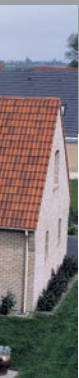


LE BÉTON PRÉFABRIQUÉ DANS LA MAISON INDIVIDUELLE



CIM béton
CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS

LES
PRODUITS
EN
BETON

En partenariat avec

LE MONITEUR
DES TRAVAUX PUBLICS ET DU BÂTIMENT

PRÉFABRICATION EN BÉTON ET HABITAT	3
PRÉFABRICATION EN BÉTON : SOLUTIONS POUR LE LOGEMENT INDIVIDUEL	4
1 - Généralités	5
1.1 Fabrication, matériau, process, certification.....	5
1.2 Thermique.....	7
1.3 Sismique	8
1.4 Acoustique	10
1.5 Feu	10
1.6 Environnement et santé.....	11
2 - Maisons individuelles	13
2.1 Maisons individuelles isolées.....	13
2.2 Maisons individuelles groupées et en bande	30
GLOSSAIRE	32
POUR EN SAVOIR PLUS	33
Textes officiels	33
Autres publications	33
Sites Internet à consulter	33
Normes	33

Préfabrication en béton et habitat

La préfabrication, mode constructif né après la Seconde Guerre mondiale, est apparue en son temps dans un contexte de pénurie de logements et de profusion d'innovations industrielles.

Aujourd'hui, c'est une option proposée aux architectes dans le cadre de leurs choix pour élaborer leurs projets et aux entreprises pour l'optimisation de leurs chantiers.

La préfabrication, et en particulier celle du béton, a élargi sa palette de produits, systèmes et « modules » clés en main et/ou standardisés. Ces derniers présentent l'avantage d'une fabrication totalement maîtrisée grâce à l'approche industrielle.

Les industriels du béton s'efforcent de prendre en compte les exigences de qualité, de confort et de respect de l'environnement incontournables dans l'habitat. Les éléments de construction ainsi produits concernent aussi bien la structure que l'enveloppe et les éléments de second-œuvre.

Le Cahier pratique de cette semaine s'attache à montrer la diversité des solutions aujourd'hui disponibles pour l'acte de construire en logement individuel.

Réalisée par la Fédération de l'industrie du béton (FIB) en collaboration avec le Centre d'études et de recherches de l'industrie du béton (Cerib), cette publication passe en revue les différentes caractéristiques et performances de la préfabrication en béton. Un panorama des différentes solutions existantes et de leur mise en œuvre pour les maisons individuelles est donné dans ce premier volet abordant cette technique de construction.

La Rédaction du Moniteur

Ce Cahier pratique est consultable à l'adresse www.lemoniteur.fr/lemoniteur_numerique pour les abonnés aux services Premium du Moniteur en activant leur compte en ligne.

Préfabrication en béton : solutions pour le logement individuel

Les produits en béton fabriqués en France par les industriels de la préfabrication sont destinés au bâtiment (64 %) et aux travaux publics (36 %).

Concernant les logements, les produits en béton couvrent tous les usages résidentiels du cadre de vie et notamment les maisons individuelles isolées et groupées. Ils rassemblent les éléments de structures et ossatures (longrines, poutres, planchers à poutrelles et hourdis isolants ou non, prédalles...), les composants de maçonnerie (blocs, appuis de fenêtres, linteaux...), des composants pour murs (prémurs, cloisons, encadrements de baie, corniches...), les escaliers, les conduits de fumée et les tuiles en béton.

La préfabrication en béton s'appuie sur un réseau de production de matériaux au plus près de la demande, favorisant ainsi les « circuits courts » et la traçabilité des matériaux sur l'ensemble de la chaîne de production.

Les produits en béton, fabriqués en usines fixes selon des process industriels respectant l'environnement (recyclage et récupération des eaux, prévention des pollutions...), offrent la garantie d'une qualité industrielle, constante tout au long de l'année, liée à un contrôle continu effectué à toutes les étapes de fabrication.

L'emploi sur chantier des produits préfabriqués (finis ou semi-finis à assembler sur chantier) permet de rationaliser et d'optimiser la production des ouvrages, grâce à des méthodes d'assemblage et de pose (qui évitent les erreurs et nécessitent moins de retouches sur chantier), tout en générant moins de déchets.

Associés à des méthodes contrôlées, ils garantissent des conditions de travail et de sécurité générant moins de pénibilité et de nuisances sur les chantiers.

La préfabrication permet de réduire les coûts et les délais de construction, et contribue ainsi à la maîtrise du coût global du bâtiment. Les industriels du béton, attentifs aux attentes du marché et aux évolutions réglementaires, ont développé de nouveaux matériaux (bétons à ultra-hautes performances [BUHP], bétons légers, isolants...) et de nouvelles fonctionnalités (autonettoyance, dépollution, recyclage...). Ils proposent pour chaque projet les solutions innovantes les plus adaptées à la destination finale du bâtiment. Des solutions d'avenir sont aussi développées en matière d'adjuvants, de fibres, de colorants, de matériaux biosourcés... Les produits et systèmes préfabriqués en béton, résistants, dotés d'une très grande inertie thermique et d'une tenue au feu sans égal, permettent de construire de façon pérenne.

Christian Herreria

Président de la commission marché bâtiment de la FIB (Fédération de l'industrie du béton).

Ce Cahier pratique a été réalisé avec la collaboration des industriels, membres de la commission marché bâtiment de la FIB (Fédération de l'industrie du béton), et des ingénieurs du Cerib (Centre d'études et de recherches de l'industrie du béton).

1 - GÉNÉRALITÉS

1.1 - Fabrication, matériau, process, certification

Si l'apparition des premières machines de préfabrication de produits en béton dans le domaine de la maçonnerie, par exemple la machine à bras « l'Unique », coïncide avec l'essor économique et technique du début du XX^e siècle, c'est principalement l'immense besoin de reconstruction après la Seconde Guerre mondiale qui suscitera le fort développement des solutions industrialisées en béton.

Depuis, les techniques de fabrication n'ont cessé d'évoluer pour aboutir à l'utilisation d'équipements variés, automatisés et performants, spécifiques aux différentes familles de produits de construction en béton.

1.1.1 - Matériau béton

À partir d'une base commune de constituants minéraux connus et disponibles localement (granulats, ciment, eau), c'est bien de bétons au pluriel dont il faut parler. Ils se différencient en effet par leur composition, c'est-à-dire le dosage relatif de chacun des constituants, ainsi que par la nature de ceux-ci.

Par exemple, la teneur en ciment, rapportée à la masse sèche de l'ensemble des constituants varie de 7 % (blocs et entrevous) à 20 % (tuiles) en moyenne. De même, la dimension maximale des granulats varie de 3 mm (tuiles) à 25 mm (éléments de murs). La consistance du béton frais (de très ferme à fluide) permet soit un démoulage immédiat des produits, soit un démoulage différé.

L'industrie des produits en béton a intégré, voire initié, des évolutions majeures de la composition des bétons utilisés en préfabrication, par exemple :

- **Les bétons fibrés à ultra-hautes performances (BFUP)** permettent, entre autres, la réalisation de produits architecturaux

élégants et structurés, mais aussi de solutions constructives élancées et très résistantes.

- **Les bétons autoplaçants** sont maintenant couramment utilisés pour la fabrication de certains produits lourds et complexes (escaliers, poutres, murs à coffrages intégrés [MCI]). Leur fluidité est obtenue par l'utilisation d'une quantité élevée d'éléments fins (de taille inférieure à 125 µm) et d'adjuvants de type plastifiants.
- **Les bétons légers**, qui sont définis par une masse volumique inférieure à 2 000 kg/m³ (en pratique, entre 800 et 1 500 kg/m³) et impliquent l'utilisation de granulats particuliers (ponce, argile, ardoise expansée, bois), fournissent des réponses efficaces aux besoins de performances thermiques, acoustiques et mécaniques permettant des murs porteurs jusqu'à quatre niveaux.
- **Le béton cellulaire** constitue un cas particulier des bétons légers par sa masse volumique comprise entre 350 et 650 kg/m³. Elle est obtenue par un processus de fabrication particulier (Cf. 1.1.2). Il s'agit de béton qui se caractérise par une résistance à la compression permettant de supporter des parois porteuses jusqu'à quatre niveaux.

1.1.2 - Process de fabrication

Le mode de stockage des granulats détermine le type de centrale à béton intégrée aux centres de production (type tours, cases ou trémies en ligne...) (Fig. 1).

La centrale automatique inclut la pesée précise et reproductible des constituants, élément fondamental pour l'obtention en permanence des caractéristiques visées pour les produits finis. Sa seconde fonction consiste à mélanger les constituants dans un malaxeur. Le plus souvent, les malaxeurs produisent des « gâchées » de volume variable selon les équipements (de 200 à 3 000 L de béton compacté), en combinant différentes technologies adaptées (cuve tournante, train valseur, axe vertical ou incliné, turbomalaxeur...) pour répondre à plusieurs objectifs de productivité, de régularité, de qualité et de sécurité.

Figure 1. Site de production de produits en béton (© FIB).



Les produits préfabriqués en béton se différencient par l'usage d'armatures (ex. : poutrelles, panneaux, escaliers) ou non (ex. : blocs, entrevous, tuiles). Dans le premier cas, il existe également une distinction dans une même famille entre les produits précontraints ou armés (ex. : poutrelles, prédalles...). Concernant les process qui donnent leur forme aux produits, la **fabrication sur presse** fournit majoritairement des produits manportables (ex. : blocs, entrevous) (Fig. 2). Ils sont fabriqués en grandes séries à avec un béton ferme performant dans des moules intégrés à une presse vibrante. La fabrication est dite en démoulage immédiat (cycle de fabrication de l'ordre de 15 secondes).

Figure 2. Presse à blocs béton (© FIB).



Les produits moulés sont plutôt des produits de grandes dimensions. Ils nécessitent un coffrage de type table (ex. : panneaux de façade) ou un moule adapté à une géométrie particulière (escaliers). Ils sont fabriqués en démoulage différé.

Les produits filés sont fabriqués (ex. : poutrelles) à l'aide d'une machine qui se déplace sur un banc de grande longueur (80 à 120 m) à une vitesse de l'ordre de 2 m/min. Le filage permet de fabriquer plusieurs lignes de produits en parallèle (8 à 22 rangées).

Toutes les techniques précédentes font appel à la mise en vibration calibrée du béton qui garantit une répartition homogène des constituants dans le volume du produit. Elle est obtenue soit à l'aide d'un système externe (vibrateur centrifuge) soit en interne au matériau (aiguille vibrante). En principe, l'utilisation d'un béton autoplaçant ne nécessite aucune vibration.

Dans la dernière étape de la fabrication, il est nécessaire de maintenir les produits dans des conditions thermo-hygrométriques maîtrisées pour que l'hydratation du ciment se fasse en totalité. C'est ce que l'on appelle la cure du béton. Elle est réalisée soit par le maintien des produits dans des chambres de durcissement, soit avec bâchage ou encore avec pulvérisation d'eau ou de produits de cure.

Dans la plupart des cas, les produits préfabriqués présentent un béton durci compact et faiblement poreux. L'ajustement des paramètres de fabrication et de formulation des bétons permet d'adapter les produits à des exigences physico-chimiques et mécaniques pour atteindre les performances recherchées de solidité, de durabilité et d'esthétique. Par exemple, la gamme de résistance à la compression des produits varie de 4 MPa (béton de blocs) à plus de 150 MPa (béton fibré à ultra-hautes performances), résistance bien évidemment adaptée à l'usage qui en est attendu dans l'ouvrage.

Cas particulier du béton cellulaire

Dans la préfabrication, le béton cellulaire présente une spécificité liée à l'utilisation de constituants (chaux, agent d'expansion) complémentaires aux constituants traditionnels du béton (ciment, sable, eau). Le mode de fabrication (expansion dans un moule avant passage en autoclave) est également particulier à ce matériau.

1.1.3 - Certification

L'engagement de l'industrie du béton pour la qualité se manifeste par la mise à disposition de normes, de cahiers de prescriptions techniques ou de règles professionnelles, accompagnés de la certification des solutions constructives.

La certification volontaire de produits, régie par le Code de la consommation, offre les avantages suivants :

- l'élaboration d'un référentiel avec tous les acteurs concernés : les fabricants en concertation avec les utilisateurs, les distributeurs et les organismes techniques ;
- l'implication systématique d'une tierce partie accréditée pour attester des performances, en complément des contrôles réguliers effectués en usine par l'industriel ;
- la prise en compte de l'ensemble des caractéristiques jugées pertinentes par le marché pour la réalisation d'ouvrages durables et de qualité, conformément aux règles de l'art ;
- la valorisation de manière objective des produits ;
- une adaptation aux besoins du marché notamment en considération des évolutions techniques et des innovations.

Plus de 25 familles de produits en béton comportent des marques de certification volontaire, dont les principales sont les marques NF et CSTBat (Fig. 3).

Figure 3. Logos de marquage (© Afnor Certification).



Les référentiels de certification (NF, CSTBat...) pour les produits en béton sont périodiquement revus et intègrent régulièrement de nouvelles exigences :

- la marque « NF Blocs béton » dispose ainsi de dispositions complémentaires, permettant d'attester des performances thermiques des produits dans les ouvrages (NF Th), du respect de la prévention parasismique (NF S) ou de la performance environnementale des produits (NF FDES certifiée) ;
- la marque « NF Planchers - Ossatures » est elle aussi sollicitée pour reconnaître les performances vis-à-vis du comportement parasismique (S), en complément des aspects solidité, durabilité et géométrie.

POUR EN SAVOIR PLUS

Les produits et les usines titulaires de certifications sont disponibles sur les sites suivants : www.cerib.com, www.marque-nf.com et www.evaluation.cstb.fr.

1.2 - Thermique

1.2.1 - Principes généraux

Les principes physiques généraux en thermique (conduction, convection, rayonnement) trouvent leur traduction pratique dans le bâtiment sous forme d'isolation et d'inertie thermique. Les objectifs visés pour le bâti vont ainsi consister, d'une part, à limiter les échanges avec l'extérieur (isolation) et, d'autre part, à emmagasiner la chaleur en hiver et la fraîcheur nocturne en été (inertie).

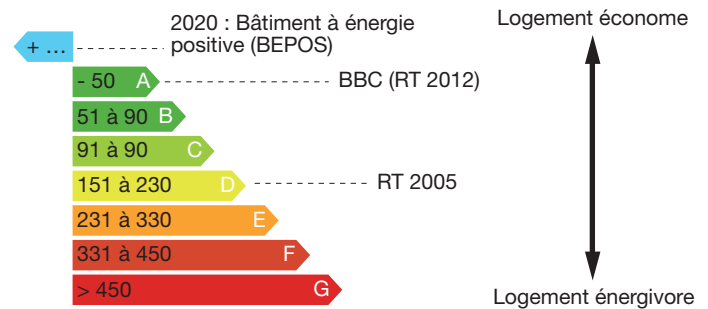
Les échanges entre l'intérieur et l'extérieur peuvent se produire en partie courante des ouvrages ainsi qu'aux points singuliers que constituent les liaisons (ponts thermiques). Dans les deux cas, on recherchera la mise en place d'isolants légers. En revanche, l'inertie est obtenue par des matériaux les plus lourds possibles, comme le béton. Ces phénomènes ne doivent en aucun cas être perturbés par des fuites parasites, ce qui amène également à traiter la problématique de l'étanchéité à l'air (perméabilité).

1.2.2 - Labels et réglementation

Les objectifs nationaux de réduction de la consommation énergétique sont justifiés par les engagements pris par la France dans le cadre du protocole de Kyoto. Ces engagements se sont traduits par l'évolution des exigences des réglementations thermiques RT 2000, 2005 et 2012 pour la construction neuve. En parallèle, il existe également des labels (BBC, Effinergie), d'application volontaire, qui comportent des exigences supérieures, et préfigurent souvent les évolutions réglementaires. L'objectif initial défini pour 2020 lors du Grenelle de l'environnement a été celui de bâtiments à énergie positive (Bepos), c'est-à-dire une consommation énergétique entièrement compensée (Fig. 4).

Le Plan bâtiment Grenelle environnement (renommé depuis 2012 « Plan bâtiment durable ») a proposé que la réglementation 2020 intègre des critères autres que la thermique (énergie grise, impact CO₂, qualité de l'air, mobilité, isolation acoustique...) dans le cadre d'un concept de « réglementation pour un bâtiment responsable » (RBR).

Figure 4. Exigences des différentes réglementations thermiques (© Cerib).



1.2.3 - Principes d'isolation

L'isolation thermique par l'intérieur (ITI) est prédominante en maisons individuelles. L'épaisseur nécessaire de l'isolant complémentaire est de l'ordre de 10 à 14 cm. Les modes de pose sont « pose collée » ou « sur ossature métallique ».

L'isolation thermique par l'extérieur (ITE) est principalement utilisée en rénovation des maisons individuelles. L'épaisseur et le mode de pose sont similaires à ceux de l'ITI. Les dernières innovations en maçonnerie isolante permettent de diminuer l'épaisseur d'isolant rapporté nécessaire.

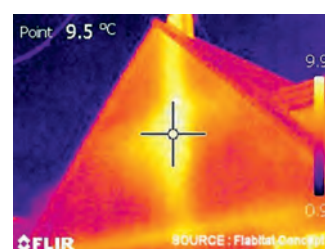
L'isolation thermique répartie (ITR) remplit les deux fonctions, mécanique et thermique, d'un mur support. Les épaisseurs courantes varient de 30 à 42 cm selon la zone climatique.

1.2.4 - Ponts thermiques

L'isolation de l'enveloppe en partie courante étant de plus en plus performante, la part relative des ponts thermiques sur les déperditions globales n'est plus négligeable. Il convient de traiter les ponts thermiques liés aux liaisons des planchers (bas, intermédiaires, hauts), des menuiseries et des murs de refends (Fig. 5). Selon le principe d'isolation retenu (ITI, ITE ou ITR) et le type de maçonnerie (blocs de granulats courants, légers ou béton cellulaire) et de plancher associé, le pont thermique plancher/façade est traité soit à l'aide de rupteurs soit à l'aide de planelles isolantes.

Dans le cas du béton cellulaire et de certains types de murs isolants associés à des planchers isolants, l'utilisation de rupteurs n'est pas systématiquement nécessaire conformément aux règles Th-U.

Figure 5. Thermographie du pignon d'une maison (© Fiablat Concept).



1.2.5 - Inertie

L'inertie thermique constitue un des paramètres essentiels pour l'obtention d'un confort d'été satisfaisant. Ce dernier se caractérise, par exemple, par la température intérieure atteinte pendant les journées les plus chaudes de l'été. Les études ont montré que des écarts proches de 10 °C peuvent être observés entre les deux catégories d'inertie, très lourde et très légère. L'inertie lourde génère du confort d'été et un gain de l'ordre de 5 % en matière de consommation énergétique d'un ouvrage. Les parties d'ouvrage qui apportent de l'inertie sont, dans l'ordre d'importance, les planchers, les cloisons et les façades. Le matériau béton apporte par sa masse une contribution positive à l'inertie thermique.

1.2.6 - Perméabilité à l'air

Afin de maintenir ses performances thermiques globales, l'enveloppe d'un bâtiment doit être suffisamment « étanche à l'air » sachant que les locaux sont par ailleurs ventilés pour assurer un renouvellement d'air suffisant. La perméabilité à l'air concerne les jonctions (ex. : menuiseries/façades) et les traversées de parois de l'enveloppe (planchers, façades, toitures). Ces points singuliers font l'objet de dispositions particulières prévues dans les notices de pose des produits ou définies dans les règles de l'art.

