en maçonnerie des murs simples ou de la paroi extérieure des murs avec doublage constituant des murs de types I, II ou III.

Toutefois, dans le cas de revêtements minces en pierres attachées (*DTU n°55.2*) , l'on peut admettre les épaisseurs qui sont indiquées ci-après pour les murs des types II ou III, étant entendu que, dans ces types de murs, la paroi interne n'est pas enduite sur sa face extérieure.

Cette épaisseur est définie dans l'hypothèse de matériaux répondant aux normes en vigueur, mis en oeuvre conformément aux

indications du cahier des clauses techniques DTU n°20.1 .

Pour les murs doubles, on se référera à l' article 3.4.2 du cahier des clauses techniques DTU n°20.1 et pour les parois de maçonnerie placées en habillage extérieur de maisons légères à ossature porteuse, à l' article 3.5 de ce même document .*Remarque*

Des épaisseurs inférieures à celles définies dans ce chapitre peuvent être envisagées dans certaines conditions :

- ce peut être le cas, par exemple, de murs de type II ou III où toutes les prescriptions, notamment celles requises vis-à-vis du risque de pénétration de l'eau de pluie (dispositifs spécifiques, précautions contre la fissuration...), excepté celle de l'épaisseur de paroi, sont satisfaites et où, d'autre part, le site de la construction est moins sévère que ne le permettrait le type de mur réalisé : un examen cas par cas est nécessaire pour apprécier dans quelles limites les précautions ci-dessus et la moindre sévérité de l'exposition autorisent une réduction de l'épaisseur ;
- ce peut être aussi le cas de certains procédés mettant en oeuvre des murs dont la conception générale est identique à celle des murs du type III avec paroi externe en maçonnerie et cloison interne de doublage, mais fondés sur le principe que la paroi extérieure a pour rôle de servir d'écran à la pluie fouettante et peut laisser passer des quantités d'eau non négligeables, mais sans pression ; ces procédés peuvent être satisfaisants, mais ils exigent une étude particulière cas par cas, tout spécialement en ce qui concerne les dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux, l'étanchéité à l'eau en partie basse, au raccordement avec les murs en retour et les tableaux d'allèges, l'étanchéité à l'air, etc.

Ces différents cas ne sont donc pas traités dans le présent document.

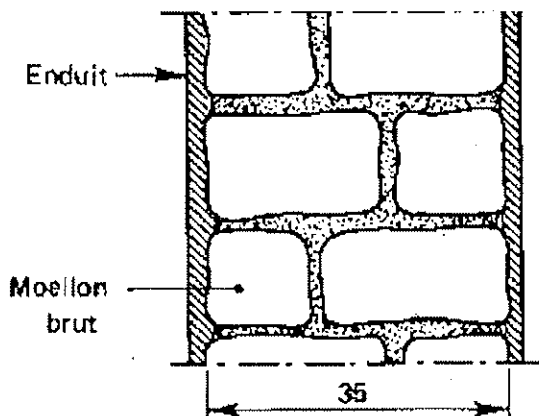
3.1.1.2 Murs et parois en moellons et pierres de taille

3.1.1.2.1 murs en moellons bruts enduits

L'épaisseur de la paroi unique (murs des types I et IIa) ou de la paroi extérieure (murs des types IIb et III) est fonction des dimensions courantes des moellons.

Il est rare qu'une paroi en moellons bruts enduits puisse avoir une épaisseur inférieure à 35 cm (fig. 18) .

Figure 18 Murs du type I en moellons bruts épaisseur minimale



3.1.1.2.2 cas des maçonneries apparentes (moellons bruts, moellons taillés, pierre de taille)

Les épaisseurs minimales de maçonneries en pierres apparentes sont fixées en fonction du coefficient C de capillarité du matériau employé.

- Le cheminement de l'eau par capillarité à travers une paroi non enduite est en effet lié au coefficient d'absorption d'eau par capillarité du matériau constitutif de cette paroi.
- Le coefficient C de capillarité considéré ici est le coefficient mesuré perpendiculairement au parement, en utilisant la technique d'essai définie, pour les pierres calcaires, par la norme NF B 10-502 .

Les prescriptions ci-après ne sont valables que si le coefficient de capillarité du mortier de pose est du même ordre de grandeur, ou moins élevé, que celui de la pierre correspondante.

Dans le cas où le coefficient de capillarité du mortier de pose est supérieur à celui de la pierre, l'épaisseur minimale du mur est déterminée à partir du tableau de l'article 3.1.1.2.3 ci-dessous , mais en supposant que la pierre utilisée a le même coefficient de capillarité que le mortier de pose.

Dans le cas de pose au plâtre ordinaire, il est rappelé que le coefficient de capillarité de ce matériau est en général supérieur à 50.

3.1.1.2.3 murs en pierre de taille apparente ou en moellons taillés apparents

Compte tenu des considérations précédentes, l'épaisseur minimale brute exprimée en centimètres des parois extérieures en pierre de taille ou moellons taillés apparents est fixée par le tableau ci-après :

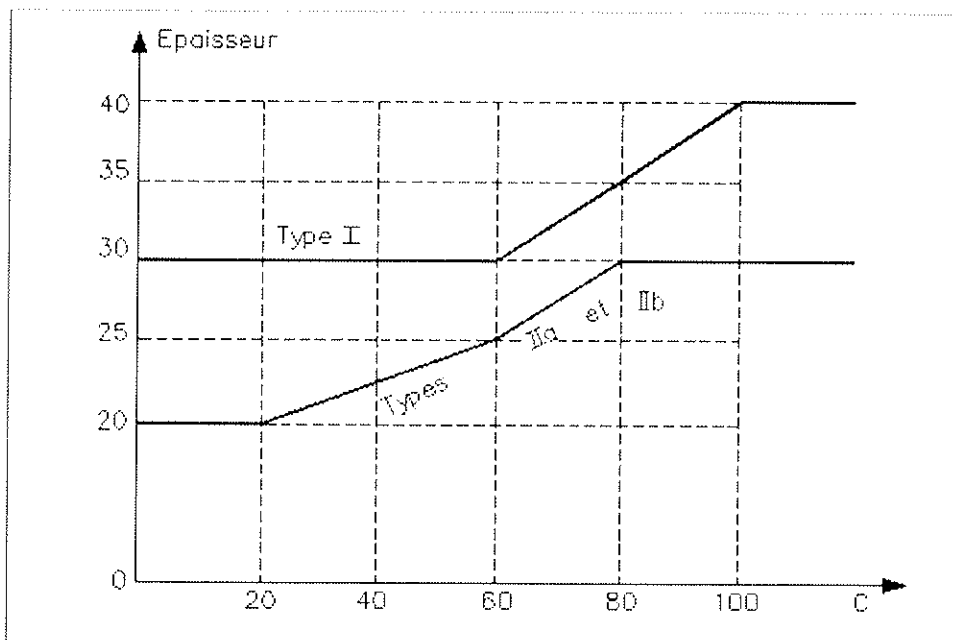
Coefficient C de capillarité	Type I	Type IIa	Type IIb	Type III
$C \leq 20$	30	20	20 *	20 *
$C = 40$	30	22,5	22,5 *	20 *
$C = 60$	30	25	25 *	20 *
$C = 80$	35	30	30 *	20 *
$C \geq 100$	40	30	30 *	20 *

* Jointolement après coup obligatoire.

Pour les murs des types I, IIa et IIb, lorsque les pierres utilisées ont des coefficients de capillarité C intermédiaires entre deux valeurs du tableau précédent, l'épaisseur de la paroi s'obtient par interpolation linéaire.

Le diagramme ci-dessous indique le mode de détermination de l'épaisseur en fonction du coefficient de capillarité C.

Figure 19



Les figures 20 à 23 résument ces dispositions.

Figure 20 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type I en pierre/épaisseurs minimales

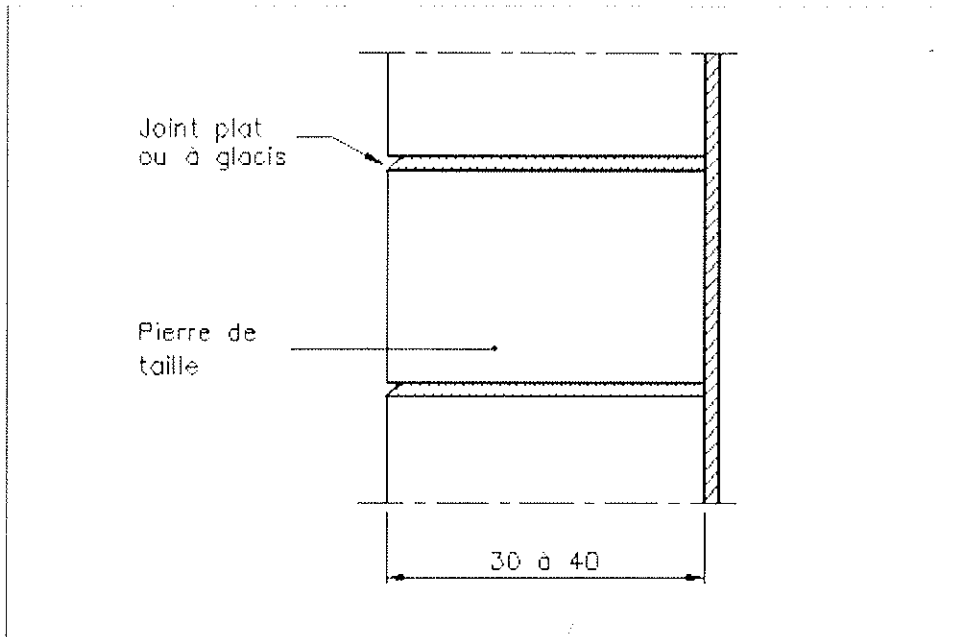


Figure 20 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type I en pierre/épaisseurs minimales

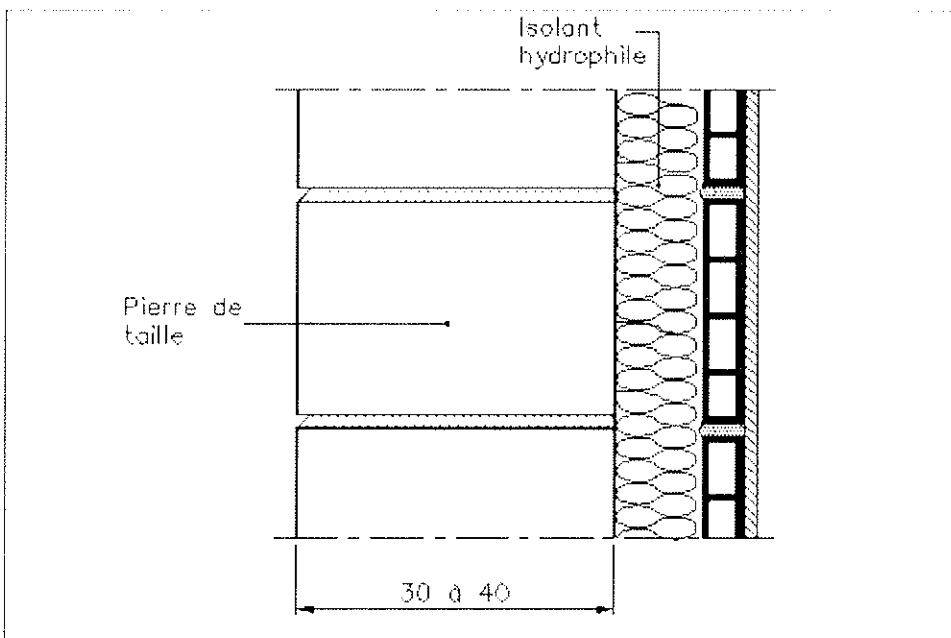


Figure 21 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type IIa/épaisseur minimale de la paroi extérieure en pierre

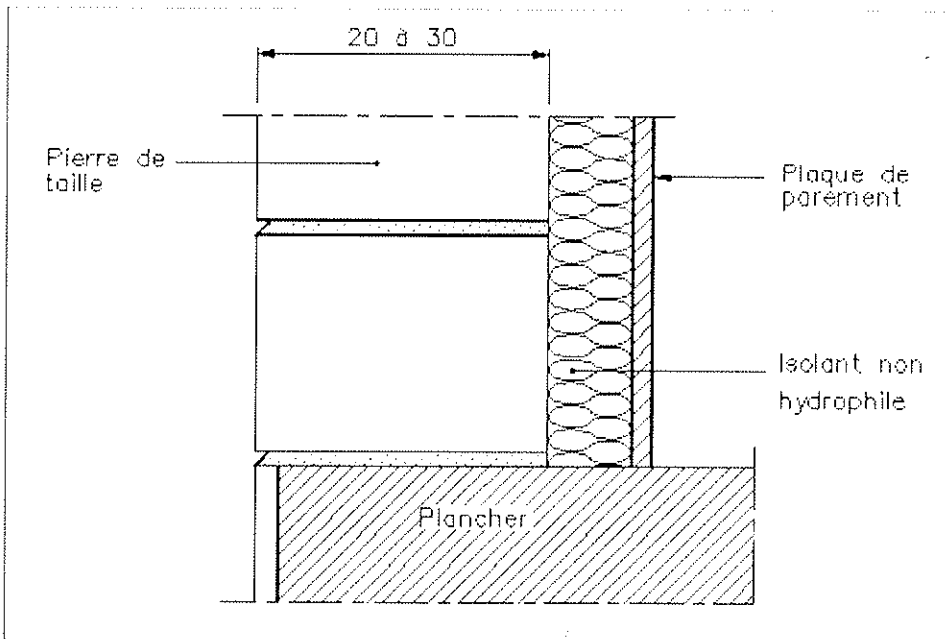


Figure 21 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type IIa/épaisseur minimale de la paroi extérieure en pierre

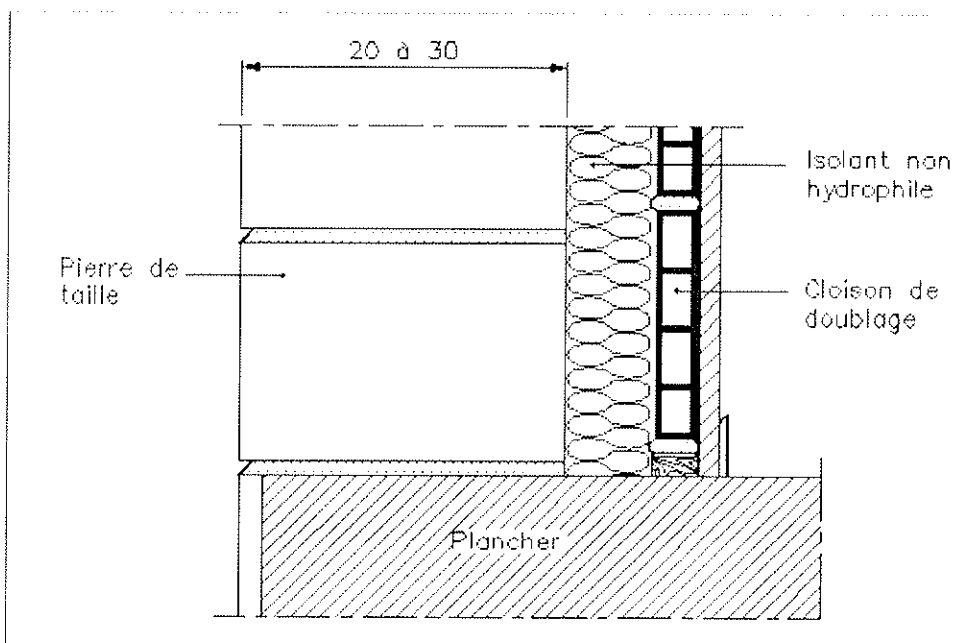


Figure 22 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type IIb/épaisseur minimale de la paroi extérieure en pierre

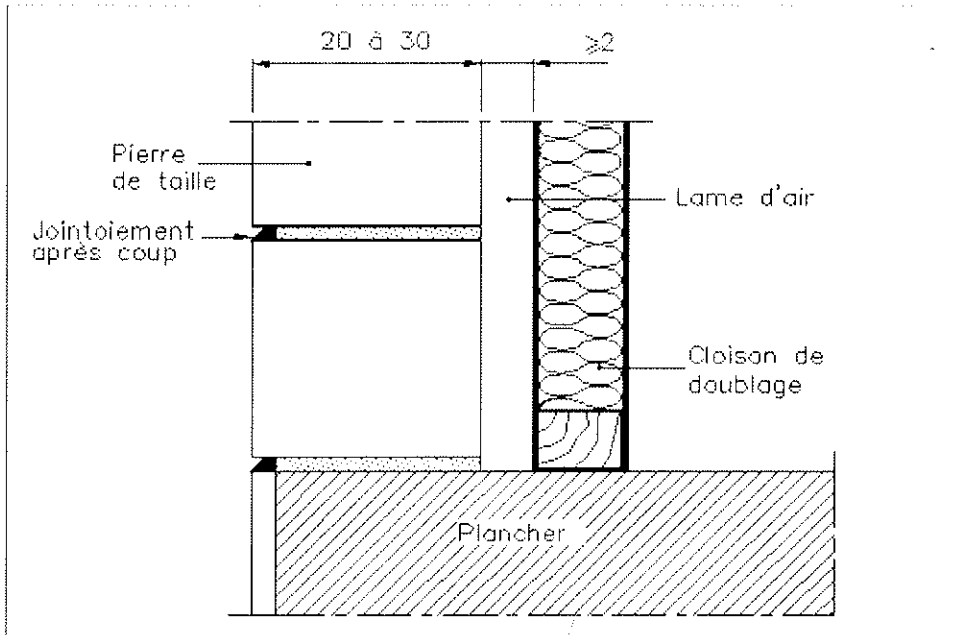


Figure 22 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type IIb/épaisseur minimale de la paroi extérieure en pierre

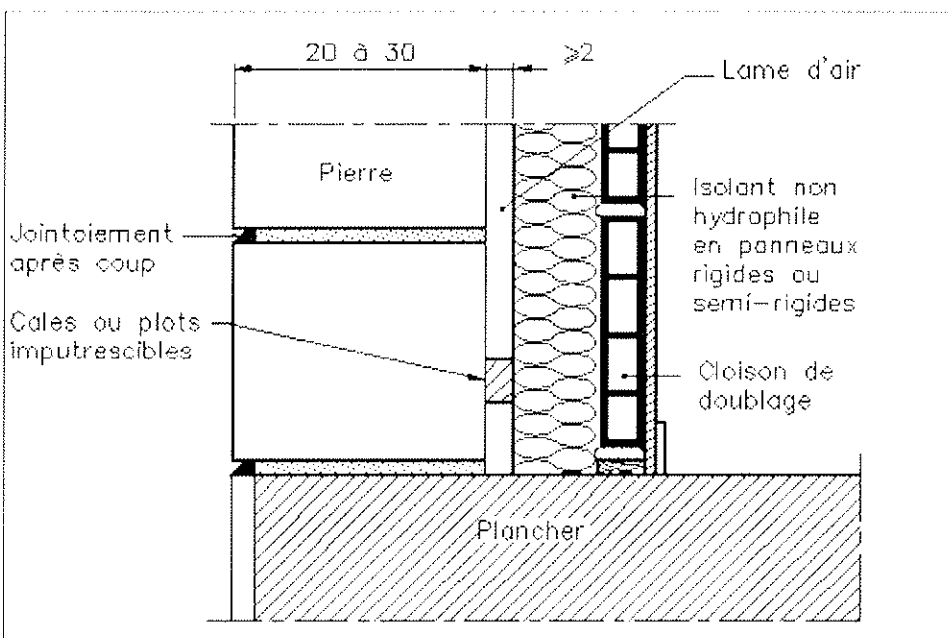
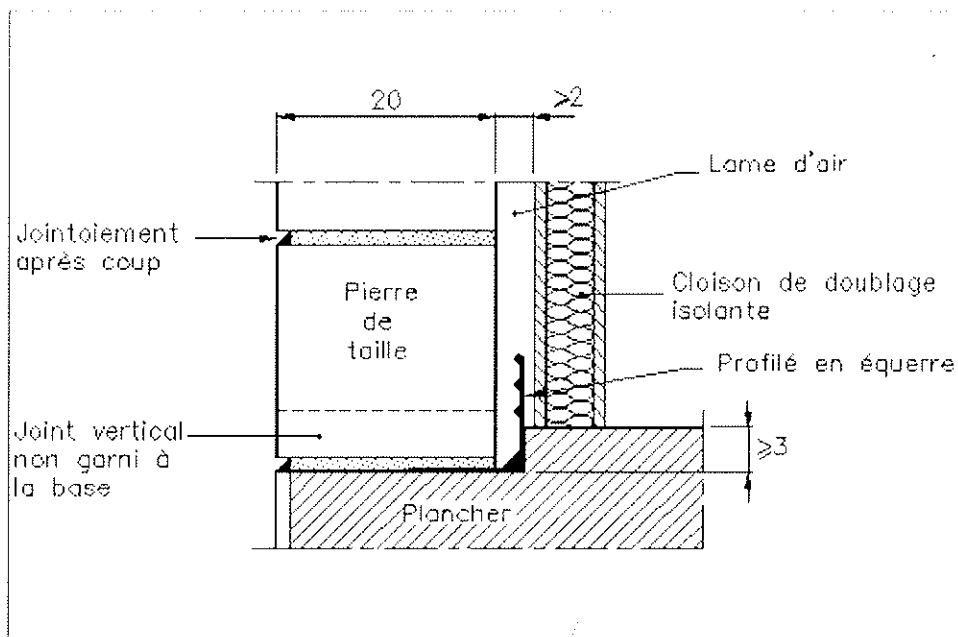


Figure 23 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type III/épaisseur minimale de la paroi extérieure en pierre



3.1.1.2.4 murs en moellons bruts apparents

En tout état de cause, l'épaisseur minimale des murs en moellons bruts laissés apparents doit être supérieure de 5 cm aux épaisseurs minimales fixées à l'article 3.1.1.2.3 pour les murs en pierre de taille apparente ou en moellons taillés apparents.

3.1.1.3 Murs et parois en maçonnerie autre que la pierre

L'épaisseur minimale brute de la paroi extérieure en maçonnerie est, en règle générale, et quel que soit le type de mur, de 20 cm. Elle peut cependant être différente :

- pour des raisons de disponibilité de matériaux (dimensions de fabrication : murs de 22 en briques pleines ou perforées, que les maçonneries soient destinées ou non à rester apparentes, murs de 19 en blocs pleins ou creux de béton de granulats courants destinés à rester apparents,...) ;
- dans le cas des murs de type I : cette épaisseur minimale varie en fonction de la nature du matériau et de l'exposition, cf. *article 4.2* du Guide du Choix, renvois (3), (4) et (5) du tableau .
- Épaisseurs minimales des murs de type I 1
-
-

Types de mur	Epaisseur (cm)
Murs en briques pleines ou perforées	22
Murs en blocs pleins ou creux de béton de granulats courants	20 (a) 27,5 (b) 32,5 (c)
Murs en blocs pleins ou creux de béton de granulats légers	22,5 27,5 (d)
Murs en briques creuses de terre cuite à perforations horizontales	22,5 (a) 27,5 (b)
Murs en blocs perforés de terre cuite à perforations verticales	20 (a) 27,5 (b) 32,5 (c) 37,5 (d)
Murs en blocs pleins de béton cellulaire autoclavé	20 (a) 27,5 (b) (d)

(a) L'épaisseur minimale de 20 ou 22,5 cm s'applique aux murs du type I dont l'emploi est envisagé :

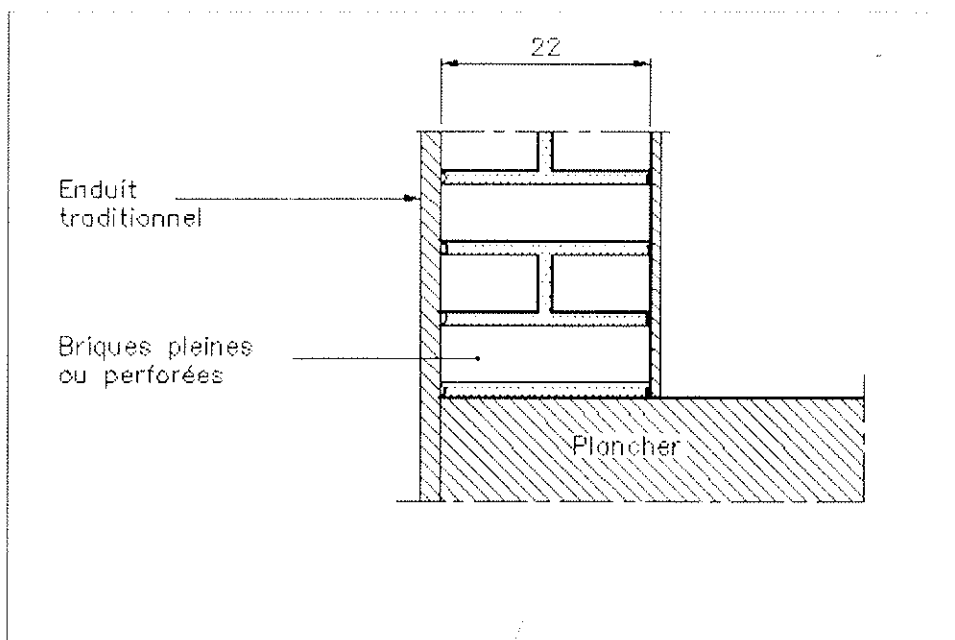
- pour les façades abritées,
- en situation a, b ou c pour les façades non abritées, dont la hauteur au-dessus du sol ne dépasse pas 6 m.

(b) L'épaisseur minimale de 27,5 cm s'applique aux murs de type I dont l'emploi est envisagé en situation a, b ou c pour des façades non abritées dont la hauteur au-dessus du sol est comprise entre 6 et 18 m.

