

GUIDE PRATIQUE BATIMENT

JANVIER
2022

Béton prêt à l'emploi



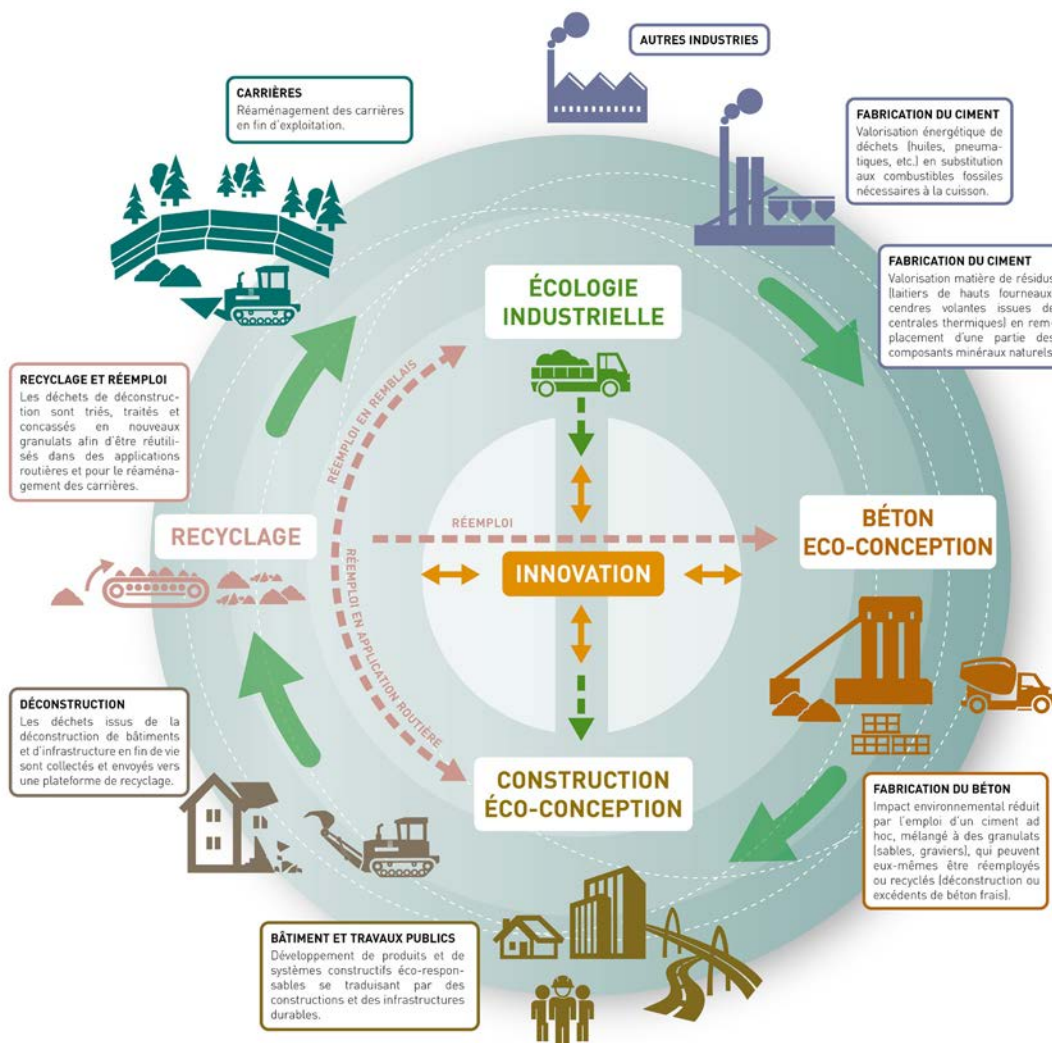
Sommaire

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION | 4 |
| 1 - LE CONTEXTE NORMATIF ET RÉGLEMENTAIRE | 6 |
| 1.1 Norme béton NF en 206-1/CN | 6 |
| 1.2 Avis technique (ATEC) et document technique d'application (DTA) | 7 |
| 1.3 Document technique unifié (DTU) | 7 |
| Certification qualité par la marque NF-BPE | 8 |
| 2 - LE BPE DANS LA CONSTRUCTION ET LES OUVRAGES | 9 |
| 2.1 Stabilité structurelle des bâtiments : Les EUROCODES | 9 |
| 2.2 Isolation thermique des bâtiments | 10 |
| 2.3 Acoustique dans les logements | 10 |
| 2.4 Prévention du risque sismique dans les logements | 11 |
| 2.5 Sécurité incendie | 12 |
| 2.6 Qualité environnementale des bâtiments (QEB) | 12 |
| 2.7 Qualité de l'air intérieur (QAI) dans les logements | 13 |
| 3 - SOLUTIONS CONSTRUCTIVES PAR TYPOLOGIE D'OUVRAGES | 14 |
| 3.1 Introduction | 14 |
| 3.2 Logements collectifs | 16 |
| 3.3 Maisons individuelles | 23 |
| 3.4 Bâtiments de bureaux | 28 |
| 3.5 Établissements recevant du public | 34 |
| 3.6 Bâtiments d'industrie, de commerce et de stockage | 34 |
| 3.7 Aménagements extérieurs | 39 |
| 3.8 Rénovation et réhabilitation | 40 |
| 4 - PERTINENCE TECHNICO-ÉCONOMIQUE DES SOLUTIONS BÉTON | 41 |
| 4.1 Logement : Approche performantielle pour des gains de surfaces habitables | 41 |
| 4.2 Bâtiment de bureau : Optimisation économique à l'usage | 42 |
| 4.3 Bétons structurels isolants | 43 |
| 5 - L'ESSENTIEL DE LA RE2020 | 44 |
| 6 - LA RE2020 ET LES SOLUTIONS EN BÉTON PRÊT À L'EMPLOI | 47 |
| CONCLUSION | 50 |
| ANNEXES | 51 |
| BIBLIOGRAPHIE | 57 |

Introduction

Alternative au développement linéaire (extraire – fabriquer – consommer – jeter), l'économie circulaire s'inscrit dans une logique de développement durable afin de répondre aux défis de la raréfaction des ressources naturelles et du changement climatique, tout en favorisant la croissance économique par la création de produits et de services innovants. Le modèle d'économie circulaire met notamment l'accent sur de nouveaux modes de conception, de production et de consommation : le prolongement de la durée d'usage des produits, l'usage plutôt que la possession des biens, la valorisation et le recyclage, l'optimisation de l'utilisation des ressources. La Conférence environnementale de 2013 a permis de poser les bases des chantiers à mener sur l'économie circulaire pour les années à venir.

Le béton prêt à l'emploi (BPE) fait partie de la filière béton. Sa production est organisée au plus près des ressources et des besoins et s'inscrit dans une logique d'économie circulaire comme le démontre le



Dynamisme des territoires et proximité

Avec 1 875 unités de production, nous pouvons dire que la production de BPE a un impact positif sur l'économie des territoires et noter que les entreprises, qu'elles soient grandes ou petites, sont totalement intégrées à la vie économique locale à laquelle elles contribuent en employant 8 470 salariés directs auxquels il convient d'en ajouter 8 000 autres liés au transport et au pompage du béton. Tous ces emplois sont par définition non délocalisables et s'intègrent dans la vaste chaîne professionnelle des entreprises et des artisans du secteur du bâtiment et des travaux publics qui regroupent en France, rappelons-le, plus de 2 millions d'emplois, soit 8 % du total des emplois.

Économies de ressources naturelles, valorisation et recyclage

Concernant la production de BPE, la valorisation des ressources naturelles passe par :

- l'utilisation de l'eau en circuit fermé dans les unités de production de BPE ;
- la valorisation des rebuts de production qui après avoir été durcis, sont concassés pour produire des granulats ;
- l'optimisation des gisements de granulats naturels par les carriers ;
- et d'une manière générale, la préservation de la biodiversité sur les lieux de production et notamment dans les carrières, que ce soit au cours de leur exploitation ou lors de leur réaménagement.

80 % des bétons de déconstruction sont d'ores et déjà valorisés. Les enjeux du recyclage du béton sont importants puisque la France dispose d'un gisement de 18 millions de tonnes de béton de déconstruction sur les 240 millions de tonnes de déchets inertes produits par le BTP.

Il faut savoir que 80 % des bétons de déconstruction sont déjà valorisés après traitement (concassage, criblage, tri) et ce principale-

ment en sous-couche routière.

La filière a pour objectif de développer le recyclage dans la production de bétons. Pour y parvenir, il faut qu'elle s'organise en amont, de la construction à la déconstruction. Il faut également multiplier les tests et disposer d'un retour d'expérience suffisant, le projet national Recybéton lancé en 2012 doit y contribuer.

Éco-conception

Pour tous les segments liés à l'aménagement des territoires, il existe des bétons et des solutions constructives dotés de nouvelles fonctionnalités tout en demeurant parmi les plus économiques du marché :

- bétons à ultra hautes performances pour moins de matière et plus de durabilité ;
- bétons autoplaçants (BAP) pour moins de nuisances sur les chantiers et pour réduire la pénibilité du travail des ouvriers en supprimant la vibration du béton ;
- bétons isolants pour plus de performances thermiques ;
- bétons drainants pour plus de sécurité en temps de pluie ;
- bétons dépolluants pour assainir l'atmosphère ;
- bétons autonettoyants qui conservent les façades propres et en limitent l'entretien.

Tous ces bétons et systèmes constructifs associés présentent une durabilité hors du commun qui renforce encore l'aspect économique du choix de ces solutions en termes de coût global.

La filière béton contribue pleinement au bien-être de nos concitoyens, avec des logements sains, protecteurs, performants, accessibles et esthétiques ; des infrastructures de mobilité à faible impact environnemental qui sécurisent les usagers et créent du lien.

LE CONTEXTE NORMATIF ET RÉGLEMENTAIRE

Le matériau béton est encadré par un contexte normatif et réglementaire visant à optimiser la qualité des bétons et la durabilité des ouvrages.

Ce contexte normatif comprend :

- la norme béton NF EN 206-1/CN ;
- les normes applicables aux composants (ciment, granulats, addition, adjuvant, eau, etc.) ;
- les normes de calculs (Eurocodes) ;
- les normes d'exécution (NF EN 13670, DTU 13.3, DTU 21, etc.) ;
- les normes d'essais.

L'ensemble de ce contexte normatif, homogène et complet, vise à assurer la durabilité de l'ouvrage. Il contribue à conserver les fonctions d'usage et à maintenir le niveau de fiabilité et l'aspect esthétique, tout en maîtrisant les frais de maintenance et d'entretien.

Il concourt au fait que le béton reste synonyme de :

- longévité ;
- peu d'entretien ;
- bonne transmission patrimoniale ;
- résistance à la plupart des agents agressifs et corrosifs ;
- adaptation à tous les types d'environnements.

Pour l'ensemble des textes mentionnés, il convient de bien vérifier les dates de validité, d'application et de parution.

1.1 Norme béton NF EN 206-1/CN

La norme béton est constituée d'un corps de texte « européen » complété par un document d'application national. Ce document national a été révisé en 2012 et le texte NF EN 206-1/CN (indice de classement AFNOR : P18-325-1/CN) est entré en vigueur le 14 décembre 2012.

Les principales modifications par rapport à la version précédente de 2004 sont les suivantes :

- possibilité d'utiliser une fraction de granulats recyclés pour la fabrication des bétons, avec un taux de substitution limité en fonction du type de granulats recyclés et de la classe d'exposition du BPE ;
- ajouts d'une nouvelle addition : le métakaolin ;
- possibilité d'utiliser des additions avec des ciments de type CEM II/A en plus des CEM I.

La norme européenne est elle-même en cours de révision, notamment pour intégrer la norme EN 206-9 portant sur les bétons autoplaçants (BAP). Cette nouvelle norme s'appellera EN 206, sa nouvelle annexe nationale est en cours d'élaboration, la norme NF EN 206/CN devrait être publiée au second semestre 2014. Outre cette intégration de l'EN 206-9, le complément national sera peu impacté, les modifications majeures ayant déjà été prises en compte dans la version de 2012.

POUR UNE BONNE
PRESCRIPTION D'UN BÉTON
DURABLE, il convient d'apprécier, dès sa
conception, les contraintes environnementales
induites par
les agressions potentielles subies
par le béton de l'ouvrage (pendant

Ceci est exprimé
via les classes
d'exposition



Classes d'exposition

La norme définit 6 catégories d'exposition,
en fonction dues à l'environnement

XO : aucun risque de corrosion ni d'attaque

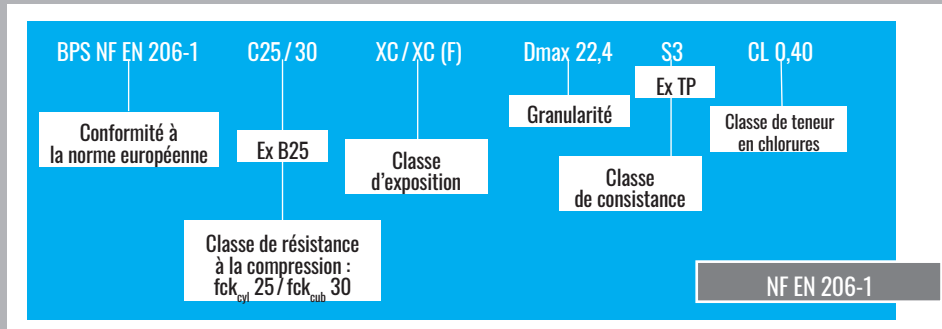
XC : corrosion induite par carbonatation

XD : corrosion induite par les chlorures, ayant une origine autre que marine

XS : corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer

XF : attaque gel / dégel avec ou sans agent de déverglaçage

LE CHOIX DE LA CLASSE D'EXPOSITION est un élément majeur lors de la prescription du béton. Cette caractéristique figure dans la désignation normalisée d'un béton conforme à la norme NF EN 206-1/CN.



1.2 Avis Technique (ATEC) et Document Technique d'Application (DTA)

L'Avis Technique (ATEC) désigne l'avis formulé par un groupe d'experts sur l'aptitude à l'usage des ouvrages réalisés avec des procédés innovants (c'est le cas de certains systèmes constructifs faisant intervenir le BPE : voir §3 du présent guide). L'ATEC peut se baser sur un Cahier des Prescriptions Techniques (CPT) commun à l'ensemble des systèmes visés par l'ATEC.

Lorsque le système concerné fait l'objet d'un marquage CE, l'avis est délivré sous la forme d'un Document Technique d'Application (DTA).

L'ATEC ou le DTA permet de :

- renseigner tous les acteurs de l'acte de construire sur le comportement prévisible et la durabilité des ouvrages réalisés avec le système concerné, dans son domaine d'emploi précis, compte tenu des dispositions de mise en œuvre définies et des réglementations visées ;
- prendre en compte l'intégration et l'interaction du système dans les différentes catégories d'ouvrages visées.

1.3 Document technique unifié (DTU)

Le Document technique unifié (DTU)⁽¹⁾ 13.3 relatif à la conception, au calcul et à l'exécution des dallages : Le DTU 13.3 est le document de référence pour la conception et l'exécution des travaux de dallage.

Ce DTU se compose de trois parties :

- la partie I, qui comporte les exigences les plus élevées, correspond aux dallages industriels ;
- la partie II concerne les dallages autres qu'industriels. Ce sont, par exemple, les dallages de bâtiments commerciaux de moins de 1 000 m² et soumis à des charges uniformes inférieures à 1 T/m² ;
- la partie III concerne les dallages des maisons individuelles.

Le DTU 21 relatif à l'exécution des ouvrages en béton pour les travaux de bâtiment :

La publication en 2013 de la norme NF EN 13670 (Exécution des ouvrages en béton) a conduit à une révision significative du DTU 21, qui est devenu de facto, un document d'application nationale de cette norme.

Pour cela, l'architecture du document a été modifiée afin de s'aligner sur celle de la norme NF EN 13670.

En particulier, le DTU 21 est aujourd'hui séparé en plusieurs parties distinctes :

- PR NF DTU 21 P1-1 (Travaux de bâtiment - Exécution des ouvrages en béton - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types). Cette partie propose des clauses types de spécifications d'exécution des ouvrages en béton, en béton armé et en béton précontraint justifiables des règles de conception et de calcul aux états limites.
- PR NF DTU 21 P1-2 (Travaux de bâtiment - Exécution des ouvrages en béton - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux [CGM]). Cette partie fixe les critères généraux de choix des matériaux utilisés pour l'exécution des ouvrages en béton dans le champ d'application de la norme NF DTU 21 P1-1 (CCT).

Ces deux documents remplacent la norme NF P 18-201 (DTU 21), de mars 2004.

- En complément, le PR NF DTU 21 P2 (Travaux de bâtiment - Exécution des ouvrages en béton - Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types) a pour objet de donner les clauses administratives spéciales aux marchés de travaux d'ouvrages en béton, dans le domaine d'application de la norme NF DTU 21 P1-1.

Outre ces évolutions de forme, la révision du DTU 21 prévoit également d'importantes modifications de fond :

- introduction de la précontrainte ;
- clarification des classes de cure en précisant que par défaut pour un béton de bâtiment, la classe retenue est la classe 1 de la norme NF EN 13670.

(1) Un DTU constitue un cahier des clauses techniques types applicables contractuellement à des marchés de travaux du bâtiment. Il se réfère à des produits ou procédés de construction, dont l'aptitude à satisfaire aux dispositions techniques est reconnue par l'expérience.

1.4 Certification Qualité par la marque NF-BPE

Le BPE est fabriqué par du personnel qualifié dans des unités de production industrielle. En France, en 2014, environ 80% des unités produisant du BPE sont certifiées NF-BÉTON PRÊT À L'EMPLOI (BPE).



La marque NF-BPE est une marque de qualité volontaire, créée le 27 janvier 1967 et délivrée par AFNOR Certification. Elle atteste de la conformité des produits aux normes, sur la base d'un référentiel de certification basé sur la norme NF EN 206-1/CN et sur des spécifications complémentaires demandées par la profession.

La certification NF-BPE apporte la garantie aux utilisateurs et prescripteurs que :

- le producteur a mis en place un système qualité et vérifie par des essais sur constituants et sur bétons le respect des caractéristiques normalisées;
- l'application des procédures est effective, le producteur dispose d'une exploitation de ses contrôles internes et engage des actions correctives;
- les produits livrés sont conformes à la norme, des audits et des essais tierce-partie sont réalisés chaque année.

La mise en œuvre par pompage

L'acheminement du BPE au moyen d'une pompe, du camion toupie vers le coffrage, est sensiblement plus rapide que la pose traditionnelle. La comparaison avec les bennes de grue courantes d'un volume de 250 litres le prouve.

L'utilisation d'une pompe à béton s'avère rentable même pour les chantiers de construction de maisons individuelles qui requièrent le coulage du béton pour les fondations, les planchers et parfois les murs.



Les atouts du pompage du béton

- Rapidité de mise en place du béton concourant au respect du planning.
- Accessibilité aux coffrages pour des ouvrages de grandes dimensions : flèches de grandes portées, de 20 à 50 mètres.
- Qualité du bétonnage : conservation des propriétés à l'état frais du béton, homogénéité des parements et qualité des enrobages.
- Diminution de la pénibilité de la mise en œuvre du BPE.

Les matériels utilisés pour le pompage du béton entrent dans le champ d'application de la norme NF EN 12001 (Machine pour le transport, la projection et la distribution de béton et mortier par tuyauterie).

Le Syndicat National du Pompage du Béton (SNPB) a largement fait connaître cette norme aux producteurs de BPE et aux entreprises de mise en œuvre. En complément de cette norme, le SNPB a défini plusieurs recommandations visant à prévenir les risques électriques et de fouettement.



Depuis 2010, le SNPB et AFNOR Certification ont développé une certification de compétences « Formateur des conducteurs de pompe à béton ». Cette certification a pour objectif, dans chaque entreprise de pompage de béton, de valider les compétences pédagogiques et professionnelles d'une personne référente en charge de la formation. Lancée en avril 2010, la certification de compétence de formateurs de conducteurs de pompes à bétons compte plus de 70 certifiés. Cette certification est accordée pour une période de 3 ans (les premiers renouvellements ont eu lieu en 2013).

Afin de répondre aux exigences des ouvrages de bâtiment, le BPE est soumis à des règles de conception et de calcul (Eurocodes) et à des réglementations particulières.

Ces réglementations sont de caractère obligatoire. Elles sont matérialisées par des arrêtés et des décrets publiés

2.1 Stabilité structurelle des bâtiments : les Eurocodes

La structure d'un bâtiment (fondations, murs, poteaux, planchers, etc.) est son véritable squelette.

Cette structure est soumise à différentes actions, permanentes ou variables dans le temps, statiques ou dynamiques, de nature mécanique ou thermique, et sa conception vise à satisfaire certains critères vis-à-vis de ces actions :

- sécurité : sa résistance, son équilibre et sa stabilité doivent être assurés avec une probabilité choisie ;
- performance : son fonctionnement et le confort associés doivent être garantis pour une durée suffisante ;
- durabilité : la dégradation de la structure dans le temps doit être limitée et maîtrisée pour satisfaire les deux premiers critères.

La structure d'un bâtiment fait donc l'objet d'études et de calculs préalables suivant des méthodes codifiées appelées Eurocodes.