Pour les maisons individuelles, la perméabilité à l'air est considérée comme satisfaisante lorsque l'essai normalisé (NF EN 13829) donne un résultat réglementaire inférieur ou égal à 0,6 m³/(h.m²) sous une différence de pression de 4 Pa.

1.2.7 - Solutions innovantes

L'innovation dans l'industrie du béton a largement accompagné l'évolution des exigences réglementaires thermiques. Citons par exemple les deux solutions suivantes :

- blocs de granulats légers (ponce, ardoise, argile expansée, pouzzolane) associés à des planelles de même type ;
- rupteurs de ponts thermiques planchers/façades.

1.3 - Sismique

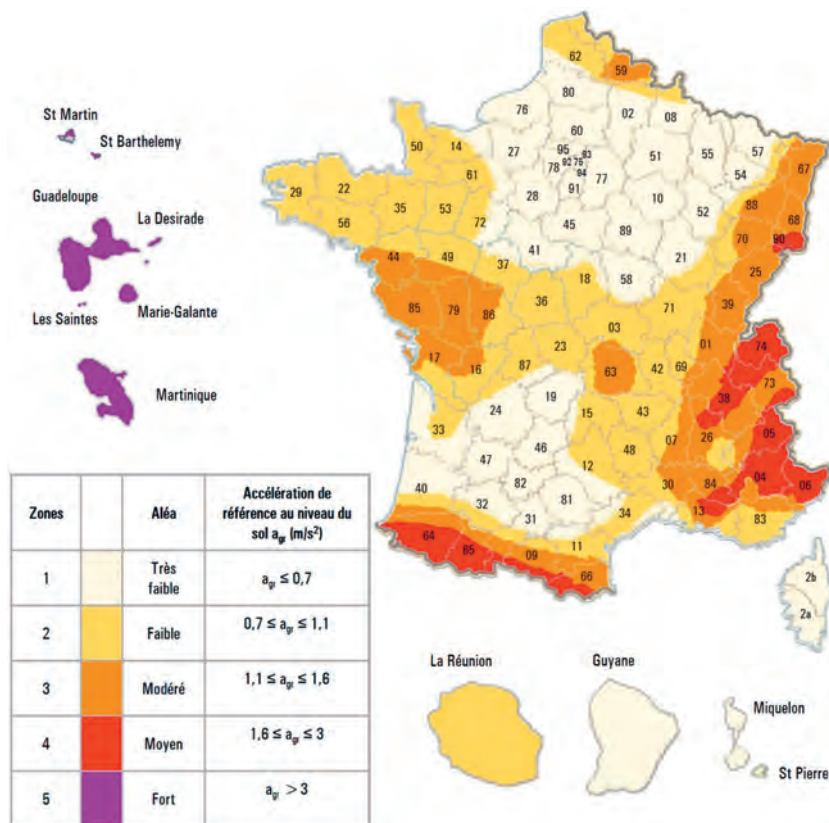
1.3.1 - Principes généraux

Un séisme résulte de la libération brusque d'énergie accumulée par les déplacements et les frottements des différentes plaques de la croûte terrestre. Cette sollicitation à caractère accidentel se manifeste par une secousse plus ou moins violente du sol. Elle est à l'origine d'émissions d'ondes qui, en se propageant, génèrent des déplacements à composantes horizontales et verticales. Ces oscillations créent ainsi des forces d'inertie dans les structures, l'ouvrage étant simultanément soumis aux oscillations horizontales et verticales. Le respect de « règles de l'art » imposées par la réglementation parasismique permet d'en maîtriser les conséquences.

1.3.2 - Réglementation

Le décret du 22 octobre 2010 (Fig. 6) et son arrêté d'application ciblant les bâtiments de la classe dite « à risque normal » imposent le recours à l'Eurocode 8 pour la conception et le dimensionnement des bâtiments parasismiques.

Figure 6. Zonage sismique (Source : décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français).



Les bâtiments sont classés par catégorie d'importance : les maisons individuelles, ou les bâtiments assimilés, ainsi que les bâtiments d'habitation collective sont classés en catégorie d'importance II (arrêté du 22/10/2010).

Pour le cas des maisons individuelles, les règles PS-MI sont applicables sous réserve de vérification des conditions d'application définies dans ces textes. Elles garantissent la construction parasismique des bâtiments tout en s'affranchissant des méthodes de calcul.

1.3.3 - Construction parasismique

Qu'elles soient de natures permanentes, variables ou accidentelles, l'identification et la prise en compte des charges constituent une étape essentielle dans la réalisation d'un ouvrage. Comme tous types de charges, les séismes engendrent une sollicitation sur laquelle les professionnels de la construction doivent s'interroger afin de garantir la fonctionnalité de l'ouvrage. Toutes formes de prédictions de l'apparition d'un séisme étant impossibles au vu des connaissances actuelles, le moyen de prévention le plus efficace contre le risque sismique reste la construction parasismique.

1.3.4 - Conséquences pour les produits en béton

En maison individuelle, la maçonnerie et les planchers chaînés confèrent la meilleure résistance mécanique à l'ouvrage. La

conception et la mise en œuvre doivent veiller à la continuité mécanique verticale et horizontale des armatures dans les chaînages en béton. Elle doit également favoriser la symétrie en plan et en élévation ainsi qu'une homogénéité dans les systèmes porteurs et les matériaux (murs de contreventement). Les blocs béton utilisés pour la construction parasismique doivent être conformes à la norme européenne NF EN 771-3 et à son complément national NF EN 771-3/CN.

Les blocs utilisés en situation sismique doivent aussi être conformes à l'Eurocode 8. Ils doivent respecter des conditions géométriques et de résistance mécanique définies.

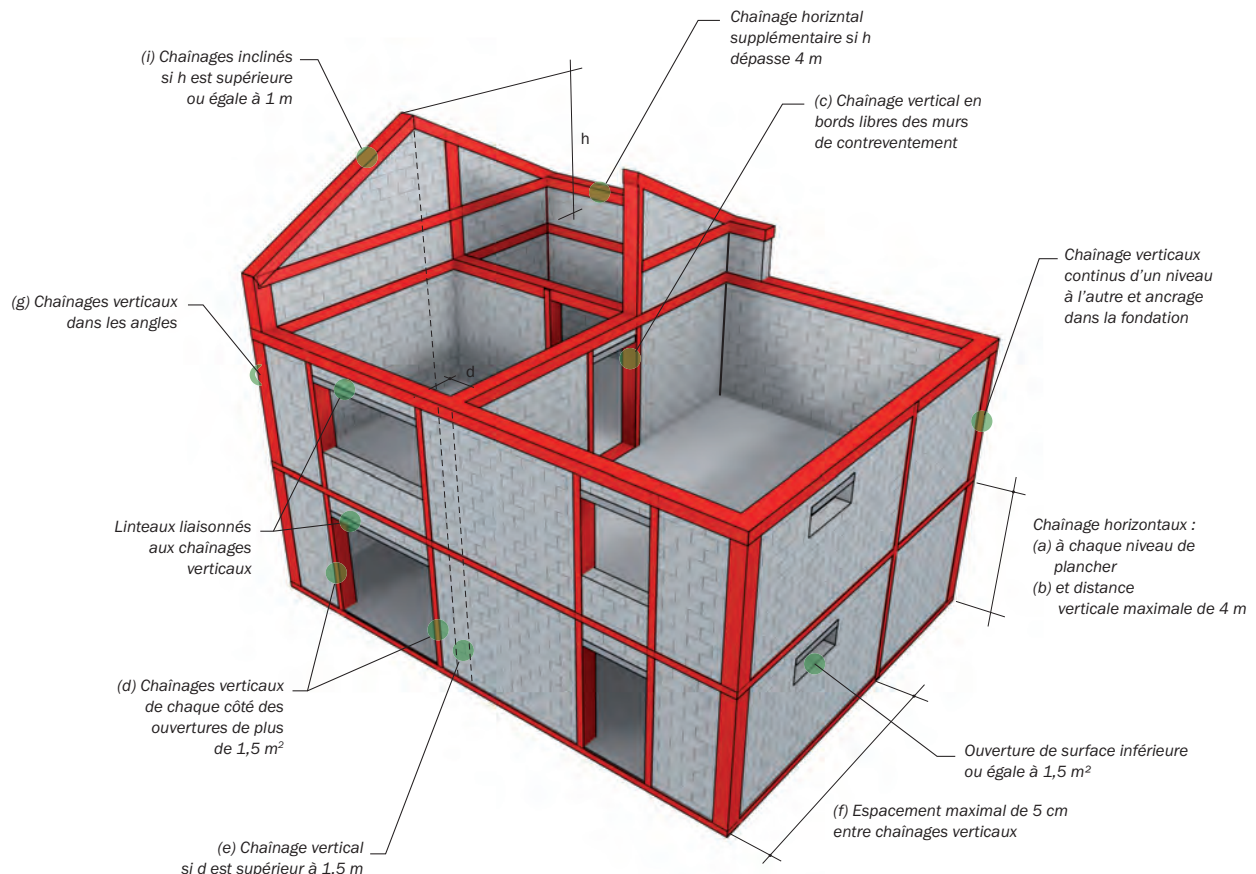
Les blocs porteurs titulaires de la marque NF et de la caractéristique complémentaire sismique NF S sont conformes aux exigences de l'Eurocode 8.

Les planchers ont une fonction de diaphragme rigide, c'est-à-dire qu'ils doivent être suffisamment rigides dans leur plan pour pouvoir répartir de manière homogène les efforts dans les éléments verticaux (Fig. 7).

Cette fonction est assurée :

- par une dalle collaborante rapportée et armée par un treillis soudé (4 ou 5 cm au minimum), dans le cas d'un plancher à poutrelles et entrevous ;
- en renforçant la liaison entre le plancher et les éléments structuraux horizontaux et verticaux.

Figure 7. Dispositif de chaînage parasismique (© Cerib).



1.4 - Acoustique

1.4.1 - Principes généraux

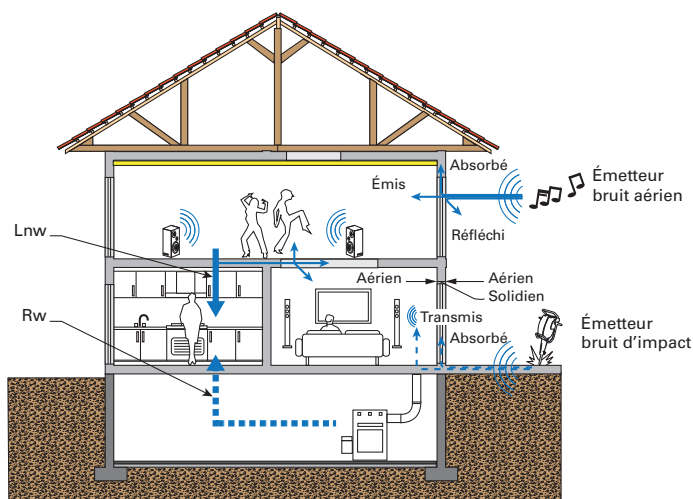
Le confort acoustique est un élément important de la qualité de vie. La sensation auditive est créée par la variation de la pression de l'air, caractérisée par une fréquence (exprimée en hertz) et un niveau (exprimé en décibels).

Pour les ouvrages, les différents bruits sont classés en :

- **bruits aériens extérieurs** : ils sont émis à l'extérieur du bâtiment par les trafics routier et ferroviaire, les avions, le voisinage... ;
- **bruits intérieurs** : ce sont les voix des voisins, le son de la télévision ou de la chaîne hi-fi... ;
- **bruits de chocs ou d'impacts** : ce sont essentiellement les bruits de pas, de chutes d'objets sur le sol ou de fermetures de portes, la vibration des parois par les mouvements d'équipements électroménagers... ;
- **bruits d'équipements** : appareils individuels de chauffage, de climatisation, systèmes de ventilation mécanique, équipements collectifs tels qu'ascenseurs ou chaufferie collective.

Face à ces différents types de bruits, l'isolation acoustique permet de maîtriser l'énergie transmise dans les cas de bruits aériens et d'impact, la correction acoustique maîtrisant pour sa part le niveau sonore réverbéré ou l'énergie réfléchie (Fig. 8).

Figure 8. Illustration des transmissions phoniques (© Cerib).



1.4.2 - Réglementation

En maison individuelle la réglementation acoustique distingue les deux cas suivants :

1. **Maisons isolées** : seule une exigence sur l'isolation acoustique extérieure s'applique, selon le classement de la façade (de 30 dB à 45 dB), ainsi que sur les niveaux de bruits engendrés par les équipements (chauffage, climatisation, ventilation).
2. **Maisons accolées en bande** : elles sont assimilables, sur le plan réglementaire, aux bâtiments collectifs. Les exigences concernent en plus la transmission des bruits aériens (53 dB) et d'impact entre locaux (58 dB).

1.4.3 - Performance des produits en béton

Avec des masses surfaciques généralement importantes, les parois en béton sont d'excellents remparts contre les bruits, y compris en basses fréquences.

Dans le détail, on trouve :

- **vis-à-vis des bruits extérieurs** : les parois de façade en béton sont largement suffisantes. Elles sont complétées, pour les besoins d'isolation thermique, par un doublage thermique ou thermo-acoustique ;
- **vis-à-vis des bruits intérieurs** : en séparatif (cas des maisons en bande), les exigences peuvent être respectées avec un mur double désolidarisé constitué de blocs de maçonnerie. Une isolation phonique complémentaire est également nécessaire ;
- **vis-à-vis des bruits d'équipements** : les parois massives en béton sont un gage de tranquillité. En fonction des niveaux vibratoires émis par la source et la configuration du bâtiment, un découplage vibratoire source/support peut être nécessaire ;
- **vis-à-vis des bruits d'impact** : un traitement complémentaire (revêtement de sol, chape flottante) à la solution béton « nu » est mise en place.

Bien entendu, un dimensionnement précis, au cas par cas, par un bureau d'études acoustiques est possible, ce dimensionnement permettant en plus une optimisation de la solution pour un confort d'usage optimal.

1.5 - Feu

La sécurité incendie des ouvrages est régie par la réglementation en vigueur en fonction du type d'activité et de la taille de l'ouvrage.

Dans le cas des bâtiments d'habitation, les exigences sont données dans l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié. Elles sont fonction de la famille (quatre au total) à laquelle appartiennent les habitations. Qu'elles soient isolées, jumelées ou en bande, les habitations individuelles appartiennent à la 1^{re} ou 2^e famille selon qu'elles ont un étage ou plus sur rez-de-chaussée et selon que leurs structures sont indépendantes ou non quand elles sont placées en bande.

Deux notions interviennent vis-à-vis de la sécurité incendie :

- **la réaction au feu**, correspondant à l'ensemble des propriétés d'un matériau de construction qui contribuent à la naissance et au développement d'un incendie ;
- **la résistance au feu**, qui est la capacité d'un élément de construction à remplir sa fonction malgré l'action d'un incendie (Fig. 9 et Fig. 10).

En pratique, le béton est bien sûr incombustible et ne contribue ainsi pas au développement du feu (il bénéficie donc du meilleur classement, c'est-à-dire A1 selon les Euroclasses ou encore M0 selon l'ancien classement français).

Une exigence de réaction au feu M1 est donnée pour les entrevous de polystyrène expansé utilisés conjointement avec des poutrelles. Ces entrevous peuvent rester apparents en plafond des sous-sols des 1^{re} et 2^e familles d'habitation.

Figure 9. Essai de résistance au feu d'un mur en blocs béton réalisé au Cerib : vue de la face non exposée du mur (© Cerib – Laboratoire Prométhée).



Figure 10. Essai de résistance au feu d'un mur en blocs béton réalisé au Cerib (au bout de quatre heures d'essai, la température du four est de 1 150 °C) : vue à l'intérieur du four pendant l'essai (© Cerib – Laboratoire Prométhée).



POUR EN SAVOIR PLUS

CSTB, *Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie*, Cahier du CSTB 3231, juin 2000 (en cours de révision).

La résistance au feu sera vérifiée, pour un incendie conventionnel normalisé, selon les critères suivants :

- **la stabilité au feu (R)** : aptitude d'un élément porteur à conserver sa stabilité durant une durée donnée ;
- **l'étanchéité au feu (E)** : aptitude d'un élément de construction, ayant une fonction de compartimentage, à résister à une exposition au feu sur une seule face sans permettre le passage de flammes ou de gaz chauds ;
- **l'isolation thermique (I)** : aptitude d'un élément à résister à une exposition au feu sur un côté sans diffuser, par transfert de chaleur, vers le côté non exposé. L'élévation de température moyenne sur la face non exposée doit être inférieure à 140 °C (ou 180 °C en un point).

Les éléments porteurs de 1^{re} famille doivent être classés R 15, ceux de la 2^e famille doivent être classés R 30. Pour ces mêmes familles, le classement exigé est de REI 15 pour les parois séparatives. De fait, la faible conductivité thermique du béton permet un échauffement de la section relativement lent. De manière simplifiée, la perte de stabilité sera atteinte au moment où les armatures arriveront à une température critique ne leur permettant plus de soutenir la charge. À titre d'exemple, pour un enrobage de l'armature de 25 mm, la température critique de l'armature (500 °C) sera atteinte lors d'un incendie après 90 minutes environ (R 90).

De même, une cloison de compartimentage en panneaux pleins de 12 cm d'épaisseur offre une étanchéité au feu et une isolation thermique de 120 minutes (EI 120). Ces valeurs vont bien au-delà de celles exigibles pour les maisons individuelles. Les produits en béton préfabriqués offrent donc des performances de résistance au feu répondant aux exigences réglementaires des bâtiments d'habitation.

1.6 - Environnement et santé

1.6.1 - Impact environnemental sur les chantiers

L'utilisation de produits en béton limite l'impact environnemental des chantiers, notamment en termes de gestion des déchets. Le travail mené par les industriels du béton avec les entreprises et les organismes de prévention participe également à des chantiers plus sûrs et moins pénibles, grâce à des produits de plus en plus légers et des solutions de levage et de manutention adaptées.

1.6.2 - Impact environnemental de la fabrication

Les produits en béton sont fabriqués à partir de granulats naturels (81 %), le plus souvent locaux, ou de granulats recyclés, de liant hydraulique (12 % en moyenne) et d'eau (7 %).

Les diverses formulations utilisées pour les produits en béton sont conçues pour garantir durablement aux utilisateurs les performances attendues. Dans une logique d'innovation, l'industrie des produits en béton vise à optimiser la quantité et la nature des ciments incorporés, en intégrant notamment l'utilisation de nouveaux liants, de ciments présentant un bilan énergie amélioré pour l'environnement. La recherche sur le granulat tend également à introduire des granulats agrosourcés (bois, chanvre...) pour conférer de nouvelles fonctionnalités aux produits en béton. En jouant sur la composition, les industriels du béton proposent aujourd'hui des solutions s'appliquant, par

exemple, à réduire les pics de pollution et leurs conséquences (bétons dépolluants ou bétons autonettoyants) ou à limiter l'une des principales nuisances environnementales, le bruit.