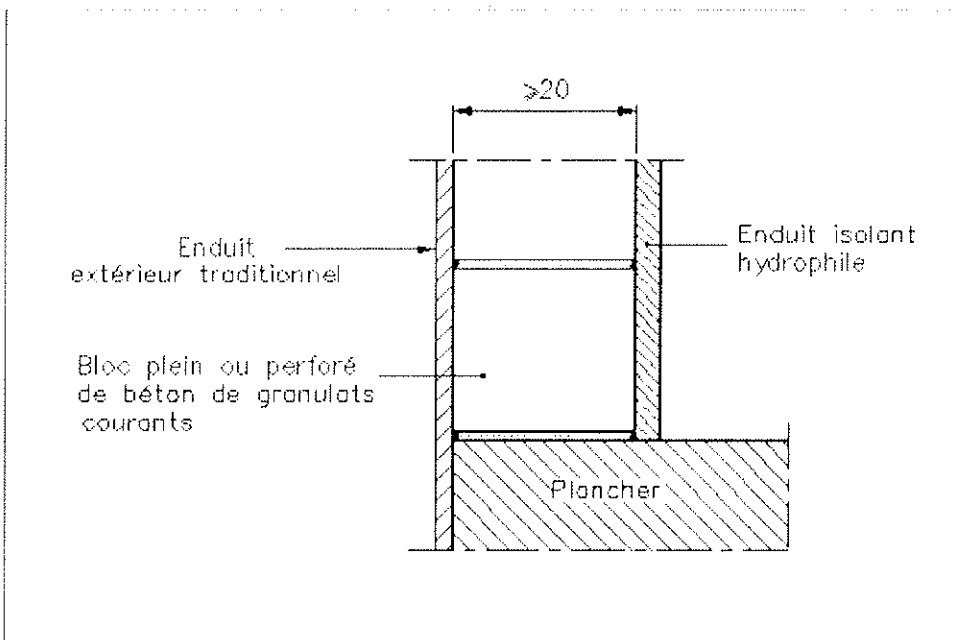
(c) L'épaisseur minimale de 32,5 cm s'applique aux murs du type I dont l'emploi est envisagé, moyennant des justifications résultant d'expériences locales satisfaisantes, en situation a, b ou c pour des façades non abritées dont la hauteur au-dessus du sol est comprise entre 18 et 28 m.

(d) L'épaisseur minimale de 37,5 ou 27,5 suivant la nature du matériau s'applique aux murs du type I dont l'emploi est envisagé moyennant des justifications d'expériences locales satisfaisantes en situation d pour des façades non abritées hors front de mer, dont la hauteur au-dessus du sol est inférieure à 6 m. Enfin, elle peut être abaissée dans les conditions définies en remarque à l'article 3.111 ci-avant après étude cas par cas.

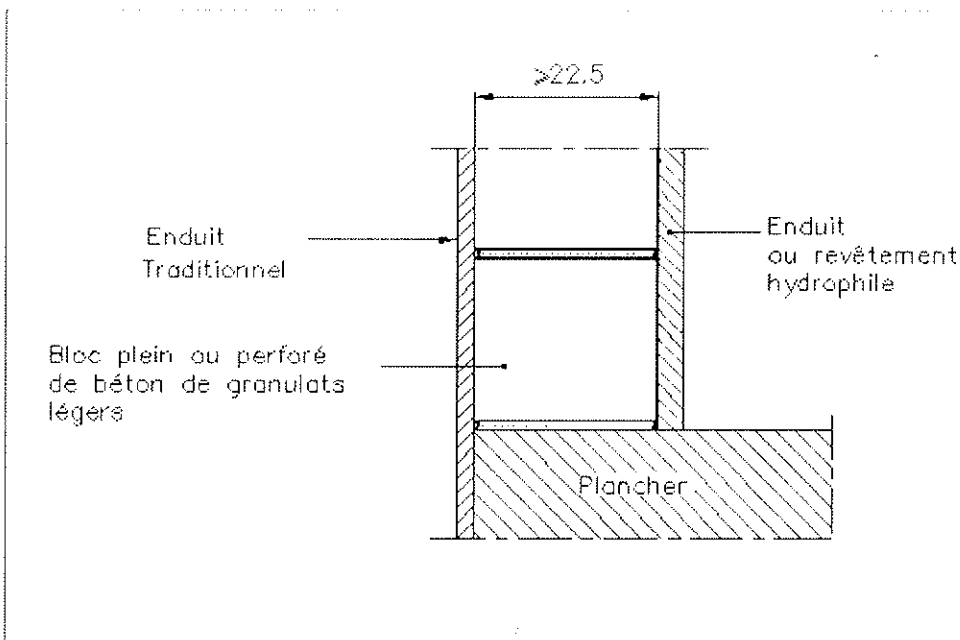
-
-
-
- 10
- Rappel : les murs de type I ne sont admis qu'en maçonnerie enduite.
-
-
- Les figures 24 à 48 résument la plupart de ces dispositions.
- Figure 24 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/murs en brique pleine ou perforée
-
-



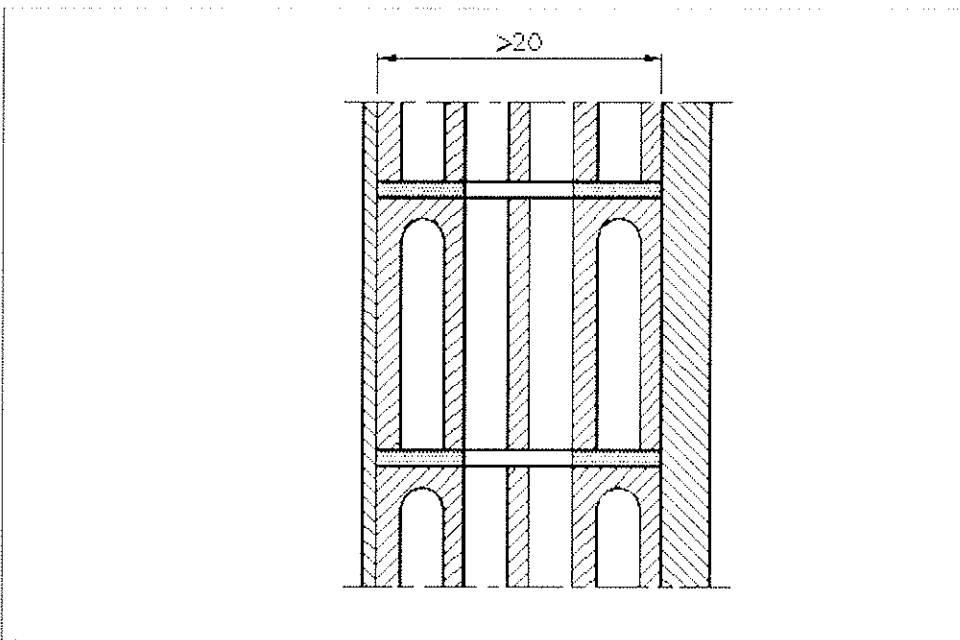
•
•
•
• Figure 25 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/blocs pleins ou perforés de béton de granulats courants
•
•



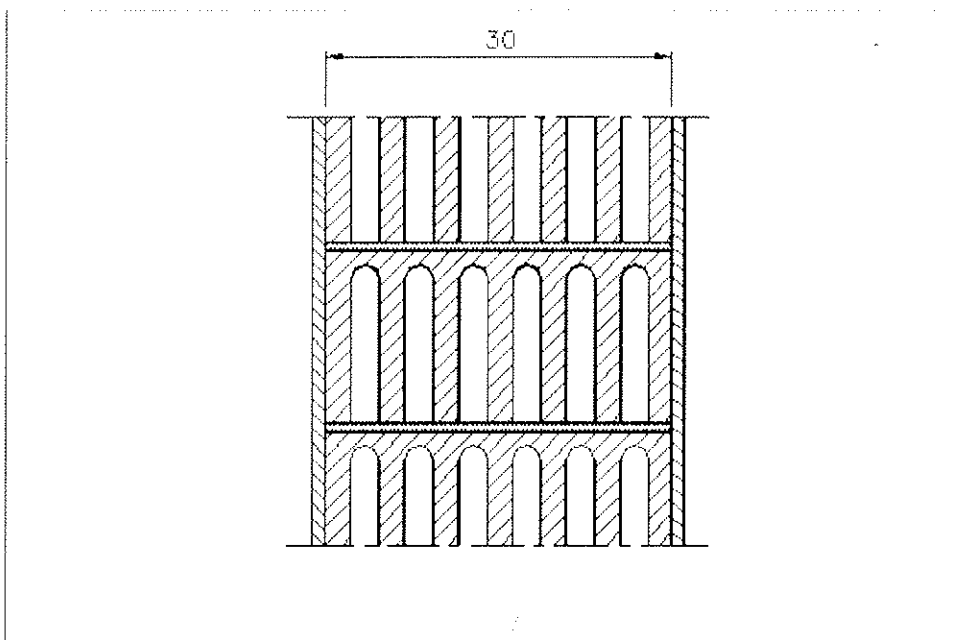
•
•
•
• Figure 26 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/blocs pleins ou perforés de béton de granulats légers
•
•



•
•
•
• Figure 27 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/blocs creux de béton de granulats courants
•
•

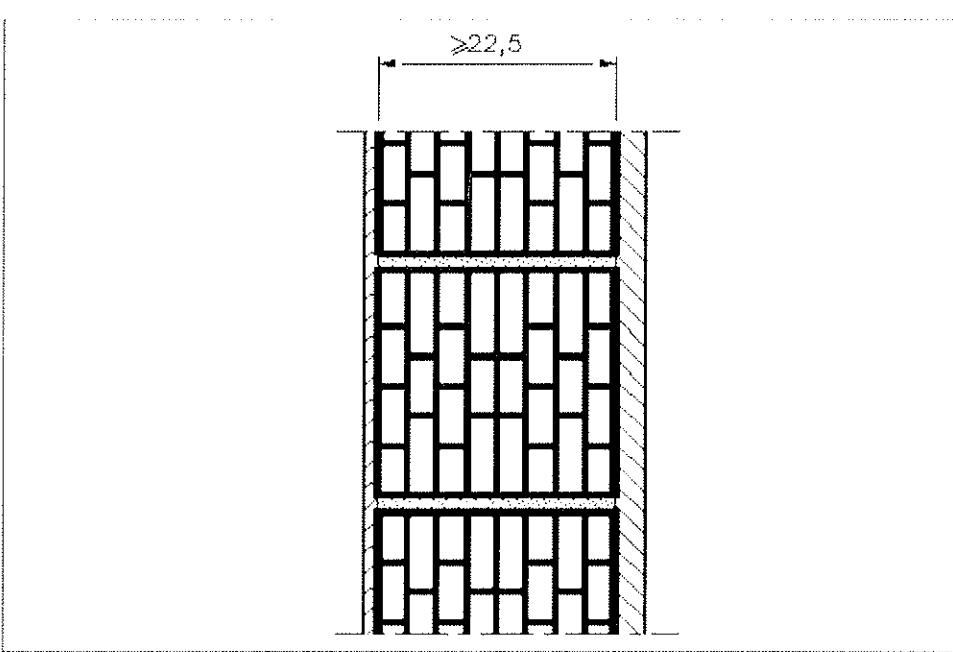


•
•
•
• Figure 28 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/blocs creux de béton de granulats légers
•
•



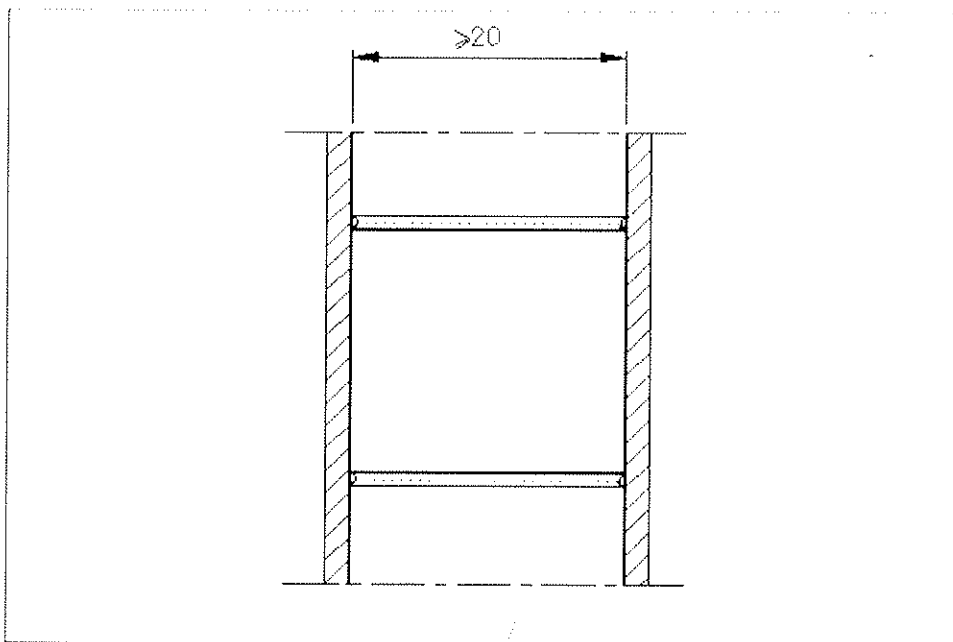
-
-
-
-

Figure 29 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/briques creuses de terre cuite à perforations horizontales

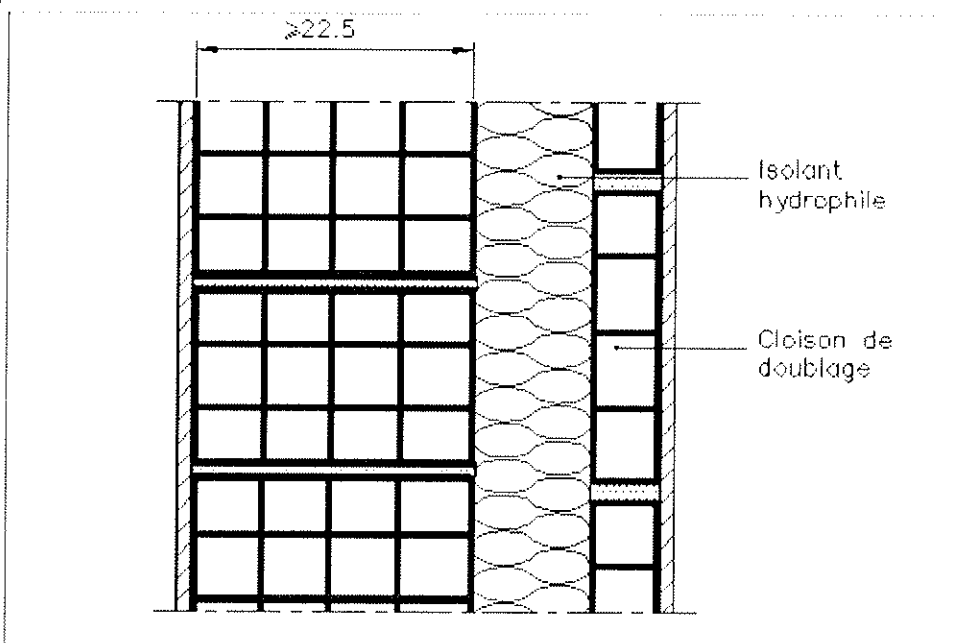


-
-
-
-

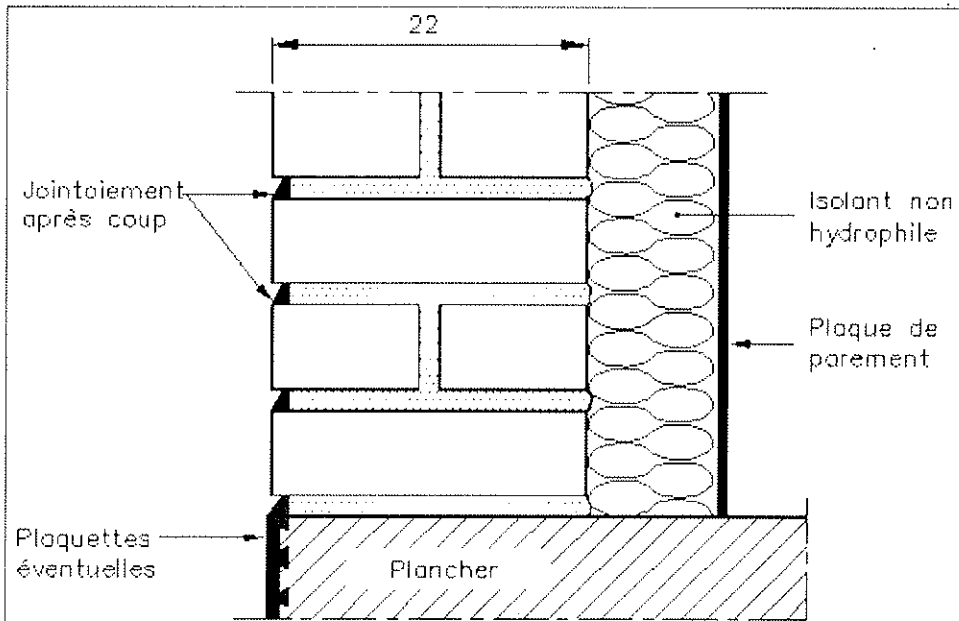
Figure 29 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/briques creuses de terre cuite à perforations horizontales



•
•
• Figure 32 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/cas de la double paroi avec isolant hydrophile en sandwich
•
•

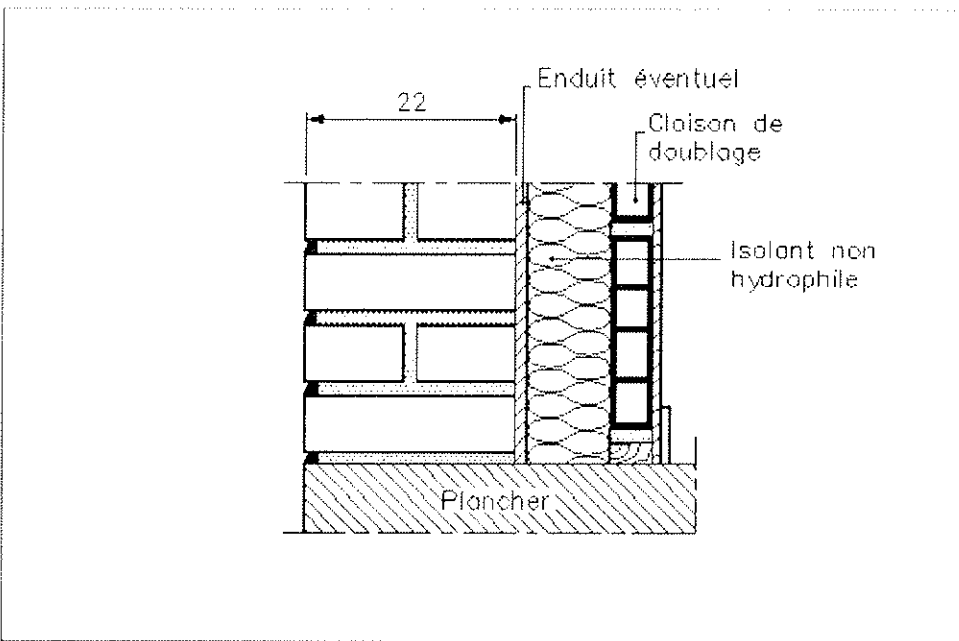


•
•
• Figure 33 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs
•
•



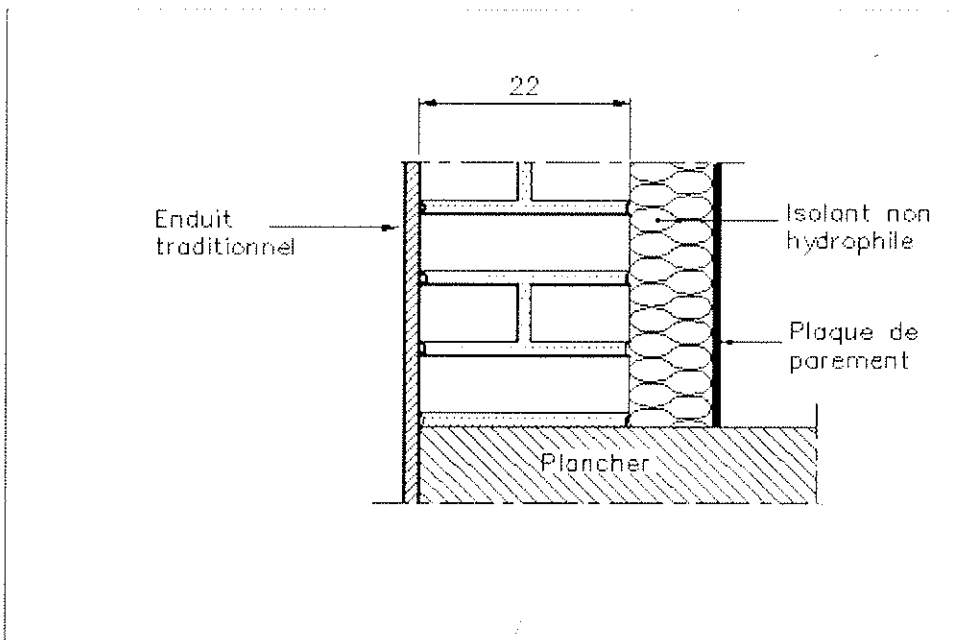
•
•
•
•
•

Figure 33 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs

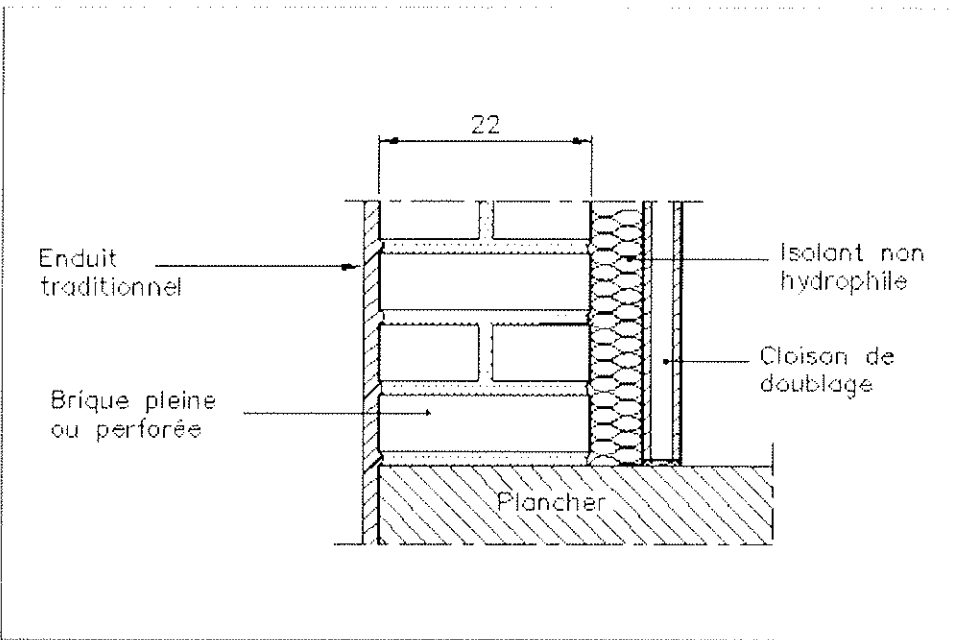


•
•
•
•
•

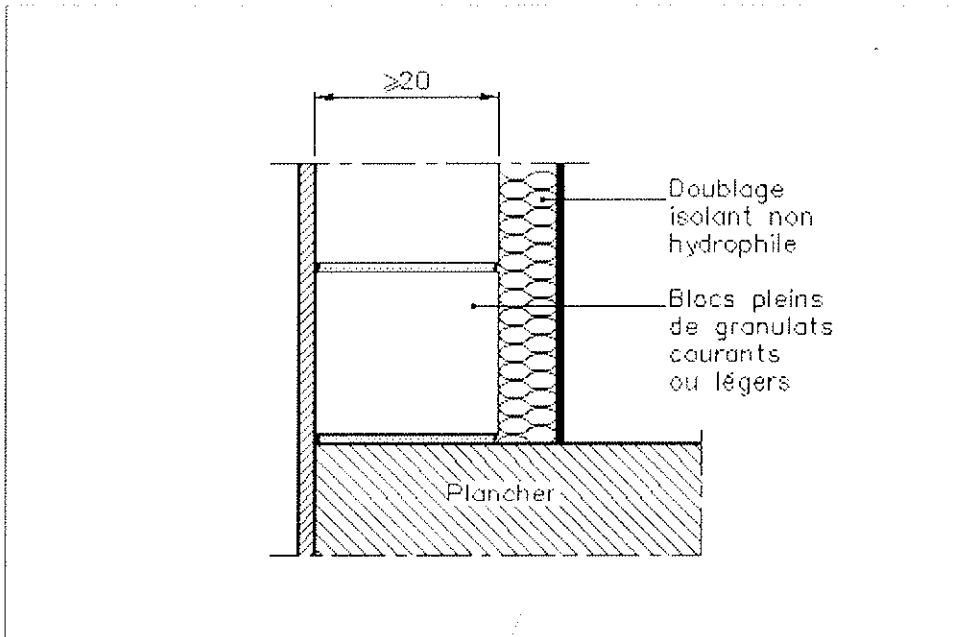
Figure 34 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs



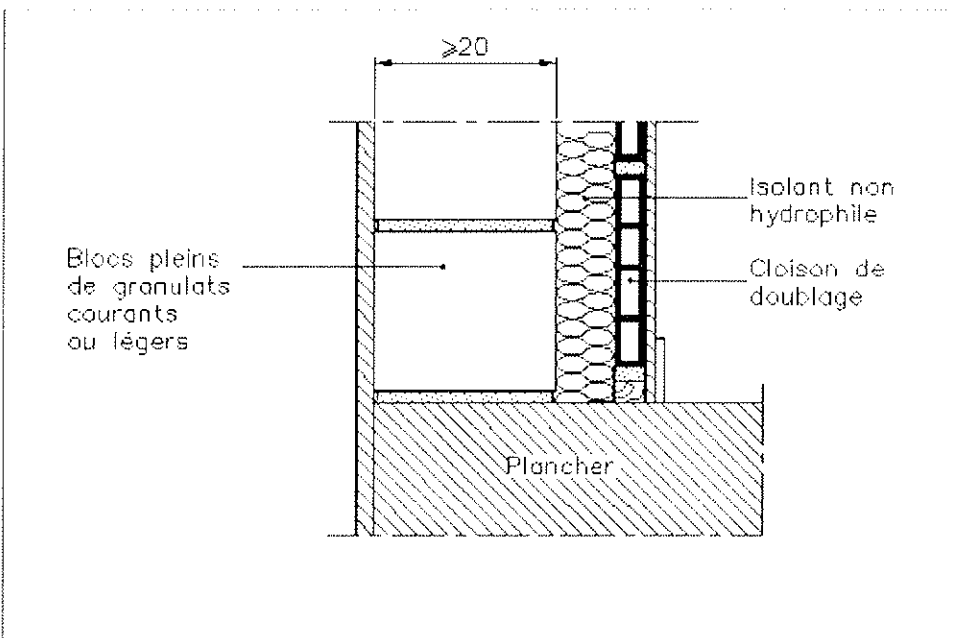
•
•
•
• Figure 34 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs
•