La norme de base pour le calcul des structures en béton est l'Eurocode 2 (NF EN 1992 – calcul des structures en béton).

L'Eurocode 2 est sous-divisé en quatre normes permettant de concevoir et dimensionner les structures et les éléments structuraux des constructions en béton (bâtiments, ouvrages d'art, silos et réservoirs, etc.), et/ou de vérifier les propriétés mécaniques des éléments structuraux préfabriqués en béton :

- NF EN 1992-1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments
- NF EN 1992-1-2 : règles générales – calcul du comportement au feu
- NF EN 1992-2 : ponts – calcul et dispositions constructives
- NF EN 1992-3 : silos et réservoirs

Ces normes permettent le calcul des bâtiments et des ouvrages de génie civil en béton non armé, en béton armé ou en béton précontraint. Elles traitent, en conformité avec l'Eurocode 0, des principes et des exigences pour la résistance mécanique, la sécurité, l'aptitude au service, la durabilité et la résistance au feu des structures en béton.

Les autres exigences, telles que celles relatives aux isolations thermiques et acoustiques par exemple, ne sont pas traitées dans les Eurocodes.

Les atouts du BPE

Le BPE est un matériau technique, facile à mettre en œuvre et nécessitant peu d'entretien. Il épouse toutes les formes données à l'ouvrage. Des modifications et adaptations du projet sur le chantier sont faciles à effectuer. Correctement utilisé, il dure plus d'une centaine d'années. Il résiste au feu et aux actions mécaniques usuelles.

Associé à des armatures en acier, il acquiert des propriétés nouvelles qui en font un matériau de construction aux possibilités multiples (béton armé, béton précontraint). Il convient aux constructions monolithiques. Les assemblages sont faciles à réaliser dans le cas de béton coulé en place.

Dans la plupart des cas, les dimensions des ouvrages et des éléments d'ouvrage en béton sont suffisants pour éviter tout problème délicat de stabilité.

2.2 Isolation thermique des bâtiments

Le comportement thermique des bâtiments et plus particulièrement des logements, est devenu un point technique incontournable. Depuis les années 70, il a fait l'objet de nombreuses réglementations successives qui tendent à durcir les contraintes réglementaires et à orienter les Maîtres d'ouvrage vers la réalisation de bâtiments très sobres, voire ne consommant pratiquement plus d'énergie (BEPOS). Ceci a profondément changé la façon de concevoir les bâtiments et de les construire.

Les réponses apportées par le BPE en termes d'isolation thermique

| Points techniques majeurs | Réponses du BPE |
|---|---|
| Résistance thermique des parois Cette résistance (R) est exprimée en $m^2.K/W$ et traduit la résistance de la paroi au flux d'énergie thermique (chaud et froid) | Une solution banchée de 16 cm associées à une isolation classique (intérieure ou extérieure) satisfait facilement aux exigences de la RT 2012 concernant l'enveloppe du bâtiment. |
| Inertie Thermique Capacité thermique du matériau exprimée en $Wh/m^3.K$ | Le BPE a une capacité thermique importante et joue un rôle déterminant dans l'inertie globale du bâtiment. Cette inertie est source de confort en été (température intérieure) mais aussi en hiver en captant et stockant les rayonnements solaires (énergie gratuite). |
| Ponts thermiques (liaisons planchers intermédiaires - murs) Exprimé en W/mK | L'apparition de la nouvelle famille de bétons structurels à propriétés isolantes permet de limiter considérablement l'impact des ponts thermiques et d'éviter leurs traitements, ce dernier point restant une opération très onéreuse. |
| Étanchéité à l'air Exprimé en $m^3/m^2.h$ | L'aspect monolithique d'une paroi en béton banché permet d'être naturellement inférieur aux seuils de perméabilité fixés par la RT 2012. |
| Fixation d'éléments dans parois porteuses Pour éléments externes en protection de l'isolant et pour éléments internes comme mobilier | Les parois en béton coulé en place permettent de grandes souplesses d'utilisation sans modifier les habitudes des futurs occupants. |
| Mise en place d'un enduit protecteur extérieur (DTU 26.1) | Le mur coulé en place, homogène et très soigné, est un bon support pour enduits. |

Les atouts du BPE

L'aspect monolithique de la construction est favorable à une très bonne étanchéité à l'air.

L'inertie thermique conférée aux bâtiments permet des économies sensibles de consommation d'énergie en hiver et surtout en été.

Matériau structurel, le BPE permet une grande souplesse d'utilisation (perçements, accrochages, modifications, etc.) sans changement des habitudes de vie des occupants.

Le développement de béton structurel à propriétés isolantes (qui permet de se passer de rupteurs) est une réponse

2.3 Acoustique dans les logements

Le comportement acoustique (tout comme le comportement thermique) est désormais un des premiers éléments de confort réclamés par les utilisateurs de logements.

La réglementation datant de janvier 1996 fait l'objet d'obligations, comme l'établissement d'attestation de prise en compte de cet élément de confort, ainsi que des mesures in situ démontrant la performance atteinte par le bâtiment.

L'indice d'affaiblissement acoustique, noté R_w , caractérise la qualité acoustique d'un élément de construction (paroi, fenêtre, porte, etc.). Il est mesuré en laboratoire pour s'affranchir des transmissions du bruit par les parois latérales (Par exemple : émission de 100 dB, réception de 40 dB donne un indice d'affaiblissement $R_w = 60$ dB).

Les réponses apportées par le BPE en termes d'isolation acoustique

Point technique majeur

Réponses du BPE

Le BPE permet de réaliser des structures lourdes et très homogènes dans leur conception. Associé à des isolants thermo-acoustiques efficaces et à des procédés constructifs permettant de désolidariser les différents éléments de la structure, le BPE permet d'obtenir d'excellentes caractéristiques acoustiques grâce à son indice d'affaiblissement acoustique important. Il faut cependant souligner que la conception du bâtiment et le bon traitement des liaisons sont des facteurs essentiels pour garantir une bonne acoustique.

Les atouts du BPE

Pour traiter la transmission des bruits intérieurs et extérieurs, c'est l'ensemble de la conception du bâtiment qui va être sollicité.

En tant qu'élément lourd, le BPE présente un très bon indice d'affaiblissement acoustique. Ceci est très favorable au confort intérieur (basses fréquences) et au traitement des bruits aériens venant de l'extérieur (présence

2.4 Prévention du risque sismique dans les logements

Le moyen le plus efficace pour se protéger des effets d'un séisme majeur est la construction parasismique car, dans la plupart des cas, le décès des occupants est causé par l'effondrement du bâtiment.

Depuis 1969, la France dispose d'un zonage sismique et de règles de construction parasismique, qui ont été révisées en 2010, suivant ainsi l'évolution de l'expérience et des connaissances scientifiques.

C'est ainsi que dans le cadre de la concertation européenne, un nouveau zonage sismique français et de nouvelles règles de construction parasismique (Eurocode 8) ont été élaborés.

L'impact de la nouvelle réglementation sismique est très favorable aux systèmes constructifs en béton armé : des bâtiments de grande hauteur en béton armé peuvent être réalisés dans des zones de forte sismicité. En effet, correctement confinées par des armatures formant une grille à mailles fines, les ossatures en béton armé montrent un comportement satisfaisant lors des secousses sismiques. Ces armatures permettent d'assurer un comportement ductile des ouvrages, critère essentiel de la résistance aux séismes.

Lorsque la structure principale est en portiques, il convient de respecter le principe "poteau fort - poutre faible". Les déformations principales pouvant se produire en cas de séisme majeur concernent ainsi les poutres, que l'on peut en général réparer, et non les poteaux ou les nœuds, qui assurent la stabilité du bâtiment.

Les atouts du BPE

Une structure en voiles de béton ou en béton armé est intrinsèquement "parasismique".

Des exemples montrent que des bâtiments réalisés selon les règles de construction propres aux zones non sismiques ne se sont pas effondrés sous l'effet d'un tremblement de terre. Même endommagés, les voiles continuent à porter les planchers (l'effondrement des planchers sur les occupants est la première cause de décès lors des tremblements de terre), et les dommages sont généralement réparables.

Les bords des voiles étant davantage sollicités que leur milieu, ils doivent être renforcés par des chaînages ou des poteaux intégrés dans les voiles ou formant un "retour".

2.5 Sécurité incendie

La sécurité des personnes et des biens contre l'incendie doit être prise en compte dès la conception des bâtiments, les éléments de construction devant être aptes à résister à l'action du feu. Des moyens de prévention sont mis en œuvre pour éviter la naissance d'un incendie, son développement et sa propagation.

Les différentes parties d'un bâtiment doivent permettre l'évacuation des personnes et la sauvegarde des biens dans de bonnes conditions, et les secours doivent pouvoir y intervenir efficacement.

Élément massif à faible conductivité thermique, le béton, matériau de structure, bénéficie d'un très bon comportement au feu et ne nécessite pas de protection particulière pour atteindre les niveaux réglementaires requis.

Les atouts du BPE

Le béton est classé A1 sans essai préalable, au sens de l'arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement. Compte tenu de sa constitution, le béton ne conduit que très peu la chaleur.

La température s'élève très lentement dans les couches intérieures des éléments en béton, ce qui peut occasionner des éclatements en surface dus aux différences de dilatation. Toutefois, ces phénomènes superficiels sont secondaires du point de vue de la résistance au feu de la structure.

Soumise à des températures élevées, une structure en béton se comportera de la façon suivante : dans un premier temps, l'altération de l'ouvrage sera visible en surface mais ne se retrouvera pas dans son épaisseur. De fait, la température dans la masse est très inférieure à la température de surface ; elle ne s'élève ni instantanément, ni de façon homogène dans les éléments en béton. La forte inertie à la propagation du flux de chaleur dans sa masse et la faible température au cœur de sa structure limitent la perte de résistance du béton.

2.6 Qualité environnementale des bâtiments (QEB)

Dans un contexte de crise du logement, maîtrises d'ouvrage et concepteurs doivent à la fois construire vite et respecter des réglementations toujours plus exigeantes en termes environnementaux.

Ils ont à leur disposition des outils d'évaluation des impacts des matériaux et des constructions pour connaître le véritable impact des logements au long de leur cycle de vie.

La QEB est une démarche globale de développement durable appliquée aux bâtiments, qui permet de vivre et de travailler dans des locaux plus confortables, plus économiques et plus respectueux de l'environnement et de la santé.

Les études globales d'impacts environnementaux de bâtiment sont relativement récentes. Elles s'appuient sur l'exploitation d'informations communiquées par les fabricants (vérifiées et certifiées) sur les impacts environnementaux et sanitaires des produits et systèmes mis en œuvre lors de la construction et de l'exploitation des bâtiments (FDES compilées dans la base réglementaire INIES).

Une des premières études QEB portant sur une construction de logements collectifs a été réalisée en 2010.

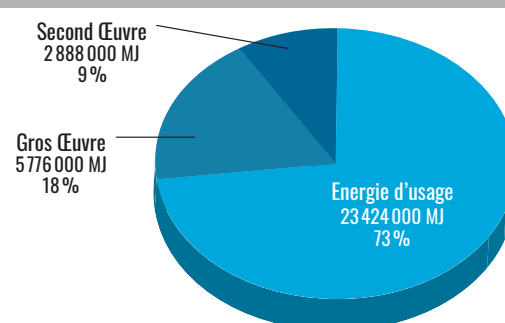
Il s'agit d'un bâtiment R+3 de plus de 1 000 m² SHON implanté dans trois régions climatiques différentes et dont les façades sont réalisées successivement en bloc béton, en briques de terre cuite, et en béton banché.

L'attention s'est plus particulièrement portée sur deux indicateurs pris en compte :

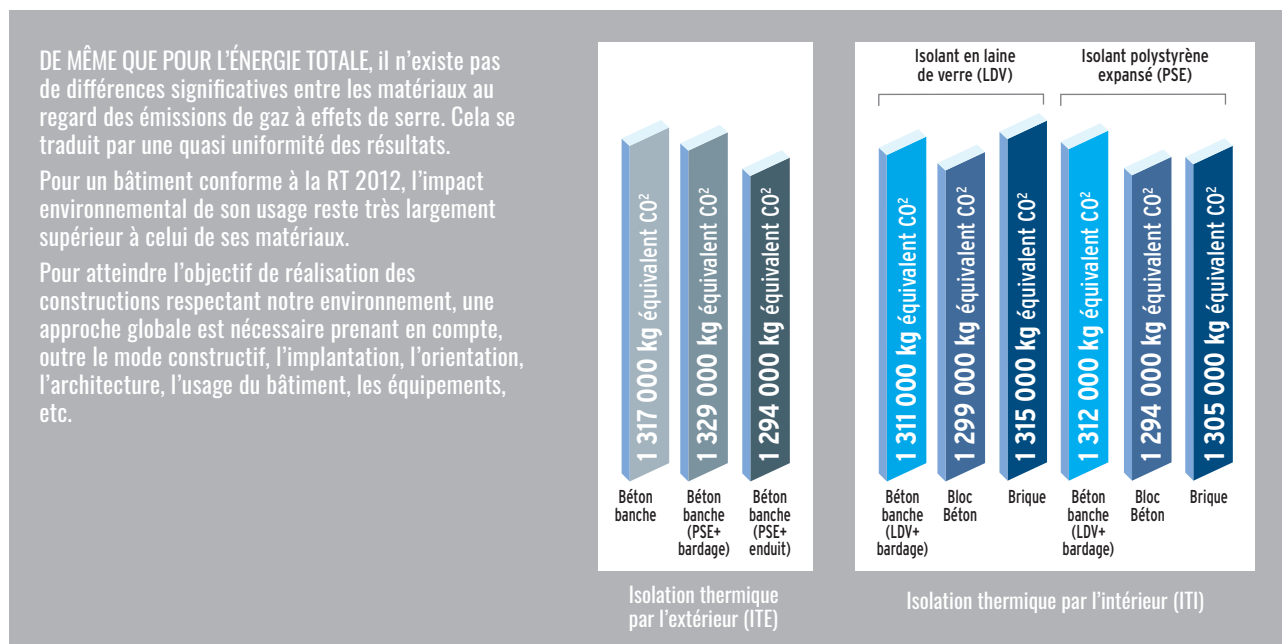
- l'énergie totale consommée ;
- l'impact sur le changement climatique (CO²).

Les résultats globaux montrent, pour une même région climatique, qu'il n'y a pas d'impact significativement différent quel que soit le matériau utilisé.

CETTE ÉTUDE QEB, qui a fait l'objet d'une revue critique par un groupe d'experts indépendants, a montré que le type de mur ainsi que le type d'isolant influent peu sur l'énergie totale consommée pendant la durée de vie du bâtiment. En effet, la quantité d'énergie d'usage (chauffage, climatisation, éclairage, etc.) est environ 4 fois plus importante que celle nécessaire à la construction, à l'entretien ainsi qu'à la démolition.



Pour le critère concernant l'impact sur le changement climatique, les résultats en zone climatique H2b conduisent au graphique suivant :



2.7 Qualité de l'Air Intérieur (QAI) dans les logements

La QAI est une préoccupation grandissante et un enjeu majeur de santé publique.

Si la prise de conscience date du début des années 1900, la publication scientifique à ce sujet ne s'est intensifiée qu'à partir de 1980. L'Observatoire de la QAI a été créé en 2001.

La construction de bâtiments confortables, sains et économes en énergie nécessite de concilier les performances énergétiques et la qualité de l'air intérieur. Il est important de rappeler que nous passons en moyenne, 80% de notre temps en espace clos ou semi-clos, que cela soit dans les logements, lieux de travail, écoles, espaces de loisirs, commerces, transports, etc.

Les atouts du BPE

S'agissant du décret d'application de l'arrêté du 19 avril 2011 (et de l'arrêté modificatif du 20 février 2012) relatif à l'étiquetage des produits de construction, il y est précisé que le béton n'est pas concerné (à l'exception des bétons cirés qui apparaissent dans les revêtements de sol). Toutefois, la filière BPE ayant souhaité communiquer sur ce sujet, des essais ont été réalisés au CSTB sur un béton traditionnel ainsi que sur un béton autoplaçant (BAP). Ces essais ont ainsi permis de démontrer la classification A+ du BPE vis-à-vis du niveau d'émission en polluants volatils.

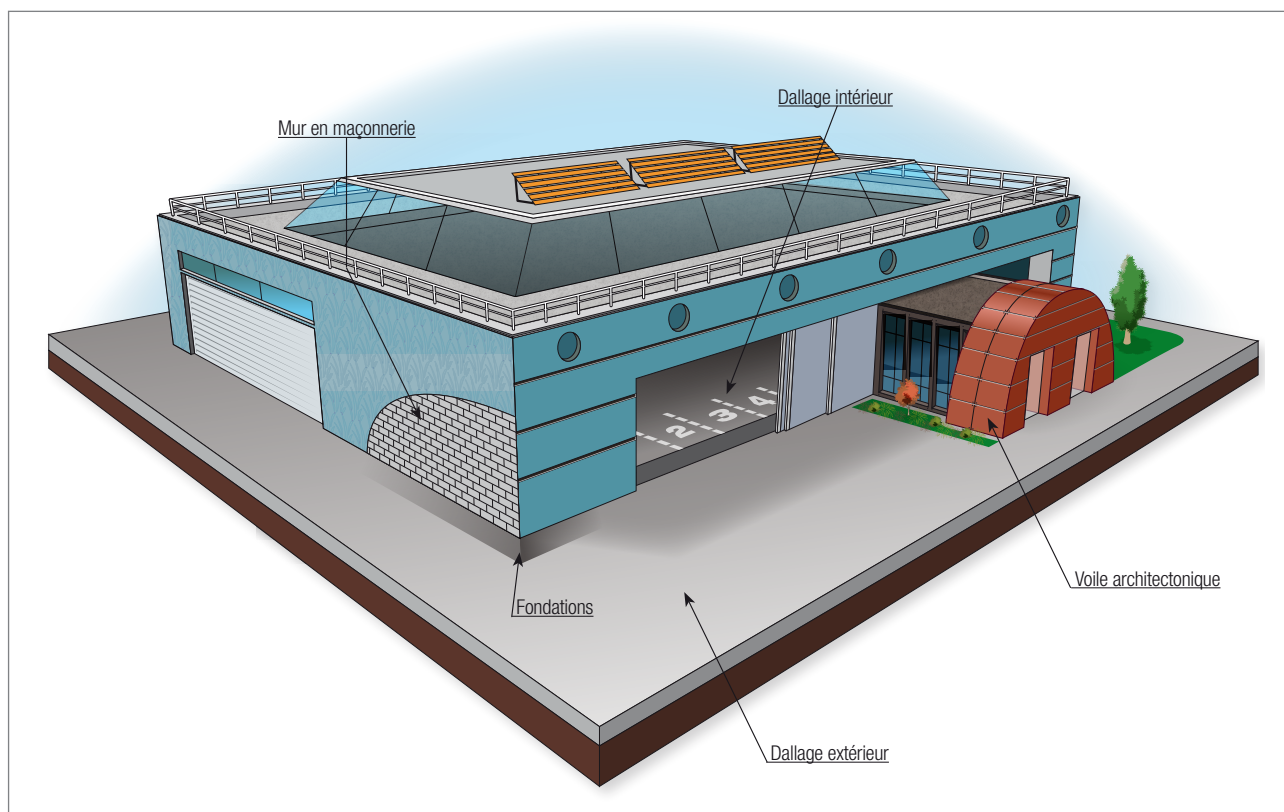


Par ailleurs, s'agissant du comportement face à l'humidité, Suzanne et Pierre DEOUX indiquent dans le Guide de l'habitat sain⁽¹⁾ que « le béton, comme tous les matériaux hygroscopiques, a une capacité d'absorption et de désorption de vapeur d'eau. Malgré l'élévation de la teneur en humidité du béton avec celle de l'air ambiant, le béton ne paraît pas être un milieu favorable au développement des moisissures en raison de sa composition essentiellement minérale et de ses propriétés hautement alcalines. Concernant la radioactivité naturelle, la teneur en radioéléments naturels est variable selon les composants du béton, elle peut être augmentée par certains granulats et additifs. Le taux d'émission du radon peut être très faible mais il varie selon les bétons. Il est cependant bien inférieur à celui des granites.»