1.6.3 - Impact environnemental en usine

L'industrie du béton s'est engagée depuis plusieurs années dans une démarche raisonnée de limitation de ses impacts environnementaux en termes de production. Peu consommatrice en énergie (la plupart des produits en béton autoturcissent à température ambiante), l'industrie du béton porte notamment ses efforts sur la limitation et le traitement de ses rejets : station de traitement et de recyclage des eaux usées, limitation des poussières, réduction du bruit.

1.6.4 - Fiche de déclaration environnementale et sanitaire (FDES)

Dans un projet de construction, les maîtres d'ouvrage doivent pouvoir disposer de données fiables leur permettant de choisir les produits et d'évaluer l'impact environnemental de l'ouvrage.

Les fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) répondent à ce besoin, en présentant un bilan environnemental du produit sous forme d'indicateurs d'impacts, calculés par la méthodologie normalisée d'analyse du cycle de vie (ACV), ainsi que les données nécessaires à l'évaluation de la contribution du produit aux caractéristiques sanitaires et au confort de l'ouvrage (émission de composés organiques volatils [COV], qualité de l'air intérieur...).

L'industrie du béton réalise depuis une quinzaine d'années les FDES collectives pour ses différentes familles de produits. Sont ainsi disponibles 23 FDES relatives aux produits en béton sur la base de référence Inies (www.inies.com) (Fig. 11).

Une démarche de certification volontaire par tierce partie, complémentaire à la marque NF, s'appuyant sur les FDES a été initiée par les industriels du béton. Cette reconnaissance, basée sur le contrôle en usine de tous les paramètres de production, apporte l'assurance de la conformité avec les indicateurs environnementaux de la FDES concernée et encourage une démarche d'amélioration constante.

Figure 11. Exemples de FDES issues de la base Inies (© Cerib).



1.6.5 - Intégration de la démarche HQE

Le réseau dense d'usines réparties sur le territoire, approvisionnées localement le plus souvent, limite les transports des produits. Par exemple, la distance moyenne entre le lieu de fabrication d'un bloc béton et le chantier est d'une trentaine de kilomètres. Dans un projet de construction ou de rénovation, la démarche volontaire « Haute qualité environnementale » (HQE) permet aux maîtres d'ouvrage de prendre en compte, sur la base d'un langage commun (les 14 cibles de la démarche HQE, cf. Fig. 12), les caractéristiques environnementales d'un bâtiment, depuis sa conception jusqu'à sa mise en service. Cette démarche répond à deux grands défis :

- un plus grand confort et une meilleure sécurité des bâtiments ;
- une maîtrise de l'utilisation des ressources naturelles et de l'énergie.

La cible 2 « Choix intégré des procédés et produits de construction » de la démarche HQE nécessite la fourniture d'informations environnementales et sanitaires sur les produits, les FDES apportant ces données selon un mode reconnu de tous.

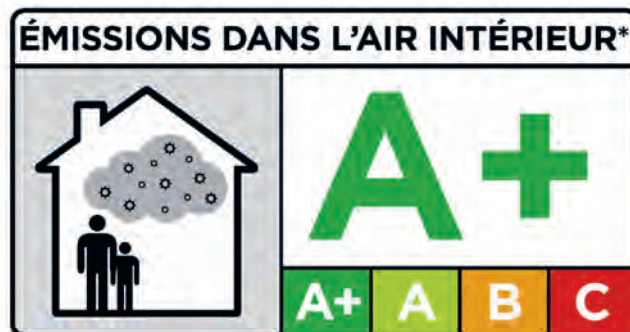
Figure 12. Illustration des 14 points HQE (© HQE).



1.6.6 - Qualité de l'air intérieur

Dans le respect de la mise en application du décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 portant sur la qualité de l'air intérieur, des essais d'émissions de polluants volatils ont été réalisés sur des produits en béton destinés à la construction des bâtiments (sols, murs, structure). Les résultats montrent que les produits préfabriqués en béton se situent nettement en dessous des seuils les plus contraignants et sont classés A+ (Fig. 13).

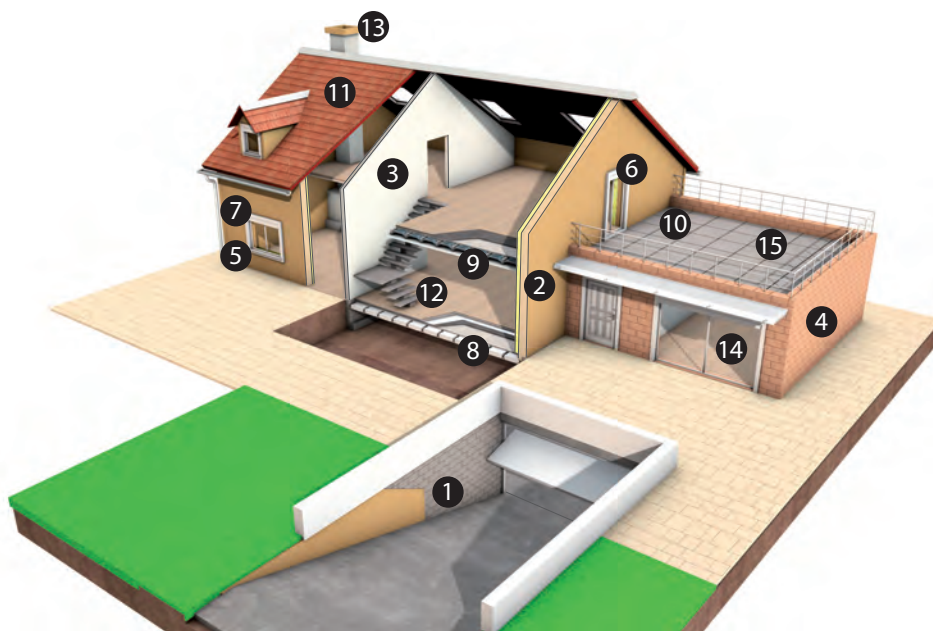
Figure 13. Classement en termes de qualité de l'air (© MEDDE).



2 - MAISONS INDIVIDUELLES

Les produits préfabriqués en béton sont les matériaux les plus utilisés dans la construction de maisons individuelles. Ils permettent la mise en place de solutions constructives à la fois simples, rapides, innovantes et durables avec des coûts maîtrisés. Leurs performances thermiques, acoustiques et de sécurité répondent aux exigences réglementaires d'aujourd'hui et à celles de demain.

Figure 14. Éclaté d'une maison individuelle (MI) (© FIB).



- 1 Mur de sous-sol
- 2 Mur porteur (IT1)
- 3 Mur séparatif
- 4 Mur de parement
- 5 Appui de fenêtre
- 6 Encadrement de baie
- 7 Linteaux
- 8 Plancher sur vide sanitaire
- 9 Plancher intermédiaire
- 10 Plancher-terrasse
- 11 Couverture
- 12 Escalier
- 13 Conduit
- 14 Dalle de sol
- 15 Dalles sur plots

2.1.1 - Murs porteurs et séparatifs

Le système constructif en blocs béton est une solution de construction pérenne, performante et économique pour la réalisation de murs séparatifs et de murs porteurs soumis à des charges verticales :

- **Performances thermiques**

Le bloc béton associé à un doublage isolant intérieur ou extérieur répond aux exigences de la RT 2012 sans modification du système de mise en œuvre. En lui associant des planelles de rives ou des rupteurs de ponts thermiques, au niveau des planchers intermédiaires, il permet de réduire de manière significative les ponts thermiques. Son inertie thermique lui permettra de satisfaire aux futures réglementations.

- **Performances acoustiques**

Il n'existe pas d'obligation réglementaire d'isolement entre les pièces d'un même logement. Néanmoins, le bloc béton est structurellement un isolant phonique grâce à sa masse et permet de bénéficier d'un très bon confort.

- **Performances au feu**

La réglementation impose un degré de coupe-feu (REI) de 15 minutes pour les murs porteurs extérieurs de la maison (Tab. 1). Le bloc béton est classé A1.

Tableau 1 : Résistance au feu d'un mur nu en blocs creux d'épaisseur 20 cm

Type	Maçonné	Collé
B40 à 6 alvéoles en mur non porteur	EI 120 (2h)	
B40 à 6 alvéoles en mur porteur	REI 180 (3h)	
B40 à 9 alvéoles en mur porteur	REI 240 (4h)	
B40 à 9 alvéoles en mur non porteur	EI 240 (4h)	
B40 alvéoles en mur porteur		REI de 60 (1h) à 120 (2h) selon modèles et fabricants
Béton cellulaire >15 cm		REI 240 (4h)

- **Aspects sanitaires**

Les systèmes constructifs en blocs béton permettent d'éviter la condensation et la prolifération de moisissures. Les quantités de COV émises sont infimes. Les nuisances liées au chantier de construction sont faibles et limitées dans le temps (bruits, déchets, poussières).

2.1.1.1 - Murs porteurs

Principaux modèles de blocs

Les principaux types de blocs pour murs de sous-sol sont présentés à la figure 15.

Figure 15. Principaux modèles de blocs (© FIB).



Les blocs à enduire sont les suivants :

- blocs creux à maçonner ;
- blocs pleins perforés à maçonner ;
- blocs pleins à maçonner ;
- blocs accessoires pour les points spécifiques ;
- blocs à emboîtements verticaux ;
- blocs à coller ;
- blocs isolants à coller ;
- blocs en béton cellulaire.

Il existe, par ailleurs, des blocs de parement pour murs porteurs. Un exemple de construction en blocs de parement est donné à la figure 16.

Figure 16. Maison en blocs de parement (© FIB).



Les performances des blocs béton sont certifiées par la marque NF.

Classes de tolérances dimensionnelles

Les classes de tolérance pour les blocs à enduire sont données dans le tableau 2.

Tableau 2 : Classes de tolérance pour les blocs à enduire en béton

Appellation des produits	Classe de tolérance	Tolérances (mm)
Blocs à enduire à maçonner	D1	$(L_{-3}^{\pm 3}; L_{-5}^{\pm 3}; h_{-3}^{\pm 3})$
Blocs de parement à maçonner	D2	$(L_{-3}^{\pm 1}; L_{-3}^{\pm 1}; h \pm 2)$
Blocs à enduire à coller	D3	$(L_{-3}^{\pm 1}; L_{-3}^{\pm 1}; h \pm 1.5)$
Blocs à enduire ou de parement à coller	D4	$(L_{-3}^{\pm 1}; L_{-3}^{\pm 1}; h \pm 1)$

L : Longueur ; l : largeur ; h : hauteur.

Pour tous les blocs à coller, la spécification est complétée d'une exigence sur le parallélisme et la planéité des faces d'appui de 1,5 mm pour la classe D3 et 1 mm pour la classe D4.

Classes de résistance garantie

Les classes de résistance garantie sont au nombre de deux :

- B40 à B160 : Granulats courants (4 à 16 N/mm²) ;
- L25 à L70 : Granulats légers (2,5 à 7 N/mm²).

2.1.1.2 - Murs séparatifs

Principaux modèles de blocs

Les blocs pour les murs séparatifs sont de type :

- blocs creux à maçonner ;
- blocs pleins perforés à maçonner ;
- blocs pleins à maçonner ;
- blocs accessoires pour les points spécifiques ;
- blocs à emboîtements verticaux ;
- blocs à coller ;
- blocs de béton cellulaire.

2.1.1.3 - Solutions thermiques

Les solutions performantes et économiques pour faire face aux exigences de la RT 2012 sont nombreuses.

Le concepteur a aujourd'hui le choix entre plusieurs systèmes de murs pour répondre à son objectif de performance thermique du bâti (Fig. 17 et Fig. 18).

Figure 17. Schéma des systèmes ITI, ITR et ITE (© FIB).

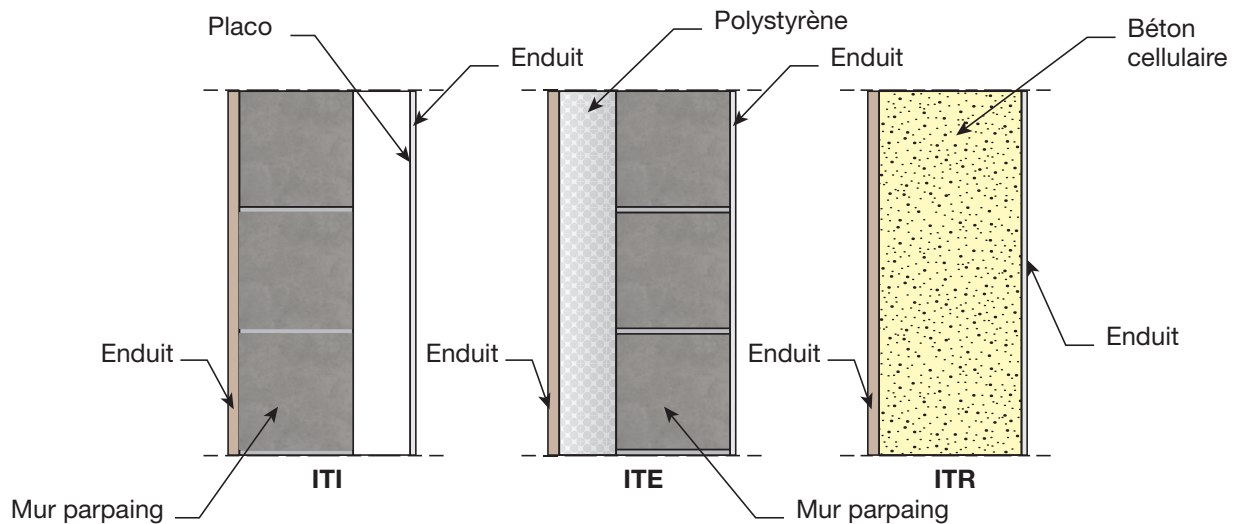
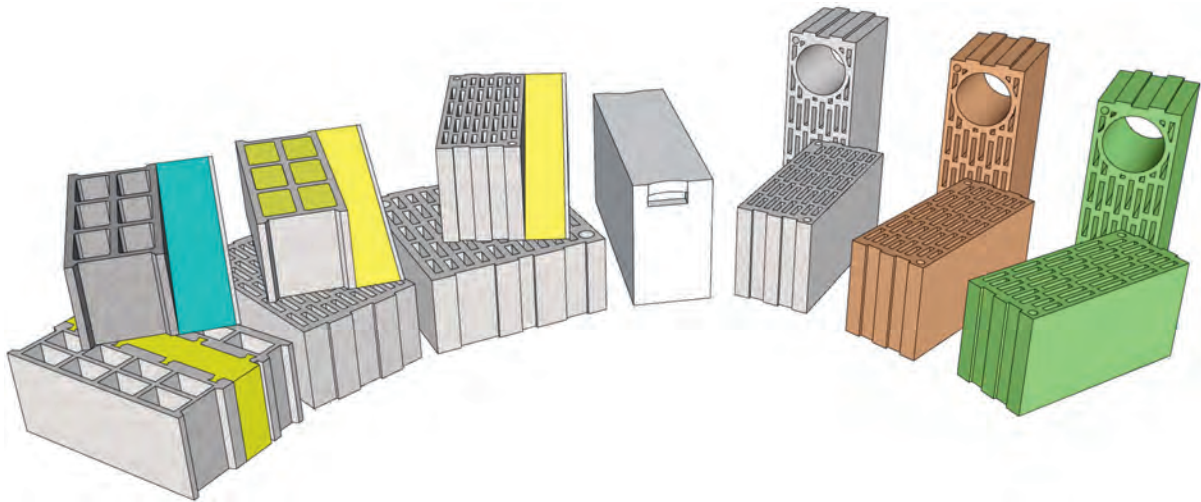


Figure 18. Différents types de blocs thermiques (© Cerib).



• Solutions ITI (isolation thermique par l'intérieur)

L'isolant se positionne sur le mur à l'intérieur de la maison.

Exemples de solutions :

- Blocs à maçonner ou à coller de 20 cm d'épaisseur avec doublage isolant PSE épaisseur 10+120

Calcul de la résistance thermique totale du mur

Enduit semi-allégé 1,5 cm	R = 0,01
Bloc en béton creux de 20 cm	R = 0,25
Isolant PSE Th 32 10+120	R = 3,80
Rse + Rsi	R = 0,17

Total (m².K/W) R = 4,23

avec Rsi : résistances superficielles pour une paroi verticale donnant sur l'extérieur.

- Blocs à coller isolant de 20 cm d'épaisseur avec doublage isolant PSE épaisseur 10+100

Calcul de la résistance thermique totale du mur

Enduit semi-allégé 1,5 cm	R = 0,01
Bloc en béton isolant de 20 cm	R = 1,30
Isolant PSE Th 32 10+100	R = 3,15
Rse + Rsi	R = 0,17

Total (m².K/W) R = 4,63

avec Rsi : résistances superficielles pour une paroi verticale donnant sur l'extérieur.

Les blocs isolants apportent une contribution significative à la performance thermique des murs porteurs et participent aussi à la réduction des ponts thermiques. Ils ont des résistances thermiques généralement comprises entre 0,8 et 2,0 m².K/W pour une épaisseur de 20 cm.

- Blocs en béton cellulaire de 20 à 25 cm d'épaisseur avec doublage isolant PSE

Calcul de la résistance thermique totale du mur

Enduit semi-allégé 1,5 cm	R = 0,01
Bloc en béton cellulaire de 20 à 25 cm	R = 1,74 à 2,78
Isolant PSE Th 32 10+100	R = 3,15
R _{se} + R _{si}	R = 0,17

Total (m².K/W) R = 5,07 à 6,11

avec R_{si} : résistances superficielles pour une paroi verticale donnant sur l'extérieur.

• Solutions ITR (isolation thermique répartie)

Ce sont des solutions généralement mises en œuvre avec des blocs de béton cellulaire. L'isolation est répartie au sein du matériau sous la forme de bulles d'air emprisonnées dans le béton. Le matériau est donc à la fois isolant et porteur.

Les blocs en béton cellulaire, isolants dans la masse, assurent un mur homogène ; les ponts thermiques sont réduits, par exemple, à la jonction entre les murs et les planchers.

Exemple de solution :

- Blocs de béton cellulaire ITR épaisseur 30 cm minimum, posés à joints minces sans complément d'isolation

Calcul de la résistance thermique totale du mur

Enduit semi-allégé 1,5 cm	R = 0,01
Bloc isolant de 36,5 cm	R = 3,98
R _{se} + R _{si}	R = 0,17

Total (m².K/W) R = 4,16

avec R_{si} : résistances superficielles pour une paroi verticale donnant sur l'extérieur.

• Solutions ITE (isolation thermique par l'extérieur)

L'isolant se positionne sur le mur à l'extérieur de la maison. Les solutions en ITE bénéficient de l'inertie thermique des blocs béton mais nécessitent de bien traiter l'isolation des soubassements, des ouvertures, des parties supérieures des murs et des acrotères.

Exemples de solutions :

- Bloc à coller isolant de 20 cm avec isolant extérieur PSE Th 38 épaisseur 160 mm

Calcul de la résistance thermique totale du mur

Enduit semi-allégé 1,5 cm	R = 0,01
Bloc isolant de 20 cm	R = 1,30
Isolant thermique extérieur Th 38 10+160 mm	R = 4,18
R _{se} + R _{si}	R = 0,17

Total (m².K/W) R = 5,66

avec R_{si} : résistances superficielles pour une paroi verticale donnant sur l'extérieur.