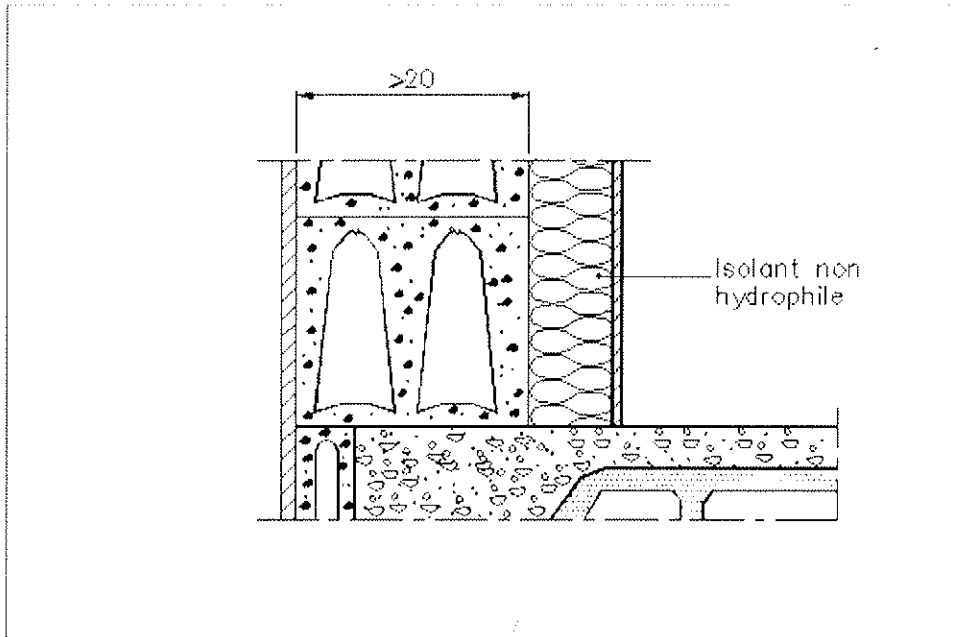
•
•
•
• Figure 35 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/murs en blocs pleins enduits de béton de granulats courants ou légers
•
•



• Figure 35 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/murs en blocs pleins enduits de béton de granulats courants ou légers

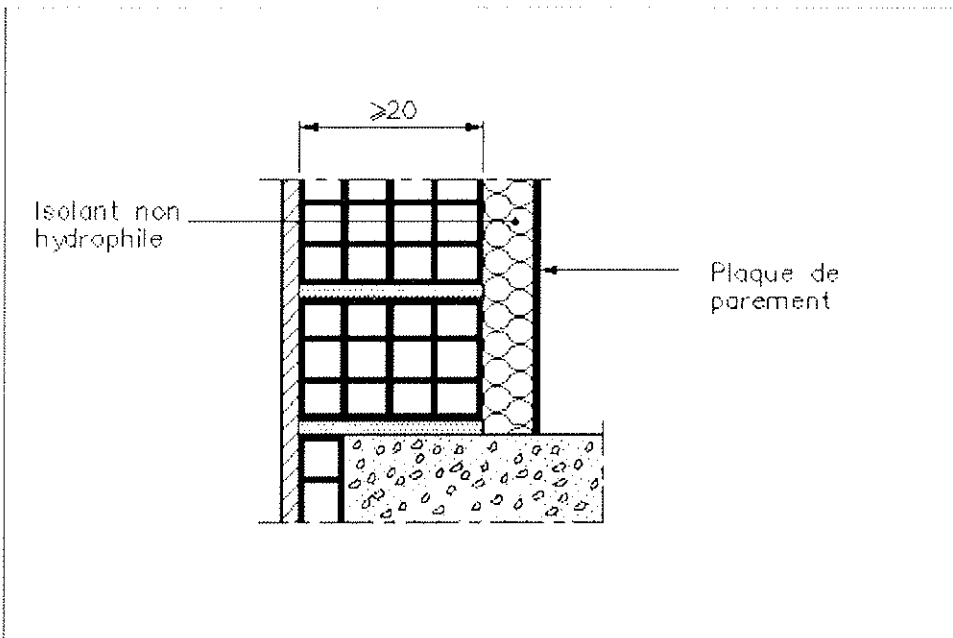


• Figure 36 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/blocs creux de béton de granulats courants ou légers



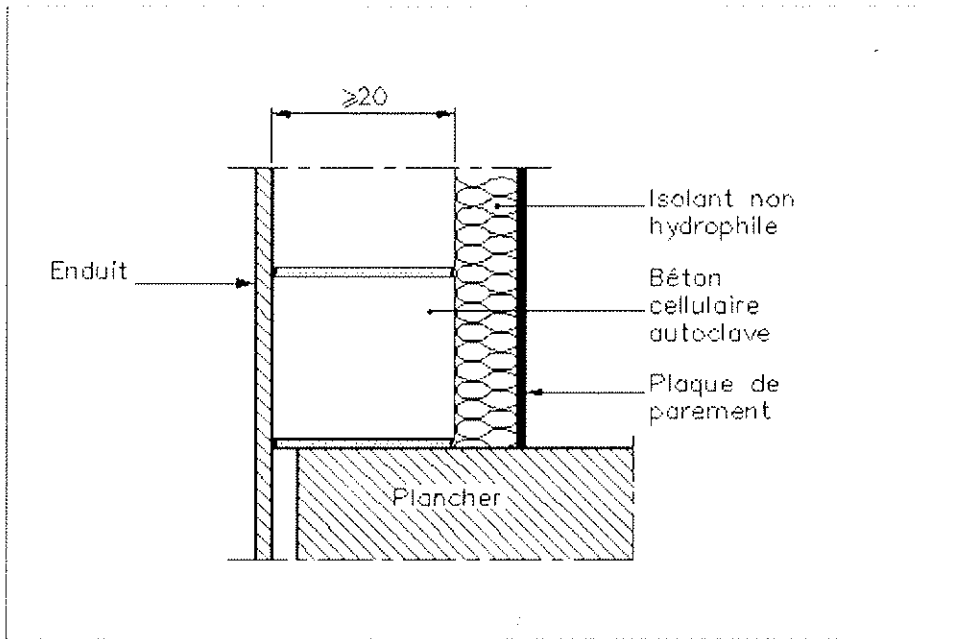
-
-
-
-
-

Figure 37 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/briques creuses ou blocs perforés de terre cuite

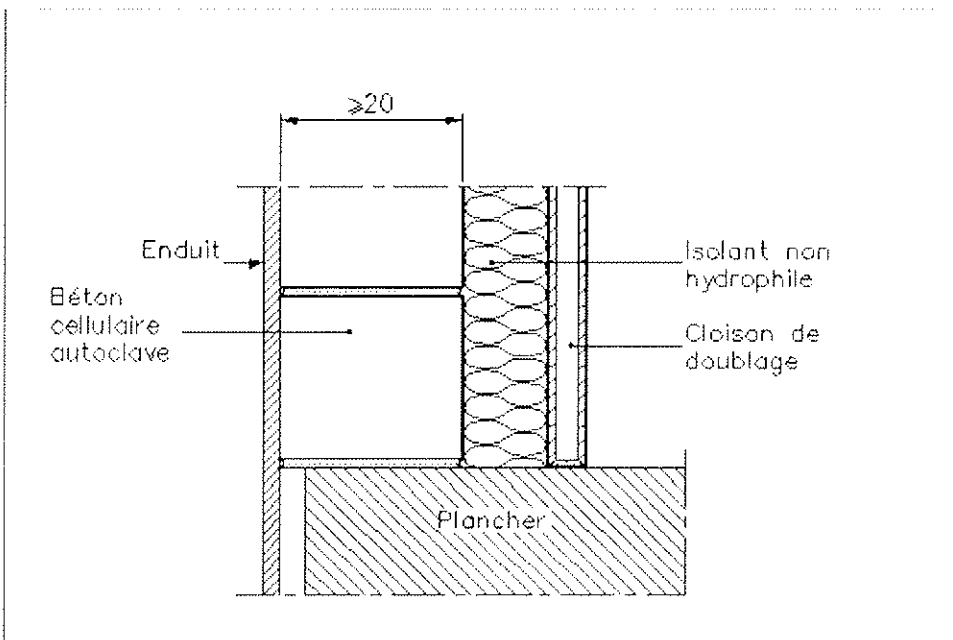


-
-
-
-
-

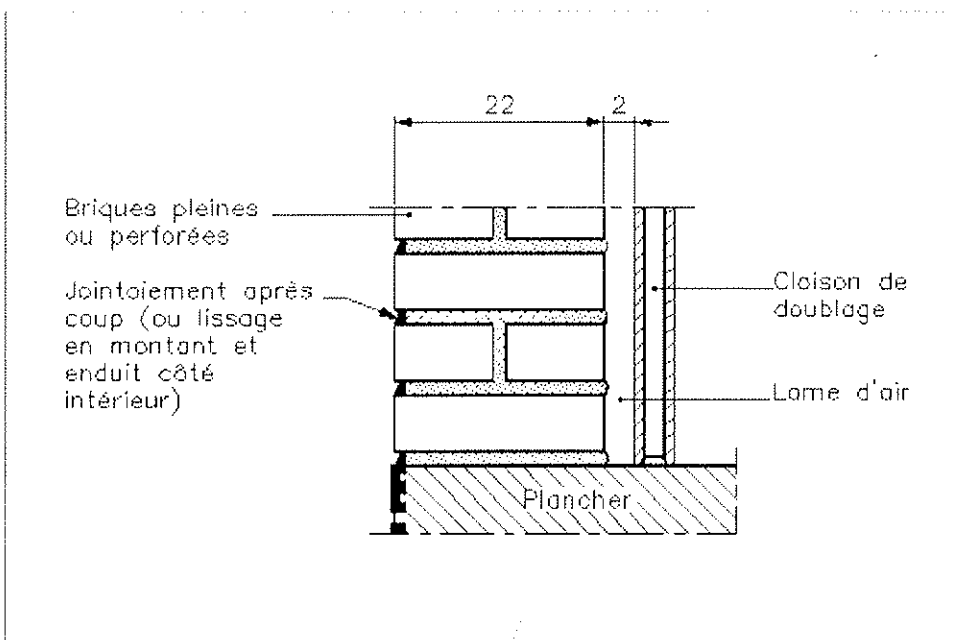
Figure 38 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/blocs enduits de béton cellulaire autoclavé



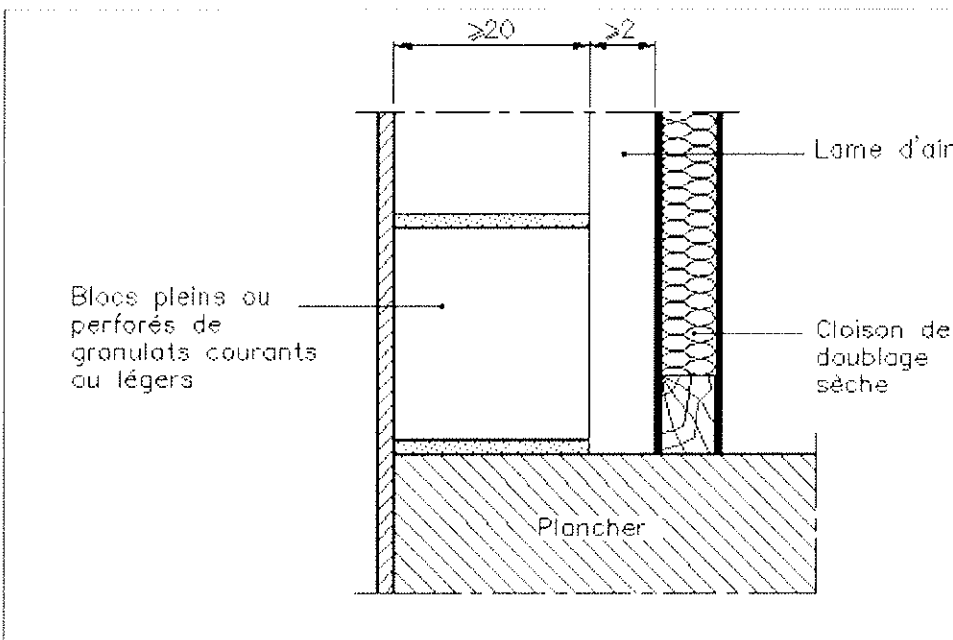
•
•
•
• Figure 38 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/blocs enduits de béton cellulaire autoclavé
•
•



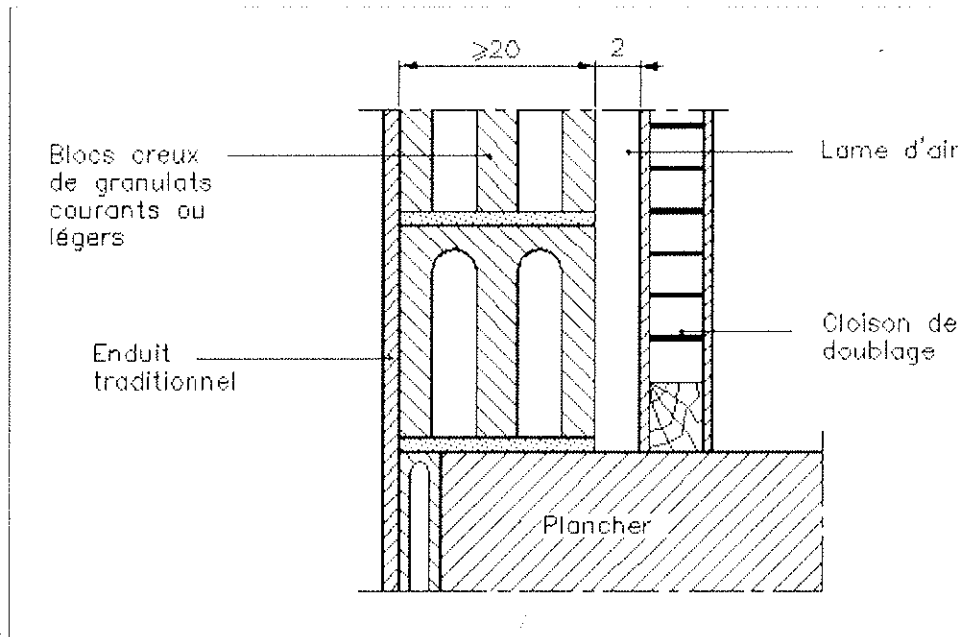
•
•
•
• Figure 39 Murs de type IIb/épaisseurs minimales des murs/brique pleine ou perforée
•
•



•
•
•
• Figure 40 Murs de type IIb/épaisseurs minimales des murs/blocs pleins enduits de béton de granulats courants ou légers
•
•



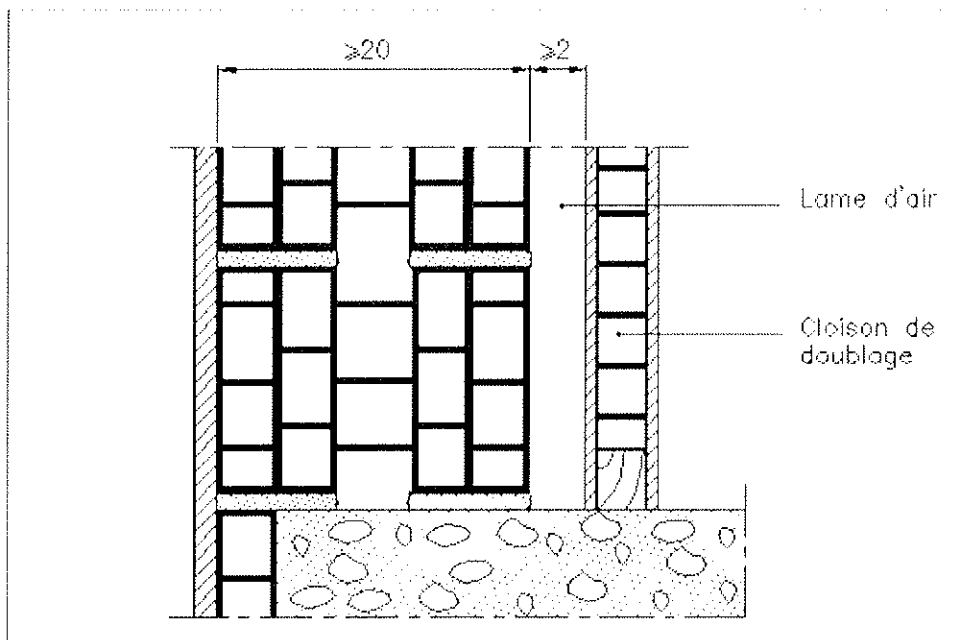
•
•
•
• Figure 41 Murs de type IIb/épaisseurs minimales des murs/blocs creux enduits de béton de granulats courants ou légers
•
•



-
-
-
-

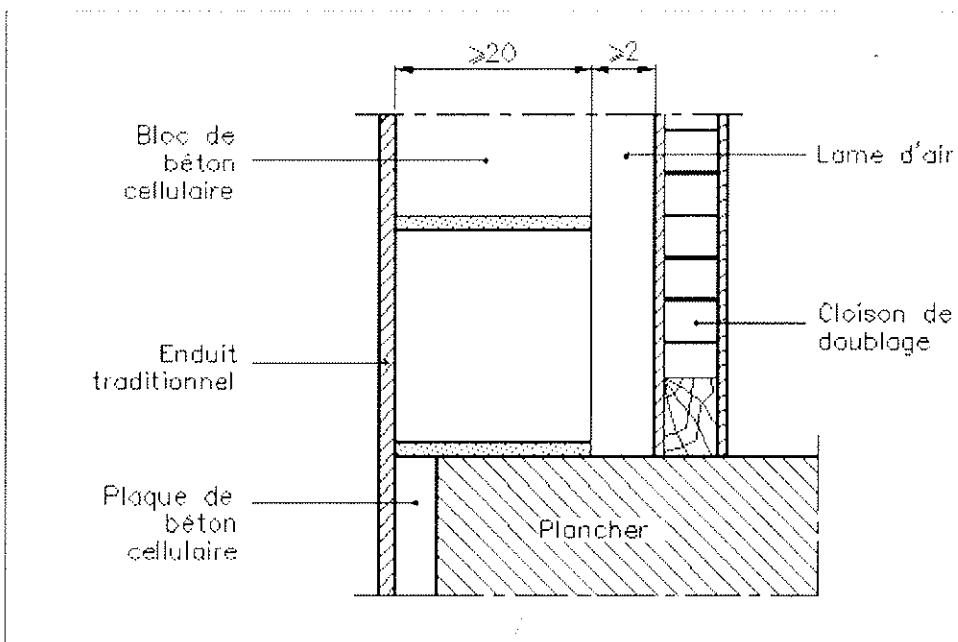
Figure 42 Murs de type IIb/épaisseurs minimales des murs/briques creuses ou blocs perforés de terre cuite

-
-
-
-



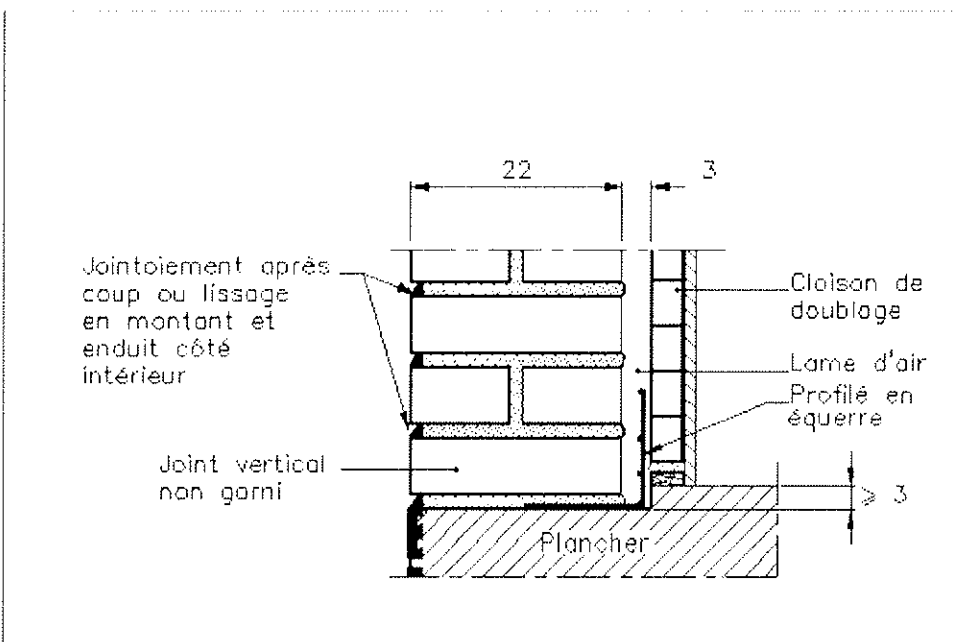
-
-
-
-

Figure 43 Murs de type IIb/épaisseurs minimales des murs/blocs enduits de béton cellulaire autoclavé



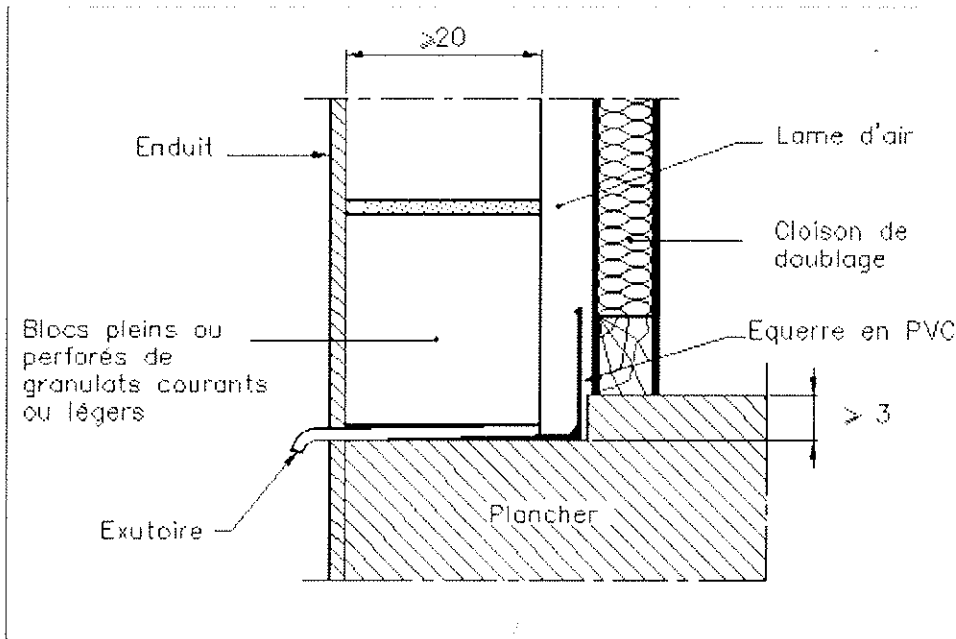
-
-
-
-
-

Figure 44 Murs de type III/épaisseurs minimales des murs traditionnels/brique pleine ou perforée apparente



-
-
-
-
-

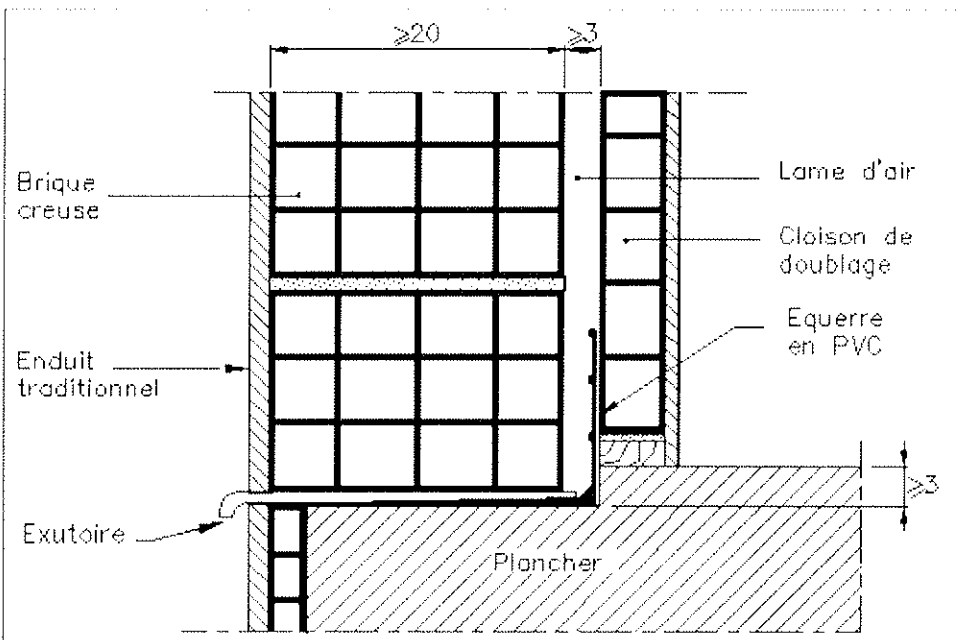
Figure 45 Murs de type III/épaisseurs minimales des murs traditionnels/blocs pleins enduits de béton de granulats courants ou légers