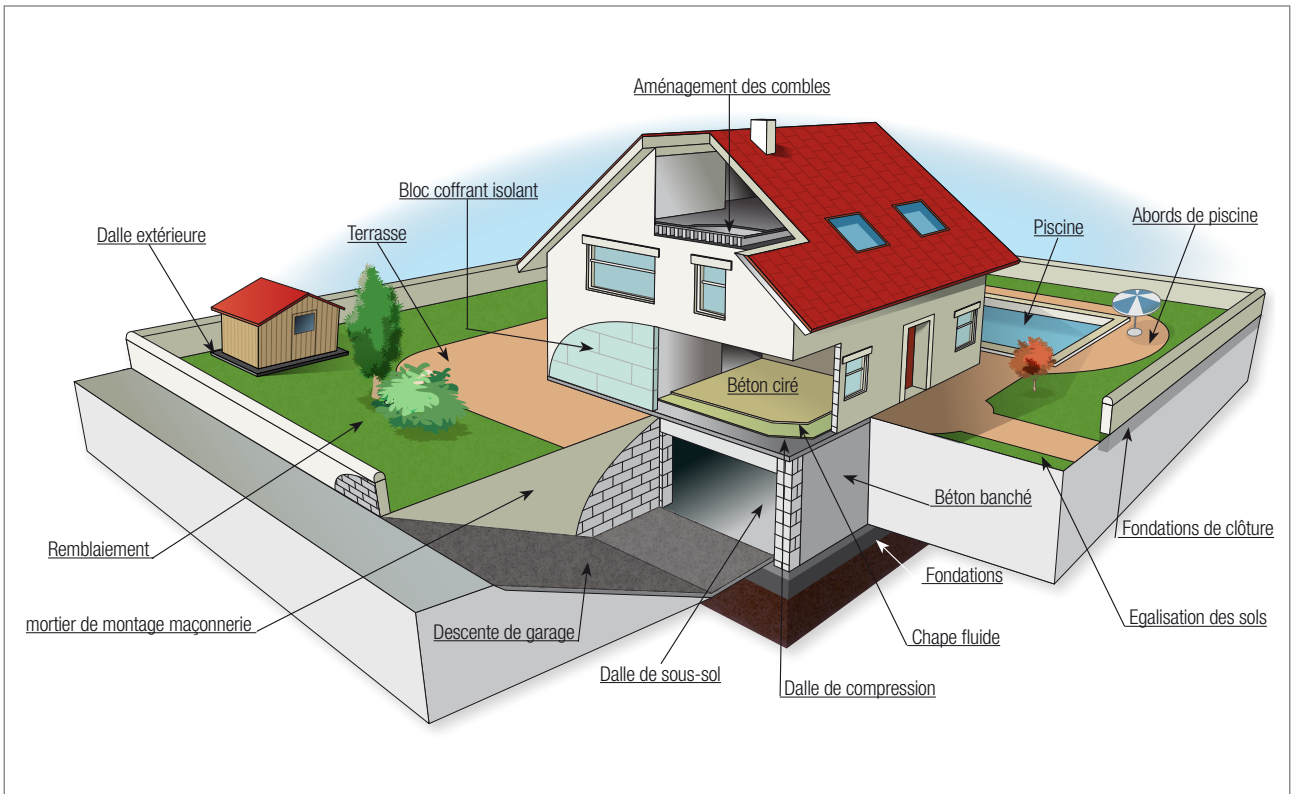
(1) Suzanne et Pierre DEOUX, Docteurs en Médecine, Guide de l'habitat sain, 2002, deuxième édition octobre 2004, 537 pages, Medieco Editions, Geodif diffusion- Groupe Eyrolles

3.1 Introduction

Les illustrations ci-dessous identifient les principaux domaines d'applications du béton prêt à l'emploi (BPE). Les tableaux suivants détaillent ces applications et donnent les recommandations en matière de mise en œuvre dans les ouvrages de bâtiment.

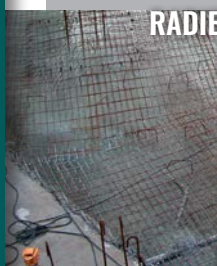


Applications en bâtiment industriel





**PIEUX
(FONDATIONS
PROFONDES)**



RADIERS



**FONDATIONS
SUPERFICIELLES**



**DALLAGES SUR
TERRE-PLAIN**

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)

Un pieu est un élément de construction en béton, acier, bois ou mixte permettant de fonder un bâtiment ou un ouvrage.

Les pieux sont utilisés lorsque le terrain ne peut pas supporter superficiellement les contraintes dues à la masse de l'ouvrage. Il est également possible d'utiliser des pieux pour renforcer des fondations existantes.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 1538
- NF EN 1536
- DTU 13.2

Dans les terrains où les couches superficielles ne sont pas aptes à recevoir des fondations classiques au vu de la descente de charge, il est nécessaire de fonder les ouvrages en profondeur.

À la manière d'une fondation courante, le pieu peut s'appuyer sur une couche de sol résistante. Les efforts sont alors transmis par la pointe du pieu, descendue jusqu'à une couche de sol présentant une résistance mécanique suffisante.

Ces pieux, devant supporter des charges lourdes, sont fréquemment réalisés en béton spéciaux favorisant l'enrobage des cages d'armatures et résistant aux diverses agressions des composants des sols.

- 7-399:2019
- 7-400:2019
- 7-401:2019
- 7-405:2019

Sur des terrains peu stables qui interdiraient la construction sur de simples fondations ou pour assurer une bonne isolation avec le sol, la construction d'un radier en béton ferrailé, posé sur un lit isolant, permet la répartition des charges sur le terrain.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 1997-1
- NF EN 1990
- DTU 13.11
- DTU 13.12

Ces radiers sont réalisés en bétons armés avec un dosage permettant de limiter la porosité.

Aujourd'hui, les producteurs de BPE proposent les bétons autoplaçants (BAP), facilitant la mise en œuvre et assurant un meilleur enrobage des aciers.

- 7-363:2019
- 7-364:2019
- 7-371:2019
- 7-372:2019
- 7-373:2019
- 7-374:2019

Ces fondations reposent sur le sol ou s'y enfoncent très légèrement contrairement aux fondations profondes et semi-profondes. La profondeur des fondations superficielles n'excède pas 3 m.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 1997-1
- NF EN 1990
- DTU 13.11
- DTU 13.12

Il existe deux types de fondations superficielles :

- la plus courante est la « semelle filante » que l'on retrouve sous les murs porteurs ;
- les fondations ponctuelles se trouvent sous les poteaux, on parle alors de « plot » ou de « dé de fondation ».

Pour un béton conforme à la norme NF EN 206-1, la classe d'exposition sera adaptée en fonction de l'agressivité du sol. La notion de gel doit être prise en compte par le prescripteur.

- 7-369:2019
- 7-370:2019

Cas particulier des radiers : les dallages sur terre-plain sont utilisés pour des bâtiments légers amenant une surcharge faible sur le sol d'assise.

Le dallage pourra avoir un rôle de fondation pour tout l'ouvrage. Dans ce cas, la dalle sert aussi d'assise aux murs périphériques et aux refends. Il faut alors prévoir des armatures de liaisons.

- NF EN 1997-1
- NF EN 1990
- DTU 13.11
- DTU 13.12
- DTU 13.3
- ATEC si utilisation de bétons fibrés




La dalle sur terre-plain est posée directement sur le sol à condition qu'il soit homogène, compact et sans risque de tassement/gonflement.

Si le dallage joue le rôle de fondation, il doit être suffisamment armé pour éviter les tassements différentiels.

Pour répondre aux exigences de la réglementation thermique, le système constructif le plus performant consiste à réaliser une dalle sur terre-plein avec isolation sous chape flottante.

La dalle béton est également dotée d'une excellente résistance aux nuisibles (termites, etc.).

- 7-363:2019
- 7-364:2019
- 7-365:2019

| Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|---|---|---|---|--|
|  <p>MURS BANCHÉS</p> | <p>Les murs banchés (par exemple, en sous-sol pour retenir la poussée des terres) offrent des caractéristiques mécaniques importantes et sont généralement réservés aux parties d'ouvrage fortement sollicitées.</p> <p>En fonction des souhaits architecturaux, les parements de ces murs peuvent être laissés bruts.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 | <p>Avec une excellente résistance au feu, au froid, à l'érosion, aux inondations, aux séismes, à l'intrusion et aux nuisibles (termites, etc.), le mur banché assure une très bonne stabilité de la construction. C'est un gage de durabilité et de valorisation du bâtiment, à la vente ou à la transmission.</p> <p>L'utilisation de BAP pour ces applications permet un gain de temps et une simplification de la mise en œuvre.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-357:2019 • 7-358:2019 • 7-359:2019 • 7-360:2019 • 7-361:2019 • 7-362:2019 • 7-368:2019 |
|  <p>MURS BANCHÉS AVEC BLOCS BÉTON DE COFFRAGE</p> | <p>Les blocs de coffrage sont constitués de 2 parois servant de coffrage et reliées entre elles par des entretoises.</p> <p>Ils sont montés à sec ou maçonnés au mortier. La partie centrale est remplie d'un béton fluide.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 • ATEC | <p>Ces murs ont une importante résistance à la compression et à la flexion.</p> <p>Ils ne nécessitent pas la mise en place d'un important matériel de coffrage (tel que les banches).</p> <p>Les blocs de coffrage sont manportables et sont ainsi très</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 |
|  <p>MURS BANCHÉS AVEC BLOCS COFFRANTS ISOLANTS</p> | <p>Cela consiste à utiliser des coffrages en polystyrène, sous forme de blocs empilables, dans lesquels le béton est coulé après avoir disposé les armatures nécessaires.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 • ATEC | <p>On réalise en une seule opération la fabrication d'un mur banché et la mise en place de l'isolation thermique de ce mur (l'isolation intérieure est généralement de 50 mm et l'isolation extérieure peut aller jusqu'à 120 mm, voire plus en fonction de la performance recherchée).</p> <p>Avec l'avantage de traiter par l'isolation extérieure les ponts thermiques, on obtient une construction dont les murs banchés sont très homogènes et étanches.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 |
|  <p>MURS BANCHÉS AVEC COFFRAGES INTÉGRÉS (PRÉMURS) AVEC OU SANS ISOLATION</p> | <p>Un prémur en béton armé préfabriqué est constitué de deux parois minces en béton armé (4,5 à 10,5 cm d'épaisseur), reliées entre elles par des raidisseurs générant un vide entre les deux parois, vide qui est rempli de béton sur le chantier. Un prémur sert donc de coffrage pour couler des voiles de 16 à 40 cm d'épaisseur.</p> <p>Le mur à coffrage et isolation intégrée combine performances techniques et thermiques en présentant tous les avantages d'une ITE, Isolation Thermique par l'Extérieur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 • ATEC <p>Le marquage CE des murs à coffrage intégré (ou murs composites) entre dans le cadre de la norme NF EN 14992.</p> <p>Ce sont des produits soumis à l'ATEC du CSTB.</p> <p>Les murs à coffrage intégré, non isolés, sont couverts par le CPT Cahier du CSTB 3690.</p> | <p>Les panneaux préfabriqués de prémur isolé combinent performances techniques et thermiques tout en assurant une gestion simplifiée du chantier. Leurs dimensions peuvent varier selon le besoin. L'intégration de l'isolant sur la face interne du voile de béton permet de supprimer les ponts thermiques. L'isolant est protégé, sa pérennité est donc garantie.</p> <p>La mise en œuvre rapide des murs à coffrage intégré réduit les délais et les coûts d'exécution. Elle nécessite une bonne accessibilité et un moyen de levage adapté. Ce procédé est une réponse à la réalisation de logements collectifs.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 |

| Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|--|--|---|---|--|
|  <p>DALLE DE COMPRESSION COULÉE SUR PRÉDALLE</p> | <p>Les prédalles sont des pièces préfabriquées en béton armé ou béton précontraint. Elles sont destinées à former la partie inférieure d'une dalle pleine de 18 à 20 cm environ. La surface supérieure est rugueuse de manière à obtenir une très bonne adhérence avec le béton coulé en œuvre. L'ensemble forme un élément de plancher monolithique.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 13747+A2 • DTU 21 • DTU 23.4 • CPT Cahier du CSTB 3221 | <p>Ce système de réalisation de plancher, très commun en logements collectifs, permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'assurer aisément le coffrage du béton coulé en œuvre ; • de former une plateforme de travail répondant aux exigences de sécurité. <p>Il en résulte :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une grande rapidité d'exécution ; • une mise en œuvre aisée des éléments incorporés dans le plancher ; • et surtout la suppression de l'opération de décoffrage, d'où gain de temps. | <ul style="list-style-type: none"> • 7-364:2019 • 7-374:2019 |
|  <p>DALLE DE COMPRESSION COULÉE SUR BAC ACIER (BAC COLLABORANT)</p> | <p>Ce type de dalle consiste à associer 2 matériaux pour qu'ils participent ensemble à la résistance à la flexion. Ces planchers associent une dalle de compression en béton armé à des bacs nervurés en acier galvanisé travaillant en traction comme une armature.</p> <p>Pour éviter le glissement entre les nervures du profil en acier et le béton, les parois latérales des bacs sont embouties ou crantées. Si elles sont en acier, les solives peuvent être rendues solidaires de la dalle en béton par l'intermédiaire de connecteurs soudés ou cloués pour constituer une poutre mixte. Une dalle collaborante peut aussi être posée sur des poutres simples (sans connecteurs).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • DTU 21 • ATEC | <p>Ce système de réalisation de plancher, utilisé le plus souvent en association avec des structures métalliques, permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'assurer le coffrage du béton coulé en œuvre ; • de former une plateforme de travail répondant aux exigences de sécurité. <p>Il en résulte :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une rapidité d'exécution ; • une économie de béton et d'aciers ; • un contreventement horizontal dès l'installation du bac ; • et surtout la suppression de l'opération de décoffrage, d'où gain de temps. | <ul style="list-style-type: none"> • 7-364:2019 • 7-374:2019 |
|  <p>DALLE PLEINE</p> | <p>Les dalles pleines sont des dalles en béton armé portant sur des appuis ponctuels (tels les planchers champignons) ou sur des appuis continus (murs et poutres). Les poutres peuvent former une retombée en dessous de la sous-face du plancher, ou être incorporées dans l'épaisseur de celui-ci (poutres noyées). L'épaisseur et l'armature de la dalle pleine sont calculées en fonction de la portée et de la surcharge d'utilisation. Dans les bâtiments d'habitation pour répondre aux exigences de confort acoustique, l'épaisseur est de 18 à 20 cm environ.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • DTU 21 | <p>De 18 à 20 cm, les dalles pleines sont des ensembles très homogènes. Les armatures sont en position inférieure dans les travées et en position supérieure ou en chapeau aux droits des appuis, afin de reprendre les moments négatifs. Les réservations sont mises en place sur le coffrage ainsi que sur les canalisations et les fourreaux incorporés dans la dalle. Les réservations sont positionnées directement sur le coffrage. Cette solution nécessite bien évidemment la mise en place d'un coffrage lourd permettant le coulage du béton et sa maturité.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-364:2019 • 7-374:2019 |

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)



RAVOIRAGE

Le ravaillage est un ouvrage constitué de sable, de sable stabilisé (sable avec ciment), de mortier (sable, ciment, eau et éventuellement ajouts) ou de béton maigre (béton faiblement dosé en ciment). Réalisé sur le support (plancher bois ou support en maçonnerie tel qu'une dalle en béton), il est destiné à obtenir un niveau imposé et à noyer les canalisations de plomberie, chauffage et électricité, avant de poser un isolant ou un système de plancher chauffant éventuel. Un ravaillage doit systématiquement être recouvert par une chape.

- NF EN 1992-1-1
- DTU 21
- DTU 13.3
- DTU 26.2
- DTU 52.10

On retrouve différentes classes de ravaillage : A (sable), B (sable et liant hydraulique), C, D et E (mortier ou béton maigre à dosage en ciment variable suivant l'utilisation et la destination des locaux).

Les ravaillages C, D ou E peuvent être des mortiers dits "traditionnels", ou fluides. La composition de ces derniers contient un agent fluidifiant qui leur confère une grande fluidité. Il existe des ravaillages isolants.



POTEAUX

Un poteau est un organe de structure d'un ouvrage sur lequel se concentrent de façon ponctuelle les charges de la superstructure (par exemple via un réseau de poutres ou de dalles d'un niveau supérieur) et par lequel ces charges se répartissent vers les infrastructures de cet ouvrage (par exemple les fondations).

Du point de vue de la mécanique des structures, les poteaux sont des éléments verticaux soumis principalement à de la compression. Leur résistance est notamment limitée par le risque de flambement.

- NF EN 1992-1-1
- DTU 21

Le béton armé est un matériau particulièrement résistant aux sollicitations en compression. Néanmoins, les poteaux sont des éléments très élancés et susceptibles de flamber sous l'action des charges verticales. Il est donc nécessaire de renforcer le béton par des armatures.

- 2-114:2019
- 2-117:2019
- 2-118:2019
- 5-289:2020
- 5-290:2020
- 6-346:2020
- 11-1939:2018



MURS BANCHÉS

Les murs en béton banché offrent des caractéristiques mécaniques importantes et sont généralement réservés aux parties d'ouvrage fortement sollicitées.




En fonction des souhaits architecturaux, les parements de ces murs peuvent être laissés bruts.


- NF EN 1992-1-1
- DTU 23.1
- DTU 21

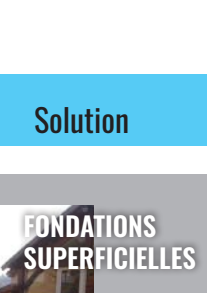

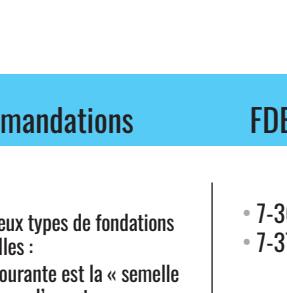

Avec une excellente résistance au feu, au froid, à l'érosion, aux inondations, aux séismes, à l'intrusion et aux nuisibles (termites, etc.), le mur banché assure une très bonne stabilité de la construction. C'est un gage de durabilité et de valorisation du bâtiment, à la vente ou à la transmission.

L'utilisation de BAP pour ces applications permet un gain de temps et une simplification de la mise en œuvre.

- 7-358:2019
- 7-359:2019

| SUPERSTRUCTURE / ÉLEVATION | Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|----------------------------|--|---|---|--|--|
| |  <p>MURS BANCHÉS AVEC BLOCS COFFRANTS ISOLANTS</p> | <p>Cela consiste à utiliser des coffrages en polystyrène, sous forme de blocs empilables, dans lesquels le béton est coulé après avoir disposé les armatures nécessaires.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 • ATEC | <p>On réalise en une seule opération la fabrication d'un mur banché et la mise en place de l'isolation thermique de ce mur (l'isolation intérieure est généralement de 50 mm et l'isolation extérieure peut aller jusqu'à 120 mm, voire plus en fonction de la performance recherchée).</p> <p>Avec l'avantage de traiter par l'isolation extérieure les ponts thermiques, on obtient une construction dont les murs banchés sont très homogènes et étanches.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 |
| |  <p>MURS BANCHÉS AVEC COFFRAGES INTÉGRÉS (PRÉMURS) AVEC OU SANS ISOLATION</p> | <p>Un prémur en béton armé préfabriqué est constitué de deux parois minces en béton armé (4,5 à 10,5 cm d'épaisseur) reliées entre elles par des raidisseurs générant un vide entre les deux parois, vide rempli de béton sur le chantier. Un prémur sert donc de coffrage pour couler des voiles de 16 à 40 cm d'épaisseur.</p> <p>Le mur à coffrage et isolation intégrée combine performances techniques et thermiques en présentant tous les avantages d'une ITE, Isolation Thermique par l'Extérieur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 • ATEC <p>Le marquage CE des murs à coffrage intégré (ou murs composites) entre dans le cadre de la norme NF EN 14992.</p> <p>Ce sont des produits soumis à l'ATEC du CSTB.</p> | <p>Les murs à coffrage intégré, non isolés, sont couverts par le CPT Cahier du CSTB 3690. Les panneaux préfabriqués de prémur isolé combinent performances techniques et thermiques tout en assurant une gestion simplifiée du chantier. Leurs dimensions peuvent varier selon le besoin. L'intégration de l'isolant sur la face interne du voile de béton permet de supprimer les ponts thermiques. L'isolant est protégé, sa pérennité est donc garantie.</p> <p>La mise en œuvre rapide des murs à coffrage intégré réduit les délais et les coûts d'exécution. Elle nécessite une bonne accessibilité et un moyen de levage adapté. Ce procédé est une réponse à la réalisation de logements collectifs.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 |
| |  <p>MURS BANCHÉS AVEC BÉTON STRUCTUREL À PROPRIÉTÉS ISOLANTES</p> | <p>La performance thermique d'un bâtiment passe en premier lieu par la réalisation d'une enveloppe soignée, aux ponts thermiques limités et à l'isolation optimisée.</p> <p>Les bétons structurels à propriétés isolantes présentent des conductivités thermiques nettement améliorées par rapport aux bétons traditionnels tout en conservant des caractéristiques mécaniques compatibles avec leur rôle structurel. Ils permettent de répondre aux exigences de la RT 2012 en matière de traitement des ponts thermiques.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23-1 • DTU 21 • Avis Techniques | <p>À la différence des solutions « rupteurs thermiques » existant sur le marché ou d'ITE, ils ne demandent pas d'adaptation des modes constructifs couramment usités en France.</p> | |

