

L'essentiel technique

MAÇONNERIE GROS ŒUVRE

Édition 2020



Collection Recherche Développement Métier

L'essentiel technique maçonnerie gros œuvre

Chers lecteurs,

Vous tenez entre les mains l'édition 2020 de l'essentiel technique « maçonnerie – gros œuvre ». Le précédent opus datait de 2011. En presque une décennie, le guide s'est enrichi d'une vingtaine de pages. Que faut-il en conclure ?

Constat n°1 : l'empilement de normes et de réglementations techniques n'a (presque) pas diminué. Le flux des textes nouveaux a certes ralenti mais le stock reste conséquent. Pas moins de 5 000 normes encadrent aujourd'hui encore la construction d'un bâtiment...

Constat n°2 : à la lecture du guide, on constatera (pour qui devrait encore s'en convaincre) que les ouvrages de maçonnerie et de gros œuvre, en tant que supports des corps d'état secondaires, exigent une grande rigueur de conception et une qualité de réalisation sans failles.

Si l'essentiel technique version 2020 est plus complet, c'est aussi (et surtout) parce qu'il intègre désormais les contributions de tous les unions et syndicats constitutifs du pôle gros œuvre de la Fédération Française du Bâtiment. Ainsi, aux ouvrages de maçonnerie et de gros œuvre s'ajoutent les travaux d'enduits de mortiers, les chapes et dalles traditionnelles, les revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse sans oublier l'assainissement non collectif.

Bien-sûr, ce guide n'entend pas tout dire, ni se substituer aux textes en vigueur. C'est une boîte à outils pour permettre aux artisans, entrepreneurs et leurs collaborateurs d'accéder à l'essentiel.

Bonne lecture.



Christophe POSSEME,
président de l'UMGO-FFB

©Bruno Levy

Sommaire

1	Vous avez dit normalisation ?	7
1.1	Document Technique Unifié	7
1.2	Avis Technique et Document Technique d'Application	12
1.3	Techniques mises en observation et règles professionnelles	15
1.4	Et pour les marchés publics ?	17
1.5	Qu'en est-il des Eurocodes ?	17
2	Le matériau béton et la norme NF EN 206/CN	19
2.1	Les intervenants	19
2.2	Les types de béton	19
2.3	Les classes d'exposition	20
2.4	Les classes de résistance à la compression	23
2.5	Les classes de consistance ou d'affaissement	23
2.6	La commande du béton	25
2.7	Désignation d'un BPS selon la norme NF EN 206/CN	26
2.8	Exemples indicatifs	27
2.9	Textes de référence	28
3	Le béton armé	29
3.1	La résistance du béton (EC2 clause 3.1.2)	29
3.2	Les armatures	31
3.3	Déformations du béton - Joints de dilatation	38
3.4	Textes de référence	38
3.5	Bibliographie	38
4	Le béton et sa mise en œuvre	39
4.1	Catégories de chantiers	39
4.2	La réception du Béton Prêt à l'Emploi (BPE)	40
4.3	Contrôle des bétons par l'entreprise	41
4.4	Tolérances dimensionnelles	44
4.5	Etats de surface	47
4.6	Incorporations : précautions particulières à prendre	48
4.7	Textes de référence	49
5	Les fondations superficielles	50
5.1	Niveau de fondation	51
5.2	Béton de propreté	52
5.3	Armatures de maisons individuelles	52
5.4	Béton de fondation	54
5.5	Textes de référence	54

6	Le dallage	55
6.1	Caractéristiques des dallages de locaux industriels	55
6.2	Caractéristiques des dallages de locaux à usage autre qu'industriel	56
6.3	Caractéristiques des dallages de maison individuelle	57
6.4	Réalisation du dallage	57
6.5	Support	59
6.6	Réseaux (canalisations, câbles ou fourreaux)	60
6.7	Joints de dallage	60
6.8	Isolation thermique	61
6.9	Tolérances d'exécution	61
6.10	Textes de référence	61
7	Les chapes et dalles traditionnelles	62
7.1	Domaine d'application	62
7.2	Les supports admissibles	63
7.3	Mise en œuvre	65
7.4	Les joints	68
7.5	Tolérances d'exécution	69
7.6	Délai de mise en service	69
7.7	Textes de référence	69
8	Revêtements de sol coulés a base de résine de synthèse	70
8.1	Le matériau « Résine de synthèse »	70
8.2	Choix d'une famille chimique	70
8.3	Les familles de systèmes de revêtements	70
8.4	La résine synthétique et sa mise en œuvre	71
8.5	Les exigences vis-à-vis des supports	71
8.6	L'application	72
8.7	Textes de référence	76
9	Parois et murs en petits éléments	77
9.1	Matériaux	77
9.2	Murs de soubassement	80
9.3	Protection contre les remontées d'humidité	82
9.4	Montage des éléments de maçonnerie à proprement parler	83
9.5	Chaînages	84
9.6	Appui des planchers	85
9.7	Tolérances dimensionnelles	86
9.8	Etats de surface	87
9.9	Textes de référence	88

10 Cloisons en petits éléments	89
10.1 Familles d'éléments de maçonnerie pour la réalisation de cloisons	89
10.2 Mortier de hourdage	90
10.3 Dimensionnement	90
10.4 Montage des cloisons	91
10.5 Tolérances d'exécution	95
10.6 Textes de référence	95
11 Gros œuvre en maçonnerie des toitures	96
11.1 Classification des toitures en fonction de la pente et de la destination	97
11.2 Types et nature des supports	97
11.3 Tolérances du support	98
11.4 Les acrotères	98
11.5 Mise en œuvre des acrotères	100
11.6 Textes de référence	104
12 Travaux d'enduits de mortiers	105
12.1 Prescriptions générales	105
12.2 Réalisation des enduits monocouches	106
12.3 Réalisation des enduits multicouches	107
12.4 Tolérances de planéité	108
12.5 Textes de référence	108
13 Quelques points réglementaires à ne pas oublier	109
13.1 Aléa sismique	109
13.2 Comportement au feu des matériaux de maçonnerie et du béton	113
13.3 Termites	120
14 Assainissement non collectif	123
14.1 Schéma général d'une installation	123
14.2 Missions et responsabilité de l'installateur	124
14.3 Grandes familles d'installations	125
14.4 Choix du dispositif de traitement	125
14.5 Textes de référence	130
14.6 Bibliographie	130
15 Crédits Photos / Illustrations	131
Contact	131

Objet

Les métiers du gros œuvre représentent une partie significative de l'activité du bâtiment.

Suite aux évolutions normatives et au regroupement de plusieurs unions et syndicats de la FFB au sein d'un pôle gros œuvre, le guide maçonnerie de 2011 a été mis à jour.

Dans cette version, on trouvera une actualisation de certains chapitres (maçonnerie, gros œuvre en maçonnerie des toitures, dallages, enduits, etc.) mais aussi de nouveaux chapitres qui couvrent des domaines variés : sols coulés en résine, chapes et dalles traditionnelles , etc.

Ainsi, à travers les 14 chapitres de ce nouveau document, l'entrepreneur de gros œuvre trouvera l'essentiel des aspects techniques à retenir.



1 VOUS AVEZ DIT NORMALISATION ?

1.1 Document Technique Unifié (DTU)

1.1.1 Un peu d'histoire...

En 1958, l'effondrement d'un mur en béton sur un chantier à Neuilly ayant provoqué « mort d'homme » déclencha une réflexion chez les « hommes de l'art ».

Il existait alors des spécifications et des règles techniques élaborées par des organismes divers pour leurs besoins propres qui, bien qu'établies par des hommes compétents, présentaient des divergences et parfois même des contradictions.

Les principaux organismes à vocation nationale concernés par la construction de bâtiments décidèrent d'y remédier.

Ils se réunirent en « Groupe DTU » et se donnèrent pour mission d'établir un ensemble de documents uniques, auxquels ils feraient tous appel, en choisissant, amendant et rénovant les textes existants et en élaborant tous ceux qui leur paraîtraient nécessaires.

En 1990, le « Groupe DTU » change de nom et devient la « Commission Générale de Normalisation du Bâtiment-DTU » (CGNorBât-DTU) afin de s'intégrer dans le système normatif officiel, démarche devenue nécessaire à l'aube de l'harmonisation technique européenne.

Ainsi, les Documents Techniques Unifiés firent autorité au fil des ans. Reconnus unanimement comme l'expression écrite des règles de l'art, ils n'avaient cependant pas de statut particulier.

En 1993, par décision parue au Journal Officiel du 12 mai, la transformation d'un nombre important de DTU en normes homologuées (NF DTU) a donné le départ de leur intégration dans le système normatif français.

1.1.2 Quelle est la composition d'un DTU ?

Les Documents Techniques Unifiés ont pour mission première de traiter des conditions de mise en œuvre traditionnelle des produits de construction.

Ils sont généralement composés :

- d'un « Cahier des Clauses Techniques types » (CCT) qui indique les conditions techniques à respecter par les entrepreneurs pour la mise en œuvre des matériaux dans l'exécution des travaux des différents corps d'états (P1-1) ;
- d'un cahier « Critères Généraux de choix des Matériaux » (CGM) qui indique aux entrepreneurs les matériaux à mettre en œuvre (P1-2) ;
- d'un « Cahier des Clauses administratives Spéciales types » (CCS) qui définit les clauses technico-administratives telles que les limites normales des prestations et les obligations vis-à-vis des autres corps d'état (P2) ;
- d'un cahier « Règles de Calcul » qui permet de dimensionner les ouvrages en fonction des conditions d'exploitation ou des sites de construction.

Ces documents sont d'application contractuelle.

On peut également trouver d'autres documents tels que mémentos et guides de choix, utiles à la conception des ouvrages mais non destinés à être imposés à l'entrepreneur.

1 - VOUS AVEZ DIT NORMALISATION ?

1.1.3 Quel statut pour un DTU ?

Comme dit précédemment, l'harmonisation européenne a conduit le « Groupe DTU » à s'insérer dans le système national de normalisation. La conséquence en est que les DTU deviennent des normes.

De ce fait, les DTU sont maintenant appelés NF DTU, hormis quelques-uns qui sont soit des normes expérimentales (XP DTU), soit des fascicules de documentation (FD DTU).

1.1.4 À quelle date appliquer un DTU ?

Selon le type de marché, la date d'application d'un NF DTU peut être différente (voir Tableau 1.1).

APPLICATION SUIVANT LES MARCHÉS			
Date d'effet de la norme (jour j + mois)	Marché privé		Marché public
	Se référant à la norme NF P 03-001 : La norme s'applique au marché dont la consultation ⁽¹⁾ est lancée après le ...	Ne se référant pas à la NF P 03-001 : Sans précision, la norme s'applique au marché dont la date d'établissement de l'offre ⁽²⁾ est postérieure au ...	Se référant au CCAG : Si j≠1, la norme s'applique au marché dont le mois d'établissement des prix ⁽³⁾ est ...
j janvier	1 ^{er} avril	j janvier	Mai
j février	1 ^{er} mai	j février	Juin
j mars	1 ^{er} juin	j mars	Juillet
j avril	1 ^{er} juillet	j avril	Août
j mai	1 ^{er} août	j mai	Septembre
j juin	1 ^{er} septembre	j juin	Octobre
j juillet	1 ^{er} octobre	j juillet	Novembre
j août	1 ^{er} novembre	j août	Décembre
j septembre	1 ^{er} décembre	j septembre	Janvier
j octobre	1 ^{er} janvier N + 1	j octobre	Février N + 1
j novembre	1 ^{er} février N + 1	j novembre	Mars N + 1
j décembre	1 ^{er} mars N + 1	j décembre	Avril N + 1

Tableau 1.1 - Date d'application d'une norme selon le type de marché

(1) Les normes applicables sont celles dont le mois de prise d'effet figurant sur le document est antérieur de 3 mois à celui du lancement de la consultation, sauf indication contraire indiquée dans les normes (article 8.1.4).

(2) L'entrepreneur établit son prix avec les règles en vigueur à la date d'établissement de son offre. En effet, il peut difficilement établir un prix avec des règles dont il n'a pas connaissance. Aussi, si rien de précis n'est indiqué dans le contrat, les règles prises en compte sont supposées être celles en vigueur à la date d'établissement de l'offre.

(3) La date d'établissement du prix est précisée dans le marché ou, à défaut, elle est la suivante (article 10.4.5) :

- procédure d'appel d'offres : 1er jour du mois de calendrier qui précède celui de la signature de l'acte d'engagement par le titulaire du marché ;
- procédure négociée : 1er jour du mois de calendrier qui précède celui de la signature de l'offre finale ;
- procédure de dialogue compétitif : 1er jour du mois de calendrier qui précède la remise de l'offre finale.

Les normes applicables sont celles dont la date de prise d'effet est antérieure de 3 mois au premier jour du mois d'établissement des prix (article 23.1).

Attention cependant aux 2 situations particulières suivantes :

1.1.4.1 Normes et règles de l'art

Les normes codifient souvent ce que l'on désigne sous le terme de « règles de l'art », c'est-à-dire l'ensemble des règles techniques validées par l'expérience et admises par l'ensemble de la profession.

Si les normes sont modifiées pour établir de nouvelles règles de construction destinées à accompagner les évolutions techniques et remédier à des sinistres récurrents, l'entrepreneur, quelle que soit la date de l'entrée en vigueur de ces nouvelles normes par rapport à la date de signature de son marché, devrait, eut égard à son devoir de conseil, en informer le maître d'ouvrage et lui proposer d'appliquer ces nouvelles règles.

En conséquence, l'entrepreneur avertit le maître d'ouvrage par écrit (lettre recommandée avec accusé de réception) des incidences éventuelles de la non prise en compte de ces évolutions normatives, des modifications à apporter aux travaux initialement prévus au marché et des coûts supplémentaires éventuels qu'entraînent ces changements, afin d'obtenir, le cas échéant, l'accord du maître d'ouvrage sur le devis complémentaire ou l'avenant. Si nécessaire, l'entrepreneur demande également une prolongation du délai d'exécution.

REMARQUE

Le maître d'ouvrage a cependant la possibilité de ne pas retenir la mise à jour normative du marché de travaux.

1.1.4.2 Normes rendues obligatoires par la réglementation

Certaines normes sont rendues obligatoires, par décret ou arrêté, pour des raisons de sécurité, de santé, d'hygiène ou de protection de l'environnement.

En cas de changement de norme, la nouvelle réglementation s'impose alors, aussi bien au maître d'ouvrage qu'à l'entreprise, à partir de la date de son entrée en vigueur fixée dans l'arrêté ou le décret qui l'a promulguée.

Si des nouvelles règles interviennent en cours de construction, le surcoût est à la charge du client. Il est impératif que l'entreprise informe alors par écrit (lettre recommandée avec accusé de réception) le maître d'ouvrage des nouvelles obligations, des incidences éventuelles de la non prise en compte de ces évolutions normatives, de leurs conséquences sur le marché concerné, de la nature des travaux supplémentaires nécessaires et du coût détaillé de ces travaux. Ces éléments sont indispensables pour établir ensuite un avenant prenant en compte le surcoût et/ou la prolongation de délai d'exécution qui peut en résulter.

REMARQUE

Le maître d'ouvrage est dans l'obligation d'accepter la mise à jour réglementaire du marché de travaux. Toutefois, si ce dernier s'obstine et continue de refuser l'application réglementaire des modifications, l'entrepreneur devra, afin de se protéger, signaler au maître d'ouvrage, par lettre recommandée avec accusé de réception, qu'il stoppe les travaux engagés.

1.1.5 Les NF DTU concernant la maçonnerie et le gros œuvre

1.1.5.1 Sols et fondations

- > **NF DTU 13.1** : Fondations superficielles (P11-21)
- > **DTU 13.2** : Fondations profondes (P 11-212)
- > **DTU 13.3** : Dallages (P 11-213)
- > **DTU 14.1** : Travaux de cuvelage (P 11-221)

1.1.5.2 Maçonnerie - Béton

- > **NF DTU 20.1** : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs (P 10-202)
- > **DTU 20.12** : Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité (P 10-203)
- > **NF DTU 20.13** : Cloisons en maçonnerie de petits éléments (P 10-204)
- > **NF DTU 21** : Exécution des ouvrages en béton (P 18-201)
- > **DTU 22.1** : Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire (P 10-210)
- > **DTU 23.1** : Murs en béton banché (P 18-210)
- > **NF DTU 23.2** : Planchers à dalles alvéolées préfabriquées en béton (P 19-201)
- > **NF DTU 23.3** : Ossatures en éléments industrialisés en béton (P 19-202)
- > **NF DTU 23.4** : Planchers à prédalles industrialisées en béton (P19-203)
- > **NF DTU 23.5** : Planchers à poutrelles en béton (P19-204)

1.1.5.3 Façades – Revêtements de façades

- > **NF DTU 26.1** : Travaux d'enduits de mortiers (P 15-201)
- > **NF DTU 55.2** : Revêtements muraux attachés en pierre mince (P 65-202)

1.1.5.4 Chapes – Revêtements de sols

- > **NF DTU 26.2+A1** : Chapes et dalles à base de liants hydrauliques (P 14-201)
- > **NF DTU 52.10** : Mise en œuvre de sous-couches isolantes sous chape ou dalle flottantes et sous carrelage scellé (P 61-203)
- > **NF DTU 52.1** : Revêtements de sol scellés (P 61-202)
- > **NF DTU 52.2+A1** : Pose collée des revêtements céramiques et assimilés - pierres naturelles (P 61-204)
- > **NF DTU 53.2** : Revêtements de sol plastiques collés (P 62-203)

1.1.5.5 Métiers de la résine

- > **NF DTU 54.1** : Revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse (P62-206)

1.1.5.6 Fumisterie

- > **NF DTU 24.1** : Travaux de fumisterie - Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils (P 51-201)
- > **NF DTU 24.2** : Travaux d'âtrerie (P 51-202)

1.1.5.7 Assainissement

- > **NF DTU 64.1** : Dispositifs d'assainissement non collectif (P 16-603)

1.1.6 Comment se procurer les NF DTU ?

Les NF DTU sont diffusés par :

L'Association Française de Normalisation (AFNOR)

11, avenue Francis-de-Pressensé - 93571 Saint-Denis-La-Plaine Cedex

Tél. : 01 41 62 76 44 - www.boutique.afnor.org



Site de L'Association Française de Normalisation (AFNOR)

Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

84, avenue Jean-Jaurès - Champs-sur-Marne - 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2

Tél. : 01 64 68 82 82 - <http://boutique.cstb.fr>



Site du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

QUALIBAT

La qualibathèque est une base de données en ligne accessible à partir de l'espace entreprise et qui donne accès gratuitement au référentiel réglementaire et technique (y compris les NF DTU) correspondant aux qualifications obtenues par l'entreprise.

Les entreprises qualifiées Qualibat peuvent donc obtenir leurs DTU gratuitement.

1.2 Avis Technique et Document Technique d'Application

L'Avis Technique d'un procédé est formulé par un Groupe Spécialisé (GS) dédié. Les Groupes Spécialisés rendent compte de leurs travaux à la Commission Chargée de Formuler les Avis Techniques (CCFAT).

Remarque

Lorsque l'entrepreneur a connaissance, dans son marché, de la mise en œuvre d'un procédé sous Avis Technique ou DTA, il devra vérifier le domaine d'application précis du procédé demandé (notamment concernant les zones sismiques).

1.2.1 Avis Technique (ATec)

L'Avis Technique est délivré par un groupe d'experts et est destiné à fournir une opinion sur les produits, procédés et équipements dont la nouveauté, ou celle de l'emploi qui en est fait, n'en permet pas encore la normalisation. Il indique notamment dans quelles mesures le procédé ou produit :

- satisfait à la réglementation en vigueur ;
- est apte à l'emploi en œuvre ;
- dispose d'une durabilité en service.

L'Avis Technique est un document d'information, non obligatoire et qui n'a aucun caractère réglementaire particulier. Toutefois, dès lors qu'un produit ou procédé sous Avis Technique est utilisé, il est vivement conseillé de consulter le document dans son intégralité.

1.2.2 Document Technique d'Application (DTA)

Le Document Technique d'Application est un Avis Technique concernant les produits bénéficiant du marquage CE. Il complète notamment l'ATE (Agrément Technique Européen) pour donner des informations sur la mise en œuvre du produit.

1.2.3 Cahier de Prescriptions Techniques (CPT)

Les Cahiers de Prescriptions Techniques (CPT) sont des prescriptions communes à plusieurs ATec ou DTA.

Les principaux CPT « Maçonnerie – Gros œuvre » sont :

1.2.3.1 GS 3.1 : Planchers et accessoires de plancher

- > CPT "Structures" - Cahier des prescriptions techniques communes applicables aux structures réalisées à partir de composants en béton précontraint par pré-tension - Titre I : règles générales de conception et de calcul (Cahiers du CSTB, décembre 1990)
- > Dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé - Conditions générales d'emploi (Cahiers du CSTB, Cahier 2192, octobre 1987) + Erratum (mars 1988)
- > Planchers réversibles à eau basse température - Cahier des Prescriptions Techniques sur la conception et la mise en œuvre (Cahiers du CSTB, Cahier 3164, octobre 1999)
- > CPT Planchers - Planchers nervurés à poutrelles préfabriquées associées à du béton coulé en œuvre ou associées à d'autres constituants préfabriqués par du béton coulé en œuvre (e-Cahiers du CSTB, Cahier 3718_V2, avril 2018)

- > Cahier des prescriptions techniques communes aux procédés de planchers collaborants (e-Cahiers du CSTB, Cahier 3730_V2, octobre 2014)
- > Cahier des Prescriptions Techniques "Poutres en I" - Planchers et toitures en poutre en I à base de bois (e-Cahiers du CSTB, Cahier 3768, janvier 2016)
- > Règles de conception des toitures-terrasses, balcons et coursives étanchés sur éléments porteurs en maçonnerie munis de procédés de rupteurs de ponts thermiques faisant l'objet d'un Avis Technique (e-Cahiers du CSTB, Cahier 3794, février 2018)

1.2.3.2 GS 3.2 : Murs et accessoires de murs

- > Cahier des prescriptions techniques communes aux procédés de murs à coffrage intégré (e-Cahiers du CSTB, Cahier 3690_V2, juillet 2014)

1.2.3.3 GS 7 : Systèmes d'isolation extérieur avec enduits et produits connexes

- > Solutions de réfection de façades revêtues d'un enduit extérieur à base de plâtre au moyen d'enduits hydrauliques spécifiques mis en œuvre sur surfaces décapées - Définition de l'état et de la préparation des supports (Cahiers du CSTB, Cahier 2179, septembre 1987)
- > Classement reVETIR des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur (Cahiers du CSTB, Cahier 2929, décembre 1996)
- > Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé - Cahier des Prescriptions Techniques d'emploi et de mise en œuvre (Cahiers du CSTB, Cahier 3035_V3, septembre 2018)
- > Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant : principes de mise en œuvre autour des baies en liaison avec une fenêtre ou une porte extérieure (e-Cahiers du CSTB, Cahier 3709_V2, juin 2015)
- > Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé : conditions de mise en œuvre de bandes filantes pour protection incendie (e-Cahiers du CSTB, Cahier 3714_V2, février 2017)

1.2.3.4 GS 12 : Revêtements de sol et produits connexes

- > Notice sur le classement UPEC des locaux (Cahier 3782_V2, juin 2018)
- > Exécution des revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse - rénovation (Cahier 3716, août 2012)
- > Procédés barrières adhérents pour sol sur support humide ou exposé à des reprises d'humidité (mars 2015)
- > Liste minimale des éléments habituellement demandés par le GS « Revêtements de sol et produits connexes : système de revêtements de sol à base de résine de synthèse pour sol à usage piétonnier »

1.2.3.5 GS 13 : Procédés pour la mise en œuvre des revêtements

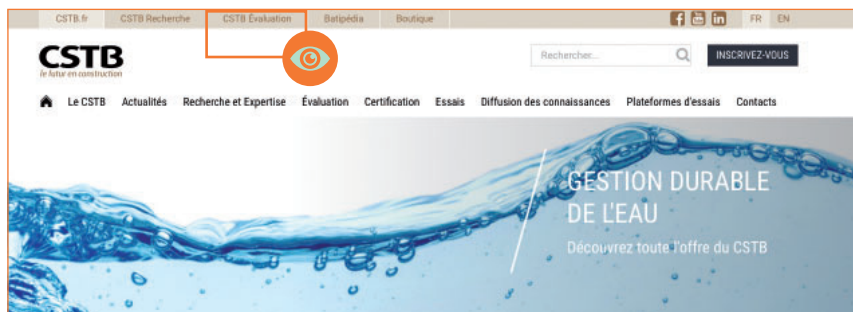
- > Chapes fluides à base de ciment (Cahier 3774_V3)
- > Chapes fluides à base de sulfate de calcium (Cahier 3578_V4)

1 - VOUS AVEZ DIT NORMALISATION ?

1.2.4 Comment se procurer un AT ou DTA ?

Les Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application sont consultables et imprimables gratuitement sur le site Internet du CSTB :

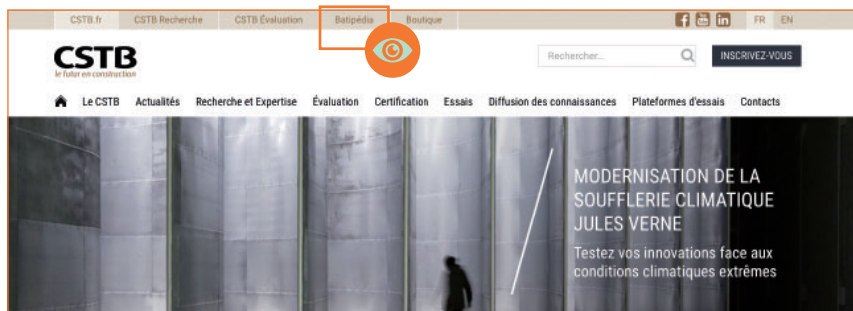
www.cstb.fr - Rubrique « CSTB Évaluations »



1.2.5 Comment se procurer les CPT ?

Les CPT sont également consultables et imprimables sur le site Internet du du CSTB ou de la CCFAT :

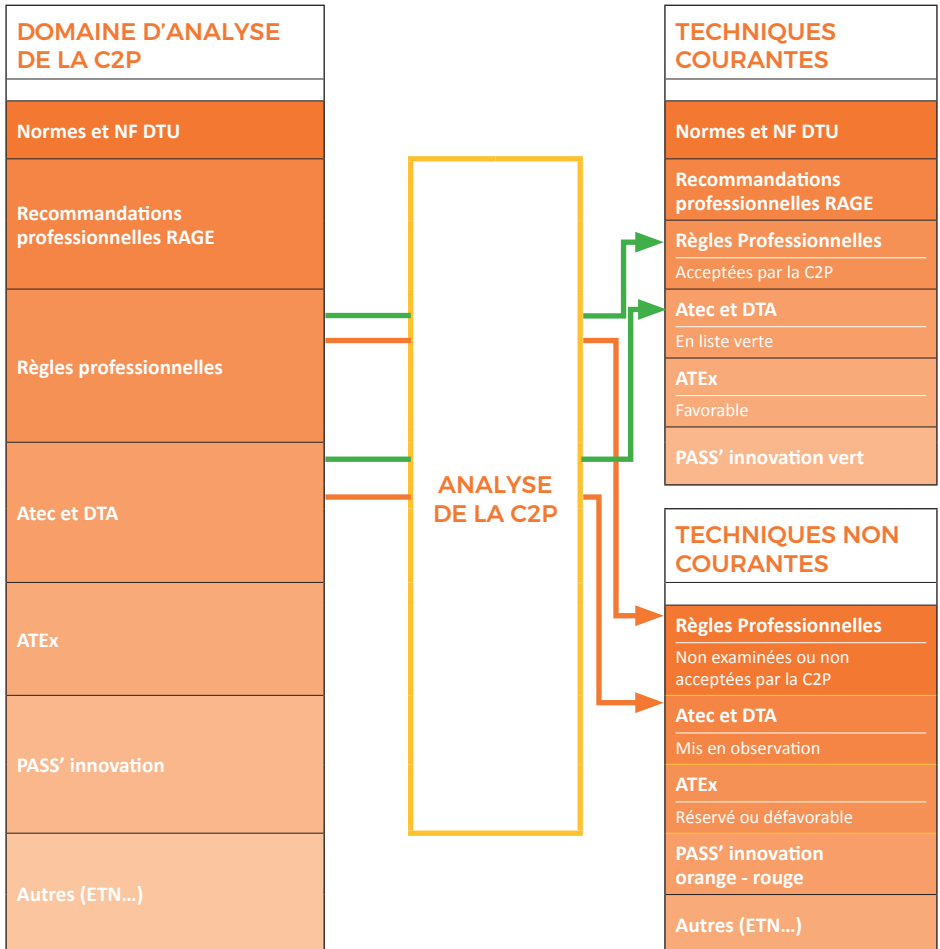
www.cstb.fr - Rubrique « Batipédia »



<http://www.ccfat.fr/groupe-specialises/>



1.3 Techniques mises en observation et règles professionnelles



1.3.1 Rôle et missions de la Commission Prévention Produits mis en œuvre (C2P)

Les professions du Bâtiment et de l'Assurance Construction, réunies au sein de l'Agence Qualité Construction (AQC), ont décidé de confier à la Commission Prévention Produits mis en œuvre (C2P) la prévention des sinistres liés aux produits industriels et aux textes qui en définissent la mise en œuvre.

1 - VOUS AVEZ DIT NORMALISATION ?

Dans ce cadre, la C2P peut décider de mettre en observation une famille de produits ou procédés de construction, en raison du risque qu'elle présente. Cette mise en observation permet d'informer les professionnels sur les éventuelles conditions spéciales de souscription d'assurance dont ils pourraient faire l'objet. Une mise en observation permet surtout, grâce à un dialogue contradictoire avec tous les acteurs concernés, de suggérer les dispositions complémentaires préventives à mettre en œuvre.

1.3.2 Techniques ou procédés mis en observation

1.3.2.1 Communiqués

Deux fois par an (janvier et juillet), la C2P publie les communiqués qui recensent l'ensemble des familles de produits et procédés de construction mises en observation ainsi que toutes les règles professionnelles acceptées.

1.3.2.2 Liste verte

La Commission tient à jour la liste des produits ou procédés bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application qui ne sont pas mis en observation par la C2P. Cette liste peut être facilement interrogée, sur le site de l'Agence Qualité Construction, à partir d'une référence d'Avis Technique, de Document Technique d'Application, etc.

<http://listeverte-c2p.qualiteconstruction.com>

1.3.2.3 Comment se procurer les communiqués de mise en observation de la C2P ?

Les communiqués de la C2P sont consultables et imprimables gratuitement sur le site Internet de l'AQC (publication semestrielle) :

www.qualiteconstruction.com



1.3.3 Liste de Règles Professionnelles concernant la maçonnerie et le gros œuvre acceptées par la C2P

Les références des Règles Professionnelles (société d'édition, organisme professionnel auteur ou co-auteur des règles, ...) sont disponibles auprès du secrétariat de l'Agence Qualité Construction ou sur le site Internet de l'AQC (publication semestrielle).

Les Règles Professionnelles en vigueur actuellement sont :

Structure

- > Conception, calcul, exécution et contrôle des tirants d'ancrage
- > Ouvrages en béton confectionné avec du granulats recomposé, béton de bâtiment de catégorie A ou B de résistance \leq C25/30 (UMGO)
- > Conception et exécution des acrotères en blocs et briques à bancher

Règles Professionnelles acceptées par la C2P avec suivi du retour d'expérience :

- > Exécution d'ouvrages en béton de chanvre
- > Mise en œuvre des enduits sur supports composés de terre crue
- > Technique de construction des murs en pierre sèche

1.4 Et pour les marchés publics ?

Pour les marchés publics, il faut se référer aux fascicules du Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG), applicables aux travaux de marchés publics de travaux (génie civil et bâtiment), téléchargeables gratuitement sur le site Internet :

www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr

Voici une liste des principaux fascicules utilisés en maçonnerie et gros œuvre

- > **2** : Terrassements généraux
- > **31** : Bordures et caniveaux en pierre naturelle ou en béton et dispositif de retenue en béton
- > **32** : Constructions de trottoirs
- > **39** : Travaux d'assainissement et de drainage des terres agricoles
- > **64** : Travaux de maçonnerie d'ouvrages de génie civil
- > **65** : Exécution des ouvrages de génie civil en béton
- > **68** : Exécution des travaux géotechniques des ouvrages de génie civil
- > **70 titre I** : Ouvrages d'assainissement – Réseaux
- > **70 titre II** : Ouvrages d'assainissement – Ouvrages de recueil, de restitution et de stockage des eaux pluviales
- > **74** : Construction des réservoirs en béton

1.5 Qu'en est-il des Eurocodes ?

La conception et le calcul des structures de bâtiment s'effectuaient, en France, à l'aide de règles telles que les règles « Neige et Vent » (Règles NV 65) ; les règles de calcul des ouvrages en béton armé (Règles BAEL 91 révisées 99) ou en béton précontraint (Règles BPEL 91) ; les règles de construction parasismique (PS 92, PSMI 89-92), etc. Chaque pays de l'Union européenne disposait de textes ayant le même objectif, mais qui, outre leurs statuts très divers, utilisaient souvent des méthodes différentes. Il a paru donc utile, dès la fin des années 70, d'harmoniser ces méthodes de calcul et de vérification, en vue de créer le marché unique européen. D'où l'idée des « Eurocodes ».

1 - VOUS AVEZ DIT NORMALISATION ?

Les Eurocodes forment un ensemble de 59 normes européennes (regroupées en dix grands thèmes – *Tableau 1.2*) destinées à fournir des règles de conception et de calcul des structures de bâtiment et de génie civil et à remplacer les règles nationales existant dans chaque pays européen. Depuis 1989, l'élaboration de ces Eurocodes s'effectue dans le cadre du Comité européen de normalisation (CEN).

Ils ne peuvent être appliqués que complétés de leurs annexes nationales. En effet, puisque le niveau de fiabilité des ouvrages reste une décision propre à chaque pays, certains paramètres (tel que le coefficient de sécurité) sont à fixer au niveau national. Ils sont indiqués dans une annexe qui fournit également des éléments complémentaires permettant l'application de l'Eurocode en France (choix d'une méthode lorsque l'Eurocode en propose plusieurs, complément pour les sujets non traités...).

Les règles de calcul en vigueur sont les Eurocodes.

Toutefois, seuls ceux qui visent la sécurité des personnes (prévention du risque sismique et réglementation incendie) s'imposent de manière obligatoire. Mais attention, car le corpus des Eurocodes est un ensemble cohérent et indivisible. Autrement dit, l'application de l'un pour un projet entraîne l'utilisation des autres.

Tout panachage de textes issus de corpus différents peut avoir des conséquences graves pour l'ouvrage concerné.

EUROCODE	NUMÉRO DE NORME	NOMBRE DE NORMES	THÈMES
Eurocode 0	EN 1990	1	Bases de calcul des structures
Eurocode 1	EN 1991	10	Actions sur les structures
Eurocode 2	EN 1992	5	Calcul des structures en béton
Eurocode 3	EN 1993	20	Calcul des structures en acier
Eurocode 4	EN 1994	3	Calcul des structures mixtes acier-béton
Eurocode 5	EN 1995	3	Calcul des structures bois
Eurocode 6	EN 1996	4	Calcul des ouvrages en maçonnerie
Eurocode 7	EN 1997	2	Calcul géotechnique
Eurocode 8	EN 1998	6	Conception et dimensionnement des structures pour la résistance aux séismes

2 LE MATÉRIAU BÉTON ET LA NORME NF EN 206/CN

En vigueur depuis 2014, la norme béton NF EN 206/CN a apporté un certain nombre de modifications par rapport aux anciennes normes XP P 18-305 et NF EN 206-1.