-
-
-
-
-

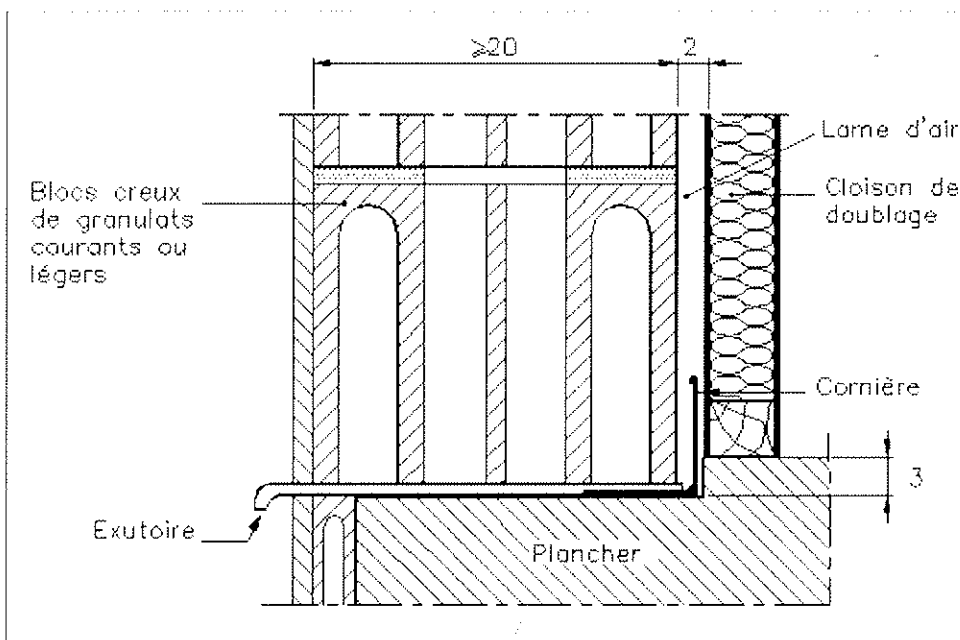
Figure 46 Murs de type III/épaisseurs minimales des murs traditionnels/briques creuses ou blocs perforés de terre cuite

-
-
-
-
-

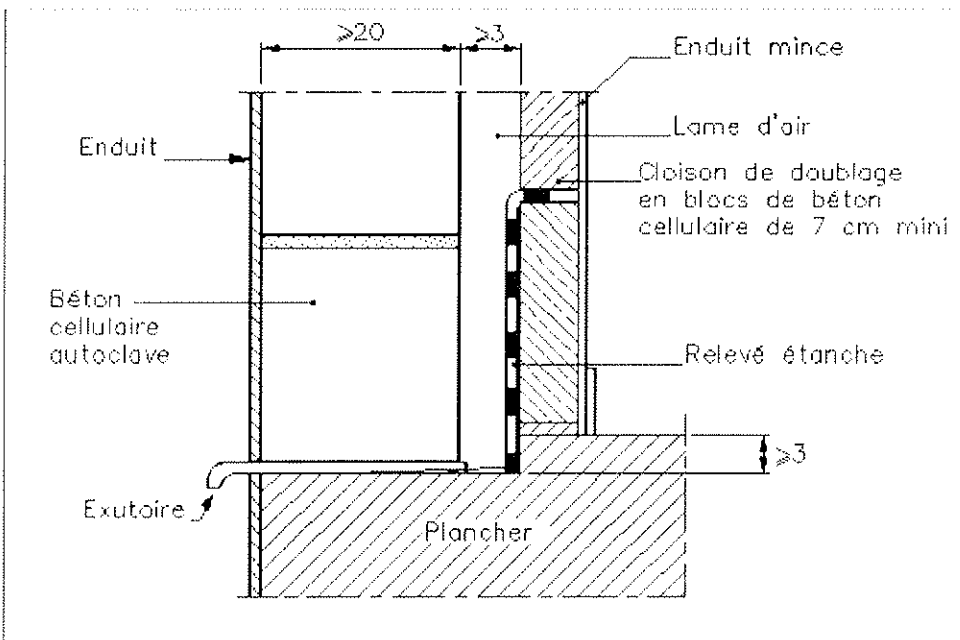


-
-
-
-
-

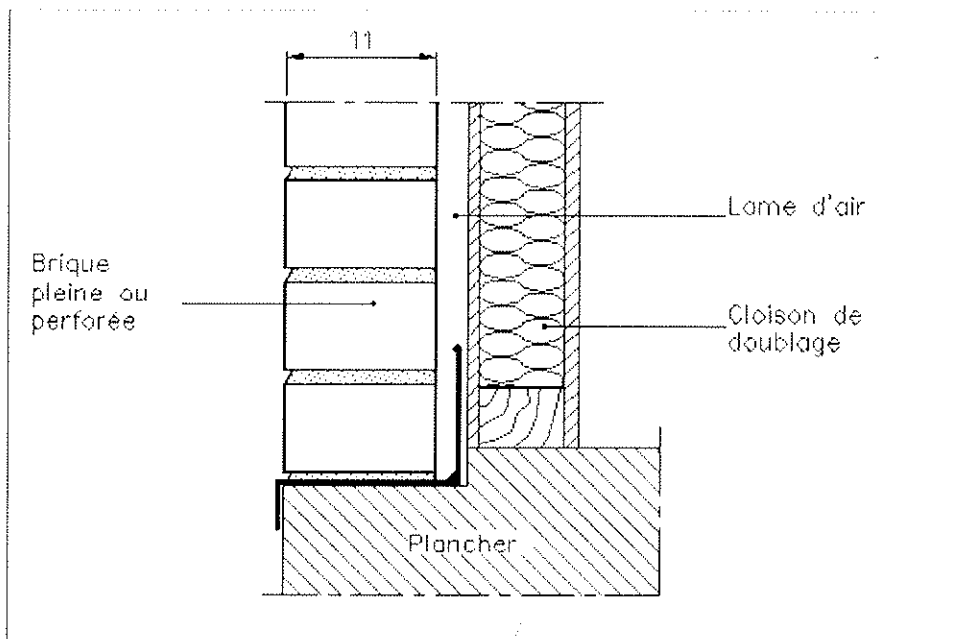
Figure 47 Murs de type III/épaisseurs minimales des murs traditionnels



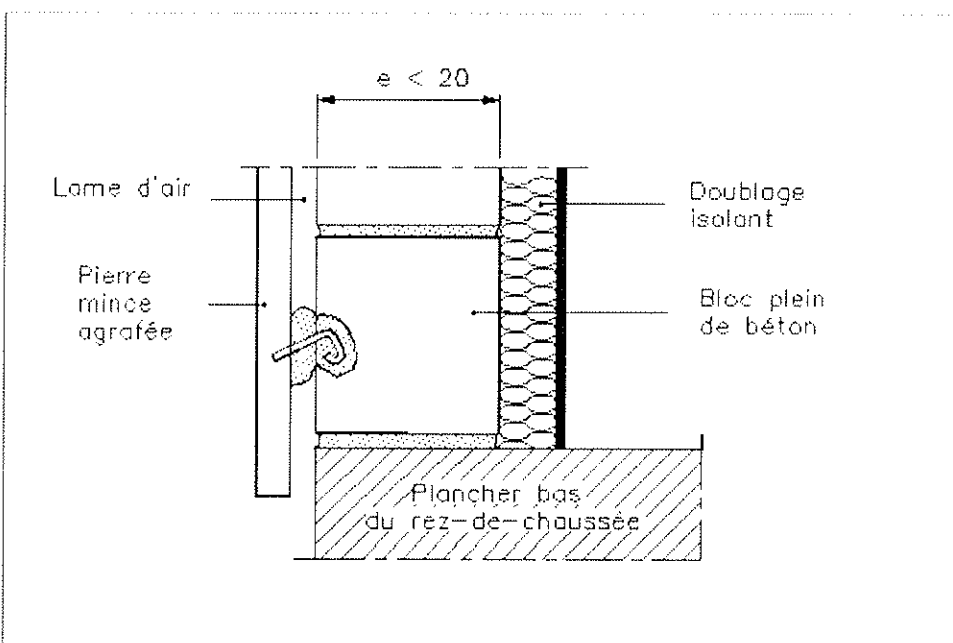
•
•
•
• Figure 48 Murs de type III/épaisseurs minimales des murs traditionnels
•



•
•
• La figure 49 représente deux exemples de murs non conformes au présent document.
• Figure 49 Exemples de murs du type III non conformes au présent DTU
•



•
•
•
• Figure 49 Exemples de murs du type III non conformes au présent DTU
•



•
•

3.1.2 Épaisseurs minimales des murs de type IV

Les épaisseurs brutes sont fonction des règles de calcul et d'élançement, sans descendre en dessous de 15 cm en cas de mur porteur de 10 cm en cas de mur de remplissage 1.

11

Pour les maçonneries de remplissage dont la hauteur entre appuis dépasse $30 e$ (en mètres) ou 4,50 m, il convient de justifier la résistance au vent en assimilant la paroi à une plaque simplement appuyée sur 2, 3 ou 4 côtés.

3.1.3 Épaisseurs minimales des murs composites

3.1.3.1 Murs composites en maçonnerie apparente (pierres, briques pleines ou perforées, blocs en béton) et béton banché

L'épaisseur minimale de ces murs est fixée à 30 cm, dont 15 cm au moins de béton (fig. 50).

Figure 50 a

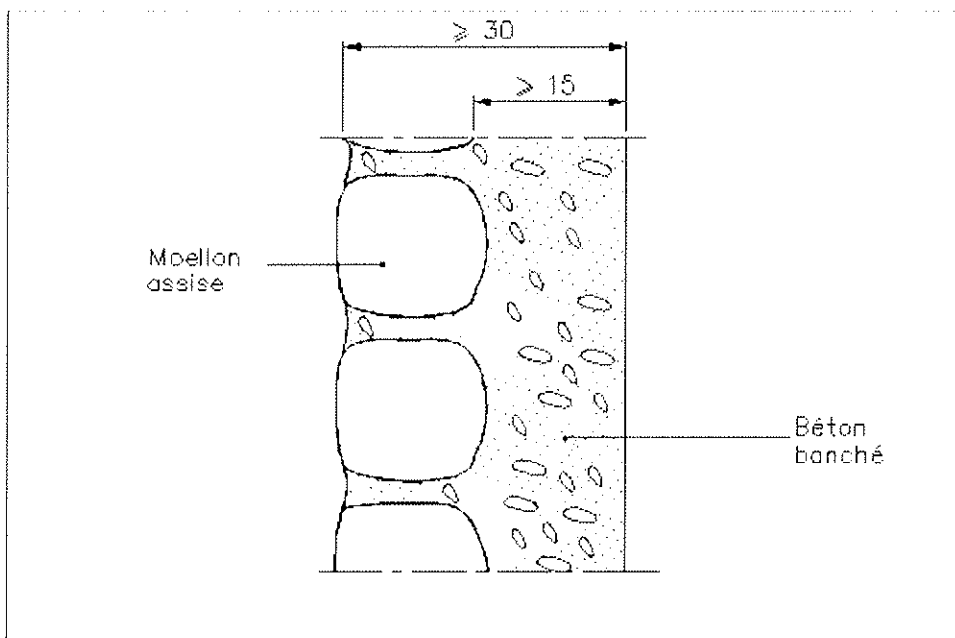
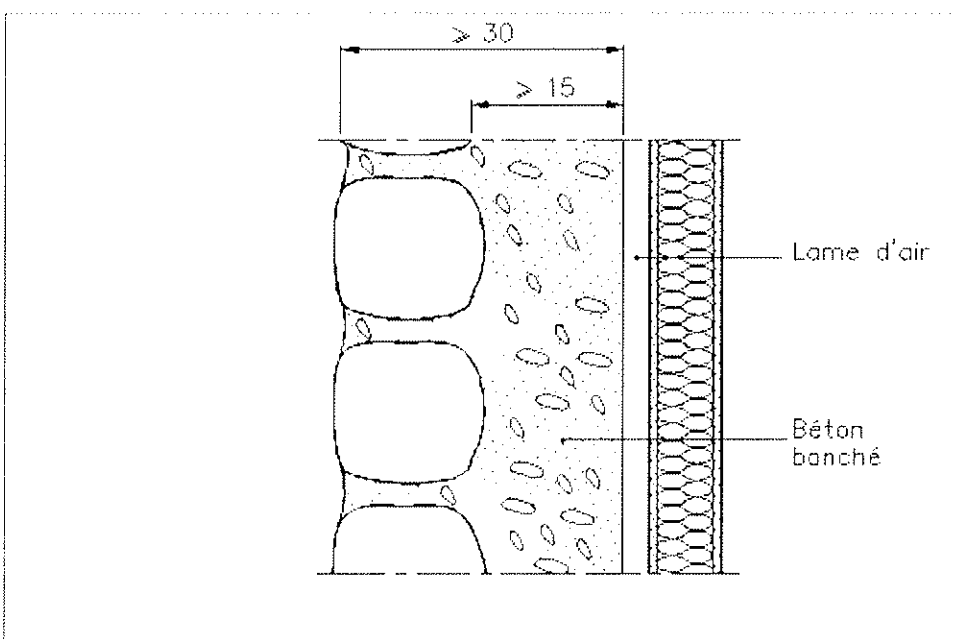


Figure 50 b



3.1.3.2 Murs composites en briques pleines (ou perforées) et briques creuses (ou blocs perforés de terre cuite), ou en blocs pleins en béton et blocs creux en béton

L'épaisseur de la maçonnerie de briques creuses (ou blocs perforés) ou de blocs creux en béton, en paroi de mur composite, ne doit pas être inférieure à 20 cm (fig. 51).

Figure 51 a

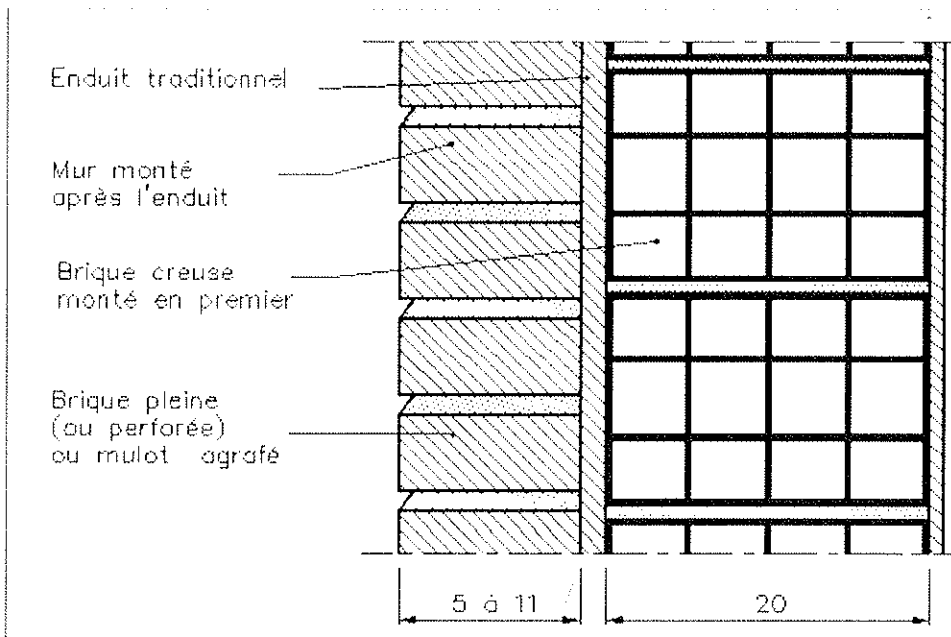
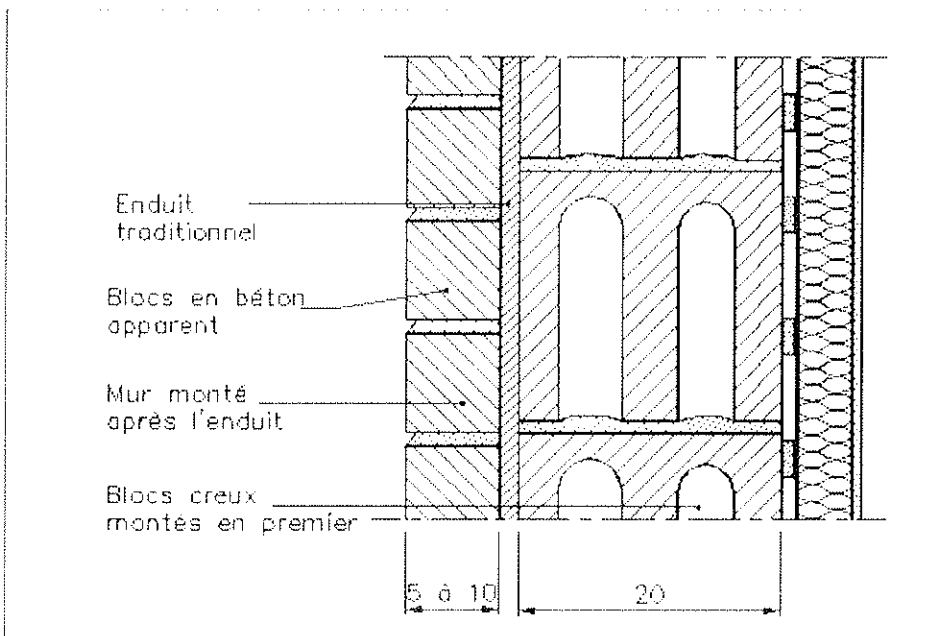


Figure 51 b



3.2 Maçonneries extérieures enterrées, limitant des locaux utilisés (murs de sous-sol)

Les épaisseurs minimales des maçonneries extérieures enterrées, limitant des locaux utilisés ou utilisables (sous-sols, caves, garages, dépôts, etc.) ne peuvent être inférieures aux valeurs ci-après (épaisseurs brutes, enduits éventuels non compris avec une tolérance de 1 cm) (voir [article 6.3.1.2](#)) :

- matériaux pleins (sauf béton cellulaire) : 20 cm ;
- matériaux creux (blocs creux en béton, briques creuses de terre cuite, blocs perforés de terre cuite) : 20 cm ;
- blocs pleins de béton cellulaire autoclavé : 25 cm.

3.3 Cloisons de distribution et de doublage

3.3.1

Les épaisseurs minimales brutes des cloisons de doublage entre éléments raidisseurs (cloisons perpendiculaires, retour de la cloison ou poteaux d'inertie et de résistance suffisantes pour pouvoir jouer le rôle de raidisseurs) sont, sauf les exceptions visées à l'article 3.3.2, indiquées dans le tableau ci-après :

Epaisseur brute de la cloison (cm)	Hauteur * maximale (m)	Distance horizontale maximale entre raidisseurs (m)
Briques creuses de terre cuite et blocs en béton		
3,5	2,60	5,00
4 à 5,5	3,00	6,00
6 à 7,5	3,50	7,00
8 à 11	4,00	8,00
Carreaux en béton cellulaire autoclavé		
7,0 et 7,5	2,60	5,00
10,0	3,20	6,00
12,5	3,80	7,00
15	4,40	8,00

* Pour les cloisons sous rampant, ces valeurs s'appliquent à la hauteur moyenne.

3.3.2

Les hauteurs maximales indiquées en 3.3.1 peuvent être dépassées si la distance entre éléments raidisseurs est telle que la surface de la cloison entre raidisseurs ne dépasse pas les valeurs ci-après :

Epaisseur brute de la cloison (cm)	Surface maximale entre éléments raidisseurs (m ²)
Briques creuses de terre cuite et blocs en béton	
3,5	10
4 à 3,5	14
6 à 7,5	20
8 à 11	25
Carreaux en béton cellulaire autoclavé	
7,0 et 7,5	10
10,0	15
12,5	20
15	25

Chapitre 4 règles de calcul statique des maçonneries proprement dites

4.1 Contraintes admissibles dans les parois porteuses sous l'effet de charges verticales

La contrainte C de compression (supposée uniforme) admissible en partie courante d'une paroi porteuse s'obtient en divisant la résistance nominale R à l'écrasement du matériau élémentaire qui constitue le mur par un coefficient N appelé coefficient global de réduction :

$$C = \frac{R}{N}$$

La résistance R est celle qui résulte des essais d'écrasement tels qu'ils sont définis par les normes concernant les matériaux.

4.1.1 Élancement

L'élancement est le rapport entre la distance verticale entre planchers, et l'épaisseur brute du mur porteur.

4.1.2 Élancements inférieurs ou égaux à 15

Pour des élancements ne dépassant pas 15, les valeurs du coefficient N pour les différents matériaux sont indiquées dans les tableaux ci-après :

Cas des maçonneries montées à joints épais de mortier

Matériaux	Normes de référence	Coefficient global N	
		Chargement centré	Chargement excentré
Briques creuses de terre cuite à faces de pose continues, avec joints pleins	NF P 13-301	7	10
Briques creuses de terre cuite à rupture de joint ou à joints partiels	NF P 13-301	9	11
Briques pleines ou perforées de terre cuite destinées à rester apparentes ou à être enduites	NF P 13-304 NF P 13-305	7	9
Blocs perforés de terre cuite à perforations verticales destinés à rester apparents ou à être enduits	NF P 13-305 NF P 13-306	7	9
Blocs pleins ou creux en béton de granulats courants	NF P 14-301	6	8
Blocs pleins ou creux en béton de granulats légers	NF P 14-304	6	8
Pierre de taille	NF B 10-509	8	10
Blocs de béton cellulaire autoclavé	NF P 14-306	8	10

Cas des maçonneries montées à joints minces et continus de mortier-colle bénéficiant d'un Avis Technique assorti d'une certification de produit

Matériaux	Normes de référence	Coefficient global N	
		Chargement centré	Chargement excentré
Blocs pleins de béton cellulaire autoclavé bénéficiant de la marque de conformité NF	NF P 14-306	5	6,5

Si ces valeurs peuvent paraître élevées c'est qu'en fait N est égal au produit de deux coefficients partiels :

- le coefficient de sécurité proprement dit qui tient compte de la dispersion des résistances du matériau, de l'exécution, de l'accroissement accidentel des surcharges, etc. et qui est de l'ordre de 3,
- le rapport entre la résistance à l'écrasement d'un élément du matériau utilisé et la résistance d'un élément de paroi complet (en général de hauteur d'étage) exécuté avec ces mêmes matériaux ; ce rapport dépend des matériaux employés, de la hauteur libre de la paroi et du mode de chargement (centré ou excentré).

le chargement centré correspond au cas des murs de refend intérieurs et à certains murs de façade comportant des porte-à-faux (balcons, etc.) ; le chargement excentré correspond au cas des murs de façade autres que ceux visés précédemment.

4.1.3 Élancements compris entre 15 et 20

Pour des élancements compris entre 15 et 20, les valeurs du coefficient N fixé à l'article 4.1.2 sont à multiplier par un coefficient de majoration indiqué ci-après :

Élancement	Coefficient de majoration
16	1,07
17	1,13
18	1,20
19	1,27
20	1,33

Pour des valeurs intermédiaires des élancements, le coefficient de majoration s'obtient par interpolation linéaire.

4.1.4 Élancements supérieurs à 20

Les élancements supérieurs à 20 ne sont admis que sur justification expérimentale par essais en vraie grandeur.

4.1.5 Adoption de coefficients différents

Sur justification expérimentale en vraie grandeur, des coefficients différents de ceux indiqués en 4.1.2 et 4.1.3, peuvent être adoptés.

4.1.6 Remarque sur l'application du coefficient N

L'application du coefficient global de réduction N ne dispense pas de vérifier que les contraintes localisées restent admissibles (art. 4.3).

4.2 Évaluation des efforts sollicitant les parois :

4.2.1 Généralités

Les seuls efforts pris en compte dans le présent article sont les suivants :

- forces verticales : celles qui résultent de l'action de la pesanteur (charges permanentes, charges d'exploitation, charges de neige) ;
- forces horizontales : celles qui résultent de l'action directe du vent sur les façades ;

Il n'est pas tenu compte des efforts résultant des retraits et dilatations.

Le respect des dispositions constructives minimales indiquées à l'article 2.2 ci-après permet de négliger les effets du retrait et de la dilatation.

Ne sont pas envisagés :

- les sollicitations exceptionnelles (chocs et explosions),
- les effets des séismes,
- les efforts résultant de la participation de la maçonnerie au contreventement de l'ouvrage.

Les prescriptions ci-après s'appliquent à défaut de justifications plus précises.

4.2.2 Efforts dus aux charges verticales

Les charges verticales agissant sur les murs peuvent être déterminées en faisant, s'il y a lieu, application de la dégression des charges telle qu'elle est énoncée par la norme NF P 06-001.

On peut admettre, dans cette évaluation, la discontinuité des divers éléments de plancher au droit des murs.

4.2.3 Efforts dus aux forces horizontales

Lorsqu'il est nécessaire de justifier la résistance de la paroi en maçonnerie au vent agissant perpendiculairement à la façade, on suppose que le panneau de maçonnerie est assimilable à une plaque simplement appuyée sur ses côtés. Lorsque la paroi extérieure est reliée à la paroi interne par des attaches, l'influence de ces attaches n'est pas, sauf justifications spéciales, prise en compte pour la vérification des efforts dans le panneau de maçonnerie.

4.3 Vérification des contraintes

4.3.1 Hypothèses de calcul

On admet que la distribution des contraintes dans une paroi est uniforme, sauf en ce qui concerne les contraintes dues aux charges du plancher ou du linteau situé immédiatement au-dessus de la section horizontale de la paroi considérée.

Le supplément local de contrainte dû à la réaction d'appui d'un linteau ayant même plan moyen que la paroi est évalué en supposant que la longueur d'appui du linteau est au plus égale à sa hauteur, et que la répartition des contraintes correspondantes est triangulaire sur une longueur limitée à une fois la hauteur du linteau (fig. 52).