| SUPERSTRUCTURE / TOITURE | Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|--------------------------|---|---|---|---|--|
| |  <p>TOITURE TERRASSE (éventuellement végétalisée)</p> | <p>La toiture terrasse est une forme de couverture qui consiste à mettre en œuvre un complexe comprenant plusieurs composants. Certains sont imposés par leur fonction propre, telle que la structure porteuse (en béton) et l'étanchéité. D'autres répondent à des fonctions complémentaires liées à l'utilisation de la terrasse et aux impératifs d'isolation thermique et acoustique.</p> <p>Ces terrasses sont classées en quatre catégories : inaccessibles, comportant des zones techniques, accessibles ou végétalisées (légères ou lourdes).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 21 • DTU 20.12 • DTU 43.1 • ATEC | <p>La toiture terrasse végétalisée sur structure béton présente de nombreux intérêts.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En termes de bâti <ul style="list-style-type: none"> Protection de l'étanchéité, le complexe végétal (substrat et végétation) constituant une couche de protection du toit (bâti et étanchéité). En abaissant les écarts de température à sa surface et en le protégeant des rayons ultraviolets, ce complexe permettrait d'augmenter la durée de vie de l'ouvrage et des membranes d'étanchéité. • En termes d'isolation <ul style="list-style-type: none"> Le complexe végétal permettrait aussi d'améliorer l'isolation thermique et acoustique du bâtiment, entraînant respectivement une baisse de la consommation d'énergie et une diminution des nuisances sonores. • En termes de gestion des eaux pluviales <ul style="list-style-type: none"> Rétention des eaux pluviales. Les toitures végétalisées participent à la régulation des précipitations en capturant une partie des pluies, en étalant dans le temps leur évacuation vers les réseaux d'eaux pluviales, évitant ainsi leur saturation et en conséquence les délestages dans le milieu naturel. <p>De plus, compte tenu des contraintes de foncier, une toiture terrasse peut permettre l'accueil d'équipements techniques et/ou d'un espace collectif extérieur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-364:2019 • 7-374:2019 |

| INFRASTRUCTURE / FONDATION | Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|--|---|--|---|--|-------------------|
|  <p>FONDATIONS SUPERFICIELLES</p> | <p>Ces fondations reposent sur le sol ou s'y enfoncent très légèrement, contrairement aux fondations profondes et semi-profondes. La profondeur des fondations superficielles n'excède pas 3 m.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • NF EN 1997-1 • NF EN 1990 • DTU 13.11 • DTU 13.12 • DTA pour l'utilisation de béton fibré en remplacement de l'armature courante | <p>Il existe deux types de fondations superficielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la plus courante est la « semelle filante » que l'on retrouve sous les murs porteurs ; • les fondations ponctuelles se trouvent sous les poteaux, on parle alors de « plot » ou de « dé de fondation ». <p>Pour un béton conforme à la norme NF EN 206-1, la classe d'exposition sera adaptée en fonction de l'agressivité du sol. La notion de gel doit être prise en compte par le prescripteur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-369:2019 • 7-370:2019 | |
|  <p>DALLAGES SUR TERRE-PLAIN</p> | <p>Cas particulier des radiers : les dallages sur terre-plain sont utilisés pour des bâtiments légers amenant une surcharge faible sur le sol d'assise. Le dallage pourra avoir un rôle de fondation pour tout l'ouvrage. Dans ce cas, la dalle sert aussi d'assise aux murs périphériques et aux refends. Il faut alors prévoir des armatures de liaisons.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1997-1 • NF EN 1990 • DTU 13.11 • DTU 13.12 • DTU 13.3 • DTA pour l'utilisation de béton fibré en remplacement d'un treillis soudé | <p>La dalle sur terre-plain est posée directement sur le sol à condition qu'il soit homogène, compact et sans risque de tassement/gonflement. Si le dallage joue le rôle de fondation, il doit être suffisamment armé pour éviter les tassements différentiels. Pour répondre aux exigences de la réglementation thermique, le système constructif le plus performant consiste à réaliser une dalle sur terre-plain avec isolation sous chape flottante. La dalle béton est également dotée d'une excellente résistance aux nuisibles (termites, etc.).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-363:2019 • 7-364:2019 • 7-365:2019 | |
|  <p>MURS BANCHÉS AVEC BLOCS BÉTON DE COFFRAGE</p> | <p>Les blocs de coffrage sont constitués de 2 parois servant de coffrage et reliées entre elles par des entretoises. Ils sont montés à sec ou maçonneries au mortier. La partie centrale est remplie d'un béton fluide.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 • ATEC | <p>Ces murs ont une importante résistance à la compression et à la flexion. Ils ne nécessitent pas la mise en place d'un important matériel de coffrage (tel que les banches). Les blocs de coffrage sont manportables et sont ainsi très utilisés en soubassement.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 | |
|  <p>MURS BANCHÉS AVEC BLOCS COFFRANTS ISOLANTS</p> | <p>Cela consiste à utiliser des coffrages en polystyrène, sous forme de blocs empilables, dans lesquels le béton est coulé après que les armatures nécessaires aient été disposées.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 • ATEC | <p>On réalise en une seule opération la fabrication d'un mur banché et la mise en place de l'isolation thermique de ce mur (l'isolation intérieure est généralement de 50 mm et l'isolation extérieure peut aller jusqu'à 120 mm, voire plus en fonction de la performance recherchée). Avec l'avantage de traiter par l'isolation extérieure les ponts thermiques, on obtient une construction dont les murs banchés sont très homogènes et étanches.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 | |

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)

MORTIER DE MONTAGE

Ces mortiers sont des mélanges de sables, ciment et d'adjuvants. Ils sont destinés au montage des murs de maçonnerie.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 988-2
- DTU 20.1

Fabriqué de façon industrielle dans les unités de productions de BPE, ils sont livrés sur chantier.
Leur ouvrabilité peut permettre une durée prolongée d'utilisation.
Ils sont soumis au marquage CE.


DALLE DE COMPRESSION COULÉE SUR POUTRELLES ENTREVOUS

Pour réaliser un plancher en béton sur vide sanitaire par exemple, les hourdis (entrevous) sont placés entre deux poutrelles porteuses.

Les poutrelles sont en béton armé (éventuellement précontraint).

Les poutrelles et les hourdis (entrevous) constituent ainsi un fond de coffrage dans lequel il est posé une armature en treillis soudé, puis une dalle de béton.

Dans la plupart des cas, l'armature ne sert que de couture entre les différentes poutrelles. Il faut néanmoins tenir compte des efforts liés au classement sismique de la zone lors de la conception.

Les hourdis (entrevous) en béton se présentent comme des blocs avec une forme prévue pour s'emboîter sur les poutrelles.

Plusieurs hauteurs de hourdis (entrevous) sont disponibles en fonction de la portée, de la résistance et/ou du poids de la dalle et aussi selon l'affaiblissement acoustique visé.

- NNF EN 15037-1-2-3-4-5

- DTU 21
- DTU 23.4

- CPT Cahier du CSTB 3718

- DTA pour l'utilisation de béton fibré en remplacement d'un treillis soudé

L'atout d'un plancher béton sur vide sanitaire est de s'adapter à toutes les natures de sol et à toutes les configurations (terrain plan ou en pente).

Isolé du sol par un vide, il se compose de poutrelles posées sur les murs périphériques et de refends, ou sur des blocs et des longrines, avec un remplissage en entrevous complété, si besoin, par des rupteurs de ponts thermiques.

Le vide sous le plancher béton permet le passage des canalisations et des gaines techniques et facilite les interventions. Sa ventilation élimine la formation de moisissures et les remontées d'humidité.

Enfin, le plancher béton sur vide sanitaire diminue le coût de construction en réduisant les travaux de terrassements et en apportant des économies sur les fondations.

Ce système permet également de favoriser la ventilation de l'ouvrage.

- 7-364:2019
- 7-374:2019

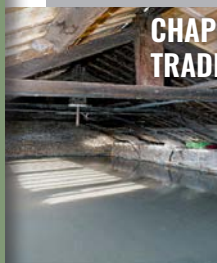
Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)



CHAPES TRADITIONNELLES

Lorsque les travaux de gros œuvre sont terminés (fondations, dalles, planchers, toit), l'étape suivante concerne les ouvrages de second œuvre, dont la chape. Il s'agit d'une fine couche de mortier à base de liant, de sable, d'eau, et éventuellement d'ajouts. Cette chape est toujours destinée être recouverte par un revêtement de sol, le plus souvent un carrelage, un parquet ou une moquette.

La chape sert donc de liaison entre la dalle béton et l'habillage du sol et dans ce cas, son épaisseur moyenne est de 5 à 6 cm. Avant la réalisation de cet ouvrage, les locaux doivent être hors d'eau et hors d'air. En d'autres termes, les travaux de maçonnerie, de couverture et de menuiserie doivent tous être achevés.

La chape joue également le rôle d'enrobage et de protection des éléments chauffants, dans le cas d'un plancher chauffant à circulation d'eau ou électrique.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 13813
- NF EN 13318

- DTU 21
- DTU 13.3
- DTU 26.2
- DTU 52.10
- DTU 65.14

Une chape est une couche d'interposition destinée à recevoir un revêtement de sol. Elle est mise en place entre le support (dalle béton, plancher bois, etc., éventuellement recouvert d'un isolant et d'un complexe de plancher chauffant) et le revêtement de sol.

On distingue quatre applications principales :

- pose adhérente : la chape est coulée directement sur un support en béton ;
- pose désolidarisée : la chape est coulée sur un film plastique, qui fait office de couche de glissement entre le support et la chape ;
- pose flottante : la chape est mise en place sur un isolant thermique et/ou acoustique ;
- pose sur plancher chauffant : la chape est coulée en enrobage de plancher chauffant.

Les chapes traditionnelles sont des mortiers fermes (sable, ciment, eau). Leur mise en œuvre peut être relativement longue puisque le mortier doit être épandu manuellement puis tiré à la règle.

• 2-123:2019



CHAPES FLUIDES

Les chapes fluides sont des mortiers fluides autonivelants. Ils sont composés de sable, d'eau, de liant et d'adjuvants qui leur confèrent une grande fluidité.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 13813
- NF EN 13318

- DTU 21
- DTU 13.3
- DTU 26.2
- DTU 52.10
- DTU 65.14

- DTA

Il existe deux principaux types de chape fluide :

- Les chapes fluides formulées à base de ciment. Elles ont pour principal avantage de sécher rapidement et d'être très performantes vis-à-vis des contraintes de poinçonnements. Cependant, le retrait caractérisant ces produits impose de réaliser des joints tous les 75 m² au minimum.
- Les chapes formulées à base d'anhydrite (liant en poudre à base de sulfate de calcium). Elles présentent un très faible retrait ce qui permet de réaliser des grandes surfaces sans joint. Néanmoins, leurs caractéristiques imposent de respecter un délai de séchage plus long, suivant le chantier.

Il existe des chapes fluides spécifiques pour les planchers chauffants.



RAVOIRAGE

Le ravoirage est un ouvrage constitué de sable, de sable stabilisé (sable avec ciment), de mortier (sable, ciment, eau et éventuellement ajouts) ou de béton maigre (béton faiblement dosé en ciment). Réalisé sur le support (plancher bois ou support en maçonnerie tel qu'une dalle en béton), il est destiné à obtenir un niveau imposé et à noyer les canalisations de plomberie, chauffage et électricité, avant de poser un isolant ou un système de plancher chauffant éventuel. Un ravoirage doit systématiquement être recouvert par une chape.

- NF EN 1992-1-1

- DTU 21
- DTU 13.3
- DTU 26.2
- DTU 52.10

On retrouve différentes classes de ravoirage : A (sable), B (sable et liant hydraulique), C, D et E (mortier ou béton maigre à dosage en ciment variable suivant l'utilisation et la destination des locaux).

Les ravoirages C, D ou E peuvent être des mortiers dits "traditionnels", ou fluides. La composition de ces derniers contient un agent fluidifiant qui leur confère une grande fluidité.

Il existe des ravoirages isolants.

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)

POTEAUX



Un poteau est un organe de structure d'un ouvrage sur lequel se concentrent de façon ponctuelle les charges de la superstructure (par exemple via un réseau de poutres ou de dalles d'un niveau supérieur) et par lequel ces charges se répartissent vers les infrastructures de cet ouvrage (par exemple les fondations).

Du point de vue de la mécanique des structures, les poteaux sont des éléments verticaux soumis principalement à de la compression. Leur résistance est notamment limitée par le risque de flambement.

- NF EN 1992-1-1
- DTU 21

Le béton armé est un matériau particulièrement résistant aux sollicitations en compression. Néanmoins, les poteaux sont des éléments très élancés et susceptibles de flambement sous l'action des charges verticales. Il est donc nécessaire de renforcer le béton par des armatures.

- 2-114:2019
- 2-117:2019
- 2-118:2019
- 5-289:2020
- 5-290:2020
- 6-346:2020
- 11-1939:2018

MURS BANCHÉS AVEC BLOCS COFFRANTS ISOLANTS



Cela consiste à utiliser des coffrages en polystyrène, sous forme de blocs empilables, dans lesquels le béton est coulé après avoir disposé les armatures nécessaires.

- NF EN 1992-1-1
- DTU 23.1
- DTU 21
- ATEC

On réalise en une seule opération la fabrication d'un mur banché et la mise en place de l'isolation thermique de ce mur (l'isolation intérieure est généralement de 50 mm et l'isolation extérieure peut aller jusqu'à 120 mm, voire plus en fonction de la performance recherchée).

Avec l'avantage de traiter par l'isolation extérieure les ponts thermiques, on obtient une construction dont les murs banchés sont très homogènes et étanches.

- 7-358:2019
- 7-359:2019

MURS BANCHÉS AVEC COFFRAGES INTÉGRÉS (PRÉMURS) AVEC OU SANS ISOLATION



Un prémur en béton armé préfabriqué est constitué de deux parois minces en béton armé (4,5 à 10,5 cm d'épaisseur) reliées entre elles par des raidisseurs générant un vide entre les deux parois, vide rempli de béton sur le chantier. Un prémur sert donc de coffrage pour couler des voiles de 16 à 40 cm d'épaisseur.

Le mur à coffrage et isolation intégrée combine performances techniques et thermiques en présentant tous les avantages d'une ITE, Isolation Thermique par l'Extérieur.

- NF EN 1992-1-1
- DTU 23.1
- DTU 21
- ATEC

Le marquage CE des murs à coffrage intégré (ou murs composites) entre dans le cadre de la norme NF EN 14992.

Ce sont des produits soumis à l'ATEC du CSTB.

Les murs à coffrage intégré, non isolés, sont couverts par le CPT Cahier du CSTB 3690.

Les panneaux préfabriqués de prémur isolé combinent performances techniques et thermiques tout en assurant une gestion simplifiée du chantier. Leurs dimensions peuvent varier selon le besoin. L'intégration de l'isolant sur la face interne du voile de béton permet de supprimer les ponts thermiques. L'isolant est protégé, sa pérennité est donc garantie. La mise en œuvre rapide des murs à coffrage intégré réduit les délais et les coûts d'exécution. Elle nécessite une bonne accessibilité et un moyen de levage adapté.

- 7-358:2019
- 7-359:2019

| SUPERSTRUCTURE / TOITURE | Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|--------------------------|---|---|---|---|--|
| |  <p>TOITURE TERRASSE (éventuellement végétalisée)</p> | <p>La toiture terrasse est une forme de couverture qui consiste à mettre en œuvre un complexe comprenant plusieurs composants. Certains sont imposés par leur fonction propre, telle que la structure porteuse (en béton) et l'étanchéité. D'autres répondent à des fonctions complémentaires liées à l'utilisation de la terrasse et aux impératifs d'isolation thermique et acoustique.</p> <p>Ces terrasses sont classées en quatre catégories : inaccessibles, comportant des zones techniques, accessibles ou végétalisées (légères ou lourdes).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 21 • DTU 20.12 • DTU 43.1 • ATEC | <p>La toiture terrasse végétalisée sur structure béton présente de nombreux intérêts.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En termes de bâti <ul style="list-style-type: none"> Protection de l'étanchéité, le complexe végétal (substrat et végétation) constituant une couche de protection du toit (bâti et étanchéité). En abaissant les écarts de température à sa surface et en le protégeant des rayons ultraviolets, ce complexe permettrait d'augmenter la durée de vie de l'ouvrage et des membranes d'étanchéité. • En termes d'isolation <ul style="list-style-type: none"> Le complexe végétal permettrait aussi d'améliorer l'isolation thermique et acoustique du bâtiment, entraînant respectivement une baisse de la consommation d'énergie et une diminution des nuisances sonores. • En termes de gestion des eaux pluviales <ul style="list-style-type: none"> Rétention des eaux pluviales. Les toitures végétalisées participent à la régulation des précipitations en capturant une partie des pluies, en étalant dans le temps leur évacuation vers les réseaux d'eaux pluviales, évitant ainsi leur saturation et en conséquence les délestages dans le milieu naturel. | <ul style="list-style-type: none"> • 7-364:2019 • 7-374:2019 |

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)



**PJEU
(FONDATIONS
PROFONDES)**

Un pieu est un élément de construction en béton, acier, bois ou mixte permettant de fonder un bâtiment ou un ouvrage.

Les pieux sont utilisés lorsque le terrain ne peut pas supporter superficiellement les contraintes dues à la masse de l'ouvrage. Il est également possible d'utiliser des pieux pour renforcer des fondations existantes.

Les pieux peuvent être conçus pour bénéficier de l'effet de la géothermie (pieux géothermiques).

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 1538
- NF EN 1536
- DTU 13.2

Dans les terrains où les couches superficielles ne sont pas aptes à recevoir des fondations classiques au vu de la descente de charge, il est nécessaire de fonder les ouvrages en profondeur.

À la manière d'une fondation courante, le pieu peut s'appuyer sur une couche de sol résistante. Les efforts sont alors transmis par la pointe du pieu, descendue jusqu'à une couche de sol présentant une résistance mécanique suffisante.

Ces pieux, devant supporter des charges lourdes, sont fréquemment réalisés en béton spéciaux favorisant l'enrobage des cages d'armatures et résistant aux diverses agressions des composants des sols.

- 7-399:2019
- 7-400:2019
- 7-401:2019
- 7-405:2019



RADIERS

Sur des terrains peu stables qui interdiraient la construction sur de simples fondations ou pour assurer une bonne isolation avec le sol, la construction d'un radier en béton ferrailé, posé sur un lit isolant, permet la répartition des charges sur le terrain.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 1997-1
- NF EN 1990
- DTU 13.11
- DTU 13.12

Ces radiers sont réalisés en bétons armés avec un dosage permettant de limiter la porosité.

Aujourd'hui, les producteurs de BPE proposent les bétons autoplaçants (BAP), facilitant la mise en œuvre et assurant un meilleur enrobage des aciers.

- 7-363:2019
- 7-364:2019
- 7-371:2019
- 7-372:2019
- 7-373:2019
- 7-374:2019



**FONDATIONS
SUPERFICIELLES**

Ces fondations reposent sur le sol ou s'y enfoncent très légèrement contrairement aux fondations profondes et semi-profondes. La profondeur des fondations superficielles n'excède pas 3 m.




- NF EN 1992-1-1
- NF EN 1997-1
- NF EN 1990
- DTU 13.11
- DTU 13.12

Il existe deux types de fondations superficielles :

- la plus courante est la « semelle filante » que l'on retrouve sous les murs porteurs ;
- les fondations ponctuelles se trouvent sous les poteaux, on parle alors de « plot » ou de « dé de fondation ».

Pour un béton conforme à la norme NF EN 206-1, la classe d'exposition sera adaptée en fonction de l'agressivité du sol. La notion de gel doit être prise en compte par le prescripteur.

- 7-369:2019
- 7-370:2019

| INFRASTRUCTURE / ÉLEVATION | Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|----------------------------|--|---|---|---|--|
| |  <p>MURS BANCHÉS</p> | <p>Les murs en béton banché offrent des caractéristiques mécaniques importantes et sont généralement réservés aux parties d'ouvrage fortement sollicitées.</p> <p>En fonction des souhaits architecturaux, les parements de ces murs peuvent être laissés bruts.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 | <p>Avec une excellente résistance au feu, au froid, à l'érosion, aux inondations, aux séismes, à l'intrusion et aux nuisibles (termites, etc.), le mur banché assure une très bonne stabilité de la construction. C'est un gage de durabilité et de valorisation du bâtiment, à la vente ou à la transmission.</p> <p>L'utilisation de BAP pour ces applications permet un gain de temps et une simplification de la mise en œuvre.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 |
| |  <p>MURS BANCHÉS AVEC COFFRAGES INTÉGRÉS (PRÉMURS) AVEC OU SANS ISOLATION</p> | <p>Un prémur en béton armé préfabriqué est constitué de deux parois minces en béton armé (4,5 à 10,5 cm d'épaisseur), reliées entre elles par des raidisseurs générant un vide entre les deux parois, vide qui est rempli de béton sur le chantier. Un prémur sert donc de coffrage pour couler des voiles de 16 à 40 cm d'épaisseur.</p> <p>Le mur à coffrage et isolation intégrée combine performances techniques et thermiques en présentant tous les avantages d'une ITE, Isolation Thermique par l'Extérieur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 • ATEC <p>Le marquage CE des murs à coffrage intégré (ou murs composites) entre dans le cadre de la norme NF EN 14992.</p> <p>Ce sont des produits soumis à l'ATEC du CSTB.</p> <p>Les murs à coffrage intégré, non isolés, sont couverts par le CPT Cahier du CSTB 3690.</p> | <p>Les panneaux préfabriqués de prémur isolé combinent performances techniques et thermiques tout en assurant une gestion simplifiée du chantier. Leurs dimensions peuvent varier selon le besoin. L'intégration de l'isolant sur la face interne du voile de béton permet de supprimer les ponts thermiques. L'isolant est protégé : sa pérennité est donc garantie.</p> <p>La mise en œuvre rapide des murs à coffrage intégré réduit les délais et les coûts d'exécution. Elle nécessite une bonne accessibilité et un moyen de levage adapté.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 |
| SUPERSTRUCTURE / PLANCHER |  <p>DALLE DE COMPRESSION COULÉE SUR DALLES ALVÉOLÉES</p> | <p>Les dalles alvéolées sont des éléments rectangulaires en béton précontraint par fils adhérents, de largeur courante 1,20 m et d'épaisseurs 16, 20, 26,5 et 32 cm. Elles sont posées jointivement et assemblées par un clavetage béton, formant ainsi le plancher fini.</p> <p>Les dalles alvéolées sont le plus souvent complétées par une dalle de béton armé collaborante d'au moins 5 cm d'épaisseur, coulée sur les éléments dont la surface a été rendue spécialement rugueuse à la fabrication.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1168+A3 • DTU 21 • DTU 23.2 • CPT Cahier du CSTB 2892 | <p>L'atout principal de ces dalles alvéolaires précontraintes est de franchir de grandes portées (de 7 m à plus de 15 m) avec une rapidité de mise en œuvre.</p> <p>La pose présente également de nombreux avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • sans étaielement ; • peu d'armature complémentaire ; • requiert une dalle de compression complémentaire dont le coulage peut être différé. <p>Ainsi, cet élément répond parfaitement aux exigences de construction des bâtiments industriels, locaux commerciaux, parkings, grands ensembles de bureaux, et d'une façon générale à tous types de bâtiments à grandes surfaces de plancher.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-364:2019 • 7-374:2019 |

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)


DALLE DE COMPRESSION COULÉE SUR BAC ACIER (BAC COLLABORANT)

Ce type de dalle consiste à associer 2 matériaux pour qu'ils participent ensemble à la résistance à la flexion. Ces planchers associent une dalle de compression en béton armé à des bacs nervurés en acier galvanisé travaillant en traction comme une armature.