Applicable à tous les bétons de structure, cette norme est reprise dans bon nombre d'autres référentiels techniques (DTU 13.3, NF DTU 21, Fascicule 65, NF EN 13670 et Eurocode 2). Elle s'impose donc comme un document incontournable lorsqu'il s'agit de construire un ouvrage en béton.

2.1 Les intervenants

La norme NF EN 206/CN définit et clarifie les responsabilités des trois acteurs :

- **le prescripteur** : il est responsable de la spécification du béton. Il doit prendre en considération tous les paramètres permettant de définir le béton à utiliser, notamment l'environnement de l'ouvrage, au travers de la classe d'exposition du béton, du niveau de finition (qualité des parements par exemple), de la dimension maximale des granulats, des conditions de cure, etc. ;
- **le producteur** : il est responsable de la conformité et du contrôle de la production. À ce titre, il a la responsabilité de fournir un béton dont les caractéristiques sont conformes aux exigences du prescripteur ;
- **l'utilisateur** : il est responsable de la mise en place du béton dans la structure et donc de l'exécution de l'ouvrage conformément aux règles de l'art.

Dans le cas du Béton Prêt à l'Emploi, l'acheteur du béton frais est le prescripteur (client-prescripteur). C'est donc à lui de fournir, en relation avec le producteur, pour chaque commande globale, toutes les spécifications normatives du béton.

EXEMPLE : un fabricant de produits en béton préfabriqués cumulera les 3 rôles alors qu'un entrepreneur sera plutôt prescripteur et utilisateur (cas du BPE).

Note : *l'entreprise, qui est prescripteur/client et qui achète un béton prêt à l'emploi, doit toujours pouvoir s'appuyer sur le rôle de conseil du producteur de BPE.*

2.2 Les types de béton

- **Béton à Propriétés Spécifiées (BPS)** : béton pour lequel les propriétés requises et les caractéristiques supplémentaires sont spécifiées au producteur qui est responsable de fournir un béton qui satisfait à ces propriétés requises et à ces caractéristiques supplémentaires. Il s'agit généralement de béton prêt à l'emploi.

- **Béton à Composition Prescrite (BCP)** : béton pour lequel la composition du béton et les constituants à utiliser sont spécifiés au producteur qui est responsable de fournir un béton respectant cette composition prescrite. Ce type de béton est généralement un béton de chantier.

Cas particulier du BCP dans une Norme (BCPN) : béton à composition prescrite à partir de règles strictes définies dans le NF DTU 21. En effet, ce type de béton n'est utilisable que pour la catégorie de chantiers A (voir chapitre 4 ci-après), en classes d'exposition X0, XC1, XC2, XC3, XC4, XD1 ou XF1. Il correspond aux dosages en ciment pour lesquels on peut admettre, a priori, qu'ils vont permettre d'atteindre une résistance donnée (exemple du NF DTU 21 : 400 kg/m³ de ciment pour 20 MPa).

Dans le cas d'un BPS, afin de prescrire le béton adapté au chantier concerné, trois paramètres fondamentaux sont à prendre en compte :

- les classes d'exposition ;
- les classes de résistance à la compression ;
- les classes de consistance.

2.3 Les classes d'exposition

Les classes d'exposition traduisent les actions dues à l'environnement auxquelles l'ouvrage (ou une partie de l'ouvrage) va être soumis pendant sa durée de vie.

Elles sont au nombre de 18, divisées en 6 groupes.

Remarque

Pour la spécification d'un BPS, utilisé en France, le prescripteur doit faire suivre la classe d'exposition demandée par la lettre F entre parenthèses (exemple : XC2 (F)).

2.3.1 Classes d'exposition courantes

Ces classes correspondent aux expositions rencontrées le plus fréquemment dans les ouvrages de bâtiment.

CLASSE	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT	EXEMPLES INFORMATIFS
Aucun risque de corrosion ni d'attaque		
X0	Béton non armé et sans pièces métalliques noyées : toutes les expositions sauf en cas de gel/dégel, d'abrasion et d'attaques chimiques.	
	Béton armé ou avec pièces métalliques noyées : très sec.	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est très faible.



Corrosion induite par carbonatation		
XC1	Sec ou humide en permanence.	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est faible. Exemple : les parties de bâtiment à l'abri de la pluie, local clos et couvert sans condensation. Béton submergé en permanence dans l'eau.
XC2	Humide, rarement sec.	Surfaces de béton soumises au contact à long terme de l'eau. Exemple : fondations, réservoirs, etc. Un grand nombre de fondations.
XC3	Humidité modérée.	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est moyen ou élevé. Béton extérieur abrité de la pluie. Exemple : locaux de buanderie, papeterie, locaux de piscine, etc.
XC4	Alternance d'humidité et de séchage.	Surfaces soumises au contact de l'eau, mais n'entrant pas dans la classe d'exposition XC2. Exemple : façade, pignon, ouvrage d'art, etc.
Attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage*		
XF1	Saturation modérée en eau sans agent de déverglaçage.	Surfaces verticales de béton exposées à la pluie et au gel. Exemple : façade, balcon en zone de gel faible ou modérée.
XF2	Saturation modérée en eau avec agent de déverglaçage.	Surfaces verticales de béton des ouvrages routiers exposées au gel et à l'air véhiculant des agents de déverglaçage.
XF3	Forte saturation en eau sans agent de déverglaçage.	Surfaces horizontales de béton exposées à la pluie et au gel. Exemple : façade, balcon en zone de gel sévère.
XF4	Forte saturation en eau avec agent de déverglaçage ou eau de mer.	Routes et tabliers de pont exposés aux agents de déverglaçage et surfaces de bétons verticales directement exposées aux projections d'agents de déverglaçage et au gel. Zones des structures marines soumises aux projections et exposées au gel.
<p>* La carte des zones de gel en France est donnée dans le guide technique du LCPC «Recommandations pour la durabilité des bétons durcis soumis au gel». Le fascicule de documentation FD P 18-326 fournit pour chaque canton de chaque département leur classement en zone de gel.</p>		

Tableau 2.1 - Classes d'exposition courantes

2.3.2 Classes d'exposition particulières

Ces classes correspondent à des expositions spécifiques telles des ouvrages exposés à l'eau de mer ou des structures exposées à des milieux chimiquement agressifs.

CLASSE	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT	EXEMPLES INFORMATIFS
Corrosion induite par les chlorures, ayant une origine autre que marine		
XD1	Humidité modérée.	Surfaces de béton exposées à des chlorures transportés par voie aérienne.
XD2	Humide, rarement sec.	Béton exposé à des eaux industrielles contenant des chlorures. Exemple : piscine.
XD3	Alternance d'humidité et de séchage.	Éléments de ponts exposés à des projections contenant des chlorures. Exemple : chaussées, dalles de parc de stationnement de véhicules.
Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer		
XS1	Exposé à l'air véhiculant du sel marin, mais pas en contact direct avec l'eau de mer.	Structures sur ou à proximité d'une côte (moins de 1 km - localement 5 km).
XS2	Immergé en permanence.	Éléments de structures marines.
XS3	Zones de marnage, zones soumises à des projections ou à des embruns.	Éléments de structures marines ou à moins de 100 m de la côte (localement 500 m).
Attaques chimiques		
XA1	Environnement à faible agressivité chimique.	Le niveau d'agressivité des sols ou eaux (de surface ou souterraines) dépend de facteurs chimiques tels que le pH, la teneur en sulfates, etc. Le fascicule de documentation P18-011 permet une aide à la définition.
XA2	Environnement d'agressivité chimique modérée.	
XA3	Environnement à forte agressivité chimique.	

Tableau 2.2 - Classes d'exposition particulières

2.4 Les classes de résistance à la compression



Les classes de résistance à la compression traduisent une caractéristique du béton à l'état durci. C'est cette valeur qui sert au dimensionnement de l'ouvrage.

D'après la norme NF EN 206/CN, les classes de résistance peuvent varier de 8 à 100 MPa.

Les valeurs données dans le *tableau 2.3* correspondent aux classes de résistance couramment rencontrées dans le domaine du bâtiment.

CLASSE DE RÉSISTANCE À LA COMPRESSION*	RÉSISTANCE CARACTÉRISTIQUE MINIMALE SUR CYLINDRES	RÉSISTANCE CARACTÉRISTIQUE MINIMALE SUR CUBES
	f_{ck-cyl} (MPa)	$f_{ck-cube}$ (MPa)
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50

* Résistance à la compression mesurée à 28 jours, à l'aide d'essais sur cylindres ou sur cubes.

Tableau 2.3 - Classes de résistance couramment rencontrées sur chantier

2.5 Les classes de consistance ou d'affaissement



Les classes de consistance traduisent une caractéristique du béton à l'état frais : sa maniabilité, propriété importante puisqu'elle est fortement liée aux conditions de mise en œuvre dans l'ouvrage (ferrailage important, géométrie complexe...).

Cinq classes sont définies selon l'affaissement du béton obtenu par l'essai au cône d'Abrams (*voir chapitre 4.3*). Elles sont regroupées dans le *Tableau 2.4*.

CLASSE D'AFFAISSEMENT	AFFAISSEMENT (mm)
S1	de 10 à 40
S2	de 50 à 90
S3	de 100 à 150
S4	de 160 à 210
S5	≥ 220

Tableau 2.4 - Classes d'affaissement

Remarque

Il est possible de prescrire une classe d'affaissement au travers d'une valeur cible. Les tolérances sur cette valeur cible sont données par la norme NF EN 206/CN. Pour les classes d'affaissement courantes (c'est-à-dire ≥ 100 mm), elle est de ± 30 mm. Ainsi, un béton prescrit avec une valeur cible de 150 mm (correspondant à la valeur haute de la classe S3) sera conforme si l'affaissement mesuré est entre 120 mm et 180 mm, permettant de s'affranchir des valeurs basses de la classe S3 et d'être à cheval sur deux classes S3 et S4.

Note : Pour les bétons autoplaçants, la maniabilité est mesurée à l'aide des essais d'étalement, de viscosité, d'aptitude à l'écoulement (boîte en L) et de résistance à la ségrégation.



En complément des 3 paramètres fondamentaux décrits précédemment, la prescription du béton inclut aussi :

- **la classe de chlorures** qui représente la quantité d'ions chlorures à ne pas dépasser dans le béton. Liée à la prise en compte du déclenchement de la corrosion des armatures, les valeurs à ne pas dépasser, retenues au niveau français, sont regroupées dans le *tableau 2.5* ;

CLASSE DE CHLORURES	TENEUR MAXIMALE EN CL-RAPPORTÉE À LA MASSE DU CIMENT (%)	EXEMPLE D'UTILISATION DU BÉTON
Cl 0,20	0,20	béton précontraint
Cl 0,40	0,40	béton armé
Cl 0,65	0,65	béton armé formulé avec un ciment type CEM III
Cl 1,0	1,0	béton sans armature

Tableau 2.5 - Teneur maximale en ions chlorures du béton

- **la dimension maximale du granulat (Dmax)** : cette donnée est conditionnée, entre autres, par la complexité du ferrailage puisque le béton doit enrober de manière correcte les aciers.

2.6 La commande du béton

Un document synthétique qui reprend les classes d'exposition est disponible sur le site de l'UMGO.

Le prescripteur du béton doit :

- s'assurer que toutes les exigences pertinentes, pour obtenir les propriétés nécessaires du béton, sont incluses dans la spécification donnée au producteur ;
- prescrire toutes les exigences sur les propriétés du béton qui sont nécessaires au transport après livraison, à la mise en place, au compactage, à la cure ou à tout autre traitement ultérieur.

Si nécessaire, la spécification du béton doit inclure les exigences particulières, par exemple pour obtenir un aspect architectonique.

Le béton doit être spécifié comme BPS, BCP ou BCPN. Dans tous les cas, les spécifications des bétons doivent être effectuées à l'aide des exigences données dans le *tableau 2.6*.

TYPE DE BÉTON	DONNÉES OBLIGATOIRES	DONNÉES COMPLÉMENTAIRES
BPS	<ul style="list-style-type: none"> • Exigence de conformité à l'EN 206/CN ; • Classe de résistance à la compression ; • Classe d'exposition ; • Dimension maximale nominale des granulats ; • Classe de teneur en chlorures. <p>Pour le béton léger :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classe de masse volumique ou masse volumique cible. <p>Pour le béton lourd :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masse volumique cible. <p>Pour le BPE ou béton de chantier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classe de consistance ou, dans les cas particuliers, valeur cible de consistance. 	<ul style="list-style-type: none"> • Types ou classes particulières de ciment ; • Types ou classes particulières de granulats ; • Caractéristiques exigées pour la résistance au gel/dégel ; • Exigences pour la température du béton frais ; • Évolution de la résistance ; • Fonction (structurelle ou non) ; • Teneur minimale en fibres ; • Dégagement de chaleur au cours de l'hydratation ; • Prise retardée ; • Résistance à la pénétration d'eau ; • Résistance à l'abrasion ; • Résistance à la traction par fendage ; • Autres exigences techniques.
BCP	<ul style="list-style-type: none"> • Exigence de conformité à l'EN 206/CN ; • Dosage en ciment ; • Type de ciment et sa classe de résistance ; • Rapport eau/ciment ou classe de consistance ou valeur cible de consistance ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Indication de l'origine de certains ou de tous les constituants du béton qui se substitue aux caractéristiques pour celles qui ne sont pas définissables autrement ; • Exigences complémentaires pour les granulats ;

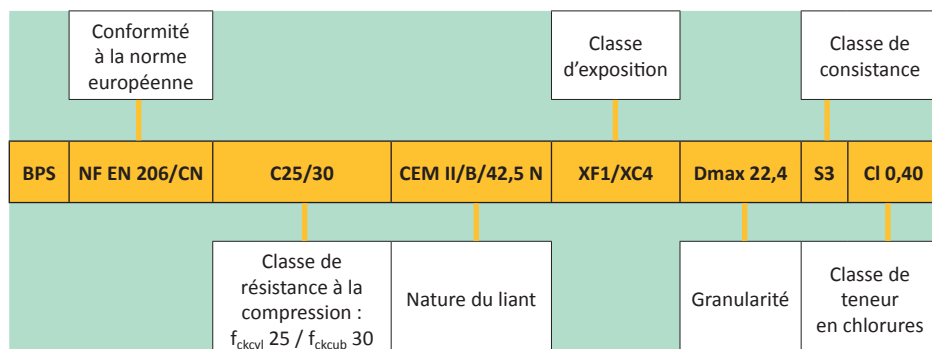


TYPE DE BÉTON	DONNÉES OBLIGATOIRES	DONNÉES COMPLÉMENTAIRES
BCP	<ul style="list-style-type: none"> Type, catégorie et teneur maximale en chlorures des granulats ; en cas de béton léger ou de béton lourd, masse volumique maximale ou minimale des granulats selon le cas ; Dimension maximale nominale des granulats, et toute limitation de leurs fuseaux granulaires ; Type et quantité des adjuvants, additions ou fibres, le cas échéant ; En cas d'utilisation d'adjuvants, additions ou fibres, l'indication de l'origine de ces constituants et celle du ciment qui se substitue aux caractéristiques pour celles qui ne sont pas définissables par d'autres moyens. 	<ul style="list-style-type: none"> Exigences concernant la température du béton frais à la livraison, si nécessaire ; Autres exigences techniques.
BCPN	<ul style="list-style-type: none"> Norme valide sur le lieu d'utilisation du béton donnant les exigences pertinentes ; Désignation du béton selon cette norme. 	

Tableau 2.6 - Spécifications des bétons

2.7 Désignation d'un BPS selon la norme NF EN 206/CN

Les paramètres fondamentaux dans la définition d'un béton sont repris dans la désignation d'un BPS, tels que définis dans la norme NF EN 206/CN, à savoir :



2.8 Exemples indicatifs

Prenons l'exemple de 3 bétons à commander :

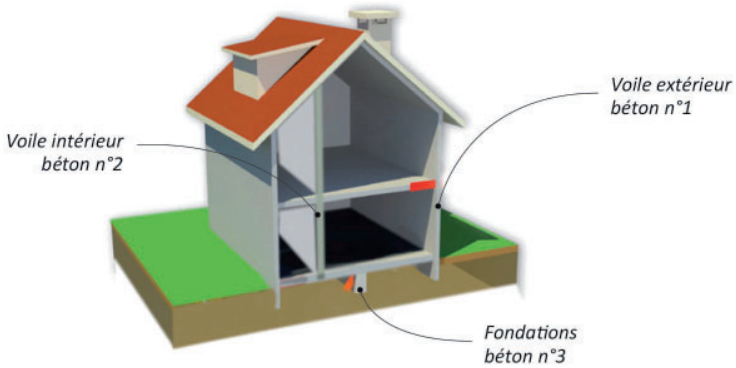
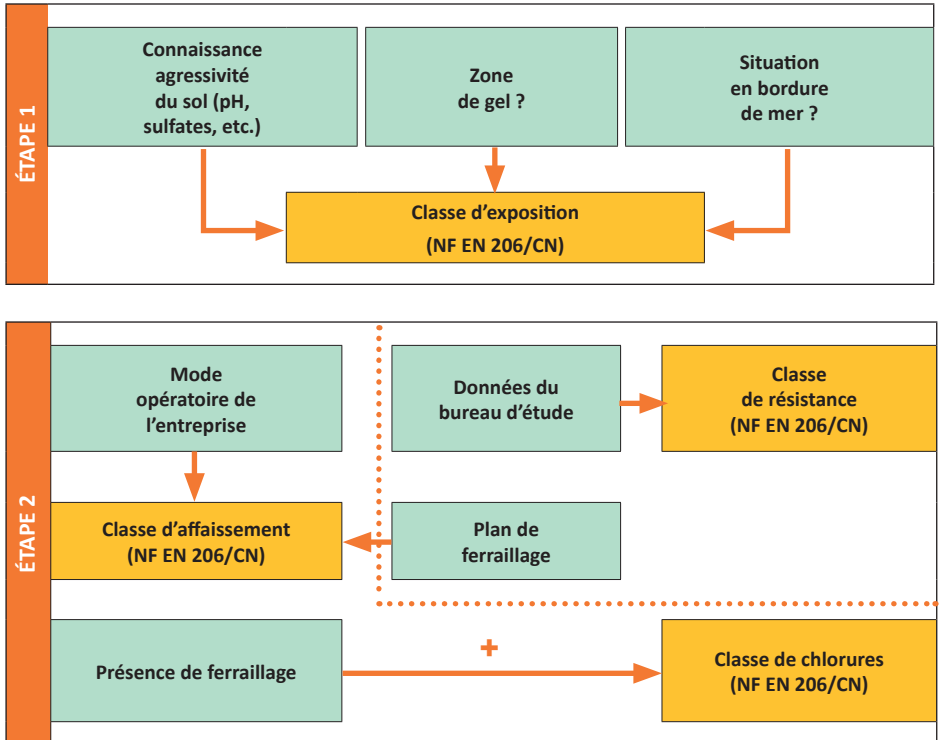
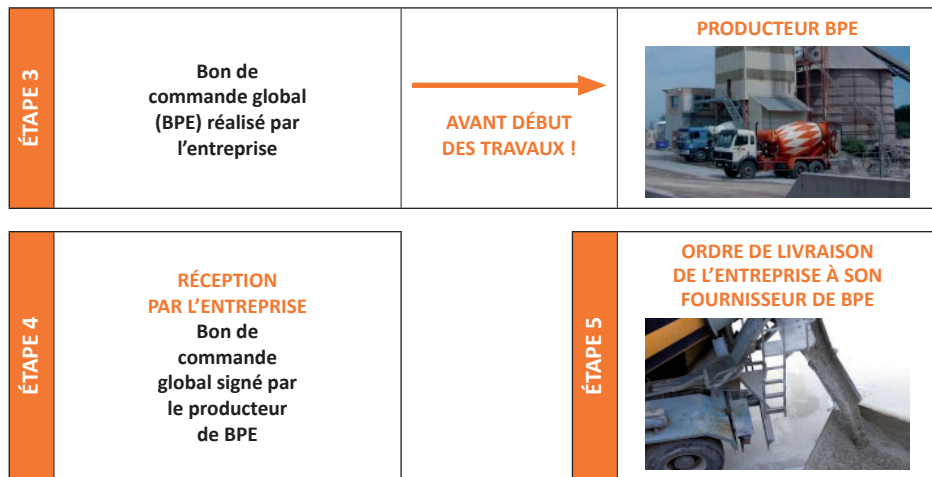


Figure 2.1

La commande du béton se fait en plusieurs étapes :



2 - LE MATÉRIAU BÉTON ET LA NORME NF EN 206-1



Exemple de désignation de bétons :

Béton n°1 - Voile extérieur

BPS	NF EN 206/CN	C25/30	CEM II/B/32,5 N	XF1/XC4	Dmax 22,4	S3 ou S4	Cl 0,40
-----	--------------	--------	-----------------	---------	-----------	----------	---------

Béton n°2 - Voile intérieur

BPS	NF EN 206/CN	C20/25	CEM II/B/42,5 N	XC1	Dmax 22,4	S3 ou S4	Cl 0,40
-----	--------------	--------	-----------------	-----	-----------	----------	---------

Béton n°3 - Fondation avec sol agressif

BPS	NF EN 206/CN	C30/37	CEM II/B/42,5 R	XA1	Dmax 22,4	S3	Cl 0,40
-----	--------------	--------	-----------------	-----	-----------	----	---------

2.9 Textes de référence

- > **NF EN 206/CN** : Béton – Spécification, performance, production et conformité (Complément national à la NF EN 206)
- > **NF DTU 21** : Exécution des ouvrages en béton
- > **Fascicule 65** : Exécution des ouvrages de génie civil en béton
- > **FD P18-011** : Bétons – Définitions et classification des environnements chimiquement agressifs

3 LE BÉTON ARMÉ

Réaliser une structure en béton armé, c'est associer les propriétés mécaniques complémentaires des matériaux béton (pour la compression) et acier (pour la traction). A partir des sollicitations imposées à la structure (charges permanentes, d'exploitation, actions climatiques, etc.), l'ouvrage (ou la partie d'ouvrage) est calculé(e) pour satisfaire les Etats Limites.

Ainsi, le bon dimensionnement d'un ouvrage tient à deux points essentiels :

- une résistance du béton en adéquation avec les sollicitations ;
- une section d'aciers calculée permettant de faire travailler ces derniers dans les meilleures conditions.

La mise en œuvre selon les règles de l'art au travers des dispositions constructives (ancrages, recouvrements, enrobages) constitue une étape importante dans le processus de réalisation.

Ce chapitre est rédigé sur les bases de l'Eurocode 2 partie 1-1 (NF EN 1992-1-1), de son annexe nationale, ainsi que des Recommandations professionnelles. Ces documents constituent les documents de référence quant au dimensionnement des bâtiments en béton armé et, en cas de doute, il convient de s'y rapporter.

Ce chapitre ne traite pas des conditions particulières à appliquer en zone sismique.

3.1 La résistance du béton (EC2 clause 3.1.2)

Les bétons couramment utilisés dans le bâtiment ont une **résistance caractéristique à la compression à 28 jours**, f_{ck} , de 25 à 40 MPa. Cette donnée f_{ck} correspond à un fractile de 5 %, c'est-à-dire qu'il y a une probabilité de 5 % d'avoir une valeur inférieure à f_{ck} .

A partir de f_{ck} , on peut déterminer les autres caractéristiques mécaniques des bétons, comme la résistance moyenne à la traction.

Classe de résistance selon NF EN 206/CN	Résistance caractéristique f_{ck} (MPa)	Résistance de calcul ELU f_{cd} (MPa)	Résistance moyenne à la compression f_{cm} (MPa)	Résistance moyenne à la traction f_{ctm} (MPa)	Résistance caractéristique à la traction $f_{ctk,0,05}$ (MPa)
		$= f_{ck}/1,5$	$= f_{ck} + 8$	$= 0,30 f_{ck}^{2/3}$	$= 0,7 f_{ctm}$
C25/30	25	16,7	33	2,6	1,8
C30/37	30	20,0	38	2,9	2,0
C35/45	35	23,3	43	3,2	2,2
C40/50	40	26,7	48	3,5	2,5

Tableau 3.1 - Exemples de valeurs de caractéristiques mécaniques de bétons à 28 jours

3 - LE BÉTON ARMÉ

La prise en considération des évolutions des résistances avec le temps dépend du type de ciment, de la température et des conditions de cure.

CLASSE DE CIMENTS SELON LA NORME NF 197-1	CLASSE DE CIMENTS SELON L'EC2
42,5 R – 52,5 R et N	R (rapide)
42,5 N – 32,5 R	N (normal)
32,5 N	S (lent)

Tableau 3.2 - Classes de ciments

Le tableau 3.3 donne les valeurs de résistance caractéristiques à la compression, $f_{ck}(t)$, à 3, 7 et 14 jours pour des bétons C25/30 et C30/37 pour une température de 20°C.

Age	BÉTON C25/30			BÉTON C30/37		
	R	N	S	R	N	S
3 jours	13,9	11,7	7,1	17,2	14,7	9,4
7 jours	19,0	17,7	14,6	23,1	21,6	18,0
14 jours	22,4	21,8	20,2	27,0	26,3	24,5

Tableau 3.3 - Résistances caractéristiques $f_{ck}(t)$ en fonction de l'âge du béton (en MPa)

Remarque

Les règles BAEL 91 ne faisaient pas de différence entre les ciments pour décrire l'évolution des résistances.

La courbe de la figure 3.1 montre les évolutions entre 0 et 28 jours pour un béton de classe de résistance 25 MPa, en fonction du type de ciment utilisé.

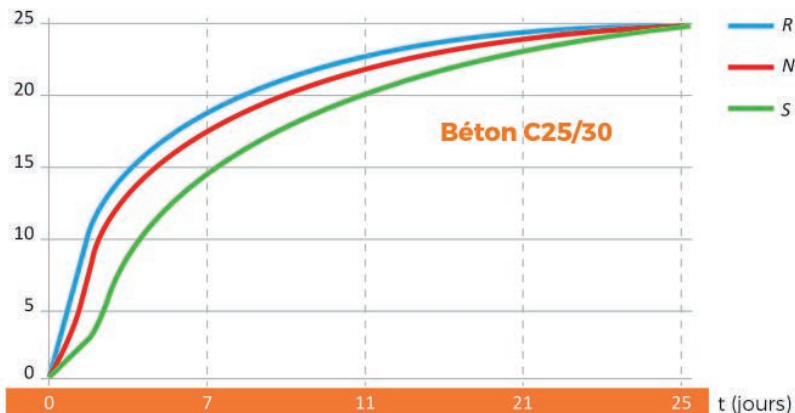


Figure 3.1 - Courbes de résistance des bétons $f_{ck} = 25$ MPa entre 0 et 28 jours

3.2 Les armatures

3.2.1 Dispositions constructives et sections d'armatures



Les armatures peuvent se présenter sous forme de barres ou de cages d'armatures comprenant des aciers longitudinaux (des barres ou paquets de barres) et transversaux (cadres, étriers ou épingles) ou sous forme de treillis soudés.

Les aciers sont dans la gamme 400/600 MPa avec une limite élastique courante $f_{yk} = 500$ MPa.

Figure 3.2 - Treillis soudés

3.2.1.1 Armatures longitudinales

Lorsqu'elles sont utilisées sous forme de paquets de barres, les armatures doivent être disposées de façon compacte et causer le minimum de gêne lors de la mise en place du béton.

Elles sont disposées :

DE MANIÈRE ISOLÉE OU EN DEUX BARRES SUPERPOSÉES	EN PAQUET

Tableau 3.4 - Dispositions des armatures de manière isolée, superposée ou en paquet

L'espacement « d » des barres doit respecter les conditions suivantes :

$$d \geq \max [\phi_n; 20 \text{ mm}; d_g + 5 \text{ mm}]$$

Avec :

- d_g : diamètre du plus gros granulat ;
- ϕ_n : diamètre fictif équivalent = $\phi \sqrt{n}$ (n = nombre de barres du paquet).

Exemple : Béton avec $d_g = 20$ mm : $d \geq \max [\phi_n; 25$ mm]

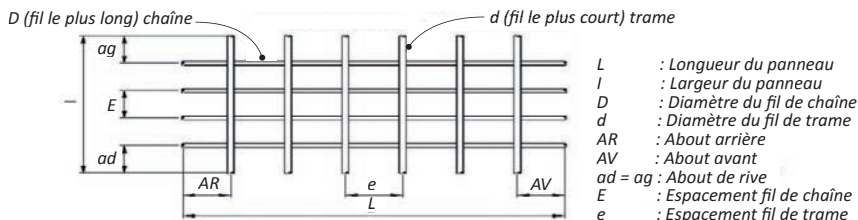
Nombre d'armatures	SECTION RÉELLE (cm ²) EN FONCTION DU DIAMÈTRE DE L'ARMATURE							
	$\Phi 5$ mm	$\Phi 6$ mm	$\Phi 8$ mm	$\Phi 10$ mm	$\Phi 12$ mm	$\Phi 14$ mm	$\Phi 16$ mm	$\Phi 20$ mm
1	0,20	0,28	0,50	0,79	1,13	1,54	2,01	3,14
2	0,39	0,57	1,01	1,57	2,26	3,08	4,02	6,28
3	0,59	0,85	1,51	2,36	3,39	4,62	6,03	9,42
4	0,79	1,13	2,01	3,14	4,52	6,16	8,04	12,57
5	0,98	1,41	2,51	3,93	5,65	7,70	10,05	15,71

Tableau 3.5 - Sections réelles de paquets d'armatures en fonction du nombre et du diamètre des armatures

3 - LE BÉTON ARMÉ

3.2.1.2 Treillis soudés

Les caractéristiques nominales des treillis soudés sont regroupées dans les *tableaux 3.6 et 3.7*.



TREILLIS SOUDÉS DE STRUCTURE (NF A 35-080-2 de nuance B500A et/ou de nuance B500B)												
Désignation panneau ADETS	Section S (cm ² /m)	S s (cm ² /m)	E e (mm)	D d (mm)	Abouts AV AR ad ag (mm/mm)	Nb de fils N N	Longueur L largeur l (m)	Masse nominale (kg/m ²)	Surface 1 panneau (m ²)	Masse 1 panneau (kg)	Colisage	Masse 1 paquet (kg)
ST 15 C [®]	1,42	1,42 1,42	200 200	6 6	100/100 100/100	12 20	4,00 2,40	2,220	9,60	21,31	70	1482
ST 20 [®]	1,89	1,89 1,28	150 300	6 7	150/150 75/75	16 20	6,00 2,40	2,487	14,40	35,81	40	1432
ST 25 [®]	2,57	2,57 1,28	150 300	7 7	150/150 75/75	16 20	6,00 2,40	3,020	14,40	43,49	40	1740
ST 25 C [®]	2,57	2,57 2,57	150 150	7 7	75/75 75/75	16 40	6,00 2,40	4,026	14,40	57,98	30	1739
ST 25 CS [®]	2,57	2,57 2,57	150 150	7 7	75/75 75/75	16 20	3,00 2,40	4,026	7,20	28,99	40	1160
ST 35 [®]	3,85	3,85 1,28	100 300	7 7	150/150 50/50	24 20	6,00 2,40	4,026	14,40	57,98	30	1739
ST 40 [®]	3,85	3,85 3,85	100 100	7 8	50/50 50/50	24 60	6,00 2,40	6,040	14,40	86,98	20	1740
ST 50 [®]	5,03	5,03 1,68	100 300	8 8	150/150 50/50	24 20	6,00 2,40	5,267	14,40	75,84	20	1517
ST 50 C [®]	5,03	5,03 5,03	100 100	8 8	50/50 50/50	24 60	6,00 2,40	7,900	14,40	113,76	15	1706
ST 60 [®]	6,36	6,36 2,54	100 250	9 9	125/125 50/50	24 24	6,00 2,40	6,986	14,40	100,60	16	1610
ST 65 C [®]	6,36	6,36 6,36	100 100	9 9	50/50 50/50	24 60	6,00 2,40	9,980	14,40	143,71	10	1437

Note 1 : Il convient que la longueur d'about ne soit pas inférieure à 25 mm (NF A 35-080-2).
 Note 2 : Les treillis soudés de structure de nuance B500B répondent aux exigences des règles Eurocode 8 pour le renforcement parasismique.

Tableau 3.6 - Treillis soudés de structure

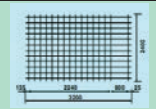
TREILLIS SOUDÉS DE SURFACE (NF A 35-024 de nuance B600A)* - (NF A 35-080-2 de nuance B500A)**												
Désignation panneau ADETS	Section S (cm ² /m)	S s (cm ² /m)	E e (mm)	D d (mm)	Abouts AV AR ad ag (mm/mm)	Nb de fils N N	Longueur L largeur l (m)	Masse nominale (kg/m ²)	Surface 1 panneau (m ²)	Masse 1 panneau (kg)	Colisage	Masse 1 paquet (kg)
*PAF C [®]	0,80	0,80 0,53	200 300	4,5 4,5	150/150 100/100	12 12	3,60 2,40	1,042	8,64	9,00	100	900
*PAF R [®]	0,80	0,80 0,80	200 200	4,5 4,5	100/100 100/100	12 18	3,60 2,40	1,250	8,64	10,80	100	1080
*PAF V [®]	0,99	0,80 0,99	200 160	4,5 4,5	135/25 100/100	12 16			7,68	9,60	100	960
**PAF 10 [®]	1,19	1,19 1,19	200 200	5,5 5,5	100/100 100/100	12 21	4,20 2,40	1,870	10,08	18,85	70	1319

Tableau 3.7 - Treillis soudés de surface

Les tableaux 3.6 et 3.7 sont également téléchargeables gratuitement sur le site de l'ADETS :

<http://www.adets.fr>

3.2.2 Conditions de non fragilité

Des sections d'armatures minimales sont prescrites pour répondre aux conditions de non fragilité du béton pour s'assurer que la contrainte dans les aciers soit inférieure à leur limite élastique. Ainsi, dans le cas :

- de la maîtrise de la fissuration (clause 7.3.2) : $A_{s,min} \geq 0,5 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b.d$
- de poutres en flexion (clause 9.2.1.1) : $A_{s,min} \geq 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b.d$

avec :

- $A_{s,min}$: section minimale d'armature (cm²) ;
- f_{ctm} : résistance moyenne à la traction du béton (MPa) ;
- f_{yk} : limite caractéristique d'élasticité de l'acier (MPa) ;
- b.d : section béton.