- Bloc en béton cellulaire de 20 cm avec isolant extérieur PSE Th 38 épaisseur 160 mm

Calcul de la résistance thermique totale du mur

Enduit semi-allégé 1,5 cm	R = 0,01
Bloc en béton cellulaire de 20 cm	R = 1,74
Isolant thermique extérieur Th 38 10+160 mm	R = 4,18
R _{se} + R _{si}	R = 0,17

Total (m².K/W) R = 6,10

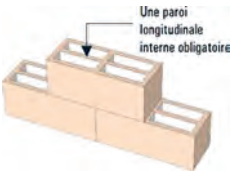
avec R_{si} : résistances superficielles pour une paroi verticale donnant sur l'extérieur.

2.1.1.4 - Solutions parasismiques

Les blocs béton utilisés pour la construction parasismique doivent être conformes à la norme européenne NF EN 771-3, à son complément national NF EN 771-3/CN, à l'Eurocode 8, aux règles PS-MI, et respecter les conditions géométriques et de résistance mécanique.

Les blocs porteurs titulaires de la marque NF et de la caractéristique complémentaire sismique NF S sont conformes aux exigences de l'Eurocode 8 (Tab. 3).

Tableau 3 : Exigences réglementaires en zone sismique
(Source : FIB)

Objet	Exigences de l'Eurocode 8	
Types d'éléments : pleins ou creux avec au moins une paroi interne longitudinale porteuse située dans un même plan vertical commun		
Largeur ou épaisseur minimale des blocs	Blocs pleins ou perforés	Groupe 1 : 150 mm
	Blocs creux	Groupe 2 et 3 : 200 mm
Résistance mécanique des éléments, hors béton cellulaire	Normale à la face de pose	Groupes 1 à 4 : f _{b,min} : 4 MPa
	Longitudinalement à la face de pose	f _{bh,min} (hors béton cellulaire) : 1,5 MPa
Résistance mécanique des éléments en béton cellulaire	Bâtiment d'au plus deux étages : M _{vn} ≥ 350 kg/m ³ et épaisseur ≥ 250 mm	f _{b,min} : 2,8 MPa f _{bh,min} : 2,8 MPa
	Bâtiments toutes hauteurs : M _{vn} ≥ 450 kg/m ³ et épaisseur ≥ 200 mm	f _{b,min} : 4 MPa f _{bh,min} : 1,5 MPa

Les blocs béton de 20 cm d'épaisseur satisfont à ces règles, ainsi que les blocs en béton cellulaire.

Mise en œuvre des murs

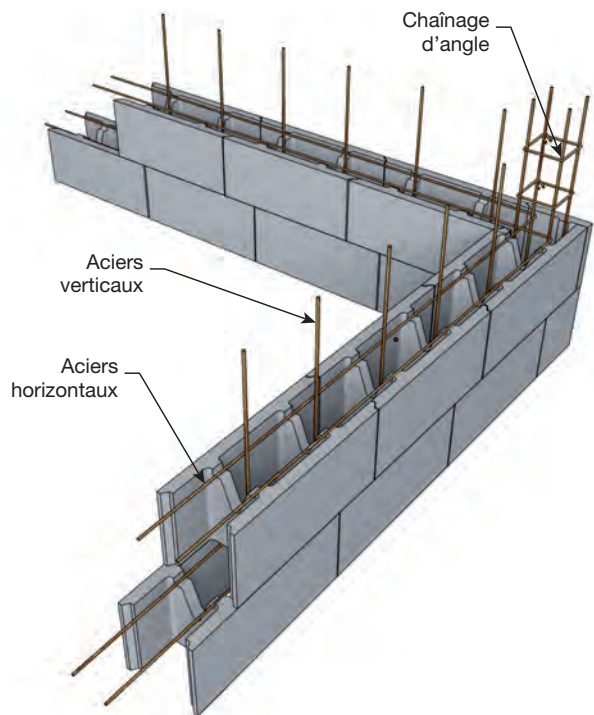
Assemblés avec un mortier ou une colle, la mise en œuvre des blocs est simple et rapide. Il existe des blocs spécifiques pour traiter tous les points singuliers (angle, coupe, linteau, pans coupés...).

• Mise en œuvre des blocs béton de coffrage

La mise en œuvre des blocs béton de coffrage suit la méthodologie suivante :

- Les blocs de coffrage se posent sur une arase en commençant par les angles, le réglage horizontal du premier rang sera contrôlé de niveau dans les deux sens, puis les blocs seront maçonnés (classe D1) ou montés par empilage à sec (classe D3 ou D4, épaisseur 20 cm minimum selon le DTU 20.1) au maximum sur sept rangs de hauteur (< 1,50 ml [mètre linéaire]) avant d'effectuer le remplissage du béton en toute sécurité.
- Il faut prévoir des armatures verticales (noyées dans les fondations ou la dalle) et horizontales à l'avancement du montage des blocs, aciers haute adhérence (HA) de limite d'élasticité 500 MPa, suivant les calculs et recommandations d'un bureau d'études en béton armé (Fig. 19).
- Le béton de remplissage devra être résistant (de classe minimum C20/25) pour reprendre les efforts prévus pour l'ouvrage avec une consistance suffisamment fluide (0/12 avec affaiblissement S4) pour bien remplir les alvéoles des blocs de coffrage qui devront être nettes de tous débris. L'utilisation d'un plastifiant pour la mise en place du béton est conseillée.
- Le béton coulé en place devra s'arrêter à au minimum 5 cm en dessous de l'arase en attente pour solidariser les rangs de blocs suivants au moyen des noyaux centraux.

Figure 19. Principe de montage et de ferrillage des blocs de coffrage (© FIB).

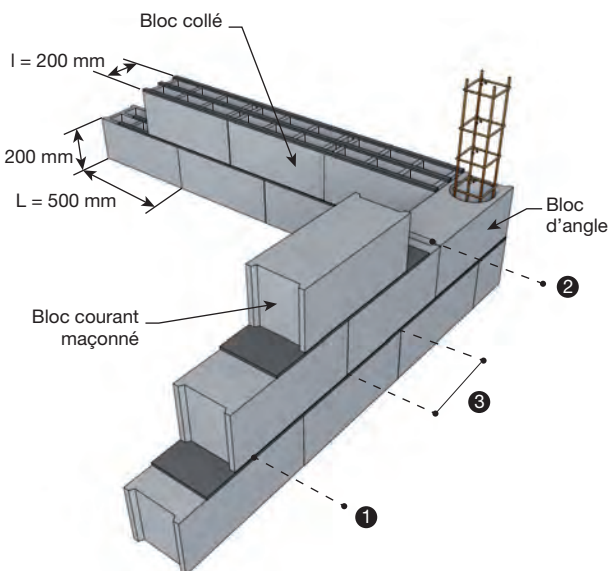


• Mise en œuvre des blocs béton à maçonner pour le montage d'un mur

La mise en œuvre des blocs béton à maçonner pour le montage d'un mur doit suivre les règles suivantes (Fig. 20) :

- Suivant le DTU 20.1, le joint horizontal, d'une épaisseur de 10 à 15 mm doit être réalisé sur toute la surface du bloc (❶).
- La confection des joints verticaux se fait par remplissage des poches à mortier uniquement en situation sismique (les zones sismiques 1 et 2 ne sont pas concernées) (❷).
- Le chevauchement entre blocs doit être supérieur à 1/3 de la longueur des blocs. Il est recommandé de monter un mur avec un nombre entier de lits de blocs (❸).

Figure 20. Règles de l'art de montage de murs maçonnés (© FIB).



• Joints

L'épaisseur des joints de maçonnerie varie en fonction du type de pose (Tab. 4).

Tableau 4 : Épaisseur des joints en fonction de la technique de pose

	Joints épais	Joints minces
Joints horizontaux	10 à 15 mm	1 à 3 mm
Joints verticaux	6 mm	2 mm
Blocs ⁽¹⁾	Blocs standards	Blocs à tolérances réduites
Mortiers ⁽²⁾	Mortier traditionnel	Mortier colle

(1) conformes à la norme NF EN 771-3 et NF EN 771-3/CN.

(2) conformes à la norme NF EN 998-2.

Les avantages de la pose collée des blocs béton sont les suivants (Fig. 21) :

- Gain en main-d'œuvre de plus de 35 % sur la réalisation du chantier.
- Moins de pénibilité par la suppression des manutentions liées à la préparation et à la mise en œuvre du mortier traditionnel.
- Moins de nuisances (consommation d'eau, bruits et déchets de chantier) avec une consommation de seulement 2 à 3 kg/m² de colle pour une épaisseur de joint fini de 1 mm.
- Économie de 90 % d'eau sur la mise en œuvre.

Figure 21. Mise en œuvre de la colle (© FIB).



• **Solutions de mise en œuvre parasismique**

Les bâtiments en maçonnerie construits avec des blocs béton de granulats courants ou légers, ou en béton cellulaire, posés à joints, satisfont les exigences parasismiques lorsque les dispositions constructives suivantes sont respectées lors de la mise en œuvre :

- utilisation de blocs NF S ;
- remplissage (ou collage) ou non des joints verticaux entre les blocs selon le choix du concepteur. À défaut d'indication, il est recommandé de remplir les joints ;
- continuité mécanique horizontale et verticale des chaînages et des raidisseurs.

La conception des chaînages et des liaisons pour les constructions parasismiques est présentée aux figures 22 et 23.

Figure 22. Exemple de conception des chaînages et des liaisons pour les constructions parasismiques (© FIB).

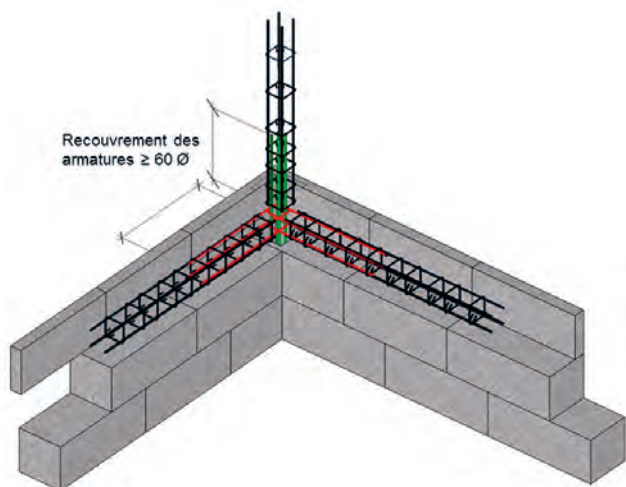
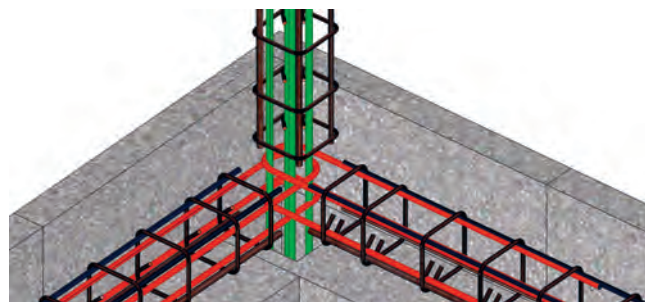


Figure 23. Détail de la conception des chaînages et des liaisons pour les constructions parasismiques (© FIB).



- **Solutions pour mur : bloc de coffrage, bloc de rive, bloc standard, bloc linteau, appuis de fenêtres**
Les solutions possibles sont proposées aux figures 24 et 25.

Figure 24. Position des différents blocs béton (© FIB).

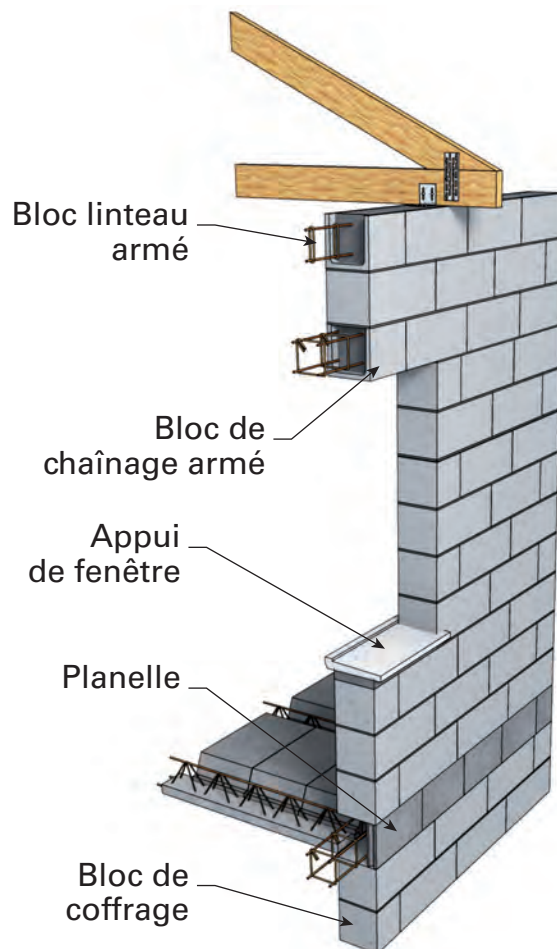


Figure 25. Mise en œuvre des blocs béton en sécurité (© FIB).



• **Préconisation pour la mise en œuvre des enduits extérieurs**

Les préconisations pour la mise en œuvre des enduits extérieurs concernent :

- les classes des supports à enduire selon la norme NF DTU 26.1 :
 - Rt3 en blocs béton,
 - Rt3 ou Rt2 en blocs en béton isolant,
 - Rt1 en blocs de béton cellulaire ;
- la compatibilité de l'enduit avec les supports en maçonnerie :
 - OC1 enduit applicable sur tous supports en maçonnerie Rt1, Rt2 ou Rt3,
 - OC2 enduit applicable sur supports en maçonnerie Rt2 et Rt3,
 - OC3 enduit applicable sur supports en maçonnerie Rt3 ;
- les épaisseurs minimales de l'enduit :
 - épaisseur de 12 à 15 mm pour une maçonnerie soignée, 15 à 18 mm pour une maçonnerie courante, épaisseur minimale en tous points 10 mm,
 - sur le béton lisse (ex. des linteaux coulés *in situ*), il est préférable de réaliser, soit une 1^{re} passe avec un mortier adjuvanté d'un latex préconisé par le fabricant (Cf. note du comité façade du CSTB du 11/03/2009), soit un gobetis d'accrochage façon mouchetis fin au moyen d'un mortier spécifique ;
- une disposition particulière pour les soubassements : il est conseillé d'utiliser en soubassement un enduit d'imperméabilisation spécialement destiné à cet usage.

• **Mise en œuvre des blocs de béton cellulaire**

La mise en œuvre des blocs de béton cellulaire comporte les étapes suivantes :

- Les blocs de béton cellulaire sont posés à joints minces.
- Le sens de pose est indifférent, cela étant lié à l'isotropie du matériau (caractéristiques physiques identiques dans toutes les directions).

- La facilité de manutention des blocs (légers et munis de poignées) (Fig. 26) et l'existence de joints minces collés rendent les chantiers moins pénibles, à faible encombrement et à faibles déchets.

Figure 26. Pose de blocs en béton cellulaire (© FIB).



- La mise en œuvre du béton cellulaire repose sur un outillage simple (peigne à colle, maillet de caoutchouc, gouge à rainurer...) complété par des outillages électriques (scie à ruban, scie sauteuse ou rainures...).
- Pour les blocs à tenons et mortaises, seules les faces horizontales sont encollées. L'encollage des joints verticaux n'est obligatoire que pour les blocs d'angle et pour les blocs sans tenons et mortaises.
- La finition extérieure sur les blocs s'effectue par un enduit traditionnel réalisé en trois couches ou un enduit monocouche, de type OC1, des panneaux de parement ou un bardage en bois.
- La finition intérieure sur les blocs peut être faite à base de plâtre ou d'enduit pelliculaire ou de plaques de plâtre.

2.1.1.5 - Ouvertures

Appuis de fenêtres

Les appuis de fenêtres supportent la partie basse du dormant de la fenêtre et permettent d'évacuer l'eau de la baie sans ruisseler sur la façade.

Les **appuis de fenêtres préfabriqués en béton** présentent les avantages suivants (Cf. Fig. 29) :

- Suppression du travail de coffrage et de lissage du béton de l'appui.
- Étanchéité à l'air et à l'eau entre la maçonnerie et la menuiserie grâce aux relevés latéraux.
- Polyvalence des produits, utilisables également en seuil de porte (adaptation aux personnes à mobilité réduite).
- Disponibilité dans différentes largeurs et longueurs, avec ou sans rupteurs thermiques intégrés.
- Aspects de surface multiples (teintés dans la masse ou à parement).
- Facilité de mise en œuvre.

Encadrements de baies

Intégré dans la façade, le système de l'encadrement en béton monobloc est équipé d'une menuiserie et d'une fermeture. L'ensemble forme un produit unique « 3 en 1 », réalisé sur mesure pour être prêt à poser (Fig. 27).

Les encadrements de baies offrent :

- une facilité et une rapidité de mise en œuvre selon des techniques de maçonnerie courante ;
- des solutions pour tous types d'ouverture, fenêtres et portes-fenêtres, lucarnes et œils-de-bœuf... ;
- des expressions esthétiques complètes ;
- des aspects de surface multiples (teintés dans la masse ou à enduire...).

Figure 27. Mise en œuvre d'encadrements monoblocs (© FIB).



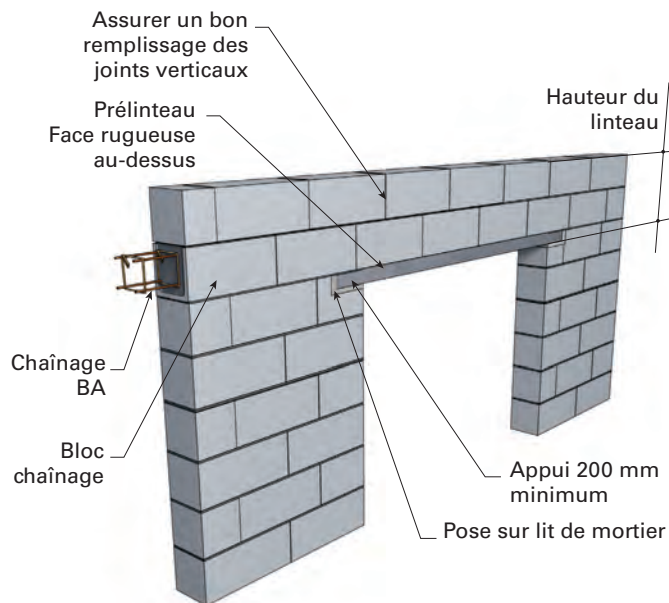
Linteaux de fenêtres

Les prélinteaux et linteaux préfabriqués suppriment l'opération de coffrage sur les chantiers.

Prélinteaux

En béton armé ou précontraint, ils permettent de réaliser tous les linteaux courants. Leur face supérieure rugueuse facilite l'adhérence avec le mortier de rehaussement et des blocs de chaînage ou des blocs pleins associés (Fig. 28). Ils sont conformes à la réglementation sismique et à l'Eurocode 8.

Figures 28. Mise en œuvre des prélinteaux (© FIB).