Figure 52

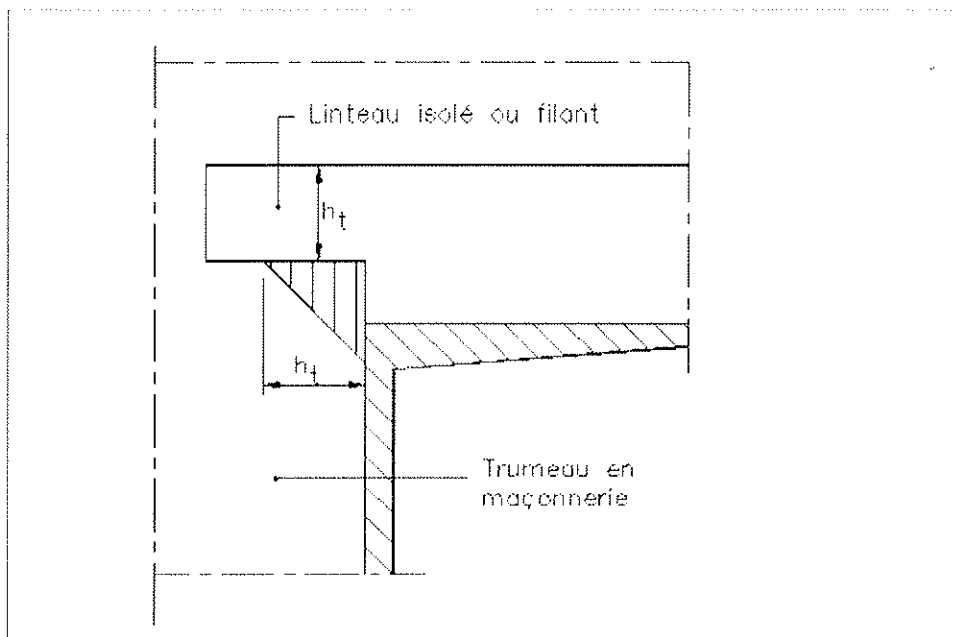
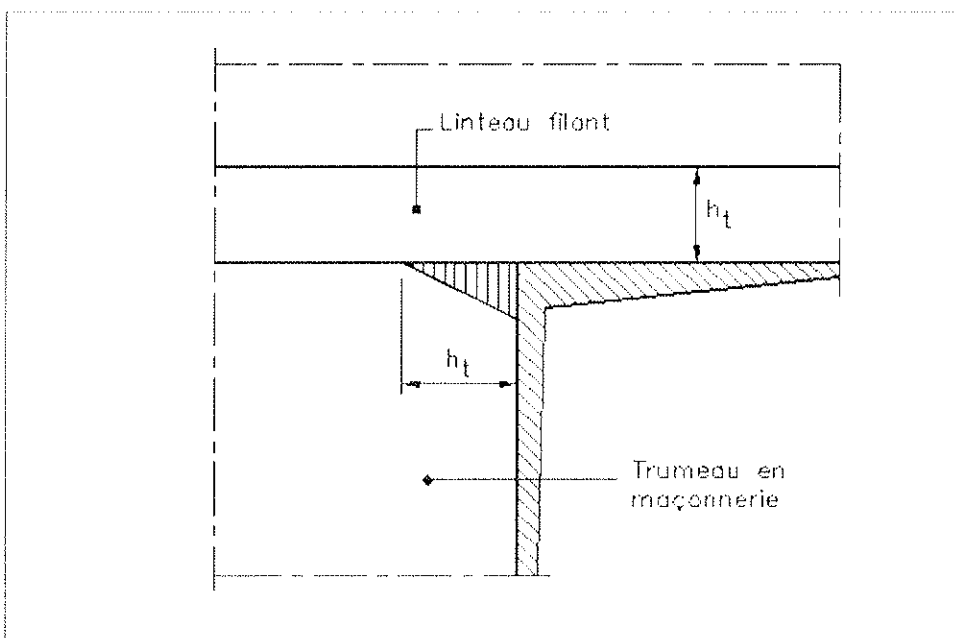


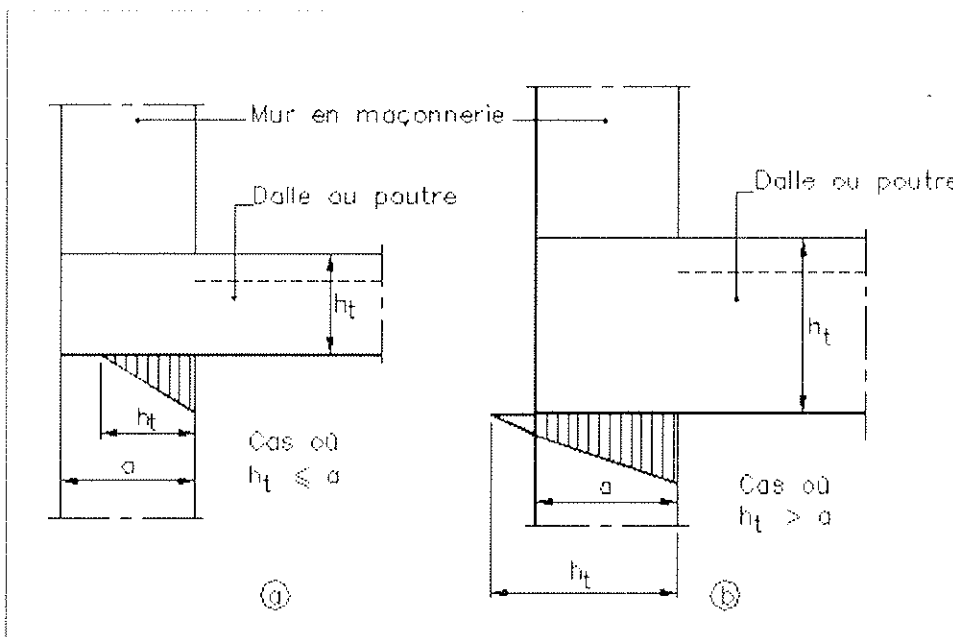
Figure 52



Si la contrainte maximale dans la maçonnerie est portée du fait de ce supplément à une valeur supérieure à la valeur admissible indiquée à l'article 4.3.2.3 ci-après, on peut être conduit à augmenter la hauteur du linteau.

De même, les contraintes supplémentaires dues aux charges réparties apportées par une dalle sont évaluées en supposant que la largeur d'appui de la dalle est limitée à son épaisseur et que la distribution des contraintes correspondantes est triangulaire (fig. 53a) ou trapézoïdale (fig. 53b) suivant les épaisseurs relatives de la paroi et de la dalle.

Figure 53



Enfin, le supplément local de contrainte dû à la réaction d'appui d'une poutre perpendiculaire au plan moyen de la paroi peut être évalué en limitant la profondeur de la surface d'appui à la hauteur totale de la poutre et en admettant que la distribution des contraintes correspondantes sur cette surface est triangulaire ou trapézoïdale.

4.3.2 Vérification de la résistance de la paroi

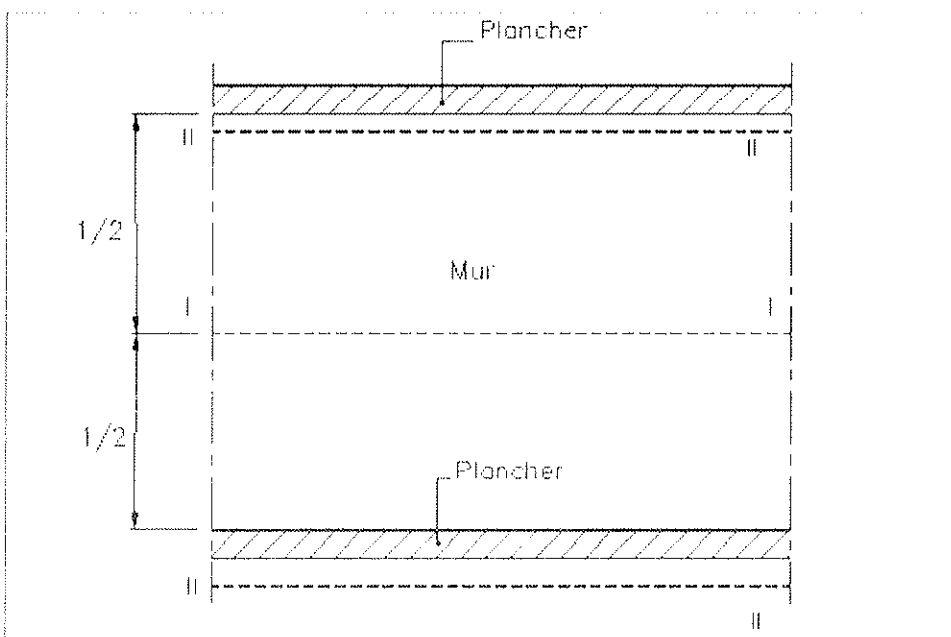
4.3.2.1 Généralités

La vérification des contraintes est à effectuer :

- en partie courante de la paroi (en général à mi-hauteur ;
- aux points singuliers : trumeaux, appuis de linteaux, appuis de poutres, appuis de planchers.

4.3.2.2 Vérification dans la section horizontale située à mi-hauteur de la paroi (fig. 54 section I-I)

Figure 54

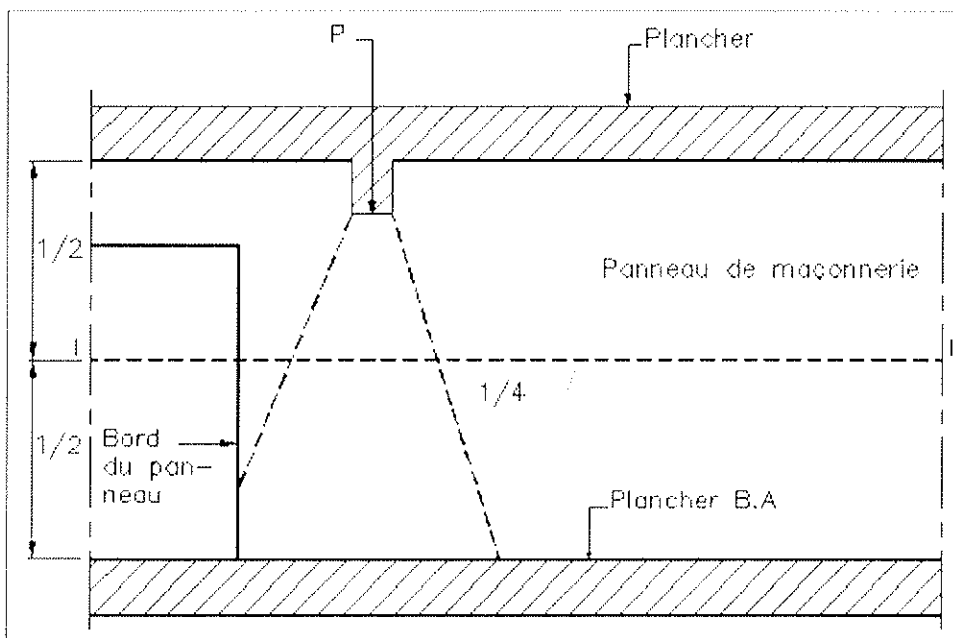


La vérification doit être effectuée en tenant compte, éventuellement, des efforts dus à l'action du vent. Deux vérifications sont à effectuer.

4.3.2.2.1 vérification des contraintes dues aux charges verticales seules

On peut admettre qu'une charge concentrée se répartit uniformément à l'intérieur de la zone délimitée par les deux droites partant du point d'application de la charge, et inclinées sur la verticale de $1/4$ (fig. 55).

Figure 55



La contrainte de compression à mi-hauteur de la paroi, supposée uniformément répartie en tenant compte des hypothèses ci-dessus, doit être au plus égale à la contrainte admissible C définie à l'article 4.1.

4.3.2.2.2 vérification sous l'action des charges verticales et du vent normal

Sous l'action cumulée des charges verticales et du vent normal, la contrainte extrême de compression ne doit pas dépasser les $9/8$ de la contrainte admissible C , tandis que la contrainte extrême de traction ne doit pas excéder le tiers de la contrainte d'adhérence du mortier.

Cette dernière condition suppose qu'il existe une adhérence convenable entre les éléments de maçonnerie et le mortier (humidification éventuelle des matériaux, précautions contre la dessiccation, etc.).

Cette vérification doit en particulier être effectuée pour les murs de remplissage dépassant l'élançement de 15.

Par contre, cette vérification n'est en général pas nécessaire pour les parois porteuses de constructions courantes normalement contreventées et d'élançement inférieur à 15.

4.3.2.3 Vérification des contraintes localisées

Pour la section du mur située immédiatement au-dessous du plancher (section II-II, fig. 54), il faut vérifier que les contraintes extrêmes de compression, déterminées en cumulant les contraintes réparties, (provenant des étages supérieurs) et les contraintes locales maximales (correspondant aux charges apportées par le plancher) sont inférieures au quart de la résistance à l'écrasement R du matériau telle qu'elle est définie à l'article 4.1.

Cette même règle s'applique au repos des linteaux sur les maçonneries.

Lorsque, sous une charge concentrée, par exemple un talon de poutre ou un trumeau en béton, la contrainte extrême de compression, calculée en tenant compte des indications ci-dessus, dépasse le quart de la résistance à l'écrasement R du matériau, cette charge peut être répartie au moyen d'une semelle, dimensionnée de telle façon que la contrainte dans la section horizontale du mur située immédiatement au-dessous de cette semelle ne dépasse pas $R/4$.

4.4 Contreventement

La participation des maçonneries au contreventement de l'ouvrage doit faire l'objet d'une étude spéciale. Le calcul des efforts qui en résultent n'est pas traité dans le présent document. Il fera l'objet des « Règles de calcul des maçonneries ».

4.5 Cas des murs doubles

4.5.1 Généralités

Au point de vue de la résistance mécanique, les murs doubles sont classés en deux catégories :

- maçonnerie porteuse,
- maçonnerie de remplissage et maçonnerie faiblement chargée.

4.5.2 Parois porteuses

Dans un mur double porteur, une seule paroi est considérée comme porteuse : celle qui est constituée par le matériau le moins déformable.

La rotation des appuis du plancher sous l'action de la flexion élastique et du fluage implique que c'est la paroi interne qui subit les déformations de raccourcissement les plus grandes.

La déformabilité relative de la paroi non porteuse peut être réalisée par divers moyens, y compris par une désolidarisation en tête.

4.5.3 Maçonneries de remplissage et maçonneries faiblement chargées

Dans le cas de maçonneries faiblement chargées, une seule des parois est, du point de vue du calcul, considérée comme transmettant les charges. L'élançement est limité à 30. NOTE

Lorsque les deux parois ont des épaisseurs différentes, la plus épaisse est normalement celle qui est considérée comme porteuse. Lorsque les épaisseurs sont identiques et lorsque les deux parois sont à base de matériaux différents, celle qui est constituée par le matériau le moins déformable est normalement considérée comme porteuse.

Les murs représentés sur la figure 56 conviennent pour les maçonneries faiblement chargées, par exemple avec des épaisseurs de parois comprises entre 10 cm et 15 cm.

Figure 56 Exemple de murs doublés visés par le présent document (l'isolant rapporté côté intérieur ou inséré entre les parois n'est pas représenté. Voir à ce sujet les figures 29, 30, 31

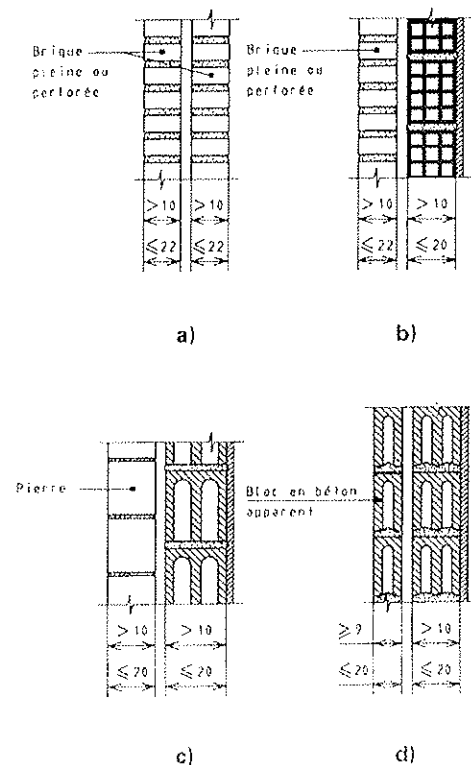
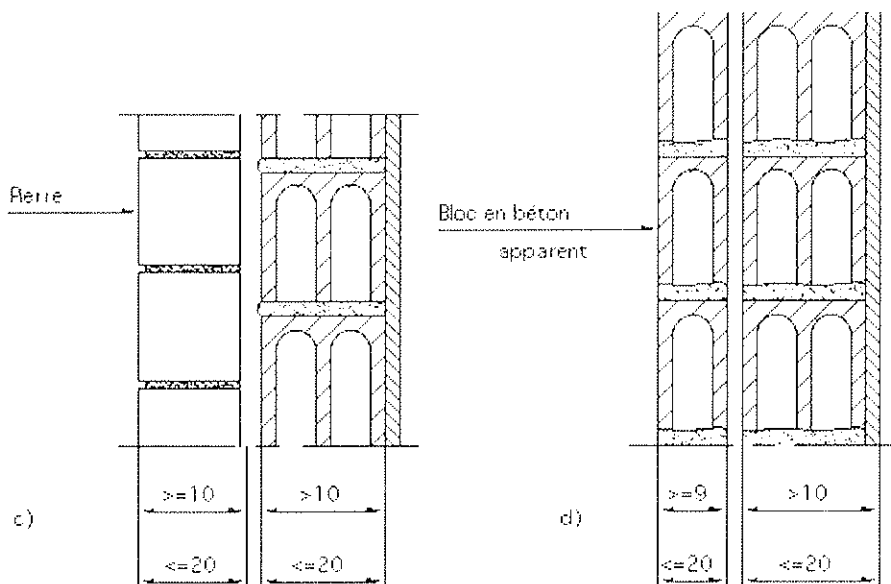


Figure 56



Chapitre 5 règles de calcul pour éviter les condensations dans l'épaisseur des murs

5.0 Préambule

Certaines des règles formulées dans le présent chapitre peuvent se révéler insuffisantes dans le cas de locaux surpeuplés ou occupés par intermittence.

Les exigences relatives à la fonction hygrothermique des murs de façade répondent à la destination du bâtiment ; elles font intervenir, d'autre part, d'autres paramètres et ne peuvent être traitées de façon complète dans le cadre des présentes règles.

5.1 Domaine d'application

5.1.1

Pour le calcul des caractéristiques thermiques des parois, on se référera au DTU « Règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois de construction » dites « Règles Th-K ».

5.1.2

Les présentes règles concernent uniquement les murs de façade avec isolation thermique rapportée sur leur face intérieure ou insérée entre les deux parois (murs doubles).

Elles ont pour objet de définir les conditions auxquelles doivent satisfaire ces murs pour se prémunir contre les risques de condensations de la vapeur d'eau dans l'épaisseur du mur.

L'isolation thermique peut être rapportée de diverses façons sur la face intérieure de la paroi extérieure en maçonnerie :

- s'il n'existe pas de cloison de doublage, l'isolation thermique est alors obtenue en fixant, sur la face intérieure de la paroi unique en maçonnerie, un complexe associant une plaque de plâtre et un isolant (voir fig. 2a du Guide de choix) ;
- s'il est prévu une cloison de doublage autoportante, celle-ci peut être à âme isolante, séparée de la paroi extérieure par une lame d'air (voir fig. 3a du Guide de choix) ;
- si celle-ci n'est pas spécialement isolante, l'isolant est mis en place dans l'espace existant entre la paroi extérieure et la cloison de doublage et peut soit remplir complètement cet espace (voir fig. 1c du Guide de choix), soit être appliqué côté cloison de doublage en ménageant une lame d'air entre l'isolant et la paroi extérieure (voir fig. 3b du Guide de choix).

5.1.3

Ne sont pas visés par le présent document :

- les murs en maçonnerie avec isolation thermique rapportée sur leur face extérieure,
- les solutions propres à éviter les condensations superficielles sur la face intérieure des murs de façade.

Les conditions d'utilisation de certains locaux peuvent conduire à des condensations superficielles sur la face intérieure des murs de façade, notamment sur les points faibles thermiques (ponts thermiques) partiellement corrigés et sur les zones adjacentes des plafonds et des cloisons en retour. Il peut se produire également des hétérogénéités d'aspect par thermophorèse (dépôts différentiels de poussières souvent appelés « fantômes »). Les dispositions susceptibles de pallier les effets de ces phénomènes (peinture laquée, papier lavable avec, éventuellement, traitement anticryptogamique du support, tapisserie avec sous-couche mince isolante, etc.) n'entrent pas dans le cadre des travaux concernés par le présent document. Des indications sur les précautions à prendre figurent dans le titre I, Hygrothermique, des « Exemples de solutions pour faciliter l'application du Règlement de construction » (*Cahiers du CSTB* n°1505 de juin 1978).

5.2 Énoncé des exigences

5.2.1

Il ne doit pas y avoir de condensation dans l'épaisseur de l'isolant, ni sur sa face intérieure.

5.2.2

Les condensations sur la paroi extérieure du mur ne doivent pas être dommageables.

L'analyse des risques de condensation dans de telles parois montre que :

- des condensations à la surface intérieure de la paroi extérieure en maçonnerie sont inévitables.
- des condensations peuvent également se produire, dans certains cas (d'hygrométrie et/ou de conception du mur) dans l'épaisseur ou sur la face intérieure de l'isolant.

5.3 Règles permettant de satisfaire ces exigences

5.3.1 Condensation sur la face intérieure de l'isolant

Pour éviter le risque de condensation sur la face intérieure de l'isolant, la résistance thermique de l'isolant R_{Ti} (lame d'air éventuelle incluse) doit être supérieure à 3 fois la résistance thermique de la paroi intérieure R_{TP} : $R_{Ti} > 3 R_{TP}$

5.3.2 Condensation dans l'épaisseur de l'isolant

L'humidité à l'intérieur d'un local ventilé résulte de l'équilibre entre la production de vapeur à l'intérieur du local et le rythme de la ventilation.

Cet équilibre s'écrit :

$$W_i = W_e + \frac{W}{n} \text{ en g/m}^3$$

où :

W_e est l'humidité absolue de l'air extérieur

W_i celle résultante dans l'air intérieur

W la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local par heure

n le taux horaire de renouvellement d'air

Le risque de condensation dans l'épaisseur de l'isolant est principalement conditionné par l'humidité contenue dans l'air à l'intérieur du local. Il augmente lorsque la température extérieure baisse et lorsque la résistance thermique R_{TM} du mur diminue.

5.3.2.1 Classification des locaux en fonction de leur hygrométrie

On définit quatre types de locaux :

- local à faible hygrométrie :

•

•

- $\frac{W}{N} \leq 2,5 \text{ g/m}^3$

• N

•

$$\frac{1}{R_{DP}} < 0,060 \text{ g/m}^2 \text{ h mmHg}$$

Il n'est pas admis, sauf justification particulière, de prendre en compte, pour ce calcul, les barrières de vapeur placées directement sur la face intérieure de la paroi intérieure.

Cette exclusion est justifiée par le fait qu'une telle barrière de vapeur peut être enlevée ultérieurement (par exemple film de peinture étanche) ou détériorée.

5.3.2.2.3

Les locaux à très forte hygrométrie doivent faire l'objet d'une étude cas par cas.

5.3.3 Condensation sur la face intérieure de la paroi extérieure en maçonnerie

Une telle condensation est inévitable ; le problème est de concevoir la paroi pour s'en accommoder. En règle générale, la capacité d'absorption de cette paroi est telle qu'elle pourra absorber sans difficulté la condensation. Le rythme de condensation reste en effet limité dans les cas les plus défavorables à des valeurs de l'ordre de 2 g/m².h.

Le problème se pose différemment dans le cas où la température intérieure de cette paroi peut rester assez longtemps négative ; la condensation forme alors une couche de glace non absorbée pouvant occasionner des dommages lors de sa fusion.

On distingue :

- les murs avec lame d'air entre l'isolant et la paroi extérieure des murs sans lame d'air pour lesquels l'eau de fusion peut progresser dans l'isolant s'il est hydrophile ;
- les murs avec doublage autoportant des murs où la paroi intérieure se trouve tenue par le simple collage de l'isolant sur le mur, collage qui peut être altéré par des phénomènes de gel et dégel répétés.

Les paramètres intervenant principalement dans ce phénomène sont :

- la température de la surface intérieure de la paroi extérieure ou plus exactement le temps pendant lequel cette température peut rester négative. Ce temps est fonction du climat extérieur (séquence froide), des caractéristiques thermiques (masse et résistance) de la paroi extérieure et de l'épaisseur d'isolant. Une forte épaisseur d'isolant abaissant la température de la paroi extérieure augmente, toute chose égale par ailleurs, le risque ;
- la résistance à la diffusion des couches intérieures ($R_{DP} + R_{DI}$) propre à limiter la quantité d'humidité qui diffuse et à la tenir en dessous d'une valeur acceptable.

5.3.3.1 Cas des parois extérieures à forte résistance thermique

Aucune prescription n'est imposée lorsque la résistance thermique R_{TM} de la paroi extérieure en maçonnerie satisfait à la condition ci-après : $3 R_{TM} > R_{TI} + R_{TP}$

5.3.3.2 Cas des parois extérieures à faible résistance thermique

Si la condition indiquée à l'article 5.3.3.1 n'est pas satisfaite (soit si $3 R_{TM} < R_{TI} + R_{TP}$), l'une des deux règles ci-après doit être respectée.

5.3.3.2.1 soit limiter le flux de vapeur

Le flux de vapeur doit être d'autant plus limité que la résistance thermique R_{TM} est plus faible et que les risques de séquences froides sont plus grands.

Les conditions à satisfaire sont alors les suivantes :

5.3.3.2.1.1

En dehors des zones très froides 1 :

12

Sont considérées comme zones très froides :

- les zones où la température de base, calculée conformément au titre II des Règles Th est inférieure à - 15 °C ;
- les zones d'altitude supérieure à 600 m situées en zone climatique H1 uniquement, telle qu'elle est définie par les règlements en vigueur (actuellement arrêté du 24 mars 1982).

$$\frac{1}{R_{DP} + R_{DI}} < 0,06 \text{ g/m}^2 \text{ h mmHg}$$

5.3.3.2.1.2

Dans les zones très froides 1

$$\frac{1}{R_{DP} + R_{DI}} < 0,015 \text{ g/m}^2 \text{ h mmHg}$$

5.3.3.2.1.3

Il est rappelé qu'en toutes zones, il n'est pas admis de prendre en compte, dans le calcul de R_{DP} les barrières de vapeur placées *directement* sur la face interne de la paroi intérieure.

Voir commentaire de l'article 5.3.2.2.2 .

5.3.3.2.2 soit évacuer l'eau de fusion

Pour éviter l'humidification du doublage intérieur lors de la fusion de l'eau condensée, des dispositifs de récupération et d'évacuation vers l'extérieur doivent être prévus à la partie basse du mur.

Cette règle n'est utilisable que dans le cas des murs de type III (art. 2.3 du Guide de choix) , puisque ceux-ci comportent une lame d'air, une récupération et une évacuation.

5.3.4 Application aux murs courants

5.3.4.1 Résumé des règles à respecter

Suivant la conception du mur, les règles à envisager sont résumées dans le tableau 3, page ci-contre .