Exemple : Bâtiment courant, béton C25/30 ($f_{ctm} = 2,6$ MPa) avec un acier $f_{yk} = 500$ MPa :
 $A_{s,min} \geq 0,0013.b.d$

3.2.3 Armatures minimales des murs (Annexe B du NF DTU 21)

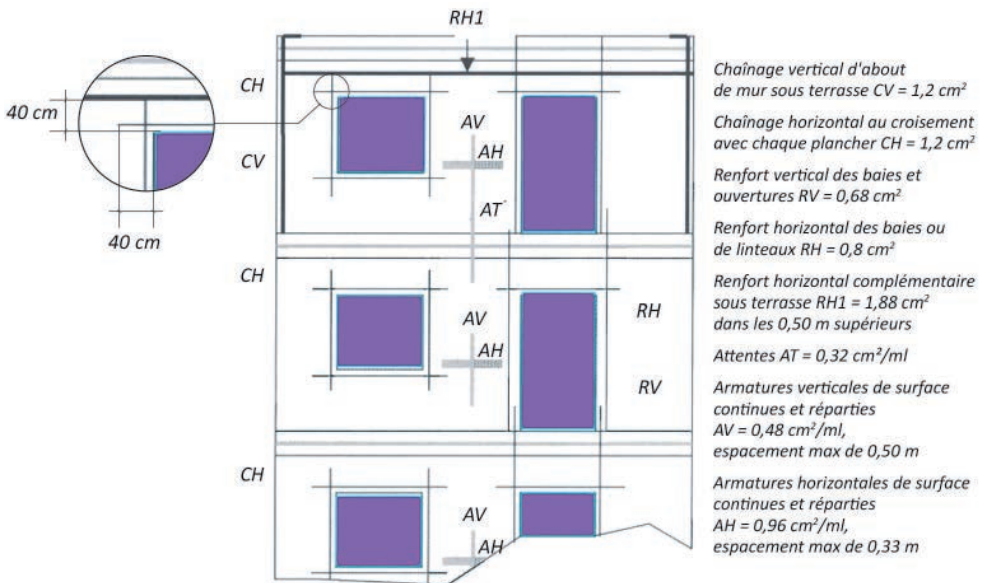


Figure 3.3 - Armatures des voiles extérieurs et autres parois de façade en béton

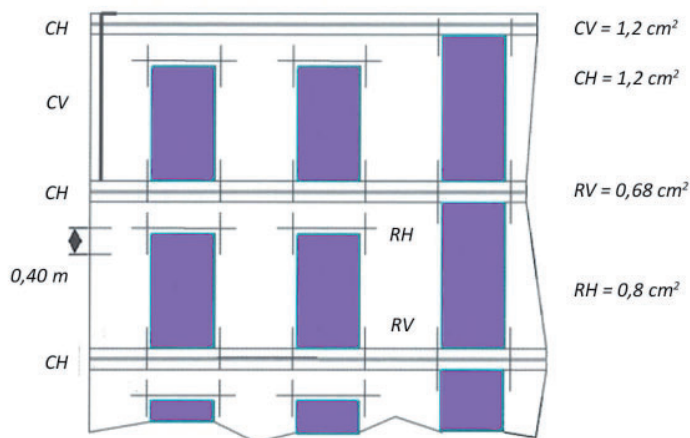


Figure 3.4 - Armatures des voiles intérieurs

3.2.4 Adhérence, longueurs d'ancrage et de recouvrement

La qualité de l'adhérence d'une barre est fonction du type de la barre (aciers HA), de l'inclinaison de l'armature lors des opérations de bétonnage, de la résistance et de la zone de béton, qui est de moins bonne qualité en partie haute des coffrages (remontée de laitance).

Les ancrages des barres longitudinales peuvent être mis en œuvre :

- soit par des barres rectilignes (ancrages droits) ;
- soit par des barres courbées avec des angles de 90° à 180° (ancrages courbes).

3.2.4.1 Ancrages droits

La longueur d'ancrage de référence $l_{b,rqd}$ est donnée dans le tableau 3.7 en fonction des conditions d'adhérence (avec ϕ , le diamètre de l'armature) :

f_{ck} (MPa)	25	30	35	40
Bonne adhérence – $l_{b,rqd}$	40ϕ	36ϕ	32ϕ	29ϕ
Adhérence médiocre – $l_{b,rqd}$	57ϕ	52ϕ	45ϕ	42ϕ

Tableau 3.8 - Valeurs de la longueur d'ancrage pour diverses valeurs de résistance du béton

3.2.4.2 Ancrages courbes



Les barres doivent présenter un retour droit après courbure supérieur à 5ϕ , ϕ étant le diamètre de la barre.

Dans le cas d'ancrages courbes, c'est la longueur d'ancrage de calcul $l_{b,d}$ qui est employée. Elle est déduite de $l_{b,rdq}$ par l'intermédiaire de différents coefficients : $l_{b,d} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rdq}$.

Figure 3.5 - Ancrages courbes

En complément, il y a des valeurs minimales à respecter qui sont :

- $l_{b,min} = \max [0,3 l_{b,rdq} ; 10 \phi ; 100 \text{ mm}]$ pour les barres tendues ;
- $l_{b,min} = \max [0,6 l_{b,rdq} ; 10 \phi ; 100 \text{ mm}]$ pour les barres comprimées.

À défaut de calcul, l'EC2 permet de retenir une longueur d'ancrage forfaitaire pour les ancrages courbes qui vérifient les conditions des valeurs $l_{b,min}$ qui vaut $0,7l_{b,rdq}$:

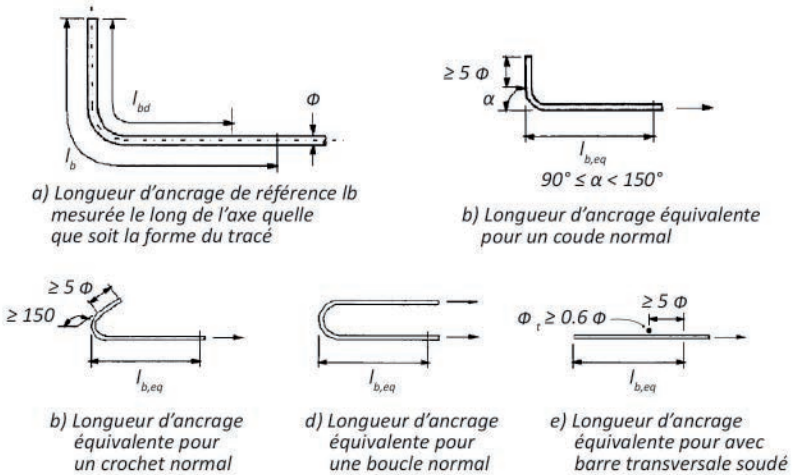


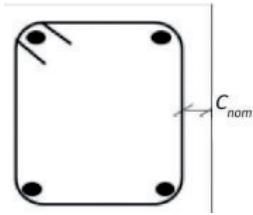
Figure 3.6 - Longueur d'ancrage selon l'Eurocode 2

3.2.4.3 Longueur des recouvrements des barres

Cette longueur est d'environ 40ϕ si au plus 25 % des armatures se recouvrent simultanément, sinon 60ϕ .

Il existe en outre de nombreuses conditions données aux 8.7.2, 8.7.3 et 8.7.4 de l'EC2-1-1 et relatives aux décalages des recouvrements pour éviter qu'ils ne se situent tous dans les mêmes sections et à la nécessité de barres transversales pour couder ces recouvrements.

3.2.5 Enrobage des armatures (Section 4 de l'Eurocode 2)



La protection des armatures est assurée par la présence d'un enrobage minimum autour de ces dernières. L'enrobage est défini comme étant la distance entre la surface de l'armature et la paroi de béton.

Figure 3.7 - Enrobage nominale C_{nom}

Les enrobages sont déterminés avec des valeurs minimales (C_{min}) qui doivent être respectées dans l'ouvrage construit. Il faut donc prévoir de majorer ces valeurs d'une tolérance de pose ΔC_{dev} au stade du calcul et de l'exécution.

L'EC2 définit la notion d'enrobage nominal, C_{nom} (indiqué sur les plans) comme suit :

$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$$

où :

- C_{min} : enrobage minimum ;
- ΔC_{dev} : tolérance pour écarts d'exécution.

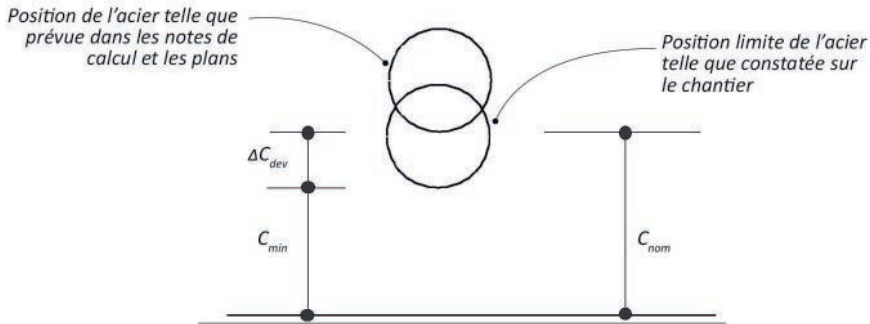


Figure 3.8 - Différence entre la position de l'acier prévue et la position limite

On retiendra pour ΔC_{dev} une valeur recommandée de 10 mm. D'où :

$$C_{nom} = C_{min} + 10 \text{ mm}$$

Remarque

La clause 4.4.1.3 (3) de l'EC2 permet d'envisager une valeur de ΔC_{dev} plus faible dans le cas d'un système qualité qui couvre les phases de conception et dessin, de ferrailage et de mise en place dans le coffrage, et de coulage du béton.

Pour ce qui est de C_{\min} , l'EC2 donne :

$$C_{\min} = \max \left[C_{\min,dur} + \Delta C_{dur,y} - \frac{C_{\min,b}}{10 \text{ mm}} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add} \right]$$

Les 3 valeurs $\Delta C_{dur,y}$, $\Delta C_{dur,st}$ et $\Delta C_{dur,add}$ sont en général nulles.

$C_{\min,b}$ est la valeur minimale d'enrobage vis-à-vis des exigences d'adhérence : $C_{\min,b} \geq \phi_n$, où ϕ_n est le diamètre de la barre ou du groupe de barres.

Ainsi, on pourra retenir :

$$C_{\min} = \max [\phi_n ; C_{\min,dur} ; 10 \text{ mm}]$$

$C_{\min,dur}$ représente l'enrobage minimal vis-à-vis de la durabilité et dépend de la classe d'exposition et de la classe structurale. On retiendra que pour un bâtiment, la classe structurale est S4, correspondant à une durée de vie de 50 ans. Ainsi, le tableau 3.9 donne les valeurs de $C_{\min,dur}$ associées.

Remarque :

Les notations des classes structurales n'ont rien à voir avec les valeurs d'affaissement mesurées sur béton frais.

X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
10	15	25	30	35	40	45

Tableau 3.9 - Valeurs de $C_{\min,dur}$ (mm) en fonction de la classe d'exposition (classe structurale S4)

EXEMPLE : pour une partie d'ouvrage réalisée avec des barres individuelles $\phi = 20 \text{ mm}$ et pour une classe d'exposition XC2, on aura :

$$C_{\min,b} = \phi = 20 \text{ mm}$$

$$C_{\min,dur} = 25 \text{ mm}$$

Et donc $C_{\min} = 25 \text{ mm}$ d'où $C_{nom} = 35 \text{ mm}$.

Notons qu'il y a possibilité de moduler la classe structurale en fonction de paramètres comme la classe de résistance du béton, la nature du liant, etc.

L'attention est attirée sur les difficultés de bétonnage auxquelles risque de conduire un enrobage C_{nom} inférieur à la dimension nominale du plus gros granulat.

Remarque

importante (clause 4.4.1.3 (4) N) :

- Cas des semelles sur béton de propreté : $C_{nom} = 30 \text{ mm}$.
- Cas des semelles sur sol : $C_{nom} = 65 \text{ mm}$.

3.3 Déformations du béton – Joints de dilatation

Pour les bâtiments, il est possible de ne pas tenir compte dans les calculs des variations linéaires en plan (effets de température et de retrait) des ouvrages dont les superstructures sont découpées en blocs, séparées par des joints de dilatation. La distance entre ces joints n'excède pas :

- 25 m dans les départements voisins de la Méditerranée (régions sèches),
- 30 à 35 m dans les régions de l'Est, les Alpes et le Massif Central,
- 40 m dans la région parisienne et la région du Nord,
- 50 m dans les régions de l'ouest de la France (régions humides et tempérées).

Remarque

(clause 7.3.1 (2)) : la fissuration est normale dans les structures en béton armé soumises à des sollicitations de flexion, d'effort tranchant, de torsion ou de traction résultant soit d'un chargement direct, soit de déformations gênées ou imposées.

3.4 Textes de référence

- > **NF EN 1992-1-1** : Eurocode 2 – Calcul des structures en béton et son annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA
- > Recommandations professionnelles pour l'application de la norme NF EN 1992-1-1 et de son annexe nationale relatives au calcul des structures en béton

3.5 Bibliographie

- > **Thonier Henry** : Conception et calcul des structures de bâtiment – L'Eurocode 2 pratique - Presses de l'ENPC (2006)
- > **Paillé Jean-Marie** : Calcul des structures en béton – Guide d'application – Éditions AFNOR (2009)

4 LE BÉTON ET SA MISE EN ŒUVRE

Le document de référence pour ce qui est de l'exécution des ouvrages en béton est le NF DTU 21 qui s'appuie sur la norme européenne NF EN 13670.

4.1 Catégories de chantiers

Les catégories de chantiers sont définies de façon à pouvoir assurer des niveaux de contrôles croissants avec l'importance des travaux et la présence d'éventuels ouvrages particuliers.

A défaut de prescriptions dans le contrat de réalisation de l'ouvrage, ces catégories sont définies ci-après.

4.1.1 Catégorie A

Il s'agit de chantiers de petite importance comportant au plus deux étages sur rez-de-chaussée et un sous-sol.

Cette catégorie concerne en particulier les maisons individuelles isolées, jumelées, en faible nombre.

4.1.2 Catégorie B

Il s'agit de chantiers de moyenne importance, ne comportant que des éléments de dimensions courantes et normalement sollicités.

Cette catégorie concerne en particulier les bâtiments d'au plus 16 niveaux, un ensemble pavillonnaire important ou une construction industrielle courante.

La quantité de béton mise en œuvre pour cette catégorie de chantier n'excède pas 5 000 m³.

4.1.3 Catégorie C

Cette catégorie concerne les chantiers de grande importance, ne comportant que des éléments de dimensions courantes et normalement sollicités.

Cette catégorie concerne en particulier les immeubles de plus de 16 niveaux, les entrepôts industriels à fortes charges ou les complexes sportifs de grandes dimensions.

4.1.4 Ouvrages particuliers PA, PB et PC des chantiers de catégorie A, B et C

Il s'agit d'ouvrages tels que :

- porte-à-faux importants ;
- planchers de reprise fortement sollicités ;
- poteaux élancés ;
- planchers de grande portée ;
- ouvrages nécessitant des techniques d'application délicates ;
- ouvrages dont la résistance caractéristique de calcul requise pour le béton est au moins égale à 35 MPa à 28 jours.

4.2 La réception du Béton Prêt à l'Emploi (BPE)

Au déchargement du béton, le producteur doit remettre à l'utilisateur un bon de livraison pour chaque charge de béton sur lequel figurent au moins les informations imprimées, tamponnées ou manuscrites suivantes :

- le nom de l'usine de fabrication ;
- le numéro de série du bon ;
- la date et l'heure de chargement (moment du 1^{er} contact entre ciment et eau) ;
- le numéro du camion ou une identification du véhicule ;
- le nom de l'acheteur ;
- le nom et la localisation du chantier ;
- les références ou les détails relatifs aux spécifications ;
- la quantité de béton (m³) ;
- la déclaration de conformité avec référence aux spécifications et à la NF EN 206/CN ;
- le nom ou logotype de l'organisme de certification, s'il y a lieu ;
- l'heure d'arrivée du béton sur le chantier ;
- l'heure de début de déchargement ;
- l'heure de fin de déchargement.

De plus, le bon de livraison doit fournir les précisions suivantes :

BPS	BCP
<ul style="list-style-type: none"> • La classe de résistance ; • Les classes d'exposition ; • La classe de résistance du ciment ; • La classe de teneur en chlorures ; • La classe de consistance ou valeur cible ; • Les valeurs limites de composition du béton ; • Le type et la classe de résistance du ciment ; • Le type d'adjuvants et d'additions, lorsque spécifié ; • Les propriétés particulières, si elles sont prescrites ; • La dimension maximale nominale des granulats ; • pour le béton léger ou le béton lourd : la classe de masse volumique ou la masse volumique cible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les renseignements relatifs à la composition (exemple : teneur en ciment, type d'adjuvant) ; • En fonction des spécifications, soit le rapport eau/ciment, soit la consistance en termes de classe ou de valeur cible ; • La dimension nominale maximale des granulats.

Tableau 4.1 - Informations devant figurer sur le bon de livraison

Dans le cas d'un BCPN, l'information à donner doit être conforme aux dispositions de la norme correspondante.

SUPERMIX 2, rue du Roi 75000 PARIS Tél. : 01.60.80.53.12 Fax : 01.60.80.53.55		Centrale de : Charenton Bon n° : 3605 Carton n° : 725 Volume (m3) : 6 Date : 04/01/2012	Heures (1) 1ère gâchée : 7 h 00 Arrivée chantier : convenue : 7 h 30 réelle : 7 h 25 Début déchargement : 7 h 35 Fin déchargement : 8 h 00								
Client : MFL Chantier : 16, rue de la Révolution 94400 VITRY-sur-SEINE	Référence commande : (2)										
Désignation											
Certification	Type	Classe d'exposition (3)	Classe de chlorures	Classe de résistance (4)	Désignation normalisée du ciment	Type addition	Dosage kg/m3 (5)	Consistance	Drax	Type adjuvant	
	BPS NF EN 206/CN	XF1 (F)	Cl 0,4	C25/30	CEM I 52,5 N RMES CP2	V		S4	20	FRE	
OU											
NF	BCP NF EN 206/CN (6)				CEM II/A-L 42,5 R MC1		350	S3 (7)	20		
Appellation commerciale									Conseils de sécurité : En aucun cas nos produits ne doivent entrer en contact avec la peau ou les muqueuses ou risquer de provoquer des allergies, des rougeurs ou des brûlures.		Irritant
Propriétés particulières spécifiées											
Livraison réceptionnée, le client (Signature)				Ajout sur chantier (8) Type et quantité : Demandeur :			Signature :				
(1) Sauf disposition particulière, le béton doit être mis en œuvre au plus tard 2 heures après la fabrication de la première gâchée. (2) Cette case est obligatoirement remplie dans le cas d'un BCP et seulement si spécifié dans les autres cas. (3) La classe XF0 ne peut convenir que pour des bétons ne subissant aucune agression, non armés ou faiblement armés avec un enrobage nominal d'au moins 5 cm. (4) Indiquer le mode de contrôle du béton (cylindres ou cubes). (5) Pour les BPS ou BPS : dosage en liant équivalent si dosage minimal spécifié explicitement par le prescripteur ; Pour les BCPN, BCP ou BICP : dosage nominal en ciment (6) BCPN (Béton à Composition Prescrite dans la Norme NF DTU 21) ou BCP (Béton à Composition Prescrite sur étude) ou BICP (Béton d'Ingénierie à Composition Prescrite) (7) Pour les BCP ou les BCP, suivant la spécification, consistance en terme de classe ou de valeur cible, ou rapport E/C. (8) Tout ajout d'eau sur chantier est interdit. Tout autre ajout sur chantier non prévu dans la formulation du béton rend le béton non conforme à la norme NF EN 206/CN. Dans le cas d'un béton certifié, il perd de facto sa certification que le sigle de certification NF soit rayé ou non.											
Pour les éléments de spécification : Les cases blanches encadrées doivent être obligatoirement renseignées Les cases grisées doivent être remplies si spécifiée à la commande Les cases noircies sont inadaptées dans le cas considéré											

Figure 4.1 - Exemple de bon de livraison pour un BPS ou BCP

4.3 Contrôle des bétons par l'entreprise

4.3.1 Types de contrôles

Les contrôles sont de 2 types :

- Ceux dont les résultats sont connus avant la mise en place du béton :
 - inspections visuelles pour détecter d'emblée toute anomalie d'aspect ;
 - mesures de teneur d'air (si utilisation d'un entraîneur d'air) ;
 - mesures de consistance pour évaluer la conformité avec la consistance requise.
- Ceux dont les résultats ne sont connus qu'après la mise en place du béton :
 - Mesures de résistance à la compression d'éprouvettes prélevées.

4.3.2 Mesures de consistance et de résistance à la compression

- Mesures de consistance

Tout d'abord, le béton frais est prélevé selon la norme NF EN 12350-1.

En France, l'essai de mesure de consistance le plus couramment utilisé est celui dit d'affaissement, ou essai au cône d'Abrams. Il est réalisé en 4 étapes selon la norme NF EN 12350-2 :

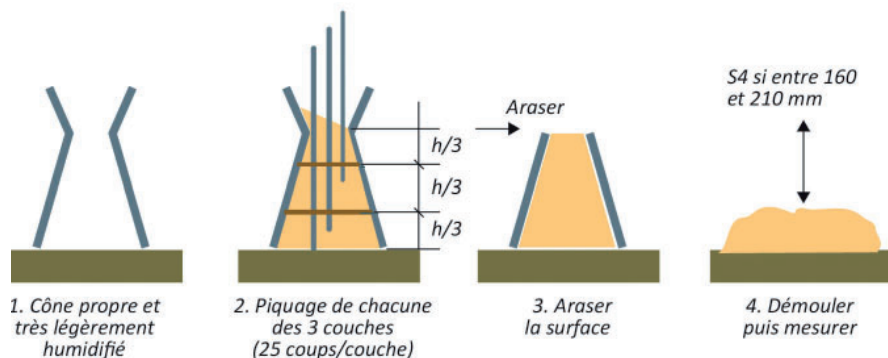


Figure 4.2 - Essai au cône d'Abrams

- Mesures de résistance à la compression

Les mesures de résistance sont obtenues à partir d'essais de compression effectués, en France, sur cylindres, de 160 mm de diamètre et 320 mm de hauteur, écrasés à 28 jours (sauf dispositions contraires) conformément à la norme NF EN 12390-3.

Les prélèvements de béton frais sont réalisés selon la norme NF EN 12350-1. Ils sont effectués sur le chantier **immédiatement avant la mise en place du béton**. Chaque prélèvement est issu d'une seule gâchée ou charge, et cette dernière ne peut donner lieu qu'à un seul prélèvement. Il comporte un volume de béton au moins égal à 1,5 fois environ le volume nécessaire aux essais. Les résultats de toutes ces mesures sont enregistrés et leur interprétation est faite conformément à l'annexe A du NF DTU 21.

Remarque

Chaque prélèvement donne lieu à la confection d'au moins quatre éprouvettes. Deux éprouvettes sont testées à 28 jours. Les deux autres sont conservées à toutes fins utiles.

Pour tout chantier, les diverses parties peuvent se mettre d'accord dans les Documents Particuliers du Marché (DPM) pour renforcer les moyens de contrôle du béton.



Figure 4.3 - Éprouvettes de béton

4.3.3 Fréquence des contrôles

Suivant les catégories de chantier et les types de béton, des contrôles avec des fréquences sont à effectuer selon le NF DTU 21 et reprises dans le *tableau 4.2* :

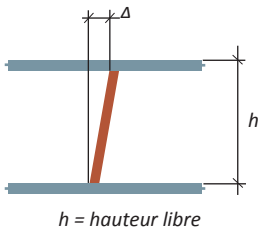
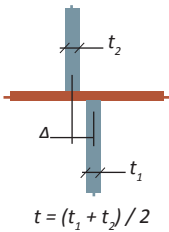
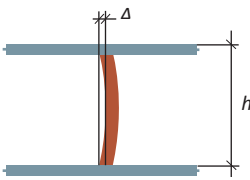
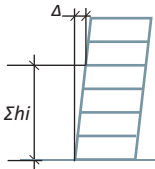
CATÉGORIE DE CHANTIERS	BÉTON À PROPRIÉTÉS SPÉCIFIÉES		BÉTON À COMPOSITION PRESCRITE	
	Consistance	Résistance	Consistance	Résistance
Toutes catégories	Inspection visuelle à chaque chargement	Selon la catégorie du chantier	Inspection visuelle à chaque chargement	Selon catégorie de chantier
Catégorie A	Mesure si doute à la suite de l'inspection visuelle	Mesure en début de chantier puis : -Tous les 500 m ³ tous les mois -Tous les 1000 m ³	/	
Catégorie B			Mesure en début de chantier puis tous les 250 m ³ ou tous les mois*	
Catégorie C			Mesure en début de chantier puis tous les 150 m ³ ou tous les mois*	
Ouvrages particuliers PA, PB, PC	Au minimum les mêmes exigences que la catégorie C	Mesures selon prescriptions des documents particuliers du marché	Au minimum les mêmes exigences que la catégorie C	Mesures selon prescriptions des documents particuliers du marché
<p><i>* Dans le cas de l'utilisation d'un entraîneur d'air, la mesure de consistance est complétée par un essai normalisé de vérification de la teneur en air (NF EN 12350-7), essai devant en outre être réalisé en cas de doute suite à inspection visuelle.</i></p>				

Tableau 4.2 - Contrôles de suivi des bétons

Note : En cas de détection de toute non-conformité du béton livré par rapport à la demande et/ou au bon de livraison, l'entreprise ne doit pas hésiter à en référer au producteur par courrier recommandé pour toute action utile.

4.4 Tolérances dimensionnelles

Les principales tolérances dimensionnelles à respecter sont données dans le *tableau 4.3*. Elles sont tirées de l'article 10 "Tolérances géométriques" de la NF EN 13670/CN.

TYPES D'ÉCART	DESCRIPTION	ÉCART ADMISSIBLE Δ
Poteaux et murs		
 <p>$h = \text{hauteur libre}$</p>	<p>Inclinaison d'un poteau à tout niveau dans un bâtiment d'un ou plusieurs étage(s) :</p> <p>$h \leq 10 \text{ m}$</p> <p>$h > 10 \text{ m}$</p>	<p>La plus grande des 2 valeurs :</p> <p>15 mm ou $h/400$</p> <p>25 mm ou $h/600$</p>
 <p>$t = (t_1 + t_2) / 2$</p>	<p>Écart entre axes pour les poteaux et les murs</p>	<p>La plus grande des 2 valeurs :</p> <p>$t/30$ ou 15 mm</p> <p>Avec une limite supérieure égale à 30 mm</p>
	<p>Imperfection géométrique d'un poteau entre deux niveaux consécutifs</p>	<p>La plus grande des 2 valeurs :</p> <p>$h/300$ ou 15 mm</p> <p>Avec une limite supérieure égale à 30 mm</p>
 <p>$\Sigma hi = \text{somme des hauteurs des étages considérés}$</p>	<p>Position de l'axe d'un poteau ou d'un mur à tout niveau par rapport à la verticale de son centre théorique au niveau bas d'une structure à plusieurs étages</p>	<p>La plus petite des 2 valeurs :</p> <p>50 mm ou $\Sigma hi / (200 n^{1/2})$</p> <p>$\Sigma hi$: somme des hauteurs des étages considérés</p>

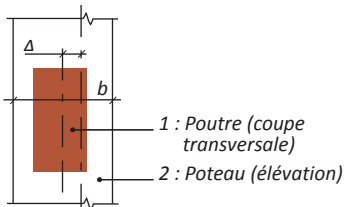
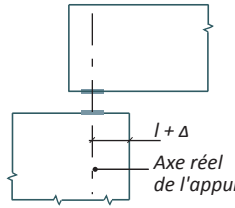
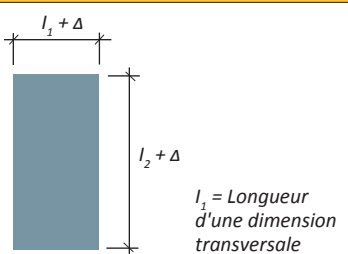
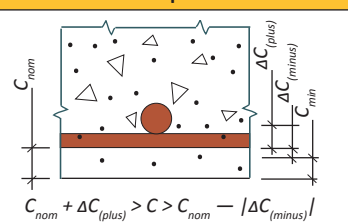
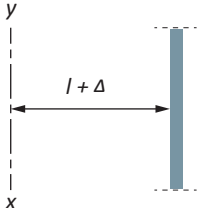
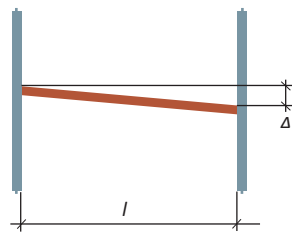
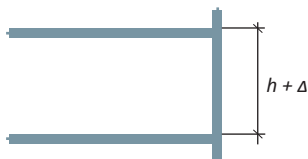
TYPES D'ÉCART	DESCRIPTION	ÉCART ADMISSIBLE Δ
Poutres et dalles		
	<p>Position d'une liaison poutre-poteau repérée par rapport au poteau (b = dimension du poteau suivant la direction de Δ)</p>	<p>La plus grande des 2 valeurs : ± b/30 ou ± 20 mm</p>
	<p>Position de l'axe d'un appui par rapport au support l : Distance théorique à l'arête</p>	<p>La plus grande des 2 valeurs : ± l/20 ou ± 15 mm</p>
Dimension de la section		
	<p>Dimensions transversales applicables aux poutres, dalles et poteaux : $l_i < 150 \text{ mm}$ $l_i = 400 \text{ mm}$ $l_i \geq 2500 \text{ mm}$ avec interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires</p>	<p>± 10 mm ± 15 mm ± 30 mm</p>
Position de l'armature passive – section transversale		
	<p>$\Delta C_{(plus)}$ $h \leq 150 \text{ mm}$ $h = 400 \text{ mm}$ $h \geq 2500 \text{ mm}$ avec interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires.</p>	<p>+ 10 mm + 15 mm + 20 mm</p>
<p>C_{min} = enrobage minimum requis C_{nom} = enrobage nominal $C_{min} + \Delta C_{(minus)}$ C = enrobage réel ΔC = écart admissible sur C_{nom} h = hauteur de la section</p>	<p>$\Delta C_{(minus)}$</p>	<p>$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$</p>

Tableau 4.3 - Principales tolérances dimensionnelles

4 - LE BETON ET SA MISE EN ŒUVRE

L'annexe G de la norme NF EN 13670 fournit un guide sur les écarts géométriques admissibles liés aux performances en service et compatibles avec la mise en œuvre. Il s'agit de tolérances sur les dimensions géométriques, considérées comme ayant une influence structurale faible.

Le tableau 4.4 reprend quelques-unes de ces tolérances.

TYPES D'ÉCART	DESCRIPTION	ÉCART ADMISSIBLE Δ
Murs		
	Position en plan d'un mur par rapport à un axe secondaire	± 25 mm
Dalles		
	Écart de niveau entre les abouts d'une dalle	$\pm (10 + l/500)$ mm
	Distance entre deux niveaux d'étages consécutifs au droit des appuis	± 20 mm

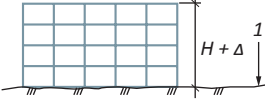
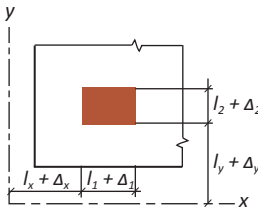
TYPES D'ÉCART	DESCRIPTION	ÉCART ADMISSIBLE Δ
Dalles		
 <p>1 = Niveau de référence local</p>	<p>Niveau de l'étage supérieur mesuré par rapport au niveau de référence local</p> <p>$H \leq 20 \text{ m}$ $20 \text{ m} < H$</p>	<p>± 20 $\pm 0,5 (H + 20)$ limité à 50 mm</p>
Tolérances pour les réservations (rectangulaires)		
 <p>Δ_x et Δ_y = écarts par rapport aux axes x et y Δ_1 et Δ_2 = écarts sur les dimensions de la réservation</p>	<p>Réservations</p> <p>$\Delta_x \Delta_y \Delta_1 \Delta_2$</p>	<p>$\pm 25 \text{ mm}$ sauf préconisations différentes dans les spécifications d'exécution</p>

Tableau 4.4 Tolérances géométriques

4.5 États de surface

On distingue quatre qualités de parement de béton, pour les parois latérales des murs et poteaux, les sous-faces des dalles et poutres et les joues latérales des poutres :

- Le parement élémentaire est généralement réservé aux parois ;
 - de locaux utilitaires ne nécessitant pas une finition ordinaire ;
 - destinées à recevoir une finition rapportée non directement appliquée sur le support ;
 - destinées à être masquées par une cloison de doublage indépendante de ces parois ;
- le parement ordinaire peut convenir aux emplois ci-dessus lorsque la paroi est destinée à recevoir un enduit de parement traditionnel épais ;
- le parement courant correspond à des ouvrages susceptibles de recevoir des finitions classiques de papiers peints ou peintures moyennant un rebouchage préalable et l'application d'un enduit garnissant ;
- le parement soigné convient aux mêmes usages que le parement courant mais sa meilleure finition permet de limiter les travaux ultérieurs de revêtement éventuel et n'exige qu'une moindre préparation.

En absence d'indications dans les Documents Particuliers du Marché, **les parements ordinaires sont retenus**, excepté lorsque le parement extérieur des ouvrages exposés à la pluie est destiné à rester brut ou à être revêtu d'une peinture ou d'un carrelage collé : le parement doit être soigné.

4 - LE BETON ET SA MISE EN ŒUVRE

Les caractéristiques de planéité des différents parements sont regroupées dans le *tableau 4.5*.

PAREMENTS ¹⁾	PLANÉITÉ D'ENSEMBLE RAPPORTÉE À LA RÈGLE DE 2 M	PLANÉITÉ LOCALE (HORS JOINTS) RAPPORTÉE À UN RÉGLET DE 20 CM
Élémentaire	Pas de spécification particulière	
Ordinaire	15 mm	6 mm
Courant	8 mm (7 mm*)	3 mm (2 mm*)
Soigné	5 mm	2 mm

1) Les caractéristiques de texture sont définies dans le FD P 18-503. * En cas de revêtements

Tableau 4.5 - Planéité des parements

Les spécifications concernant l'état de surface des dalles et planchers sont données dans le *tableau 4.6*.

ÉTAT DE SURFACE	PLANÉITÉ D'ENSEMBLE RAPPORTÉE À LA RÈGLE DE 2 M	PLANÉITÉ LOCALE (HORS JOINTS) RAPPORTÉE À UN RÉGLET DE 20 CM
Brut de règle	15 mm	Pas de spécification particulière
Surfacé	10 mm	3 mm
Lissé	7 mm	2 mm

Tableau 4.6 - Etat de surface des dalles et planchers

En l'absence d'indications dans les DPM, **l'état de surface retenu est surfacé**.

Dans le cas où les DPM indiquent que le support est destiné à recevoir un revêtement dit « sensible à la planéité », l'état de surface doit être lissé.

Remarque

Liste non exhaustive de revêtements dits « sensible à la planéité » :

- revêtements de sols textiles (NF DTU 53.1) ;
- revêtements de sols PVC (NF DTU 53.2) ;
- sols coulés à base de résine de synthèse (NF DTU 54.1) ;
- couche d'usure incorporée « frais sur frais » ;
- carreaux céramiques collés (NF DTU 52.2) ;
- revêtements scellés désolidarisés (NF DTU 52.1) ;
- chapes et dalles désolidarisées, flottantes (NF DTU 26.2).

4.6 Incorporations : précautions particulières à prendre

Afin d'éviter tout sinistre, quelques précautions sont à prendre vis-à-vis des incorporations de canalisations, gaines, fourreaux, etc. dans les dalles et les murs. En effet, les incorporations doivent :

- être situées entre les nappes d'armature de chacune des 2 faces ;
- permettre un enrobage par le béton au moins égal au diamètre de la plus grosse gaine, avec un minimum de 5 cm ;
- présenter, sauf localement, une distance horizontale entre elles au moins égale à leur diamètre, avec un minimum de 5 cm ;
- ne pas occuper, au droit des croisements ou empilage localisés, plus de la demi-épaisseur et permettre un bétonnage correct des zones de concentration ponctuelle de gaines au voisinage des raccordements dans les boîtiers.