Linteaux

Ils existent soit :

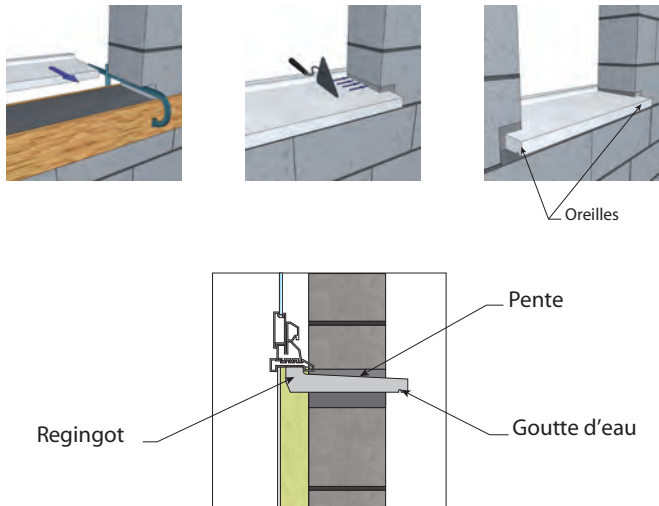
- en blocs de chaînage qui, assemblés sur le chantier, garantissent l'homogénéité de support de la maçonnerie en limitant ainsi les risques de fissuration de l'enduit ;
- en version « monoblocs » avec une utilisation de poutres armées standard.

Mise en œuvre des appuis de fenêtres, seuils et prélinteaux

Il faut (Fig. 29) :

- prévoir une réservation dans la maçonnerie égale à la cote du tableau brut, plus 12 cm ;
- mettre en place deux planches de niveau à la hauteur souhaitée en laissant un espace de 12 cm pour l'épaisseur de l'appui ;
- pour éviter une fissuration dite en « moustache » de l'allège de l'appui, mettre en place deux tors de 8 mm dépassant de 50 cm de chaque côté de l'ouverture dans le lit de mortier ;
- mettre en place l'appui en contrôlant les niveaux sur les reingots ;
- pour contrer le phénomène de dilatation de l'appui de fenêtre et de la structure, qui entraîne des microfissures, source de dégradation ultérieure de la pièce d'appui, il est conseillé de placer du polystyrène ou de la mousse d'une épaisseur de 5 mm aux extrémités de l'appui ;
- reboucher à l'aide de mortier bâtard les réservations en tableau.

Figure 29. Principes de mise en place d'un appui de fenêtre (© FIB).



2.1.2 - Planchers

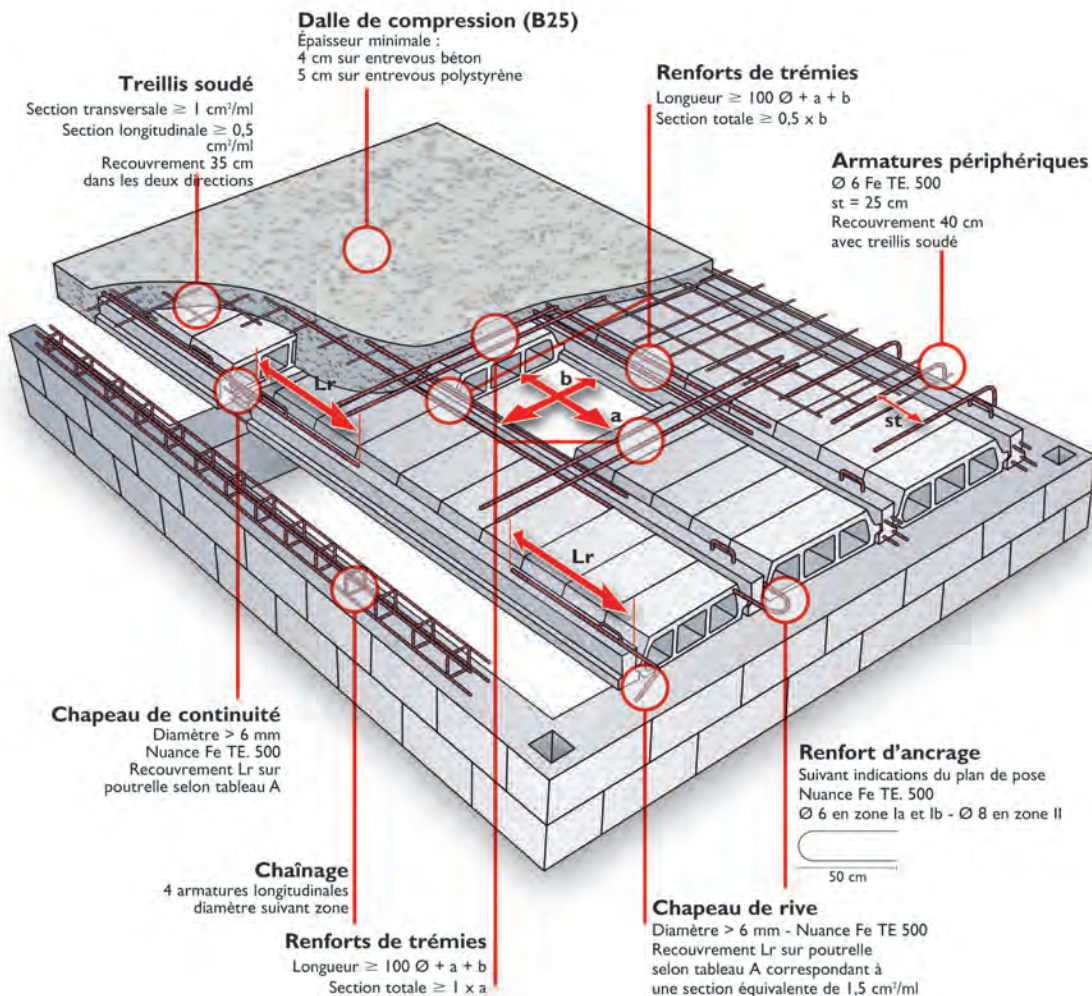
Les systèmes de planchers préfabriqués en béton sont adaptés aux planchers de chaque niveau (bas, intermédiaire, haut) et à leurs contraintes techniques (Fig. 30).

Ils sont constitués de **poutrelles** en béton précontraint (BP) ou béton armé (BA), posées avec ou sans étais, à un entraxe de généralement 60 cm, entre lesquelles sont intercalés des **entrevous** (ou hourdis ou corps creux) de plusieurs natures suivant l'usage (béton, polystyrène, plastique, copeaux de bois agglomérés, béton cellulaire...).

Les entrevous, éléments de remplissage, permettent le coffrage de la dalle avant le coulage de la dalle de compression.

La **dalle de compression en béton** (C25/30) de 4 à 5 cm d'épaisseur selon la nature des entrevous, armée d'un treillis soudé et d'aciers complémentaires, est coulée sur toute la surface du plancher pour assurer le monolithisme de l'ensemble.

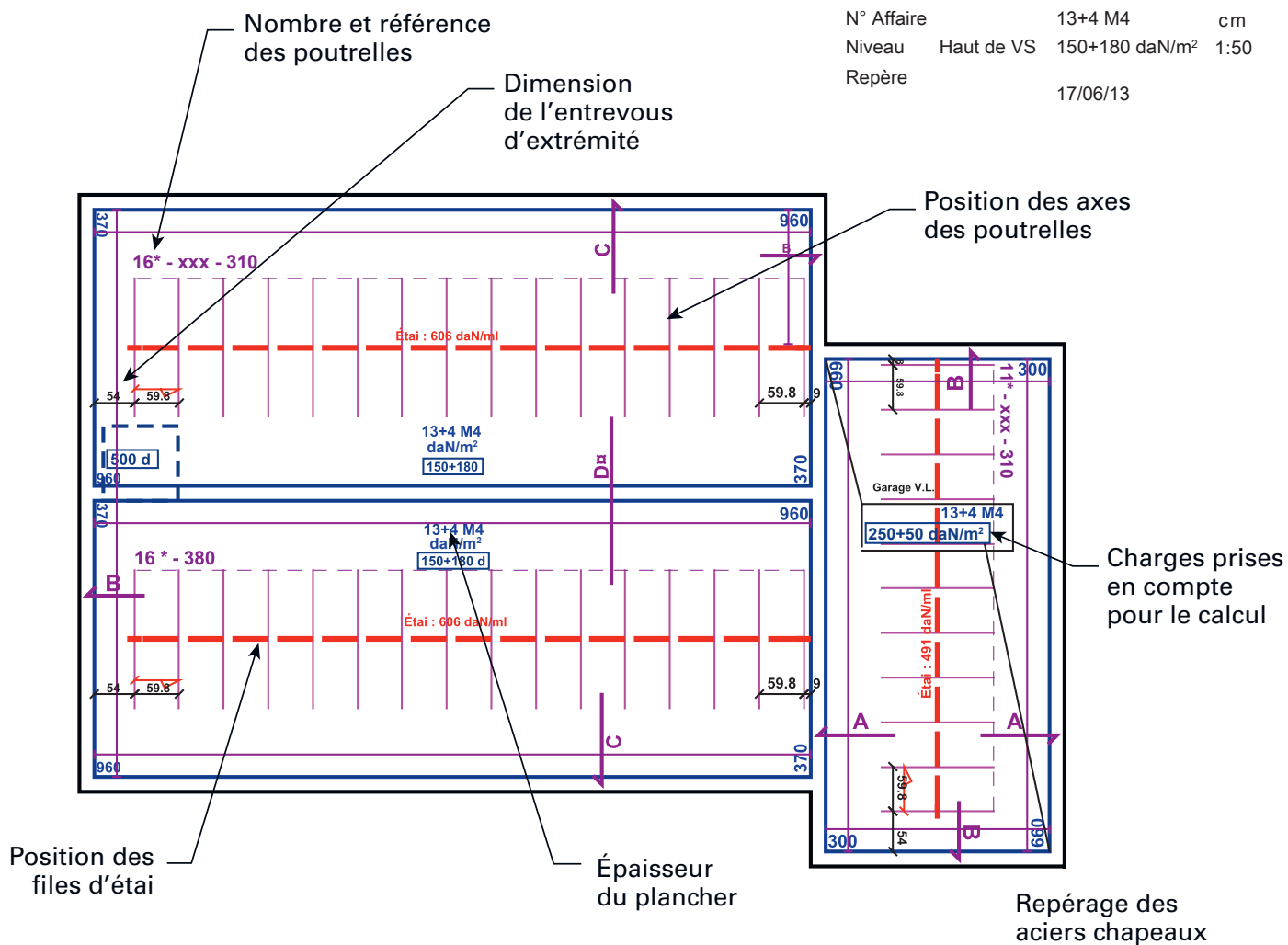
Figure 30. Composition d'un plancher à poutrelles et entrevous (© Cerib).



Pour assurer une mise en œuvre de qualité en sécurité, les plans de pose et les prescriptions techniques du fabricant définissent les types de poutrelles, le type et la hauteur des entrevous, et

les ferrillages complémentaires ; selon les portées (jusqu'à 6 à 7 m en logement), les charges à supporter et les exigences thermiques, phoniques, feu ou sismiques du projet (Fig. 31).

Figure 31. Plan de pose d'un plancher à poutrelles et entrevous (© FIB).



Les systèmes de planchers préfabriqués en béton présentent de nombreux avantages :

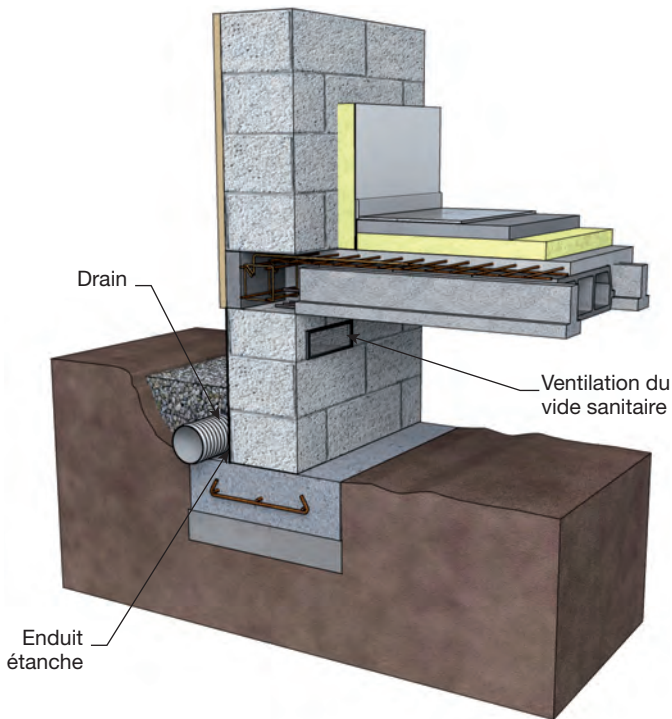
- Ils résistent au feu et ont de très bonnes performances d'isolation thermique et acoustique.
- Ils sont compatibles avec tous les types de revêtement et les systèmes de chauffage, dont le chauffage au sol. Posés sur les fondations, les planchers sur un vide sanitaire constituent une barrière de protection naturelle contre les termites.
- Concernant le confort d'été, leur masse les classe dans la catégorie des planchers lourds contribuant ainsi à l'effet positif de l'inertie thermique.
- Pour ces planchers à poutrelles et entrevous, il existe toute une gamme de poutres permettant de recouper les portées ou de supprimer des murs porteurs, favorisant ainsi l'évolutivité et l'adaptabilité des logements.

- Les poutrelles, entrevous et poutres font l'objet de normes ou d'avis techniques. Les contrôles et les certifications garantissent une qualité et une sécurité optimales du plancher (NF, CSTBat).

2.1.2.1 - Planchers sur vide sanitaire (planchers VS)

Le vide sanitaire est l'espace situé entre le sol et le plancher bas (Fig. 32). Il peut être accessible (> 0,60 m) ou non. Il crée une lame d'air ventilée entre le sol et le plancher bas qui contribue, avec les murs de soubassement et le sol, à l'isolation thermique de la maison.

Figure 32. Coupe d'un mur et d'un plancher de vide sanitaire (© FIB).



Ventilation du VS et échanges thermiques

La ventilation du vide sanitaire assure la durabilité et la salubrité de la maison, en renouvelant l'air dans une zone essentielle de l'ouvrage.

Les entrées de ventilation de ce volume d'air (surface S) doivent être définies pour répondre aux quatre exigences majeures suivantes (pour 100 m² de surface au sol du VS) :

- pour des critères de durabilité, et de salubrité : $S \geq 500 \text{ cm}^2$;
- pour respecter les performances thermiques : au minimum $S \geq 500 \text{ cm}^2$ avec un maximum de $1\,500 \text{ cm}^2$;
- en cas de passage de conduites de gaz : $S \geq 500 \text{ cm}^2$;
- pour une fonction anti-radon : $S \geq 3\,472 \text{ cm}^2$ ou $\geq 1\,042 \text{ cm}^2$ si et/ou extraction/insufflation.

Avantages du vide sanitaire (VS)

Le plancher VS :

- entraîne une diminution de la sinistralité notamment due à la nature des sols (argile, remblais, hétérogénéité), et à leur déformation (gonflement, tassement), aux inondations ou remontées de nappes phréatiques ;
- s'adapte à de nombreuses configurations de terrain (pente, cuvette, banquette) ;
- contribue à la résistance en zone sismique ;
- augmente les performances thermiques ;
- permet une accessibilité sous la dalle (passage, fixation et maintenance des réseaux) ;
- offre une réponse à la réglementation anti-termite si le VS est visitable ;
- évite, s'il est bien ventilé, la concentration de radon dans les zones concernées ;
- améliore la durabilité et le confort de la maison.

REMARQUE

Selon les experts, le plancher VS permet de diminuer par quatre le nombre de sinistres comparé à une construction en terre-plein (1 000 déclarations par an de sinistres sur terre-plein, 40 % des sinistres apparaissant avant la 4^e année et 60 % avant la 7^e année) (Source : AQC).

Poutrelles et entrevous

Le plancher du vide sanitaire (plancher VS) repose sur des murs en maçonnerie montés sur des fondations de type semelles filantes (Cf. Fig. 32), ou sur des longrines posées sur des plots de fondation ponctuels (Cf. Fig. 37). Les planchers VS combinent poutrelles en béton armé ou précontraint, et suivant la solution thermique retenue, des entrevous de différentes natures (type béton, polystyrène, plastique, copeaux de bois, béton cellulaire...) ainsi que des accessoires de type rupteurs de murs, de poutres ou de refends.

Types de plancher vide sanitaire

Des exemples de plancher VS sont présentés aux figures 33 à 35.

Figure 33. Schéma plancher VS + dalle flottante (© FIB).

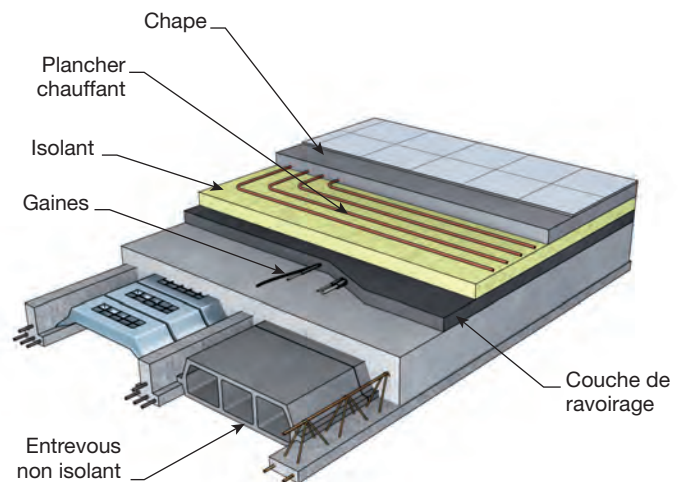
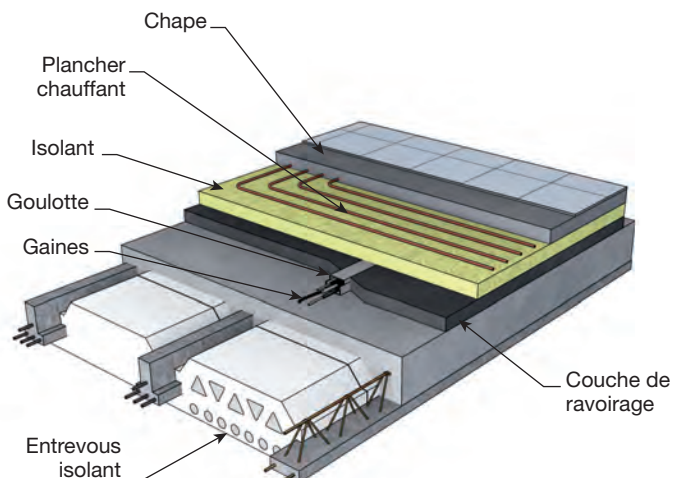
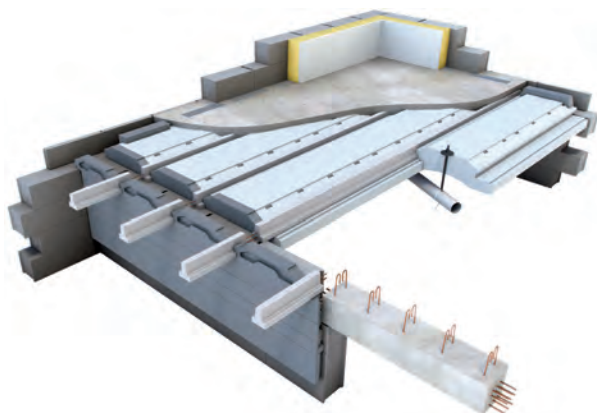


Figure 34. Schéma plancher VS isolant + dalle flottante (© FIB).