Tableau 3 Règles applicables aux maçonneries avec isolation intérieure rapportée

Dispositions constructives	Pas de lame d'air entre l'isolant et la paroi extérieure		
	Il y a une lame d'air entre l'isolant et la maçonnerie extérieure	Paroi intérieure autoportante (cloison)	Paroi intérieure non autoportante (plaque)
Règles applicables	1 3.1 ou 3.2	2 3.1	1 2 3.1
R _e résistance thermique	R _{TM} résistance thermique de la paroi extérieure en maçonnerie R _{Ti} résistance thermique de l'isolant R _{TP} résistance thermique de la paroi intérieure en maçonnerie	R _{TM} résistance à la diffusion de la vapeur d'eau	R _{TM} résistance à la diffusion de la vapeur d'eau R _{Ti} résistance à la diffusion de la vapeur d'eau R _{TP} résistance à la diffusion de la vapeur d'eau
Énoncé des règles			
1 Règle pour éviter la condensation sur la face intérieure de l'isolant			
$R_{Ti} > 3 R_{TP}$			
2 Règle pour éviter la condensation dans l'épaisseur de l'isolant dans le cas de locaux à forte hygrométrie			
$\frac{1}{R_{DP}} < 0,06 \text{ gm}^3/\text{m}^2\text{h}$			
3 Règles pour limiter les effets de la condensation sur la paroi extérieure (pas ou $R_{TP} + R_{Di} > 3 R_{TP}$)			
3.1 limiter le flux de vapeur			
Si $R_{TP} < 0,086 \text{ m}^2/\text{C/W}$			
$\frac{1}{R_{TP} + R_{Di}} < 0,06 \text{ gm}^3/\text{m}^2\text{h}$			
zone très froide*			
$\frac{1}{R_{TP} + R_{Di}} < 0,015 \text{ gm}^3/\text{m}^2\text{h}$			
* 2 récupérer l'eau en bas du mur et évacuer - protection en pied de l'isolant			
* 011 + décaler les zones très froides à partir de 3.312.1			

5.3.4.2 Valeurs utiles de résistance à la diffusion ou de perméabilité à la vapeur

Les tableaux 1 et 2 donnent respectivement les valeurs utiles de la résistance à la diffusion des parois intérieures courantes et celles de la perméabilité à la vapeur des principaux isolants.

Tableau 1 Valeurs de la résistance à la diffusion de parois intérieures courantes (R_{DP})

Type de paroi		R_{Dp} (m ² .h.mm Hg/g)
Revêtements	- Plaques de plâtres cartonnées 10 mm	1
	- Contreplaqué 8 mm	10
	- Panneaux de particules 15-22 mm	8 - 12
	- Amiante-ciment 3,5 à 6 mm	10 - 30
Cloisons	- Plaques de plâtres sur réseau carton 10 - 30 - 10 mm	2
	- Carreaux de plâtre 50 mm	5
	- Briques plâtrières enduites 50 mm	4
	- Panneaux de particules 50 mm	10
	- Blocs de béton cellulaire 70 mm	3
Barrières de vapeur	- Papier imprégné de bitume	15 - 60
	- Feuille aluminium 15µm sur plaque de plâtre	100
	- Feuille polyéthylène > 50 µm	> 100

Tableau 2 Valeurs de la perméabilité à la vapeur des principaux isolants utilisés ($R_{Di} = e/\pi$)

Type d'isolant		π (g/m.h.mm/Hg)	
Laines minérales		6 000 à 8 000 10 ⁻⁵	
Polystyrène expansé	- moulé en blocs ou en plaques	qualité Q1 9 à 13 kg/m ³	400 10 ⁻⁵
		qualité Q2 13 à 16 kg/m ³	300 10 ⁻⁵
		spécial doublage 11 à 13 kg/m ³	340 10 ⁻⁵
	- moulé en continu par voie humide	11 à 16 kg/m ³	250 10 ⁻⁵
		16 à 20 kg/m ³	150 10 ⁻⁵
	- thermo-comprimé en continu par voie sèche	12 à 15 kg/m ³	240 10 ⁻⁵
		15 à 20 kg/m ³	150 10 ⁻⁵
		20 à 25 kg/m ³	80 10 ⁻⁵
		15 à 35 kg/m ³	80 10 ⁻⁵
	- extrudé	avec peau de surface 25 à 40 kg/m ³	80 10 ⁻⁵
sans peau de surface 28 à 32 kg/m ³		90 10 ⁻⁵	
- PVC cellulaire 25 à 35 kg/m ³		35 10 ⁻⁵	
- Mousse rigide de polyuréthane et polyisocyanurate 30 à 35 m ³		200 10 ⁻⁵	
Verre cellulaire		négligeable	

A titre d'exemple d'application, en envisageant le cas des deux isolants : laine minérale (verre ou roche) et polystyrène expansé, et étant donné que la résistance thermique des maçonneries extérieures, compte tenu des épaisseurs minimales fixées au chapitre 5, est toujours supérieure à 0,086 m².°C/W, on s'a perçoit qu'une barrière de vapeur est nécessaire uniquement dans les zones très froides et dans les locaux à forte hygrométrie avec l'un ou l'autre des deux isolants.

Chapitre 6 règles relatives aux parois en maçonnerie utilisées en soubassement 1

13

L'isolation thermique de ces parois, rapportée côté extérieur ou côté intérieur, n'est pas traitée par le présent document.

6.1 Domaine de validité

Les dispositions indiquées ci-après supposent que :

- les fondations ont été conçues de telle sorte que, sous l'action des venues d'eau, il ne risque pas de se produire des

tassements différentiels générateurs de fissures pouvant laisser entrer des quantités d'eau importantes ;

• Les tassements différentiels provoquent en général d'importantes fissures dont l'amplitude est supérieure aux possibilités d'élongation des enduits habituels.

-
-

• lorsque le terrain est baigné par une nappe phréatique de niveau variable, le niveau le plus bas du ou des sous-sols doit être situé au-dessus du niveau le plus haut atteint par la nappe :

• Les dispositions propres à éviter l'inondation des sous-sols dans le cas de remontée de la nappe phréatique figurent dans le DTU n°14.1 « .

-
-

• il ne peut y avoir accumulation, pendant une assez longue durée, des eaux le long des murs périphériques.

Une telle accumulation risque de se produire notamment lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- le bâtiment est fondé sur un terrain peu perméable,
- d'importantes venues d'eau sont susceptibles de se manifester (eaux de ruissellement conduites vers le bâtiment par la pente du terrain, ou encore eaux circulant dans une nappe située au-dessus du terrain peu perméable),
- il n'est pas prévu de réseau de drainage.

Les dispositions indiquées au présent chapitre sont alors insuffisantes, et il est nécessaire de s'orienter vers une solution de cuvelage conforme au DTU n°14.1 .

En outre la partie enterrée sur les deux faces situées immédiatement au-dessus de la semelle de fondation risque d'être soumise à accumulation d'eau durant une période prolongée et au gel concomitant si elle ne se trouve pas à une profondeur suffisante pour la mettre à l'abri des conséquences du gel ; il ne peut par suite dans ce cas être utilisé pour cette partie d'ouvrage, des maçonneries d'éléments creux.

6.2 Conception de la partie hors-sol des maçonneries de soubassement

La conception globale de la partie non enterrée des murs de soubassement est à déterminer en fonction des exigences propres à ce mur.

En particulier, si les *exigences* sont les mêmes que pour les maçonneries de façade utilisées en superstructure, le choix du mur de soubassement s'effectue en fonction des indications des tableaux de l'article 4 du Guide de choix des types de murs de façade en fonction du site, les dispositions constructives et les épaisseurs minimales étant définies au présent document.

Dans le cas où les murs de soubassement n'ont à assumer aucune fonction autre que la résistance mécanique, c'est de cette seule exigence que résulte l'épaisseur minimale de la paroi.

Appartient entre autres à cette catégorie, les murs de soubassement de certains vides sanitaires, et les murs périphériques de terre-pleins.

6.3 Conception de la partie enterrée des maçonneries de soubassement

6.3.0 Exigences

Pour éviter toute contestation ultérieure, il appartient au maître d'oeuvre de se faire préciser par le maître de l'ouvrage les exigences relatives aux conditions d'utilisation des locaux, etc.

La conception de la partie enterrée des murs de soubassement est à déterminer en fonction des exigences d'utilisation ; trois catégories sont à distinguer (voir 6.301 , 6.302 et 6.303).

Pour les trois catégories, lorsque la partie enterrée sur les deux faces est à une profondeur suffisante pour la mettre à l'abri du gel on peut utiliser des éléments creux.

Lorsque ce n'est pas le cas :

- les éléments creux ne peuvent être utilisés que lorsqu'un drainage est prévu,
- on doit utiliser des éléments pleins s'il existe un risque d'accumulation d'eau prolongée

6.3.0.1 Première catégorie

Le mur borde des locaux utilisés où aucune trace d'humidité n'est acceptée sur sa face intérieure.

C'est, en général, le cas des murs limitant des locaux habitables en sous-sol.

6.3.0.2 Deuxième catégorie

Le mur borde des locaux pour lesquels l'étanchéité de la paroi n'est pas obligatoire et où notamment des infiltrations limitées peuvent être acceptées par le Maître d'ouvrage.

C'est, en général, le cas de murs bordant des locaux utilisés comme chaufferie, garage ou certaines caves.

6.3.0.3 Troisième catégorie

Le mur n'a à assurer aucune fonction autre que la résistance mécanique, c'est cette exigence qui conditionne l'épaisseur minimale de la paroi.

C'est, en général, le cas des murs de vides sanitaires et des murs périphériques de terre-plein.

6.3.1 Résistance mécanique, nature et épaisseurs minimales des matériaux constitutifs

6.3.1.1 Matériaux

Les matériaux utilisés doivent respecter les indications du cahier des clauses techniques du DTU n° 20.1 .

6.3.1.2 Épaisseurs minimales

Les épaisseurs minimales des maçonneries extérieures enterrées sont à déterminer en fonction de la résistance mécanique (charges verticales, poussées des terres) 2 .

14

Les dispositions particulières aux maçonneries de béton cellulaire autoclavé sont définies à l' article 2.1.8 .

Pour les murs en bordure de locaux des première et deuxième catégories, elles ne peuvent être inférieures aux valeurs indiquées à l'article 3.2 (épaisseurs brutes : enduits éventuels non compris).

6.3.2 Prescriptions particulières aux murs enterrés de sous-sols

(cf. première et deuxième catégories de l'article 6.3.0) .

6.3.2.1 Considérations générales

Il est rappelé que la constitution des murs de sous-sol est fonction, en sus des exigences d'utilisation de celui-ci (cf. article 6.3.0 ci-dessus) des différents paramètres touchant à l'environnement de la construction et à l'écoulement des eaux de pluies ; ces paramètres sont explicités dans l'annexe au présent document (nature du terrain de fondation, nature du remblai entre la fouille et le bâtiment, présence éventuelle d'un drainage, ouvrages étanches en bordure du bâtiment, importance du ruissellement, présence d'une nappe phréatique,...).

Les précautions à prendre contre les remontées d'humidité venant du sol (coupure de capillarité horizontale) sont définies au cahier des clauses techniques d'exécution (art. 3.1.2) .

6.3.2.2 Choix du revêtement de la paroi enterrée

6.3.2.2.1 domaine de validité

Il est rappelé que les dispositions définies dans le présent article ne sont valables que dans le cas où il ne risque pas d'y avoir accumulation prolongée de l'eau le long des murs périphériques (dernier alinéa de l'article 6.1 et commentaire correspondant) .

Cela signifie que les dispositions prévues par le présent article pour le choix du revêtement du mur ne peuvent être efficaces que dans les deux seuls cas ci-après :

- ou bien le drainage n'est pas nécessaire,
- ou bien le drainage est nécessaire et prévu.

En effet, si aucun drainage n'est prévu alors qu'il s'avérerait nécessaire, la mise en oeuvre d'un revêtement sur le mur enterré est insuffisante, l'eau pouvant alors passer par le sol sous la fondation ou traverser le mur par la moindre fissure. A moins de revenir à la solution du drainage, le seul choix possible est donc celui du coulage.

6.3.2.2.2 premier cas : l'étude conduit à l'inutilité d'un drainage

Il s'agit notamment du cas des bâtiments fondés sur des terrains perméables.

6.3.2.2.2.1

Selon les cas :

- les murs de catégorie 1 doivent être revêtus extérieurement ;
- pour les murs de catégorie 2, et compte tenu des divers facteurs, y compris les prescriptions du maître d'ouvrage, il appartient au maître d'oeuvre de décider si le mur doit ou non être revêtu d'un enduit ; lorsque les conditions d'utilisation du local conduisent à prévoir un enduit, celui-ci doit être appliqué de préférence sur la face extérieure du mur.

6.3.2.2.2.2

Il est rappelé que les murs en blocs de béton cellulaire autoclavé doivent recevoir obligatoirement un revêtement extérieur (voir cahier des clauses techniques DTU n° 20.1) .

6.3.2.2.3

Le revêtement peut être soit un enduit traditionnel à base de liants hydrauliques conforme aux spécifications du DTU n°26.1, soit un enduit d'imperméabilisation de façade à base de liants hydrauliques bénéficiant d'un Avis Technique concluant favorablement à son emploi sur des maçonneries enterrées, éventuellement complétés par un produit noir appliqué en une ou deux couches.

- 1 Il est rappelé que de tels enduits ne peuvent empêcher la pénétration d'eau sous pression.
- 2 Certains produits noirs en émulsion ou en solution, appliqués à froid, sont susceptibles d'améliorer la fonction imperméabilisation de l'enduit, mais ils ne peuvent se substituer à l'enduit lui-même, et ils sont inefficaces s'ils ne forment pas, sur ce dernier, une couche continue (ce qui peut se produire si l'enduit comporte des creux ou des aspérités).

6.3.2.2.4

Dans tous les cas, les locaux de catégorie 1 doivent être aérés et ventilés.

6.3.2.2.3 deuxième cas : un drainage est prévu

Dans ce cas, pour les murs de catégorie 1, il doit être prévu un système permettant d'éviter l'apparition d'humidité, par infiltration, sur la paroi intérieure.

Ces systèmes peuvent être constitués :

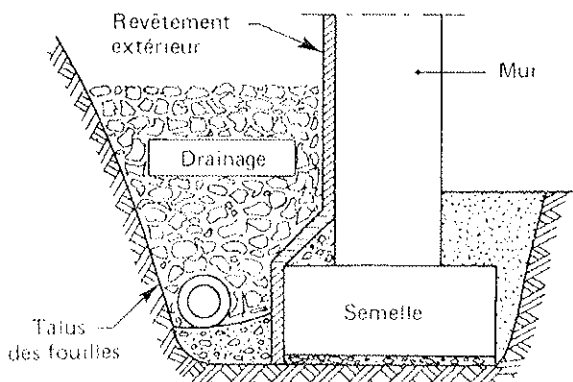
soit par une membrane à base de produits hydrocarbonés appliquée sur un enduit de dressage et constituée au moins des éléments suivants :

- a un enduit d'imprégnation à froid (EIF),
- b un enduit d'application à chaud (EAC),
- c une chape souple de bitume armé à armature tissu de verre type 40 (40 TV), autoprotégé par feuille d'aluminium, conforme à la norme NF P 84-303 ;
- d un enduit d'imprégnation à froid (EIF),
- e une chape souple de bitume armé à armature tissu de verre type 50 (50 TV), autoprotégée par feuille d'aluminium, conforme à la norme NF P 84-303, soudée, ou une chape souple de bitume armé à haute résistance double armature en tissu de verre (50 TV-W-HR) autoprotégée par feuille d'aluminium, conforme à la norme NF P 84-312, soudée ;
- f des feuilles élasto-plastiques, suivant Avis Technique, y compris la colle correspondante d'assemblage de ces feuilles.
- g Il convient de protéger ces revêtements des chocs, notamment lors du remblaiement des terres dans les fouilles, et du risque d'entraînement lors du tassement de ce remblai.
- h Une étude particulière doit être effectuée pour le raccordement de ce revêtement avec les points singuliers : semelle de fondations (cf. fig. 57) . mur en retour, etc.

• soit par des drains verticaux en liaison avec le drainage horizontal.

Ces systèmes de conceptions très diverses (blocs drainants, nappes filtrantes,...) ne peuvent être définis dans le présent document : leur emploi est donc à examiner cas par cas, au vu de références locales satisfaisantes et d'une étude particulière, notamment concernant la nécessité ou non d'associer à ces systèmes un revêtement adhérent sur la maçonnerie.

Figure 57 Revêtement extérieur raccordement entre le mur et la semelle



Pour les murs de catégorie 2, la partie enterrée de la face extérieure des murs de soubassement doit recevoir un revêtement imperméable à l'eau.

Suivant les exigences résultant des conditions d'occupation des locaux enterrés (cf. art. 6.3.0) , ce revêtement peut être constitué par :

- soit un enduit extérieur à base de liants hydrauliques dont la composition est indiquée dans le DTU n°26.1 , complété par deux couches d'enduit d'imprégnation à froid (EIF) ;
- soit des drains verticaux en liaison avec le drainage horizontal ; ces systèmes de conception très diverse (blocs drainants, nappes filtrantes...), ne peuvent être définis dans le présent document ; leur emploi est donc à examiner cas par cas, au vu de références locales satisfaisantes et d'une étude particulière, notamment concernant la nécessité ou non d'associer à ces systèmes un revêtement adhérent sur la maçonnerie.

6.3.2.2.4 remarque importante

Les revêtements par enduit extérieur ou par membrane tels qu'ils sont indiqués aux articles 6.3.2.2.2 et 6.3.2.2.3 , ne sont pas conçus pour résister à une fissuration de leur support. Il est donc rappelé qu'ils ne peuvent être efficaces que si toutes les dispositions ont été prises au niveau des fondations pour éviter les fissurations des murs sous l'action des tassements différentiels (art. 6.1) .

Annexe conception des ouvrages annexes associés aux maçonneries enterrées : regards d'eaux pluviales et réseaux de drainage

0 Objet

La présente annexe concerne la conception de certains ouvrages qui, bien qu'ils n'appartiennent pas à la catégorie des ouvrages en maçonnerie d'éléments, peuvent avoir une incidence notable sur le bon comportement des murs périphériques enterrés. *Nota* : les considérations ci-après sont également valables dans le cas des constructions comportant un dallage sur terre-plein.

Lorsqu'il y a des pénétrations d'eau dans les sous-sols, la cause n'en incombe pas toujours à la seule paroi de maçonnerie ; de nombreuses infiltrations, en effet, sont imputables à certains ouvrages annexes mal conçus ou mal réalisés, tels que ceux qui font l'objet des articles 2 et 3 .

1 Considérations générales

La conception des murs enterrés de sous-sols est à choisir en fonction des considérations ci-après :

1.1

La conception d'un mur périphérique de sous-sol est tributaire des exigences d'utilisation du sous-sol.

1.2

La fonction d'étanchéité à l'humidité d'un mur de sous-sol dépend de plusieurs paramètres, parmi lesquels :

1.2.1 La nature du terrain de fondation

Si le terrain de fondation est perméable (sables, graviers,...) et non immergé, les eaux de ruissellement s'infiltrent rapidement sans soumettre le mur périphérique à une importante humidité permanente (fig. 58) ; par contre, si le terrain de fondation est peu perméable (argile, limon...), les eaux d'infiltration peuvent venir s'accumuler le long du mur enterré (fig. 59) .

Figure 58

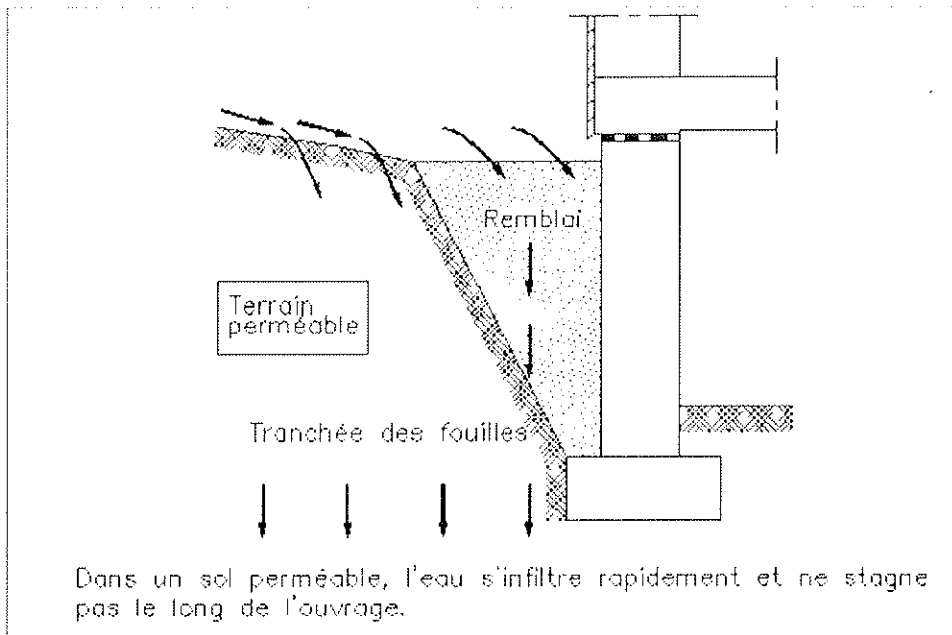
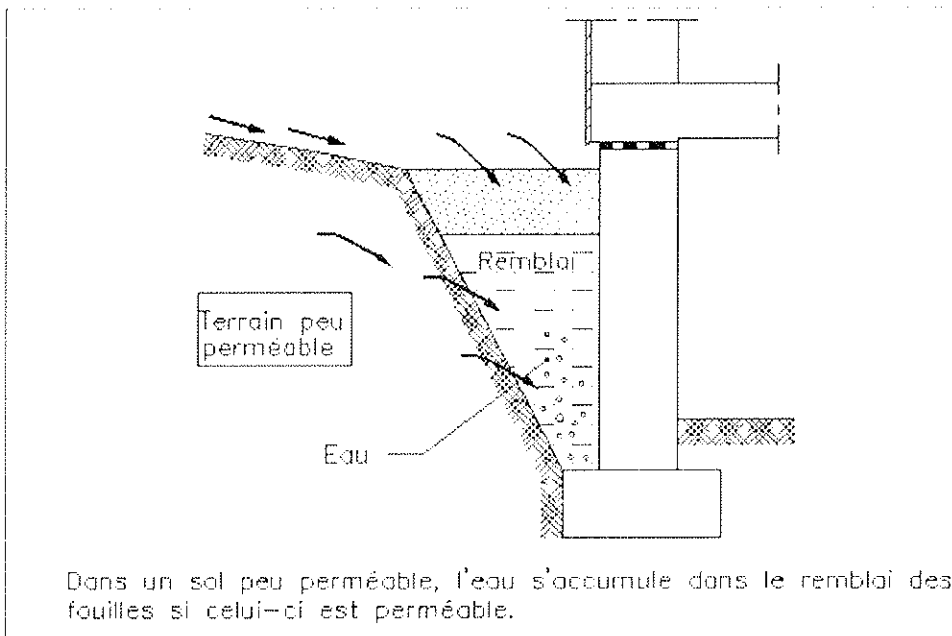


Figure 59



1.2.2 La nature du remblai entre la fouille et le bâtiment

La nature du remblai entre la fouille et le bâtiment n'a que peu d'influence lorsque le terrain de fondation est perméable ; par contre, si le sol dans lequel a été ouverte la fouille est peu perméable et si aucun drainage n'a été prévu, il est dangereux de remblayer la tranchée de fouille avec des matériaux très perméables (le DTU n° 1.2 relatif aux travaux de terrassement interdit, entre autres, le remblaiement avec les gravais du chantier).

1.2.3 La présence éventuelle d'un drainage

Il est difficile d'indiquer les cas où un réseau de drainage est nécessaire. Il s'agit en effet de cas d'espèce. On peut cependant conseiller de drainer chaque fois que le bâtiment est fondé sur une couche peu perméable surmontée par un sol perméable, les

eaux de ruissellement peuvent alors venir au contact des murs du sous-sol suffisamment longtemps pour pénétrer dans le bâtiment à travers le mur ou même en cheminant sous la fondation.

Cependant, un réseau de drainage, même le mieux conçu et réalisé, est inutile et même nuisible s'il n'est pas possible d'évacuer d'une manière efficace les eaux collectées. Si cette évacuation ne peut être réalisée de façon satisfaisante, il existe, lorsque le bâtiment est fondé sur un terrain peu perméable, des risques d'accumulation de l'eau, pendant une assez longue durée, le long des murs périphériques. Donc, dans ce cas, non seulement le drainage est inutile, mais encore, quelles que soient les précautions prises pour étancher le mur, l'eau risque d'entrer par le sol. Il y a donc lieu, dans ce cas, ainsi qu'il est mentionné au commentaire du dernier alinéa de l'article 6.1 des Règles de calcul et *Dispositions constructives minimales* de recourir à une solution de coulage telle qu'elle est définie par le DTU n° 14.1.

Enfin, il peut exister d'autres cas où le drainage est contre-indiqué : se reporter à l'article 3.1.2 « Remarque préliminaire importante ».

Si un drainage a été prévu, les indications permettant de faciliter sa conception figurent à l'article 3.

1.2.4

La présence d'ouvrages relativement étanches en bordure du bâtiment (dallages, trottoirs, etc.) ou la protection des abords du mur périphérique par des ouvrages en saillie (toitures débordantes, auvents, balcons, etc.) ;

1.2.5

L'importance des eaux de ruissellement pouvant venir en contact avec les murs périphériques du bâtiment ;

Le relief - naturel ou artificiel - du terrain environnant joue à cet égard un rôle important. C'est ainsi que, dans les terrains peu perméables, il est dangereux, en l'absence d'un réseau périphérique de drainage, de prévoir des mouvements de terre tels qu'ils créent une cuvette dont le centre serait occupé par le bâtiment.

1.2.6 La présence éventuelle d'une nappe phréatique

Même lorsque la remontée de cette nappe ne provoque pas l'inondation du sous-sol (ce qui nécessiterait des dispositions conformes au DTU n° 14.1), la présence d'une nappe voisine du niveau des fondations perturbe l'écoulement des eaux de ruissellement.

2 Regards d'eaux pluviales

Les eaux pluviales doivent, à la partie inférieure des tuyaux de descente, être recueillies dans un regard étanche afin de les empêcher de s'infiltrer le long des murs enterrés.

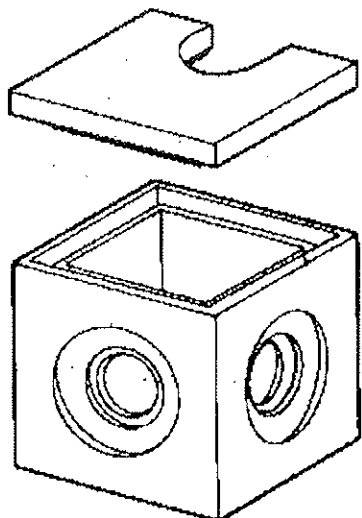
Ce regard ne doit pas être mis en place sur un remblai non compacté ou sur un terrain dont les caractéristiques risquent d'être modifiées par des venues d'eau ; il doit être posé sur un support rigide non susceptible de tassements sensibles.