Ces exigences sont récapitulées dans la *figure 4.4*.

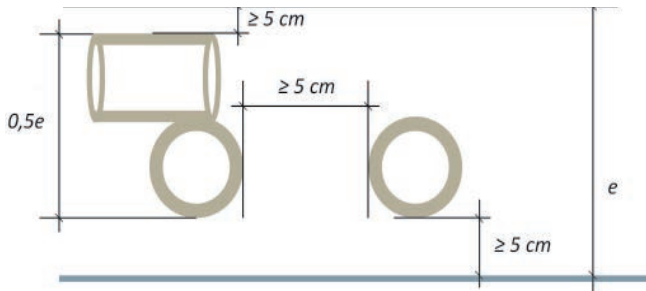


Figure 4.4 - Exemple : Incorporation pour des gaines inférieures à 5 cm

Ces dispositions techniques sont parfois difficiles à faire respecter sur les chantiers, particulièrement au niveau des circulations communes des logements par exemple.

Dans le DTU 21, parmi les données essentielles qui doivent être fournies impérativement à l'entreprise pour l'exécution du marché figure notamment le positionnement des incorporations tous corps d'état confondus (canalisations, gaines, fourreaux, inserts, ...).

Les réservations et les incorporations doivent être cotées sur des plans. Ces informations sont à communiquer à l'entreprise lors de sa période de préparation et au moins 30 jours avant le début de la partie d'ouvrage concernée. Les éléments à incorporer doivent être communiqués au moins 7 jours avant le début des travaux concernés à l'entreprise.

Ces informations peuvent permettre de traiter la problématique du positionnement des incorporations en amont de l'exécution sur chantier.

Les architectes et les équipes de conception sont à sensibiliser à cette problématique pour qu'ils ne prévoient pas de faire passer systématiquement toutes les canalisations, gaines et fourreaux dans les planchers mais qu'ils prévoient plutôt des faux-plafonds et/ou un ravaillage.

4.7 Textes de référence

- **NF DTU 21** : Exécution des ouvrages en béton
- **NF EN 206/CN** : Béton : Spécification, performances, production et conformité

5 LES FONDATIONS SUPERFICIELLES

Les fondations constituent une des parties de la construction les plus importantes pour le bâtiment. En effet, elles ont pour rôle de **transmettre au sol les charges apportées par la structure** et doivent, à ce titre, être bien dimensionnées et exécutées.



Figure 5.1 - Fondation superficielle

Pour cela, il faut connaître le sol support et, en particulier, ses caractéristiques mécaniques. C'est ce qui permettra de préconiser le bon système de fondations (superficielles, profondes par puits, pieux, voire micropieux).

Parmi les moyens de reconnaissance des sols en place, citons l'essai pressiométrique ou l'essai pénétrométrique, qui ne dispensent bien évidemment pas de la connaissance générale du site (zone argiles, sismique, risques d'inondation, ancienne friche industrielle, ...), qui donne des informations complémentaires et très utiles.

Les risques émanant du sol sont nombreux :

- dessiccation des sols argileux (cf. sécheresse de 2003) ;
- sols non cohésifs ;
- liquéfaction.

Parfois, ces risques peuvent avoir une origine autre que naturelle notamment pour les sols ayant été exploités en carrières souterraines ou à ciel ouvert.

Une inadéquation du type de fondations avec le sol sous-jacent générera inévitablement un sinistre. Ainsi, il est fondamental de rappeler que la semelle filante ne constitue pas forcément la meilleure solution de fondations, même si elle est bon marché. Cette technique s'applique d'une manière satisfaisante aux terrains dont la capacité portante est acceptable et qui de surcroît ne sont pas sensibles aux risques de dessiccation. Force est de dire que ce type de terrains se fait de plus en plus rare, en particulier dans les zones urbaines. Les alternatives comme les fondations sur puits ou pieux se prêtent mieux aux terrains délicats. Dans certains cas extrêmes, il peut être judicieux de substituer le sol en place (de performance trop médiocre) par des couches de remblai correctement compactées.

Adapter la fondation au sol est donc un enjeu important car l'adéquation est aussi bien mécanique qu'économique.

Juridiquement parlant, parmi les textes les plus connus, celui de la loi du 19 décembre 1990 (articles L 231-1 et suivants et R.231-5 du Code de la Construction et de l'Habitation) est sans conteste le plus cité : cette loi considère, en effet, la notion de prix forfaitaire et définitif de la construction dès la signature du contrat, ce qui est particulièrement audacieux pour dimensionner correctement les ouvrages de fondations.

Remarque

Les rapports d'étude géotechnique de type G2 PRO au minimum (au sens de la NF P 94-500) doivent être fournis à l'entreprise.

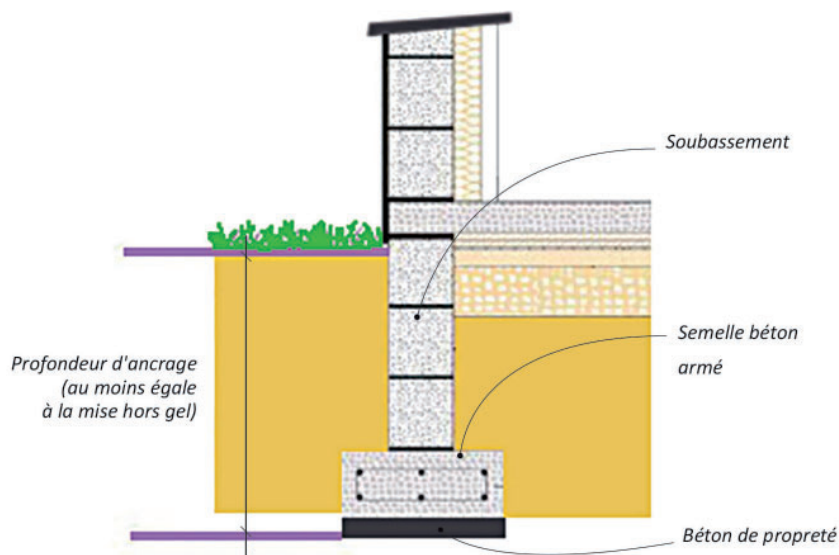


Figure 5.3 - Exemple de fondation superficielle de type semelle filante

5.2 Béton de propreté

D'une épaisseur de **4 cm minimum**, le béton de propreté doit avoir un **dosage minimal de 150 kg/m³ de ciment**. Comme son nom l'indique, il a pour vocation de constituer à même le sol une forme plane et ainsi éviter les risques de pollution par les terres.

5.3 Armatures de maisons individuelles

Conformément au NF DTU 13.1, et pour des aciers HA 500, la **section minimale des aciers filants doit être supérieure à 1,5 cm², soit 4 HA 8** (figure 5.4).

Pour ce qui est de l'enrobage, les armatures doivent être disposées de telle sorte que la distance de ces dernières avec le béton de propreté, ou la surface de la semelle, soit conforme avec les règles de béton armé en vigueur. La valeur nominale de l'enrobage est de 3 cm. Cette valeur peut être plus importante pour les zones à atmosphère marine ou agressive.

Dans les cas courants, si la fondation est directement coulée sur le sol, l'enrobage est au minimum de 6,5 cm.

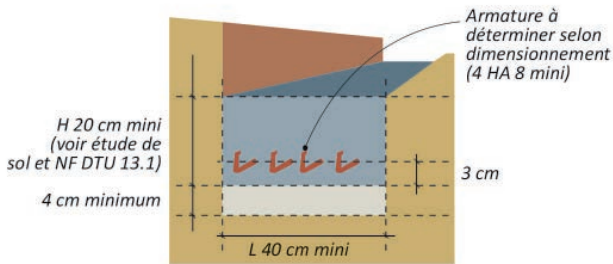


Figure 5.4 - Mise en œuvre des armatures en zone non sismique

Lorsqu'il y a de grandes longueurs, ces armatures de chaînage peuvent être constituées de barres successives dont le **recouvrement est d'au moins 50 fois le diamètre de l'armature**. (figure 5.5).

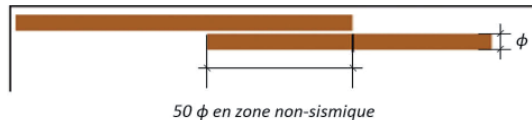


Figure 5.5 - Recouvrement des armatures

En complément des aciers filants, pour assurer la continuité dans les angles saillants et rentrants, il est nécessaire de disposer des équerres de liaison, dont le **recouvrement avec le chaînage est d'au moins 50 fois le diamètre**.

Enfin, les angles saillants ou rentrants de la construction doivent comporter des **attentes verticales** (comme amorce de ferrailage de poteaux ou de murs). Ces attentes verticales sont à retourner en partie basse des fondations par retour d'équerre avec **une longueur de recouvrement d'au moins 50 fois le diamètre** de l'armature (figure 5.6).

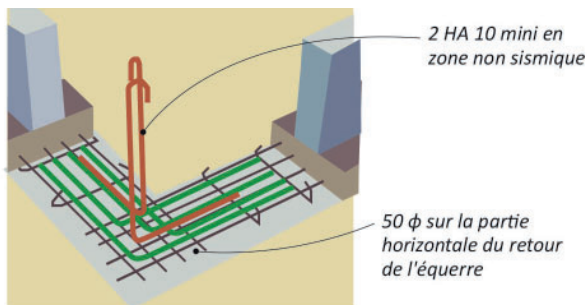


Figure 5.6 - Attentes verticales

5.4 Béton de fondation

Vis-à-vis de la norme NF EN 206/CN, la classe courante d'exposition d'un béton de fondation est **XC2/XF1, correspondant à une classe de résistance C25/30**.

Il est important d'être vigilant quant à l'**agressivité chimique (classe d'exposition XA)** provenant soit des eaux souterraines, soit des sols en contact avec le béton de fondation. C'est le cas, par exemple, de sols acides ou riches en sulfates.

Le *tableau 5.1* - repris de la norme NF EN 206/CN, donne les critères de classification.

CARACTÉRISTIQUE CHIMIQUE	XA1	XA2	XA3
Eaux de surface et souterraines			
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3000	> 3000 et ≤ 6000
pH	≤ 6,5 et ≥ 5,5	< 5,5 et ≥ 4,5	< 4,5 et ≥ 4,0
CO ₂ agressif (mg/L)	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100 jusqu'à saturation
NH ₄ ⁺ (mg/L)	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100
Mg ₂ ⁺ (mg/L)	≥ 300 et ≤ 1000	> 1000 et ≤ 3000	> 3000 jusqu'à saturation
Sol			
SO ₄ ²⁻ (mg/kg) total	≥ 2000 et ≤ 3000	> 3000 et ≤ 12000	> 12000 et ≤ 24000
Acidité (mL/kg)	> 200 Baumann Gully	Non rencontré dans la pratique	

Tableau 5.1 - Valeurs limites pour les classes d'exposition XA

Lorsque deux agressions chimiques conduisent à une même classe, l'environnement doit être classé dans la classe immédiatement supérieure (sauf étude spécifique).

Le fascicule FD P 18-011 donne un certain nombre d'informations complémentaires en particulier sur le choix du ciment (ciments PM et/ou ES par exemple recommandés lorsque l'agressivité résulte de la présence d'ions sulfates, ou CEM III si milieux agressifs).

5.5 Textes de référence

- > **NF DTU 13.1** : Fondations superficielles
- > **NF EN 1992** : Calcul des structures en béton
- > **NF EN 206/CN** : Béton : spécification, performances, production et conformité.
- > **FD P18-011** : Béton – Classification des environnements agressifs
- > **NF P94-261** : Justifications des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles

6 LE DALLAGE

Le dallage est un ouvrage en béton de grandes dimensions par rapport à son épaisseur. Il repose sur un support, éventuellement par l'intermédiaire d'une interface. Il peut intégrer une couche d'usure ou recevoir un revêtement (Figure 6.1).

Remarque importante

La fissuration du béton, armé ou non, étant un phénomène inhérent à la nature du matériau, le présent document vise à limiter la densité et l'ouverture des fissures sans prétendre éviter leur formation (DTU 13.3).

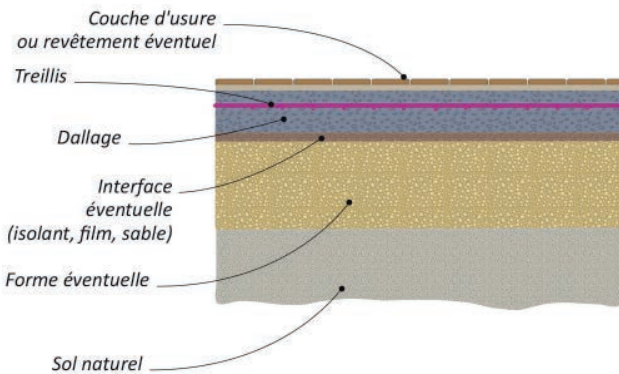


Figure 6.1 - Coupe de principe d'un dallage

Il existe 3 types de dallage :

- **dallage en béton armé** : Il est dimensionné à partir des propriétés mécaniques du béton, des armatures et du support selon les règles de calcul du béton armé ;
- **dallage en béton non armé** : Il est dimensionné à partir des propriétés mécaniques du béton et de celles du support ;
- **dallage en béton non armé additionné de fibres** : Il est dimensionné à partir des propriétés mécaniques du béton et de celles du support.

6.1 Caractéristiques des dallages de locaux industriels

Le dallage à usage industriel présente les caractéristiques suivantes :

- épaisseur minimale de 150 mm ;
- lorsqu'il est armé, la quantité minimale d'armatures devra correspondre à 0,4 % de la section béton dans chaque direction ;

Exemple : Pour un dallage d'épaisseur 15 cm, le pourcentage minimal sera de $0,4 \% * 15 * 100 = 6 \text{ cm}^2/\text{ml}$.

6 - LE DALLAGE

- pour les dallages d'épaisseur inférieure à 16 cm, il est admis une seule nappe disposée à mi-épaisseur.

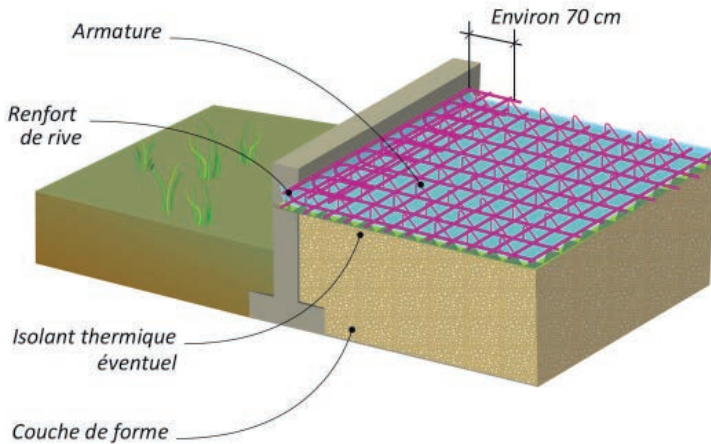


Figure 6.2 - Exemple d'un dallage armé

Exemples de locaux industriels :

- usines ;
- ateliers ;
- entrepôts ;
- laboratoires.

6.2 Caractéristiques des dallages de locaux à usage autre qu'industriel

Le dallage à usage autre qu'industriel présente les caractéristiques suivantes :

- épaisseur minimale de 130 mm ;
- lorsqu'il est armé, la quantité d'armatures est de $5\text{cm}^2/\text{ml}$ dans chaque sens ;
- pour les dallages d'épaisseur inférieure à 16 cm, il est admis une seule nappe disposée à mi-épaisseur.

Exemples de locaux à usage autre qu'industriels :

- bâtiments collectifs d'habitation ;
- bureaux ;
- complexes sportifs ;
- bâtiments hospitaliers.

6.3 Caractéristiques des dallages de maison individuelle

Le dallage de maison individuelle présente les caractéristiques générales suivantes :

- épaisseur minimale de 120 mm ;
- il est toujours armé avec un pourcentage d'armatures minimal représentant 0,2 % de la section béton dans chaque sens ;

Exemple : pour un dallage d'épaisseur 12 cm, le pourcentage minimal sera de $0,2\% \times 12 \times 100 = 2,4 \text{ cm}^2$, ce qui correspond à un treillis ST 25C.

- il peut être solidaire ou désolidarisé (*Figure 6.3*) ;
- les rives des dallages solidarifiés comportent des armatures de renfort en chapeaux de rive correspondant à une section minimale de $2,5 \text{ cm}^2/\text{ml}$.

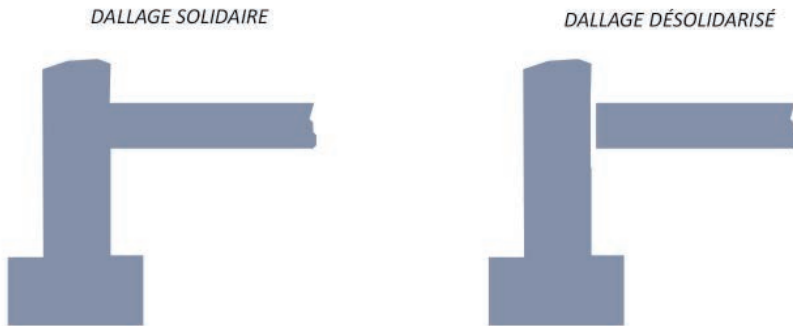


Figure 6.3 - Types de dallage

6.4 Réalisation du dallage

6.4.1 Béton

Le béton de dallage doit être conforme à la norme NF EN 206/CN et au NF DTU 21 avec une classe de résistance minimale C25/30.

Le dosage minimum en ciment à respecter est :

- 280 kg/m^2 pour les ciments de classe de résistance 52,5 ;
- 320 kg/m^2 pour les ciments de classe de résistance 42,5 ;
- 350 kg/m^2 pour les ciments de classe de résistance 32,5.

6.4.2 Treillis soudé et aciers complémentaires

6.4.2.1 Cas de locaux industriels

Les panneaux de TS sont disposés sur des cales d'enrobage. La section doit être supérieure à 0,4 % de la section du béton.

Le recouvrement est conforme aux dispositions données dans l'Eurocode 2.

6.4.2.2 Cas des locaux à usage autre qu'industriel

Les panneaux de TS sont disposés sur des cales d'enrobage. La section doit être de 5cm²/ml dans chaque sens. Elle peut être réduite à 3 cm²/ml si :

- les panneaux ont une surface maximale de 50 m² ;
- le coulage des 2 panneaux est séparé d'un mois ;
- l'épaisseur du dallage est d'au moins 15 cm.

6.4.2.3 Cas des maisons individuelles

Les panneaux de TS sont disposés sur les cales d'enrobage. La section doit être supérieure à 0,2 % de la section béton (en général un ST 25C).

Pour les dallages solidaires, on peut disposer, par exemple, des renforts de fermeture sous la forme de 'U' (HA 8 espacés de 200 mm et de longueur développée 1,50 m – Figure 6.4).

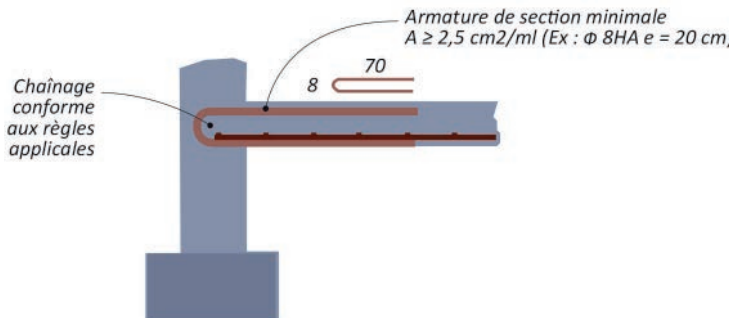


Figure 6.4 - Exemple de renforts en 'U'

6.4.3 Mise en œuvre du béton

Elle respecte les exigences du NF DTU 21.

Le béton doit être vibré (sauf cas particulier des BAP) et **OBLIGATOIREMENT curé** (produits de cure, bâche, ...).

Il convient de respecter les règles de bétonnage par temps froid et chaud.

La mise en œuvre d'un dallage est interdite sur support gelé. La température ambiante ne doit pas être inférieure à 3°C.

Si l'opération nécessite un arrêt de coulage, des armatures de couture ou tout autre dispositif adapté doit alors assurer le monolithisme du dallage.

6.5 Support

Le support d'un dallage est constitué :

- du sol d'assise, qu'il soit naturel ou traité ;
- de la couche de forme éventuelle (sol traité sur place ou matériau d'apport) ;
- de l'interface éventuelle (feuille en polyéthylène d'au moins 150 μm d'épaisseur et/ou isolant polystyrène).

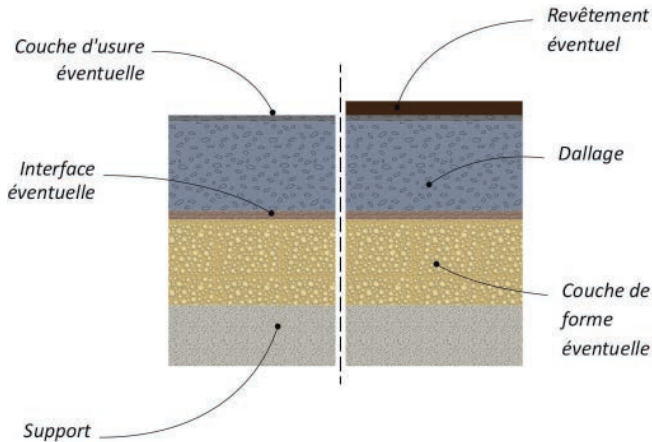


Figure 6.5 - Coupe de principe d'un dallage

6.5.1 Sol d'assise

Le sol idéal est celui qui ne présente pas de tassement différentiel.

Ses caractéristiques sont précisées dans le rapport géotechnique (déformations, sollicitations du dallage, etc.). Le contenu de l'étude géotechnique est donné par la NF P 94-500.

Le support doit avoir un module de réaction déterminé par essai à la plaque au moins égal à :

- $K_w = 50 \text{ MPa/m}$ pour une plaque de diamètre égal à 75 cm (30 MPa/m pour les maisons individuelles).

Le nombre d'essais est de 3 à minima, plus 1 point tous les 2000 m^2 supplémentaires.

Dans le cas de maisons individuelles groupées, l'étude de sol est indispensable et il est fortement conseillé de la faire réaliser par un géotechnicien. Dans le cas de maisons individuelles isolées, la connaissance du site doit être suffisante pour préjuger ou non des principales anomalies.

6.5.2 La couche de forme

Lorsque les caractéristiques du sol support imposent la réalisation d'une forme (ex : $K_w < 50 \text{ MPa/m}$), l'épaisseur minimale de cette dernière est de 0,20 m.

Les matériaux sensibles à l'eau selon le GTR pourront être utilisés uniquement après traitement après une étude spécifique suivant la norme NF P 94-100. Les couches organiques sont éliminées.

6.5.3 Interface

Elle est disposée directement sous le dallage. L'interface est constituée de l'un des éléments suivants :

- couche de fermeture ;
- couche de glissement (ex : 20 mm de sable) ;
- film (polyéthylène, géotextiles, etc.) ;
- isolant thermique.

6.5.4 Contrôle de l'altimétrie du support

Sauf spécifications particulières des DPM, le niveau du support est celui du dallage fini diminué de son épaisseur avec une tolérance de ± 10 mm.

6.6 Réseaux (canalisations, câbles ou fourreaux)

La Figure 6.6 représente les cas avec passages de réseaux, fourreaux et/ou de câbles calorporteurs (pour les dallages industriels) :

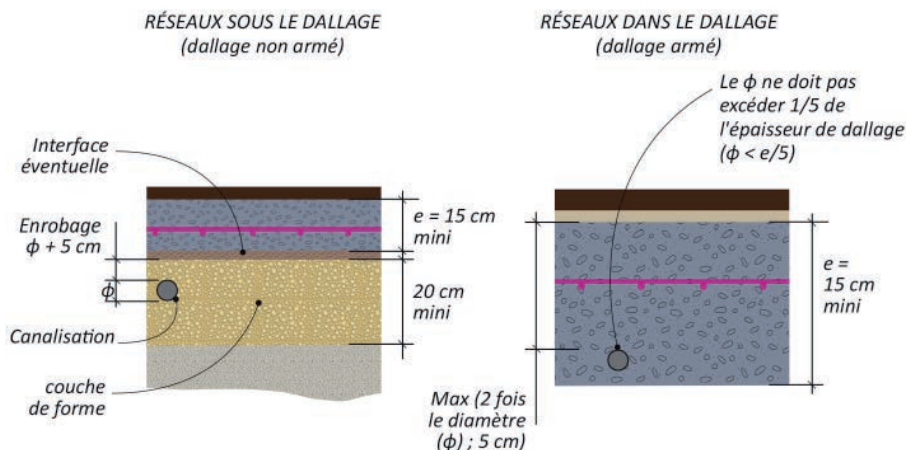


Figure 6.6 - Principe des réseaux

6.7 Joints de dallage

Les joints de dallage non armés permettent le fractionnement et sont réalisés avec des espacements maximaux de :

- 5 m \pm 10 % pour les dallages soumis aux intempéries ;
- 6 m \pm 10 % pour les dallages sous abri.

Ces valeurs peuvent être majorées de 35 % si une couche de glissement en sable de 20 mm d'épaisseur est réalisée.

6.8 Isolation thermique

Dans le cas d'utilisation d'un isolant (type PSE), celui-ci ne doit pas se déformer de plus de 2 %, ni avoir un module élastique E_s inférieur à 2,1 MPa.

L'isolation verticale en bêche périphérique, avec continuité de l'isolation intérieure (cas d'un dallage désolidarisé) permet de bénéficier du confort d'été et réduit les ponts thermiques.

Le module d'élasticité se calcule selon l'Annexe A du DTU 45.1.

6.9 Tolérances d'exécution

Les états de surface et les tolérances (planéité locale) sont donnés dans le tableau ci-dessous.

ÉTAT DE SURFACE	DESTINATION	PLANÉITÉ GLOBALE (2 M)	PLANÉITÉ LOCALE (20 CM)
Brut de règle	Revêtement scellé Chape rapportée	15 mm	Sans objet
Surfacé	Les autres cas	10 mm	3 mm
Lissé	Couche d'usure Revêtement collé Revêtement coulé Couche d'isolation Revêtement scellé désolidarisé	7 mm	2 mm

Tableau 6.1 - Tolérances d'exécution du dallage

Le nombre de points de contrôle est d'un point par 100 m², avec un minimum de 10 points.

La tolérance de planéité générale (horizontalité) vaut en mm : $10 L^{1/3}$

L est la longueur exprimée en m entre deux points de mesure avec $L > 2$ m.

6.10 Textes de référence

- > **DTU 13.3** : Dallages - Conception, calcul et exécution

7 LES CHAPES ET DALLES TRADITIONNELLES

7.1 Domaine d'application

Les chapes ou dalles non structurales sont des ouvrages destinés à compléter le gros œuvre sur lequel ils reposent, soit directement, soit avec interposition d'une couche intermédiaire de désolidarisation ou d'isolation.

Les chapes relevant du NF DTU 26.2, communément appelées « chapes traditionnelles » sont réalisées à base de liants hydrauliques.

Les dalles relevant du NF DTU 26.2 sont différentes des dallages qui eux relèvent du DTU 13.3. Elles sont réalisées à base de béton.

La mise en œuvre des chapes et dalles est limitée aux locaux intérieurs et est fonction du type de sollicitations dans le local, tel que décrit dans le tableau 7.1.

Type de pose	P ₂ - P ₃ Locaux à faibles sollicitations	P ₄ Locaux à sollicitations modérées	P _{4S} (locaux à fortes sollicitations limités au cuisines collectives)
Pose adhérente	Admise	Admise	Admise
Pose désolidarisée	Admise	Admise	Admise
Pose flottante	Admise	Non admise	

** Le cahier du CSTB n°3782_V2 précise la définition des différents locaux en fonction des sollicitations*

Tableau 7.1 - Mode de pose des chapes et dalles en fonction des sollicitations dans les locaux

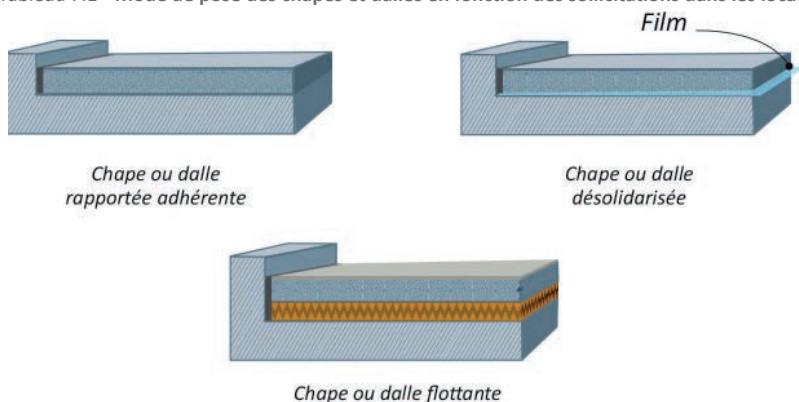


Figure 7.1 - Schéma de principe des différents mode de pose des chapes et dalles

7.2 Les supports admissibles

7.2.1 Age minimal des supports

Les chapes ou dalles sont mises en œuvre sur les supports à base de liants hydrauliques tels que décrits dans les Tableaux 7.2 et 7.3.

		ÂGE MINIMAL DU SUPPORT CONSIDÉRÉ	
		Pose désolidarisée ou pose flottante *	Pose adhérente
Dallage sur terre-plein		2 semaines	1 mois dallage armé uniquement (DTU 13.3)
Plancher dalle AVEC continuité sur appuis : - Dalle pleine en BA (béton armé) coulée in situ - Dalle pleine coulée sur prédalles en BA (béton armé) - Dalle pleine coulée sur prédalles en BP (béton précontraint)		1 mois	6 mois
Plancher en béton coulé sur bacs acier collaborants AVEC continuité des appuis		1 mois	6 mois
Plancher constitué de dalles alvéolées en BA ou BP AVEC dalle collaborante rapportée en BA, AVEC continuité des appuis		1 mois	6 mois
Plancher nervuré à poutrelles en BA ou BP et entrevous de coffrage AVEC dalle de répartition complète coulée en œuvre		1 mois	6 mois
Planchers chauffants	NF DTU 65.14 P1 * - plancher de type C	2 semaines	Sans objet
	Autre cas	1 mois	6 mois et après 1 ^{ère} mise en chauffe
Protection lourde d'étanchéité (au sens du NF DTU 43.6)		Sans objet	1 semaine
Ravoirages sur supports ci-dessus		Age minimal du support + 24 heures	Age minimal du support + 24 heures
* Locaux à faibles sollicitations			

Tableau 7.2 - Supports admissibles et modes de pose en fonction de leur âge dans les locaux P₂, P₃ et P₄

	ÂGE MINIMAL DU SUPPORT CONSIDÉRÉ	
	Pose désolidarisée ou pose flottante *	Pose adhérente
Dallage sur terre-plein	2 semaines	1 mois Dallage armé uniquement (DTU 13.3)
Plancher dalle AVEC continuité sur appuis : - Dalle pleine en BA (béton armé) coulée in situ - Dalle pleine coulée sur prédalles en BA (béton armé) - Dalle pleine coulée sur prédalles en BP (béton précontraint)	2 mois	6 mois
Plancher en béton coulé sur bacs acier collaborants AVEC continuité des appuis	2 mois	6 mois
Plancher constitué de dalles alvéolées en BA ou BP AVEC dalle collaborante rapportée en BA, AVEC continuité des appuis	2 mois	6 mois
Plancher nervuré à poutrelles en BA ou BP et entrevous de coffrage AVEC dalle de répartition complète coulée en œuvre	2 mois	6 mois
Ravoirages sur supports ci-dessus	Age minimal du support + 24 heures	Age minimal du support + 24 heures
<i>* Locaux à faibles sollicitations</i>		

Tableau 7.3 - Supports admissibles et modes de pose en fonction de leur âge dans les cuisines collectives (locaux P₄₅)

7.2.2 Tolérances de planéité des supports

La planéité admissible des supports est fonction du mode de pose.

MODE DE POSE	TOLÉRANCES
Pose adhérente	- Planéité conforme aux textes de mise en œuvre du support ou - 10 mm sous la règle de 2 m et 3 mm sous la règle de 20 cm
Pose désolidarisée sur film polyéthylène et Pose flottante sur sous-couche isolante d'épaisseur d'isolant e < 5 mm	7 mm sous la règle de 2 m et 2 mm sous la règle de 20 cm
Pose flottante sur sous-couche isolante d'épaisseur e ≥ 5 mm	3 mm sous la règle de 2 m et 2 mm sous la règle de 20 cm

Tableau 7.4 - Tolérance de planéité des supports en fonction du mode de pose

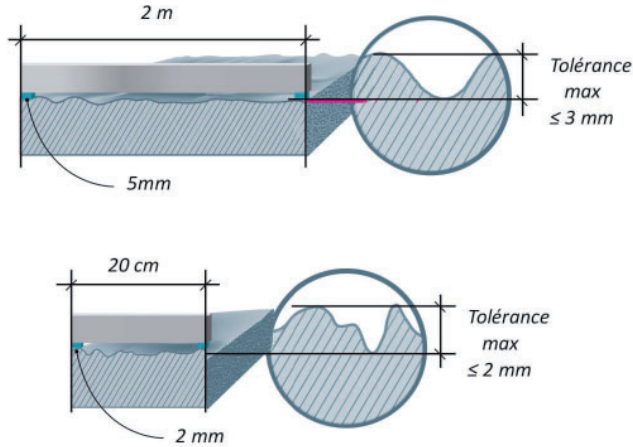


Figure 7.2 - Tolérances de planéité du support pour une pose flottante de la chape ou de la dalle sur sous-couche isolante d'épaisseur $e \geq 5$ mm

7.3 Mise en œuvre

7.3.1 Préparation des supports

Lorsque le support présente des défauts de planéité, un ouvrage intermédiaire (enduit de sol ou ravoilage) doit être réalisé en conformité du support.

Dans le cas des sous-couches isolantes d'épaisseurs supérieures ou égales à 5 mm, conformément au NF DTU 52.10, un ouvrage d'interposition (enduit de sol ou ravoilage) est nécessaire.

Les canalisations ou les fourreaux ne doivent pas être incorporés dans le mortier de la chape ou dans le béton de la dalle. Il est nécessaire de réaliser au préalable un ravoilage pour obtenir un nouveau support plan, avant la mise en œuvre de la chape ou de la dalle.

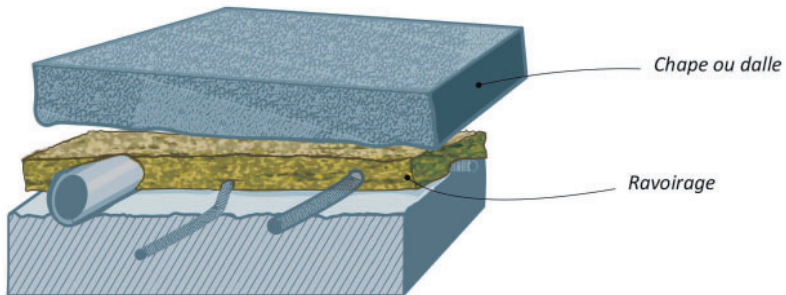


Figure 7.3 - Schéma de principe de canalisations ou fourreaux incorporés dans le ravoilage

7 - LES CHAPES ET DALLES TRADITIONNELLES

Les différents types de ravaillage sont définis dans le *Tableau 7.5*.