Calcul de la résistance thermique totale du système de plancher VS (Fig. 35)

Figure 35. Système de plancher VS isolant + correcteurs de ponts thermiques (© FIB).



Entrevous isolant à languette	$R = 2,16 \text{ à } 8,75$ ($U_p = 0,40 \text{ à } 0,11$)
$R_{si} + R_{se}$	$R = 0,34$
Total ($m^2 \cdot K/W$)	$R = 2,5 \text{ à } 9$

associé à la correction des ponts thermiques en périphérie du plancher (Ψ_8 : 0,2 W/m.K) et au droit des poutres et murs de refend en sous-face du plancher (Ψ_8 : 0,13 W/m.K)

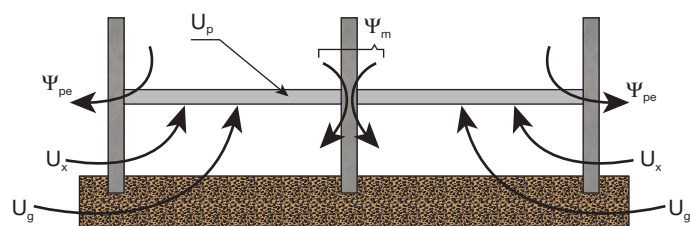
Règles Th-U

Les règles Th-U, Fascicule 4, Parois opaques (§ 2.2.3) définissent la méthode d'évaluation des déperditions à travers une paroi donnant sur un sous-sol, non chauffé ou un vide sanitaire (Fig. 36).

Le seul « apport » de la résistance thermique du plancher vide sanitaire ($U_x + U_g$), ne suffit plus aujourd'hui.

Les obligations de résultats instaurées par la RT 2012 peuvent conduire à traiter toutes les jonctions murs/plancher bas, avec des rupteurs de ponts thermiques, et/ou des planelles isolantes adaptés au système de plancher mis en œuvre, ou à l'ajout d'une dalle flottante sur isolant.

Figure 36. Résistances thermiques et ponts thermiques (© FIB).



Longrines et soubassements en béton

Appropriées à des terrains en pente, à des sols humides, hétérogènes ou de mauvaise qualité, les longrines permettent une exécution rapide du chantier, une économie de temps, de terrassement et de béton, ainsi qu'une diminution de la pénibilité.

Soubassements préfabriqués

Assemblées avec un système de poutres et de plots en béton éventuellement préfabriqués, les longrines constituent le soubassement de la maison (Fig. 37). Destiné à recevoir le plancher à poutrelles et entrevous réalisant le vide sanitaire, l'ensemble du système de soubassement est assemblé à sec (sans béton). La fondation, le soubassement et le coffrage de la dalle sont ainsi effectués en une seule opération. Entièrement préfabriqué, le soubassement en béton permet de pallier les risques liés à des fondations peu profondes et supprime les problèmes de mise en place des armatures.

Figure 37. Système de soubassement préfabriqué (© FIB).



L'utilisation de ce système de soubassement facilite également la réalisation de vide sanitaire en mitoyenneté. Différents modèles de plots sont proposés selon la nature du sol et le dimensionnement du projet. Par ailleurs, la ventilation du vide sanitaire est assurée par des ouvertures prévues à cet effet.

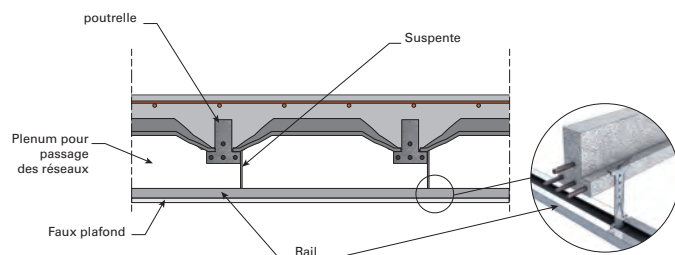
2.1.2.2 - Planchers intermédiaires

Ce sont les planchers hauts de sous-sol (Ht S/S), hauts de rez-de-chaussée (Ht RDC), étages et combles aménagés. Ils sont constitués de poutrelles préfabriquées en béton armé ou précontraint associées à des entrevous de coffrages résistants (en béton ou béton cellulaire) ou d'entrevous de coffrages simples légers (type polystyrène, plastique, copeaux de bois...).

Posés sur une seule file d'étais centrale, les planchers réalisés avec ces entrevous légers, associés avec des faux plafonds en plaques de plâtre, permettent de franchir plus de 5 m de portée libre entre murs, pour un poids mort de 180 daN/m² et une consommation de béton de 60 litres par mètre carré.

La présence d'un faux plafond en plaques de plâtre facilite le passage des réseaux, le déplacement des points d'éclairage et l'installation optimisée de systèmes de ventilation (Fig. 38).

Figure 38. Plancher haut RDC avec passage de réseaux (© FIB).



Dans le cas d'isolation thermique par l'intérieur (ITI), il convient de traiter toutes les jonctions murs/plancher intermédiaire avec des rupteurs de ponts thermiques sous avis technique CSTB et/ou des planelles isolantes, adaptés au système de plancher mis en œuvre (Fig. 39).

Utilisation de poutres préfabriquées

Utilisées comme support de plancher, les poutres préfabriquées en béton armé ou précontraint de 20 cm de large et de 20 à 50 cm de haut, ou de 15 cm de large et 5 cm de haut, jumelées pour de plus faibles retombées (Fig. 40), permettent de :

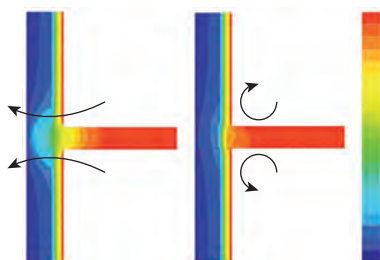
- supprimer les refends ;
- augmenter les surfaces à vivre ;
- gagner en évolutivité et adaptabilité des logements.

Dans le cas d'une utilisation d'entrevous légers (type polystyrène, plastique, copeaux de bois, béton cellulaire...), ces poutres permettent de reprendre plus facilement les travées du plancher. La suppression du refend aura pour effet induit la suppression du pont thermique correspondant, ce qui réduira d'autant les doublages isolants des murs et augmentera la surface habitable.

Figure 40. Poutres plates à faibles retombées (© FIB).



Figure 39. Illustration des déperditions des ponts thermiques et efficacité des rupteurs de ponts thermiques (© FIB).



2.1.2.3 - Planchers-terrasses

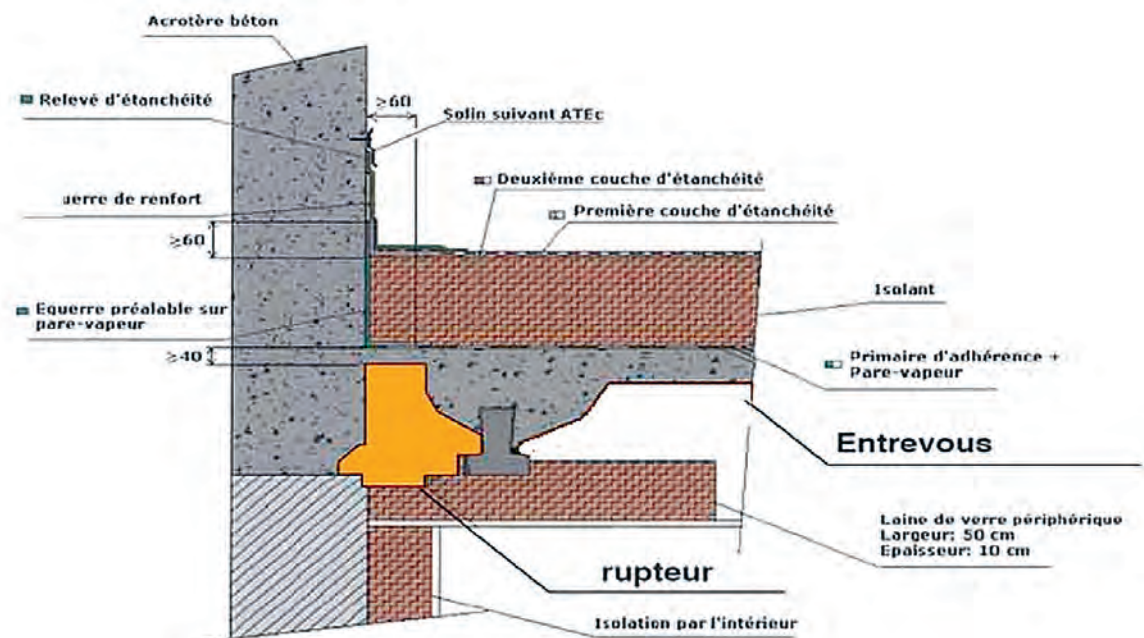
Les systèmes de planchers à poutrelles et entrevous sont employés en toiture-terrasse comme support du système d'étanchéité (Fig. 41). Le plancher de la terrasse (accessible ou non, avec ou sans protections lourdes d'étanchéité) sera

dimensionné en fonction des charges et contraintes liées à son usage. En cas de mise en œuvre avec des rupteurs de ponts thermiques, il convient d'éviter leur poinçonnement local pour ne pas nuire à l'étanchéité.

Les domaines d'usage varient selon l'épaisseur de béton (e) sur le rupteur :

- Si (e) est < 40 mm :
 - toiture-terrasse inaccessible,
 - toiture-terrasse technique ou à zone technique (sous réserve que les rupteurs ne se situent pas dans la « zone technique »),
 - toiture-terrasse accessible aux piétons (sous réserve des prescriptions complémentaires indiquées dans les avis techniques [AT]) ;
- si (e) est ≥ 40 mm :
 - toiture-terrasse accessible aux véhicules légers,
 - toiture-terrasse jardin.

Figure 41. Règles constructives pour une terrasse (© FIB).



Mise en œuvre des planchers

Appuis des poutrelles

Il faut être vigilant à l'appui des poutrelles (Fig. 42) et à ses dimensions (Tab. 5).

Figure 42. Disposition d'appui des poutrelles (© FIB).

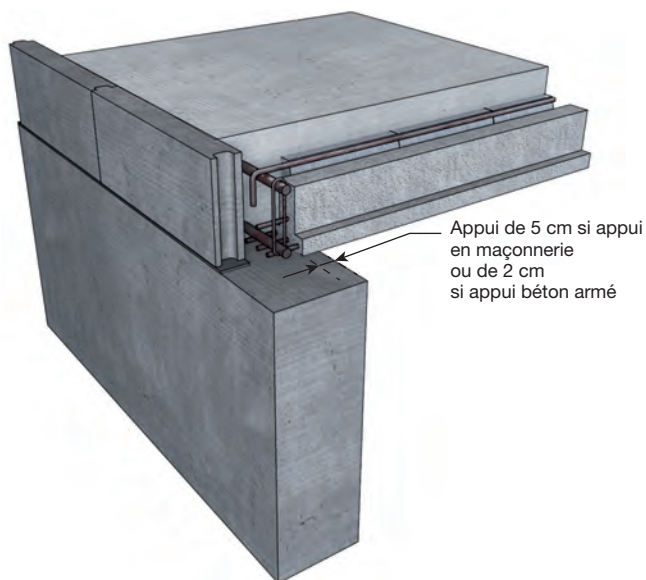


Tableau 5 : Dimension de l'appui en fonction du type d'appui (Source : CSTB – CPT Plancher)

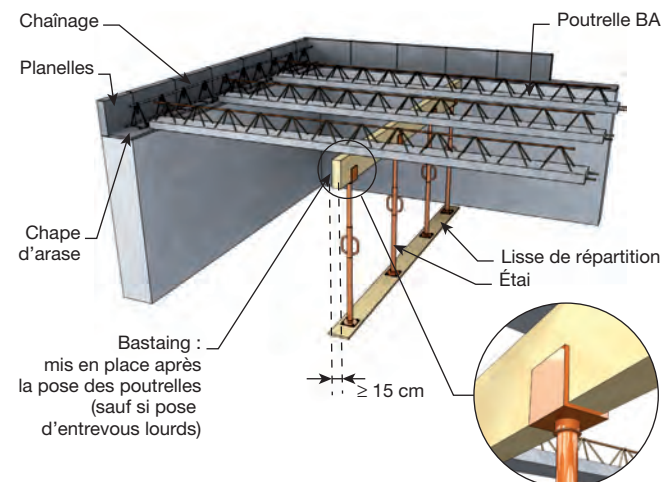
Type d'appui	Appui minimum ⁽¹⁾
Maçonnerie neuve	5 cm
Béton banché	2 cm
Béton cellulaire	7 cm
Poutres préfabriquées	2 cm
Poutre coulée en place	2 cm
Vieux murs	7,5 cm
Poutres métalliques (IPN)	2 à 5 cm

(1) Ces valeurs sont adaptées aux poutrelles qui ont des torons dépassants.

Pose des étais

Il faut poser les étais sur un support stable, plan et résistant. La hisse haute doit être en contact avec la poutrelle sans forcer et doit être fixée sur l'étau (Fig. 43). Dans le cas d'une construction à plusieurs niveaux, il faut s'assurer de la capacité de résistance du plancher supportant les étais.

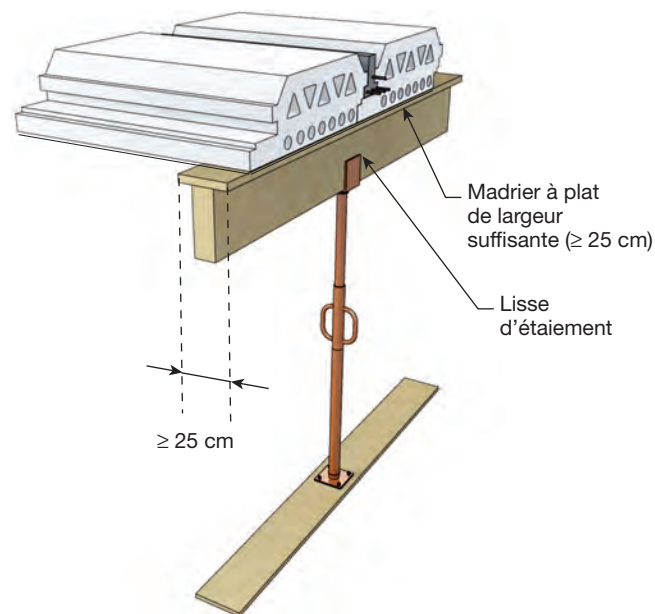
Figure 43. Étalement des planchers (© FIB).



Cas des entrevous polystyrène

Il faut insérer un madrier d'une largeur minimum de 25 cm entre le bastaing et l'entrevous, pour éviter de détériorer la sous-face de l'entrevous (Fig. 44).

Figure 44. Étalement des planchers à entrevous en polystyrène (© FIB).



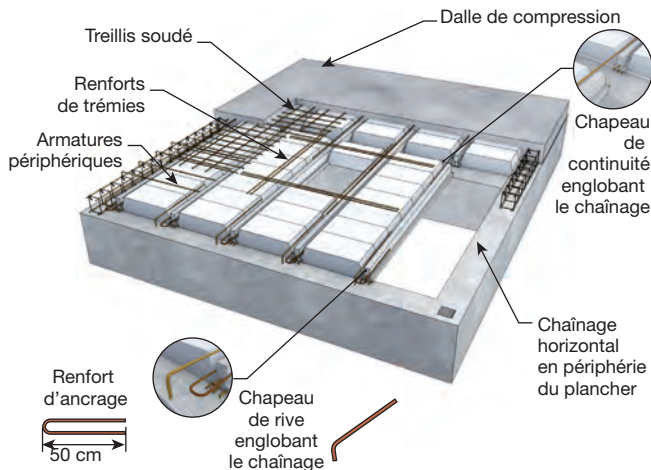
Treillis soudés

Pour les treillis rectangulaires, il faut placer la petite maille du treillis soudé perpendiculairement aux poutrelles. Pour les treillis à maille carrée, il faut placer le plus gros diamètre perpendiculairement aux poutrelles.

Aciers chapeaux

Il faut disposer et attacher les aciers chapeaux au-dessus du treillis soudé et du chaînage, au droit de chaque poutrelle (Fig. 45).

Figure 45. Principes de ferrailage d'un plancher
(© Cerib).



Chaînage périphérique

Les chaînages sont posés sur les murs qui ceinturent chaque zone de plancher (façades et refends). Les armatures sont posées avec un recouvrement dans les longueurs d'environ 50 fois le diamètre selon l'Eurocode 2.

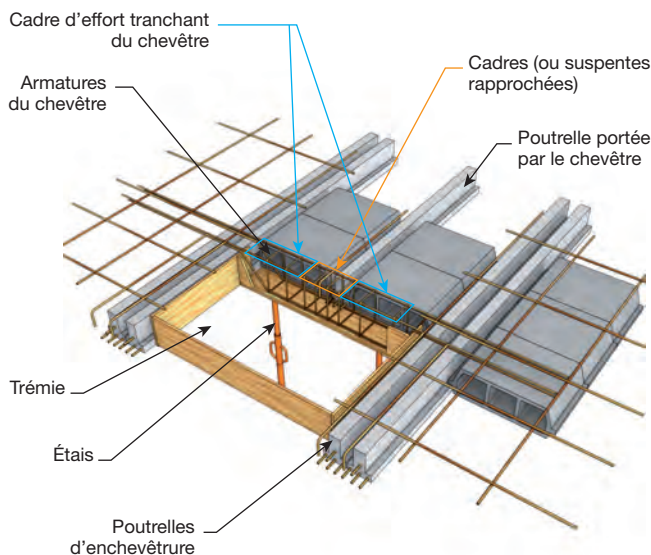
À chaque angle des équerres relient les chaînages. Il faut respecter un enrobage minimum de 2 cm des armatures par un calage efficace.

Trémies d'escaliers

Il convient de renforcer le plancher de part et d'autre de la réservation de la trémie (Fig. 46).

En principe, autant d'aciers porteurs coupés par la réservation doivent être insérés de chaque côté de la rive de la trémie (voir le plan de préconisation de pose remis par le fournisseur avec le plancher).

Figure 46. Trémie d'escalier et ferrailage du chevêtre (poutre incorporée au plancher au bord d'une préservation)
(© FIB).



Liaison avec un balcon en porte-à-faux

La continuité structurelle entre le plancher et la console du balcon est assurée par des armatures en chapeaux. Les constructeurs proposent des recommandations particulières pour ce cas de pose.

Passage des réseaux

Le passage vertical de réseaux tels que l'eau chaude sanitaire, les gaines électriques ou les eaux usées s'effectue sans difficulté au travers du plancher entre les poutrelles. Les entrevous sont des corps creux faciles à percer.

Les passages horizontaux de ces réseaux se pratiquent couramment dans la dalle de compression, à condition de préserver le clavetage des poutrelles et de respecter une épaisseur de dalle suffisante, ou sur dalle, ce qui nécessite la réalisation d'un ravoilage (ouvrage permettant d'atteindre la cote de niveau souhaitée et d'y loger des canalisations, des gaines, etc.) avant de placer les éventuels isolants sous dalle flottante.