Pour éviter le glissement entre les nervures du profil en acier et le béton, les parois latérales des bacs sont embouties ou crantées. Si elles sont en acier, les solives peuvent être rendues solidaires de la dalle en béton par l'intermédiaire de connecteurs soudés ou cloués pour constituer une poutre mixte. Une dalle collaborante peut aussi être posée sur des poutres simples (sans connecteurs).

- DTU 21
- ATEC

Ce système de réalisation de plancher, utilisé le plus souvent en association avec des structures métalliques, permet :

- d'assurer le coffrage du béton coulé en œuvre ;
- de former une plateforme de travail répondant aux exigences de sécurité.

Il en résulte :

- une rapidité d'exécution ;
- une économie de béton et d'aciers ;
- un contreventement horizontal dès l'installation du bac ;
- et surtout la suppression de l'opération de décoffrage, d'où gain de temps.

- 7-364:2019
- 7-374:2019


DALLE PLEINE

Les dalles pleines sont des dalles en béton armé portant sur des appuis ponctuels (tels les planchers champignons) ou sur des appuis continus (murs et poutres).

Les poutres peuvent former une retombée en dessous de la sous-face du plancher, ou être incorporées dans l'épaisseur de celui-ci (poutres noyées). L'épaisseur et l'armature de la dalle pleine sont calculées en fonction de la portée et de la surcharge d'utilisation. Dans les bâtiments d'habitation pour répondre aux exigences de confort acoustique, l'épaisseur est de 18 à 20 cm environ.

- DTU 21

De 18 à 20 cm, les dalles pleines sont des ensembles très homogènes. Les armatures sont en position inférieure dans les travées et en position supérieure ou en chapeau aux droits des appuis, afin de reprendre les moments négatifs.

Les réservations sont mises en place sur le coffrage ainsi que sur les canalisations et les fourreaux incorporés dans la dalle.

Les réservations sont positionnées directement sur le coffrage.

Cette solution nécessite bien évidemment la mise en place d'un coffrage lourd permettant le coulage du béton et sa maturité.

- 7-364:2019
- 7-374:2019


POUTRES EN BÉTON ARMÉ OU BÉTON PRÉCONTRAIT

Ces éléments horizontaux sont utilisés pour supporter les planchers (autrement que par les murs et les voiles intérieurs). La section et les armatures des poutres en béton armé sont déterminées en fonction des sollicitations. Ces poutres peuvent être chargées de manière symétrique telles les poutres entre 2 travées de planchers, ou de manière dissymétrique telles les poutres en périphérie du bâtiment.

- NF EN 1992-1-1
- DTU 21

Ces éléments constructifs permettent de réaliser des structures parfaitement homogènes. En général, l'appui des poutres sur les poteaux est assuré par un nœud coulé en béton agissant comme un encastrement.

- 2-125:2019
- 7-388:2019
- 7-389:2019
- 7-390:2019

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)



CHAPES TRADITIONNELLES

Lorsque les travaux de gros œuvre sont terminés (fondations, dalles, planchers, toit), l'étape suivante concerne les ouvrages de second œuvre, dont la chape. Il s'agit d'une fine couche de mortier à base de liant, de sable, d'eau, et éventuellement d'ajouts. Cette chape est toujours destinée être recouverte par un revêtement de sol, le plus souvent un carrelage, un parquet ou une moquette.

La chape sert donc de liaison entre la dalle béton et l'habillement du sol et dans ce cas, son épaisseur moyenne est de 5 à 6 cm. Avant la réalisation de cet ouvrage, les locaux doivent être hors d'eau et hors d'air. En d'autres termes, les travaux de maçonnerie, de couverture et de menuiserie doivent tous être achevés.

La chape joue également le rôle d'enrobage et de protection des éléments chauffants, dans le cas d'un plancher chauffant à circulation d'eau ou électrique.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 13813
- NF EN 13318

- DTU 21
- DTU 13.3
- DTU 26.2
- DTU 52.10
- DTU 65.14

Une chape est une couche d'interposition destinée à recevoir un revêtement de sol. Elle est mise en place entre le support (dalle béton, plancher bois, etc., éventuellement recouvert d'un isolant et d'un complexe de plancher chauffant) et le revêtement de sol.

On distingue quatre applications principales :

- pose adhérente : la chape est coulée directement sur un support en béton ;
- pose désolidarisée : la chape est coulée sur un film plastique, qui fait office de couche de glissement entre le support et la chape ;
- pose flottante : la chape est mise en place sur un isolant thermique et/ou acoustique ;
- pose sur plancher chauffant : la chape est coulée en enrobage de plancher chauffant.

Les chapes traditionnelles sont des mortiers fermes (sable, ciment, eau). Leur mise en œuvre peut être relativement longue puisque le mortier doit être épandu manuellement puis tiré à la règle.

- 2-123-2019



CHAPES FLUIDES

Les chapes fluides sont des mortiers fluides autonivelants. Ils sont composés de sable, d'eau, de liant et d'ajouts qui leur confèrent une grande fluidité.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 13813
- NF EN 13318

- DTU 21
- DTU 13.3
- DTU 26.2
- DTU 52.10
- DTU 65.14

- DTA

Il existe deux principaux types de chape fluide :

- Les chapes fluides formulées à base de ciment. Elles ont pour principal avantage de sécher rapidement et d'être très performantes vis-à-vis des contraintes de poinçonnements. Cependant, le retrait caractérisant ces produits impose de réaliser des joints tous les 75 m² au minimum.
- Les chapes formulées à base d'anhydrite (liant en poudre à base de sulfate de calcium). Elles présentent un très faible retrait ce qui permet de réaliser des grandes surfaces sans joint. Néanmoins, leurs caractéristiques imposent de respecter un délai de séchage plus long, suivant le chantier.

Il existe des chapes fluides spécifiques pour les planchers chauffants.



RAVOIRAGE

Le ravoirage est un ouvrage constitué de sable, de sable stabilisé (sable avec ciment), de mortier (sable, ciment, eau et éventuellement ajouts) ou de béton maigre (béton faiblement dosé en ciment). Réalisé sur le support (plancher bois ou support en maçonnerie tel qu'une dalle en béton), il est destiné à obtenir un niveau imposé et à noyer les canalisations de plomberie, chauffage et électricité, avant de poser un isolant ou un système de plancher chauffant éventuel. Un ravoirage doit systématiquement être recouvert par une chape.

- NF EN 1992-1-1

- DTU 21
- DTU 13.3
- DTU 26.2
- DTU 52.10

On retrouve différentes classes de ravoirage : A (sable), B (sable et liant hydraulique), C, D et E (mortier ou béton maigre à dosage en ciment variable suivant l'utilisation et la destination des locaux).

Les ravoirages C, D ou E peuvent être des mortiers dits "traditionnels", ou fluides. La composition de ces derniers contient un agent fluidifiant qui leur confère une grande fluidité.

Il existe des ravoirages isolants.

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)



POTEAUX

Un poteau est un organe de structure d'un ouvrage sur lequel se concentrent de façon ponctuelle les charges de la superstructure (par exemple via un réseau de poutres ou de dalles d'un niveau supérieur) et par lequel ces charges se répartissent vers les infrastructures de cet ouvrage (par exemple les fondations).

Du point de vue de la mécanique des structures, les poteaux sont des éléments verticaux soumis principalement à de la compression. Leur résistance est notamment limitée par le risque de flambement.

- NF EN 1992-1-1
- DTU 21

Le béton armé est un matériau particulièrement résistant aux sollicitations en compression. Néanmoins, les poteaux sont des éléments très élancés et susceptibles de flamber sous l'action des charges verticales. Il est donc nécessaire de renforcer le béton par des armatures.

- 2-114:2019
- 2-117:2019
- 2-118:2019
- 5-289:2020
- 5-290:2020
- 6-346:2020
- 11-1939:2018



MURS BANCHÉS

Les murs en béton banché offrent des caractéristiques mécaniques importantes et sont généralement réservés aux parties d'ouvrage fortement sollicitées.

En fonction des souhaits architecturaux, les parements de ces murs peuvent être laissés bruts.

- NF EN 1992-1-1
- DTU 23.1
- DTU 21

Avec une excellente résistance au feu, au froid, à l'érosion, aux inondations, aux séismes, à l'intrusion et aux nuisibles (termites, etc.), le mur banché assure une très bonne stabilité de la construction. C'est un gage de durabilité et de valorisation du bâtiment, à la vente ou à la transmission. L'utilisation de BAP pour ces applications permet un gain de temps et une simplification de la mise en œuvre.

- 7-358:2019
- 7-359:2019



MURS BANCHÉS AVEC COFFRAGES INTÉGRÉS (PRÉMURS) AVEC OU SANS ISOLATION

Un prémur en béton armé préfabriqué est constitué de deux parois minces en béton armé (4,5 à 10,5 cm d'épaisseur) reliées entre elles par des raidisseurs générant un vide entre les deux parois, vide rempli de béton sur le chantier. Un prémur sert donc de coffrage pour couler des voiles de 16 à 40 cm d'épaisseur.

Le mur à coffrage et isolation intégrée combine performances techniques et thermiques en présentant tous les avantages d'une ITE, Isolation Thermique par l'Extérieur.



- NF EN 1992-1-1
- DTU 23.1
- DTU 21
- ATEC

Le marquage CE des murs à coffrage intégré (ou murs composites) entre dans le cadre de la norme NF EN 14992.

Ce sont des produits soumis à l'ATEC du CSTB. Les murs à coffrage intégré, non isolés, sont couverts par le CPT Cahier du CSTB 3690.

Les panneaux préfabriqués de prémur isolé combinent performances techniques et thermiques tout en assurant une gestion simplifiée du chantier. Leurs dimensions peuvent varier selon le besoin. L'intégration de l'isolant sur la face interne du voile de béton permet de supprimer les ponts thermiques. L'isolant est protégé, sa pérennité est donc garantie. La mise en œuvre rapide des murs à coffrage intégré réduit les délais et les coûts d'exécution. Elle nécessite une bonne accessibilité et un moyen de levage adapté.


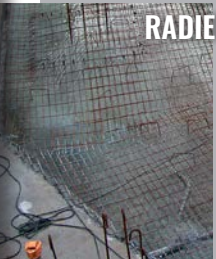

- 7-358:2019
- 7-359:2019

| SUPERSTRUCTURE / ÉLEVATION | Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|----------------------------|---|--|---|---|--|
| |  <p>MURS BANCHÉS AVEC BÉTON STRUCTUREL À PROPRIÉTÉS ISOLANTES</p> | <p>La performance thermique d'un bâtiment passe en premier lieu par la réalisation d'une enveloppe soignée, aux ponts thermiques limités et à l'isolation optimisée. Les bétons structurels à propriétés isolantes présentent des conductivités thermiques nettement améliorées par rapport aux bétons traditionnels tout en conservant des caractéristiques mécaniques compatibles avec leur rôle structurel. Ils permettent de répondre aux exigences de la RT 2012 en matière de traitement des ponts thermiques.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23-1 • DTU 21 • Avis Techniques | <p>À la différence des solutions « rupteurs thermiques » existant sur le marché ou d'ITE, ils ne demandent pas d'adaptation des modes constructifs couramment usités en France.</p> | |
| |  <p>FAÇADES ARCHITECTONIQUES</p> | <p>Ces bétons peuvent être bruts, matricés (effet bois, métal, etc.), blancs, colorés, sablés, bouchardés, imprimés, photogravés, etc.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 | <p>Au préalable, ces bétons font l'objet de maquettes afin de valider le rendu souhaité. Ces types de bétons impliquent le respect scrupuleux des règles de mise en œuvre. Les bétons autoplaçants (BAP) sont particulièrement adaptés à ce type d'application.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 |
| SUPERSTRUCTURE / TOITURE |  <p>TOITURE TERRASSE (éventuellement végétalisée)</p> | <p>La toiture terrasse est une forme de couverture qui consiste à mettre en œuvre un complexe comprenant plusieurs composants. Certains sont imposés par leur fonction propre, telle que la structure porteuse (en béton) et l'étanchéité. D'autres répondent à des fonctions complémentaires liées à l'utilisation de la terrasse et aux impératifs d'isolation thermique et acoustique. Ces terrasses sont classées en quatre catégories : inaccessibles, comportant des zones techniques, accessibles ou végétalisées (légères ou lourdes).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 21 • DTU 20.12 • DTU 43.1 • ATEC | <p>La toiture terrasse végétalisée sur structure béton présente de nombreux intérêts.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En termes de bâti <ul style="list-style-type: none"> Protection de l'étanchéité, le complexe végétal (substrat et végétation) constituant une couche de protection du toit (bâti et étanchéité). En abaissant les écarts de température à sa surface et en le protégeant des rayons ultraviolets, ce complexe permettrait d'augmenter la durée de vie de l'ouvrage et des membranes d'étanchéité. • En termes d'isolation <ul style="list-style-type: none"> Le complexe végétal permettrait aussi d'améliorer l'isolation thermique et acoustique du bâtiment, entraînant respectivement une baisse de la consommation d'énergie et une diminution des nuisances sonores. • En termes de gestion des eaux pluviales <ul style="list-style-type: none"> Rétention des eaux pluviales. Les toitures végétalisées participent à la régulation des précipitations en capturant une partie des pluies, en étalant dans le temps leur évacuation vers les réseaux d'eaux pluviales, évitant ainsi leur saturation et en conséquence les délestages dans le milieu naturel <p>De plus, compte tenu des contraintes de foncier, une toiture terrasse peut permettre l'accueil d'équipements techniques et/ou d'un espace de détente extérieur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-364:2019 • 7-374:2019 |

3.5 Établissements recevant du public

Pour les établissements recevant du public (ERP), les solutions applicables sont similaires à celles exposées pour les autres typologies d'ouvrage dans le présent guide.

3.6 Bâtiments d'industrie, de commerce et de stockage

| Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|--|---|--|---|--|
|  <p>PIEUX (FONDATIONS PROFONDES)</p> | <p>Un pieu est un élément de construction en béton, acier, bois ou mixte permettant de fonder un bâtiment ou un ouvrage.</p> <p>Les pieux sont utilisés lorsque le terrain ne peut pas supporter superficiellement les contraintes dues à la masse de l'ouvrage. Il est également possible d'utiliser des pieux pour renforcer des fondations existantes.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • NF EN 1538 • NF EN 1536 • DTU 13.2 | <p>Dans les terrains où les couches superficielles ne sont pas aptes à recevoir des fondations classiques au vu de la descente de charge, il est nécessaire de fonder les ouvrages en profondeur.</p> <p>À la manière d'une fondation courante, le pieu peut s'appuyer sur une couche de sol résistante. Les efforts sont alors transmis par la pointe du pieu, descendue jusqu'à une couche de sol présentant une résistance mécanique suffisante.</p> <p>Ces pieux, devant supporter des charges lourdes, sont fréquemment réalisés en béton spéciaux favorisant l'enrobage des cages d'armatures et résistant aux diverses agressions des composants des sols.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-399:2019 • 7-400:2019 • 7-401:2019 • 7-405:2019 |
|  <p>RADIERS</p> | <p>Sur des terrains peu stables qui interdiraient la construction sur de simples fondations ou pour assurer une bonne isolation avec le sol, la construction d'un radier en béton ferrailé, posé sur un lit isolant, permet la répartition des charges sur le terrain.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • NF EN 1997-1 • NF EN 1990 • DTU 13.11 • DTU 13.12 | <p>Ces radiers sont réalisés en bétons armés avec un dosage permettant de limiter la porosité.</p> <p>Aujourd'hui, les producteurs de BPE proposent les bétons autoplaçants (BAP), facilitant la mise en œuvre et assurant un meilleur enrobage des aciers.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-363:2019 • 7-364:2019 • 7-371:2019 • 7-372:2019 • 7-373:2019 • 7-374:2019 |
|  <p>FONDATIONS SUPERFICIELLES</p> | <p>Ces fondations reposent sur le sol ou s'y enfoncent très légèrement contrairement aux fondations profondes et semi-profondes. La profondeur des fondations superficielles n'excède pas 3 m.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • NF EN 1997-1 • NF EN 1990 • DTU 13.11 • DTU 13.12 | <p>Il existe deux types de fondations superficielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la plus courante est la « semelle filante » que l'on retrouve sous les murs porteurs ; • les fondations ponctuelles se trouvent sous les poteaux, on parle alors de « plot » ou de « dé de fondation ». <p>Pour un béton conforme à la norme NF EN 206-1, la classe d'exposition sera adaptée en fonction de l'agressivité du sol. La notion de gel doit être prise en compte par le prescripteur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-364:2019 • 7-374:2019 |

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)


DALLE DE COMPRESSION COULÉE SUR DALLES ALVÉOLÉES

Les dalles alvéolées sont des éléments rectangulaires en béton précontraint par fils adhérents, de largeur courante 1,20 m et d'épaisseurs 16, 20, 26,5 et 32 cm. Elles sont posées jointivement et assemblées par un clavetage béton, formant ainsi le plancher fini.

Les dalles alvéolées sont le plus souvent complétées par une dalle de béton armé collaborante d'au moins 5 cm d'épaisseur, coulée sur les éléments dont la surface a été rendue spécialement rugueuse à la fabrication.

- NF EN 1168+A3
- DTU 21
- DTU 23.2
- CPT Cahier du CSTB 2892

L'atout principal de ces dalles alvéolaires précontraintes est de franchir de grandes portées (de 7 m à plus de 15 m) avec une rapidité de mise en œuvre.

La pose présente également de nombreux avantages :

- sans étaielement ;
- peu d'armature complémentaire ;
- requiert une dalle de compression complémentaire dont le coulage peut être différé.

Ainsi, cet élément répond parfaitement aux exigences de construction des bâtiments industriels, locaux commerciaux, parkings, grands ensembles de bureaux, et d'une façon générale à tous types de bâtiments à grandes surfaces de plancher.

- 7-364:2019
- 7-374:2019


DALLE DE COMPRESSION COULÉE SUR BAC ACIER (BAC COLLABORANT)

Ce type de dalle consiste à associer 2 matériaux pour qu'ils participent ensemble à la résistance à la flexion. Ces planchers associent une dalle de compression en béton armé à des bacs nervurés en acier galvanisé travaillant en traction comme une armature.

Pour éviter le glissement entre les nervures du profil en acier et le béton, les parois latérales des bacs sont embouties ou crantées. Si elles sont en acier, les solives peuvent être rendues solidaires de la dalle en béton par l'intermédiaire de connecteurs soudés ou cloués pour constituer une poutre mixte. Une dalle collaborante peut aussi être posée sur des poutres simples (sans connecteurs).

- DTU 21
- ATEC

Ce système de réalisation de plancher, utilisé le plus souvent en association avec des structures métalliques, permet :

- d'assurer le coffrage du béton coulé en œuvre ;
- de former une plateforme de travail répondant aux exigences de sécurité.

Il en résulte :

- une rapidité d'exécution ;
- une économie de béton et d'aciers ;
- un contreventement horizontal dès l'installation du bac ;
- et surtout la suppression de l'opération de décoffrage, d'où gain de temps.

- 7-364:2019
- 7-374:2019


DALLE PLEINE

Les dalles pleines sont des dalles en béton armé portant sur des appuis ponctuels (tels les planchers champignons) ou sur des appuis continus (murs et poutres).