Type de ravaillage		LOCAUX P ₂ - P ₃			LOCAUX P ₄		LOCAUX P ₄₅ (cuisines collectives)	
		Pose adhérente	Pose désolidarisée	Pose flottante	Pose adhérente	Pose désolidarisée	Pose adhérente	Pose désolidarisée
A	Lit de sable	2	2					
B	Lit de pierre concassée de granulométrie 0/5 mm	3	3					
C	Lit de sable stabilisé par 100 kg minimum de liant hydraulique par m ³ de sable sec	4	4	4	4	4		
D	Mortier ou béton maigre dosé à environ 200 kg de ciment ou 325 kg de chaux hydraulique naturelle par m ³ de sable sec	6	6	6	6	6		
E	Mortier de ciment dosé à environ 325 kg/m ³ de sable sec	5	5	5	5	5	5	

Tableau 7.5 - Types de ravaillage et épaisseurs maximales en fonction du mode de pose et des sollicitations dans les locaux

Dans les locaux intérieurs avec un dispositif d'évacuation d'eau, la chape ou la dalle doit présenter une pente minimale de 1 % (1cm/m) pour faciliter l'écoulement des eaux.

Les formes de pente peuvent être créées à l'aide d'une chape ou d'une dalle. Dans ce cas, l'épaisseur de la chape ou la dalle varie d'un point à l'autre, tout en conservant un nivellement plan de la surface de l'ouvrage. L'épaisseur minimale de la forme de pente est de 3 cm pour une chape et de 5 cm pour une dalle.

7.3.2 Chapes ou dalles adhérentes

Les chapes et dalles adhérentes peuvent être mises en œuvre dans les locaux classés P₂, P₃, P₄ et P₄₅ (limités aux cuisines collectives). L'épaisseur minimale est de 3 cm pour les chapes et de 5 cm pour les dalles.

7.3.3 Chapes ou dalles désolidarisées ou flottantes

Les chapes et dalles désolidarisées peuvent être mises en œuvre dans les locaux classés P₂, P₃, P₄ et P₄₅ (limités aux cuisines collectives non étanchées).

Les couches de désolidarisation admises sont définies dans le tableau 7.6.

COUCHES DE DÉSOLIDARISATION CONFORMES AU NF DTU 26.2 P1-2 ET A1	LOCAUX P ₂ - P ₃	LOCAUX P ₄	LOCAUX P _{4S} (cuisines collectives)
Lit de sable	Admis avec 2 cm maxi d'épaisseur	Non admis	Non admis
Film de polyéthylène	Admis	Admis	Admis
Feutre bitumé type 36 S	Admis	Non admis	Non admis
Non tissé synthétique	Admis	Non admis	Non admis

Tableau 7.6 - Couches de désolidarisation en fonction des sollicitations dans les locaux

Les épaisseurs des chapes et des dalles désolidarisées sont définies dans le tableau 7.7.

	ÉPAISSEUR DE LA CHAPE OU DALLE	TREILLIS SOUDÉ/FIBRES
Locaux P ₂ - P ₃	Épaisseur nominale ≥ 5 cm sans être localement inférieure à 4 cm	Non nécessaire
Locaux P ₄ et P _{4S} (cuisines collectives)	Épaisseur nominale ≥ 6 cm sans être localement inférieure à 4,5 cm	Non nécessaire

Tableau 7.7 - Épaisseur des chapes ou dalles désolidarisées en fonction du type de sollicitations dans les locaux

Les épaisseurs des chapes et des dalles flottantes sur sous couche isolante sont définies dans le tableau 7.8.

	ÉPAISSEUR DE LA CHAPE OU DALLE	TREILLIS SOUDÉ/FIBRES
Sous-couche isolante SC1	Épaisseur nominale ≥ 5 cm sans être localement inférieure à 4 cm	Non nécessaire
Sous-couche isolante SC2	Épaisseur nominale ≥ 6 cm sans être localement inférieure à 4,5 cm	Non nécessaire

Tableau 7.8 - Épaisseur des chapes ou dalles flottantes dans les locaux classés P₃ ou moins

Les chapes et dalles flottantes peuvent être mises en œuvre dans les locaux classés P₂ ou P₃.

7.3.4 Point singulier

La désolidarisation périphérique est réalisée à l'aide d'une bande compressible, d'épaisseur minimale de 5 mm en cas de plancher chauffant et de 3 mm dans tous les autres cas. Cette bande compressible est mise en œuvre à partir du support et doit dépasser d'au moins 2 cm de la surface finie.

7.4 Les joints

7.4.1 Joints de dilatation du support

Les joints de dilatation du gros œuvre doivent être respectés dans toute l'épaisseur du ravaillage éventuel, de la chape ou de la dalle et du revêtement éventuel.

Dans les locaux P₄ et P₄₅ (cuisines collectives), si un revêtement céramique ou assimilé est prévu, des cornières métalliques sont fixées sur les supports. La hauteur de l'aile verticale doit être calculée pour que le carrelage posé sur la chape ou dalle affleure le haut de l'aile.

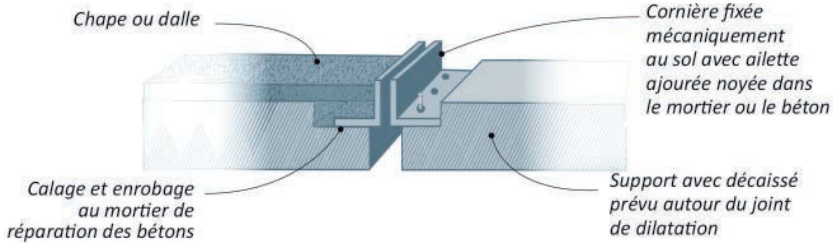


Figure 7.4 - Traitement d'un joint de dilatation avec une cornière métallique

7.4.2 Joints de fractionnement

Les joints de fractionnement sont mis en œuvre aux reprises de coulage et/ou en fonction de la configuration géométrique des ouvrages et au niveau des seuils de porte. Ils sont réalisés sur au moins les 2/3 de la hauteur de la dalle ou la chape. Le fractionnement est réalisé en se rapprochant au maximum de la forme carrée.

Les joints exécutés par sciage mécanique sont laissés vides, sauf indication contraire dans les DPM. Si les DPM demandent leurs remplissages, ceux-ci précisent la nature du produit de remplissage en fonction du revêtement.

CHAPES OU DALLES ADHÉRENTES		CHAPES OU DALLES DÉSOLIDARISÉES OU FLOTTANTES
Cas 1 : Surface nue ou revêtue d'une peinture	Cas 2 : tous les autres cas	
Tous les 25 m ² et au plus tous les 8 m linéaire	Tous les 60 m ² et au plus tous les 8 m linéaire	Tous les 40 m ² et au plus tous les 8 m linéaire

Tableau 7.9 - Exécution des joints de fractionnement

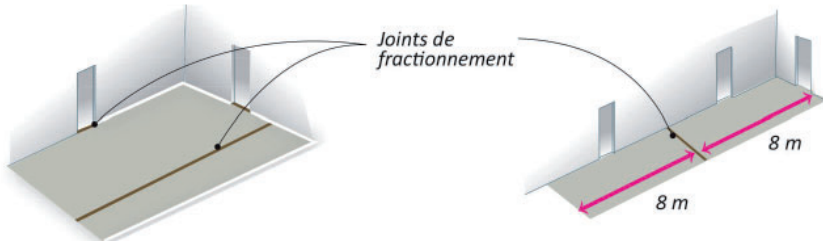


Figure 7.5 - Positionnement des joints de fractionnement

7.5 Tolérances d'exécution

L'état de surface des chapes ou dalles doit être fin et régulier. Le tableau 7.10 décrit les tolérances admissibles sur l'ouvrage fini.

		CAS GÉNÉRAL
Planéité	Sous la règle 2 m	5 mm
	Sous la règle de 20 cm	2 mm
Planimétrie		$\pm (0,005 + 0,001 \times d)$ d (m) : distance entre un point de référence et un point choisi

Tableau 7.10 - Tableau des tolérances admissibles de l'ouvrage fini

7.6 Délai de mise en service

		NOMBRE DE JOURS APRÈS LA MISE EN ŒUVRE DE LA CHAPE OU DE LA DALLE															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Locaux P ₂ - P ₃	Circulation piétonne de chantier (objets lourds et échafaudages roulants exclus)	■	■	■													
	Mise en service normale				■	■	■										
Locaux P ₄ et P _{4S} (cuisines collectives)	Circulation piétonne de chantier (objets lourds, nacelles et échafaudages roulants exclus), zone après zone	■	■	■	■	■	■	■									
	Circulation lourde de chantier ou mise en service normale, zone après zone	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Le tableau 7.11 - précise les délais de livraison ou de mise en service.

7.7 Textes de référence

- > **NF DTU 26.2 et A1 (2015)** : Chapes et dalles à base de liants hydrauliques
- > **NF DTU 52.10** : Mise en œuvre de sous-couches isolantes sous chape ou dalle flottantes et sous carrelage scellé
- > **DTU 13.3** : Dallages — Conception, calcul et exécution
- > **NF EN 13813** : Matériau de chapes et chapes — Matériau de chapes — Propriétés et exigences
- > **E-cahier du CSTB n° 3782_V2** : Notice sur le classement UPEC et classement UPEC des locaux

8 REVÊTEMENTS DE SOL COULÉS À BASE DE RÉSINE DE SYNTHÈSE

8.1 Le matériau « Résine de synthèse »

Les résines de synthèse sont des liants à base de polymères organiques réactifs, à un ou plusieurs composants, qui réagissent à la température ambiante¹. Les revêtements en résine de synthèse sont assimilés à des chapes durcies. Leurs performances sont précisées dans la NF EN 13813², en termes de résistance (à la compression, à la flexion, à l'usure, à l'indexation, à l'impact, au roulement, au retrait, etc) et autres performances (force d'adhérence, réaction au feu, acoustique, etc).

Les formulateurs élaborent à partir de ces résines réactives (résine-durcisseur), de charges, d'agré-gats, de pigments, etc., des systèmes de revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse.

Les principales familles chimiques de résine sont : les époxydes, les polyuréthanes, les méthacrylates, les polyesters, les acryliques. Les compositions mixtes type mortier résine-ciment sont également très utilisées.

8.2 Choix d'une famille chimique

On choisit la famille chimique (ou les familles chimiques) en fonction de contraintes d'exploitation (mécaniques, chimiques, décoratives, ...) et d'exécution (état du support, délais, règles de sécurité, ...) déterminées par les domaines d'emploi (industries, stockage, agroalimentaires, parkings, bâtiments scolaires, administratifs, hospitaliers).

8.3 Les familles de systèmes de revêtements

On parle de système de revêtements de sol coulés à partir d'une épaisseur ≥ 1 mm. Certains de ces systèmes sont conçus pour répondre à des exigences particulière (phoniques, propriétés électriques, etc.).

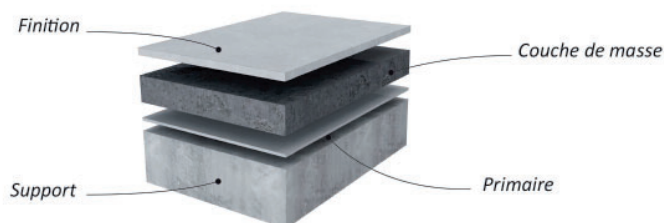


Figure 8.1 - Composition minimale d'un système de revêtement

1 NF EN 13318 (août 2000) Matériaux pour chape et chapes – Terminologie

2 NF EN 13813 (juin 2003) Matériaux pour chape et chapes – Matériaux de chapes – Propriétés et exigences

Auto-lissants	Liants résines mélangés à des charges minérales calibrées. Le produit s'étale sous l'effet de sa tension superficielle. Aspect de surface lissé ou structuré.
Multicouches	Succession de couches de liants et de charges. Ils conviennent aux sols piétonniers comme industriels (résistances mécaniques, aspect décoratif).
Auto-coulants talochés	Mortier à forte résistance mécanique pour circulations intenses de véhicules lourds. Peut être complété de plusieurs couches filmogènes pour répondre à des exigences spécifiques (décoratives, résistance chimique).
Poncés et décoratifs	Composé d'un liant (pigmenté ou non) et de granulats (type marbre ou caoutchouc). La finition est assurée par ponçages successifs et une couche filmogène (le cas échéant).

Tableau 8.1 - Familles de systèmes de revêtement

8.4 La résine synthétique et sa mise en œuvre

La norme de référence pour l'exécution des marchés de travaux en revêtements de sol est le NF DTU 54.1 « Revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse (février 2018) ». La norme vise les travaux en locaux intérieurs à usage piétonnier.

Elle vise leur application dans les locaux intérieurs où prédomine des sollicitations résultant d'un trafic et d'activités usuelles et de charges concentrées inférieures ou égales à 10 kN ou réparties inférieures ou égales à 10 kN/m².

8.5 Les exigences vis-à-vis des supports

Plusieurs exigences vis-à-vis des supports sont demandées lors de la réalisation d'un revêtement de sol coulés à base résine de synthèse :

- état de surface lissé pour les supports béton, dallages, dalles et planchers ;
- supports porteurs âgés au minimum de 28 jours et taux HR $\leq 4,5\%$;
- supports rapportés âgés au minimum de 10 jours et taux HR $\leq 4,5\%$ et $\leq 0,5\%$ pour les chapes à base de sulfate de calcium anciennes ;
- localisation sur plans des joints de retraites et des fissures.

8.6 L'application

CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS					
Caractéristiques	Locaux à sollicitations faibles	Locaux à sollicitations modérées	Locaux à sollicitations fortes	Locaux à sollicitations fortes + chocs	Méthodes d'investigations
Classe *	≥ C 16/20	≥ C 20/25	≥ C 25/30	≥ C 25/30	NF EN 13813 pour les mortiers NF EN 206/CN pour les bétons
Résistance en compression en MPa	≥ 16	≥ 20	≥ 25	≥ 25	Essais NF EN 13892-2
Cohésion du support en MPa	R ≥ 0,7	R ≥ 1	R ≥ 1,5	R ≥ 1,5	NF DTU 26.2 Annexe A
Adhérence (ancien carrelage ou assimilés) en MPa	R ≥ 0,5	R ≥ 0,7	R ≥ 1	R ≥ 1	Adhérence par traction NF EN 13892-8
Adhérence (ancienne résine) en MPa	R ≥ 0,7	R ≥ 1	R ≥ 1,5	R ≥ 1,5	Adhérence par traction NF EN 13892-8
Porosité	> 60 s et < 240 s	> 60 s et < 240 s	> 60 s et < 240 s	> 60 s et < 240 s	Test à la goutte d'eau selon § B.2 de l'annexe B
Humidité résiduelle du support hydraulique	≤ 4,5 %	≤ 4,5 %	≤ 4,5 %	≤ 4,5 %	Bombe au Carbone à 4 cm de profondeur minimum dans le support selon § B.1 de l'annexe B
Humidité résiduelle du support sulfate de calcium ancienne	≤ 0,5 %	≤ 0,5 %	≤ 0,5 %	≤ 0,5 %	Bombe au Carbone dans toute l'épaisseur du support selon § B.1 de l'annexe B
Fissures	≤ 0,3 mm	≤ 0,3 mm	≤ 0,3 mm	≤ 0,3 mm	Sans traitement
	> 0,3 mm et ≤ 0,8 mm	> 0,3 mm et ≤ 0,8 mm	> 0,3 mm et ≤ 0,8 mm	> 0,3 mm et ≤ 0,8 mm	Relevé, analyse et traitement si mentionné aux DPM
* à prendre en compte uniquement pour les supports neufs.					

Tableau 8.2 - Caractéristiques des supports en fonction des sollicitations des locaux

Les définitions des locaux figurent au chapitre 3 du NF DTU 54.1. En résumé :

- les locaux à sollicitations faibles sont assimilés aux locaux classé P₂ du classement UPEC ;
- les locaux à sollicitations moyennes sont assimilés aux locaux classés P₃ du classement UPEC ;
- les locaux à sollicitations fortes sont assimilés aux locaux classés P₄ du classement UPEC ;
- les locaux à sollicitations fortes et subissant des chocs sont assimilés aux locaux classés P_{4s} du classement UPEC.

8.6.1 Les principales mesures du support à effectuer

8.6.1.1 La planéité

PLANÉITÉ À LA RÈGLE DE 2 M ET AU RÉGLET DE 20 CM				
Supports	A la règle de 2 m	Au réglet de 20 cm	Réf. (NF) DTU	
Dallages (état de surface lissé)	7 mm	2 mm	13.3	<p>a) Ouvrage conforme, pas de point de contact et les cales ne passent pas sous la règle</p> <p>b) Ouvrage non conforme, flèche supérieure à la tolérance</p> <p>c) Ouvrage non conforme, bosse supérieure à la tolérance</p> <p>Règle de 2 m ou de 0,20 m posée sur cales d'épaisseur égale à la tolérance</p>
Dalles et planchers (état de surface lissé)	7 mm	2 mm	21	
Chapes et dalles (adhérentes, désolidarisées ou flottantes)	5 mm	2 mm	26.2	

Tableau 8.3 - Tolérances de planéité du support

8.6.1.2 Le taux d'humidité



Figure 8.2 - Test à la bombe au carbure

- Sur chape anhydrite, prélever le liant sur toute l'épaisseur de l'ouvrage, en veillant à ne pas endommager le film de désolidarisation.
- Sur chape désolidarisée à liant ciment, prélever l'échantillon dans la demi-épaisseur inférieure de l'ouvrage en veillant à ne pas endommager le film de désolidarisation lorsque celui-ci existe.
- Sur chape adhérente, dalle béton, prélever le liant à une profondeur minimale de 4 cm par rapport la surface circulable de l'ouvrage.

8 - REVÊTEMENTS DE SOL COULÉS A BASE DE RÉSINE DE SYNTHÈSE

8.6.1.3 La porosité

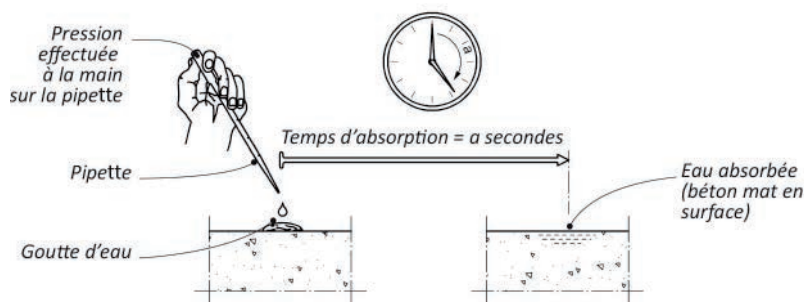


Figure 8.3 - Test à la goutte d'eau

8.6.1.4 Cohésion du support



Figure 8.4 - Essai de traction perpendiculaire³

Remarque

L'acceptation d'un support engage la responsabilité de l'entreprise en charge des travaux. L'application du revêtement équivaut à accepter le support en l'état.

8.6.2 Les principales exigences vis-à-vis de l'environnement

Les principales exigences vis-à-vis de l'environnement sont :

- humidité résiduelle du support $\leq 4,5 \%$;
- humidité relative $\leq 85 \%$;
- température des locaux comprise entre 5°C et 40°C (suivant le type de produit) ;
- température du support supérieure de 3°C au point de rosée.

³ Guides « Contrôle de la cohésion d'un support », « Contrôle de l'adhérence d'un revêtement », collection Recherche et développement métier 2017

8.6.3 Mise en œuvre

- préparation mécanique des supports avec les techniques appropriées pour obtenir l'état de surface requis ;
- préparation des mélanges sur zone balisée ;
- ordonnancement des couches ;
- respect des délais de recouvrement ;
- traitement des points particuliers, exemple(s) : ancrage du revêtement, fissures, joint de retrait, joint de dilatation, siphon, etc. ;
- surveillance des conditions de polymérisation.

FICHE D'APPLICATION (à reproduire pour chaque local – surface traitée)									
Local traité :									
Surface traitée :									
jour	période	Produit - Lot	TA	TS	PR	TS+3°C > PR ?		HR	Observations
			°C	°C	°C	oui	non	%	
__/__/__	Matin					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Après-midi					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Matin					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Après-midi					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Matin					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Après-midi					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Matin					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Après-midi					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Matin					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Après-midi					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Matin					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Après-midi					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Matin					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
__/__/__	Après-midi					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Tableau 8.4 - Fiche synthétique de mise en œuvre⁴

TA : température ambiante – TS : température support – PR : point de rosé – HR : Humidité relative du support.

Les températures relevées doivent être comprises dans les fourchettes données dans la Fiche Technique du concepteur du système. Si les valeurs ne sont pas conformes, il convient de le consigner dans la case « observations » ainsi que les mesures prises le cas échéant.

⁴ Guide SFMR Support – préparation mécanique des supports (2017)

8.6.4 Livraison

La livraison du support doit respecter les points suivants :

- conformité au descriptif du marché ;
- homogénéité de l'aspect de de la teinte ;
- transmission de la fiche entretien au maître d'ouvrage.

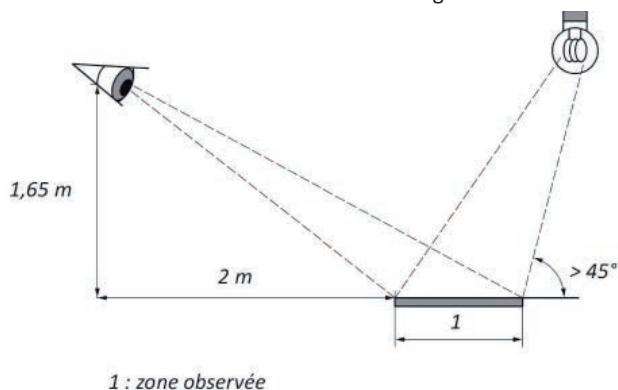


Figure 8.5 - Schéma de principe de l'observation de l'aspect d'un système de revêtement fini

L'aspect final du système de revêtement s'évalue à une hauteur de 1,65 m et à une distance de 2 m avec un éclairage non rasant (angle entre le revêtement et la lumière supérieur à 45°).

8.7 Textes de référence

- > **NF EN 13318** Août 2000 - Matériau pour chape et chapes – Terminologie
- > **NF EN 13813** Juin 2003 - Matériaux de chape et chapes - Matériaux de chapes - Propriétés et exigences
- > **NF DTU 54.1** Revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse, travaux neuf et rénovation, février 2018
- > **Systèmes de revêtement de sol** non traditionnels destinés à l'emploi en cuisine collectives, Cahier CSTB 3484, octobre 2003
- > **Guides** « Contrôle de la cohésion d'un support », « Contrôle de l'adhérence d'un revêtement »
- > **Guide SFMR Supports** – préparation mécanique des supports (2017)

9 PAROIS ET MURS EN PETITS ÉLÉMENTS

Ce chapitre vise la réalisation des parois et murs en maçonneries de petits éléments constitués des familles suivantes : blocs en béton, briques de terre cuite, blocs en béton cellulaire autoclavé et pierres naturelles. Il est rédigé sur les bases des règles de l'art édictées dans le NF DTU 20.1. Ce chapitre ne traite pas des conditions particulières à appliquer en zone sismique.

9.1 Matériaux

9.1.1 Marquage CE/Marque NF

9.1.1.1 Marquage CE

Le marquage "CE" a été créé dans le cadre de la législation européenne. Conséquence **obligatoire** de la directive sur les produits de la construction (DPC), il matérialise la conformité d'un produit aux exigences communautaires incombant au fabricant du produit, permettant ainsi la libre circulation de ce dernier sur le territoire européen.

Lorsqu'un produit entre dans le champ d'application de la DPC, les diverses procédures aboutissent à l'élaboration d'une norme correspondante (ou d'un agrément technique européen). La conformité des produits s'effectue selon un système d'attestation, qui comprend 6 niveaux (1+, 1, 2+, 2, 3 et 4) et se concrétise par l'apposition du marquage CE (via l'étiquette et le logo **CE**) avant que le produit ne soit mis sur le marché européen.

9.1.1.2 Marque NF

La marque NF est une certification **volontaire** qui vient en complément du marquage CE.

Elle a pour vocation, au travers de son système de certification, d'apporter des garanties de qualité que le seul marquage CE n'apporte pas et permet également d'assurer la conformité du produit pour l'usage désiré.

Remarque

Tous les produits soumis au marquage CE ne sont pas forcément marqués NF et réciproquement. C'est le cas par exemple du BPE (pas de marquage CE mais une marque NF existante).

9.1.2 Principales familles d'éléments de maçonnerie

9.1.2.1 Blocs en béton

Ces blocs doivent être conformes à la norme NF EN 771-3+A1 et son complément national NF EN 771-3+A1/CN.

Il existe 2 familles :

- les blocs à enduire : creux, perforés ou pleins ;
- les blocs destinés à rester apparents : creux, à alvéoles débouchantes ou borgnes, ou pleins.

Chacune des 2 familles comporte également des blocs accessoires (blocs d'angle, blocs d'about, etc.) destinés à la réalisation des points singuliers.

9 - PAROIS ET MURS EN PETITS ÉLÉMENTS

9.1.2.2 Briques de terre cuite

Les briques de terre cuite doivent répondre aux spécifications de la norme NF EN 771-1+A1 et son complément national NF EN 771-1+A1/CN.

Comme pour les blocs en béton, il existe 2 familles de briques :

- les briques pour maçonnerie protégée (briques P) ;
- les briques pour maçonnerie non protégée (briques U).

9.1.2.3 Blocs en béton cellulaire autoclavé

Les blocs en béton cellulaire autoclavé doivent être conformes à la norme NF EN 771-4+A1 et son complément national NF EN 771-4+A1/CN.

Il s'agit de blocs pleins à enduire d'assez grande dimension de par la faible densité du matériau isolant constitutif.

La gamme de ces produits est complétée d'éléments accessoires destinés à la réalisation des points singuliers.

9.1.2.4 Pierre naturelle

Dans le cadre de la réalisation de murs et de parois, les pierres utilisées doivent répondre aux exigences de la norme NF EN 771-6+A1.

L'aptitude à l'emploi des pierres dépendant à la fois de leur destination dans l'ouvrage et de la localisation géographique de l'ouvrage, les prescriptions de leur emploi sont données dans la norme NF B 10-601.

Remarque

Des éléments en pierre reconstituée, conformes à la norme NF EN 771-5+A1 et son complément national NF EN 771-5+A1/CN, peuvent également être utilisés pour la réalisation de parois et murs. Dans ce cas, les règles de mise en œuvre sont considérées équivalentes à celle de blocs en béton de granulats courants et légers.

9.1.3 Mortier de hourdage

Le mortier de hourdage est choisi selon 5 critères :

- la résistance mécanique requise pour la stabilité de l'ouvrage ;
- l'absorption d'eau par capillarité des éléments à monter ;
- les conditions climatiques au moment du montage ;
- l'exposition permanente à l'humidité et au risque de gel après le montage ;
- l'esthétisme (présence de tâches ou d'efflorescences par exemple).

Il peut se présenter sous 3 formes :

- mortier de recette de chantier : il est dosé et mélangé sur le chantier ;
- mortier de recette industriel : mortier « sec » prêt à gâcher réalisé industriellement, ou en centrale de béton prêt à l'emploi, conforme à des exigences de dosage ;
- mortier performancier : mortier « sec » prêt à gâcher réalisé industriellement, ou en centrale de béton prêt à l'emploi, conforme à des exigences de performances et des ca-

ractéristiques déclarées. Ce type de mortier doit être conforme à la norme NF EN 998-2. On distingue 3 types de mortiers performanciels :

- mortier d'usage courant appelé « G » ;
- mortier allégé appelé « L » ;
- mortier de joints minces appelé « T ».

Remarque

Le mortier de joints minces « T » doit être compatible avec l'élément de maçonnerie. Les certifications marque NF « Maçonneries de brique de terre cuite montées à joint mince » ou QB11 « Mortiers et produits connexes » permettent de s'assurer de cette compatibilité.

Le tableau 9.1 présente des exemples de dosage de mortiers bâtards de recette adaptés à la maçonnerie, en fonction des matériaux hourdés. Le NF DTU 20.1 (P1-2) précise les dosages de mortiers de liants purs de recette adaptés au montage des maçonneries.

ÉLÉMENTS MAÇONNÉS	DOSAGE GLOBAL	CIMENTS CEM I CEM II	CHAUX HYDRAULIQUE NHL NHL-Z CLASSE 5 OU 3,5	CHAUX AÉRIENNE CL OU DL	SABLE	MORTIER G CLASSE M
Briques de terre cuite	350 à 400	100 à 150	250 à 300		0/2 ou 0/4 mm ≤ 5 % de fines	M10
		150 à 200		150 à 250		
Blocs en béton de granulats	350 à 400	100 à 150	250 à 300		0/2 ou 0/4 mm ≤ 5 % de fines	M10
		150 à 250		150 à 250		
Blocs en béton cellulaire autoclavé	200 à 250	50 à 100	150 à 200		0/2 ou 0/4 mm ≤ 5 % de fines	M5
		100 à 125		200 à 250		
Pierres naturelles dures ($f_b > 40$ MPa)	350 à 400	100 à 150	250 à 300		0/2 ou 0/4 mm ≤ 5 % de fines	M10
		150 à 250		100 à 200		
Pierres naturelles fermes ($10 < f_b$ (MPa) ≤ 40)	250 à 350	50 à 100	200 à 250		0/2 ou 0/4 mm ≤ 5 % de fines	M5
		150 à 200		150 à 250		
Pierres naturelles tendres ($f_b \leq 10$ MPa)	200 à 300	100 à 125		100 à 200	0/2 ou 0/4 mm ≤ 5 % de fines	M2,5
		50 à 100	150 à 200			

Les dosages sont exprimés en kg/m³ de sable sec.

Tableau 9.1 - Exemples de dosage de mortiers bâtards de recette

9.1.3.1 Montage à joints épais

Les éléments de maçonnerie hourdés à joint épais peuvent être montés à l'aide :

- d'un mortier de recette de chantier ;
- d'un mortier de recette industriel ;
- d'un mortier performantiel courant (G) ou allégé (L).

L'épaisseur du joint durci est comprise entre 1 cm et 2 cm selon la nature de la maçonnerie.

Pour la pierre naturelle, l'épaisseur du joint est comprise entre 0,8 cm et 3 cm.

9.1.3.2 Montage à joints minces

Les éléments de maçonnerie doivent être réalisés à l'aide d'un mortier performantiel de joints minces (T).

L'épaisseur du joint durci est comprise entre 1 mm et 3 mm.

9.2 Murs de soubassement

9.2.1 Soubassement hors-sol

Si la maçonnerie est apparente, seules les matériaux suivants peuvent être utilisés :

- moellons ou pierre dimensionnée ;
- briques de terre cuite U et P pour maçonneries enterrées enduites ou non ;
- blocs en béton pleins, perforés ou creux de granulats courants ou légers.

Dans le cas où un enduit extérieur est prévu, il doit être réalisé au mortier de liants hydrauliques (voir NF DTU 26.1) ou à l'aide de mortiers réalisés avec des ciments résistants aux milieux agressifs (voir NF DTU 20.1). Il doit être exécuté sur une hauteur d'au moins 15 cm au-dessus du niveau fini du sol extérieur.

9.2.2 Soubassement enterré

La conception de la partie enterrée des murs de soubassement est à déterminer en fonction des exigences d'utilisation :

- **catégorie 1** : le mur borde des locaux utilisés où aucune trace d'humidité n'est acceptée sur sa face intérieure (cas des murs limitant des locaux habitables en sous-sol) ;
- **catégorie 2** : le mur borde des locaux pour lesquels l'étanchéité de la paroi n'est pas obligatoire et où des infiltrations limitées peuvent être acceptées par le maître d'ouvrage (cas des murs bordant des locaux utilisés comme chaufferie, garage ou certaines caves) ;
- **catégorie 3** : 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 (cas des murs de vides sanitaires et des murs périphériques de terre-plein).

Quel que soit la catégorie, les éléments creux de maçonnerie peuvent être utilisés à condition :

- soit que la partie enterrée sur les deux faces soit à une profondeur suffisante pour la mettre à l'abri du gel ;
- soit que la partie enterrée sur les deux faces ne soit pas à une profondeur suffisante pour la mettre à l'abri du gel mais qu'un drainage soit prévu.

S'il existe un risque d'accumulation d'eau prolongé, des éléments pleins doivent être utilisés.

Toutes les familles d'éléments de maçonnerie données au 9.1.2 peuvent être utilisées pour la réalisation de murs de soubassement enterrés, sous certaines conditions :

- enduit obligatoire sur les faces en contact avec le sol :
 - blocs en béton cellulaire autoclavé ;
 - briques de terre cuite P.
- Enduit non obligatoire sur les faces en contact avec le sol :
 - pierres ou moellons ;
 - blocs pleins ou creux en béton de granulats courants ou légers ;
 - blocs de coffrage en béton de granulats courants ;
 - briques de terre cuite U pour maçonneries enterrées ou non.

Le tableau 9.2 rassemble les dispositions à prendre en compte dans le choix du revêtement extérieur des murs de soubassement enterrés.

Remarque

Les dispositions du tableau suivant 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.

CATÉGORIE DU MUR	CONDITIONS DE DRAINAGE	REVÊTEMENT EXTÉRIEUR À METTRE EN PLACE	COMPLÉMENTS
1	Pas nécessaire	Enduit de dressement sur lequel est mis en œuvre un revêtement d'étanchéité ¹⁾ protégé par un dispositif tel nappes à excroissances, géotextiles, etc. suivant les spécifications de l'ATec ou DTA correspondant (qui prend en compte les profondeurs d'enfouissement)	Les locaux de catégorie 1 doivent être aérés et ventilés.
	Nécessaire et prévu	Enduit de dressement sur lequel est mis en œuvre un revêtement d'étanchéité ¹⁾ protégé par un dispositif faisant également office de drainage (tel nappes à excroissances, géotextiles, etc.) suivant les spécifications de l'ATec ou DTA correspondant (qui prend en compte les profondeurs d'enfouissement)	Le drainage vertical sera relié au drainage en pied.



2	Pas nécessaire	Enduit d'imperméabilisation ²⁾ revêtu de 2 couches d'un enduit d'imprégnation à froid (EIF) à base de bitume en émulsion ou en solution.	Ces revêtements ne sont pas conçus pour résister à une fissuration de leur support. Ils ne peuvent donc être efficaces que si toutes les dispositions ont été prises au niveau des fondations pour éviter des fissurations des murs sous l'action des tassements différentiels.
	Nécessaire et prévu	Enduit d'imperméabilisation ²⁾ revêtu de 2 couches d'un enduit d'imprégnation à froid à base de bitume en émulsion ou en solution + dispositif de drainage vertical	Le drainage vertical sera relié au drainage en pied.
<p>1) membrane* à base de bitume modifié traitée anti-racines, système* bicouche à base de bitume modifié (et faisant appel à des feuilles utilisées en relevés de toitures-terrasses jardins - traitement anti-racines) ou feuille* ou complexe* élasto-plastique.</p> <p>2) de recette ou performanciel conforme au NF DTU 26.1 ou en utilisant des mortiers réalisés avec des ciments résistants aux milieux agressifs selon NF DTU 20.1.</p> <p>* défini(e) dans un AT pour cette application (ou DTA).</p>			

Tableau 9.2 - Choix du revêtement extérieur d'un mur de soubassement enterré

9.3 Protection contre les remontées d'humidité

Lors de la réalisation de murs de soubassement en maçonnerie de petits éléments, les maçonneries en élévation doivent être protégées contre les remontées d'humidité du sol. Ces protections peuvent être réalisées de deux manières :

- soit un chaînage en béton armé, au minimum à 5 cm au-dessus du sol extérieur fini, disposé au niveau du plancher bas du rez-de-chaussée ou du dallage sur toute l'épaisseur des maçonneries (figure 9.1) ;
- soit une coupure de capillarité (par exemple feuille bitumineuse armée ou chape de mortier fortement dosé et hydrofugé) disposée à au moins 15 cm au-dessus du niveau le plus haut du sol définitif extérieur (figure 9.2).