Pour des questions de délais d'intervention entre les corps de métier, les réseaux passent de plus en plus souvent dans le plénum du plancher, c'est-à-dire entre la sous-face du plancher et le faux plafond lorsqu'il existe. Ainsi est facilité le développement des réseaux de toute nature dont :

- l'évacuation des eaux de toilettes et salles de bains de l'étage,
- les gaines de ventilation et d'aspiration centralisée,
- les réseaux classiques tels qu'eau, électricité, domotique, etc.

2.1.3 - Couverture

Partie essentielle de la maison (Fig. 47), la couverture doit être étanche, durable, résister à des conditions climatiques difficiles, contribuer à l'aération et à la ventilation de la charpente, être mise en œuvre en toute sécurité (Tab. 6).

Tableau 6 : À chaque partie de l'ouvrage, son produit

Partie de l'ouvrage	Produits
Rampant ou plain carré	Tuiles à emboîtement – glissement en béton à fort ou faible galbe, tuiles planes, plates
Faîtage, arêtières	Accessoires : tuiles faitières/arêtières
Rives	Accessoires : tuiles de rives et tuiles d'abouts
Éléments décoratifs	Accessoires : tuiles, poinçons, ornements...
Ventilation	Accessoires : tuiles à douille, tuiles chatières

Tuiles en béton

La tuile en béton possède une faible empreinte carbone (FDES disponible sur www.cerib.com) et est entièrement recyclable en fin de vie. Elle est composée de ciment (80 % de calcaire et 20 % d'argile), de sable, de pigments minéraux et d'eau. Sa fabrication demande une faible consommation énergétique : pas de cuisson au four mais en étuve, l'eau utilisée est recyclée.

Esthétiques (multiplicité de styles, de formes, de dimensions, de couleurs et d'aspects), elles résistent à toutes les situations climatiques ainsi qu'à l'usure du temps (UV, pollution atmosphérique). L'étanchéité et la résistance sont testées en Wind Tunnel, une soufflerie d'essais expérimentale, qui reconstitue les effets climatiques extrêmes (vent, pluie...), selon toutes les pentes de toit.

Figure 47. Toiture complète en tuiles en béton à emboîtement et glissement « double romane » et ses accessoires (© FIB).



Les tuiles en béton présentent :

- une forte résistance et durabilité du revêtement grâce aux innovations et aux avancées technologiques (100 % minéral, teinté dans la masse, surdosage de la pigmentation, peinture avant et après étuvage...);
- une facilité de mise en œuvre avec un poids aujourd'hui optimisé.

Entretien de la couverture

Pour conserver à la couverture sa bonne étanchéité, les mousses et les dépôts doivent être supprimés.

Les évacuations d'eau pluviale, la ventilation et la charpente du toit doivent faire l'objet de contrôles réguliers.

Qualité

Les tuiles en béton sont certifiées NF et font l'objet de contrôles sur leur qualité et leurs performances (gel en zone montagneuse, imperméabilité, résistance mécanique, aspect de surface...).

Mise en œuvre de la couverture

Quelle longueur des rampants ?

La projection horizontale de la longueur maximum des rampants est limitée entre 8 m et 12 m selon le modèle de tuile.

Quel recouvrement ?

Les tuiles en béton sont dites à glissement, leur recouvrement en longueur peut ainsi varier pour s'adapter à la pente et à la longueur du rampant, ce qui facilite la pose en évitant les coupes.

Quelle exposition du site ?

Selon le site d'implantation de la maison et la pente du toit, il peut être nécessaire d'associer un écran de sous-toiture (DTU 40-24) et de fixer les tuiles. Le nombre de fixations (pannetons, clouage, vissage) dépend de la pente du toit et du site.

Quel traitement pour les points singuliers ?

Égout

Les tuiles du premier rang reposent sur un liteau doublé (doublier). Il existe des liteaux « ventilés » pour la ventilation.

Rives

On utilise les tuiles de rives spécialement proposées par le fabricant.

Faitage et arêtier

La solution la plus couramment utilisée est la pose à sec avec un closoir ventilé au rouleau. Cette solution, de mise en œuvre rapide, permet au faitage et à l'arêtier de s'adapter aux mouvements naturels de la toiture. Les approches sont réalisées en tronçonnant les tuiles au plus près de la lisse de réhausse dans le cas de l'arêtier. Les fixations doivent être faites à l'aide de clips ou de vis. L'écusson de la faitière d'about doit être systématiquement fixé à la charpente. La pose faitage/arêtier permet d'assurer une ventilation et facilite les interventions ultérieures.

Noue

Le recouvrement est de 8 cm. Il doit également permettre un espace libre pour passer le pied et pouvoir ainsi éliminer les feuilles mortes.

Ventilation

- De la toiture : soit par une chatière, soit en linéaire.
- Pour la ventilation des chutes ou des ventilations mécaniques contrôlées (VMC) : tuiles à douilles et sorties de toiture adaptées (diamètre 100 mm pour les chutes, 150 mm pour les VMC).

Raccordement à la maçonnerie, à une cheminée (pénétration)

- Utilisation d'un solin engravé dans le ravalement du mur.
- Utilisation d'un contre-solin pour renforcer l'étanchéité sur les sites exposés (Fig. 48).

Figure 48. Toiture en cours de réalisation en sécurité (© FIB).



2.1.4 - Escaliers

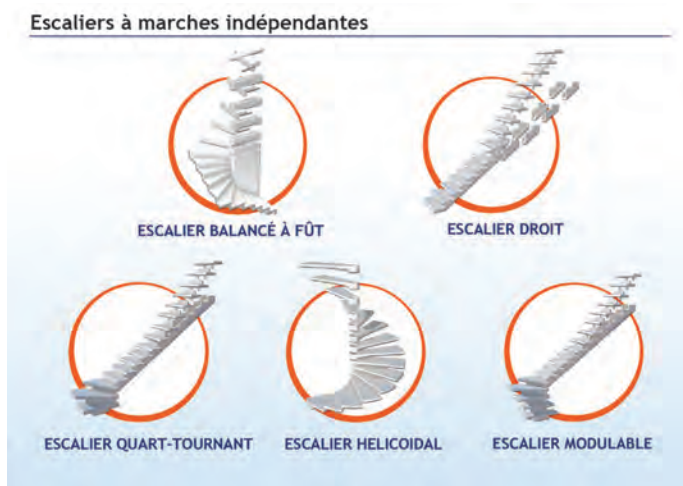
En maison individuelle, les escaliers sont obligatoires pour l'accès au sous-sol ou aux étages.

Les escaliers préfabriqués à marches indépendantes sont privilégiés, sauf à disposer d'un moyen de levage pour la mise en place d'un escalier monobloc.

De type droit sur crémaillères ou sur appui latéral, ou hélicoïdal avec des marches en console ou des marches et contremarches, les escaliers en béton préfabriqués offrent toutes les garanties de sécurité et différentes possibilités de montage.

Les escaliers à marches indépendantes suppriment la réalisation de coffrages sur chantier. Porteuses ou non, assemblées sur place avec crémaillères ou fût central par exemple, ces marches offrent différentes possibilités de montage (par clavetage, par scellement, etc.) (Fig. 49).

Figure 49. Types d'escaliers en maisons individuelles (© FIB).



Dispositions particulières

Elles consistent en la réalisation de :

- nombreux traitements de surface : béton poli, sablé, lavé... ;
- marches antidérapantes grâce aux différents traitements de surface ou par l'adjonction de profils rapportés en nez-de-marches.

Qualité

La marque « **NF Escaliers en béton** » délivrée par le Cerib, mandaté par Afnor Certification, permet de réaliser des ouvrages avec des escaliers de qualité dont les performances sont vérifiées.

Dispositions constructives minimales à respecter

Les escaliers doivent être dimensionnés pour être confortables à l'usage et pour permettre le passage du mobilier destiné à l'étage.

Pour un confort idéal, il faut les dimensions suivantes :

- hauteur de marche 16 à 18 cm,
- giron de 24 à 28 cm,
- largeur minimale réglementaire : 80 cm.

Pour les **solutions adaptées aux personnes handicapées**, le nez-de-marche doit être bien visible et la rampe d'escalier doit être placée à une hauteur de 90 cm au-dessus du nez-de-marche.

Dimensionnement :

Pour définir les caractéristiques de l'escalier à réaliser, cinq données sont à fournir :

- dimensions de la cage d'escalier,
- hauteur à monter « fini à fini »,
- épaisseur du plancher,
- largeur de passage,
- point de départ et point d'arrivée.

2.1.5 - Conduits

Les conduits de fumée sont destinés à évacuer tous types de fumées en toiture (cheminées à foyer ouvert ou fermé, chaudière fioul ou au gaz, appareil à condensation...).

Ils répondent aux fonctions suivantes :

- assurer le tirage nécessaire au bon fonctionnement du générateur de fumée ;
- être suffisamment étanches aux gaz ;
- posséder une stabilité mécanique satisfaisante ;
- être résistants à la corrosion (condensations acides) et à la condensation.

Les conduits en béton préfabriqués (simple paroi, simple paroi alvéolée, conduits multi-parois avec lame d'air ou isolant) conviennent à tous types d'installations de chauffage et d'évacuation.

Les conduits béton utilisés couramment en maisons individuelles sont les conduits à paroi simple de dimensions intérieures : 20 x 20 (19 kg), 25 x 25 (23 kg), 30 x 30 (28 kg).

Qualité

Les conduits en béton satisfont aux niveaux de performances exigées pour un marquage obligatoire CE et une certification volontaire NF.

Les conduits en béton présentent les caractéristiques suivantes :

- robustesse et durabilité du béton ;
- résistance thermique avec, en plus, l'inertie du béton ;
- distance de sécurité aux matériaux combustibles réduite au minimum ;
- résistance du béton à la corrosion et à la condensation ;
- résistance mécanique des conduits autoportants ;
- perméabilité à l'air très performante ;
- affaiblissement acoustique (bruit du brûleur et des flux de gaz brûlés).

Règles de l'art pour la conception du conduit

La conception des conduits doit répondre aux exigences suivantes :

- respect des dispositions constructives minimales (section des conduits en fonction du type d'utilisation, distance de sécurité de 20 à 100 mm) ;
- dépassement du conduit de fumée par rapport au faitage (40 cm au minimum au-dessus de toute partie de construction distante de moins de 8 m) ;
- dévoiement limité à une seule partie inclinée (45° maximum) ;
- désolidarisation du conduit au droit du passage des planchers ;

- interdiction de brancher deux générateurs de combustibles différents sur un même conduit.

Mise en œuvre

La mise en œuvre est définie dans le DTU 24.1 et les recommandations du fabricant.

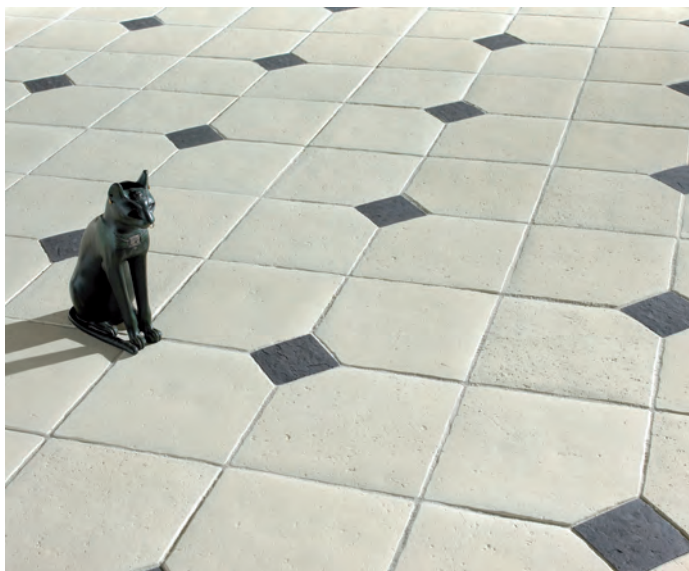
Une attention particulière sera portée à :

- l'emboîtement des boisseaux en plaçant l'emboîtement mâle en bas ;
- l'alignement des boisseaux ;
- la réalisation des joints entre boisseaux au mortier bâtard ;
- la stabilisation des conduits qui seront adossés ou accolés si possible ;
- la mise en place de fourreaux de dilatation en matériaux incombustibles aux traversées des planchers.

2.1.6 - Dalles de sol

Les sols des maisons individuelles peuvent recevoir plusieurs types de revêtement, dont des dalles béton (Fig. 50).

Figure 50. Dalles de sol en béton (© FIB).



Les dalles de sol béton, réalisées à partir de bétons hautes performances, prennent l'aspect de matériaux multiples tels que la pierre, le bois, la terre cuite, etc. Leurs performances sont adaptées à l'usage de chaque pièce. Leur production est contrôlée en usine. La marque « NF Dallage pour sols, abords de piscine et parements muraux » garantit le respect des exigences et l'aptitude à l'usage de ces produits.

2.1.7 - Dalles sur plots

La protection des revêtements d'étanchéité des toitures-terrasses accessibles à la circulation privative est obligatoire.

L'une des solutions consiste à placer, au-dessus de l'étanchéité, des dalles posées sur des plots dimensionnés pour ne pas poinçonner l'étanchéité.

Les dalles sur plots en béton sont disponibles dans un large choix de coloris, de styles et de formats (40 x 40 x 4 ; 50 x 50 x 4).

Elles permettent :

- une mise en œuvre simple ;
- une étanchéité masquée et protégée mais accessible à tout moment pour entretien ;
- le remplacement d'une ou plusieurs dalles ;
- une évacuation rapide de l'eau de pluie de la surface de circulation ;
- la limitation des chocs thermiques sur le revêtement d'étanchéité.

Lors de la pose, les plots doivent être correctement disposés et les dalles béton doivent reposer sur leurs quatre angles afin d'éviter les phénomènes de pianotage (phénomène d'affaissement ou de battement des dalles en raison d'une pose déficiente).

La marque « NF Dalles en béton » garantit le respect des exigences et l'aptitude à l'usage des produits.

2.2 - Maisons individuelles groupées et en bande

Alors que les **maisons individuelles** (MI) ne comportent qu'un logement disposant d'une entrée particulière, les **maisons individuelles groupées** (MIG) concernent les constructions de plusieurs logements individuels.

Regroupées en nombre dans un lotissement, elles sont dites **maisons individuelles en bande** (Fig. 51) si elles constituent une suite de maisons mitoyennes, voire partiellement superposées. Ce type d'habitat plus compact permet de construire en utilisant moins d'espace, ce qui contribue à limiter l'étalement urbain.

Figure 51. Maisons individuelles en bande (© FIB).



Les produits et systèmes définis pour les maisons individuelles sont utilisables dans le cas de maisons en bande sous réserve de vérification des contraintes spécifiques techniques et acoustiques.

D'autres produits et techniques sont également possibles en fonction des capacités de levage du chantier, tels que les prémurs, isolants ou non, les panneaux de façade et les prédalles en plancher séparatif.

2.2.1 - Contraintes techniques

Les contraintes techniques et les principes constructifs généraux décrits pour les maisons individuelles isolées restent valables. Néanmoins des contraintes réglementaires complémentaires sont à prendre en compte pour les maisons en bande, en particulier sur les aspects acoustiques et feu en fonction du type d'opération (Tab. 7).

Tableau 7 : Particularités réglementaires des maisons « en bande »

Types de construction	Contraintes réglementaires
Bâtiment de 1^{re} famille	
1/Maisons séparées « en village »	<ul style="list-style-type: none"> - Acoustique : pas d'exigence spécifique - Feu : REI 15, pas d'exigence spécifique (VS et plancher intermédiaire) - Thermique : RT 2012 - Plancher inter. : $\Psi \leq 0,60$ (garde-fou)
2/Maisons jumelées par le garage	<ul style="list-style-type: none"> - Acoustique : pas d'exigence spécifique - Feu : pas d'exigence spécifique (VS et plancher intermédiaire) - Thermique : RT 2012 - Plancher inter. : $\Psi \leq 0,60$ (garde-fou)
3/Maisons en bande à structures indépendantes	<ul style="list-style-type: none"> - Acoustique : pas d'exigence spécifique - Feu : pas d'exigence spécifique (VS et plancher intermédiaire) - Thermique : RT 2012 - Plancher inter. : $\Psi \leq 0,60$ (garde-fou)
4/Maisons jumelées RDC + étages (murs séparatifs communs)	<ul style="list-style-type: none"> - Acoustique : $DnTA \geq 53$ dB et $L'nTw \leq 58$ dB - Feu : pas d'exigence spécifique (VS et plancher intermédiaire) - Thermique : RT 2012 - Plancher inter. : $\Psi \leq 0,60$ (garde-fou)
Bâtiment de 2^e famille	
5/Maisons en bande RDC + étage à murs séparatifs communs	<ul style="list-style-type: none"> - Acoustique : $DnTA \geq 53$ dB et $L'nTw \leq 58$ dB - Feu : REI 30/planchers intermédiaires (coupe-feu ½ h) - Thermique : RT 2012 - Plancher inter. : $\Psi \leq 0,60$ (garde-fou)
6/Logements collectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Acoustique : $DnTA \geq 53$ dB et $L'nTw \leq 58$ dB - Feu : REI 30/planchers intermédiaires (coupe-feu ½ h) - Thermique : RT 2012 - Plancher inter. : $\Psi \leq 0,60$ (garde-fou)

2.2.2 - Performances acoustiques

La réglementation acoustique des bâtiments collectifs s'applique aux maisons individuelles en bande avec des exigences particulières concernant la transmission des bruits aériens et d'impact entre locaux.

Murs en façade

Vis-à-vis des bruits extérieurs, la forte densité du bloc béton permet de répondre aux exigences réglementaires pour l'isolation acoustique des façades (de 30 dB à 45 dB selon le classement des façades) et d'atténuer considérablement les bruits extérieurs et intérieurs.

Son indice d'affaiblissement acoustique $R_w(C; C_{tr})$, d'emblée très élevé, peut être encore optimisé par l'association d'un doublage thermo-acoustique.

Murs séparatifs entre deux logements

Pour les murs séparatifs doubles, l'isolation phonique est obtenue par la désolidarisation des deux murs. Il conviendra néanmoins de veiller à laisser un vide sans contact entre les deux.

Pour les murs séparatifs communs, la réglementation impose, comme pour les logements collectifs, une isolation acoustique aux bruits aériens de 53 dB.

Le choix de certains types de blocs (par exemple blocs pleins en murs séparatifs) associés à un isolant (laine de verre, de roche, polystyrène souple...) permet de satisfaire à la réglementation.

Planchers entre deux logements

Il convient de vérifier que chaque plancher répond aux exigences de 53 dB pour les bruits aériens (dans le cas où deux logements en bande sont superposés) et de 58 dB pour les bruits d'impact (y compris en horizontal).

Outre les solutions de planchers à prédalles, assimilables au niveau acoustique à des dalles pleines, il est possible d'utiliser des systèmes de planchers à poutrelles et entrevous associés à des éléments complémentaires tels que faux plafonds, revêtements de sols ou dalles flottantes.

GLOSSAIRE

Analyse du cycle de vie (ACV) : Analyse des impacts environnementaux d'un produit au cours de son cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières qui ont servi à sa fabrication, jusqu'à son élimination en tant que déchet en passant par sa distribution, sa commercialisation et sa période d'utilisation.

Avis technique : Document fournissant un avis autorisé d'aptitude à l'emploi relatif à un procédé, un matériau ou un équipement de construction, formulé par un groupe spécialisé (GS) dont le secrétariat est assuré par le CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment).