Les poutres peuvent former une retombée en dessous de la sous-face du plancher, ou être incorporées dans l'épaisseur de celui-ci (poutres noyées). L'épaisseur et l'armature de la dalle pleine sont calculées en fonction de la portée et de la surcharge d'utilisation. Dans les bâtiments d'habitation pour répondre aux exigences de confort acoustique, l'épaisseur est de 18 à 20 cm environ.

- DTU 21

De 18 à 20 cm, les dalles pleines sont des ensembles très homogènes. Les armatures sont en position inférieure dans les travées et en position supérieure ou en chapeau aux droits des appuis, afin de reprendre les moments négatifs.

Les réservations sont mises en place sur le coffrage ainsi que sur les canalisations et les fourreaux incorporés dans la dalle.

Les réservations sont positionnées directement sur le coffrage.

Cette solution nécessite bien évidemment la mise en place d'un coffrage lourd permettant le coulage du béton et sa maturité.

- 7-364:2019
- 7-374:2019

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)


**POUTRES EN
BÉTON ARMÉ
OU BÉTON
PRÉCONTRAIT**

Ces éléments horizontaux sont utilisés pour supporter les planchers (autrement que par les murs et les voiles intérieurs). La section et les armatures des poutres en béton armé sont déterminées en fonction des sollicitations. Ces poutres peuvent être chargées de manière symétrique telles les poutres entre 2 travées de planchers, ou de manière dissymétrique telles les poutres en périphérie du bâtiment.

- NF EN 1992-1-1
- DTU 21

Ces éléments constructifs permettent de réaliser des structures parfaitement homogènes. En général, l'appui des poutres sur les poteaux est assuré par un nœud coulé en béton agissant comme un encastrement.

- 2-125:2019
- 7-388:2019
- 7-389:2019
- 7-390:2019


**DALLAGES
INDUSTRIELS**

Le dallage est un ouvrage en béton horizontal de grande dimension par rapport à son épaisseur, qui repose uniformément sur un support.

Il peut intégrer une couche d'usure ou recevoir un revêtement.

Qu'ils soient extérieurs ou intérieurs, les dallages sont des ouvrages complexes, très fortement sollicités. Ils sont soumis à des contraintes spécifiques (trafic, charges, agressions chimiques, etc.), très différentes selon leur destination.

Ils sont réalisés en béton traditionnels ou bétons fibrés (fibres métalliques).

- NF P11-213
- DTU 13.3

Les dallages industriels en béton offrent une résistance mécanique importante lors de circulation intense sur zone déterminée, une absence de poinçonnement (charges ponctuelles élevées) et une usure maîtrisée lors de trafics importants.

La résistance chimique et thermique du dallage est assurée par une composition du béton adaptée et un revêtement antiacide.

Le béton pérennise l'ouvrage par le maintien des performances du matériau dans le temps (maintenance et entretien réduit).

Cet ouvrage permet d'optimiser l'exploitation de l'activité via une planéité durable, un confort acoustique, une bonne sécurité de circulation des engins de manutention et un confort visuel.

- 7-363:2019
- 7-364:2019
- 7-365:2019
- 7-371:2019
- 7-372:2019
- 7-373:2019
- 7-374:2019

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)



CHAPES TRADITIONNELLES

Lorsque les travaux de gros œuvre sont terminés (fondations, dalles, planchers, toit), l'étape suivante concerne les ouvrages de second œuvre, dont la chape. Il s'agit d'une fine couche de mortier à base de liant, de sable, d'eau, et éventuellement d'ajouts. Cette chape est toujours destinée être recouverte par un revêtement de sol, le plus souvent un carrelage, un parquet ou une moquette.

La chape sert donc de liaison entre la dalle béton et l'habillage du sol et dans ce cas, son épaisseur moyenne est de 5 à 6 cm. Avant la réalisation de cet ouvrage, les locaux doivent être hors d'eau et hors d'air. En d'autres termes, les travaux de maçonnerie, de couverture et de menuiserie doivent tous être achevés.

La chape joue également le rôle d'enrobage et de protection des éléments chauffants, dans le cas d'un plancher chauffant à circulation d'eau ou électrique.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 13 813
- NF EN 13 318

- DTU 21
- DTU 13.3
- DTU 26.2
- DTU 52.10
- DTU 65.14

Une chape est une couche d'interposition destinée à recevoir un revêtement de sol. Elle est mise en place entre le support (dalle béton, plancher bois, etc., éventuellement recouvert d'un isolant et d'un complexe de plancher chauffant) et le revêtement de sol.

On distingue quatre applications principales :

- pose adhérente : la chape est coulée directement sur un support en béton ;
- pose désolidarisée : la chape est coulée sur un film plastique, qui fait office de couche de glissement entre le support et la chape ;
- pose flottante : la chape est mise en place sur un isolant thermique et/ou acoustique ;
- pose sur plancher chauffant : la chape est coulée en enrobage de plancher chauffant.

Les chapes traditionnelles sont des mortiers fermes (sable, ciment, eau). Leur mise en œuvre peut être relativement longue puisque le mortier doit être épandu manuellement puis tiré à la règle.

- 2-123-2019



CHAPES FLUIDES

Les chapes fluides sont des mortiers fluides autonivelants. Ils sont composés de sable, d'eau, de liant et d'ajouts qui leur confèrent une grande fluidité.

- NF EN 1992-1-1
- NF EN 13 813
- NF EN 13 318

- DTU 21
- DTU 13.3
- DTU 26.2
- DTU 52.10
- DTU 65.14

- DTA

Il existe deux principaux types de chape fluide :

- Les chapes fluides formulées à base de ciment. Elles ont pour principal avantage de sécher rapidement et d'être très performantes vis-à-vis des contraintes de poinçonnements. Cependant, le retrait caractérisant ces produits impose de réaliser des joints tous les 75 m² au minimum.
- Les chapes formulées à base d'anhydrite (liant en poudre à base de sulfate de calcium). Elles présentent un très faible retrait ce qui permet de réaliser des grandes surfaces sans joint. Néanmoins, leurs caractéristiques imposent de respecter un délai de séchage plus long, suivant le chantier.

Il existe des chapes fluides spécifiques pour les planchers chauffants.



RAVOIRAGE

Le ravaillage est un ouvrage constitué de sable, de sable stabilisé (sable avec ciment), de mortier (sable, ciment, eau et éventuellement ajouts) ou de béton maigre (béton faiblement dosé en ciment). Réalisé sur le support (plancher bois ou support en maçonnerie tel qu'une dalle en béton), il est destiné à obtenir un niveau imposé et à noyer les canalisations de plomberie, chauffage et électricité, avant de poser un isolant ou un système de plancher chauffant éventuel. Un ravaillage doit systématiquement être recouvert par une chape.

- NF EN 1992-1-1

- DTU 21
- DTU 13.3
- DTU 26.2
- DTU 52.10

On retrouve différentes classes de ravaillage : A (sable), B (sable et liant hydraulique), C, D et E (mortier ou béton maigre à dosage en ciment variable suivant l'utilisation et la destination des locaux).

Les ravaillages C, D ou E peuvent être des mortiers dits "traditionnels", ou fluides. La composition de ces derniers contient un agent fluidifiant qui leur confère une grande fluidité.

Il existe des ravaillages isolants.

Solution

Descriptif

Textes

Recommandations

FDES (ref. INIES)



**MURS
BANCHÉS AVEC
COFFRAGES
INTÉGRÉS
(PRÉMURS)
AVEC OU SANS
ISOLATION**

Un prémur en béton armé préfabriqué est constitué de deux parois minces en béton armé (4,5 à 10,5 cm d'épaisseur) reliées entre elles par des raidisseurs générant un vide entre les deux parois, vide rempli de béton sur le chantier. Un prémur sert donc de coffrage pour couler des voiles de 16 à 40 cm d'épaisseur.

Le mur à coffrage et isolation intégrée combine performances techniques et thermiques en présentant tous les avantages d'une ITE, Isolation Thermique par l'Extérieur.

- NF EN 1992-1-1
- DTU 23.1
- DTU 21
- ATEC

Le marquage CE des murs à coffrage intégré (ou murs composites) entre dans le cadre de la norme NF EN 14992.

Ce sont des produits soumis à l'ATEC du CSTB. Les murs à coffrage intégré, non isolés, sont couverts par le CPT Cahier du CSTB 3690.

Les panneaux préfabriqués de prémur isolé combinent performances techniques et thermiques tout en assurant une gestion simplifiée du chantier. Leurs dimensions peuvent varier selon le besoin. L'intégration de l'isolant sur la face interne du voile de béton permet de supprimer les ponts thermiques. L'isolant est protégé, sa pérennité est donc garantie.

La mise en œuvre rapide des murs à coffrage intégré réduit les délais et les coûts d'exécution. Elle nécessite une bonne accessibilité et un moyen de levage adapté.

- 7-358:2019
- 7-359:2019

| Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|--|--|--|--|--|
|  <p>RAMPE D'ACCÈS (descente de garage, accès bâtiment de santé, service d'urgence, etc.)</p> | <p>Ces ouvrages doivent assurer un accès par tous les temps. Résistante, esthétique, antidérapante, la chaussée béton est incontournable pour cette application.</p> <p>Il est notamment possible de mettre en œuvre des bétons chauffants avec résistances électriques pour permettre un accès en période hivernale (neige, verglas).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • NF P98-170 • NF EN 13877-1 • NF EN 13877-2 | <p>Pour réussir un aménagement en béton, il est essentiel de respecter les règles de l'art en termes de dimensionnement (épaisseur), de plan de calepinage (joint de retrait/dilatation). Il est également nécessaire de veiller à réaliser la cure du béton et à proscrire l'ajout d'eau sur chantier.</p> <p>Le béton sera généralement de classe d'exposition XF1, ou XF2 si un salage régulier est prévu (cas des garages en collectifs), pouvant être porté à XF4 pour les zones de gel sévère.</p> <p>Le traitement de surface sera généralement un striage relativement profond visant à améliorer l'adhérence.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 11-1939:2018 |
|  <p>AMÉNAGEMENTS ESTHÉTIQUES</p> | <p>Les allées, cheminements piétonniers, parvis et autres aménagements réalisés en béton, permettent un maintien dans le temps de l'aspect esthétique et une durabilité de structure très importante. Le grand choix d'état de surface (balayé, désactivé, imprimé, coloré, sablé, bouchardé, poli, etc.) permet à l'architecte de laisser libre cours à sa créativité.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • NF P98-170 • NF EN 13877-1 • NF EN 13877-2 | <p>Pour réussir un aménagement en béton, il est essentiel de respecter les règles de l'art en termes de dimensionnement (épaisseur) et de plan de calepinage (joint de retrait/dilatation). Il est également nécessaire de veiller à réaliser la cure du béton et à proscrire l'ajout d'eau sur chantier.</p> <p>Le béton sera généralement de classe d'exposition XF1, voire XF3 pour les zones de gel sévère.</p> <p>Pour des raisons esthétiques, dans le cas d'un béton de classe d'affaissement S4, il peut ne pas être vibré s'il n'est pas soumis à la circulation de véhicules.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 11-1939:2018 |
|  <p>ABORDS DE PISCINE</p> | <p>Le béton permet un maintien dans le temps des caractéristiques esthétiques et des résistances. Convenablement traité, il ne glisse pas et apporte une protection durable contre les remontées d'herbes.</p> <p>De plus, la mise en œuvre d'un béton drainant permet de faciliter l'évacuation et l'écoulement des eaux.</p> <p>Des aménagements esthétiques sont possibles comme précisé ci-dessus.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • NF P98-170 • NF EN 13877-1 • NF EN 13877-2 | <p>Pour réussir un aménagement en béton, il est essentiel de respecter les règles de l'art en termes de dimensionnement (épaisseur) et de plan de calepinage (joint de retrait/dilatation). Il est également nécessaire de veiller à réaliser la cure du béton et à proscrire l'ajout d'eau sur chantier.</p> <p>Le béton sera généralement de classe d'exposition XD3, et devra de plus satisfaire aux exigences de la classe XF3 pour les zones de gel sévère.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-380:2018 • 11-1939:2018 |

| Solution | Descriptif | Textes | Recommandations | FDES (ref. INIES) |
|---|---|---|--|--|
|  <p>REPRISE EN SOUS-ŒUVRE</p> | <p>Il est courant, lors d'une réhabilitation, de devoir intervenir en sous-œuvre pour créer des sous-sols ou renforcer les fondations existantes. Le béton est le matériau incontournable pour ce type de travaux.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • NF EN 1538 • NF EN 15366 • DTU 13.2 | <p>Pour les voiles périphériques, les solutions courantes consistent à réaliser des puits en décalages. Ce faisant, le report des charges de l'existant peut s'effectuer sans compromettre l'équilibre du bâtiment existant. À partir de ces puits, des portions de voiles en béton peuvent être réalisées. D'autres techniques consistent à renforcer les fondations existantes à l'aide de micropieux ou de pieux forés armés et bétonnés.</p> | |
|  <p>DALLE BÉTON POUR RENFORCEMENT DE PLANCHER</p> | <p>Les édifices anciens ayant souvent des planchers en bois, la réhabilitation s'accompagne nécessairement d'un renforcement structurel et d'une remise en conformité de l'isolement acoustique.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 21 • DTU 13.3 • DTU 26.2 • DTU 52.1 | <p>Les solutions courantes consistent à fixer des connecteurs dans le bois par vissage, cloutage ou même collage. Les extrémités de ces connecteurs dépassant du bois sont alors noyées dans le béton d'une dalle armée, coulée en seconde phase. Ce procédé augmente grandement la rigidité des planchers et leurs capacités portantes, par effet de reprises d'efforts de cisaillement.</p> | |
|  <p>MURS BANCHÉS AVEC BLOCS BÉTON DE COFFRAGE</p> | <p>Les blocs de coffrage sont constitués de 2 parois servant de coffrage et reliées entre elles par des entretoises. Ils sont montés à sec ou maçonneries au mortier. La partie centrale est remplie d'un béton.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 • ATEC | <p>Ces murs ont une importante résistance à la compression et à la flexion. Ils ne nécessitent pas la mise en place d'un important matériel de coffrage (tel que les banches). Les blocs de coffrage sont maniables et sont ainsi très utilisés en soubassement.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 |
|  <p>MURS BANCHÉS AVEC COFFRAGES INTÉGRÉS (PRÉMURS) AVEC OU SANS ISOLATION</p> | <p>Un prémur en béton armé préfabriqué est constitué de deux parois minces en béton armé (4,5 à 10,5 cm d'épaisseur) reliées entre elles par des raidisseurs générant un vide entre les deux parois, vide rempli de béton sur le chantier. Un prémur sert donc de coffrage pour couler des voiles de 16 à 40 cm d'épaisseur. Le mur à coffrage et isolation intégrée combine performances techniques et thermiques en présentant tous les avantages d'une ITE, Isolation Thermique par l'Extérieur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1992-1-1 • DTU 23.1 • DTU 21 • ATEC <p>Le marquage CE des murs à coffrage intégré (ou murs composites) entre dans le cadre de la norme NF EN 14992. Ce sont des produits soumis à l'ATEC du CSTB. Les murs à coffrage intégré, non isolés, sont couverts par le CPT Cahier du CSTB 3690.</p> | <p>Les panneaux préfabriqués de prémur isolé combinent performances techniques et thermiques tout en assurant une gestion simplifiée du chantier. Leurs dimensions peuvent varier selon le besoin. L'intégration de l'isolant sur la face interne du voile de béton permet de supprimer les ponts thermiques. L'isolant est protégé : sa pérennité est donc garantie. La mise en œuvre rapide des murs à coffrage intégré réduit les délais et les coûts d'exécution. Elle nécessite une bonne accessibilité et un moyen de levage adapté. Il peut être une solution adaptée à des chantiers de réhabilitation lourde.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 7-358:2019 • 7-359:2019 |

PERTINENCE TECHNICO-ÉCONOMIQUE DES SOLUTIONS BÉTONS

En 2013, le SNBPE et CIMbéton ont souhaité réaliser des études sur l'approche performantielle et économique des logements collectifs et bâtiments de bureaux en béton.

Il est ainsi montré que le choix du matériau béton permet une optimisation économique à l'usage :

- pour les logements collectifs, il s'agit de gains de surfaces habitables ;
- pour les bureaux, il s'agit d'une optimisation des consommations d'énergie et des coûts d'exploitation et d'investissement associés.

Il est également à noter que le béton répond à toutes les exigences réglementaires, qu'elles soient structurelles, thermiques, acoustiques, sismiques, environnementales, sanitaires, et en rapport avec la sécurité incendie.

4.1 Logement : approche performantielle pour des gains de surfaces habitables

Du fait de la forte hausse des prix du foncier, chaque mètre carré habitable est un atout majeur pour valoriser l'emprise foncière en zone urbaine dense avec un foncier contraint. **Construire en béton, c'est gagner des mètres carrés habitables.**

À l'appui de cette affirmation, deux études ont été réalisées par des économistes de la construction soutenus par des bureaux d'études thermiques et acoustiques. Ont été comparés différents systèmes constructifs, en particulier le BPE et les éléments de petite maçonnerie, et leurs performances en ITE⁽³⁾ et ITI⁽⁴⁾, dans le contexte de la RT2012, et ce avec ou sans solaire thermique.

La première étude porte sur un petit collectif R+4, de 18 logements et d'une surface habitable de 1873 m² en zone médiane H2b.

La seconde étude porte sur un programme de logements collectifs R+5, de 70 logements et d'une surface habitable de 4817 m² en zone médiane H2d.

Le béton permet de réaliser des solutions constructives valides avec des murs porteurs ne dépassant pas 16 cm pour les façades, et des refends et murs séparatifs de 18 cm ne nécessitant pas d'isolation acoustique, cet ensemble permettant de générer des mètres carrés additionnels.

La prise en compte du coût de construction et des mètres carrés gagnés valorisables au prix de vente, positionne le béton comme le matériau le plus avantageux en gain net.

EXEMPLE 1

Sur un bâtiment de 18 logements R+4, pour 1873 m² total de SHAB, la solution BPE permet un gain de 50 m² de surface habitable en comparaison avec une solution constructive maçonnée.

Soit valorisé à 5 000 €/m², un prix de vente de 250 000 €.



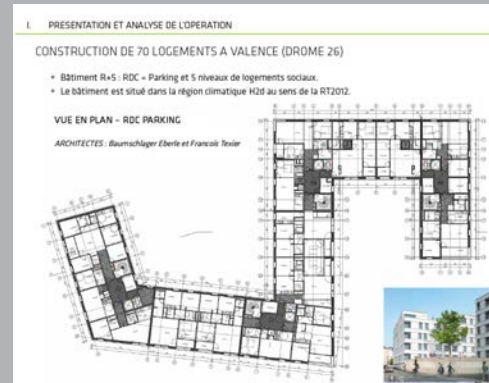
(3) Isolation Thermique par l'Extérieur

(4) Isolation Thermique par l'Intérieur

EXEMPLE 2

Sur un bâtiment de 70 logements R+5, pour 4 817 m² total de SHAB, la solution BPE permet un gain de 215 m² de surface habitable en comparaison avec une solution constructive maçonnée.

Soit valorisé à 5 000 €/ m², un prix de vente de 1 075 000 €.

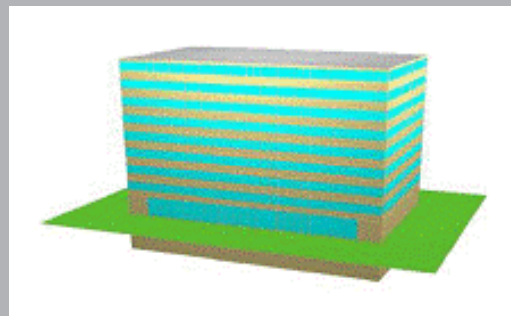
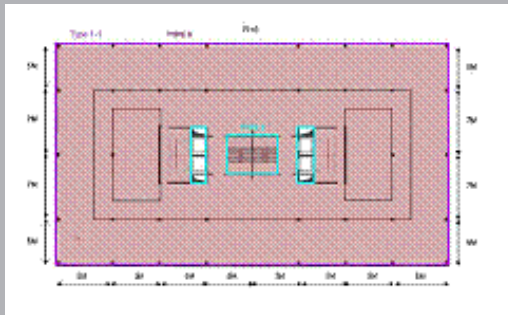


À retenir

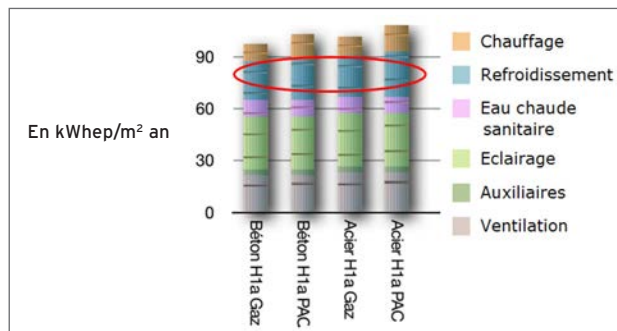
Avec le béton, quelle que soit la typologie des bâtiments, on obtient un gain de surface habitable compris en 3 et 5 % de la surface habitable totale.

4.2 Bâtiment de bureaux : optimisation économique à l'usage

EXEMPLE d'un bâtiment de bureaux R+8 de 9 583 m² de SHON RT en zone climatique H1a



L'étude QEB Bureau portant sur la qualité environnementale de ce bâtiment de bureaux avait montré un gain environnemental avec un bilan béton/acier sensiblement équivalent, la consommation d'énergie étant le deuxième poste de consommation.