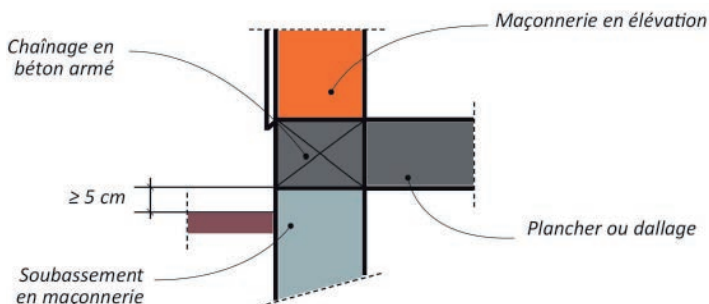


Figure 9.1 - Protection contre les remontées d'humidité : exemple d'un chaînage en béton armé sur toute l'épaisseur du mur de soubassement

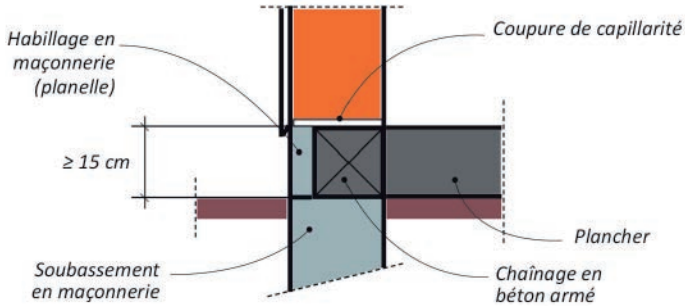


Figure 9.2 - Protection contre les remontées d'humidité :
exemple d'une coupure de capillarité sur dallage et habillage en maçonnerie

Dans le cas d'une loggia ou d'un balcon, le chaînage en béton armé doit avoir une hauteur minimale de 15 cm. Si une forme de pente sans possibilité de rétention d'eau à la base du mur est prévue, il est nécessaire de prévoir un décrochement de 3 cm minimum (sans être localement inférieur à 2 cm) ou une coupure de capillarité à la base du mur (figure 9.3).

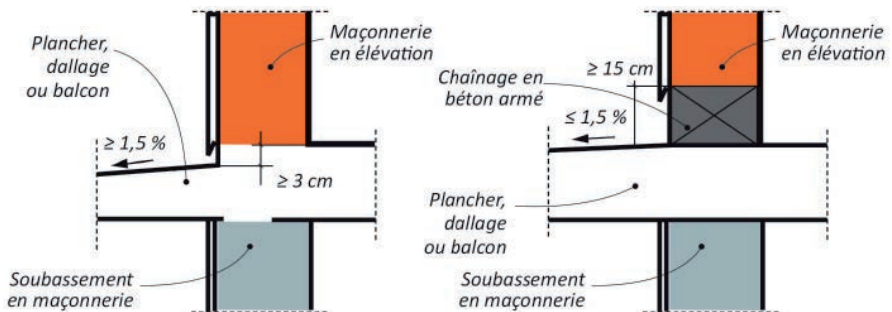


Figure 9.3 - Protection contre les remontées d'humidité :
exemple d'un balcon avec forme de pente sans possibilité de rétention d'eau à la base du mur

9.4 Montage des éléments de maçonnerie à proprement parler

Quel que soit le matériau utilisé, le montage des éléments de maçonnerie doit être exécuté de telle sorte que la stabilité soit garantie, même en cours de construction.

Lors de températures inférieures à 5°C, des précautions particulières doivent être prises pour se prémunir du gel. Pour des températures supérieures à 30°C, le mortier doit être protégé de la dessiccation en employant des procédés adaptés au chantier et à la sécheresse (tels humidification, etc.).

9 - PAROIS ET MURS EN PETITS ÉLÉMENTS

Les prescriptions particulières à chaque famille de maçonnerie sont récapitulées dans le *tableau 9.3*.

FAMILLE	TYPE DE MONTAGE	EPAISSEUR DES JOINTS	DÉCALAGE DES JOINTS VERTICAUX DE 2 ASSISES SUCCESSIVES	COMPLÉMENTS
Briques de terre cuite	Joint épais	Entre 1 et 2 cm	Au moins 1/3 de la longueur de l'élément (¼ pour les éléments de petits formats destinés à rester apparents)	Les éléments doivent être humidifiés et égouttés au moment de la pose.
	Joint minces	Entre 1 et 3 mm		
Blocs en béton de granulats	Joint épais	Entre 1 et 2 cm	Compris entre le 1/3 et la moitié de la longueur du bloc	Les éléments doivent être, si nécessaire, humidifiés au moment de la pose et égouttés (sauf pour les blocs apparents).
	Joint minces	Entre 1 et 3 mm		
Blocs en béton cellulaire autoclavé	Joint épais	Entre 8 et 15 mm	Compris entre l'épaisseur du bloc et la moitié de la longueur du bloc	Les éléments doivent être humidifiés superficiellement au moment de la pose.
	Joint minces	Entre 1 et 4 mm		
Pierre naturelle (Pierre dimensionnée)	Joint épais	Tolérance D1 ou D2 : Entre 8 et 30 mm Tolérance D3 : 3 à 30 mm	Supérieur ou égal au 1/3 de la longueur de l'élément	Les pierres avec un coefficient de capillarité élevé seront humidifiées avant emploi.
	Joint minces	Entre 1 et 4 mm		

Tableau 9.3 - Principales prescriptions particulières à prendre en compte en fonction du matériau utilisé

9.5 Chainages

9.5.1 Chainages horizontaux

Réalisés en béton armé, les chainages horizontaux doivent être continus et fermés.

Ils ceinturent les façades, et les relient au droit de chaque refend, ainsi que les murs (en maçonnerie porteuse et en maçonnerie de remplissage) :

- au niveau du plancher bas du rez-de-chaussée ou du dallage ;
- à chaque étage au niveau des planchers ;
- en couronnement des murs libres en tête.

La section minimale des armatures des chainages horizontaux en béton armé est de 1,5 cm² dans le cas d'aciers en HA 500.

Remarque

Cette prescription s'applique également aux murs de combles, dont la hauteur est supérieure à 60 cm.

9.5.2 Chaînages verticaux

Sauf exception, les chaînages verticaux doivent être réalisés pour tous les murs en maçonnerie porteurs, hormis ceux en pierre naturelle. Ils ceinturent la maçonnerie en liaison avec les chaînages horizontaux et s'opposent au soulèvement des dalles de planchers en béton armé dans les angles.

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.

Tout comme les chaînages horizontaux, la section d'armatures des chaînages verticaux, réalisée en acier à haute adhérence de la nuance HA 500, doit être au moins équivalente à celle qui correspond à 2 HA 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.

9.5.3 Chaînages inclinés

Un chaînage de couronnement en béton armé, incliné dans le cas des pointes de pignon, couronnera le mur dès lors que la hauteur sous pointe de pignon est supérieure à 1,5 m. Il peut être en béton armé, en éléments préfabriqués en béton ou en béton cellulaire armé. Son épaisseur minimale est de 10 cm.

La charpente du toit en pannes s'appuie sur ces murs.

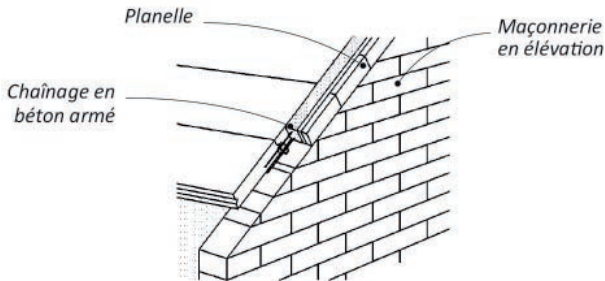


Figure 9.4 - Dispositions du chaînage incliné

L'armature sera la même que celle des chaînages verticaux et sera liaisonnée à celle des chaînages verticaux ou horizontaux par des recouvrements de 50 fois le diamètre afin d'en assurer la continuité.

9.6 Appui des planchers

Sauf justifications, la largeur minimale d'appui des planchers sur les parois maçonneries porteuses est au moins égale aux 2/3 de l'épaisseur desdites parois, enduits non compris (Figure 9.5).

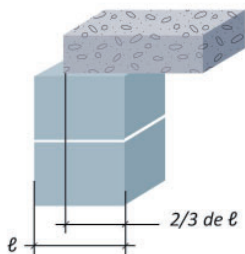


Figure 9.5 - Appuis des planchers

9.7 Tolérances dimensionnelles

9.7.1 Tolérances générales principales à retenir

Les tolérances de verticalité et de distance entre ouvrages sont données par la Figure 9.6 (NF DTU 20.1).

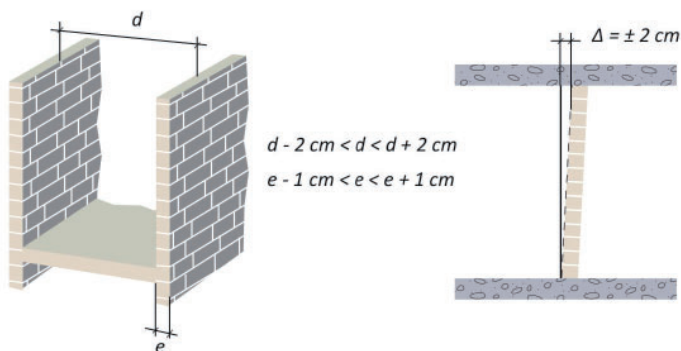


Figure 9.6 - Tolérances de verticalité et de distance entre ouvrages

9.7.2 Tolérances vis-à-vis des baies

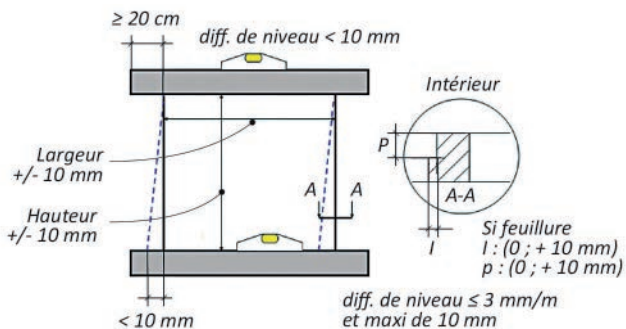


Figure 9.7 - Tolérances des baies

9.8 États de surface

Les principales tolérances à retenir sont dans le tableau ci-dessous. Des compléments sont disponibles dans la partie 1-1 du NF DTU 20.1.

TYPE DE MAÇONNERIE	TYPE D'EXÉCUTION	PLANÉITÉ D'ENSEMBLE RAPPORTÉE AU CORDEAU DE 10 M (CM)	ALIGNEMENT DES LIGNES DE JOINTS HORIZONTAUX SUR 10 M (CM)
Briques de terre cuite et blocs en béton destinés à rester apparents	/	2	1
TYPE DE MAÇONNERIE	TYPE D'EXÉCUTION	PLANÉITÉ D'ENSEMBLE RAPPORTÉE À LA RÈGLE DE 2 M (CM)	DÉSaffleurement ET PLANÉITÉ LOCALE RAPPORTÉE AU RÉGLET DE 0,20 M (CM)
Briques de terre cuite et blocs en béton à enduire	Courante	1,5	1
	Soignée	1	0,7
Blocs en béton cellulaire autoclavé	Joint épais	1	0,7
	Joint minces, exécution courante	0,7	0,5
	Joint minces, exécution soignée	0,5	Face de réglage : 0,2 Autre face : 0,3

ÉLÉMENTS		TOLÉRANCES (CM)		
		FAÇADE		CORNICHES ET BANDEAUX
		PLANÉITÉ	SURPLOMB	
Pierre dimensionnée		Mesurée à l'aide d'un cordeau tendu de 10 m de longueur : 2 cm	Hauteur d'étage : 2 cm	Différences de niveau < 2 cm sur 10 m
Moellons équarris	Bruts de sciage Smillés Pointés Piqués Striés Bouchardés	2 cm pour 10 m	Ne doit pas excéder 2 cm pour une hauteur d'étage	
	Éclatés Bossagés	5 cm pour 10 m	Ne doit pas excéder 2 cm pour une hauteur d'étage	
Moellons		5 cm pour 10 m	Ne doit pas excéder 2 cm pour une hauteur d'étage	

Tableau 9.4 - Planéité et état de surface des maçonneries

En l'absence de toutes indications des Documents Particuliers du Marché, l'**exécution courante** est considérée comme retenue.

9.9 Textes de référence

- > **NF DTU 20.1** : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs
- > **NF DTU 26.1** : Travaux d'enduits de mortiers



10 CLOISONS EN PETITS ÉLÉMENTS

Ce chapitre vise la réalisation des cloisons en maçonnerie de petits éléments constituées des familles suivantes : blocs en béton, briques de terre cuite, blocs en béton cellulaire et pierres naturelles. Il est rédigé sur les bases des règles de l'art édictées dans le NF DTU 20.13.

Les cloisons concernées sont celles d'épaisseur inférieure ou égale à 15 cm et répondant aux ouvrages suivants :

- cloisons de distribution ;
- cloisons séparatives non porteuses ;
- parois de gaines techniques ;
- cloisons de doublage.

Ce chapitre ne traite pas des conditions particulières à appliquer en zone sismique.

Les cloisons en pierre visées par le NF DTU 20.13 sont destinées à rester apparentes et ne concernent que les réalisations en locaux secs ou faiblement humides EA tels que définis dans le cahier CSTB numéro 3567.

10.1 Familles d'éléments de maçonnerie pour la réalisation de cloisons

10.1.1 Éléments en terre cuite

Les briques de cloisons doivent être conformes à la norme NF EN 771-1+A1 et son complément national NF EN 771-1+A1/CN.

10.1.2 Éléments en béton de granulats

Les éléments en béton de granulats doivent être conformes à la norme NF EN 771-3+A1 et son complément national NF EN 771-3+A1/CN.

Les blocs à enduire utilisés doivent être au minimum de classe B40 (béton de granulats courants) ou L40 (béton de granulats légers), ceux destinés à rester apparents de classe P60 (béton de granulats courants).

Les largeurs courantes des blocs à enduire sont 5 cm, 7,5 cm et 10 cm. Les blocs peuvent être pleins, perforés ou creux.

10.1.3 Éléments en béton cellulaire autoclavé

Les carreaux en béton cellulaire autoclavé doivent être conformes à la norme NF EN 771-4+A1 et son complément national NF EN 771-4+A1/CN. Ils doivent être au minimum de classe de résistance 4,0 MPa.

10.1.4 Éléments en pierre naturelle

Les éléments doivent être conformes aux normes NF EN 12059, NF B 10-601 et NF EN 771-6/A1. Leur résistance en compression minimale est de 4 MPa.

10.2 Mortier de hourdage

Les mélanges utilisés pour le hourdage des éléments de cloisons sont soit préparés sur chantier, soit fournis prêts à l'emploi.

Le tableau 10.1 présente des exemples de dosage de mortiers bâtards de recette adaptés à la maçonnerie de cloisons, en fonction des matériaux hourdés. Les valeurs sont tirées de la partie 1-2 (CGM) du NF DTU 20.13. Pour les pierres naturelles, les dosages dépendent de leur résistance à la compression.

En complément des mortiers « traditionnels » de hourdage :

- les éléments en terre cuite peuvent être montés au plâtre à briqueter (C2) ;
- les éléments en béton cellulaire autoclavé peuvent être montés à joints minces aux liants-colles ou à la colle de blocage à base de plâtre (sous Avis technique ou équivalent).

ÉLÉMENTS MAÇONNÉS	DOSAGE GLOBAL	DOSAGE CIMENTS CEM I - CEM II	DOSAGE CHAUX HYDRAULIQUE NHL - NHL-Z	CHAUX AÉRIENNE CL
Briques de terre cuite à enduire	350 à 400	100 à 150	250 à 300	
Briques de terre cuite destinées à rester apparentes		150 à 200		150 à 250
Blocs en béton de granulats	350 à 400	100 à 150	250 à 300	

Tableau 10.1 - Exemples de dosage de mortiers bâtards de recette par m³ de sable sec

10.3 Dimensionnement

10.3.1 Raidisseurs

Les cloisons sont exposées à des efforts essentiellement horizontaux (chocs de personnes ou d'équipements légers, etc.) sous lesquels elles ne doivent présenter ni rupture ni déformation excessive. Compte tenu de l'élançement élevé de ce type d'ouvrage, il faut limiter leur flexibilité par l'incorporation d'éléments rigides appelés « raidisseurs » (voir figure 10.1). Présentés sous la forme de poteaux (en bois, métal, etc.), ils sont fixés à la structure en tête et en pied et comportent généralement des engravures ou des feuillures pour faciliter leur ancrage sur la cloison.

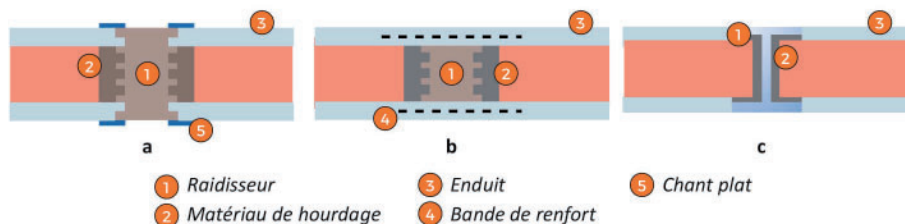


Figure 10.1 - Exemples de raidisseurs (a et b : en bois, c : métallique)

10.3.2 Distance horizontale et surface maximale entre raidisseurs

Le NF DTU 20.13 détermine, dans sa partie 1-1, les distances maximales entre éléments raidisseurs, en fonction de l'épaisseur de la cloison et le matériau utilisé, pour lesquelles la cloison présente un comportement satisfaisant. Ces données sont rappelées dans le *tableau 10.2* ci-dessous.

ÉPAISSEUR BRUTE DE LA CLOISON (MM)	HAUTEUR MAXIMALE* (M)	DISTANCE HORIZONTALE MAXIMALE ENTRE RAIDISSEURS (M)	SURFACE MAXIMALE ENTRE ÉLÉMENTS RAIDISSEURS (M ²)
Briques de terre cuite et blocs en béton de granulats			
35**	2,60	5	10
40 à 55	3	6	14
60 à 75	3,50	7	20
80 à 110	4	8	25
Blocs en béton cellulaire autoclavé			
50***	2,50	4	8
70 à 75	2,60	5	10
100	3	6	15
125	3,80	7	20
150	4	8	25
Pierres naturelles			
80	2,60	5	10
100	3	6	15
125	3,8	7	20
150	4	8	25
<p>* Hauteur maximale entre soit le blocage en tête, soit le raidisseur horizontal, et le pied de cloison. Pour les cloisons sous rampant, ces valeurs s'appliquent à la hauteur moyenne. En cas de faux-plafond, cette hauteur limite est majorée de 50 cm.</p> <p>** Épaisseur ne concernant que les briques de terre cuite.</p> <p>*** Épaisseur admise en cloison de doublage seulement.</p>			

Tableau 10.2 - Distance maximale entre raidisseurs

10.4 Montage des cloisons

Les cloisons ne sont montées qu'après achèvement du gros œuvre de l'étage considéré.

Avant le montage, on procède au traçage au sol de la cloison et à la préparation des jonctions avec la structure (piquage/bouchardage au droit des raccords, mise en place des pattes de scellement et bandes résilientes, etc.). Les huisseries, compatibles avec la cloison à exécuter, doivent être mises en place, convenablement implantées, réglées et munies des entretoises provisoires nécessaires pour éviter des déformations des montants sous l'effet des poussées par la cloison. Ces entretoises doivent être maintenues en place jusqu'à l'achèvement de la cloison.

10 - CLOISONS EN PETITS ELEMENTS

Les éléments de cloison sont ensuite hourdés avec le mortier choisi. Les joints verticaux, croisés d'un rang sur l'autre, peuvent être remplis ou non.

10.4.1 Raccordement avec le sol

10.4.1.1 Cloison non désolidarisée en pied

La première assise des éléments est posée directement sur le sol : la jonction est réalisée à l'aide du produit utilisé pour l'assemblage des éléments.

10.4.1.2 Cloison désolidarisée en pied

Avant montage de la cloison, une bande de désolidarisation est fixée sur le sol dont :

- la largeur est supérieure ou égale à l'épaisseur finie de la cloison ;
- l'épaisseur minimale est de :
 - 10 mm si elle est utilisée en pied de cloison ;
 - 5 mm si elle est utilisée à la fois en pied et en tête de cloison.

Le collage de la bande de désolidarisation est réalisé à l'aide d'une colle à base de néoprène ou de polyuréthane.

10.4.1.3 Cloison des locaux humides

En fonction du degré de l'exposition à l'eau des locaux, une adéquation doit être faite entre le support, la colle et le revêtement.

Lorsque les Documents Particuliers du Marché précisent qu'une éventuelle migration d'eau est préjudiciable au revêtement de la face opposée de la cloison, des dispositions, en pied de paroi, doivent être prises pour la protection contre les infiltrations et les remontées capillaires. Elles peuvent être réalisées :

- soit par un socle en béton dépassant d'au moins 20 mm le niveau du sol fini sur lequel reposera la cloison ;
- soit par une protection en équerre du côté humide (bande de renfort noyée dans un Système de Protection à l'Eau sous Carrelage (SPEC)) (voir Figure 10.2).

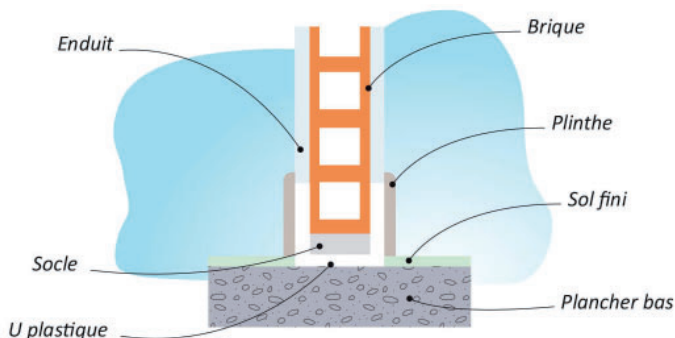


Figure 10.2 - Exemple de pose d'une protection en équerre dans le cas de pièces humides

Dans les locaux EB+ collectifs et EC, le hourdage doit être obligatoirement effectué avec des mortiers de liants hydrauliques.

Dans les autres locaux, le mode de hourdage, et l'enduisage éventuel, sont faits selon les prescriptions liées à la nature des supports.

10.4.2 Raccordement avec le plafond

10.4.2.1 Cloison désolidarisée en tête

La désolidarisation en tête d'une cloison peut se faire de deux manières :

- interposition, entre la cloison et la sous-face du plafond, d'une bande de désolidarisation de largeur égale à l'épaisseur de la cloison finie, collée à l'aide d'une colle à base de néoprène ou de polyuréthane (Figure 10.3) ;
- mousse expansive associée à un couvre-joint. La température conditionne l'expansion de la mousse (conditions optimales d'emploi lorsque le produit est à une température entre 20°C et 25°C et la température extérieure est comprise entre 5°C et 35°C). Les supports doivent être sains, exempts de poussières, d'huile et de graisse. L'arasage avant l'opération de finition est réalisé un jour après expansion.

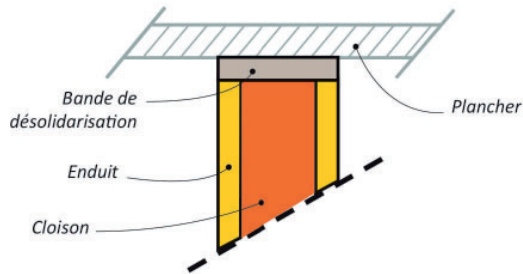


Figure 10.3 - Exemple de désolidarisation en tête d'une cloison

10.4.2.2 Cloison sous toiture-terrasse non isolée

Dans le cas d'une terrasse non isolée thermiquement, la cloison est désolidarisée de l'ossature par une bande de désolidarisation posée en partie haute et sur les parties latérales afin de s'adapter aux déformations thermiques du gros œuvre (Figure 10.4).

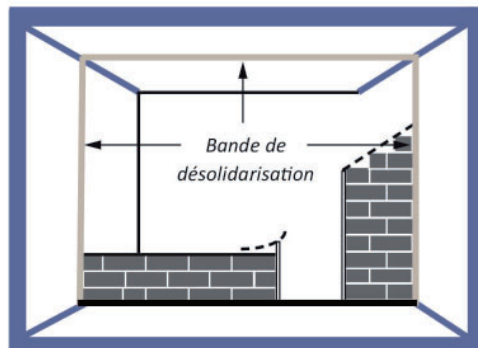


Figure 10.4 - Désolidarisation des cloisons sous toiture-terrasse non isolée

10.4.3 Raccordement avec les huisseries

Le profil des huisseries doit permettre l'encastrement de la cloison. La liaison de cette dernière peut s'effectuer :

- soit par encastrement et scellement dans la feuillure de l'huisserie (*Figure 10.5*) ;
- soit par collage avec le matériau de hourdage (plâtre, mortier, etc.).

Dans les deux cas, au moins trois renforts sont disposés sur la hauteur, de préférence au droit des paumelles de portes.

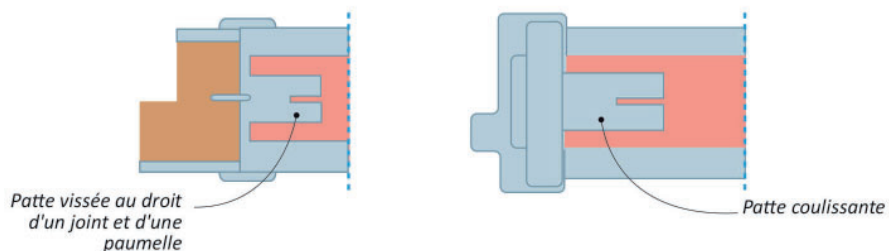


Figure 10.5 - Exemples d'huisseries (a : bois, b : métallique)

10.4.4 Jonctions entre cloisons

La jonction entre cloisons (en angle, en T ou en croix) est considérée comme des raidisseurs pour leur dimensionnement. Elle peut être réalisée :

- soit par harpage d'une assise sur deux, chaque élément pénétrant sur toute l'épaisseur de la cloison perpendiculaire (obligatoire pour les jonctions d'angles, voir *Figure 10.6*) ;
- soit par pénétration partielle d'au moins une assise sur trois régulièrement réparties pour une hauteur d'étage courant.

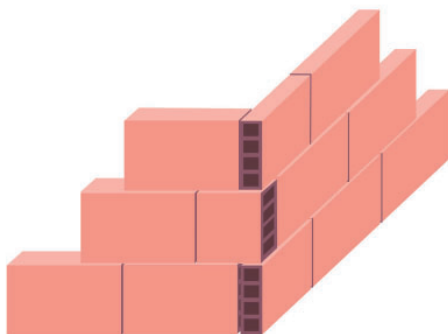


Figure 10.6 - Jonction d'angles

10.5 Tolérances d'exécution

ÉLÉMENTS DE CLOISON	TYPE D'EXÉCUTION	PLANÉITÉ D'ENSEMBLE RAPPORTÉE À LA RÈGLE DE 2 M (CM)	DÉSaffleUREMENT ET PLANÉITÉ LOCALE RAPPORTÉE AU RÉGLET DE 20 CM (CM)	ÉCARTS SUR LA VERTICALITÉ D'UNE FACE DE LA CLOISON SUR LA HAUTEUR DE L'ÉTAGE (CM)
Briques de terre cuite	Courante	1,5	0,7	1,5
Blocs en béton de granulats	Courante	1,5	1	1,5
	Soignée	1	0,7	
Blocs en béton cellulaire autoclavé	Courante	0,7	0,5	1
	soignée	0,5	0,2 (face de réglage)	

Tableau 10.3 - Tolérances d'exécution des éléments de cloison à enduire

ÉLÉMENTS DE CLOISON	PLANÉITÉ D'ENSEMBLE RAPPORTÉE AU CORDEAU DE 10 M (CM)	ALIGNEMENT DES JOINTS HORIZONTAUX SUR 10 M (CM)	ÉCARTS SUR LA VERTICALITÉ D'UNE FACE DE LA CLOISON SUR LA HAUTEUR DE L'ÉTAGE (CM)
Briques de terre cuite et blocs en béton de granulats courants	2	1	1
Blocs en béton cellulaire autoclavé et pierres naturelles	1,5	1	1

Tableau 10.4 - Tolérances d'exécution des éléments de cloison destinés à rester apparents

En l'absence d'indication dans les Documents Particuliers du Marché, la qualité d'exécution est l'exécution courante, sauf lorsque ces derniers prévoient une finition par enduits minces ou des parements apparents tels que des carrelages, qui nécessite une exécution soignée.

10.6 Textes de référence

- > **NF DTU 20.13** : Travaux de bâtiment – Cloisons en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs

11 GROS ŒUVRE EN MAÇONNERIE DES TOITURES

La diminution de la pente des toits est caractéristique de l'évolution architecturale depuis le XVI^e siècle, où l'on rêvait d'avoir un lieu pour retrouver en milieu urbain le soleil, l'air et l'espace libre.

Les toitures terrasses peuvent être le lieu d'un certain nombre de désordres liés :

- à la très forte exposition aux variations de température (provoquant des chocs thermiques) et des variations dimensionnelles ;
- aux mouvements différentiels entre le toit et les murs, et entre les parties courantes et singulières (en particulier les acrotères en saillies) ;
- au besoin d'accru d'intégrer une isolation thermique.

La plupart des toitures sont composées de trois éléments principaux :

- l'élément porteur en béton armé ou précontraint qui reprend les charges de la toiture (poids propre, équipement, neige, etc.) ;
- le support d'étanchéité destiné à recevoir le revêtement d'étanchéité (ce peut être l'élément porteur mais c'est souvent un ouvrage spécifique tel que les panneaux d'isolant thermique) ;
- le revêtement d'étanchéité couvrant toute la surface du toit et assurant la fonction d'étanchéité à l'eau ;
- la protection d'étanchéité.

À ces ouvrages principaux, il convient d'ajouter selon les cas un écran pare-vapeur ou des acrotères (muret en bordure de toiture dans le prolongement de la façade venant servir d'appui au relevé d'étanchéité).

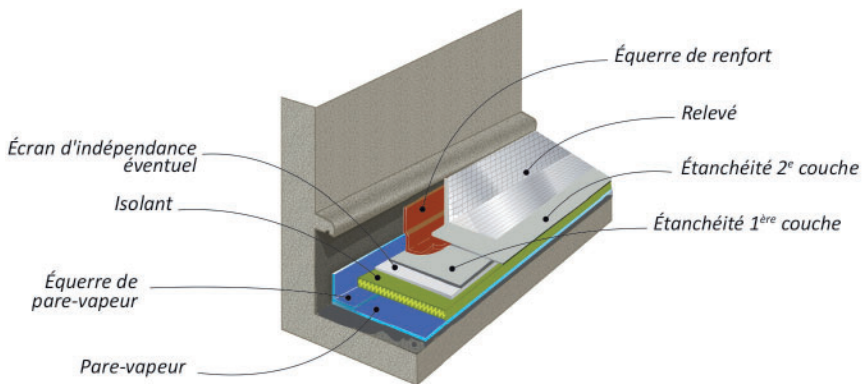


Figure 11.1 - Éléments constitutifs d'une étanchéité de toiture-terrasse

Le DTU 20.12 donne les règles nécessaires à la réalisation du gros-œuvre en maçonnerie des toitures-terrasses destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité. Cette étanchéité étant réalisée conformément au DTU 43.1.

11.1 Classification des toitures en fonction de la pente et de la destination

La pente visée est celle du support d'étanchéité et peut donc être différente de la pente de l'élément porteur.

TYPE DE TOITURE	PENTE (%)	DESTINATION
Toiture à pente nulle	< 1	Toiture accessible aux piétons avec dalles sur plots Toiture inaccessible (sauf pour l'entretien) * Toiture technique* Toiture accessible aux piétons avec dalles sur plots Toiture-jardin
Toiture plate	1 à 5	Toiture inaccessible (sauf pour l'entretien) * Toiture technique* Toiture accessible aux piétons avec dalles sur plots Toiture-jardin
	1,5 à 5	Toiture accessible aux piétons (circulation et séjour)
	2 à 5	Toiture accessible aux véhicules VL ou PL (circulation et stationnement)
Toiture inclinée	> 5	Toiture inaccessible (sauf pour l'entretien) Rampes d'accès pour véhicules
<i>*Non admis en climat de montagne</i>		

Tableau 11.1 – Classification des toitures en fonction de la pente

11.2 Types et nature des supports

Le gros œuvre des toitures correspond à l'ensemble des ouvrages en béton ou maçonnerie situés au-dessus des murs porteurs du dernier étage de la construction. Ce sont eux qui recevront le revêtement d'étanchéité ou le support de celui-ci.

Parmi les types d'éléments porteurs, on trouve entre autres :

- les dalles pleines coulés en place ;
- les dalles pleines confectionnées à partir de prédalles ;
- les planchers à poutrelles et entrevous ;
- les planchers à bac métallique collaborants ;
- les planchers en béton à dalles alvéolées.

11.3 Tolérances du support

CAS	PLANÉITÉ SOUS LA RÈGLE DE 2 M	PLANÉITÉ SOUS LE RÉGLET DE 20 CM	DÉSaffleurement AU DROIT DES JOINTS
L'élément porteur reçoit directement l'étanchéité	10 mm	3 mm	≤ 3 mm
L'élément porteur reçoit des panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité	10 mm	3 mm	≤ 3 mm
L'élément reçoit une forme de pente adhérente	Aucune exigence		

Tableau 11.2 – Tolérances de planéité de l'élément support

Si certains revêtements d'étanchéité ou panneaux isolants nécessitent des tolérances plus faibles, celles-ci doivent être mentionnées dans les Documents Particuliers du Marché (DPM).

11.4 Les acrotères

11.4.1 Définition

Les acrotères sont des ouvrages particuliers qui consistent en des murets situés en bordure de la toiture, généralement dans le prolongement de la façade.

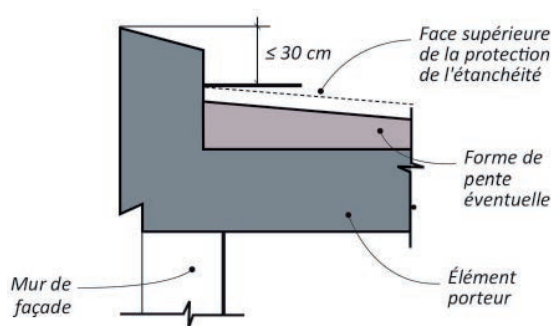


Figure 11.2 - Acrotères bas

On distingue 2 types d'acrotères :

- Les acrotères bas, dont la hauteur au-dessus de la protection de l'étanchéité ne dépasse pas 30 cm.
- Les acrotères hauts pour lesquels cette dimension dépasse 30 cm.