BFUP (bétons fibrés à ultra-hautes performances) : Matériaux à structure micrométrique présentant un fort dosage en ciment et en adjuvants, des granulats de faible dimension et une porosité réduite. Ils présentent une durabilité et une résistance exceptionnelles (de 130 à 250 MPa en compression – de 20 à 50 MPa en traction par flexion) qui permettent de se passer d'armatures passives dans les éléments structurels.

CE : Marquage des produits destinés à être mis sur le marché européen. Le marquage CE est réglementaire, donc obligatoire. Ce n'est pas une marque de qualité, contrairement à la marque de certification NF.

Confort d'été : Le confort d'été consiste à maintenir une température intérieure des locaux acceptable en particulier pendant la période estivale et en demi-saison. Ce confort doit être recherché en évitant idéalement tout système de climatisation énérgivore.

COV : Les composés organiques volatils regroupent des substances qui peuvent être d'origine biogénique (origine naturelle) ou anthropogénique (origine humaine). Leur volatilité leur confère l'aptitude de se propager plus ou moins loin de leur lieu d'émission, entraînant ainsi des impacts directs et indirects sur le vivant.

DTA : Le document technique d'application est un avis technique qui fournit des éléments d'appréciation sur le comportement prévisible des ouvrages réalisés à l'aide des produits conformes à une norme européenne harmonisée ou à une évaluation technique européenne (ETE), faisant l'objet de l'obligation d'un marquage CE, lorsque leur mise en œuvre n'est pas couverte par les NF DTU.

DTU : Les documents techniques unifiés rassemblent les règles de l'art applicables aux techniques courantes utilisées par chaque métier du bâtiment. Les NF DTU ont le statut de norme.

Eurocodes : Normes européennes traitant principalement du dimensionnement (mécanique, sismique, feu) des ouvrages. Les solutions en béton industrialisé renvoient aux Eurocodes 2 (béton), 6 (maçonnerie) et 8 (sismique).

FDES : Fiche de déclaration environnementale et sanitaire qui regroupe l'ensemble des éléments concernant les impacts

environnementaux d'un produit ou d'un système, issus d'une ACV, et les informations d'ordre sanitaire inhérentes à son utilisation.

IAA (indice d'affaiblissement acoustique) : Caractérise les qualités de protection acoustique d'une paroi pour un ensemble de bruits normalisés (par exemple bruits routiers). Plus l'indice est élevé, plus la protection est grande.

- $R_w + C = R_A$: indice d'affaiblissement acoustique vis-à-vis des bruits émis dans le bâtiment et par le trafic aérien.
- $R_w + C_{tr} = R_{A,tr}$: indice d'affaiblissement acoustique vis-à-vis des bruits émis par le trafic routier.

Inertie thermique : Capacité physique d'un matériau à accumuler la chaleur puis à la restituer avec un décalage dans le temps. Elle permet d'amortir les variations de température. Il s'agit d'un paramètre essentiel vis-à-vis du confort d'été.

ITI – ITR – ITE : Ces trois techniques ont pour but d'assurer l'isolation thermique d'un bâtiment en réduisant le plus possible les transferts de chaleur à travers les parois :

- Isolation thermique par l'intérieur (ITI) : consiste à poser des matériaux isolants sur les parois intérieures verticales d'un bâtiment.
- Isolation thermique répartie (ITR) : consiste à utiliser des matériaux qui assurent en même temps le rôle d'isolant et le rôle de structure (existe surtout dans le domaine de la maçonnerie).
- Isolation thermique par l'extérieur (ITE) : consiste à poser des matériaux isolants sur les parois extérieures verticales d'un bâtiment.

MPa : Unité de contrainte définie par une force d'intensité de 1 Newton (N) sur une surface de 1 mm². Le béton possède une grande résistance à la compression.

Normes de produits (françaises NF ou européennes

NF EN) : Les normes de produits fixent leurs caractéristiques et/ou la façon de les mesurer. Comme toutes les normes, elles sont d'application volontaire, sauf lorsqu'elles sont rendues obligatoires par une réglementation. Les NF DTU se réfèrent aux normes de produits pour définir les matériaux, les produits ou les équipements à utiliser pour réaliser un ouvrage.

NF : Marque de certification, régie par le Code de la consommation, des produits en béton contrôlés par une tierce partie accréditée. L'apposition de la marque NF est une démarche volontaire des fabricants. Les différentes familles de produits industriels en béton sont sous marque NF.

Ponts thermiques : Points de jonction où l'isolation n'est pas continue et est susceptible de provoquer des déperditions de chaleur supplémentaires.

REI : Classement permettant d'évaluer la résistance au feu d'un ouvrage selon trois critères pour répondre aux exigences de la réglementation : R = résistance mécanique de la paroi, E = étanchéité aux flammes et aux gaz chauds, I = isolation thermique liée notamment à la conductivité thermique du matériau.

POUR EN SAVOIR PLUS

Textes officiels

- Décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, *JO* du 25 mars 2011.
- Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, *JO* du 24 octobre 2010.
- 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 », *JO* du 24 octobre 2010.
- Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation, *JO* du 5 mars 1986.
- Code de la consommation.

Autres publications

- CSTB, « Règles Th-U », 5 fascicules, CSTB, 2001.

Éléments de structure

- *Cahiers du CSTB*, n° 3690, « Cahier des prescriptions techniques communes aux procédés de murs à coffrage intégré », CSTB, 2011.

Planchers/terrasses

- *Cahiers du CSTB*, n° 3718, « Planchers nervurés à poutrelles préfabriquées associées à un béton coulé en œuvre ou associées à d'autres constituants préfabriqués par du béton coulé en œuvre », CSTB, 2012.
- *Comité d'application enduits de façades du CSTB*, note d'information sur le NF DTU 26.1 « Quelques précisions sur la mise en œuvre des enduits monocouches », réunion du 11 mars 2009.
- *Cahiers du CSTB*, n° 3221, « Cahier des prescriptions techniques communes aux procédés de planchers – Titre III : Dalles pleines confectionnées à partir de prédalles préfabriquées et de béton coulé en œuvre », CSTB, 2000.

Dallages de sol

Marque NF 403 : Dallages pour sols, abords de piscine et parements muraux.

Sites Internet à consulter

- www.fib.org : site de la FIB
- www.cerib.com : site du Cerib
- www.bnib.fr : site du bureau de normalisation de l'industrie du béton
- www.vide-sanitaire.fr
- www.lebeton-naturellement.com
- www.marque-nf.com
- www.evaluation.cstb.fr
- www.inies.com

Normes

- **NF EN 13829** (février 2001) : Performance thermique des bâtiments – Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments – Méthode de pressurisation par ventilateur.
- **NF P06-014/A1** (février 2001) : DTU Règles PS-MI 89, révisées 92 – Règles de construction parasismique – Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés – Règles PS-MI 89 révisées 92 – Domaine d'application – Conception – Exécution.

Éléments de structure

- **NF EN 13369** (novembre 2013) : Règles communes pour les produits préfabriqués en béton.
- **NF EN 1168+A3** (avril 2012) : Produits préfabriqués en béton – Dalles alvéolées.
- **NF EN 13225** (août 2013) : Produits préfabriqués en béton – Éléments de structure linéaires.
- **NF EN 13747+A2** (mai 2010) : Produits préfabriqués en béton – Prédalles pour systèmes de planchers.
- **NF EN 15037-1** (septembre 2008) : Produits préfabriqués en béton – Systèmes de planchers à poutrelles et entrevous – Partie 1 : poutrelles.
- **NF EN 15037-2+A1** (juin 2011) : Produits préfabriqués en béton – Systèmes de planchers à poutrelles et entrevous – Partie 2 : entrevous en béton.
- **NF EN 15037-4+A1** (septembre 2013) : Produits préfabriqués en béton – Systèmes de planchers à poutrelles et entrevous – Partie 4 : entrevous en polystyrène expansé.
- **NF EN 15037-5** (septembre 2013) : Produits préfabriqués en béton – Systèmes de planchers à poutrelles et entrevous – Partie 5 : entrevous légers de coffrage simple.
- **NF P18-201** (mars 2004) : DTU 21 – Travaux de bâtiment – Exécution des ouvrages en béton – Cahier des clauses techniques.
- **NF DTU 23.2** (août 2008) : Travaux de bâtiment – Planchers à dalles alvéolées préfabriquées en béton – Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types – Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux (CGM) – Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types – Partie 3 : règles de calculs.
- **NF DTU 23.3** (juin 2008) : Travaux de bâtiment – Ossatures en éléments industrialisés en béton – Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types (CCT) – Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux (CGM) – Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types – Partie 3 : règles de calcul.
- **PR NF DTU 23.4** (projet) : Travaux de bâtiment – Planchers à prédalles industrialisées en béton.
- **NF EN 1992-1-1** (octobre 2005) : Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments.
- **NF EN 1996-1-1** (mars 2006) : Eurocode 6 – Calcul des ouvrages en maçonnerie – Partie 1-1 : règles communes pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée.

- **NF EN 1998-1** (septembre 2005) : Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments.

Planchers/terrasses

- **DTU 20.12** (septembre 1993) : Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.
- **NF P10-203-1/A1** (juillet 2000) : DTU 20.12 – Maçonnerie des toitures et d'étanchéité – Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité – Partie 1 : Cahier des clauses techniques.
- **NF P10-203-1/A2** (novembre 2007) : DTU 20.12 – Maçonnerie des toitures et d'étanchéité – Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité – Partie 1 : cahier des clauses techniques.

Escaliers

- **NF EN 14843** (juillet 2007) : Produits préfabriqués en béton – Escaliers.

Éléments de maçonnerie

- **NF EN 771-3** (août 2011) : Spécification pour éléments de maçonnerie – Partie 3 : éléments de maçonnerie en béton de granulats (granulats courants et légers).
- **NF EN 771-3/CN** (mars 2012) : Spécification pour éléments de maçonnerie – Partie 3 : éléments de maçonnerie en béton de granulats (granulats courants et légers) – Complément national à la NF EN 771-3:2011.
- **NF EN 771-4** (juillet 2011) : Spécifications pour éléments de maçonnerie – Partie 4 : éléments de maçonnerie en béton cellulaire autoclavé.
- **NF EN 771-4/CN** (mars 2012) : Spécification pour éléments de maçonnerie – Partie 4 : éléments de maçonnerie en béton cellulaire autoclavé – Complément national à la NF EN 771-4:2011.
- **NF EN 998-2** (décembre 2010) : Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie – Partie 2 : mortiers de montage des éléments de maçonnerie.
- **NF EN 845-2** (août 2013) : Spécifications pour composants accessoires de maçonnerie – Partie 2 : linteaux.
- **NF P98-052** (juillet 2002) : Produits préfabriqués en béton – Appuis de fenêtre préfabriqués en béton.
- **NF EN 15435** (septembre 2008) : Produits préfabriqués en béton – Blocs de coffrage en béton de granulats courants et légers – Propriétés et performances des produits.

Maçonnerie

- **NF DTU 20.1** (octobre 2008) : Travaux de bâtiment – Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs – Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types – Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux – Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types – Partie 3 : guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site – Partie 4 : règles de calcul et dispositions constructives minimales.
- **NF DTU 20.1 P1-1/A1** (juillet 2012) : Travaux de bâtiment – Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs – Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types.

- **NF DTU 20.1 P1-2/A1** (juillet 2012) : Travaux de bâtiment – Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs – Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux.
- **NF DTU 26.1** (avril 2008) : Travaux de bâtiment – Travaux d'enduits de mortiers – Partie 1-1 : cahier des clauses techniques – Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux – Partie 2 : cahier des clauses spéciales.

Enduits extérieurs

- **NF EN 998-1** (décembre 2010) : Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie – Partie 1 : mortiers d'enduits minéraux extérieurs et intérieurs.

Tuiles en béton

- **NF EN 490** (janvier 2012) : Tuiles et accessoires en béton pour couverture et bardage – Spécifications des produits.
- **NF P31-313** (août 1996) : Produits de couverture – Tuiles en béton à glissement à emboîtement longitudinal de classe montagne – Définition, caractéristiques, marquage.
- **DTU 40.241** (juin 1990) : DTU 40.241 – Couvertures en tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal, suivi du cahier des clauses techniques et du cahier des clauses spéciales (édition juin 1990) – (Complété par l'erratum d'octobre 1990).
- **DTU 40.241/A1** (juin 1997) : Modificatif 1 au DTU P31-205 de juin 1990 – Couverture en tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal. Cahier des clauses techniques. Modificatif 1 au DTU 40.241.
- **DTU 40.241/A2** (décembre 2000) : Modificatif 2 au DTU P31-205 de juin 1990.
- **DTU 40.25** (décembre 2000) : DTU 40.25 – Couverture en tuiles plates en béton – Cahier des clauses techniques suivi du cahier des clauses spéciales.
- **NF P31-207** (juin 2001) : DTU 40.24. Travaux de bâtiment – Couverture en tuiles en béton à glissement et à emboîtement longitudinal – Partie 1 : cahier des clauses techniques – Partie 2 : cahier des clauses spéciales – Référence commerciale des parties 1 et 2 de la norme NF P31-207 de mai 1993 – DTU 40.24 – Travaux de bâtiment.

Conduits

- **NF EN 1857** (septembre 2010) : Conduits de fumée – Composants – Conduits intérieurs en béton.
- **NF EN 12446** (août 2011) : Conduits de fumée – Composants – Enveloppes externes en béton.

Dallages de sol

- **NF EN 13748-1 COMPIL** (novembre 2005) : Carreaux de mosaïque de marbre – Partie 1 : carreaux de mosaïque de marbre à usage intérieur – Texte compilé de la norme NF EN 13748-1 d'août 2004 (2^e tirage de juin 2005) et de son amendement A1 de novembre 2005.

Dalles sur plots

- **NF EN 1339** (février 2004) : Dalles en béton – Prescriptions et méthodes d'essai.

A PROPOS DE

La Fédération de l'Industrie du Béton (FIB) concourt en France à la promotion des intérêts des industriels fabricants de produits en béton et assure la représentation du secteur auprès des pouvoirs publics et de l'environnement professionnel.

L'industrie du béton réunit près de 600 entreprises (99 % de PME) qui produisent 22 millions de tonnes de produits en béton et réalisent un CA annuel de 2,6 milliards d'euros. Premier employeur des industries de la branche carrières et matériaux de construction, l'industrie du béton contribue pleinement à l'activité économique des territoires, avec 19 000 emplois directs, offrant des métiers de proximité non délocalisables.

Près de 900 sites de production tissent un maillage territorial très dense, assurant partout une proximité de livraison sur les chantiers (entre 30 et 100 kms), une proximité des matières premières (pas plus de 50 km d'une usine) et ainsi une économie de transport et d'énergie. Industrie éco-responsable, son engagement environnemental s'est notamment concrétisé par un ambitieux effort de réduction des nuisances liées au fonctionnement des usines (décantation, recyclage des eaux de rejets, récupération des eaux...), de prévention des pollutions, de réalisation de diagnostics environnementaux et bilans carbone des sites de production avec l'Ademe et de valorisation des déchets. Elle a été l'un des premiers secteurs de la construction à normaliser ses produits et certifier leur qualité ; plus d'une vingtaine de marques volontaires de qualité (marque NF) couvrent toutes les familles de produits en béton à destination du bâtiment.

L'industrie du béton s'appuie sur le Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton (CERIB), seul Centre Technique Industriel (CTI) dédié au secteur pour contribuer au progrès technique, à l'amélioration de la productivité et au développement permanent de la qualité des produits en béton.

Pour en savoir plus : www.fib.org

CIMbéton, Centre d'information sur le ciment et ses applications, a pour mission de faire connaître les progrès techniques des ciments et des bétons dans tous les secteurs de la construction, bâtiment, travaux publics, génie civil. Ses missions sont d'identifier les besoins des différents acteurs de la construction, en favorisant les échanges entre industriels, prescripteurs et utilisateurs de ciments, de participer à la formulation de réponses techniques adaptées pour un meilleur usage des bétons au quotidien.

CIMbéton fait réaliser des études, des recherches appliquées et des essais pour motiver le développement de produits et de techniques, faire évoluer la réglementation, et soutenir les initiatives de promotion des nouvelles technologies. CIMbéton développe aussi une communication active autour de solutions techniques et agit dans le domaine de la formation, auprès des enseignants et des étudiants. Le Centre édite également des ouvrages spécialisés (une collection technique, des dossiers thématiques, les revues Construction Moderne, Routes...).

Plus d'informations sur : infociments.fr

PLUS FORT ! AVEC LE MONITEUR

> LES OPPORTUNITÉS D'AFFAIRES

- Plus de 5000 projets de marchés d'études et de travaux / an
- Des centaines d'appels d'offres par semaine

> LA SÉCURITÉ JURIDIQUE

- Veille et décryptage de la réglementation du secteur

> L'ACTUALITÉ BTP nationale et régionale



Tous les numéros en version numérique sur PC, Mac, tablettes iPad ou Android*

* Téléchargement gratuit à l'aide de l'application Le Moniteur Kiosk sur l'App Store ou Google Play

AVEC VOTRE ABONNEMENT ACCÉDEZ LIBREMENT À
L'ESPACE ABONNÉ PREMIUM

**1 AN
390€
ABONNEZ-VOUS !**

BULLETIN D'ABONNEMENT

À RETOURNER ACCOMPAGNÉ DE VOTRE RÉGLEMENT À : GROUPE MONITEUR
SERVICE DIFFUSION - CASE N°32 - 17 RUE D'UZÈS - 75108 PARIS CEDEX 02
TEL. : 01 40 13 50 65 - FAX : 01 40 13 51 21 - E-MAIL : ABONNEMENT@GROUPEMONITEUR.FR

PM02A

OUI, JE M'ABONNE AU MONITEUR

- ABONNEMENT PRIVILÈGE - 1 AN,**
AU PRIX DE 390€ AU LIEU DE 460€

52 NUMÉROS HEBDOS

- ★ TEXTES OFFICIELS
- ★ 2 HORS-SÉRIE : SPÉCIAL AMÉNAGEMENT ET INNOVATIONS TECHNIQUES
- ★ L'ACCÈS LIBRE À VOTRE ESPACE ABONNÉ PREMIUM SUR WWW.LEMONITEUR.FR

MODE DE RÈGLEMENT

- Mandat administratif à réception de facture
- Chèque à l'ordre du **Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment**
- Carte Bancaire N° : _____

Expire fin : _____ Cryptogramme : _____ (3 derniers chiffres au dos de votre carte sur la bande de signature)

- Je souhaite recevoir une facture acquittée

SIGNATURE OBLIGATOIRE

- M. Mme. Mlle.

Nom _____ Prénom _____

Société _____ Service _____

Fonction _____

Adresse _____

CP. _____ Ville _____

Tél. _____ Fax. _____

EMAIL : _____

A remplir impérativement afin de bénéficier des services numériques

Conformément à la loi du 6.01.1978, vous pouvez accéder aux informations vous concernant, les rectifier et vous opposer à leur transmission éventuelle en écrivant au Service Abonnements. Valable uniquement en France métropolitaine jusqu'au 28/02/15. Tarifs Étranger, nous consulter.



7 place de La Défense
92974 Paris La Défense Cedex
centrinfo@cimbeton.net
www.infociments.fr

Fédération de l'Industrie du Béton
15 Bd du Général de Gaulle
92542 Montrouge cedex
fib@fib.org
www.fib.org