- 1 Ce support peut être constitué par un socle en béton fondé sur le bon sol ou par des profilés scellés dans le mur de soubassement.
- 2 Il est rappelé que les regards d'eaux pluviales réalisés en place sans précautions risquent de se disloquer s'ils reposent sur un sol compressible, et permettent ainsi à d'importantes quantités d'eau de se répandre le long des murs périphériques.

Les regards coulés en place doivent comporter 4 faces verticales et un fond. Les faces internes de ces 5 parois doivent être enduites.

Il est impossible d'assurer l'étanchéité d'un regard lorsque celui-ci est réalisé en assemblant sur place 3 éléments minces constituant 3 des faces verticales du regard, la quatrième face étant réalisée par le mur lui-même. Les regards préfabriqués en béton (fig. 60), permettent de donner à ce problème une solution satisfaisante.

Figure 60 Regard d'eaux pluviales préfabriqué



3 Conception des réseaux de drainage

3.1 Généralités

3.1.1 Définition et domaine de validité

On appelle réseau de drainage un ouvrage destiné à collecter et à évacuer les eaux du sol.

Le présent article concerne uniquement les drainages destinés à protéger les parties enterrées des bâtiments contre les venues d'eaux, dans les limites fixées à l'article 6.1 des « Règles de calcul et dispositions constructives minimales ».

Il existe d'autres types de drainages, par exemple les drainages agricoles, les drainages de stabilisation des pentes, les drainages sous certains radiers, etc.

3.1.2 Remarque préliminaire importante

Le drainage n'est pas une technique convenant dans tous les cas :

- si le sol est baigné par une nappe, une étude doit être faite en vue de déterminer si une solution de drainage est possible ; en effet, si un sol très peu perméable peut éventuellement permettre une solution de drainage acceptable, dans le cas d'un sol perméable il faudra très probablement recourir à un cuvelage ;
- si le terrain est hétérogène, un drainage sans précautions particulières peut alimenter des veines de terrain perméable sans exutoire qui peuvent ainsi être mises en charge et présenter, dans des terrains en pente, des dangers d'instabilité d'ensemble ;
- enfin, il ne sert à rien de recueillir les eaux dans un drainage s'il n'est pas possible d'évacuer ces eaux d'une façon satisfaisante.

Si la solution de drainage n'est pas possible, on peut envisager de faire un cuvelage des locaux enterrés, choix qui doit être fait dès la conception et qui doit, le plus souvent, découler d'une étude de terrain appropriée.

Dans le cas d'utilisation de drains verticaux, la conception du réseau de drainage est à adapter en fonction du système particulier utilisé ; cette adaptation fait partie de l'étude particulière visée à l'article 6.3.2.2.3 ci-dessus ; elle concerne en particulier la tranchée drainante (art. 3.3 ci-après).

3.2 Conception globale d'un réseau de drainage

La conception globale du réseau de drainage dépend à la fois de la surface, du relief et de la nature du terrain à assainir, ainsi que du nombre et de la densité des bâtiments implantés sur le terrain, de la profondeur de leur encastrement, etc.

Lorsqu'il faut assainir des bâtiments isolés, le réseau de drainage peut en général être constitué par des drains périphériques reliés à un collecteur (fig. 61). Par contre, lorsque le terrain comporte un grand nombre de bâtiments, il peut être plus simple et plus économique de réaliser un réseau général de drainage. La figure 62 constitue un exemple d'un tel réseau lorsque le terrain à drainer est sensiblement plat.

Bien entendu, une solution mixte peut être envisagée en fonction du nombre de bâtiments et de la configuration du terrain, ce dernier pouvant imposer une solution plutôt qu'une autre, surtout s'il est en pente. La figure 63 donne un exemple de drainage d'un lotissement sur un terrain en pente.

Figure 61 Drainage périphérique individuel

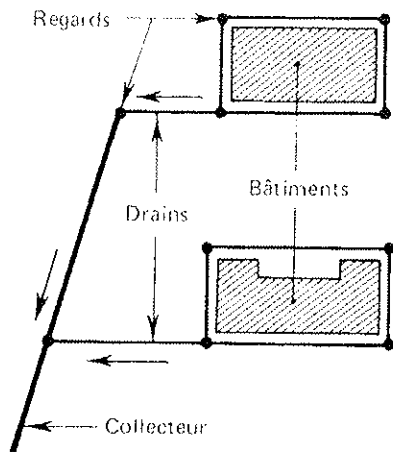


Figure 62 Exemple de drainage collectif d'un lotissement sur un terrain sensiblement plat

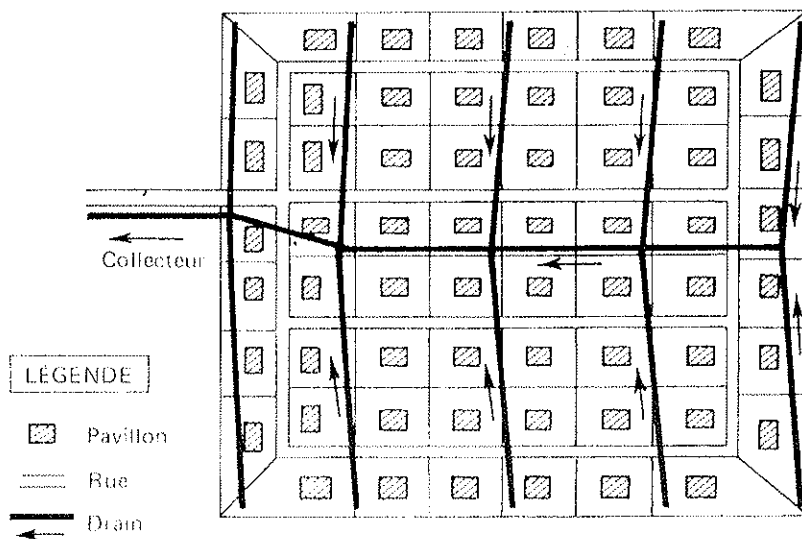
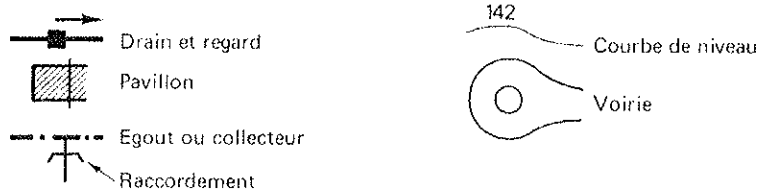
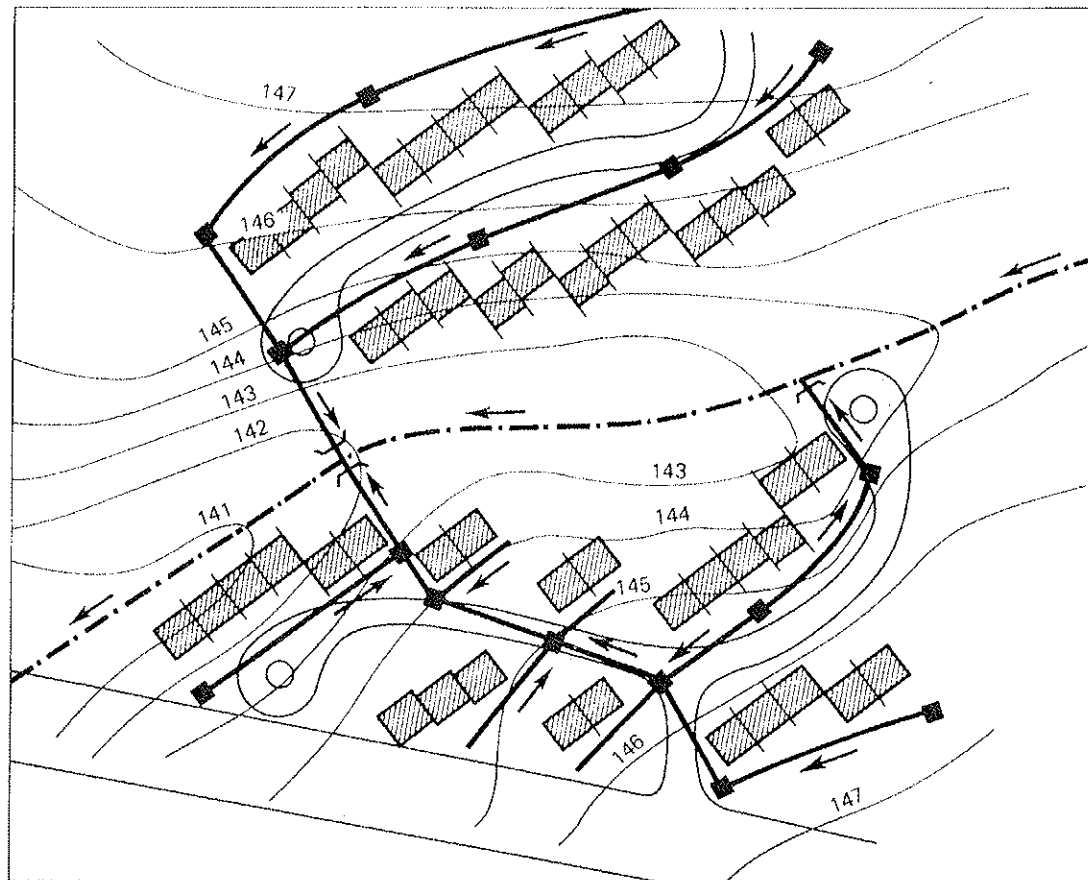


Figure 63 Exemple de drainage collectif d'un lotissement sur un terrain en pente



3.3 Conception de la tranchée drainante

La tranchée drainante est constituée par :

- une zone de collecte et d'évacuation des eaux, comportant souvent un tuyau,
- des matériaux filtrants.

3.3.1 Zone de collecte

Lorsque la quantité d'eau à évacuer est importante, un tuyau doit être mis en place dans la zone de collecte. Ce tuyau doit être réalisé en matériaux non corrodables et imputrescibles. Seuls doivent être emboîtés les tuyaux en béton poreux ou les tuyaux à parois perforées.

Le diamètre du drain se détermine en fonction de la quantité d'eau à évacuer.

La pente du tuyau est comprise entre 3 et 10 mm par mètre.

Les tuyaux de drainage sont, la plupart du temps, soit en terre cuite, soit en béton (poreux ou perforé), soit en PVC perforé. Pour des drainages périphériques, le diamètre minimal intérieur du tuyau est de l'ordre de 100 mm ; pour des drainages en épi, ce diamètre peut être plus faible (60 à 80 mm) selon la distance entre 2 drains voisins. La pente du drain ne peut être choisie au hasard : trop faible, elle permet le dépôt dans le drain des particules fines éventuellement entraînées par l'eau ; trop forte, elle provoque l'érosion du terrain avoisinant.

3.3.2 Matériaux filtrants

La tranchée drainante doit être remplie de matériaux perméables. Ce remplissage doit être obligatoirement réalisé selon l'un des

deux procédés ci-après :

Le choix de ces deux procédés n'est pas indifférent et résulte des considérations figurant aux commentaires des articles 3.3.2.1 et 3.3.2.2 .

Sur les terrains sensiblement plats, le drainage ceinture totalement le bâtiment (fig. 70) ; sur les terrains en pente notable, le drainage n'est en général pas nécessaire sur la façade aval (fig. 71) .

Figure 70 Cas des terrains sensiblement plats

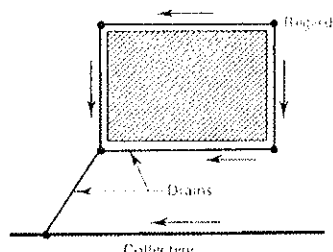
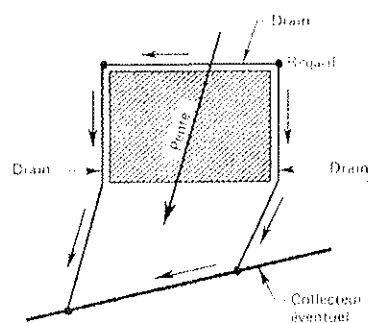


Figure 71 Cas des terrains en pente



3.3.2.1 remplissage avec des matériaux granuleux

La tranchée drainante est remplie de plusieurs couches de matériaux granuleux dont la granulométrie est croissante dans le sens de l'écoulement de l'eau. La granulométrie de 2 couches successives doit être choisie de telle sorte que les particules les plus fines de la première couche ne puissent être entraînées par l'eau dans les vides de la deuxième couche.

- a Cette condition est satisfaite lorsque les granulométries de 2 couches successives respectent une certaine loi dite « loi des filtres ». La figure 64 donne un exemple d'une tranchée drainante dont les 3 couches de matériaux sont conformes à cette loi.
- b La figure 64 représente un exemple de tranchée drainante destinée à recueillir les seules eaux de surface. Cette solution ne convient pas, notamment, dans les 2 cas ci-après :

- le terrain dans lequel est creusée la tranchée drainante comporte une couche perméable dans laquelle circulent des eaux. Si cette couche perméable se situe au niveau de la partie basse de la tranchée, le risque d'entraînement, dans le drain, des éléments fins de cette couche perméable est grand (fig. 65) . Cet entraînement ne pourrait être évité que si les granulométries de la couche perméable et celle de la couche filtrante du drain située au même niveau satisfaisaient également à la loi des filtres. Cette condition étant difficile à réaliser, il est préférable de s'orienter vers la solution décrite à l'article 3.3.2.2 (fig. 68) ;
- la tranchée drainante est creusée dans un terrain constitué de matériaux sableux à grains fins (ce qui explique leur faible perméabilité et justifie le drainage) tels que « sable à lapin » (sable de Fontainebleau, sable d'estuaire....) ou limon sableux. Dans ce cas également, le risque de colmatage par entraînement des fines peut être grand (fig. 66) . On peut y remédier, soit en s'orientant, comme précédemment, vers la solution décrite à l'article 3.3.2.2 (fig. 68) ; soit en utilisant des tuyaux en béton poreux à joints étanches et non susceptibles de se dégrader dans le temps, la tranchée étant alors, pour éviter l'entraînement des fines du terrain avoisinant, remplie avec du sable 0/3 (fig. 67) .

Figure 64

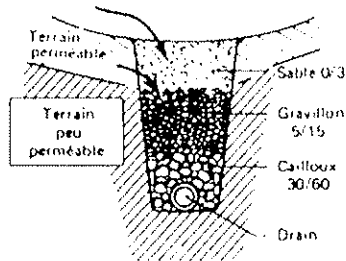


Figure 65

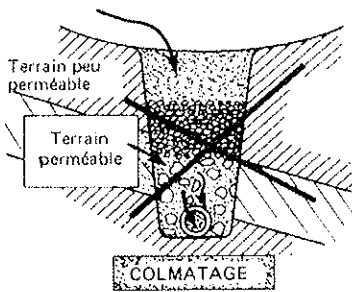


Figure 66

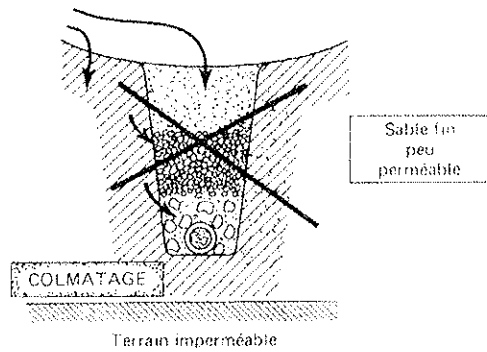
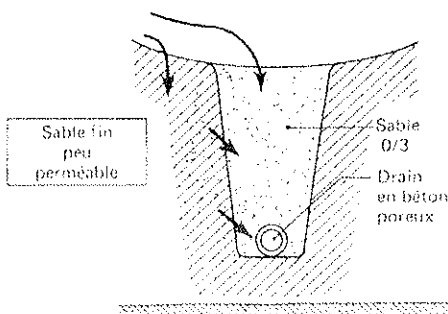


Figure 67



3.3.2.2 utilisation de non-tissés synthétiques

L'élément filtrant est constitué par un non-tissé synthétique imputrescible (par exemple du type polyester) d'au moins 200 g/m² en contact sur une face avec le terrain, et enveloppant complètement (fig. 68) ou partiellement (fig. 69) un remplissage en cailloux. Figure 68 et 69

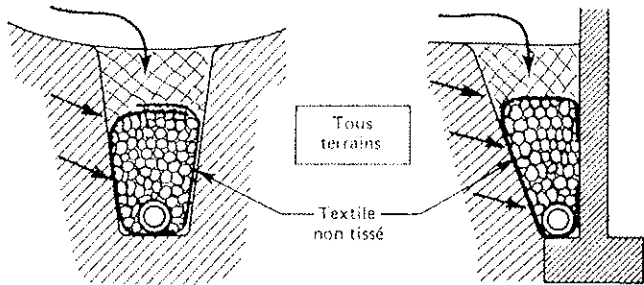


Figure 68

Figure 69

3.4 Prescriptions complémentaires relatives aux drainages périphériques de bâtiments

3.4.1

En fonction de la pente du terrain, chaque bâtiment est entouré partiellement ou totalement, par un drainage.

3.4.2

Le drainage périphérique est soit situé le long des fondations du bâtiment (fig. 72), soit situé à une distance d'environ 2 m des murs extérieurs (fig. 73).

Figure 72 Solution de drainage

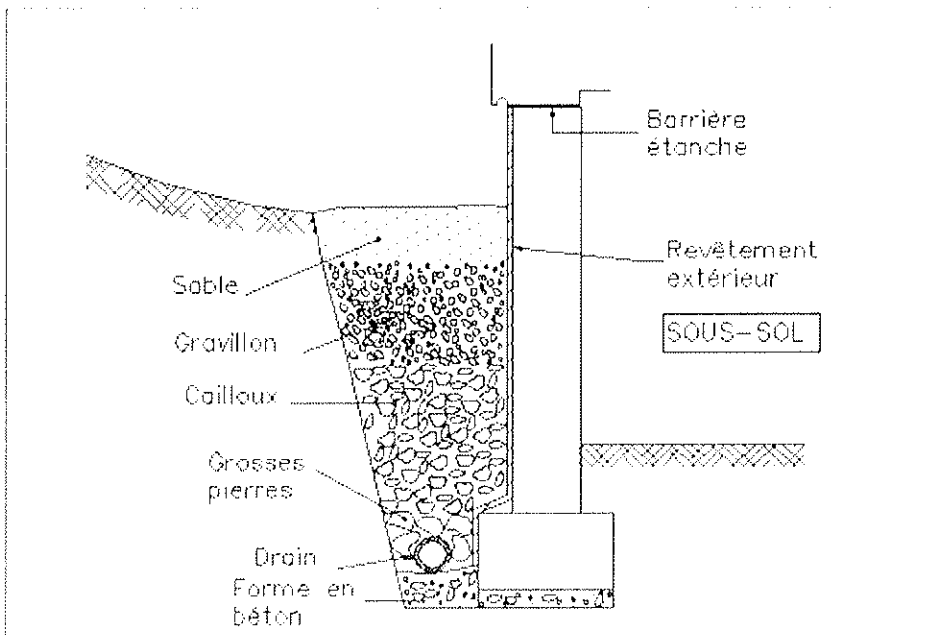
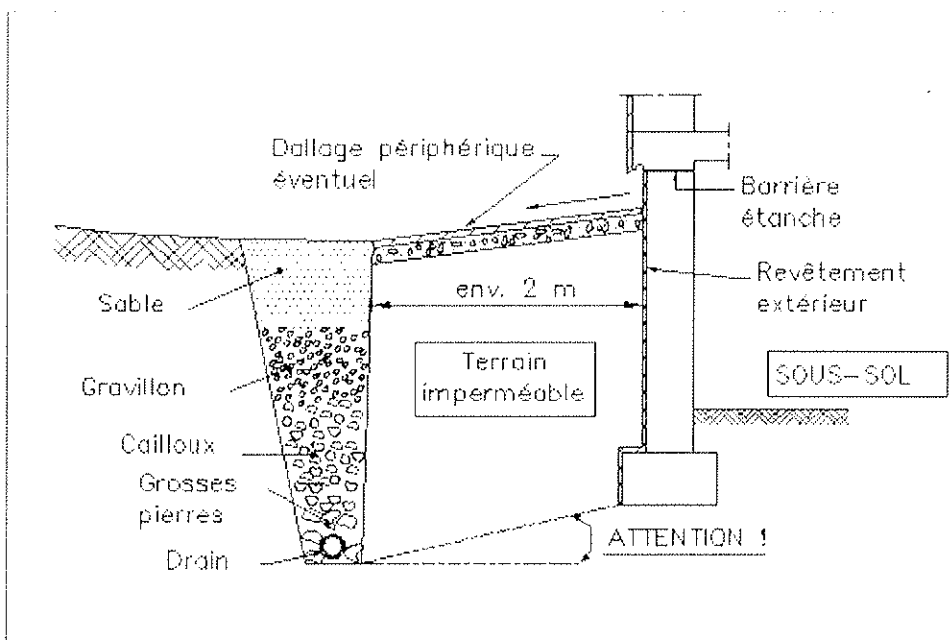


Figure 73 Solution de drainage



3.4.2.1

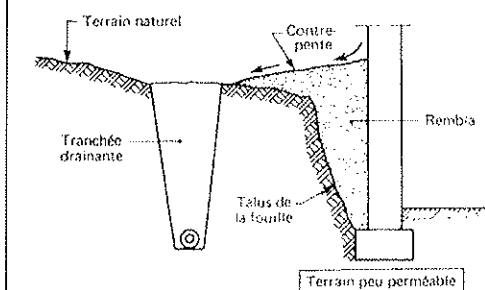
Dans le cas où le drainage est situé immédiatement le long des fondations superficielles, il est interdit de descendre la tranchée drainante à un niveau inférieur à celui des fondations. Le tuyau du drain est alors posé sur un béton maigre donnant les pentes mises en oeuvre le long de la semelle (fig. 72) ou sur le débord de celle-ci par rapport au mur de soubassement.

3.4.2.2

Dans le cas où le drainage est exécuté à une certaine distance des murs extérieurs, il convient d'éloigner les eaux de ruissellement de la façade et de les ramener vers le drain (fig. 73 et 74).

Cela peut être obtenu à l'aide d'une contre-pente (fig. 74) ou d'une protection superficielle (fig. 75), etc. Il est bien évident, toutefois, qu'en cas de très importants ruissellements sur la façade, la contre-pente sans protection superficielle risque d'être insuffisante si le remblaiement entre la fouille et les murs périphériques est réalisé à l'aide de matériaux perméables.

Figure 74



Lorsque la tranchée drainante est descendue à un niveau inférieur à celui des fondations, la distance de la tranchée et le niveau du collecteur doivent être tels qu'il n'en résulte pas un risque de décompression du terrain de fondation.

Dans le cas où le bâtiment est fondé sur un terrain argileux, il paraît raisonnable que la pente entre l'arase inférieure des fondations et le fond de la tranchée ne dépasse pas 1 pour 3 (fig. 75).

Dans le cas particulier de sables fins, ce risque de décompression par entraînement des fines, sous un gradient hydraulique même faible et à des distances importantes, conduit à vérifier la pente sous laquelle les fondations sont vues du fil d'eau du drain, non seulement pour les semelles voisines, mais pour les autres également (fig. 76). Il est prudent, dans ce cas, de ne pas dépasser une pente de 15 %

Figure 75 Pente maximale conseillée en terrain argileux

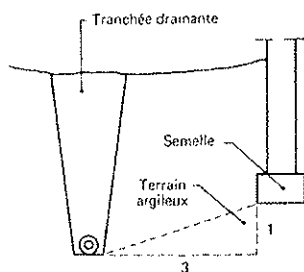
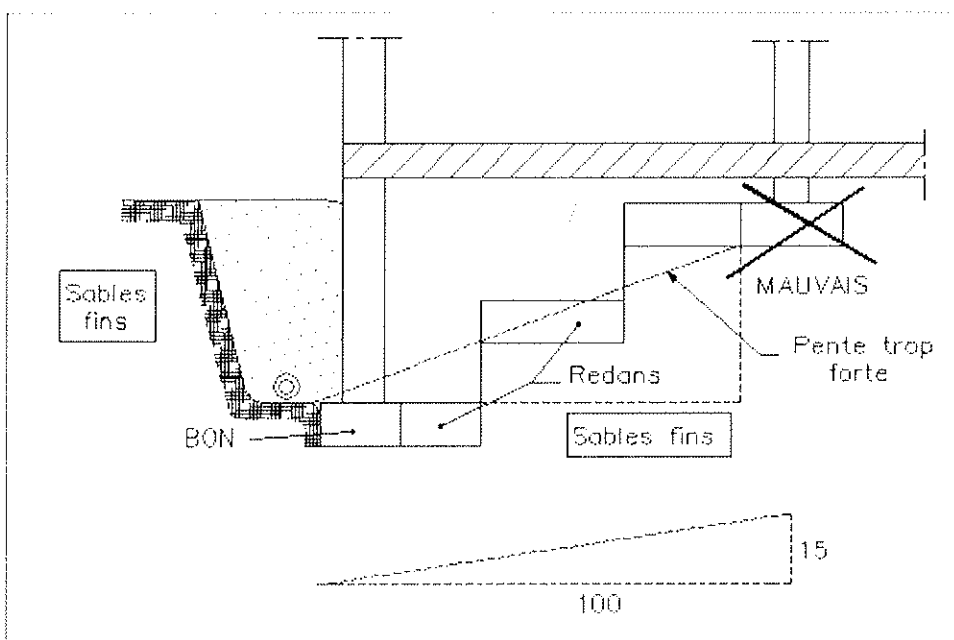


Figure 76 Pente maximale conseillée dans les sables fins



3.4.2.3

Il appartient au maître d'oeuvre de décider si le drain doit être situé au voisinage immédiat des fondations ou à une certaine distance de celles-ci.