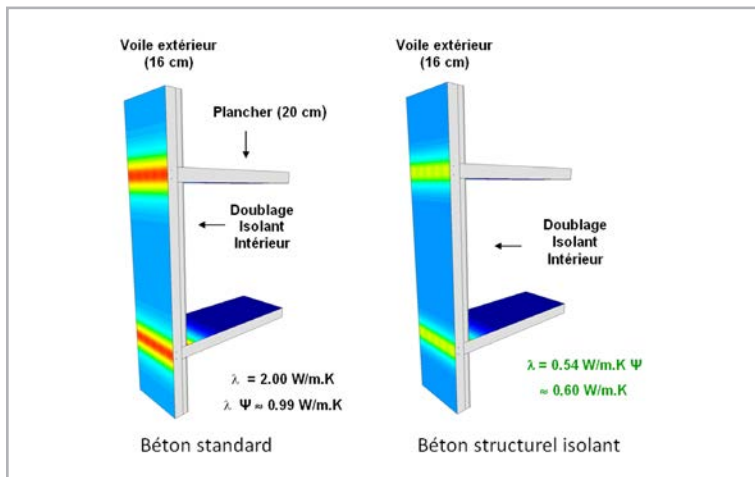
L'étude visant à mesurer l'impact en coût global de l'installation d'un système de climatisation dans des bureaux a montré un gain économique avec des atouts supplémentaires pour un bâtiment en béton à inertie thermique lourde, donc non climatisé (hors zone H3), ce qui permet alors de réaliser une **économie d'énergie de 35%**.

Le béton permet de se passer de climatisation, ce qui a pour conséquence de modifier le bâti en libérant, par exemple, les faux plafonds. La diminution de la consommation d'énergie induit une diminution de l'investissement initial et une **réduction des coûts d'exploitation sur toute la durée de vie du bâtiment**, à savoir, par exemple sur 50 ans, le surcoût lié à la climatisation est estimé à 1 500 000 € (40 % installation + 60 % exploitation), soit 10 % du coût total de la construction.

À retenir

Les bâtiments béton sans climatisation permettent à la fois de traiter efficacement les inconforts d'été (hors zone H3), mais également de réduire de manière notable les coûts d'exploitation durant toute la durée de vie du bâtiment.

4.3 Bétons structuraux isolants



INNOVATION

Les bétons structuraux isolants sont une alternative technique et économique par rapport aux solutions ITI avec rupteurs thermiques, ou par rapport aux solutions ITE. Ces bétons constituent une réponse adaptée à l'ensemble des ouvrages y compris en zone sismique.

Des enjeux internationaux sur le climat, à l'introduction du carbone dans la réglementation française dans la construction

5.1 Les objectifs de l'évolution réglementaire

La réglementation environnementale des nouvelles constructions de bâtiments (RE 2020) entrera en vigueur à compter du 1er janvier 2022 et remplacera progressivement la réglementation thermique 2012 (RT 2012). La RT 2012, en réponse au Grenelle de l'Environnement (2009), a eu pour objectif de généraliser les bâtiments basse consommation au travers d'une obligation de maîtrise des besoins et des consommations énergétiques et d'un objectif de performance sur le confort d'été. La RT 2012 a également introduit une exigence de recours aux énergies renouvelables pour les maisons individuelles.

La RE 2020 répond à la loi de Transition énergétique pour la croissance verte (LTECV 2015) et à la loi Évolution du logement, de l'aménagement et du numérique (ELAN 2018) à travers la poursuite des objectifs d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments neufs, de réduction de leur impact sur le climat (prise en compte des émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie des bâtiments) et de leur adaptation aux conditions climatiques futures (renforcement du confort d'été).

5.2 Les bâtiments concernés

Dans un premier temps, la RE 2020 s'appliquera à la construction de bâtiments ou parties de bâtiments à usage d'habitation. Dans un second temps, quelques mois plus tard, elle sera étendue aux bâtiments ou parties de bâtiment à usage de bureaux, ou d'enseignement primaire ou secondaire. Comme pour la RT 2012, ces usages seront complétés par d'autres activités tertiaires plus spécifiques dans des textes réglementaires complémentaires avec un an de décalage environ.

La RE 2020 s'appliquera également aux constructions ne requérant pas de permis de construire ou de déclaration préalable. Des adaptations des exigences sont prévues pour les constructions et extensions de petites surfaces, ainsi que pour les constructions provisoires, avec un calendrier décalé (les dispositions RT 2012 restent applicables jusqu'à l'entrée en vigueur de ces adaptations prévues pour la RE 2020).

En revanche, la RE 2020 ne s'appliquera pas aux bâtiments situés dans les départements d'outre-mer.

5.3 Le périmètre de l'évaluation du respect des exigences

Le périmètre retenu pour l'évaluation énergétique et environnementale est celui du permis de construire. L'évaluation est donc réalisée au niveau du bâtiment et de la parcelle.

- L'évaluation énergétique considère les consommations de chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, ventilation, éclairage (et leurs auxiliaires) des bâtiments ainsi que les consommations liées à la mobilité interne des occupants (utilisation d'ascenseurs ou d'escalators), intégrant les consommations liées aux éventuels parkings (éclairage et ventilation) ;
- L'évaluation environnementale intègre les impacts sur le changement climatique du bâtiment et des aménagements de la parcelle (aménagements extérieurs hors bâtiment, réseaux, systèmes de production d'énergie et parkings). **En revanche, les niveaux d'exigences réglementaires se focalisent sur les impacts des composants du bâtiment et des parkings et des consommations d'énergie du bâtiment en fonctionnement (l'impact de l'aménagement de la parcelle et de son usage est évalué de manière informative).**

L'évaluation peut porter sur plusieurs bâtiments si ceux-ci font l'objet d'un permis de construire unique, mais les niveaux d'exigence doivent être respectés pour chaque bâtiment individuellement.

Basée sur une évaluation de 6 indicateurs répondant à des exigences minimales

| | | | | |
|---------------|--|--|--|------------------|
| Energie | Bbio [Points] | Besoins bioclimatiques | Evaluation des besoins de chaud , de froid (que le bâtiment soit climatisé ou pas) et d' éclairage | ÉVOLUTION |
| | Cep [kWh _{ep} /(m ² .an)] | Consommation d'énergie primaire totale | Evaluation des consommations d'énergie renouvelable et non renouvelable des 5 usages RT 2012 : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires + | ÉVOLUTION |
| | Cep,nr [kWh _{ep} /(m ² .an)] | Consommation d'énergie primaire non renouvelable | 1 - éclairage et/ou de ventilation des parkings 2 - éclairage des circulations en collectif 3 - électricité ascenseurs et/ou escalators | NOUVEAU |
| Carbone | Ic_{énergie} [k eq. CO ₂ /m ²] | Impact sur le changement climatique associé aux consommations d'énergie primaire | Introduction de la méthode d' analyse de cycle de vie pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des énergies consommées pendant le fonctionnement du bâtiment, soit 50 ans . | NOUVEAU |
| | Ic_{construction} [k eq. CO ₂ /m ²] | Impact sur le changement climatique associé aux « composants » + « chantier » | Généralisation de la méthode d' analyse de cycle de vie pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des produits de construction et équipements et leur mise en oeuvre : l'impact des contributions «composants» et «chantier» | NOUVEAU |
| Confort d'été | DH [°C.h] | Degré-heure d'inconfort : niveau d'inconfort perçu par les occupants sur l'ensemble de la saison chaude | Evaluation des écarts entre température du bâtiment et température de confort (température adaptée en fonction des températures des jours précédents, elle varie entre 26 et 28°C). | NOUVEAU |

Comment Les solutions BPE s'inscrivent dans le contexte de la RE 2020 ?

A quels enjeux peut-il répondre ?

Quels seront le cadre, la méthode d'évaluation et les indicateurs de la RE2020 ?

Le béton prêt à l'emploi atteindra-t-il les niveaux de performance pour viser le label RE 2020 ?...

Pour réduire significativement l'empreinte carbone de la construction béton, il n'y a pas UNE solution mais un ensemble de solutions qui interagissent. Certaines sont déjà déployées, d'autres en test, ou développés par la R & D.

La Filière Béton a anticipé cette réglementation depuis l'apparition de l'expérimentation E+C-. Une stratégie de décarbonation de ses process et produits a été mis en place dans les années 90. Depuis, cette démarche ne cesse de performer pour atteindre -30% de ses activités à l'horizon 2030 et la neutralité carbone de la construction en 2050.

6.1 Les 3 principaux leviers de la filière béton

1. Des formulations des bétons et des techniques de mise en œuvre du béton armé

- **Adapter les formulations**

- Utilisation d'additions et d'ultrafines
- Optimisation de l'empilement granulaire
- Développement de nouveaux adjuvants
- Utilisation de l'approche performantielle
- Optimisation de la préparation de chantier et de la logistique
- Modifier le type de béton (de liant)

- **Adapter les armatures et les techniques de mise en œuvre**

- Augmenter leur module/limite d'élasticité pour réduire la quantité d'acier nécessaire.
- Développer l'utilisation de manchons pour limiter les recouvrements entre armatures.
- Développer l'utilisation d'armatures plates pour réduire la quantité d'acier.
- Optimiser le couple (résistance du béton / résistance des armatures) en développant des gammes d'acier d'armatures.
- Utilisation d'autres matériaux que l'acier pour renforcer les bétons : fibres, armatures composites, des armatures externes (plats carbone).
- La précontrainte par post-tension permet d'optimiser très sensiblement les structures.

- **Optimiser les enrobages**

- Optimisation des quantités de matière par l'optimisation des calculs de béton armé.

2. Faire mieux en utilisant moins et mieux le matériau

- **Éviter la déconstruction de structures existantes**
- **Optimiser l'ensemble des éléments de structure d'un bâtiment**
- **Concevoir des structures plus innovantes**
- **Optimiser le type de fondation des constructions**

3. Diminuer l'empreinte de la fabrication, de la logistique, de la construction et de la déconstruction

- **Diminuer l'empreinte due aux engins et aux transports (différents axes)**

- Réduire l'empreinte des transports

- Réduire l'empreinte des engins de déconstruction des ouvrages et de concassage du béton en fin de vie

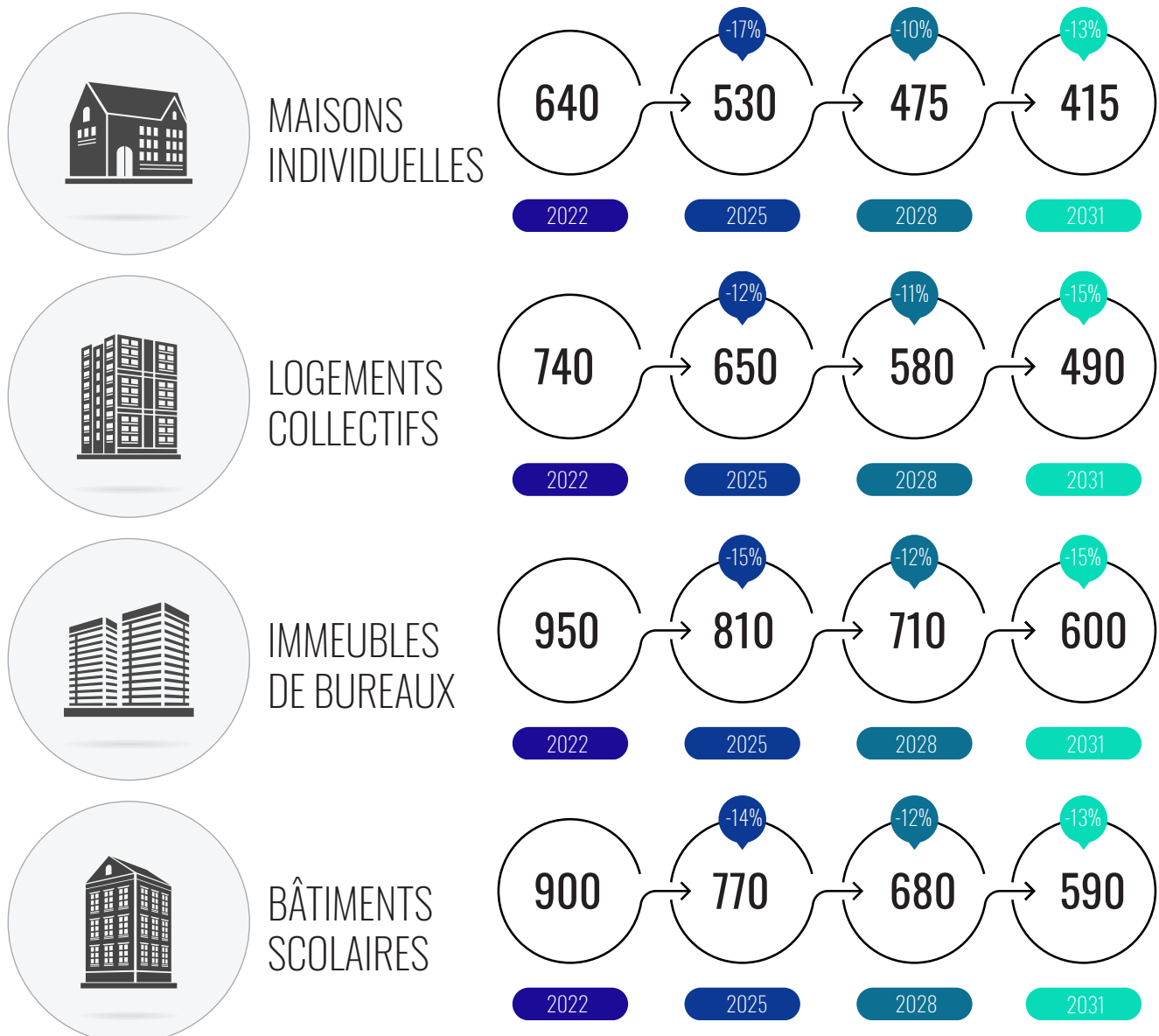
- **Stocker le carbone dans le béton**

Le stockage ou piégeage du CO2, un quatrième levier ?

Nous pouvons effectivement considérer un quatrième levier ; en effet, au niveau de l'industrie cimentière, le captage des émissions initie le stockage et la valorisation du CO2. Des solutions existent déjà : croissance accélérée de biomasse, fabrication de carburant d'aviation, utilisation de CO2 dans la formulation de béton, injection de CO2 dans les bétons, récupération des poussières des fours et carbonatation dans un container pour créer des granulats légers, stockage permanent du CO2.

Ces moyens, déjà en place au niveau industriel, permettront à terme d'envisager une neutralité carbone dans la construction en utilisant le béton .

6.2 La RE2020 et les seuils



6.3 Les points à retenir

Ce qu'il faut retenir de la RE2020...

→ La première réglementation énergétique et environnementale...

Elle poursuit des objectifs d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments neufs, de réduction de leur impact sur le climat (prise en compte des émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie des bâtiments) et de leur adaptation aux conditions climatiques futures (renforcement du confort d'été).

Ainsi, elle amènera à une amélioration de la conception bioclimatique des bâtiments, elle renforcera la performance de l'enveloppement du bâti, elle favorisera le recours aux énergies renouvelables et peu carbonées et aux matériaux ayant une faible empreinte carbone, notamment ceux qui stockent du carbone.

→ À destination des bâtiments à usage d'habitation, puis étendu aux bureaux et enseignement primaire ou secondaire dans quelques mois et enfin aux bâtiments tertiaires plus spécifiques. Elle entrera en vigueur à compter du 1er janvier 2022 et remplacera progressivement la RT 2012.

Objectifs :



...et du béton

- Le béton représente moins de 2 % de l'empreinte CO₂ moyenne d'un français
- Le béton a une empreinte carbone plus faible que ce que l'on pense : 85 g CO₂/kg (200 kg CO₂/m³ de béton et 250 kg CO₂/ m³ de béton armé)
- L'empreinte carbone des ciments varie entre 169 et 765 kg CO₂/tonne
- Les armatures comptent pour en moyenne 20 % de l'empreinte carbone du béton armé
- La consommation de béton dans le logement collectif se situe entre 0,8 et 1 m³/m²
- L'empreinte du gros œuvre dans le collectif varie entre 200 et 250 kg CO₂ pour une empreinte Eges PCE de 750 kg CO₂/m²
- Économie circulaire : à terme, le béton sera composé de 97 % de co-produits et résidus (autres constituants que le clinker dans le ciment, granulats de béton concassé)
- Son côté très local minimise les transports, les importations et génère de nombreux emplois à proximité
- Sans oublier, toutes les autres façons non comptabilisées qu'a le béton de faire baisser l'empreinte d'un bâtiment par :
 - son inertie thermique (5 fois supérieure à celle du bois)
 - sa durabilité qui permet d'amortir son empreinte carbone sur plusieurs vies du bâtiment
 - son effet albedo et son impact positif sur les îlots de chaleur urbain
 - sa capacité à accueillir la biodiversité en toit et en façade
 - sa capacité à limiter l'étalement urbain (et donc les transports) en permettant d'exploiter l'espace souterrain et de construire plus haut
 - sa durée de vie... 100 ans

Conclusion

Le béton prêt à l'emploi (BPE) ne cesse d'évoluer pour répondre aux exigences des concepteurs, des architectes notamment, mais aussi du public toujours plus exigeant, quant aux performances économiques des ouvrages, publics ou privés, qu'il s'agisse de leur acquisition ou de leur vie en œuvre.

Innovation : les travaux se multiplient pour rendre le procédé d'impression 3D du béton toujours plus efficace. Laboratoires universitaires, entreprises, start-up : ils sont nombreux à anticiper une demande croissante pour une technologie permettant de concevoir rapidement des pièces complexes, avec une économie de matière.

Prospective : la montée en puissance de la Smart City, se concrétise. Les dernières années ont vu des acteurs du BTP se rapprocher des start-ups afin de créer de l'émulation autour des innovations sur les matériaux.

Ainsi, les solutions BPE permettent aujourd'hui de capter et transmettre des informations (via la technologie NFC (Near Field Communication)). L'impression additive (ou impression 3D) s'est également appuyée sur le matériau béton pour développer des réalisations allant des formes complexes à des maisons individuelles.

Le déploiement de la Smart City facilite le partage des services à l'échelle du bâtiment puis du quartier. En lien avec la nécessité d'optimiser le foncier, les espaces deviennent évolutifs et partagés : les parkings se mutualisent, les espaces scolaires ont un nouvel usage en périodes de vacances, la chambre d'amis peut se partager en fonction des besoins, etc.

Combinant solidité et longévité, le béton contribue à la protection des capteurs et autres systèmes de gestion de la Smart City. Au même titre que l'infrastructure physique du bâtiment, les infrastructures numériques sont invisibles mais nécessaires.

Futuriste : le biomimétisme doit permettre d'exploiter la connaissance du vivant pour concevoir de nouveaux matériaux de construction et imaginer de nouvelles solutions architecturales et urbanistiques, en parfaite adéquation avec les attentes actuelles, les besoins des générations futures et les défis à relever dans les prochaines décennies ; en raison de ses multiples qualités polymorphes et de résistance, le béton est prêt à relever ce nouveau défi.

Avec des solutions capables d'accueillir les nouvelles technologies mais également compatibles avec une architecture plus frugale, le BPE dispose de tous les arguments nécessaires pour répondre aux nouvelles attentes du BTP.

A ce titre rappelons que choisir le BPE, c'est augmenter la surface habitable, économiser de l'énergie et optimiser un investissement patrimonial.

Durable et confortable (acoustique, thermique, sécurité incendie, etc.), le béton est une réponse pertinente pour la réalisation des structures de bâtiments dont les espaces intérieurs seraient modulables et évolutifs.

Annexes

Les eurocodes

Les Eurocodes constituent un ensemble de **58 normes européennes**, d'application volontaire, **harmonisant les méthodes de calcul** utilisables pour vérifier la stabilité et le dimensionnement des différents éléments constituant des bâtiments ou ouvrages de génie civil, quels que soient les types d'ouvrages ou de matériaux (structures en béton, en métal, structures mixtes acier/béton, maçonnerie, bois, aluminium, règles de calcul pour les ouvrages de géotechnique et règles parasismiques).

Les Eurocodes sont des **codes européens de conception et de calcul des ouvrages**, se substituant aux codes nationaux et permettant aux entreprises de travaux ou bureaux d'études, d'accéder aux marchés des autres pays membres.

Les normes européennes Eurocodes ne peuvent être utilisées dans chaque pays qu'après transposition en **normes nationales**. Elles sont complétées par une Annexe Nationale (AN). Dans chaque pays, l'Annexe Nationale définit les conditions d'application de la norme européenne.

Cette Annexe permet de tenir compte des particularités géographiques, géologiques ou climatiques, ainsi que des niveaux de protection spécifiques à chaque pays. En effet, le choix des niveaux de fiabilité et de sécurité des projets est une prérogative des États. Les Eurocodes offrent la souplesse nécessaire pour que des modulations puissent être effectuées au niveau de clauses bien identifiées, afin de les adapter aux contextes nationaux.

Les normes nationales transposant les Eurocodes comprennent la totalité du texte des Eurocodes.