Lorsqu'ils sont réalisés en béton, ils doivent être considérés comme relevant de la classe d'exposition XC4 (au sens de la norme NF EN 206/CN). Le parement en béton correspond à celui d'un parement courant (NF DTU 21) à l'exclusion de tout autre type de parement. L'épiderme ne doit, en effet, pas être lisse et il y a lieu le cas échéant de traiter ces acrotères sur la hauteur du relevé (traitement après décoffrage par exemple).

11.4.2 Hauteur minimale

Elle doit permettre la réalisation d'un relevé d'étanchéité présentant une hauteur H minimale, H étant la distance verticale entre le dessus de la protection des parties courantes du revêtement d'étanchéité au voisinage de l'acrotère et le dispositif écartant les eaux de ruissellement.

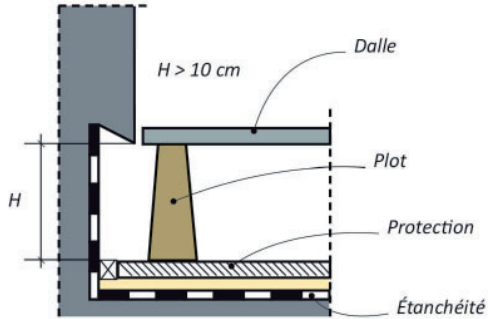


Figure 11.3 - Définition de la hauteur H minimale

TYPE DE TOITURE	PENTE (%)	VALEUR MINIMALE DE H (MM)
Inaccessible	Nulle	150
	1 à 5	100
	> 5	100 cas général 150 pour relief de noue située en pieds de versants de pente $\leq 20\%$ 250 pour relief de noue située en pieds de versants de pente $> 20\%$
Technique	Nulle	150
	1 à 5	100
Accessible aux piétons avec protection de l'étanchéité autre que dalles sur plots	1,5 à 5	100
Accessible aux piétons avec protection de l'étanchéité par dalles sur plots	0 à 5	100 par rapport à l'assise des plots Ou 100 par rapport au niveau fini des dalles lorsque ce niveau fini est au-dessous du haut des relevés
Accessible aux véhicules	2 à 5	100
Jardin	0 à 5	150 au-dessus de la terre végétale

Cette hauteur peut être réduite à 50 mm si le revêtement d'étanchéité revêt d'une façon continue l'acrotère (cas des acrotères de faible hauteur).

11.5 Mise en œuvre des acrotères

11.5.1 Acrotères coulés en place

Ils doivent être solidaires de l'élément porteur.

11.5.1.1 Acrotères bas

Les acrotères bas sont admis pour :

- des éléments de façade en béton banché ;
- des éléments en maçonnerie.

Ils sont obligatoirement en béton armé avec une section d'armatures A (Figure 11.4).

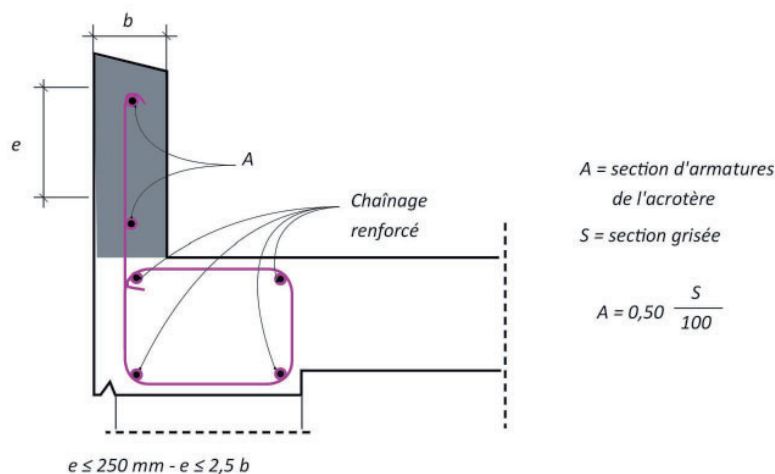


Figure 11.4 – Dispositions de ferrillage des acrotères bas

La section minimale des armatures A des acrotères bas est de 0,5% de la section de béton.

Les armatures longitudinales sont obligatoirement des aciers haute adhérence et l'espacement «e» maximal de ces armatures est égal à la plus faible valeur des deux valeurs suivantes : 250 mm ou 2,5 b.

11.5.1.2 Acrotères hauts

Les acrotères hauts sont réalisés sur toute la hauteur en béton armé et ne sont admis que s'ils surmontent des murs de façade en béton banché ou à ossature en béton armé avec des maçonneries de remplissage, ou s'ils sont isolés thermiquement sur leurs deux faces.

Les acrotères hauts sont composés d'une partie basse dont le ferrillage est identique à celui des acrotères bas et d'un ferrillage en partie supérieure dont le principe est donné sur la figure suivante (Figure 11.5).

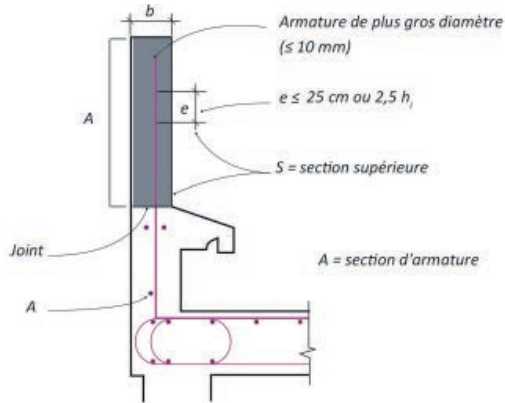


Figure 11.5 – Dispositions de ferrailage en partie supérieure des acrotères hauts

Les sections d'armatures dépendent des espacements entre joints.

1^{er} cas :

Espacement maximal entre joints transversaux :

- 8 m en régions sèches ;
- 12 m en régions humides et tempérées.

La section minimale des armatures longitudinales est de 0,5 % de la section de béton.

2^{ème} cas :

Espacement maximal entre joints transversaux :

- 6 m dans les régions humides et tempérées ;
- 4 m dans les régions sèches ou à forte opposition de température.

Les sections des armatures horizontales mises en place dans la partie située au-dessus de la coupure est au moins égale à 0,25 % de la section du béton.

11.5.2 Acrotères en blocs et briques à bancher (Règles professionnelles)

Les acrotères en blocs et briques à bancher peuvent être utilisés si :

- la hauteur est inférieure ou égale à 1,30 m (complexe isolant et étanchéité compris) ;
- la hauteur comprise entre le dessus de la protection d'étanchéité des parties courantes et le dispositif écartant les eaux de ruissellement en tête de relevé est inférieure ou égale à 1 m ;

Ils doivent être solidaires de l'élément porteur. Les acrotères bas sont admis avec tout type de structure sous-jacente. Les acrotères hauts sont admis s'ils surmontent des murs de façade :

- en béton banché ;
- en blocs à bancher ;
- à ossature en béton armé avec maçonnerie de remplissage ;
- si la façade (quelle qu'elle soit) est isolée par l'extérieur et les acrotères isolés sur leurs faces verticales intérieure et extérieure au minimum.

11.5.2.1 Acrotères bas

Les dispositions d'enrobage doivent respecter un minimum de 15 cm.

La section minimale des armatures A des acrotères bas est au moins égal à 0,5 % de la section de béton B (section hachurée ci-après).

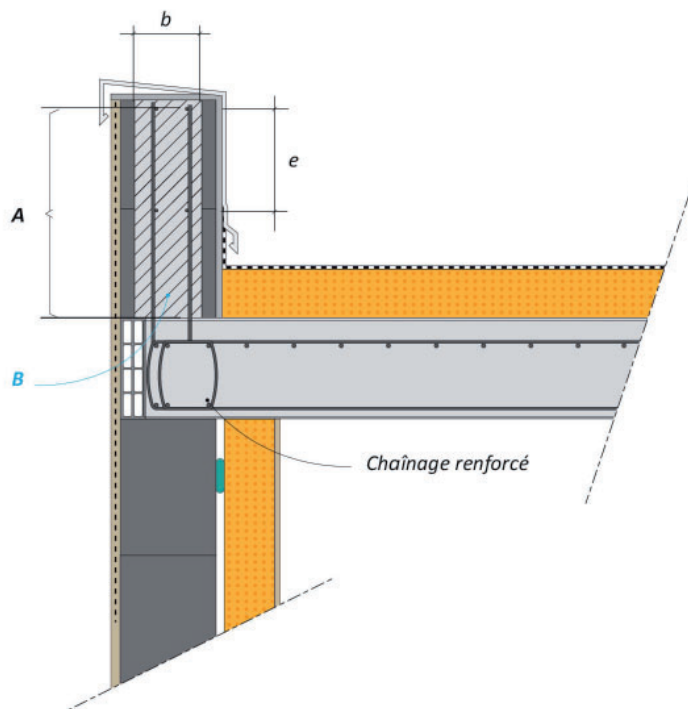


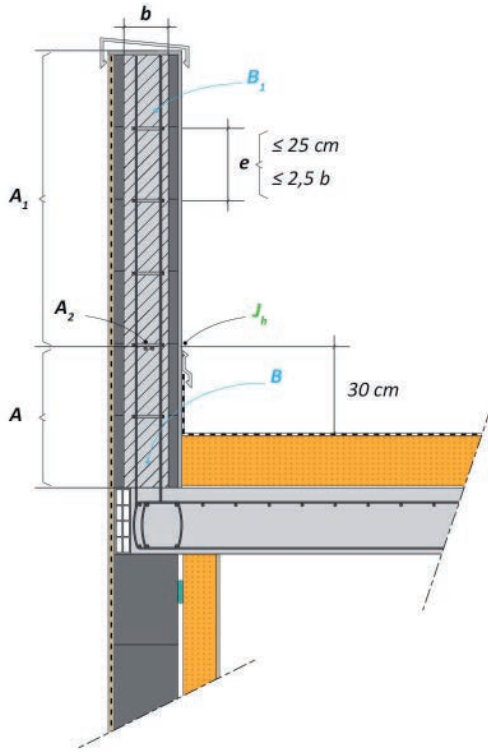
Figure 11.6 – Dispositions de ferrailage des acrotères bas

La section minimale du chaînage renforcé mise en œuvre est de 4 HA10 (3,08 cm²).

Les armatures longitudinales sont obligatoirement des aciers haute adhérence et l'espacement « a » maximal de ces armatures est égal à la plus faible valeur des deux valeurs suivantes : 250 mm ou 2,5 b.

11.5.2.2 Acrotères hauts

Les prescriptions sur les joints sont les mêmes que pour les acrotères hauts en béton (Paragraphe 11.5.1.2).



A :
section d'aciers horizontaux

A₁ :
section d'aciers horizontaux répartis à chaque joint de bloc à bancher

A₂ :
section d'aciers horizontaux supplémentaires

B :
section de béton de largeur b prise en compte pour le calcul de A

B₁ :
section de béton de largeur b prise en compte pour le calcul de A_1

J_h :
joint horizontal

b :
épaisseur de béton pour le calcul des sections

e :
espacement entre barres voisines avec $e = \min(0,25\text{cm} ; 2,5 h)$

Figure 11.7 - Dispositions de ferrailage des acrotères hauts

La section d'armatures longitudinales A, située au-dessous de la coupure, est au moins égale à 0,5 % de la section de béton.

La section d'armatures longitudinales A1, située au-dessus de la coupure, est au moins égale à 0,25 % de la section de béton.

11 - GROS ŒUVRE EN MAÇONNERIE DES TOITURES

Dans le prolongement des joints transversaux, il faut prévoir en fond de joint et au voisinage de la coupure, des armatures dont la section est la même que celle qui est disposée dans l'élément coupé (A2). Les dispositions au droit des joints sont données sur la *figure 11.8* :

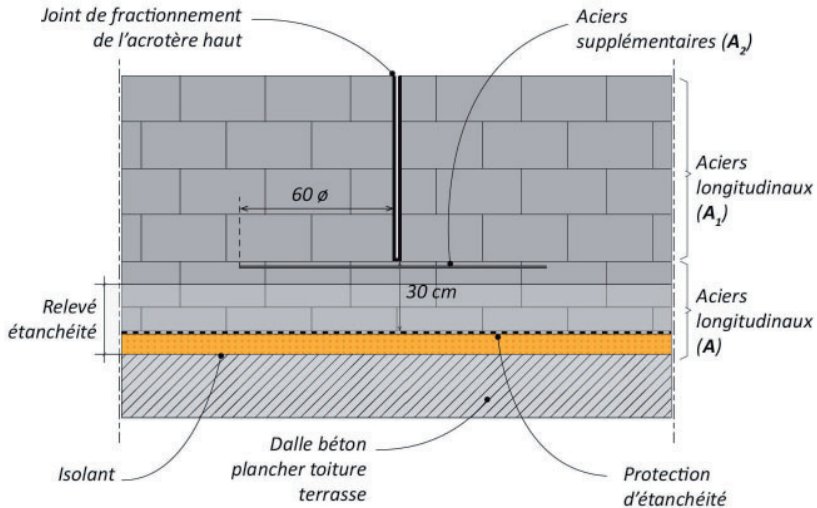


Figure 11.8 - Dispositions au droit des joints transversaux et horizontaux

Pour les acrotères à joints minces, il doit être prévu, au voisinage de l'extrémité supérieure de la pièce, une barre de plus gros diamètre.

11.6 Textes de référence

- > **DTU 20.12** : Maçonnerie des toitures et d'étanchéité – Gros-œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité
- > **DTU 43.1** : Travaux de mise en œuvre – Travaux d'étanchéité des toitures terrasses avec éléments porteurs en maçonnerie
- > **Règles professionnelles** : Conception et exécution des acrotères en blocs et briques à bancher

12 TRAVAUX D'ENDUITS DE MORTIERS

Qu'ils soient monocouches ou multicouches, composés sur chantier ou formulés industriellement, appliqués manuellement ou projetés mécaniquement, les enduits de mortiers sont couverts par un document unique : le NF DTU 26.1 « Travaux d'enduits de mortiers ».

12.1 Prescriptions générales

Les travaux d'enduits extérieurs ne doivent être entrepris que sur des maçonneries terminées depuis un délai minimal d'un mois. La règle du dosage dégressif sera respectée (le plus fort étant pour le gobetis).

12.1.1 Conditions climatiques

- Enduisage conseillé :
 - entre 5°C et 30°C pour les mortiers de liants hydrauliques (ciment ou chaux et ciment) ;
 - entre 8°C et 30°C pour les mortiers exclusivement à base de chaux ;
- enduisage avec précautions au-delà de 30°C (travail à l'ombre, protection par des bâches, humidification, etc.).

▲ ATTENTION : Enduisage interdit par temps de gel et pluie battante.

12.1.2 Pied de mur

Seuls les enduits fortement dosés (minimum 350 kg/m³) ou à faible capillarité (W2) peuvent être descendus au niveau du sol fini.

Dans tous les autres cas : l'arrêt se fera au-dessus de la zone de rejaillissement (15 cm minimum), sans toutefois être au-dessous de la zone de la coupure de capillarité.

12.1.3 Enduits de soubassement

Les prescriptions particulières aux murs de soubassement concernant l'obligation des enduits sont définies dans le NF DTU 20.1. Lorsqu'un enduit est prévu sur la face extérieure enterrée des murs de soubassement ou en fondation, le mortier d'enduit doit avoir une résistance mécanique suffisante (supérieure ou égale à CS III) et une faible capillarité (W2).

12.1.4 Armatures

Des renforts d'armatures métalliques ou en fibre de verre sont incorporés dans une première passe d'enduit aux emplacements prévus dans le NF DTU 20.1, en particulier :

- à la jonction de deux matériaux supports différents (ex. linteau en béton et blocs de béton) ;
- au niveau des planelles de planchers.

12.1.5 Modénatures

Lorsque l'enduit est réalisé en une seule couche, la surépaisseur des parties en saillie est limitée à 10 mm. Des surépaisseurs pouvant aller jusqu'à 25 mm sont possibles si l'enduit est appliqué en deux couches espacées d'au moins 48 heures.

Remarque

La tranche supérieure de la modénature en saillie doit être inclinée vers l'extérieur pour ne pas retenir l'eau de ruissellement.

12.1.6 Tranches d'enduit

Les têtes de murs et les appuis d'ouvertures doivent être protégés par un débord muni d'un dispositif (goutte d'eau par exemple) assurant l'écartement des eaux de pluie.

Remarque

Se référer aux Documents Particuliers du Marché (DPM) pour savoir qui réalise ces travaux.

12.1.7 Colorants

Le coefficient d'absorption du rayonnement solaire de l'enduit fini sera limité à 0,7, ce qui exclut les enduits de couleurs foncées.

12.2 Réalisation des enduits monocouches

12.2.1 Compatibilité de l'enduit avec le support

Le choix de l'enduit monocouche se fera en fonction de la résistance à l'arrachement du support comme indiqué dans le *tableau 12.1*.

TYPE DE MAÇONNERIE À ENDUIRE	CATÉGORIE DE L'ENDUIT
<p>Rt 3</p> <p>Éléments de résistance à l'arrachement élevée : blocs de béton de granulats courants, briques</p>	OC 3, OC 2 ou OC 1
<p>Rt 2</p> <p>Éléments de résistance à l'arrachement moyenne : briques, blocs de béton de granulats légers</p>	OC 2 ou OC 1
<p>Rt 1</p> <p>Éléments de résistance à l'arrachement réduite : blocs de béton cellulaire autoclavé</p>	OC 1

Tableau 12.1 - Catégorie d'enduit par type de maçonnerie

12.2.2 Épaisseur

Les valeurs données ci-dessous ne s'appliquent pas aux enduits sur maçonneries anciennes (Tableau 12.2).

TECHNIQUE D'ENDUISAGE MONOCOUCHE	PLANÉITÉ DE LA MAÇONNERIE	
	Soignée (10 mm / 2 m et 7 mm / 20 cm)	Courante (15 mm / 2 m et 10 mm / 20 cm)
Épaisseur moyenne	12 à 15 mm	15 à 18 mm
Épaisseur minimale en tout point	10 mm	
Épaisseur maximale ponctuelle	25 mm (20 mm si support Rt 1)	

Tableau 12.2 - Épaisseur d'enduit monocoque

Remarque

- **Béton banché** : l'épaisseur est de 5 mm au minimum et de 15 mm au maximum.
- **Enduits intérieurs** : si la fonction d'imperméabilisation n'est pas requise, l'épaisseur minimale peut être réduite à 6 mm.

12.2.3 Temps de séchage entre les passes

En technique monocoque, les deux passes sont réalisées avec le même enduit. Le temps de séchage entre les deux passes est déterminé par l'enduseur façadier en fonction de la maçonnerie à enduire. Il est conseillé de ne pas dépasser 3 jours entre les deux passes.

12.3 Réalisation des enduits multicouches

12.3.1 Compatibilité de l'enduit avec le support

Le choix de l'enduit multicouche se fera en fonction de la résistance à l'arrachement du support comme indiqué dans le tableau 12.3.

TYPE DE MAÇONNERIE À ENDUIRE	Classe de résistance de l'enduit (selon la NF EN 998-1)
Rt 3 Éléments de résistance à l'arrachement élevée : blocs de béton de granulats courants, briques	CS IV, CS III, CS II ou CSI
Rt 2 Éléments de résistance à l'arrachement moyenne : briques, blocs de béton de granulats légers	CS III, CS II ou CSI
Rt 1 Éléments de résistance à l'arrachement réduite : blocs de béton cellulaire autoclavé	CS II ou CSI

Tableau 12.3 - Classe de résistance de l'enduit par type de maçonnerie

12.3.2 Epaisseur

Les valeurs données ci-dessous ne s'appliquent pas aux enduits sur maçonneries anciennes.

TECHNIQUE D'ENDUISAGE MULTICOUCHES	PLANÉITÉ DE LA MAÇONNERIE	
	Soignée (10 mm / 2 m et 7 mm / 20 cm)	Courante (15 mm / 2 m et 10 mm / 20 cm)
Épaisseur moyenne	20 à 25 mm	25 à 30 mm
Épaisseur minimale en tout point	15 mm	

Tableau 12.4 - Épaisseur d'enduit multicouche

12.3.3 Temps de séchage entre les passes

Les temps de séchage à respecter entre les différentes passes, sont regroupés dans le tableau ci-dessous. Ces délais sont plus importants pour les enduits à la chaux.



12.4 Tolérances de planéité

Les valeurs données ci-dessous ne s'appliquent pas aux enduits sur maçonneries anciennes.

ENDUIT COURANT	ENDUIT SOIGNÉ	ENDUIT EXÉCUTÉ ENTRE NUS ET REPÈRES
10 mm	5 mm	5 mm

Tableau 12.5 - Tolérances de planéité

La planéité se mesure par la flèche prise sous la règle de 2 m.

12.5 Textes de référence

- > **NF DTU 20.1** : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs
- > **NF DTU 26.1** : Travaux d'enduits de mortiers

13 QUELQUES POINTS RÉGLEMENTAIRES À NE PAS OUBLIER

13.1 Aléa sismique

Comme on a pu le voir avec le tragique tremblement de terre en Italie au mois d'avril 2009, le risque sismique est loin d'être négligeable. Il est donc indispensable de tenir compte de cet aléa lors de la conception et de la réalisation des ouvrages.

Les dispositions réglementaires à prendre en considération ont évolué et leur mise en œuvre est désormais conditionnée par un arrêté du 22 octobre 2010. Les évolutions portent sur 3 grands points :

- de nouveaux textes réglementaires ;
- un nouveau zonage sismique ;
- de nouvelles catégories d'importance des ouvrages.

13.1.1 Textes réglementaires

La nouvelle réglementation sismique est d'application obligatoire de la manière suivante :

		ZONE DE SISMICITÉ	ZONE 1	ZONE 2	ZONE 3	ZONE 4	ZONE 5
Catégorie d'importance des bâtiments	I						
	II	Maisons individuelles et assimilés					
		Autres bâtiments					
	III						
	IV						

* A terme, nouvelles règles CPMI-EC8 zones 3 et 4 et CPMI-EC8 zone 5.

Tableau 13.1 - Application de la réglementation sismique

13.1.2 Le zonage sismique

Afin de mieux visualiser les communes prioritaires en matière d'aléa sismique, une approche nouvelle d'évaluation a été mise en place, consistant à prendre en considération la fréquence des intensités ressenties dans les communes et d'en dériver des intensités en fonction des périodes de retour. De cette approche statistico-historique a été établi le nouveau zonage du territoire français. En vigueur à partir de toute demande de permis de construire déposée à compter du

13 - QUELQUES POINTS REGLEMENTAIRES A NE PAS OUBLIER

1^{er} mai 2011, ce nouveau zonage sismique étend de 16 % à près de 60 % le nombre de communes concernées par la réglementation parasismique, passant ainsi à 21 252.

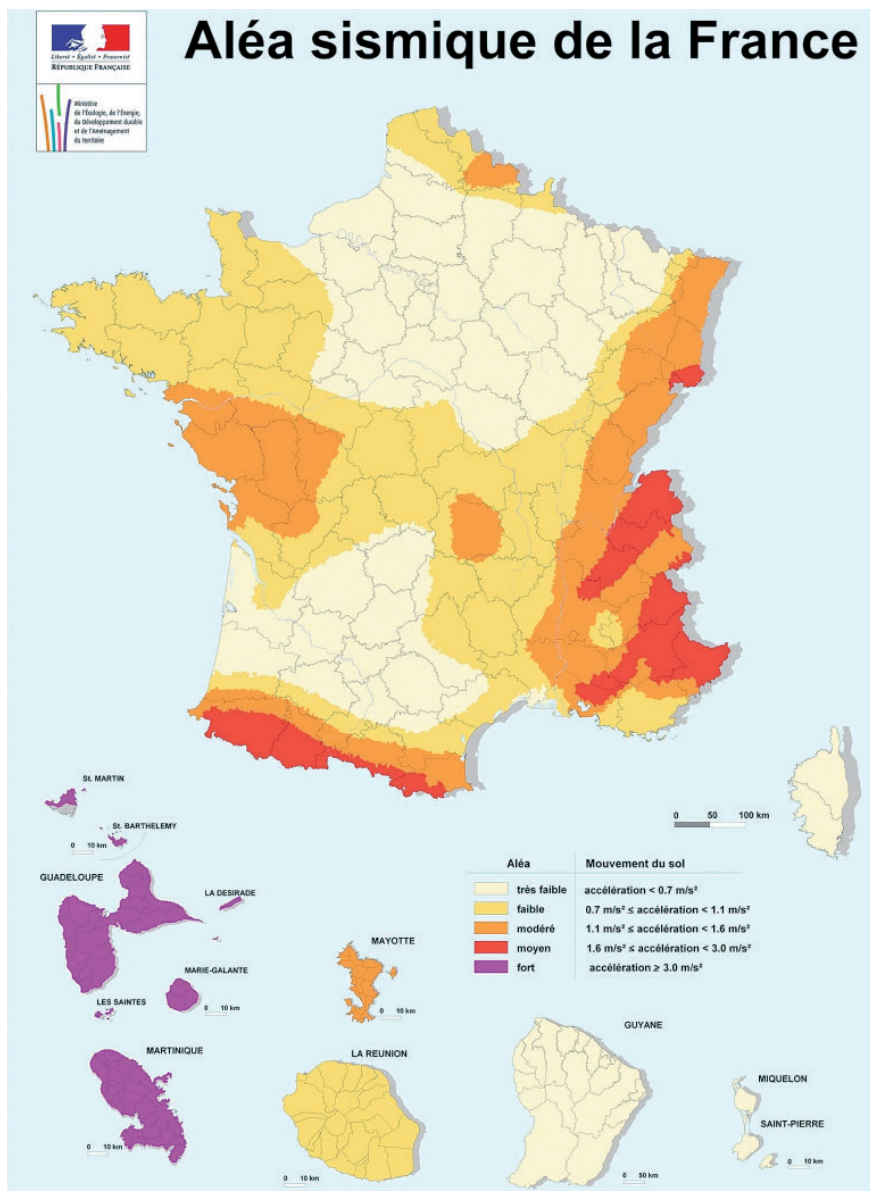


Figure 13.1 - Aléa sismique depuis 2011

En complément de l'élargissement du zonage de l'aléa sismique, les désignations des 5 niveaux d'aléa sont :

LES ZONES SISMIQUES DEPUIS 2011	
1	Sismicité très faible
2	Sismicité faible
3	Sismicité modérée
4	Sismicité moyenne
5	Sismicité forte

Tableau 13.2 - Dénomination des zones sismiques

13.1.3 Les catégories d'importance des ouvrages

De manière générale, pour l'application des textes réglementaires, les bâtiments de la catégorie dite « à risque normal » sont répartis en 4 classes bien définies, qui ont évolué avec la publication des nouveaux textes (voir Tableau 13.3).

CATÉGORIE D'IMPORTANCE		DESCRIPTIF	EXEMPLES
Selon les règles PS 92	Selon l'Eurocode 8		
A	I	Bâtiments d'importance moyenne pour la sécurité des personnes.	<ul style="list-style-type: none"> • Hangars, • Ouvrages extérieurs, etc.
B	II	Bâtiments courants n'appartenant pas aux autres catégories	<ul style="list-style-type: none"> • Habitations individuelles, • ERP des 4^e et 5^e catégories, • Bâtiments dont la hauteur est ≤ 28 mètres (habitation collective, bureaux non classés ERP pouvant accueillir simultanément un nombre de personnes au plus égal à 300, bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle pouvant accueillir simultanément un nombre de personnes au plus égal à 300, bâtiments abritant les parcs de stationnement ouverts au public, etc.).
C	III	Bâtiments dont la résistance aux séismes est importante compte tenu des conséquences d'un effondrement	<ul style="list-style-type: none"> • ERP des 1^{re}, 2^e et 3^e catégories, • Bâtiments dont la hauteur dépasse 28 mètres (habitation collective, bureaux) • Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes, • Établissements scolaires
D	IV	Bâtiments dont la protection est primordiale pour les besoins de la sécurité civile et de la défense nationale ainsi que pour le maintien de l'ordre public.	<ul style="list-style-type: none"> • Hôpitaux, • Casernes, • Production d'eau potable, • Centres de distribution publique de l'énergie, • Centres météorologiques, etc.

Tableau 13.3 - Descriptif succinct des catégories d'importance des bâtiments à risque normal

Remarque

Les écoles sont toutes classées en catégorie III.

13.1.4 La catégorie des sols

La caractéristique du sol est une donnée d'entrée au travers du coefficient S qui conditionne la majoration de l'accélération à prendre en considération.

CLASSE DE SOL	zones sismiques 1 à 4	zone sismique 5
A	1	1
B	1,35	1,2
C	1,5	1,15
D	1,6	1,35
E	1,8	1,4

Tableau 13.4 - Valeurs du paramètre du sol

CLASSE DE SOL	DESCRIPTION
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus de 5 m de matériau moins résistant
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de V_s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $V_s > 800\text{m/s}$

Tableau 13.5 - Description des classes de sol

13.1.5 Textes de référence

- > **Décret no 2010-1254** du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique
- > **Décret no 2010-1255** du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français
- > **Arrêté du 22 octobre 2010** relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »
- > **Guide de construction parasismique** des maisons individuelles CPMI-EC8 Zones 3 et 4 (remplace la NF P06-014 : Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés - Règles PS-MI 89 révisées 92)
- > **Guide de construction parasismique** des maisons individuelles CPMI-EC8 Zone 5 (remplace le guide Construction parasismique des maisons individuelles aux Antilles - Guide CP-MI Antilles)
- > **NF EN 1998** : Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes et ses annexes nationales

13.2 Comportement au feu des matériaux de maçonnerie et du béton

Les paragraphes suivants rappellent les caractéristiques au feu des matériaux courants en fonction des exigences de la réglementation. Cette présentation des prescriptions de performance au feu est de portée générale. En effet, les textes fondamentaux sur la résistance au feu et la réaction au feu sont pris en référence dans toutes les réglementations pour la construction de chacun des types de bâtiment.

13.2.1 Performances au feu des matériaux

Dans une première phase, le foyer initial étant supposé se trouver au voisinage d'une paroi, celle-ci peut contribuer au développement du feu du fait de sa constitution, et tout d'abord de celle de son revêtement. Outre la propagation en surface qui peut être favorisée, un rayonnement de cette paroi sur les autres parois du local peut se produire et conduire à un embrasement plus important. Au cours de cette première phase, c'est donc essentiellement la combustibilité et l'inflammabilité des matériaux composant les parois du local qui vont intervenir. Cette notion est appelée la « réaction au feu ».

Dans une seconde phase, le feu continuant à se développer dans le local, les parois délimitant celui-ci peuvent ne plus offrir une résistance suffisante pour le contenir : cette notion est appelée la « résistance au feu ».

Remarque

Ces deux notions sont utilisées par les Pouvoirs Publics dans les textes réglementaires fixant les exigences pour les ouvrages et sont définies dans les articles D. 121-2 et suivants du Code de la construction et de l'habitation (CCH) :

- **Réaction au feu** : aliment qui peut être apporté au feu et au développement de l'incendie ;
- **Résistance au feu** : temps pendant lequel les éléments de construction peuvent jouer le rôle qui leur est dévolu malgré l'action d'un incendie.

13.2.2 Résistance au feu

La résistance au feu en classement européen (annexe 1 de l'arrêté du 22 mars 2004) est définie selon trois caractéristiques essentielles, chacune étant symbolisée par une lettre :

CARACTÉRISTIQUE ESSENTIELLE	ANCIENNE DÉSIGNATION	NOUVELLE DÉSIGNATION
Capacité à supporter l'exposition au feu sans perte de stabilité	SF (stabilité au feu)	R
Étanchéité au feu sur le côté exposé sans transmission de flammes ni de gaz chauds pouvant s'enflammer à la face non exposée	PF (pare-flamme)	E ou RE si fonction porteuse
Isolation thermique, imposant des températures maximales sur le côté non exposé	CF (coupe-feu)	EI ou REI si fonction porteuse

Remarque : L'équivalence entre l'ancienne et la nouvelle désignation se fait avec égalité des degrés en minute et heures.

Tableau 13.6 - Caractérisation de la résistance au feu

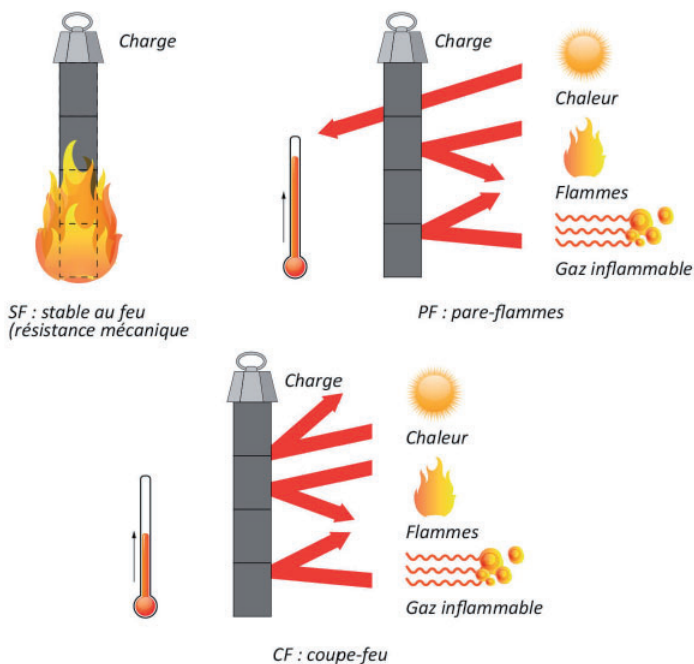


Figure 13.2 - Caractéristiques au feu des ouvrages

À ces caractéristiques principales viennent s'ajouter d'autres critères, rendus applicables ou non selon les réglementations nationales en vigueur (rayonnement W, action mécanique M, etc.). Par ailleurs, quelques classifications sont propres à des éléments particuliers, comme la capacité de protection des revêtements et parements de murs et plafonds (symbolisée K).

Les méthodes de calcul et les règles de dimensionnement permettant de déterminer la résistance au feu sont données par les Eurocodes 1,2, 4 et 6.

13.2.3 Les exigences de résistance dans les ERP

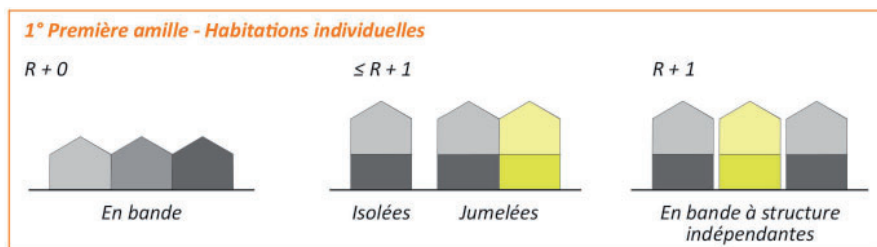
Les exigences de résistance au feu des différentes parties d'un ERP sont rassemblées dans le *tableau 13.7*.

ÉTABLISSEMENT OCCUPANT ENTIÈREMENT LE BÂTIMENT	CATÉGORIE DE L'ÉTABLISSEMENT	RÉSISTANCE AU FEU	
		Structure	Plancher
Simple RDC	Toutes catégories	SF ½ h R30	CF ½ h REI30
Plancher bas du niveau le plus haut situé à moins de 8 m du sol	2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} catégories	SF ½ h R30	CF ½ h REI30
	1 ^{ère} catégorie	SF 1h R60	CF 1h REI60
Plancher bas du niveau le plus haut situé entre 8 m et 28 m (compris)	2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} catégories	SF 1h R60	CF 1h REI60
	1 ^{ère} catégorie	SF 1h30 R90	CF 1h30 REI90

Tableau 13.7 - Exigences de résistance au feu sur les structures dans les ERP

13.2.4 Les exigences de résistance pour les bâtiments d'habitation

Suivant leur classement en « famille » (*Figure 13.4*), les structures des maisons individuelles et des bâtiments d'habitation collectifs doivent respecter des performances de résistance au feu minimales (*voir Tableau 13.10*).