Le choix entre l'une ou l'autre des 2 solutions visées aux articles 3.4.2.1 et 3.4.2.2 peut être guidé par les considérations ci-après :

- le drainage à environ 2 m des fondations peut, lorsqu'il est correctement exécuté, présenter l'avantage de protéger le terrain de fondation contre les variations de teneur en eau provoquées par des ruissellements périodiques. Il est bien évident toutefois que cette solution ne peut trouver son plein effet que si la quantité d'eau pouvant s'infiltrer entre la tranchée drainante et le mur périphérique est peu importante. Cette solution permet aussi, lorsque le drain est descendu à une profondeur inférieure à celle des fondations, sous réserve des prescriptions du dernier alinéa de l'article 3.4.2.2 de rabattre l'eau contenue dans le sol, ce qui peut être intéressant pour mettre un sous-sol hors d'eau ;
- le drainage au voisinage immédiat des fondations présente l'inconvénient de provoquer, au niveau des fondations, une certaine humidification du sol. Si cette humidification est périodique, elle peut provoquer, notamment dans les terrains argileux, des désordres de tassements ; elle implique donc le choix d'un parti correct de fondation - choix qui sort du cadre du présent document ; le fait que les murs du sous-sol risquent d'être soumis à des ruissellements d'eau peut également intervenir dans le choix du revêtement de ces murs (art. 6.3.2.2).

3.4.3 Des regards doivent être implantés (fig. 61, 70 et 71) :

- au point haut du drain,

- à chaque changement important de direction du tuyau,
- au raccordement de deux drains.

Leur diamètre doit être suffisant pour permettre un tringlage éventuel ; ces regards doivent, à leur extrémité supérieure, être munis d'un bouchon de visite ; ce bouchon doit être conçu et placé de telle sorte qu'il évite l'introduction, dans le regard, de terre, gravois ou autres corps étrangers.

Dans les terrains argileux, ces regards peuvent, en général être constitués par des tuyaux en PVC ayant un diamètre intérieur de l'ordre de 150 mm.

Dans les terrains à grains fins peu perméables (sable de Fontainebleau, etc.), où les risques de colmatage sont plus importants, on peut utiliser des regards à décantation.

3.5 Prescriptions complémentaires relatives aux réseaux collectifs de drainage

3.5.1 Domaine de validité

Les prescriptions ci-après sont des prescriptions générales ayant pour but d'orienter les maîtres d'oeuvre dans leur choix. Elles ne dispensent pas d'une étude particulière qui peut être nécessaire dans certains cas.

3.5.2 Distance entre drains

La distance entre deux drains voisins est à déterminer en fonction de la perméabilité du sol.

Si l'on s'en réfère aux habitudes en matière d'assainissement des terrains agricoles, on peut pratiquement envisager, selon la nature des sols, les distances suivantes entre drains :

- 8 à 12 m dans les terrains compacts argileux,
- 12 à 16 m dans les terrains limoneux,
- 16 à 20 m dans les terrains sableux ou sablo-graveleux.

3.5.3 Profondeur de la tranchée drainante

La profondeur à laquelle doivent être descendues les tranchées drainantes dépend à la fois de la nature du terrain et de la qualité d'eau à évacuer.

En dehors du cas où le terrain est baigné par une nappe phréatique - cas qui, ainsi qu'il a été indiqué précédemment, pose un problème ne pouvant être résolu par le drainage - l'on peut rencontrer plusieurs cas, parmi lesquels les deux ci-après :

- 1 le terrain est moyennement perméable (par exemple, sable à grains fins du genre sable de Fontainebleau) et soumis à des écoulements d'eau. Dans ce cas (fig. 77), les tranchées drainantes doivent être descendues à un niveau plus bas que les fondations de façon à éviter des accumulations prolongées d'eau le long des murs des sous-sols ;
- 2 le terrain superficiel est perméable (par exemple sables et graviers d'alluvions anciennes) et surmonte un terrain très peu perméable situé cependant à un niveau inférieur à celui des sous-sols (fig. 78). Pour que le drain puisse recueillir les eaux d'infiltration circulant à la surface de la couche peu perméable, il doit être implanté plus bas que le niveau du sous-sol.

Bien entendu, dans tous les cas, la dénivellation entre le fond de la tranchée drainante et le niveau des fondations doit respecter les indications figurant à l'article 3.4.2.2.

Figure 77

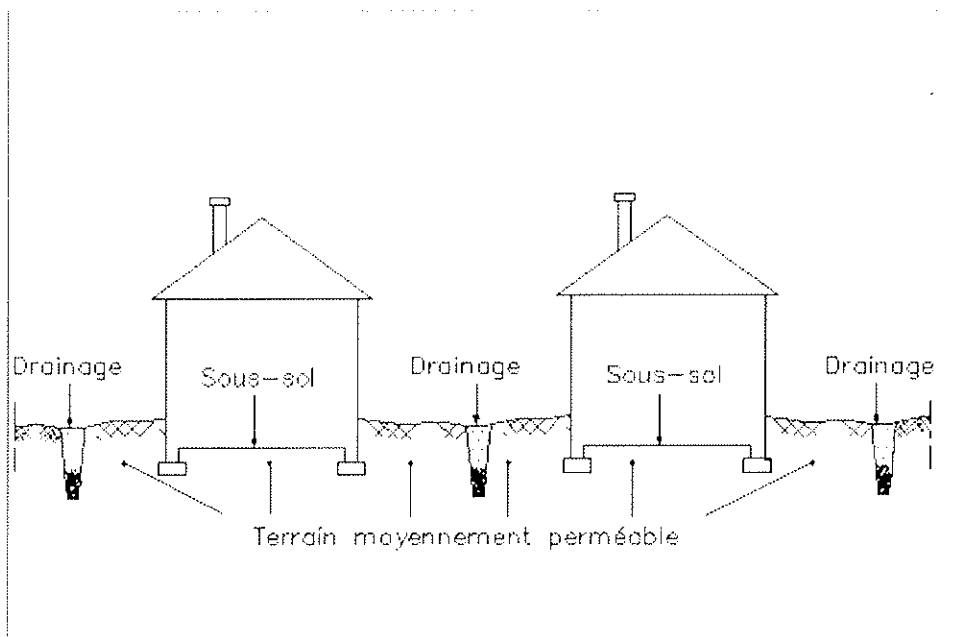
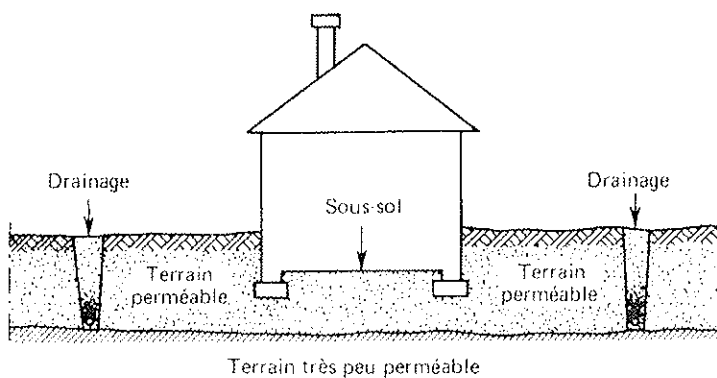


Figure 78



3.6 Collecte et évacuation des eaux drainées

3.6.1 Généralités

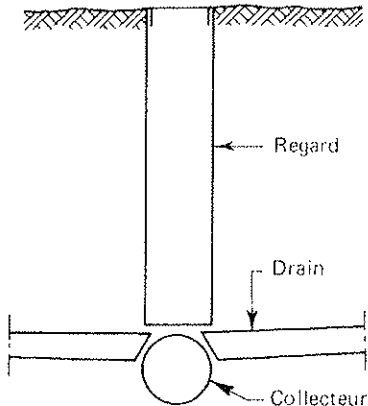
Les eaux collectées par les tranchées drainantes peuvent être évacuées :

- soit par déversement naturel ;
- Ce peut être le cas dans les terrains en pente
-
-
- soit par l'intermédiaire d'un collecteur.

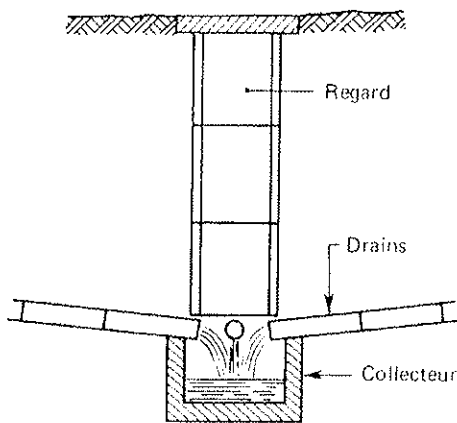
3.6.2 Collecteurs

Les collecteurs peuvent être constitués :

- soit par un tuyau de plus gros diamètre (fig. 79) ;
- Figure 79
-
-



-
-
-
- soit par un caniveau (fig. 80) .
- Figure 80
-
-



-
-
-

Un regard doit être implanté à chaque raccordement d'un drain avec le collecteur.

3.6.3 Évacuation des eaux collectées

3.6.3.1

Hormis les cas où il est possible d'évacuer les eaux collectées grâce à la pente du terrain, l'évacuation peut s'effectuer, après autorisation des services compétents :

- soit dans un égout d'eaux pluviales ;
- soit dans un cours d'eau, etc.

3.6.3.2 Remarque importante

En dehors des solutions d'évacuation indiquées à l'article 3.6.3.1, il en existe d'autres, mais aucune d'entre elles ne peut donner des garanties équivalentes.

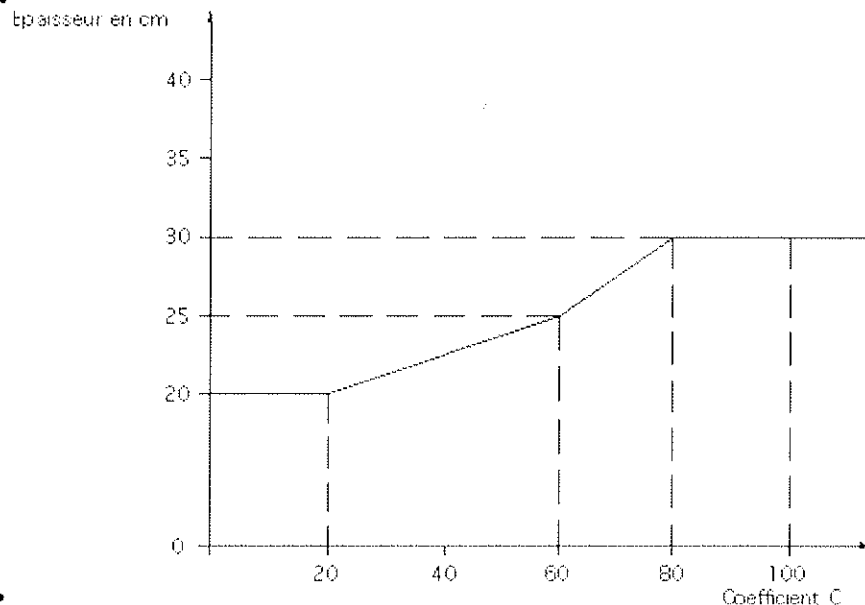
Parmi ces autres solutions, on peut citer :

- la bâche étanche qui recueille les eaux du drain et les évacue à un niveau supérieur, grâce à une ou plusieurs pompes de relevage. Or, les pompes de relevage peuvent ne pas fonctionner au moment opportun soit par défaillance de leurs organes mécaniques (due notamment à un défaut d'entretien), soit par manque (accidentel ou provoqué) de courant électrique. Ce procédé n'est donc vraiment sûr que dans le cas d'ensembles immobiliers possédant des circuits électriques de secours et d'alarme maintenus en état de fonctionnement ;
- le puisard absorbant creusé dans le terrain peu perméable. La capacité d'absorption du terrain environnant étant très faible, ce système ne peut convenir que dans le cas rarissime où le drainage ne débite qu'à des intervalles éloignés et lorsque, de surcroît, les eaux à évacuer sont peu abondantes.

Annexe B Murs simples en maçonnerie apparente de bâtiments autres que courants (voir 1.2 du CCT et 4.4 du Guide de choix)

Pour ces types de murs, les conditions et limites d'emploi sont les suivantes :

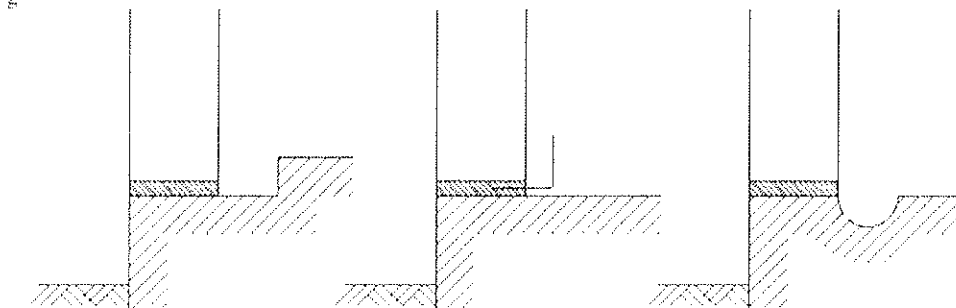
- a les situations de la construction admises sont les situations a, b, c, et d de 3.2.1 de la norme XP P 10-202-3 (Référence DTU 20.1) (sauf front de mer).
- b les parois ont une partie supérieure qui se situe au maximum à 12 m au-dessus du sol.
- c Les épaisseurs minimales admises des parois sont les suivantes :
 - murs en blocs en béton destinés à rester apparents : 19 cm ;
 - murs en blocs perforés de terre cuite destinés à rester apparents : 20 cm ;
 - murs en briques pleines ou perforées destinés à rester apparents : 22 cm ;
 - murs en blocs de béton cellulaire autoclavé, pose collée : 20 cm ;
 - murs en pierre (moellons bruts, moellons taillés pierre de taille) : les épaisseurs sont fixées en fonction du coefficient C de capillarité du matériau employé suivant le diagramme ci-contre .
 - Figure B.1 Épaisseur minimale de la paroi en fonction du coefficient C de capillarité du matériau



d en fonction de l'appréciation du risque d'humidité en face intérieure du mur (exposition, hauteur du bâtiment), des dispositions d'arrêt en pied de mur sont à prévoir (voir figures B.2 a), b), c)). L'éventualité d'humidité en pied de mur exclut les revêtements de sol sensibles à l'humidité (sol plastiques, parquet, etc.).

e Figure B.2 Dispositions particulières en pied de mur

f



h

a)

b)

c)

i
j

Liste des documents référencés

- #1 - P10-202-1 (DTU 20.1) (avril 1994) : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 1 : Cahier des clauses techniques + Amendement A1 (décembre 1995) + Amendement A2 (décembre 1999) (indice de classement : P10-202-1)
- #2 - Règles BAEL 91 révisées 99 (DTU P18-702) (mars 1992) : Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites (Fascicule 62, titre 1 du CCTG Travaux section 1 : béton armé) + Amendement A1 (CSTB février 2000 ISBN 2-86891-281-8)
- #3 - NF P10-203-1 (DTU 20.12) (septembre 1993) : Maçonnerie des toitures et d'étanchéité - Gros oeuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité - Cahier des clauses techniques + Erratum (février 1994) + Amendement A1 (juillet 2000) + Amendement A2 (novembre 2007) (Indice de classement : P10-203-1)
- #4 - P10-202-3 (DTU 20.1) (avril 1994) : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 3 : Guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site + Amendement A1 (décembre 1995) (Indice de classement : P10-202-3)
- #5 - NF P23-201-1 (DTU 36.1) (novembre 2000) : Travaux de bâtiment - Menuiserie en bois - Partie 1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P23-201-1)
- #6 - NF P24-203-1 (DTU 37.1) (mai 1993) : Travaux de bâtiment - Menuiseries métalliques - Partie 1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P24-203-1)
- #7 - Règles Th-K (DTU P50-702) (février 1997) : Règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois de construction (retirées de la liste DTU et remplacées par les règles Th-U)
- #8 - NF P15-201-1 (DTU 26.1) (mai 1993) : Enduits aux mortiers de ciments, de chaux et de mélange plâtre et chaux aérienne - Partie 1 : Cahier des clauses techniques + Amendement A1 (mai 1994); Amendement A2 (janvier 1999) (Indice de classement : P15-201-1)
- #9 - NF P71-201-1 (DTU 25.1) (mai 1993) : Enduits intérieurs en plâtre - Partie 1 : Cahier des charges (Indice de classement : P71-201-1)
- #10 - NF P65-202-1 (DTU 55.2) (octobre 2000) : Travaux de bâtiment - Revêtements muraux attachés en pierre mince - Partie 1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P65-202-1)
- #11 - GS 7 : Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique (Cahiers CSTB 1833 mars 1983)
- #12 - NF P11-221-1 (DTU 14.1) (mai 2000) : Travaux de bâtiment - Travaux de cuvelage - Partie 1 : Cahier des clauses techniques + Erratum (novembre 2000) (Indice de classement : P11-221)
- #13 - DTU 12 (DTU P11-201/CCH) (juin 1964) : Terrassement pour le bâtiment - Cahier des charges (DTU retiré)
- #14 - DTU 12 (DTU P11-201/MEM) (juin 1964) : Terrassement pour le bâtiment - Mémento (DTU retiré)

Liste des figures

- Figure 1
- Figure 2a
- Figure 2b
- Figure 3a Les chaînages verticaux éventuels ne sont pas représentés
- Figure 3b Les chaînages verticaux éventuels ne sont pas représentés
- Figure 4a Armatures minimales des chaînages (pour un acier Fe E 40)
- Figure 4b Armatures minimales des chaînages (pour un acier Fe E 40)
- Figure 6 Exemples d'implantation des chaînages verticaux (coupe horizontale)/immeuble collectif/Chaînages verticaux
- Figure 5
- Figure 7
- Figure 8
- Figure 9
- Figure 9
- Figure 10 Corniche ou balcons recoupés par des joints traversaux rapprochés
- Figure 11
- Figure 12
- Figure 13 Coupe horizontale sur un contrefort au niveau d'un chaînage horizontal
- Figure 14 Coupe verticale sur un chaînage horizontal
- Figure 15 Joint diapason - principe et détail
- Figure 16
- Figure 17
- Figure 18 Murs du type I en moellons bruts épaisseur minimale
- Figure 19
- Figure 20 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type I en pierre/épaisseurs minimales
- Figure 20 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type I en pierre/épaisseurs minimales
- Figure 21 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type IIa/épaisseur minimale de la paroi extérieure en pierre
- Figure 21 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type IIa/épaisseur minimale de la paroi extérieure en pierre
- Figure 22 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type IIb/épaisseur minimale de la paroi extérieure en pierre
- Figure 22 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type IIb/épaisseur minimale de la paroi extérieure en pierre
- Figure 23 Moellons taillés ou pierre de taille/murs du type III/épaisseur minimale de la paroi extérieure en pierre
- Figure 24 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/murs en brique pleine ou perforée
- Figure 25 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/blocs pleins ou perforés de béton de granulats courants
- Figure 26 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/blocs pleins ou perforés de béton de granulats légers

- Figure 27 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/blocs creux de béton de granulats courants
Figure 28 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/blocs creux de béton de granulats légers
Figure 29 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/briques creuses de terre cuite à perforations horizontales
Figure 29 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/briques creuses de terre cuite à perforations horizontales
Figure 30 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/blocs perforés de terre cuite à perforations verticales
Figure 31 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/blocs enduits de béton cellulaire autoclavé
Figure 32 Murs de type I/épaisseurs minimales des murs/cas de la double paroi avec isolant hydrophile en sandwich
Figure 33 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs
Figure 33 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs
Figure 34 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs
Figure 34 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs
Figure 35 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/murs en blocs pleins enduits de béton de granulats courants ou légers
Figure 35 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/murs en blocs pleins enduits de béton de granulats courants ou légers
Figure 36 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/blocs creux de béton de granulats courants ou légers
Figure 37 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/briques creuses ou blocs perforés de terre cuite
Figure 38 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/blocs enduits de béton cellulaire autoclavé
Figure 38 Murs de type IIa/épaisseurs minimales des murs/blocs enduits de béton cellulaire autoclavé
Figure 39 Murs de type IIb/épaisseurs minimales des murs/brique pleine ou perforée
Figure 40 Murs de type IIb/épaisseurs minimales des murs/blocs pleins enduits de béton de granulats courants ou légers
Figure 41 Murs de type IIb/épaisseurs minimales des murs/blocs creux enduits de béton de granulats courants ou légers
Figure 42 Murs de type IIb/épaisseurs minimales des murs/briques creuses ou blocs perforés de terre cuite
Figure 43 Murs de type IIb/épaisseurs minimales des murs/blocs enduits de béton cellulaire autoclavé
Figure 44 Murs de type III/épaisseurs minimales des murs traditionnels/brique pleine ou perforée apparente
Figure 45 Murs de type III/épaisseurs minimales des murs traditionnels/blocs pleins enduits de béton de granulats courants ou légers
Figure 46 Murs de type III/épaisseurs minimales des murs traditionnels/briques creuses ou blocs perforés de terre cuite
Figure 47 Murs de type III/épaisseurs minimales des murs traditionnels
Figure 48 Murs de type III/épaisseurs minimales des murs traditionnels
Figure 49 Exemples de murs du type III non conformes au présent DTU
Figure 49 Exemples de murs du type III non conformes au présent DTU
Figure 50 a
Figure 50 b
Figure 51 a
Figure 51 b
Figure 52
Figure 52
Figure 53
Figure 54
Figure 55
Figure 56 Exemple de murs doublés visés par le présent document (l'isolant rapporté côté intérieur ou inséré entre les parois n'est pas représenté. Voir à ce sujet les figures 29, 30, 31
Figure 56
Tableau 3 Règles applicables aux maçonneries avec isolation intérieure rapportée
Figure 57 Revêtement extérieur raccordement entre le mur et la semelle
Figure 58
Figure 59
Figure 60 Regard d'eaux pluviales préfabriqué
Figure 61 Drainage périphérique individuel
Figure 62 Exemple de drainage collectif d'un lotissement sur un terrain sensiblement plat
Figure 63 Exemple de drainage collectif d'un lotissement sur un terrain en pente
Figure 70 Cas des terrains sensiblement plats
Figure 71 Cas des terrains en pente
Figure 64
Figure 65
Figure 66
Figure 67
Figure 68 et 69
Figure 72 Solution de drainage
Figure 73 Solution de drainage
Figure 74
Figure 75 Pente maximale conseillée en terrain argileux
Figure 76 Pente maximale conseillée dans les sables fins
Figure 77
Figure 78
Figure 79
Figure 80
Figure B.1 Épaisseur minimale de la paroi en fonction du coefficient C de capillarité du matériau
Figure B.2 Dispositions particulières en pied de mur

Liste des tableaux

Tableau de l'article : 3.1.1.2.3 murs en pierre de taille apparente ou en moellons taillés apparents

Épaisseurs minimales des murs de type I 1

Tableau de l'article : 3.3.1

Tableau de l'article : 3.3.2

Cas des maçonneries montées à joints épais de mortier

Cas des maçonneries montées à joints minces et continus de mortier-colle bénéficiant d'un Avis Technique assorti d'une certification de produit

Tableau de l'article : 4.1.3 Éléancements compris entre 15 et 20

Tableau 1 Valeurs de la résistance à la diffusion de parois intérieures courantes (R_{DP})

Tableau 2 Valeurs de la perméabilité à la vapeur des principaux isolants utilisés ($R_{Df} = e/\lambda$)

Mairie de St Genest-Malifaux	LES ENTREPRISES EXTERIEURES PLAN DE PREVENTION SIMPLIFIE	ST
Service Hygiène et sécurité		2014

Le chef de l'entreprise extérieure ou son représentant sur le site doit donner à son personnel, et au personnel de l'entreprise sous traitante, les instructions définies dans le plan de prévention et leur faire savoir que les travaux seront arrêtés si les consignes prévues n'étaient pas respectées. Si au cours des travaux, de nouveaux risques apparaissent, l'entreprise qui en est à l'origine, en informe l'autre et ils décident d'un commun accord des nouvelles mesures à prendre.

L'original du plan de prévention est gardé par l'entreprise utilisatrice (collectivité territoriale), un exemplaire est remis à l'entreprise extérieure ainsi qu'à l'ACMO.

ENTREPRISE UTILISATRICE (E.U.) (Collectivité territoriale)	ENTREPRISE EXTERIEURE (E.E.)
Nom:	Nom:
Adresse:	Adresse:
Tél:	Tél:
Fax:	Fax:
<u>Représentant de l'employeur</u>	<u>Représentant de l'employeur</u>
Nom:	Nom:
Fonction:	Fonction:
INTERVENTION	
<u>Nature de l'opération:</u>	
<u>Lieu de l'opération:</u>	
<u>Date prévue début:</u> / / <u>et fin:</u> / / d'intervention	
<u>Plages horaires de travail:</u>	
<u>Effectif global (E.E.) prévu sur site:</u>	
<u>Nom du responsable de l'E.E. sur site:</u>	
<u>Fonction du responsable de l'E.E. sur site:</u>	
<u>Nom, activités et effectif des sous-traitants E.E. sur site:</u>	
<u>Liste des postes de travail soumis à une surveillance médicale particulière:</u>	
INSPECTION PREALABLE COMMUNE du site	<u>Date:</u> / /
PARTICIPANTS (E.U.)	
Nom - Fonction	
PARTICIPANTS (E.E.)	
Nom - Fonction	

Mairie de St Genest-Malifaux	LES ENTREPRISES EXTERIEURES PLAN DE PREVENTION SIMPLIFIE	ST
Service Hygiène et sécurité		2014


**CONSIGNES PARTICULIERES DE SECURITE COMMUNIQUEES PAR L'E.U.
(collectivité territoriale)**

*Sécuriser les accès et les entrées Mairie pour les piétons (PMR), l'accès véhicules pour le parking.
Prendre en compte, l'éventuelle intervention des secours.
Sécuriser et signaler le chantier 24H sur 24H pendant la durée complète de celui-ci.*

**ANALYSE DE RISQUES LIES A LA CO-ACTIVITE ENTRE LES E.E. et E.U.
CHOIX DES MESURES DE PREVENTION**

RISQUES IDENTIFIES	MESURES DE PREVENTION DEFINIES	A PRENDRE PAR

ORGANISATION DES SECOURS

Pompiers 18 SAMU 15 Police 17	 112 (portable)	<u>Secouristes</u> : M. <u>Trousse de 1ers secours</u> : (localisation)
----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------

SIGNATURE DES ENTREPRISES

Date : / /

Pour	Nom - Prénom	Signature