Les Eurocodes constituent un ensemble de 58 normes regroupées en 10 groupes de normes (NF EN 1990 à NF EN 1999) :

- NF EN 1990 Eurocode 0 : bases de calcul des structures
- NF EN 1991 Eurocode 1 : actions sur les structures
- NF EN 1992 Eurocode 2 : calcul des structures en béton
- NF EN 1993 Eurocode 3 : calcul des structures en acier
- NF EN 1994 Eurocode 4 : calcul des structures mixtes acier-béton
- NF EN 1995 Eurocode 5 : calcul des structures en bois
- NF EN 1996 Eurocode 6 : calcul des structures en maçonnerie
- NF EN 1997 Eurocode 7 : calcul géotechnique
- NF EN 1998 Eurocode 8 : calcul des structures pour leur résistance aux séismes
- NF EN 1999 Eurocode 9 : calcul des structures en alliages d'aluminium

S'agissant des structures en béton, l'Eurocode 2 remplace (en concentrant en un texte unique) les règles de calcul du béton armé (BAEL) et du béton précontraint (BPEL). Cette norme ne révolutionne pas les calculs du béton armé ou précontraint, car on y retrouve l'ensemble des principes fondamentaux du BAEL et du BPEL.

La réglementation acoustique

La réglementation acoustique des bâtiments d'habitation a évolué en 1994 et 1995 et ces textes sont appliqués depuis **janvier 1996**.

La normalisation européenne doit maintenant être utilisée pour calculer les indices uniques d'évaluation de la performance acoustique des produits et des ouvrages, respectivement pour les bruits aériens et solidiens, intérieurs ou extérieurs.

Les nouveaux textes réglementaires en application pour les bâtiments d'habitation sont les suivants :

- **Arrêté du 30 mai 1996** relatif à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit, dont la révision a fait l'objet d'un nouvel **arrêté du 23 juillet 2013** ;
- **Arrêté du 30 juin 1999** relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation ;
- **Arrêté du 30 juin 1999** relatif aux modalités d'application de la réglementation acoustique.

Un **arrêté du 18 décembre 2012** fixe les modalités d'établissement de l'attestation de prise en compte de la réglementation acoustique par les bâtiments d'habitation neufs.

L'obligation d'établir cette attestation s'applique aux bâtiments dont le permis de construire est demandé à compter du 1^{er} janvier 2013. Elle concerne les bâtiments collectifs et, lorsqu'elles font l'objet d'un même permis de construire, les maisons individuelles accolées ou contiguës à un local d'activité.

La réglementation sismique

La réglementation concernant la prévention des risques sismiques a évolué très récemment (2010).

Les nouveaux textes réglementaires en application pour les bâtiments d'habitation sont les suivants :

- **Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010** relatif à la prévention du risque sismique.

Le présent décret renumérote les quatre catégories de bâtiments, équipements et installations concernées (anciennement appelées « classes »), rebaptisées catégories d'importance I, II, III, IV.

Les zones de sismicité, auparavant numérotées 0, Ia, Ib, II et III font l'objet d'une nouvelle classification : 1 (sismicité très faible), 2 (faible), 3 (modérée), 4 (moyenne), et 5 (forte). L'évolution des règles de calcul parasismique européennes exprimées par l'Eurocode 8 entraîne une réévaluation du zonage sur le territoire français, désormais plus exigeant.

- **Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010** portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

Le présent décret délimite de nouvelles zones de sismicité du territoire en redéfinissant la liste des communes soumises à la classe de risque sismique normal, en fonction de la nouvelle classification des zones de sismicité définies à l'article R563-4.

- **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 ».

Pris en application des décrets n° 2010-1254 et n° 2010-1255 du 22 octobre 2010, le présent arrêté définit les règles de classification et de construction parasismique pour les bâtiments de la classe dite « à risque normal », en application de l'article R. 563-5 du code de l'environnement. Reprenant les dispositions de l'arrêté du 29 mai 1997 désormais abrogé, le présent arrêté en prévoit de nouvelles pour tenir compte de l'Eurocode 8 et de ses annexes nationales. Ces nouvelles règles s'appliquent à compter du 1^{er} mai 2011.

La carte des zones sismiques est disponible via le lien

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Presentation-de-la-reglementation,12989.html>

La réglementation incendie

Les textes réglementaires en application pour les bâtiments sont les suivants :

• **Arrêté du 31 janvier 1986** (modifié par arrêté du 18 août 1986) relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation.

Cet arrêté classe les bâtiments d'habitation en quatre familles, en distinguant l'habitat individuel de l'habitat collectif et en prenant en compte l'indépendance de structures contiguës, le nombre de niveaux, la hauteur du plancher bas du logement le plus haut, et l'accessibilité du bâtiment aux engins des services de secours.

Les règles particulières concernant les immeubles d'habitation dont le plancher bas du logement le plus haut est situé à plus de 50 mètres au-dessus du sol font l'objet des articles R. 122-1 à R. 122-55 du code de la construction et de l'habitation et de l'arrêté portant règlement de sécurité pour la construction des immeubles de grande hauteur, et leur protection contre les risques d'incendie et de panique.

• **Arrêté du 21 novembre 2002** (modifié par arrêté du 13 août 2003) relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement.

Le présent arrêté fixe les méthodes d'essais et les catégories de classification en ce qui concerne la réaction au feu :

- des produits visés à l'article 1^{er} du décret du 8 juillet 1992, désignés par la suite « produits de construction » ;
- des produits non visés à l'article 1^{er} du décret du 8 juillet 1992 mais dont les conditions d'emploi sont prescrites par les règlements de sécurité contre l'incendie, désignés par la suite « matériaux d'aménagement ».

Dans le présent arrêté, les tenues « produit » ou « matériau » désignent indifféremment l'objet de la classification en réaction au feu.

• **Arrêté du 22 mars 2004** (modifié par arrêté du 14 mars 2011) relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages.

Le présent arrêté et ses cinq annexes fixent les méthodes et les conditions d'évaluation des performances de résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages, auxquelles se réfèrent les règlements de sécurité contre l'incendie.

• **Code de la construction et de l'habitation, chapitre 2 - Dispositions de sécurité relatives aux immeubles de grande hauteur (IGH) - Articles R122-1 à R122-29.**

Le présent chapitre fixe les dispositions destinées à assurer la sécurité des personnes contre les risques d'incendie et de panique dans les immeubles de grande hauteur (IGH).

• **Commission du Règlement de Construction.**

Fiches techniques validées le 25 juin 1997 concernant l'arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la sécurité contre l'incendie dans les bâtiments d'habitation.

• **Instruction Technique n°249 du 24 mai 2010** relative aux façades.

Les solutions constructives prévues dans cette Instruction Technique font référence aux notions suivantes :

- règle dite du C + D ;
- limitation de la masse combustible mobilisable ;
- comportement au feu des éléments et produits de construction ;
- étanchéité aux jonctions façade-planchers.

La présente Instruction Technique a pour objet :

- de préciser les conditions d'application des prescriptions réglementaires dans les établissements recevant du public, dans les immeubles de grande hauteur et dans les immeubles d'habitation ;
- de définir des dispositions relatives aux façades et à leur jonction avec les planchers ne nécessitant pas de vérifications expérimentales au moyen de l'essai LEPIR 2, défini par l'arrêté du 10 septembre 1970 relatif à la classification des façades vitrées par rapport au danger d'incendie, pour l'évaluation du C + D et du comportement au feu de l'accrochage des façades aux planchers ;
- de définir des dispositions pour éviter le passage rapide des flammes ou gaz chauds d'un étage à l'autre, que l'application de la règle du C + D soit requise ou non.

Les immeubles de grande hauteur devront par ailleurs obtenir le visa prévu à l'article GH 12 de l'**arrêté du 30 décembre 2011**, portant règlement de sécurité pour la construction des immeubles de grande hauteur et leur protection contre les risques d'incendie et de panique.

La réglementation pour la Qualité Environnementale des Bâtiments (QEB)

Les textes réglementaires en application pour les bâtiments sont les suivants :

• **Loi n° 2009-967 du 3 août 2009** de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. Annoncée fin 2007 à l'issue des différentes concertations publiques sur les orientations énergétiques de la France, la loi de programmation du Grenelle de l'environnement est parue au Journal Officiel du 5 août 2009.

Ce texte dit « Loi Grenelle 1 » inscrit dans le Droit français les grands objectifs environnementaux nationaux en matière de transports, d'énergie et d'habitat, et met particulièrement l'accent sur les propositions de rupture que les pouvoirs publics comptent mettre en œuvre pour réduire les dépenses énergétiques des bâtiments, aussi bien sur les constructions neuves que sur les bâtiments existants.

- Pour les constructions neuves : tous les bâtiments seront conçus selon la norme « bâtiment basse consommation » (consommation d'énergie primaire inférieure à 50 kWh/m²/an) à compter de fin 2010 pour les bâtiments publics et tertiaires, et à compter de fin 2012 pour tous les permis de construire déposés. À compter de fin 2020, tous les bâtiments neufs seront soumis à la norme « bâtiment à énergie positive ».

- Pour le bâti existant : l'objectif est de réduire les dépenses énergétiques de 38 % d'ici 2020. À cette fin, l'État se fixe comme objectif la rénovation complète de 400 000 logements chaque année à compter de 2013.

Ce texte sera suivi d'une « Loi Grenelle 2 » plus technique, définissant les dispositifs d'application de la loi d'orientation.

• **Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010** portant engagement national pour l'environnement.

Cette « Loi Grenelle 2 » a pour objectif de mettre en œuvre les grandes orientations de la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 (« Loi Grenelle 1 »).

Ce volet législatif est présenté comme une boîte à outils dont la vocation première est d'introduire le développement durable au quotidien dans le comportement des acteurs, et concerne à bien des égards le secteur de la construction et du bâtiment. Il se décline avec la mise en œuvre de six chantiers majeurs, dont l'amélioration énergétique des bâtiments et l'harmonisation des outils de planification d'urbanisme (titre I), en proposant pour le volet logement un certain nombre de mesures telles que :

- la création d'une attestation obligatoire vérifiant la prise en compte des normes énergétiques et acoustiques à la fin des travaux, assortie d'une responsabilisation accrue du maître d'œuvre;

- le développement des contrats de performance énergétique;

- l'amélioration du diagnostic de performance énergétique (DPE) prenant en compte la climatisation au même titre que le chauffage;

- la réalisation d'audits énergétiques dans les grandes copropriétés;

- l'obligation d'informer en amont les futurs occupants d'un bâtiment sur sa performance énergétique, et l'affichage des performances énergétiques dans les annonces immobilières;

- l'obligation pour un permis de construire d'accepter les dispositifs énergétiques et matériaux économes en gaz à effet de serre ou retenant les eaux pluviales des bâtiments.

Ces mesures visent à inciter la construction de bâtiments basse consommation (moins de 50 kW/h par mètre carré et par an) et à tendre vers la réduction de la consommation d'énergie du parc ancien de 38 % d'ici 2020.

• **Code de la construction et de l'habitation, Articles L111-9 à L111-10-4, R111-20 à R111-22-3.**

Les bâtiments nouveaux et les parties nouvelles de bâtiments doivent être construits et aménagés de telle sorte qu'ils respectent des caractéristiques thermiques minimales (sous-section 1).

Pour pouvoir bénéficier du dépassement du coefficient d'occupation des sols prévu à l'article

L128-1 du Code de l'urbanisme, le pétitionnaire du permis de construire doit justifier que la construction projetée respecte les critères de performance énergétique définis par le label « haute performance énergétique » mentionné à l'article R111-20 du présent Code, ou s'engager à installer des équipements de production d'énergie renouvelable de nature à couvrir une part minimale de la consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment (sous-section 2).

Préalablement au dépôt de la demande de permis de construire, le maître d'ouvrage réalise une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux (sous-section 3).

Par ailleurs, la Loi du Grenelle 2 prévoit qu'un plafond d'émission de CO₂ pour les bâtiments neufs soit mis en place à compter de 2020 (article L111-9).

De plus, à l'issue de l'achèvement des travaux sur des bâtiments neufs, ou de travaux de réhabilitation thermique de bâtiments existants, le maître d'ouvrage devra fournir un document établi par un contrôleur technique et attestant que la réglementation thermique a bien été prise en compte par le maître d'œuvre (articles L111-9-1 et L111-10-2).

• **Décret n° 2012-111 du 27 janvier 2012** relatif à l'obligation de réalisation d'un audit énergétique pour les bâtiments à usage principal d'habitation en copropriété de cinquante lots ou plus, et à la réglementation thermique des bâtiments neufs.

Les bâtiments à usage principal d'habitation en copropriété de cinquante lots ou plus, équipés d'une installation collective de chauffage ou de refroidissement, et dont la date de dépôt de la demande de permis de construire est antérieure au 1^{er} juin 2001, doivent faire l'objet d'un audit énergétique.

Pris en application de la Loi Grenelle 2, le présent décret en précise les modalités. Il appartient au syndic de copropriété d'inscrire à l'ordre du jour de l'assemblée générale des copropriétaires la réalisation de cet audit. L'audit doit comporter des propositions de travaux destinés à améliorer la performance énergétique du bâtiment. Il doit être réalisé par une personne qualifiée et indépendante.

Le décret aménage par ailleurs les dispositions relatives à la réglementation thermique 2012 (RT 2012) des bâtiments, afin de préciser qu'elles s'appliquent aux logements neufs en accession sociale situés dans les zones de rénovation urbaine et à une distance de moins de 500 mètres de la limite de ces quartiers. Les pouvoirs publics ont décidé d'accorder aux opérateurs un délai supplémentaire pour mettre en œuvre la RT 2012. Cette dernière ne sera finalement applicable qu'aux projets faisant l'objet d'une demande de permis de construire ou d'une déclaration préalable déposée à compter du 1^{er} mars 2012.

L'audit énergétique prévu par le décret doit être réalisé avant le 1^{er} janvier 2017.

• **Décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010** relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions.

Les Lois Grenelle 1 et Grenelle 2 servent de socle pour l'élaboration de l'ensemble des mesures nécessaires à la mise en place de la politique énergétique de la France, et notamment les principes de la RT 2012.

Conformément à l'article 4 de la Loi Grenelle 1, la RT 2012 a pour objectif de limiter la consommation d'énergie primaire des bâtiments neufs à un maximum de 50 kWhEP/(m².an) en moyenne, tout en suscitant une évolution technologique et industrielle significative pour toutes les filières du bâti et des équipements, un très bon niveau de qualité énergétique du bâti (indépendamment du choix du système énergétique), un équilibre technique et économique entre les énergies utilisées pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

La Loi Grenelle 2 a quant à elle consolidé les orientations prévues pour cette future réglementation.

Le présent décret fixe les exigences de performance énergétique que doivent respecter les bâtiments neufs et les parties nouvelles de bâtiments, notamment les trois exigences de résultats suivantes :

- la limitation de la consommation d'énergie primaire;
- l'optimisation de la conception du bâti indépendamment des systèmes énergétiques mis en œuvre;
- le confort d'été avec une limitation des surchauffes dans le bâtiment en période estivale.

Ces exigences sont applicables à tous les permis de construire déposés :

- plus d'un an après la date de publication du présent décret pour les bâtiments neufs à usage de bureaux ou d'enseignement, les établissements d'accueil de la petite enfance et les bâtiments à usage d'habitation construits en zone ANRU;
- à partir du 1^{er} janvier 2013 pour les autres bâtiments neufs à usage d'habitation.

La réglementation pour la Qualité de l'Air Intérieur (QAI)

Les textes réglementaires en application pour les bâtiments sont les suivants :

- **Loi sur l'air du 30 décembre 1996 (Texte de référence)** rendant obligatoire :
 - la surveillance de la qualité de l'air réalisée au niveau local avec l'assurance de l'État;
 - la définition d'objectifs de qualité;
 - l'information du public.

La loi prescrit l'élaboration d'un Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA), de Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) et, pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, d'un Plan de Déplacement Urbain (PDU). Ce dernier vise à développer les transports collectifs et les modes de transport propres, à organiser le stationnement et à aménager la voirie. Des itinéraires cyclables devront être réalisés à l'occasion de réalisation ou de rénovation de voirie.

Cette loi instaure une procédure d'alerte, gérée par le Préfet. Celui-ci doit informer le public et prendre des mesures d'urgence en cas de dépassement de seuil (restriction des activités polluantes, notamment de la circulation automobile).

La loi intègre les principes de pollution et de nuisance dans le cadre de l'urbanisme et dans les études d'impact relatives aux projets d'équipement. Elle définit des mesures techniques nationales pour réduire la consommation d'énergie et limiter les sources d'émission, instaure des dispositions financières et fiscales (telles que l'incitation à l'achat de véhicules électriques, GPL ou GNV, et l'équipement de dispositifs de dépollution sur les flottes de bus).

- **Arrêté du 22 octobre 1969** relatif à l'aération des logements.

Il instaure le principe d'aération générale et permanente du logement : l'entrée d'air se faisant en pièces principales, l'extraction d'air s'effectuant en pièces de service (cuisines, toilettes, salles de bains) par conduits à tirage naturel ou par extraction mécanique.

- **Arrêté du 24 février 1982** relatif à l'aération des logements

Le principe d'aération générale et permanente du logement est repris. L'arrêté précise les valeurs de débits minimums extraits par pièce de service et de débit total extrait selon le nombre de pièces principales du logement. Il prévoit la possibilité de diminuer le débit minimum en cuisine (dispositif individuel de réglage par l'occupant).

- **Arrêté du 28/10/1983 modifiant l'arrêté du 24 mars 1982.**

Il permet une modulation automatique du renouvellement d'air du logement avec réduction du débit total minimal extrait par rapport à celui imposé par l'arrêté du 24/03/1982.

- **Arrêté du 23 février 2009 pris pour l'application des articles R. 131-31 à R. 131-37 du Code de la construction et de l'habitation relatif à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone dans les locaux à usage d'habitation.**

Ce texte précise notamment les dispositions techniques d'aménagement et de ventilation des locaux à usage d'habitation ou leurs dépendances, dans lesquels fonctionnent des appareils fixes de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire, utilisant des combustibles solides ou liquides.

- **Décret du 24 décembre 1996 relatif à l'interdiction d'amiante, pris en application des Codes du travail et de la consommation.**

Les exigences réglementaires consistent notamment en une recherche des matériaux amiantés, une surveillance de ces matériaux et, le cas échéant, des obligations de travaux.

- **Articles L. 1334-12-1 à L. 1334-17 et R. 1334-14 à R. 1334-29-9 du Code de la santé publique.**

Ces textes législatifs et réglementaires définissent, pour les bâtiments construits avant 1997, les repérages, constats et mesures d'empoussièremment à effectuer et les éventuelles mesures de protection ou de prévention à prendre en fonction des résultats de ces derniers (travaux, surveillance, mesures d'empoussièremment, etc.).

- **Article L. 221-1 du Code de l'environnement.**

Cet article prévoit la définition, par décret, de valeurs-guides pour l'air intérieur.

- **Articles L. 1333-10 et R. 1333-15 à R. 1333-16 du Code de la santé publique.**

S'agissant du radon, il n'y a pas à l'heure actuelle d'obligation réglementaire pour les constructions neuves. La réglementation en vigueur consiste en une obligation de surveillance des bâtiments existants.

- **Arrêté du 19 avril 2011 et arrêté modificatif du 20 février 2012** relatif à l'étiquetage des produits de construction. Depuis le 1^{er} janvier 2012, les nouveaux produits de construction et de décoration mis à disposition sur le marché devront être munis d'une étiquette qui indiquera le niveau d'émission du produit en polluants volatils, par une classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions). Cette obligation s'applique à compter du 1^{er} septembre 2013 pour les produits déjà sur le marché.

Les produits concernés par cette nouvelle réglementation sont les produits de construction ou de revêtement de mur, sol ou plafond, amenés à être utilisés à l'intérieur des locaux, ainsi que les produits utilisés pour leur incorporation ou leur application. Sont ainsi concernés cloisons, revêtements de sol, isolants, peintures, vernis, colles, adhésifs, etc., dans la mesure où ceux-ci sont destinés à un usage intérieur.

Bibliographie

- Collection Technique CIMBETON :
<http://www.infociments.fr/publications/batiment/collection-technique-cimbeton> :
- B40. Béton et confort : la thermique
- B41. Béton et confort : l'acoustique
- B42. Béton et confort : la santé
- B45. Béton et santé : Bien-être et bien vivre : les solutions bétons
- B54. Le BPE en maison individuelle et petit collectif - Guide de prescription
- B56. Qualité environnementale des bâtiments
- B57. Qualité environnementale des bâtiments de bureaux
- B61. Bâtiment d'industrie, de commerce, de stockage
- B92. Sécurité incendie dans les bâtiments. Les apports du béton pour améliorer la sécurité
- B94. Le béton et la sécurité incendie
- Carnet de la construction durable en béton
- Solution Béton « Béton et empreinte carbone »
- Solution Béton « RE2020 Concevoir les logements avec des solutions en béton »
- Vidéo « Le bon béton au bon endroit »
- Suzanne et Pierre DEOUX, Docteurs en Médecine, Guide de l'habitat sain, 2002, deuxième édition octobre 2004, 537 pages, Medieco Editions, Geodif diffusion-Groupe Eyrolles