13 - QUELQUES POINTS REGLEMENTAIRES A NE PAS OUBLIER

2° Deuxième famille - Habitations individuelles

R + 1



En bande à structure non indépendantes

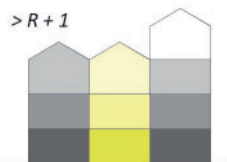
> R + 1



Isolées

Jumelées

> R + 1

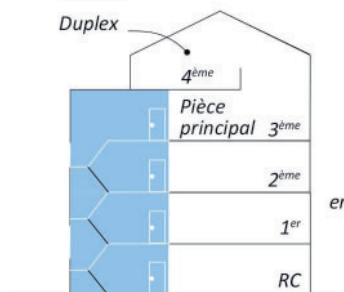


En bande

Habitations collectives

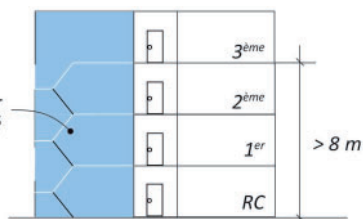
≤ R + 3

Duplex



≤ R + 3

Escalier encloisonné

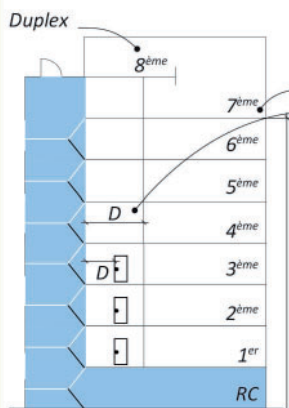


3° Troisième famille - Habitations collectives

3^{ème} famille A

H ≤ 28 m

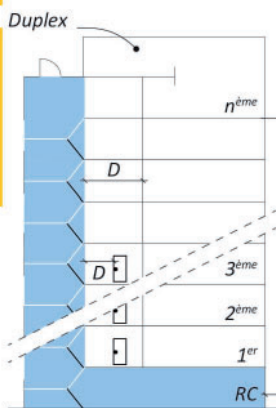
- +
- 3 conditions**
- R + 7 maxi
 - D ≤ 10 m
 - Accès escalier atteint par voie échelles



3^{ème} famille B

H ≤ 28 m

- +
- Une seule des conditions ci-dessous**
- > R + 7
 - D > 10 m
 - Accès escalier non atteint par voie échelles + L ≤ 50 m



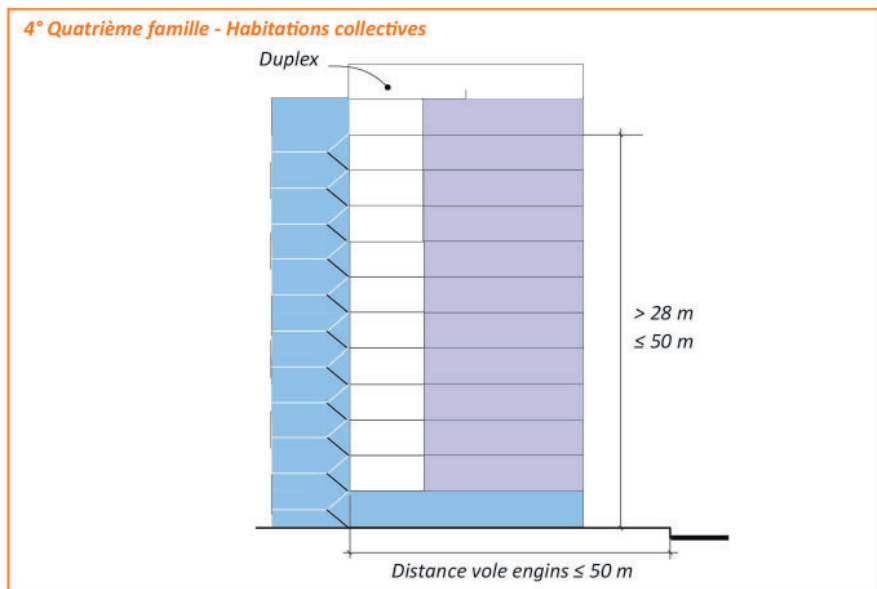


Figure 13.4 - Classement des maisons individuelles et bâtiments d'habitation collectifs

	FAMILLE DU BÂTIMENT				
	1 ^{ère} famille (hab. ind.)	2 ^{ème} famille		3 ^{ème} famille (hab. coll.)	4 ^{ème} famille (hab. coll.)
		Hab. ind.	Hab. coll.		
Éléments porteurs verticaux	SF ¼ h R15	SF ½ h R30	SF 1h R60	SF 1h30 R90	
Planchers (à l'exclusion de ceux établis à l'intérieur d'un même logement)	CF ¼ h EI15 ou REI15 (pour le plancher haut du sous-sol)	CF ½ h EI30 ou REI30	CF 1h EI60 ou REI60	CF 1h30 EI90 ou REI90	
Parois séparatives des hab. ind. (jumelées ou réunies en bande)	CF ¼ h EI15 ou REI15				
Parois verticales de l'enveloppe du logement (à l'exclusion des façades)		CF ½ h EI30 ou REI30	CF ½ h EI30 ou REI30	CF 1h EI60 ou REI60	
Blocs-portes palières desservant les logements des hab. coll.		PF ¼ h E15	PF ¼ h E15	PF ½ h E30	

Tableau 13.8 - Exigences minimales de performances de résistance au feu pour les maisons individuelles et les bâtiments d'habitation collectifs

13.2.5 Les solutions concrètes

13.2.5.1 Blocs de béton de granulats courants

Les performances au feu des maçonneries sont données dans les fiches 130 et 131 du CERIB, qui traitent respectivement des maçonneries nues et enduites.

<https://www.cerib.com/certification/blocs-en-beton-de-granulats-courants/>

13.2.5.2 Eléments en béton armé

Murs porteurs

Comme pour les poteaux, une protection rapportée ne sera en général pas nécessaire, l'amélioration de résistance au feu s'obtenant par augmentation de l'épaisseur du mur.

La résistance au feu d'un voile porteur peut être supposée satisfaite si les valeurs du tableau 13.9 sont appliquées.

Résistance au feu	DIMENSIONS MINIMALES (MM) EPAISSEUR DE VOILE/DISTANCE DE L'AXE AU PAREMENT	
	Voile exposé sur un côté	Voile exposé sur deux côtés
REI 30	120/10*	120/10*
REI 60	130/10*	140/10*
REI 90	140/25	170/25
REI 120	160/35	220/35
REI 180	210/50	270/55
REI 240	270/60	350/60

* L'enrobage exigé par l'EN 1992-1-1 est normalement déterminant

Tableau 13.9 - Dimensions et distances de l'axe des armatures au parement minimales pour les voiles porteurs en béton

Le rapport de la hauteur libre du voile sur l'épaisseur est limité à 40.

Le tableau 13.9 correspond à des valeurs tabulées données dans l'Eurocode 2 Partie 1-2 (NF EN 1992-1-2). Un calcul plus précis peut aboutir à des dimensions plus faibles.

Planchers

Les planchers en dalles pleines satisfont à l'exigence REI 60 (CF 1h), voire REI 120 (CF 2h), sans aucune protection.

La résistance au feu des dalles en béton armé peut être considérée comme satisfaite si les valeurs du tableau 13.10 sont appliquées.

Résistance au feu	DIMENSIONS MINIMALES (MM)			
	Épaisseur de la dalle	Distance de l'axe des armatures à la sous-face		
		un seul sens porteur	deux sens porteurs	
			$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

l_x et l_y sont les portées d'une dalle à deux sens porteurs (selon deux directions à angle droit), l_y étant la portée la plus longue.

** L'enrobage exigé par l'EN 1992-1-1 est normalement déterminant.*

Tableau 13.10 - Dimensions et distances minimales de l'axe des armatures à la sous-face pour les dalles à un ou deux sens porteurs en béton armé

Poutres

Sur appuis libres, les enrobages d'aciers requis sont tels que l'on aura intérêt à recourir à une protection rapportée dès que l'exigence demandée dépasse R 60 (SF 1h), sauf dans le cas de poutres de forte section ou peu chargées.

Lorsque l'on peut prendre en compte les continuités sur appui, les valeurs seuils peuvent atteindre R 90 (SF 1h30) ou R 120 (SF 2h).

13.2.6 Textes de référence

- > **Articles R. 121-2** et suivants du Code de la construction et de l'habitation (CCH)
- > **Arrêté du 22 mars 2004** relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages
- > **NF EN 1991-1-2** : Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-2 : actions générales - Actions sur les structures exposées au feu
- > **NF EN 1992-1-2** : Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 1-2 : règles générales - Calcul du comportement au feu
- > **NF EN 1994-1-2** : Eurocode 4 - Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-2 : règles générales - Calcul du comportement au feu
- > **NF EN 1996-1-2** : Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 1-2 : règles générales - Calcul du comportement au feu

13.3 Termites

13.3.1 Rappel de la réglementation

La réglementation relative à la protection des bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages introduit des dispositions à mettre en application aux projets de construction ainsi qu'aux aménagements.

Remarque

Ce chapitre ne traite que du cas de la protection contre les termites au niveau de l'interface sol/bâtiment.

Pour les bâtiments neufs dans les zones délimitées par un arrêté préfectoral pris pour l'application de l'article L. 133-5 du Code de la construction et de l'habitation (infestation termite), une protection entre le sol et le bâtiment contre l'action des termites doit être réalisée, **au choix du maître d'ouvrage**, par une des solutions suivantes :

- Barrière physique,
- Barrière physico-chimique,
- Dispositif de construction contrôlable, sauf pour les départements d'outre-mer.

Au plus tard à la réception des travaux, **le constructeur du bâtiment doit fournir au maître d'ouvrage une notice technique**, dont le modèle figure dans l'arrêté du 16 février 2010 (Annexe 1), indiquant les dispositifs, les protections ainsi que les références et caractéristiques des matériaux mis en œuvre.

La carte des départements couverts par un arrêté préfectoral délimitant les zones infestées par les termites est consultable :

www.ecologique-solidaire.gouv.fr/lutte-contre-termites-insectes-xylophages-merules-et-champignons-lignivores

13.3.2 Les solutions à disposition

13.3.2.1 Barrière physique

Une barrière physique peut être définie comme étant :

- soit un système constructif constituant barrière physique (par exemple dallage de 12 cm répondant au DTU 13.3), associé à une barrière manufacturée en pose partielle ;
- soit une barrière manufacturée en pose complète.

Plusieurs Avis Techniques existent à ce sujet.

13.3.2.2 Barrière physico-chimique

Une barrière physico-chimique est constituée d'un support physique dans lequel est incorporé une substance chimique à effet biocide.

Une barrière physico-chimique peut être définie comme étant :

- soit un système constructif constituant barrière physique (par exemple dallage de 12 cm répondant au DTU 13.3), associé à une barrière manufacturée en pose partielle ;
- soit une barrière manufacturée en pose complète.

Plusieurs Avis Techniques existent à ce sujet.

Remarque

Attention à la lecture des Avis Techniques des systèmes, notamment vis-à-vis :

- **Des agréments et formations que doivent avoir les applicateurs des produits concernés ;**
- **De leur domaine d'application (par exemple, zone sismique ?) ;**
- **Des dispositions constructives décrites (doublon avec un éventuel dispositif contrôlable par exemple) ;**
- **De la mention éventuelle de zones d'inspection nécessaires en périmétrie extérieure du bâtiment. En cas de compléments donnés par l'avis technique, les modalités d'inspection doivent être relayées au maître d'ouvrage, à travers la notice technique, même si elles ne sont pas demandées (pour les barrières physiques et physico-chimiques) dans le modèle proposé dans l'annexe 1 de l'arrêté du 16 février 2010.**

D'autres barrières physiques ou physico-chimiques manufacturées peuvent être disponibles sur le marché mais elles ne bénéficient d'aucune validation technique à ce jour (Avis Technique ou équivalent). Aussi, voici les recommandations à prendre en compte dans ces cas :

- **vérifier que les dispositions du décret du 26 février 2004, concernant la mise sur le marché des produits biocides, soit respectées ;**
- demander au fabricant la preuve des garanties d'efficacité du produit ou du système, notamment : la preuve d'innocuité à la mise en œuvre et à l'utilisation, la preuve de la garantie de performance décennale de l'action termiticide, etc ;
- vérifier que les dispositions constructives proposées dans les documentations commerciales des fabricants de tels produits respectent celles précisées dans les règles de l'art (par exemple, selon le NF DTU 20.1, rien ne doit désolidariser la planelle du plancher attenant) ;
- **impérativement vérifier que votre contrat d'assurance couvre bien les travaux de mise en œuvre de protections anti-termites avant toute réalisation.**

13.3.2.3 Dispositif de construction contrôlable

Un dispositif de construction contrôlable peut se substituer aux barrières physiques ou physico-chimiques. Si ce dispositif ne se constitue pas en tant que tel une barrière anti-termites, il permet en revanche d'assurer une surveillance régulière des assises de la construction.

Un vide sanitaire répondant aux dispositions des vides sanitaires accessibles, définies dans les NF DTU 60.1 et 61.1, constitue un dispositif de construction contrôlable, tout comme un sous-sol.

13 - QUELQUES POINTS REGLEMENTAIRES A NE PAS OUBLIER

Toutefois, le seul vide sanitaire accessible n'est pas considéré comme suffisant pour assurer la prévention contre les termites à l'interface sol-bâti, les termites pouvant cheminer soit au sein des cavités du soubassement soit depuis l'extérieur. Il doit donc être complété des dispositions suivantes :

- constitution d'un couronnement du soubassement empêchant le cheminement des termites en son sein (par exemple, rang supérieur en blocs pleins avec hourdage des joints verticaux ou chaînage périphérique en béton armé toute largeur et de hauteur minimale 15 cm). La constitution de ce couronnement oblige les termites à cheminer sur les parois latérales et ainsi rendre leur présence facilement décelable lors d'une inspection ;
- zone d'inspection visuelle périphérique extérieure de l'ordre 10 cm au-dessus du sol fini.

13.3.3 Textes de référence

- > **Loi n°99-471 du 8 juin 1999** tendant à protéger les acquéreurs et propriétaires d'immeubles contre les termites et autres insectes xylophages
- > **Arrêté du 27 juin 2006** relatif à l'application des articles R. 112-2 à R. 112-4 du code de la construction et de l'habitation
- > **Arrêté du 16 février 2010** modifiant l'arrêté du 27 juin 2006 relatif à l'application des articles R. 112-2 à R. 112-4 du code de la construction et de l'habitation



14 ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF

Un guide pratique de Règles et bonnes pratiques à l'attention des installateurs (2016) est déjà dédié à cette problématique. Il est accessible sur le portail de l'ANC, www.assainissement-non-collectif.developpement-durable.gouv.fr dans la section Entreprises et Mise en œuvre des installations d'ANC. Ce chapitre ne vise donc que les généralités sur l'assainissement non collectif.

Les habitations non raccordées à un réseau public de collecte des eaux usées doivent être équipées d'une installation autonome dite « d'assainissement non collectif » (ANC) pour traiter leurs eaux usées domestiques (eaux issues de machines à laver, de la cuisine, de la salle de bain et des toilettes). C'est une obligation réglementaire à laquelle tout propriétaire doit se soumettre. Si l'objectif prioritaire est de prévenir tout risque pour la santé publique, il est aussi de limiter l'impact sur l'environnement et de participer ainsi à l'effort national de protection de la ressource en eau. Pour ce faire, il convient que l'installation soit bien conçue, bien réalisée et bien entretenue.

14.1 Schéma général d'une installation

Une installation d'assainissement non collectif désigne toute installation d'assainissement assurant la collecte, le transport, le traitement et l'évacuation de l'ensemble des eaux usées domestiques (à l'exception des eaux pluviales) des immeubles (maisons, appartements, ...) non raccordés à un réseau public de collecte des eaux usées.

- 1) La collecte et le transport des eaux usées en sortie d'habitation sont réalisés d'une part par des dispositifs de collecte (boîtes plus souvent appelées regards), puis par des canalisations ;
- 2) Le traitement des eaux usées est réalisé :
 - soit par le sol en place, ou par un sol reconstitué (sable, zéolite), à l'aval d'un traitement primaire (fosse toutes eaux) : ce sont les filières traditionnelles ;
 - soit par un dispositif de traitement agréé par les ministères en charge de la Santé et de l'Ecologie : ce sont les filières agréées.
- 3) L'évacuation des eaux usées domestiques traitées est réalisée :
 - en priorité par infiltration (A) dans le sol ou par irrigation souterraine lorsque les caractéristiques du sol le permettent (perméabilité entre 10 et 500 mm/h) ;
 - à défaut, après autorisation, par rejet vers le milieu hydraulique superficiel (B) (fossé, cours d'eau...) ;
 - en dernier lieu, par puits d'infiltration soumis à des conditions réglementaires.

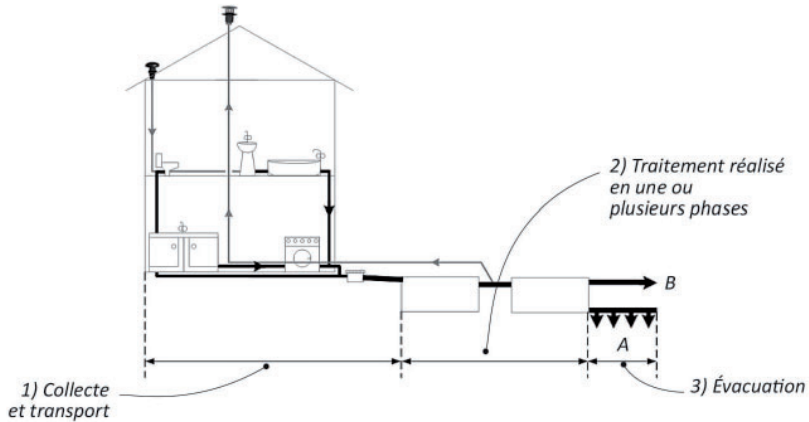
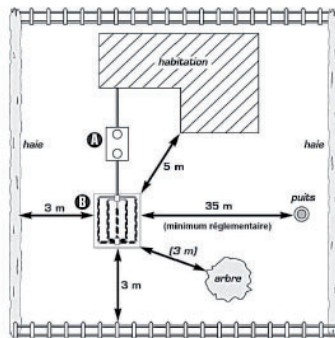


Figure 14.1 - composition d'une installation d'assainissement non collectif

▲ ATTENTION : L'implantation est interdite par la réglementation à moins de 35 m d'un captage déclaré d'eau destinée à la consommation humaine (puits forage).



A Fosse toutes eaux **B** Dispositif de traitement

Figure 14.2 - schéma d'implantation d'une installation d'assainissement non collectif

14.2 Missions et responsabilité de l'installateur

Pour réaliser un assainissement de qualité, l'installateur doit notamment :

- respecter le projet validé par le SPANC ;
- respecter la réglementation en vigueur et les règles de l'art (cf. Paragraphe 14.5) ;
- respecter les préconisations du fabricant inscrites dans le guide d'utilisation (le cas échéant).

Le client doit fournir à l'installateur une attestation de conformité de son projet délivrée par le SPANC avant tout commencement de travaux.

Afin que le chantier ne soit pas retardé par le passage du SPANC, l'installateur s'assurera que celui-ci a été informé, dans un délai raisonnable, de la date de début et de la durée du chantier afin que le SPANC puisse planifier sa visite de vérification de l'exécution des travaux avant remblayage.

14.3 Grandes familles d'installations

Les installations d'assainissement non collectif sont réparties en deux grandes familles :

Les filières « traditionnelles » qui comprennent :

- fosse toutes eaux et épandage à faible profondeur dans le sol naturel (tranchées ou lit d'épandage) ;
- fosse toutes eaux et dispositif de traitement utilisant un massif reconstitué (filtres) ;
 - de sable :
 - filtre à sable vertical non drainé ;
 - filtre à sable vertical drainé ;
 - terre d'infiltration ;
 - lit filtrant drainé à flux horizontal.
 - de zéolite, la mise en œuvre de ce dispositif est autorisée par la réglementation mais non détaillée dans le NF DTU 64.1. Elle ne fait pas l'objet d'agrément.

Les filières « agréées » qui comprennent :

- filtre compact (de laine de roche, fragments de coco, zéolite, ...) ;
- filtre planté (roseaux, ...) ;
- microstation à culture libre (boues activées dont SBR) ;
- microstation à culture fixée immergée (dont lits fluidisés).

14.4 Choix du dispositif de traitement

14.4.1 Filière traditionnelle

L'option choisie résulte des possibilités hydro-pédologiques du terrain.

Les paramètres à prendre en considération sont les suivants :

- l'aptitude du sol à l'épuration ;
- le recueil de l'ensemble des données concernant la structure du sol, l'hydromorphie et la topographie, est indispensable pour le choix et le dimensionnement du dispositif d'assainissement. Pour cette approche, différents critères d'appréciation doivent être connus :
 - superficie disponible ;
 - perméabilité du sol ;
 - niveau et nature du substratum rocheux ;
 - niveau de remontée maximale de la nappe ;
 - pente du terrain ;
 - l'évaluation de la perméabilité du sol peut être approchée par la mise en œuvre d'essais d'infiltration réalisés sur le terrain destiné à recevoir l'épandage (Annexe B.2.2.3 du NF DTU 64.1) ;

14 - ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF

- l'évaluation des fluctuations du niveau de la nappe peut être réalisée par piézomètre, par l'observation du niveau d'eau saisonnier des puits ou forages situés dans le proche voisinage ou par examen de traces de remontées de nappes dans les excavations laissées à l'air libre ;
- les caractéristiques du site ;
- la sensibilité du milieu récepteur à la pollution (exemple : baignade, pêche, captage d'eau, etc.) ;
- l'existence d'exutoires superficiels ;
- les servitudes diverses ;
- l'importance de l'habitation desservie (nombre de pièces principales).

14.4.1.1 Dispositifs de traitement par le sol en place

La mise en œuvre des dispositifs de traitement ci-dessous est détaillée dans le NF DTU 64.1. Ici, le sol en place est utilisé comme système épurateur. L'évacuation de l'eau traitée s'effectue par infiltration dans le sous-sol.

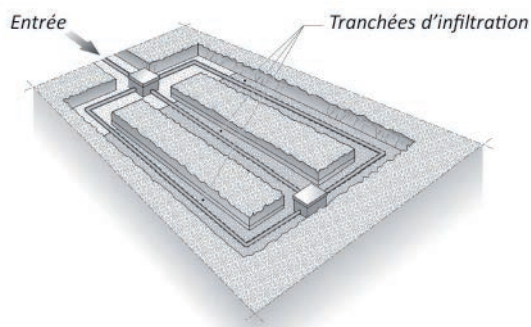


Figure 14.3 - Tranchées d'épandage à faible profondeur

Ce dispositif constitue la **solution prioritaire** en ANC, dans les conditions fixées au paragraphe 14.2.

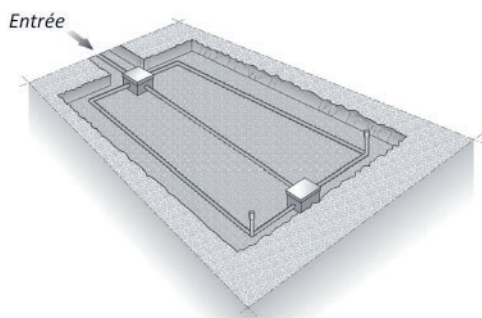


Figure 14.4 - Lit d'épandage à faible profondeur

La réalisation de tranchées d'infiltration peut s'avérer difficile, voire impossible, par la mauvaise tenue des parois (cas des sols sableux).

Dans ce cas, les tranchées sont remplacées par un lit d'épandage à faible profondeur.

14.4.1.2 Dispositifs de traitement utilisant un sol reconstitué

Lorsque le sol ne permet pas la mise en place de tranchées ou d'un lit d'épandage à faible profondeur, il est possible d'utiliser d'autres dispositifs utilisant comme sol épurateur du sable et des graviers ou un lit à massif de zéolithe. Tous deux autorisés par la réglementation, seule la mise en œuvre des dispositifs utilisant le sable et les graviers est décrite dans le NF DTU 64.1.

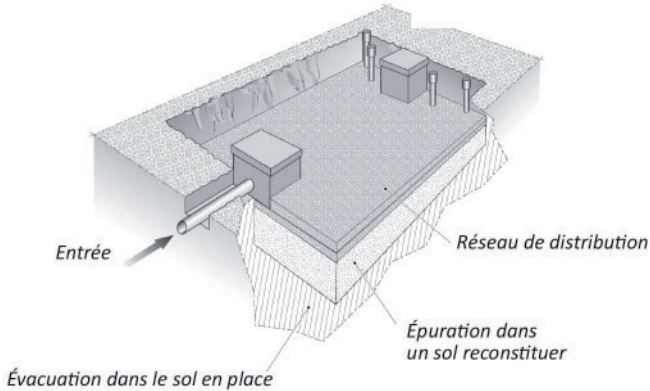


Figure 14.5 - Filtre à sable vertical non drainé

L'élément épurateur est constitué d'un lit de sable. Les effluents traités s'infiltrent directement dans le sol en place.

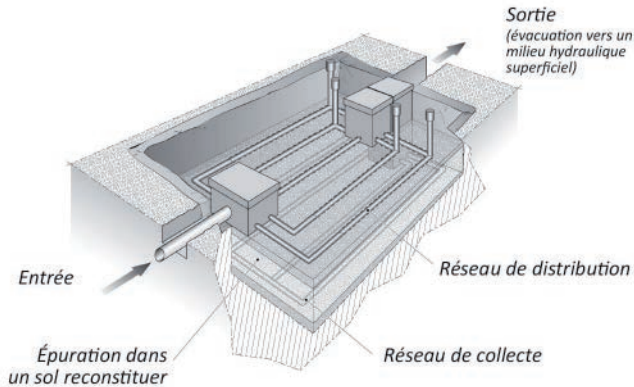


Figure 14.6 - Filtre à sable vertical drainé

La différence avec le dispositif précédent réside en l'évacuation des eaux traitées qui se fait grâce à un réseau de drainage, rejetant ces dernières soit dans le milieu superficiel, soit dans le sous-sol.

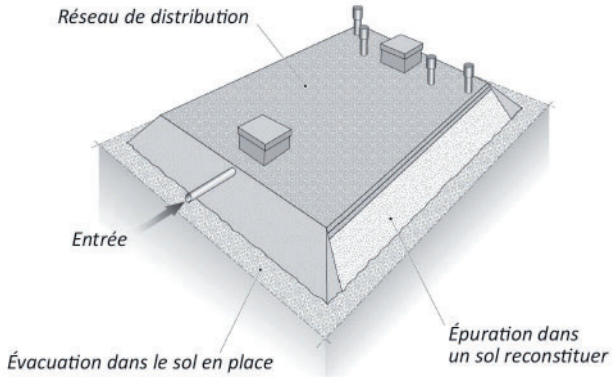


Figure 14.6 - Terte d'infiltration

Le terte d'infiltration est en quelque sorte un filtre à sable vertical non drainé hors sol. Sa mise en œuvre est à prévoir lorsque le sol en place présente une nappe phréatique à faible profondeur.

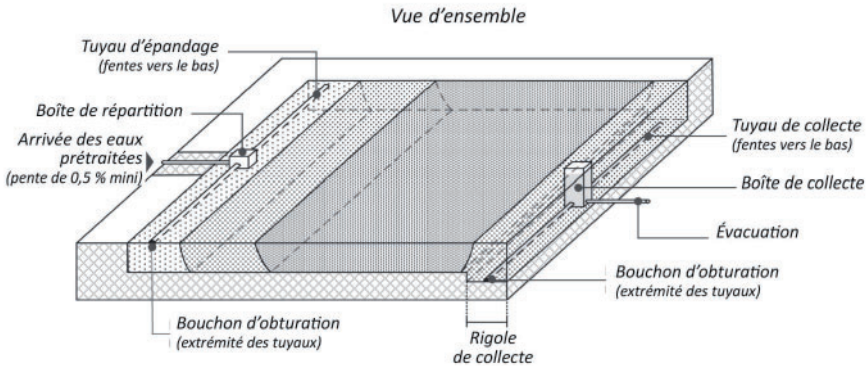


Figure 14.7 - Lit filtrant drainé à flux horizontal

La mise en œuvre de ce dispositif est autorisée par la réglementation mais non détaillée dans le NF DTU 64.1. A installer notamment dans le cas des sols de perméabilité trop faible et lorsque la topographie ne permet pas d'installer un filtre à sable vertical drainé. Du sable lavé de type 2/4 mm est utilisé comme support à l'épuration (traitement). Les eaux usées traitées sont drainées pour être évacuées vers un exutoire.

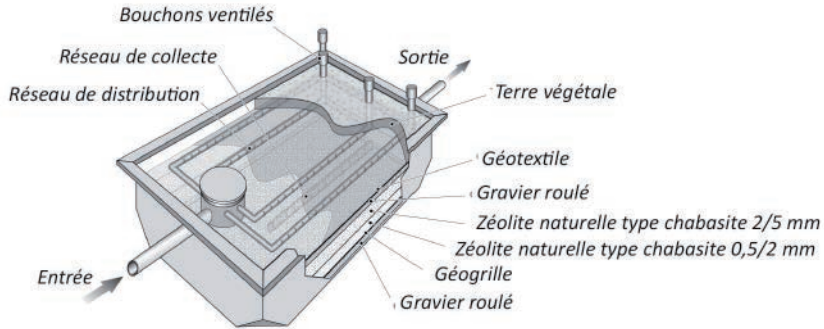


Figure 14.9 - Lit à massif de zéolithe

La mise en œuvre de ce dispositif est autorisée par la réglementation mais non détaillée dans le NF DTU 64.1. Plusieurs fabricants proposent cette solution, chacun ayant son propre mode de mise en œuvre, basée sur le même principe : le massif de zéolithe compose l'élément épurateur du dispositif.

11.4.2. Filières agréées

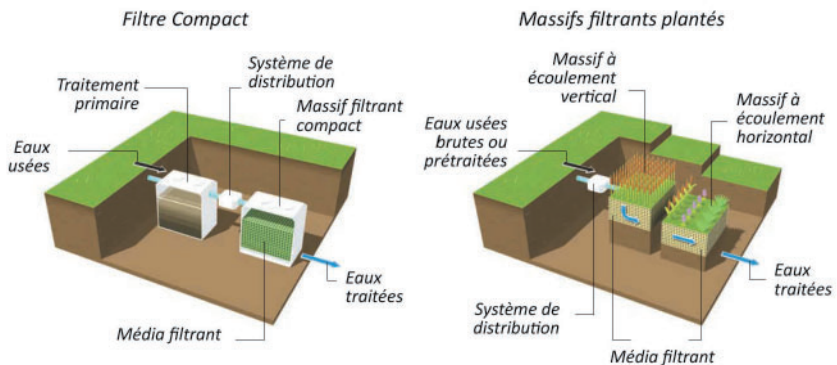
Leur installation est possible quel que soit le type de sol. Les eaux usées traitées sont drainées pour être évacuées (prioritairement par infiltration).

Lorsque le choix d'installation porte sur une filière agréée, l'installateur trouvera avec l'avis relatif à l'agrément un guide d'utilisation apportant notamment les informations suivantes :

- une description de l'installation ;
- les règles de dimensionnement ;
- les modalités de pose ;
- les prescriptions d'entretien.

La liste des dispositifs agréés et les guides d'utilisation sont accessibles sur le portail de l'ANC :

www.assainissement-non-collectif.developpement-durable.gouv.fr



14 - ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF

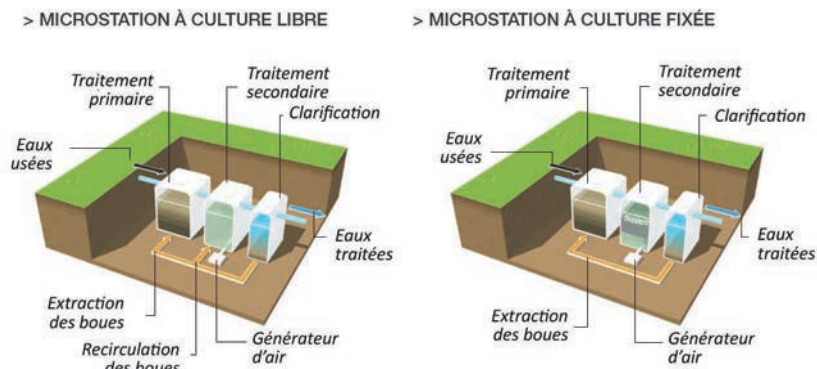


Figure 14.10 - Filières agréées

14.5 Textes de référence

- > Arrêté du 7 septembre 2009, modifié par l'arrêté du 7 mars 2012, fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif de moins de 20 EH
- > Arrêté du 27 avril 2012 relatif aux modalités de l'exécution de la mission de contrôle des installations d'assainissement non collectif
- > Arrêté du 7 septembre 2009, modifié par l'arrêté du 3 décembre 2010, relatif aux modalités d'agrément des personnes réalisant les vidanges et prenant en charge le transport et l'élimination des matières extraites des installations d'assainissement non collectif
- > NF DTU 64.1 : Dispositifs d'assainissement non collectif (dit autonome) - Maisons d'habitation individuelle jusqu'à 20 pièces principales. (2013)

14.6 Bibliographie



Règles et bonnes pratiques à l'attention des installateurs.
Disponible sur :

www.umgo.ffbatiment.fr/maconnerie-gros-œuvre/mediatheque/publication/

Crédits Photos / Illustrations

- > AQC (Agence Qualité Construction), dessins du Mémo chantier : Fondations de maisons individuelles
- > BLEU CITRON dessins extraits des calepins de chantier dallage et assainissement non collectif
- > CSTB dessins du guide pratique Maçonnerie
- > EGF.BTP (Entreprises Générales de France.BTP)
- > FOTOLIA
- > FNTP (Fédération Nationale des Travaux Publics)
- > Groupe Moniteur, dessins du Guide technique assainissement non collectif de Messieurs Vincent Lesueur et Sylvain Brigand
- > SNBPE (Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi)
- > Thonier Henry, extraits de l'ouvrage conception et calcul des structures de bâtiment – Eurocode 2 pratique – Presses de l'ENPC - 2006
- > UMGO-FFB (Union Maçonnerie Gros Œuvre)

Contact

Union de la Maçonnerie et du Gros Œuvre (UMGO)

01 40 69 51 59

Union Nationale des Entrepreneurs Carreleurs, Chapistes, Projeteurs de Polyuréthane (UNECP)

01 40 69 58 20

Union Nationale des Entrepreneurs d'Enduits de Façade (UNEEF)

01 40 69 51 69

Union Nationale des Entrepreneurs de Sols Industriels (UNESI)

01 40 69 51 54

Syndicat Français des Métiers de la Résine (SFMR)

01 40 69 51 46



7-9 rue La Pérouse - 75784 Paris Cedex 16

Vous pouvez retrouver la version PDF de ce document sur

www.ffbatiment.fr

ISBN 978-2-3591725-2-2

Prix public : 18 € TTC



9 782359 172522